



PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| PISO TÁTIL DIRECIONAL |            |          |      |                 |             |                                |
|-----------------------|------------|----------|------|-----------------|-------------|--------------------------------|
| Referência            | km Inicial | km Final | Lado | Comprimento (m) | Largura (m) | Área (m²)      Quantidade (un) |
| Calçada               | 8+517      | 8+657    | LD   | 140,00          | 0,40 x 0,40 | 54,40      340,00 *            |
| Calçada               | 8+520      | 8+573    | LE   | 53,00           | 0,40 x 0,40 | 21,28      133,00              |
| Calçada               | 8+602      | 9+320    | LE   | 718,00          | 0,40 x 0,40 | 286,40      1.790,00 *         |
| Calçada               | 8+669      | 9+320    | LD   | 651,00          | 0,40 x 0,40 | 260,48      1.628,00           |
| Calçada               | 17+940     | 20+299   | LD   | 2359,00         | 0,40 x 0,40 | 941,28      5.883,00 *         |
| Calçada               | 17+940     | 18+901   | LE   | 961,00          | 0,40 x 0,40 | 383,68      2.398,00 *         |
| Calçada               | 18+944     | 20+205   | LE   | 1261,00         | 0,40 x 0,40 | 502,88      3.143,00 *         |
| Calçada               | 20+237     | 20+299   | LE   | 62,00           | 0,40 x 0,40 | 24,80      155,00              |
| TOTAL                 |            |          |      |                 |             | 2475,20      15470,00un        |

\* A quantidade total do piso tátil direcional está descontando o piso tátil de alerta

| PISO TÁTIL DE ALERTA |               |      |                 |             |                                |
|----------------------|---------------|------|-----------------|-------------|--------------------------------|
| Referência           | km Referência | Lado | Comprimento (m) | Largura (m) | Área (m²)      Quantidade (un) |
| PO-18                | 8+560         | LD   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-19                | 9+020         | LE   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-20                | 9+110         | LD   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-35                | 18+460        | LE   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-36                | 18+540        | LD   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-37                | 19+330        | LE   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-38                | 19+420        | LD   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-39                | 20+130        | LE   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| PO-40                | 20+220        | LD   | 2,00            | 0,40 x 0,40 | 0,80      5,00                 |
| TOTAL                |               |      |                 |             | 7,20      45,00un              |

|               |                |              |               |          |                                              |        |
|---------------|----------------|--------------|---------------|----------|----------------------------------------------|--------|
| 3             | Revisão: Geral | 19/09/24     | W             | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 2             | Revisão: Geral | 06/07/24     | W             | ESCALAS: | Redução : ERS-900                            |        |
| 1             | Revisão: Geral | 18/12/23     | W             | 0        | Orçamento : 545R\$0000                       |        |
| 0             | Revisão: Geral | 18/12/23     | W             |          | Estimado : 23400un                           |        |
| Empreendedor: | Descrição:     | Verificação: | Assinatura:   | DATA:    | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA  |
| Mercio Bianco |                | Elmore Sirtz | Cluane J. Sfr | DEZ/2023 | Nota de Serviço Horizontal Unia Civil        | 23/23  |







PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| BALIZADOR                                                                           |        |        |        |              |        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|------------------|
| CAD 8,00 x 8,00 - LADO ESQUERDO                                                     |        |        |        |              |        |                  |
| Modelo                                                                              | Local  | Início | Fim    | Extensão (m) | CAD    | Número de tachas |
|  | I01-R4 | 0+000  | 0+142  | 142,61       | C1-8x8 | 17               |
|                                                                                     | I1-C3  | 0+000  | 0+044  | 43,67        | C1-8x8 | 5                |
|                                                                                     |        |        |        |              |        |                  |
|                                                                                     |        |        |        |              |        |                  |
|                                                                                     |        |        | TOTALS | 186,28m      |        | 22un             |

| BALIZADOR                                                                             |        |        |       |              |        |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------|--------|------------------|
| CAD 8,00 x 8,00 - LADO DIREITO                                                        |        |        |       |              |        |                  |
| Modelo                                                                                | Local  | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de tachas |
|  | I1-C1  | 0+000  | 0+042 | 40,25        | C1-8x8 | 5                |
|                                                                                       | I1-C2  | 0+005  | 0+044 | 39,12        | C1-8x8 | 4                |
|                                                                                       |        |        |       |              |        |                  |
|                                                                                       |        |        |       |              |        |                  |
|                                                                                       | TOTALS |        |       | 79,37m       |        | 9un              |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - AMARELA                                                    |         |        |        |              |     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO ESQUERDO                                              |         |        |        |              |     |                  |
| Modelo                                                                            | Local   | Início | Fim    | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|                                                                                   | ERS-550 | 0+070  | 0+120  | 49,92        | 6x6 | 8                |
|                                                                                   |         |        |        |              |     |                  |
|                                                                                   |         |        |        |              |     |                  |
|                                                                                   |         |        | TOTALS | 49,92m       |     | 8un              |
|  |         |        |        |              |     |                  |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - AMARELA                                                      |          |        |       |              |     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO DIREITO                                                 |          |        |       |              |     |                  |
| Modelo                                                                              | Local    | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|                                                                                     | I01-Aux1 | 0+118  | 0+197 | 79,33        | 6x6 | 13               |
|                                                                                     | I01-Aux2 | 0+081  | 0+168 | 87,18        | 6x6 | 14               |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|  |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |          |        |       |              |     |                  |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - BRANCA                                                     |        |        |       |              |     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO ESQUERDO                                              |        |        |       |              |     |                  |
| Modelo                                                                            | Local  | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|  | I01-R1 | 0+073  | 0+086 | 14,77        | 6x6 | 2                |
|                                                                                   | I01-R1 | 0+149  | 0+166 | 18,78        | 6x6 | 3                |
|                                                                                   | I01-R2 | 0+097  | 0+113 | 17,71        | 6x6 | 2                |
|                                                                                   | I01-R2 | 0+163  | 0+181 | 18,63        | 6x6 | 3                |
|                                                                                   | I01-R3 | 0+125  | 0+138 | 14,06        | 6x6 | 2                |
|                                                                                   | I01-R3 | 0+169  | 0+185 | 17,23        | 6x6 | 2                |
|                                                                                   | I01-R4 | 0+000  | 0+157 | 155,18       | 6x6 | 25               |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |     |                  |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - BRANCA                                                       |        |        |       |              |     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO DIREITO                                                 |        |        |       |              |     |                  |
| Modelo                                                                              | Local  | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|  | I01-R1 | 0+001  | 0+263 | 262,45       | 6x6 | 43               |
|                                                                                     | I01-R2 | 0+000  | 0+308 | 320,72       | 6x6 | 53               |
|                                                                                     | I01-R3 | 0+001  | 0+255 | 263,53       | 6x6 | 43               |
|                                                                                     | TOTALS |        |       | 846,70m      |     | 139un            |

|               |                                              |              |                 |      |
|---------------|----------------------------------------------|--------------|-----------------|------|
| 3             | Revisão Geral                                | 19/09/24     | WMP             | 100% |
| 2             | Revisão Geral                                | 06/09/24     | WMP             | 100% |
| 1             | Revisão Geral                                | 12/07/24     | WMP             | 100% |
| 0             | Revisão Inicial                              | 18/12/23     | WMP             | 100% |
| 0             | Revisão                                      |              |                 |      |
| Empreendedor: | Mercio Bianco                                | Verificador: | Elaine S. Silva | 3    |
| DAER          | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.       |                 |      |
| ESCALAS:      | Relevo : ERS-900                             |              |                 |      |
|               | Corte : 545R500300                           |              |                 |      |
|               | Extensão : 23400m                            |              |                 |      |
| DATA:         | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA        |                 |      |
| DEZ/2023      | Nota de Serviço Horizontal Interseção 01     | 25/33        |                 |      |



PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| TACHÕES BIDIRECIONAIS - AMARELOS                                                    |          |        |       |              |        |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|--------------|--------|-------------------|
| CADÊNCIA TA-2.00 x 2.00 - LADO ESQUERDO                                             |          |        |       |              |        |                   |
| Modelo                                                                              | Local    | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de Tachões |
|  | ERS-550  | 0+046  | 0+070 | 23,63        | TA-2x2 | 11                |
|                                                                                     | IOI-Aux1 | 0+197  | 0+216 | 19,87        | TA-2x2 | 9                 |
|                                                                                     | IOI-Aux2 | 0+045  | 0+081 | 35,17        | TA-2x2 | 17                |
|                                                                                     | TOTALS   |        |       | 78,67m       |        | 37un              |

| TACHÕES MONODIRECIONAIS - AMARELOS                                                    |        |        |        |              |        |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------------|--------|----------------------|
| CADÊNCIA TA-2.00 x 2.00 - LADO DIREITO                                                |        |        |        |              |        |                      |
| Modelo                                                                                | Local  | Início | Fim    | Extensão (m) | CAD    | Número de<br>tachões |
|  | IOI-R4 | 0+003  | 0+019  | 21,75        | TA-2x2 | 10                   |
|                                                                                       | IOI-R4 | 0+066  | 0+081  | 21,57        | TA-2x2 | 10                   |
|                                                                                       | IOI-R4 | 0+120  | 0+136  | 22,36        | TA-2x2 | 11                   |
|                                                                                       | TOTALS |        | 65,68m |              |        | 31un                 |

| BALIZADORES                                                                       |             |                 |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| Modelo                                                                            | Localização | Espacamento (m) | Número de balizadores |
|  | I1-C1       | 8               | 5                     |
|                                                                                   | I1-C2       | 8               | 4                     |
|                                                                                   | I1-C3       | 8               | 5                     |
|                                                                                   | IOI-R4      | 8               | 17                    |
| TOTAL DE BALIZADORES                                                              |             |                 | 31un                  |

| TACHÕES BIDIRECIONAIS - AMARELOS                                                    |          |        |       |              |        |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-------|--------------|--------|-------------------|
| CADÊNCIA TA-2.00 x 2.00 - LADO DIREITO                                              |          |        |       |              |        |                   |
| Modelo                                                                              | Local    | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de Tachões |
|  | ERS-550  | 0+048  | 0+070 | 22,33        | TA-2x2 | 11                |
|                                                                                     | IOI-Aux1 | 0+197  | 0+216 | 19,57        | TA-2x2 | 9                 |
|                                                                                     | IOI-Aux2 | 0+049  | 0+081 | 31,92        | TA-2x2 | 15                |
|                                                                                     | TOTALS   |        |       | 73,82m       |        | 35un              |

| PINTURA DE MEIO-FIO - CALIAÇÃO MECANIZADA |             |        |     |      |                 |                         |                 |
|-------------------------------------------|-------------|--------|-----|------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Modelo                                    | Localização | Início | Fim | Lado | Comprimento (m) | Área do Meio-fio (m²/m) | Área Total (m²) |
|                                           |             |        |     |      |                 |                         |                 |

|               |               |             |              |             |  |
|---------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--|
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24    | W. M. S.     | IOI-R4      |  |
| 2             | Revisão Geral | 06/09/24    | W. M. S.     | IOI-R4      |  |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23    | W. M. S.     | IOI-R4      |  |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23    | W. M. S.     | IOI-R4      |  |
| Revisão       | Descrição     | Data        | Aprova       | Assinatura  |  |
| Elaboração:   | Verificação:  | Elaboração: | Verificação: | Assinatura: |  |
| Modelo Branco |               |             |              |             |  |

**ECOPLAN**  
ECONOMIA

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESCALAS:  
Relevo : ERS-550  
Corte : 550/5000  
Extensão : 2340m

DATA: DEZ/2023

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

Nota de Serviço Horizontal Interseção 01

S.E.P.

FOLHA 26/33





PROJETO DE SINALIZAÇÃO

LINHA CONTÍNUA DE BORDO (LBO) - LINHA BRANCA - TINTA ACRÍLICA

| LINHA CONTÍNUA DE BORDO (LBO) - LINHA BRANCA - TINTA ACRÍLICA                                              |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-------|--------------|-------|-------------|--------|-------|--------------|--------|--------------|--------|-------|--------------|-------|
| Modelo                                                                                                     | LADO ESQUERDO |        |       |              |       | EIXO        |        |       |              |        | LADO DIREITO |        |       |              |       |
|                                                                                                            | Local         | Início | Fim   | Extensão (m) | Área  | Local       | Início | Fim   | Extensão (m) | Área   | Local        | Início | Fim   | Extensão (m) | Área  |
| <br>Largura (m)<br>0,15 | I02-Aux_R2    | 0+112  | 0+264 | 152,98       | 22,95 | I02-Aux_R2  | 0+000  | 1+024 | 1023,96      | 153,59 | I02-R1       | 0+780  | 1+035 | 255,60       | 38,34 |
|                                                                                                            | I02-Cant_03   | 0+004  | 0+150 | 147,27       | 22,09 | I02-Cant_01 | 0+000  | 0+109 | 108,57       | 16,29  | I02-Cant_06  | 0+069  | 0+092 | 24,90        | 3,73  |
|                                                                                                            | I02-Cant_05   | 0+122  | 0+176 | 54,03        | 8,10  | I02-R3      | 0+000  | 0+332 | 332,72       | 49,91  |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R2        | 0+531  | 0+634 | 103,00       | 15,45 | I02-R4      | 0+000  | 0+292 | 292,47       | 43,87  |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R2        | 0+701  | 1+024 | 322,89       | 48,43 |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R3        | 0+189  | 0+269 | 83,14        | 12,47 |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R4        | 0+084  | 0+106 | 25,55        | 3,83  |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R5        | 0+028  | 0+062 | 30,99        | 4,65  |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R5        | 0+109  | 0+133 | 24,17        | 3,63  |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            | I02-R5        | 0+000  | 0+136 | 136,40       | 20,46 |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |
|                                                                                                            |               |        |       |              |       |             |        |       |              |        |              |        |       |              |       |

| BALIZADOR                                                                         |            |        |       |              |        |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|--------------|--------|-----------------------|
| CAD 8,00 x 8,00 - LADO ESQUERDO                                                   |            |        |       |              |        |                       |
| Modelo                                                                            | Local      | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de Balizadores |
|  | I02-Aux_R1 | 0+000  | 0+194 | 194,75       | C1-8x8 | 25                    |
|                                                                                   | I02-Aux_R1 | 0+000  | 0+114 | 114,41       | C1-8x8 | 15                    |
|                                                                                   | I02-Aux_R1 | 0+000  | 0+232 | 231,58       | C1-8x8 | 37                    |
|                                                                                   | TOTALS     |        |       | 600,74m      |        | 77un                  |

| BALIZADOR                                                                           |            |        |       |              |        |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|-------|--------------|--------|-----------------------|
| CAD 8,00 x 8,00 - LADO DIREITO                                                      |            |        |       |              |        |                       |
| Modelo                                                                              | Local      | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de Balizadores |
|  | I02-Aux_R1 | 0+000  | 0+154 | 154,1        | C1-8x8 | 20                    |
|                                                                                     | I02-Aux_R1 | 0+000  | 0+074 | 74,11        | C1-8x8 | 10                    |
|                                                                                     | TOTALS     |        |       | 228,21       |        | 30un                  |

| CILINDRO DELIMITADOR T1                                                           |        |        |       |              |        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------|--------|---------------------|
| CAD 2,00 x 2,00 - LADO ESQUERDO                                                   |        |        |       |              |        |                     |
| Modelo                                                                            | Local  | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD    | Número de Cilindros |
|  | I02-R2 | 0+195  | 0+311 | 116          | C1-2x2 | 58                  |
|                                                                                   | I02-R2 | 0+638  | 0+716 | 78           | C1-2x2 | 39                  |
|                                                                                   |        |        |       |              |        |                     |
|                                                                                   |        |        |       |              |        |                     |
|                                                                                   |        |        |       |              |        |                     |
| TOTALS                                                                            |        |        |       | 194          |        | 97un                |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - AMARELA                                                      |        |        |       |              |     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO DIREITO                                                 |        |        |       |              |     |                  |
| Modelo                                                                              | Local  | Início | Fim   | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|  | I02-R2 | 0+701  | 1+024 | 323,57       | 6x6 | 53               |
|                                                                                     |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     |        |        |       |              |     |                  |
|                                                                                     | TOTALS |        |       | 323,57m      |     | 53un             |

|                                                                                           |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------------|-----|--------|--|--|--|--|
| Revisão                                                                                   | 3           | Revisado | Gorei       | 19/09/24       | WAG | 100%   |  |  |  |  |
| Revisão                                                                                   | 2           | Revisado | Gorei       | 16/09/24       | WAG | 100%   |  |  |  |  |
| Revisão                                                                                   | 1           | Revisado | Gorei       | 16/09/24       | WAG | 100%   |  |  |  |  |
| Revisão                                                                                   | 0           | Revisado | inici       | 16/12/23       | WAG | 100%   |  |  |  |  |
| Empreendedor                                                                              | Melo Branco |          | Verificador | Clara de Jesus |     | 3      |  |  |  |  |
| DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                                              |             |          |             |                |     | S.E.P. |  |  |  |  |
| DAER                                                                                      |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |
| ESCALAS: Rodovia : ERS-900 - 1:400,00 - 472 (P/ SDO BORDA) - ENR. ERS-561 (P/ SDO MCOLOU) |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |
| Obras : 545R00000                                                                         |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |
| Extensão : 234,00m                                                                        |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                                                    |             |          |             |                |     | FOLHA  |  |  |  |  |
| DEZ/2023                                                                                  |             |          |             |                |     | 28/33  |  |  |  |  |
| Nota de Serviço Horizontal Interseção 02                                                  |             |          |             |                |     |        |  |  |  |  |

| TACHAS BIDIRECIONAIS - AMARELA                                                      |        |        |        |              |     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-----|------------------|
| CADÊNCIA 6,00 x 6,00 - LADO ESQUERDO                                                |        |        |        |              |     |                  |
| Modelo                                                                              | Local  | Início | Fim    | Extensão (m) | CAD | Número de tachas |
|                                                                                     | I02-R2 | 0+000  | 0+255  | 255,34       | 6x6 | 42               |
|  |        |        |        |              |     |                  |
|                                                                                     |        |        | TOTAIS | 255,34m      |     | 42un             |

| TACTIAS BIDIRECIONAIS - BRANCA                                                    |             |        |         |              |     |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|---------|--------------|-----|----------------------|
| CADENÇA 6,00 x 6,00 - EXO                                                         |             |        |         |              |     |                      |
| Modelo                                                                            | Local       | Início | Fim     | Extensão (m) | CAD | Número de<br>tactias |
|                                                                                   | I02-Aux_R2  | 0+000  | 1+024   | 1023,90      | 6x6 | 170                  |
|                                                                                   | I02-Cant_01 | 0+000  | 0+109   | 108,56       | 6x6 | 18                   |
|                                                                                   | I02-R4      | 0+000  | 0+292   | 291,52       | 6x6 | 48                   |
|  |             |        | TOTALIS | 1424,38m     |     | 236m                 |

477

## TACHAS BIDIRECIONAIS - BRANCA

| TACHÕES MONODIRECIONAIS - AMARELOS                                                    |              |        |       |               |        |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------|---------------|--------|----------------------|
| CADÊNCIA TA-2.00 x 2.00 - LADO DIREITO                                                |              |        |       |               |        |                      |
| Modelo                                                                                | Local        | Início | Fim   | Extensão (m)  | CAD    | Número de<br>tachões |
|  | 102-Cant. 06 | 0-017  | 0-038 | 21,79         | TA-2x2 | 10                   |
|                                                                                       | 102-Cant. 06 | 0-026  | 0-069 | 42,86         | TA-2x2 | 21                   |
|                                                                                       | 102-Cant. 06 | 0-084  | 0-100 | 16,53         | TA-2x2 | 8                    |
|                                                                                       | 102-Cant. 06 | 0-002  | 0-017 | 15,24         | TA-2x2 | 7                    |
| <b>TOTALS</b>                                                                         |              |        |       | <b>96,22m</b> |        | <b>46m</b>           |



# Ecoplan



24043500085700

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| PINTURA DE MEIO-FIO - CAIAÇÃO MECANIZADA |             |        |       |      |                 |                         |
|------------------------------------------|-------------|--------|-------|------|-----------------|-------------------------|
| Modelo                                   | Localização | Início | Fim   | Lado | Comprimento (m) | Área do Meio-fio (m²/m) |
|                                          | I02-Cant_01 | 00+000 | 0+227 | Eixo | 227,00          | 0,21                    |
|                                          | I02-Cant_03 | 00+000 | 0+325 | Eixo | 325,00          | 0,21                    |
|                                          | I02-Cant_04 | 00+000 | 0+015 | LD   | 15,00           | 0,21                    |
|                                          | I02-Cant_05 | 00+000 | 0+174 | LE   | 174,00          | 0,21                    |
|                                          | I02-Cant_06 | 00+000 | 0+095 | Eixo | 95,00           | 0,21                    |
|                                          | I02-R5      | 00+000 | 0+127 | LD   | 127,00          | 0,21                    |
| TOTAL DE PINTURA DE MEIO-FIO             |             |        |       |      |                 | 202,13m²                |

| ÁREAS ESPECIAIS - INTERSEÇÃO 2          |         |         |        |        |           |        |                |            |                |             |
|-----------------------------------------|---------|---------|--------|--------|-----------|--------|----------------|------------|----------------|-------------|
| Descrição                               |         |         |        |        | INSCRIÇÃO | LDP    | Linha Retenção | LCA Branca | Zebrado Branco | LCA Amarela |
|                                         |         |         |        |        | PARE      |        |                |            |                |             |
| ÁREA UNITÁRIA (m²)                      | 1,65    | 5,76    | 2,08   | 3,06   | 2,18      | 4,49   | -              | -          | -              | -           |
| QUANTIDADE                              | 10      | 2       | 4      | 2      | 4         | 1      | 1              | -          | -              | -           |
| ÁREA TOTAL (m²)                         | 16,50m² | 11,52m² | 8,32m² | 6,12m² | 8,72m²    | 4,49m² | 0,51m²         | 35,07m²    | 74,61m²        | 49,29m²     |
| ÁREA TOTAL DAS PINTURAS ESPECIAIS (m²): |         |         |        |        |           |        |                |            |                | 348,38m²    |

|               |                 |              |                |                        |             |
|---------------|-----------------|--------------|----------------|------------------------|-------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24     | WAG            | LDG                    |             |
| 2             | Revisão Geral   | 06/07/24     | WAG            | LDG                    |             |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23     | WAG            | LDG                    |             |
| 0             | Revisão Inicial |              |                |                        |             |
| Empreendedor: | Descrição:      | Verificador: | Elaborado:     | Projeto de Sinalização | FOIHA 31/33 |
| Morco Branco  |                 | Elmore Sirtz | Clara de J. S. |                        |             |



PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| DEFENSA METÁLICA - LINHA GERAL |        |          |             |                     |                   |              |                   |                  |                    |        |         |             |
|--------------------------------|--------|----------|-------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|---------|-------------|
| LADO ESQUERDO                  |        |          |             |                     |                   | LADO DIREITO |                   |                  |                    |        |         |             |
| Início                         | Fim    | Local    | Defensa (m) | Terminal de Entrada | Terminal de Saída | Refletivo    | Tipo de Obstáculo | Defensa Indicada | Início             | Fim    | Local   | Defensa (m) |
| 0+411                          | 0+474  | ERS-550  | 64          | -                   | TAE               | 16           | AT/PNT            | N2 A W2          | 0+449              | 0+474  | ERS-550 | 24          |
| 0+575                          | 0+832  | ERS-550  | 260         | TAE                 | -                 | 65           | AT/PNT            | N2 A W2          | 0+575              | 0+599  | ERS-550 | 24          |
| 2+280                          | 2+452  | ERS-550  | 172         | TAE                 | TAE               | 43           | AT                | N2 A W2          | 3+007              | 3+154  | ERS-550 | 152         |
| 7+648                          | 7+755  | ERS-550  | 108         | TAE                 | TAE               | 27           | AT                | N2 A W2          | 11+600             | 11+757 | ERS-550 | 160         |
| 12+946                         | 13+080 | ERS-550  | 136         | TAE                 | TAE               | 34           | AT                | N2 A W2          | 20+515             | 20+540 | ERS-550 | 24          |
| 20+339                         | 20+540 | ERS-550  | 204         | -                   | TAE               | 51           | AT/PNT            | N2 A W2          | 20+596             | 20+620 | ERS-550 | 24          |
| 20+596                         | 20+845 | ERS-550  | 252         | TAE                 | -                 | 63           | AT/PNT            | N2 A W2          |                    |        |         |             |
| 0+024                          | 0+120  | Acesso-1 | 96          | TA                  | TA                | 24           | AT                | N2 A W2          |                    |        |         |             |
| Total da defesa =              |        |          | 1292,0 m    | Total Refletivos =  |                   |              | 323 un            |                  | Total da defesa =  |        |         | 408,0 m     |
|                                |        |          |             |                     |                   |              |                   |                  | Total Refletivos = |        |         | 102 un      |

| CONVENÇÕES DAS OBSERVAÇÕES        |                |
|-----------------------------------|----------------|
| AT - ATERRIO                      | POR - PÓRTICO  |
| CUR - CURVA                       | BAN - BANDEIRA |
| BUE - BUEIRO                      | VDI - VIADUTO  |
| DRL - DRENAGEM LONGITUDINAL       | PNT - PONTE    |
| BLO - BLOQUEIO                    | AÇU - AÇUDE    |
| CCT - CAIXA COLETOIRA DE TALVEGUE |                |

| BARREIRA PARA BLOQUEIRO |       |            |              |                   |
|-------------------------|-------|------------|--------------|-------------------|
| Início                  | Fim   | Local      | Extensão (m) | Tipo de Obstáculo |
| 0+013                   | 0+097 | Ac Bloq 01 | 100          | 25 BLO            |
| 0+001                   | 0+047 | Ac Bloq 02 | 48           | 12 BLO            |
| 0+007                   | 0+040 | Ac Bloq 03 | 40           | 10 BLO            |
| 0+004                   | 0+024 | Ac Bloq 04 | 26           | 7 BLO             |
| 0+001                   | 0+020 | Ac Bloq 05 | 20           | 5 BLO             |
| Total =                 |       |            | 234,0 m      | 59 un             |

- NOTA**
- Defensa Metálica - Deverá ser apresentado Certificado de Aprovação emitido mediante resultados de ensaios de impactos, definidos de acordo com a EN 1317 ou NCHRP, no nome da empresa que fornece o dispositivo;
- Defensa Metálica - Deverá apresentar Certificado do controle do FPC (Factory production control) emitido para empresa que fornece o dispositivo;
- Terminais Absorvedores de Energia - Deverá apresentar Certificado de Aprovação de desempenho;
- Deverá ser apresentada ART/RRT de execução/implementação do sistema de segurança, defesa metálica.

|                                                                        |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 3                                                                      | Revisão Geral               | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 | 19/04/24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                                                                      | Revisão Geral               | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 | 06/03/24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                                                                      | Revisão Geral               | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 | 30/07/24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0                                                                      | Revisão Geral               | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 | 18/12/23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Revisão                                                                | Descrição                   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboração: Murilo Bianco                                              | Verificação: Emerson Stentz |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ECOPLAN Engenharia                                                     |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DAER                                                                   |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                           |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S.E.P.                                                                 |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Rodovia : ERS-550                                                      |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SAO NICOLAU) |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Código : 506RS0030                                                     |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Extensão : 25,5 Km                                                     |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DATA: 02/2023                                                          |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                                 |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FOLHA 32/33                                                            |                             |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |





PROJETO DE SINALIZAÇÃO

| DEFENSA DE TRANSIÇÃO COM OAE - LINHA GERAL |        |         |                          |                     |                   |                                |                   |                  |                          |                   |                  |
|--------------------------------------------|--------|---------|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------|
| LADO ESQUERDO                              |        |         |                          |                     |                   | LADO DIREITO                   |                   |                  |                          |                   |                  |
| Início                                     | Fim    | Local   | Defensa (m)              | Terminal de Entrada | Terminal de Saída | Refletivo                      | Tipo de Obstáculo | Defensa Indicada | Refletivo                | Tipo de Obstáculo | Defensa Indicada |
| 0+474                                      | 0+484  | ERS-550 | 10                       | -                   | -                 | 3                              | PNT               | N2 A W2          | 3                        | PNT               | N2 A W2          |
| 0+566                                      | 0+575  | ERS-550 | 10                       | -                   | -                 | 3                              | PNT               | N2 A W2          | 3                        | PNT               | N2 A W2          |
| 20+540                                     | 20+549 | ERS-550 | 10                       | -                   | -                 | 3                              | PNT               | N2 A W2          | 3                        | PNT               | N2 A W2          |
| 20+586                                     | 20+596 | ERS-550 | 10                       | -                   | -                 | 3                              | PNT               | N2 A W2          | 3                        | PNT               | N2 A W2          |
| Extensão da transição = 40,0 m             |        |         | Total Refletivos = 12 un |                     |                   | Extensão da transição = 40,0 m |                   |                  | Total Refletivos = 12 un |                   |                  |

| A IMPLANTAR                               |       |
|-------------------------------------------|-------|
| Extensão total defesa (m)                 | 1.700 |
| Transição 10m (un)                        | 8     |
| Refletivo Prismático (un)                 | 508   |
| TAE - Terminal Absorvedor de Energia (un) | 18    |
| TA - Terminal Aéreo (un)                  | 2     |
| Barreira Tipo New Jersey (m)              | 234   |

| CONVENÇÕES DAS OBSERVAÇÕES        |                |
|-----------------------------------|----------------|
| AT - ATERRO                       | POR - PÓRTICO  |
| CUR - CURVA                       | BAN - BANDEIRA |
| BUE - BUEIRO                      | VDT - VIADUTO  |
| DRL - DRENAGEM LONGITUDINAL       | PNT - PONTE    |
| BLO - BLOQUEIO                    | AÇU - AÇUDE    |
| CCT - CAIXA COLETOIRA DE TALVEGUE |                |

| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS      |           |
|----------------------------------|-----------|
| Classe da Rodovia                | Classe IV |
| Velocidade Diretriz              | 60 km/h   |
| VDM                              | 633       |
| % Pesados                        | 10%       |
| Geometria                        | Plana     |
| Grau de risco                    | Normal    |
| Nível de Contenção               | N2        |
| Folga de Terraplenagem de Aterro | 1,00 m    |
| Folga de Terraplenagem de Corte  | 1,50 m    |

NOTA

- Defensa Metálica - Deverá ser apresentado Certificado de Aprovação emitido mediante resultados de ensaios de impactos, definidos de acordo com a EN 1317 ou NCHRP, no nome da empresa que fornece o dispositivo;
- Defensa Metálica -- Deverá apresentar Certificado do controle do FPC (Factory production control) emitido para empresa que fornece o dispositivo;
- Terminais Absorvedores de Energia -- Deverá apresentar Certificado de Aprovação de desempenho;
- Deverá ser apresentada ART/RRT de execução/implantação do sistema de segurança, defesa metálica.

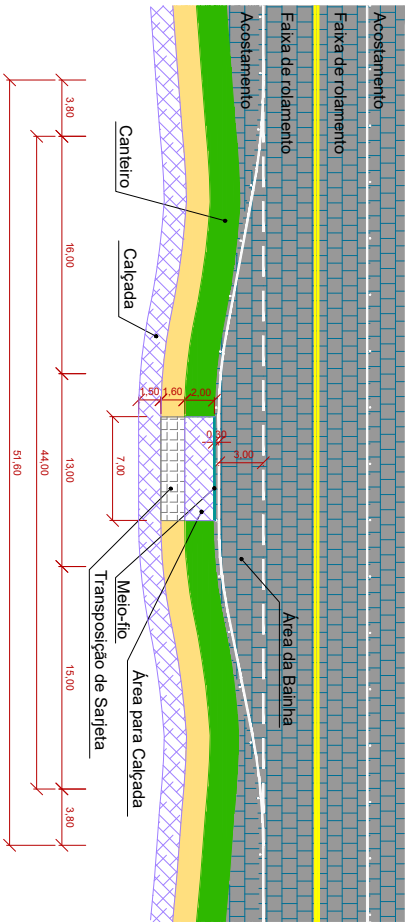
|                                              |  |  |  |                                                                        |          |        |      |
|----------------------------------------------|--|--|--|------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------|
| 3                                            |  |  |  | Revisão Geral                                                          | 19/04/24 | W      | DM   |
| 2                                            |  |  |  | Revisão Geral                                                          | 06/03/24 | W      | DM   |
| 1                                            |  |  |  | Revisão Geral                                                          | 30/01/24 | W      | DM   |
| 0                                            |  |  |  | Revisão Inicial                                                        | 18/12/23 | W      | DM   |
| Revisão                                      |  |  |  | Descrição                                                              | Data     | Aprov. | Aut. |
| Elaboração: Marcelo Bianco                   |  |  |  | Verificação: Eduardo Stentz                                            | 19/04/24 | 1      | 587  |
| DAER                                         |  |  |  | ECOPLAN Engenharia                                                     |          |        |      |
| DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  |  |  | S.E.P.                                                                 |          |        |      |
| Rodovia : ERS-550                            |  |  |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |          |        |      |
| Código : 506RS0030                           |  |  |  | Extensão : 25,50km                                                     |          |        |      |
| DATA: 08/2/2023                              |  |  |  | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                                 |          |        |      |
| FOLHA 33/33                                  |  |  |  | Defensa                                                                |          |        |      |



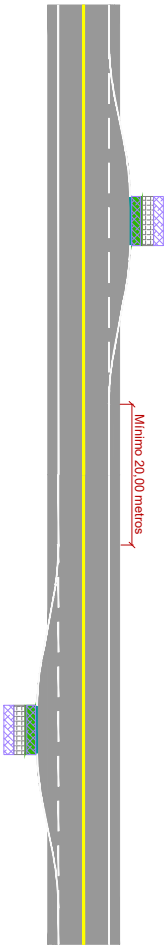
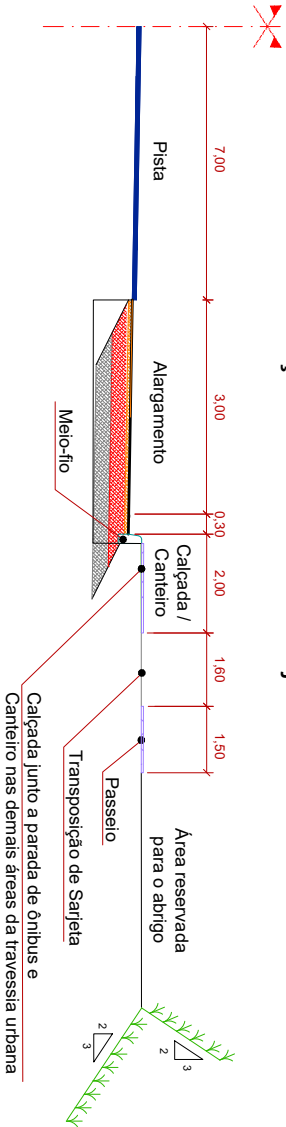


24043500085700

### Parada de Ônibus para Perímetro Urbano



### Seção com a Bateria Projetada



|               |               |            |             |            |
|---------------|---------------|------------|-------------|------------|
| 4             | Revisão Geral | 06/09/24   | W. Silva    | DM         |
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24   | W. Silva    | DM         |
| 2             | Revisão Geral | 06/09/24   | W. Silva    | DM         |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23   | W. Silva    | DM         |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23   | W. Silva    | DM         |
| Revisão       | Descrição     | Data       | Aprova      | Assinatura |
| Elaborado:    | Verificado:   | Elaborado: | Verificado: | Elaborado: |
| Marcos Bianco | Elaborado:    | Elaborado: | Verificado: | Elaborado: |

ECOPLAN

ENERGIA

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM S.E.P.

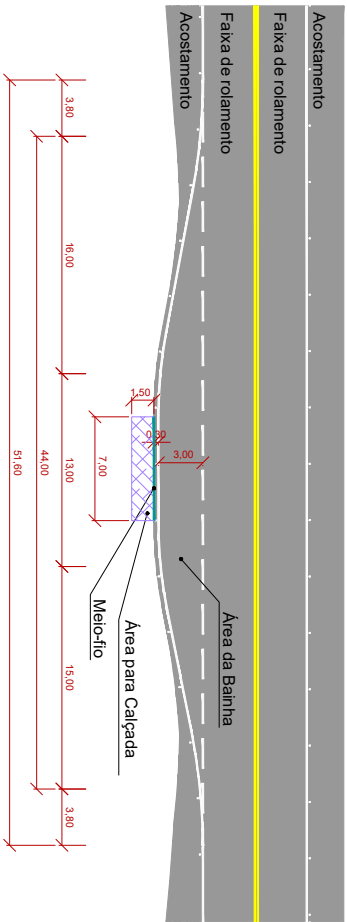
ESCALAS: Rótulo : RRS-900 Rótulo : RRS-472 (P/ SÃO BONA) - ENTR. RRS-461 (P/ SÃO BONA) Rótulo : SGP000000 Extensão : 23400m

DATA: DEZ/2023 PROJETO DE SINALIZAÇÃO FOLHA 01/29

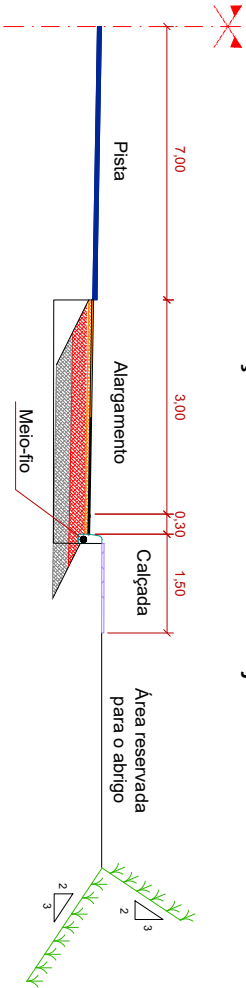


24043500085700

Parada de Ônibus para Linha Geral



Seção com a Bainha Projetada



|               |               |             |             |             |
|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 4             | Revisão Geral | 06/09/24    | W           | DM          |
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24    | W           | DM          |
| 2             | Revisão Geral | 06/09/24    | W           | DM          |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23    | W           | DM          |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23    | W           | DM          |
| Revisão       | Descrição     | Data        | Aprova      | Revisão     |
| Elaborado:    | Verificado:   | Elaborado:  | Verificado: | Elaborado:  |
| Morici Bianco | Elaborado:    | Verificado: | Elaborado:  | Verificado: |

ECOPLAN

ENGINEERING

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS:  
INDICAÇÃO  
DATA: DEZ/2023

PROJETO DE SINALIZAÇÃO  
Parada Tipo

FOLHA  
02/29

## PARADAS DE ÔNIBUS

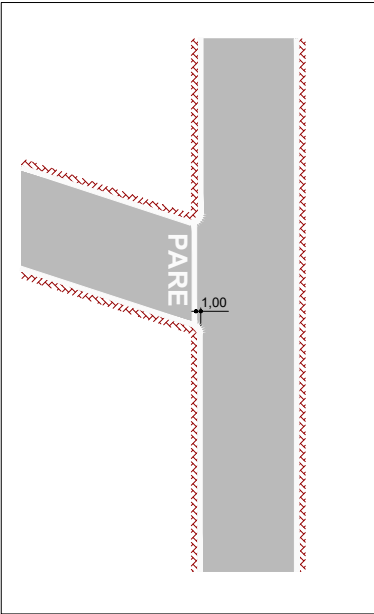
| Obs. | Situação  | CARCA PESADA |      |            |            | DP | Largura do passeio (m) | Meio-Fio (m) | Área de Pavimento (m²) | Coordenadas |         | Lado | Ponto de ônibus km |    |
|------|-----------|--------------|------|------------|------------|----|------------------------|--------------|------------------------|-------------|---------|------|--------------------|----|
|      |           | visada       | 180m | não aplica | não aplica |    |                        |              |                        | X           | Y       |      |                    |    |
| -    | Implantar | visada       | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 678238      | 6896191 | LE   | 0+250              | 1  |
| -    | Implantar | não aplica   | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 678313      | 6886159 | LE   | 0+330              | 2  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 678988      | 6895389 | LE   | 1+400              | 3  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 679023      | 6895307 | LE   | 1+490              | 4  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 679590      | 6894395 | LE   | 2+650              | 5  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 679572      | 6894299 | LD   | 2+750              | 6  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 680526      | 6893584 | LE   | 4+030              | 7  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 680589      | 6893521 | LD   | 4+120              | 8  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 680905      | 6893184 | LE   | 4+600              | 9  |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 680921      | 6893093 | LD   | 4+690              | 10 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 681355      | 6892139 | LE   | 5+740              | 11 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 681380      | 6892059 | LD   | 5+820              | 12 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 681644      | 6891251 | LE   | 6+760              | 13 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 681872      | 6891174 | LD   | 6+840              | 14 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 682199      | 6890650 | LE   | 7+450              | 15 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 682230      | 6890668 | LD   | 7+540              | 16 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 682388      | 6890677 | LE   | 8+470              | 17 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 682395      | 6890587 | LD   | 8+560              | 18 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 682590      | 6889164 | LE   | 9+020              | 19 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 682619      | 6889081 | LD   | 9+110              | 20 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 683509      | 6887655 | LE   | 10+790             | 21 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 683541      | 6887574 | LD   | 10+880             | 22 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 684270      | 6886645 | LE   | 12+070             | 23 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 684387      | 6886522 | LD   | 12+240             | 24 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685081      | 6885720 | LE   | 13+340             | 25 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685088      | 6885930 | LD   | 13+420             | 26 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685390      | 6884492 | LE   | 14+610             | 27 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685401      | 6884403 | LD   | 14+690             | 28 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685665      | 6883447 | LE   | 15+490             | 29 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 685664      | 6883562 | LD   | 15+580             | 30 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 686078      | 6883030 | LE   | 16+250             | 31 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 686126      | 6882954 | LD   | 16+340             | 32 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 687120      | 6881881 | LE   | 17+810             | 33 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 687168      | 6881808 | LD   | 17+900             | 34 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 68753       | 6881706 | LE   | 18+460             | 35 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 687746      | 6881717 | LD   | 18+540             | 36 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 688504      | 6881824 | LE   | 19+330             | 37 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 688593      | 6881803 | LD   | 19+420             | 38 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 2,00                   | 7            | 85,91                  | 689298      | 6881891 | LE   | 20+130             | 39 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 14,00                  | 7            | 85,91                  | 690010      | 6881544 | LD   | 20+220             | 40 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 10,50                  | 7            | 85,91                  | 690010      | 6881544 | LE   | 21+040             | 41 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 10,50                  | 7            | 85,91                  | 690007      | 6881457 | LD   | 21+130             | 42 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 690772      | 6879692 | LE   | 23+090             | 43 |
| -    | Implantar | OK           | OK   | OK         | OK         | OK | 1,50                   | 7            | 85,91                  | 690806      | 6879612 | LD   | 23+180             | 44 |

|                                                                                                                                         |  |                                              |  |        |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------|--|--------|--|
| DAER                                                                                                                                    |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P. |  |
| Rodovia : ERS-550<br>Trecho : ENTR. BR-472 (P/ SAO BONA) - ENTR. ERS-561 (P/ SAO NICOLAU)<br>Código : 3505ER03030<br>Extensão : 23,40km |  | ESCALAS:<br>INDICADA                         |  |        |  |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO<br>Relatório das Paradas de Ônibus                                                                               |  | DATA: 06/12/2023<br>FOLHA 03/29              |  |        |  |

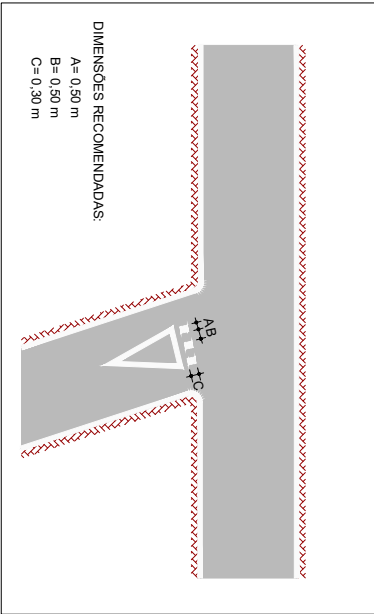


INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO E ZEBRADOS

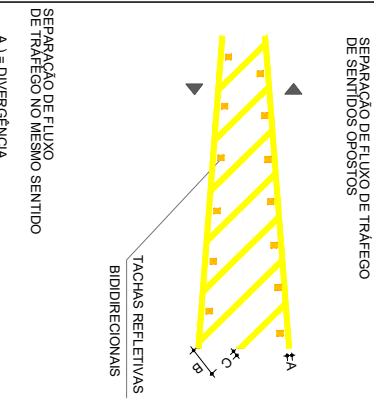
DEMARCAÇÃO DA PALAVRA "PARE"



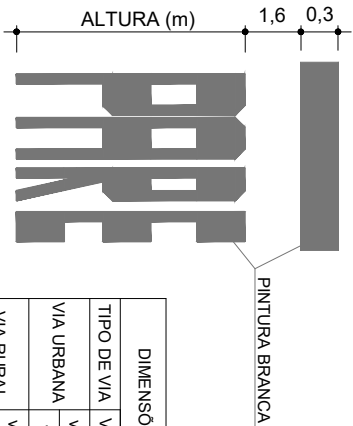
PADRÃO DE LINHA DE "DÊ A PREFERÊNCIA" (LDP)



LINHAS DE CANALIZAÇÃO E ÁREAS ZEBRADAS

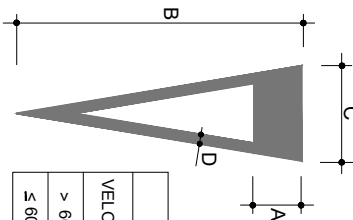


SÍMBOLO INDICATIVO  
LEGENDA "PARE"



| DIMENSÕES RECOMENDADAS |             |
|------------------------|-------------|
| TIPO DE VIA            | VELOCIDADE  |
| VIA URBANA             | V ≤ 80 km/h |
| VIA URBANA             | V > 80 km/h |
| VIA RURAL              | V ≤ 60 km/h |
| VIA RURAL              | V > 60 km/h |

SÍMBOLO INDICATIVO DE INTERSECÇÃO  
COM VIA PREFERENCIAL-SIP



| DIMENSÕES RECOMENDADAS |      |
|------------------------|------|
| VELOCIDADE             | A    |
| > 60 km / h            | 1,00 |
| ≤ 60 km / h            | 0,55 |

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS:

INDICADA: 1:50000

DATA:

DEZ/2023

FOLHA

04/29

ECOPLAN

ECOPLAN

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

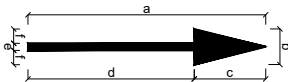
DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO

485

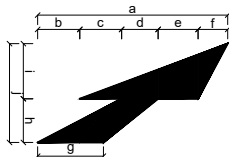


24043500085700

INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO

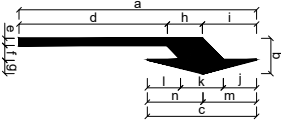


| DIMENSÕES E COR |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Velocidade      | a    | b    | c    | d    | e    | f    |
| v < 60km/h      | 5,00 | 0,75 | 1,50 | 3,50 | 0,15 | 0,30 |
| v >= 60km/h     | 7,50 | 0,75 | 2,25 | 5,25 | 0,15 | 0,30 |



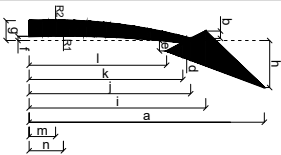
| DIMENSÕES E COR |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Velocidade      | a    | b    | c    | d    | e    | f    | g    | h    | i    | j |
| v < 60km/h      | 5,00 | 1,11 | 1,10 | 0,96 | 1,05 | 0,78 | 1,73 | 1,15 | 1,45 |   |
| v >= 60km/h     | 7,50 | 1,67 | 1,65 | 1,44 | 1,57 | 1,17 | 2,60 | 1,15 | 1,45 |   |

| Velocidade  | j    | Área | Cor    |
|-------------|------|------|--------|
| v < 60km/h  | 2,60 | 3,84 | Branca |
| v >= 60km/h | 2,60 | 5,76 | Branca |



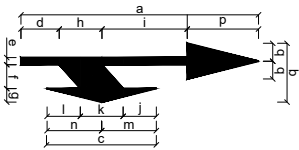
| DIMENSÕES E COR |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Velocidade      | a    | b    | c    | d    | e    | f    | g    | h    | i    | j    |
| v < 60km/h      | 5,00 | 0,95 | 2,20 | 2,75 | 0,15 | 0,50 | 0,30 | 0,90 | 1,35 | 0,70 |
| v >= 60km/h     | 7,50 | 0,95 | 3,30 | 4,12 | 0,15 | 0,50 | 0,30 | 1,35 | 2,03 | 1,05 |

| Velocidade  | k    | l    | m    | n    | Área | Cor    |
|-------------|------|------|------|------|------|--------|
| v < 60km/h  | 0,90 | 0,60 | 1,05 | 1,15 | 1,39 | Branca |
| v >= 60km/h | 1,35 | 0,90 | 1,58 | 1,72 | 2,08 | Branca |



| DIMENSÕES E COR |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Velocidade      | a    | b    | c    | d    | e    | f    | g    | h    | i    | j    |
| v < 60km/h      | 4,50 | 0,18 | 0,04 | 0,04 | 0,20 | 0,08 | 0,38 | 0,90 | 3,38 | 3,09 |
| v >= 60km/h     | 6,00 | 0,24 | 0,05 | 0,05 | 0,26 | 0,11 | 0,50 | 1,35 | 2,92 | 4,12 |

| Velocidade  | k    | l    | m    | n    | R1    | R2    | Área | Cor    |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|------|--------|
| v < 60km/h  | 2,94 | 2,63 | 0,87 | 1,29 | 15,75 | 13,79 | 0,72 | Branca |
| v >= 60km/h | 3,92 | 3,50 | 1,16 | 1,72 | 21,00 | 18,38 | 1,07 | Branca |



| DIMENSÕES E COR |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Velocidade      | a    | b    | c    | d    | e    | f    | g    | h    | i    | j    |
| v < 60km/h      | 5,00 | 1,25 | 2,20 | 0,65 | 0,15 | 0,50 | 0,30 | 0,90 | 1,95 | 0,70 |
| v >= 60km/h     | 7,50 | 1,25 | 3,30 | 0,98 | 0,15 | 0,50 | 0,30 | 1,35 | 2,92 | 1,05 |

| Velocidade  | k    | l    | m    | n    | o    | p    | q    | Área | Cor    |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| v < 60km/h  | 0,90 | 0,60 | 1,05 | 1,15 | 0,70 | 1,50 | 0,38 | 2,04 | Branca |
| v >= 60km/h | 1,35 | 0,90 | 1,58 | 1,72 | 1,05 | 2,25 | 0,38 | 3,06 | Branca |

|               |               |             |            |             |
|---------------|---------------|-------------|------------|-------------|
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24    | WAP/24     | DM/24       |
| 2             | Revisão Geral | 06/03/24    | WAP/24     | DM/24       |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23    | WAP/23     | DM/23       |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23    | WAP/23     | DM/23       |
| Revisão       | Descrição     | Data        | Aprova     | Aut         |
| Elaborado:    | Elaborado:    | Verificado: | Elaborado: | Verificado: |
| Marcos Bianco | Marcos Bianco | Elaborado:  | Elaborado: | Elaborado:  |

|                             |               |                                              |               |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|
| ECOPLAN                     | DAER          | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.        |
| ESCALAS:                    | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| INDICADA                    | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| Extensão : 23,40km          | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| DATA: DEZ/2023              | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO      | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |
| FOLHA 05/29                 | Revisão : 000 | Revisão : 000                                | Revisão : 000 |



24043500085700

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | ALTURA (m) |
|---------------------------------|------------|
| $v \leq 80$                     | 1,60       |
| $v > 80$                        | 2,40       |

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | ALTURA (m) |
|---------------------------------|------------|
| v ≤ 60                          | 2,40       |
| v > 60                          | 4,00       |

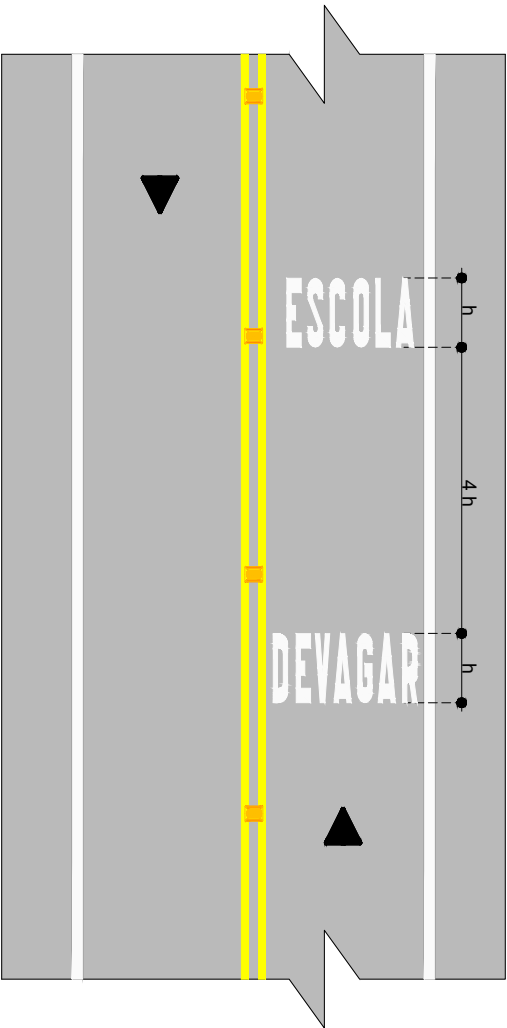
- Se a legenda for mais larga do que a faixa de tráfego e necessita ser lida integralmente naquela faixa(ex: "40 km/h"), o texto deve ser dividido, com um espaçamento entre as inscrições igual à altura(h) adotada para as letras.

# ECOPLAN



24043500085700

LEGENDAS NO PAVIMENTO



Vias Urbanas

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | ALTURA (m) |
|---------------------------------|------------|
| v ≤ 80                          | 1,60       |
| v > 80                          | 2,40       |

Vias Rurais

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | ALTURA (m) |
|---------------------------------|------------|
| v ≤ 60                          | 2,40       |
| v > 60                          | 4,00       |

OBSERVAÇÕES:

- Quando a mensagem for mais larga do que a faixa de trânsito e composta por mais de uma palavra, as legendas devem ser colocadas de forma que possam ser lidas no sentido do tráfego, obedecendo a um espaçamento entre inscrições igual a quatro vezes a altura (h) adotada para as letras.

|               |                                              |                        |                             |            |          |
|---------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|----------|
| 3             | Revisão Geral                                | 19/09/24               | W. M. P.                    | DAER       | S.E.P.   |
| 2             | Revisão Geral                                | 06/09/24               | W. M. P.                    | DAER       |          |
| 1             | Revisão Geral                                | 18/12/23               | W. M. P.                    | DAER       |          |
| 0             | Revisão Inicial                              | 18/12/23               | W. M. P.                    | DAER       |          |
| Revisão       | Descrição                                    | Data                   | Assinatura                  | Assinatura |          |
| Empreendedor  | Verificador                                  | Elaborador             | Assinatura                  | Assinatura |          |
| Mercio Bianco | W. M. P.                                     | Elaborador             | Elaborador                  | Assinatura |          |
| DAER          | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | PROJETO DE SINALIZAÇÃO | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO | FOLHA      | 07/29    |
| DEZ/2023      | DEZ/2023                                     | DEZ/2023               | DEZ/2023                    | DEZ/2023   | DEZ/2023 |



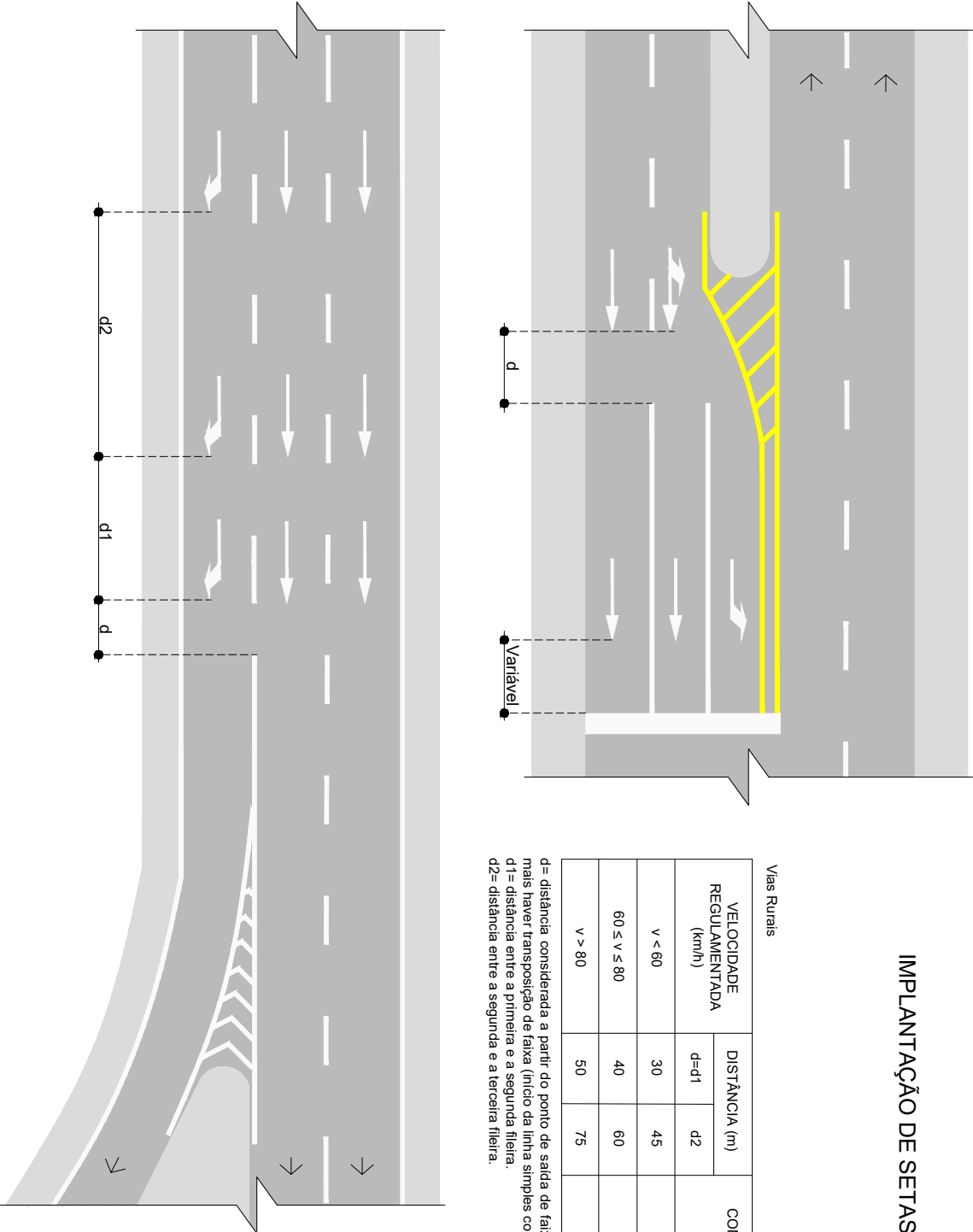


IMPLANTAÇÃO DE SETAS

Vias Rurais

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | DISTÂNCIA (m) |    | COMPRIMENTO DA SETA (m) |
|---------------------------------|---------------|----|-------------------------|
|                                 | d=d1          | d2 |                         |
| v < 60                          | 30            | 45 | 5,00                    |
| 60 ≤ v ≤ 80                     | 40            | 60 | 7,50                    |
| v > 80                          | 50            | 75 | 7,50                    |

d= distância considerada a partir do ponto de saída de faixa de trânsito, onde não pode mais haver transposição de faixa (início da linha simples contínua de aproximação).  
d1= distância entre a primeira e a segunda fileira.  
d2= distância entre a segunda e a terceira fileira.



|               |                |             |             |             |             |                                              |             |
|---------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| 3             | Revisão: Geral | 19/09/24    | WAP/24      | DAER        | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 2             | Revisão: Geral | 09/03/24    | WAP/24      | DAER        | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 1             | Revisão: Geral | 18/12/23    | WAP/23      | DAER        | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 0             | Revisão: Geral | 18/12/23    | WAP/23      | DAER        | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| Revisão:      | Descrição:     | Data:       | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura:                                  | Assinatura: |
| Empreendedor: | Verificador:   | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura:                                  | Assinatura: |
| Marcio Bianco | WAP            | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23                                     | 18/12/23    |
| Empreendedor: | Verificador:   | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura: | Assinatura:                                  | Assinatura: |
| Marcio Bianco | WAP            | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23    | 18/12/23                                     | 18/12/23    |

ECOPLAN

ECOPLAN

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS:

Revisão : ERS-900

INDICAÇÃO

Revisão : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL)

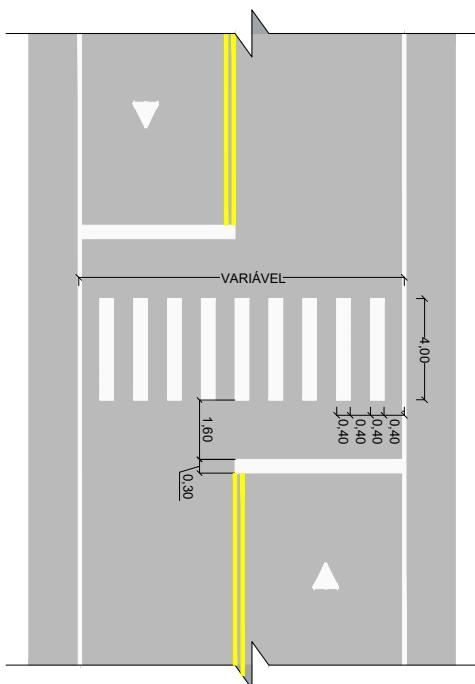
DATA:

Revisão : 545R00000



24043500085700

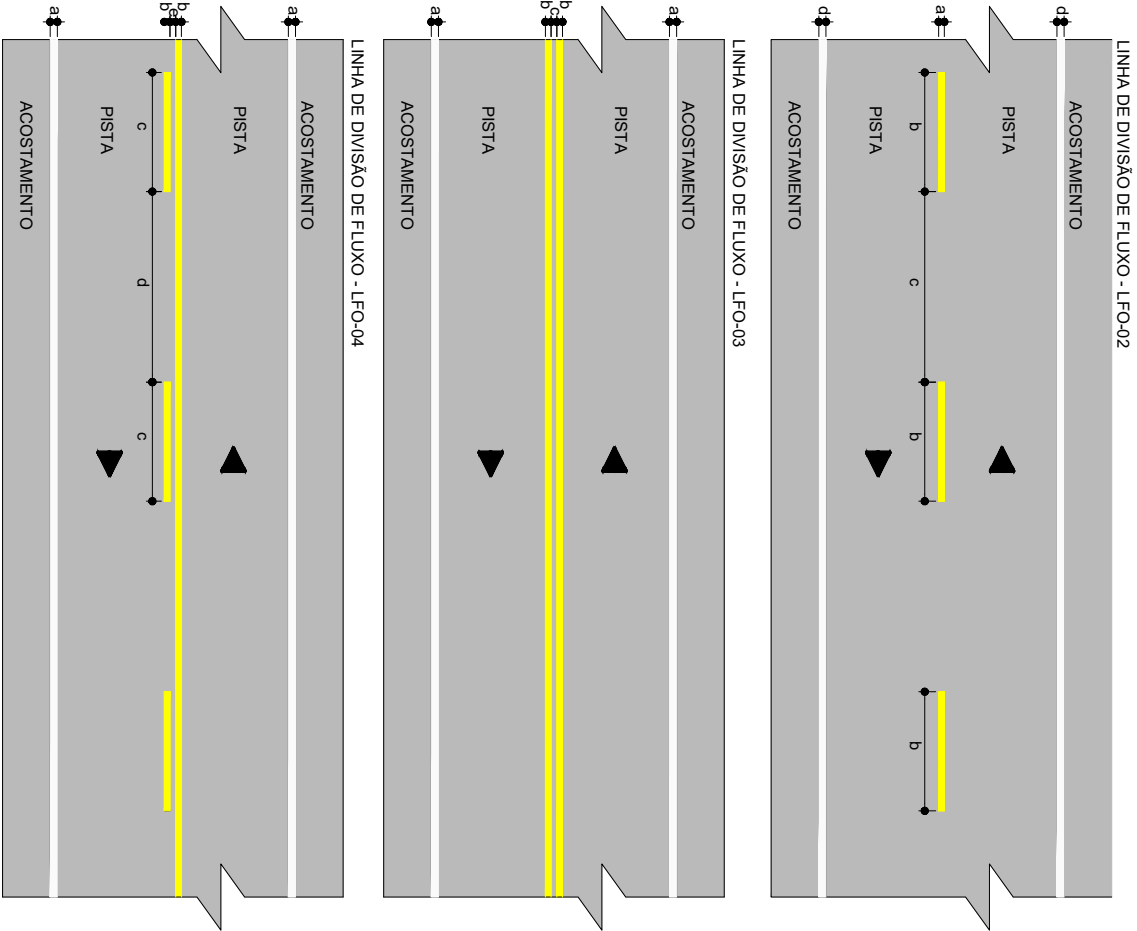
## SENTIDO DE TRÁFEGO FLUXO OPOSTOS



|                                                                                       |                                                                            |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| DAER                                                                                  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                               | S.E.P.      |
| DATA                                                                                  | 02/2/2023                                                                  | FOLHA 09/29 |
| <p align="center"><b>PROJETO DE SINALIZAÇÃO</b><br/>DE PLANTAMENTO DA SINALIZAÇÃO</p> |                                                                            |             |
| REDENO                                                                                | R0200 - ERS - 950                                                          |             |
| TRECHO                                                                                | 30,00' BR - 472' (P) - S/AO B004A) - ENTR. ERS - 361' (P) - S/AO NIC00A.U) |             |
| CODIGO                                                                                | 355000000300                                                               |             |
| EXTENSO                                                                               | 23,40M                                                                     |             |
| <p align="center"><b>ECOPLAN</b></p>                                                  |                                                                            |             |
| REVISÃO                                                                               | DESCRIÇÃO                                                                  | DATA        |
| 3                                                                                     | Revisão Geral                                                              | 19/04/24    |
| 2                                                                                     | Revisão Geral                                                              | 06/03/24    |
| 1                                                                                     | Revisão Geral                                                              | 30/07/24    |
| 0                                                                                     | Emissão inicial                                                            | 18/12/23    |
| Elaborado por:                                                                        | Verificado por:                                                            | Revisão     |
| Marcelo Branco                                                                        | Elisandro Stentz                                                           | 3           |



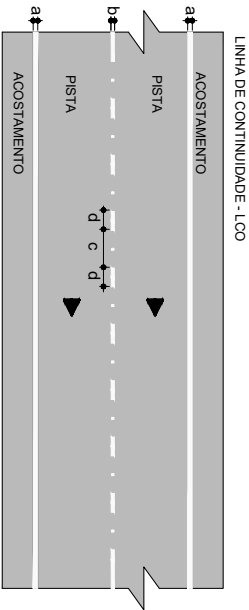
24043500085700



a = 0,15 m  
b = 0,12 m  
c = 2,00 m  
d = 6,00 m  
e = 0,10 m

a = 0,15 m  
b = 0,12 m  
c = 0,10 m

a = 0,12 m  
b = 2,00 m  
c = 6,00 m  
d = 0,15 m



a = 0,15 m  
b = 0,15 m  
c = 1,00 m  
d = 1,00 m

OBSERVAÇÕES

- A LINHA DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM NÃO DEVERÁ TER COMPRIMENTO INFERIOR A 180m;
- ENTRE DUAS ZONAS DE PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM DEVERÁ HAVER UMA DISTÂNCIA MÍNIMA DE 180m. CASO CONTRÁRIO ESTAS SERÃO UNIDAS
- AS LINHAS DE BORDO DEVERÃO SER CONTÍNUAS.

COR BRANCA  
COR AMARELO

|               |               |                |             |            |                                              |            |
|---------------|---------------|----------------|-------------|------------|----------------------------------------------|------------|
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24       | WAP/24      | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 2             | Revisão Geral | 06/03/24       | WAP/24      | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23       | WAP/23      | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23       | WAP/23      | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| Revisão       | Descrição     | Data           | Aprova      | Revisão    | Projeto de Sinalização                       | Folha      |
| Elaborado:    | Verificado:   | Elaborado:     | Verificado: | Elaborado: | Verificado:                                  | Elaborado: |
| Morilo Blanco | Elmore Sirtz  | Clara de J. S. | 3           | 3          | 3                                            | 3          |

ECOPLAN

ECOPLAN

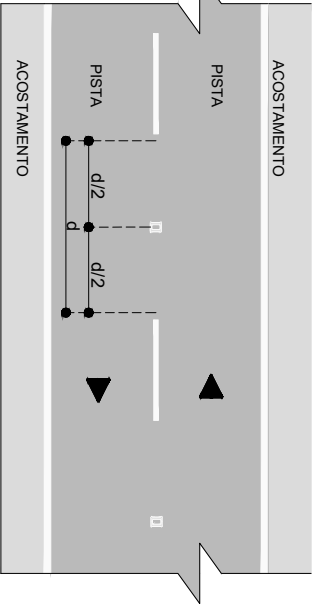
|                        |                                              |                             |
|------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                      |
| ESCALAS:               | Redução : 1:500                              | Redução : 1:500             |
| INDICAÇÃO              | Redução : 1:500                              | Redução : 1:500             |
| EXTENSÃO               | Redução : 1:500                              | Redução : 1:500             |
| DATA:                  | DEZ/2023                                     | DEZ/2023                    |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO                  | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO |
| FOLHA                  | 10/29                                        | 10/29                       |



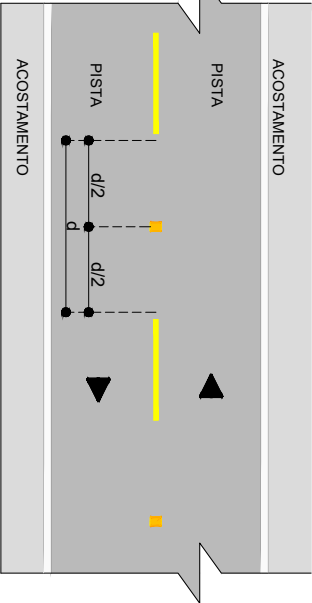
24043500085700

IMPLANTAÇÃO DE TACHAS

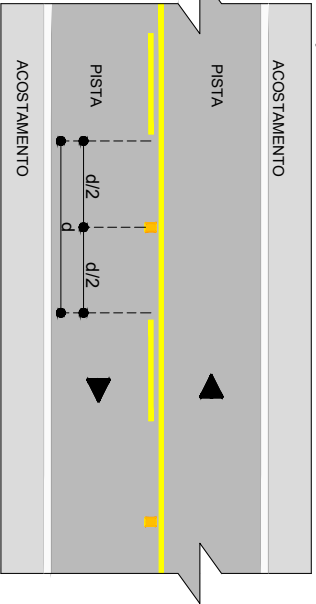
POSIÇÃO DA TACHA JUNTO À MARCA LONGITUDINAL SECCIONADA BRANCA



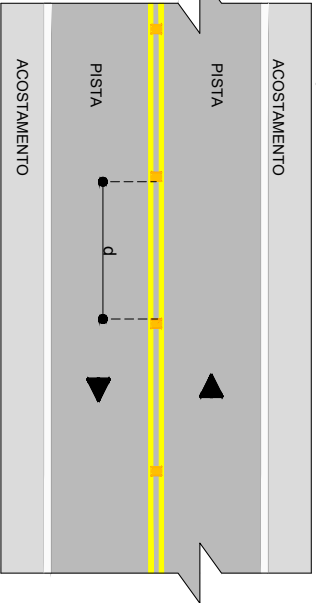
POSIÇÃO DA TACHA JUNTO À MARCA LONGITUDINAL SECCIONADA AMARELA



POSIÇÃO DA TACHA NO EIXO DA LINHA DUPLA

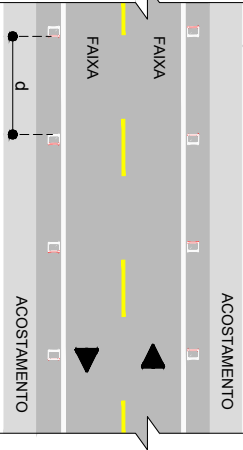


IMPLANTAÇÃO DA TACHA NO CASO DE LINHA DUPLA



| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | Situação normal d (m) | Situação especial d (m) | Trecho que antecede situação especial (linha de bordo d (m)) |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| $v < 80$                        | 8                     | 6                       | 2 (até 70m)                                                  |
| $80 \leq v \leq 90$             | 12                    | 9                       | 4 (até 100m)                                                 |
| $v > 90$                        | 16                    | 12                      | 6 (até 150m)                                                 |

POSIÇÃO DA TACHA JUNTO AO BORDO



|               |                 |                |                |                |          |
|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24       | W. Lopes       | DM             | 3        |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24       | W. Lopes       | DM             | 3        |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23       | W. Lopes       | DM             | 3        |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23       | W. Lopes       | DM             | 3        |
| Revisão:      | Descrição:      | Data:          | Aprova:        | Assinatura:    | Revisão: |
| Elaboração:   | Verificação:    | Elaboração:    | Verificação:   | Assinatura:    | Revisão: |
| Morici Bianco | Morici Bianco   | Clara de S. S. | Clara de S. S. | Clara de S. S. | 3        |

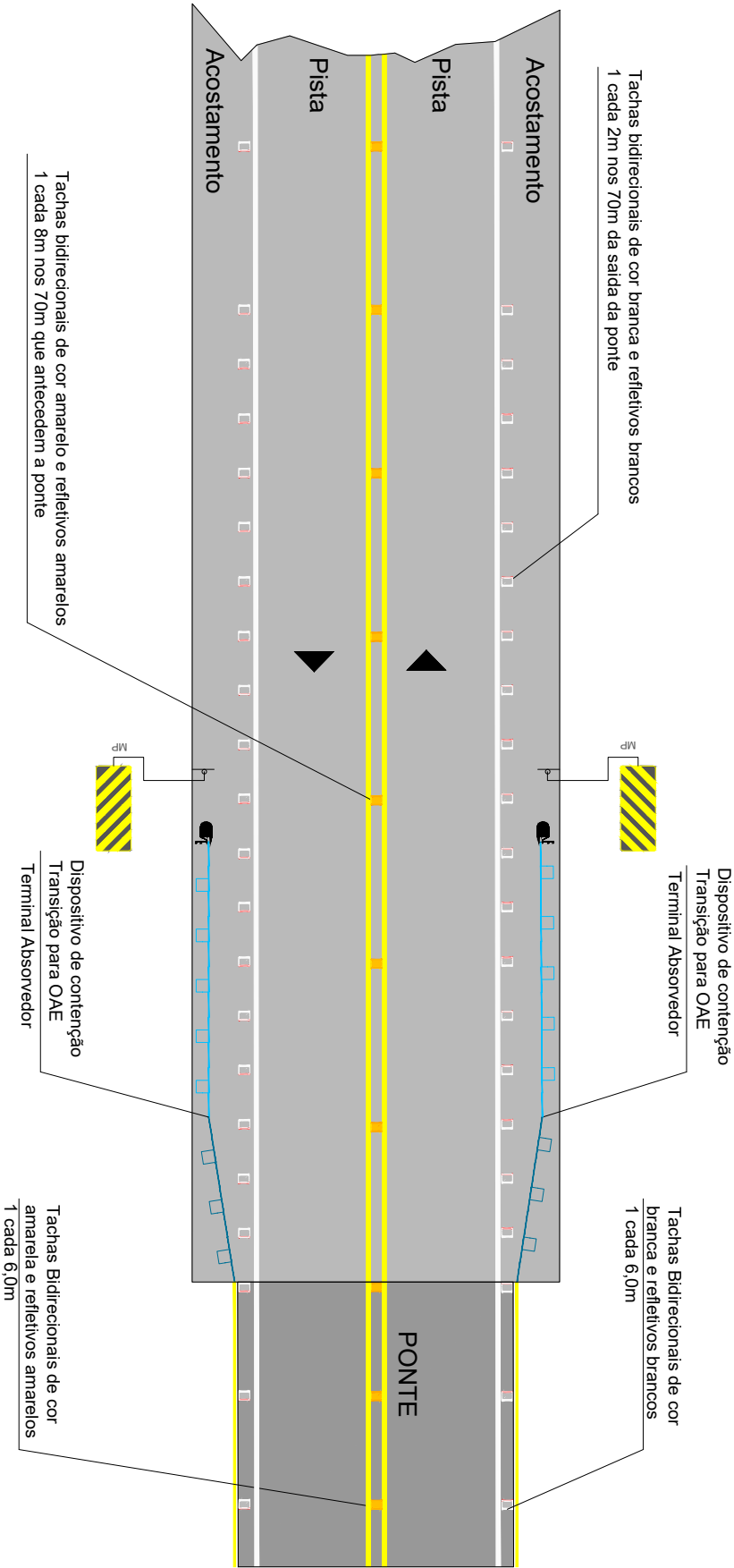
|           |                                                                 |             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| DAER      | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                    | S.E.P.      |
| ESCALAS:  | Redução : ERS-900                                               |             |
| INDICAÇÃO | Redução : ERS-472 (P/ SÃO BONA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |             |
| DATA:     | Extensão : 23400m                                               |             |
| DEZ/2023  | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          | FOLHA 11/29 |
|           | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO                                     |             |





24043500085700

APROXIMAÇÃO DE PONTE



|               |                 |                |                |                |                |
|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24       | W. Lopes       | DAER           | 3              |
| 2             | Revisão Geral   | 16/03/24       | W. Lopes       | DAER           | 3              |
| 1             | Revisão Geral   | 16/03/24       | W. Lopes       | DAER           | 3              |
| 0             | Revisão Inicial | 16/12/23       | W. Lopes       | DAER           | 3              |
| Revisão       | Descrição       | Data           | Aprova         | Assinatura     | Revisão        |
| Elaborado:    | Verificado:     | Elaborado:     | Verificado:    | Elaborado:     | Verificado:    |
| Marcos Bianco | Marcos Bianco   | Clara de S. S. | Clara de S. S. | Clara de S. S. | Clara de S. S. |

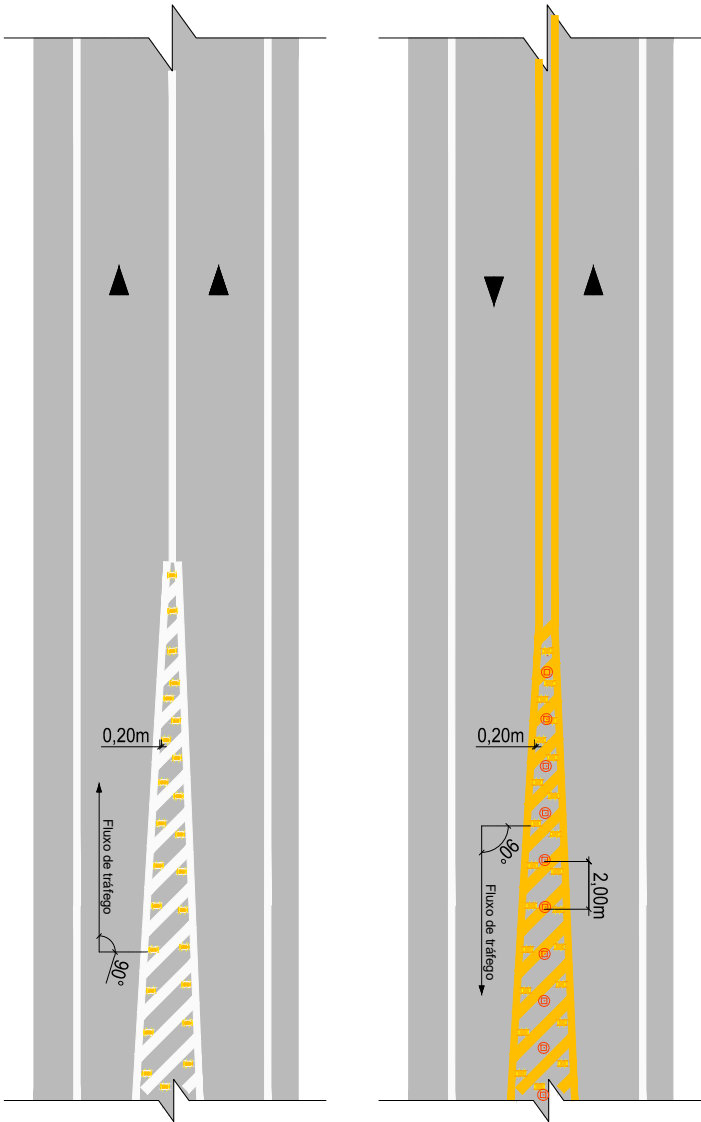
|           |                                              |             |
|-----------|----------------------------------------------|-------------|
| DAER      | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| ESCALAS:  | Redução : ERS-900                            |             |
| INDICAÇÃO | Orçamento : 545R\$000,00                     |             |
| DATA:     | Extensão : 23,40km                           |             |
| DEZ/2023  | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 12/29 |
|           | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO                  |             |





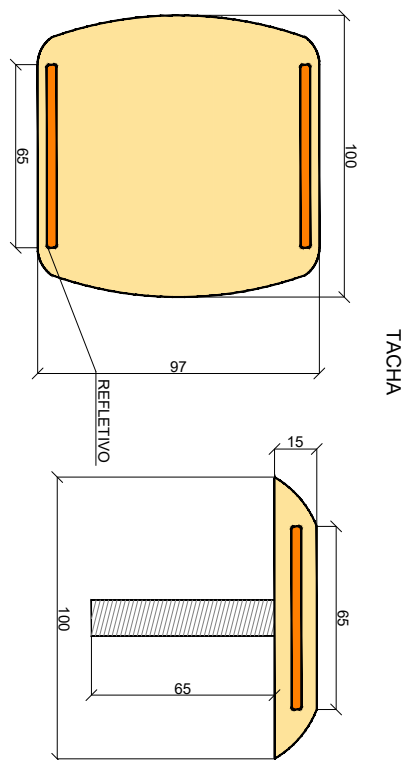
24043500085700

TACHÕES E CILINDROS NOS ZEBRADOS



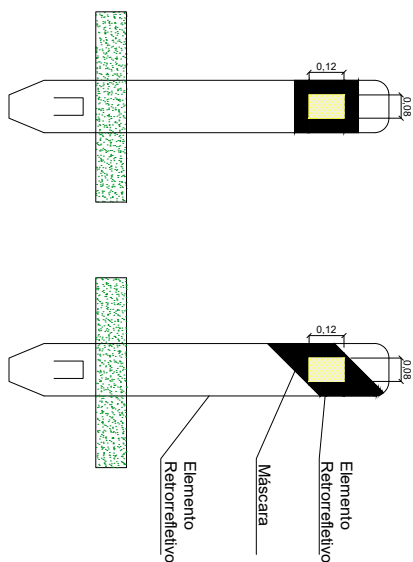
| Marca Viária                                               | Espacamento (d)                                  | Afastamento Lateral                             |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Marca de canalização de fluxos divergentes ou convergentes | Entre linhas internas do zebraado, a cada 0,10 m | ≤ 0,20 m da linha de canalização ou do zebraado |

|               |               |              |               |                 |   |                        |                                              |             |
|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|---|------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| 4             | Revisão Geral | 06/09/24     | W. Silva      | DM              |   | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24     | W. Silva      | DM              |   | ESCALAS:               | Rodovia : ERS-900                            |             |
| 2             | Revisão Geral | 06/09/24     | W. Silva      | DM              |   | INDICAÇÃO              | Orçamento : 545R\$0000                       |             |
| 1             | Revisão Geral | 18/12/23     | W. Silva      | DM              |   | EXTENSÃO               | Extensão : 23,40km                           |             |
| 0             | Revisão Geral |              |               |                 |   | DATA:                  | DEZ/2023                                     |             |
| Empreendedor: | Monte Branco  | Verificador: | Emerson Sirtz | Cluane J. Silva | 4 | PROJETO DE SINALIZAÇÃO | DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO                  | FOLHA 13/29 |



TACHA

- Para a linha de bordo, as tachas serão bidirecionais na cor branca, sendo o seu reflexivo na cor branca para o sentido do fluxo e vermelho para a direção oposta;
- Para a linha de divisão de pista, as tachas serão bidirecionais na cor amarela, sendo o seu reflexivo na cor amarela para ambos sentidos.

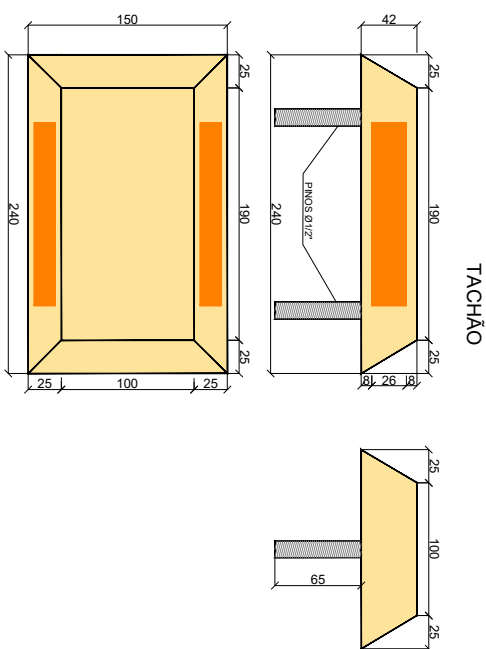


BALIZADOR

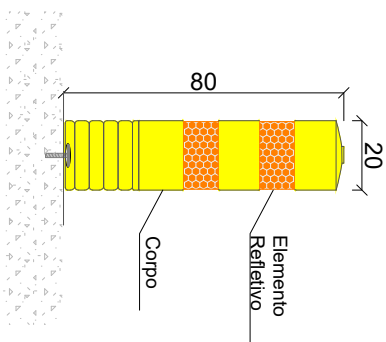
O balizador deve ser implantado de forma que o centro do elemento retrorrefletivo fique entre 0,60m e 0,75m da superfície da pista.

- H (altura) = 0,12m
- L (largura) = 0,08m

Conforme CONTRAN - Volume V  
Dispositivos Auxiliares



TACHÃO



### CILINDRO DELIMITADOR TIPO 1

O cilindro delimitador deve ter as seguintes dimensões:

- H (altura) = mínimo de 75,0cm e máximo de 90,0cm;
- D (diâmetro) = máximo de 20,0cm;

Conforme CONTRAN - Volume VI Dispositivos Auxiliares

|               |                 |          |        |      |
|---------------|-----------------|----------|--------|------|
| 3             | Revisão Geral   | 10/04/24 | Wagner | OK   |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24 | Wagner | OK   |
| 1             | Revisão Geral   | 30/01/24 | Wagner | OK   |
| 0             | Emissão Inicial | 16/12/23 | Wagner | OK   |
| Revisão       |                 |          |        |      |
|               | Descrição       | Data     | Aprov. | Aut. |
| Endereço:     | Verificação:    |          |        |      |
| Marcio Branco | Eltona Stertz   | Assinado | 1.58   |      |



ECOPLAN

EMPRESA DE PROJETOS E CONSULTORIA

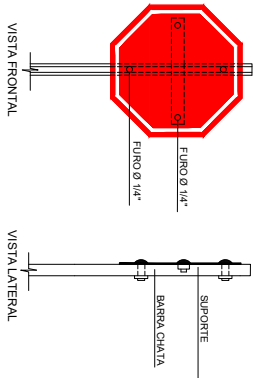
|          |                                                                                                                                              |          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                                                                                                 | S.E.P.   |
| ESCALAS: | Rodovias : ERS - 500<br>Trecho : ENR. ERS-472 (P) SÃO JOELMA - ENR. ERS-561 (P) SÃO NICOLAU<br>Código : 352ER0000030<br>Emissão : 20/01/2024 | INDICADA |
| DATA:    | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                                                                                                       | FOLHA    |
| DET/2023 | DE FORTALECIMENTO DA SINALIZAÇÃO                                                                                                             | 14/29    |



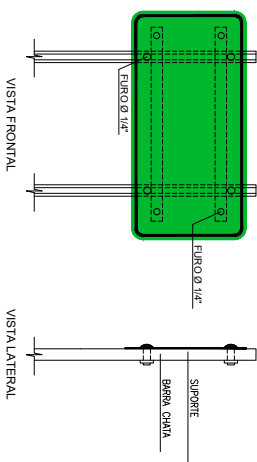
24043500085700

DETALHES DOS FUROS, ELEMENTOS DE FIXAÇÃO E APLICAÇÃO DAS PLACAS

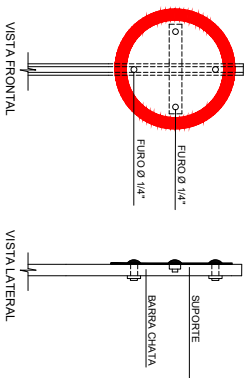
PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO PARE



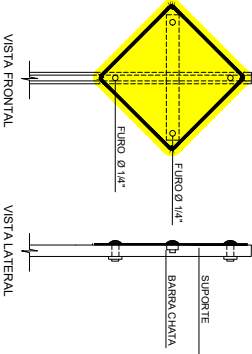
PLACAS INDICATIVAS



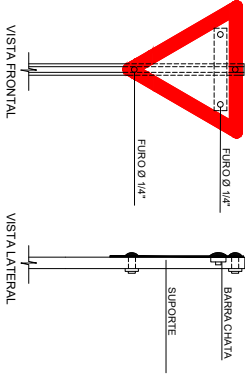
PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO



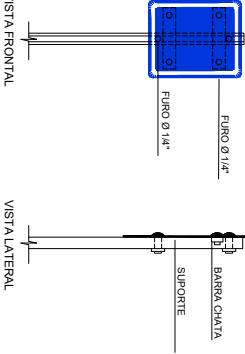
PLACAS DE ADVERTÊNCIA



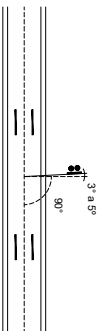
PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO PREFERENCIAL



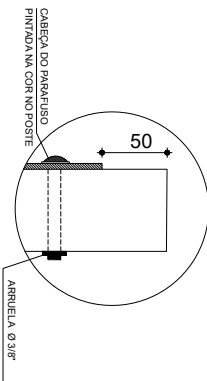
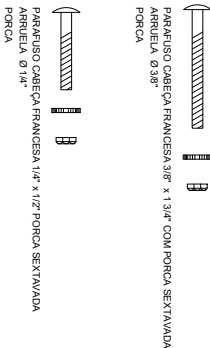
MARCO QUILOMÉTRICO



CORREÇÃO ANGULAR PARA EVITAR OFUSCAMENTO



ELEMENTOS DE FIXAÇÃO



|               |                 |                |                |                |                                              |                |
|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24       | WAGNER         | DAER           | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.         |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24       | WAGNER         | DAER           | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.         |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23       | WAGNER         | DAER           | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.         |
| Revisão       | Descrição       | Data           | Assinatura     | Assinatura     | Assinatura                                   | Assinatura     |
| Elaborado:    | Verificado:     | Elaborado:     | Verificado:    | Elaborado:     | Verificado:                                  | Elaborado:     |
| Marcos Bianco | Marcos Bianco   | Clara de S. S. | Clara de S. S. | Clara de S. S. | Clara de S. S.                               | Clara de S. S. |
| 3             | 3               | 3              | 3              | 3              | 3                                            | 3              |

ECOPLAN

ECOPLAN

ESCALAS:

INDICADA: 1:1000

DATA: DEZ/2023

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

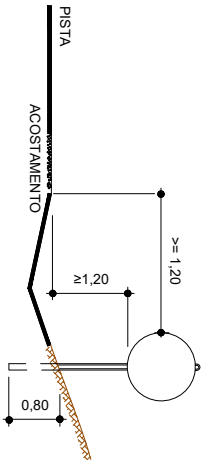
DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO

FOLHA 15/29

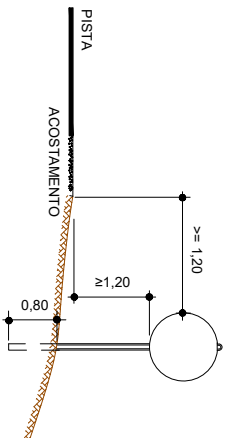


DETALHES DA APLICAÇÃO DAS PLACAS

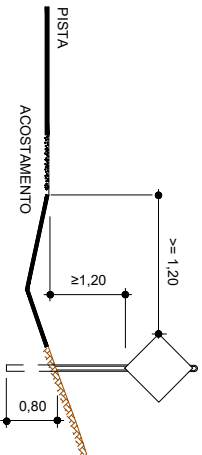
APLICAÇÃO DAS PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO EM CORTE



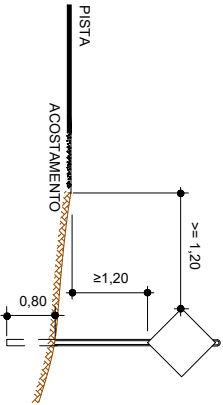
APLICAÇÃO DAS PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO EM ATERRO



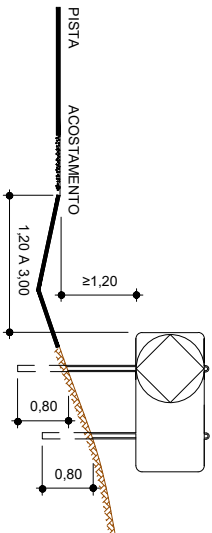
APLICAÇÃO DAS PLACAS DE ADVERTÊNCIA EM CORTE



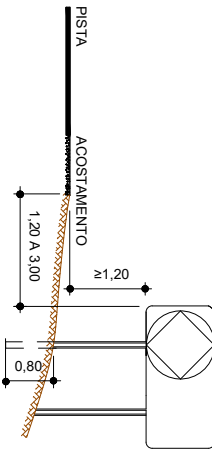
APLICAÇÃO DAS PLACAS DE ADVERTÊNCIA EM ATERRO



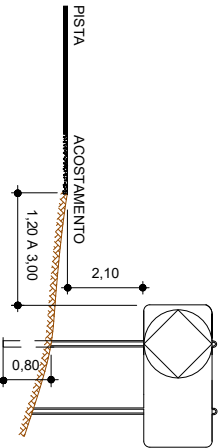
APLICAÇÃO DAS PLACAS DE INDICAÇÃO EM CORTE



APLICAÇÃO DAS PLACAS DE INDICAÇÃO EM ATERRO



APLICAÇÃO DAS PLACAS EM PERÍMETRO URBANO



|               |                   |            |             |            |                                              |            |
|---------------|-------------------|------------|-------------|------------|----------------------------------------------|------------|
| 3             | Revisão Geral     | 19/09/24   | W. S. Silva | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 2             | Revisão Geral     | 06/03/24   | W. S. Silva | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 1             | Revisão Geral     | 18/12/23   | W. S. Silva | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 0             | Revisão Geral     | 18/12/23   | W. S. Silva | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| Revisão       | Descrição         | Data       | Assinatura  | Assinatura | Assinatura                                   | Assinatura |
| Elaborado:    | Verificado:       | Elaborado: | Verificado: | Elaborado: | Verificado:                                  | Elaborado: |
| Marcio Bianco | Elisiane S. Silva | 19/09/24   | W. S. Silva | 19/09/24   | W. S. Silva                                  | 19/09/24   |

ECOPLAN

ECOPLAN

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS:

Redução : 1:500  
Orçamento : 545.000,00  
Extensão : 23,40km

INDICADA

PROJETO DE SINALIZAÇÃO  
DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO

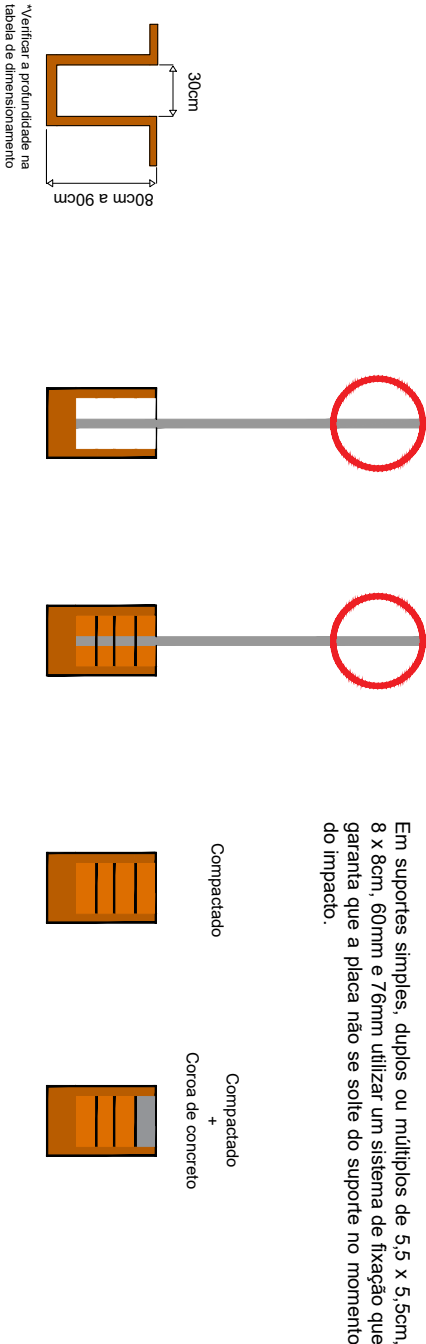
FOLHA  
18/29



24043500085700

DETALHES INSTALAÇÃO DOS SUPORTES COLAPSÍVEIS

PLACAS PEQUENAS – 1 POSTE – SEÇÕES DE 5,5x5,5 / 8x8cm / 60mm / 76mm



1. Fazer a cavidade na profundidade adequada ao tamanho do poste.
2. Fixar a placa ao poste de maneira que não se solte no momento do impacto.
3. Posicione o poste na cavidade com a altura enterrada correta.
4. O lado do poste com a marcação de rastreabilidade DEVE facear a pista de rodagem para identificação da fiscalização.
5. Apurme o poste corretamente. **IMPORTANTÍSSIMO.**
6. Preencha a cavidade e compacte o solo remanescente de acordo com as instruções de compactação em camadas.

Se o solo for contaminado, realizar reforço em solo-cimento ou solo cimento e coroa de concreto magro.

OBSERVAÇÕES

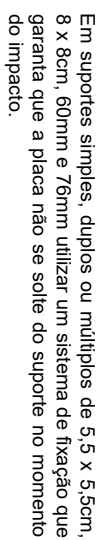
|                   |                 |                                              |          |                        |                                              |        |
|-------------------|-----------------|----------------------------------------------|----------|------------------------|----------------------------------------------|--------|
| 3                 | Revisão Geral   | 19/09/24                                     | W. M. P. | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 2                 | Revisão Geral   | 06/03/24                                     | W. M. P. | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 1                 | Revisão Geral   | 18/12/23                                     | W. M. P. | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 0                 | Revisão Inicial | 18/12/23                                     | W. M. P. | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| Revisão           |                 | Data                                         |          | Assinatura             |                                              |        |
| Elaboração:       |                 | Verificação:                                 |          | Aprovação:             |                                              |        |
| Mário Bianco      |                 | Eliane Sirtz                                 |          | Clara de S. S.         |                                              |        |
| DAER              |                 | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |          | S.E.P.                 |                                              |        |
| ESCALAS:          |                 | Redução : 1:500                              |          | Projeto de Sinalização |                                              |        |
| INDICAÇÃO         |                 | Código : 555R00000                           |          | FOLHA                  |                                              |        |
| Extensão : 2340mm |                 | Data : 18/12/23                              |          | FOLHA                  |                                              |        |
| Data : 18/12/23   |                 | Data : 18/12/23                              |          | FOLHA                  |                                              |        |
| Data : 18/12/23   |                 | Data : 18/12/23                              |          | FOLHA                  |                                              |        |

ECOPLAN

ECOPLAN

|                   |                                              |                        |
|-------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| DAER              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                 |
| ESCALAS:          | Redução : 1:500                              | Projeto de Sinalização |
| INDICAÇÃO         | Código : 555R00000                           | FOLHA                  |
| Extensão : 2340mm | Data : 18/12/23                              | FOLHA                  |
| Data : 18/12/23   | Data : 18/12/23                              | FOLHA                  |

PLACAS PEQ. E MÉDIA – 2 ou 3 POSTES – SEÇÕES 8x8cm / 76mm / 60mm



Compactado  
+  
Coroa de concreto

Se o solo for contaminado, realizar reforço em solo-cimento ou solo cimento + coroa de concreto magro.

- Para estas seções de postes não é necessária distância mínima entre eles.

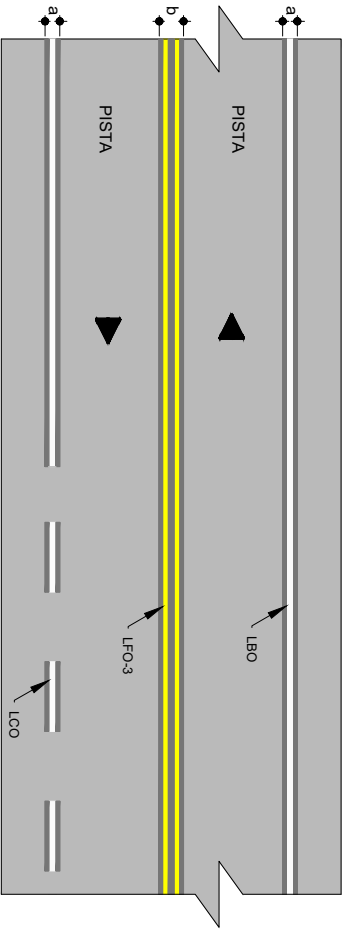
# Ecoplan



24043500085700

PINTURA DE CONTRASTE

PINTURA DE CONTRASTE NAS LINHAS LONGITUDINAIS



|               |                 |                   |             |                   |                                              |                   |
|---------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24          | W. Silva    | DAER              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.            |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24          | W. Silva    | DAER              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.            |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23          | W. Silva    | DAER              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.            |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23          | W. Silva    | DAER              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.            |
| Revisão       | Descrição       | Data              | Assinatura  | Assinatura        | Assinatura                                   | Assinatura        |
| Elaborado:    | Verificado:     | Elaborado:        | Verificado: | Elaborado:        | Verificado:                                  | Elaborado:        |
| Marcos Bianco | W. Silva        | Clara de S. Silva | W. Silva    | Clara de S. Silva | W. Silva                                     | Clara de S. Silva |

ECOPLAN

ESPECIALISTA

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS:

INDICADA

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

DATA:

DETALHAMENTO DA SINALIZAÇÃO

FOLHA

DEZ/2023

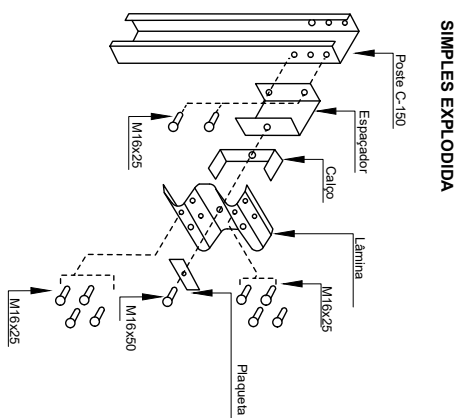
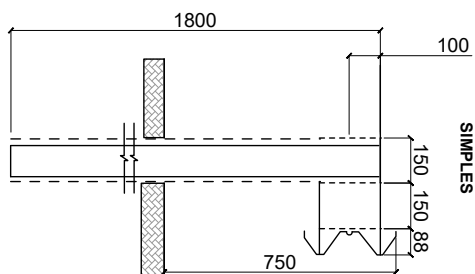
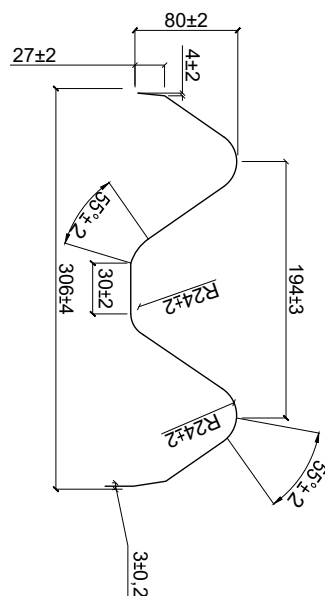
19/29



24043500085700

## DEFENSA METÁLICA SIMPLES

**UN. MEDIDA: MILIMETRO**



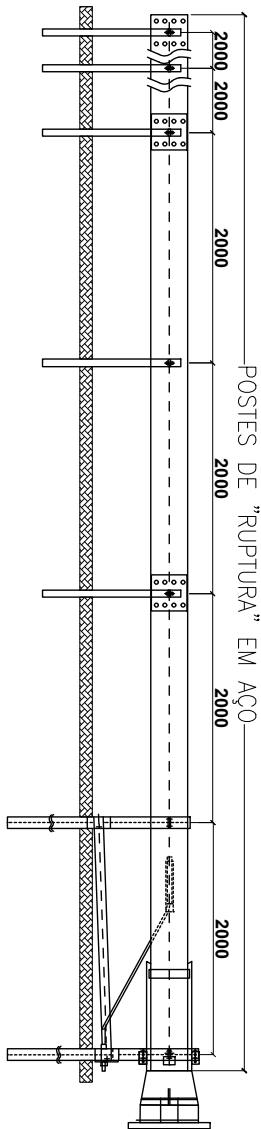
|                                                                        |  |                                                                                                                                                                                               |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>DAER</b></p> <p>DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM</p> |  | <p><b>S.E.P.</b></p>                                                                                                                                                                          |  |
| <p><b>PROLETO DE SINALIZAÇÃO</b></p> <p>DEFINIR</p>                    |  | <p><b>ESCALAS:</b></p> <p>Rodovia : ERS - 850</p> <p>Trecho : ERS - 472 (P) S/O BODAL - ENR. ERS - 561 (P) S/O NICOLAU</p> <p>ÍNDICADA</p> <p>Código : 3502050330</p> <p>Exemplo : 233060</p> |  |
| <p><b>DATA:</b></p> <p>02/2/2023</p>                                   |  | <p><b>FOLHA</b></p> <p>20/29</p>                                                                                                                                                              |  |



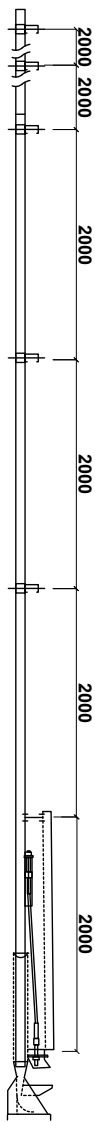
24043500085700

DEFENSA METÁLICA  
TERMINAL AMORTECEDOR DE IMPACTO  
UN. MEDIDA: MILÍMETRO

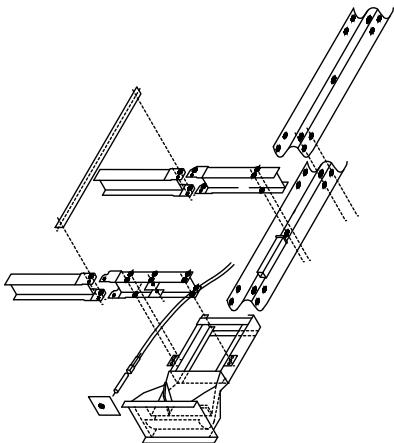
PERFIL



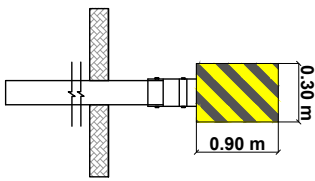
PLANTA



TERMINAL AMORTECEDOR DE IMPACTO EXPLODIDA



VISTA FRONTAL



|                           |                 |          |        |       |
|---------------------------|-----------------|----------|--------|-------|
| 3                         | Revisão Geral   | 19/09/24 | WAP/24 | DM/24 |
| 2                         | Revisão Geral   | 06/03/24 | WAP/24 | DM/24 |
| 1                         | Revisão Geral   | 18/12/23 | WAP/23 | DM/23 |
| 0                         | Revisão Inicial | 18/12/23 | WAP/23 | DM/23 |
| Revisão                   |                 |          |        |       |
| Descrição                 |                 |          |        |       |
| Elaborado: MCB            |                 |          |        |       |
| Verificado: Emerson Sirtz |                 |          |        |       |
| Aprova: Cláudio J. S. S.  |                 |          |        |       |
| Revisão                   |                 |          |        |       |
| Módulo Branco             |                 |          |        |       |

ECOPLAN  
ECONOMIZANDO

|                                                                   |                                              |        |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| DAER                                                              | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| ESCALAS:                                                          |                                              |        |
| Redução : ERS-900                                                 |                                              |        |
| Orçamento : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - ENR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |                                              |        |
| Código : 555F00000                                                |                                              |        |
| Estimado : 2340km                                                 |                                              |        |
| DATA:                                                             | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA  |
| DEZ/2023                                                          | DEFENSA                                      | 21/29  |

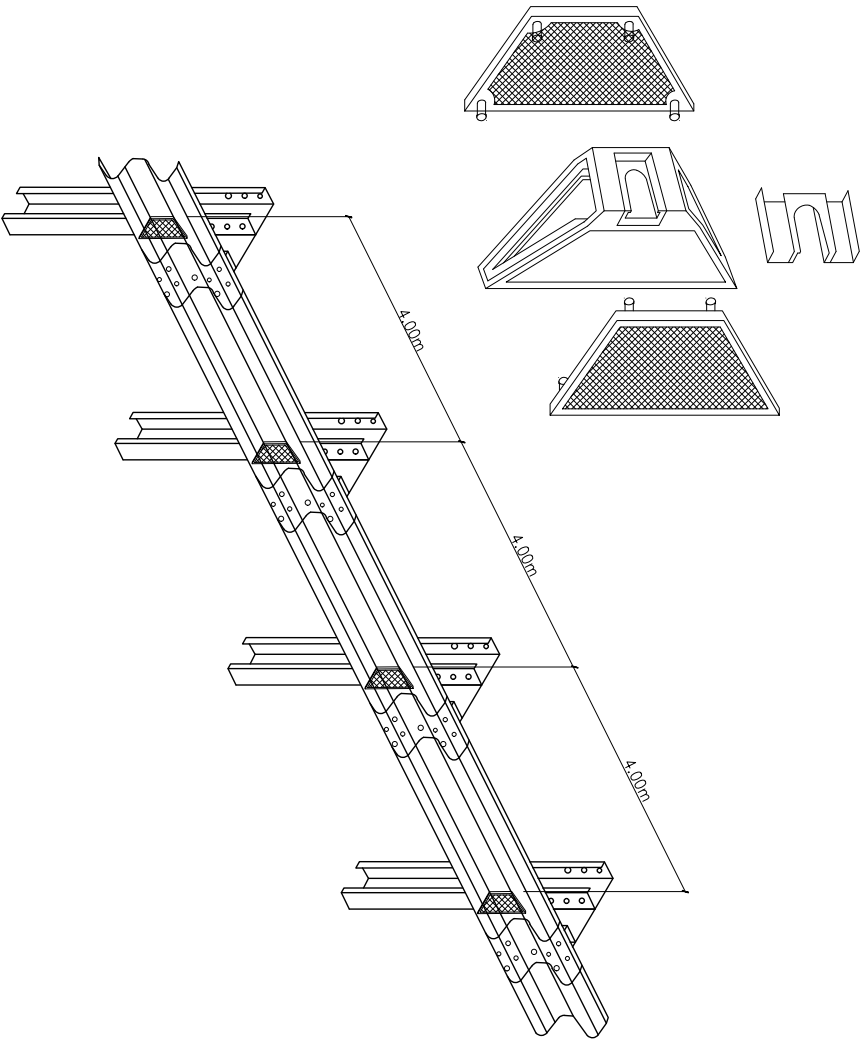




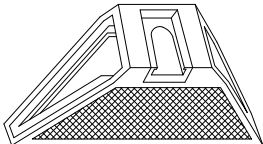
24043500085700

DEFENSA METÁLICA  
REFLETIVO PARA DEFENSA METÁLICA  
UN. MEDIDA: METRO

DELINEADOR EXPLODIDO



DELINEADOR



|               |                 |                |            |            |            |                                              |            |
|---------------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------------------------------------|------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24       | Wagner     | DAER       | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24       | Wagner     | DAER       | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23       | Wagner     | DAER       | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23       | Wagner     | DAER       | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.     |
| Revisão       | Descrição       | Data           | Assinatura | Assinatura | Assinatura | Assinatura                                   | Assinatura |
| Empreendedor  | Verificador     | Elaborador     | Assinatura | Assinatura | Assinatura | Assinatura                                   | Assinatura |
| Mercio Bianco | Wagner          | Clara de J. S. | Assinatura | Assinatura | Assinatura | Assinatura                                   | Assinatura |

ECOPLAN

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESCALAS: Rodovia : ERS-900, Rodovia : ERS-472 (P/ SÃO BODU) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)

INDICAÇÃO: Projeto : 545RPR0030, Estendendo : 23,40km

DATA: DEZ/2023, PROJETO DE SINALIZAÇÃO, DEFENSA

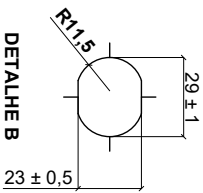
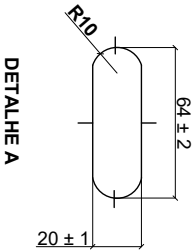
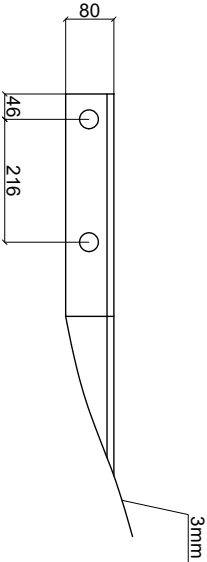
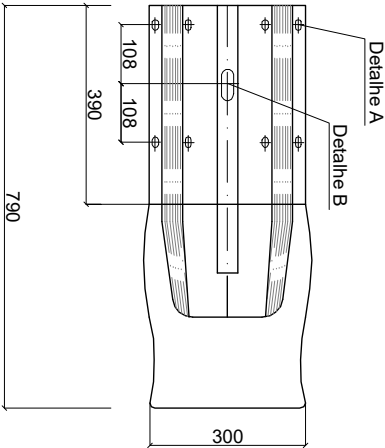
FOLHA 22/29



24043500085700

DEFENSA METÁLICA SIMPLES  
TERMINAL AÉREO

TERMINAL TIPO A  
UN. MEDIDA: MILÍMETRO



|               |                 |            |             |            |             |                                              |             |
|---------------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24   | W           | DAER       | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24   | W           | DAER       | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23   | W           | DAER       | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23   | W           | DAER       | DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| Revisão       | Descrição       | Data       | Aprova      | Assinatura | Assinatura  | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 23/29 |
| Elaborado:    | Verificado:     | Elaborado: | Verificado: | Elaborado: | Verificado: | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 23/29 |
| Moisés Bianco | W               | Elaborado: | Verificado: | Elaborado: | Verificado: | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 23/29 |

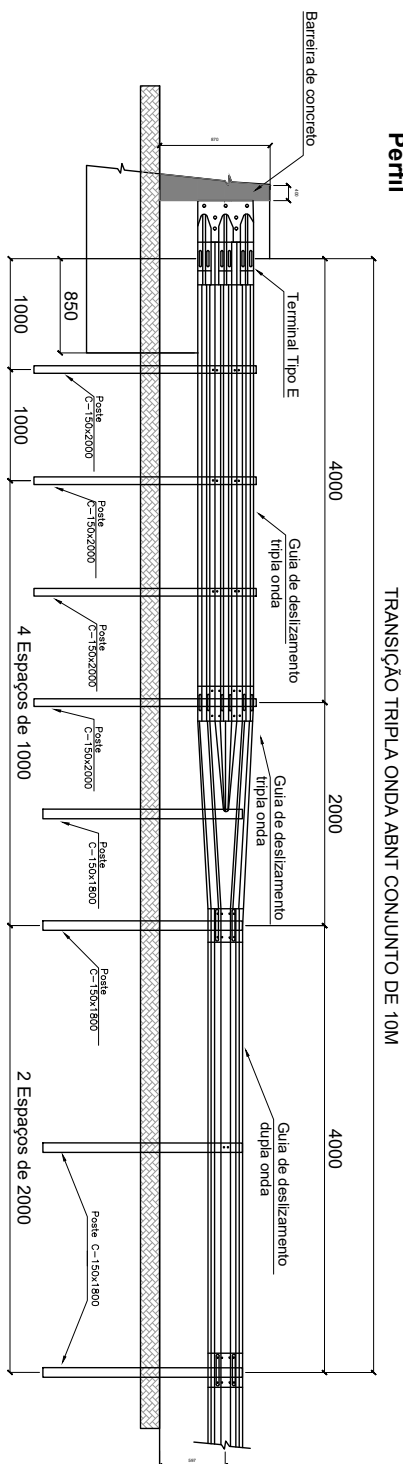
ECOPLAN  
Engenharia



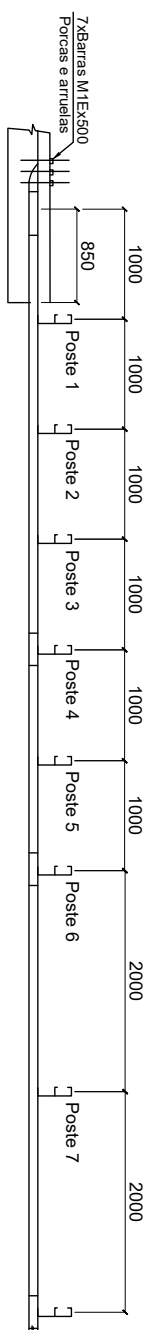
DEFENSA METÁLICA  
TRIPLA ONDA  
UN. MEDIDA: MILÍMETRO

UN. MEDIDA: MILÍMETRO

## Perfil



## Planta

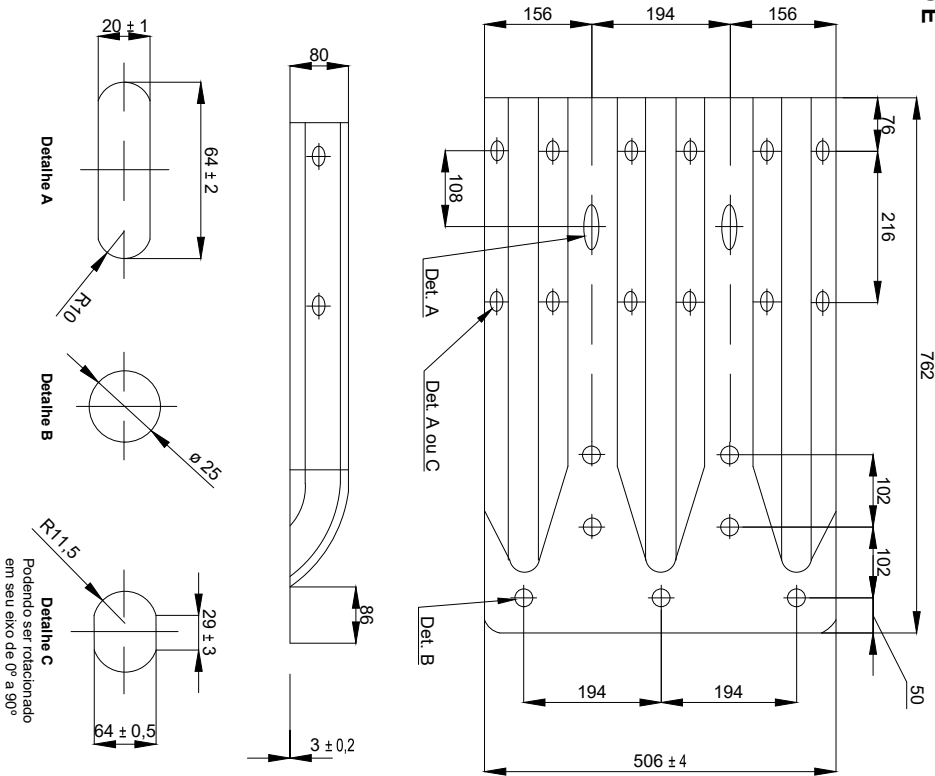




TERMINAL ANCORAGEM

UN. MEDIDA: MILIMETRO

TERMINAL TIPO E



|                |                 |            |                     |            |                                              |             |
|----------------|-----------------|------------|---------------------|------------|----------------------------------------------|-------------|
| 3              | Revisão Geral   | 19/09/24   | W. A. S. / J. M. A. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 2              | Revisão Geral   | 06/03/24   | W. A. S. / J. M. A. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 1              | Revisão Geral   | 18/12/23   | W. A. S. / J. M. A. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 0              | Revisão Inicial | 18/12/23   | W. A. S. / J. M. A. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| Revisão        | Descrição       | Data       | Aprova              | Assinatura | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 28/29 |
| Empreendedor   | Verificado      | Elaborado  | Assinatura          | Assinatura | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 28/29 |
| Mercado Branco | Assinatura      | Assinatura | Assinatura          | Assinatura | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       | FOLHA 28/29 |

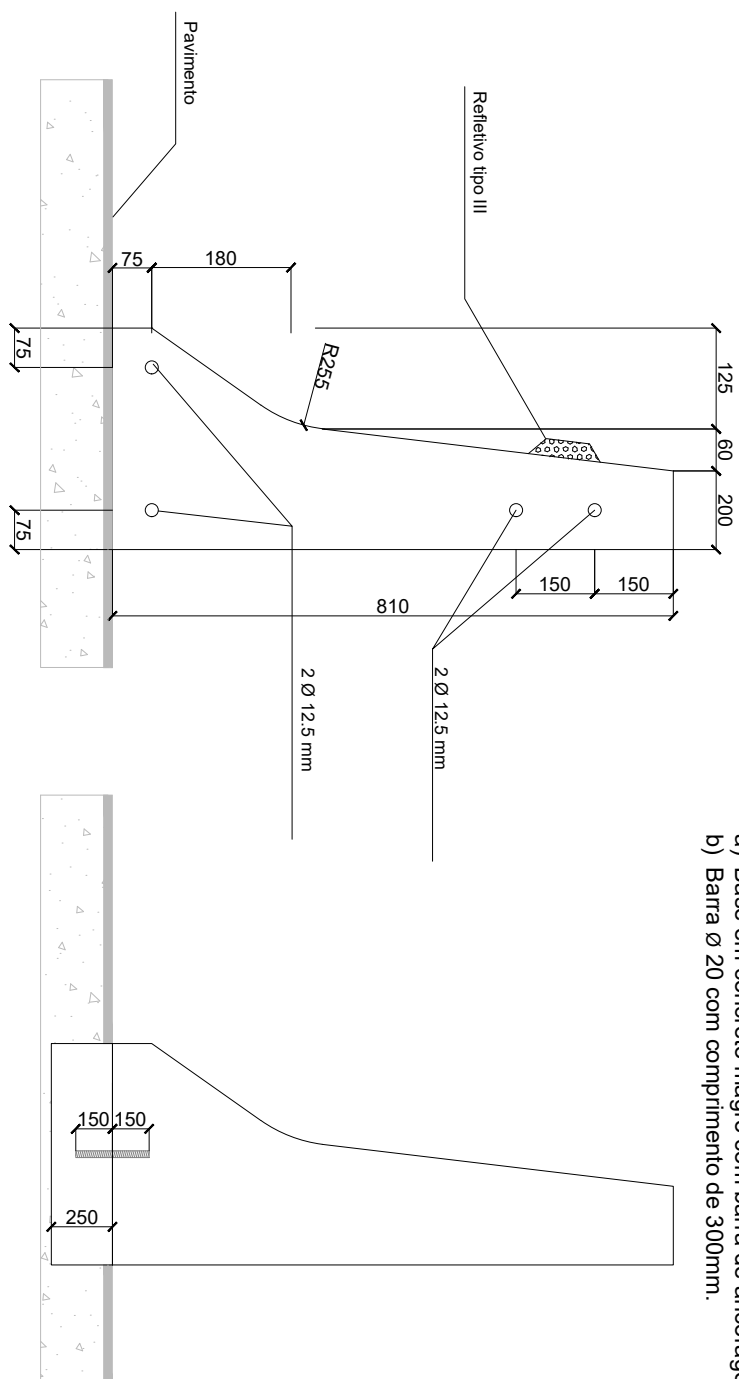
ECOPLAN

ECOPLAN

BARREIRA NEW JERSEY

Barreira Simples  
Perfil tipo F

### Detalhe da fundação



|                          |                                     |                             |        |           |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------|-----------|
| 3                        | Revisão Geral                       | 19/04/24                    | MM     | MM        |
| 2                        | Revisão Geral                       | 06/03/24                    | MM     | MM        |
| 1                        | Revisão Geral                       | 30/07/24                    | MM     | MM        |
| 0                        | Emissão inicial                     | 18/12/23                    | MM     | MM        |
| Revisão                  | Descrição                           | Data                        | Aprov. | Aut.      |
| Elaborado por: <i>MM</i> | Verificado por: <i>Elmano Stenz</i> | Assinatura: <i>J. Stenz</i> |        |           |
| Matheus Bianco           |                                     |                             |        | Revisão 3 |



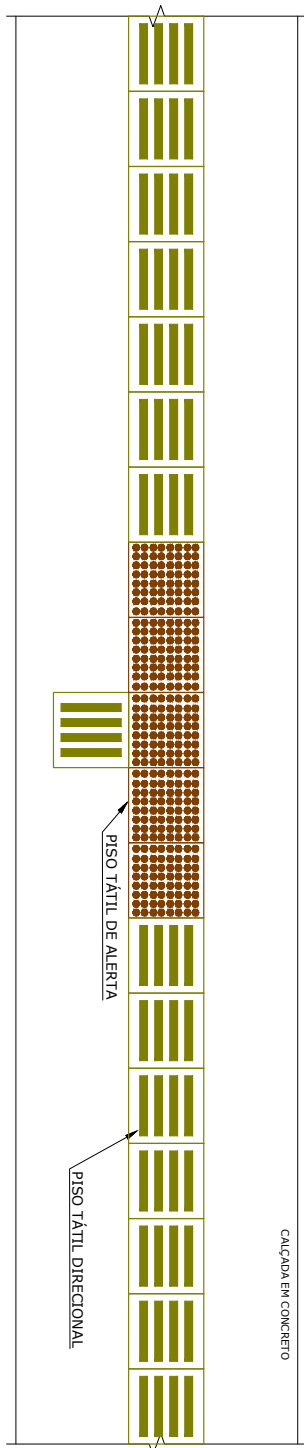
ECOPLAN

ESTRUTURAS DE PLÁSTICO

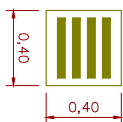
|                    |                                                                  |             |
|--------------------|------------------------------------------------------------------|-------------|
| DAER               | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                     | S.E.P.      |
| Revisão: RBS-550   | Tráfego: ENR-RBS-472 (P) SAO BORDA - ENR-RBS-472 (P) SAO NICOLAU |             |
| Código: 3558503030 | INDICAÇÃO                                                        |             |
| Extensão: 25,00km  |                                                                  |             |
| DATA: 06/12/2023   | PROLETO DE SINALIZAÇÃO                                           | FOLHA 27/29 |
|                    | DEFINIR                                                          |             |

# PISO TÁTIL

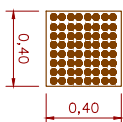
## PISO TÁTIL EM CALÇADA



DATA LHE PISO TÁTIL DIRECIONAL  
dimensões em metros



DATA LHE PISO TÁTIL DE ALERTA  
dimensões em metros



|                                                                                                                                       |  |                |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|--|
| DAER                                                                                                                                  |  | S.E.P.         |  |
| DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                                                                                          |  |                |  |
| Rodovia : ERS-450<br>Trecho : ENTR. BR-472 (P. SÃO ROQUE) – ENTR. ERS-961 (P. SÃO NICOLAU)<br>Código : 550820300<br>Extensão : 25,40m |  | INDICAÇÃO      |  |
| DATA<br>06/12/2023                                                                                                                    |  | FOLHA<br>28/28 |  |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO<br>DE PAVIMENTO RÁPIDO                                                                                         |  |                |  |

NOTA DE SERVIÇO PISO TÁTIL EM CALÇADA - PERÍMETRO URBANO

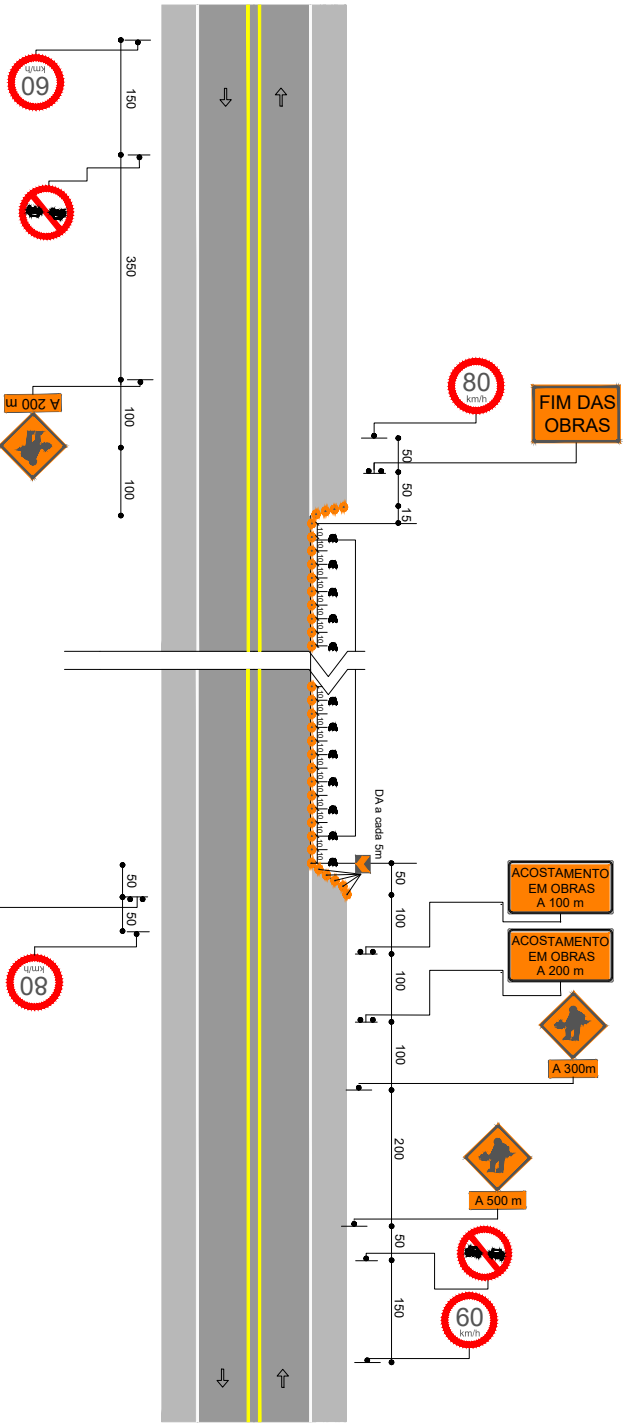
\* A quantidade total do piso tátil direcional está descontando o piso tátil de alerta

|                                                                                                                               |                        |                                                                                                                                       |  |        |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|--|
| DAER                                                                                                                          |                        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                                                                                          |  | S.E.P. |  |
| ESCALAS:<br>Trecho : ENTR. BR-672 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BR-561 (P/ SAO NICOLAU)<br>Código : 5508R00030<br>Extensão : 25,60km |                        | Rodovia : BR-560<br>Trecho : ENTR. BR-672 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BR-561 (P/ SAO NICOLAU)<br>Código : 5508R00030<br>Extensão : 25,60km |  |        |  |
| DATA:                                                                                                                         | PROLETO DE SINALIZAÇÃO |                                                                                                                                       |  | FOLHA  |  |
| DE: 7/2023                                                                                                                    | DETALHE PISO TÁTIL     |                                                                                                                                       |  | 29/29  |  |



24043500085700

Projeto - Tipo Nº 01: Sinalização de Obras - Bloqueio do Acostamento - Pista Simples



CONVENÇÕES:

- Bandeira apoiada em cone
- Balizador
- Sentido da Circulação
- Barreira classe II (móvel)
- Cone ou cilindro
- Placa em coluna simples
- Placa em coluna dupla
- Luz intermitente

NOTA:

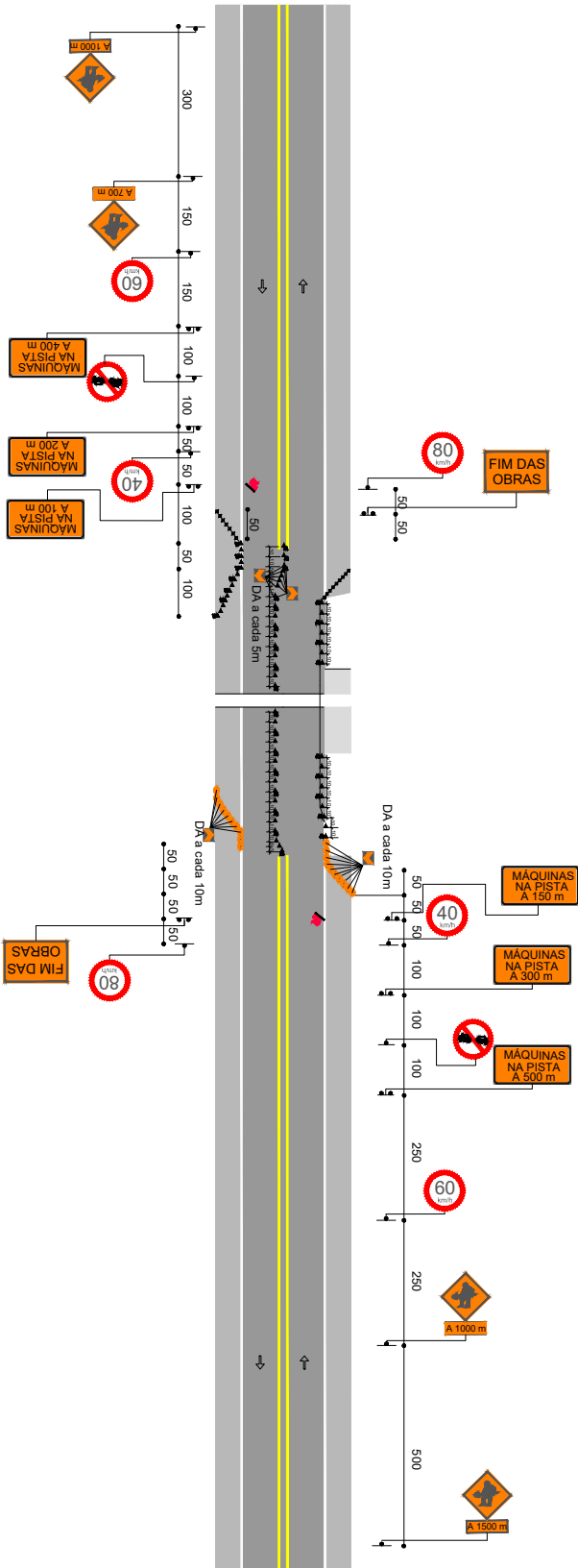
- 1 - As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;
- 2 - Cotas em metros
- 3 - O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de: 15m, na canalização para mudança de faixa de tráfego 30m, na canalização em tangente

|               |                                              |                                                                 |                                                                 |                                                                 |        |
|---------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| 3             | Revisão Geral                                | 19/09/24                                                        | W. M. S. S.                                                     | DAER                                                            | S.E.P. |
| 2             | Revisão Geral                                | 06/03/24                                                        | W. M. S. S.                                                     | DAER                                                            |        |
| 1             | Revisão Geral                                | 16/12/23                                                        | W. M. S. S.                                                     | DAER                                                            |        |
| 0             | Revisão Inicial                              | 16/12/23                                                        | W. M. S. S.                                                     | DAER                                                            |        |
| Revisão       | Descrição                                    | Data                                                            | Aprova                                                          | Revisão                                                         |        |
| Elaboração    | Verificação                                  | Elaboração                                                      | Verificação                                                     | Elaboração                                                      |        |
| Marcos Bianco | Marcos Bianco                                | Clara S. S.                                                     | Clara S. S.                                                     | Clara S. S.                                                     |        |
| DAER          | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | ESCALAS:                                                        | Projeto : ERS-900                                               | Projeto : ERS-900                                               |        |
| ESQUEMÁTICA   | ESQUEMÁTICA                                  | Projeto : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - DMR, ERS-461 (P/ SÃO MIGUEL) | Projeto : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - DMR, ERS-461 (P/ SÃO MIGUEL) | Projeto : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - DMR, ERS-461 (P/ SÃO MIGUEL) |        |
| DATA:         | DATA:                                        | Extensão : 23,40km                                              | Extensão : 23,40km                                              | Extensão : 23,40km                                              |        |
| DEZ/2023      | DEZ/2023                                     | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          |        |
|               |                                              | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO                              | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO                              | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO                              |        |
|               |                                              | FOLHA                                                           | FOLHA                                                           | FOLHA                                                           |        |
|               |                                              | 01/07                                                           | 01/07                                                           | 01/07                                                           |        |





Projeto - Tipo Nº 02: Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Desvio do Fluxo Oposto Pista Única



CONVENÇÕES:

- Bandeira apoiada em cone
- Balizador
- Sentido da Circulação
- Barreira classe II (móvel)
- Cone ou cilindro
- Placa em coluna simples
- Placa em coluna dupla
- Luz intermitente

NOTA:

- 1 - As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes.
- 2 - Colas em metros
- 3 - O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de: 15m, na canalização para mudança de faixa de tráfego 30m, na canalização em tangente

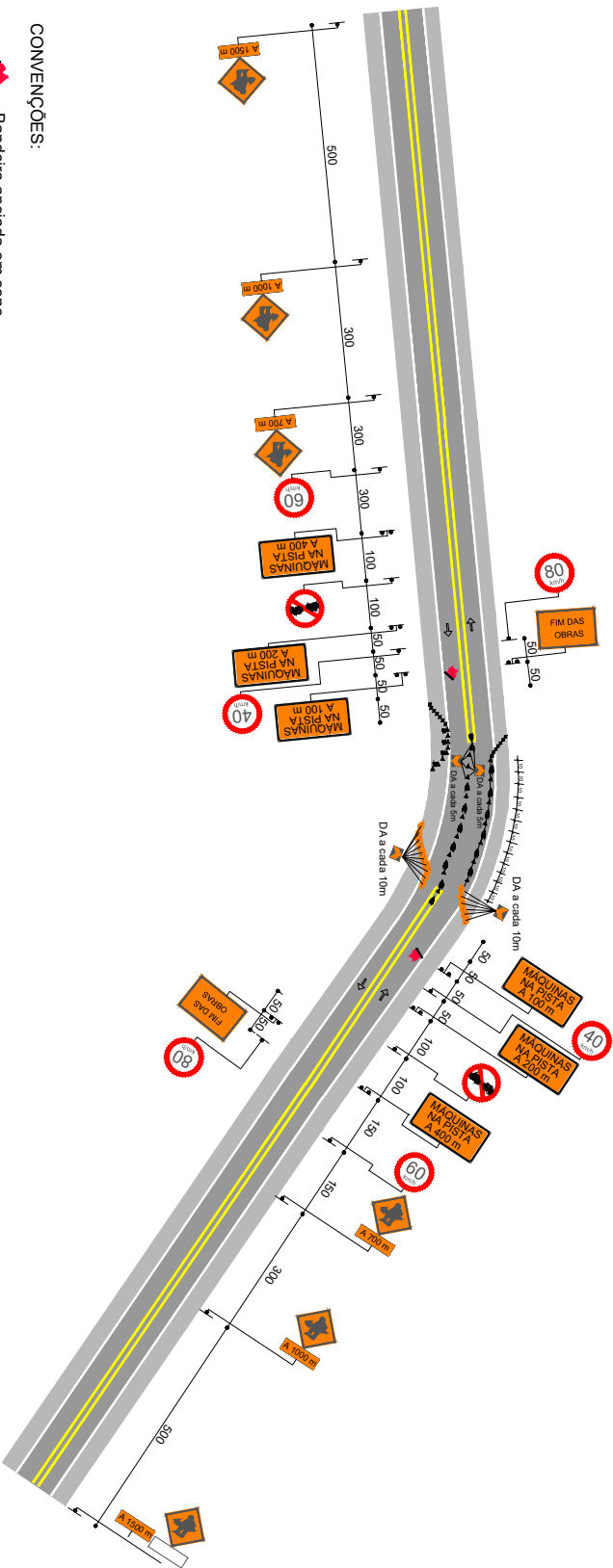
|               |               |                |                    |                |                |
|---------------|---------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|
| 3             | Revisão Geral | 19/09/24       | W. P. S. / D. M. / | DAER           | S. E. P.       |
| 2             | Revisão Geral | 06/03/24       | W. P. S. / D. M. / | DAER           | S. E. P.       |
| 1             | Revisão Geral | 16/03/24       | W. P. S. / D. M. / | DAER           | S. E. P.       |
| 0             | Revisão Geral | 18/12/23       | W. P. S. / D. M. / | DAER           | S. E. P.       |
| Revisão       | Descrição     | Data           | Assinatura         | Assinatura     | Assinatura     |
| Elaboração    | Verificação   | Elaboração     | Verificação        | Elaboração     | Verificação    |
| Marcio Bianco | Marcio Bianco | Clara de S. S. | Clara de S. S.     | Clara de S. S. | Clara de S. S. |
| 3             | 3             | 3              | 3                  | 3              | 3              |

|                    |                                                                 |             |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| DAER               | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                    | S. E. P.    |
| ESCALAS:           | Redução : ERS-900                                               |             |
| ESQUEMATICA        | Redução : ERS-472 (P/ SÃO ROCHA) - ENR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |             |
| Extensão : 23,40km |                                                                 |             |
| DATA: DEZ/2023     | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          | FOLHA 02/07 |
|                    | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO                              |             |



24043500085700

Projeto - Tipo Nº 03: Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Desvio do Fluxo Oposto Pista Única- EM CURVA



CONVENÇÕES:

- Bandeira apoiada em cone
- Balizador
- Sentido da Circulação
- Barreira classe II (móvel)
- Cone ou cilindro

- Placa em coluna simples
- Placa em coluna dupla
- Luz intermitente

NOTA:

- 1 - As barreiras classe I, II e III podem ser substituídas por barreiras plásticas ou tapumes;
- 2 - Cotas em metros
- 3 - O espaçamento máximo recomendável entre cones, cilindros e entre barreiras é de: 15m, na canalização para mudança de faixa de tráfego 30m, na canalização em tangente

|              |               |             |             |            |                                              |             |
|--------------|---------------|-------------|-------------|------------|----------------------------------------------|-------------|
| 3            | Revisão Geral | 19/09/24    | W. P. S. L. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 2            | Revisão Geral | 06/03/24    | W. P. S. L. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 1            | Revisão Geral | 18/12/23    | W. P. S. L. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| 0            | Revisão Geral | 18/12/23    | W. P. S. L. | DAER       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| Revisão      | Descrição     | Data        | Aprova      | Assinatura | Projeto de Sinalização                       | Folha 03/07 |
| Empreendedor | Verificador   | Elaborador  | Assinatura  | Assinatura | Projeto de Sinalização                       | Folha 03/07 |
| Mercê Branco | Elaborador    | Verificador | Assinatura  | Assinatura | Projeto de Sinalização                       | Folha 03/07 |

ECOPLAN

Engenharia

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALAS: Rótulo : RRS-900 Rótulo : RRS-472 (P/ SDO BOMBA) - ENTR. RRS-561 (P/ SDO MCOBOL)

ESQUEMATICA Cotação : 555R000000 Extensão : 2340m

DATA: DEZ/2023 PROJETO DE SINALIZAÇÃO SINALIZAÇÃO DE OBRA- PROJETO TIPO



24043500085700

Projeto - Tipo Nº 01: Sinalização de Obras - Bloqueio do Acostamento - Pista Simples

| Placa       | Dimensões (m) | Quant. | Suporte | Refletividade |
|-------------|---------------|--------|---------|---------------|
|             | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|             | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|             | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|             | L = 0,80      | 3      | 3       | II            |
|             | 1,00 x 0,50   | 1      | -       | II            |
|             | 1,00 x 0,50   | 1      | -       | II            |
|             | 1,00 x 0,50   | 1      | -       | II            |
|             | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II            |
|             | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II            |
|             | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II            |
|             | 0,50 x 0,60   | 6      | *       | II            |
| Dispositivo | Quant.        |        |         |               |
|             | 12 un         |        |         |               |
|             | 25 un         |        |         |               |

Projeto - Tipo Nº 02: Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Desvio do Fluxo Oposto Pista Única

| Placa | Dimensões (m) | Quant. | Suporte | Refletividade tipo |
|-------|---------------|--------|---------|--------------------|
|       | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II                 |
|       | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II                 |
|       | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II                 |
|       | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II                 |
|       | L = 0,80      | 4      | 4       | II                 |
|       | 1,00 x 0,50   | 2      | -       | II                 |
|       | 1,00 x 0,50   | 1      | -       | II                 |
|       | 1,00 x 0,50   | 1      | -       | II                 |
|       | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II                 |
|       | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II                 |
|       | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II                 |
|       | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II                 |

| Placa       | Dimensões (m) | Quant. | Suporte | Refletividade |
|-------------|---------------|--------|---------|---------------|
|             | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II            |
|             | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II            |
|             | 2,00 x 1,00   | 1      | 2       | II            |
|             | 0,50 x 0,60   | 30     | *       | II            |
| Dispositivo | Quant.        |        |         |               |
|             | 2 un          |        |         |               |
|             | 33 un         |        |         |               |
|             | 60 un         |        |         |               |
|             | 50m           |        |         |               |
|             | 40 un         |        |         |               |
|             | 500 m         |        |         |               |

|               |                 |            |             |         |
|---------------|-----------------|------------|-------------|---------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24   | Wagner      | Unif    |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24   | Wagner      | Unif    |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23   | Wagner      | Unif    |
| 0             | Elaboração      | 18/12/23   | Wagner      | Unif    |
| Revisão       | Descrição       | Data       | Aprova      | Ass     |
| Elaboração    | Verificação     | Elaboração | Verificação | Revisão |
| Marcio Bianco | Elvane S. Silva | 3          |             |         |

**ECOPLAN**  
ECONOMIA DE CUSTOS

|             |                                                                 |        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| DAER        | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                    | S.E.P. |
| ESCALAS:    | Redução : ERS-900                                               |        |
| ESQUEMATICA | Redução : ERS-472 (P/ SÃO BONA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |        |
|             | Orçamento : 545R\$000,00                                        |        |
|             | Extensão : 23,40km                                              |        |
| DATA:       | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                                          | FOLHA  |
| DEZ/2023    | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO                              | 04/07  |

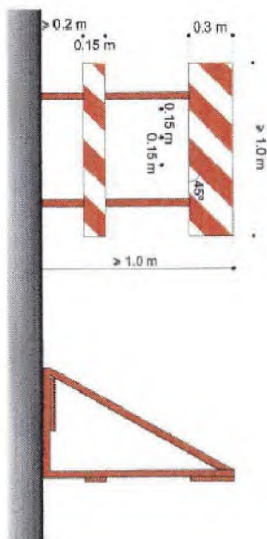


Projeto - Tipo Nº 03: Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Desvio do Fluxo Oposto Pista Única- EM CURVA

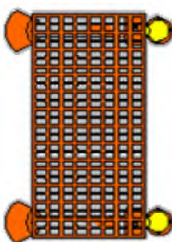
| Placa                                                                               | Dimensões (m) | Quant. | Suporte | Refletividade |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|---------|---------------|
|  | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|  | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|  | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|  | Ø = 0,80      | 2      | 2       | II            |
|    | L = 0,80      | 6      | 6       | II            |
|    | 1,00 x 0,50   | 2      | -       | II            |
|    | 1,00 x 0,50   | 2      | -       | II            |
|    | 1,00 x 0,50   | 2      | -       | II            |
|    | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II            |
|    | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II            |
|    | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II            |
|    | 2,00 x 1,00   | 2      | 4       | II            |

|                                                                                                                                         |                                              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| DAER                                                                                                                                    | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| Rodovia : ERS-350<br>Trecho : ENTR. BR-472 (P) - SAO BORGUA - ENTR. ERS-361 (P) SAO NICOLAU<br>Código : 55858583030<br>Evento : 2334681 |                                              |        |
| ESPECIFICAÇÃO                                                                                                                           | PROJETO DE SINALIZAÇÃO                       |        |
| DATA                                                                                                                                    | SINALIZAÇÃO DE OBRA - PROJETO TIPO           |        |
| 06/12/2023                                                                                                                              | FOLHA                                        | 05/05  |

## Barreira Classe II - Móvel



Tela

516



24043500085700

QUADRO DE QUANTIDADES

|       |          |                                                                                                                                                                                            |        |         |
|-------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| 4.1   |          | SINALIZAÇÃO VERTICAL                                                                                                                                                                       |        |         |
| 4.1.1 | 5212557a | Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel - D = 0,80 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária            | un.dia | 1.600   |
| 4.1.2 | 5212560a | Placa de advertência para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, lado 0,80 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária               | un.dia | 1.200   |
| 4.1.3 | 5212556a | Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 1,00 x 0,50 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                | un.dia | 1.200   |
| 4.1.4 | 5212556b | Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 2,00 x 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                | un.dia | 1.600   |
| 4.1.5 | 5212556c | Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 0,50 x 0,60 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                | un.dia | 8.000   |
| 4.2   |          | OUTROS                                                                                                                                                                                     |        |         |
| 4.2.1 | 5213838  | Cilindro canalizador de tráfego com base quadrada de 111 x 56 x 56 cm - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                       | un.dia | 35.200  |
| 4.2.2 | 5213848  | Luz de advertência e bateria para dispositivos de sinalização - utilização de 200 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                               | un.dia | 17.600  |
| 4.2.3 | 5213835  | Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                                                  | un.dia | 22.000  |
| 4.2.4 | 5213345  | Barreira de sinalização tipo II de direcionamento ou bloqueio - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária                                               | un.dia | 22.000  |
| 4.2.5 | 5213348  | Dispositivo de direcionamento ou bloqueio tipo tela plástica com suporte móvel afixado em bloco de concreto - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária | m².dia | 352.000 |

|               |                 |                |     |                        |                                              |        |
|---------------|-----------------|----------------|-----|------------------------|----------------------------------------------|--------|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24       | WMP | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 2             | Revisão Geral   | 06/03/24       | WMP | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23       | WMP | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 0             | Revisão Inicial |                |     | DAER                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| Empreendedor: |                 | Verificação:   |     | Projeto de Sinalização |                                              | Folha  |
| Mário Bianco  |                 | Clara de Jesus |     | Projeto de Sinalização |                                              | 07/07  |



QUADRO DE QUANTIDADES

| Item | Código     | Discriminação                                                                                                                  | un. | Quantidade |
|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
| 1    |            | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL                                                                                                         |     |            |
| 1.1  | 5213403    | Pltuta de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm                                                   | m²  | 8.688.900  |
| 1.2  | 5213408    | Pltuta de faixa com termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm                                                           | m²  | 1.728.240  |
| 1.3  | 5213409    | Pltuta de setas e zebraos com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm                                                 | m²  | 180.270    |
| 1.4  | 4915724    | Calção mecanizada com fixador de cal                                                                                           | m²  | 70.840     |
| 1.5  | 5213400    | Pltuta de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,4 mm                                                                       | m²  | 2.612.080  |
| 2    |            | SINALIZAÇÃO VERTICAL                                                                                                           |     |            |
| 2.1  | 5213572    | Placa em aço - película III + III - fornecimento e implantação                                                                 | m²  | 42.796     |
| 2.2  | DBR5213572 | Placa em aço - película III + IV - fornecimento e implantação                                                                  | m²  | 86.881     |
| 2.3  | 5213578    | Placa em aço, modulada - acima de 2 m² - película III + III - fornecimento e implantação                                       | m²  | 133.500    |
| 2.4  | DBR5213578 | Placa em aço, modulada - acima de 2 m² - película III + IV - fornecimento e implantação                                        | m²  | 26.000     |
| 2.5  | DBR5213572 | Placa em aço - película X + IV - fornecimento e implantação                                                                    | m²  | 1.006      |
| 3    |            | OUTROS                                                                                                                         |     |            |
| 3.1  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico meço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3.00m) | un. | 197.000    |
| 3.2  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico meço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3.50m) | un. | 98.000     |
| 3.3  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico meço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=4.00m) | un. | 45.000     |
| 3.4  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico meço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=4.50m) | un. | 26.000     |
| 3.5  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico meço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=5.00m) | un. | 4.000      |
| 3.6  | 5219608    | Tacha refletiva em plástico injetado - bidirecional tipo III - com um pino - fornecimento e colocação                          | un. | 9.528.000  |
| 3.7  | DBR3713604 | Defensa simples (N2 A V2) - fornecimento e implantação                                                                         | m   | 1.700.000  |
| 3.8  | 3713902    | Terminal absorvedor de energia de abertura com nível de contenção TL3 para defesa metálica - fornecimento e implantação        | un. | 18.000     |
| 3.9  | ECOP-001   | Refletivo prismático                                                                                                           | un. | 508.000    |
| 3.10 | 3713689    | Terminal aéreo de defesa metálica - tipo A - fornecimento e implantação                                                        | un. | 2.000      |
| 3.11 | 3713873    | Módulo de transição de defesa metálica para barreira rígida - fornecimento e implantação                                       | un. | 8.000      |
| 3.12 | 3713617    | Barreira simples de concreto, não armada, moldada no local (perfi New Jersey) - H = 810 + 100 mm                               | m   | 234.000    |
| 3.13 | ECOP-002   | Fornecimento e assentamento de piso tátil de concreto alétra/direcional 40x40cm                                                | m²  | 2.482.400  |

|              |                 |             |              |      |
|--------------|-----------------|-------------|--------------|------|
| 4            | Revisão Geral   | 29/09/24    | W            | DM   |
| 3            | Revisão Geral   | 19/09/24    | W            | DM   |
| 2            | Revisão Geral   | 06/09/24    | W            | DM   |
| 1            | Revisão Geral   | 18/12/23    | W            | DM   |
| 0            | Revisão Inicial |             |              |      |
| Empreendedor |                 | Verificação | Elaborado    | Aut. |
| Moclo Bianco |                 | Emora Sirtz | Cluane J. S. | 4    |

ECOPPLAN

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

QUADRO DE QUANTIDADES - LO

DAER

ESCALAS:

RECEBIM.

DATA:

FEV/2023

FOIHA

0104



24043500085700

QUADRO DE QUANTIDADES

| Item | Código     | Discriminação                                                                                                                  | un. | Quantidade |
|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
| 1    |            | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL                                                                                                         |     |            |
| 1.1  | 5213403    | Pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm                                                  | m²  | 2.17,810   |
| 1.2  | 5213409    | Pintura de setas e zebrações com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm                                              | m²  | 154,470    |
| 1.3  | 4915724    | Calção mecanizada com fixador de cal                                                                                           | m²  | 59,820     |
| 2    |            | SINALIZAÇÃO VERTICAL                                                                                                           |     |            |
| 2.1  | 5213572    | Paca em aço - película III + III - fornecimento e implantação                                                                  | m²  | 5,822      |
| 2.2  | DBR5213572 | Paca em aço - película III + IV - fornecimento e implantação                                                                   | m²  | 6,036      |
| 2.3  | 5213578    | Paca em aço, modulada - acima de 2 m² - película III + III - fornecimento e implantação                                        | m²  | 26,000     |
| 3    |            | OUTROS                                                                                                                         |     |            |
| 3.1  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico naço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=2,50m) | un. | 2,000      |
| 3.2  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico naço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3,00m) | un. | 20,000     |
| 3.3  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico naço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3,50m) | un. | 12,000     |
| 3.4  | 5219608    | Tacha refletiva em plástico injetado - bidirecional tipo III - com um pino - fornecimento e colocação                          | un. | 213,000    |
| 3.5  | 5219643    | Tachão refletivo em resina sintética - bidirecional - fornecimento e colocação                                                 | un. | 72,000     |
| 3.6  | 5219644    | Tachão refletivo em resina sintética - monodirecional - fornecimento e colocação                                               | un. | 31,000     |
| 3.7  | ECOP-03    | Balizador de plástico flexível refletivo                                                                                       | un. | 31,000     |

|               |                 |                   |        |       |  |
|---------------|-----------------|-------------------|--------|-------|--|
| 3             | Revisão Geral   | 19/09/24          | W      | Un    |  |
| 2             | Revisão Geral   | 06/07/24          | W      | Un    |  |
| 1             | Revisão Geral   | 18/12/23          | W      | Un    |  |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23          | W      | Un    |  |
| Revisão       | Descrição       | Data              | Aprova | Assin |  |
| Empreendedor  | Verificador     | Elaborado         | 5      | 3     |  |
| Marcio Bianco | Emerson Stutz   | Clara de J. Stutz |        |       |  |

**ECOPPLAN**  
ECONOMIZANDO

DAER  
ESCALAS:  
-  
DATA: DEZ/2023

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM  
Rodovia : RRS-900  
Código : 472 (P/ SMO RODUJ)  
Extensão : 545950030  
PROJETO DE SINALIZAÇÃO  
QUADRO DE QUANTIDADES - INT 1

S.E.P.  
FOLHA 02/04





24043500085700

QUADRO DE QUANTIDADES

| Item | Código     | Discriminação                                                                                                                    | un. | Quantidade |
|------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
|      |            |                                                                                                                                  |     |            |
| 1    |            | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL                                                                                                           |     |            |
| 1.1  | 5213403    | Pintura de faixa com tinta acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm                                                    | m²  | 642,380    |
| 1.2  | 5213409    | Pintura de setas e zebrações com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm                                                | m²  | 348,370    |
| 1.3  | 4915724    | Caleção mecanizada com fixador de cal                                                                                            | m²  | 204,857    |
|      |            |                                                                                                                                  |     |            |
| 2    |            | SINALIZAÇÃO VERTICAL                                                                                                             |     |            |
| 2.1  | 5213572    | Placa em aço - película III + III - fornecimento e implantação                                                                   | m²  | 4,992      |
| 2.2  | DBR5213572 | Placa em aço - película III + IV - fornecimento e implantação                                                                    | m²  | 6,036      |
| 2.3  | 5213578    | Placa em aço, modulada - acima de 2 m² - película III + III - fornecimento e implantação                                         | m²  | 36,500     |
|      |            |                                                                                                                                  |     |            |
| 3    |            | OUTROS                                                                                                                           |     |            |
| 3.1  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico maciço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3,00m) | un. | 21,000     |
| 3.2  | 5213352    | Suporte polimérico ecológico maciço colapsível quadrado de 8 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação (h=3,50m) | un. | 19,000     |
| 3.3  | 5219608    | Tacheta refletiva em plástico injetado - bidirecional tipo III - com um pino - fornecimento e colocação                          | un. | 748,000    |
| 3.4  | 5219615    | Tacheta refletiva em plástico injetado - monodirecional tipo III - com um pino - fornecimento e colocação                        | un. | 37,000     |
| 3.5  | 5219643    | Tacheta refletiva em resina sintética - bidirecional - fornecimento e colocação                                                  | un. | 160,000    |
| 3.6  | 5219644    | Tacheta refletiva em resina sintética - monodirecional - fornecimento e colocação                                                | un. | 103,000    |
| 3.7  | 5213837a   | Balizador flexível delimitador de tráfego com duas faixas refletivas e chumbador - D = 20 cm e H = 80 cm                         | un. | 829,000    |
| 3.8  | 5213837    | Cilindro flexível delimitador de tráfego com duas faixas refletivas e chumbador - D = 20 cm e H = 80 cm                          | un. | 97,000     |

|                         |                 |                           |              |            |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|------------|
| 3                       | Revisão Geral   | 19/09/24                  | W            | 100%       |
| 2                       | Revisão Geral   | 06/09/24                  | W            | 100%       |
| 1                       | Revisão Geral   | 18/12/23                  | W            | 100%       |
| 0                       | Revisão Inicial |                           |              |            |
| Descrição               |                 | Data                      |              | Assinatura |
| Elaborado: Marco Bianco |                 | Verificado: Emerson Stutz | Classe: 3.58 | Revisão: 3 |

ECOPLAN

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

DAER

ESCALA: -

DATA: DEZ/2023

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

QUADRO DE QUANTIDADES - INT 2

FOILHA 03/04



## QUADRO DE QUANTIDADES

| Item | Código     | Descrição                                                                                                                    | un. | Quantidade |
|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
|      |            | <b>SMALIZAÇÃO HORIZONTAL</b>                                                                                                 |     |            |
| 1    |            |                                                                                                                              |     |            |
| 1.1  | 5213403    | Pilura de faixa com tita arica emboscada em água - espessura de 0,5 mm                                                       | m²  | 9.529,090  |
| 1.2  | 5213408    | Pilura de faixa com termoplástico por asfalto - espessura de 1,5 mm                                                          | m²  | 1.728,240  |
| 1.3  | 5213409    | Pilura de setas e zebrados com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm                                              | m²  | 683,110    |
| 1.4  | 4919724    | Ciação recamizada com frator de cal                                                                                          | m²  | 335,516    |
| 1.5  | 5213400    | Pilura de faixa com tita arica - espessura de 0,4 mm                                                                         | m²  | 2.612,090  |
|      |            |                                                                                                                              |     |            |
| 2    |            | <b>SMALIZAÇÃO VERTICAL</b>                                                                                                   |     |            |
| 2.1  | 5213572    | Paca em aço - película III + III - fornecimento e implantação                                                                | m²  | 53,610     |
| 2.2  | DBR6213572 | Paca em aço - película III + IV - fornecimento e implantação                                                                 | m²  | 98,953     |
| 2.3  | 5213578    | Paca em aço, modular - acima de 2 m² - película III + II - fornecimento e implantação                                        | m²  | 196,000    |
| 2.4  | DBR6213578 | Paca em aço, modular - acima de 2 m² - película III + IV - fornecimento e implantação                                        | m²  | 26,000     |
| 2.5  | DBR6213572 | Paca em aço - película X + IV - fornecimento e implantação                                                                   | m²  | 1,006      |
|      |            |                                                                                                                              |     |            |
| 3    |            | <b>OUTROS</b>                                                                                                                |     |            |
| 3.1  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=2,50m) | un. | 2,000      |
| 3.2  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=3,00m) | un. | 238,000    |
| 3.3  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=3,50m) | un. | 129,000    |
| 3.4  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=4,00m) | un. | 45,000     |
| 3.5  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=4,50m) | un. | 26,000     |
| 3.6  | 5213352    | Soporte poliférico ecológico macço colapsável quadrado de 8 cm para placa de snabeção - fornecimento e implantação (n=5,00m) | un. | 4,000      |
| 3.7  | 5219808    | Tacha refletiva em plástico plizado - bidirecional tipo II - com um pino - fornecimento e colocação                          | un. | 10.487,000 |
| 3.8  | 5219615    | Tacha refletiva em plástico plizado - bidirecional tipo II - com um pino - fornecimento e colocação                          | un. | 37,000     |
| 3.9  | 5219643    | Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional - fornecimento e colocação                                                | un. | 232,000    |
| 3.10 | 5219644    | Tachão refletivo em resina sintética - monodirecional - fornecimento e colocação                                             | un. | 134,000    |
| 3.11 | 5213837    | Balzador fixável de indicador de tráfego com duas faixas refletivas e durímetro - D = 20 cm e H = 80 cm                      | un. | 860,000    |
| 3.12 | 5213837    | Cilindro flexível de indicador de tráfego com duas faixas refletivas e durímetro - D = 20 cm e H = 80 cm                     | un. | 97,000     |
| 3.13 | DBR3713604 | Defensa simples (N2 A V2) - fornecimento e implantação                                                                       | m   | 1.700,000  |
| 3.14 | 3713962    | Terminal observador de energia de abertura com nível de contenção TL3 para defesa metélica - fornecimento e implantação      | un. | 18,000     |
| 3.15 | ECOP-001   | Refletivo prismático                                                                                                         | un. | 508,000    |
| 3.16 | 3713689    | Terminal aéreo de defesa metélica - tipo A - fornecimento e implantação                                                      | un. | 2,000      |
| 3.17 | 3713873    | Módulo de transição de defesa metélica para barreira rígida - fornecimento e implantação                                     | un. | 8,000      |
| 3.18 | 3713817    | Barreira simples de concreto, não armada, modular no local (perfil New Jersey) - H = 910 + 100 mm                            | m   | 234,000    |
| 3.19 | ECOP-002   | Fornecimento e assentamento de piso tátil de concreto armado (dimensão 40x40cm)                                              | m²  | 2.482,400  |

|                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>DAER</b><br>DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                                                                                                 |  | <b>S.E.P.</b>                                                                                                            |  |
| <b>ECOPLAN</b><br><small>ESTUDO DE CUSTO DE PROJEÇÃO</small>                                                                                                |  |                                                                                                                          |  |
| <b>PROLETO DE SINALIZAÇÃO</b><br>QUADRO DE QUANTIDADES - TOTAL                                                                                              |  | <b>DATA:</b><br>02/2/2023                                                                                                |  |
| <b>ESCALAS:</b><br>Rodovias : ERS - 850<br>Trecho : ERS - 472 (P. SÃO BORDA) - ENTR. ERS - 461 (SÃO NICOLAU)<br>Código : 555ERSS030<br>Emissão : 25/06/2023 |  | <b>FOLHA</b><br>04/04                                                                                                    |  |
| <b>Revisão</b><br>0<br>1<br>2<br>3<br>4                                                                                                                     |  | <b>Verificação</b><br>Etenio Stenz<br><i>Elaine J. Stenz</i><br>05/05/24<br>19/04/24<br>06/03/24<br>30/01/24<br>18/12/23 |  |
| <b>Elaborado por</b><br>M.B.                                                                                                                                |  | <b>Revisado por</b><br>4                                                                                                 |  |



24043500085700



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

**2.7 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)

522

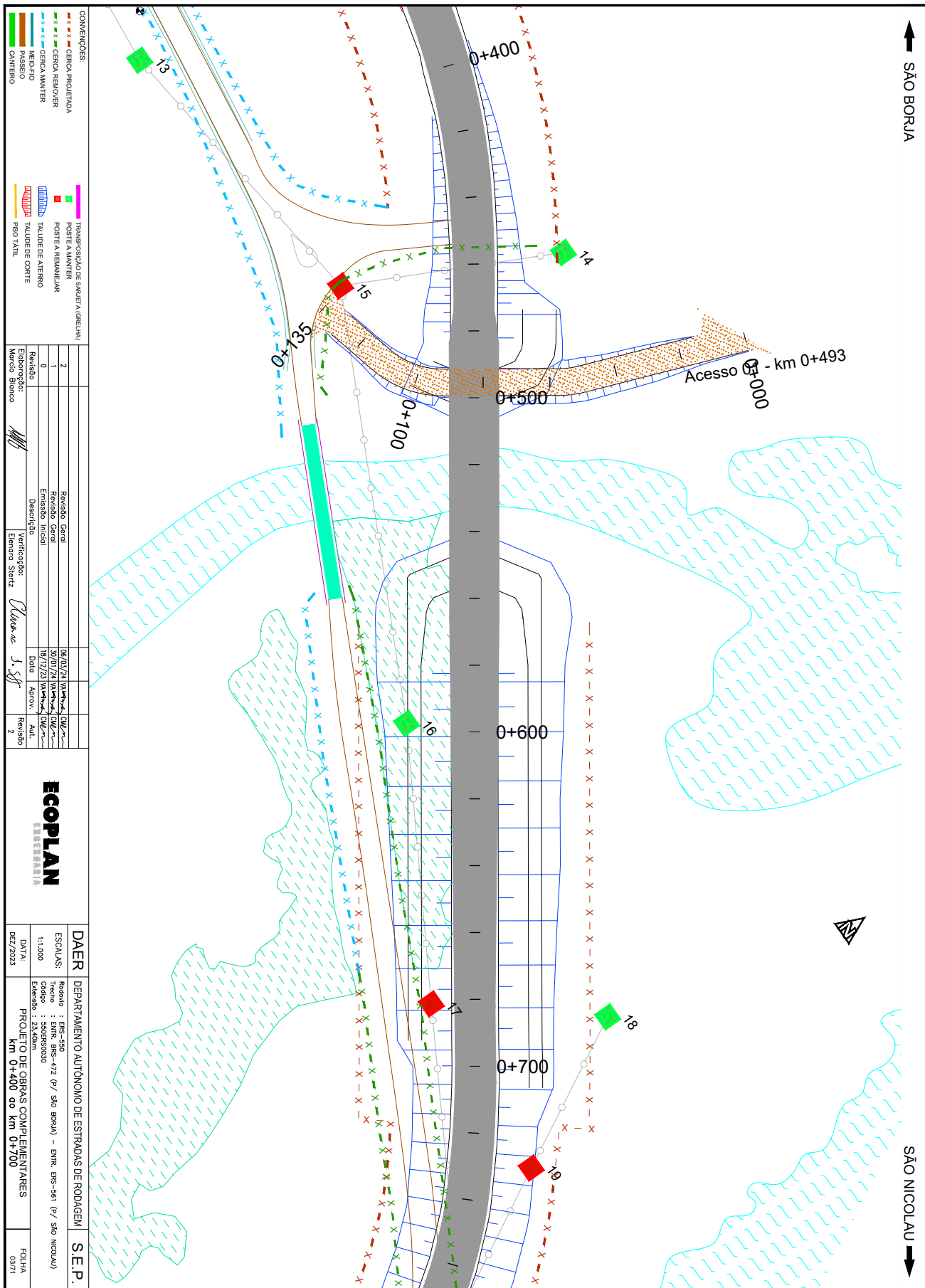








24043500085700

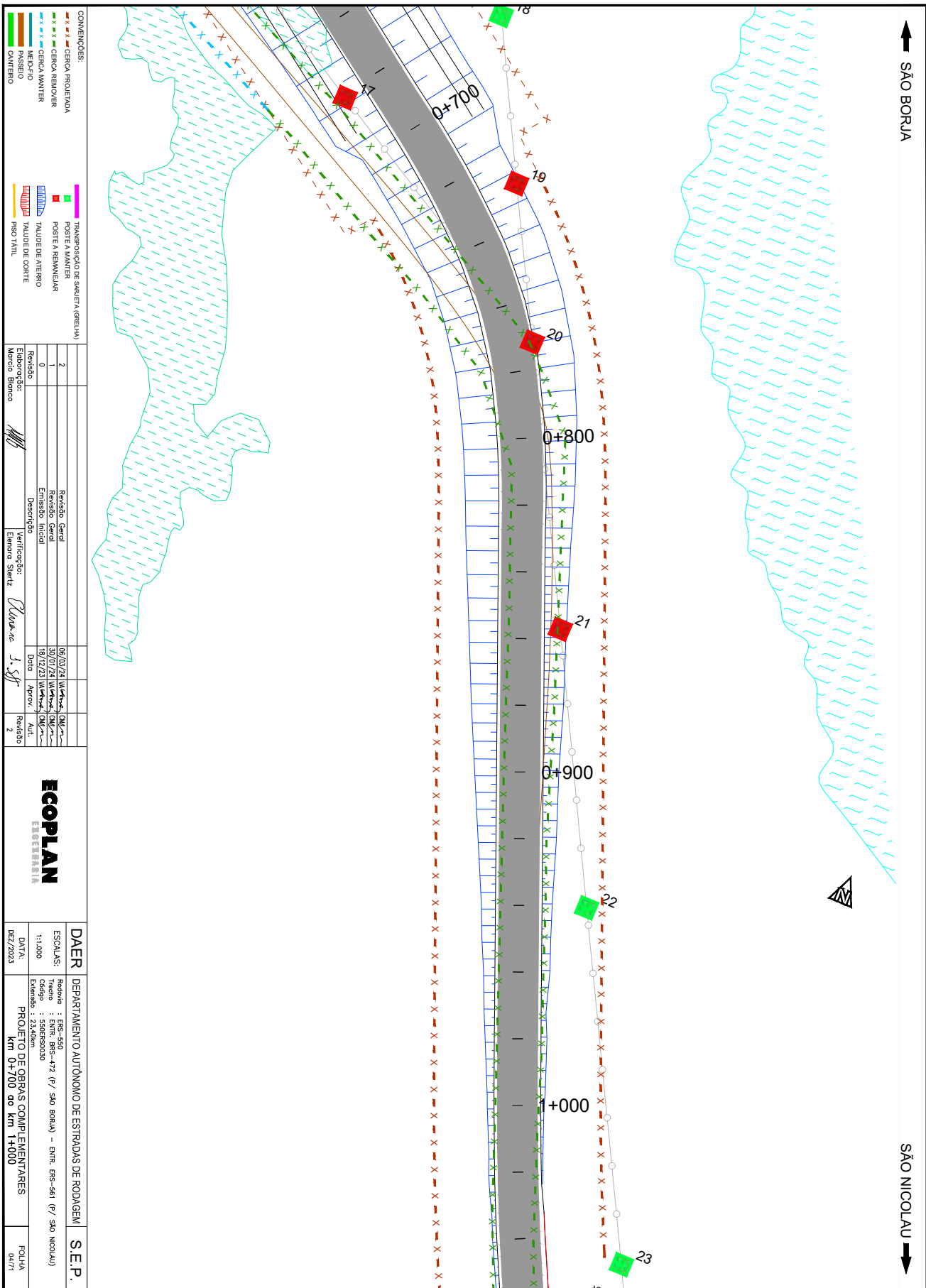


525





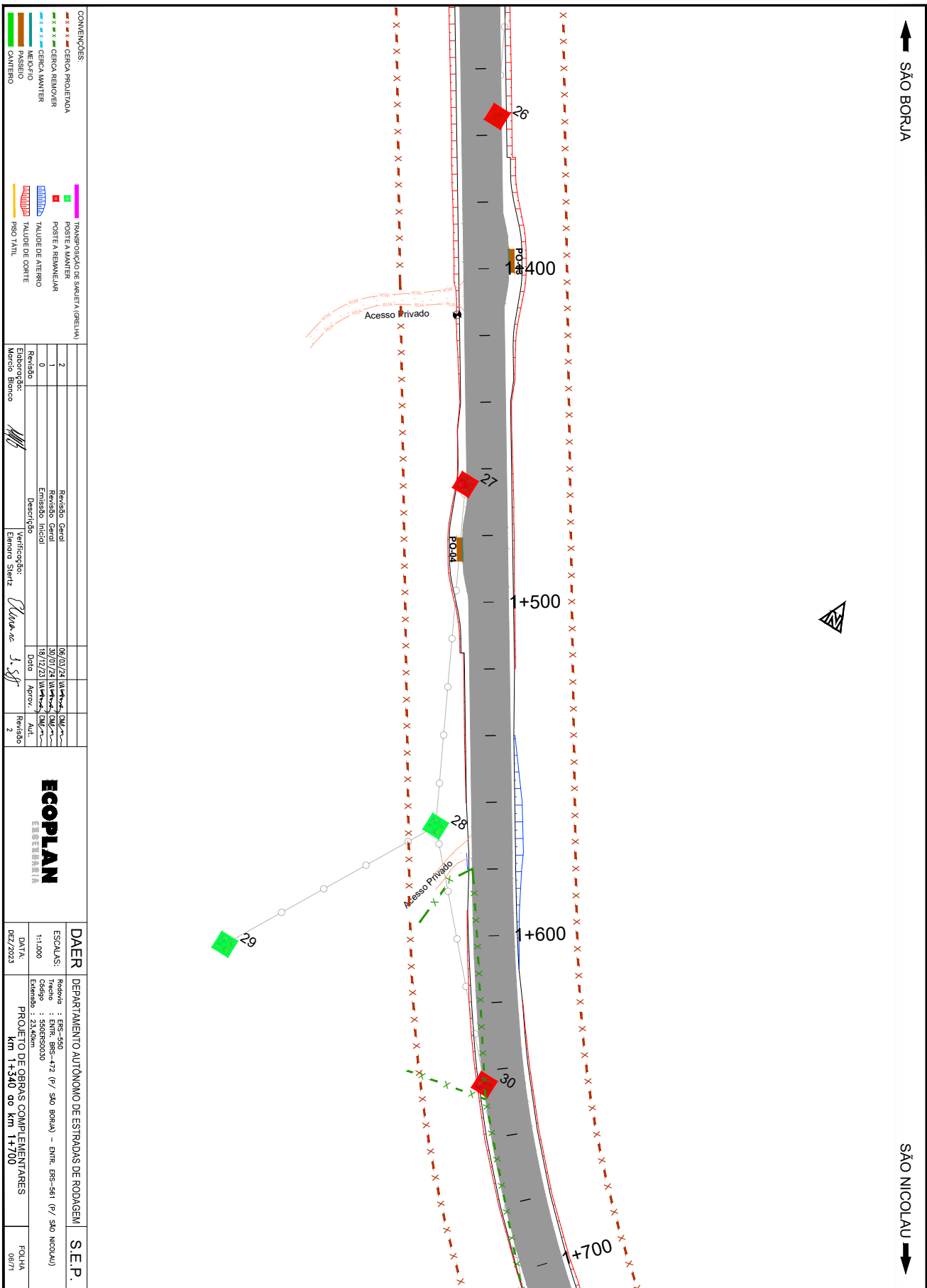
24043500085700







24043500085700

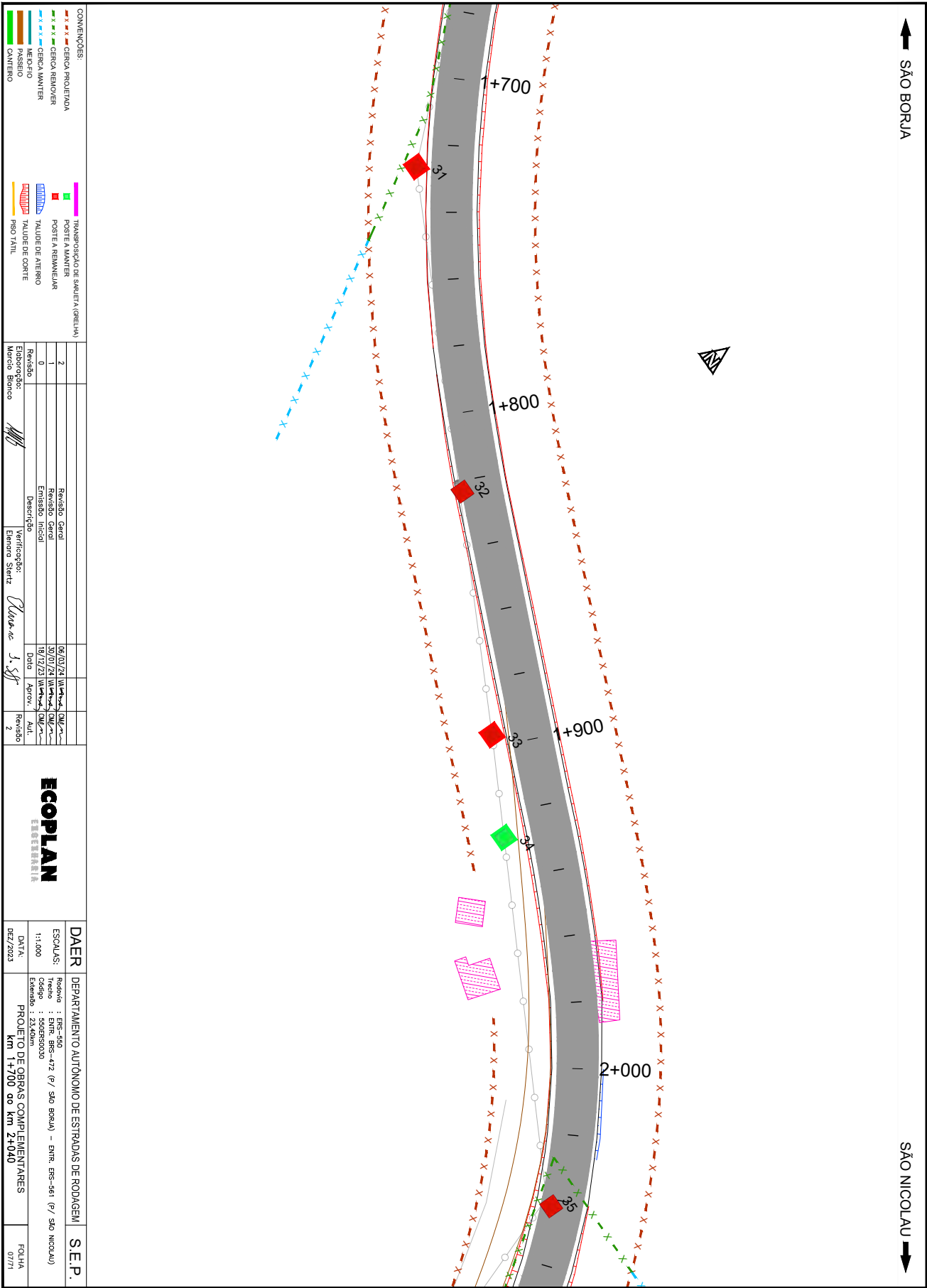


528



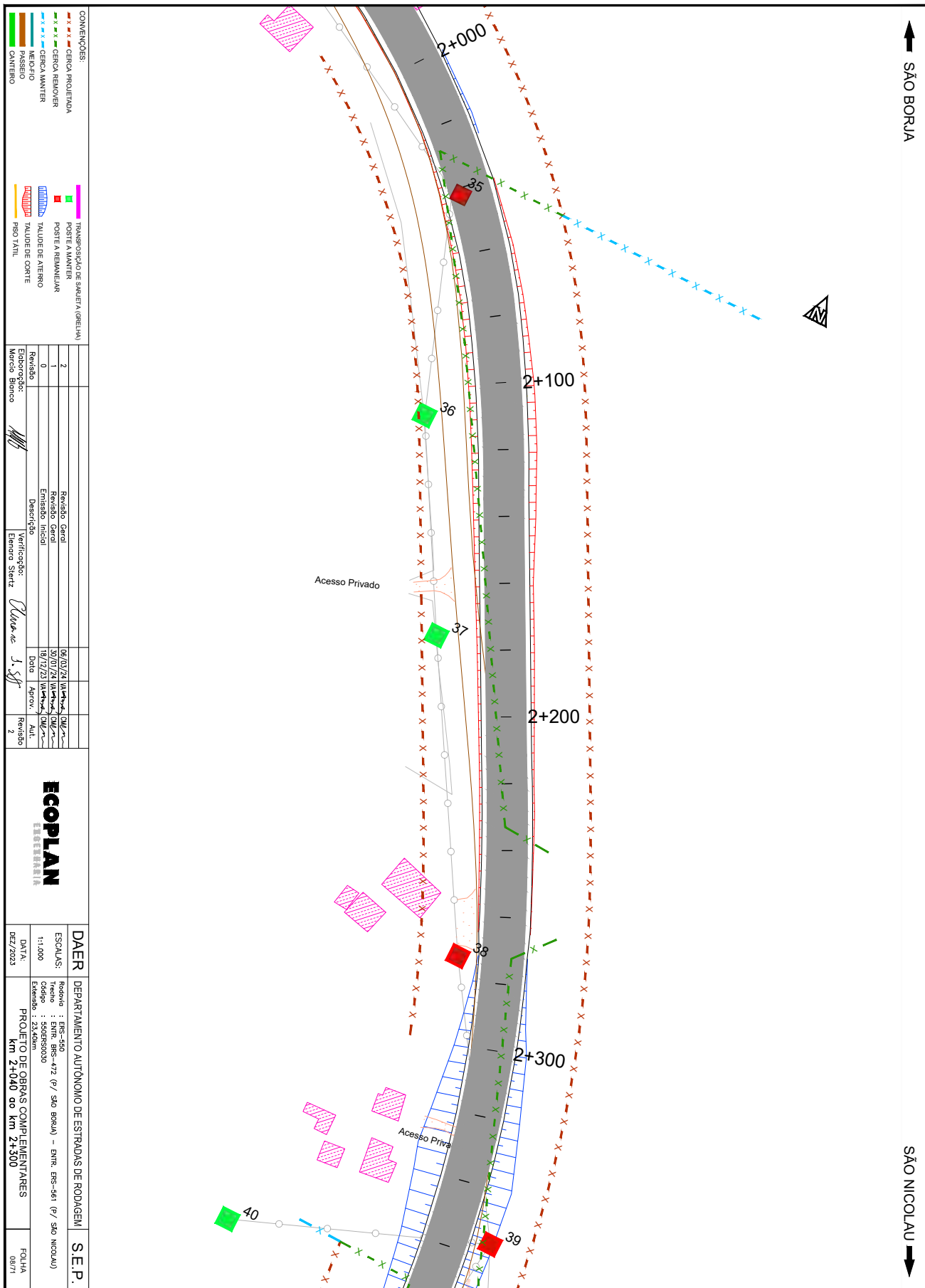


24043500085700





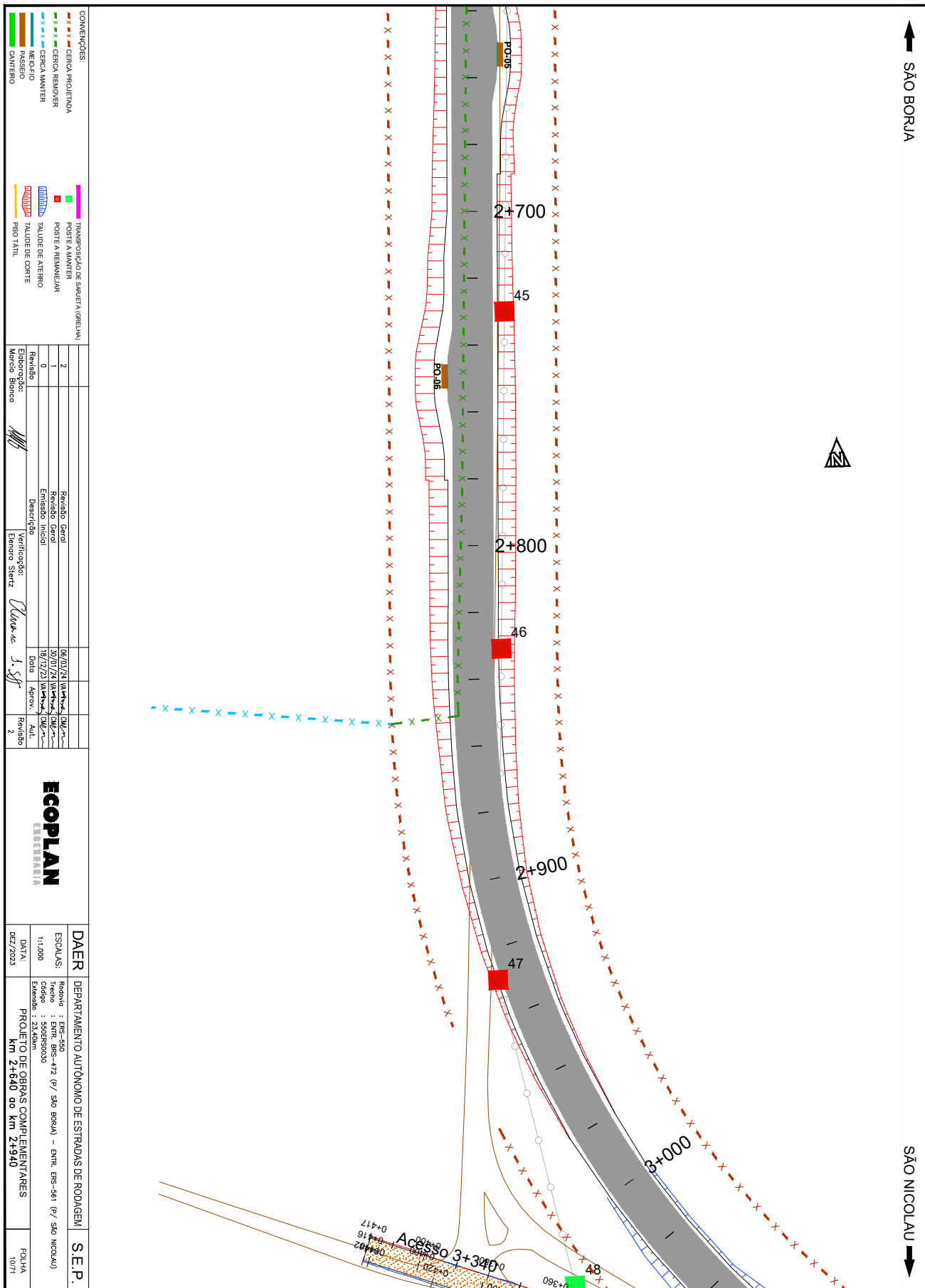
24043500085700







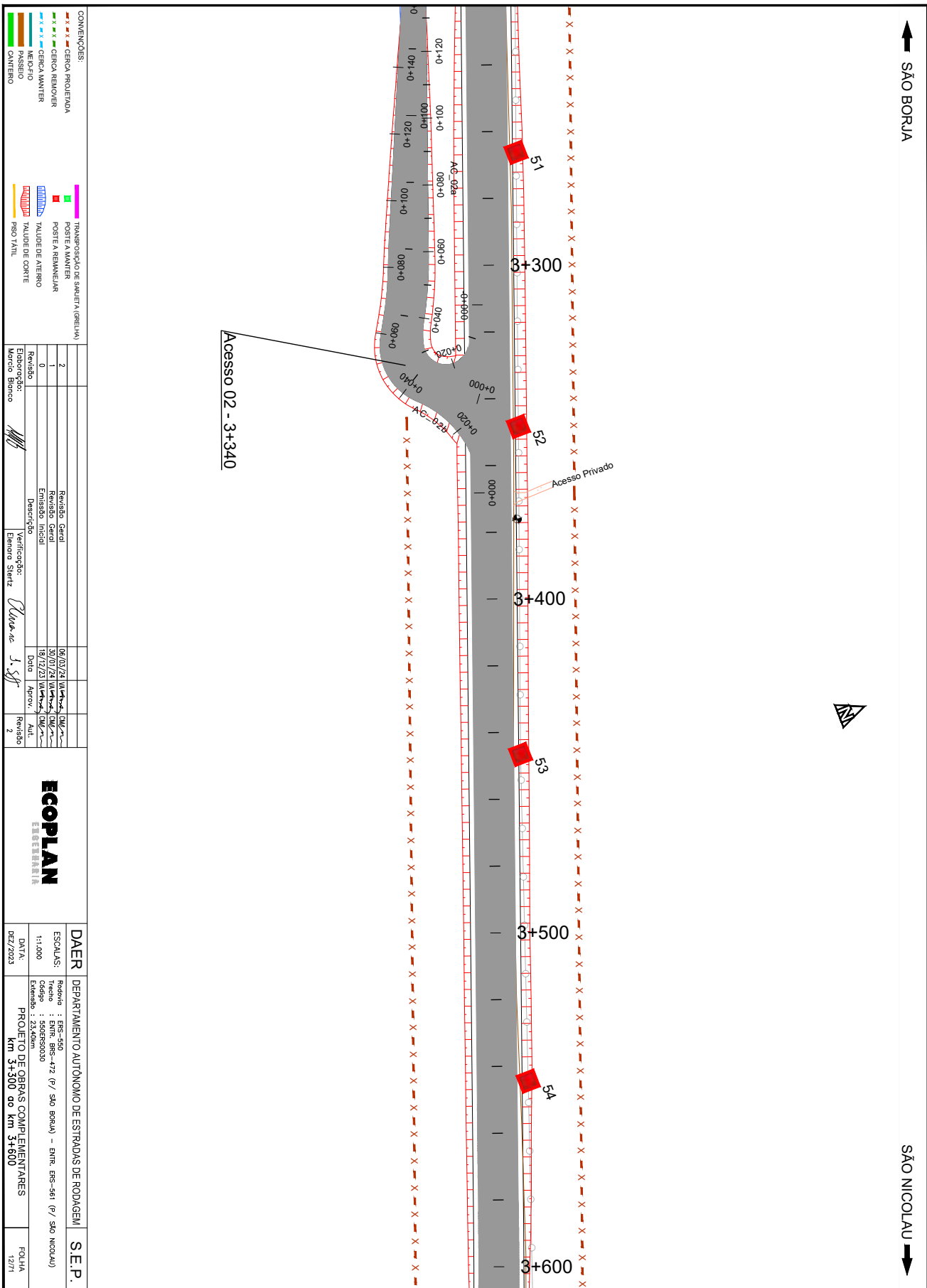
24043500085700







24043500085700



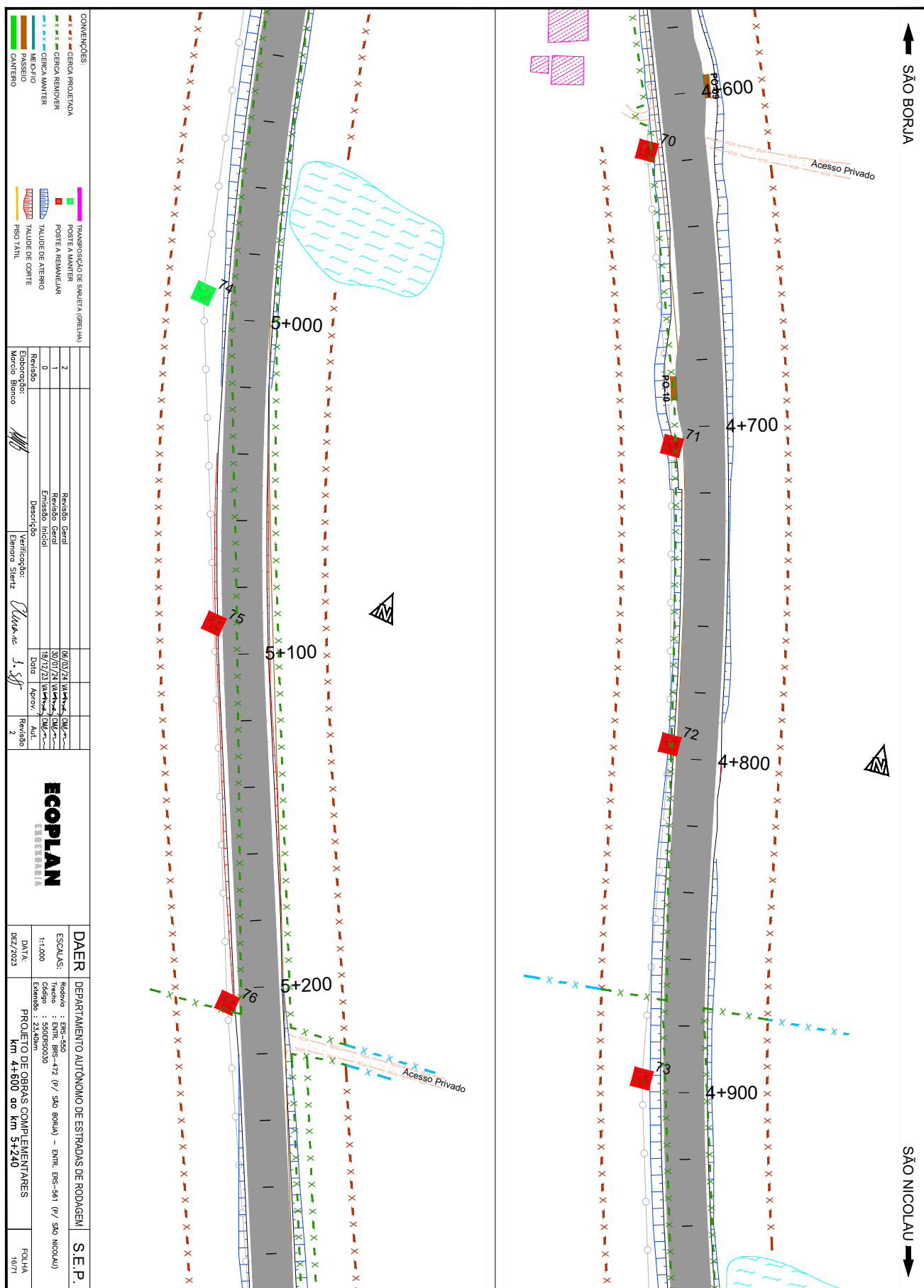






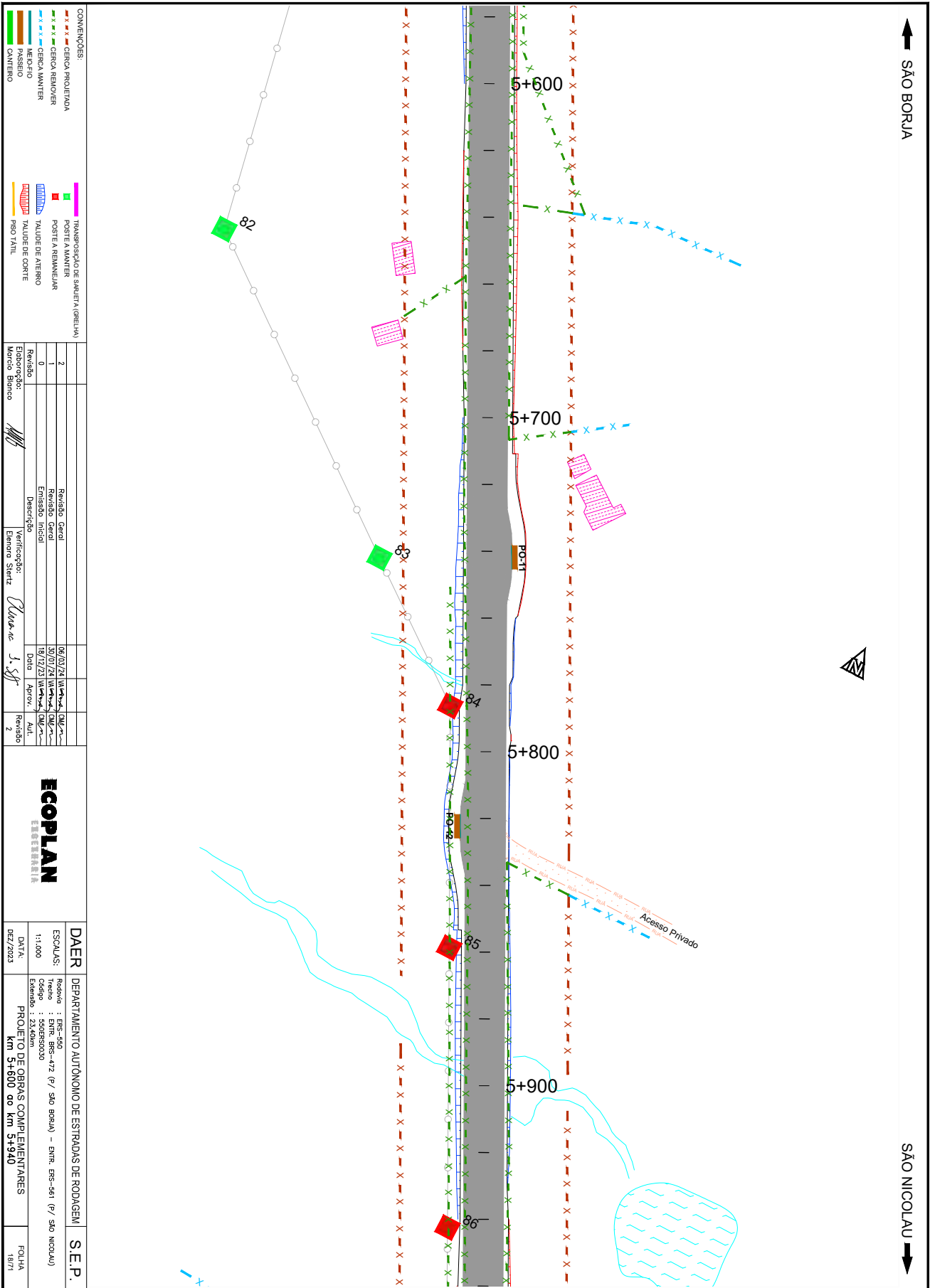


24043500085700



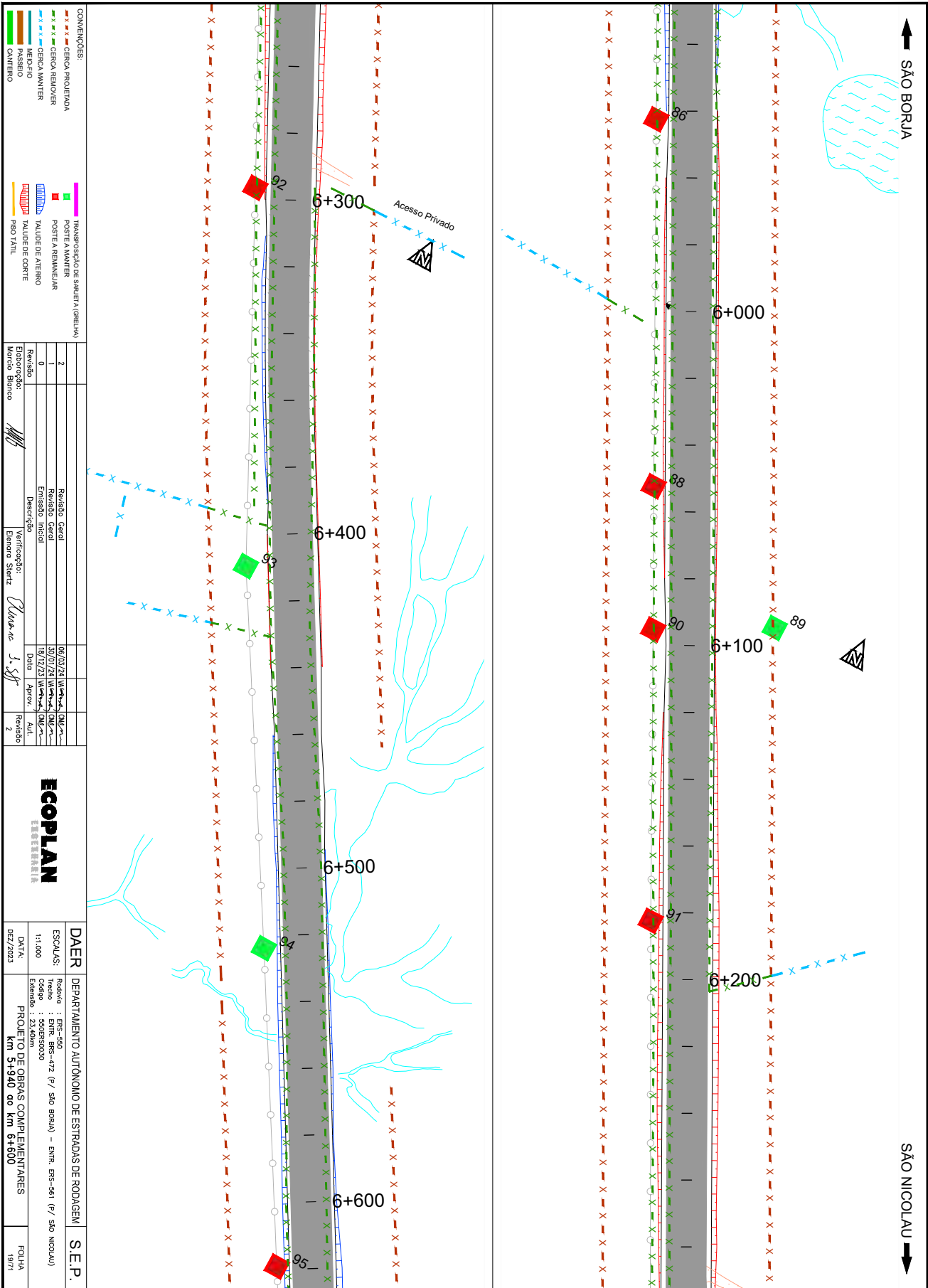
538





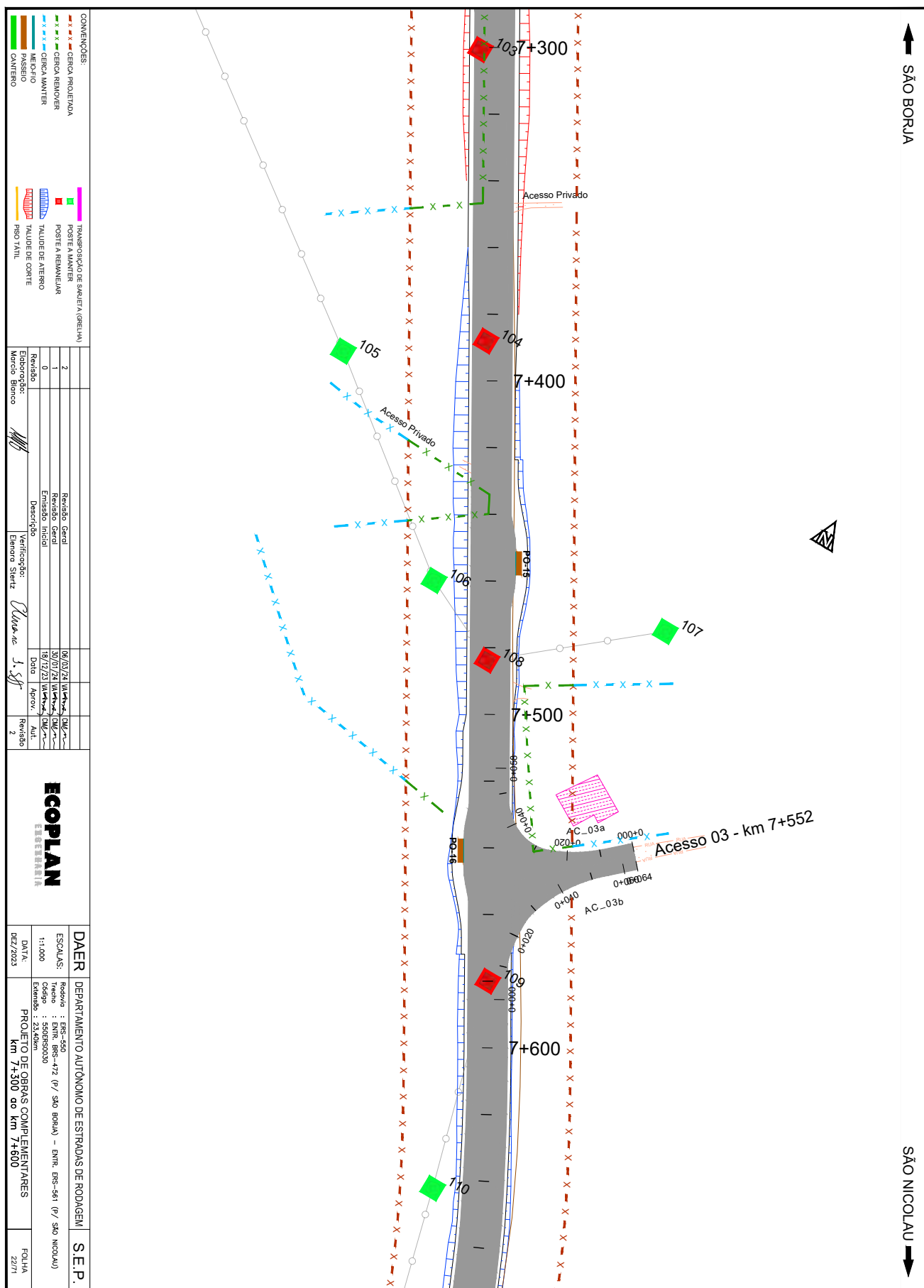


24043500085700



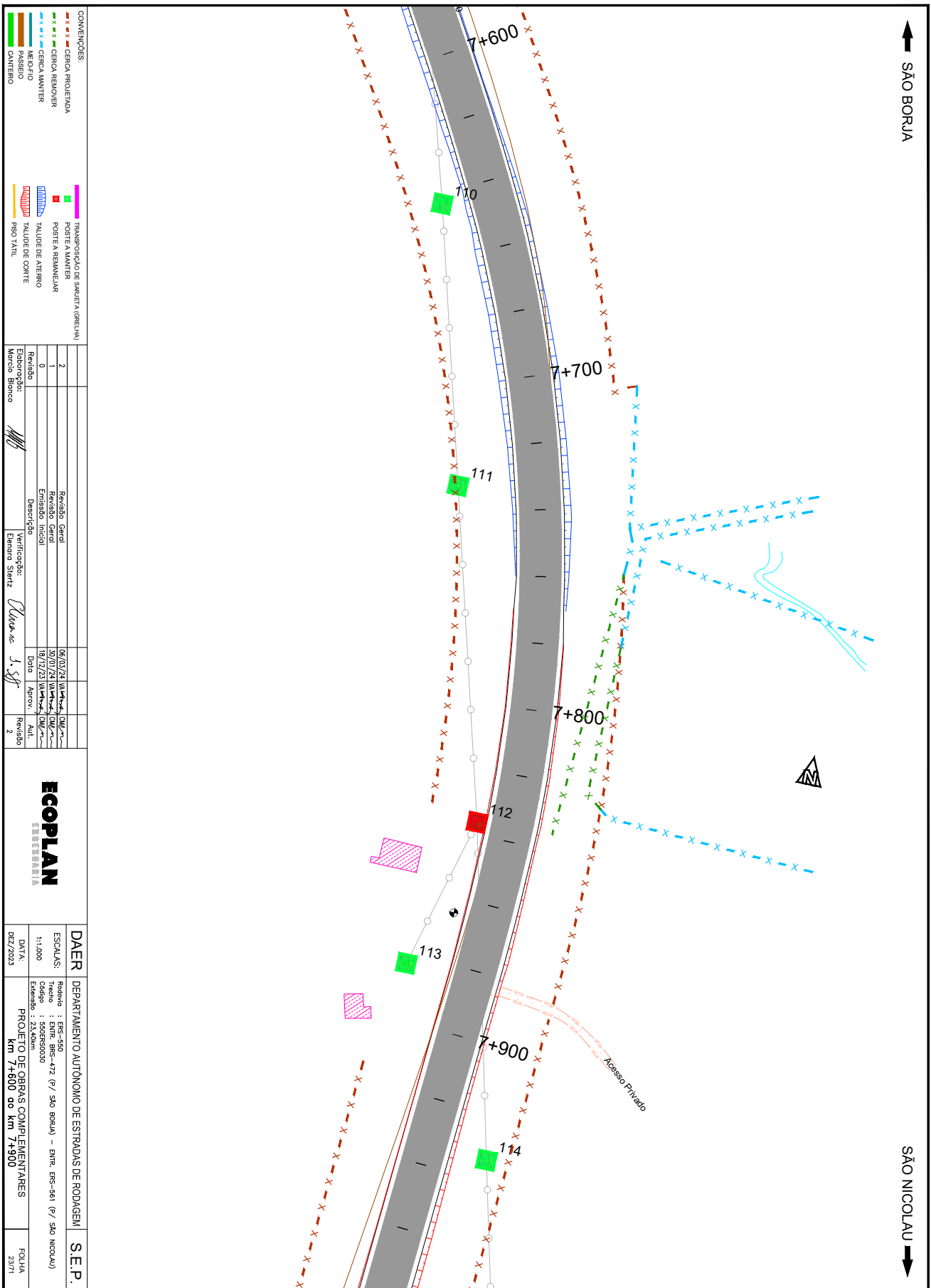








24043500085700

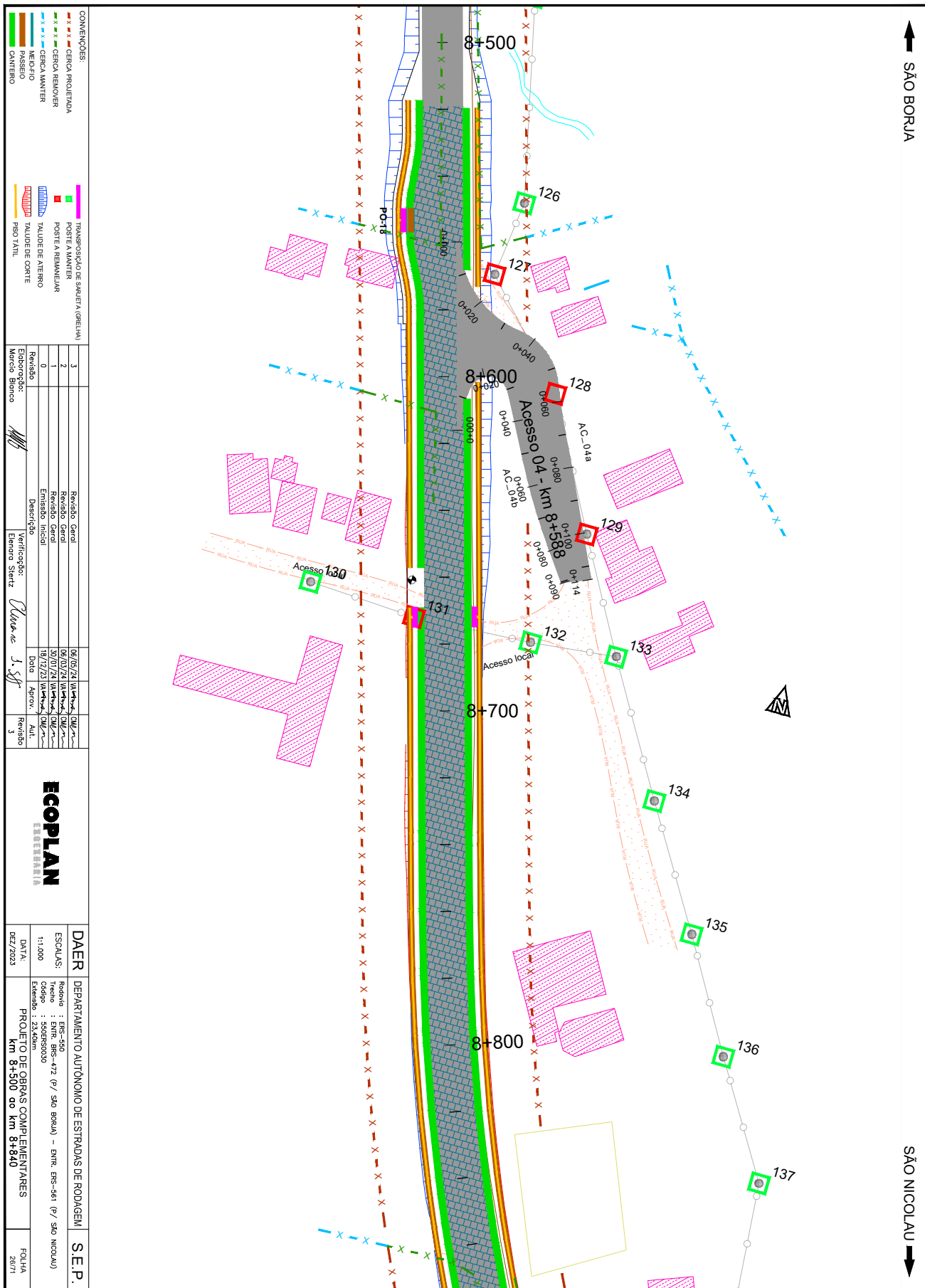








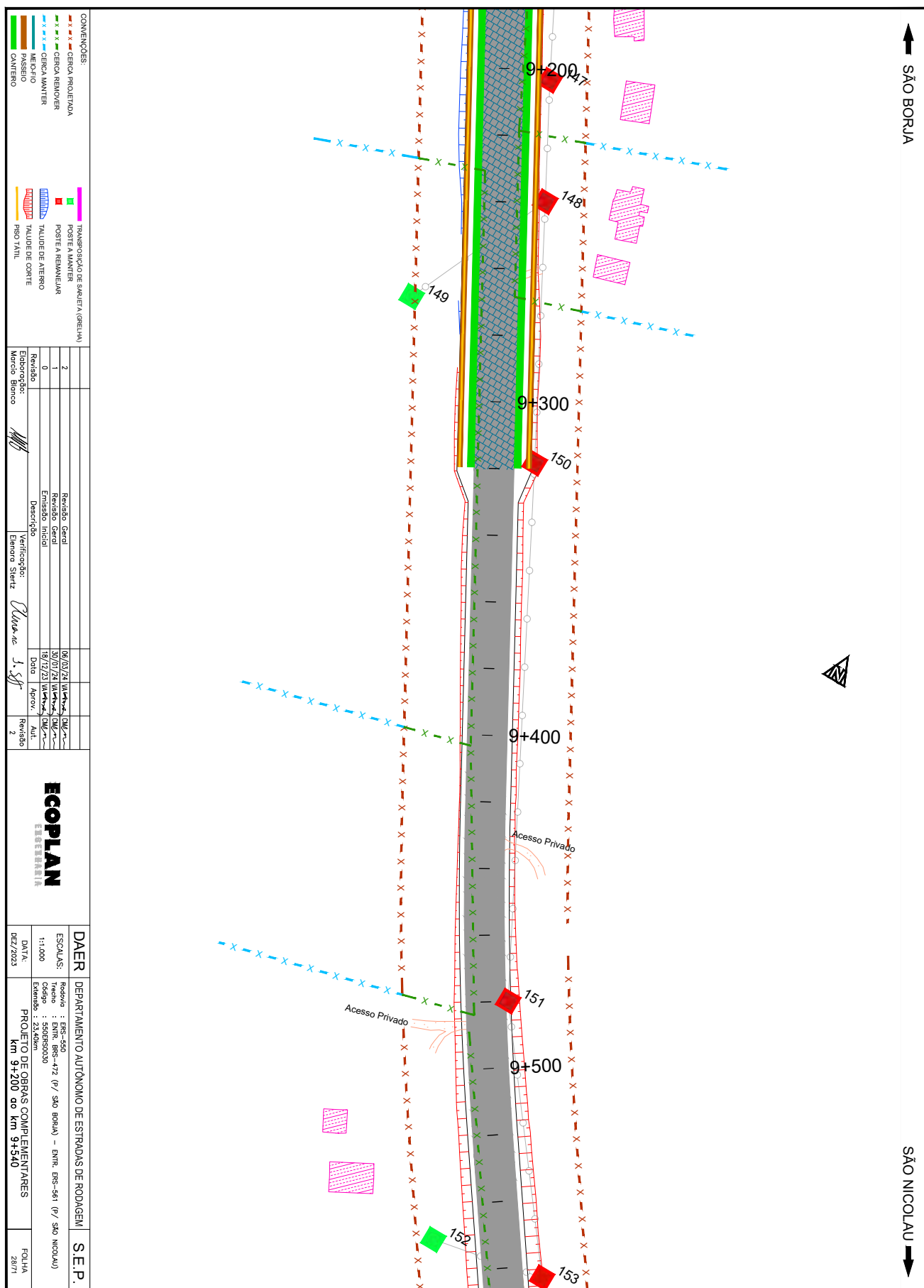
24043500085700





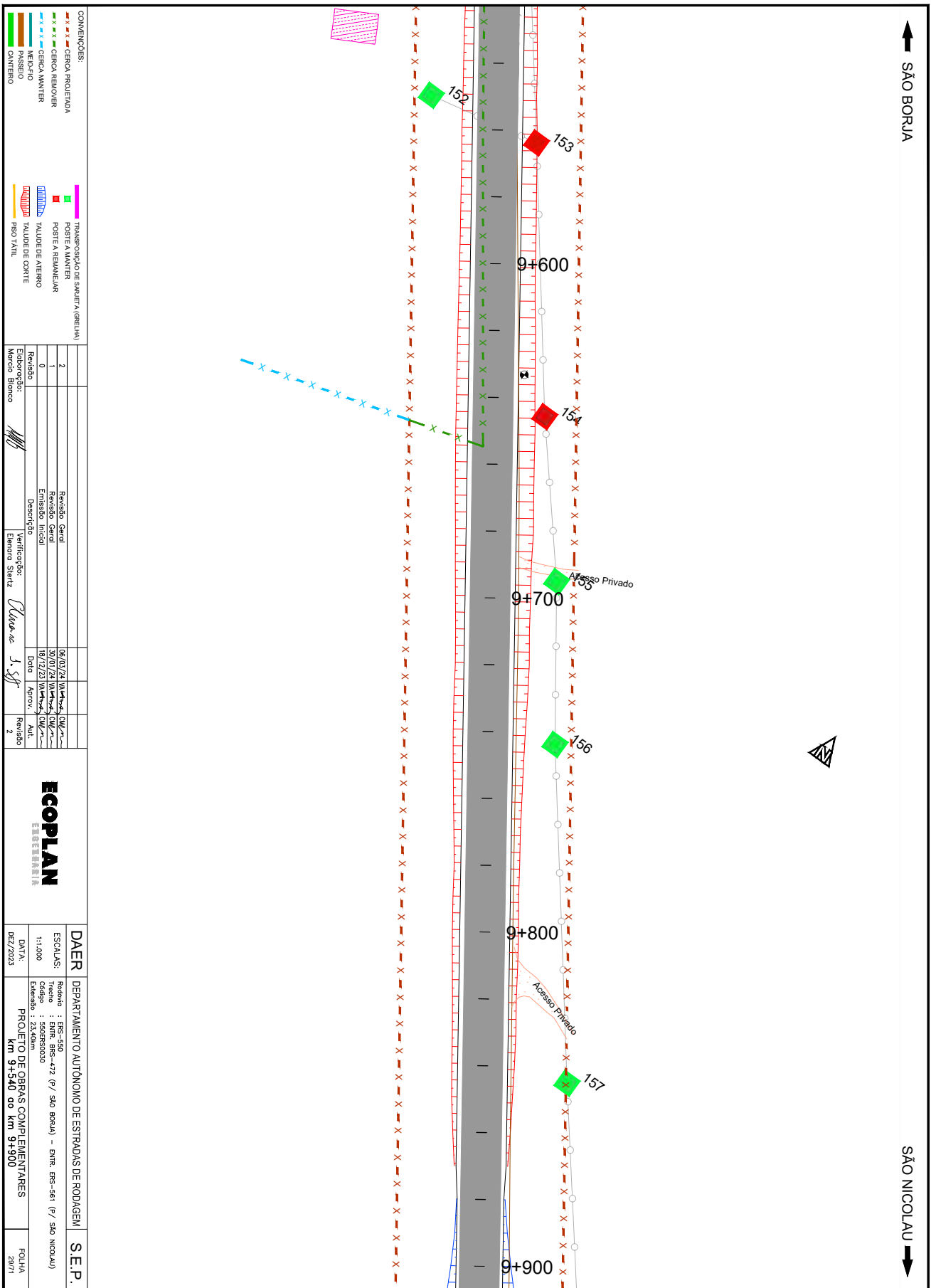


24043500085700





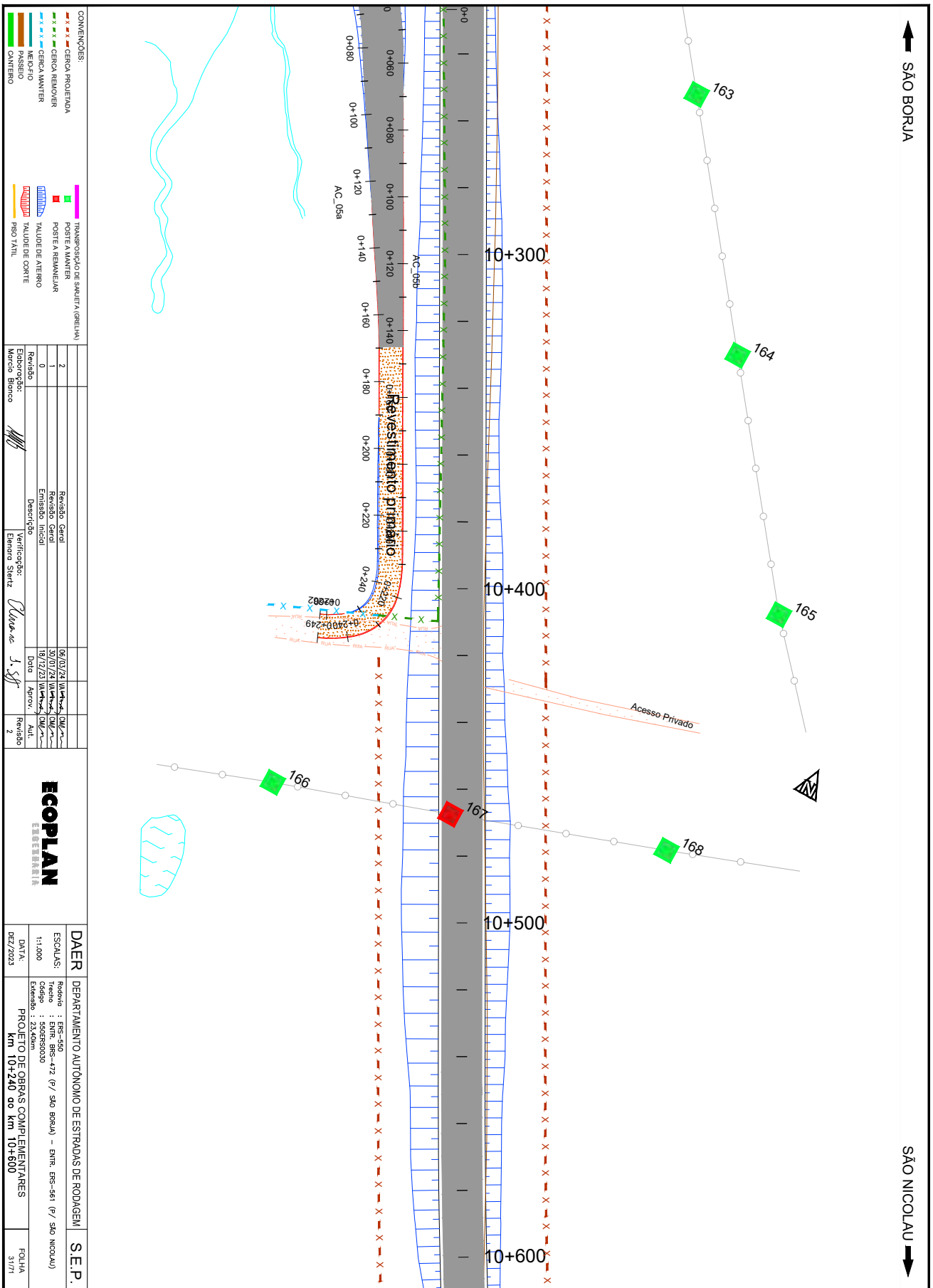
24043500085700







24043500085700



553

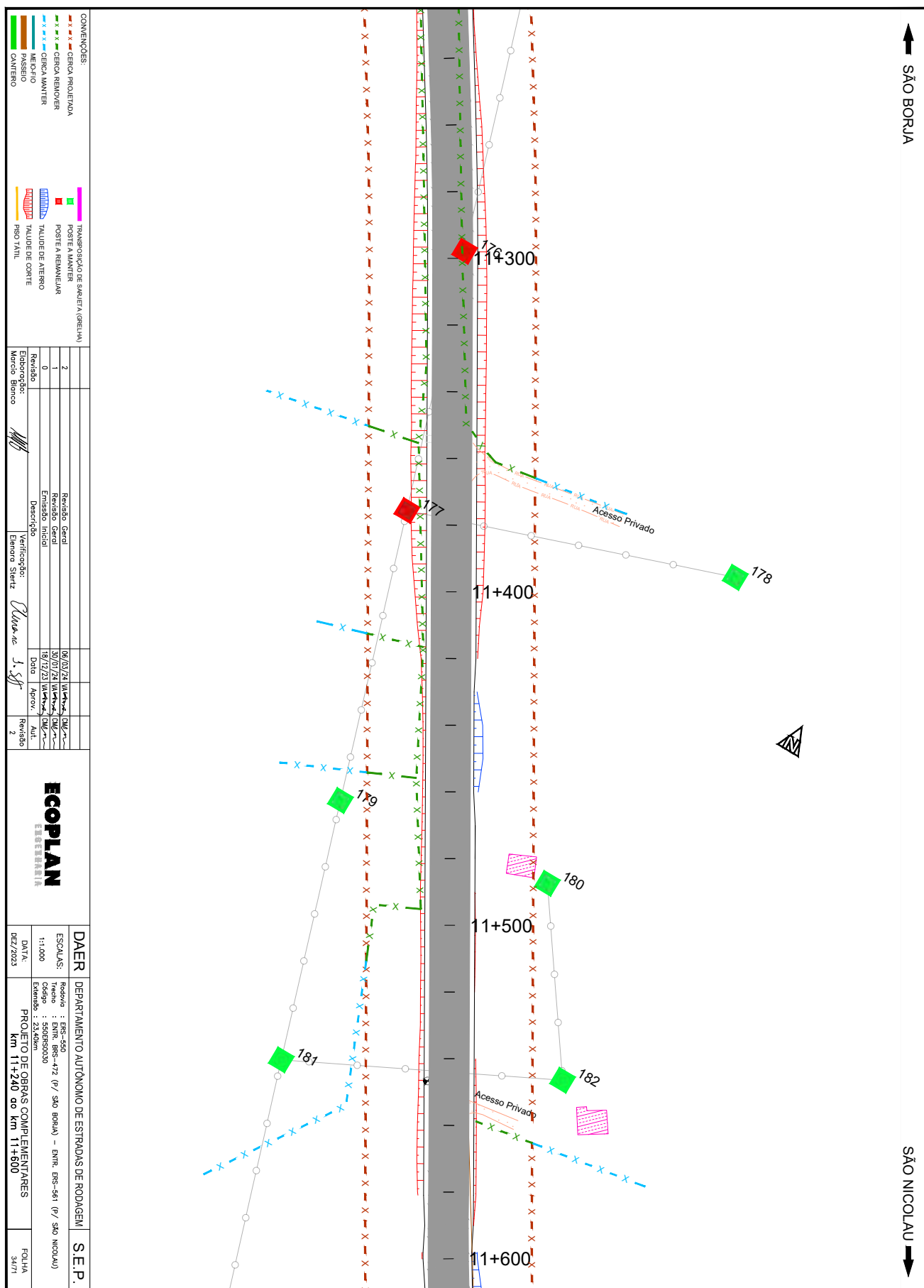






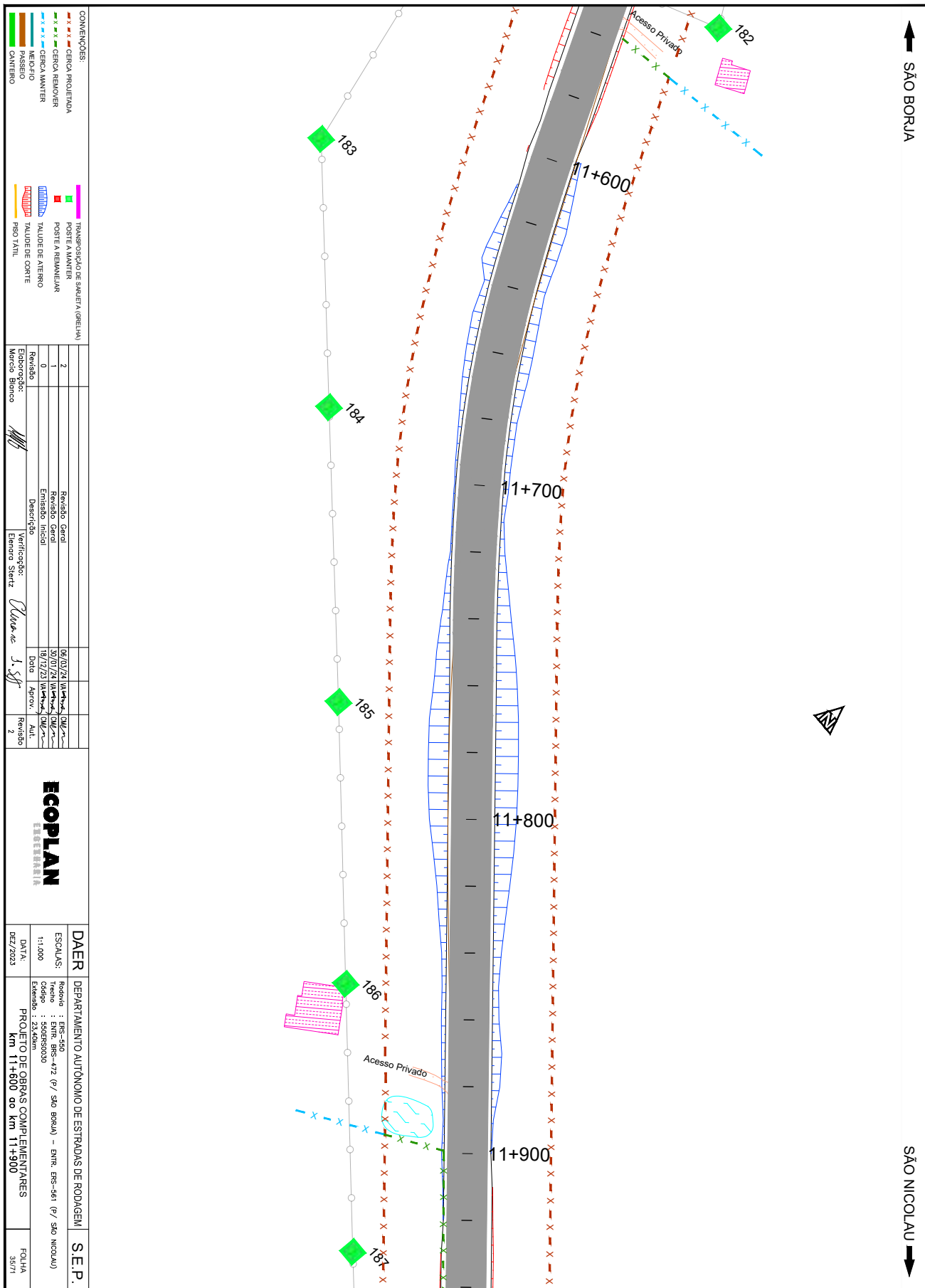


24043500085700





24043500085700

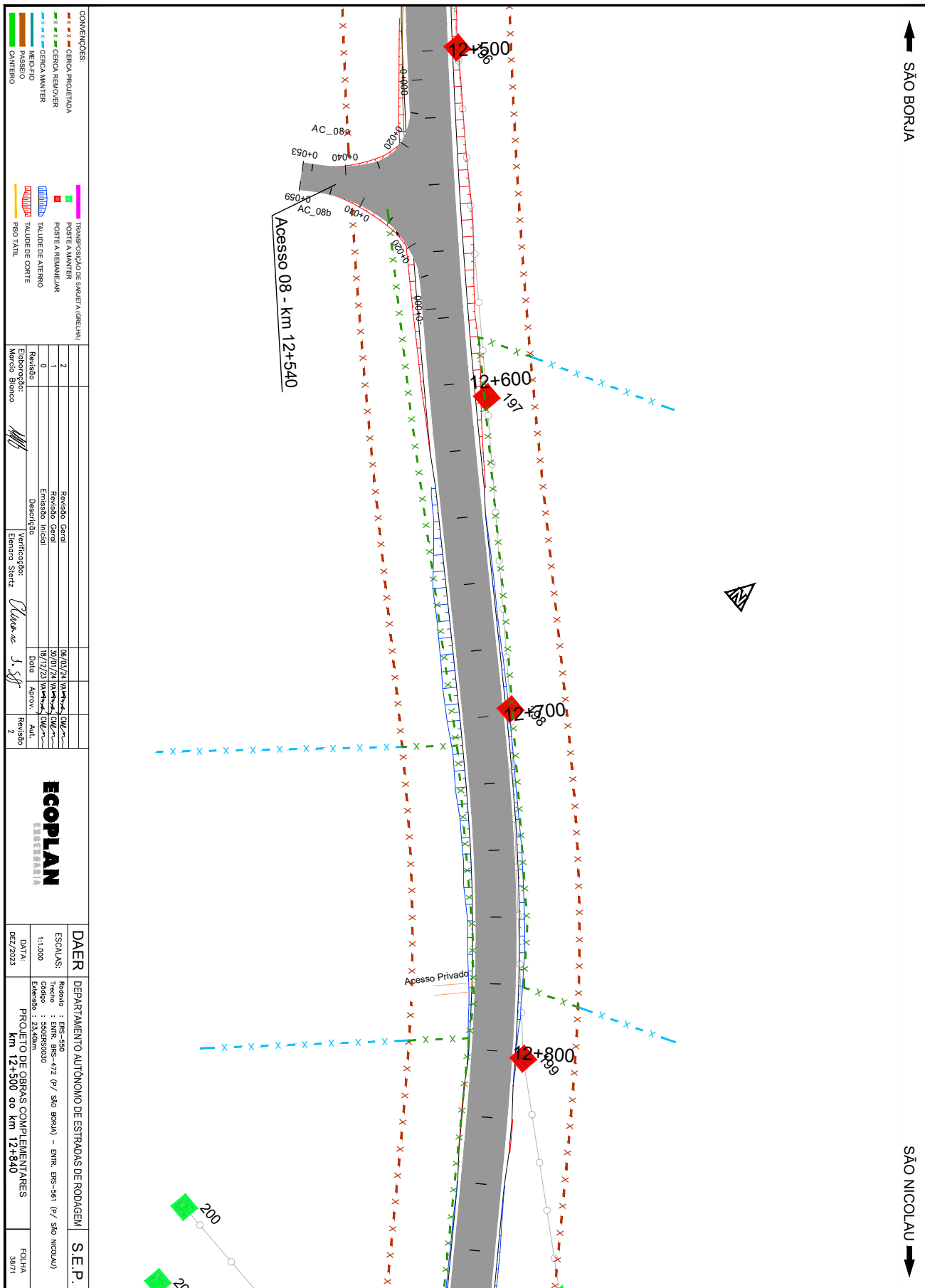






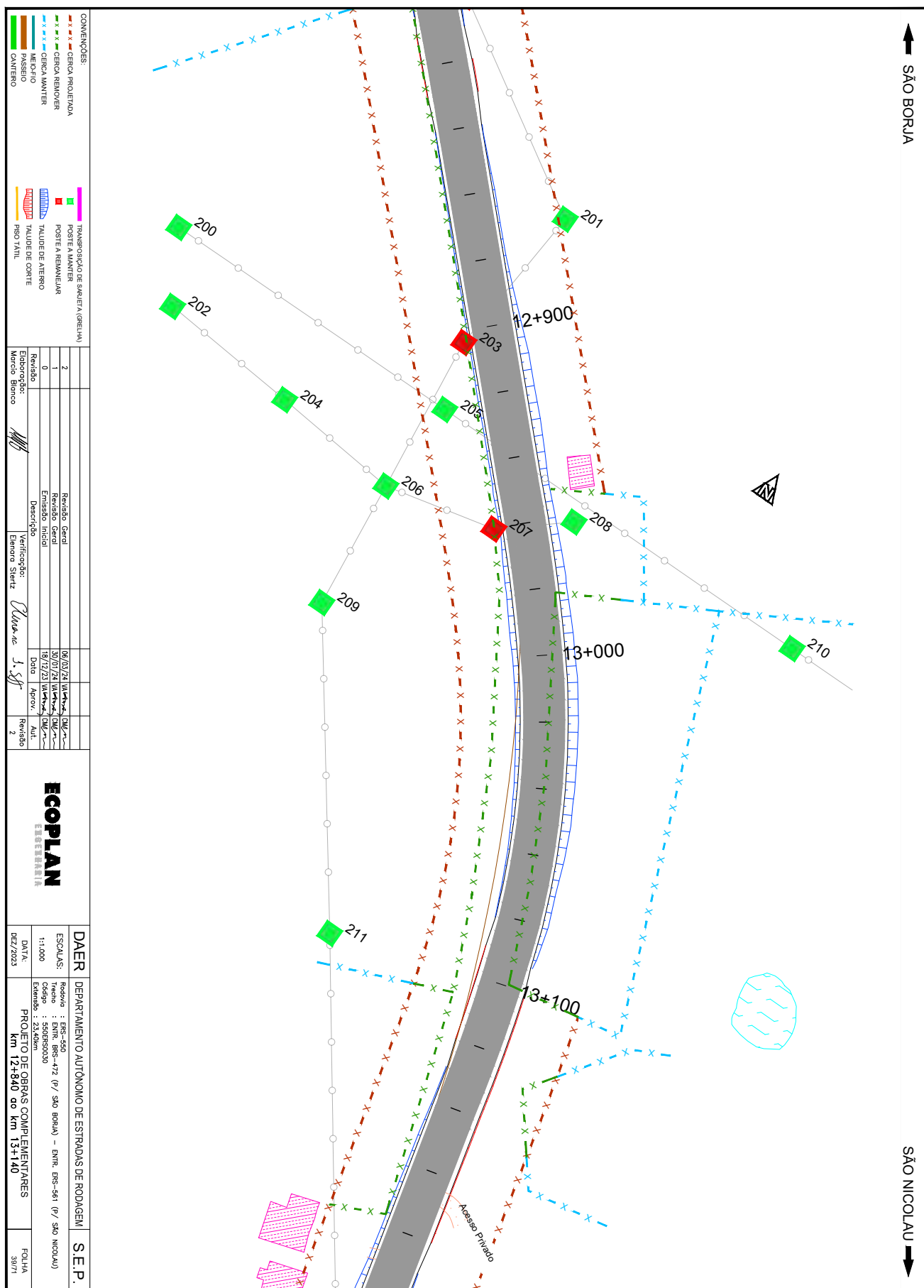


24043500085700





24043500085700

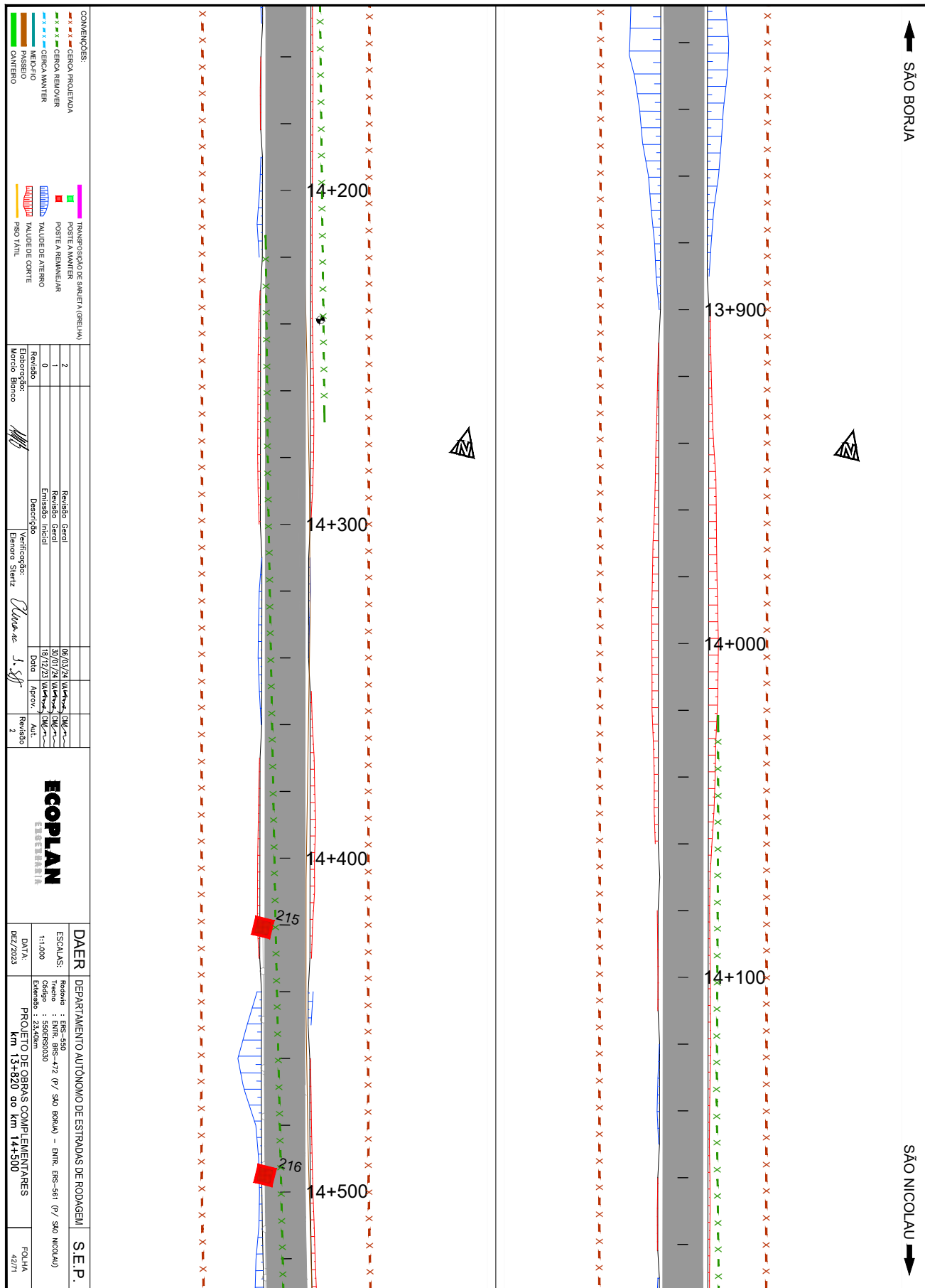






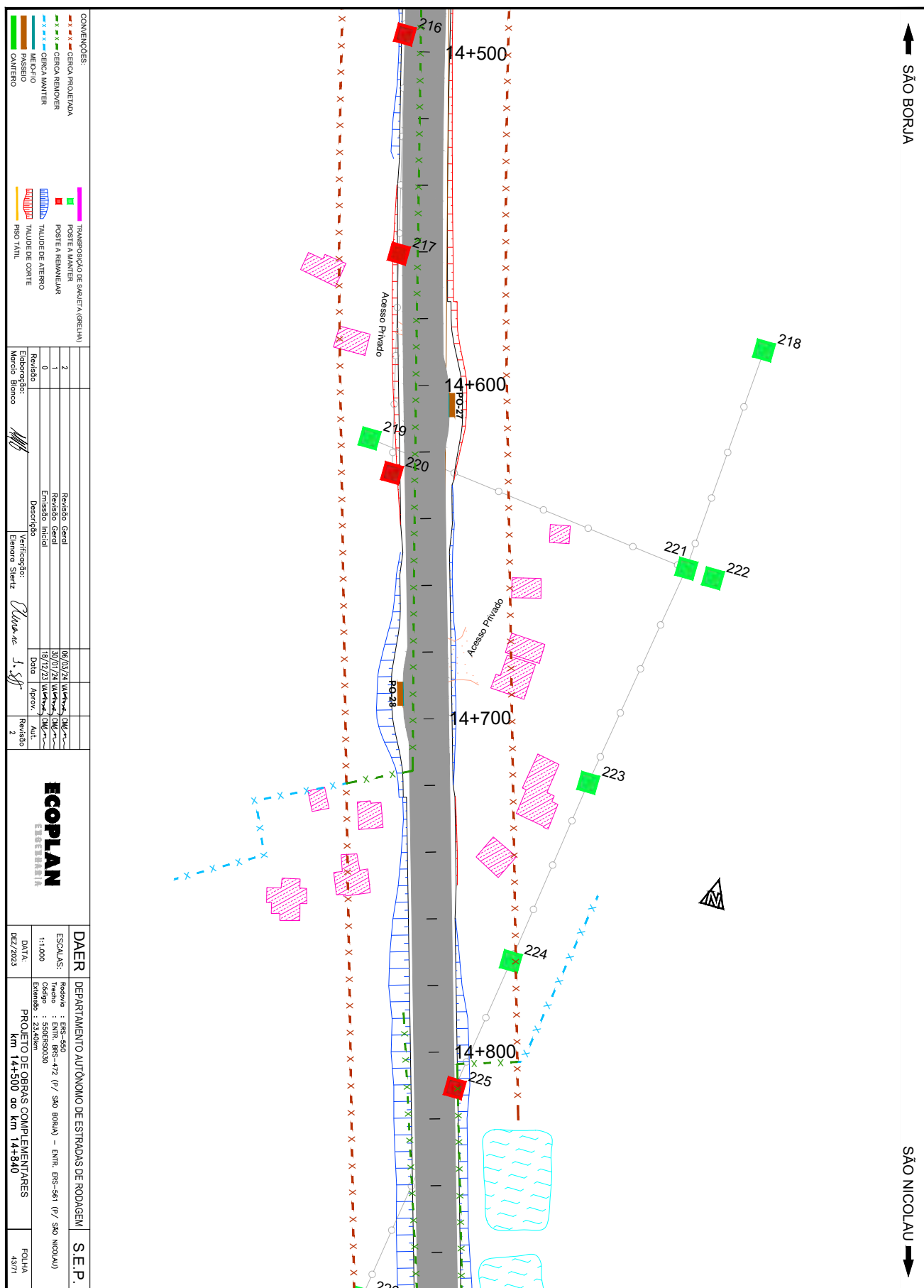


24043500085700



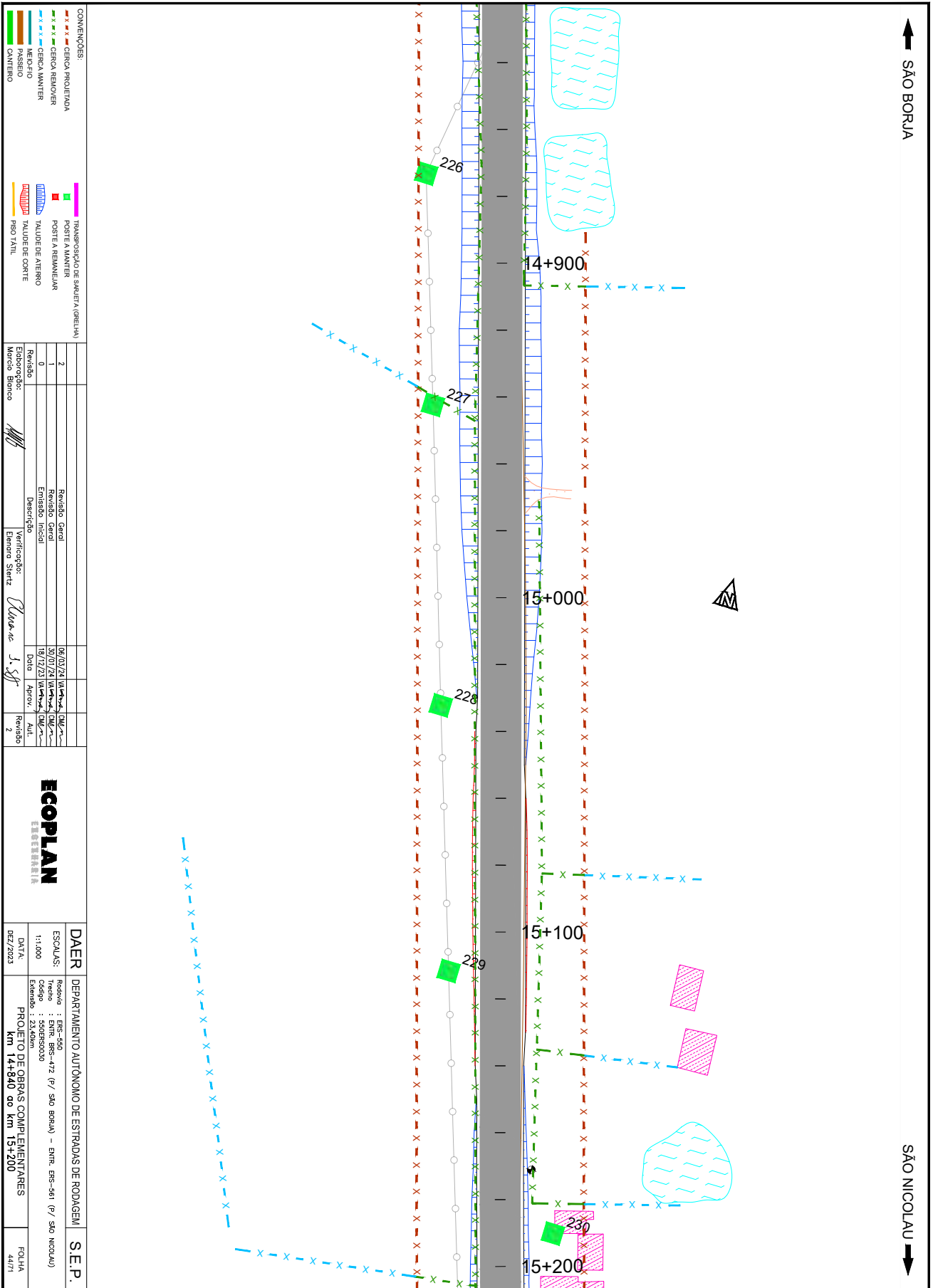


24043500085700





24043500085700





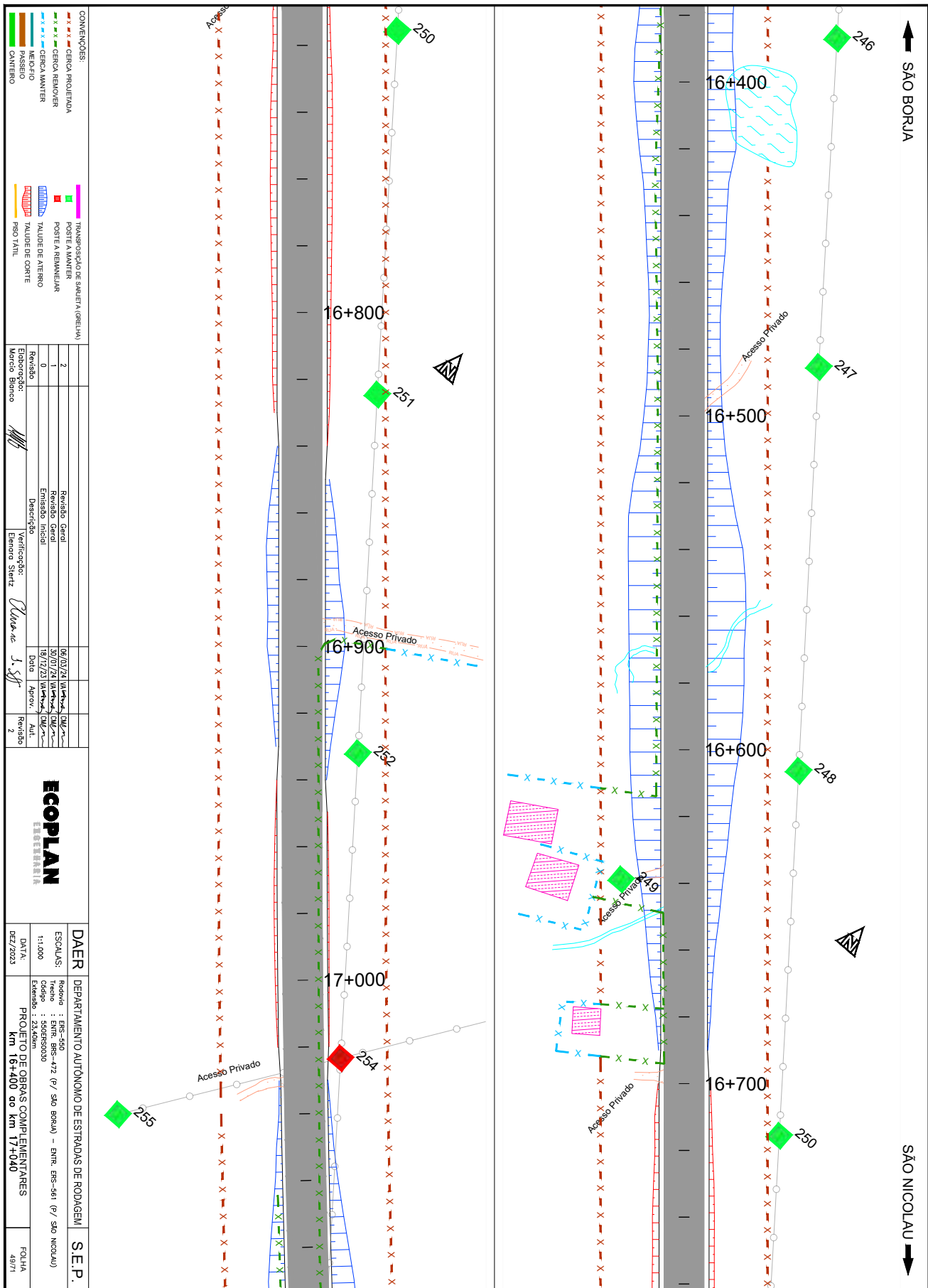








24043500085700

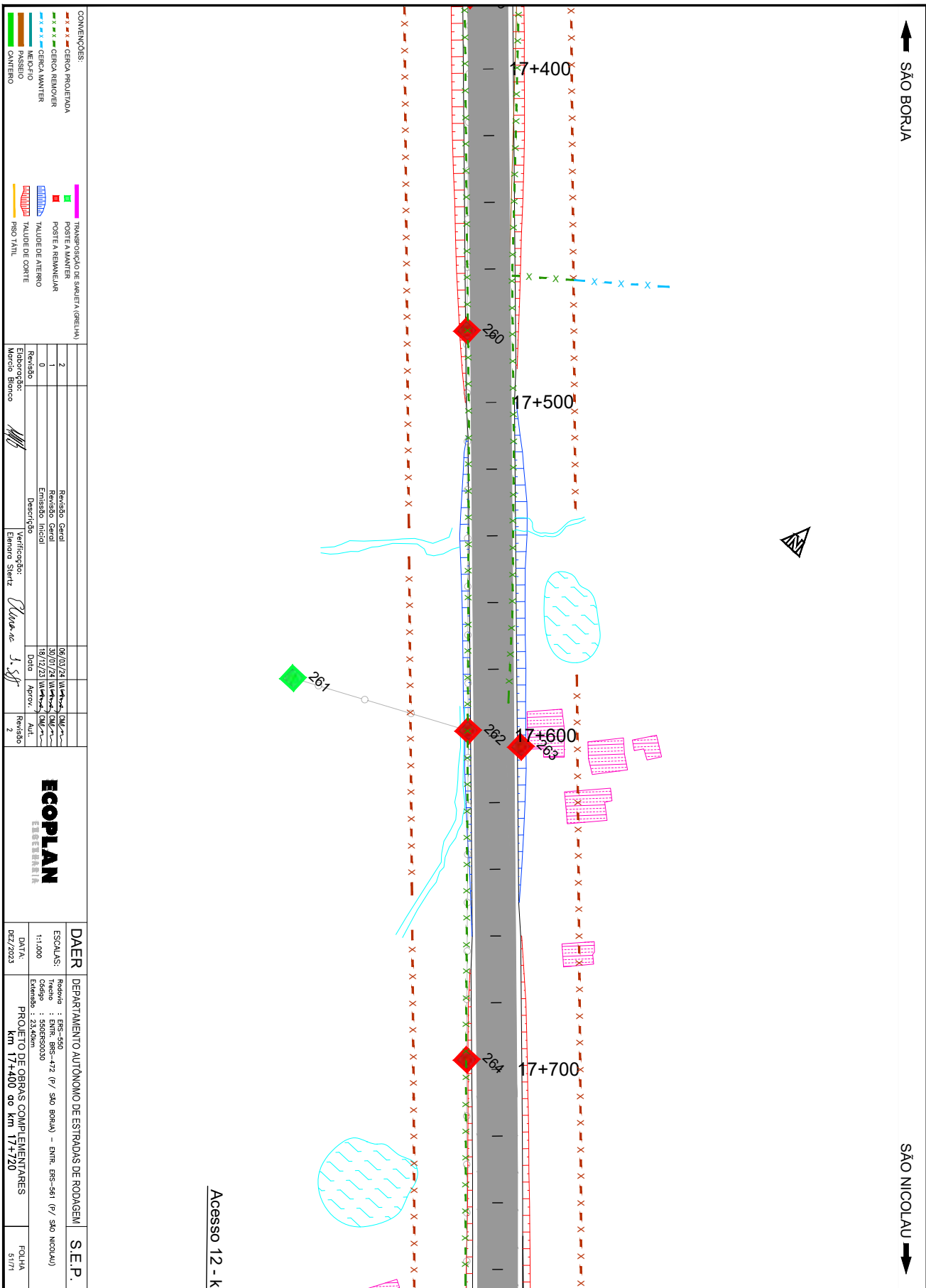


571



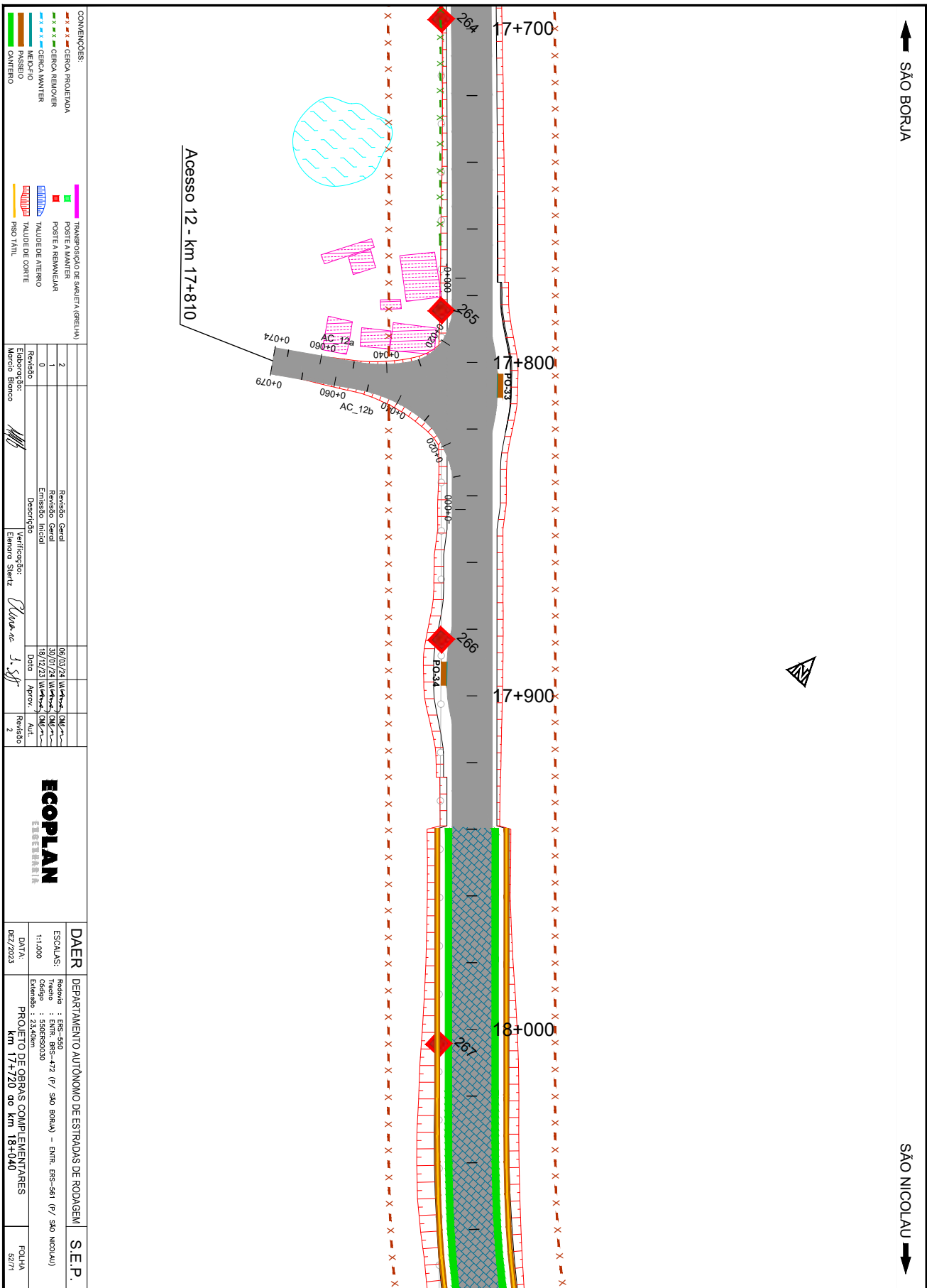


24043500085700



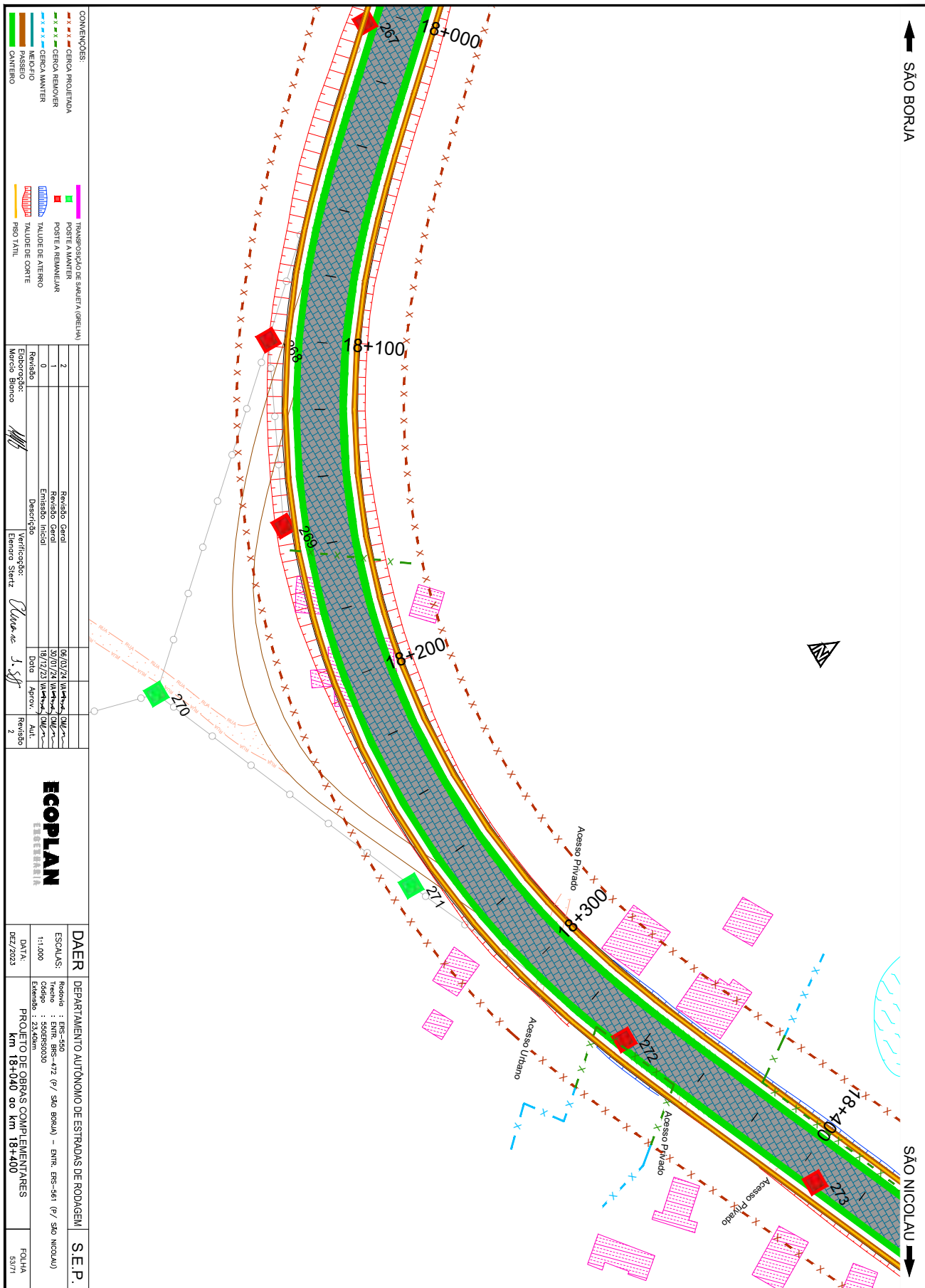


24043500085700





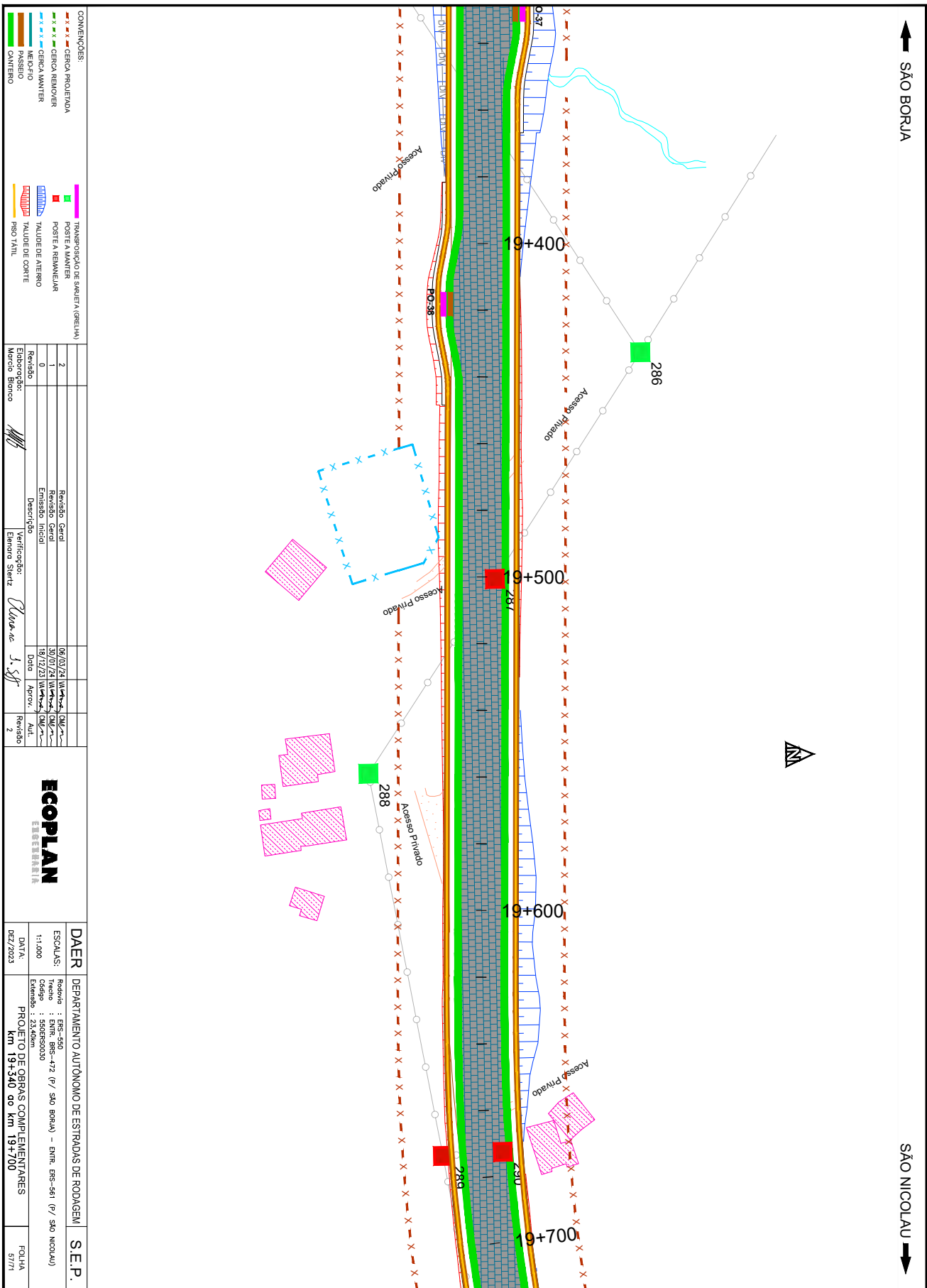
24043500085700









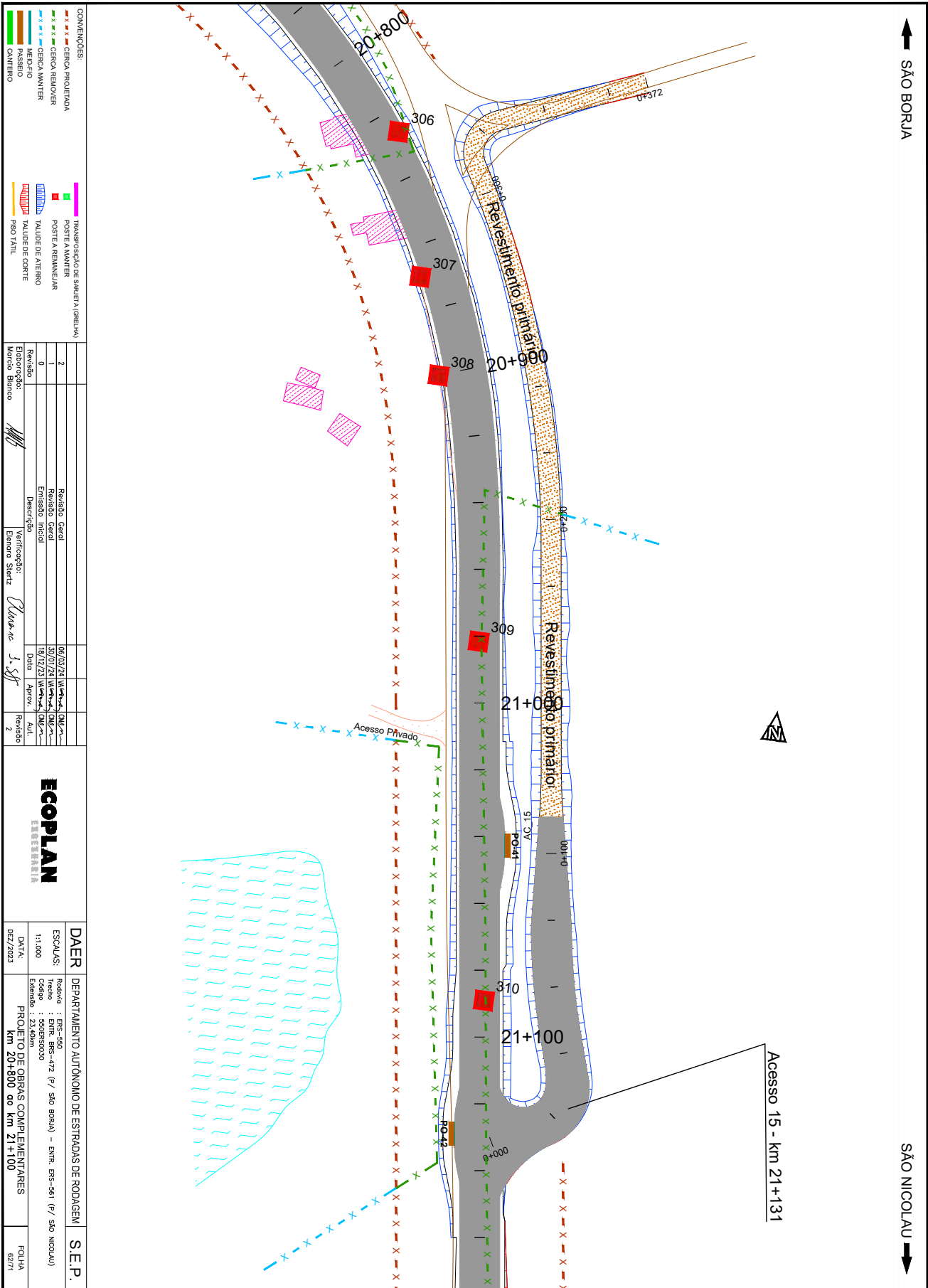


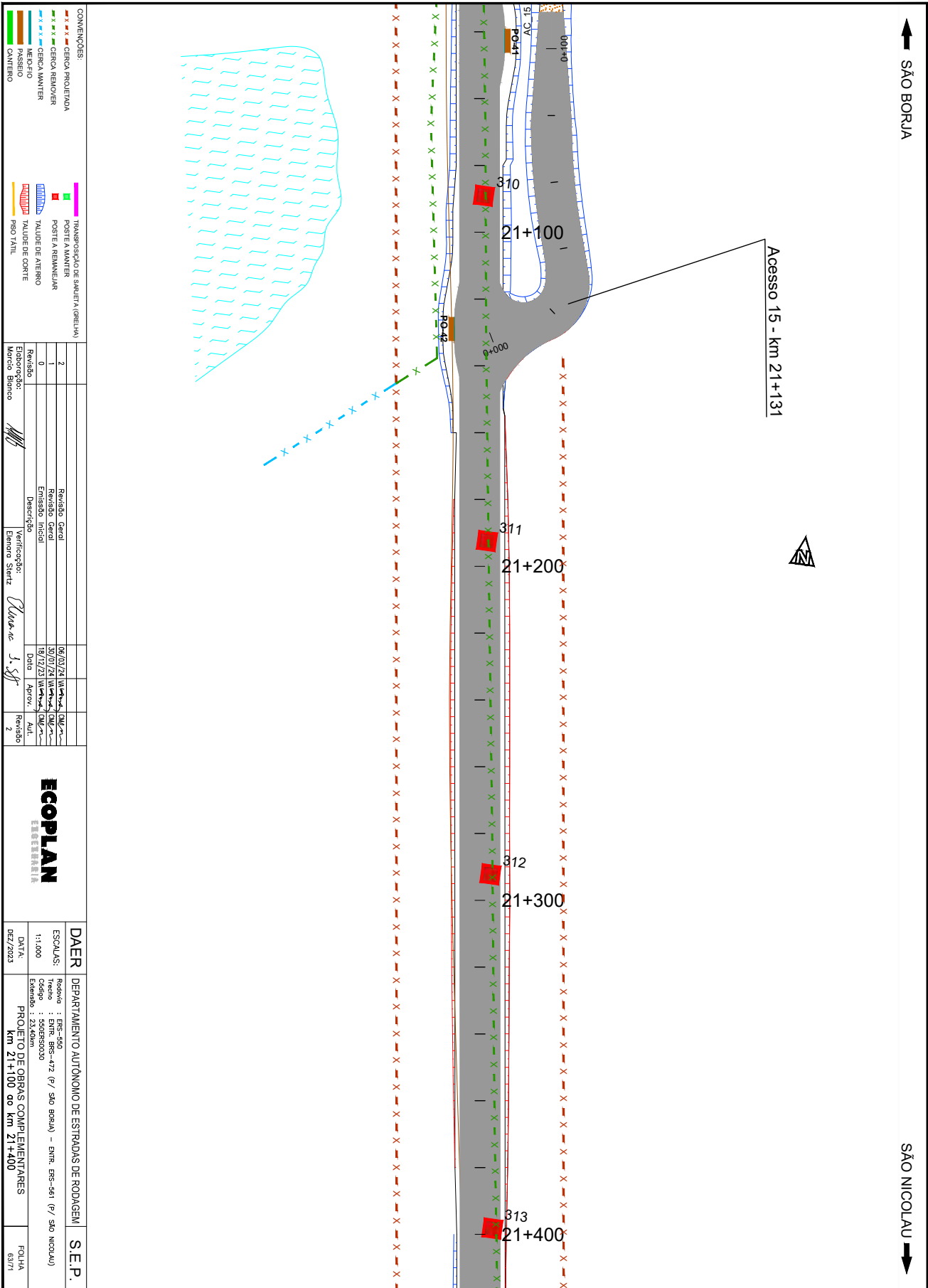








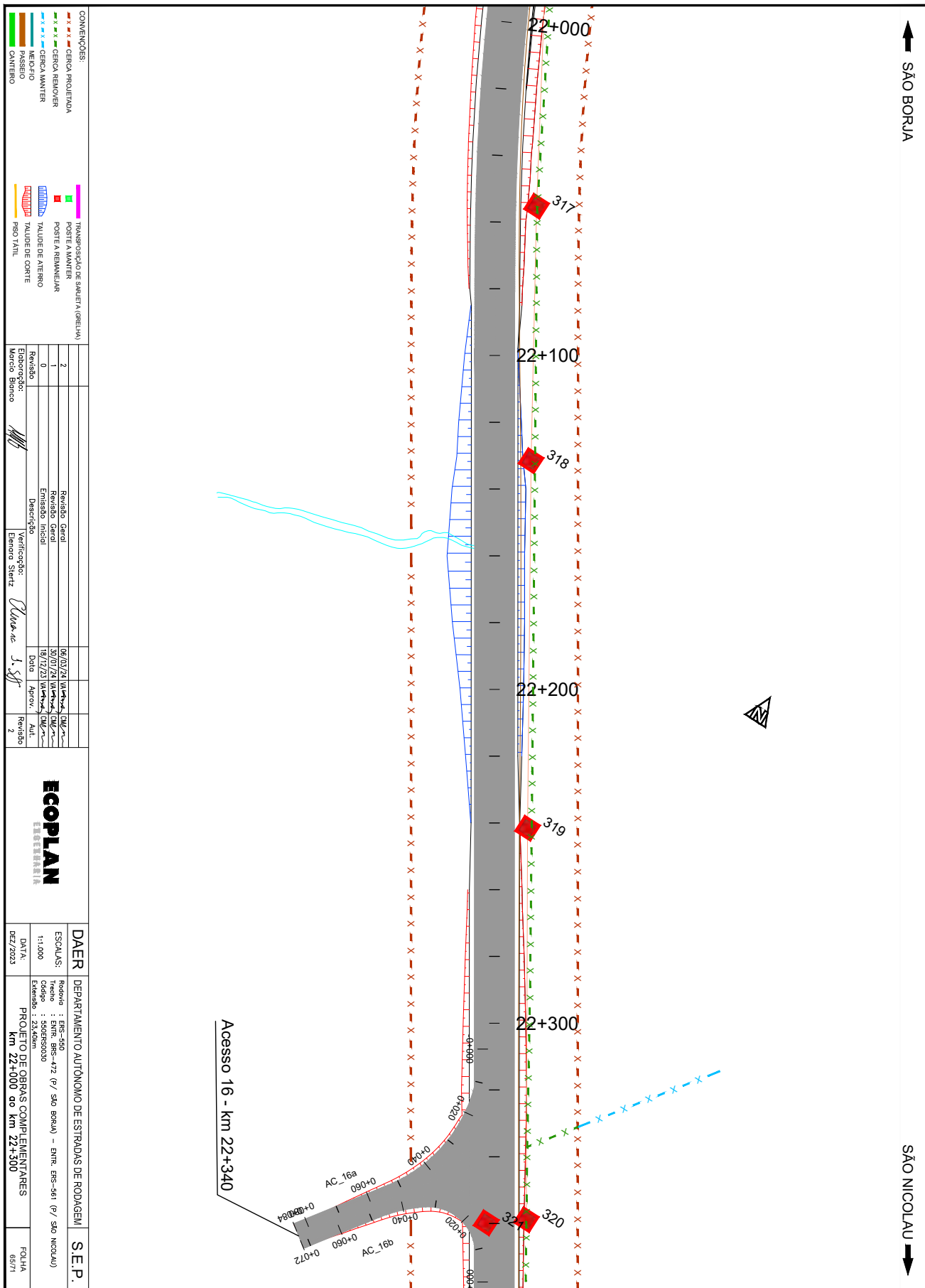








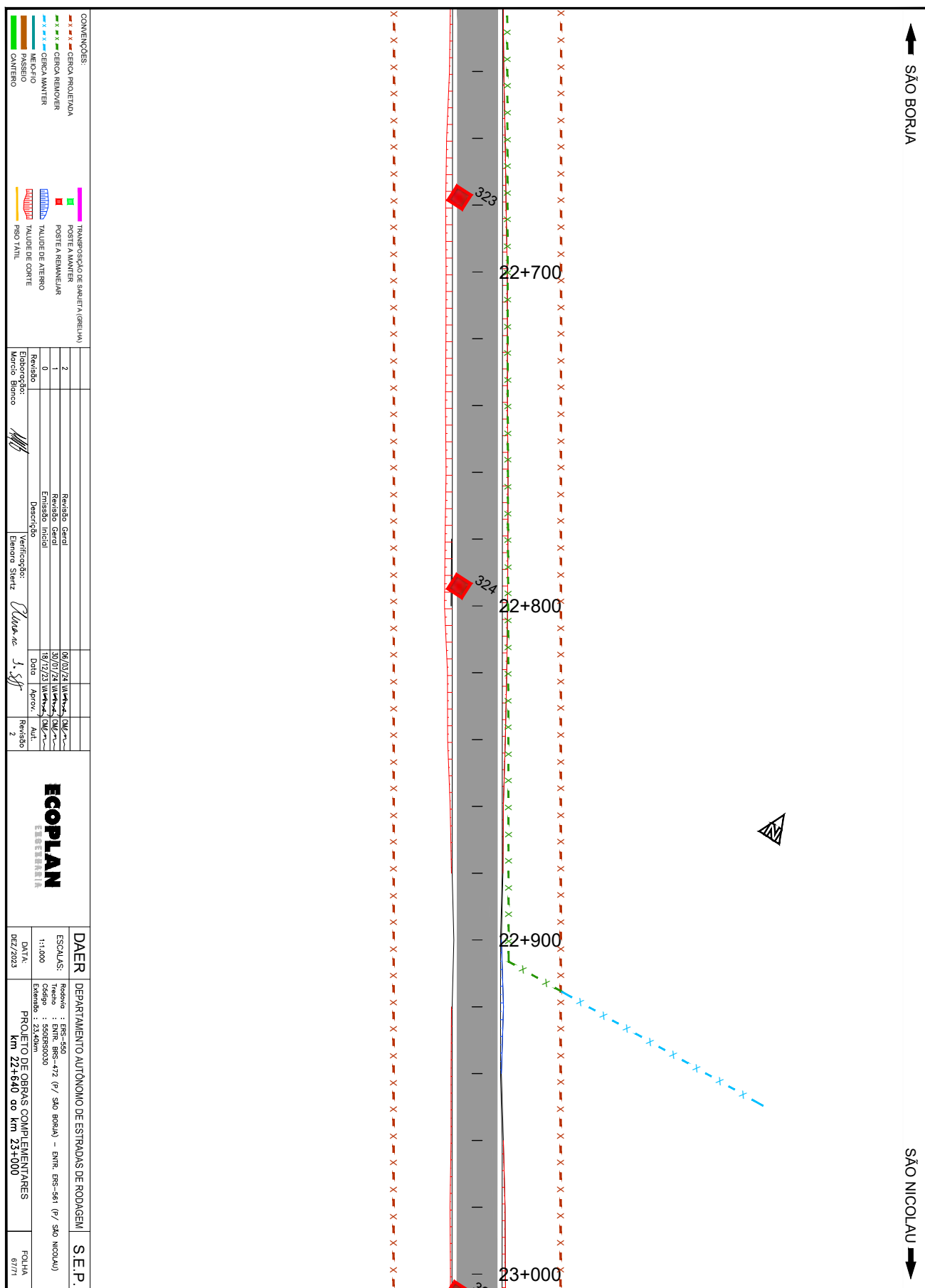
24043500085700





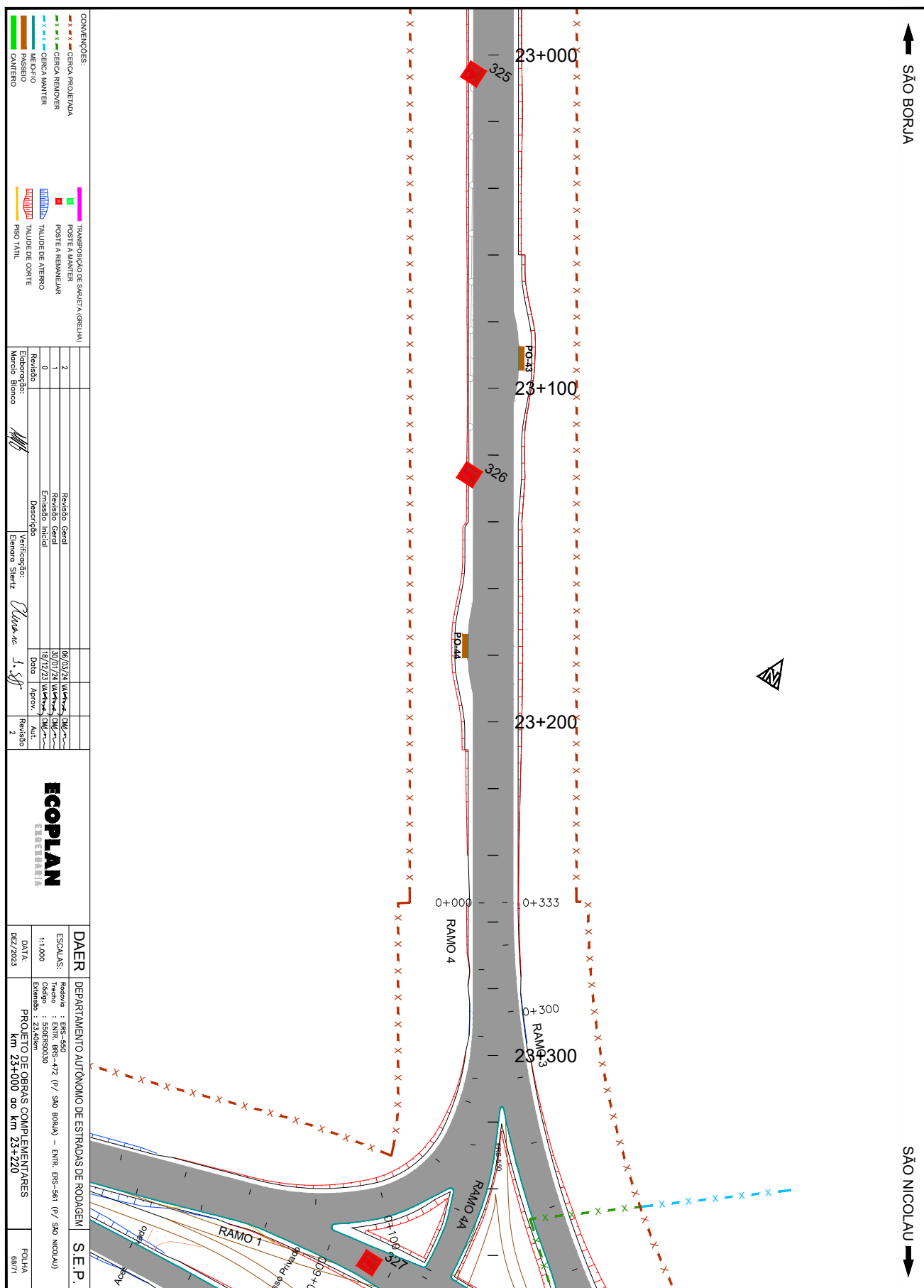


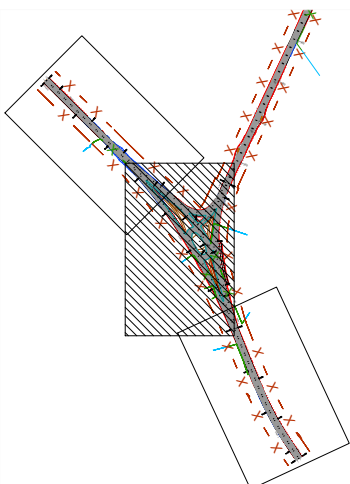
24043500085700





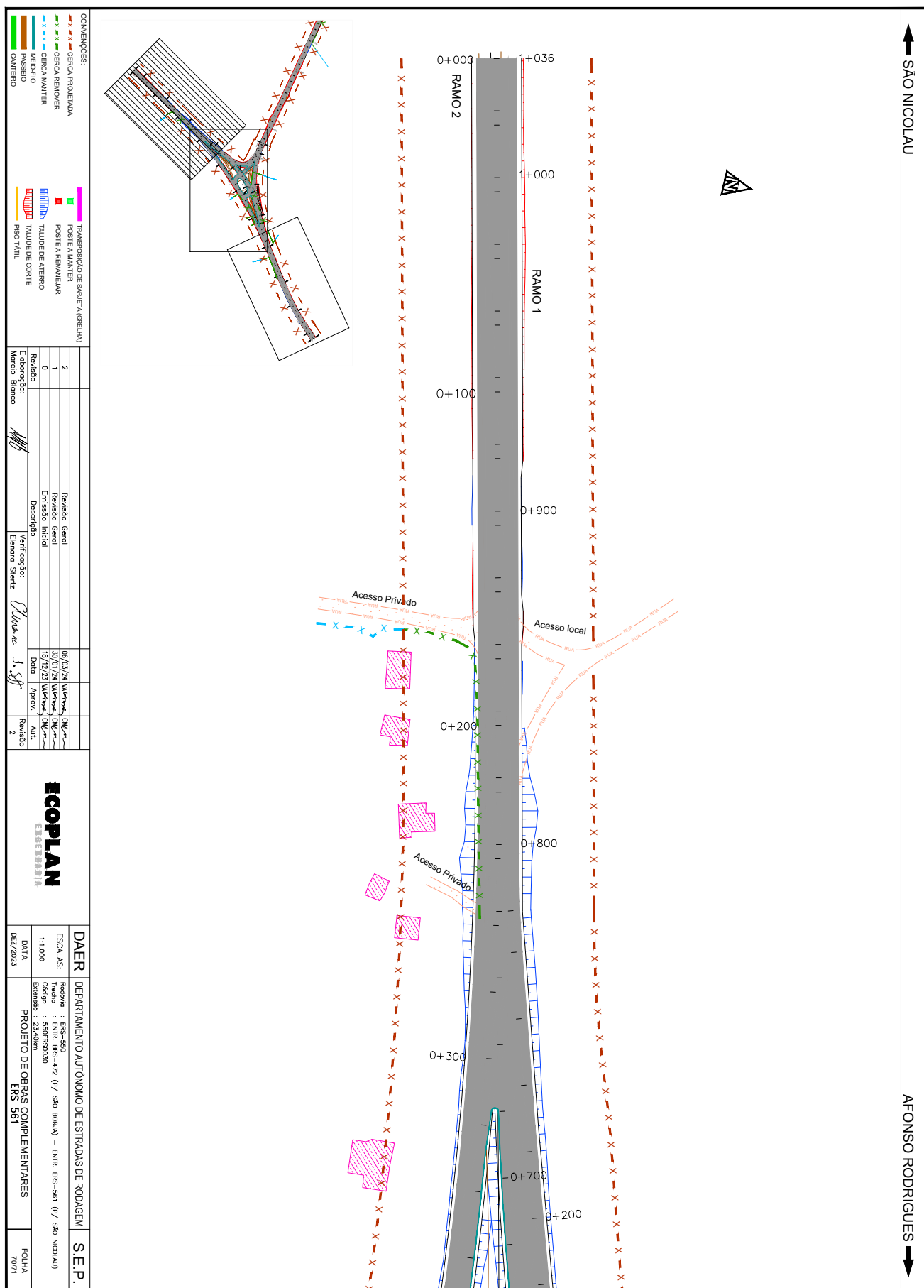
24043500085700







24043500085700



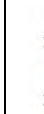
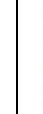
592







PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

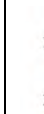
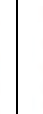
| CERCA IMPLANTAR                                                                       |                    |             |      |                 |                |          |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------|
| FAIXA                                                                                 |                    | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |            |
| Imagem                                                                                | Tipo               | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LE   | 0+000           | 0+174          | 174,77   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LD   | 0+000           | 0+163          | 163,66   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I01-R2      | LD   | 0+000           | 0+306          | 301,73   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I01-R1      | LD   | 0+001           | 0+263          | 249,25   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I01-R3      | LD   | 0+003           | 0+255          | 191,38   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R3      | LD   | 0+012           | 0+231          | 208,25   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R4      | LD   | 0+091           | 0+290          | 188,76   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 0+120           | 0+204          | 70,29    | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 0+120           | 0+459          | 363,74   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LD   | 0+171           | 0+649          | 468,21   | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. ERS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SAO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,39km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA IMPLANTAR                              | 2/39                                                                   |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA IMPLANTAR                                                                       |                    |             |      |                 |                |          |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------|
| FAIXA                                                                                 |                    | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |            |
| Imagem                                                                                | Tipo               | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LE   | 0+184           | 0+254          | 70,67    | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 0+208           | 0+441          | 224,1    | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 0+567           | 1+047          | 501,58   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 0+568           | 1+055          | 484,55   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LD   | 0+684           | 1+024          | 345,91   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | I02-R2      | LE   | 0+690           | 1+024          | 328,82   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 1+065           | 1+405          | 342,67   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 1+069           | 2+373          | 1313,27  | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 1+410           | 1+590          | 179,88   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 1+595           | 1+935          | 353,97   | Cerca de Madeira | -          |

|                                 |  |                                              |  |                    |  |                   |  |                                                                        |  |
|---------------------------------|--|----------------------------------------------|--|--------------------|--|-------------------|--|------------------------------------------------------------------------|--|
| 2                               |  | Revisão Geral                                |  | 06/03/24           |  | WAGNER            |  | DW                                                                     |  |
| 1                               |  | Revisão Geral                                |  | 30/07/24           |  | WAGNER            |  | DW                                                                     |  |
| 0                               |  | Emissão Inicial                              |  | 18/12/23           |  | WAGNER            |  | DW                                                                     |  |
| Revisão                         |  | Descrição                                    |  | Data               |  | Aprov.            |  | Aut.                                                                   |  |
| Elaboração: Murilo Bianco       |  | Verificação: Emerson Stentz                  |  | Assinatura: J. Sfr |  | Revisão           |  | 2                                                                      |  |
| DAER                            |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.             |  | Rodovia : ERS-550 |  | Trecho : ENTR. ERS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| INDICADA                        |  | Código : 506RS0030                           |  | EXTENSÃO : 3,50km  |  | DATA: 02/2023     |  | FOLHA 3/39                                                             |  |
| PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES |  | CERCA IMPLANTAR                              |  |                    |  |                   |  |                                                                        |  |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA                                                                                 |                    | CERCA IMPLANTAR |    |       |       | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----|-------|-------|----------------|------------------|------------|
| Imagem                                                                                | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | Lado  |       | Comp (m)       | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 1+983 | 2+158 | 161,13         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 2+163 | 2+299 | 131,89         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 2+369 | 2+937 | 576,52         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 2+393 | 2+478 | 86,39          | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 2+503 | 3+361 | 826,23         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 2+967 | 3+030 | 68,78          | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 3+345 | 3+764 | 413,7          | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 3+366 | 4+230 | 870,17         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 3+769 | 4+543 | 758,19         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 4+240 | 4+619 | 393,77         | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SAO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | DEZ/2023 | CERCA IMPLANTAR                              | 4/89                                                                   |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                    | CERCA IMPLANTAR |    |       |       | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|--------|--------------------|-----------------|----|-------|-------|----------------|------------------|------------|
| Imagem | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | Lado  |       | Comp (m)       | Material         | Observação |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 4+613 | 5+867 | 1256,48        | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 4+624 | 4+948 | 325,5          | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 4+989 | 5+218 | 225,51         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 5+224 | 5+832 | 607,95         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 5+842 | 5+896 | 53,98          | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 5+887 | 6+533 | 646,8          | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 5+907 | 6+295 | 387,66         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 6+302 | 6+464 | 160,58         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 6+539 | 6+737 | 197,97         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 6+566 | 6+808 | 241,76         | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. ERS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SAO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,50km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | DEZ/2023 | CERCA IMPLANTAR                              | 3/39                                                                   |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA                                                                                 |                    | CERCA IMPLANTAR |    |       |       | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----|-------|-------|----------------|------------------|------------|
| Imagem                                                                                | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | Lado  |       | Comp (m)       | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 6+775 | 7+242 | 466,59         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 6+818 | 7+231 | 413,44         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 7+236 | 7+344 | 107,61         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 7+249 | 7+411 | 162,54         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 7+349 | 7+537 | 188,68         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 7+417 | 7+832 | 401,86         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 7+554 | 7+706 | 163,71         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 7+759 | 7+883 | 130,33         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 7+888 | 8+383 | 488,59         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 7+915 | 8+207 | 299,24         | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                      |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24             | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Inicial             |  | 30/07/24             | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão                     |  | 18/12/23             | WALDIR | INDICADA | Tronco : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data                 | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. S. S. |        | 02/2023  | CERCA IMPLANTAR                              | 6/39                                                                   |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA IMPLANTAR                                                                       |                    |             |      |                 |                |          |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------|
| FAIXA                                                                                 |                    | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |            |
| Imagem                                                                                | Tipo               | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 8+231           | 8+659          | 429,25   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 8+457           | 8+508          | 50,81    | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 8+518           | 8+583          | 64,65    | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 8+644           | 8+826          | 180,31   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 8+664           | 8+851          | 190,52   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 8+856           | 9+477          | 623,83   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 8+873           | 8+931          | 55,8     | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 8+936           | 9+456          | 520,02   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 9+466           | 9+690          | 221,98   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 9+487           | 10+180         | 690,87   | Cerca de Madeira | -          |

|               |  |                 |  |            |  |            |  |          |  |                                              |  |                                                                        |  |
|---------------|--|-----------------|--|------------|--|------------|--|----------|--|----------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|--|
| 2             |  | Revisão Geral   |  | 06/03/24   |  | WAGNER     |  | DAER     |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                 |  |
| 1             |  | Revisão Geral   |  | 30/07/24   |  | WAGNER     |  | ESCALAS: |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| 0             |  | Emissão Inicial |  | 18/12/23   |  | WAGNER     |  | INDICADA |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão : 2,5 Km                                                      |  |
| Revisão       |  | Descrição       |  | Data       |  | Aprov.     |  | AUT.     |  | DATA:                                        |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                        |  |
| Elaboração:   |  | Verificação:    |  | Assinatura |  | Assinatura |  | Revisão  |  | DATA:                                        |  | FOLHA                                                                  |  |
| Murilo Bianco |  | Esmaia Stentz   |  | J. Sfr     |  | J. Sfr     |  | 2        |  | 02/2023                                      |  | 7/39                                                                   |  |







24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA                                                                                 |                    | CERCA IMPLANTAR |    |        |        | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----|--------|--------|----------------|------------------|------------|
| Imagem                                                                                | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | Lado   |        | Comp (m)       | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 12+070 | 12+530 | 461,77         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 12+115 | 12+218 | 103,53         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 12+128 | 12+358 | 129,84         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 12+383 | 12+954 | 573,06         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 12+546 | 12+781 | 232,58         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 12+786 | 13+529 | 728,06         | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 13+102 | 13+173 | 72,29          | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 13+183 | 13+415 | 232,45         | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 13+484 | 14+820 | 1334,73        | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 13+534 | 15+358 | 1825,68        | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Trecho : ENTR. ERS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SAO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,50km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA IMPLANTAR                              | 9/29                                                                   |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA IMPLANTAR                                                                       |                    |             |      |                 |                |          |                  |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------|
| FAIXA                                                                                 |                    | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |            |
| Imagem                                                                                | Tipo               | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 14+890          | 14+966         | 76,21    | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 14+971          | 15+480         | 507,58   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 15+400          | 15+507         | 106,79   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 15+490          | 15+991         | 490,27   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 15+555          | 15+735         | 186,81   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 15+744          | 16+025         | 282,86   | Cerca de Madeira | -          |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 15+996          | 16+323         | 327,26   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 16+034          | 16+141         | 107,09   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 16+148          | 16+652         | 503,64   | Cerca de Madeira | -          |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 16+337          | 16+393         | 56,81    | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |  |         |  |          |  |                                              |  |                                                                        |  |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--|---------|--|----------|--|----------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|--|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           |  | WATSON  |  | DAER     |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                 |  |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           |  | WATSON  |  | ESCALAS: |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. ERS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           |  | WATSON  |  | INDICADA |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão : 2,50km                                                      |  |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               |  | Aprov.  |  | AUT.     |  | DATA:                                        |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                        |  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |  | Revisão |  | 2        |  | 02/2023                                      |  | FOLHA 10/39                                                            |  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA     |                    | CERCA IMPLANTAR |    |        |        | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|-----------|--------------------|-----------------|----|--------|--------|----------------|------------------|------------|
| Imagem    | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | LADO   |        | Comp (m)       | Material         | Observação |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 16+425 | 16+474 | 48,6           | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 16+479 | 16+551 | 72,61          | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 16+561 | 16+894 | 333,15         | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 16+659 | 16+676 | 16,32          | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 16+691 | 17+034 | 343,32         | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 16+900 | 17+120 | 219,3          | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 17+039 | 17+116 | 77,2           | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 17+123 | 17+537 | 414,25         | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 17+129 | 17+531 | 402,12         | Cerca de Madeira | -          |
| - X - X - | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 17+546 | 17+647 | 101,48         | Cerca de Madeira | -          |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA 11/29                                                            |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | DEZ/2023 | CERCA IMPLANTAR                              |                                                                        |







PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA                                                                                 |                    | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | CERCA IMPLANTAR |                  |            | ESPECIFICAÇÕES |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|------------|----------------|--|
| Imagem                                                                                | Tipo               | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)        | Material         | Observação |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 19+449          | 19+854         | 400,33          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 19+509          | 19+920         | 415,51          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 19+859          | 19+976         | 117,11          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 19+935          | 20+040         | 105,64          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 19+981          | 20+216         | 235,48          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 20+049          | 20+346         | 296,01          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|    | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 20+351          | 20+543         | 178,11          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 20+593          | 20+543         | 161,64          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LE   | 20+592          | 20+813         | 232,69          | Cerca de Madeira | -          |                |  |
|  | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550     | LD   | 20+592          | 21+001         | 383,15          | Cerca de Madeira | -          |                |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAB    | OW      | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAB    | OW      | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WAB    | OW      | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,50km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão |          | CERCA IMPLANTAR                              | 13/99                                                                  |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                    | CERCA IMPLANTAR |    |        |        | ESPECIFICAÇÕES |                  |            |
|--------|--------------------|-----------------|----|--------|--------|----------------|------------------|------------|
| Imagem | Tipo               | LOCALIZAÇÃO     |    | Lado   |        | Comp (m)       | Material         | Observação |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 21+007 | 21+479 | 472,02         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 21+137 | 21+508 | 370,83         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 21+484 | 22+151 | 676,36         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 21+580 | 23+253 | 1662,32        | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 22+159 | 22+341 | 182,17         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 22+359 | 23+254 | 895,21         | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LE | 23+253 | 23+345 | 96,5           | Cerca de Madeira | -          |
|        | CI-CERCA IMPLANTAR | ERS-550         | LD | 23+254 | 23+330 | 79,4           | Cerca de Madeira | -          |

|                            |  |                             |  |                    |  |         |  |          |  |                                              |  |                                                                        |  |
|----------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--|---------|--|----------|--|----------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|--|
| 2                          |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           |  | W       |  | DAER     |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                 |  |
| 1                          |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           |  | W       |  | ESCALAS: |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| 0                          |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           |  | W       |  | INDICADA |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão : 2,5 Km                                                      |  |
| Revisão                    |  | Descrição                   |  | Data               |  | Aprov.  |  | AUT.     |  | DATA:                                        |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                        |  |
| Elaboração: Marcelo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |  | Revisão |  | 2        |  | DEZ/2023                                     |  | FOLHA 14/39                                                            |  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | CERCA REMOVE |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | LOCALIZAÇÃO  |      | KM/EST          |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                 | Eixo         | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R3       | LE   | 0+005           | 0+238          | 237,3          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R3       | LD   | 0+005           | -              | 11,69          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | AC_01        | LD   | 0+063           | 0+133          | 60,94          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R2       | LD   | 0+171           | -              | 16,33          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R2       | LD   | 0+174           | 0+258          | 86,12          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R3       | LD   | 0+231           | -              | 33,17          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 0+465           | 0+499          | 35,91          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R2       | LD   | 0+510           | 0+618          | 108,72         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | I02-R2       | LD   | 0+510           | -              | 18,51          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 0+556           | 1+061          | 511,3          | Cerca de Madeira | -                |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAGNER | 000     | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAGNER | 000     | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WAGNER | 000     | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 15/38                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                  | CERCA REMOVER |      |        |       | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|------------------|---------------|------|--------|-------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo             | LOCALIZAÇÃO   |      | KM/EST |       | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                  | Eixo          | Lado | início | final |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVER | I02-R2        | LD   | 0+590  | -     | 19,53          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | I02-R2        | LD   | 0+618  | -     | 10,27          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 0+672  | 1+055 | 379,13         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | I02-R2        | LD   | 0+732  | -     | 20,1           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | I02-R2        | LD   | 0+734  | 0+807 | 72,34          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 1+061  | -     | 21,85          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 1+066  | -     | 13,6           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 1+579  | 1+747 | 175,01         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 1+579  | -     | 23,14          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 1+637  | -     | 24,94          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | W      | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Inicial             |  | 30/07/24           | W      | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão                     |  | 18/12/23           | W      | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA 16/39                                                            |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVER                                |                                                                        |



| CERCA REMOVER                                                                       |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|
| FAIXA                                                                               |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |
| Imagem                                                                              | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 2+027           | 2+232          | 203,2    | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+027           | -              | 41,33    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 2+232           | -              | 14,99    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+265           | -              | 14,59    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+272           | 2+375          | 106,67   | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+369           | -              | 36,88    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|   | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+375           | -              | 8,5      | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 2+380           | 2+850          | 470,13   | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+574           | 2+590          | 16,04    | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 2+574           | -              | 11,1     | Cerca de Madeira | Km de referência |

[illegible]



24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                  | CERCA REMOVER |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|------------------|---------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo             | LOCALIZAÇÃO   |      | KM/EST (final)  |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        | CR-CERCA REMOVER | Eixo          | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | 11,3           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 2+590           | -              | 20,06          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 2+850           | -              | 88,61          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 3+069           | -              | 19,98          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 3+741           | -              | 359,15         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 3+765           | 4+246          | 481,44         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 3+765           | -              | 19,42          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 4+111           | -              | 33,92          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 4+228           | -              | 24,07          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 4+252           | -              | 15,78          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA 18/39                                                            |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVER                                |                                                                        |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | CERCA REMOVE |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | LOCALIZAÇÃO  |      | KM/EST          |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                 | Eixo         | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 4+256           | 4+389          | 133,92         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 4+367           | 5+207          | 842,63         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 4+389           | -              | 23,28          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 4+869           | -              | 19,91          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 4+874           | 5+212          | 336,17         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 4+874           | -              | 19,45          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 5+199           | -              | 28,24          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 5+212           | -              | 16,95          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 5+220           | 5+706          | 486,09         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 5+220           | -              | 16,59          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WATSON | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WATSON | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WATSON | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA 19/19                                                            |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | DEZ/2023 | CERCA REMOVE                                 |                                                                        |



| CERCA REMOVER                                                                       |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|--|
| FAIXA                                                                               |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |  |
| Imagem                                                                              | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+221           | 5+639          | 421,01   | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+292           | -              | 12,99    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 5+305           | -              | 21,71    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 5+313           | 6+842          | 1529,79  | Cerca de Madeira | -                |  |
|   | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+387           | -              | 13,5     | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+636           | -              | 14,77    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 5+657           | -              | 21,8     | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+704           | -              | 18,78    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 5+750           | 6+001          | 250,23   | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 5+833           | 6+203          | 370,45   | Cerca de Madeira | -                |  |

[illegible]



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | CERCA REMOVE |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | LOCALIZAÇÃO  |      | KM/EST          |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                 | Eixo         | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 5+833           | -              | 20,89          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 5+996           | -              | 12,34          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 6+005           | 6+391          | 386,11         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 6+198           | -              | 19,12          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 6+296           | -              | 14,42          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 6+296           | 6+830          | 533,72         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 6+391           | -              | 18,1           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 6+425           | -              | 18,33          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 6+808           | -              | 28,81          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 6+842           | -              | 37,6           | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                           |  |                       |        |         |
|---------------------------|--|---------------------------|--|-----------------------|--------|---------|
| 2                         |  | Revisão Geral             |  | 06/03/24              | WALDIR | OW      |
| 1                         |  | Revisão Geral             |  | 30/07/24              | WALDIR | OW      |
| 0                         |  | Emissão Inicial           |  | 18/12/23              | WALDIR | OW      |
| Revisão                   |  | Descrição                 |  | Data                  | Aprov. | Aut.    |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Esmar Sertiz |  | Assinatura: J. Sertiz |        | Revisão |
|                           |  |                           |  |                       |        | 2       |

|                                 |                                                               |        |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|
| DAER                            | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                  | S.E.P. |
| ESCALAS:                        | Rodovia : ERS-550                                             |        |
| Tronco :                        | ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |        |
| Código :                        | 506RS0030                                                     |        |
| Extensão :                      | 2,5 Km                                                        |        |
| DATA:                           | 02/2023                                                       | FOLHA  |
| PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES |                                                               | 21/29  |
| CERCA REMOVE                    |                                                               |        |



| CERCA REMOVER                                                                         |                  |             |      |                 |                |                |                  |                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--|
| FAIXA                                                                                 |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |  |
| Imagem                                                                                | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)       | Material         | Observação       |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+244           | 7+346          | 103,58         | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+244           | -              | 19,18          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+346           | -              | 21,94          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+417           | -              | 29,35          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+434           | 7+439          | 5,81           | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+439           | -              | 24,29          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|   | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 7+491           | 7+541          | 49,75          | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 7+491           | -              | 14,71          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 7+520           | -              | 14,53          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 7+539           | -              | 11,72          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |

[illegible]



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVER                                                                         |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|
| FAIXA                                                                                 |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |
| Imagem                                                                                | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 7+759           | 7+835          | 80,43    | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 7+779           | 7+825          | 50,78    | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+317           | -              | 18,65    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+320           | 8+382          | 61,78    | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+382           | -              | 28,11    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 8+452           | 8+561          | 109,07   | Cerca de Madeira | -                |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+497           | 8+560          | 63,4     | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+554           | -              | 25,11    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 8+558           | -              | 14,02    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 8+604           | -              | 23,56    | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Inicial             |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão                     |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | DEZ/2023 | CERCA REMOVE                                 | 23/09                                                                  |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | CERCA REMOVE |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | LOCALIZAÇÃO  |      | KM/EST          |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                 | Eixo         | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+610           | 8+637          | 26,75          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+856           | -              | 24,34          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+867           | 9+005          | 139,99         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 8+872           | 8+894          | 21,41          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+908           | -              | 25,04          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+962           | -              | 26,86          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 8+992           | -              | 26,61          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 9+165           | -              | 17,84          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 9+165           | 9+218          | 53,43          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 9+218           | 9+268          | 49,88          | Cerca de Madeira | -                |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAGNER | 000     | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAGNER | 000     | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WAGNER | 000     | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão | DEZ/2023 | CERCA REMOVE                                 | 24/09                                                                  |



| CERCA REMOVER                                                                         |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|--|
| FAIXA                                                                                 |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |  |
| Imagem                                                                                | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 9+218           | -              | 20,33    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+227           | -              | 20,29    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+230           | 9+483          | 253,27   | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 9+268           | -              | 20,45    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+398           | -              | 20,75    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+477           | -              | 22,4     | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|   | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+488           | 9+654          | 166,14   | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 9+647           | -              | 23,39    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+138          | -              | 13,68    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+142          | -              | 12,77    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |

[illegible]



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVER                                                                       |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|
| FAIXA                                                                               |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |
| Imagem                                                                              | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+145          | 10+157         | 11,81    | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+154          | -              | 11,23    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+157          | 10+195         | 37,94    | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 10+216          | -              | 19,16    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 10+219          | 10+409         | 190,34   | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 10+408          | -              | 17,82    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+869          | -              | 19,02    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+886          | 11+359         | 480,01   | Cerca de Madeira | -                |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 10+886          | -              | 24,95    | Cerca de Madeira | Km de referência |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 11+003          | 11+495         | 491,49   | Cerca de Madeira | -                |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | OW      |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | OW      |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | OW      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão |
|                           |  |                             |  |                    |        | 2       |

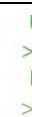
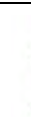
|                                                                        |                                              |             |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| DAER                                                                   | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.      |
| ESCALAS: Rodovia : ERS-550                                             |                                              |             |
| Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |                                              |             |
| Código : 506RS0030                                                     |                                              |             |
| Extensão : 2,5 Km                                                      |                                              |             |
| DATA: 02/2023                                                          | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA 26/29 |
| CERCA REMOVE                                                           |                                              |             |



620



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVER                                                                         |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|--|
| FAIXA                                                                                 |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |  |
| Imagem                                                                                | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+000          | -              | 21,26    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+004          | 12+079         | 75,74    | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 12+021          | -              | 19,58    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+234          | 12+277         | 43,32    | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+234          | -              | 17,11    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+277          | -              | 18,54    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 12+546          | 13+176         | 622,35   | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+586          | 12+780         | 195,21   | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 12+586          | -              | 16,53    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 12+706          | 12+707         | 16,39    | Cerca de Madeira | -                |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | 000     | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | 000     | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | 000     | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 28/39                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                  | CERCA REMOVER |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|------------------|---------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo             | LOCALIZAÇÃO   |      | KM/EST (final)  |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                  | Eixo          | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 12+780          | -              | 17,29          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 12+796          | -              | 18,04          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 12+951          | -              | 16,11          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 12+981          | 13+099         | 118,73         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 12+981          | -              | 19,47          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 13+099          | -              | 22,95          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 13+106          | -              | 12,18          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 13+120          | -              | 31,45          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 13+176          | -              | 17,02          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 13+416          | -              | 17,96          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVER                                | 29/99                                                                  |



| CERCA REMOVER                                                                         |                  |             |      |                 |                |          |                  |                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|--|
| FAIXA                                                                                 |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |  |
| Imagem                                                                                | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 13+419          | 13+632         | 212,82   | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 13+430          | 13+564         | 138,09   | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 13+430          | -              | 17,64    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 13+484          | -              | 19,26    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 13+564          | -              | 19,11    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 14+021          | 14+269         | 247,79   | Cerca de Madeira | -                |  |
|   | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 14+213          | 14+715         | 502,22   | Cerca de Madeira | -                |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 14+715          | -              | 20,26    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|  | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 14+788          | 15+352         | 564,41   | Cerca de Madeira | -                |  |
|    | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 14+803          | 14+906         | 103,01   | Cerca de Madeira | -                |  |

[illegible]



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVER |                  |             |      |                 |                |                |                  |                  |  |
|---------------|------------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--|
| FAIXA         |                  | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |  |
| Imagem        | Tipo             | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)       | Material         | Observação       |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 14+803          | -              | 18,04          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 14+906          | -              | 18,44          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 14+937          | -              | 19,83          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 14+971          | 15+181         | 209,85         | Cerca de Madeira | -                |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 15+082          | -              | 12,66          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 15+135          | -              | 14,22          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 15+181          | -              | 15,44          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 15+202          | -              | 17,79          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LE   | 15+224          | 15+455         | 230,45         | Cerca de Madeira | -                |  |
|               | CR-CERCA REMOVER | ERS-550     | LD   | 15+311          | -              | 17,03          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Inicial             |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão                     |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 31/29                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | CERCA REMOVE |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|--------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | LOCALIZAÇÃO  |      | KM/EST (final)  |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        | CR-CERCA REMOVE | Eixo         | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | 17,14          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+352          | -              | 12,58          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+400          | -              | 90,55          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+402          | 15+490         | 14,91          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+432          | -              | 16,98          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 15+449          | -              | 16,59          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LE   | 15+490          | -              | 29,13          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+490          | -              | 116,18         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+495          | 15+611         | 469,17         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550      | LD   | 15+678          | 16+143         | 12,41          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALTON  | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALTON  | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WALTON  | INDICADA | Tronco : 506RS0030                           | Código : 506RS0030                                                     |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov.  | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr | Revisão | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 32/39                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVE |                 |             |      |                 |                |          |                  |                  |  |
|--------------|-----------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------|------------------|------------------|--|
| FAIXA        |                 | LOCALIZAÇÃO |      |                 | ESPECIFICAÇÕES |          |                  |                  |  |
| Imagem       | Tipo            | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m) | Material         | Observação       |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 15+696          | 15+918         | 221,2    | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+141          | -              | 19,41    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+148          | -              | 20,45    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+151          | 16+613         | 462,07   | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+611          | -              | 16,8     | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+644          | -              | 21,63    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+648          | 16+694         | 45,13    | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+676          | -              | 18,93    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 16+691          | -              | 19,17    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 16+898          | -              | 17,05    | Cerca de Madeira | Km de referência |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 33/39                                                                  |





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|-----------------|-------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo            | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 16+898          | 17+590         | 693,28         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 17+064          | 17+764         | 700,72         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 17+150          | -              | 20,7           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 17+291          | -              | 14,03          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 17+462          | -              | 18,44          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 18+160          | -              | 36,31          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 18+326          | 18+354         | 28,96          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 18+326          | -              | 19,18          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 18+354          | -              | 19,18          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 18+372          | -              | 15,5           | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |        |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Inicial             |  | 30/07/24           | WALDIR | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SAO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão                     |  | 18/12/23           | WALDIR | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 34/39                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| CERCA REMOVE |                 |         |             |                 |                |                |                  |                  |  |
|--------------|-----------------|---------|-------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--|
| FAIXA        |                 |         | LOCALIZAÇÃO |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |  |
| Imagem       | Tipo            | Eixo    | Lado        | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)       | Material         | Observação       |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LE          | 18+375          | 18+433         | 57,49          | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LE          | 18+432          | -              | 16,55          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LD          | 18+498          | 18+531         | 33,44          | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LD          | 18+498          | -              | 20,32          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LE          | 18+499          | -              | 17,68          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LE          | 18+505          | 18+537         | 31,63          | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LD          | 18+531          | -              | 20,76          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LE          | 18+537          | -              | 29,01          | Cerca de Madeira | Km de referência |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LD          | 18+541          | 18+612         | 74,85          | Cerca de Madeira | -                |  |
|              | CR-CERCA REMOVE | ERS-550 | LD          | 18+579          | -              | 16,9           | Cerca de Madeira | Km de referência |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WAGNER | OW      | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WAGNER | OW      | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           | WAGNER | OW      | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão | 02/2023  | CERCA REMOVE                                 | 25/29                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                  | CERCA REMOVER |      |                 |                | ESPECIFICAÇÕES |                  |                  |
|--------|------------------|---------------|------|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Imagem | Tipo             | LOCALIZAÇÃO   |      | KM/EST (final)  |                | Comp (m)       | Material         | Observação       |
|        |                  | Eixo          | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) |                |                  |                  |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 18+612          | -              | 18,65          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 18+696          | 18+753         | 59,62          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 18+844          | -              | 18,73          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 18+851          | 19+120         | 271,9          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 19+841          | 19+913         | 75,94          | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 19+841          | -              | 16,83          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 19+913          | -              | 17,57          | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 19+927          | 20+033         | 105,18         | Cerca de Madeira | -                |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LD   | 19+927          | -              | 19,1           | Cerca de Madeira | Km de referência |
|        | CR-CERCA REMOVER | ERS-550       | LE   | 19+944          | -              | 22,49          | Cerca de Madeira | Km de referência |

|                           |  |                             |  |                    |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR  | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR  | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR  | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov.  | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr | Revisão | 02/2023  | CERCA REMOVER                                | 36/39                                                                  |





PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | CERCA REMOVE |                  |                  | ESPECIFICAÇÕES |  |
|--------|-----------------|-------------|------|-----------------|----------------|--------------|------------------|------------------|----------------|--|
| Imagem | Tipo            | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)     | Material         | Observação       |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+033          | -              | 17,63        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+038          | 20+196         | 157,71       | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+038          | -              | 19,65        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+196          | -              | 12,59        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+262          | 20+339         | 77,06        | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+262          | -              | 12,1         | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 20+385          | 20+528         | 141,64       | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+528          | -              | 32,16        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+610          | 20+833         | 230,59       | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+633          | 20+737         | 110,15       | Cerca de Madeira | -                |                |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | OW      | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | OW      | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | OW      | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão |          | CERCA REMOVE                                 | 37/39                                                                  |





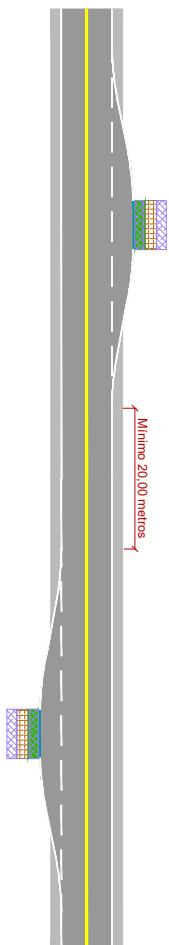
PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| FAIXA  |                 | LOCALIZAÇÃO |      |                 |                | CERCA REMOVE |                  |                  | ESPECIFICAÇÕES |  |
|--------|-----------------|-------------|------|-----------------|----------------|--------------|------------------|------------------|----------------|--|
| Imagem | Tipo            | Eixo        | Lado | KM/EST (início) | KM/EST (final) | Comp (m)     | Material         | Observação       |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+823          | -              | 32,73        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+936          | 21+489         | 553,65       | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 20+936          | -              | 24,16        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 21+011          | -              | 13,06        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 21+013          | 21+137         | 124,64       | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LD   | 21+137          | -              | 14,39        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 21+489          | -              | 27,06        | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 21+580          | 21+662         | 82,29        | Cerca de Madeira | -                |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 21+662          | -              | 9,33         | Cerca de Madeira | Km de referência |                |  |
|        | CR-CERCA REMOVE | ERS-550     | LE   | 21+665          | 22+906         | 1236,15      | Cerca de Madeira | -                |                |  |

|                           |  |                             |  |                    |        |         |          |                                              |                                                                        |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--------|---------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2                         |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           | WALDIR | OW      | DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P.                                                                 |
| 1                         |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           | WALDIR | OW      | ESCALAS: | Rodovia : ERS-550                            | Tronco : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |
| 0                         |  | Revisão Inicial             |  | 18/12/23           | WALDIR | OW      | INDICADA | Código : 506RS0030                           | Extensão : 2,5 Km                                                      |
| Revisão                   |  | Descrição                   |  | Data               | Aprov. | Aut.    | DATA:    | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA                                                                  |
| Elaboração: Murilo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |        | Revisão | DEZ/2023 | CERCA REMOVE                                 | 38/39                                                                  |



[illegible]

[illegible]

|                                                                                                                                            |                                              |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| DAER                                                                                                                                       | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| Foneleiro : ERS-950<br>Trecho : ENTR. BR-617 (P. SÃO BORGAS) – ENTR. ERS-361 (P. SÃO NICOLAU)<br>Código : 550ER000303<br>Exemplo : 23.64km |                                              |        |
| DATA                                                                                                                                       | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              | FOLHA  |
| 02/7/2023                                                                                                                                  | Parada Tipo                                  | 0106   |

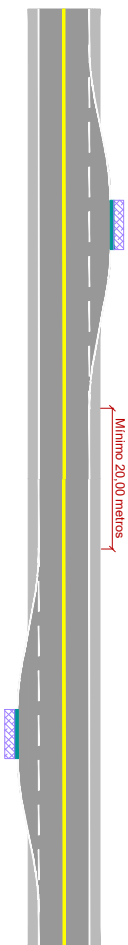
Diagrama de uma seção transversal de uma pista de corrida, mostrando as seguintes dimensões e áreas:

- Acostamento**: Faixa superior cinza.
- Faixa de rolamento**: Faixa amarela.
- Acostamento**: Faixa inferior cinza.
- Área da Bateria**: Área triangular à esquerda da pista.
- Meio-fio**: Linha de separação entre a pista e a área da bateria.
- Área para Calçada**: Área retangular azul com padrão de xadrez.

Dimensões (em metros):

- 3,80
- 16,00
- 44,00
- 13,00
- 7,00
- 1,50
- 0,50
- 3,00
- 15,00
- 3,80
- 51,60

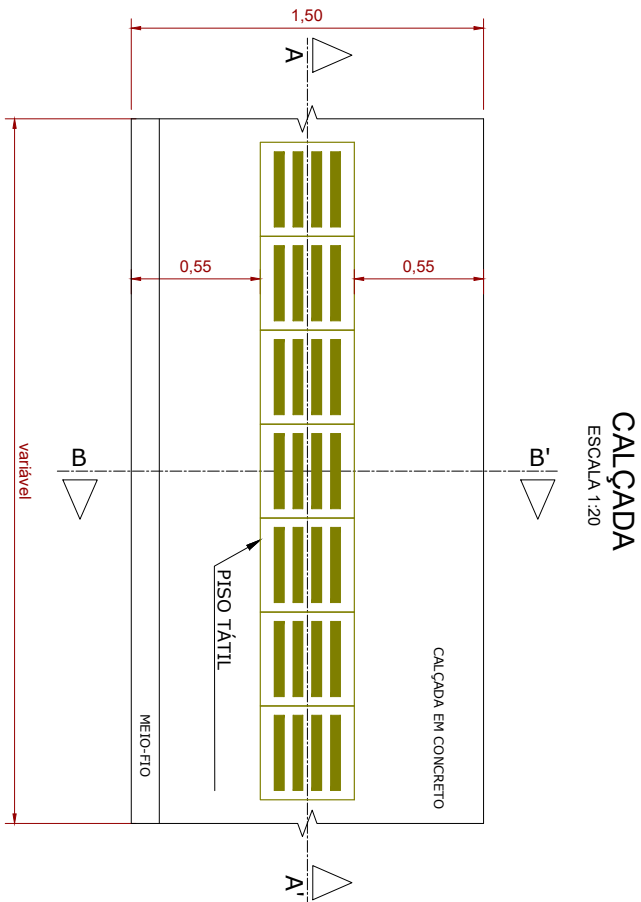
Diagrama de uma seção transversal de uma estrada com pista, alargamento, calçada e área reservada para o abrigo. Dimensões: pista 7,00m, alargamento 3,00m, calçada 1,50m, área reservada 0,30m. Inclinação de 2:3 e 2:3.



|                                                                                                                                              |                 |                                              |        |                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|--------|------------------------|--|
| DAER                                                                                                                                         |                 | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |        | S.E.P.                 |  |
| <p> <b>ECOPLAN</b><br/> <small>ESTRUTURA</small> </p>                                                                                        |                 |                                              |        |                        |  |
| ESCALAS:<br>Trecho : ERS-950<br>Trecho : ERS-412 (P) SAO BORGUA - ENTR. ERS-361 (P) SAO NICOLAU<br>Código : 55ERSS0300<br>Estímulo : 23,46km |                 | INDICADA<br>PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES  |        | FOLHA<br>02/2023 02/06 |  |
| DATA<br>02/2/2023                                                                                                                            |                 | PARADA TIPO                                  |        |                        |  |
|                                                                                                                                              |                 |                                              |        |                        |  |
| 3                                                                                                                                            | Revisão Geral   | 06/05/24                                     | MAC    | MAC                    |  |
| 2                                                                                                                                            | Revisão Geral   | 06/03/24                                     | MAC    | MAC                    |  |
| 1                                                                                                                                            | Revisão Geral   | 30/07/24                                     | MAC    | MAC                    |  |
| 0                                                                                                                                            | Emissão inicial | 18/12/23                                     | MAC    | MAC                    |  |
|                                                                                                                                              | Descrição       | Data                                         | Aprov. | Aut.                   |  |
| Elaborado por:                                                                                                                               | Verificação:    | Elenora Stentz <i>Quene</i> <i>J.S.F.</i>    |        |                        |  |
| Marco Bianco                                                                                                                                 |                 | 3                                            |        |                        |  |

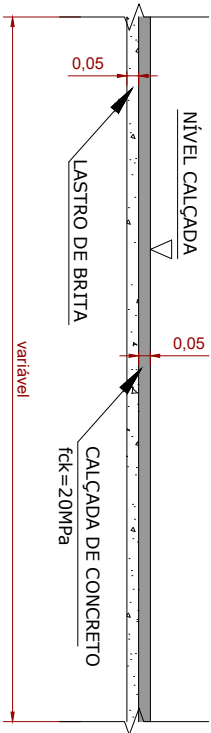


24043500085700



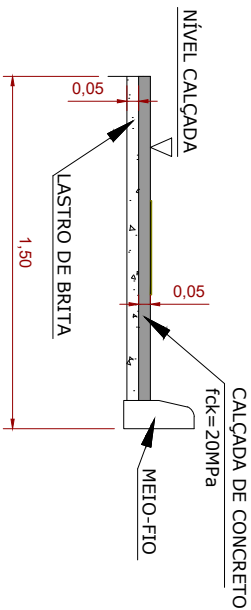
SEÇÃO AA'

ESCALA 1:20



SEÇÃO BB'

ESCALA 1:20



|               |               |           |        |     |   |
|---------------|---------------|-----------|--------|-----|---|
| 3             | Revisão Geral | 06/05/24  | WAGNER | DM  | ~ |
| 2             | Revisão Geral | 06/05/24  | WAGNER | DM  | ~ |
| 1             | Revisão Geral | 06/05/24  | WAGNER | DM  | ~ |
| 0             | Revisão Geral | 06/05/24  | WAGNER | DM  | ~ |
| Revisão       | Descrição     | Data      | Aprova | Aut |   |
| Empreiteira   | Verificação   | Elaborado | 3      |     |   |
| Mercão Branco | Elaborado     | 3         |        |     |   |

ECOPLAN

ENERGIA

|          |                                                                 |             |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| DAER     | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                    | S.E.P.      |
| ESCALAS: | Revisão : ERS-900                                               |             |
| INDICADA | Revisão : ERS-472 (P/ SÃO ROQUÊ) - ENR. ERS-461 (P/ SÃO MIGUEL) |             |
| DATA:    | Extensão : 2340km                                               |             |
| DEZ/2023 | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                 | FOLHA 03/06 |
|          | Parado Tipo                                                     |             |





24043500085700

RELAÇÃO DOS PASSEIOS

| PASSEIO    |            |          |      |                 |             |                      |             |  |  |
|------------|------------|----------|------|-----------------|-------------|----------------------|-------------|--|--|
| Referência | Km Inicial | Km Final | Lado | Comprimento (m) | Largura (m) | Área de passeio (m²) | Volume (m³) |  |  |
| PO-01      | 0+245      | 0+252    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-02      | 0+326      | 0+333    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-03      | 1+394      | 1+401    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-04      | 1+480      | 1+487    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-05      | 2+649      | 2+656    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-06      | 2+745      | 2+752    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-07      | 4+027      | 4+034    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-08      | 4+116      | 4+123    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-09      | 4+595      | 4+602    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-10      | 4+684      | 4+691    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-11      | 5+738      | 5+745    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-12      | 5+818      | 5+825    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-13      | 6+753      | 6+760    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-14      | 6+834      | 6+841    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-15      | 7+451      | 7+458    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-16      | 7+537      | 7+544    | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-17      | 8+463      | 8+470    | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-18      | 8+549      | 8+556    | LD   | 7,00            | 2,00        | 14,00                | 0,70        |  |  |
| PO-19      | 9+021      | 9+028    | LE   | 7,00            | 2,00        | 14,00                | 0,70        |  |  |
| PO-20      | 9+110      | 9+117    | LD   | 7,00            | 2,00        | 14,00                | 0,70        |  |  |
| PO-21      | 10+789     | 10+796   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-22      | 10+875     | 10+882   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |
| PO-23      | 12+068     | 12+075   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                | 0,53        |  |  |

|               |                 |            |        |          |         |
|---------------|-----------------|------------|--------|----------|---------|
| 3             | Revisão Geral   | 10/05/24   | WAGNER | 10/05/24 | WAGNER  |
| 2             | Revisão Geral   | 10/05/24   | WAGNER | 10/05/24 | WAGNER  |
| 1             | Revisão Geral   | 10/05/24   | WAGNER | 10/05/24 | WAGNER  |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23   | WAGNER | 18/12/23 | WAGNER  |
| Revisão       | Descrição       |            |        |          |         |
| Empreendedor  | Verificador     | Elaborador | Chave  | 3        | Revisão |
| Mercio Bianco | WAGNER          | Elaborador | Chave  | 3        | Revisão |

**ECOPLAN**  
EMPREENHABILIDADE

DAER: DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM  
ESCALAS: Rodovia : ERS-900  
Canteiro : 545R00030  
Extensão : 234,00m  
INDICADA  
DATA: DEZ/2023  
PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES  
Relação dos Passeios  
FOLHA 05/06



24043500085700

RELAÇÃO DOS PASSEIOS

| PASSEIO    |            |          |      |                 |             |                      |
|------------|------------|----------|------|-----------------|-------------|----------------------|
| Referência | Km Inicial | Km Final | Lado | Comprimento (m) | Largura (m) | Área de passeio (m²) |
| PO-24      | 12+235     | 12+242   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-25      | 13+336     | 13+343   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-26      | 13+422     | 13+429   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-27      | 14+602     | 14+609   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-28      | 14+688     | 14+695   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-29      | 15+487     | 15+494   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-30      | 15+574     | 15+581   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-31      | 16+252     | 16+259   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-32      | 16+338     | 16+345   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-33      | 17+803     | 17+810   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-34      | 17+889     | 17+896   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-35      | 18+456     | 18+463   | LE   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-36      | 18+547     | 18+554   | LD   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-37      | 19+326     | 19+333   | LE   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-38      | 19+414     | 19+421   | LD   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-39      | 20+126     | 20+133   | LE   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-40      | 20+215     | 20+222   | LD   | 7,00            | 2,00        | 14,00                |
| PO-41      | 21+039     | 21+046   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-42      | 21+125     | 21+132   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-43      | 23+087     | 23+094   | LE   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| PO-44      | 23+173     | 23+180   | LD   | 7,00            | 1,50        | 10,50                |
| Calçada    | 8+517      | 9+319    | LD   | 802,00          | 1,50        | 1203,00              |
| Calçada    | 8+519      | 8+573    | LE   | 54,00           | 1,50        | 81,00                |
| Calçada    | 9+319      | 9+319    | LE   | 718,00          | 1,50        | 1077,00              |
| Calçada    | 17+939     | 20+299   | LD   | 2360,00         | 1,50        | 3540,00              |
| Calçada    | 17+939     | 18+900   | LE   | 961,00          | 1,50        | 1441,50              |
| Calçada    | 18+944     | 20+205   | LE   | 1261,00         | 1,50        | 1891,50              |
| Calçada    | 20+237     | 20+299   | LE   | 62,00           | 1,50        | 93,00                |
| TOTAL      |            |          |      |                 |             | 478,51m²             |

|               |                 |                   |            |         |  |
|---------------|-----------------|-------------------|------------|---------|--|
| 3             | Revisão Geral   | 06/05/24          | WAGNER     | LD      |  |
| 2             | Revisão Geral   | 06/05/24          | WAGNER     | LD      |  |
| 1             | Revisão Geral   | 06/05/24          | WAGNER     | LD      |  |
| 0             | Revisão Inicial | 18/12/23          | WAGNER     | LD      |  |
| Revisão       | Descrição       |                   |            |         |  |
| Empreendedor  | Verificador     | Elaborador        | Assinatura | Revisão |  |
| Marcio Bianco | Elisandra Stutz | Clara de J. Stutz |            | 3       |  |

**ECOPLAN**  
EMPENHAMENTO

DAER  
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM  
ESCALAS:  
Rótulo : ERS-900  
Corte : S45EP0030  
Extensão : 2340mm  
DATA: DEZ/2023  
PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES  
Relação dos Passeios

S.E.P.  
FOLHA 06/06



24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 1     | 00+000    | -72,16                | LE   | 677932,024      | 6896160,598 | Sim       |
| 2     | 00+000    | 165,00                | LE   | 677840,720      | 6896178,200 | Não       |
| 3     | 00+000    | 210,00                | LE   | 677796,390      | 6896186,370 | Não       |
| 4     | 00+000    | 249,00                | LE   | 677758,110      | 6896193,960 | Não       |
| 5     | 00+020    | 4,02                  | LD   | 678019,750      | 6896142,090 | Sim       |
| 6     | 00+055    | 154,25                | LD   | 678115,074      | 6896020,713 | Sim       |
| 7     | 00+093    | 57,02                 | LD   | 678107,810      | 6896124,510 | Não       |
| 8     | 00+097    | 117,39                | LD   | 678136,040      | 6896071,020 | Não       |
| 9     | 00+138    | 77,34                 | LD   | 678144,400      | 6896116,760 | Não       |
| 10    | 00+198    | 84,43                 | LD   | 678174,270      | 6896110,580 | Não       |
| 11    | 00+291    | 3,39                  | LD   | 678276,062      | 6896172,037 | Sim       |
| 12    | 00+306    | 93,38                 | LD   | 678271,780      | 6896080,900 | Não       |
| 13    | 00+363    | 86,47                 | LD   | 678329,000      | 6896075,600 | Não       |
| 14    | 00+457    | 26,93                 | LE   | 678448,830      | 6896146,470 | Não       |
| 15    | 00+466    | 39,85                 | LD   | 678418,810      | 6896086,100 | Sim       |
| 16    | 00+597    | 20,37                 | LD   | 678537,310      | 6896027,200 | Não       |
| 17    | 00+681    | 13,11                 | LD   | 678610,333      | 6895985,119 | Sim       |
| 18    | 00+685    | 39,67                 | LE   | 678643,800      | 6896026,120 | Não       |
| 19    | 00+729    | -17,90                | LE   | 678667,715      | 6895981,471 | Sim       |
| 20    | 00+772    | -6,55                 | LE   | 678690,646      | 6895939,529 | Sim       |
| 21    | 00+857    | -11,78                | LE   | 678731,995      | 6895863,592 | Sim       |
| 22    | 00+941    | 20,36                 | LE   | 678771,900      | 6895789,760 | Não       |
| 23    | 01+050    | 29,97                 | LE   | 678823,330      | 6895695,380 | Não       |
| 24    | 01+152    | 24,52                 | LE   | 678868,800      | 6895606,670 | Não       |
| 25    | 01+253    | 14,45                 | LE   | 678915,010      | 6895516,500 | Não       |
| 26    | 01+354    | -4,75                 | LE   | 678961,791      | 6895426,136 | Sim       |
| 27    | 01+465    | 6,44                  | LD   | 679012,164      | 6895327,461 | Sim       |
| 28    | 01+567    | 16,83                 | LD   | 679058,920      | 6895235,840 | Não       |
| 29    | 01+600    | 80,75                 | LD   | 679024,010      | 6895172,310 | Não       |
| 30    | 01+644    | 5,99                  | LD   | 679112,330      | 6895177,903 | Sim       |
| 31    | 01+727    | 10,79                 | LD   | 679169,810      | 6895115,710 | Sim       |
| 32    | 01+821    | 6,59                  | LD   | 679255,017      | 6895071,543 | Sim       |
| 33    | 01+896    | 11,66                 | LD   | 679322,310      | 6895036,630 | Sim       |
| 34    | 01+927    | 14,24                 | LD   | 679349,540      | 6895021,940 | Não       |
| 35    | 02+040    | 5,01                  | LD   | 679445,424      | 6894970,278 | Sim       |
| 36    | 02+109    | 23,21                 | LD   | 679468,550      | 6894906,600 | Não       |
| 37    | 02+175    | 20,56                 | LD   | 679501,610      | 6894849,550 | Não       |
| 38    | 02+273    | 13,52                 | LD   | 679550,850      | 6894766,940 | Sim       |
| 39    | 02+356    | -12,90                | LE   | 679598,633      | 6894694,461 | Sim       |
| 40    | 02+376    | 63,70                 | LD   | 679525,150      | 6894665,570 | Não       |
| 41    | 02+424    | 40,27                 | LE   | 679630,490      | 6894623,720 | Não       |
| 42    | 02+437    | 0,26                  | LD   | 679589,688      | 6894611,185 | Sim       |

|                                                                                                                              |  |                                              |  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------|--|-----------|
| DAER                                                                                                                         |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.    |
| ESCALAS:<br>Trecho : ENTR. BR-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BR-561 (P/ SAO MIGUEL)<br>Código : 506RS03030<br>Extensão : 3,60 km |  | Relação de Postes                            |  |           |
| INDICADA                                                                                                                     |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              |  | FOLHA 639 |
| DATA: 02/2023                                                                                                                |  | RELAÇÃO POSTE                                |  |           |

|                            |                 |                             |                    |            |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|------------|
| 2                          | Revisão Geral   | 06/03/24                    | WAB                | OW         |
| 1                          | Revisão Geral   | 30/07/24                    | WAB                | OW         |
| 0                          | Emissão Inicial | 18/07/23                    | WAB                | OW         |
| Descrição                  |                 | Data                        | Aprov.             | Aut.       |
| Elaboração: Marcelo Bianco |                 | Verificação: Emerson Stentz | Assinatura: J. Sfr | Revisão: 2 |



24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 43    | 02+529    | -12,48                | LE   | 679599,524      | 6894518,733 | Sim       |
| 44    | 02+633    | -10,75                | LE   | 679594,511      | 6894415,431 | Sim       |
| 45    | 02+730    | -9,58                 | LE   | 679590,240      | 6894318,183 | Sim       |
| 46    | 02+831    | -8,34                 | LE   | 679585,830      | 6894217,406 | Sim       |
| 47    | 02+929    | 7,30                  | LD   | 679581,396      | 6894118,356 | Sim       |
| 48    | 03+014    | 31,48                 | LD   | 679601,290      | 6894026,060 | Não       |
| 49    | 03+101    | -1,89                 | LE   | 679689,933      | 6893987,144 | Sim       |
| 50    | 03+187    | -8,90                 | LE   | 679769,826      | 6893957,213 | Sim       |
| 51    | 03+266    | -8,55                 | LE   | 679844,030      | 6893929,243 | Sim       |
| 52    | 03+348    | -8,41                 | LE   | 679920,939      | 6893900,481 | Sim       |
| 53    | 03+447    | -8,03                 | LE   | 680012,855      | 6893865,884 | Sim       |
| 54    | 03+545    | -9,31                 | LE   | 680105,043      | 6893832,958 | Sim       |
| 55    | 03+625    | -10,59                | LE   | 680181,070      | 6893805,590 | Sim       |
| 56    | 03+725    | 5,99                  | LD   | 680263,293      | 6893746,698 | Sim       |
| 57    | 03+817    | 8,75                  | LD   | 680338,411      | 6893694,157 | Sim       |
| 58    | 03+904    | 8,54                  | LD   | 680410,330      | 6893645,049 | Sim       |
| 59    | 03+999    | 9,10                  | LD   | 680488,846      | 6893590,486 | Sim       |
| 60    | 04+090    | 8,67                  | LD   | 680563,788      | 6893539,576 | Sim       |
| 61    | 04+187    | -4,44                 | LE   | 680651,521      | 6893495,258 | Sim       |
| 62    | 04+273    | -4,05                 | LE   | 680722,257      | 6893446,242 | Sim       |
| 63    | 04+367    | -8,06                 | LE   | 680798,767      | 6893391,092 | Sim       |
| 64    | 04+394    | 5,30                  | LD   | 680807,201      | 6893361,700 | Sim       |
| 65    | 04+475    | 85,64                 | LE   | 680931,740      | 6893331,260 | Não       |
| 66    | 04+476    | 14,67                 | LD   | 680940,730      | 6893289,060 | Não       |
| 67    | 04+477    | 29,97                 | LD   | 680826,880      | 6893282,570 | Não       |
| 68    | 04+477    | 49,84                 | LD   | 680808,820      | 6893274,260 | Não       |
| 69    | 04+545    | -0,73                 | LE   | 680880,429      | 6893231,197 | Sim       |
| 70    | 04+616    | 11,66                 | LD   | 680894,400      | 6893160,910 | Sim       |
| 71    | 04+706    | 9,80                  | LD   | 680924,582      | 6893077,341 | Sim       |
| 72    | 04+796    | 8,22                  | LD   | 680947,074      | 6892990,747 | Sim       |
| 73    | 04+896    | 12,59                 | LD   | 680964,920      | 6892891,780 | Sim       |
| 74    | 04+993    | 14,36                 | LD   | 680993,510      | 6892797,630 | Não       |
| 75    | 05+091    | 8,61                  | LD   | 681038,224      | 6892709,230 | Sim       |
| 76    | 05+204    | 9,73                  | LD   | 681089,880      | 6892607,800 | Sim       |
| 77    | 05+242    | 92,90                 | LE   | 681198,120      | 6892622,420 | Não       |
| 78    | 05+297    | 7,33                  | LD   | 681135,204      | 6892526,633 | Sim       |
| 79    | 05+387    | 5,54                  | LD   | 681178,738      | 6892447,572 | Sim       |
| 80    | 05+462    | 26,67                 | LD   | 681194,490      | 6892372,120 | Não       |
| 81    | 05+545    | 50,90                 | LD   | 681211,940      | 6892286,760 | Não       |
| 82    | 05+644    | 79,05                 | LD   | 681232,910      | 6892186,260 | Não       |
| 83    | 05+742    | 32,12                 | LD   | 681320,080      | 6892121,180 | Não       |
| 84    | 05+786    | 10,69                 | LD   | 681359,619      | 6892091,971 | Sim       |

|                            |  |                             |  |                    |  |           |  |           |  |                                              |  |                                                                       |  |
|----------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--|-----------|--|-----------|--|----------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|--|
| 2                          |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           |  | Walter DM |  | DAER      |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                |  |
| 1                          |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           |  | Walter DM |  | ESCALAS:  |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SAO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SAO MIGUEL) |  |
| 0                          |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           |  | Walter DM |  | INDICAÇÃO |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão : 5,000 km                                                   |  |
| Revisão                    |  | Descrição                   |  | Data               |  | Aprov.    |  | Aut.      |  | DATA:                                        |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                       |  |
| Elaboração: Marcelo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |  | Revisão   |  | 2         |  | 02/2023                                      |  | FOLHA 2/8                                                             |  |



PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 85    | 05+859    | 10,68                 | LD   | 681393,280      | 6892027,890 | Sim       |
| 86    | 05+943    | 10,75                 | LD   | 681432,170      | 6891953,660 | Sim       |
| 87    | 06+020    | 90,44                 | LD   | 681397,840      | 6891847,620 | Não       |
| 88    | 06+052    | 10,92                 | LD   | 681483,080      | 6891856,340 | Sim       |
| 89    | 06+095    | 25,54                 | LE   | 681535,000      | 6891835,890 | Não       |
| 90    | 06+095    | 10,87                 | LD   | 681503,050      | 6891818,400 | Sim       |
| 91    | 06+182    | 11,13                 | LD   | 681543,360      | 6891741,070 | Sim       |
| 92    | 06+297    | 10,69                 | LD   | 681596,800      | 6891640,240 | Sim       |
| 93    | 06+409    | 14,18                 | LD   | 681649,260      | 6891539,800 | Não       |
| 94    | 06+524    | 11,98                 | LD   | 681709,410      | 6891442,340 | Não       |
| 95    | 06+619    | 10,75                 | LD   | 681758,970      | 6891360,880 | Sim       |
| 96    | 06+711    | 9,31                  | LD   | 681806,770      | 6891282,830 | Sim       |
| 97    | 06+754    | -6,42                 | LE   | 681842,228      | 6891253,753 | Sim       |
| 98    | 06+851    | -7,04                 | LE   | 681892,130      | 6891170,530 | Sim       |
| 99    | 06+946    | -7,63                 | LE   | 681941,366      | 6891088,370 | Sim       |
| 100   | 07+048    | 5,71                  | LD   | 681981,359      | 6890994,471 | Sim       |
| 101   | 07+140    | 4,76                  | LD   | 682029,331      | 6890915,165 | Sim       |
| 102   | 07+209    | 3,12                  | LD   | 682065,470      | 6890857,245 | Sim       |
| 103   | 07+301    | 4,23                  | LD   | 682111,359      | 6890777,394 | Sim       |
| 104   | 07+388    | 1,93                  | LD   | 682157,797      | 6890703,348 | Sim       |
| 105   | 07+391    | 44,70                 | LD   | 682122,680      | 6890678,700 | Não       |
| 106   | 07+460    | 16,98                 | LD   | 682181,430      | 6890633,780 | Não       |
| 107   | 07+475    | 52,52                 | LE   | 682248,780      | 6890656,410 | Não       |
| 108   | 07+484    | 0,91                  | LD   | 682207,352      | 6890621,500 | Sim       |
| 109   | 07+580    | -0,03                 | LE   | 682257,127      | 6890539,106 | Sim       |
| 110   | 07+643    | 15,19                 | LD   | 682274,940      | 6890477,360 | Não       |
| 111   | 07+731    | 24,27                 | LD   | 682297,090      | 6890395,910 | Não       |
| 112   | 07+836    | 10,58                 | LD   | 682323,610      | 6890298,520 | Sim       |
| 113   | 07+883    | 20,65                 | LD   | 682311,670      | 6890252,870 | Não       |
| 114   | 07+934    | 18,54                 | LE   | 682347,370      | 6890200,200 | Não       |
| 115   | 08+029    | 49,06                 | LE   | 682371,330      | 6890102,940 | Não       |
| 116   | 08+162    | 83,35                 | LE   | 682400,930      | 6889981,290 | Não       |
| 117   | 08+188    | 70,58                 | LD   | 682251,970      | 6889935,440 | Não       |
| 118   | 08+229    | 19,04                 | LD   | 682310,610      | 6889904,040 | Não       |
| 119   | 08+269    | 88,40                 | LE   | 682424,060      | 6889885,920 | Não       |
| 120   | 08+298    | 8,30                  | LD   | 682335,155      | 6889838,269 | Sim       |
| 121   | 08+310    | 28,35                 | LE   | 682373,580      | 6889833,410 | Não       |
| 122   | 08+356    | 5,83                  | LD   | 682349,237      | 6889782,288 | Sim       |
| 123   | 08+379    | 30,34                 | LE   | 682389,440      | 6889766,490 | Não       |
| 124   | 08+391    | 32,77                 | LD   | 682330,250      | 6889741,460 | Não       |
| 125   | 08+487    | 27,78                 | LE   | 682413,360      | 6889664,260 | Não       |
| 126   | 08+548    | 24,32                 | LE   | 682427,260      | 6889604,080 | Não       |

|                                 |  |                                                                       |  |           |
|---------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|--|-----------|
| DAER                            |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM                          |  | S.E.P.    |
| ESCALAS:                        |  | Rodovia : ERS-550                                                     |  | FOLHA 3/6 |
| INDICAÇÃO                       |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |  |           |
| DATA:                           |  | 02/2023                                                               |  |           |
| PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES |  | RELAÇÃO POSTE                                                         |  |           |



24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 127   | 08+569    | -15,33                | LE   | 682424,559      | 6889581,166 | Sim       |
| 128   | 08+605    | -33,42                | LE   | 682451,920      | 6889551,840 | Sim       |
| 129   | 08+647    | -42,64                | LE   | 682472,520      | 6889514,010 | Sim       |
| 130   | 08+661    | 40,06                 | LD   | 682396,980      | 6889477,600 | Não       |
| 131   | 08+672    | 9,17                  | LD   | 682429,619      | 6889475,993 | Sim       |
| 132   | 08+680    | 25,63                 | LE   | 682465,200      | 6889478,260 | Não       |
| 133   | 08+684    | 51,30                 | LE   | 682491,070      | 6889481,220 | Não       |
| 134   | 08+727    | 62,58                 | LE   | 682513,970      | 6889442,860 | Não       |
| 135   | 08+768    | 73,45                 | LE   | 682535,680      | 6889407,620 | Não       |
| 136   | 08+810    | 81,35                 | LE   | 682554,890      | 6889375,030 | Não       |
| 137   | 08+855    | 87,68                 | LE   | 682575,600      | 6889341,540 | Não       |
| 138   | 08+905    | 69,98                 | LE   | 682579,550      | 6889294,880 | Não       |
| 139   | 08+929    | 15,77                 | LE   | 682544,120      | 6889248,220 | Não       |
| 140   | 08+939    | 45,76                 | LE   | 682575,000      | 6889255,300 | Não       |
| 141   | 08+945    | 0,23                  | ID   | 682539,262      | 6889225,744 | Sim       |
| 142   | 08+995    | 2,11                  | ID   | 682564,750      | 6889182,555 | Sim       |
| 143   | 09+034    | 21,33                 | LE   | 682605,590      | 6889162,430 | Não       |
| 144   | 09+076    | 17,98                 | LE   | 682625,310      | 6889125,210 | Não       |
| 145   | 09+110    | 16,48                 | LE   | 682641,820      | 6889095,000 | Não       |
| 146   | 09+158    | -15,20                | LE   | 682664,700      | 6889052,460 | Sim       |
| 147   | 09+203    | -13,80                | LE   | 682685,720      | 6889012,540 | Sim       |
| 148   | 09+240    | -13,34                | LE   | 682703,290      | 6888980,610 | Sim       |
| 149   | 09+269    | 26,01                 | ID   | 682683,560      | 6888935,630 | Não       |
| 150   | 09+318    | -12,15                | LE   | 682740,939      | 6888911,765 | Sim       |
| 151   | 09+480    | -6,70                 | LE   | 682817,193      | 6888769,417 | Sim       |
| 152   | 09+550    | 19,97                 | ID   | 682834,770      | 6888696,590 | Não       |
| 153   | 09+564    | -11,74                | LE   | 682868,629      | 6888703,569 | Sim       |
| 154   | 09+646    | -15,50                | LE   | 682918,750      | 6888638,760 | Sim       |
| 155   | 09+695    | 19,84                 | LE   | 682950,650      | 6888600,900 | Não       |
| 156   | 09+744    | 20,13                 | LE   | 682978,890      | 6888561,200 | Não       |
| 157   | 09+845    | 25,36                 | LE   | 683041,380      | 6888481,340 | Não       |
| 158   | 09+924    | 30,25                 | LE   | 683090,770      | 6888419,530 | Não       |
| 159   | 09+998    | 33,61                 | LE   | 683136,340      | 6888360,190 | Não       |
| 160   | 10+078    | 92,71                 | LE   | 683231,020      | 6888320,400 | Não       |
| 161   | 10+094    | 44,46                 | LE   | 683197,520      | 6888281,750 | Não       |
| 162   | 10+173    | 57,05                 | LE   | 683246,900      | 6888218,450 | Não       |
| 163   | 10+252    | 69,87                 | LE   | 683296,510      | 6888155,130 | Não       |
| 164   | 10+330    | 82,23                 | LE   | 683345,050      | 6888092,810 | Não       |
| 165   | 10+408    | 94,75                 | LE   | 683393,530      | 6888030,930 | Não       |
| 166   | 10+458    | 56,64                 | ID   | 683285,370      | 6887913,630 | Não       |
| 167   | 10+468    | 3,48                  | ID   | 683336,481      | 6887931,036 | Sim       |
| 168   | 10+478    | 61,18                 | LE   | 683398,260      | 6887952,930 | Não       |

|                            |  |                             |  |                    |  |           |  |                                                                       |                                              |        |
|----------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------|--|-----------|--|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|
| 2                          |  | Revisão Geral               |  | 06/03/24           |  | Walter DM |  | DAER                                                                  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM | S.E.P. |
| 1                          |  | Revisão Geral               |  | 30/07/24           |  | Walter DM |  | ESCALAS:                                                              | Rodovia : ERS-550                            |        |
| 0                          |  | Emissão Inicial             |  | 18/12/23           |  | Walter DM |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. BRS-561 (P/ SÃO MIGUEL) | Código : 506RS030                            |        |
| Revisão                    |  | Descrição                   |  | Data               |  | Aprov.    |  | INDICAÇÃO                                                             | Extensão                                     |        |
| Elaboração: Marcelo Bianco |  | Verificação: Emerson Stentz |  | Assinatura: J. Sfr |  | Revisão   |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                       |                                              | FOLHA  |
|                            |  |                             |  |                    |  | 2         |  | RELACAO POSTE                                                         |                                              | 48     |

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 169   | 10+897    | 14,92                 | LD   | 683544,246      | 6887554,641 | Sim       |
| 170   | 10+926    | 31,55                 | LE   | 683599,100      | 6887553,590 | Não       |
| 171   | 10+960    | 88,85                 | LE   | 683665,600      | 6887554,180 | Não       |
| 172   | 11+039    | 69,18                 | LE   | 683688,990      | 6887477,220 | Não       |
| 173   | 11+095    | 40,45                 | LD   | 683626,020      | 6887371,350 | Não       |
| 174   | 11+120    | 49,11                 | LE   | 683714,910      | 6887398,680 | Não       |
| 175   | 11+202    | 27,88                 | LE   | 683741,440      | 6887318,130 | Não       |
| 176   | 11+298    | -3,57                 | LE   | 683772,151      | 6887224,116 | Sim       |
| 177   | 11+376    | 13,41                 | LD   | 683797,350      | 6887148,560 | Sim       |
| 178   | 11+395    | 85,21                 | LE   | 683892,130      | 6887182,130 | Não       |
| 179   | 11+463    | 32,98                 | LD   | 683825,030      | 6887063,750 | Não       |
| 180   | 11+487    | 29,23                 | LE   | 683891,060      | 6887074,430 | Não       |
| 181   | 11+541    | 50,38                 | LD   | 683849,870      | 6886987,950 | Não       |
| 182   | 11+546    | 34,05                 | LE   | 683925,370      | 6887026,170 | Não       |
| 183   | 11+615    | 67,55                 | LD   | 683874,380      | 6886913,810 | Não       |
| 184   | 11+683    | 47,28                 | LD   | 683937,380      | 6886864,000 | Não       |
| 185   | 11+765    | 40,15                 | LD   | 684006,800      | 6886809,470 | Não       |
| 186   | 11+850    | 37,04                 | LD   | 684072,750      | 6886756,920 | Não       |
| 187   | 11+930    | 34,00                 | LD   | 684135,530      | 6886707,010 | Não       |
| 188   | 12+020    | 30,33                 | LD   | 684206,020      | 6886651,300 | Não       |
| 189   | 12+088    | 70,73                 | LD   | 684231,600      | 6886576,060 | Não       |
| 190   | 12+099    | 28,04                 | LD   | 684267,860      | 6886601,160 | Não       |
| 191   | 12+128    | 50,52                 | LE   | 684341,330      | 6886641,360 | Não       |
| 192   | 12+169    | 25,40                 | LD   | 684321,480      | 6886557,620 | Sim       |
| 193   | 12+249    | 15,51                 | LD   | 684387,852      | 6886511,469 | Sim       |
| 194   | 12+328    | 5,91                  | LD   | 684453,241      | 6886465,772 | Sim       |
| 195   | 12+426    | -4,82                 | LE   | 684533,700      | 6886409,700 | Sim       |
| 196   | 12+499    | -8,95                 | LE   | 684593,488      | 6886366,919 | Sim       |
| 197   | 12+605    | -10,90                | LE   | 684679,270      | 6886306,450 | Sim       |
| 198   | 12+699    | -8,37                 | LE   | 684755,387      | 6886251,889 | Sim       |
| 199   | 12+802    | -9,47                 | LE   | 684837,910      | 6886187,600 | Sim       |
| 200   | 12+855    | 87,71                 | LD   | 684806,710      | 6886081,360 | Não       |
| 201   | 12+872    | 27,05                 | LE   | 684900,290      | 6886149,890 | Não       |
| 202   | 12+878    | 93,46                 | LD   | 684818,790      | 6886060,910 | Não       |
| 203   | 12+904    | 9,14                  | LD   | 684896,540      | 6886102,140 | Sim       |
| 204   | 12+912    | 64,97                 | LD   | 684862,380      | 6886057,260 | Não       |
| 205   | 12+922    | 18,08                 | LD   | 684903,410      | 6886082,430 | Não       |
| 206   | 12+942    | 39,34                 | LD   | 684902,080      | 6886053,480 | Não       |
| 207   | 12+960    | 9,53                  | LD   | 684936,000      | 6886061,500 | Sim       |
| 208   | 12+962    | 14,58                 | LE   | 684954,520      | 6886077,040 | Não       |
| 209   | 12+975    | 63,88                 | LD   | 684906,390      | 6886013,840 | Não       |
| 210   | 12+003    | 75,04                 | LE   | 685029,900      | 6886082,440 | Não       |

[illegible]

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 211   | 13+101    | 53,61                 | LD   | 684965,230      | 6885933,930 | Não       |
| 212   | 13+214    | 9,82                  | LD   | 685034,822      | 6885837,804 | Sim       |
| 213   | 13+326    | 36,39                 | LE   | 685106,600      | 6885740,430 | Não       |
| 214   | 13+437    | 82,60                 | LE   | 685178,230      | 6885643,630 | Não       |
| 215   | 14+421    | 6,64                  | LD   | 685328,458      | 6884667,674 | Sim       |
| 216   | 14+495    | 6,02                  | LD   | 685347,090      | 6884595,743 | Sim       |
| 217   | 14+561    | 7,08                  | LD   | 685363,421      | 6884532,090 | Sim       |
| 218   | 14+591    | 102,30                | LE   | 685476,760      | 6884534,390 | Não       |
| 219   | 14+616    | 16,44                 | LD   | 685370,260      | 6884476,420 | Não       |
| 220   | 14+626    | 9,88                  | LD   | 685379,590      | 6884468,280 | Sim       |
| 221   | 14+656    | 77,97                 | LE   | 685472,370      | 6884465,050 | Não       |
| 222   | 14+656    | 85,97                 | LE   | 685480,870      | 6884464,489 | Não       |
| 223   | 14+720    | 47,58                 | LE   | 685461,800      | 6884395,210 | Não       |
| 224   | 14+773    | 23,55                 | LE   | 685454,220      | 6884337,440 | Não       |
| 225   | 14+811    | -6,12                 | LE   | 685448,521      | 6884296,189 | Sim       |
| 226   | 14+873    | 22,72                 | LD   | 685439,050      | 6884228,090 | Não       |
| 227   | 14+942    | 20,53                 | LD   | 685461,220      | 6884162,570 | Não       |
| 228   | 15+032    | 18,00                 | LD   | 685489,730      | 6884077,310 | Não       |
| 229   | 15+112    | 15,52                 | LD   | 685515,160      | 6884002,040 | Não       |
| 230   | 15+190    | 15,74                 | LE   | 685567,950      | 6883936,060 | Não       |
| 231   | 15+215    | 12,68                 | LD   | 685548,120      | 6883904,270 | Não       |
| 232   | 15+291    | 11,71                 | LD   | 685572,550      | 6883831,530 | Não       |
| 233   | 15+366    | 10,83                 | LD   | 685596,270      | 6883761,130 | Sim       |
| 234   | 15+442    | 10,22                 | LD   | 685620,446      | 6883688,450 | Sim       |
| 235   | 15+536    | 9,63                  | LD   | 685649,972      | 6883599,163 | Sim       |
| 236   | 15+612    | 34,08                 | LE   | 685714,800      | 6883540,800 | Não       |
| 237   | 15+698    | 79,81                 | LE   | 685783,880      | 6883484,040 | Não       |
| 238   | 15+810    | 82,58                 | LE   | 685839,150      | 6883413,970 | Não       |
| 239   | 15+900    | 76,82                 | LE   | 685894,580      | 6883342,700 | Não       |
| 240   | 15+990    | 72,04                 | LE   | 685950,460      | 6883272,400 | Não       |
| 241   | 16+108    | 63,13                 | LE   | 686022,260      | 6883177,890 | Não       |
| 242   | 16+110    | 18,67                 | LD   | 685962,360      | 6883122,150 | Não       |
| 243   | 16+209    | 57,09                 | LE   | 686084,710      | 6883098,280 | Não       |
| 244   | 16+307    | 50,42                 | LE   | 686144,490      | 6883020,730 | Não       |
| 245   | 16+331    | 49,27                 | LE   | 686160,000      | 6883001,460 | Não       |
| 246   | 16+387    | 45,75                 | LE   | 686194,270      | 6882956,860 | Não       |
| 247   | 16+485    | 40,28                 | LE   | 686254,690      | 6882878,980 | Não       |
| 248   | 16+606    | 34,29                 | LE   | 686329,500      | 6882783,730 | Não       |
| 249   | 16+639    | 18,89                 | LD   | 686310,670      | 6882724,320 | Não       |
| 250   | 16+716    | 28,52                 | LE   | 686396,830      | 6882697,440 | Não       |
| 251   | 16+825    | 22,54                 | LE   | 686463,770      | 6882611,260 | Não       |
| 252   | 16+932    | 16,74                 | LE   | 686529,940      | 6882526,370 | Não       |

[illegible]





24043500085700

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

| Poste | km de Ref | Distância do Eixo (m) | Lado | Coordenadas UTM |             | Remanejar |
|-------|-----------|-----------------------|------|-----------------|-------------|-----------|
|       |           |                       |      | x               | y           |           |
| 295   | 19+988    | 7,62                  | LD   | 688159,678      | 6881850,920 | Sim       |
| 296   | 20+053    | 9,34                  | LD   | 689224,250      | 6881859,876 | Sim       |
| 297   | 20+134    | 11,25                 | LD   | 689304,345      | 6881871,221 | Sim       |
| 298   | 20+203    | 13,50                 | LD   | 689372,698      | 6881880,264 | Sim       |
| 299   | 20+283    | 15,15                 | LD   | 689451,980      | 6881891,730 | Sim       |
| 300   | 20+326    | -26,49                | LE   | 689487,140      | 6881939,770 | Sim       |
| 301   | 20+361    | 17,18                 | LD   | 689529,110      | 6881902,330 | Não       |
| 302   | 20+434    | 9,04                  | LD   | 689598,070      | 6881912,570 | Sim       |
| 303   | 20+506    | 23,53                 | LE   | 689676,820      | 6881924,580 | Não       |
| 304   | 20+633    | -5,11                 | LE   | 689787,372      | 6881857,591 | Sim       |
| 305   | 20+762    | -8,40                 | LE   | 689905,183      | 6881802,053 | Sim       |
| 306   | 20+827    | -4,61                 | LE   | 689948,953      | 6881752,008 | Sim       |
| 307   | 20+869    | 6,44                  | LD   | 689961,430      | 6881709,924 | Sim       |
| 308   | 20+900    | 8,19                  | LD   | 689970,958      | 6881681,440 | Sim       |
| 309   | 20+982    | 0,22                  | LD   | 689993,931      | 6881604,231 | Sim       |
| 310   | 21+089    | -1,31                 | LE   | 690010,456      | 6881498,023 | Sim       |
| 311   | 21+192    | -2,14                 | LE   | 690025,722      | 6881395,781 | Sim       |
| 312   | 21+292    | -3,15                 | LE   | 690040,657      | 6881297,139 | Sim       |
| 313   | 21+398    | -3,68                 | LE   | 690055,991      | 6881192,206 | Sim       |
| 314   | 21+669    | -7,46                 | LE   | 690097,621      | 6880924,179 | Sim       |
| 315   | 21+858    | -9,34                 | LE   | 690132,134      | 6880739,996 | Sim       |
| 316   | 21+969    | -8,57                 | LE   | 690169,203      | 6880637,707 | Sim       |
| 317   | 22+055    | -12,23                | LE   | 690112,880      | 6880564,500 | Sim       |
| 318   | 22+132    | -10,91                | LE   | 690253,000      | 6880499,670 | Sim       |
| 319   | 22+242    | -9,93                 | LE   | 690312,090      | 6880406,790 | Sim       |
| 320   | 22+359    | -9,61                 | LE   | 690375,639      | 6880308,242 | Sim       |
| 321   | 22+360    | 2,41                  | LD   | 690366,058      | 6880300,937 | Sim       |
| 322   | 22+476    | 4,38                  | LD   | 690427,681      | 6880202,317 | Sim       |
| 323   | 22+678    | 5,40                  | LD   | 690536,628      | 6880032,529 | Sim       |
| 324   | 22+794    | 5,42                  | LD   | 690599,909      | 6879934,936 | Sim       |
| 325   | 23+006    | 5,99                  | LD   | 690714,631      | 6879757,063 | Sim       |
| 326   | 23+126    | 7,16                  | LD   | 690779,038      | 6879655,643 | Sim       |
| 327   | 23+362    | 37,11                 | LD   | 690882,534      | 6879441,073 | Sim       |
| 328   | 23+396    | -25,52                | LE   | 690953,335      | 6879447,016 | Sim       |
| 329   | 23+398    | -85,28                | LE   | 691018,373      | 6879433,687 | Sim       |
| 330   | 23+398    | -150,00               | LE   | 691082,260      | 6879422,290 | Sim       |

|                            |  |                           |  |                   |  |         |  |           |  |                                              |  |                                                                       |  |
|----------------------------|--|---------------------------|--|-------------------|--|---------|--|-----------|--|----------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|--|
| 2                          |  | Revisão Geral             |  | 06/03/24          |  | W       |  | DAER      |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                |  |
| 1                          |  | Revisão Geral             |  | 30/07/24          |  | W       |  | ESCALAS:  |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO MIGUEL) |  |
| 0                          |  | Emissão Inicial           |  | 18/12/23          |  | W       |  | INDICAÇÃO |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão : 5,5 km                                                     |  |
| Revisão                    |  | Descrição                 |  | Data              |  | Aprov.  |  | AUT.      |  | DATA:                                        |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES                                       |  |
| Elaboração: Marcelo Bianco |  | Verificação: Emano Stertz |  | Assinatura: J. St |  | Revisão |  | 2         |  | 02/2023                                      |  | FOLHA 8/8                                                             |  |

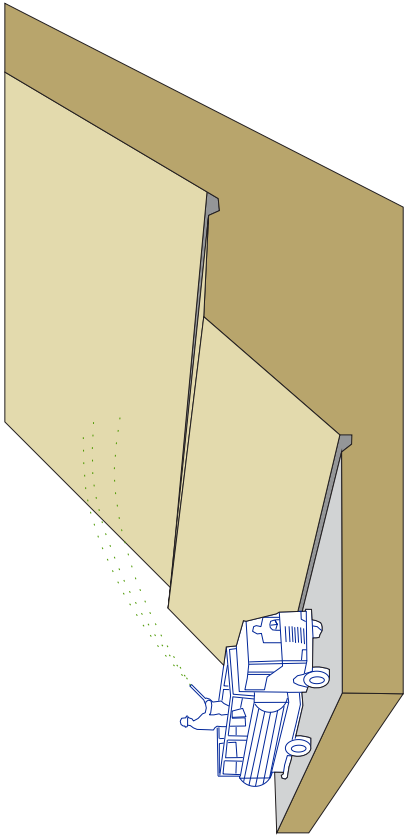




24043500085700

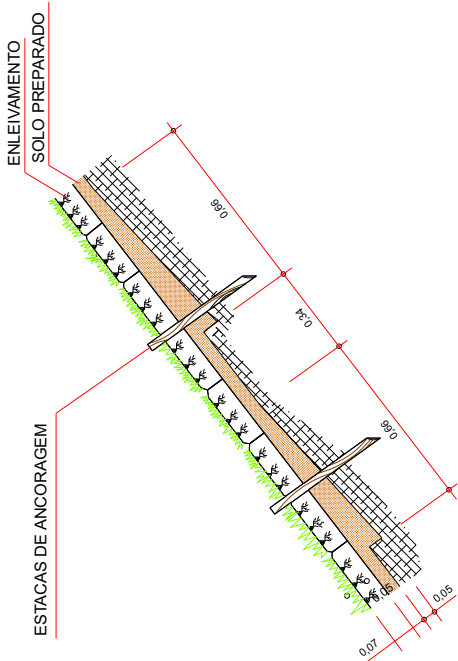
DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

a) Hidrossemeadura



b) Enleivamento

DETALHE



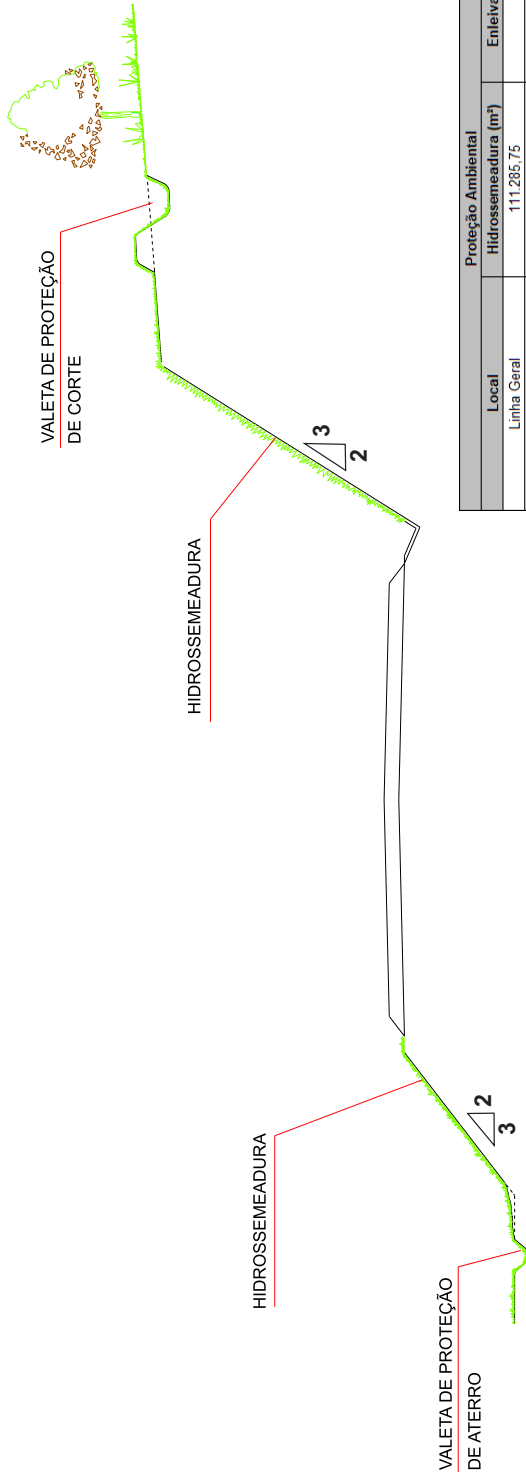
|          |  |  |  |                                              |  |  |  |                                                                       |  |
|----------|--|--|--|----------------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------|--|
| DAER     |  |  |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  |  |  | S.E.P.                                                                |  |
| ESCALAS: |  |  |  | Rodovia : ERS-550                            |  |  |  | Trecho : ENTR. BR-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| INDICADA |  |  |  | Código : 506RS0030                           |  |  |  | Extensão :                                                            |  |
| DATA:    |  |  |  | PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES              |  |  |  | FOLHA                                                                 |  |
| 02/2023  |  |  |  | HIDROSSEMEADURA E ENLEIVAMENTO               |  |  |  | 01/02                                                                 |  |

|                            |  |  |  |                |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|----------------|--|--|--|
| ECOPLAN                    |  |  |  | ENGENHARIA     |  |  |  |
| Revisão                    |  |  |  | Verificação:   |  |  |  |
| Elaboração: Marcelo Bianco |  |  |  | Estrada Stentz |  |  |  |
| 2                          |  |  |  | 06/03/24       |  |  |  |
| 1                          |  |  |  | 30/07/24       |  |  |  |
| 0                          |  |  |  | 18/12/23       |  |  |  |
| Revisão                    |  |  |  | Data           |  |  |  |
| Emissão Inicial            |  |  |  | Aprov.         |  |  |  |
| Revisão                    |  |  |  | Aut.           |  |  |  |
| Revisão                    |  |  |  | Revisão        |  |  |  |
| 2                          |  |  |  | 2              |  |  |  |



DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

DETALHE DO REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES DE ATERRO E CORTE



| Proteção Ambiental        |                      |                   |
|---------------------------|----------------------|-------------------|
| Local                     | Hidrossemeadura (m²) | Enlhecimento (m²) |
| Linha Geral               | 111.285,75           | 0,00              |
| Interseção 01 - km 0+000  | 2.252,14             | 332,63            |
| Interseção 02 - km 23+398 | 3.052,61             | 5.738,43          |
| Acesso 01 - km 0+500      | 628,08               | 0,00              |
| Acesso 02 - km 3+300      | 2.294,48             | 0,00              |
| Acesso 05 - km 10+200     | 269,30               | 0,00              |
| Acesso 06 - km 11+080     | 639,24               | 0,00              |
| Acesso 07 - km 12+060     | 235,23               | 0,00              |
| Acesso 08 - km 12+540     | 87,71                | 0,00              |
| Acesso 09 - km 13+420     | 180,10               | 0,00              |
| Acesso 10 - km 15+520     | 126,93               | 0,00              |
| Acesso 12 - km 17+800     | 168,82               | 0,00              |
| Acesso 13 - km 18+920     | 56,99                | 0,00              |
| Acesso 14 - km 20+300     | 192,62               | 0,00              |
| Acesso 15 - km 21+000     | 1.015,26             | 0,00              |
| Acesso 16 - km 23+340     | 169,32               | 0,00              |
| Bota-Fora - BF-01         | 5.055,00             | 0,00              |
| Bota-Fora - BF-02         | 5.010,00             | 0,00              |
| Bota-Fora - BF-06         | 5.065,00             | 0,00              |
| Total                     | 137.784,58           | 6.071,06          |

|                                 |  |                                              |  |                                                                        |  |
|---------------------------------|--|----------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|--|
| DAER                            |  | DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM |  | S.E.P.                                                                 |  |
| ESCALAS:                        |  | Rodovia : ERS-550                            |  | Trecho : ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU) |  |
| INDICADA:                       |  | Código : 506RS0030                           |  | Extensão :                                                             |  |
| DATA:                           |  | 08/2/2023                                    |  | FOLHA 02/02                                                            |  |
| Projeto de Obras Complementares |  | HIDROSSEMEADURA E ENLICHENIMENTO             |  |                                                                        |  |



24043500085700

QUADRO DE QUANTIDADES

| Item  | Código     | Discriminação                                                                            | un. | Quantidade  |
|-------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|
|       |            |                                                                                          |     |             |
| 1     |            | OBRAS COMPLEMENTARES                                                                     |     |             |
| 1.1   |            | CERCAS                                                                                   |     |             |
| 1.1.1 | DBR1600966 | Remoção de cerca com mourões de madeira                                                  | m   | 23.840,430  |
| 1.1.2 | 3713608    | Cerca com 4 fios de arame farpado e mourão de madeira a cada 2,5m e esticador a cada 50m | m   | 45.297,320  |
|       |            |                                                                                          |     |             |
| 1.2   |            | PASSO                                                                                    |     |             |
| 1.2.1 | 1207710    | Concreto projetado via seca fck = 20MPa aplicado em pisos                                | m²  | 491,210     |
| 1.2.2 | 2003767    | Lastro de areia comercial - espalhamento manual                                          | m²  | 491,210     |
|       |            |                                                                                          |     |             |
| 1.3   |            | OUTROS                                                                                   |     |             |
| 1.3.1 | ECOP-003   | Rernanejamento de poste de concreto, inclusive fiação                                    | un. | 170,000     |
|       |            |                                                                                          |     |             |
| 1.4   |            | PROTEÇÃO AMBIENTAL                                                                       |     |             |
| 1.4.1 | 4413905    | Hidrosemeadura (Taludes de Corte e Aterros - Bola-Foras)                                 | m²  | 137.784,580 |
| 1.4.2 | 4413996    | Erlivaimento (Canieiros)                                                                 | m²  | 6.071,060   |

|            |               |             |                |    |  |
|------------|---------------|-------------|----------------|----|--|
| 3          | Revisão Geral | 29/05/24    | W              | Un |  |
| 2          | Revisão Geral | 09/05/24    | W              | Un |  |
| 1          | Revisão Geral | 18/12/23    | W              | Un |  |
| 0          | Revisão Geral | 18/12/23    | W              | Un |  |
| Revisão    | Descrição     | Verificação | Elabora        | 3  |  |
| Elaborado: | Marco Bianco  | Verificado: | Elabora: S. S. |    |  |

DAER

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

S.E.P.

ESCALA:

Resumo : ERS-900

Orçamento : 545R\$000,00

Extensão : 23,40km

DATA: DEZ/2023

PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

QUADRO DE QUANTIDADES - GERAL

FOLHA 01/01



24043500085700



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

**3 TERMO DE ENCERRAMENTO**

VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)

650





24043500085700



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

### 3 TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume, denominado **Projeto Final de Engenharia - Volume 2 – Projeto de Execução**, relativo à Elaboração do Projeto Final de Engenharia de Pavimentação Asfáltica da Rodovia ERS-550, Trecho: Entr. BRS-472 (p/ São Borja) – Entr. ERS-561 (p/ São Nicolau), possui 651 páginas numeradas em ordem crescente.

Porto Alegre, 03 de junho de 2024.

ECOPLAN ENGENHARIA LTDA.

  
Eng. Júlio Fortini de Souza  
CREA/RS 063.127  
Representante Legal

VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)

651





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES**  
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA**

**RODOVIA:** ERS-550

**TRECHO:** Entr. BRS-472 (P/ São Borja) – Entr. ERS-561  
(P/São Nicolau)

**EXTENSÃO:** 23,40 km

**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA**

**VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO  
DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS**

JUNHO/2024

**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

ECOPLAN ENGENHARIA LTDA.



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES**  
 DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM

|                                                                  |                                            |                                             |                                                      |                                                                                                                                         |                                            |                                              |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 01                                                               | 03/06/24                                   | Revisão 01                                  | JF                                                   | JF                                                                                                                                      | VA                                         | CM                                           |
| 00                                                               | 17/05/24                                   | Emissão inicial                             | JF                                                   | JF                                                                                                                                      | VA                                         | CM                                           |
| <b>Revisão</b>                                                   | <b>Data</b>                                | <b>Descrição</b>                            | <b>Por</b>                                           | <b>Verif.</b>                                                                                                                           | <b>Aprov.</b>                              | <b>Autoriz.</b>                              |
| <b>Projeto Final de Engenharia da Rodovia ERS-550</b>            |                                            |                                             |                                                      |                                                                                                                                         |                                            |                                              |
| <b>VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS</b> |                                            |                                             |                                                      |                                                                                                                                         |                                            |                                              |
| Elaboração:<br>Eng. Júlio Fortini de Souza                       |                                            | Verificação:<br>Eng. Júlio Fortini de Souza |                                                      | Revisão:<br>01                                                                                                                          | Data:<br>JUNHO/2024                        |                                              |
| Aprovado Ecoplan<br>Engº Vinícios Andreolli                      |                                            | Autorizado Ecoplan<br>Eng.º Carlos Mees     |                                                      | Ref. Ecoplan:<br>-                                                                                                                      |                                            |                                              |
| Finalidade de Emissão                                            | <input type="checkbox"/> 1 Para Informação | <input type="checkbox"/> 2 Para Comentários | <input checked="" type="checkbox"/> 3 Para Aprovação | <input type="checkbox"/> 4 Para Execução                                                                                                | <input type="checkbox"/> 5 Como Construído | <input type="checkbox"/> 6 Para Utilização   |
|                                                                  |                                            |                                             |                                                      |                                                                                                                                         |                                            | <input type="checkbox"/> 7 Para Providências |
| <b>ECOPLAN</b><br>ENGENHARIA                                     |                                            |                                             |                                                      | Ecoplan Engenharia Ltda.<br>Rua Felicíssimo de Azevedo, 924<br>Porto Alegre/RS CEP 90.540-110<br>Fone (51) 3272-8900 Fax (51) 3342-3345 |                                            |                                              |
|                                                                  |                                            |                                             |                                                      | e-mail:estradas@ecoplan.com.br                                                                                                          |                                            |                                              |



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

## SUMÁRIO

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



**PROJETO FINAL DE ENGENHARIA**  
**VOLUME 3 – PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

**SUMÁRIO**

|          |                                                                |            |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>APRESENTAÇÃO .....</b>                                      | <b>6</b>   |
| <b>2</b> | <b>INFORMATIVO DO PROJETO – PONTE IJUI MIRIM .....</b>         | <b>11</b>  |
| 2.1      | CRITÉRIOS DE PROJETO.....                                      | 11         |
| 2.2      | NORMAS UTILIZADAS.....                                         | 12         |
| 2.3      | CARREGAMENTOS .....                                            | 12         |
| 2.4      | COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....                                      | 13         |
| 2.5      | MEMÓRIA DE CÁLCULO .....                                       | 35         |
| 2.6      | QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS .....                               | 126        |
| <b>3</b> | <b>INFORMATIVO DO PROJETO – PONTE LAJEADO DAS PEDRAS .....</b> | <b>130</b> |
| 3.1      | CRITÉRIOS DE PROJETO.....                                      | 130        |
| 3.2      | NORMAS UTILIZADAS.....                                         | 131        |
| 3.3      | CARREGAMENTOS .....                                            | 131        |
| 3.4      | COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....                                      | 132        |
| 3.5      | MEMÓRIA DE CÁLCULO .....                                       | 154        |
| 3.6      | QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS .....                               | 245        |
| <b>4</b> | <b>ANEXOS .....</b>                                            | <b>248</b> |
| 4.1      | PLANTAS – PONTE IJUÍ MIRIM.....                                | 250        |
| 4.2      | PLANTAS - PONTE LAJEADO DAS PEDRAS .....                       | 266        |
| <b>5</b> | <b>DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....</b>            | <b>282</b> |
| <b>6</b> | <b>ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....</b>        | <b>284</b> |
| <b>7</b> | <b>TERMO DE ENCERRAMENTO.....</b>                              | <b>289</b> |



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

## 1 APRESENTAÇÃO

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



## 1 APRESENTAÇÃO

A ECOPLAN ENGENHARIA LTDA, submete à apreciação do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER, o **Projeto Final de Engenharia - Volume 3 – Projeto de Obras de Arte Especiais**, referente à Elaboração do Projeto Final de Engenharia da Rodovia ERS-550, Trecho: Entr. BRS-472 (p/ São Borja) – Entr. ERS-561 (p/ São Nicolau), cujos dados contratuais e da rodovia estão abaixo discriminados.

Dados do contrato:

- Número do contrato: AJ/PE/008/22
- Data da assinatura: 11/03/2022
- Prazo de execução: 720 dias (2º Termo Aditivo)
- Ordem de início dos serviços: 01/04/2022

1º Termo Aditivo:

- O 1º Termo Aditivo tem como objeto a prorrogação de prazo contratual, por mais 180 (cento e oitenta) dias.

2º Termo Aditivo:

- 2º Termo Aditivo ao Contrato nº AJ/PE/008/22, que tem como objeto a prorrogação de Prazo por mais 180 (cento e oitenta) dias, totalizando 720 (setecentos e vinte) dias a contar da publicação da súmula do Termo Aditivo no Diário Oficial do Estado.

3º Termo Aditivo:

- 3º Termo Aditivo ao Contrato nº AJ/PE/008/22, que tem como objeto a alteração dos quantitativos do contrato, e elevação do valor contratual.

Dados da rodovia:

- Rodovia: ERS-550
- Trecho: Entr. BRS-472 (p/ São Borja) – Entr. ERS-561 (p/ São Nicolau)
- Extensão projetada: 23,40km



O Projeto Final de Engenharia é apresentado nos Volumes discriminados a seguir:

- Volume 1 – Relatório de Projeto;
- Volume Anexo 1A – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes;
- Volume Anexo 1B – Estudos Geotécnicos;
- Volume Anexo 1C – Seções Transversais;
- Volume Anexo 1D – Elementos de Topografia;
- Volume Anexo 1E – Projeto de Desapropriação;
- Volume 2 – Projeto de Execução;
- Volume 3 – Projeto de Execução de Obras de Arte Especiais;
- Volume 4 – Orçamento.

O conteúdo de cada volume é descrito a seguir:

#### VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

Este Volume tem a finalidade de dar uma visão geral do projeto, contém a descrição das soluções propostas para a execução dos serviços e obras necessárias para o Projeto Final de Engenharia da Rodovia ERS-550. Para tanto ele reúne todos os elementos necessários à elaboração da proposta para a concorrência de obras, bem como as instruções para sua elaboração.

#### VOLUME ANEXO 1A – NOTAS DE SERVIÇO E CÁLCULO DE VOLUMES

Este Volume contém as notas de serviço de terraplenagem com planilhas de cálculo de volumes.

#### VOLUME ANEXO 1B – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Este Volume contém os boletins de sondagem, planilhas de resultados de ensaios e demais elementos dos estudos geotécnicos.

#### VOLUME ANEXO 1C – SEÇÕES TRANSVERSAIS

Este Volume contém as seções transversais do projeto.



#### VOLUME ANEXO 1D – ELEMENTOS DE TOPOGRAFIA

Este Volume reúne as monografias dos marcos geodésicos e pontos de controle implantados. Além disso, contempla o relatório de processamento do aerolevantamento realizado e as especificações técnicas dos equipamentos utilizados nos levantamentos.

#### VOLUME ANEXO 1E – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

O Volume apresenta os quadros com estimativas de valor, plantas das áreas a serem desapropriadas e folha resumo das desapropriações.

#### VOLUME 2 – PROJETO DE EXECUÇÃO

Este Volume contém as plantas, perfis, desenhos, quadros e demais elementos gráficos necessários à execução dos projetos.

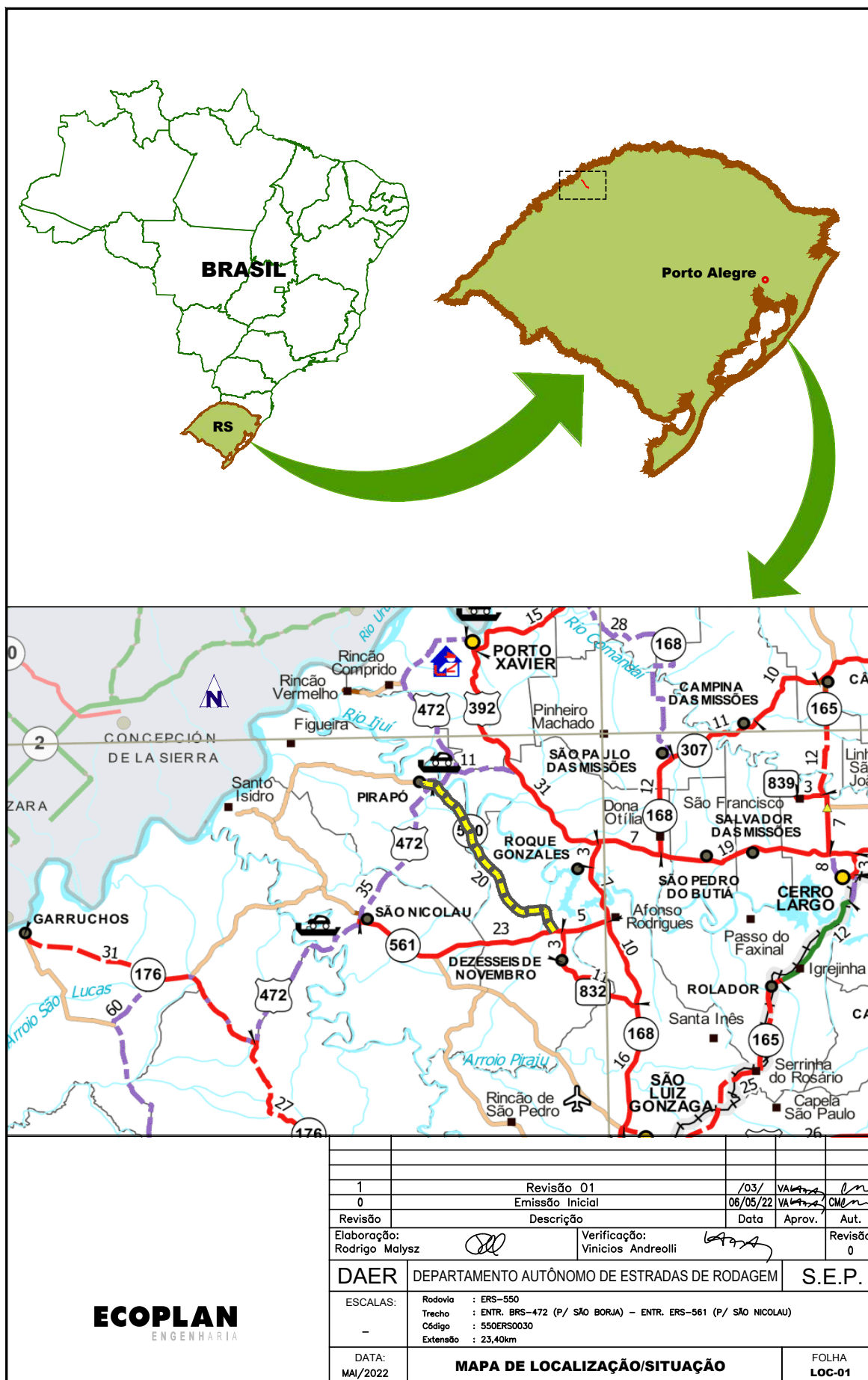
#### VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

O volume apresenta desenhos, memória de cálculo e demais elementos do projeto de obras de arte especiais ao longo do trecho projetado.

#### VOLUME 4 – ORÇAMENTO

Este Volume contém os custos de todos os serviços e obras necessárias à execução do Projeto Executivo a que se refere, descrevendo e justificando os procedimentos metodológicos empregados na sua obtenção.

A seguir é apresentado o Mapa de Situação e Localização da Rodovia ERS- 550:





## 2 INFORMATIVO DO PROJETO - PONTE IJUÍ MIRIM

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



## 2 INFORMATIVO DO PROJETO – PONTE IJUI MIRIM

A obra da ponte encontra-se na estaca de projeto km 0+483,844m até a estaca km 0+565,34m do eixo projetado. Possui extensão total de 81,50m, disposta em três vãos, sendo 27,00m cada,

A largura total da obra é de 12,00m, dividida de acordo com o seguinte gabarito: duas faixas de rolamento de 3,60m, dois acostamentos de 2,00m e dois guarda-rodas de 0,40m.

A superestrutura projetada é constituída por vigas isostáticas pré-moldadas e protendidas com comprimentos de 27,00m. As longarinas estão ligadas por transversinas nos apoios, bem como por laje superior de espessura de 0,15m e lajotas pré-moldadas de espessura de 0,10m.

A mesoestrutura será composta por travessas sobre pilares circulares com diâmetro de 80cm.

O encontro será do tipo encontro leve apoiado sobre pilares com diâmetro de 80cm.

A infraestrutura será formada por blocos de coroamento e viga de rigidez sobre estacas.

Conforme as sondagens realizadas no local, a fundação será constituída estacas raiz de diâmetro 410mm em solo e 310mm em rocha.

### 2.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O projeto referente à obra de arte especial será executado de acordo com as normas e especificações vigentes.

Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura e dimensionamento das peças, foi utilizado o software STRAP PRO ADVANCED v. 2012 Licença nº9536, onde o modelo adotado para a ponte foi gerado através de uma combinação entre elementos de barras para as vigas, transversinas, pilares, travessa do encontro, blocos de fundações e estacas; e elementos finitos para o tabuleiro principal.



## 2.2 NORMAS UTILIZADAS

Os estudos e projetos atendem o prescrito na IS-214, bem como o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias - DNIT/2004, publicação IPR-709, a Norma de Inspeções de Pontes – DNIT - 010/2004-PRO, o Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais - DNER/1996 e demais Normas da ABNT, aplicáveis ao caso.

- NBR 7187/2003 – Projeto de pontes de concreto armado e protendido – Procedimento – ABNT;
- NBR 7188/2013 – Cargas móveis em pontes rodoviárias e passarela de pedestre – ABNT;
- NBR 6120/2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – ABNT;
- NBR 8681/2004 – Ações e Segurança nas estruturas – Procedimento – ABNT;
- NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento – ABNT;
- NBR 6122/2019 – Projeto e execução de fundações – ABNT.
- NBR 8800/2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto – ABNT.
- NBR 9062/2017 – Projeto e execução de concreto pré-moldado - ABNT
- Normas, manuais e especificações aplicáveis ao caso.
- AASHTO LRFD – Bridge Design Specifications, 7th Edition, 2014.

## 2.3 CARREGAMENTOS

Após a modelagem da estrutura, foram considerados os seguintes carregamentos na estrutura conforme a NBR 6120 e a NBR 7187:

- Peso próprio;
- Camada de regularização;
- Empuxo de terra;
- Força de protensão;
- Trem tipo classe 45;
- Ação do vento;
- Variação de temperatura e retração;



- Frenagem ou aceleração;
- Impacto lateral em barreiras.

## 2.4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Para o dimensionamento e verificação das estruturas (ELU e ELS), é necessário combinar as ações permanentes e variáveis para obter seu efeito conjunto. Para cada situação e estado limite que se deseja verificar, a NBR6118 define uma ou várias combinações de ações que deve levar em conta as probabilidades de ocorrência simultânea de cada ação individual. Pode ser necessário analisar diversas combinações e considerar se cada ação em questão possui efeito favorável ou desfavorável na estrutura ou em partes dela.

Para a determinação dos esforços solicitantes, foram consideradas as seguintes combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS), de acordo com a NBR6118 e a NBR8681:

**Estados limites:** Os estados limites podem ser estados limites últimos ou de serviço. Os estados limites considerados nos projetos de estruturas dependem dos tipos de materiais de construção empregados e devem ser especificados pelas normas referentes ao projeto de estruturas com eles constituídas.

### **Estados limites últimos:**

No projeto usualmente devem ser considerados os estados limites últimos caracterizados por:

- Perda de equilíbrio, global ou parcial, admitida a estrutura como um corpo rígido;
- Ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais;
- Transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático;
- Instabilidade por deformação;
- Instabilidade dinâmica.



- Os estados limites últimos decorrem de ações cujas combinações podem ter três diferentes ordens de grandeza:

**Combinações última normal:**

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{GI,K} + \gamma_q \left[ F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,K} + \right]$$

|                                | CP   | CM  | CV  | CT  | CH   | FR  |
|--------------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| CUN carga móvel - com frenagem | 1,35 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 0,98 | 1,5 |

**Estados limites de serviço:**

No período de vida da estrutura, usualmente são considerados estados limites de serviço caracterizados por:

- Danos ligeiros ou localizados, que comprometam o aspecto estético da construção ou a durabilidade da estrutura;
- Deformações excessivas que afetem a utilização normal da construção ou seu aspecto estético;
- Vibração excessiva ou desconfortável.

Os estados limites de serviço decorrem de ações cujas combinações podem ter quatro diferentes ordens de grandeza de permanência na estrutura:

- Combinações carga permanente:** Combinações que atuam durante todo o do período de vida da estrutura;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{GI,K}$$

|     | CP | CM | CV | CT | CH | FR |
|-----|----|----|----|----|----|----|
| CCP | 1  |    |    |    |    |    |



- **Combinações quase permanente:** Combinações que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura, da ordem da metade deste período;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G I, K} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Q J, K}$$

|                         | CP | CM  | CV | CT  | CH | FR  |
|-------------------------|----|-----|----|-----|----|-----|
| <b>CQP com frenagem</b> | 1  | 0,3 |    | 0,3 |    | 0,2 |

- **Combinações frequentes:** Combinações que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura, da ordem de 105 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezível desse período, da ordem de 5%;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G I, K} + \psi_{1j} F_{Q 1, K} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Q J, K}$$

|                                       | CP | CM  | CV  | CT  | CH  | FR  |
|---------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>CFS carga móvel - com frenagem</b> | 1  | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,8 |

- **Combinações raras:** Combinações que podem atuar no máximo algumas horas durante o período de vida da estrutura.

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G I, K} + F_{Q 1, K} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} F_{Q J, K}$$

|                                       | CP | CM | CV  | CT  | CH | FR |
|---------------------------------------|----|----|-----|-----|----|----|
| <b>CRS carga móvel - com frenagem</b> | 1  | 1  | 0,8 | 0,8 |    | 1  |



No período de vida da estrutura devem ser considerados também os seguintes estados limites:

- **Estados limites de perda de equilíbrio das fundações:** Para o dimensionamento da capacidade estrutural da fundação deverão ser utilizados os valores apresentados no estado limite último.

Como o dimensionamento geotécnico das fundações é feito por tensões admissíveis (no caso de sapatas) e por cargas admissíveis (estacas ou tubulões), e estas tensões ou cargas admissíveis incluem coeficientes de segurança que minoram as resistências dos elementos de fundação (NBR 6122 – tabela 01).

- Capacidade de carga de fundação superficial: Fator = 3
- Capacidade de carga de fundação profunda sem prova de carga: Fator = 2
- Capacidade de carga de fundação profunda com prova de carga: Fator = 1,6

Se as reações de apoio a serem suportadas por elementos de fundação, definidas pelo estado limite último, forem usadas diretamente nos projetos de fundação baseado no critério de tensões ou cargas admissíveis, haverá um confronto de critério de segurança.

- O critério do estado limite último usa coeficientes de segurança diferenciados tanto para as solicitações (ações) como para as resistências dos materiais.
- O critério de tensões ou cargas admissíveis usa um único coeficiente de segurança global envolvendo tanto as solicitações (ações) como as resistências dos materiais.

Portanto para que não ocorra confronto entre os critérios de segurança, para o dimensionamento geotécnico deverá ser aplicado o critério das tensões e cargas admissíveis, para o qual implica na necessidade de as solicitações resultantes das combinações de ações atuantes na estrutura serem consideradas sem coeficiente de ponderação (majoração).

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G1,K} + F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,K}$$

|                               | CP | CM | CV | CT | CH | FR |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| CF carga móvel - com frenagem | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |



### Envoltórias de Combinações

Para o dimensionamento das peças estruturais serão retirados do programa envoltórias de combinações, sendo elas:

- Envoltória de combinação última;
- Envoltória de combinação quase permanente;
- Envoltória de combinação frequente de serviço;
- Envoltória de combinação rara de serviço;
- Envoltória de combinação fundação – dimensionamento geotécnico;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – laje;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – transversina;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – longarina.

Após o processamento da estrutura foram obtidos os esforços para a condição mais desfavorável de solicitações para o dimensionamento das peças de concreto.

Para a retirada dos resultados obtidos foram utilizadas as cargas e as combinações citadas acima, estas serão apresentadas mais detalhadamente a seguir pelos grupos as quais pertencem.

#### 2.4.1 Carga Permanente (CP)

Este tipo de carregamento é constituído por ações cujas intensidades podem ser consideradas como constantes ao longo da vida útil da construção. Também são consideradas permanentes as ações que crescem no tempo, tendendo a um valor limite constante. Essas ações permanentes compreendem, entre outras:

##### a) Peso próprio

O peso próprio é o peso das peças de concreto da estrutura, compreendendo neste caso, as lajes, vigas, encontros leves, etc. Para a avaliação das cargas devidas ao peso próprio dos elementos estruturais, o peso específico deve ser tomado no mínimo igual a 25 KN/m<sup>3</sup> para o concreto armado ou protendido.



PESO PROPRIO DA ESTRUTURA

PESO ESPECIFICO = 25 KN/m<sup>3</sup>  
CALCULO REALIZADO PELO SOFTWARE

Figura 2.1 - Peso próprio aplicado no modelo da superestrutura.

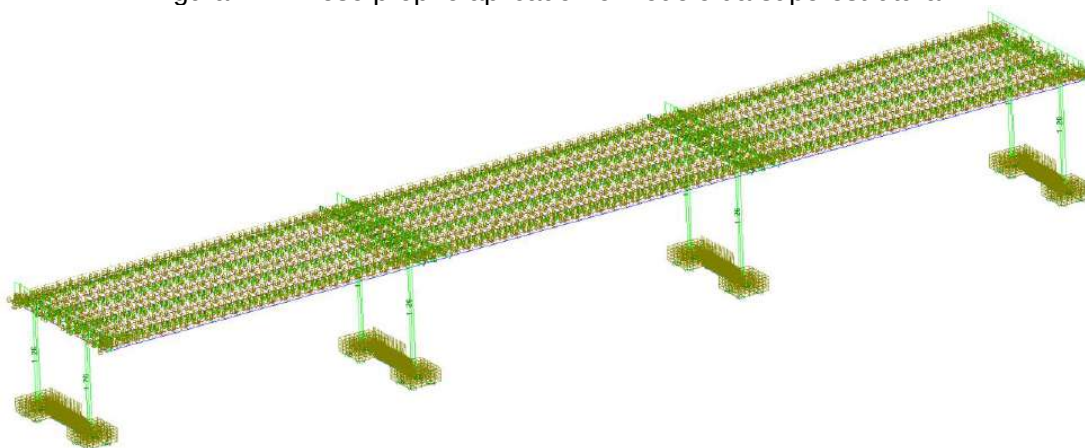
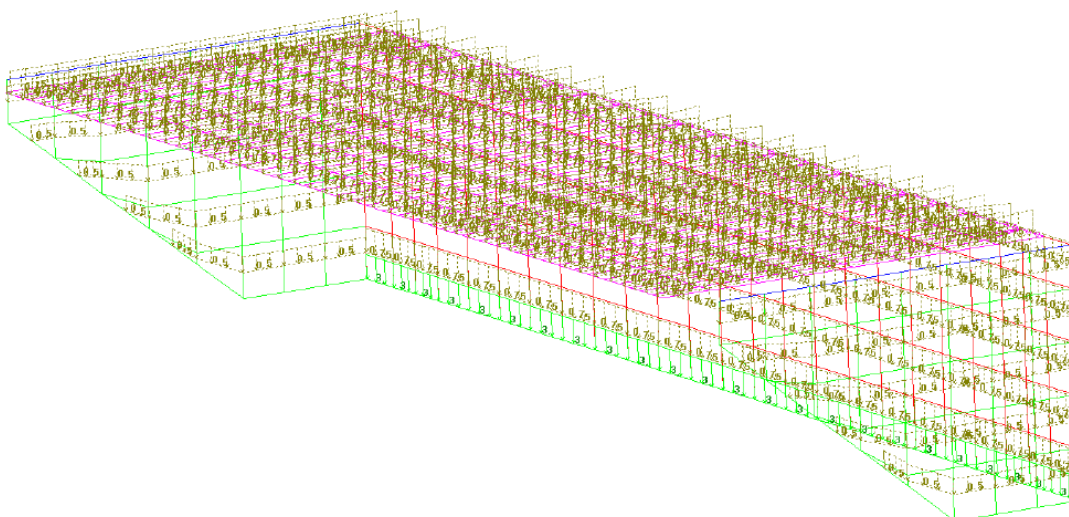


Figura 2.2 – Peso próprio aplicado no modelo dos encontros.





PESO PROPRIO GUARDA RODAS

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| AREA =            | 0,235 m <sup>2</sup> |
| PESO ESPECIFICO = | 25 KN/m <sup>3</sup> |
| PP GUARDA RODAS = | 5,875 KN/m           |

Figura 2.3 - Peso próprio do Guarda Rodas.

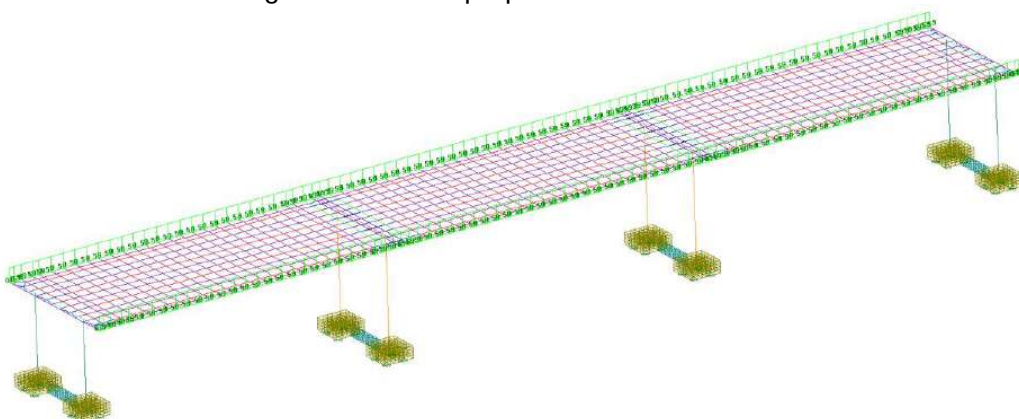
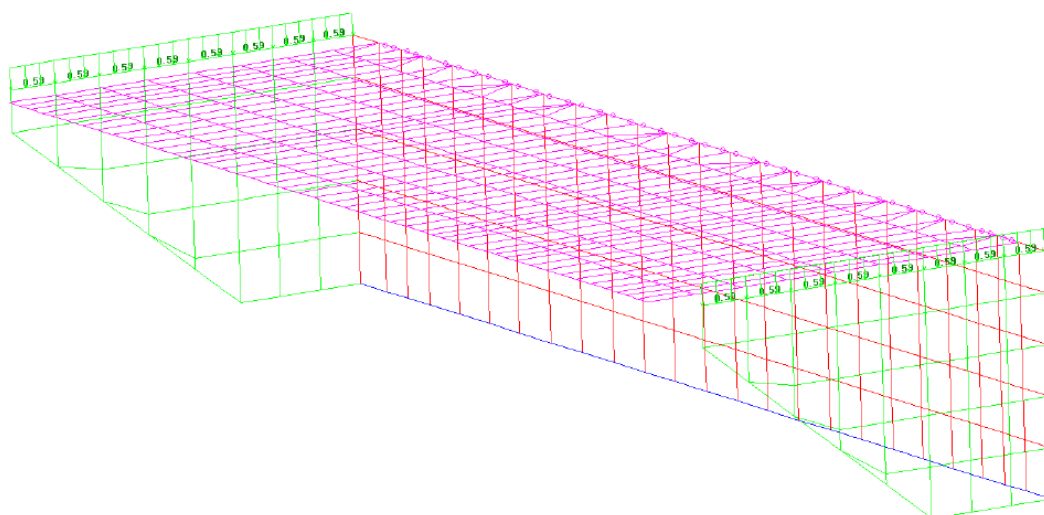


Figura 2.4 - Peso próprio do Guarda Rodas nos encontros.





## b) Pavimentação

Na avaliação da carga devida ao peso da pavimentação, deve ser adotado para peso específico do material empregado o valor mínimo de 24 KN/m<sup>3</sup>, prevendo-se uma carga adicional de 2 KN/m<sup>2</sup> para atender a um possível recapeamento. A consideração desta carga adicional pode ser dispensada, a critério do proprietário da obra, no caso de pontes em grandes vãos.

### PAVIMENTAÇÃO

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| ESPESSURA =       | 0,07 m                 |
| PESO ESPECIFICO = | 24 KN/m <sup>3</sup>   |
| PP GUARDA RODAS = | 1,68 KN/m <sup>2</sup> |

### RECAPEAMENTO

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| RECAPEAMENTO = | 2 KN/m <sup>2</sup> |
|----------------|---------------------|

Figura 2.5 - Peso próprio do pavimento e recapeamento modelo superestrutura.

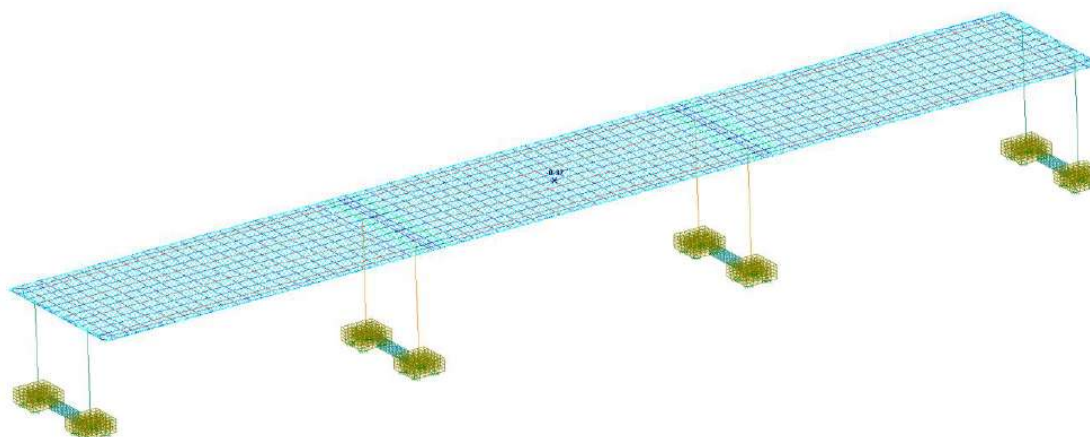
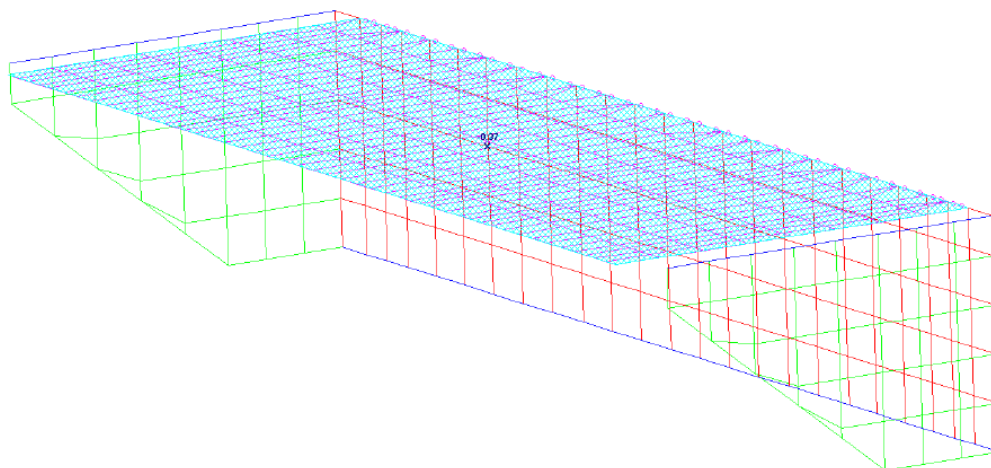




Figura 2.6 - Peso próprio do pavimento e recapeamento modelo encontro.



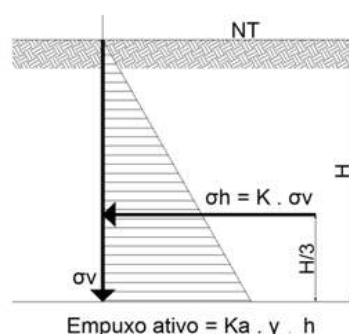
c) Empuxo de terra

O empuxo de terra nas estruturas é determinado de acordo com os princípios da mecânica dos solos, em função de sua natureza (ativo, passivo ou de repouso), das características do terreno, assim como das inclinações dos taludes e dos paramentos. Como simplificação, pode ser suposto que o solo não tenha coesão e que não haja atrito entre o terreno e a estrutura, desde que as solicitações assim determinadas estejam a favor da segurança.

Quando a superestrutura funciona como arrimo dos aterros de acesso, a ação do empuxo de terra proveniente desses aterros pode ser considerada simultaneamente em ambas as extremidades, somente no caso em que não haja juntas intermediárias do tabuleiro e desde que seja feita a verificação. Também para a hipótese de existir a ação em apenas uma das extremidades, agindo isoladamente (sem outras forças horizontais) e para o caso de estrutura em construção.



| TIPO DE SOLO                               | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi$ (graus) | $c'$ (kPa) |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------|------------|
| Aterro compactado (silte areno – argiloso) | 19 - 21                       | 32 - 42        | 0 - 20     |
| Solo residual maduro                       | 17 - 21                       | 30 - 38        | 5 - 20     |
| Colúvio in situ                            | 15 - 20                       | 27 - 35        | 0 - 15     |
| Areia densa                                | 18 - 21                       | 35 - 40        | 0          |
| Areia fofa                                 | 17 - 19                       | 30 - 35        | 0          |
| Pedregulho uniforme                        | 18 - 21                       | 40 - 47        | 0          |
| Pedregulho arenoso                         | 19 - 21                       | 35 - 42        | 0          |



Onde,

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

| $\phi$ | 0° | 10° | 20°  | 25°  | 30°  | 35°  | 40°  | 45°  | 50°  |
|--------|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $K_a$  | 1  | 0,7 | 0,49 | 0,41 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | 0,17 | 0,13 |

$\gamma =$   kN/m<sup>3</sup>  
 $\phi =$   °  
 $K_a =$

Empuxo ativo:  x h kN/m<sup>2</sup>  
Trem tipo:  ton.  
Empuxo veiculo:  kN/m<sup>2</sup>  
Empuxo multidão:  kN/m<sup>2</sup>  
Largura da faixa:  m  
Empuxo médio:  kN/m<sup>2</sup>  
Altura adicional:  m  
D. pilares:  m

| Peça    | Altura | Altura ad. | Altura Total | Pressão (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------|------------|--------------|------------------------------|
| Cortina | 2,9    | 1,50       | 4,40         | 29,33                        |
| Ala     | 2,7    | 1,50       | 4,20         | 28,00                        |
| Pilares | 6,5    | 1,50       | 8,00         | 53,33                        |
| Pilares | 8,7    | 1,50       | 10,20        | 68,00                        |



Figura 2.7 - Empuxo de terra modelo encontro.

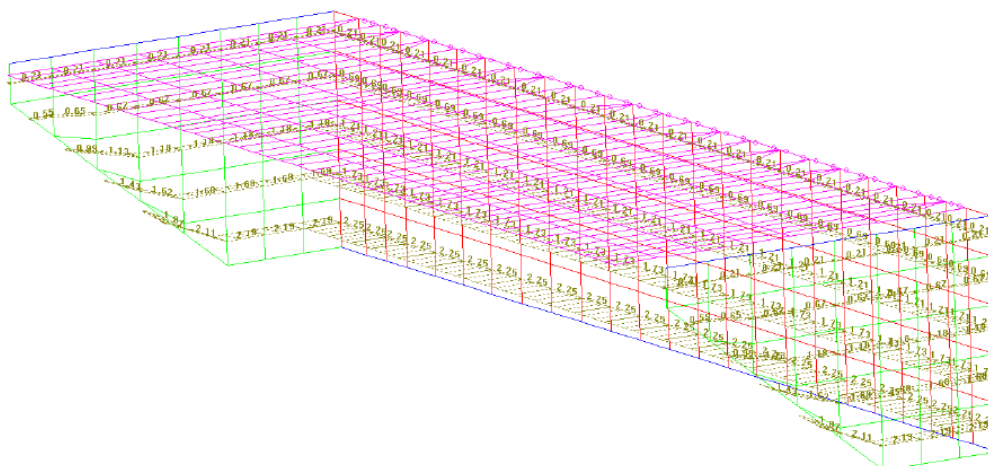
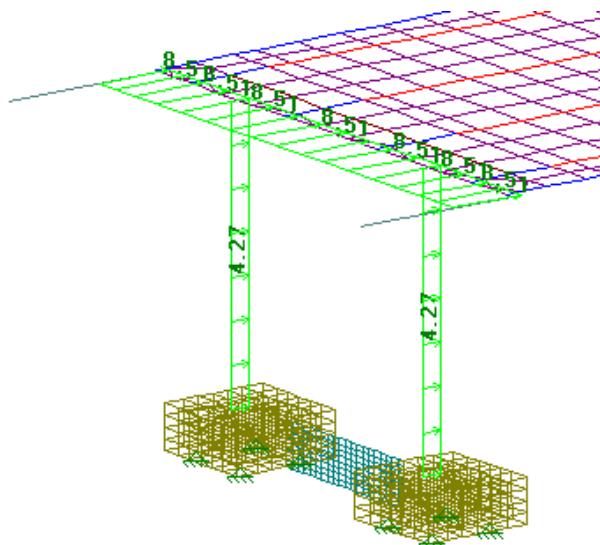


Figura 2.8 - Empuxo de terra modelo global.



#### d) Força de Protensão

A ação da protensão é considerada em todas as estruturas protendidas, incluindo, além dos elementos protendidos propriamente ditos, aqueles que sofrem a ação indireta da protensão, isto é, de esforços hiperestáticos de protensão.



Durante as operações de protensão, a força de tração na armadura não deve superar os valores decorrentes da limitação das tensões no aço correspondentes a essa situação transitória:

Para armadura pós-tracionada, por ocasião da aplicação da força de protensão  $P$ , a tensão  $\sigma_{pi}$  da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar o limite de 0,82  $f_{pyk}$  para aços da classe de relaxação baixa.

Após o término das operações de protensão, as verificações de segurança são realizadas de acordo com os Estados Limites Últimos (ELU) e Estados Limites de Serviço (ELS).

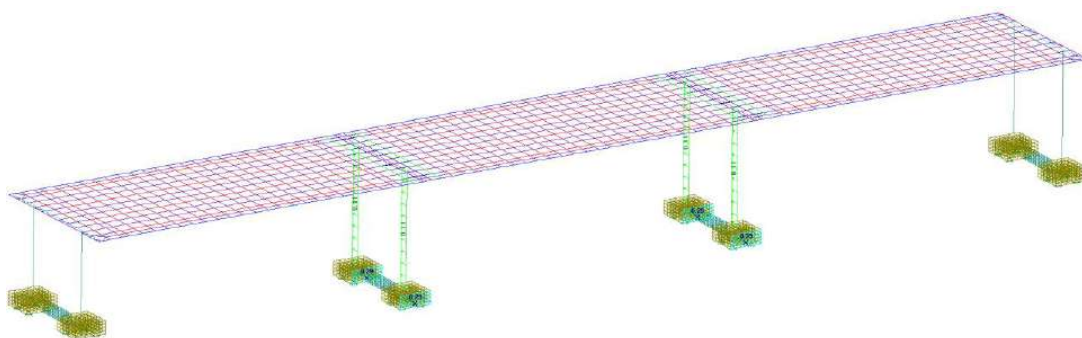
- Carga hidrodinâmica

Segundo a norma NBR 7187, a pressão da água em movimento sobre os pilares e os elementos de fundação pode ser determinada através da expressão:  $q Kva = . 2$  (2.18) onde:  $q$  é a pressão estática equivalente em  $kN/m^2$   $v$  é a velocidade da água em  $m/s$   $K$  é um coeficiente adimensional cujo valor é 0,34 para elementos de seção transversal circular e 0,72 para elementos de seção transversal quadrada.

**CARREGAMENTO HIDRODINÂMICO**

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| $k$ (SEÇÃO QUADRADA) =     | 0,72          |
| $k$ (SEÇÃO CIRCULAR) =     | 0,34          |
| $V$ (velocidade da água) = | 2 m/s         |
| $p$ (por área) =           | 2,88 $kN/m^2$ |
| $p$ (por área) =           | 1,36 $kN/m^2$ |
| $p$ (por metro) =          | 1,088 $kN/m$  |

Figura 2.9 - Carga hidrodinâmica no apoio central.





## 2.4.2 Carga Móvel (CM)

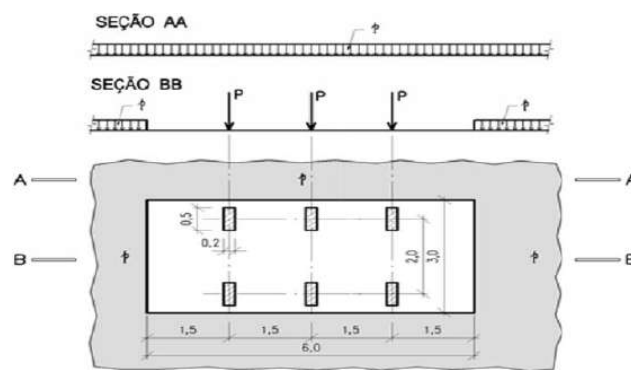
Segundo a NBR 7188/2013 a carga móvel rodoviária é composta de um veículo tipo e de cargas uniformemente distribuídas, de acordo com o Quadro 2.1:

Quadro 2.1 – Cargas dos Veículos.

| Classe da Ponte | Veículo |            |    | Cargas Uniformemente Distribuídas |        |       |        | Disposição da carga                              |
|-----------------|---------|------------|----|-----------------------------------|--------|-------|--------|--------------------------------------------------|
|                 | Tipo    | Peso Total |    | $p$                               |        | $p'$  |        |                                                  |
|                 |         | N          | f  | kN/m²                             | kgf/m² | kN/m² | kgf/m² |                                                  |
| 45              | 45      | 450        | 45 | 5                                 | 500    | 3     | 300    | Carga p em toda a pista<br>Carga p' nos passeios |
| 30              | 30      | 300        | 30 | 5                                 | 500    | 3     | 300    |                                                  |
| 12              | 12      | 120        | 12 | 4                                 | 400    | 3     | 300    |                                                  |

Segundo a norma foi adotada, para fins de cálculo, a carga móvel rodoviária padrão TB-450, na qual a base do sistema é um veículo-tipo de 450 kN de peso total circundado por uma carga uniformemente distribuída constante de 5kN/m<sup>2</sup> (carga de multidão).

Figura 2.10 – Modelos esquemáticos dos carregamentos previstos nas seções transversais AA e BB.



### Veículo tipo

O veículo tipo possui 6 rodas com cargas verticais estáticas  $P = 75\text{kN}$  cada. Possui 3 eixos de carga afastados entre si 1,5m e de largura 2m. As cargas que constituem o trem-tipo, mantêm entre si distâncias constantes, mas a sua posição com a linha de influência é variável e deve ser tal, que produza na seção considerada do elemento em estudo um máximo ou mínimo da solicitação. Diz ainda a NBR 7188/2014 que para obter



efeitos mais desfavoráveis deve haver uma distância de 25 cm entre a roda do veículo e o guarda-rodas. Além das cargas estáticas o veículo tipo será inserido no modelo já amplificado por coeficientes de majoração conforme visto adiante.

### **Carga de multidão**

A carga de multidão “p” é aplicada sob todo o tabuleiro da estrutura. É uma carga fictícia, e procura levar em consideração a ocupação máxima de pessoas na estrutura. Segundo a NBR 7188/2014 deve-se considerar 500 kg/m<sup>2</sup> (0,5 ton./m<sup>2</sup>) para a carga nas faixas de rodagem. Além desse valor estático a carga de multidão será inserida no modelo já amplificada por coeficientes de majoração conforme visto adiante. Para a fase de construção foi adotada uma carga de multidão no valor de 100kg/m<sup>2</sup>.

### **Coeficientes de majoração das cargas móveis:**

Conforme a norma NBR 7188/2013, além do efeito estático das cargas móveis, são aplicados coeficientes de impacto sob os valores de carregamento gerado tanto pelo veículo tipo como pela carga de multidão.

Conforme a norma a definição dos coeficientes de majoração das cargas móveis é apresentada da seguinte forma:

Veículo tipo:  $Q = P \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

$Q$  = carga concentrada majorada

$P$  = carga vertical estática = 75KN

Carga de multidão:  $q = p \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

$q$  = carga de multidão majorada

$p$  = carga de multidão estática = 5KN/m<sup>2</sup>

A seguir são definidos os coeficientes de majoração:

**CIV – Coeficiente de Impacto Vertical: amplifica a ação da carga estática simulando o efeito dinâmico da carga em movimento e a suspensão dos veículos automotores.**

$$CIV = 1 + 1,06 \times (20 / L + 50)$$



Sendo L o vão de 27 m, temos:

$$CIV = 1,275$$

CNF: Coeficiente do Número de Faixas: corrige distorções estatísticas

$$CNF = 1 - 0,05 \cdot (n - 2) > 0,9$$

**n:** número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia.

$$CNF = 1 - 0,05 \times (2 - 2) = 1,00$$

**CIA: Coeficiente de Impacto Adicional:** consiste em coeficiente destinado à majoração da carga móvel característica devido à imperfeição e/ou descontinuidade da pista de rolamento, no caso juntas de dilatação e nas extremidades das obras, estruturas de transição e acessos. Os esforços das cargas móveis verticais devem ser majorados na região das juntas estruturais e extremidades da obra. Todas as seções dos elementos estruturais a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, devem ser dimensionadas com os esforços das cargas móveis majorados pelo Coeficiente de Impacto Adicional, abaixo definido.

CIA = 1,25 para obras em concreto ou mistas

CIA = 1,15 para obras em aço

Figura 2.11 - Carga de multidão + veículo na extremidade.

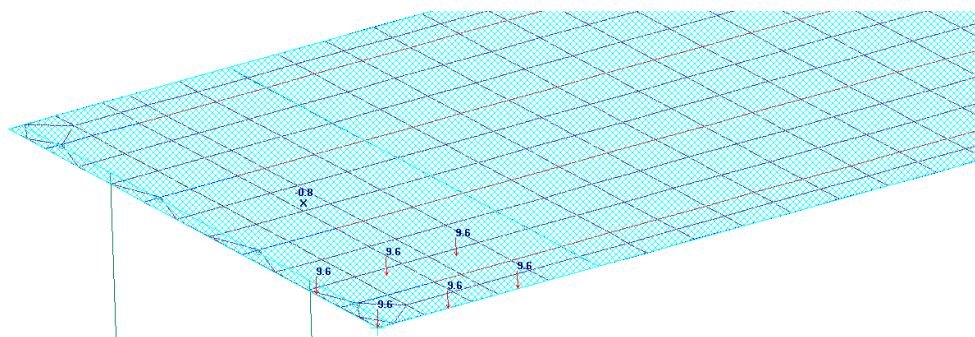




Figura 2.12 - Carga de multidão + veículo na extremidade nos encontros.

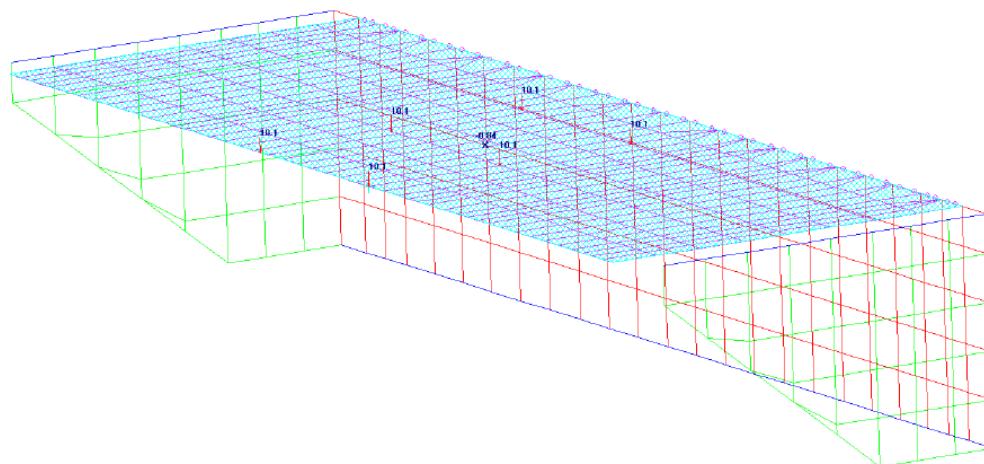
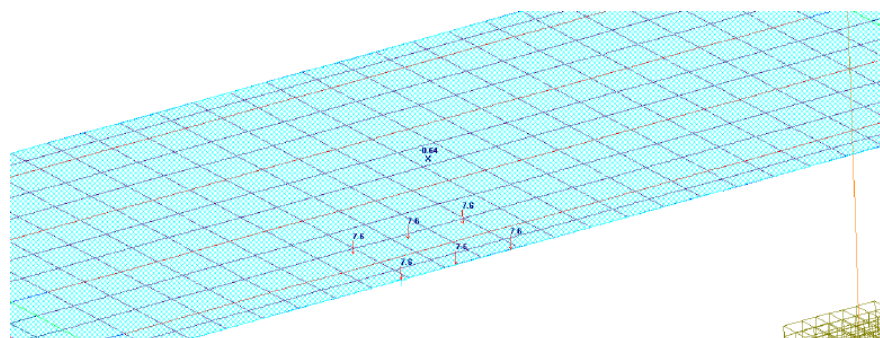


Figura 2.13 - Carga de multidão + veículo no trecho corrente.



### 2.4.3 Carga de Vento (CV)

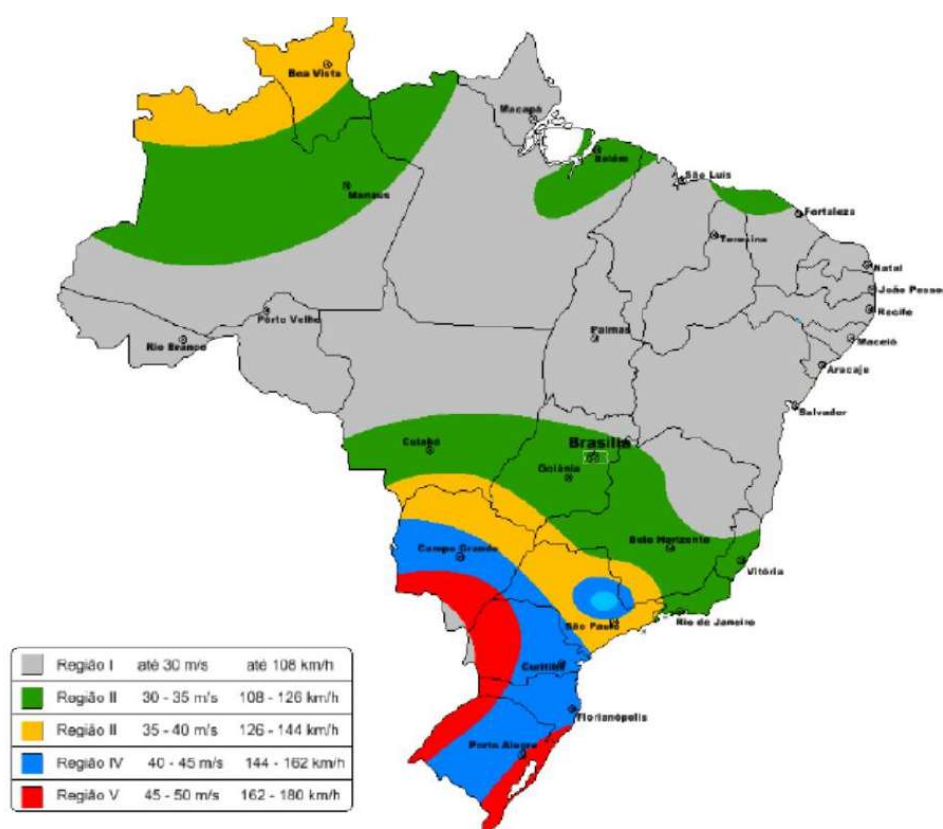
A norma NBR 7187:2003 não indica nenhum procedimento para a determinação da ação do vento em pontes; apenas recomenda seguir o disposto na norma NBR 6123, que trata da ação do vento em edifícios. Na falta de recomendações da NBR 6123 para pontes, apresenta-se o procedimento indicado pela antiga norma de pontes NB-2/61.

A ação do vento é traduzida por carga uniforme distribuída horizontalmente, normal ao eixo da ponte. Admitem-se dois casos extremos, para a verificação: tabuleiro sem tráfego e tabuleiro ocupado por veículos reais.



No segundo caso (estrutura carregada), essa projeção é acrescida de uma faixa limitada superiormente por linha paralela ao estrado, distante da superfície de rolamento 3,50 - 2,0 - 1,70 m, conforme se trate, respectivamente, de ponte ferroviária, rodoviária ou para pedestres.

Figura 2.14 – Mapa da velocidade do vento por região.





|                                   |      |     |
|-----------------------------------|------|-----|
| Velocidade básica Vo:             | 45   | m/s |
| Fator topografico S1:             | 1    |     |
| Rugosidade do terreno - Fator S2: | 0,73 |     |
| Fator estatístico S3:             | 1,1  |     |

|                                                |          |                  |
|------------------------------------------------|----------|------------------|
| Velocidade Característica do vento:            | 36,135   | m/s              |
| Pressão dinâmica do vento:                     | 800,4175 | N/m <sup>2</sup> |
| Coeficiente de arrasto:                        | 1        |                  |
| Altura ponte descarregada (viga + laje + g.r): | 2,61     | m                |
| Altura ponte carregada (viga + laje + 2m):     | 3,75     | m                |
| Vento Ponte descarregada:                      | 0,21     | tf/m             |
| Vento Ponte carregada:                         | 0,30     | tf/m             |

Figura 2.15 - Vento para ponte carregada.

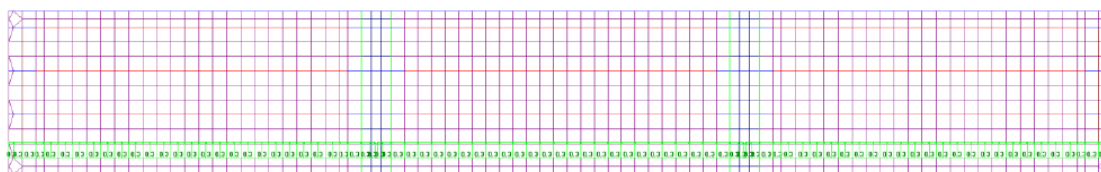
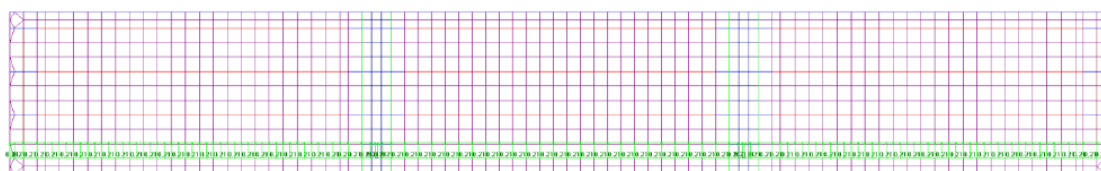


Figura 2.16 - Vento para ponte descarregada.



## 2.4.4 Variação de Temperatura

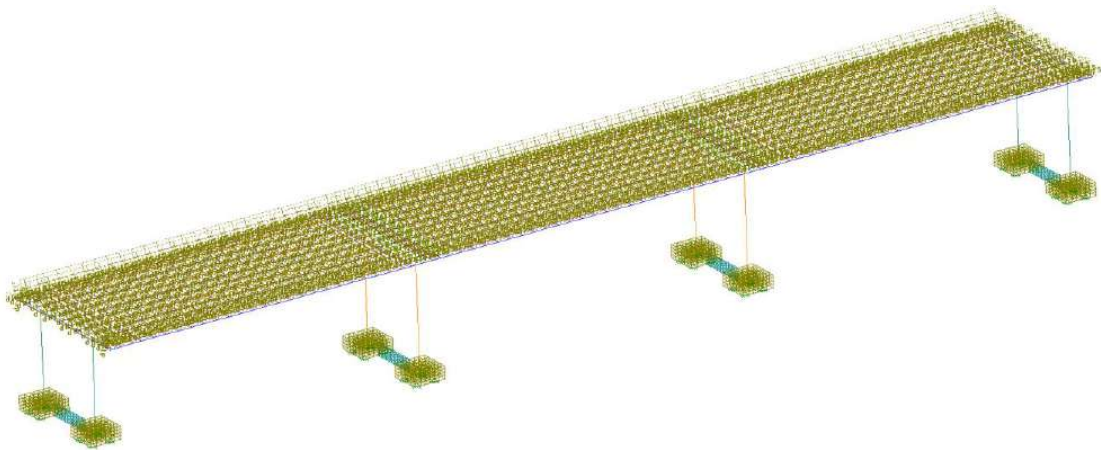
É a variação de temperatura da estrutura, causada globalmente pela variação da temperatura da atmosfera e pela insolação direta. De maneira genérica, são adotados os seguintes valores:



VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

|                |    |    |
|----------------|----|----|
| NORTE =        | 2  | °C |
| NORDESTE =     | 8  | °C |
| SUDESTE =      | 11 | °C |
| SUL =          | 15 | °C |
| CENTRO OESTE = | 13 | °C |

Figura 2.17 - Variação de temperatura = +-15°C.



2.4.5 Retração e Fluência

RETRAÇÃO: REDUÇÃO DO VOLUME DE CONCRETO POR PERDA DE ÁGUA (AUSÊNCIA DE SOLICITAÇÕES EXTERNAS)

| Umidade Ambiente (%)               |                 | 40    |       | 55    |       | 75    |       | 90    |       |
|------------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Espessura Equivalente 2 Ac/u (cm). |                 | 20    | 60    | 20    | 60    | 20    | 60    | 20    | 60    |
| $\epsilon_{cs}(t, t_0) \%$         | $t_0$ (dias) 5  | -0,44 | -0,39 | -0,37 | -0,33 | -0,23 | -0,21 | -0,10 | -0,09 |
|                                    | $t_0$ (dias) 30 | -0,37 | -0,38 | -0,31 | -0,31 | -0,20 | -0,20 | -0,09 | -0,09 |
|                                    | $t_0$ (dias) 60 | -0,32 | -0,36 | -0,27 | -0,30 | -0,17 | -0,19 | -0,08 | -0,09 |



Dados:

umidade ambiente (%): 75  
 área da seção de concreto (cm<sup>2</sup>): 36300  
 perímetro da seção de concreto (cm): 2774  
 espessura equivalente (cm): 26,17159337  
 tempo inicial (t<sub>0</sub>): 5

Deformação específica de retração (‰): 0,000336172

coeficiente de dilatação térmica do concreto 0,00001 /°C

gradiente de temperatura equivalente: -33,6171593 °C

FLUENCIA: AUMENTO DA DEFORMAÇÃO DEVIDO À UM CARREGAMENTO CONSTANTE

| Umidade Ambiente (%).              |                          | 40  |     | 55  |     | 75  |     | 90  |     |
|------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Espessura Equivalente 2 Ac/u (cm). |                          | 20  | 60  | 20  | 60  | 20  | 60  | 20  | 60  |
| $\varphi(t_0, t_\infty)$ .         | t <sub>0</sub> (dias) 5  | 4,4 | 3,9 | 3,8 | 3,3 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,1 |
|                                    | t <sub>0</sub> (dias) 30 | 3,0 | 2,9 | 2,6 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 1,6 | 1,6 |
|                                    | t <sub>0</sub> (dias) 60 | 3,0 | 2,6 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,8 | 1,4 | 1,4 |

tempo inicial (t<sub>0</sub>): 5

fck concreto: 35 Mpa

Eci = 33130,04679 Mpa

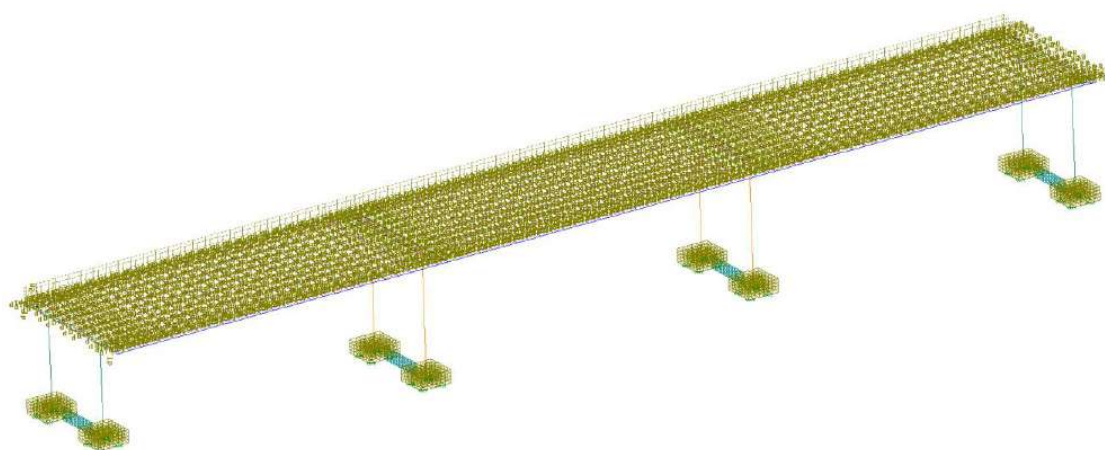
tensão aplicada ao concreto: 17,5 Mpa



|                                              |                |
|----------------------------------------------|----------------|
| Deformação específica por fluência (%o):     | 0,000196649    |
| coeficiente de dilatação térmica do concreto | 0,00001 /°C    |
| gradiente de temperatura equivalente:        | -19,6649176 °C |
| DEFORMAÇÃO + FLUENCIA:                       | -53,2820769 °C |

g

Figura 2.18 – Retração.



#### 2.4.6 Carga Acidental (CA)

A carga acidental é composta por ações de caráter transitório que compreendem, entre outras:

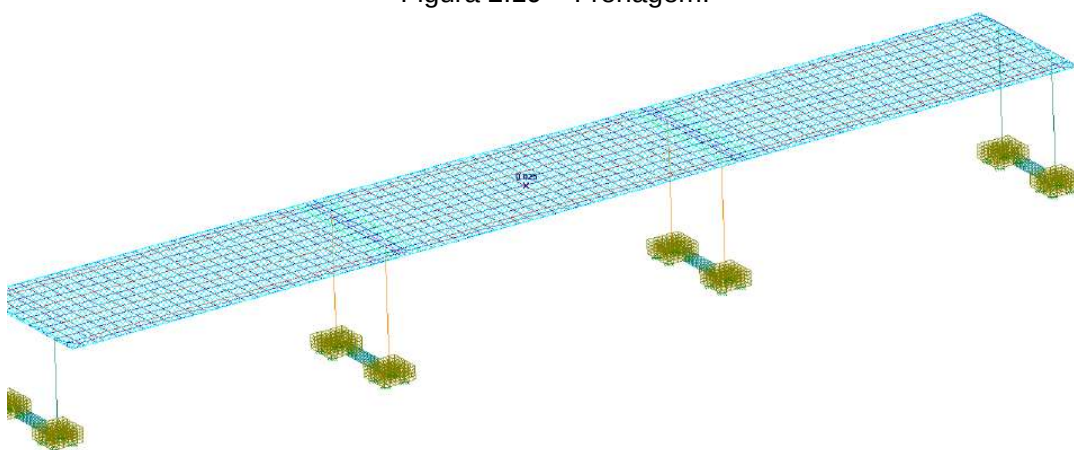
- Frenagem e aceleração

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.



| FRENAGEM E ACELERAÇÃO                             |             |       |        |
|---------------------------------------------------|-------------|-------|--------|
| Hf=0,25*B*L*CNF, onde:                            |             |       |        |
| Hf≥ 135                                           | kN          |       |        |
| B: Largura efetiva da carga distribuida de 5kN/m² |             |       |        |
| L: Comprimento concomitante da carga distribuida  |             |       |        |
| Hf=                                               | 244,5 kN    | área= | 978 m² |
| 135kN/área=                                       | 0,014 tf/m² |       |        |
| hf/área=                                          | 0,025 tf/m² |       |        |

Figura 2.19 – Frenagem.



- Impacto lateral em barreiras

Os guarda-rodas e as barreiras, centrais ou extremos, são verificados para uma força horizontal concentrada de intensidade  $p=100\text{kN}$  aplicada em sua aresta superior.



## 2.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO

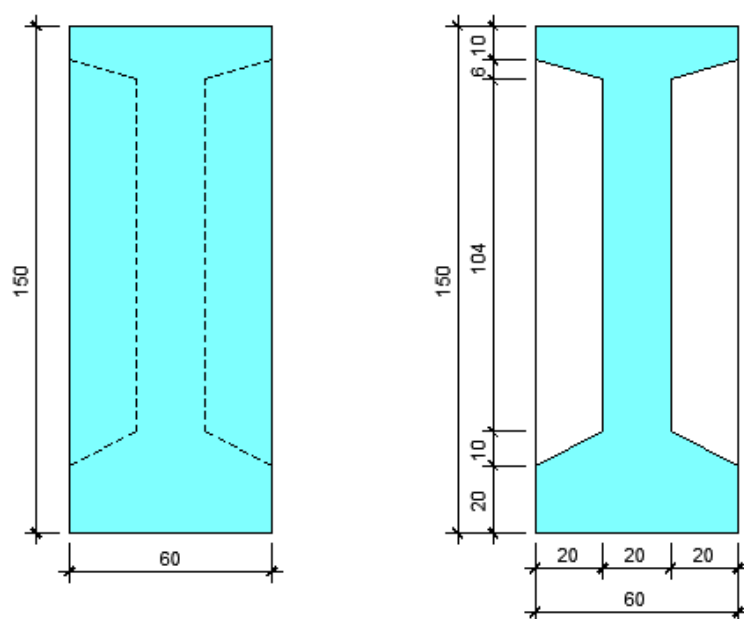
### 2.5.1 Superestrutura

#### a) Vigas longarinas

As vigas serão pré-moldadas em concreto protendido, com resistência característica de 35MPa, comprimentos de 27,00m com seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas:

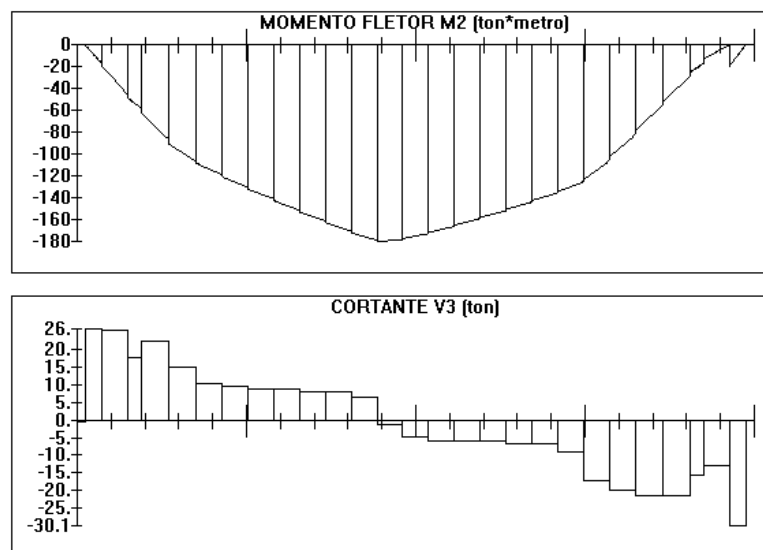
Figura 2.20 - Seção da viga pré-moldada.





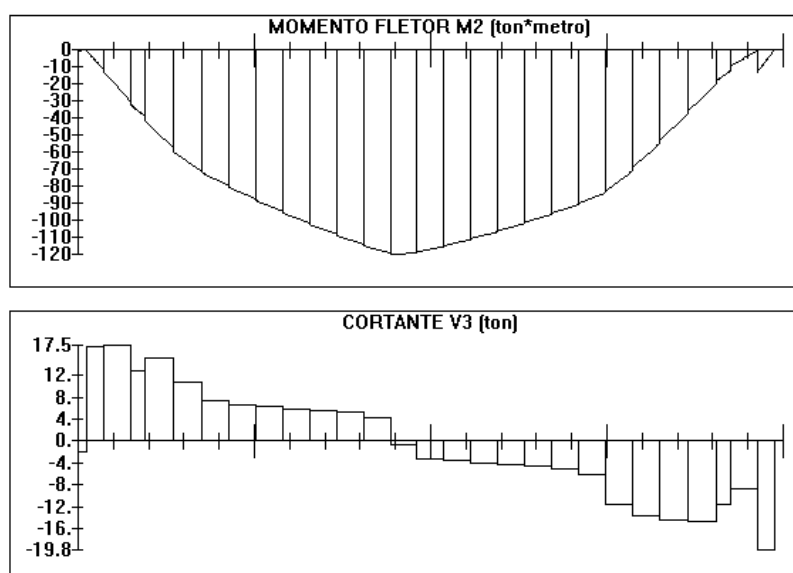
- Esforços para vigas longarinas:
- Pesos próprio da capa da Laje + Lajota + Carga acidental

Figura 2.21 – Esforços nas longarinas.



- Pavimento + Guarda Rodas

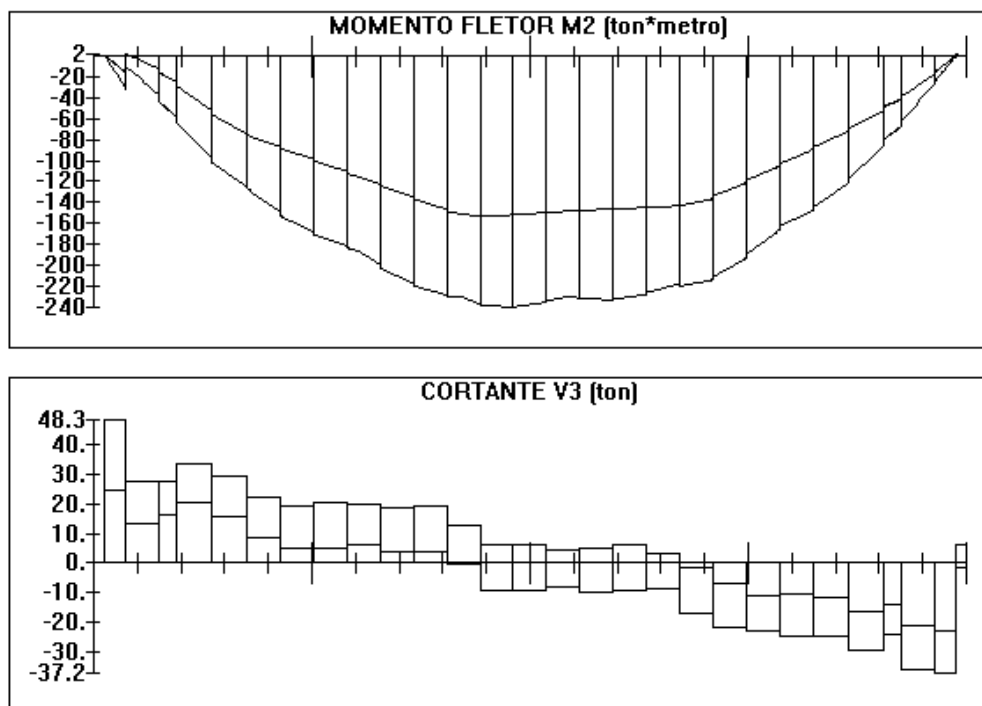
Figura 2.22 – Esforços nas longarinas.





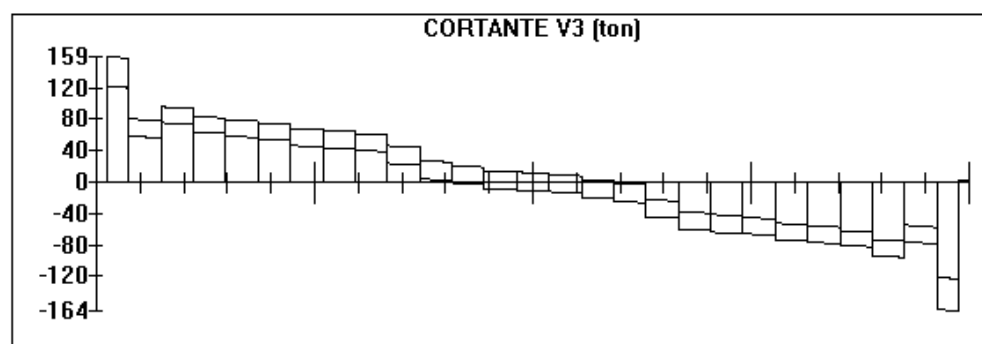
- Cargas móveis

Figura 2.23 – Esforços nas longarinas.



- Combinação última normal

Figura 2.24 – Esforços nas longarinas.





- Dimensionamento longarinas:

### 1 - Dados

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Comprimento da viga           | 27,00 m |
| Altura da viga                | 1,50 m  |
| Largura da laje colaborante   | 3,20 m  |
| Espessura da laje colaborante | 0,25 m  |
| Centróide da armadura frouxa  | 0,18 m  |
| Centróide da protensão        | 0,13 m  |

### 2 - Critérios:

As unidades utilizadas nesse memorial, exceto indicação contrária, são as seguintes:

2.1 - Momentos fletores: kN.m

2.2 - Esforços cortantes: kN

2.3 - Armaduras: cm<sup>2</sup>

### 3 - Materiais utilizados:

3.1 - Concreto

3.1.1 - Resistência **35** Mpa

3.1.2 - Tipo **Portland**

3.2 - Aço

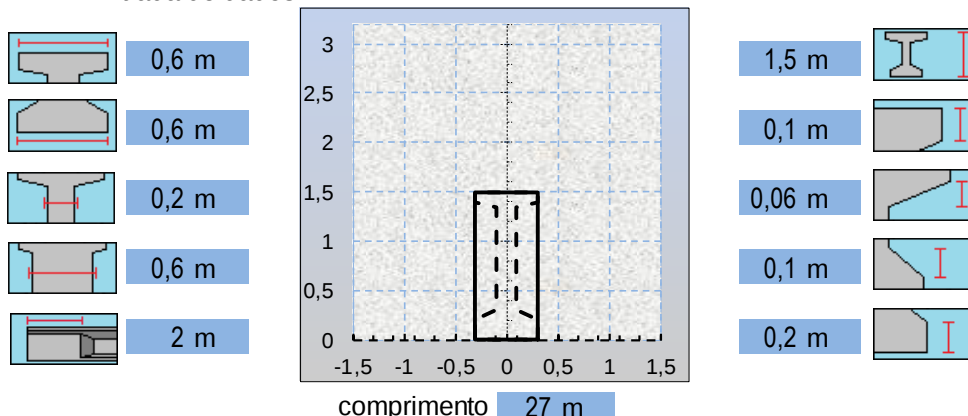
3.2.1 - Armaduras passivas: **50 A**

3.2.2 - Armaduras de protensão: **190 RB**

### 4 - Características geométricas

4.1 - Geometria viga

4.1.1 - Entrada de dados



4.1.2 - Resultados

Seção nos apoios

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>H total=</b> | 1,50 m                |
| <b>A=</b>       | 0,9000 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>       | 0,1688 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,75 m                |
| <b>yi=</b>      | 0,75 m                |
| <b>Ws=</b>      | 0,2250 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>      | 0,2250 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>  | 4,20 m                |

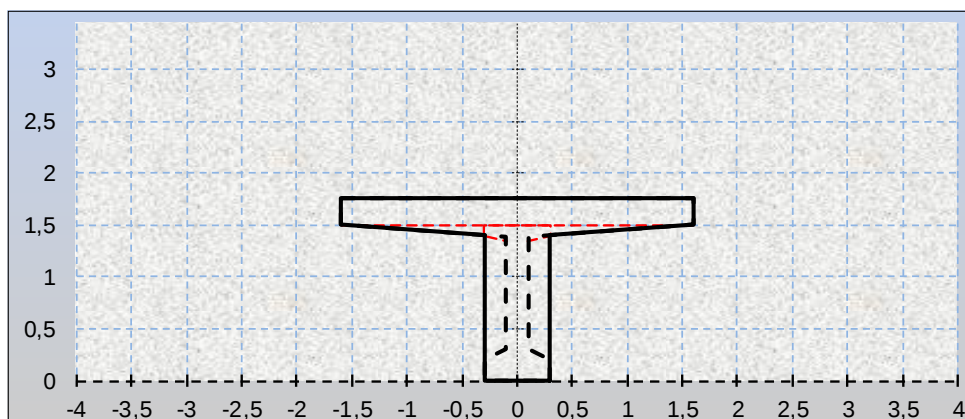
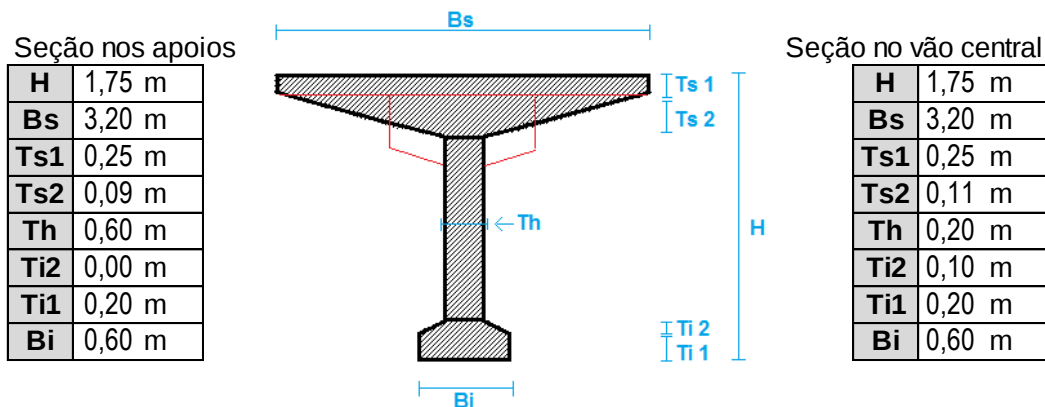
Seção no vão central

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>H total=</b> | 1,50 m                |
| <b>A=</b>       | 0,4520 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>       | 0,1185 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,81 m                |
| <b>yi=</b>      | 0,69 m                |
| <b>Ws=</b>      | 0,1464 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>      | 0,1715 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>  | 4,74 m                |



## 4.2 - Geometria viga+laje

### 4.2.1 - Entrada de dados



### 4.2.2 - Resultados

| Seção nos apoios |                       |
|------------------|-----------------------|
| <b>H total=</b>  | 1,75 m                |
| <b>A=</b>        | 1,8202 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>        | 0,5078 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>       | 0,57 m                |
| <b>yi=</b>       | 1,18 m                |
| <b>Ws=</b>       | 0,8942 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>       | 0,4296 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>   | 9,72 m                |

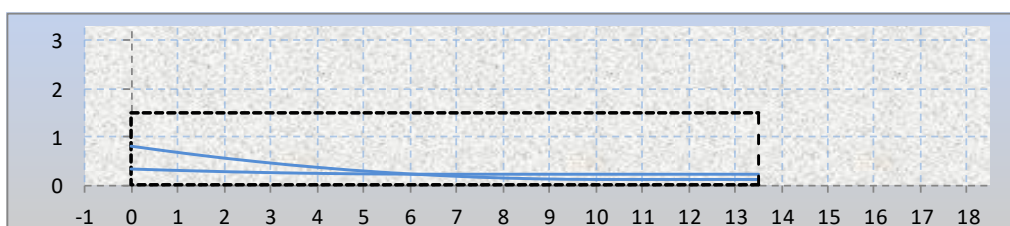
| Seção no vão central |                        |
|----------------------|------------------------|
| <b>H total=</b>      | 1,75 m                 |
| <b>A=</b>            | 1,36 m <sup>2</sup>    |
| <b>J=</b>            | 0,37832 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>           | 0,45 m                 |
| <b>yi=</b>           | 1,30 m                 |
| <b>Ws=</b>           | 0,8462 m <sup>3</sup>  |
| <b>Wi=</b>           | 0,2904 m <sup>3</sup>  |
| <b>Ki=</b>           | 0,21 m                 |



## 5 - Protensão

### 5.1 - Definição da protensão

A protensão **limitada** será feita por **2** cabos, cada um com **12** cordoalhas de diâmetro **15,2 mm**. A força máxima suportada em cada cordoalha será de **27,1152 tf**, a força máxima suportada em cada cabo será **325,382 tf**, a força empregada em cada cabo será de **240,132 tf**, ou **2355,7 kN**.



### 5.2 - Perdas imediatas de protensão

#### 5.2.1 - Perdas por atrito

$$P = P_o \cdot (1 - \varphi \cdot \alpha - k \cdot x)$$

$$\varphi = 0,2$$

$\alpha$  = ângulo de saída

$k$  = coeficiente de atrito por irregularidade do cabo **0,002**

$x$  = comprimento do trecho analisado

| cabo | ângulo de saída * | fim do arco (m) | P fim (kN) | P vão (kN) |
|------|-------------------|-----------------|------------|------------|
| 1    | 1,87 graus        | 6,75            | 2308,54    | 2276,74    |
| 2    | 8,02 graus        | 10,125          | 2242,03    | 2226,12    |
| 3    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 4    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 5    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 6    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 7    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 8    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 9    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 10   | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 11   | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 12   | ----              | -----           | -----      | ----       |

\* em sistema decimal

Força total P antes da protensão : 4711,39 kN

Força total após as perdas por atrito : 4502,86 kN

Perda representativa por atrito: 4,42607 %



### 5.2.2 - Perdas por acomodação das cunhas ( $\Delta P$ )

| cabo | perda ( $\Delta P$ ) |
|------|----------------------|
| 1    | 78,859 kN            |
| 2    | 32,3507 kN           |
| 3    | -----                |
| 4    | -----                |
| 5    | -----                |
| 6    | -----                |
| 7    | -----                |
| 8    | -----                |
| 9    | -----                |
| 10   | -----                |
| 11   | -----                |
| 12   | -----                |

$E = 19000$

$A = 16,8$

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| Força total antes da protensão:                         | 4711,39 kN |
| Perda de protensão por cravação ( $\Delta P_{total}$ ): | 111,21 kN  |
| Perda representativa por cravação:                      | 2,36044 %  |

### 5.2.3 - Perdas na protensão sucessiva ( $\Delta\sigma$ ):

$$(\Delta\sigma) = \alpha_p \cdot (\sigma_g + \sigma_{cp}) \cdot (n - 1) / 2n$$

excentricidade da força de protensão (sem laje colaborante),  $ep_1 = 0,51577$  m

$$\alpha_p = 6,33866$$

$$\sigma_g = 4493,06 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{cp} = 20567,9 \text{ kN/m}^2$$

Total de perdas por protensão sucessiva: 133,436 kN

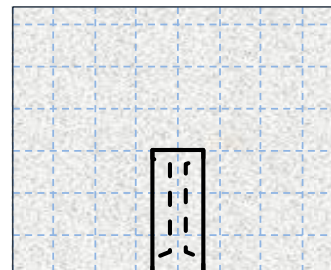
Perda representativa por protensão sucessiva: 2,8322 %

Perda imediata total = 9,62 %



## 6 - Esforços e solicitações : etapas construtivas 0 e 1 (seção SEM laje colaborante)

Considera-se que os esforços a seguir atuem na seção da peça premoldada, apenas, por ocorrerem em etapas construtivas nas quais são transferidos diretamente à viga sem o efeito de demais elementos estruturais. Dimensões conforme item 4.1.



### 6.1 - Esforços causados pela protensão (2 cabos) com perdas imediatas

| seção     | solicitações   |                           |          | tensões nas faces *      |                           |
|-----------|----------------|---------------------------|----------|--------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | TENSÃO axial *            | cortante | face inferior            | face superior             |
| 0 (0m)    | -702,61 kN.m   | -4731,4 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -7854 kN/m <sup>2</sup>  | -1608,7 kN/m <sup>2</sup> |
| 1 (2,7m)  | -1300,9 kN.m   | -9420,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -17005 kN/m <sup>2</sup> | -535,77 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | -1858,9 kN.m   | -9420,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -20259 kN/m <sup>2</sup> | 3276,01 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (8,1m)  | -2136,1 kN.m   | -9420,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -21875 kN/m <sup>2</sup> | 5168,84 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | -2196,2 kN.m   | -9420,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -22226 kN/m <sup>2</sup> | 5579,89 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (13,5m) | -2196,2 kN.m   | -9420,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -22226 kN/m <sup>2</sup> | 5579,89 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 6.2 - Esforços causados pelo peso próprio da viga : $q_1 = 22,1 \text{ kN/m}$ , $q_2 = 11,1 \text{ kN/m}$

| seção     | solicitações   |                     |            | tensões nas faces *       |                           |
|-----------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | TENSÃO axial *      | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)    | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 171,626 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (2,7m)  | 385,628 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 119,721 kN | 2248,31 kN/m <sup>2</sup> | -2633,9 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | 668,469 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 89,7909 kN | 3897,36 kN/m <sup>2</sup> | -4565,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (8,1m)  | 870,499 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 59,8606 kN | 5075,25 kN/m <sup>2</sup> | -5945,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | 991,716 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 29,9303 kN | 5781,98 kN/m <sup>2</sup> | -6773,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (13,5m) | 1032,12 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN       | 6017,56 kN/m <sup>2</sup> | -7049,6 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 6.3 - Lajotas + PP da capa + carga accidental

| seção     | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|-----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)    | 0 kN.m         | kN            | 209,848 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (2,7m)  | 686,42 kN.m    | kN            | 49,03 kN   | 4002,02 kN/m <sup>2</sup> | -4688,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | 1127,69 kN.m   | kN            | 78,448 kN  | 6574,74 kN/m <sup>2</sup> | -7702,3 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (8,1m)  | 1372,84 kN.m   | kN            | 58,836 kN  | 8004,03 kN/m <sup>2</sup> | -9376,7 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | 1667,02 kN.m   | kN            | 49,03 kN   | 9719,18 kN/m <sup>2</sup> | -11386 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5 (13,5m) | 1765,08 kN.m   | kN            | 0 kN       | 10290,9 kN/m <sup>2</sup> | -12056 kN/m <sup>2</sup>  |

\*negativo para compressão, positivo para tração

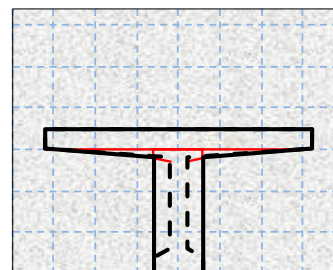


## 7 - Esforços e solicitações : etapas 2 a estado limite último (seção COM laje colaborante)

Considera-se que os esforços a seguir atuem em etapas posteriores à cura da laje moldada in loco, quando há consolidada uma geometria única monolítica entre viga e laje. Esta seção adota como mesa superior uma faixa de largura da laje acrescida à peça premoldada. Dimensões conforme item 4.2.

Tensões são calculadas conforme inércia e demais dados resultantes dessa geometria resultante, sendo que as faces consideradas (inferior e superior) são as da peça premoldada, apenas, não as da composição viga+laje.

Desta forma combinações de tensões dos diferentes esforços se dão para as faces da peça premoldada, considerado caso crítico, sendo as tensões na mesa moldada in loco estudadas separadamente no dimensionamento da laje.



### 7.1 - Pavimentação + recapeamento + guarda rodas

| seção     | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|-----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)    | 0 kN.m         | kN            | 140,226 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (2,7m)  | 392,24 kN.m    | kN            | 39,224 kN  | 1350,88 kN/m <sup>2</sup> | -204,33 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | 735,45 kN.m    | kN            | 49,03 kN   | 2532,9 kN/m <sup>2</sup>  | -383,12 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (8,1m)  | 931,57 kN.m    | kN            | 39,224 kN  | 3208,34 kN/m <sup>2</sup> | -485,28 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | 1078,66 kN.m   | kN            | 19,612 kN  | 3714,92 kN/m <sup>2</sup> | -561,9 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5 (13,5m) | 1176,72 kN.m   | kN            | 0 kN       | 4052,64 kN/m <sup>2</sup> | -612,99 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 7.2 - Carga móvel com impacto

| seção     | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|-----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)    | 0 kN.m         | kN            | 517,757 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (2,7m)  | 686,42 kN.m    | kN            | 117,672 kN | 2364,04 kN/m <sup>2</sup> | -357,57 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | 1372,84 kN.m   | kN            | 196,12 kN  | 4728,07 kN/m <sup>2</sup> | -715,15 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (8,1m)  | 1765,08 kN.m   | kN            | 147,09 kN  | 6078,95 kN/m <sup>2</sup> | -919,48 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | 2157,32 kN.m   | kN            | 137,284 kN | 7429,83 kN/m <sup>2</sup> | -1123,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (13,5m) | 2353,44 kN.m   | kN            | 49,03 kN   | 8105,27 kN/m <sup>2</sup> | -1226 kN/m <sup>2</sup>   |

\*negativo para compressão, positivo para tração



## 8 - Composição das combinações de esforços e carregamentos

### 8.1 - Carga permanente (CP)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 521,7 kN   | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 1464,29 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 207,975 kN | 7601,21 kN/m <sup>2</sup> | -7526,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 2531,61 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 217,269 kN | 13005 kN/m <sup>2</sup>   | -12651 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3     | 3174,91 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 157,921 kN | 16287,6 kN/m <sup>2</sup> | -15808 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 3737,4 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 98,5723 kN | 19216,1 kN/m <sup>2</sup> | -18722 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 3973,92 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN       | 20361,1 kN/m <sup>2</sup> | -19718 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão

### 8.2 - Combinação quase-permanente (CQP)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 0,3

para 7.5 :  
0,3 - passarelas e rodoviárias  
0,5 - ferroviárias não especializadas  
0,6 - ferroviárias especializadas

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 677,027 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 1670,21 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 243,277 kN | 8310,42 kN/m <sup>2</sup> | -7633,9 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 2943,46 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 276,105 kN | 14423,4 kN/m <sup>2</sup> | -12866 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3     | 3704,43 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 202,048 kN | 18111,3 kN/m <sup>2</sup> | -16083 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 4384,59 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 139,758 kN | 21445 kN/m <sup>2</sup>   | -19059 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 4679,95 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 14,709 kN  | 22792,7 kN/m <sup>2</sup> | -20086 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão



### 8.3 - Combinação frequente (CF)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 0,5

para 7.5 :

0,4 - passarelas  
0,5 - rodoviárias  
0,7 - ferroviárias não especializadas  
1 - ferroviárias especializadas

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 780,579 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 1807,5 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 266,811 kN | 8783,23 kN/m <sup>2</sup> | -7705,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 3218,03 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 315,329 kN | 15369 kN/m <sup>2</sup>   | -13009 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3     | 4057,45 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 231,466 kN | 19327,1 kN/m <sup>2</sup> | -16267 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 4816,06 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 167,214 kN | 22931 kN/m <sup>2</sup>   | -19283 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 5150,64 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 24,515 kN  | 24413,7 kN/m <sup>2</sup> | -20331 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão

### 8.4 - Combinação rara de serviço (CRS)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 1

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 1039,46 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 2150,71 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 325,647 kN | 9965,25 kN/m <sup>2</sup> | -7884,2 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 3904,45 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 413,389 kN | 17733,1 kN/m <sup>2</sup> | -13366 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3     | 4939,99 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 305,011 kN | 22366,6 kN/m <sup>2</sup> | -16727 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 5894,72 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 235,856 kN | 26645,9 kN/m <sup>2</sup> | -19845 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 6327,36 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 49,03 kN   | 28466,4 kN/m <sup>2</sup> | -20944 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão

### 8.5 - Combinação última normal (CUN)

peso próprio da viga (6.2) x 1,35  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1,35  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1,35  
carga móvel com impacto (7.2) x 1,5

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                          |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|--------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*           |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 1480,93 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>      |
| 1     | 3006,42 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 457,275 kN | 13807,7 kN/m <sup>2</sup> | -10697 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 5476,93 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 587,493 kN | 24648,9 kN/m <sup>2</sup> | -18152 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 6933,75 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 433,828 kN | 31106,7 kN/m <sup>2</sup> | -22720 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | 8281,47 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 338,999 kN | 37086,5 kN/m <sup>2</sup> | -26960 kN/m <sup>2</sup> |
| 5     | 8894,96 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 73,545 kN  | 39645,4 kN/m <sup>2</sup> | -28459 kN/m <sup>2</sup> |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão



## 9 - Verificação da protensão adotada

M: momento calculado

$\sigma_i$ : tensão admissível nas fibras superiores

W<sub>i</sub>: módulo resistente a flexão nas fibras inferiores = 0,29036 m<sup>3</sup>

K<sub>i</sub>: distância nuclear para as fibras inferiores = 0,2135 m

e<sub>p2</sub>: excentricidade da força de protensão em relação ao CG = 1,12792 m

### 9.1 - Carregamento quase-permanente (CQP)

|                                                    |                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Utilizando estado limite de descompressão:         | $\sigma_t = 0$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                    | M = 4679,95 kN.m                 |
| Força de protensão necessária (P <sub>cqp</sub> ): | P <sub>cqp</sub> = 3488,8 kN     |

### 9.2 - Carregamento frequente

|                                                        |                                        |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Utilizando estado limite de abertura de fissuras:      | $\sigma_t =$ kN/m <sup>2</sup>         |
|                                                        | M = kN.m                               |
| Utilizando estado limite de formação de fissuras:      | $\sigma_t = 2246,97$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                        | M = 5150,64 kN.m                       |
| Utilizando estado limite de descompressão:             | $\sigma_t =$ kN/m <sup>2</sup>         |
|                                                        | M = 5150,64 kN.m                       |
| Força de protensão necessária (P <sub>cf</sub> ) para: |                                        |
| protensão parcial                                      | protensão limitada                     |
| P <sub>cf</sub> = 0 kN                                 | P <sub>cf</sub> = 3353,31 kN           |
|                                                        | protensão completa                     |
|                                                        | P <sub>cf</sub> = 3839,68 kN           |

### 9.3 - Carregamento raro ou excepcional

|                                                   |                                        |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Utilizando estado limite de formação de fissuras: | $\sigma_t = 2246,97$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                   | M = 6327,36 kN.m                       |
| Força de protensão necessária (P <sub>cr</sub> ): | P <sub>cr</sub> = 4230,53 kN           |

9.4 - Força de protensão necessária adotada: P<sub>α</sub> = 3488,8 kN



## 9.5 - perdas lentas de protensão

|                                                                                         |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Ecs = deformação de retração no concreto após estabilização                             | -0,0002 m/m               |
| $\sigma_{c,pig}$ = tensão no concreto na posição da resultante da armadura de protensão | -5602,7 kN/m <sup>2</sup> |
| $\sigma_{pi}$ = tensão na armadura devido a protensão após perdas imediatas             | 1267326 kN/m <sup>2</sup> |
| Ap = área das armaduras de protensão                                                    | 0,00336 m <sup>2</sup>    |
| Ac = área da seção                                                                      | 1,36 m <sup>2</sup>       |
| Valor de protensão após todas as perdas imediatas                                       | 4258,22 kN                |

$$\Delta\sigma = -129208 \text{ kN/m}^2 \quad \Delta P \text{ total} = 434,14 \text{ kN}$$

$$\text{Perda lenta total} = 9,21468 \%$$

A perda total é de 18,8 %, sendo a força final de protensão na seção no meio do vão após todas as perdas 3824,08 kN e a protensão necessária 3488,8 kN

**Protensão suficiente : força após perdas atende à necessária**

## 9.6 - Efeito das perdas lentas (alívio de 9,21% da protensão na seção composta)

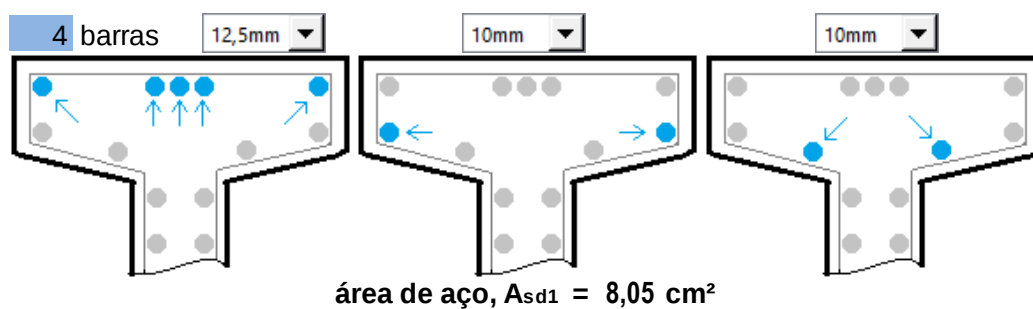
| seção     | solicitações   |                           |          | tensões nas faces *       |                           |
|-----------|----------------|---------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|
|           | momento fletor | axial *                   | cortante | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)    | 259,208 kN.m   | 238,515 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 841,848 kN/m <sup>2</sup> | 76,2372 kN/m <sup>2</sup> |
| 1 (2,7m)  | 398,389 kN.m   | 319,22 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN     | 1691,27 kN/m <sup>2</sup> | 111,689 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (5,4m)  | 455,287 kN.m   | 319,22 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN     | 1887,23 kN/m <sup>2</sup> | 82,049 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3 (8,1m)  | 483,541 kN.m   | 319,22 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN     | 1984,54 kN/m <sup>2</sup> | 67,3307 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (10,8m) | 489,677 kN.m   | 319,22 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN     | 2005,67 kN/m <sup>2</sup> | 64,1344 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (13,5m) | 489,677 kN.m   | 319,22 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN     | 2005,67 kN/m <sup>2</sup> | 64,1344 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

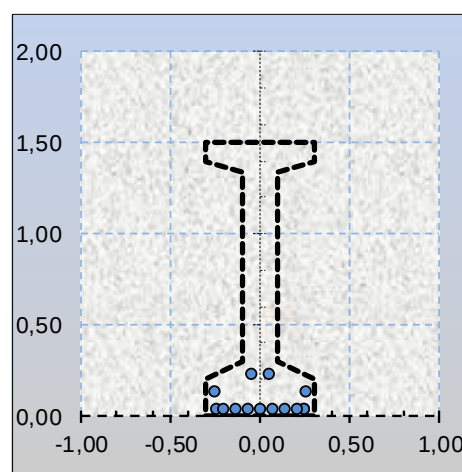
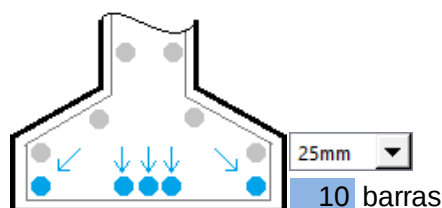
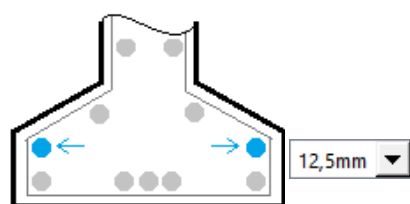
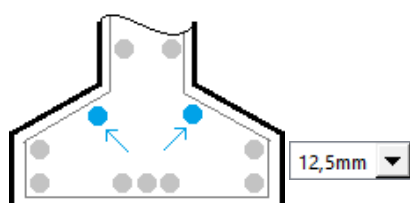


## 10 - Definição da armadura longitudinal

### 10.1 - Armadura longitudinal superior



### 10.2 - Armadura longitudinal inferior

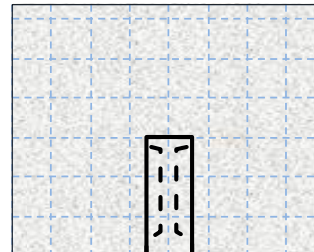




## 11 - Verificações do estado em vazio (etapa construtiva 0)

### 11.1 - Tensões no concreto

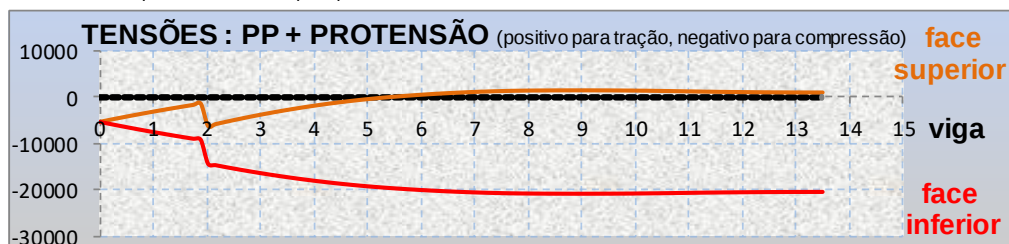
$$\begin{aligned} &\text{protensão com perdas imediatas (6.1)} \times 1,1 \\ &+ \\ &\text{peso próprio da viga (6.2)} \times 1 \end{aligned}$$



| seção | solicitações   |                           |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | axial**                   | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | -1E-11 kN.m    | -5360,6 kN/m <sup>2</sup> | 171,626 kN | -5360,6 kN/m <sup>2</sup> | -5360,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 1     | -902,78 kN.m   | -10674 kN/m <sup>2</sup>  | 119,721 kN | -15937 kN/m <sup>2</sup>  | -4507,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | -1559 kN.m     | -10674 kN/m <sup>2</sup>  | 89,7909 kN | -19763 kN/m <sup>2</sup>  | -25,281 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | -1768,8 kN.m   | -10674 kN/m <sup>2</sup>  | 59,8606 kN | -20986 kN/m <sup>2</sup>  | 1407,44 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | -1747,5 kN.m   | -10674 kN/m <sup>2</sup>  | 29,9303 kN | -20862 kN/m <sup>2</sup>  | 1261,87 kN/m <sup>2</sup> |
| 5     | -1707,1 kN.m   | -10674 kN/m <sup>2</sup>  | 0 kN       | -20626 kN/m <sup>2</sup>  | 985,888 kN/m <sup>2</sup> |

\*resultantes da combinação de momento fletor e a tensão de compressão causada pela protensão (Axial\*\*)

\*\*tensão de compressão causada pela protensão



Maior compressão : 21 Mpa

Maior tração : 1,45 Mpa

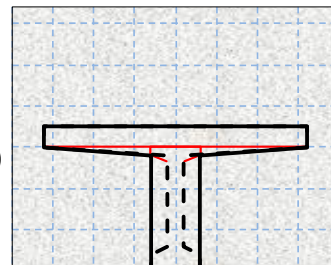
*sem esforços trativos acima da resistência à tração do concreto : armadura mínima suficiente*



### 13 - Verificações ao estado limite último (ELU)

#### 13.1 - Tensões no concreto

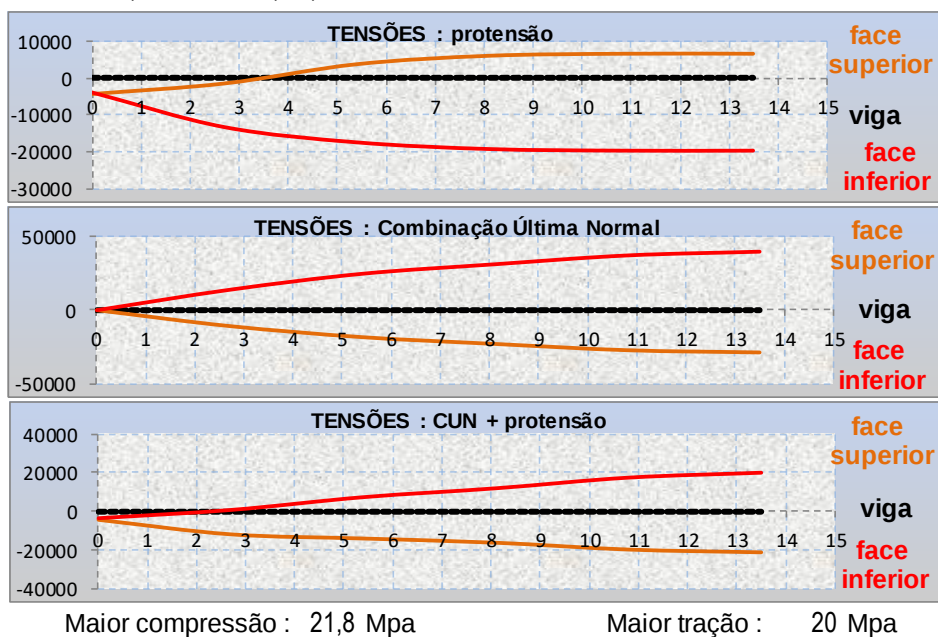
itens 6.1 + 9.6 x 0,9 (protensão com perda total)  
+  
combinação última normal (8.5) x 1



| seção | solicitações   |                           |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | axial**                   | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 193,963 kN.m   | -4139,3 kN/m <sup>2</sup> | 1480,93 kN | -3687,8 kN/m <sup>2</sup> | -4260,7 kN/m <sup>2</sup> |
| 1     | 2346,97 kN.m   | -8402,9 kN/m <sup>2</sup> | 457,275 kN | 618,141 kN/m <sup>2</sup> | -12106 kN/m <sup>2</sup>  |
| 2     | 4136,52 kN.m   | -8402,9 kN/m <sup>2</sup> | 587,493 kN | 7280,59 kN/m <sup>2</sup> | -14358 kN/m <sup>2</sup>  |
| 3     | 5294,73 kN.m   | -8402,9 kN/m <sup>2</sup> | 433,828 kN | 11906,1 kN/m <sup>2</sup> | -16644 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 6570 kN.m      | -8402,9 kN/m <sup>2</sup> | 338,999 kN | 17441,3 kN/m <sup>2</sup> | -20331 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 7183,49 kN.m   | -8402,9 kN/m <sup>2</sup> | 73,545 kN  | 20000,2 kN/m <sup>2</sup> | -21830 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e a tensão de compressão causada pela protensão (Axial\*\*)

\*\*tensão de compressão causada pela protensão

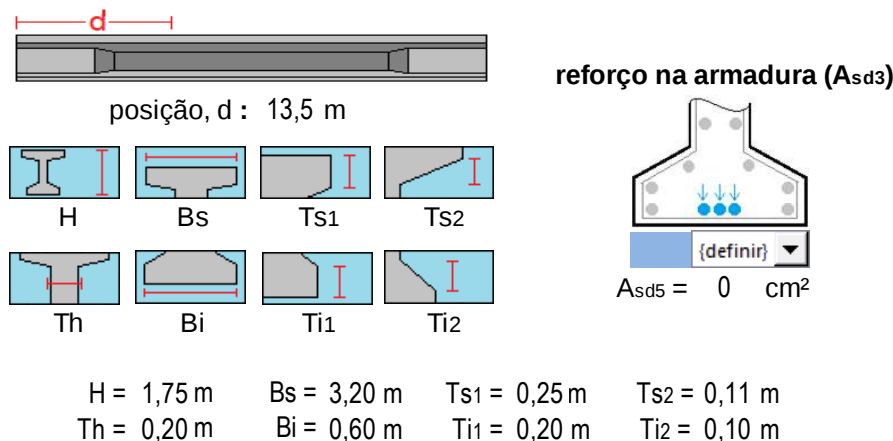


#### 13.2 - Armadura longitudinal

A solicitação última sobre a armadura verificada se dá para esforços resultantes da diferença entre a combinação última normal (item 8.5) e os efeitos da protensão com perdas totais (item 6.2 + item 9.6), de modo que a armadura é considerada suficiente se o momento resistente calculado  $M_{rd}$  é superior ao momento solicitante da combinação última  $M_{sd}$ .



### 13.2.6 - Seção 5 (aos 13,5m, meio)



aço na porção inferior,  $A_{sd4} + A_{sd5} = A_{s,inf} = 0,01 \text{ m}^2 = 54 \text{ cm}^2$   
 distância entre o centróide de  $A_{s,inf}$  e a face inferior,  $d_1 = 0,05 \text{ m} = 5,27 \text{ cm}$   
 aço na porção superior,  $A_{sd1} + A_{sd2} + A_{sd3} = A_{s,sup} = 0 \text{ m}^2 = 8,05 \text{ cm}^2$   
 distância entre o centróide de  $A_{s,sup}$  e a face superior,  $d_2 = 0,33 \text{ m} = 32,5 \text{ cm}$   
 distância entre o centróide da seção e a face inferior,  $c = 1,3 \text{ m} = 130 \text{ cm}$   
 excentricidade da prot,  $e_p = 1,13 \text{ m} = 113 \text{ cm}$   
 separação entre os domínios de deformação 2 e 3,  $x_{2-3} = 0,44 \text{ m} = 44 \text{ cm}$   
 separação entre ruptura dúctil e frágil,  $x_{lim} = 0,76 \text{ m} = 76,4 \text{ cm}$   
 separação entre os domínios de deformação 3 e 4,  $x_{3-4} = 1,07 \text{ m} = 107 \text{ cm}$

**teste de domínio de deformação com hipótese  $T_{s,sup} = f_{yd}$**

$R_{C,hipótese} = 5439,31 \text{ kN} \rightarrow$  seção retangular

$x' = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

$x' < d_2$  : considera-se armadura simples ( $T_{s,sup} = 0$ )

< recalcular para  $T_{s,sup} = 0$  >

$\epsilon_{s,sup} = 0$

$T_{s,sup} = 0 \text{ kN/m}^2 = 0 \text{ MPa}$

**recálculo conforme  $T_{s,sup}$  verificado**

$R_{C,adotada} = 5789,33 \text{ kN} \rightarrow$  seção retangular

$x = 0,11 \text{ m} = 10,6 \text{ cm}$

$x < x_{2-3}$  : domínio 2

$d_c = 0 \text{ m} = 4,26 \text{ cm}$

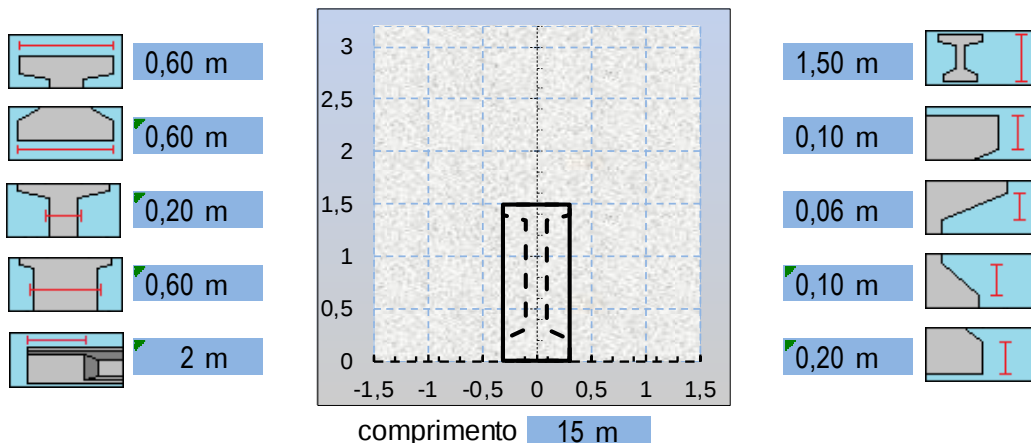
$M_{rd} = 9158,8 \text{ kN}$

**$M_{rd} = 9158,8 \text{ kN} \geq M_{sd} = 8894,96 \text{ kN}$**



## 14 - Armadura transversal

### Armadura transversal



aço  $f_{yk}$  : 50 kN/cm<sup>2</sup> ( 500MPa)      concreto  $f_{ck}$  : 35 Mpa

centróide da armadura frouxa : 18 cm (é o valor descontado da altura real para resultar na altura útil)

**PROTENSÃO :** 3 cabos de 12 cordoalhas de diâmetro 12,7 mm  
(somente para PÓS-tensão : necessário para calcular a redução na largura da alma em função do espaço ocupado pelas bainhas)

Esforço cortante de projeto (máximo, às cabeceiras),  $V_{sd}$  : 1608,18 kN

\*ângulo entre biela comprimida e eixo longitudinal ,  $\theta_f = 45^\circ$

\*força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_c = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot d$

\*força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{Rd} = 0,27(1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd} \cdot d \cdot \sin \theta_f \cdot \cos \theta_f$

\*armadura mínima,  $A_{s\_mín} = 0,2 \times 0,3 \times f_{ck}^{(2/3)} / f_{yd}$

### para o cisalhamento na alma

\* $V_{Rd}$  na alma,  $V_{Rd2} = V_{Rd} \cdot b_w$

\* $A_{s\_mín}$  na alma,  $A_{s\_mín1} = A_{s\_mín} \cdot b_w$

\* $V_c$  na alma,  $V_{c0} = V_c \cdot b_w$

\*cortante absorvido pela armadura,  $V_{sw} = V_{sd} - V_{c0}$



Seção aos **0** m (máximo, às cabeceiras)

### Cisalhamento da alma

Força cortante de projeto,  $V_d$  : **1608,18** kN



Força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{rd2}$  = 4329,37 kN

Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 718,197 kN

Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 889,987 kN

Armadura calculada = 17,2 cm<sup>2</sup>/m

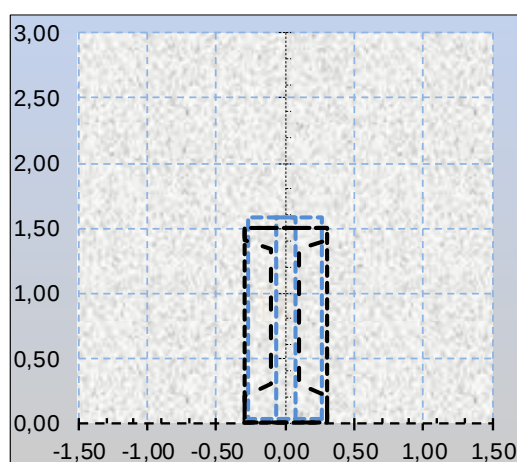
Armadura mínima = 8,34 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro **10 mm**

estribos B : diâmetro **12,5 mm**

espaçamento : **20** cm

**Armadura adotada = 20,1 cm<sup>2</sup>/m**



Seção aos **2** m

### Cisalhamento da alma

Força cortante de projeto,  $V_d$  : **980,6** kN



Força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{rd2}$  = 1264,33 kN

Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 209,739 kN

Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 770,861 kN

Armadura calculada = 14,9 cm<sup>2</sup>/m

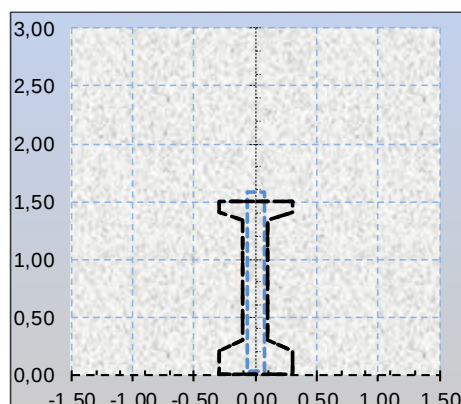
Armadura mínima = 2,44 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro **12,5 mm**

estribos B : diâmetro **nenhum**

espaçamento : **10** cm

**Armadura adotada = 24,5 cm<sup>2</sup>/m**





Seção aos 4 m

### Cisalhamento da alma



0,17 m

Força cortante de projeto,  $V_d$  : 784,48 kN

Força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{rd2}$  = 1264,33 kN

Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 209,739 kN

Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 574,741 kN

Armadura calculada = 11,1 cm<sup>2</sup>/m

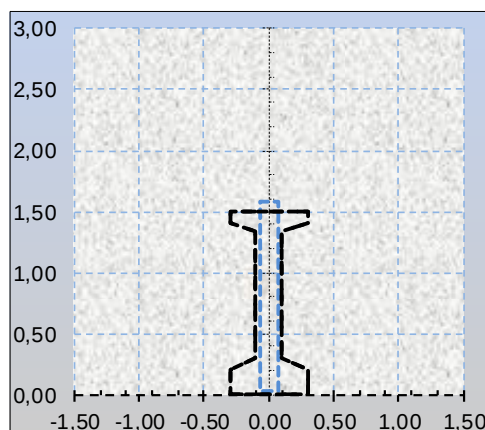
Armadura mínima = 2,44 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro 12,5 mm

estribos B : diâmetro nenhum

espaçamento : 20 cm

Armadura adotada = 12,3 cm<sup>2</sup>/m



### - Armadura de pele

#### 15.1 - Armadura de pele nos apoios

Armação necessária em cada face lateral: 9 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 7,5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 50 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 14 barras com uma distância de 11 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 7 cm<sup>2</sup> de aço dos 7,5 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 28 barras.



## 15.2 - Armadura de pele no vão

Armação necessária em cada face lateral: 3 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 7,5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 50 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

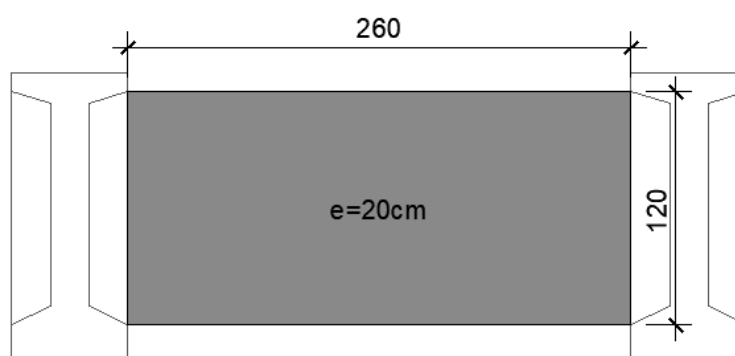
Serão necessárias 13 barras com uma distância de 12 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 6,5 cm<sup>2</sup> de aço dos 3 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 26 barras.

### b) Transversinas de apoio

As transversinas serão em concreto armado, com resistência característica de 35MPa, fazendo a ligação entre as vigas com espessura de 20cm. Sua seção tipo e suas características são representadas abaixo.

- Características geométricas

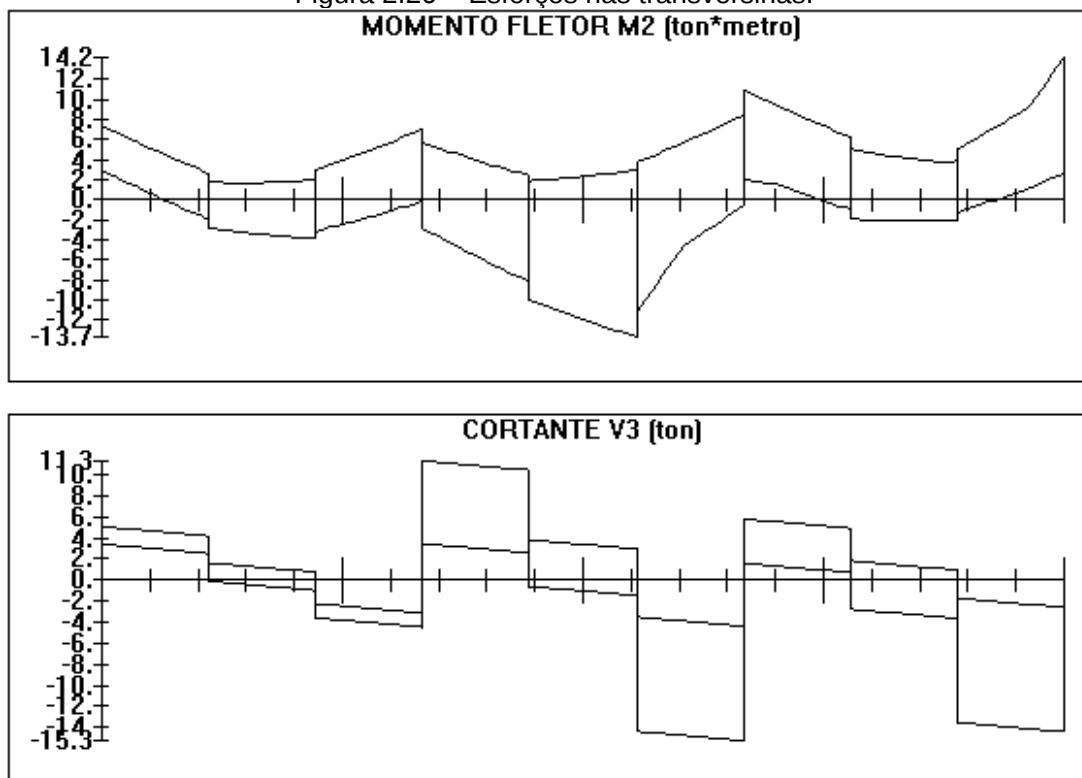
Figura 2.25 - Seção das transversinas.





- Esforços:

Figura 2.26 – Esforços nas transversinas.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **momentos fletore**

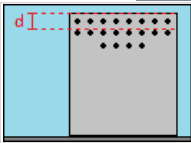
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 14,2 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

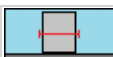
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 3 barras**      Ø 25mm : 0 barra

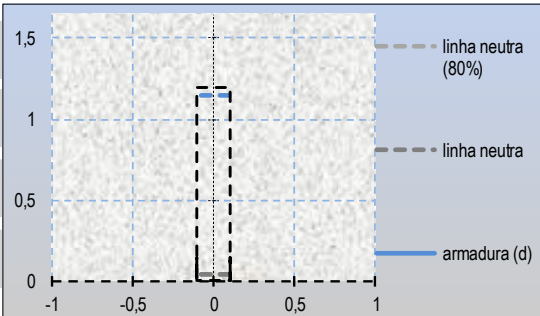
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangula**

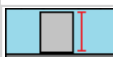
fck do concreto : 35 Mpa

0,2 m





1,2 m



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                   |                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,029 m <sup>4</sup>                                             | distância entre centróide e face comprimida = 0,6 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                        |                                                   |
| momento solicitante = 13930,2 kN.cm                                                   | 14,2 tf.m , 139,302 kN.m                          |
| área de aço (As) = 3,68 cm <sup>2</sup> ( mínima = 3,6 cm <sup>2</sup> )              | resistência do aço (Rsd) = 160,1 kN               |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 4,71 cm ( seção retangular ) |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                     |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m            |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 160,1 kN                  |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 181 kN.m           |                                                   |
| momento último resistente M(u) = 180,98335 kN.m                                       |                                                   |



**Esforços** **momentos fletore**

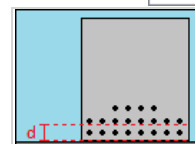
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 13,7 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

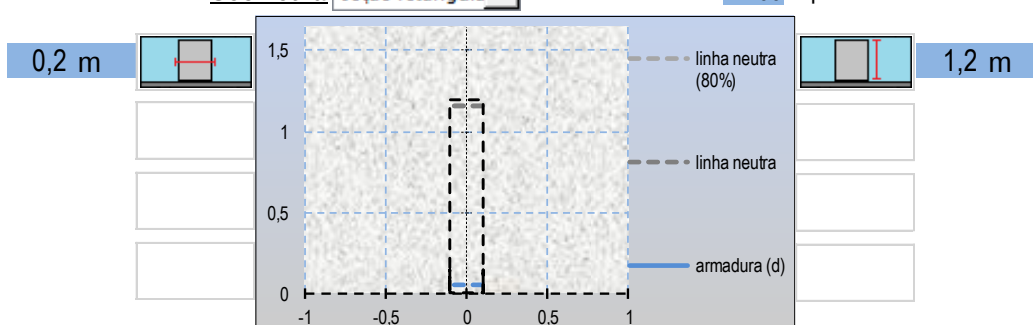
**Armação**  **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 3 barras**      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria**  **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia =  $0,029 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face comprimida = 0,6

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 13439,7 kN.cm , 13,7 tf.m , 134,397 kN.m  
 área de aço ( $A_s$ ) =  $3,68 \text{ cm}^2$  ( mínima =  $3,6 \text{ cm}^2$  )      resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 160,1 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 4,71 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) = 160,1 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) = 181 kN.m  
 momento último resistente  $M(u)$  = 180,98335 kN.m



### - Armaduras transversais

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 153 kN                   |
| largura da alma :          | 0,2 m                    |
| diâmetro do estribo :      | 8 mm                     |
| estribos por espaçamento : | 1                        |
| Vco :                      | 220 kN                   |
| Vrd2 :                     | 1324 kN                  |
| armadura calculada :       | -1,49 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima :          | 2,95 cm <sup>2</sup> /m  |
| armadura empregada :       | 5,03 cm <sup>2</sup> /m  |
| espaçamento empregado :    | 20 cm                    |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                    |

### - Armaduras de pele

Armação necessária em cada face lateral: 2,4 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 6 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 37 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 9 barras com uma distância de 12 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 4,524 cm<sup>2</sup> de aço dos 2,4 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 18 barras.

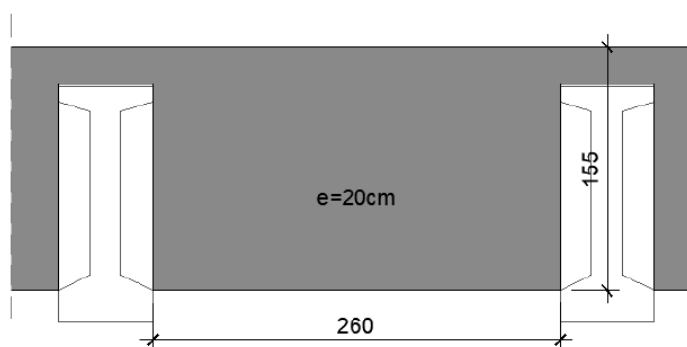
#### a) Transversinas – laje elástica

As transversinas serão em concreto armado, com resistência característica de 35MPa, fazendo a ligação entre as vigas com espessura de 20cm. Sua seção tipo e suas características são representadas abaixo.



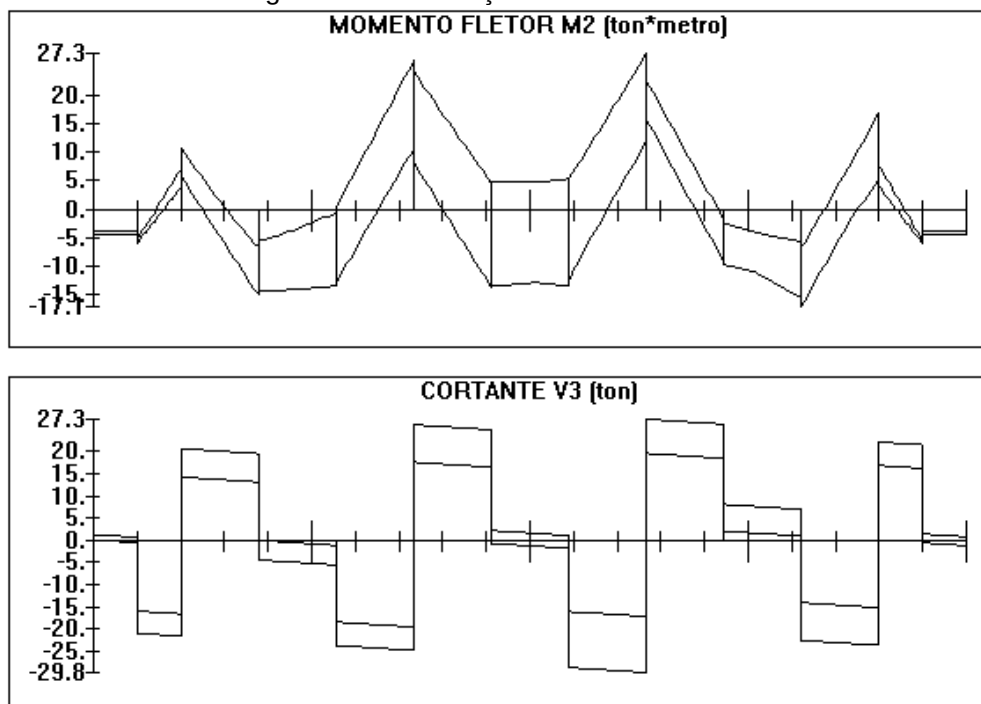
- Características geométricas

Figura 2.27 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 2.28 – Esforços nas transversinas.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **momentos fletore**

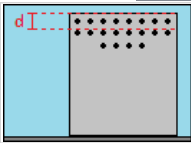
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 27,3 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

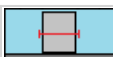
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 3 barras      Ø 20mm : 0 barra

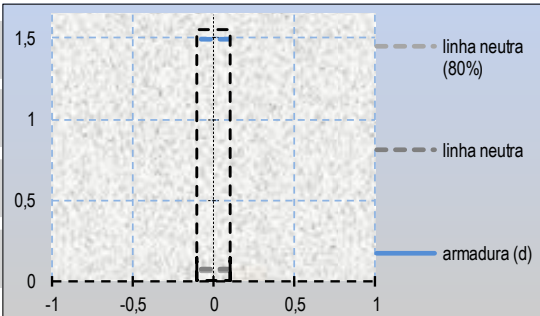
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangula**

fck do concreto : 35 Mpa

0,2 m  1,55 m



linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,062 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,775

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 26781,3 kN.cm , 27,3 tf.m , 267,813 kN.m

área de aço (As) = 6,03 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,65 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 262,3 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 7,71 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 262,3 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 384,2 kN.m

momento último resistente M(u) = 384,24154 kN.m



**Esforços** **momentos fletore**

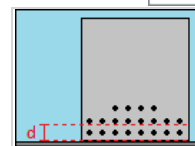
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 17,1 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 0 barra

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

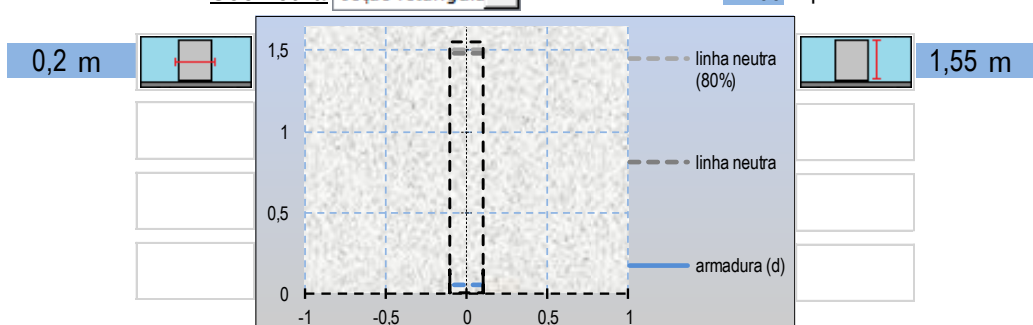
Ø 12,5mm : 4 barras

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia =  $0,062 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face comprimida = 0,775

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 16775,1 kN.cm , 17,1 tf.m , 167,751 kN.m

área de aço (As) = 4,91 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,65 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 213,4 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 6,28 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 213,4 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 314,7 kN.m

momento último resistente M(u) = 314,66964 kN.m



### - Armaduras transversais

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 298 kN                  |
| largura da alma :          | 0,2 m                   |
| diâmetro do estribo :      | 8 mm                    |
| estribos por espaçamento : | 1                       |
| Vco :                      | 287 kN                  |
| Vrd2 :                     | 1730 kN                 |
| armadura calculada :       | 0,19 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima :          | 2,95 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura empregada :       | 5,03 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado :    | 20 cm                   |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                   |

### - Armaduras de pele

Armação necessária em cada face lateral: 2,4 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 6 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 37 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 9 barras com uma distância de 12 cm entre si  
ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 4,524 cm<sup>2</sup> de aço  
dos 2,4 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 18 barras.



## c) Lajes

### c.1) Laje de transição

A laje de transição será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, com resistência característica de 35Mpa. Suas características representadas abaixo.

- Características geométricas

Comprimento da laje: 4,00m

Largura da laje: 11,10m

Espessura da laje: 0,30m

Figura 2.29 - CUN Longitudinal – Tensão em X(face superior).

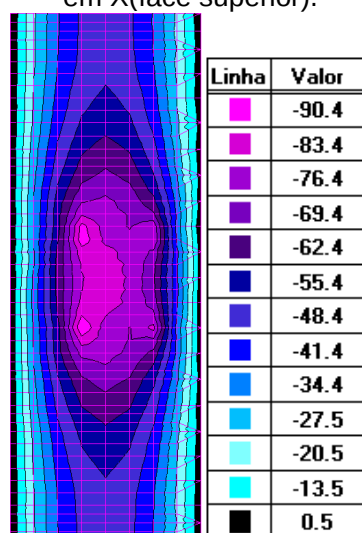


Figura 2.30 - CUN Longitudinal – Tensão em X(face inferior).

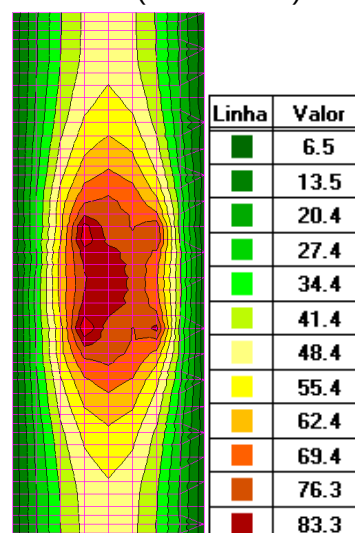




Figura 2.31 - CUN Transversal - Tensão em Y (face superior).

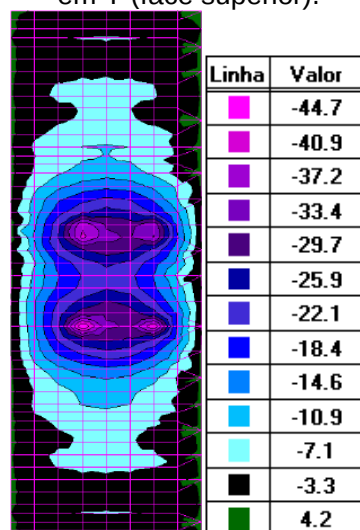
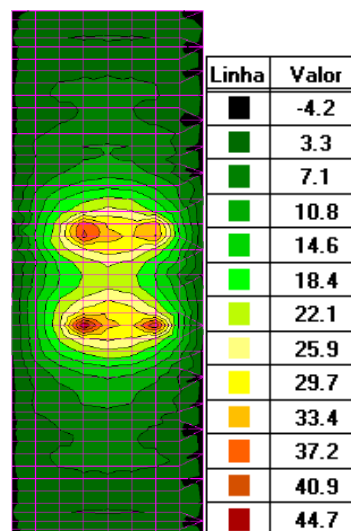


Figura 2.32 - CUN Transversal - Tensão em Y (face inferior).





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **tensões**

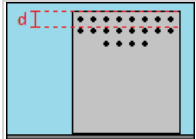
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 10 barras      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

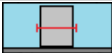
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

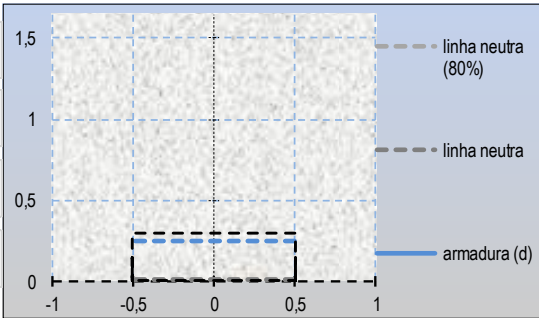
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  MPa

**Geometria** **seção retangula**

fck do concreto :  Mpa

1 m





0,3 m



linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 0 kN.cm , 0 tf.m , 0 kN.m

área de aço (As) = 5,03 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 218,5 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,5 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 218,5 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 53,76 kN.m

momento último resistente M(u) = 53,762367 kN.m

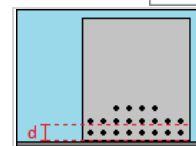


**Esforços** tensões

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 83,3 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior



Centro de Massa (d) = 0,05 m

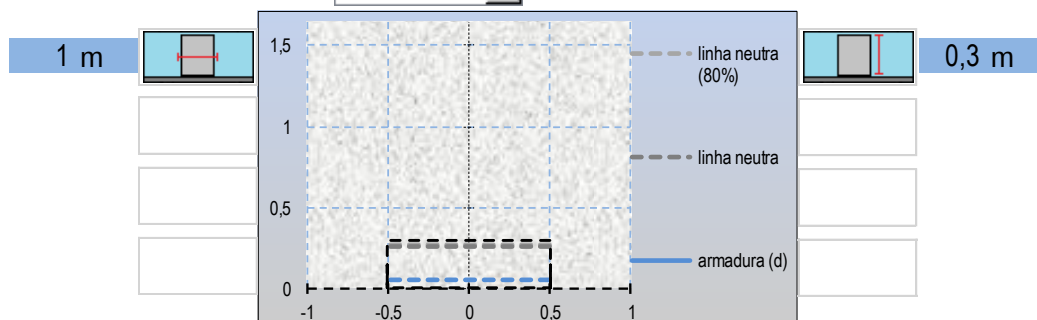
**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 10 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular

fck do concreto : 30 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

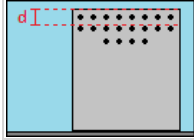
#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 12257,595 kN.cm , 12,5 tf.m , 122,57595 kN.m  
 área de aço (As) = 12,3 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,66 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 533,6 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 124,2 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 124,24086 kN.m

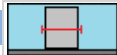
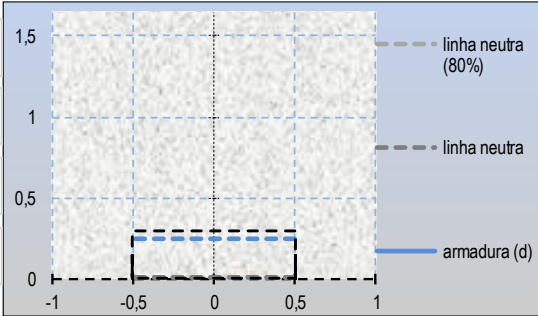


## - Armaduras transversais

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 4,2 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 10 barras    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra    Ø 12,5mm : 0 barra    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m  0,3 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

verificação ao estado limite útil (ELU)  
momento solicitante = 618,03 kN.cm , 0,63 tf.m , 6,1803 kN.m  
área de aço (As) = 5,03 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )    resistência do aço (Rsd) = 218,5 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,5 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 218,5 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 53,76 kN.m  
momento último resistente M(u) = 53,762367 kN.m

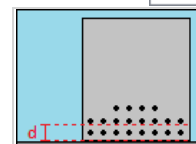


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 44,7 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

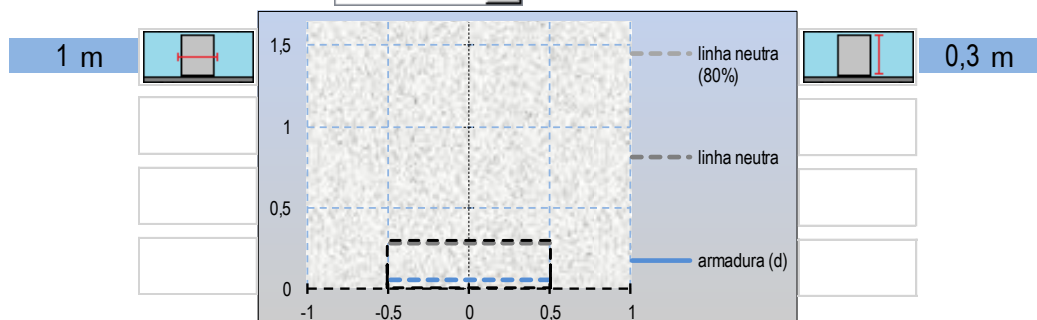
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 8 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 30 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 6577,605 kN.cm , 6,71 tf.m , 65,77605 kN.m  
 área de aço (As) = 6,28 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 273,2 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,87 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 273,2 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 66,25 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 66,24687 kN.m



c.2) Laje principal

A laje principal será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, sob placas pré-moldadas, com resistência característica de 35Mpa. Sua seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas

Comprimento da laje: 81,50cm

Largura da laje: 12,00m

Espessura da laje: variável 0,25m e 0,29m

- Esforços:

Figura 2.33 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

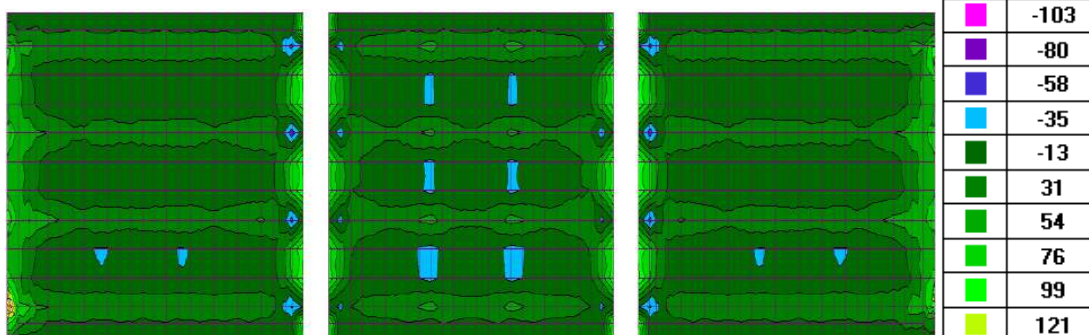
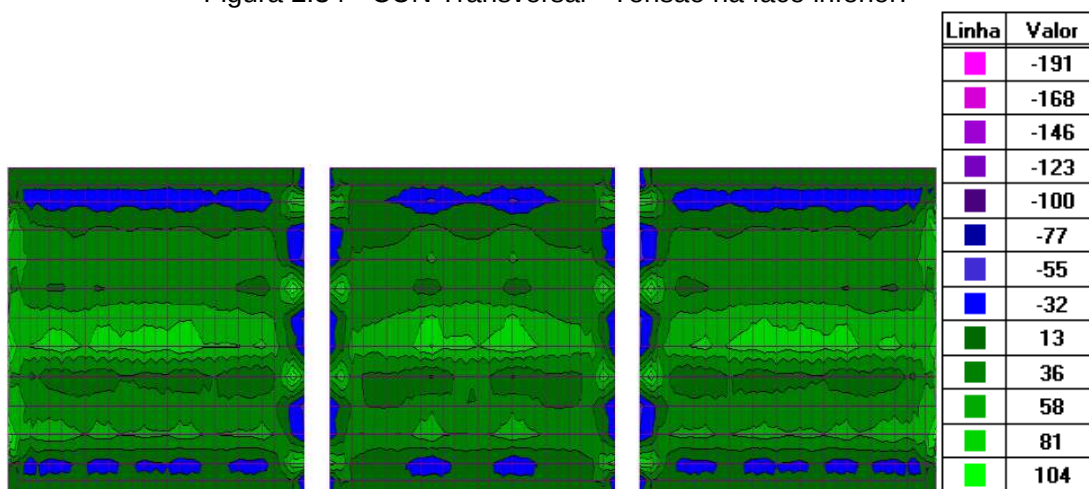


Figura 2.34 - CUN Transversal - Tensão na face inferior.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **tensões**

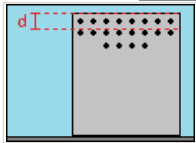
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



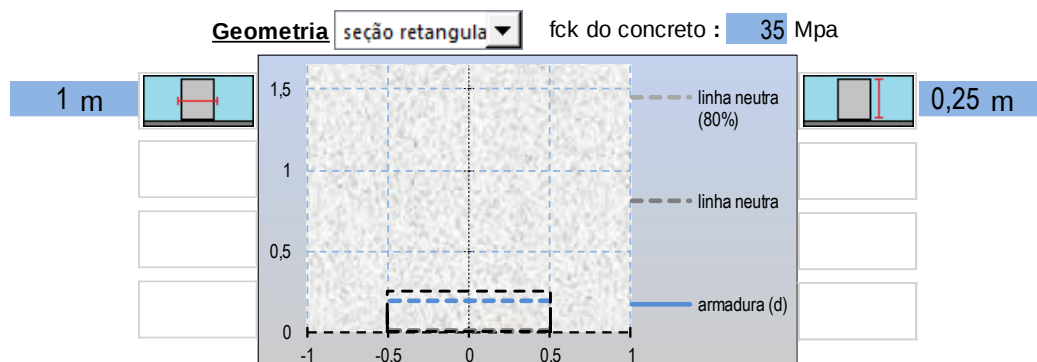
Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 7 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  MPa



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,001 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125                   |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                              |
| momento solicitante =                                               | 0 kN.cm , 0 tf.m , 0 kN.m                                                                    |
| área de aço (As) =                                                  | 5,5 cm <sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 239 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 1,41 cm ( seção retangular )                                                                 |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                         |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                       |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 239 kN                                                                                       |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 45,03 kN.m                                                                                   |
| momento último resistente M(u) =                                    | 45,028231 kN.m                                                                               |



## - Armaduras transversais superiores

**Esforços** **tensões**

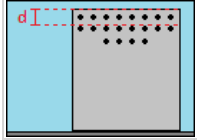
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

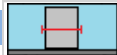
Ø 8mm : 0 barra      **Ø 16mm : 8 barras**      Ø 20mm : 0 barra

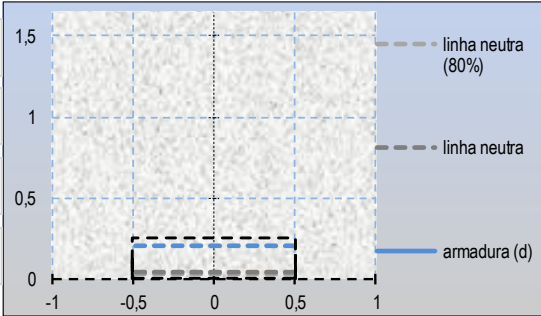
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto :  Mpa

**1 m**   **0,25 m**



linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,001 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125                 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                            |
| momento solicitante =                                               | 12364,6875 kN.cm , 12,6 tf.m , 123,64688 kN.m                                              |
| área de aço (As) =                                                  | 16,1 cm <sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm <sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 699,3 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 4,11 cm ( seção retangular )                                                               |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                       |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 699,3 kN                                                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 131,2 kN.m                                                                                 |
| momento último resistente M(u) =                                    | 131,15868 kN.m                                                                             |



## - Armaduras transversais inferiores (balanços)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 36 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,04 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 10 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 35 Mpa  
1 m           0,25 m  
1,5  
1  
0,5  
0  
-1      -0,5      0      0,5      1  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 3678,75 kN.cm , 3,75 tf.m , 36,7875 kN.m  
área de aço (As) = 7,85 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 341,5 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,01 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 341,5 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 68,97 kN.m  
momento último resistente M(u) = 68,966576 kN.m



- Armaduras transversais (incorporadas nas pré-lajes)

**Esforços** tensões  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 104 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior  
  
Centro de Massa (d) = 0,03 m

**Armação**  aço CA-50  
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 10 barras      Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria**  seção retangular      fck do concreto : 35 Mpa  
1 m        
0,25 m

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,001 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125                      |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                                 |
| momento solicitante =                                               | 10627,5 kN.cm , 10,8 tf.m , 106,275 kN.m                                                        |
| área de aço (As) =                                                  | 12,3 cm <sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 3,14 cm ( seção retangular )                                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                            |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                          |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 533,6 kN                                                                                        |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 109,4 kN.m                                                                                      |
| momento último resistente M(u) =                                    | 109,35052 kN.m                                                                                  |



c.3) Laje elástica

A laje principal será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, sob placas pré-moldadas, com resistência característica de 35Mpa. Sua seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas

Comprimento da laje: 12,00cm

Largura da laje: 2,00m

Espessura da laje: variável 0,23m e 0,29m

- Esforços:

Figura 2.35 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

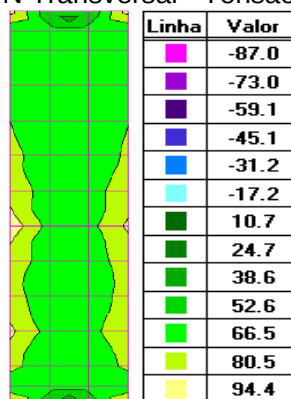


Figura 2.36 - CUN Transversal - Tensão na face inferior.

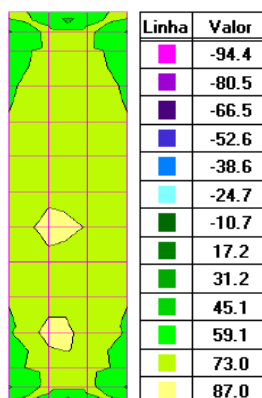




Figura 2.37 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

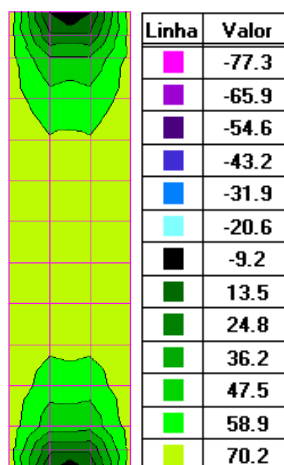
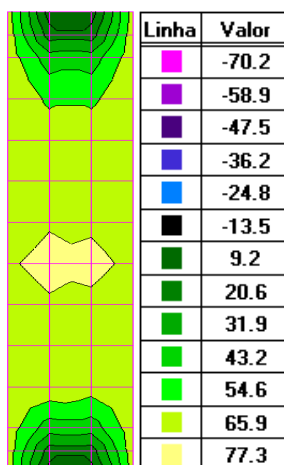


Figura 2.38 - CUN Transversal - Tensão na face inferior.





• Dimensionamento:

**Esforços**

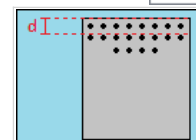
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 94,4 kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 7 barras

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

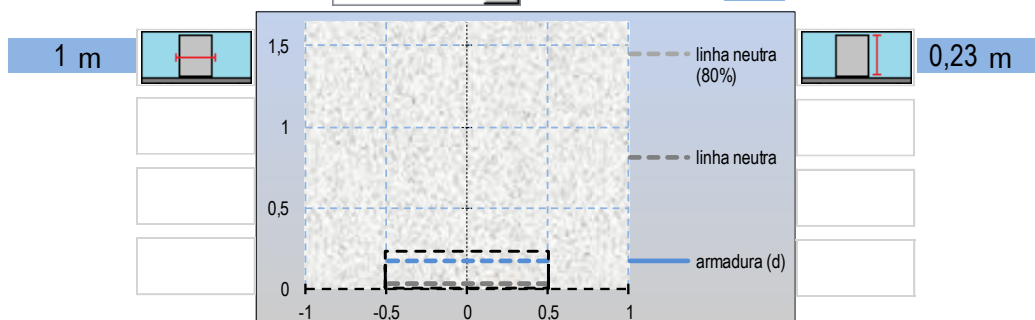
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria**

fck do concreto : 35 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 8164,7976 kN.cm , 8,32 tf.m , 81,647976 kN.m

área de aço (As) = 14,1 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 611,9 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,6 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 611,9 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 93,99 kN.m

momento último resistente M(u) = 93,993124 kN.m

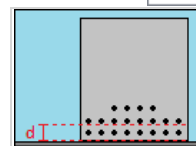


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 87 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

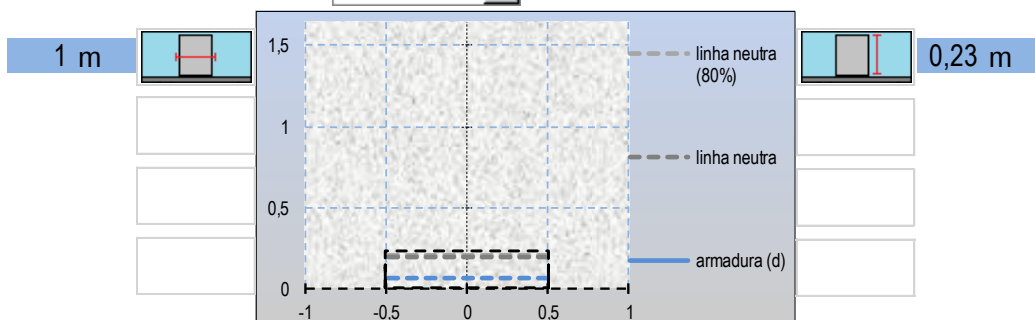
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 10 barras**      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 7524,7605 kN.cm , 7,67 tf.m , 75,247605 kN.m  
 área de aço (As) = 12,3 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,14 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 533,6 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 84,81 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 84,806825 kN.m

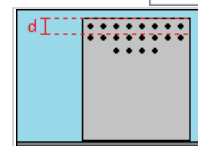


**Esforços** tensões

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 70,2 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** superior



Centro de Massa (d) = 0,04 m

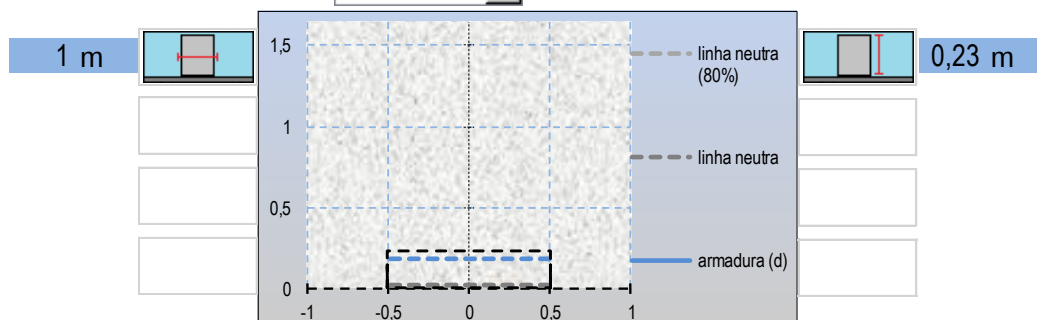
**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 8 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 6071,7033 kN.cm , 6,19 tf.m , 60,717033 kN.m  
 área de aço (As) = 9,82 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 426,8 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,51 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 426,8 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 75,75 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 75,746763 kN.m

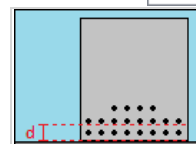


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 77,3 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,04 m

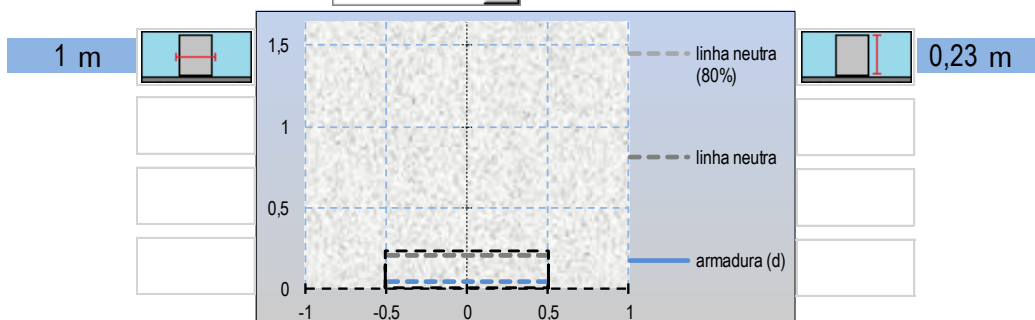
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 8 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

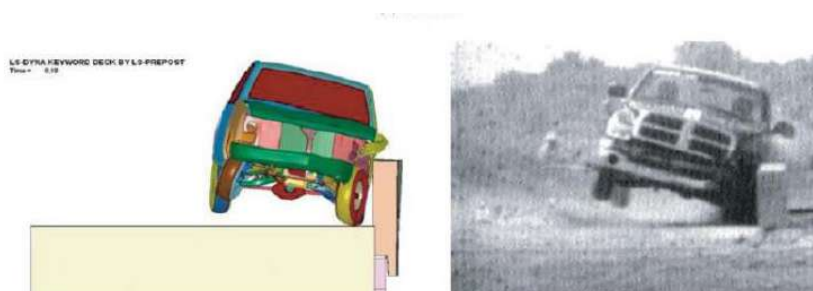
momento solicitante = 6685,79295 kN.cm , 6,82 tf.m , 66,85793 kN.m  
 área de aço (As) = 9,82 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 426,8 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,51 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 426,8 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 75,75 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 75,746763 kN.m



#### d) Guarda Rodas

O dimensionamento do guarda rodas segue a norma 7188/2013 – impacto em barreiras:

Figura 2.39 – Simulação de impacto em barreiras.



Para a análise matricial foi utilizado um modelo computacional em elementos finitos sólidos, conforme figura abaixo:

Figura 2.40 - Modelos 3D e computacional do Guarda Rodas.

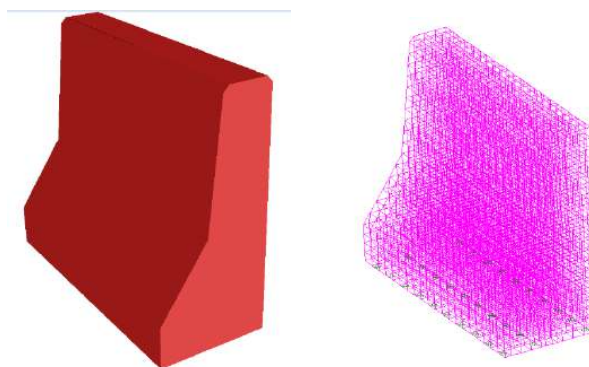
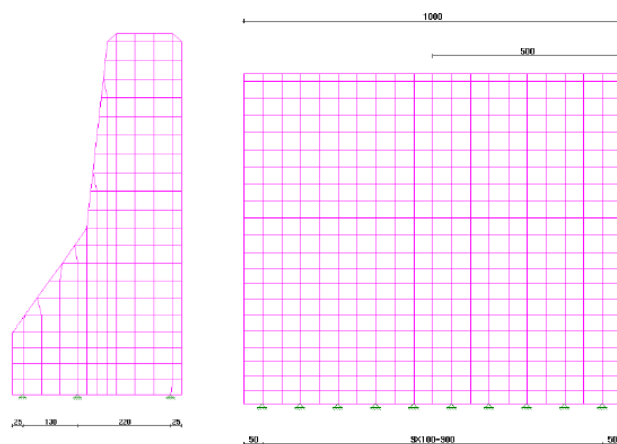




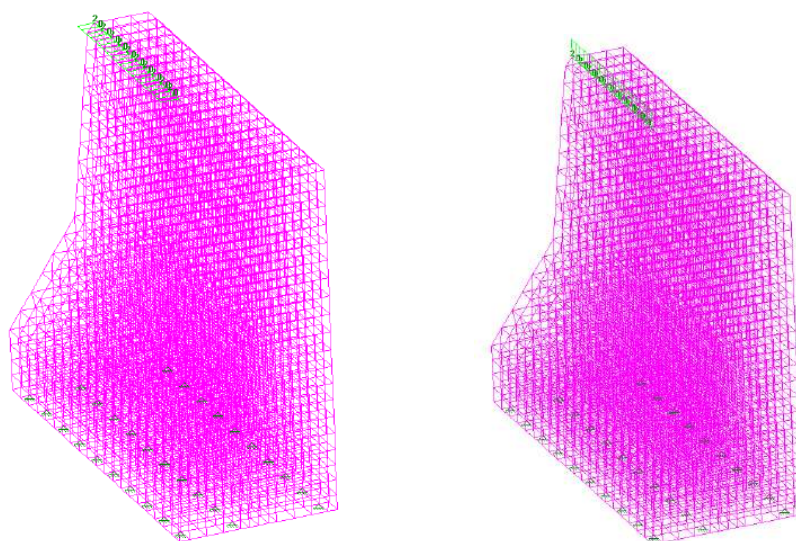
Figura 2.41 – Reação máxima do guarda rodas.



O elemento deve ser dimensionado para uma carga horizontal perpendicular à direção do tráfego de 100kN e carga vertical concomitante de 100kN.

A ação é aplicada em um comprimento de 50cm., no topo do elemento, admitindo-se distribuição espacial a 45°.

Figura 2.42 - Cargas aplicadas para o dimensionamento do Guarda Rodas.





- Resultados:

Figura 2.43 - Reações máximas na posição 1 = -20,1tf.

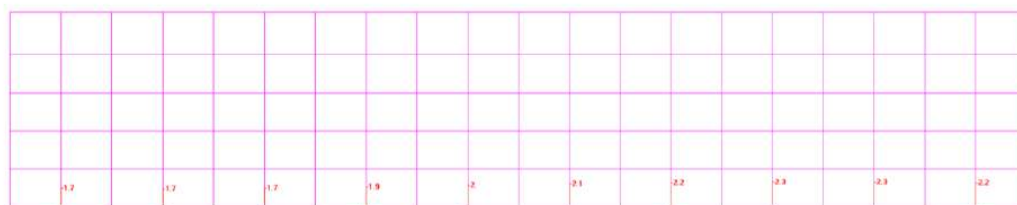


Figura 2.44 - Reações máxima na posição 2 = -2,026tf.

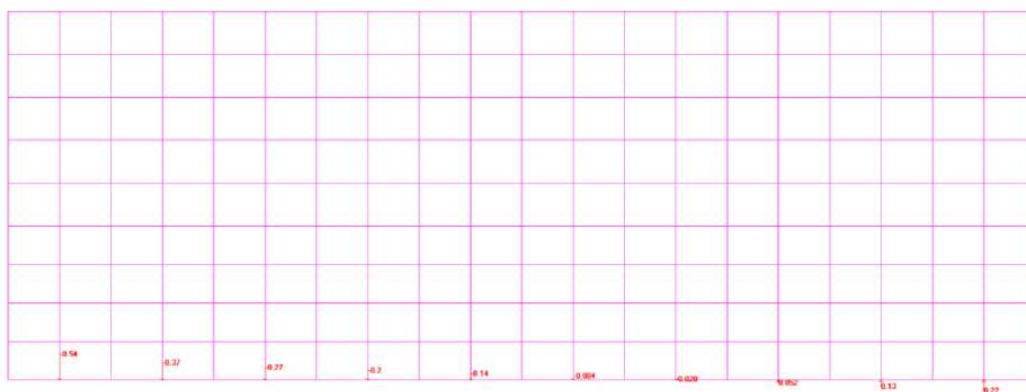
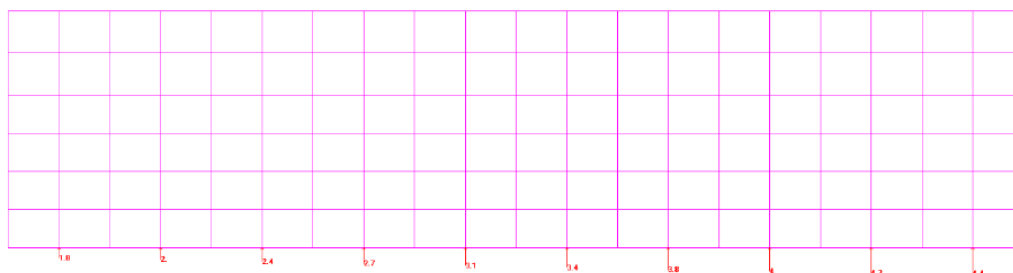
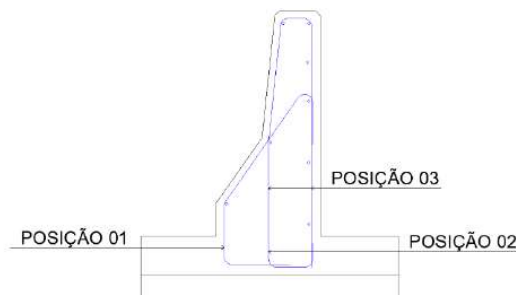


Figura 2.45 - Reações máximas na posição 3 = 31,2tf.





• Dimensionamento:



POSIÇÃO 01 (TRAÇÃO): RESULTANTE: 20,1 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 7 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 9,49            | 2,118628807        |
|                 | 8             | 0,502654825        | 15,30           | 1,313880896        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>10</b>     | <b>0,785398163</b> | <b>23,90</b>    | <b>0,840883774</b> |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 37,35           | 0,538165615        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 61,19           | 0,328470224        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 95,61           | 0,210220943        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 149,40          | 0,134541404        |

POSIÇÃO 02 (TRAÇÃO): RESULTANTE: 2,026 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 7 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 9,49            | 0,213549351        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>8</b>      | <b>0,502654825</b> | <b>15,30</b>    | <b>0,132433965</b> |
|                 | 10            | 0,785398163        | 23,90           | 0,084757738        |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 37,35           | 0,054244952        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 61,19           | 0,033108491        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 95,61           | 0,021189434        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 149,40          | 0,013561238        |

POSIÇÃO 03 (COMP.): RESULTANTE: 31,2 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 14 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 18,97           | 1,644308925        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>8</b>      | <b>0,502654825</b> | <b>30,60</b>    | <b>1,019728457</b> |
|                 | 10            | 0,785398163        | 47,81           | 0,652626212        |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 74,70           | 0,417680776        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 122,39          | 0,254932114        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 191,23          | 0,163156553        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 298,79          | 0,104420194        |



## 2.5.2 Aparelhos de apoio

- Esforços:

Figura 2.46 – Carga normal.

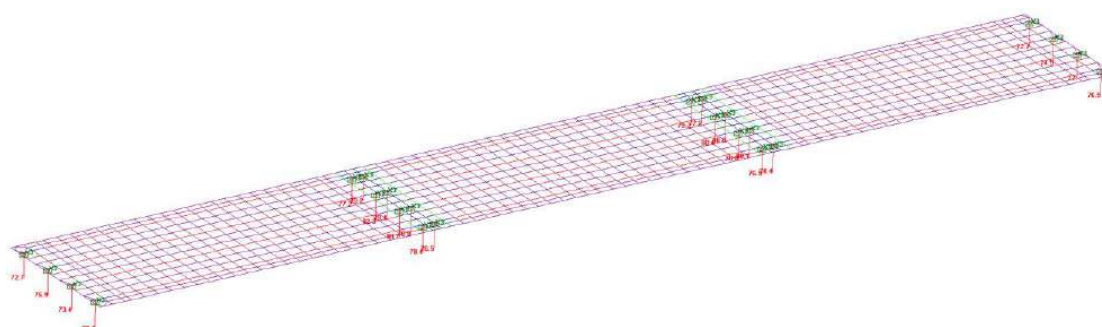


Figura 2.47 – Esforços longitudinais máximos.

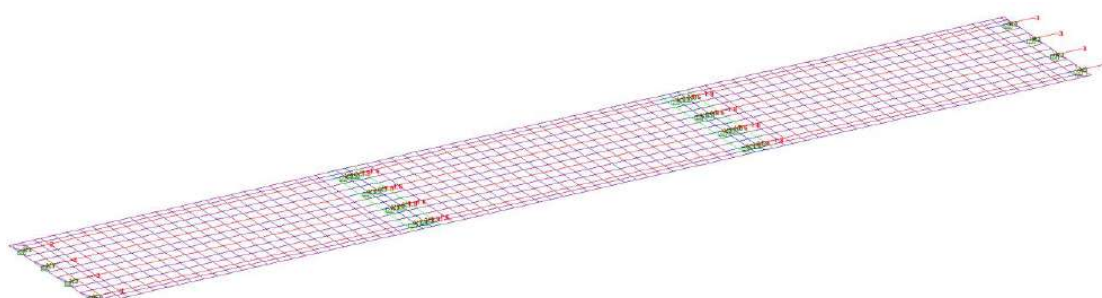
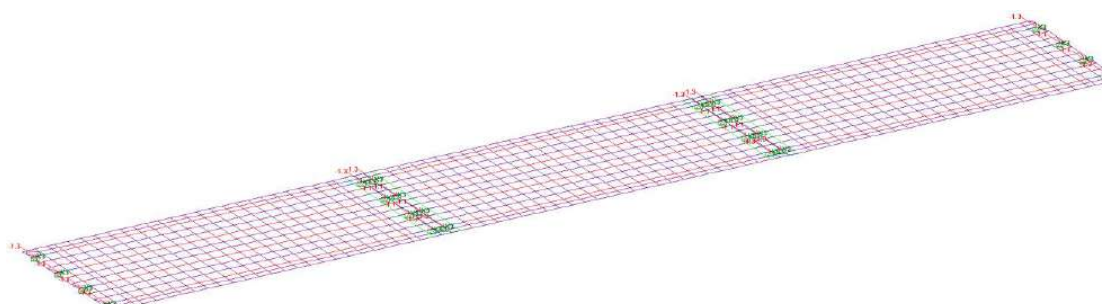


Figura 2.48 – Esforços transversais máximos.

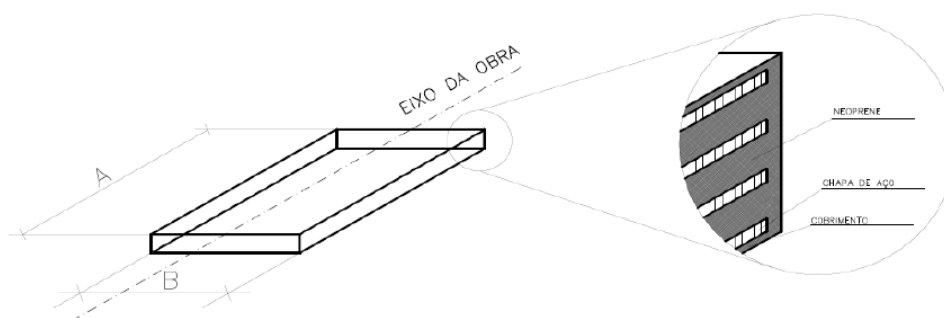




- Dimensionamento:

### CALCULO DO APARELHO DE APOIO

APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO



|                                                    |                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Comprimento do aparelho (A):                       | 50 cm                            |
| Largura do aparelho (B):                           | 30 cm                            |
| Número de lâminas de neoprene:                     | 3 und.                           |
| Espessura de cada lâmina de neoprene:              | 10 mm                            |
| Número de chapas de aço:                           | 4 und.                           |
| Espessura de cada chapa de aço:                    | 3 mm                             |
| Cobrimento de neoprene:                            | 2,5 mm                           |
| Módulo de cisalhamento do neoprene (Gn):           | 10 kgf/cm <sup>2</sup>           |
| Carga vertical (N):                                | 82,3 tf                          |
| Esforço longitudinal máximo (frenagem):            | 3 tf                             |
| Esforço longitudinal máximo (ações longa duração): | 0 tf                             |
| Esforço transversal (T):                           | 1,3 tf                           |
| Rotação da viga no apoio (Ø):                      | 0,0012 rad                       |
| Tensão média do apoio:                             | 20 kgf/cm <sup>2</sup>           |
| Apoio sobre concreto                               | <input checked="" type="radio"/> |
| Apoio sobre aço                                    | <input type="radio"/>            |



a) Dimensões de cálculo do neoprene:

|      |                         |
|------|-------------------------|
| a =  | 49,5 cm                 |
| b =  | 29,5 cm                 |
| A =  | 1460,25 cm <sup>2</sup> |
| Hn = | 1 cm                    |
| n =  | 3                       |

b) Compressão simples

Tensão média atuante ( $\sigma_c$ ) = 56,36021 kgf/cm<sup>2</sup> OK

Fator de forma de uma lâmina de neoprene: 9,3

Tensão de cisalhamento no elastômero ( $\tau_c$ ) = 9,090357 kgf/cm<sup>2</sup> OK

c) Esforços longitudinais

Tensão de cisalhamento de longa duração ( $\tau_{ld}$ ) = 0 kgf/cm<sup>2</sup> OK

Tensão de cisalhamento de frenagem ( $\tau_{din}$ ) = 2,054443 kgf/cm<sup>2</sup>

1  $\tau_{ld}$  + 0,5  $\tau_{din}$  < 7: (70% do módulo de cisalhamento) 1,027221 kgf/cm<sup>2</sup> OK

d) Rotação imposta

$\tau_\alpha \leq 15 : (1,5G_n)$  7,4 kgf/cm<sup>2</sup> OK

e) Solicitações combinadas

$\tau_c + \tau_{ld} + 0,5 \tau_{din} + \tau_\alpha < 50: (5G_n)$  17,51758 kgf/cm<sup>2</sup> OK

f) Flambagem 9,833333 OK

g) Segurança contra o deslizamento:

Coeficiente de atrito ( $\mu$ ) = 0,22

Força de deslizamento atuante ( $H_d$ ) = 1300 kgf

Força de deslizamento resistente ( $H_{rd}$ ) = 6425,1 kgf OK

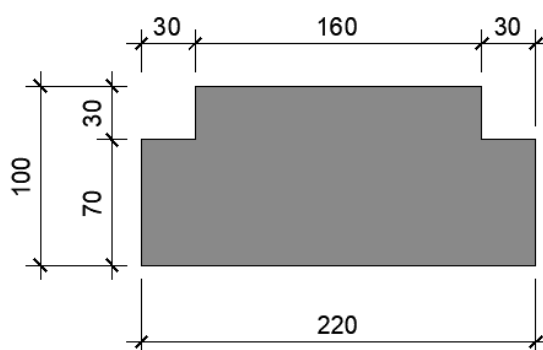


## 2.5.3 Mesoestrutura

### 2.5.3.1 Travessa central

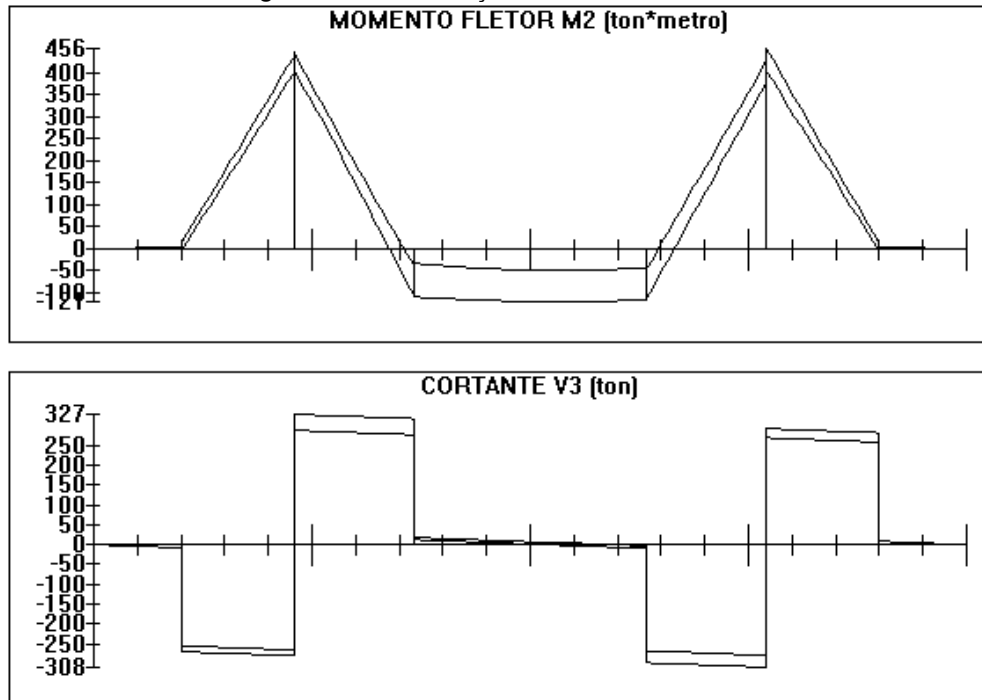
- Características geométricas

Figura 2.49 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 2.50 – Esforços na travessa central.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** | **momentos fletore** | **Face tracionada** | **superio**

momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 456 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Armação** |  **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      **Ø 25mm : 26 barras**

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 175 MPa

**Geometria** | **seção tipo "I"** | **fck do concreto** : 35 Mpa

1,6 m    1,6 m    0 m    0 m    1 m    0 m    0,7 m    2,2 m

linha neutra (80%)

armadura (d)

**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia =  $0,158 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face comprimida = 0,4688119

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 447336 kN.cm , 456 tf.m , 4473,36 kN.m

área de aço ( $A_s$ ) =  $128 \text{ cm}^2$  ( mínima =  $30,3 \text{ cm}^2$  )      resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 5549 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida ( $x$ ) = 14,8 cm ( $0,8x < 70+0/2$  : retangular)

resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) = 5549 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) = 4776 kN.m

momento último resistente  $M(u)$  = 4775,7672 kN.m



**Esforços** **momentos fletore**

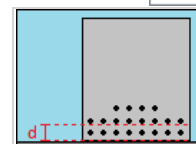
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 121 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 16 barras

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

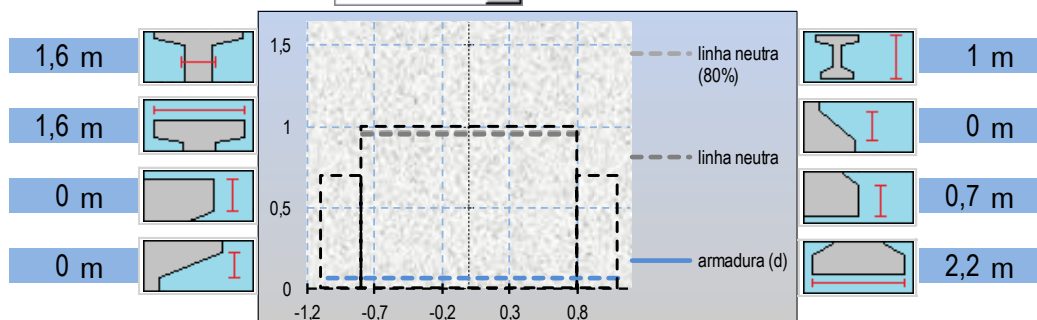
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção tipo "I"**

fck do concreto : 35 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,158 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,5311881

**verificação ao estado limite útil (ELU)**

momento solicitante = 118701 kN.cm , 121 tf.m , 1187,01 kN.m

área de aço (As) = 32,2 cm<sup>2</sup> ( mínima = 30,3 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 1399 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 5,14 cm (0,8x>0+0/2 : seção T)

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 1399 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 1288 kN.m

momento último resistente M(u) = 1288,0985 kN.m



### - Armadura de cisalhamento

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 3270 kN                 |
| largura da alma :          | 1,6 m                   |
| diâmetro do estribo :      | 12,5 mm                 |
| estribos por espaçamento : | 2                       |
| Vco : 1390 kN              | Vrd2 : 8146 kN          |
| armadura calculada :       | 48 cm <sup>2</sup> /m   |
| armadura mínima :          | 21,3 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura empregada :       | 49,1 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado :    | 10 cm                   |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                   |

### - Armadura de pele

Armação necessária em cada face lateral: 16 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 30 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 10 barras com uma distância de 8 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 5,027 cm<sup>2</sup> de aço dos 5 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 20 barras.



### 2.5.3.2 Pilares nos apoios centrais

- Esforços:

Figura 2.51 – Momentos máximos em X.

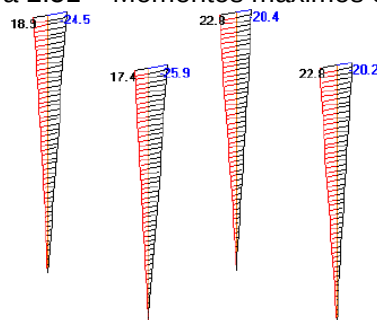


Figura 2.52 – Momentos máximos em Y.

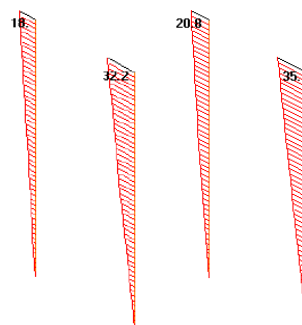
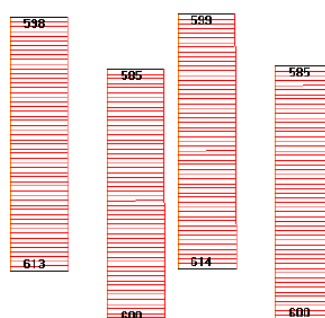


Figura 2.53 – Esforços axiais máximos.

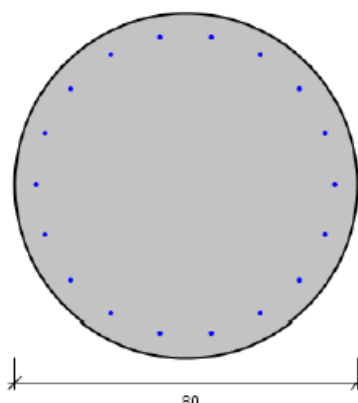




- Dimensionamento:

### PILARES CENTRAIS: Dados Gerais

Seção Transversal:



**Armação:** 18 $\phi$ 12,5 mm ( $A_s = 22,09 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 5027 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 40 \text{ cm}$

$y_{cg} = 40 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 2010619 \text{ cm}^4$

$I_y = 2010619 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 0,44 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar Biapoado

**Comprimento:**  $L = 870 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 44$

$\lambda_y = 44$



## PILARES CENTRAIS: Dados Armadura

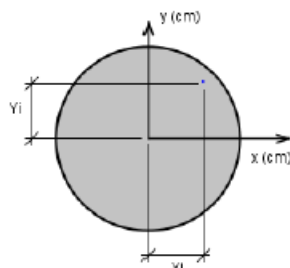


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

| BARRA | $\phi$ (mm) | X (cm) | Y (cm) |
|-------|-------------|--------|--------|
| 1     | 12.5        | 35     | 0      |
| 2     | 12.5        | 32.9   | 12     |
| 3     | 12.5        | 26.8   | 22.5   |
| 4     | 12.5        | 17.5   | 30.3   |
| 5     | 12.5        | 6.1    | 34.5   |
| 6     | 12.5        | -6.1   | 34.5   |
| 7     | 12.5        | -17.5  | 30.3   |
| 8     | 12.5        | -26.8  | 22.5   |
| 9     | 12.5        | -32.9  | 12     |
| 10    | 12.5        | -35    | 0      |
| 11    | 12.5        | -32.9  | -12    |
| 12    | 12.5        | -26.8  | -22.5  |
| 13    | 12.5        | -17.5  | -30.3  |
| 14    | 12.5        | -6.1   | -34.5  |
| 15    | 12.5        | 6.1    | -34.5  |
| 16    | 12.5        | 17.5   | -30.3  |
| 17    | 12.5        | 26.8   | -22.5  |
| 18    | 12.5        | 32.9   | -12    |

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras



## PILARES CENTRAIS: Dados Esforços

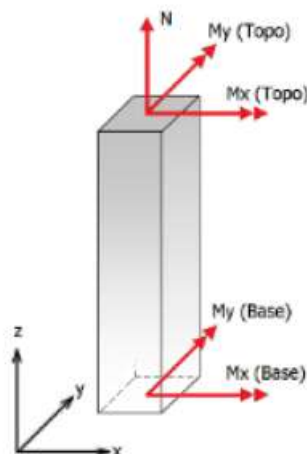


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}(\text{Topo})$ | $M_{d,y}(\text{Topo})$ | $M_{d,x}(\text{Base})$ | $M_{d,y}(\text{Base})$ |
|------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1          | -614  | -25.9                  | 35                     | 0                      | 0                      |

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [tf, tf.m]

## PILARES CENTRAIS: Resumo verificação ELU

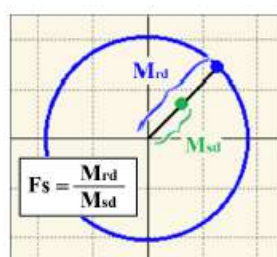


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}$ | $M_{d,y}$ | F.S. |
|------------|-------|-----------|-----------|------|
| 1          | -614  | -42.68    | -48.14    | 1.25 |

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [tf, tf.m]



## PILARES CENTRAIS: Resultados da combinação n° 1 (F.S. mínimo)

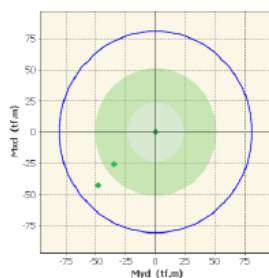


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

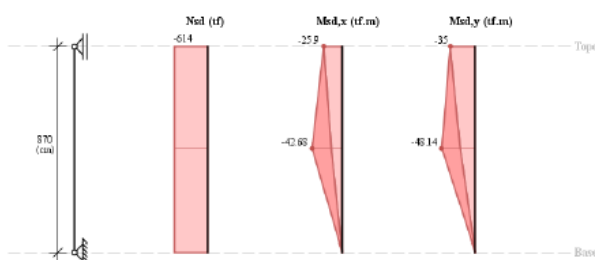


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 1)

### Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)

#### Momentos em torno do eixo x:

O momento total em torno da direção x é calculado pela expressão:

$$M_{x,ty} = \alpha M_{d,x} + N_{d,x} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 42.68 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (0) / 25.9 = 0.6, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{d,x} = 25.9 \text{ tf.m e } N_{d,x} = 614 \text{ tf};$$

$$\ell_e = 8.7 \text{ m};$$

$$1/r = 0.005 / [h_x (v + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.57004 + 0.5)] = 0.005841 \text{ m} \leq 0.005 / h_x = 0.00625 \text{ m};$$

$$v = N_d / (A_c f_{cd}) = 614 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.57004.$$

#### Momentos em torno do eixo y:

O momento total em torno da direção y é calculado pela expressão:

$$M_{y,ty} = \alpha M_{d,y} + N_{d,y} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 48.14 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (0) / 35 = 0.6, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{d,y} = 35 \text{ tf.m e } N_{d,y} = 614 \text{ tf};$$

$$\ell_e = 8.7 \text{ m};$$

$$1/r = 0.005 / [h_y (v + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.57004 + 0.5)] = 0.005841 \text{ m} \leq 0.005 / h_y = 0.00625 \text{ m};$$

$$v = N_d / (A_c f_{cd}) = 614 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.57004.$$

### -Estribos

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos e, quando for o caso, por grampos suplementares, deve ser colocada em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e lajes.

O diâmetro dos estribos em pilares não pode ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal.

O espaçamento longitudinal entre estribos, medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:

- 200 mm;
- menor dimensão da seção;
- 24  $\phi$  para CA-25, 12  $\phi$  para CA-50.

Adotado = Ø8 C/15cm

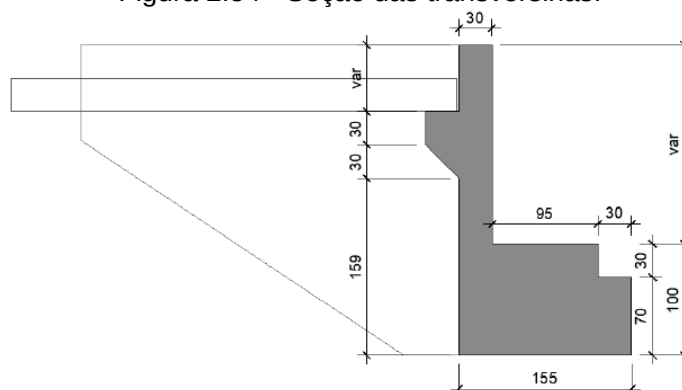


## 2.5.4 Encontro

### 2.5.4.1 Travessa e Cortina

- Características geométricas

Figura 2.54 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 2.55 – Esforços na travessa do encontro.

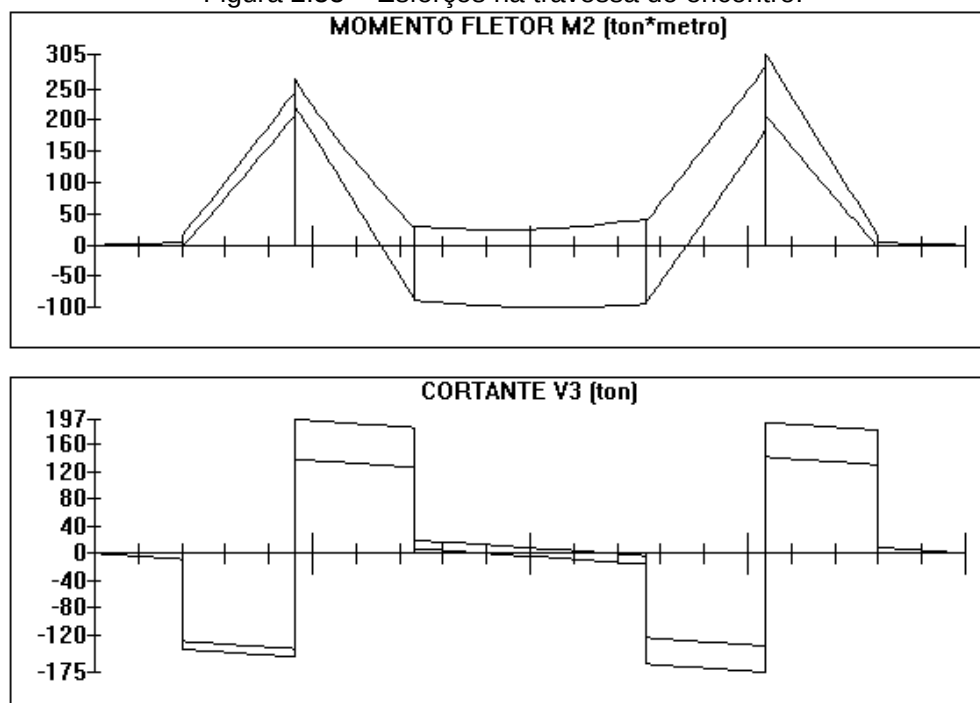




Figura 2.56 - CUN Horizontal: Tensões em +X.

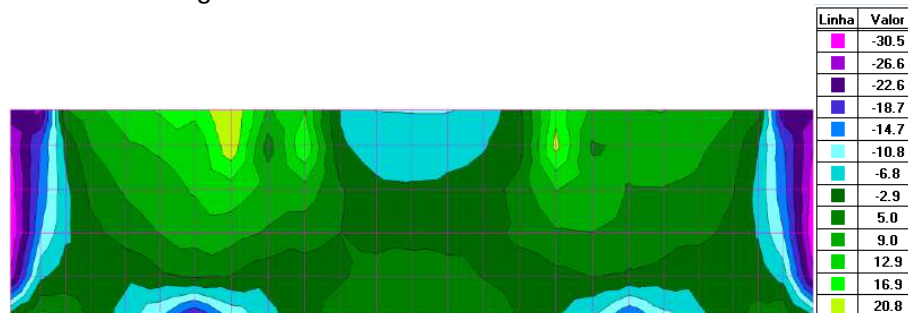


Figura 2.57 - CUN Vertical: Tensões em -X.

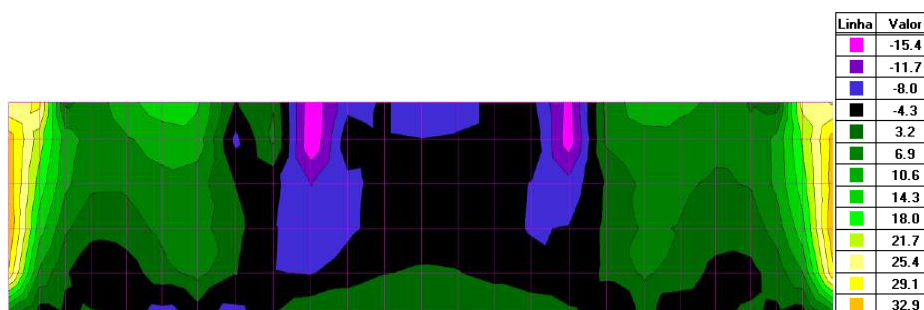


Figura 2.58 - CUN Horizontal: Tensões em +Y.

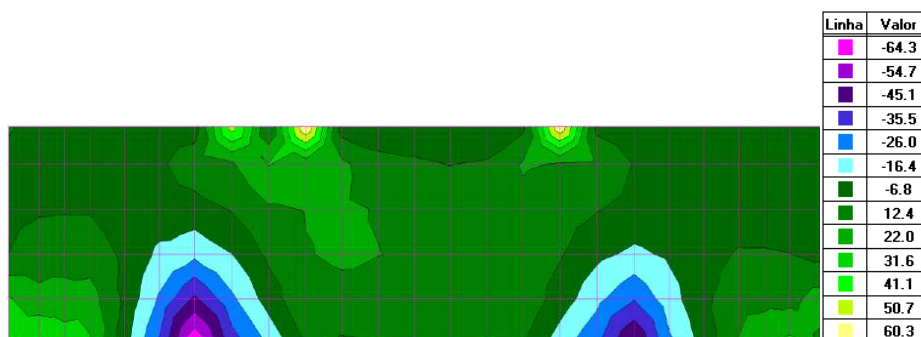
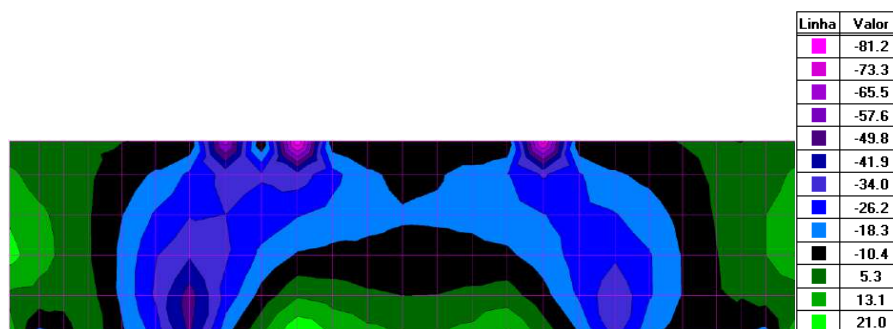


Figura 2.59 - CUN Horizontal: Tensões em -Y.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais na travessa

**Esforços** **momentos fletore**

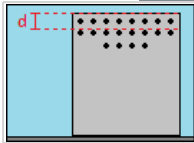
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : **305** tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



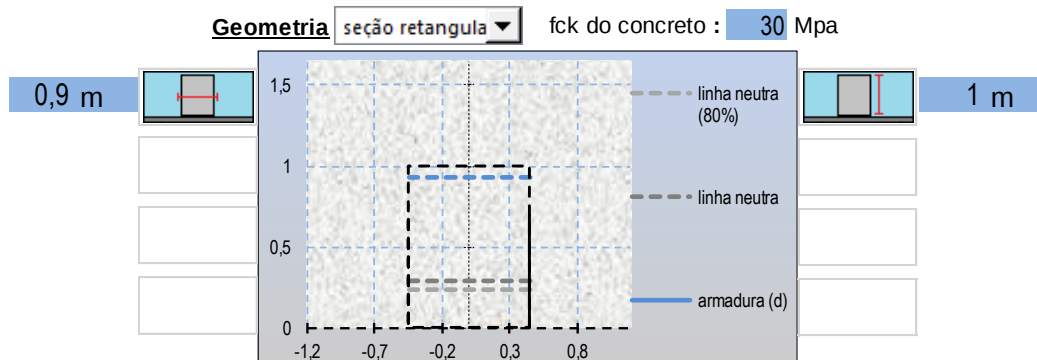
Centro de Massa (d) = 0,07 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      **Ø 25mm : 18 barras**

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : **175** MPa



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                   |                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| momento de inércia = $0,075 \text{ m}^4$                                              | distância entre centróide e face comprimida = 0,5 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                        |                                                   |
| momento solicitante = 299205 kN.cm , 305 tf.m , 2992,05 kN.m                          |                                                   |
| área de aço ( $A_s$ ) = 88,4 cm <sup>2</sup> ( mínima = 13,5 cm <sup>2</sup> )        | resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 3842 kN         |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 29,3 cm ( seção retangular ) |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN              |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m     |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{c wd}$ ) = 3842 kN           |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{c wd}$ ) = 3132 kN.m  |                                                   |
| momento último resistente $M(u)$ = 3132,1752 kN.m                                     |                                                   |



**Esforços** **momentos fletore**

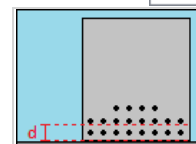
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 100 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 14 barras

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

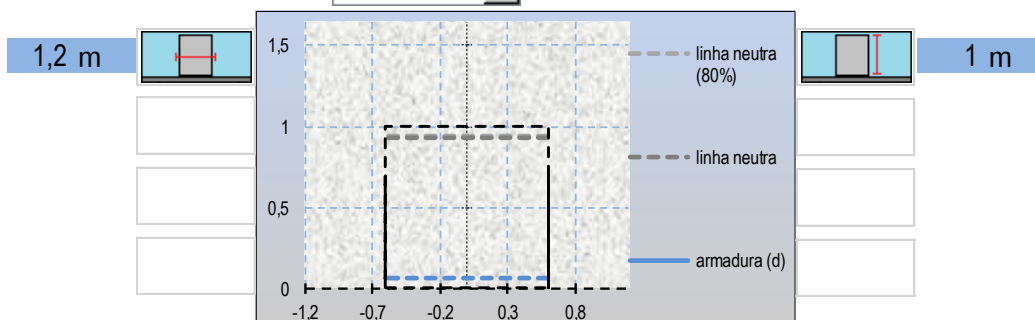
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 30 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,100 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,5

**verificação ao estado limite útil (ELU)**

momento solicitante = 98100 kN.cm , 100 tf.m , 981 kN.m

área de aço (As) = 28,1 cm<sup>2</sup> ( mínima = 18 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 1224 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 7 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 1224 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 1118 kN.m

momento último resistente M(u) = 1117,9958 kN.m



### - Armadura de cisalhamento

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):  | 1970 kN                 |
| largura da alma:          | 0,9 m                   |
| diâmetro do estribo:      | 12,5 mm                 |
| estribos por espaçamento: | 2                       |
| Vco:                      | 782 kN                  |
| Vrd2:                     | 4582 kN                 |
| armadura calculada:       | 30,3 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima:          | 12 cm <sup>2</sup> /m   |
| armadura empregada:       | 32,7 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado:    | 15 cm                   |
| espaçamento máximo:       | 30 cm                   |

### - Armadura de pele

Armação necessária em cada face lateral: 12 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 30 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 10 barras com uma distância de 8 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 5,027 cm<sup>2</sup> de aço dos 5 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 20 barras.



## - Armaduras superior na cortina

**Esforços** **tensões** ▼

tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 20,3 kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼

Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50** ▼

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 3 barras      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 30 Mpa

0,3 m      1,5      1,27 m

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                           |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,051 m <sup>4</sup>                                     | distância entre centróide e face comprimida = 0,635                       |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                |                                                                           |
| momento solicitante = 16059,88724 kN.cm                                       | 16,4 tf.m , 160,59887 kN.m                                                |
| área de aço (As) = 6,03 cm <sup>2</sup>                                       | (mínima = 5,72 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 262,3 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 6 cm                 | (seção retangular)                                                        |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN             |                                                                           |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m    |                                                                           |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 262,3 kN          |                                                                           |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 312,1 kN.m |                                                                           |
| momento último resistente M(u) = 312,08383 kN.m                               |                                                                           |



## - Armaduras verticais na cortina (estribos)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 60,3 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 8 barras**      Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 30 Mpa  
1 m        
0,3 m

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,002 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,15 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                    |
| momento solicitante = 8873,145 kN.cm                                                | 9,05 tf.m , 88,73145 kN.m                          |
| área de aço (As) = 9,82 cm <sup>2</sup> (mínima = 4,5 cm <sup>2</sup> )             | resistência do aço (Rsd) = 426,8 kN                |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,93 cm (seção retangular) |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 426,8 kN                |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 100,6 kN.m       |                                                    |
| momento último resistente M(u) = 100,64307 kN.m                                     |                                                    |



## - Armaduras horizontais na cortina (parede)

**Esforços** tensões ▼  
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 32,9 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior ▼

**Armação** aço CA-50 ▼

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 7 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular ▼      fck do concreto : 30 Mpa

1 m      0,3 m

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,002 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,15 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                    |
| momento solicitante = 4841,235 kN.cm                                                | 4,94 tf.m , 48,41235 kN.m                          |
| área de aço (As) = 5,5 cm <sup>2</sup> (mínima = 4,5 cm <sup>2</sup> )              | resistência do aço (Rsd) = 239 kN                  |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,64 cm (seção retangular) |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 239 kN                  |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 58,19 kN.m       |                                                    |
| momento último resistente M(u) = 58,190079 kN.m                                     |                                                    |



#### 2.5.4.2 Pilares nos encontros

- Esforços:

Figura 2.60 – Momentos máximos em X.

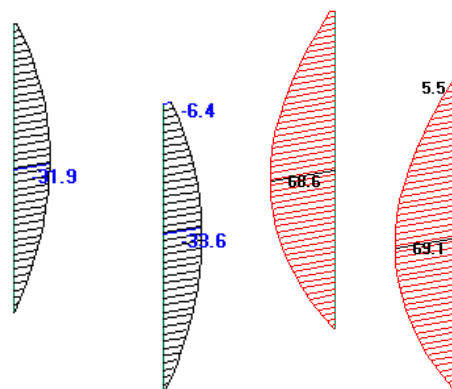


Figura 2.61 – Momentos máximos em Y.

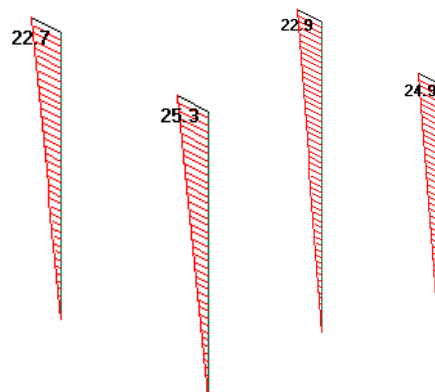
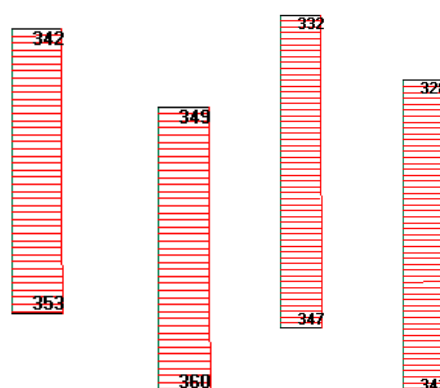


Figura 2.62 – Esforços axiais máximos.

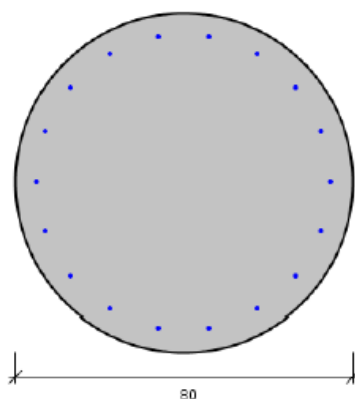




- Dimensionamento:

### PILARES NOS ENCONTROS: Dados Gerais

**Seção Transversal:**



**Armação:** 18 $\phi$ 12,5 mm ( $A_s = 22,09 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 5027 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 40 \text{ cm}$

$y_{cg} = 40 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 2010619 \text{ cm}^4$

$I_y = 2010619 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_t = 0,44 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar Biapoado

**Comprimento:**  $L = 850 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 43$

$\lambda_y = 43$



## PILARES NOS ENCONTROS: Dados Armadura

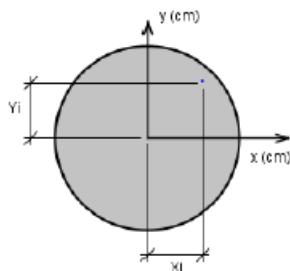


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

| BARRA | $\phi$ (mm) | X (cm) | Y (cm) |
|-------|-------------|--------|--------|
| 1     | 12.5        | 35     | 0      |
| 2     | 12.5        | 32.9   | 12     |
| 3     | 12.5        | 26.8   | 22.5   |
| 4     | 12.5        | 17.5   | 30.3   |
| 5     | 12.5        | 6.1    | 34.5   |
| 6     | 12.5        | -6.1   | 34.5   |
| 7     | 12.5        | -17.5  | 30.3   |
| 8     | 12.5        | -26.8  | 22.5   |
| 9     | 12.5        | -32.9  | 12     |
| 10    | 12.5        | -35    | 0      |
| 11    | 12.5        | -32.9  | -12    |
| 12    | 12.5        | -26.8  | -22.5  |
| 13    | 12.5        | -17.5  | -30.3  |
| 14    | 12.5        | -6.1   | -34.5  |
| 15    | 12.5        | 6.1    | -34.5  |
| 16    | 12.5        | 17.5   | -30.3  |
| 17    | 12.5        | 26.8   | -22.5  |
| 18    | 12.5        | 32.9   | -12    |

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras



## PILARES NOS ENCONTROS: Dados Esforços

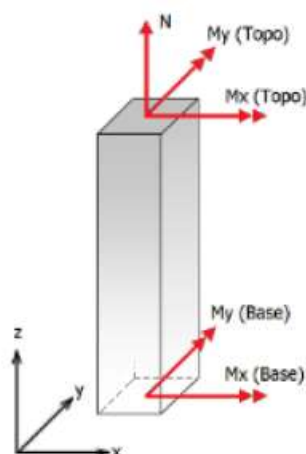


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

| Combinação | $N_{di}$ | $M_{di,x}(\text{Topo})$ | $M_{di,y}(\text{Topo})$ | $M_{di,x}(\text{Base})$ | $M_{di,y}(\text{Base})$ |
|------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1          | -360     | 5.5                     | 25.3                    | 69.1                    | 0                       |

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [tf, tf.m]

## PILARES NOS ENCONTROS: Resumo verificação

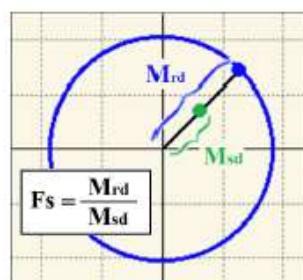


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança ( $F_s$ )

| Combinação | $N_{di}$ | $M_{di,x}$ | $M_{di,y}$ | $F_s$ |
|------------|----------|------------|------------|-------|
| 1          | -360     | -69.1      | 0          | 1.32  |

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [tf, tf.m]



**PILARES NOS ENCONTROS: Resultados da combinação n° 1 (F.S. mínimo)**

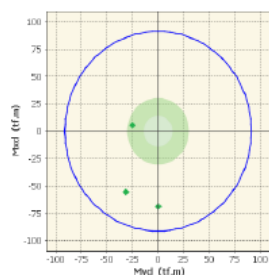


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

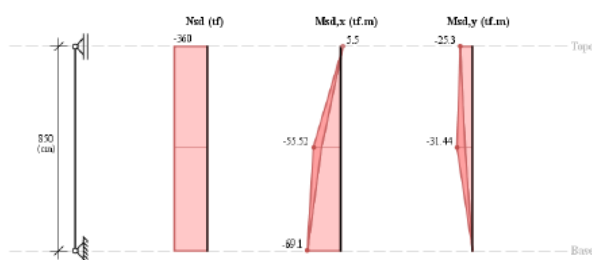


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 1)

**Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)**

**Momentos em torno do eixo x:**

O momento total em torno da direção x é calculado pela expressão:

$$M_{x\text{TOT}} = \alpha M_{dA} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 55.52 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (-5.5) / 69.1 = 0.56816, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{dA} = 69.1 \text{ tf.m e } N_{dA} = 360 \text{ tf,}$$

$$\ell_e = 8.5 \text{ m;}$$

$$1/r = 0.005 / [h_x (v + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.33423 + 0.5)] = 0.00749 \text{ 1/m} \leq 0.005 / h_x = 0.00625 \text{ 1/m;}$$

$$v = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 360 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.33423.$$

**Momentos em torno do eixo y:**

O momento total em torno da direção y é calculado pela expressão:

$$M_{y\text{TOT}} = \alpha M_{dA} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 31.44 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (0) / 25.3 = 0.6, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{dA} = 25.3 \text{ tf.m e } N_{dA} = 360 \text{ tf,}$$

$$\ell_e = 8.5 \text{ m;}$$

$$1/r = 0.005 / [h_y (v + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.33423 + 0.5)] = 0.00749 \text{ 1/m} \leq 0.005 / h_y = 0.00625 \text{ 1/m;}$$

$$v = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 360 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.33423.$$

**-Estribos**

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos e, quando for o caso, por grampos suplementares, deve ser colocada em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e lajes.

O diâmetro dos estribos em pilares não pode ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal.

O espaçamento longitudinal entre estribos, medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:

- 200 mm;
- menor dimensão da seção;
- 24  $\phi$  para CA-25, 12  $\phi$  para CA-50.

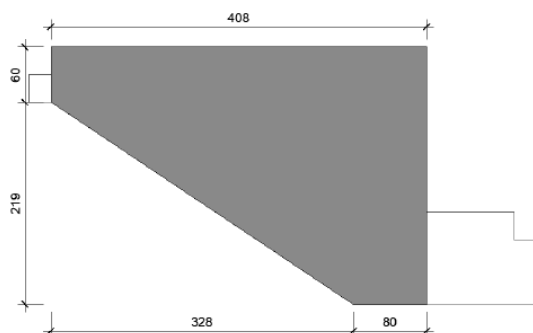
Adotado = Ø8 C/15cm



a) Alas

- Características geométricas

Figura 2.63 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 2.64 - CUN Vertical: Momento fletor.

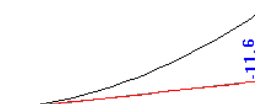
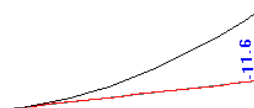


Figura 2.65 - CUN Horizontal: Tensões em X.

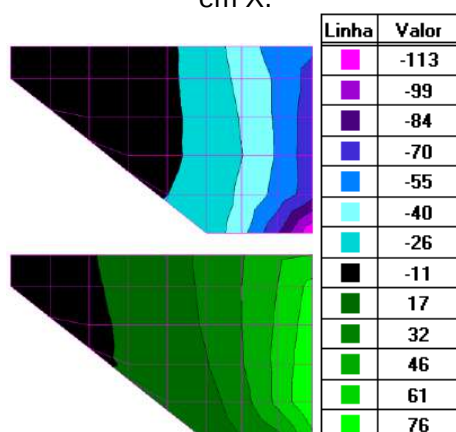
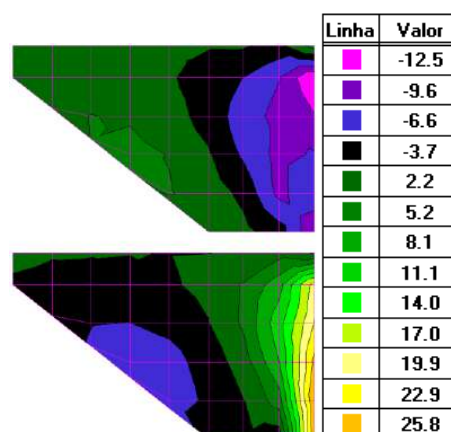


Figura 2.66 - CUN Vertical: Tensões em Y.





- Dimensionamento:

## - Armaduras superior na Ala

**Esforços** **momentos fletore**

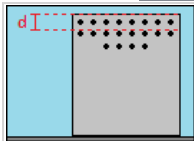
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 11,6 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 3 barras

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 185 MPa

**Geometria** **seção retangula**       fck do concreto : 30 Mpa

0,2 m  2,5 2 1,5 1 0,5 0 -1 -0,5 0 0,5 1

linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

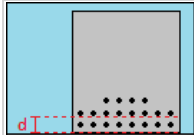
2,79 m 

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,362 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 1,395                 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                            |
| momento solicitante =                                               | 11379,6 kN.cm , 11,6 tf.m , 113,796 kN.m                                                   |
| área de aço (As) =                                                  | 9,42 cm <sup>2</sup> ( mínima = 8,37 cm <sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 409,8 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 14,1 cm ( seção retangular )                                                               |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                       |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 409,8 kN                                                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 1096 kN.m                                                                                  |
| momento último resistente M(u) =                                    | 1095,6332 kN.m                                                                             |

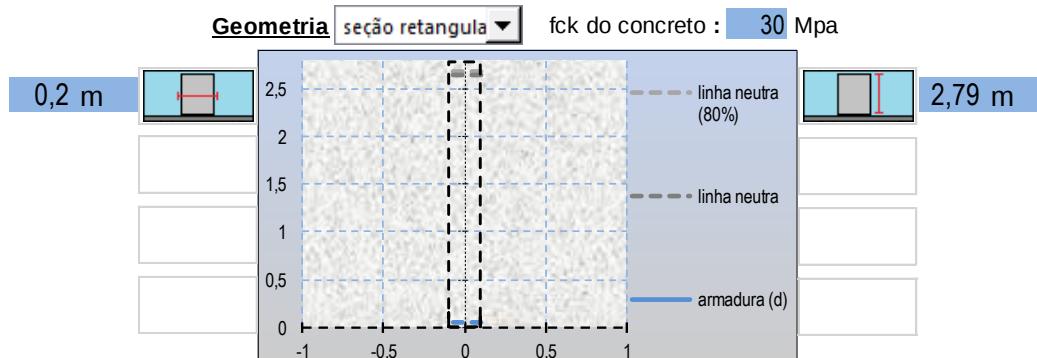


## - Armaduras inferior na Ala

**Esforços** **momentos fletore** ▼  
 momentos fletores sobre a face tracionada  
 \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  tf.m  
 \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m  
 \* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **inferior** ▼  
  
 Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
 Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 3 barras  
 Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra  
 limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  185 MPa

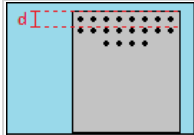


| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| momento de inércia = $0,362 \text{ m}^4$                                            | distância entre centróide e face comprimida = 1,395 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                     |
| momento solicitante = 0 kN.cm                                                       | 0 tf.m , 0 kN.m                                     |
| área de aço (As) = 9,42 cm <sup>2</sup> (mínima = 8,37 cm <sup>2</sup> )            | resistência do aço (Rsd) = 409,8 kN                 |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 14,1 cm (seção retangular) |                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                     |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 409,8 kN                |                                                     |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 1096 kN.m        |                                                     |
| momento último resistente M(u) = 1095,6332 kN.m                                     |                                                     |



## - Armaduras horizontais na ala (parede)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 76 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra    **Ø 12,5mm : 7 barras**    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m  1,5  0,2 m  
0 0,5 1  
-1 -0,5 0 0,5 1  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,001 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,1 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                   |
| momento solicitante = 4970,4 kN.cm                                                  | 5,07 tf.m , 49,704 kN.m                           |
| área de aço (As) = 8,59 cm <sup>2</sup> (mínima = 3 cm <sup>2</sup> )               | resistência do aço (Rsd) = 373,5 kN               |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,56 cm (seção retangular) |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 373,5 kN                |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 51,26 kN.m       |                                                   |
| momento último resistente M(u) = 51,26063 kN.m                                      |                                                   |



## - Armaduras verticais na ala (estribos)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 25,8 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 7 barras    Ø 12,5mm : 0 barra    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m       0,2 m  
1,5  
1  
0,5  
0  
-1    -0,5    0    0,5    1  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

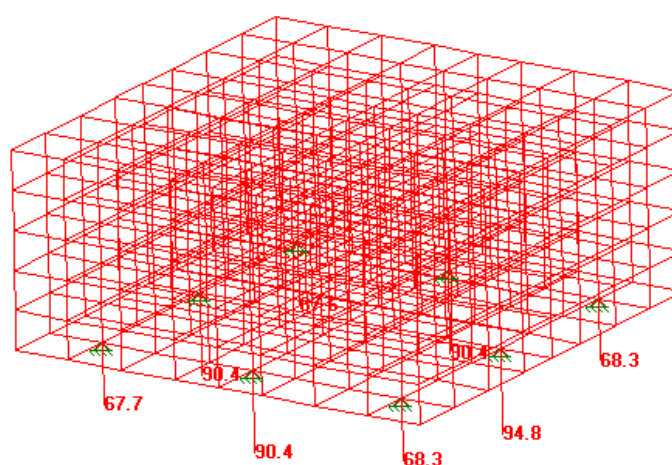
| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,001 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,1 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                   |
| momento solicitante = 1687,32 kN.cm                                                 | 1,72 tf.m , 16,8732 kN.m                          |
| área de aço (As) = 5,5 cm <sup>2</sup> (mínima = 3 cm <sup>2</sup> )                | resistência do aço (Rsd) = 239 kN                 |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,64 cm (seção retangular) |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 239 kN                 |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 34,29 kN.m      |                                                   |
| momento último resistente M(u) = 34,286657 kN.m                                     |                                                   |



## 2.5.5 Infraestrutura

### 2.5.5.1 Bloco de Fundação

Figura 2.67 – CUN sem impacto:– Reações máximas.



#### • Dimensionamento:

##### DADOS GERAIS:

|                          |      |   |               |       |                    |
|--------------------------|------|---|---------------|-------|--------------------|
| Largura do bloco =       | 3,50 | m | fyk =         | 50    | kN/cm <sup>2</sup> |
| Comprimento do bloco =   | 3,50 | m | fck projeto = | 30    | Mpa                |
| Altura do bloco =        | 1,50 | m | CS projeto =  | 1     |                    |
| Embrutimento da estaca = | 0,10 | m | fcd1 =        | 16,03 | Mpa                |
| ap =                     | 0,80 | m | fcd2 =        | 11,31 | Mpa                |
| bp =                     | 0,80 | m | fcd3 =        | 13,58 | Mpa                |

Na tabela abaixo são apresentados os dados obtidos na memória de cálculo do projeto modificado:

| ESTACA | DADOS OBTIDOS NA MC MODIFICADA |                           |                            |                              |                     |                       |                          | DISTANCIA EM PLANTA |        |        |           |
|--------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------|--------|-----------|
|        | dlong<br>(cm)<br>ce - cp       | dtrans<br>(cm)<br>ce - cp | dz (cm)<br>(hb -<br>eEst.) | fyk<br>(kN/cm <sup>2</sup> ) | MAXIMA<br>Rz (tonf) | Fator de<br>majoração | Rz<br>Majorada<br>(tonf) | a (cm)              | y      | z      | θ (graus) |
| 1      | 100                            | 100                       | 140                        | 50                           | 67,7                | 1                     | 67,7                     | 141,42              | 0,0267 | 139,99 | 44,71     |
| 2      | 0                              | 100                       | 140                        | 50                           | 90,4                | 1                     | 90,4                     | 100,00              | 0,0252 | 139,99 | 54,46     |
| 3      | 100                            | 100                       | 140                        | 50                           | 67,5                | 1                     | 67,5                     | 141,42              | 0,0266 | 139,99 | 44,71     |
| 4      | 0                              | 100                       | 140                        | 50                           | 90,4                | 1                     | 90,4                     | 100,00              | 0,0252 | 139,99 | 54,46     |
| 5      | 0                              | 100                       | 140                        | 50                           | 90,4                | 1                     | 90,4                     | 100,00              | 0,0252 | 139,99 | 54,46     |
| 6      | 100                            | 100                       | 140                        | 50                           | 68,3                | 1                     | 68,3                     | 141,42              | 0,0269 | 139,99 | 44,71     |
| 7      | 0                              | 100                       | 140                        | 50                           | 94,8                | 1                     | 94,8                     | 100,00              | 0,0264 | 139,99 | 54,46     |
| 8      | 100                            | 100                       | 140                        | 50                           | 68,3                | 1                     | 68,3                     | 141,42              | 0,0269 | 139,99 | 44,71     |

Tabela 01: Dados de entrada



**VERIFICAÇÃO DAS ARMADURAS MINIMAS:**

**Armadura mínima:**

|                          |         |     |
|--------------------------|---------|-----|
| AS longitudinal Adotado= | 87,9646 | cm² |
| AS mínimo longitudinal = | 78,75   | cm² |
| AS transversal Adotado = | 87,9646 | cm² |
| AS mínimo transversal =  | 78,75   | cm² |

**Verificação:**

A Armadura adotada está de acordo com a armadura mínima calculada seguindo os critérios da NBR6118.

|                           |    |    |
|---------------------------|----|----|
| Diametro da armadura AS = | 20 | mm |
| Diametro da armadura AS = | 20 | mm |

Numero de barras = As / area da barra

Na tabela abaixo apresentada está apresentado o cálculo das armaduras necessárias.

| ESTACA | CÁLCULO DA ARMADURA NECESSÁRIA |           |        |        |            |                |        |                 |        |
|--------|--------------------------------|-----------|--------|--------|------------|----------------|--------|-----------------|--------|
|        | tanα                           | α (graus) | T (kN) | T (kN) | AS T (cm²) | AS Long. (cm²) | Barras | AS Trans. (cm²) | Barras |
| 1      | 0,99                           | 44,71     | 683,94 | 483,62 | 15,74      | 11,13          | 4      | 11,13           | 4      |
| 2      | 1,40                           | 54,46     | 645,77 | 456,63 | 14,86      | 10,51          | 4      | 10,51           | 4      |
| 3      | 0,99                           | 44,71     | 681,92 | 482,19 | 15,69      | 11,1           | 4      | 11,1            | 4      |
| 4      | 1,40                           | 54,46     | 645,77 | 456,63 | 14,86      | 10,51          | 4      | 10,51           | 4      |
| 5      | 1,40                           | 54,46     | 645,77 | 456,63 | 14,86      | 10,51          | 4      | 10,51           | 4      |
| 6      | 0,99                           | 44,71     | 690,00 | 487,90 | 15,88      | 11,23          | 4      | 11,23           | 4      |
| 7      | 1,40                           | 54,46     | 677,21 | 478,86 | 15,58      | 11,02          | 4      | 11,02           | 4      |
| 8      | 0,99                           | 44,71     | 690,00 | 487,90 | 15,88      | 11,23          | 4      | 11,23           | 4      |

Tabela 02: Cálculo da armadura necessária pelo metodo Biela e Tirante

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA ARMADURA ADOTADA |                |                  |   |                    |                |                           |   |             |          |
|--------|---------------------------------|----------------|------------------|---|--------------------|----------------|---------------------------|---|-------------|----------|
|        | TABELA 50                       |                |                  |   | PROJETO MODIFICADO |                |                           |   | VERIFICAÇÃO |          |
|        | As long (cm²)                   | AS trans (cm²) | NUMERO DE BARRAS |   | As long (cm²)      | AS trans (cm²) | NUMERO DE BARRAS ADOTADAS |   | AS Long.    | AS Trans |
| 1      | 11,13                           | 11,13          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 2      | 10,51                           | 10,51          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 3      | 11,1                            | 11,1           | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 4      | 10,51                           | 10,51          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 5      | 10,51                           | 10,51          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 6      | 11,23                           | 11,23          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 7      | 11,02                           | 11,02          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |
| 8      | 11,23                           | 11,23          | 4                | 4 | 21,99              | 21,99          | 7                         | 7 | OK          | OK       |

Tabela 03: Verificação das armaduras adotadas

**VERIFICAÇÃO DAS BIELAS COMPRIMIDAS:**

Na tabela abaixo apresentada estão as verificações das bielas comprimidas .

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA BIELA COMPRIMIDA |       |                 |       |        |                               |                |       |        |
|--------|---------------------------------|-------|-----------------|-------|--------|-------------------------------|----------------|-------|--------|
|        | Verificação do nó da estaca     |       |                 |       |        | Verificação do nó sob o pilar |                |       |        |
|        | aest                            | Senθ² | σ <sub>cd</sub> | fcd3  | Verif. | Acamp.pilar                   | σ <sub>c</sub> | fcd1  | Verif. |
| 1      | 0,41                            | 0,49  | 3,68            | 13,58 | OK     | 0,73                          | 15,03          | 16,03 | OK     |
| 2      | 0,41                            | 0,66  | 3,67            | 13,58 | OK     | 0,72                          | 15,10          | 16,03 | OK     |
| 3      | 0,41                            | 0,49  | 3,67            | 13,58 | OK     | 0,73                          | 14,99          | 16,03 | OK     |
| 4      | 0,41                            | 0,66  | 3,67            | 13,58 | OK     | 0,72                          | 15,10          | 16,03 | OK     |
| 5      | 0,41                            | 0,66  | 3,67            | 13,58 | OK     | 0,72                          | 15,10          | 16,03 | OK     |
| 6      | 0,41                            | 0,49  | 3,71            | 13,58 | OK     | 0,73                          | 15,15          | 16,03 | OK     |
| 7      | 0,41                            | 0,66  | 3,85            | 13,58 | OK     | 0,73                          | 15,75          | 16,03 | OK     |
| 8      | 0,41                            | 0,49  | 3,71            | 13,58 | OK     | 0,73                          | 15,15          | 16,03 | OK     |

Tabela 04: Verificação dos nós

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA BIELA COMPRIMIDA |       |      |            |             |       |      |                       |       |        |
|--------|---------------------------------|-------|------|------------|-------------|-------|------|-----------------------|-------|--------|
|        | Fcwd                            | θ     | aest | abiel.est. | abiel.pilar | abiel | bef  | σ <sub>cd</sub> biela | fcd2  | Verif. |
| 1      | 48,12                           | 44,71 | 0,41 | 0,57       | 0,32        | 0,45  | 1,20 | 1,42                  | 11,31 | OK     |
| 2      | 55,55                           | 54,46 | 0,41 | 0,61       | 0,35        | 0,48  | 1,09 | 1,72                  | 11,31 | OK     |
| 3      | 47,97                           | 44,71 | 0,41 | 0,57       | 0,32        | 0,45  | 1,20 | 1,42                  | 11,31 | OK     |
| 4      | 55,55                           | 54,46 | 0,41 | 0,61       | 0,35        | 0,48  | 1,09 | 1,72                  | 11,31 | OK     |
| 5      | 55,55                           | 54,46 | 0,41 | 0,61       | 0,35        | 0,48  | 1,09 | 1,72                  | 11,31 | OK     |
| 6      | 48,54                           | 44,71 | 0,41 | 0,57       | 0,32        | 0,45  | 1,20 | 1,44                  | 11,31 | OK     |
| 7      | 58,25                           | 54,46 | 0,41 | 0,61       | 0,36        | 0,48  | 1,09 | 1,80                  | 11,31 | OK     |
| 8      | 48,54                           | 44,71 | 0,41 | 0,57       | 0,32        | 0,45  | 1,20 | 1,44                  | 11,31 | OK     |

Tabela 05: Verificação de Bielas comprimidas



**ARMADURAS COMPLEMENTARES:**

**ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO:**

|                           |       |                 |                                   |
|---------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|
| Area calculada =          | 17,59 | cm <sup>2</sup> | 0,20 x As Longitudinal            |
| Diametro adotado =        | 12,5  | mm              |                                   |
| Numero de barras =        | 15    |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada longitudinal = | 15    |                 |                                   |
| Verificação =             | OK    |                 |                                   |

|                          |       |                 |                                   |
|--------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|
| Area calculada =         | 17,59 | cm <sup>2</sup> | 0,20 x As Transversal             |
| Diametro adotado =       | 12,5  | mm              |                                   |
| Numero de barras =       | 15    |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada transversal = | 15    |                 |                                   |
| Verificação =            | OK    |                 |                                   |

**ARMADURA DE SUSPENSÃO:**

|                           |     |    |
|---------------------------|-----|----|
| Distancia entre estacas = | 130 | cm |
| Diametro das estacas =    | 41  | cm |

**Utilizar armadura de suspensão**

|        |       |     |
|--------|-------|-----|
| P =    | 6378  | kN  |
| Nest = | 8     |     |
| Fyd =  | 43,48 | Mpa |

|                           |       |                 |                                   |
|---------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|
| Asusp =                   | 12,22 | cm <sup>2</sup> |                                   |
| Diametro adotado =        | 10    | mm              |                                   |
| Numero de barras =        | 16    |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada longitudinal = | 16    |                 |                                   |
| Verificação =             | OK    |                 |                                   |

**VERIFICAÇÃO POR CISALHAMENTO POR FORÇA CORTANTE:**

|                 |         |                    |
|-----------------|---------|--------------------|
| $\pi d =$       | 0,03621 | kn/cm <sup>2</sup> |
| k =             | 1       |                    |
| $\rho$ long. =  | 0,0018  |                    |
| $\rho$ trans. = | 0,0018  |                    |

|              |         |
|--------------|---------|
| Vsd long. =  | 637,8   |
| Vrd1 long. = | 2256,30 |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Vsd trans. (l. direito) | 637,8   |
| Vrd1 trans. =           | 2256,30 |

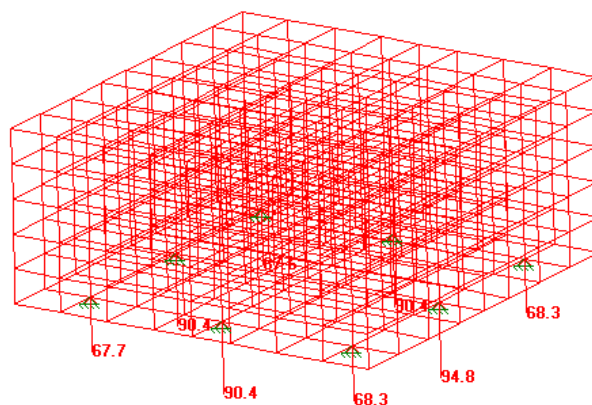
|               |                                           |
|---------------|-------------------------------------------|
| Verificação = | Não é necessária armadura de cisalhamento |
|---------------|-------------------------------------------|



## 2.5.6 Fundação

### 2.5.6.1 Estacas raiz – Dimensionamento Estrutural

Figura 2.68 – CUN sem impacto: Reações máximas = 94,8tf.



Estaca adotada em solo = Ø410mm

Estaca adotada em rocha = Ø310mm

| Carga tf<br>Diâmetro mm | Ø 450     | Ø 410     | Ø 310     | Ø 250     | Ø 200     | Ø 160  | Ø 150  | Ø 120  | Ø 100  |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 200                     | 10 Ø 20   |           |           |           |           |        |        |        |        |
| 180                     | 8 Ø 20    |           |           |           |           |        |        |        |        |
| 160                     | 6 Ø 20    |           |           |           |           |        |        |        |        |
| 140                     |           | 7 Ø 22    |           |           |           |        |        |        |        |
| 120                     | 4 Ø 20    | 6 Ø 20    |           |           |           |        |        |        |        |
| 100                     |           | 4 Ø 20    |           |           |           |        |        |        |        |
| 90                      |           |           | 6 Ø 20    |           |           |        |        |        |        |
| 80                      |           |           | 5 Ø 20    |           |           |        |        |        |        |
| 70                      |           |           | 6 Ø 16    |           |           |        |        |        |        |
| 60                      |           |           | 5 Ø 16    |           |           |        |        |        |        |
| 50                      | 4 Ø 16    |           |           | 6 Ø 16    |           |        |        |        |        |
| 40                      |           | 6 Ø 16    | 4 Ø 16    | 5 Ø 16    |           |        |        |        |        |
| 30                      |           |           |           | 4 Ø 16    | 5 Ø 16    |        |        |        |        |
| 20                      |           |           |           |           | 4 Ø 16    | 3 Ø 20 | 3 Ø 20 |        |        |
| 10                      |           |           |           |           |           | 3 Ø 16 | 3 Ø 16 | 3 Ø 20 |        |
|                         |           |           |           |           |           |        |        | 6 Ø 16 |        |
|                         |           |           |           |           |           |        |        | 1 Ø 25 |        |
|                         |           |           |           |           |           |        |        |        | 1 Ø 25 |
| ESTRIBOS                | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 5³ c/20 |        |        |        |        |



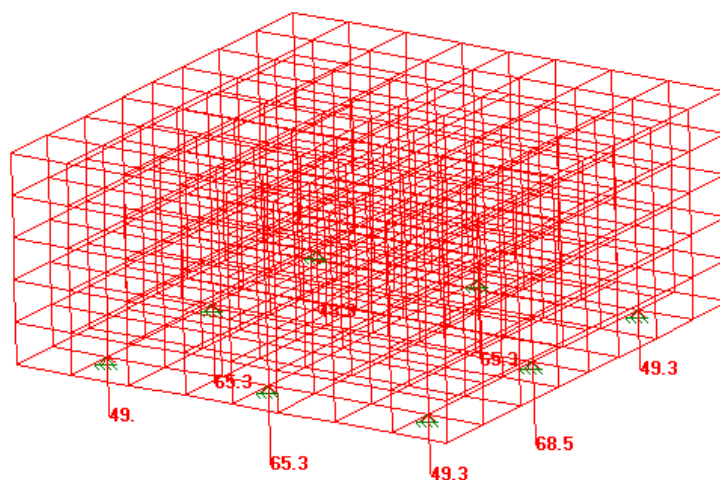
a) Estacas raiz – Dimensionamento Geotécnico

A fundação é um elemento estrutural cuja função é transmitir as ações atuantes na estrutura à camada resistente do solo, portanto este elemento deve apresentar resistência adequada para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes.

Conforme a NBR 6122 a fundação profunda é um elemento que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,00m.

Conforme os boletins de sondagem apresentados abaixo pode-se verificar uma profundidade elevada para obter um solo com resistência adequada, com isso se faz necessária a utilização de fundações profundas. Para esta obra foi adotada estacas raiz de diâmetro 410mm no trecho em solo e diâmetro 310mm embutidas em rocha.

Figura 2.69 - Comb. para Fundação – Reações máximas.





Cabral Antunes (2000)

Coeficiente de correlação  $\beta p$

| Tipo de rocha       | Variação |        | Media |
|---------------------|----------|--------|-------|
| Muito alterada      | 0,07     | a 0,13 | 0,1   |
| Alterada            | 0,24     | a 0,36 | 0,3   |
| Pouco Alterada a Sã | 0,48     | a 0,6  | 0,54  |

**Tipo de rocha**

Tipo 1 = rochas ígneas e metamórficas – basalto, gnaiss e granito.

Tipo 2 = rochas metamórficas foliadas – ardósia e xisto

Tipo 3 = rocha sedimentares bem cimentadas – arenitos, calcário e siltitos.

Valores de  $\sigma c$

| Tipo de Rocha | $\sigma c$ |       |
|---------------|------------|-------|
| Tipo 1        | 70         | a 250 |
| Tipo 2        | 40         | a 90  |
| Tipo 3        | 30         | a 80  |

**Tabela resumo**

| Tipo de Rocha | Muito Alterada |        | Alterada |        | Pouco Alterada a Sã |         |
|---------------|----------------|--------|----------|--------|---------------------|---------|
| Tipo 1        | 7,0            | a 25,0 | 21,0     | a 75,0 | 37,8                | a 135,0 |
| Tipo 2        | 4,0            | a 9,0  | 12,0     | a 27,0 | 21,6                | a 48,6  |
| Tipo 3        | 3,0            | a 8,0  | 9,0      | a 24,0 | 16,2                | a 43,2  |



**Dados:**

Diâmetro da estaca 

|      |
|------|
| 0,31 |
|------|

 m  
fck 

|       |
|-------|
| 25,00 |
|-------|

 Mpa

Maior carga da estaca 

|       |
|-------|
| 68,50 |
|-------|

 tf  
Profundidade adotada em rocha (Pr) 

|      |
|------|
| 1,00 |
|------|

 m  
Perímetro da estaca em rocha (U): 0,97 m  
Área da estaca em rocha (A) 0,08 m<sup>2</sup>

**Resistencia lateral:**

Tipo de rocha: 

|         |
|---------|
| basalto |
|---------|

  
Recuperação: 

|                     |
|---------------------|
| Pouco alterada a Sã |
|---------------------|

$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_c$  86,40 Mpa

Fator de segurança adotado: 

|      |
|------|
| 2,00 |
|------|

$\sigma_l(\text{adm}) = (3,5\% \cdot \sigma_p) / F_s =$  1,512 MPa  $\rightarrow$  154,18 tf/m<sup>2</sup>

$\sigma_l(\text{adm}) \cdot U_r \cdot Pr =$  150,156 tf

**Resistencia de ponta:**

Tipo de rocha: 

|         |
|---------|
| basalto |
|---------|

  
Recuperação: 

|                     |
|---------------------|
| Pouco alterada a Sã |
|---------------------|

$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_c$  (Valor máximo 10 Mpa) 10,00 Mpa 10,00 Mpa

Fator de segurança adotado: 

|      |
|------|
| 2,00 |
|------|

$\sigma_p(\text{adm}) = \sigma_p / F_s =$  5,00 MPa  $\rightarrow$  509,86 tf/m<sup>2</sup>

$\sigma_p(\text{adm}) \cdot A =$  38,4824 tf

**Carga admissivel (Qadm) =** 188,64 tf  $>$  68,50 tf OK



## 2.5.7 Boletins de sondagem

| SOLOSUL Sondagens                                                |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------|-------------|----------|---|-------|------------------------|--------------|--------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|--|--|
| Rodovia RS 118, nº 8780 - Cachoeirinha / RS                      |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| CLIENTE: ECOPLAN ENGENHARIA                                      |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| OBRA: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS                                    |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| LOCAL: ENTR. BRS-472(P/SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561(P/SÃO NICOLAU) |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO (ROTATIVA)              |             |          |   |       |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| R.N.                                                             | 0,00        | COTA     | - | FURO: | SR                     | 1            | INÍCIO | 15/12/23     | TERMINO                                                                                                                                                                          | 18/12/23 |  |  |  |  |
| Rotativa índices                                                 |             | MANOBRAS |   | COTA  | Convenção das Amostras | Revestimento | Avanço | nível d'água | Classificação das amostras                                                                                                                                                       |          |  |  |  |  |
| Grau de alteração                                                | Recuperação | R.Q.D    | % | m     |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| f/ M                                                             | %           | %        | % | m     |                        |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| -                                                                | -           | -        | - | 1.5   | 1                      |              |        |              | Rotativa em solo argiloso, com alteração de rocha                                                                                                                                |          |  |  |  |  |
| -                                                                | -           | -        | - | 3.0   | 2                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| -                                                                | -           | -        | - | 4.4   | 3                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A4                                                               | 33          | -        | - | 5.9   | 4                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A3                                                               | 67          | 8        | - | 7.4   | 5                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A3                                                               | 47          | -        | - | 8.9   | 6                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A3                                                               | 53          | -        | - | 10.4  | 7                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A2                                                               | 100         | 10       | - | 11.9  | 8                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A1                                                               | 100         | 30       | - | 13.4  | 9                      |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
| A0                                                               | 100         | 90       | - | 14.9  | 10                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 11                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 12                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 13                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 14                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 15                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 16                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 17                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 18                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 19                     |              |        |              | Rocha do tipo basalto, cor cinza, de medianamente alterada a sã ou praticamente sã, de qualidade muito pobre a boa, de extremamente fraturada a medianamente fraturada, coerente |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 20                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 21                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 22                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 23                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 24                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 25                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 26                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 27                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 28                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 29                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 30                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 31                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 32                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 33                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 34                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 35                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 36                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 37                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |
|                                                                  |             |          |   |       | 38                     |              |        |              |                                                                                                                                                                                  |          |  |  |  |  |

|             |                    |                |               |            |                 |                                                                                                                   |               |
|-------------|--------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| TD          | Trado cavadeira    | TE             | Trado Espiral | W          | coroa widia     | C                                                                                                                 | coroa cravada |
| CA          | Circulação de água | RT             | Rotativa      | I          | coroa impregana |                                                                                                                   |               |
| Leitura     | Data / Hora        | N. A. (m)      | Método        | Início (m) | Fim (m)         | A0 - Rocha sã<br>A1 - Pouco alterada<br>A2 - Medianam. alterada<br>A3 - Muito alterada<br>A4 - Extremam. Alterada |               |
| FINAL       | 19/12/2023         | 1,00           | T. Cavadeira  | -          | -               | Recup = Recuperação em %                                                                                          |               |
| Coordenadas | 973491.00 m E      | 6898104.00 m S | T. Espiral    | -          | -               | RQD = Desig. Qualidade da rocha                                                                                   |               |
|             |                    |                | Lavagem       | -          | -               | MANOBRAS = Comp. do avanço                                                                                        |               |
|             |                    |                | Rotativa      | 0          | 14.9            | m = metros                                                                                                        |               |



| SOLOSUL Sondagens                                                |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|------|------------------------|------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Rodovia RS 118, nº 8780 - Cachoeirinha / RS                      |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| CLIENTE: ECOPLAN ENGENHARIA                                      |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| OBRA: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS                                    |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| LOCAL: ENTR. BRS-472(P/SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561(P/SÃO NICOLAU) |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO (ROTATIVA)              |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| R.N.                                                             | 0,00               | COTA           | -    | FURO:                  | SR                                 | 2       | INÍCIO                  | 18/12/23                                                        | TÉRMINO                            | 21/12/23 |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| Rotativa índices                                                 |                    | MANOBRAS       | COTA | Convenção das Amostras | Revestimento                       | Avanço  | nível d'água            | Classificação das amostras                                      |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| Grau de alteração                                                | Recuperação        |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          | R.O.D |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| f/ M                                                             | %                  | %              | m    |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| -                                                                | -                  | -              | 1.5  |                        | Profundidade do revestimento: 4,00 | RT      |                         | Rotativa em solo argiloso pouco arenoso, com alteração de rocha |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| -                                                                | -                  | -              | 3.0  |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| -                                                                | -                  | -              | 4.0  |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| -                                                                | -                  | -              | 5.5  |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A4                                                               | 80                 | 40             | 7.0  |                        |                                    |         |                         |                                                                 | Profundidade do revestimento: 4,00 | RT       |       | Rocha do tipo basalto, cor cinza variegado, de extremamente alterada a muito alterada, de qualidade muito pobre a pobre, de extremamente fraturada a muito fraturada, pouco coerente |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A3                                                               | 67                 | 10             | 8.5  |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A3                                                               | 67                 | 7              | 10.0 |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A3                                                               | 100                | 23             | 11.5 |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A2                                                               | 73                 | 12             | 13.0 |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      | Profundidade do revestimento: 4,00 | RT |  | Rocha do tipo basalto, cor cinza, de medianamente alterada a pouco alterada, de qualidade muito pobre a pobre, de extremamente fraturada a muito fraturada, coerente |  |  |
| A1                                                               | 100                | 13             | 14.5 |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| A1                                                               | 100                | 47             | 14.5 |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        | Profundidade do revestimento: 4,00 | RT      |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  | Limite de sondagem (solicitação do cliente)                                                                                                                          |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      |                        |                                    |         |                         |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| TD                                                               | Trado cavadeira    |                |      | TE                     | Trado Espiral                      |         |                         | W                                                               | coroa widia                        |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| CA                                                               | Circulação de água |                |      | RT                     | Rotativa                           |         |                         | I                                                               | coroa impregana                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| Leitura                                                          | Data / Hora        | N. A. (m)      |      | Método                 | Início (m)                         | Fim (m) | A0 - Rocha sã           | Recup = Recuperação em %                                        |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      | T. Cavadeira           | -                                  | -       | A1 - Pouco alterada     | R.O.D = Desig. Qualidade da rocha                               |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
|                                                                  |                    |                |      | T. Espiral             | -                                  | -       | A2 - Medianam. alterada | MANOBRAS = Comp. do avanço                                      |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| FINAL                                                            | 22/12/2023         | 1,10           |      | Lavagem                | -                                  | -       | A3 - Muito alterada     | m = metros                                                      |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |
| Coordenadas                                                      | 878483.00 m E      | 8898085.00 m S |      | Rotativa               | 0                                  | 14.5    | A4 - Extremam. Alterada |                                                                 |                                    |          |       |                                                                                                                                                                                      |                                    |    |  |                                                                                                                                                                      |  |  |



| SOLOSUL Sondagens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|------|--------------|------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------------|----------|-----------------|--------------|---|----------------------------|--|
| Rodovia RS 118, nº 8780 - Cachoeirinha / RS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| CLIENTE: ECOPLAN ENGENHARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| OBRA: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| LOCAL: ENTR. BRS-472(P/SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561(P/SÃO NICOLAU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO (ROTATIVA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| R.N.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,00               | COTA           | -    | FURO:        | SR         | 3                      | INÍCIO                  | 11/12/23     | TERMINO                         | 14/12/23 |                 |              |   |                            |  |
| Rotativa índices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    | MANOBRAS       |      | COTA         |            | Convenção das Amostras |                         | Revestimento |                                 | Avanço   |                 | nível d'água |   | Classificação das amostras |  |
| Grau de alteração                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Recuperação        | R.Q.D          | f/ M | %            | %          | m                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                  | -              | -    | -            | 1.5        | 1                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                  | -              | -    | -            | 3.0        | 2                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                  | -              | -    | -            | 4.5        | 3                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                  | -              | -    | -            | 6.0        | 4                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | -                  | -              | -    | -            | 7.3        | 5                      |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| A2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 60                 | 43             | 8.8  |              | 6          |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| A2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 66.66              | 20             | 10.3 |              | 7          |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| A1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 100                | 60             | 11.8 |              | 8          |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| A1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 100                | 67             | 13.3 |              | 9          |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 10         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 11         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 12         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 13         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 14         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 15         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 16         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 17         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 18         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 19         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 20         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 21         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 22         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 23         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 24         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 25         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 26         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 27         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 28         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 29         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 30         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 31         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 32         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 33         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 34         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 35         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 36         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 37         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      |              | 38         |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| <p>Rotativa em aterro de solo argiloso, com pedregulhos (sem recuperação)</p> <p>Rotativa em solo argiloso, com alteração de rocha</p> <p>Rocha do tipo basalto, cor cinza, medianamente alterada, de qualidade muito pobre a pobre, de muito fraturada a medianamente fraturada, coerente</p> <p>Rocha do tipo basalto, cor cinza, pouco alterada, de qualidade regular, muito fraturada, coerente</p> <p>Limite de sondagem (solicitação do cliente)</p> <p><i>Francisco de Assis Nunes Zanette</i><br/>Francisco de Assis Nunes Zanette<br/>Engenheiro Civil<br/>CREA-RS 038.736</p> |                    |                |      |              |            |                        |                         |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |
| TD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Trado cavadeira    |                |      |              | TE         | Trado Espiral          |                         |              |                                 | W        | coroa wídia     |              | C | coroa cravada              |  |
| CA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Circulação de água |                |      |              | RT         | Rotativa               |                         |              |                                 | I        | coroa impregana |              |   |                            |  |
| Leitura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Data / Hora        | N. A. (m)      |      | Método       | Início (m) | Fim (m)                | A0 - Rocha sã           |              | Recup = Recuperação em %        |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      | T. Cavadeira | -          | -                      | A1 - Pouco alterada     |              | RQD = Desig. Qualidade da rocha |          |                 |              |   |                            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                |      | T. Espiral   | -          | -                      | A2 - Medianam. alterada |              | MANOBRAS = Comp. do avanço      |          |                 |              |   |                            |  |
| FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15/12/2023         | 3,10           |      | Lavagem      | -          | -                      | A3 - Muito alterada     |              | m = metros                      |          |                 |              |   |                            |  |
| Coordenadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 873520.79 m E      | 8898023.80 m S |      | Rotativa     | 0          | 13,3                   | A4 - Extremam. Alterada |              |                                 |          |                 |              |   |                            |  |



## 2.6 QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAL

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



| SICRO                                       | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                      | UNIDADE | QUANTIDADE |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| <b>PONTE SOBRE O RIO LUIZ MIRIM</b>         |                                                                                                                                           |         |            |
| <b>INFRAESTRUTURA</b>                       |                                                                                                                                           |         |            |
| <b>ESTACAS RAIZ</b>                         |                                                                                                                                           |         |            |
| 2306071                                     | ESTACA RAIZ PERFURADA NA ROCHA COM D=40 CM - CONFECCÃO                                                                                    | M       | 429,92     |
| 2306066                                     | ESTACA RAIZ PERFURADA NO SOLO COM D = 40cm - CONFECCÃO                                                                                    | M       | 240,96     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 11604,78   |
| 2306732                                     | CAMISA METÁLICA COM ESPESSURA DE 6,3mm D=40mm - CRAVADA COM MARTELO VIBRATÓRIO - SEM ESCAVAÇÃO - CRAVAÇÃO                                 | M       | 158,40     |
| 2306247                                     | ARRASAMENTO DE ESTACAS DE CONCRETO COM SEÇÃO DE ATÉ 900cm²                                                                                | M²      | 1,69       |
| <b>BLOCOS DE FUNDAÇÃO E VIGA DE RIGIDEZ</b> |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 180,24     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 8162,27    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 123,00     |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 123,00     |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 123,00     |
| 2003850                                     | LASTRO DE BRITA COMERCIAL COMPACTADO COM SOQUETE VIBRATÓRIO - ESPALHAMENTO MANUAL                                                         | M³      | 67,60      |
| 1106057                                     | CONCRETO MAGRO - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                    | M³      | 15,17      |
| 5501705                                     | ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA                                                                       | M³      | 43,50      |
| 4915671                                     | REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO                                                                                             | M²      | 42,99      |
| <b>ENCONTROS</b>                            |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 222,24     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 7081,57    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 52,83      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 52,83      |
| 1106057                                     | CONCRETO MAGRO - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                    | M³      | 11,74      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 52,83      |
| 2108169                                     | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M³      | 322,70     |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M³      | 416,70     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M²      | 218,18     |
| <b>ALAS DE CONTENÇÃO</b>                    |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 50,66      |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 1386,80    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 8,63       |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 8,63       |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 8,63       |
| 2108169                                     | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M³      | 52,36      |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M³      | 229,02     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M²      | 50,66      |
| <b>LAJE DE TRANSIÇÃO</b>                    |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 18,36      |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 2517,99    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 27,12      |
| 1106057                                     | CONCRETO MAGRO - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                    | M³      | 9,43       |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 27,12      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 27,12      |
| 2003850                                     | LASTRO DE BRITA COMERCIAL COMPACTADO COM SOQUE VIBRATÓRIO - ESPALHAMENTO MANUAL                                                           | M³      | 88,84      |
| <b>MESOESTRUTURA</b>                        |                                                                                                                                           |         |            |
| <b>PILARES CIRCULARES D=80CM</b>            |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 163,06     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 1704,98    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 32,61      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 32,61      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 32,61      |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 m - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M³      | 448,13     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M²      | 163,06     |
| <b>TRAVESSA CENTRAL</b>                     |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 132,72     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 7303,17    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 48,48      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 48,48      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 48,48      |



| SICRO                                                                                   | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                      | UNIDADE | QUANTIDADE |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| <b>PONTE SOBRE O RIO IJUI MIRIM</b>                                                     |                                                                                                                                           |         |            |
| 2108169                                                                                 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 520,08     |
| 3806430                                                                                 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 467,84     |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 132,72     |
| <b>SUPERESTRUTURA</b>                                                                   |                                                                                                                                           |         |            |
| <b>VIGAS LONGARINAS PRÉ MOLDADAS 15,00m</b>                                             |                                                                                                                                           |         |            |
| 3806424                                                                                 | LANÇAMENTO DE VIGA PRÉ-MOLDADA DE 980 a 1.225KN COM UTILIZAÇÃO DE TRELIÇA LANÇADEIRA E CARRELONE                                          | UN      | 12,00      |
| 5915400                                                                                 | CARGA, DESCARGA E MANOBRA DE VIGAS PRÉ-MOLDADAS DE ATÉ 500KN EM CAVALO MECÂNICO COM DOLLY DE 4 EIXOS COM CAPACIDADE DE 57T                | UN      | 12,00      |
| 3108016                                                                                 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 1316,77    |
| 407819                                                                                  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 23123,21   |
| 4507957                                                                                 | CORDOALHA CP 190 RB D = 15,2 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                               | KG      | 9463,80    |
| 1106382                                                                                 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 167,95     |
| 1100657                                                                                 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 167,95     |
| 1106088                                                                                 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 167,95     |
| 4507756                                                                                 | ANCORAGEM ATIVA COM 12 CORDOALHAS ADERENTES D = 15,2MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                        | UN      | 48,00      |
| 4507842                                                                                 | BAINHA METÁLICA REDONDA D = 80MM PARA 12 CORDOALHAS D = 15,2MM - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO                    | M       | 648,00     |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 1316,77    |
| <b>VIGAS TRANSVERSINAS ENCONTROS</b>                                                    |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                                                                 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 40,56      |
| 407819                                                                                  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 284,03     |
| 1106382                                                                                 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 3,74       |
| 1100657                                                                                 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 3,74       |
| 1106088                                                                                 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 3,74       |
| 2108169                                                                                 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 1,09       |
| 3806430                                                                                 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 119,50     |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 42,84      |
| <b>VIGAS TRANSVERSINAS CENTRAIS</b>                                                     |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                                                                 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 91,73      |
| 407819                                                                                  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 827,60     |
| 1106382                                                                                 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 9,86       |
| 1100657                                                                                 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 9,86       |
| 1106088                                                                                 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 9,86       |
| 2108169                                                                                 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 4,06       |
| 3806430                                                                                 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 67,08      |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 91,87      |
| <b>CONJUNTO : LAJE DO TABULEIRO , LAJE ELÁSTICA , JUNTA DE DILATAÇÃO , GUARDA RODAS</b> |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                                                                 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 627,22     |
| 407819                                                                                  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 26930,65   |
| 1106382                                                                                 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 247,08     |
| 1100657                                                                                 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 247,08     |
| 1106088                                                                                 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 247,08     |
| 2108169                                                                                 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 288,39     |
| 3806430                                                                                 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 242,06     |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 185,40     |
| 903818                                                                                  | APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS (COR BRANCA)                                                                      | M2      | 432,70     |
|                                                                                         | ISOPOR e= 2cm                                                                                                                             | M2      | 7,68       |
| <b>LAJOTAS PRÉ-MOLDADAS L1</b>                                                          |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                                                                 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 822,36     |
| 407819                                                                                  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 8773,38    |
| 1106382                                                                                 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 64,68      |
| 1100657                                                                                 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 64,68      |
| 3806426                                                                                 | LANÇAMENTO DE PRÉ - LAJE COM UTILIZAÇÃO DE GUINDAUTO                                                                                      | T       | 152,00     |
| 1106088                                                                                 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 64,68      |
| 5915373                                                                                 | CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAIS DIVERSOS EM CAMINHÃO CARROCEIRA COM CAPACIDADE DE 7T E COM GUINDAUTO DE 20t.m                      | T       | 152,00     |
| 3808043                                                                                 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 822,36     |
| <b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>                                                          |                                                                                                                                           |         |            |
| 307732                                                                                  | APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                            | DM³     | 169,20     |
| 2007971                                                                                 | DRENO DE PVC D = 100 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                                       | M       | 33,00      |
| 307084                                                                                  | LÁBIOS POLIMÉRICOS EM JUNTA DE PAVIMENTO DE CONCRETO - L = 20 MM E H = 30 MM - CONFECCÃO E ASSENTAMENTO                                   | M       | 48,00      |
| 307737                                                                                  | JUNTA DE DILATAÇÃO EM ELASTÔMERO E PERFIL VW - L = 50 MM E H = 80 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                          | M       | 24,14      |



24043500085700

| SICRO                                                     | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                                                              | UNIDADE | QUANTIDADE |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| PONTE SOBRE O RIO LUI MIRIM                               |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 1608019                                                   | PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO D=10mm                                                                                                                              | M       | 64,68      |
| PROTEÇÃO DE TALUDES DOS ENCONTROS                         |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 1106165                                                   | CONCRETO CICLÓPICO fck = 20MPa - CONFEÇÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃOS COMERCIAIS                                                              | M3      | 424,72     |
| MOVIMENTO DE TERRA - ATERRO E EXECUÇÃO APOIOS AP02 E AP03 |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 5502146                                                   | ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA - DMT DE 2.500 A 3.000 M - CAMINHO DE SERVIÇO EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO - COM ESCAVADEIRA E CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ | M3      | 721,08     |



### 3 INFORMATIVO DO PROJETO – PONTE LAJEADO DAS PEDRAS

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAL

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



### 3 INFORMATIVO DO PROJETO – PONTE LAJEADO DAS PEDRAS

A obra da ponte encontra-se na estaca de projeto km 20+550,01m até a estaca km 20+586,35m do eixo projetado. Possui extensão total de 36,34m, disposta em três vãos, sendo um vão central de 15,00m e dois vãos extremos de 10,47m cada,

A largura total da obra é de 12,00m, dividida de acordo com o seguinte gabarito: duas faixas de rolamento de 3,60m, dois acostamentos de 2,00m e dois guarda-rodas de 0,40m.

A superestrutura projetada é constituída por vigas isostáticas pré-moldadas e protendidas com comprimentos de 15,00m no vão central e 10,42m nos vãos extremos. As longarinas estão ligadas por transversinas nos apoios, bem como por laje superior de espessura de 0,15m e lajotas pré-moldadas de espessura de 0,10m.

A mesoestrutura será composta por travessas sobre pilares circulares com diâmetro de 80cm nos apoios centrais e pilares de 60cm nos encontros.

O encontro será do tipo encontro leve apoiado sobre pilares com diâmetro de 60cm.

A infraestrutura será formada por blocos de coroamento e viga de rigidez sobre estacas.

Conforme as sondagens realizadas no local, a fundação será constituída estacas raiz de diâmetro 410mm em solo e 310mm em rocha.

#### 3.1 CRITÉRIOS DE PROJETO

O projeto referente à obra de arte especial será executado de acordo com as normas e especificações vigentes.

Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura e dimensionamento das peças, foi utilizado o software STRAP PRO ADVANCED v. 2012 Licença nº9536, onde o modelo adotado para a ponte foi gerado através de uma combinação entre elementos de barras para as vigas, transversinas, pilares, travessa do encontro, blocos de fundações e estacas; e elementos finitos para o tabuleiro principal.



### 3.2 NORMAS UTILIZADAS

Os estudos e projetos atendem o prescrito na IS-214, bem como o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias - DNIT/2004, publicação IPR-709, a Norma de Inspeções de Pontes – DNIT - 010/2004-PRO, o Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais - DNER/1996 e demais Normas da ABNT, aplicáveis ao caso.

- NBR 7187/2003 – Projeto de pontes de concreto armado e protendido – Procedimento – ABNT;
- NBR 7188/2013 – Cargas móveis em pontes rodoviárias e passarela de pedestre – ABNT;
- NBR 6120/2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – ABNT;
- NBR 8681/2004 – Ações e Segurança nas estruturas – Procedimento – ABNT;
- NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento – ABNT;
- NBR 6122/2019 – Projeto e execução de fundações – ABNT.
- NBR 8800/2008 – Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto – ABNT.
- NBR 9062/2017 – Projeto e execução de concreto pré-moldado - ABNT
- Normas, manuais e especificações aplicáveis ao caso.
- AASHTO LRFD – Bridge Design Specifications, 7th Edition, 2014.

### 3.3 CARREGAMENTOS

Após a modelagem da estrutura, foram considerados os seguintes carregamentos na estrutura conforme a NBR 6120 e a NBR 7187:

- Peso próprio;
- Camada de regularização;
- Empuxo de terra;
- Força de protensão;



- Trem tipo classe 45;
- Ação do vento;
- Variação de temperatura e retração;
- Frenagem ou aceleração;
- Impacto lateral em barreiras.

### 3.4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Para o dimensionamento e verificação das estruturas (ELU e ELS), é necessário combinar as ações permanentes e variáveis para obter seu efeito conjunto. Para cada situação e estado limite que se deseja verificar, a NBR6118 define uma ou várias combinações de ações que deve levar em conta as probabilidades de ocorrência simultânea de cada ação individual. Pode ser necessário analisar diversas combinações e considerar se cada ação em questão possui efeito favorável ou desfavorável na estrutura ou em partes dela.

Para a determinação dos esforços solicitantes, foram consideradas as seguintes combinações para o Estado Limite de Serviço (ELS), de acordo com a NBR6118 e a NBR8681:

**Estados limites:** Os estados limites podem ser estados limites últimos ou de serviço. Os estados limites considerados nos projetos de estruturas dependem dos tipos de materiais de construção empregados e devem ser especificados pelas normas referentes ao projeto de estruturas com eles constituídas.

**Estados limites últimos:**

No projeto usualmente devem ser considerados os estados limites últimos caracterizados por:

- Perda de equilíbrio, global ou parcial, admitida a estrutura como um corpo rígido;
- Ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais;
- Transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático;
- Instabilidade por deformação;
- Instabilidade dinâmica.



Os estados limites últimos decorrem de ações cujas combinações podem ter três diferentes ordens de grandeza:

**Combinações última normal:**

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{GI,K} + \gamma_q \left[ F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,K} + \right]$$

|                                | CP   | CM  | CV  | CT  | CH   | FR  |
|--------------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| CUN carga móvel - com frenagem | 1,35 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 0,98 | 1,5 |

**Estados limites de serviço:**

No período de vida da estrutura, usualmente são considerados estados limites de serviço caracterizados por:

- Danos ligeiros ou localizados, que comprometam o aspecto estético da construção ou a durabilidade da estrutura;
- Deformações excessivas que afetem a utilização normal da construção ou seu aspecto estético;
- Vibração excessiva ou desconfortável.

Os estados limites de serviço decorrem de ações cujas combinações podem ter quatro diferentes ordens de grandeza de permanência na estrutura:

- **Combinações carga permanente:** Combinações que atuam durante todo o do período de vida da estrutura;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{GI,K}$$

|     | CP | CM | CV | CT | CH | FR |
|-----|----|----|----|----|----|----|
| CCP | 1  |    |    |    |    |    |

- **Combinações quase permanente:** Combinações que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura, da ordem da metade deste período;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{GI,K} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Qj,K}$$

|                  | CP | CM  | CV | CT  | CH | FR  |
|------------------|----|-----|----|-----|----|-----|
| CQP com frenagem | 1  | 0,3 |    | 0,3 |    | 0,2 |



**Combinações frequentes:** Combinações que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura, da ordem de 105 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezível desse período, da ordem de 5%;

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G1,K} + \psi_{1j} F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Qj,K}$$

|                                       | CP | CM  | CV  | CT  | CH  | FR  |
|---------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>CFS carga móvel - com frenagem</b> | 1  | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,3 | 0,8 |

• **Combinações raras:** Combinações que podem atuar no máximo algumas horas durante o período de vida da estrutura.

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{G1,K} + F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} F_{Qj,K}$$

|                                       | CP | CM | CV  | CT  | CH | FR |
|---------------------------------------|----|----|-----|-----|----|----|
| <b>CRS carga móvel - com frenagem</b> | 1  | 1  | 0,8 | 0,8 |    | 1  |

No período de vida da estrutura devem ser considerados também os seguintes estados limites:

• **Estados limites de perda de equilíbrio das fundações:** Para o dimensionamento da capacidade estrutural da fundação deverão ser utilizados os valores apresentados no estado limite último.

Como o dimensionamento geotécnico das fundações é feito por tensões admissíveis (no caso de sapatas) e por cargas admissíveis (estacas ou tubulões), e estas tensões ou cargas admissíveis incluem coeficientes de segurança que minoram as resistências dos elementos de fundação (NBR 6122 – tabela 01)

- Capacidade de carga de fundação superficial: Fator = 3
- Capacidade de carga de fundação profunda sem prova de carga: Fator = 2



- Capacidade de carga de fundação profunda com prova de carga: Fator = 1,6

Se as reações de apoio a serem suportadas por elementos de fundação, definidas pelo estado limite último, forem usadas diretamente nos projetos de fundação baseado no critério de tensões ou cargas admissíveis, haverá um confronto de critério de segurança.

- O critério do estado limite último usa coeficientes de segurança diferenciados tanto para as solicitações (ações) como para as resistências dos materiais.
- O critério de tensões ou cargas admissíveis usa um único coeficiente de segurança global envolvendo tanto as solicitações (ações) como as resistências dos materiais.

Portanto para que não ocorra confronto entre os critérios de segurança, para o dimensionamento geotécnico deverá ser aplicado o critério das tensões e cargas admissíveis, para o qual implica na necessidade de as solicitações resultantes das combinações de ações atuantes na estrutura serem consideradas sem coeficiente de ponderação (majoração).

$$F_{d,uti} = \sum_{i=1}^m F_{GI,K} + F_{Q1,K} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,K}$$

|                               | CP | CM | CV | CT | CH | FR |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| CF carga móvel - com frenagem | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

### Envoltórias de Combinações

Para o dimensionamento das peças estruturais serão retirados do programa envoltórias de combinações, sendo elas:

- Envoltória de combinação última;
- Envoltória de combinação quase permanente;
- Envoltória de combinação frequente de serviço;
- Envoltória de combinação rara de serviço;



- Envoltória de combinação fundação – dimensionamento geotécnico;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – laje;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – transversina;
- Envoltória de combinação frequente de fadiga – longarina.

Após o processamento da estrutura foram obtidos os esforços para a condição mais desfavorável de solicitações para o dimensionamento das peças de concreto.

Para a retirada dos resultados obtidos foram utilizadas as cargas e as combinações citadas acima, estas serão apresentadas mais detalhadamente a seguir pelos grupos as quais pertencem.

### 3.4.1 Carga Permanente (CP)

Este tipo de carregamento é constituído por ações cujas intensidades podem ser consideradas como constantes ao longo da vida útil da construção. Também são consideradas permanentes as ações que crescem no tempo, tendendo a um valor limite constante. Essas ações permanentes compreendem, entre outras:

#### a) Peso próprio

O peso próprio é o peso das peças de concreto da estrutura, compreendendo neste caso, as lajes, vigas, encontros leves, etc. Para a avaliação das cargas devidas ao peso próprio dos elementos estruturais, o peso específico deve ser tomado no mínimo igual a 25 KN/m<sup>3</sup> para o concreto armado ou protendido.

PESO PROPRIO DA ESTRUTURA

PESO ESPECIFICO = 25 KN/m<sup>3</sup>  
CALCULO REALIZADO PELO SOFTWARE



Figura 3.1 - Peso próprio aplicado no modelo da superestrutura.

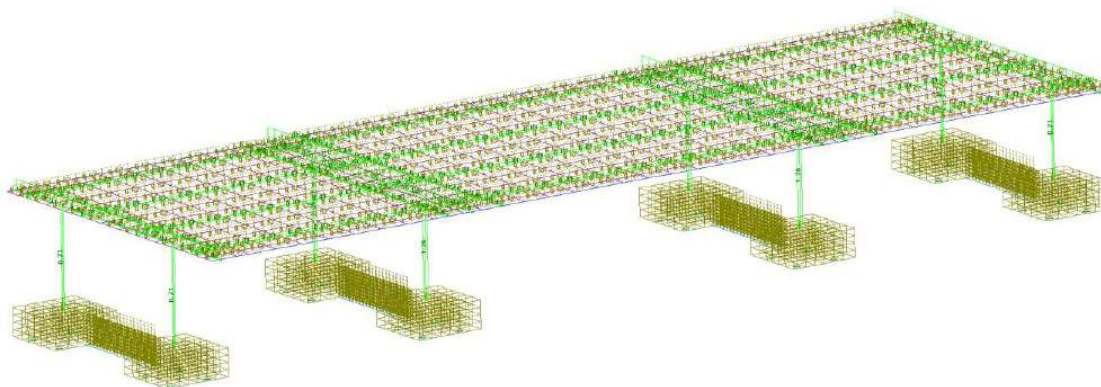
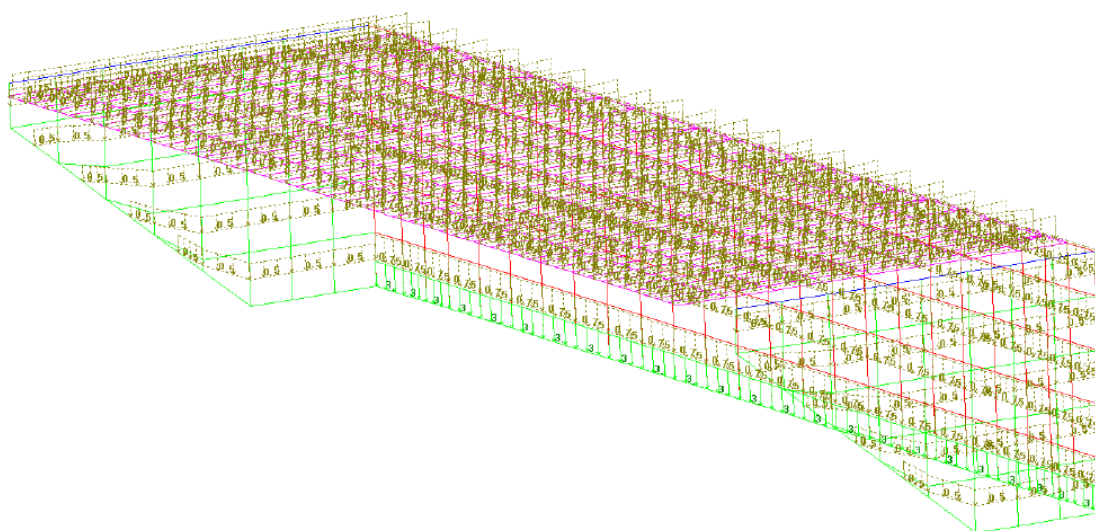


Figura 3.2 – Peso próprio aplicado no modelo dos encontros.





PESO PROPRIO GUARDA RODAS

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| AREA =            | 0,235 m <sup>2</sup> |
| PESO ESPECIFICO = | 25 KN/m <sup>3</sup> |
| PP GUARDA RODAS = | 5,875 KN/m           |

Figura 3.3 - Peso próprio do Guarda Rodas.

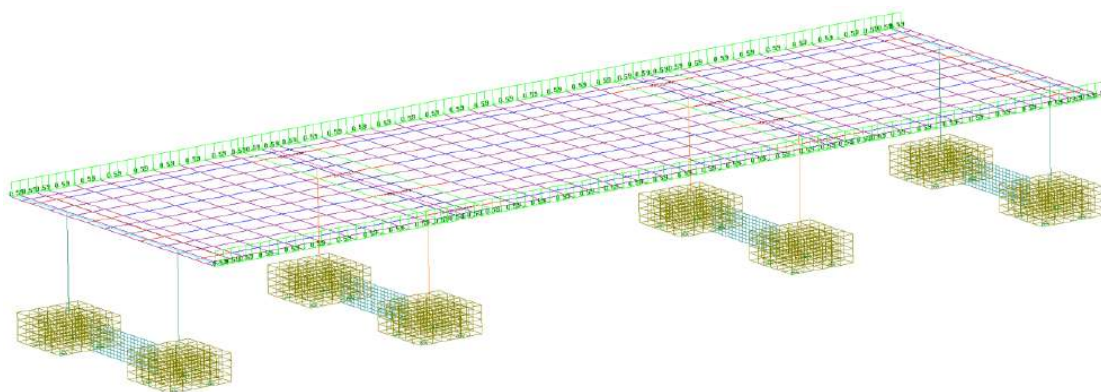
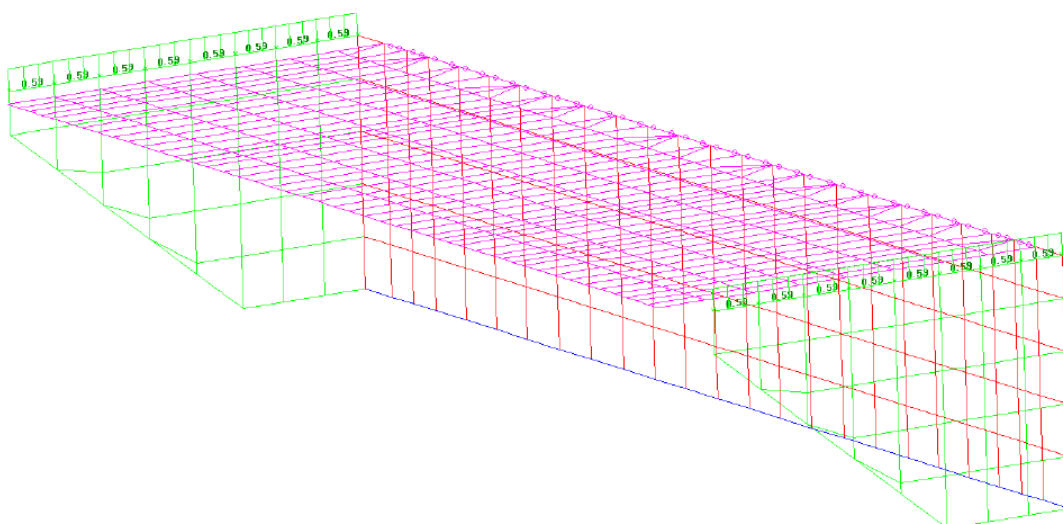


Figura 3.4 - Peso próprio do Guarda Rodas nos encontros.





## b) Pavimentação

Na avaliação da carga devida ao peso da pavimentação, deve ser adotado para peso específico do material empregado o valor mínimo de 24 KN/m<sup>3</sup>, prevendo-se uma carga adicional de 2 KN/m<sup>2</sup> para atender a um possível recapeamento. A consideração desta carga adicional pode ser dispensada, a critério do proprietário da obra, no caso de pontes em grandes vãos.

### PAVIMENTAÇÃO

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| ESPESSURA =       | 0,07 m                 |
| PESO ESPECIFICO = | 24 KN/m <sup>3</sup>   |
| PP GUARDA RODAS = | 1,68 KN/m <sup>2</sup> |

### RECAPEAMENTO

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| RECAPEAMENTO = | 2 KN/m <sup>2</sup> |
|----------------|---------------------|

Figura 3.5 - Peso próprio do pavimento e recapeamento modelo superestrutura.

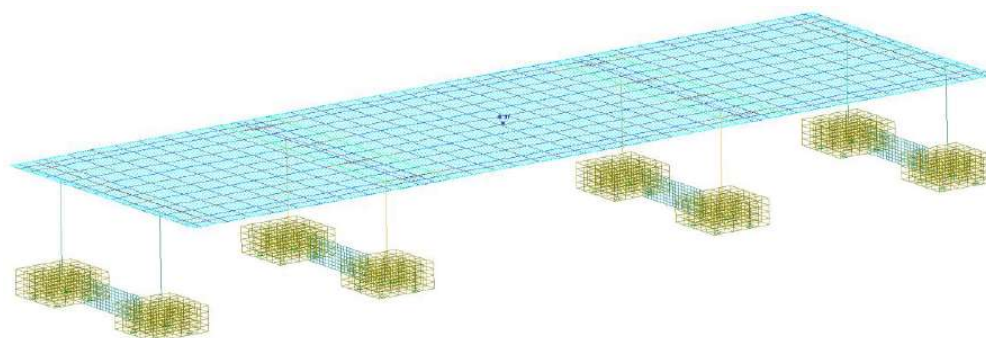
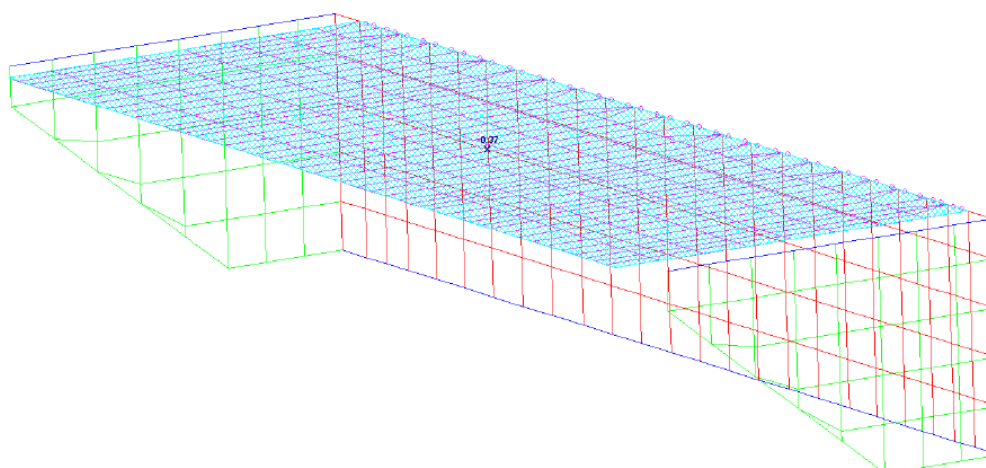


Figura 3.6 - Peso próprio do pavimento e recapeamento modelo encontro.



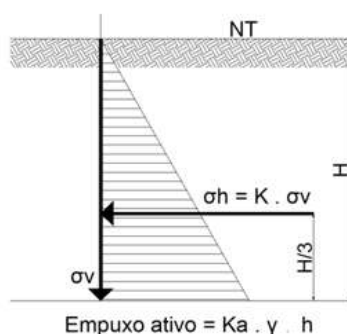


c) Empuxo de terra

O empuxo de terra nas estruturas é determinado de acordo com os princípios da mecânica dos solos, em função de sua natureza (ativo, passivo ou de repouso), das características do terreno, assim como das inclinações dos taludes e dos paramentos. Como simplificação, pode ser suposto que o solo não tenha coesão e que não haja atrito entre o terreno e a estrutura, desde que as solicitações assim determinadas estejam a favor da segurança.

Quando a superestrutura funciona como arrimo dos aterros de acesso, a ação do empuxo de terra proveniente desses aterros pode ser considerada simultaneamente em ambas as extremidades, somente no caso em que não haja juntas intermediárias do tabuleiro e desde que seja feita a verificação. Também para a hipótese de existir a ação em apenas uma das extremidades, agindo isoladamente (sem outras forças horizontais) e para o caso de estrutura em construção.

| TIPO DE SOLO                               | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi$ (graus) | $c'$ (kPa) |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------|------------|
| Aterro compactado (silte areno – argiloso) | 19 - 21                       | 32 - 42        | 0 - 20     |
| Solo residual maduro                       | 17 - 21                       | 30 - 38        | 5 - 20     |
| Colúvio in situ                            | 15 - 20                       | 27 - 35        | 0 - 15     |
| Areia densa                                | 18 - 21                       | 35 - 40        | 0          |
| Areia fofa                                 | 17 - 19                       | 30 - 35        | 0          |
| Pedregulho uniforme                        | 18 - 21                       | 40 - 47        | 0          |
| Pedregulho arenoso                         | 19 - 21                       | 35 - 42        | 0          |



Onde,

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

| $\phi$ | 0° | 10° | 20°  | 25°  | 30°  | 35°  | 40°  | 45°  | 50°  |
|--------|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $K_a$  | 1  | 0,7 | 0,49 | 0,41 | 0,33 | 0,27 | 0,22 | 0,17 | 0,13 |



$\gamma =$  20 kN/m<sup>3</sup>  
 $\phi =$  37 °  
 $K_a =$  0,3333

Empuxo ativo: 6,6667 x h kN/m<sup>2</sup>  
 Trem tipo: 45 ton.  
 Empuxo veículo: 25 kN/m<sup>2</sup>  
 Empuxo multidão: 5 kN/m<sup>2</sup>  
 Largura da faixa: 12 m  
 Empuxo médio: 10 kN/m<sup>2</sup>  
 Altura adicional: 1,5 m  
 D. pilares: 0,6 m

| Peça    | Altura | Altura ad. | Altura Total | Pressão (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------|------------|--------------|------------------------------|
| Cortina | 2,27   | 1,50       | 3,77         | 25,13                        |
| Ala     | 2,16   | 1,50       | 3,66         | 24,40                        |
| Pilares | 3,5    | 1,50       | 5,00         | 33,33                        |

Figura 3.7 - Empuxo de terra modelo encontro.

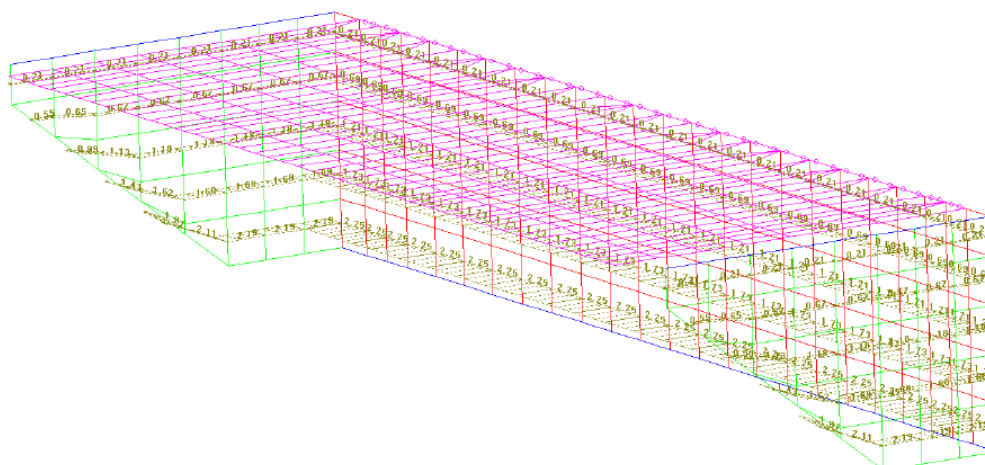
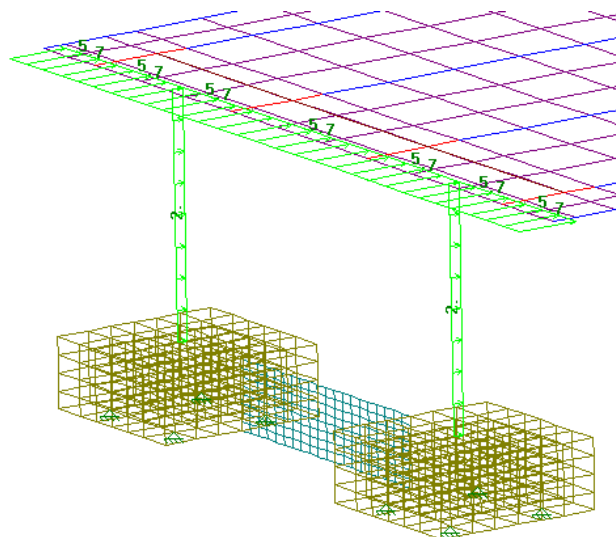




Figura 3.8 - Empuxo de terra modelo global.



d) Força de Protensão

A ação da protensão é considerada em todas as estruturas protendidas, incluindo, além dos elementos protendidos propriamente ditos, aqueles que sofrem a ação indireta da protensão, isto é, de esforços hiperestáticos de protensão.

Durante as operações de protensão, a força de tração na armadura não deve superar os valores decorrentes da limitação das tensões no aço correspondentes a essa situação transitória:

Para armadura pós-tracionada, por ocasião da aplicação da força de protensão  $P$ , a tensão  $\sigma_{pi}$  da armadura de protensão na saída do aparelho de tração deve respeitar o limite de 0,82 fpyk para aços da classe de relaxação baixa.

Após o término das operações de protensão, as verificações de segurança são realizadas de acordo com os Estados Limites Últimos (ELU) e Estados Limites de Serviço (ELS).



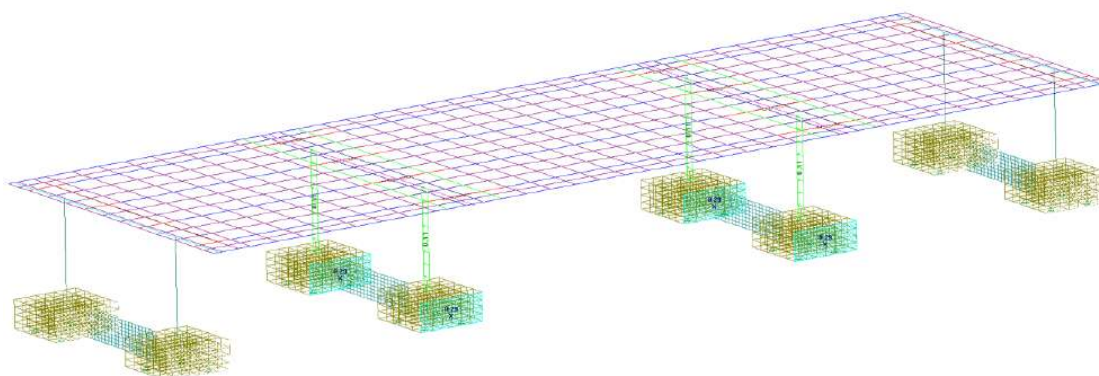
e) Carga hidrodinâmica

Segundo a norma NBR 7187, a pressão da água em movimento sobre os pilares e os elementos de fundação pode ser determinada através da expressão:  $q K_v a = 2 (2.18)$  onde:  $q$  é a pressão estática equivalente em  $\text{kN/m}^2$   $v$  é a velocidade da água em  $\text{m/s}$   $K$  é um coeficiente adimensional cujo valor é 0,34 para elementos de seção transversal circular e 0,72 para elementos de seção transversal quadrada.

CARREGAMENTO HIDRODINÂMICO

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| $k$ (SEÇÃO QUADRADA) =     | 0,72                 |
| $k$ (SEÇÃO CIRCULAR) =     | 0,34                 |
| $V$ (velocidade da água) = | 2 m/s                |
| $p$ (por área) =           | 2,88 $\text{kN/m}^2$ |
| $p$ (por área) =           | 1,36 $\text{kN/m}^2$ |
| $p$ (por metro) =          | 1,088 $\text{kN/m}$  |

Figura 3.9 - Carga hidrodinâmica no apoio central.



### 3.4.2 Carga Móvel (CM)

Segundo a NBR 7188/2013 a carga móvel rodoviária é composta de um veículo tipo e de cargas uniformemente distribuídas, de acordo com a tabela:

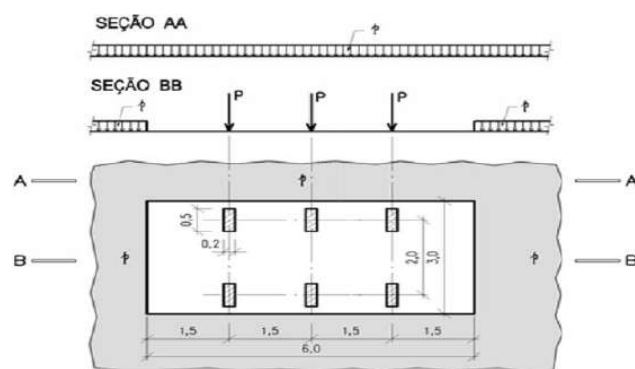


Tabela 3.1 – Cargas dos Veículos.

| Classe da Ponte | Veículo |            | Cargas Uniformemente Distribuídas |       |        |       |        | Disposição da carga                              |
|-----------------|---------|------------|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------------------------------------------------|
|                 | Tipo    | Peso Total |                                   | $p$   |        | $p'$  |        |                                                  |
|                 |         | N          | f                                 | kN/m² | kgf/m² | kN/m² | kgf/m² |                                                  |
| 45              | 45      | 450        | 45                                | 5     | 500    | 3     | 300    | Carga p em toda a pista<br>Carga p' nos passeios |
| 30              | 30      | 300        | 30                                | 5     | 500    | 3     | 300    |                                                  |
| 12              | 12      | 120        | 12                                | 4     | 400    | 3     | 300    |                                                  |

Segundo a norma foi adotada, para fins de cálculo, a carga móvel rodoviária padrão TB-450, na qual a base do sistema é um veículo-tipo de 450 kN de peso total circundado por uma carga uniformemente distribuída constante de 5kN/m<sup>2</sup> (carga de multidão).

Figura 3.10 – Modelos esquemáticos dos carregamentos previstos nas seções transversais AA e BB.



### Veículo tipo

O veículo tipo possui 6 rodas com cargas verticais estáticas  $P = 75\text{KN}$  cada. Possui 3 eixos de carga afastados entre si 1,5m e de largura 2m. As cargas que constituem o trem-tipo, mantém entre si distâncias constantes, mas a sua posição com a linha de influência é variável e deve ser tal, que produza na seção considerada do elemento em estudo um máximo ou mínimo da solicitação. Diz ainda a NBR 7188/2014 que para obter efeitos mais desfavoráveis deve haver uma distância de 25 cm entre a roda do veículo e o guarda-rodas. Além das cargas estáticas o veículo tipo será inserido no modelo já amplificado por coeficientes de majoração conforme visto adiante.



### **Carga de multidão**

A carga de multidão “p” é aplicada sob todo o tabuleiro da estrutura. É uma carga fictícia, e procura levar em consideração a ocupação máxima de pessoas na estrutura. Segundo a NBR 7188/2014 deve-se considerar 500 kg/m<sup>2</sup> (0,5 ton./m<sup>2</sup>) para a carga nas faixas de rodagem. Além desse valor estático a carga de multidão será inserida no modelo já amplificada por coeficientes de majoração conforme visto adiante. Para a fase de construção foi adotada uma carga de multidão no valor de 100kg/m<sup>2</sup>.

### **Coeficientes de majoração das cargas móveis:**

Conforme a norma NBR 7188/2013, além do efeito estático das cargas móveis, são aplicados coeficientes de impacto sob os valores de carregamento gerado tanto pelo veículo tipo como pela carga de multidão.

Conforme a norma a definição dos coeficientes de majoração das cargas móveis é apresentada da seguinte forma:

Veículo tipo:  $Q = P \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

$Q$  = carga concentrada majorada

$P$  = carga vertical estática = 75KN

Carga de multidão:  $q = p \times CIV \times CNF \times CIA$ , sendo:

$q$  = carga de multidão majorada

$p$  = carga de multidão estática = 5KN/m<sup>2</sup>

A seguir são definidos os coeficientes de majoração:

**CIV – Coeficiente de Impacto Vertical: amplifica a ação da carga estática simulando o efeito dinâmico da carga em movimento e a suspensão dos veículos automotores.**

$$CIV = 1 + 1,06 \times (20 / L + 50)$$

Sendo  $L$  o vão de 10,47 m, temos:

$$CIV = 1,350$$

**CNF: Coeficiente do Número de Faixas: corrige distorções estatísticas**



$$CNF=1-0,05*(n-2) >0,9$$

**n:** número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia.

$$CNF = 1-0,05 \times (2-2) = 1,00$$

**CIA: Coeficiente de Impacto Adicional:** consiste em coeficiente destinado à majoração da carga móvel característica devido à imperfeição e/ou descontinuidade da pista de rolamento, no caso juntas de dilatação e nas extremidades das obras, estruturas de transição e acessos. Os esforços das cargas móveis verticais devem ser majorados na região das juntas estruturais e extremidades da obra. Todas as seções dos elementos estruturais a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, devem ser dimensionadas com os esforços das cargas móveis majorados pelo Coeficiente de Impacto Adicional, abaixo definido.

CIA = 1,25 para obras em concreto ou mistas

CIA = 1,15 para obras em aço

Figura 3.11 - Carga de multidão + veículo na extremidade.

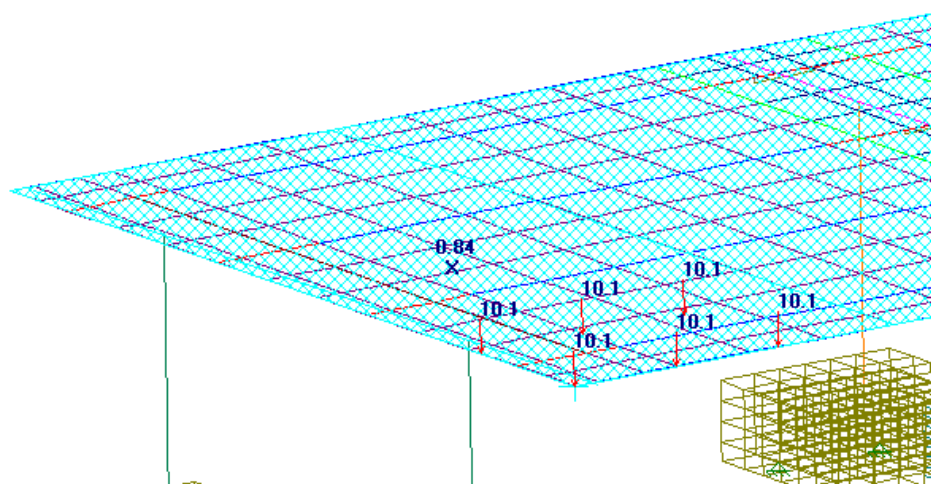




Figura 3.12 - Carga de multidão + veículo na extremidade nos encontros.

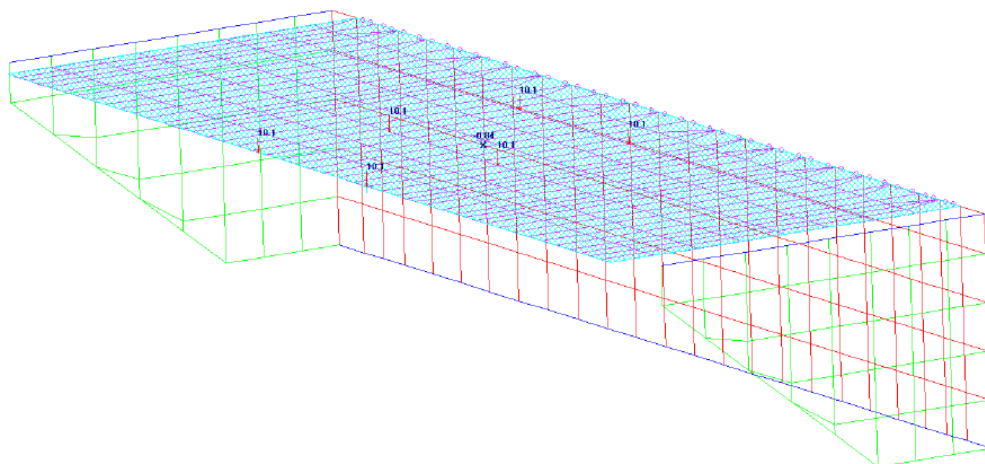
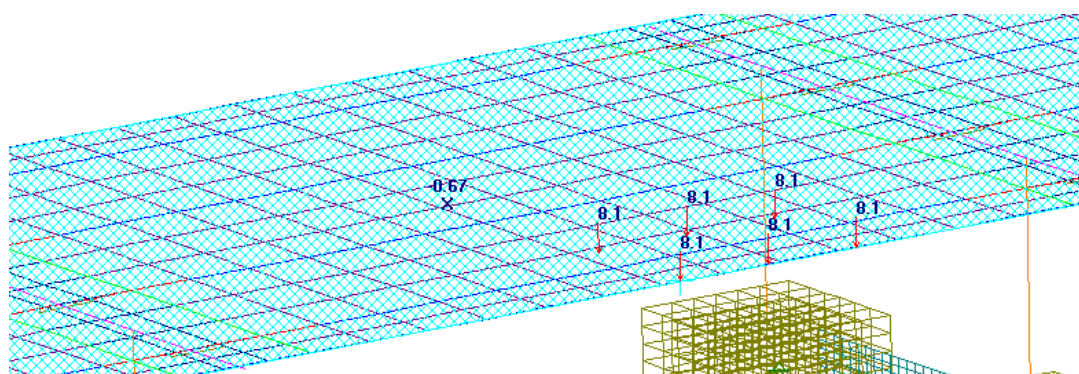


Figura 3.13 - Carga de multidão + veículo no trecho corrente.



### 3.4.3 Carga de Vento (CV)

A norma NBR 7187:2003 não indica nenhum procedimento para a determinação da ação do vento em pontes; apenas recomenda seguir o disposto na norma NBR 6123, que trata da ação do vento em edifícios. Na falta de recomendações da NBR 6123 para pontes, apresenta-se o procedimento indicado pela antiga norma de pontes NB-2/61.

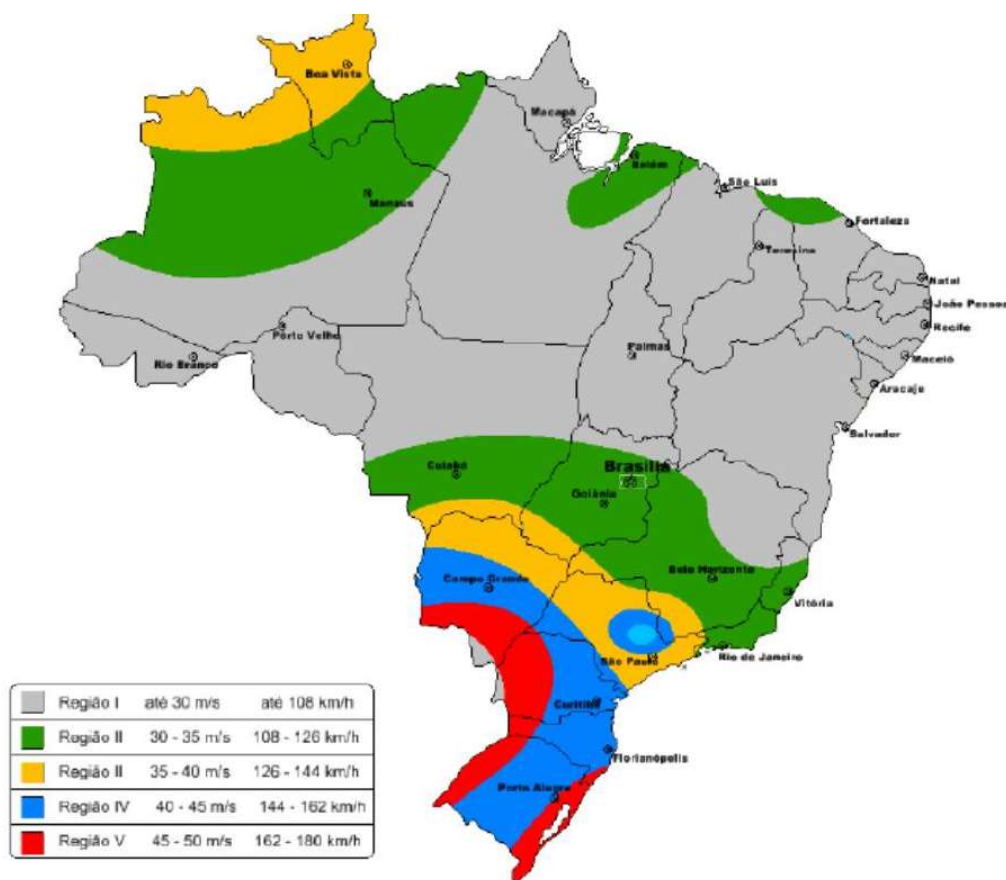
A ação do vento é traduzida por carga uniforme distribuída horizontalmente, normal ao eixo da ponte. Admitem-se dois casos extremos, para a verificação: tabuleiro sem tráfego e tabuleiro ocupado por veículos reais.



No primeiro caso (estrutura descarregada), considera-se como superfície de incidência do vento, a projeção da estrutura sobre plano normal à direção do vento.

No segundo caso (estrutura carregada), essa projeção é acrescida de uma faixa limitada superiormente por linha paralela ao estrado, distante da superfície de rolamento 3,50 - 2,0 - 1,70 m, conforme se trate, respectivamente, de ponte ferroviária, rodoviária ou para pedestres.

Figura 3.14 – Mapa da velocidade do vento por região.





|                                   |      |     |
|-----------------------------------|------|-----|
| Velocidade básica $V_0$ :         | 45   | m/s |
| Fator topografico S1:             | 1    |     |
| Rugosidade do terreno - Fator S2: | 0,73 |     |
| Fator estatístico S3:             | 1,1  |     |

|                                                 |          |                  |
|-------------------------------------------------|----------|------------------|
| Velocidade Característica do vento:             | 36,135   | m/s              |
| Pressão dinâmica do vento:                      | 800,4175 | N/m <sup>2</sup> |
| Coeficiente de arrasto:                         | 1        |                  |
| Altura ponte descarregada (viga + laje + g.r.): | 1,98     | m                |
| Altura ponte carregada (viga + laje + 2m):      | 3,1      | m                |
| Vento Ponte descarregada:                       | 0,16     | tf/m             |
| Vento Ponte carregada:                          | 0,25     | tf/m             |

Figura 3.15 - Vento para ponte carregada.

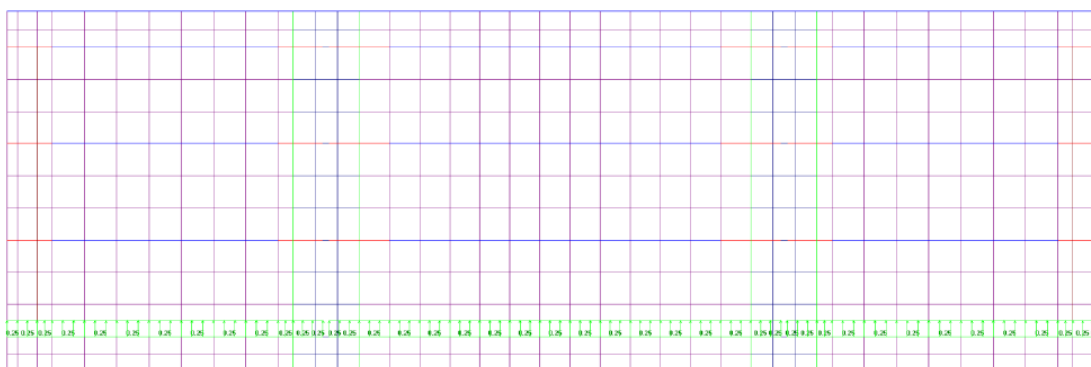
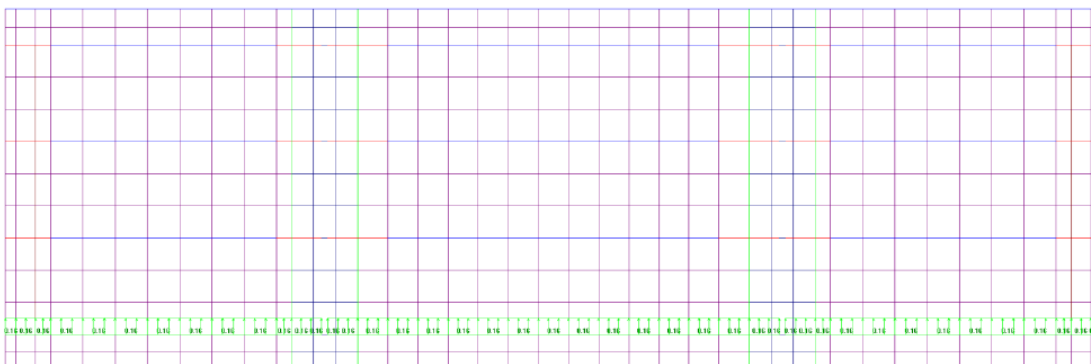


Figura 3.16 - Vento para ponte descarregada.





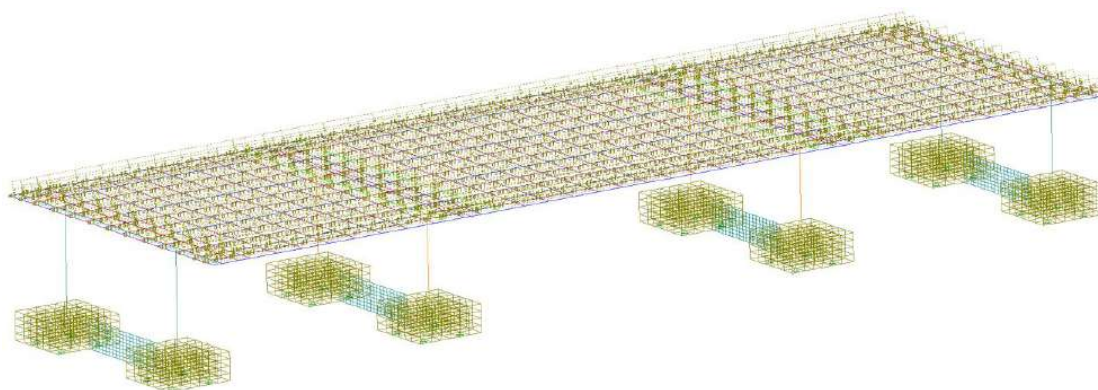
### 3.4.4 Variação de Temperatura

É a variação de temperatura da estrutura, causada globalmente pela variação da temperatura da atmosfera e pela insolação direta. De maneira genérica, são adotados os seguintes valores:

#### VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

|                |    |    |
|----------------|----|----|
| NORTE =        | 2  | °C |
| NORDESTE =     | 8  | °C |
| SUDESTE =      | 11 | °C |
| SUL =          | 15 | °C |
| CENTRO OESTE = | 13 | °C |

Figura 3.17 - Variação de temperatura =  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ .





### 3.4.5 Retração e Fluência

RETRAÇÃO: REDUÇÃO DO VOLUME DE CONCRETO POR PERDA DE ÁGUA (AUSÊNCIA DE SOLICITAÇÕES EXTERNAS)

| Umidade Ambiente (%)              |                 | 40    |       | 55    |       | 75    |       | 90    |       |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Espessura Equivalente 2 Ac/u (cm) |                 | 20    | 60    | 20    | 60    | 20    | 60    | 20    | 60    |
| $\epsilon_{cs}(t, t_0) \text{‰}$  | $t_0$ (dias) 5  | -0,44 | -0,39 | -0,37 | -0,33 | -0,23 | -0,21 | -0,10 | -0,09 |
|                                   | $t_0$ (dias) 30 | -0,37 | -0,38 | -0,31 | -0,31 | -0,20 | -0,20 | -0,09 | -0,09 |
|                                   | $t_0$ (dias) 60 | -0,32 | -0,36 | -0,27 | -0,30 | -0,17 | -0,19 | -0,08 | -0,09 |

Dados:

|                                              |                |
|----------------------------------------------|----------------|
| umidade ambiente (%):                        | 75             |
| área da seção de concreto (cm²):             | 36300          |
| perímetro da seção de concreto (cm):         | 2774           |
| espessura equivalente (cm):                  | 26,17159337    |
| tempo inicial (t0):                          | 5              |
| Deformação específica de retração (%o):      | 0,000336172    |
| coeficiente de dilatação térmica do concreto | 0,00001 /°C    |
| gradiente de temperatura equivalente:        | -33,6171593 °C |



FLUENCIA: AUMENTO DA DEFORMAÇÃO DEVIDO À UM CARREGAMENTO CONSTANTE

| Umidade Ambiente (%).              |              |    | 40  |     | 55  |     | 75  |     | 90  |     |
|------------------------------------|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Espessura Equivalente 2 Ac/u (cm). |              |    | 20  | 60  | 20  | 60  | 20  | 60  | 20  | 60  |
| $\varphi(t_0, t_\infty)$ .         | $t_0$ (dias) | 5  | 4,4 | 3,9 | 3,8 | 3,3 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,1 |
|                                    | $t_0$ (dias) | 30 | 3,0 | 2,9 | 2,6 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 1,6 | 1,6 |
|                                    | $t_0$ (dias) | 60 | 3,0 | 2,6 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,8 | 1,4 | 1,4 |

tempo inicial ( $t_0$ ): 5

fck concreto: 35 Mpa

Eci = 33130,04679 Mpa

tensão aplicada ao concreto: 17,5 Mpa

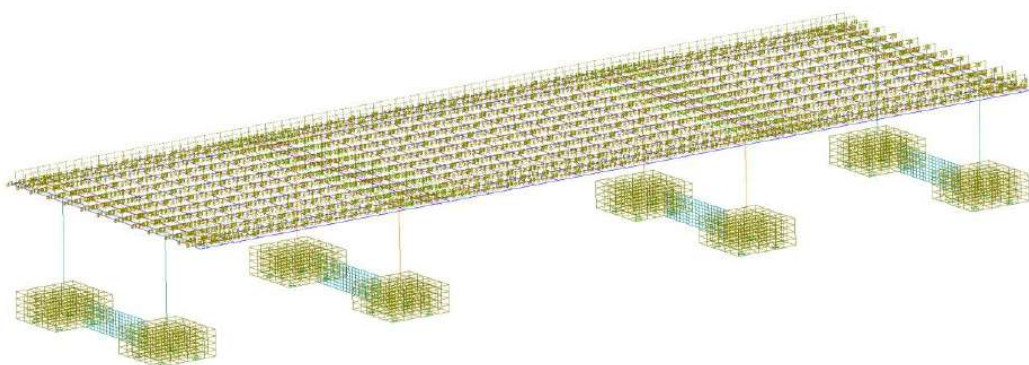
Deformação específica por fluencia (%): 0,000196649

coeficiente de dilatação térmica do concreto 0,00001 /°C

gradiente de temperatura equivalente: -19,6649176 °C

DEFORMAÇÃO + FLUENCIA: -53,2820769 °C

Figura 3.18 – Retração.





### 3.4.6 Carga Acidental (CA)

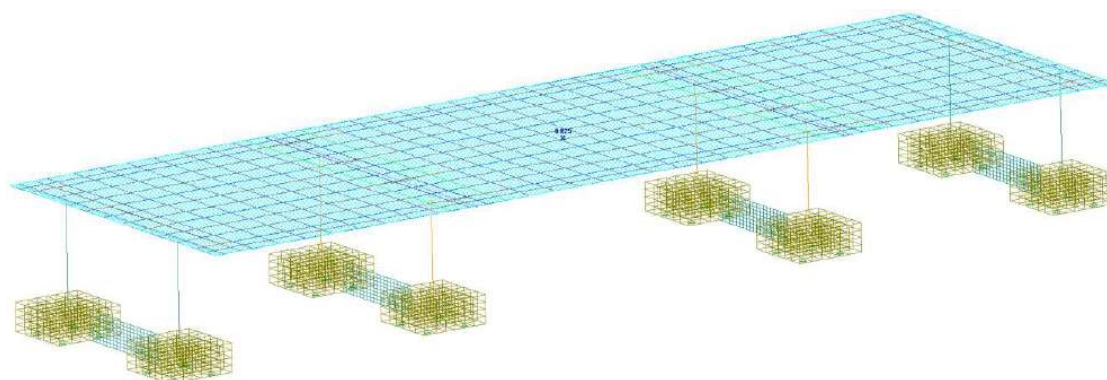
A carga acidental é composta por ações de caráter transitório que compreendem, entre outras:

#### a) Frenagem e aceleração

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.

| FRENAGEM E ACELERAÇÃO                             |             |       |          |
|---------------------------------------------------|-------------|-------|----------|
| Hf=0,25*B*L*CNF, onde:                            |             |       |          |
| Hf ≥ 135 kN                                       |             |       |          |
| B: Largura efetiva da carga distribuída de 5kN/m² |             |       |          |
| L: Comprimento concomitante da carga distribuída  |             |       |          |
| Hf=                                               | 109,2 kN    | área= | 436,8 m² |
| 135kN/área=                                       | 0,031 tf/m² |       |          |
| hf/área=                                          | 0,025 tf/m² |       |          |

Figura 3.19 – Frenagem.





b) Impacto lateral em barreiras

Os guarda-rodas e as barreiras, centrais ou extremos, são verificados para uma força horizontal concentrada de intensidade  $p=100\text{kN}$  aplicada em sua aresta superior.

### 3.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO

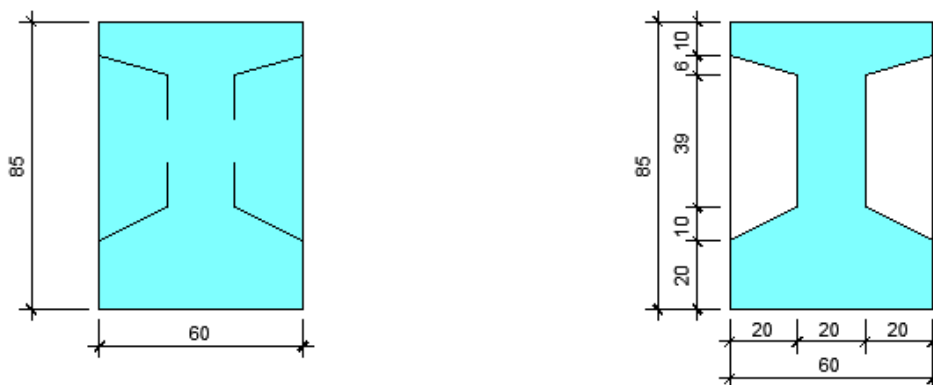
#### 3.5.1 Superestrutura

a) Vigas longarinas

As vigas serão pré-moldadas em concreto protendido, com resistência característica de  $35\text{MPa}$ , comprimentos de  $15,00\text{m}$  com seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas:

Figura 3.20 - Seção da viga pré-moldada.

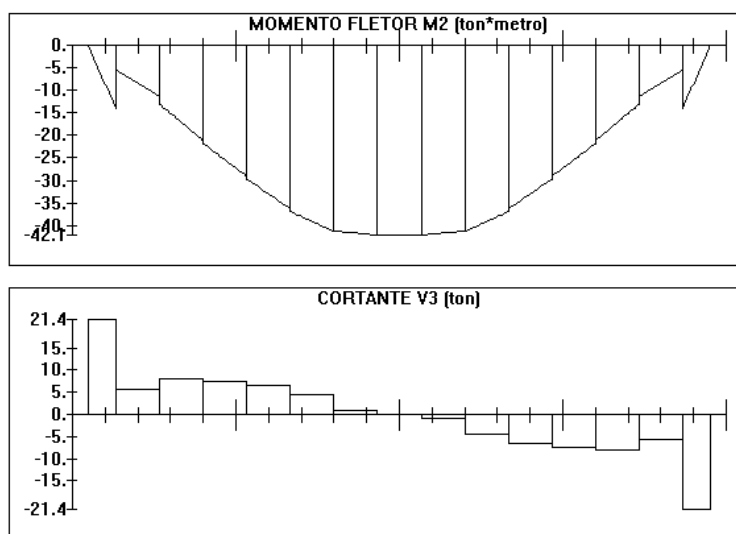




- Esforços para vigas longarinas:

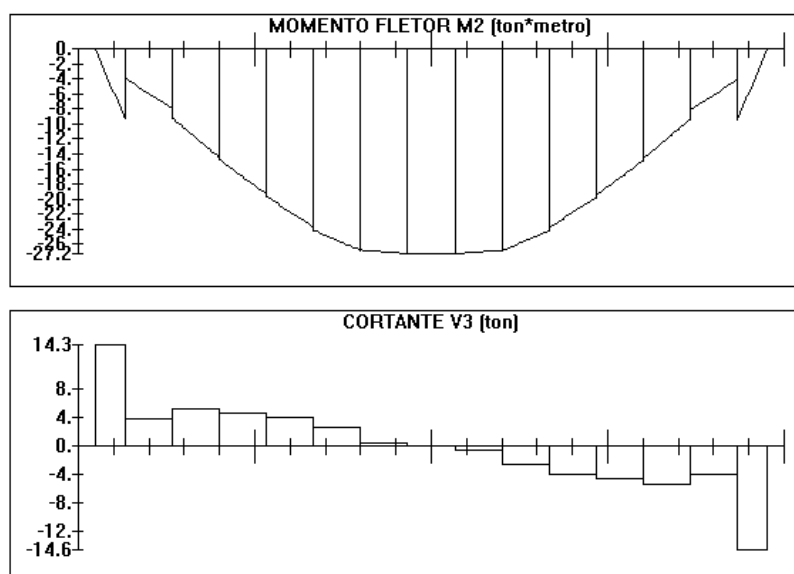
- Pesos próprio da capa da Laje + Lajota + Carga acidental

Figura 3.21 – Esforços nas longarinas.



- Pavimento + Guarda Rodas

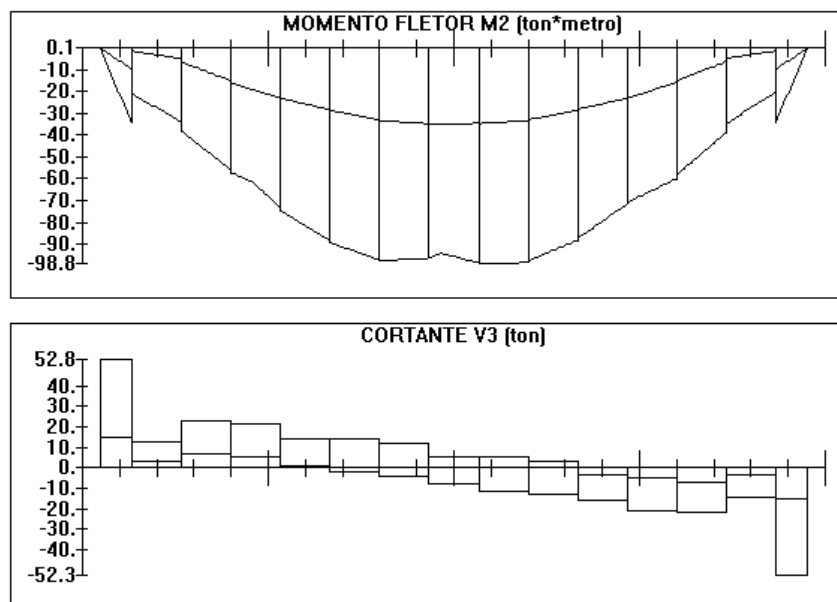
Figura 3.22 – Esforços nas longarinas.





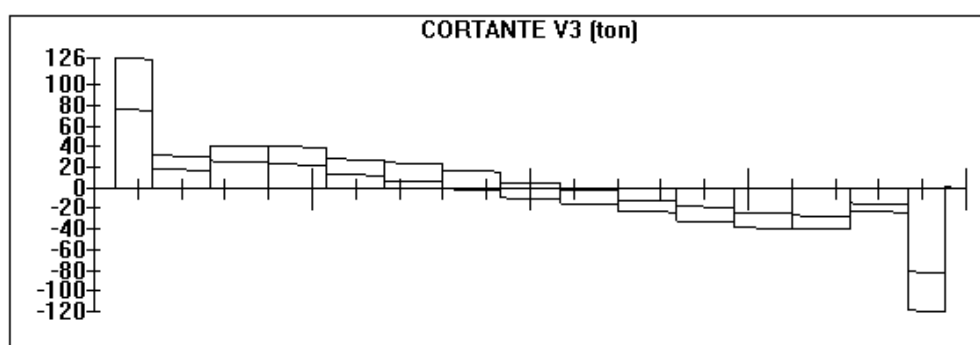
- Cargas móveis

Figura 3.23 – Esforços nas longarinas.



- Combinação última normal

Figura 3.24 – Esforços nas longarinas.





- Dimensionamento longarinas:

### 1 - Dados

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Comprimento da viga           | 15,00 m |
| Altura da viga                | 0,85 m  |
| Largura da laje colaborante   | 3,20 m  |
| Espessura da laje colaborante | 0,25 m  |
| Centróide da armadura frouxa  | 0,07 m  |
| Centróide da protensão        | 0,13 m  |

### 2 - Critérios:

As unidades utilizadas nesse memorial, exceto indicação contrária, são as seguintes:

2.1 - Momentos fletores: kN.m

2.2 - Esforços cortantes: kN

2.3 - Armaduras: cm<sup>2</sup>

### 3 - Materiais utilizados:

3.1 - Concreto

3.1.1 - Resistência **35** Mpa

3.1.2 - Tipo **Portland**

3.2 - Aço

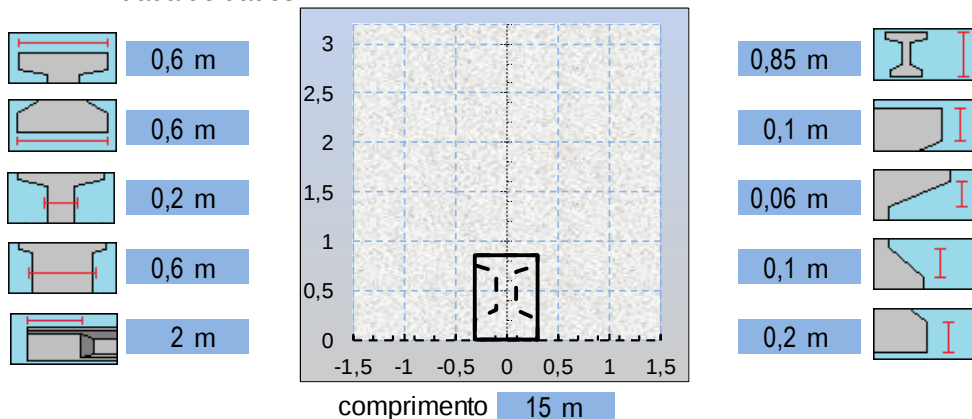
3.2.1 - Armaduras passivas: **50 A**

3.2.2 - Armaduras de protensão: **190 RB**

### 4 - Características geométricas

4.1 - Geometria viga

4.1.1 - Entrada de dados



4.1.2 - Resultados

#### Seção nos apoios

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>H total=</b> | 0,85 m                |
| <b>A=</b>       | 0,5100 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>       | 0,0307 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,43 m                |
| <b>yi=</b>      | 0,43 m                |
| <b>Ws=</b>      | 0,0723 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>      | 0,0723 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>  | 2,90 m                |

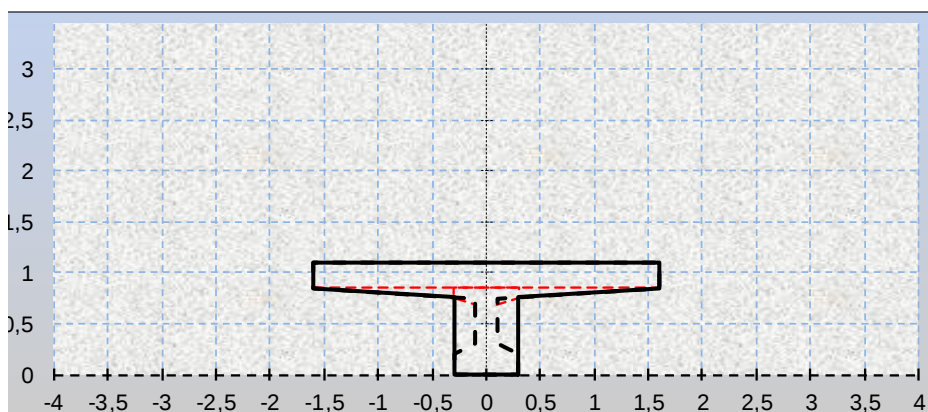
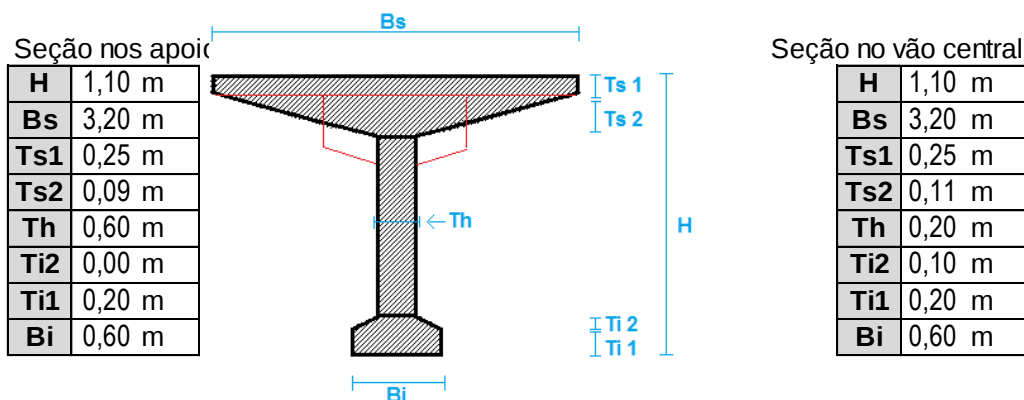
#### Seção no vão central

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>H total=</b> | 0,85 m                |
| <b>A=</b>       | 0,3220 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>       | 0,0261 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,46 m                |
| <b>yi=</b>      | 0,39 m                |
| <b>Ws=</b>      | 0,0567 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>      | 0,0668 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>  | 3,44 m                |



## 4.2 - Geometria viga+laje

### 4.2.1 - Entrada de dados



### 4.2.2 - Resultados

Seção nos apoios

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>H total=</b> | 1,10 m                |
| <b>A=</b>       | 1,4302 m <sup>2</sup> |
| <b>J=</b>       | 0,1295 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,33 m                |
| <b>yi=</b>      | 0,77 m                |
| <b>Ws=</b>      | 0,3875 m <sup>3</sup> |
| <b>Wi=</b>      | 0,1691 m <sup>3</sup> |
| <b>perím.=</b>  | 8,42 m                |

Seção no vão central

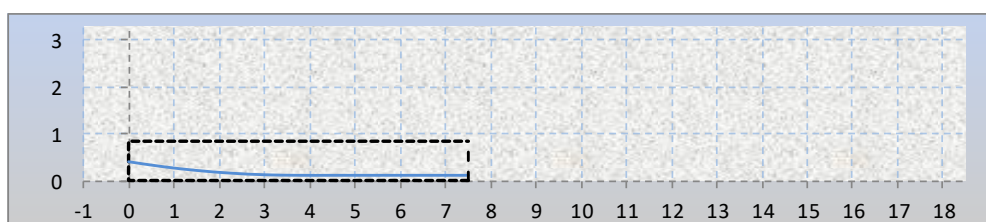
|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| <b>H total=</b> | 1,10 m                 |
| <b>A=</b>       | 1,23 m <sup>2</sup>    |
| <b>J=</b>       | 0,10874 m <sup>4</sup> |
| <b>ys=</b>      | 0,29 m                 |
| <b>yi=</b>      | 0,81 m                 |
| <b>Ws=</b>      | 0,3738 m <sup>3</sup>  |
| <b>Wi=</b>      | 0,1344 m <sup>3</sup>  |
| <b>Ki=</b>      | 0,11 m                 |



## 5 - Protensão

### 5.1 - Definição da protensão

A protensão  será feita por  cabos, cada um com  cordoalhas de diâmetro . A força máxima suportada em cada cordoalha será de 27,1152 tf, a força máxima suportada em cada cabo será 325,382 tf, a força empregada em cada cabo será de 240,132 tf, ou 2355,7 kN.



### 5.2 - Perdas imediatas de protensão

#### 5.2.1 - Perdas por atrito

$$P = P_o \cdot (1 - \varphi \cdot \alpha \cdot k \cdot x)$$

$$\varphi = 0,2$$

$\alpha$  = ângulo de saída

$k$  = coeficiente de atrito por irregularidade do cabo

$x$  = comprimento do trecho analisado

| cabo | ângulo de saída * | fim do arco (m) | P fim (kN) | P vão (kN) |
|------|-------------------|-----------------|------------|------------|
| 1    | 9 graus           | 3,75            | 2264,05    | 2246,39    |
| 2    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 3    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 4    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 5    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 6    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 7    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 8    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 9    | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 10   | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 11   | ----              | -----           | -----      | ----       |
| 12   | ----              | -----           | -----      | ----       |

\* em sistema decimal

Força total P antes da protensão : 2355,7 kN

Força total após as perdas por atrito : 2246,39 kN

Perda representativa por atrito: 4,6402 %



### 5.2.2 - Perdas por acomodação das cunhas ( $\Delta P$ )

| cabo | perda ( $\Delta P$ ) |
|------|----------------------|
| 1    | 139,693 kN           |
| 2    | -----                |
| 3    | -----                |
| 4    | -----                |
| 5    | -----                |
| 6    | -----                |
| 7    | -----                |
| 8    | -----                |
| 9    | -----                |
| 10   | -----                |
| 11   | -----                |
| 12   | -----                |

$$E = 19000$$

$$A = 16,8$$

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| Força total antes da protensão:                         | 2355,7 kN  |
| Perda de protensão por cravação ( $\Delta P_{total}$ ): | 139,693 kN |
| Perda representativa por cravação:                      | 5,93001 %  |

### 5.2.3 - Perdas na protensão sucessiva ( $\Delta\sigma$ ):

$$(\Delta\sigma) = \alpha_p \cdot (\sigma_g + \sigma_{cp}) \cdot (n - 1) / 2n$$

excentricidade da força de protensão (sem laje colaborante),  $e_{p1} = 0,2603$  m

$$\alpha_p = 6,33866$$

$$\sigma_g = 2308,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{cp} = 13607,5 \text{ kN/m}^2$$

Total de perdas por protensão sucessiva: 0 kN

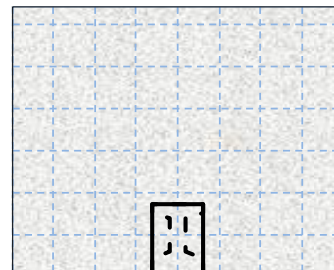
Perda representativa por protensão sucessiva: 0 %

$$\text{Perda imediata total} = 10,6 \%$$



## 6 - Esforços e solicitações : etapas construtivas 0 e 1 (seção SEM laje colaborante)

Considera-se que os esforços a seguir atuem na seção da peça premoldada, apenas, por ocorrerem em etapas construtivas nas quais são transferidos diretamente à viga sem o efeito de demais elementos estruturais. Dimensões conforme item 4.1.



### 6.1 - Esforços causados pela protensão (1 cabo) com perdas imediatas

| seção    | solicitações   |                           |          | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | TENSÃO axial *            | cortante | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 3,6E-12 kN.m   | -4130,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -4130,8 kN/m <sup>2</sup> | -4130,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 1 (1,5m) | -398,63 kN.m   | -4130,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -9648,1 kN/m <sup>2</sup> | 1386,58 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (3m)   | -523,66 kN.m   | -6542,5 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -14377 kN/m <sup>2</sup>  | 2685,23 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (4,5m) | -548,37 kN.m   | -6542,5 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -14747 kN/m <sup>2</sup>  | 3120,7 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4 (6m)   | -548,37 kN.m   | -6542,5 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -14747 kN/m <sup>2</sup>  | 3120,7 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5 (7,5m) | -548,37 kN.m   | -6542,5 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | -14747 kN/m <sup>2</sup>  | 3120,7 kN/m <sup>2</sup>  |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 6.2 - Esforços causados pelo peso próprio da viga : $q_1 = 12,5 \text{ kN/m}$ , $q_2 = 7,9 \text{ kN/m}$

| seção    | solicitações   |                     |            | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | TENSÃO axial *      | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 68,4493 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (1,5m) | 88,6027 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 49,6877 kN | 1226,33 kN/m <sup>2</sup> | -1226,3 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (3m)   | 151,368 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 35,5367 kN | 2264,67 kN/m <sup>2</sup> | -2667,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (4,5m) | 195,789 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 23,6912 kN | 2929,27 kN/m <sup>2</sup> | -3450,1 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (6m)   | 222,442 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 11,8456 kN | 3328,03 kN/m <sup>2</sup> | -3919,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (7,5m) | 231,326 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN       | 3460,95 kN/m <sup>2</sup> | -4076,3 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 6.3 - Lajotas + PP da capa + carga accidental

| seção    | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 0 kN.m         | kN            | 209,848 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (1,5m) | 98,06 kN.m     | kN            | 49,03 kN   | 1357,23 kN/m <sup>2</sup> | -1357,2 kN/m <sup>2</sup> |
| 2 (3m)   | 225,538 kN.m   | kN            | 78,448 kN  | 3374,35 kN/m <sup>2</sup> | -3974,3 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (4,5m) | 323,598 kN.m   | kN            | 58,836 kN  | 4841,46 kN/m <sup>2</sup> | -5702,3 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (6m)   | 392,24 kN.m    | kN            | 49,03 kN   | 5868,44 kN/m <sup>2</sup> | -6911,9 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (7,5m) | 412,833 kN.m   | kN            | 0 kN       | 6176,53 kN/m <sup>2</sup> | -7274,8 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

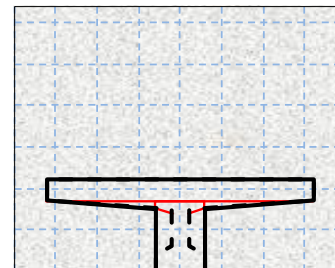


## 7 - Esforços e solicitações : etapas 2 a estado limite último (seção COM laje colaborante)

Considera-se que os esforços a seguir atuem em etapas posteriores à cura da laje moldada in loco , quando há consolidada uma geometria única monolítica entre viga e laje. Esta seção adota como mesa superior uma faixa de largura da laje acrescida à peça premoldada. Dimensões conforme item 4.2 .

Tensões são calculadas conforme inércia e demais dados resultantes dessa geometria resultante, sendo que as faces consideradas (inferior e superior) são as da peça premoldada, apenas, não as da composição viga+laje .

Desta forma combinações de tensões dos diferentes esforços se dão para as faces da peça premoldada , considerado caso crítico , sendo as tensões na mesa moldada in loco estudadas separadamente no dimensionamento da laje .



### 7.1 - Pavimentação + recapeamento + guarda rodas

| seção    | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 0 kN.m         | kN            | 140,226 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (1,5m) | 58,836 kN.m    | kN            | 39,224 kN  | 347,869 kN/m <sup>2</sup> | -38,26 kN/m <sup>2</sup>  |
| 2 (3m)   | 137,284 kN.m   | kN            | 49,03 kN   | 1021,52 kN/m <sup>2</sup> | -51,6 kN/m <sup>2</sup>   |
| 3 (4,5m) | 215,732 kN.m   | kN            | 39,224 kN  | 1605,24 kN/m <sup>2</sup> | -81,086 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (6m)   | 254,956 kN.m   | kN            | 19,612 kN  | 1897,11 kN/m <sup>2</sup> | -95,829 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (7,5m) | 266,723 kN.m   | kN            | 0 kN       | 1984,67 kN/m <sup>2</sup> | -100,25 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

### 7.2 - Carga móvel com impacto

| seção    | solicitações   |               |            | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | FORÇA axial * | cortante   | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 0 kN.m         | kN            | 517,757 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1 (1,5m) | 294,18 kN.m    | kN            | 117,672 kN | 1739,34 kN/m <sup>2</sup> | -191,3 kN/m <sup>2</sup>  |
| 2 (3m)   | 588,36 kN.m    | kN            | 196,12 kN  | 4377,94 kN/m <sup>2</sup> | -221,14 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (4,5m) | 784,48 kN.m    | kN            | 147,09 kN  | 5837,25 kN/m <sup>2</sup> | -294,86 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (6m)   | 968,833 kN.m   | kN            | 137,284 kN | 7209,01 kN/m <sup>2</sup> | -364,15 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (7,5m) | 931,57 kN.m    | kN            | 49,03 kN   | 6931,74 kN/m <sup>2</sup> | -350,14 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração



## 8 - Composição das combinações de esforços e carregamentos

### 8.1 - Carga permanente (CP)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 418,523 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 245,499 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 137,942 kN | 2931,44 kN/m <sup>2</sup> | -2621,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 514,19 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 163,015 kN | 6660,55 kN/m <sup>2</sup> | -6693,3 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 735,119 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 121,751 kN | 9375,98 kN/m <sup>2</sup> | -9233,5 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | 869,638 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 80,4876 kN | 11093,6 kN/m <sup>2</sup> | -10928 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 910,882 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN       | 11622,1 kN/m <sup>2</sup> | -11451 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão

### 8.2 - Combinação quase-permanente (CQP)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 0,3

para 7.5 :  
0,3 - passarelas e rodoviárias  
0,5 - ferroviárias não especializadas  
0,6 - ferroviárias especializadas

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 573,851 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 333,753 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 173,243 kN | 3453,24 kN/m <sup>2</sup> | -2679,2 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 690,698 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 221,851 kN | 7973,93 kN/m <sup>2</sup> | -6759,6 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 970,463 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 165,878 kN | 11127,2 kN/m <sup>2</sup> | -9322 kN/m <sup>2</sup>   |
| 4     | 1160,29 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 121,673 kN | 13256,3 kN/m <sup>2</sup> | -11037 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 1190,35 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 14,709 kN  | 13701,7 kN/m <sup>2</sup> | -11556 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão



### 8.3 - Combinação frequente (CF)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 0,5

para 7.5 :

0,4 - passarelas  
0,5 - rodoviárias  
0,7 - ferroviárias não especializadas  
1 - ferroviárias especializadas

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 677,402 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 392,589 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 196,778 kN | 3801,11 kN/m <sup>2</sup> | -2717,5 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 808,37 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 261,075 kN | 8849,51 kN/m <sup>2</sup> | -6803,9 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 1127,36 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 195,296 kN | 12294,6 kN/m <sup>2</sup> | -9381 kN/m <sup>2</sup>   |
| 4     | 1354,05 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 149,13 kN  | 14698,1 kN/m <sup>2</sup> | -11110 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 1376,67 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 24,515 kN  | 15088 kN/m <sup>2</sup>   | -11626 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão

### 8.4 - Combinação rara de serviço (CRS)

peso próprio da viga (6.2) x 1  
lajotas + PP da capa + carga accidental (6.3) x 1  
pavimento e guarda rodas (7.1) x 1  
carga móvel com impacto (7.2) x 1

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 936,28 kN  | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 539,679 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 255,614 kN | 4670,78 kN/m <sup>2</sup> | -2813,1 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 1102,55 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 359,135 kN | 11038,5 kN/m <sup>2</sup> | -6914,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 1519,6 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 268,841 kN | 15213,2 kN/m <sup>2</sup> | -9528,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | 1838,47 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 217,772 kN | 18302,6 kN/m <sup>2</sup> | -11292 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 1842,45 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 49,03 kN   | 18553,9 kN/m <sup>2</sup> | -11802 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão



## 8.5 - Combinação última normal (CUN)

peso próprio da viga (6.2) x 1,35

lajotas + PP da capa + carga acidental (6.3) x 1,35

pavimento e guarda rodas (7.1) x 1,35

carga móvel com impacto (7.2) x 1,5

| seção | solicitações   |                     |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | tensão axial        | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 0 kN.m         | 0 kN/m <sup>2</sup> | 1341,64 kN | 0 kN/m <sup>2</sup>       | 0 kN/m <sup>2</sup>       |
| 1     | 772,693 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 362,729 kN | 6566,46 kN/m <sup>2</sup> | -3826,4 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 1576,7 kN.m    | 0 kN/m <sup>2</sup> | 514,25 kN  | 15558,6 kN/m <sup>2</sup> | -9367,7 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 2169,13 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 384,999 kN | 21413,4 kN/m <sup>2</sup> | -12908 kN/m <sup>2</sup>  |
| 4     | 2627,26 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 314,584 kN | 25789,8 kN/m <sup>2</sup> | -15298 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 2627,05 kN.m   | 0 kN/m <sup>2</sup> | 73,545 kN  | 26087,5 kN/m <sup>2</sup> | -15985 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e o esforço axial de compressão



## 9 - Verificação da protensão adotada

M: momento calculado

$\sigma_i$ : tensão admissível nas fibras superiores

W<sub>i</sub>: módulo resistente a flexão nas fibras inferiores = 0,13439 m<sup>3</sup>

K<sub>i</sub>: distância nuclear para as fibras inferiores = 0,10926 m

e<sub>p2</sub>: excentricidade da força de protensão em relação ao CG = 0,67913 m

### 9.1 - Carregamento quase-permanente (CQP)

|                                                    |                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Utilizando estado limite de descompressão:         | $\sigma_t = 0$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                    | M = 1190,35 kN.m                 |
| Força de protensão necessária (P <sub>cqp</sub> ): | P <sub>cqp</sub> = 1509,85 kN    |

### 9.2 - Carregamento frequente

|                                                        |                                        |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Utilizando estado limite de abertura de fissuras:      | $\sigma_t =$ kN/m <sup>2</sup>         |
|                                                        | M = kN.m                               |
| Utilizando estado limite de formação de fissuras:      | $\sigma_t = 2246,97$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                        | M = 1376,67 kN.m                       |
| Utilizando estado limite de descompressão:             | $\sigma_t =$ kN/m <sup>2</sup>         |
|                                                        | M = 1376,67 kN.m                       |
| Força de protensão necessária (P <sub>cf</sub> ) para: |                                        |
| protensão parcial                                      | protensão limitada                     |
| P <sub>cf</sub> = 0 kN                                 | P <sub>cf</sub> = 1363,15 kN           |
|                                                        | protensão completa                     |
|                                                        | P <sub>cf</sub> = 1746,17 kN           |

### 9.3 - Carregamento raro ou excepcional

|                                                   |                                        |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Utilizando estado limite de formação de fissuras: | $\sigma_t = 2246,97$ kN/m <sup>2</sup> |
|                                                   | M = 1842,45 kN.m                       |
| Força de protensão necessária (P <sub>cr</sub> ): | P <sub>cr</sub> = 1953,95 kN           |

### 9.4 - Força de protensão necessária adotada:

P<sub>a</sub> = 1509,85 kN



### 9.5 - perdas lentas de protensão

Ecs = deformação de retração no concreto após estabilização -0,0002 m/m  
 $\sigma_{c,pig}$  = tensão no concreto na posição da resultante da armadura de protensão -4959,3 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{pi}$  = tensão na armadura devido a protensão após perdas imediatas 1253985 kN/m<sup>2</sup>  
 $A_p$  = área das armaduras de protensão 0,00168 m<sup>2</sup>  
 $A_c$  = área da seção 1,23 m<sup>2</sup>  
 Valor de protensão após todas as perdas imediatas 2106,69 kN

$$\Delta\sigma = -128612 \text{ kN/m}^2 \quad \Delta P \text{ total} = 216,068 \text{ kN}$$

$$\text{Perda lenta total} = 9,17216 \%$$

A perda total é de 19,7 %, sendo a força final de protensão na seção no meio do vão após todas as perdas 1890,63 kN e a protensão necessária 1509,85 kN

**Protensão suficiente : força após perdas atende à necessária**

### 9.6 - Efeito das perdas lentas (alívio de 9,17% da protensão na seção composta)

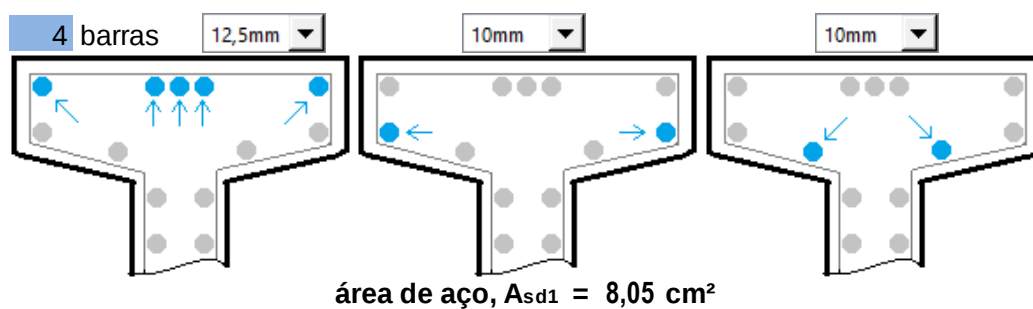
| seção    | solicitações   |                           |          | tensões nas faces *       |                           |
|----------|----------------|---------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|
|          | momento fletor | axial *                   | cortante | face inferior             | face superior             |
| 0 (0m)   | 73,6311 kN.m   | 151,078 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 586,423 kN/m <sup>2</sup> | 103,197 kN/m <sup>2</sup> |
| 1 (1,5m) | 114,516 kN.m   | 151,078 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 828,153 kN/m <sup>2</sup> | 76,611 kN/m <sup>2</sup>  |
| 2 (3m)   | 144,203 kN.m   | 175,665 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 1248,67 kN/m <sup>2</sup> | 121,464 kN/m <sup>2</sup> |
| 3 (4,5m) | 146,738 kN.m   | 175,665 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 1267,53 kN/m <sup>2</sup> | 120,511 kN/m <sup>2</sup> |
| 4 (6m)   | 146,738 kN.m   | 175,665 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 1267,53 kN/m <sup>2</sup> | 120,511 kN/m <sup>2</sup> |
| 5 (7,5m) | 146,738 kN.m   | 175,665 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN     | 1267,53 kN/m <sup>2</sup> | 120,511 kN/m <sup>2</sup> |

\*negativo para compressão, positivo para tração

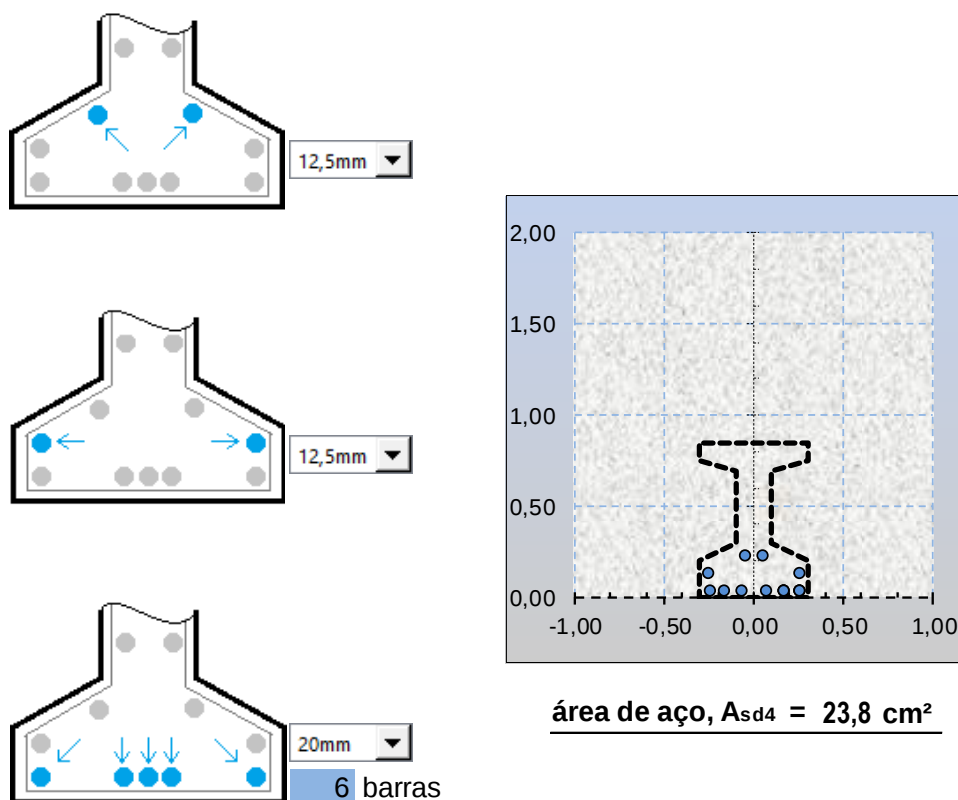


## 10 - Definição da armadura longitudinal

### 10.1 - Armadura longitudinal superior



### 10.2 - Armadura longitudinal inferior

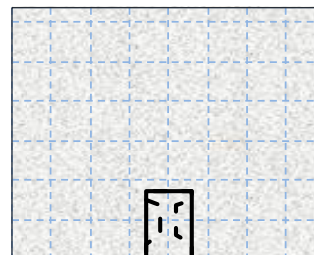




## 11 - Verificações do estado em vazio (etapa construtiva 0)

### 11.1 - Tensões no concreto

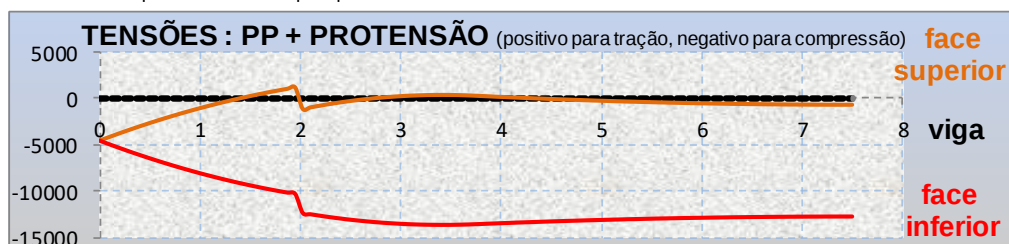
$$\begin{aligned} &\text{protensão com perdas imediatas (6.1)} \times 1,1 \\ &+ \\ &\text{peso próprio da viga (6.2)} \times 1 \end{aligned}$$



| seção | solicitações   |                           |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | axial**                   | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 4E-12 kN.m     | -4543,9 kN/m <sup>2</sup> | 68,4493 kN | -4543,9 kN/m <sup>2</sup> | -4543,9 kN/m <sup>2</sup> |
| 1     | -349,89 kN.m   | -4543,9 kN/m <sup>2</sup> | 49,6877 kN | -9386,6 kN/m <sup>2</sup> | 298,898 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | -424,66 kN.m   | -7196,8 kN/m <sup>2</sup> | 35,5367 kN | -13550 kN/m <sup>2</sup>  | 286,397 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | -407,42 kN.m   | -7196,8 kN/m <sup>2</sup> | 23,6912 kN | -13292 kN/m <sup>2</sup>  | -17,357 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | -380,77 kN.m   | -7196,8 kN/m <sup>2</sup> | 11,8456 kN | -12894 kN/m <sup>2</sup>  | -487,02 kN/m <sup>2</sup> |
| 5     | -371,88 kN.m   | -7196,8 kN/m <sup>2</sup> | 0 kN       | -12761 kN/m <sup>2</sup>  | -643,57 kN/m <sup>2</sup> |

\*resultantes da combinação de momento fletor e a tensão de compressão causada pela protensão (Axial\*\*)

\*\*tensão de compressão causada pela protensão



Maior compressão : 13,7 Mpa

Maior tração : 1,23 Mpa

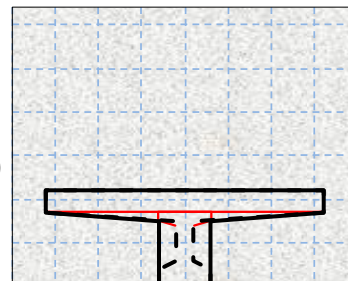
*sem esforços trativos acima da resistência à tração do concreto : armadura mínima suficiente*



### 13 - Verificações ao estado limite último (ELU)

#### 13.1 - Tensões no concreto

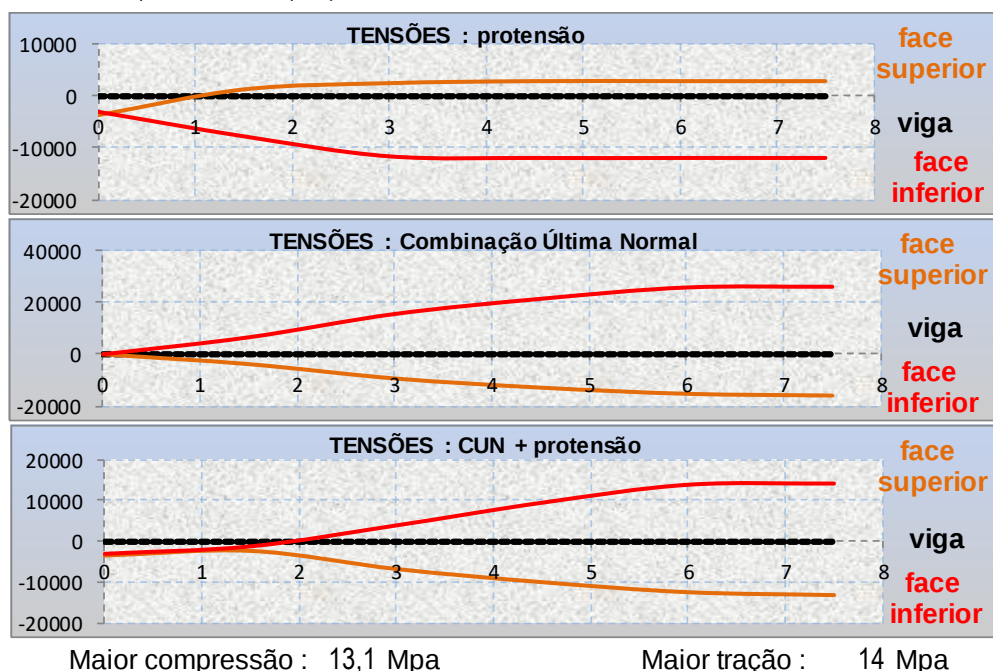
itens  $6.1 + 9.6 \times 0,9$  (protensão com perda total)  
+  
combinação última normal (8.5)  $\times 1$



| seção | solicitações   |                           |            | tensões nas faces         |                           |
|-------|----------------|---------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
|       | momento fletor | axial**                   | cortante   | face inferior*            | face superior*            |
| 0     | 66,268 kN.m    | -3581,7 kN/m <sup>2</sup> | 1341,64 kN | -3189,9 kN/m <sup>2</sup> | -3624,8 kN/m <sup>2</sup> |
| 1     | 516,992 kN.m   | -3581,7 kN/m <sup>2</sup> | 362,729 kN | -1371,5 kN/m <sup>2</sup> | -2509,5 kN/m <sup>2</sup> |
| 2     | 1235,19 kN.m   | -5730,2 kN/m <sup>2</sup> | 514,25 kN  | 3742,97 kN/m <sup>2</sup> | -6841,7 kN/m <sup>2</sup> |
| 3     | 1807,66 kN.m   | -5730,2 kN/m <sup>2</sup> | 384,999 kN | 9281,99 kN/m <sup>2</sup> | -9990,5 kN/m <sup>2</sup> |
| 4     | 2265,79 kN.m   | -5730,2 kN/m <sup>2</sup> | 314,584 kN | 13658,4 kN/m <sup>2</sup> | -12381 kN/m <sup>2</sup>  |
| 5     | 2265,57 kN.m   | -5730,2 kN/m <sup>2</sup> | 73,545 kN  | 13956 kN/m <sup>2</sup>   | -13067 kN/m <sup>2</sup>  |

\*resultantes da combinação de momento fletor e a tensão de compressão causada pela protensão (Axial\*\*)

\*\*tensão de compressão causada pela protensão



#### 13.2 - Armadura longitudinal

A solicitação última sobre a armadura verificada se dá para esforços resultantes da diferença entre a combinação última normal (item 8.5) e os efeitos da protensão com perdas totais (item 6.2 + item 9.6), de modo que a armação é considerada suficiente se o momento resistente calculado  $M_{rd}$  é superior ao momento solicitante da combinação última



### 13.2.6 - Seção 5 (aos 7,5m, meio)

aço na porção inferior,  $A_{sd4} + A_{sd5} = A_{s,inf} = 0 \text{ m}^2 = 23,8 \text{ cm}^2$   
 distância entre o centróide de  $A_{s,inf}$  e a face inferior,  $d_1 = 0,07 \text{ m} = 6,89 \text{ cm}$   
 aço na porção superior,  $A_{sd1} + A_{sd2} + A_{sd3} = A_{s,sup} = 0 \text{ m}^2 = 8,05 \text{ cm}^2$   
 distância entre o centróide de  $A_{s,sup}$  e a face superior,  $d_2 = 0,33 \text{ m} = 32,5 \text{ cm}$   
 distância entre o centróide da seção e a face inferior,  $c = 0,81 \text{ m} = 80,9 \text{ cm}$   
 excentricidade da prot,  $e_p = 0,68 \text{ m} = 67,9 \text{ cm}$   
 separação entre os domínios de deformação 2 e 3,  $x_{2-3} = 0,27 \text{ m} = 26,7 \text{ cm}$   
 separação entre ruptura dúctil e frágil,  $x_{lim} = 0,46 \text{ m} = 46,4 \text{ cm}$   
 separação entre os domínios de deformação 3 e 4,  $x_{3-4} = 0,65 \text{ m} = 64,8 \text{ cm}$

*teste de domínio de deformação com hipótese  $T_{s,sup} = f_{yd}$*

$RC_{hipótese} = 2384,52 \text{ kN} \rightarrow$  seção retangular

$x' = 0,04 \text{ m} = 4,38 \text{ cm}$

$x' < d_2$  : considera-se armadura simples ( $T_{s,sup} = 0$ )

< recalculer para  $T_{s,sup} = 0$  >

$\epsilon_{s,sup} = 0$

$T_{s,sup} = 0 \text{ kN/m}^2 = 0 \text{ MPa}$

*recálculo conforme  $T_{s,sup}$  verificado*

$RC_{adotada} = 2734,53 \text{ kN} \rightarrow$  seção retangular

$x = 0,05 \text{ m} = 5,03 \text{ cm}$

$x < x_{2-3}$  : domínio 2

$d_c = 0 \text{ m} = 2,01 \text{ cm}$

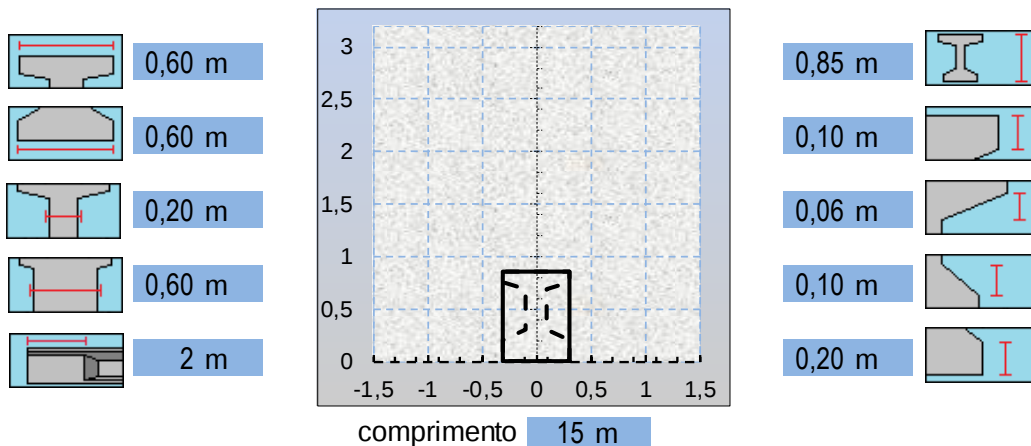
$M_{rd} = 2660,6 \text{ kN}$

**$M_{rd} = 2660,6 \text{ kN} \geq M_{sd} = 2627,05 \text{ kN}$**



## 14 - Armadura transversal

### Armadura transversal



aço  $f_{yk}$  : 50 kN/cm<sup>2</sup> ( 500MPa)      concreto  $f_{ck}$  : 35 Mpa

centróide da armadura frouxa : 7 cm (é o valor descontado da altura real para resultar na altura útil)

**PROTENSÃO :** 1 cabos de 12 cordoalhas de diâmetro 15,2 mm  
(somente para PÓS-tensão : necessário para calcular a redução na largura da alma em função do espaço ocupado pelas bainhas)

Esforço cortante de projeto (máximo, às cabeceiras),  $V_{sd}$  : 1039,44 kN

\*ângulo entre biela comprimida e eixo longitudinal ,  $\theta_f = 45^\circ$

\*força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_c = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot d$

\*força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{Rd} = 0,27(1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd} \cdot d \cdot \sin \theta_f \cdot \cos \theta_f$

\*armadura mínima,  $A_{s\_mín} = 0,2 \times 0,3 \times f_{ck}^{(2/3)} / f_{yd}$

### para o cisalhamento na alma

\* $V_{Rd}$  na alma,  $V_{Rd2} = V_{Rd} \cdot b_w$

\* $A_{s\_mín}$  na alma,  $A_{s\_mín1} = A_{s\_mín} \cdot b_w$

\* $V_c$  na alma,  $V_{c0} = V_c \cdot b_w$

\*cortante absorvido pela armadura,  $V_{sw} = V_{sd} - V_{c0}$



Seção aos **0** m (máximo, às cabeceiras)

### Cisalhamento da alma

Força cortante de projeto,  $V_d$  : **1039,44** kN  
 Força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{rd2}$  = 2524,3 kN  
 Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 418,756 kN  
 Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 620,68 kN



Armadura calculada = 20,3 cm<sup>2</sup>/m

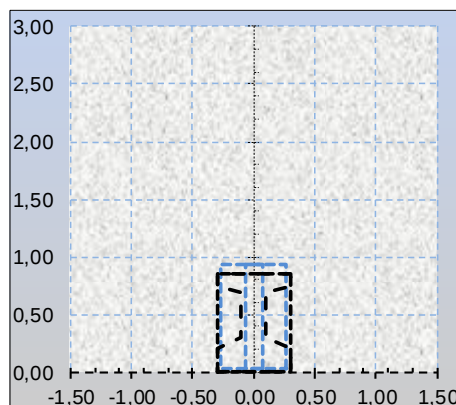
Armadura mínima = 8,23 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro **10 mm**

estribos B : diâmetro **8 mm**

espaçamento : **10** cm

**Armadura adotada = 25,8 cm<sup>2</sup>/m**



Seção aos **2** m

### Cisalhamento da alma

Força cortante de projeto,  $V_d$  : **490,3** kN  
 Força cortante resistente das diagonais comprimidas,  $V_{rd2}$  = 713,144 kN  
 Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 118,303 kN  
 Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 371,997 kN



Armadura calculada = 12,2 cm<sup>2</sup>/m

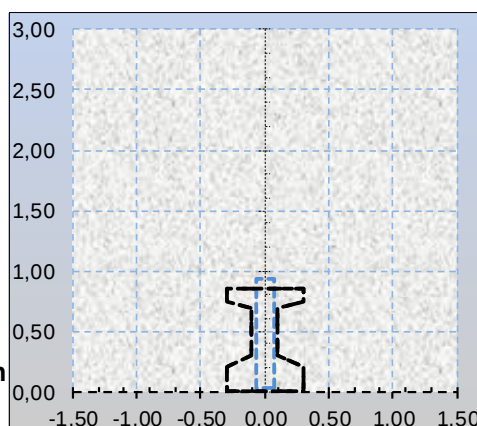
Armadura mínima = 2,33 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro **10 mm**

estribos B : diâmetro **nenhum**

espaçamento : **10** cm

**Armadura adotada = 15,7 cm<sup>2</sup>/m**





Seção aos 4 m

### Cisalhamento da alma



0,16 m

Força cortante de projeto,  $V_d$  : 441,27 kN

Força cortante resistente das diagonais comprimidas ,  $V_{rd2}$  = 713,144 kN

Força cortante absorvida por mecanismos adicionais,  $V_{co}$  = 118,303 kN

Força cortante absorvida pela armadura transversal,  $V_{sw}$  = 322,967 kN

Armadura calculada = 10,6 cm<sup>2</sup>/m

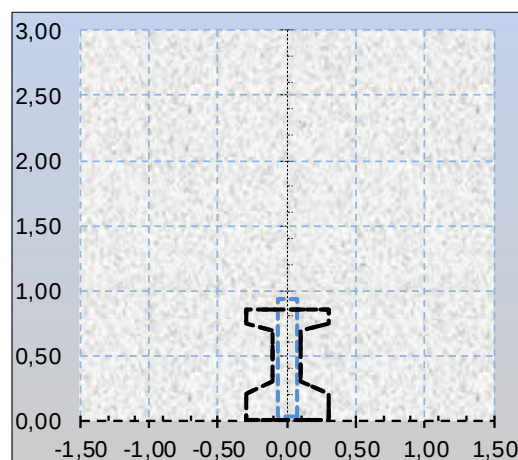
Armadura mínima = 2,33 cm<sup>2</sup>/m

estribos A : diâmetro

estribos B : diâmetro

espaçamento : 10 cm

Armadura adotada = 15,7 cm<sup>2</sup>/m





## - Armadura de pele

### 15.1 - Armadura de pele nos apoios

Armação necessária em cada face lateral: 5,1 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 4,25 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 28 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 8 barras com uma distância de 11 cm entre si  
ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 4 cm<sup>2</sup> de aço  
dos 4,3 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 16 barras.

### 15.2 - Armadura de pele no vão

Armação necessária em cada face lateral: 1,7 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 4,25 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 28 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 8 barras com uma distância de 12 cm entre si  
ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 4 cm<sup>2</sup> de aço  
dos 1,7 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 16 barras.

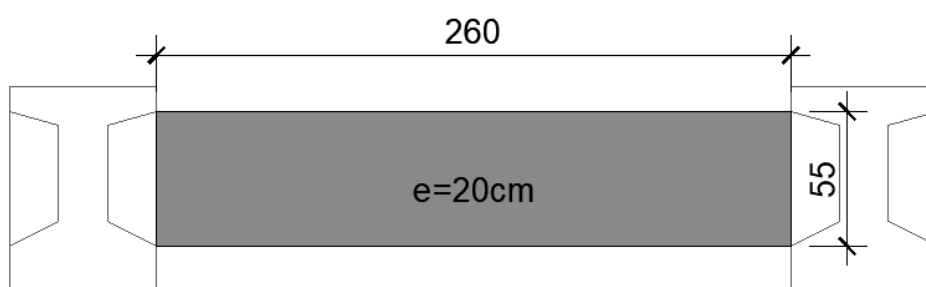


b) Transversinas de apoio

As transversinas serão em concreto armado, com resistência característica de 35MPa, fazendo a ligação entre as vigas com espessura de 20cm. Sua seção tipo e suas características são representadas abaixo.

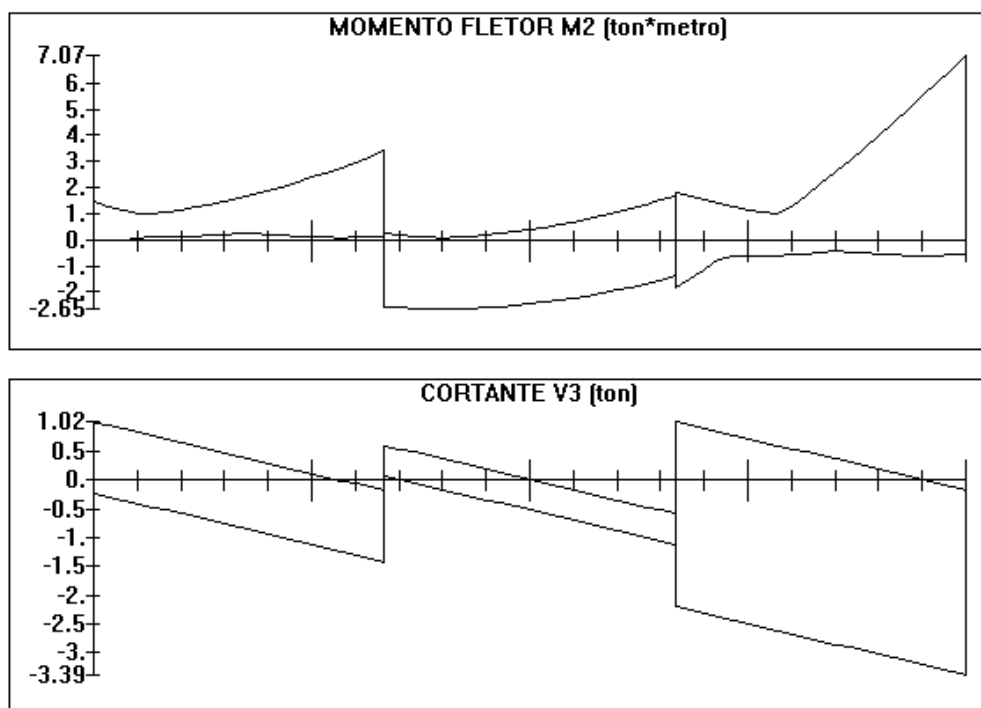
- Características geométricas

Figura 3.25 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 3.26 – Esforços nas transversinas.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **momentos fletore**

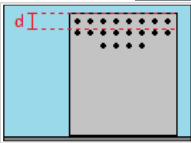
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : **7,07** tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = **0,05** m

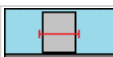
**Armação** **aço CA-50**

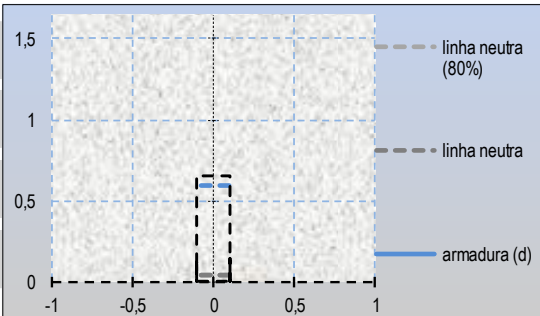
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 3 barras**      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : **190** MPa

**Geometria** **seção retangula**  fck do concreto : **35** Mpa

**0,2 m**  **0,65 m**



linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = **0,005 m<sup>4</sup>** , distância entre centróide e face comprimida = **0,325**

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = **6935,67 kN.cm** , **7,07 tf.m** , **69,3567 kN.m**

área de aço (As) = **3,68 cm<sup>2</sup>** ( mínima = **1,95 cm<sup>2</sup>** )      resistência do aço (Rsd) = **160,1 kN**

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = **4,71 cm** ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = **0 kN**

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = **0 kN.m**

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = **160,1 kN**

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = **92,95 kN.m**

momento último resistente M(u) = **92,946194 kN.m**



**Esforços** **momentos fletore** ▼

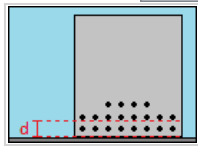
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 2,65 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :    tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :    tf.m

**Face tracionada** **inferior** ▼



Centro de Massa (d) = 0,05 m

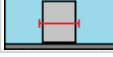
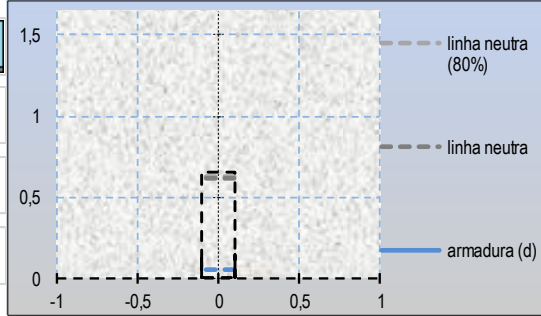
**Armação** **aço CA-50** ▼

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 3 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 35 Mpa

0,2 m    0,65 m

linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,005 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,325

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 2599,65 kN.cm , 2,65 tf.m , 25,9965 kN.m

área de aço (As) = 2,36 cm<sup>2</sup> ( mínima = 1,95 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 102,4 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,01 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 102,4 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 60,44 kN.m

momento último resistente M(u) = 60,436169 kN.m



### - Armaduras transversais

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 33,9 kN                  |
| largura da alma :          | 0,2 m                    |
| diâmetro do estribo :      | 8 mm                     |
| estribos por espaçamento : | 1                        |
| Vco :                      | 116 kN                   |
| Vrd2 :                     | 697 kN                   |
| armadura calculada :       | -3,48 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima :          | 2,95 cm <sup>2</sup> /m  |
| armadura empregada :       | 5,03 cm <sup>2</sup> /m  |
| espaçamento empregado :    | 20 cm                    |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                    |

### - Armaduras de pele

Armação necessária em cada face lateral: 1,3 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 3,25 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 18 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 4 barras com uma distância de 12 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 2,011 cm<sup>2</sup> de aço dos 1,3 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 8 barras.

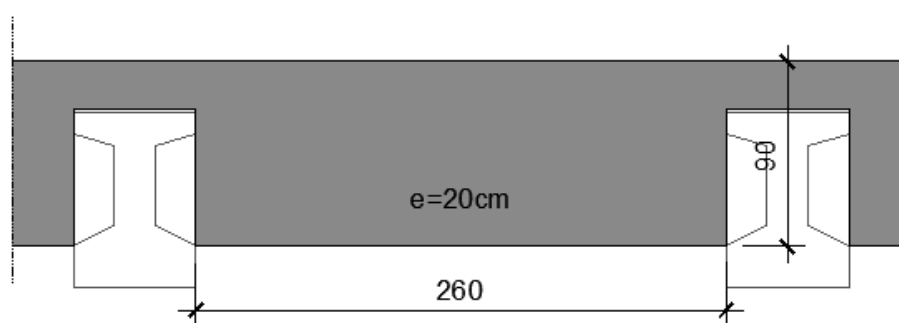


c) Transversinas – laje elástica

As transversinas serão em concreto armado, com resistência característica de 35MPa, fazendo a ligação entre as vigas com espessura de 20cm. Sua seção tipo e suas características são representadas abaixo.

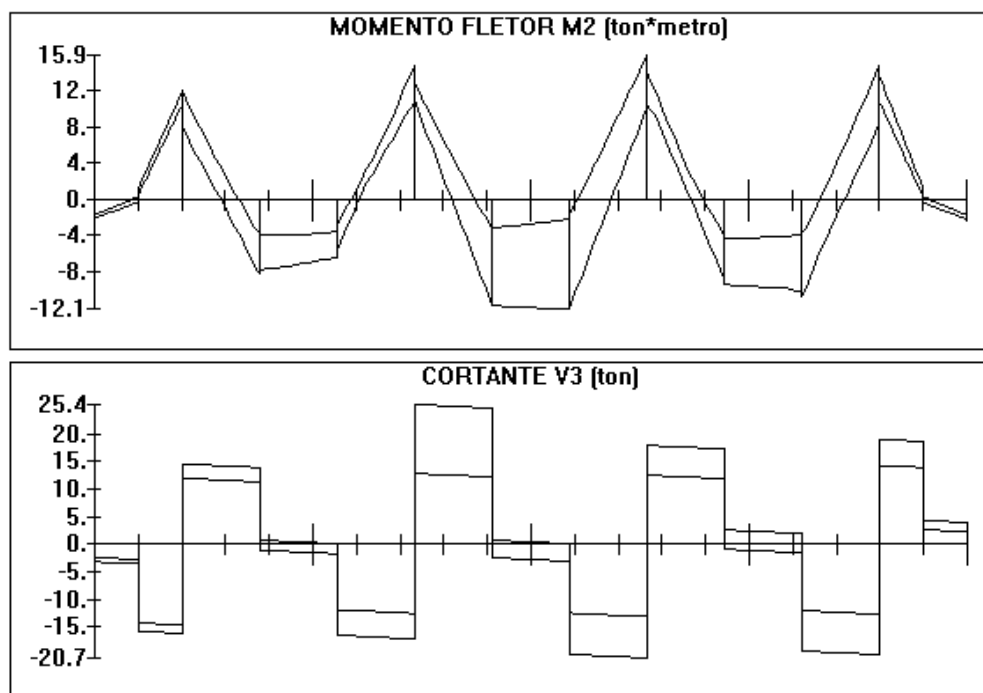
- Características geométricas

Figura 3.27 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 3.28 – Esforços nas transversinas.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **momentos fletore**

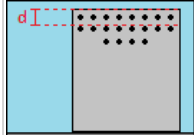
momentos fletore sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 15,9 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



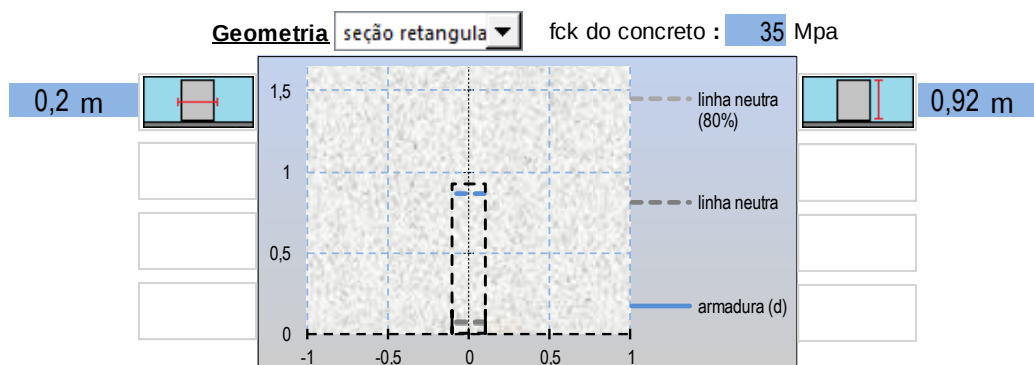
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação**  **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 3 barras      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,013 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,46                  |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                            |
| momento solicitante =                                               | 15597,9 kN.cm , 15,9 tf.m , 155,979 kN.m                                                   |
| área de aço (As) =                                                  | 6,03 cm <sup>2</sup> ( mínima = 2,76 cm <sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 262,3 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 7,71 cm ( seção retangular )                                                               |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                       |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) =        | 262,3 kN                                                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = | 219 kN.m                                                                                   |
| momento último resistente M(u) =                                    | 219,02109 kN.m                                                                             |



**Esforços** **momentos fletore**

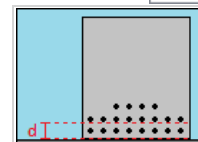
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 12,1 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

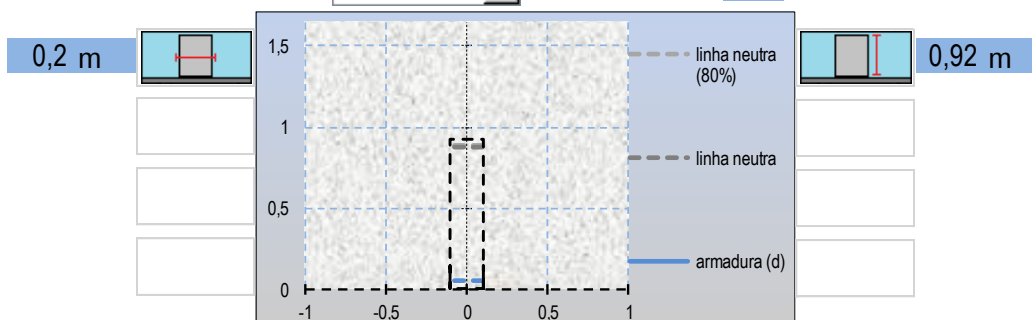
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 3 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,013 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,46

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 11870,1 kN.cm , 12,1 tf.m , 118,701 kN.m

área de aço (As) = 3,68 cm<sup>2</sup> ( mínima = 2,76 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 160,1 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 4,71 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 160,1 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 136,2 kN.m

momento último resistente M(u) = 136,16444 kN.m



### - Armaduras transversais

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 254 kN                  |
| largura da alma :          | 0,2 m                   |
| diâmetro do estribo :      | 8 mm                    |
| estribos por espaçamento : | 1                       |
| Vco :                      | 166 kN                  |
| Vrd2 :                     | 998 kN                  |
| armadura calculada :       | 2,62 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima :          | 2,95 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura empregada :       | 5,03 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado :    | 20 cm                   |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                   |

### - Armaduras de pele

Armação necessária em cada face lateral: 1,3 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 3,25 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 18 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 4 barras com uma distância de 12 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 2,011 cm<sup>2</sup> de aço dos 1,3 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 8 barras.

- e) Lajes
- c) Laje de transição

A laje de transição será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, com resistência característica de 35Mpa. Suas características representadas abaixo.



- Características geométricas

Comprimento da laje: 4,00m

Largura da laje: 11,10m

Espessura da laje: 0,30m

Figura 3.29 - CUN Longitudinal – Tensão em X(face superior).

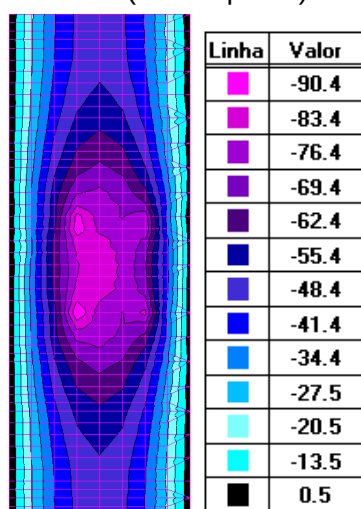


Figura 3.30 - CUN Longitudinal – Tensão em X(face inferior).

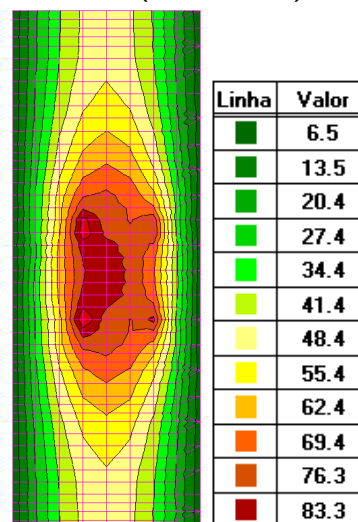


Figura 3.31 - CUN Transversal - Tensão em Y (face superior).

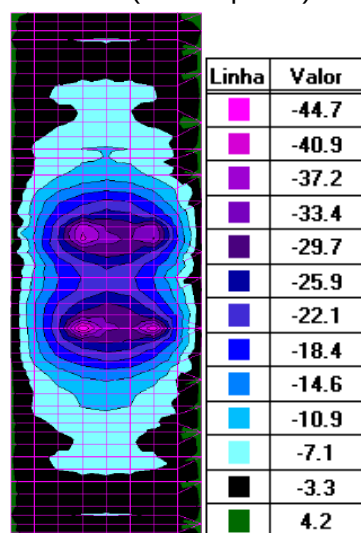
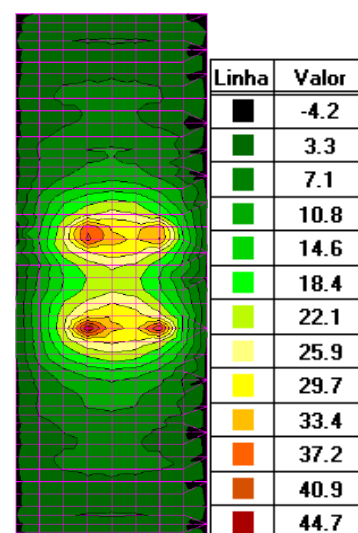


Figura 3.32 - CUN Transversal - Tensão em Y (face inferior).





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **tensões**

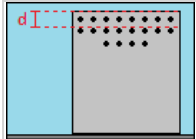
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 10 barras      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

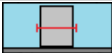
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

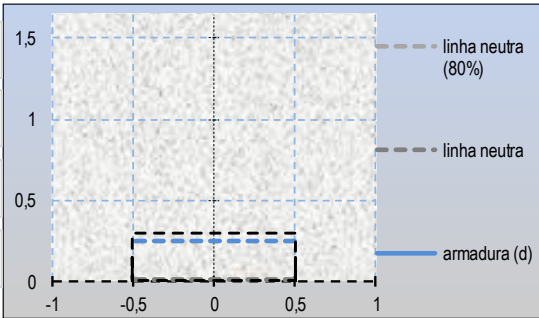
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  MPa

**Geometria** **seção retangula**

fck do concreto :  Mpa

1 m





0,3 m



linha neutra (80%)

linha neutra

armadura (d)

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                  |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| momento de inércia = $0,002 \text{ m}^4$                                             | distância entre centróide e face comprimida = 0,15 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                       |                                                    |
| momento solicitante = 0 kN.cm                                                        | 0 tf.m , 0 kN.m                                    |
| área de aço ( $A_s$ ) = 5,03 cm <sup>2</sup> (mínima = 4,5 cm <sup>2</sup> )         | resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 218,5 kN         |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,5 cm (seção retangular)   |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN             |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m    |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) = 218,5 kN          |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) = 53,76 kN.m |                                                    |
| momento último resistente $M(u)$ = 53,762367 kN.m                                    |                                                    |

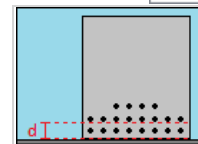


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 83,3 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

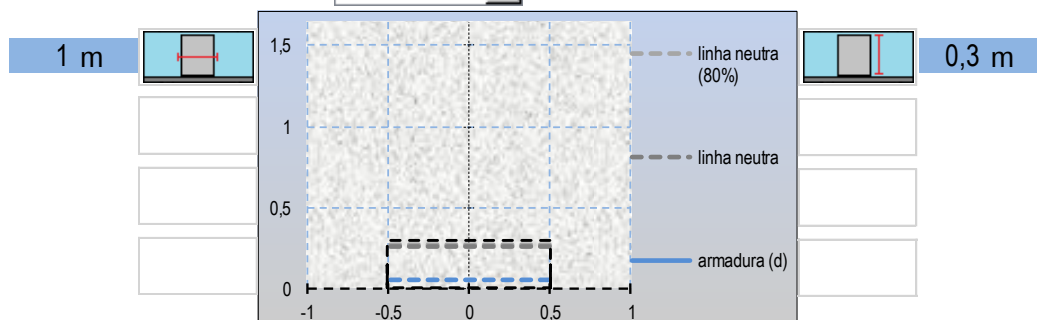
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 10 barras**      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 30 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

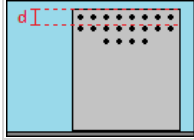
#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 12257,595 kN.cm , 12,5 tf.m , 122,57595 kN.m  
 área de aço (As) = 12,3 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,66 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 533,6 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 124,2 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 124,24086 kN.m

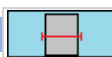
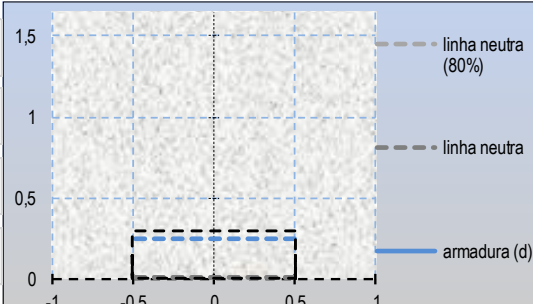


## - Armaduras transversais

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 4,2 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 10 barras    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra    Ø 12,5mm : 0 barra    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m  0,3 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

verificação ao estado limite útil (ELU)  
momento solicitante = 618,03 kN.cm , 0,63 tf.m , 6,1803 kN.m  
área de aço (As) = 5,03 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )    resistência do aço (Rsd) = 218,5 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,5 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 218,5 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 53,76 kN.m  
momento último resistente M(u) = 53,762367 kN.m

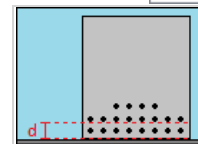


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 44,7 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

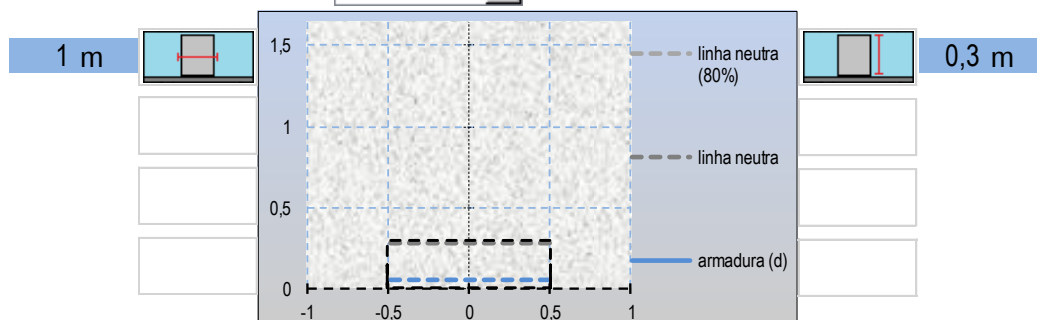
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 8 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 30 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,002 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,15

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 6577,605 kN.cm , 6,71 tf.m , 65,77605 kN.m  
 área de aço (As) = 6,28 cm<sup>2</sup> ( mínima = 4,5 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 273,2 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,87 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 273,2 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 66,25 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 66,24687 kN.m



d) Laje principal

A laje principal será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, sob placas pré-moldadas, com resistência característica de 35Mpa. Sua seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas

Comprimento da laje: 81,50cm

Largura da laje: 12,00m

Espessura da laje: variável 0,25m e 0,29m

- Esforços:

Figura 3.33 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

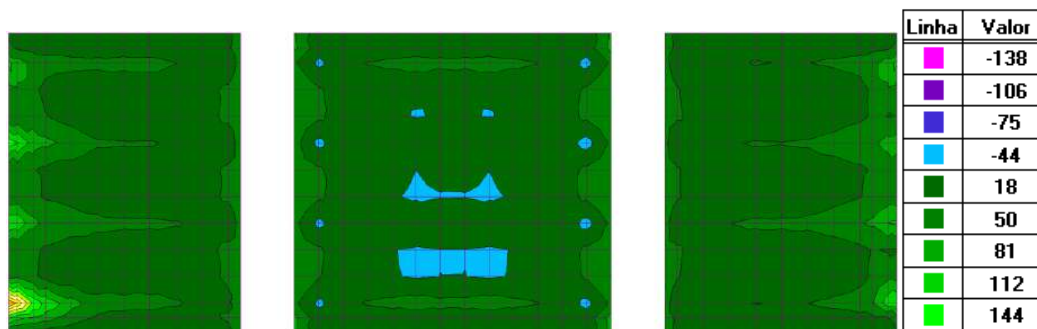
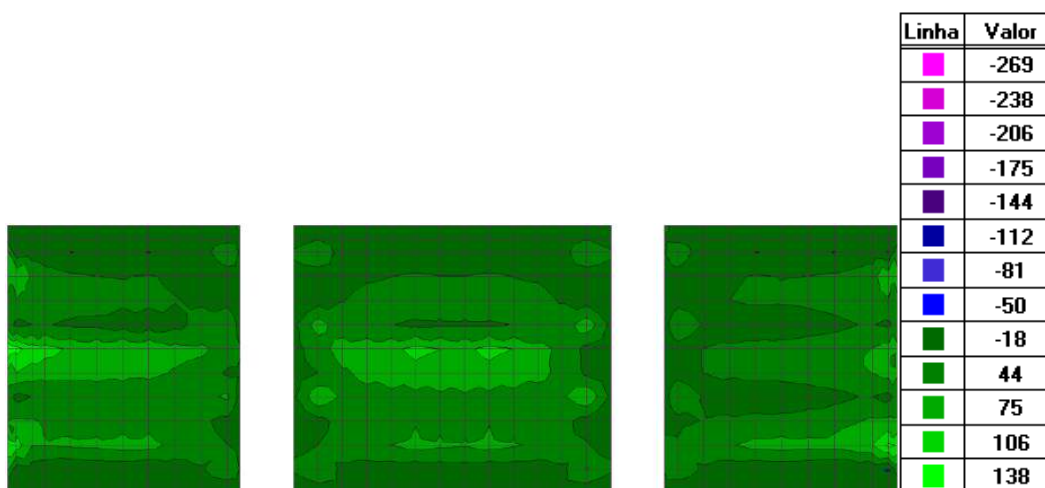


Figura 3.34 - CUN Transversal - Tensão na face inferior





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **tensões**

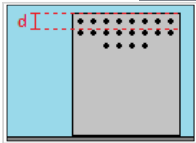
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



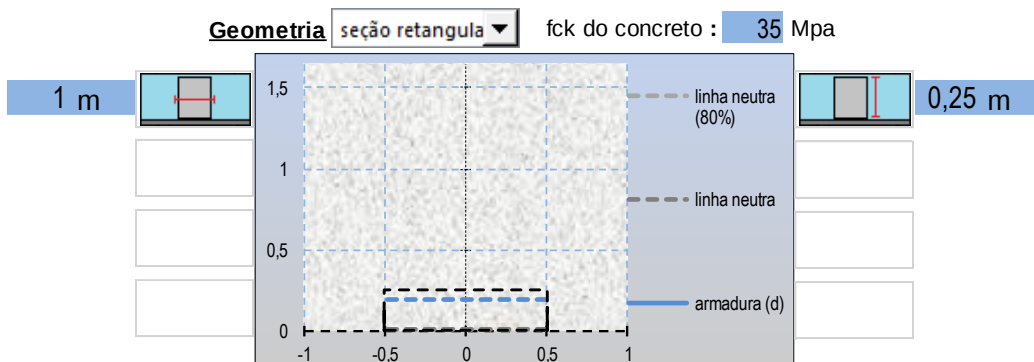
Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 7 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) :  MPa



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,001 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125                   |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                              |
| momento solicitante =                                               | 0 kN.cm , 0 tf.m , 0 kN.m                                                                    |
| área de aço (As) =                                                  | 5,5 cm <sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 239 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 1,41 cm ( seção retangular )                                                                 |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                         |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                       |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 239 kN                                                                                       |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 45,03 kN.m                                                                                   |
| momento último resistente M(u) =                                    | 45,028231 kN.m                                                                               |



## - Armaduras transversais superiores

**Esforços** **tensões**

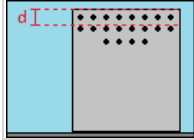
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 144 kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 10 barras      Ø 20mm : 0 barra

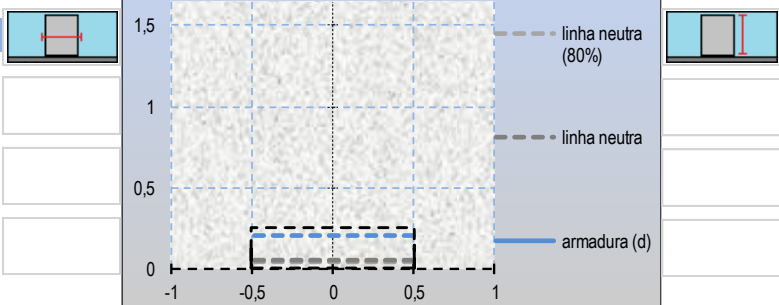
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa

1 m      0,25 m



### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 14715 kN.cm , 15 tf.m , 147,15 kN.m

área de aço (As) = 20,1 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 874,2 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 5,14 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 874,2 kN

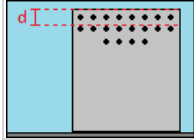
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 160,4 kN.m

momento último resistente M(u) = 160,35214 kN.m

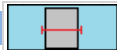
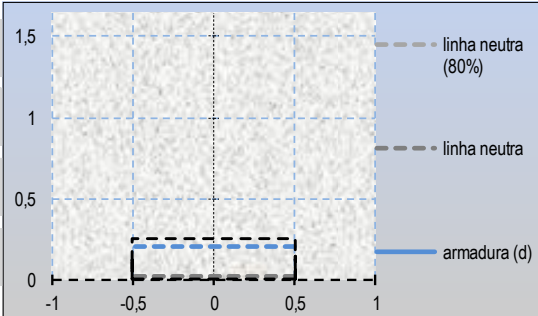


## - Armaduras transversais inferiores (balanços)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 44 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,04 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 10 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 35 Mpa  
1 m  0,25 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

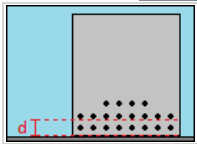
momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,125

verificação ao estado limite útil (ELU)  
momento solicitante = 4496,25 kN.cm , 4,58 tf.m , 44,9625 kN.m  
área de aço (As) = 7,85 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,75 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 341,5 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,01 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 341,5 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 68,97 kN.m  
momento último resistente M(u) = 68,966576 kN.m

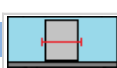
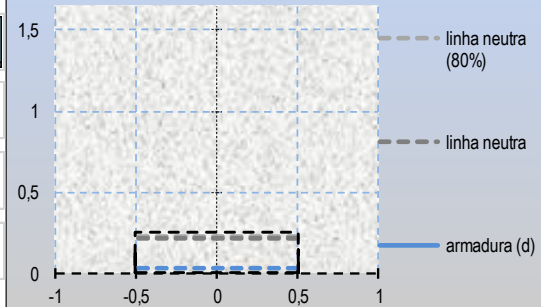


- Armaduras transversais (incorporadas nas pré-lajes)

**Esforços** tensões  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 106 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior  
  
Centro de Massa (d) = 0,03 m

**Armação** aço CA-50  
Ø 8mm : 0 barra    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra    Ø 12,5mm : 10 barras    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular    fck do concreto : 35 Mpa  
1 m        0,25 m  


| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,001 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,125 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                     |
| momento solicitante = 10831,875 kN.cm                                               | 11 tf.m , 108,31875 kN.m                            |
| área de aço (As) = 12,3 cm <sup>2</sup> (mínima = 3,75 cm <sup>2</sup> )            | resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN                 |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,14 cm (seção retangular) |                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                     |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                     |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 533,6 kN                |                                                     |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 109,4 kN.m       |                                                     |
| momento último resistente M(u) = 109,35052 kN.m                                     |                                                     |



e) Laje elástica

A laje principal será em concreto armado, com seção maciça e moldada in loco, sob placas pré-moldadas, com resistência característica de 35Mpa. Sua seção tipo e suas características representadas abaixo.

- Características geométricas

Comprimento da laje: 12,00cm

Largura da laje: 2,00m

Espessura da laje: variável 0,23m e 0,29m

- Esforços:

Figura 3.35 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

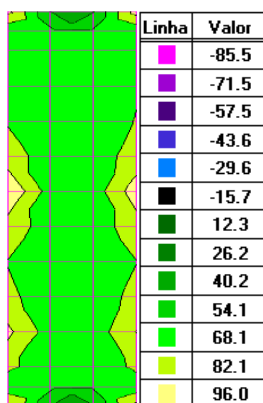


Figura 3.36 - CUN Transversal - Tensão na face inferior.

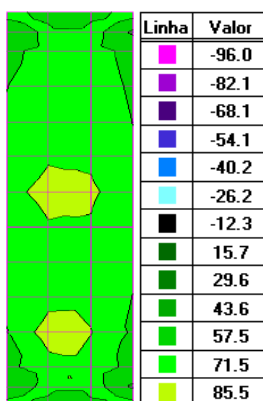




Figura 3.37 - CUN Transversal - Tensão na face superior.

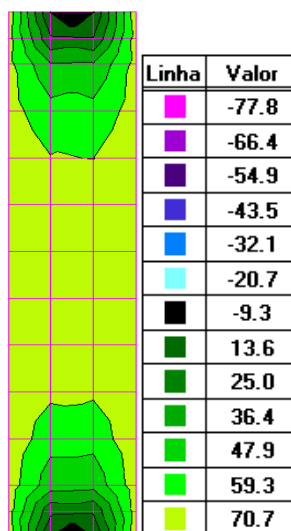
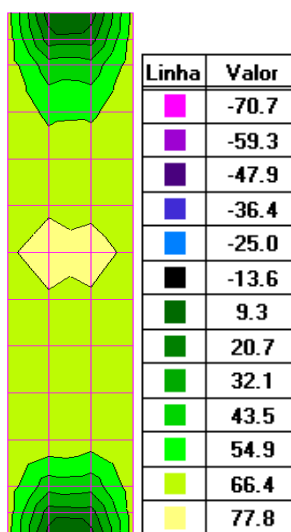


Figura 3.38 - CUN Transversal - Tensão na face inferior.





• Dimensionamento:

**Esforços**

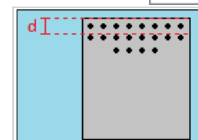
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 96 kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 7 barras

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

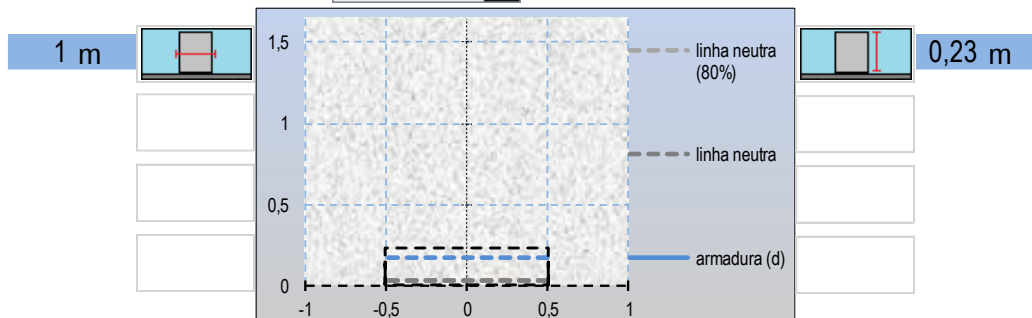
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria**

fck do concreto : 35 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 8303,184 kN.cm , 8,46 tf.m , 83,03184 kN.m

área de aço (As) = 14,1 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> ) resistência do aço (Rsd) = 611,9 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,6 cm ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 611,9 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 93,99 kN.m

momento último resistente M(u) = 93,993124 kN.m

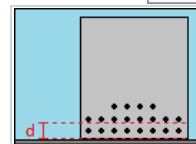


**Esforços** **tensões**

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 85,5 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

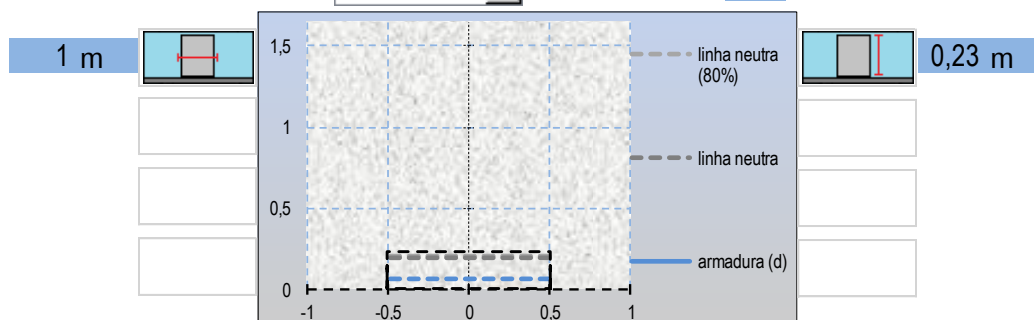
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      **Ø 12,5mm : 10 barras**      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 7395,02325 kN.cm , 7,54 tf.m , 73,950233 kN.m  
 área de aço (As) = 12,3 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3,45 cm<sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 533,6 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 3,14 cm ( seção retangular )  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 533,6 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 84,81 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 84,806825 kN.m

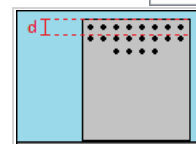


**Esforços** tensões

tensões sobre a face tracionada

- \* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 70,7 kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>
- \* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** superior



Centro de Massa (d) = 0,04 m

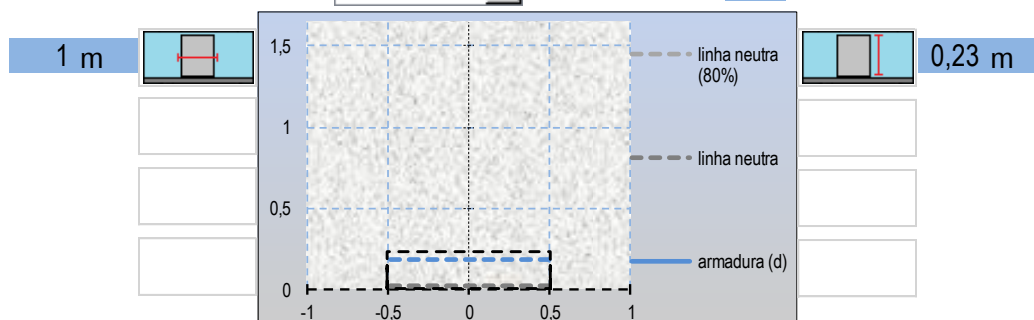
**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 8 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular

fck do concreto : 35 Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,115

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 6114,94905 kN.cm , 6,23 tf.m , 61,149491 kN.m  
 área de aço (As) = 9,82 cm<sup>2</sup> (mínima = 3,45 cm<sup>2</sup>)      resistência do aço (Rsd) = 426,8 kN  
 distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,51 cm (seção retangular)  
 resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
 resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 426,8 kN  
 momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 75,75 kN.m  
 momento último resistente M(u) = 75,746763 kN.m



**Esforços** **tensões**

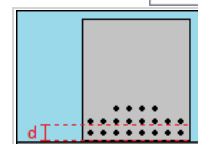
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : **77,8** kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  kgf/cm<sup>2</sup>

\* para a CARGA PERMANENTE :  kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = **0,04** m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 0 barra

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

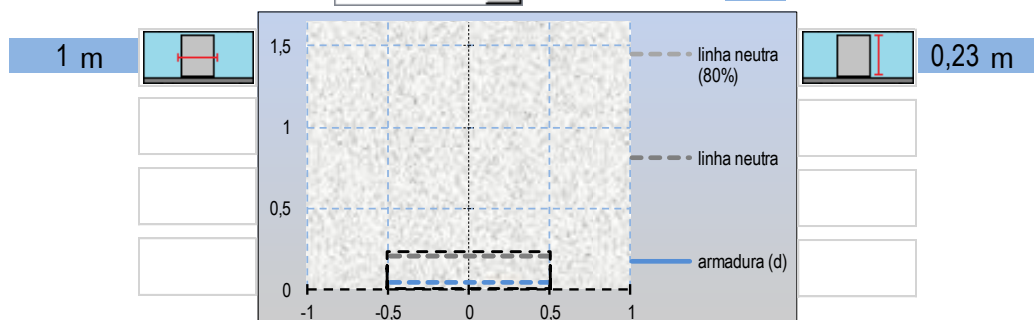
**Ø 12,5mm : 8 barras**

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : **190** MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : **35** Mpa



#### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = **0,001 m<sup>4</sup>** , distância entre centróide e face comprimida = **0,115**

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = **6729,0387 kN.cm** , **6,86 tf.m** , **67,290387 kN.m**

área de aço (As) = **9,82 cm<sup>2</sup>** ( mínima = **3,45 cm<sup>2</sup>** ) resistência do aço (Rsd) = **426,8 kN**

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = **2,51 cm** ( seção retangular )

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = **0 kN**

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = **0 kN.m**

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = **426,8 kN**

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = **75,75 kN.m**

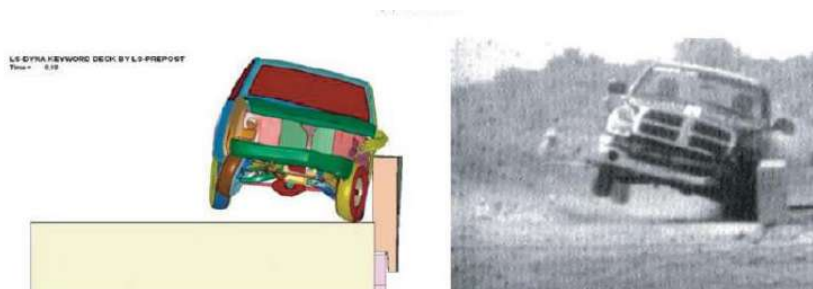
momento último resistente M(u) = **75,746763 kN.m**



f) Guarda Rodas

O dimensionamento do guarda rodas segue a norma 7188/2013 – impacto em barreiras:

Figura 3.39 - Simulação de impacto em barreiras.



Para a análise matricial foi utilizado um modelo computacional em elementos finitos sólidos, conforme figura abaixo:

Figura 3.40 - Modelos 3D e computacional do Guarda Rodas.

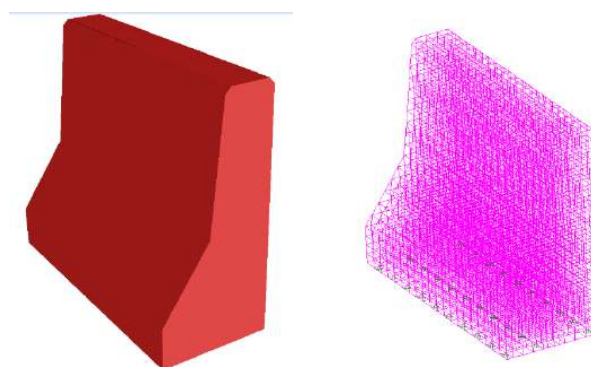
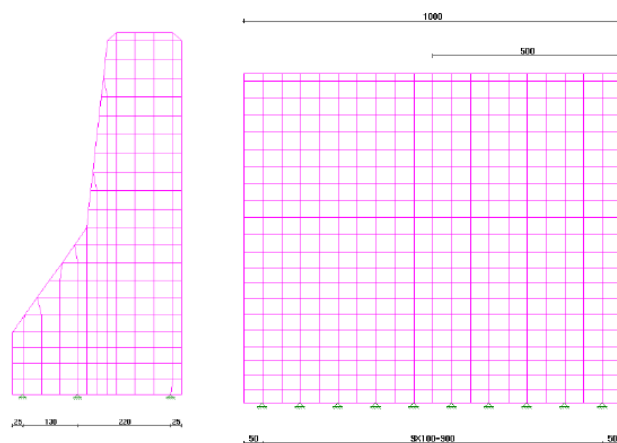




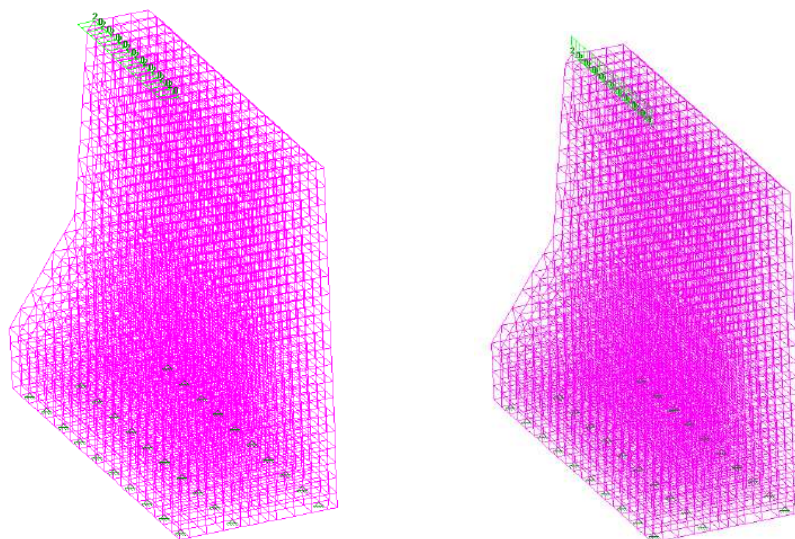
Figura 3.41 - Reação máxima do guarda rodas.



O elemento deve ser dimensionado para uma carga horizontal perpendicular à direção do tráfego de 100kN e carga vertical concomitante de 100kN.

A ação é aplicada em um comprimento de 50cm., no topo do elemento, admitindo-se distribuição espacial a 45°.

Figura 3.42 - Cargas aplicadas para o dimensionamento do Guarda Rodas.





- Resultados:

Figura 3.43 - Reações máximas na posição 1 = -20,1tf.

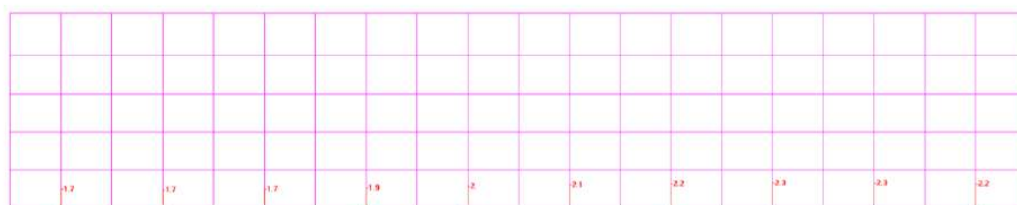


Figura 3.44 - Reações máxima na posição 2 = -2,026tf.

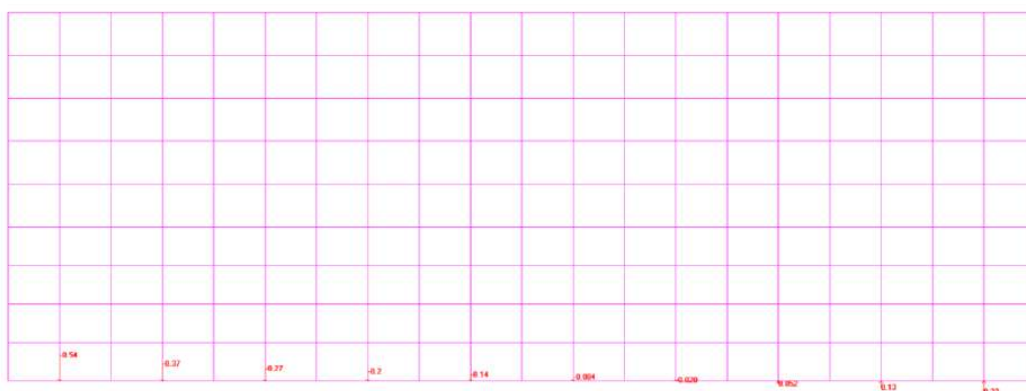
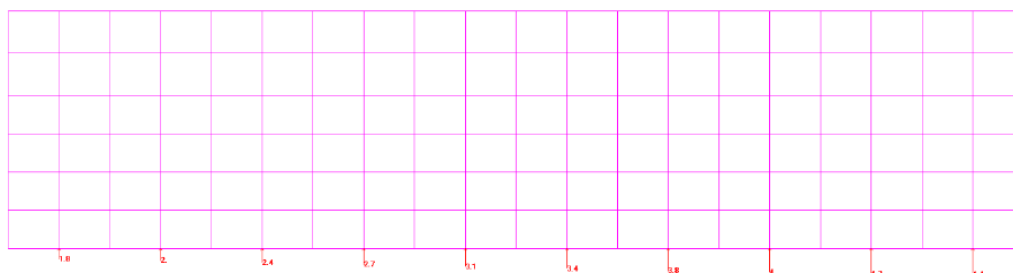
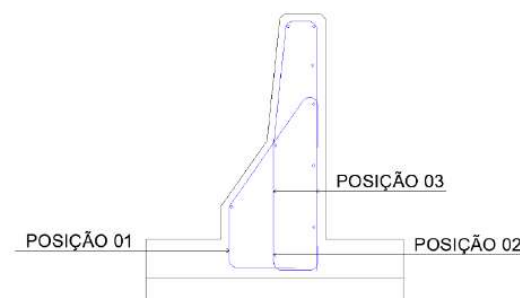


Figura 3.45 - Reações máximas na posição 3 = 31,2tf.





• Dimensionamento:



POSIÇÃO 01 (TRAÇÃO): RESULTANTE: 20,1 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 7 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 9,49            | 2,118628807        |
|                 | 8             | 0,502654825        | 15,30           | 1,313880896        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>10</b>     | <b>0,785398163</b> | <b>23,90</b>    | <b>0,840883774</b> |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 37,35           | 0,538165615        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 61,19           | 0,328470224        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 95,61           | 0,210220943        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 149,40          | 0,134541404        |

POSIÇÃO 02 (TRAÇÃO): RESULTANTE: 2,026 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 7 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 9,49            | 0,213549351        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>8</b>      | <b>0,502654825</b> | <b>15,30</b>    | <b>0,132433965</b> |
|                 | 10            | 0,785398163        | 23,90           | 0,084757738        |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 37,35           | 0,054244952        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 61,19           | 0,033108491        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 95,61           | 0,021189434        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 149,40          | 0,013561238        |

POSIÇÃO 03 (COMP.): RESULTANTE: 31,2 tf

NUMERO DE BARRAS POR METRO: 14 barras

|                 | Diâmetro (mm) | área               | Resultante (tf) | calc.              |
|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                 | 6,3           | 0,311724531        | 18,97           | 1,644308925        |
| <b>ADOTADO:</b> | <b>8</b>      | <b>0,502654825</b> | <b>30,60</b>    | <b>1,019728457</b> |
|                 | 10            | 0,785398163        | 47,81           | 0,652626212        |
|                 | 12,5          | 1,22718463         | 74,70           | 0,417680776        |
|                 | 16            | 2,010619298        | 122,39          | 0,254932114        |
|                 | 20            | 3,141592654        | 191,23          | 0,163156553        |
|                 | 25            | 4,908738521        | 298,79          | 0,104420194        |



### 3.5.2 Aparelhos de apoio

- Esforços:

Figura 3.46 – Carga normal.

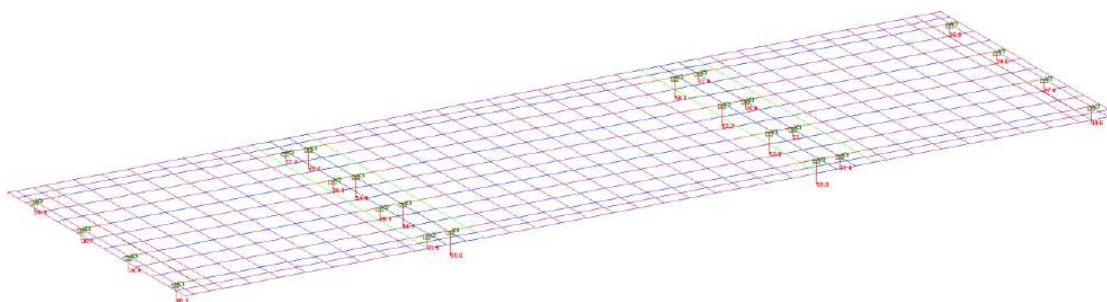


Figura 3.47 – Esforços longitudinais máximos.

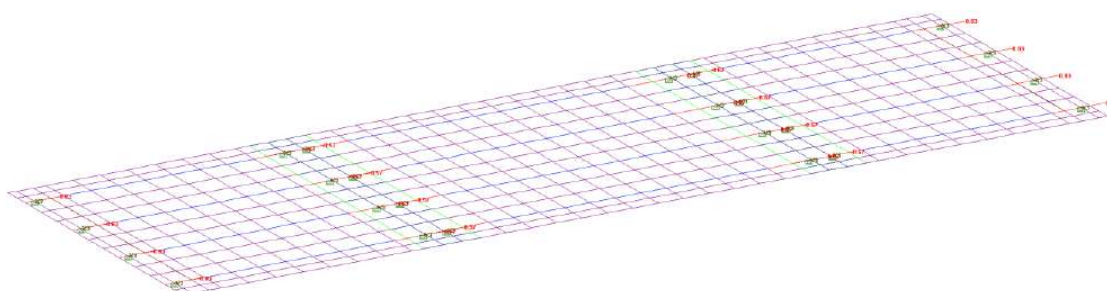
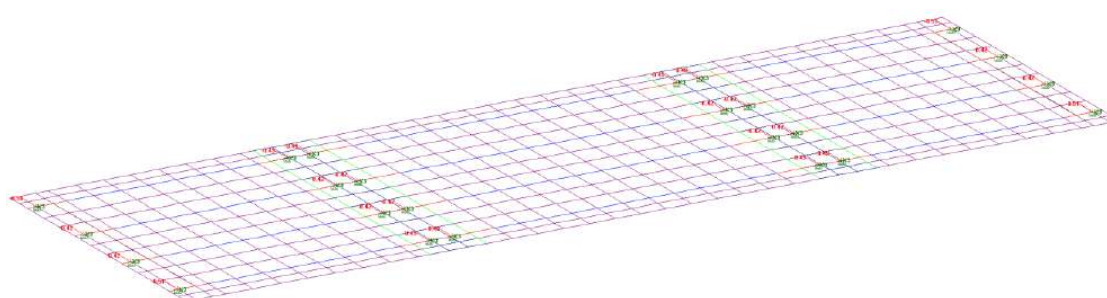


Figura 3.48 – Esforços transversais máximos.

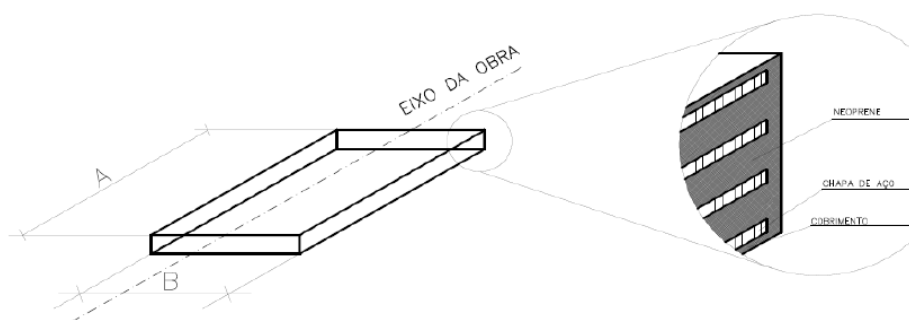




- Dimensionamento:

### CALCULO DO APARELHO DE APOIO

APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO



|                                                    |                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| Comprimento do aparelho (A):                       | 30 cm                            |
| Largura do aparelho (B):                           | 20 cm                            |
| Número de lâminas de neoprene:                     | 3 und.                           |
| Espessura de cada lâmina de neoprene:              | 8 mm                             |
| Número de chapas de aço:                           | 4 und.                           |
| Espessura de cada chapa de aço:                    | 3 mm                             |
| Cobrimento de neoprene:                            | 2,5 mm                           |
| Módulo de cisalhamento do neoprene (Gn):           | 10 kgf/cm <sup>2</sup>           |
| Carga vertical (N):                                | 59,6 tf                          |
| Esforço longitudinal máximo (frenagem):            | 0,83 tf                          |
| Esforço longitudinal máximo (ações longa duração): | 0,51 tf                          |
| Esforço transversal (T):                           | 0,8 tf                           |
| Rotação da viga no apoio (Ø):                      | 0,0012 rad                       |
| Tensão média do apoio:                             | 20 kgf/cm <sup>2</sup>           |
| Apoio sobre concreto                               | <input checked="" type="radio"/> |
| Apoio sobre aço                                    | <input type="radio"/>            |



a) Dimensões de cálculo do neoprene:

|      |                        |
|------|------------------------|
| a =  | 29,5 cm                |
| b =  | 19,5 cm                |
| A =  | 575,25 cm <sup>2</sup> |
| Hn = | 0,8 cm                 |
| n =  | 3                      |

b) Compressão simples

Tensão média atuante ( $\sigma_c$ ) = 103,6071 kgf/cm<sup>2</sup> OK

Fator de forma de uma lâmina de neoprene: 7,4

Tensão de cisalhamento no elastômero ( $\tau_c$ ) = 21,00144 kgf/cm<sup>2</sup> OK

c) Esforços longitudinais

Tensão de cisalhamento de longa duração ( $\tau_{ld}$ ) = 0,886571 kgf/cm<sup>2</sup> OK

Tensão de cisalhamento de frenagem ( $\tau_{din}$ ) = 1,442851 kgf/cm<sup>2</sup>

1  $\tau_{ld}$  + 0,5  $\tau_{din}$  < 7: (70% do módulo de cisalhamento) 1,607997 kgf/cm<sup>2</sup> OK

d) Rotação imposta

$\tau_\alpha \leq 15 : (1,5G_n)$  4,1 kgf/cm<sup>2</sup> OK

e) Solicitações combinadas

$\tau_c + \tau_{ld} + 0,5 \tau_{din} + \tau_\alpha < 50: (5G_n)$  26,70944 kgf/cm<sup>2</sup> OK

f) Flambagem 8,125 OK

g) Segurança contra o deslizamento:

Coefficiente de atrito ( $\mu$ ) = 0,22

Força de deslizamento atuante ( $H_d$ ) = 948,736 kgf

Força de deslizamento resistente ( $H_{rd}$ ) = 2531,1 kgf OK

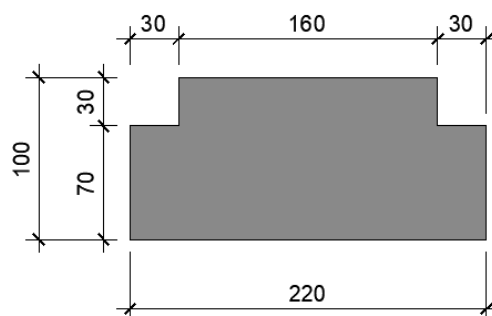


### 3.5.3 Mesoestrutura

#### 3.5.3.1 Travessa central

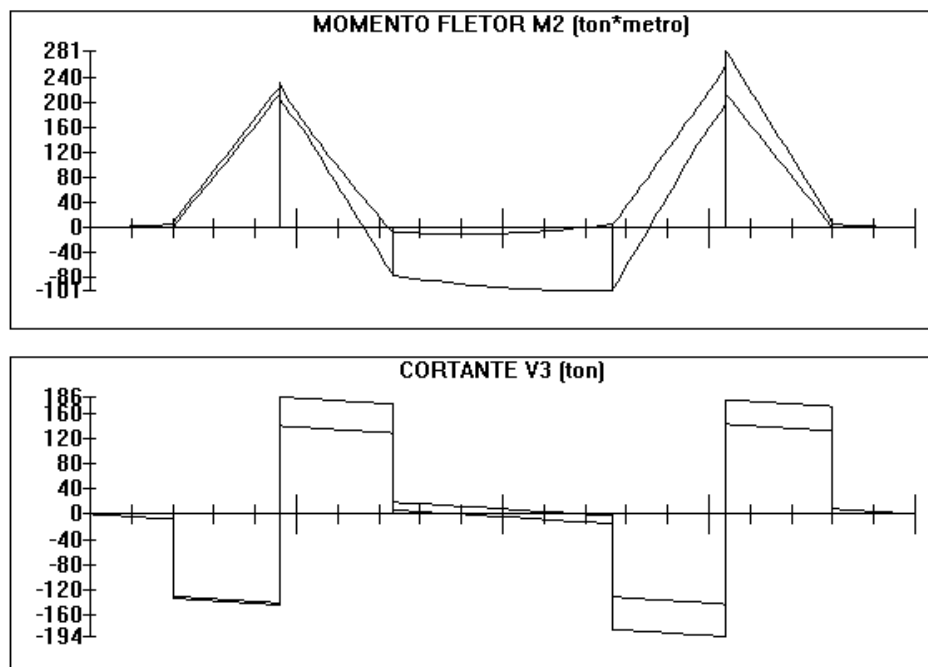
- Características geométricas

Figura 3.49 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 3.50 – Esforços na travessa central.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais

**Esforços** **momentos fletore**

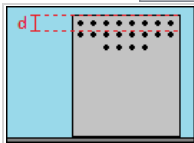
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : **281** tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



Centro de Massa (d) = 0,07 m

**Armação** **aço CA-50**

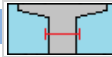
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

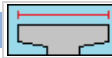
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      **Ø 25mm : 15 barras**

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : **175** MPa

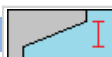
**Geometria** **seção tipo "I"**

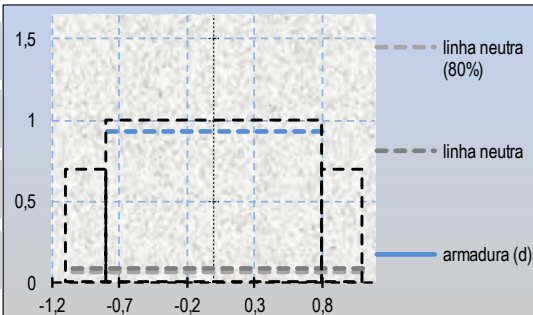
fck do concreto : **35** Mpa

1,6 m 

1,6 m 

0 m 

0 m 



1 m 

0 m 

0,7 m 

2,2 m 

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                 |                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia =                                                | 0,158 m <sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,4688119                 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                      |                                                                                                |
| momento solicitante =                                               | 275661 kN.cm , 281 tf.m , 2756,61 kN.m                                                         |
| área de aço (As) =                                                  | 73,6 cm <sup>2</sup> ( mínima = 30,3 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 3201 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) =            | 8,56 cm (0,8x<70+0/2 : retangular)                                                             |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) =        | 0 kN                                                                                           |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = | 0 kN.m                                                                                         |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) =         | 3201 kN                                                                                        |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) =  | 2876 kN.m                                                                                      |
| momento último resistente M(u) =                                    | <u>2875,6488 kN.m</u>                                                                          |



**Esforços** **momentos fletore**

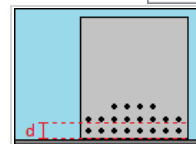
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 101 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

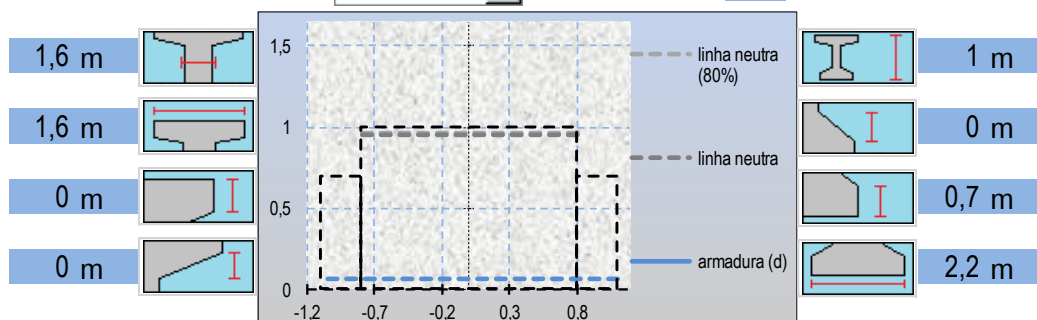
**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 16 barras      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção tipo "I"**

fck do concreto : 35 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia =  $0,158 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face comprimida = 0,5311881

verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 99081 kN.cm , 101 tf.m , 990,81 kN.m

área de aço ( $A_s$ ) = 32,2 cm<sup>2</sup> (mínima = 30,3 cm<sup>2</sup>) resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 1399 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 5,14 cm ( $0,8x > 0+0/2$  : seção T)

resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) = 1399 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) = 1288 kN.m

momento último resistente  $M(u)$  = 1288,0985 kN.m



### - Armadura de cisalhamento

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 1940 kN                 |
| largura da alma :          | 1,6 m                   |
| diâmetro do estribo :      | 12,5 mm                 |
| estribos por espaçamento : | 2                       |
| Vco : 1390 kN              | Vrd2: 8146 kN           |
| armadura calculada :       | 14 cm <sup>2</sup> /m   |
| armadura mínima :          | 21,3 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura empregada :       | 32,7 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado :    | 15 cm                   |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                   |

### - Armadura de pele

Armação necessária em cada face lateral: 16 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 30 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 10 barras com uma distância de 8 cm entre si ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 5,027 cm<sup>2</sup> de aço dos 5 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 20 barras.



### 3.5.3.2 Pilares nos apoios centrais

- Esforços:

Figura 3.51 – Momentos máximos em X.

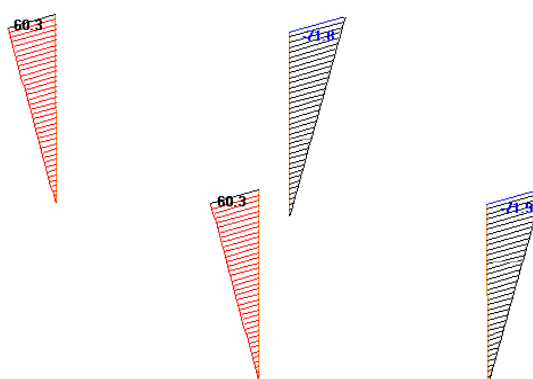


Figura 3.52 – Momentos máximos em Y.

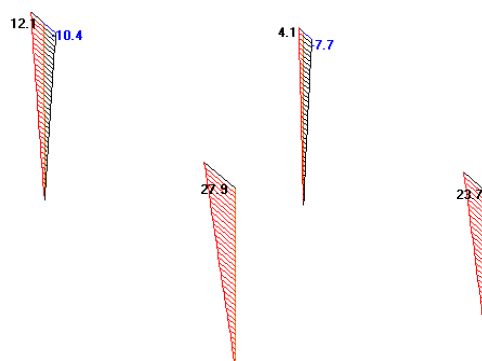
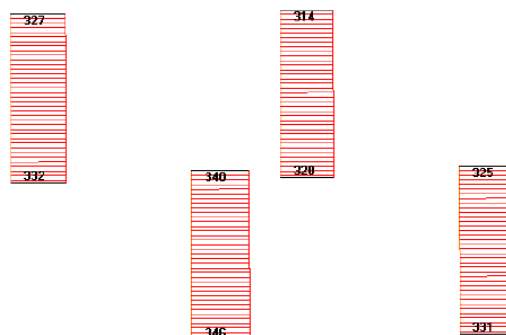


Figura 3.53 – Esforços axiais máximos.

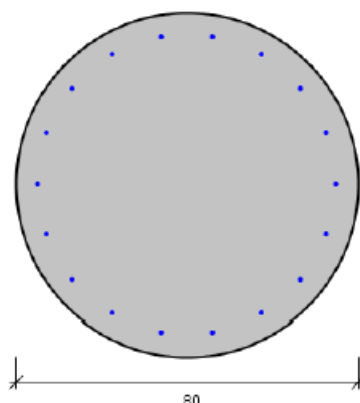




- Dimensionamento:

### PILARES CENTRAIS Ø80cm: Dados Gerais

Seção Transversal:



**Armação:** 18Ø12,5 mm ( $A_s = 22,09 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 5027 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 40 \text{ cm}$

$y_{cg} = 40 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 2010619 \text{ cm}^4$

$I_y = 2010619 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 0,44 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar Biapoiado

**Comprimento:**  $L = 350 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 18$

$\lambda_y = 18$



## PILARES CENTRAIS Ø80cm: Dados Armadura

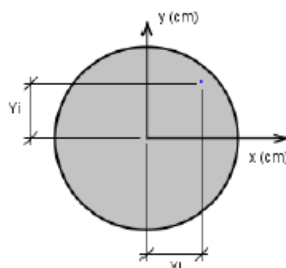


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

| BARRA | $\phi$ (mm) | X (cm) | Y (cm) |
|-------|-------------|--------|--------|
| 1     | 12.5        | 35     | 0      |
| 2     | 12.5        | 32.9   | 12     |
| 3     | 12.5        | 26.8   | 22.5   |
| 4     | 12.5        | 17.5   | 30.3   |
| 5     | 12.5        | 6.1    | 34.5   |
| 6     | 12.5        | -6.1   | 34.5   |
| 7     | 12.5        | -17.5  | 30.3   |
| 8     | 12.5        | -26.8  | 22.5   |
| 9     | 12.5        | -32.9  | 12     |
| 10    | 12.5        | -35    | 0      |
| 11    | 12.5        | -32.9  | -12    |
| 12    | 12.5        | -26.8  | -22.5  |
| 13    | 12.5        | -17.5  | -30.3  |
| 14    | 12.5        | -6.1   | -34.5  |
| 15    | 12.5        | 6.1    | -34.5  |
| 16    | 12.5        | 17.5   | -30.3  |
| 17    | 12.5        | 26.8   | -22.5  |
| 18    | 12.5        | 32.9   | -12    |

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras



## PILARES CENTRAIS Ø80cm: Dados Esforços

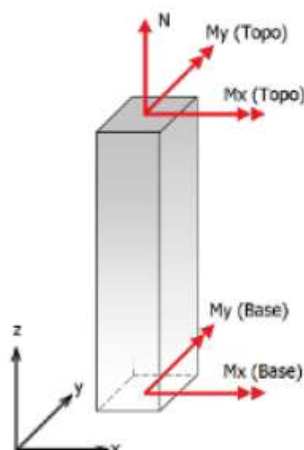


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}(\text{Topo})$ | $M_{d,y}(\text{Topo})$ | $M_{d,x}(\text{Base})$ | $M_{d,y}(\text{Base})$ |
|------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1          | -346  | -71.9                  | 27.9                   | 0                      | 0                      |

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [tf, tf.m]

## PILARES CENTRAIS Ø80cm: Resumo verificação ELU

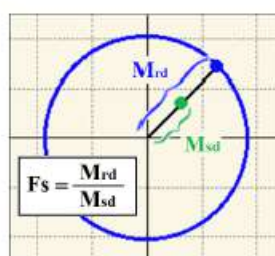


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}$ | $M_{d,y}$ | F.S. |
|------------|-------|-----------|-----------|------|
| 1          | -346  | -71.9     | -27.9     | 1.17 |

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [tf, tf.m]



**PILARES CENTRAIS Ø80cm: Resultados da combinação nº 1 (F.S. mínimo)**

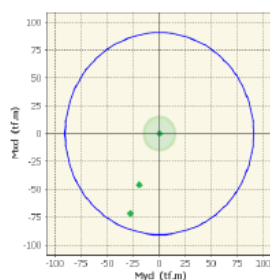


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

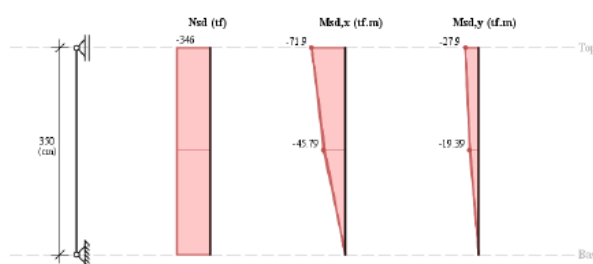


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 1)

**Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)**

**Momentos em torno do eixo x:**

O momento total em torno da direção x é calculado pela expressão:

$$M_{tx,T} = \alpha M_{dA} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 45.79 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (0) / 71.9 = 0.6, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{dA} = 71.9 \text{ tf.m e } N_{dA} = 346 \text{ tf;}$$

$$\ell_e = 3.5 \text{ m;}$$

$$1/r = 0.005 / [h_x (\nu + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.32123 + 0.5)] = 0.00761 \text{ 1/m} \leq 0.005 / h_x = 0.00625 \text{ 1/m;}$$

$$\nu = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 346 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.32123.$$

**Momentos em torno do eixo y:**

O momento total em torno da direção y é calculado pela expressão:

$$M_{ty,T} = \alpha M_{dA} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 19.39 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha = 0.60 + 0.40 M_B / M_A = 0.60 + 0.40 (0) / 27.9 = 0.6, \alpha \geq 0.40;$$

$$M_{dA} = 27.9 \text{ tf.m e } N_{dA} = 346 \text{ tf;}$$

$$\ell_e = 3.5 \text{ m;}$$

$$1/r = 0.005 / [h_y (\nu + 0.5)] = 0.005 / [0.8 (0.32123 + 0.5)] = 0.00761 \text{ 1/m} \leq 0.005 / h_y = 0.00625 \text{ 1/m;}$$

$$\nu = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 346 / (0.50265 \times 3000 / 1.4) = 0.32123.$$

**-Estribos**

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos e, quando for o caso, por grampos suplementares, deve ser colocada em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e lajes.

O diâmetro dos estribos em pilares não pode ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal.

O espaçamento longitudinal entre estribos, medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:

- 200 mm;
- menor dimensão da seção;
- 24  $\phi$  para CA-25, 12  $\phi$  para CA-50.

Adotado = Ø8 C/15cm

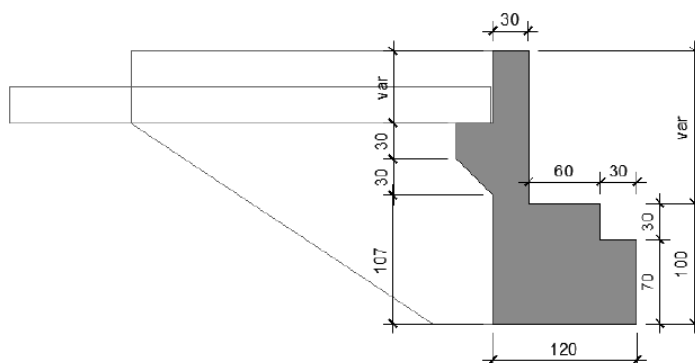


### 3.5.4 Encontro

#### 3.5.4.1 Travessa e Cortina

- Características geométricas

Figura 3.54 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 3.55 – Esforços na travessa do encontro.

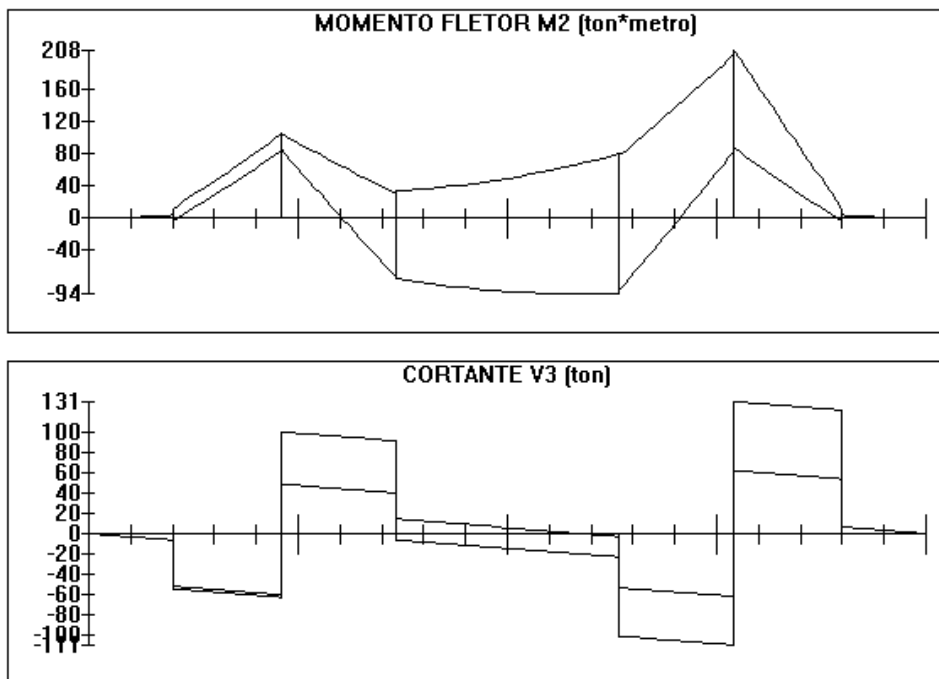




Figura 3.56 - CUN Horizontal: Tensões em +X.

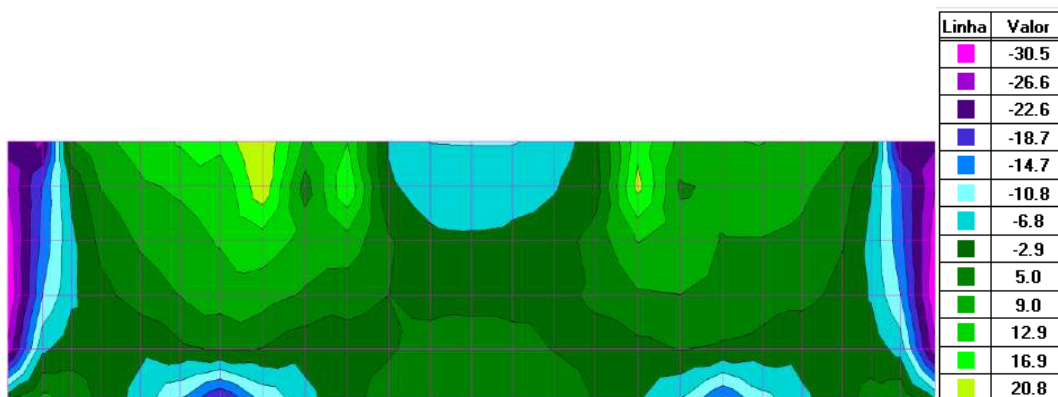


Figura 3.57 - CUN Vertical: Tensões em -X.

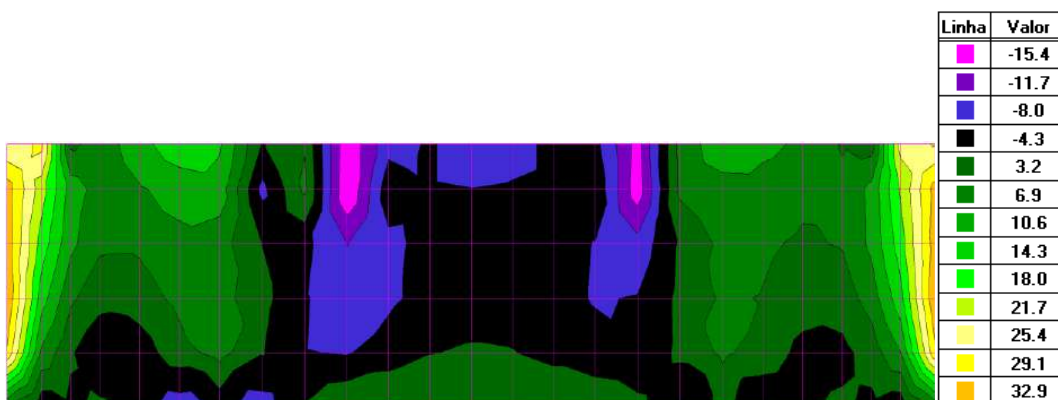


Figura 3.58 - CUN Horizontal: Tensões em +Y.

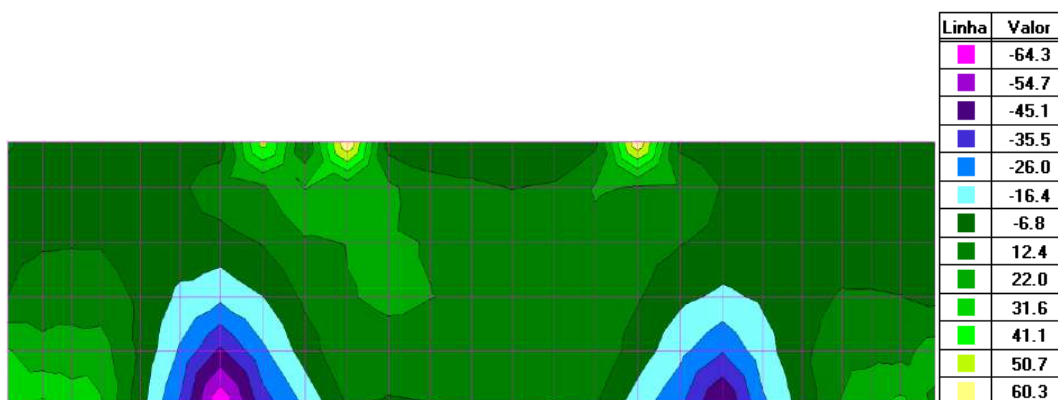
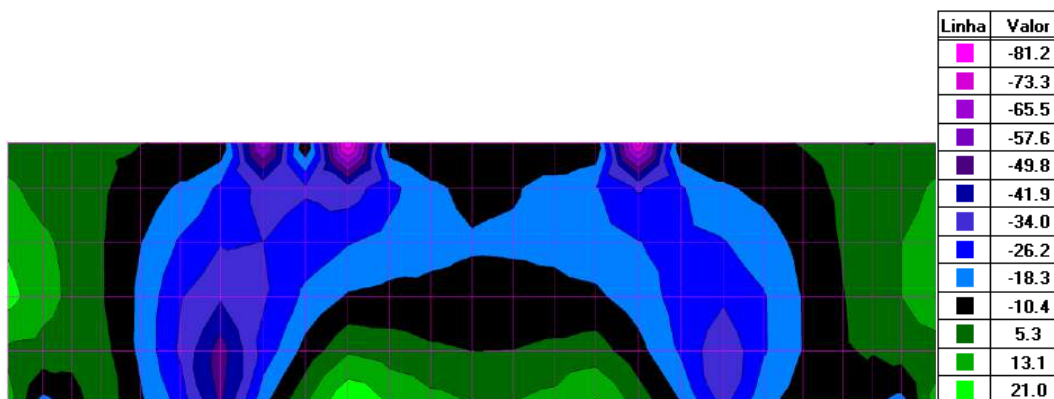




Figura 3.59 - CUN Horizontal: Tensões em -Y.





- Dimensionamento:

## - Armaduras longitudinais na travessa

**Esforços** **momentos fletore**

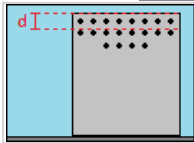
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : **208** tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO :  tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE :  tf.m

**Face tracionada** **superio**



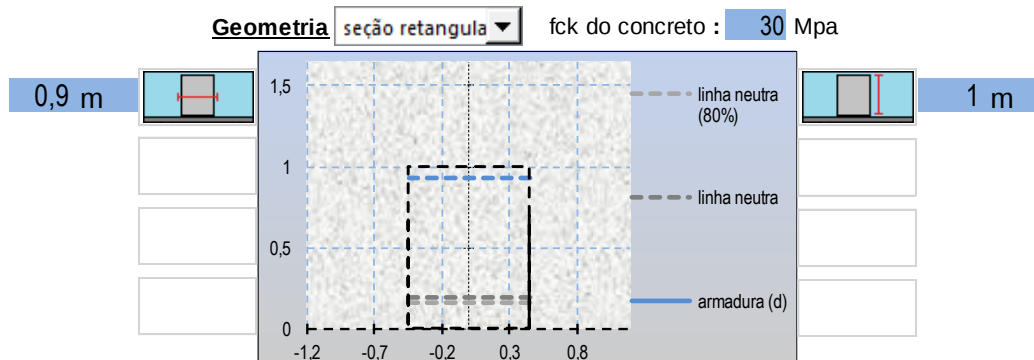
Centro de Massa (d) = 0,07 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      **Ø 25mm : 12 barras**

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : **175** MPa



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                  |                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| momento de inércia = $0,075 \text{ m}^4$                                             | distância entre centróide e face comprimida = 0,5 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                       |                                                   |
| momento solicitante = 204048 kN.cm                                                   | 208 tf.m , 2040,48 kN.m                           |
| área de aço ( $A_s$ ) = 58,9 cm <sup>2</sup> (mínima = 13,5 cm <sup>2</sup> )        | resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 2561 kN         |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 19,5 cm (seção retangular)  |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN             |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m    |                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{c wd}$ ) = 2561 kN          |                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{c wd}$ ) = 2188 kN.m |                                                   |
| momento último resistente $M(u)$ = 2188,1472 kN.m                                    |                                                   |



**Esforços** **momentos fletore**

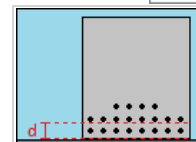
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 94 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** **inferior**



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50**

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 14 barras

Ø 20mm : 0 barra

Ø 10mm : 0 barra

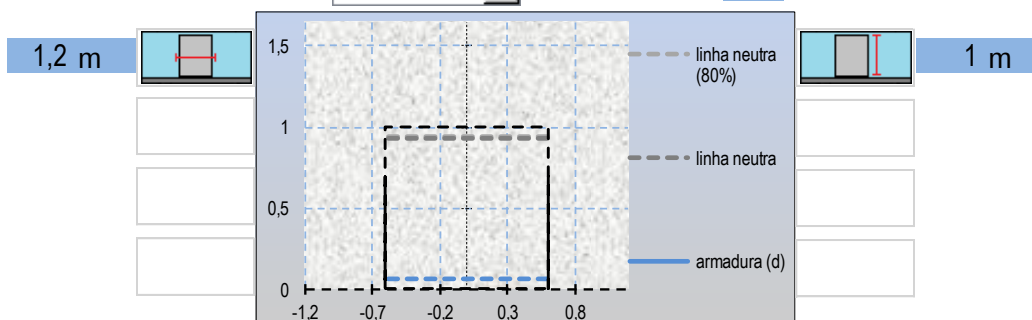
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular**

fck do concreto : 30 Mpa



**CÁLCULO DA ARMADURA**

momento de inércia = 0,100 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,5

**verificação ao estado limite útil (ELU)**

momento solicitante = 92214 kN.cm , 94 tf.m , 922,14 kN.m

área de aço (As) = 28,1 cm<sup>2</sup> (mínima = 18 cm<sup>2</sup>) resistência do aço (Rsd) = 1224 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 7 cm (seção retangular)

resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 1224 kN

momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 1118 kN.m

momento último resistente M(u) = 1117,9958 kN.m



### - Armadura de cisalhamento

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| cortante de projeto (V):   | 1310 kN                 |
| largura da alma :          | 0,9 m                   |
| diâmetro do estribo :      | 12,5 mm                 |
| estribos por espaçamento : | 2                       |
| Vco :                      | 782 kN                  |
| Vrd2 :                     | 4582 kN                 |
| armadura calculada :       | 13,5 cm <sup>2</sup> /m |
| armadura mínima :          | 12 cm <sup>2</sup> /m   |
| armadura empregada :       | 24,5 cm <sup>2</sup> /m |
| espaçamento empregado :    | 20 cm                   |
| espaçamento máximo :       | 30 cm                   |

### - Armadura de pele

Armação necessária em cada face lateral: 12 cm<sup>2</sup>

Não é necessário uma arm. Superior a 5cm<sup>2</sup>/m: 5 cm<sup>2</sup>

Diâmetro das barras 8 mm

Área do Ø: 0,50 cm<sup>2</sup>

Distância máxima entre as barras:

- 20 cm (valor constante)
- é o menor valor entre - 30 cm (altura útil / 3)
- 12 cm (15 x diâmetro)

Serão necessárias 10 barras com uma distância de 8 cm entre si  
ao longo de cada face lateral da seção de vão, atendendo 5,027 cm<sup>2</sup> de aço  
dos 5 cm<sup>2</sup> necessários à cada face, totalizando 20 barras .



## - Armaduras superior na cortina

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 20,3 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 3 barras      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼      fck do concreto : 30 Mpa  
0,3 m 1,27 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                           |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,051 m <sup>4</sup>                                     | distância entre centróide e face comprimida = 0,635                       |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                |                                                                           |
| momento solicitante = 16059,88724 kN.cm                                       | 16,4 tf.m , 160,59887 kN.m                                                |
| área de aço (As) = 6,03 cm <sup>2</sup>                                       | (mínima = 5,72 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço (Rsd) = 262,3 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 6 cm                 | (seção retangular)                                                        |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN             |                                                                           |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m    |                                                                           |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 262,3 kN          |                                                                           |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 312,1 kN.m |                                                                           |
| momento último resistente M(u) = 312,08383 kN.m                               |                                                                           |

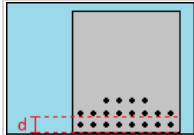


## - Armaduras verticais na cortina (estribos)

**Esforços** tensões ▼  
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 60,3 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior ▼



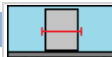
Centro de Massa (d) = 0,05 m

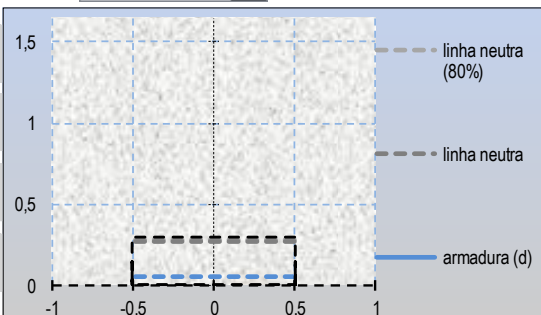
**Armação** aço CA-50 ▼

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 8 barras      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular ▼      fck do concreto : 30 Mpa

1 m            0,3 m



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,002 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,15 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                    |
| momento solicitante = 8873,145 kN.cm                                                | 9,05 tf.m , 88,73145 kN.m                          |
| área de aço (As) = 9,82 cm <sup>2</sup> (mínima = 4,5 cm <sup>2</sup> )             | resistência do aço (Rsd) = 426,8 kN                |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,93 cm (seção retangular) |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 426,8 kN               |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 100,6 kN.m      |                                                    |
| momento último resistente M(u) = 100,64307 kN.m                                     |                                                    |

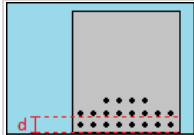


## - Armaduras horizontais na cortina (parede)

**Esforços** tensões ▼  
tensões sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 32,9 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** inferior ▼



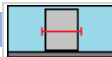
Centro de Massa (d) = 0,05 m

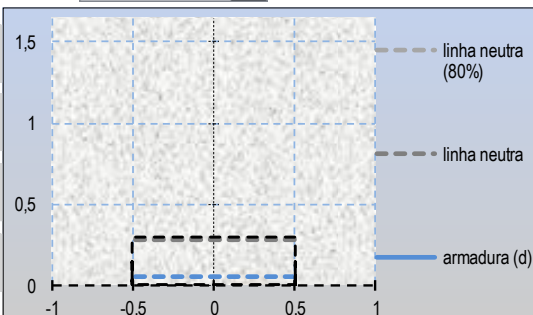
**Armação** aço CA-50 ▼

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 7 barras      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** seção retangular ▼      fck do concreto : 30 Mpa

1 m            0,3 m



| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| momento de inércia = 0,002 m <sup>4</sup>                                           | distância entre centróide e face comprimida = 0,15 |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                      |                                                    |
| momento solicitante = 4841,235 kN.cm                                                | 4,94 tf.m , 48,41235 kN.m                          |
| área de aço (As) = 5,5 cm <sup>2</sup> (mínima = 4,5 cm <sup>2</sup> )              | resistência do aço (Rsd) = 239 kN                  |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,64 cm (seção retangular) |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN                   |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m          |                                                    |
| resistência da área de concreto comprimida na alma (Rc wd) = 239 kN                 |                                                    |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mc wd) = 58,19 kN.m      |                                                    |
| momento último resistente M(u) = 58,190079 kN.m                                     |                                                    |



### 3.5.4.2 Pilares nos encontros

- Esforços:

Figura 3.60 – Momentos máximos em X.

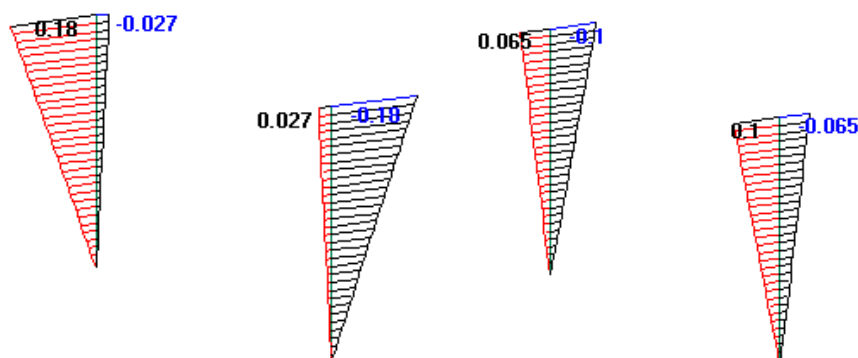


Figura 3.61 – Momentos máximos em Y.

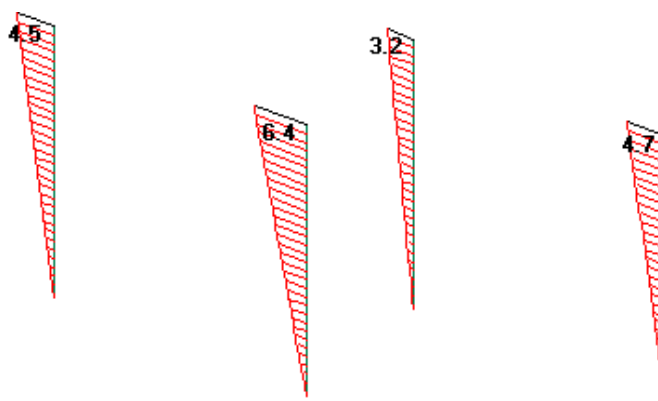
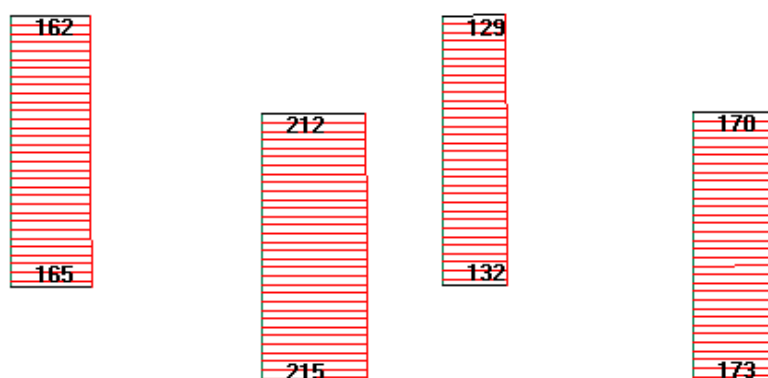


Figura 3.62 – Esforços axiais máximos.

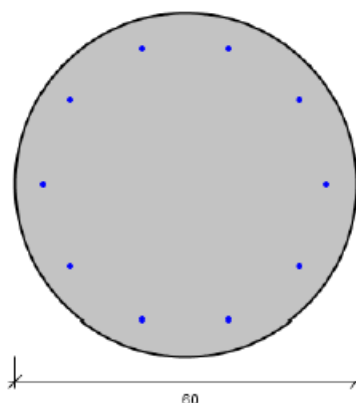




- Dimensionamento:

### PILARES NOS ENCONTROS Ø60 cm: Dados Gerais

Seção Transversal:



**Armação:** 10 $\phi$ 12,5 mm ( $A_s = 12,27 \text{ cm}^2$ )

**Propriedade seção bruta de concreto:**

Área:  $A_c = 2827 \text{ cm}^2$

Centro de gravidade:  $x_{cg} = 30 \text{ cm}$

$y_{cg} = 30 \text{ cm}$

Inércia em relação ao cg:  $I_x = 636173 \text{ cm}^4$

$I_y = 636173 \text{ cm}^4$

**Taxa de armadura:**  $\rho_s = 0,43 \%$

**Materiais:** Concreto  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Aço  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

**Tipo de vinculação:** Pilar Biapoado

**Comprimento:**  $L = 350 \text{ cm}$

**Índice de Esbeltez:**  $\lambda_x = 23$

$\lambda_y = 23$



## PILARES NOS ENCONTROS Ø60cm: Dados Armadura

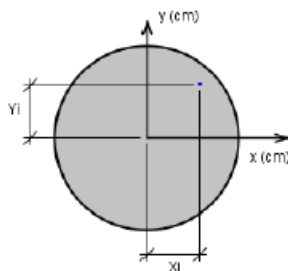


Figura: Sistema de coordenadas para as armaduras

| BARRA | $\phi$ (mm) | X (cm) | Y (cm) |
|-------|-------------|--------|--------|
| 1     | 12.5        | 25     | 0      |
| 2     | 12.5        | 20.2   | 14.7   |
| 3     | 12.5        | 7.7    | 23.8   |
| 4     | 12.5        | -7.7   | 23.8   |
| 5     | 12.5        | -20.2  | 14.7   |
| 6     | 12.5        | -25    | 0      |
| 7     | 12.5        | -20.2  | -14.7  |
| 8     | 12.5        | -7.7   | -23.8  |
| 9     | 12.5        | 7.7    | -23.8  |
| 10    | 12.5        | 20.2   | -14.7  |

Tabela: Bitolas e coordenadas das armaduras



## PILARES NOS ENCONTROS Ø60cm: Dados Esforços

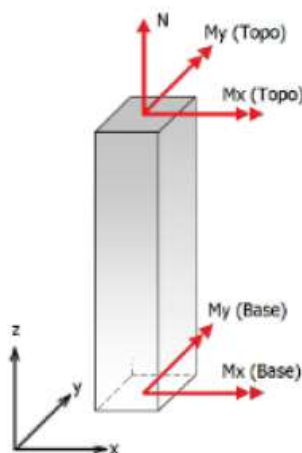


Figura: Convenção de sinais positivos dos esforços,  $N < 0$  para compressão

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}(\text{Topo})$ | $M_{d,y}(\text{Topo})$ | $M_{d,x}(\text{Base})$ | $M_{d,y}(\text{Base})$ |
|------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1          | -215  | -0.18                  | 6.4                    | 0                      | 0                      |

Tabela: Combinação de esforços, Unidades [tf, tf.m]

## PILARES NOS ENCONTROS Ø60cm: Resumo verificação ELU

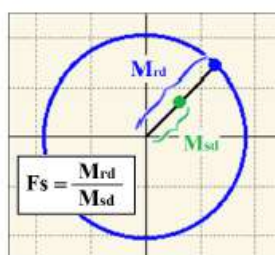


Figura: Esquema para determinação do fator de segurança (F.S.)

| Combinação | $N_d$ | $M_{d,x}$ | $M_{d,y}$ | F.S. |
|------------|-------|-----------|-----------|------|
| 1          | -215  | -2.3      | -6.03     | 5.90 |

Tabela: Resumo verificação ELU, Unidades [tf, tf.m]



**PILARES NOS ENCONTROS Ø60cm: Resultados da combinação nº 1 (F.S. mínimo)**

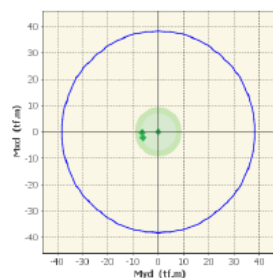


Figura: Diagrama de interação (Comb. 1)

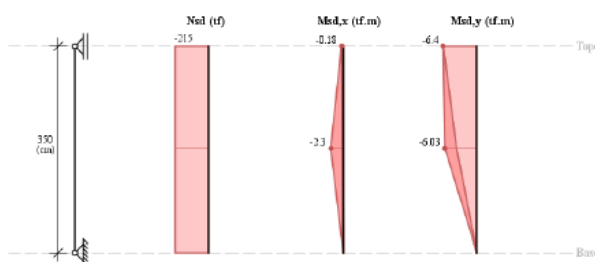


Figura: Esforços solicitantes de cálculo (Comb. 1)

**Determinação dos efeitos locais de 2ª Ordem (Método pilar-padrão com curvatura aproximada)**

**Momentos em torno do eixo x:**

O momento total em torno da direção x é calculado pela expressão:

$$M_{dx,ty} = \alpha_x M_{dA,A} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 2,3 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha_x = 0,60 + 0,40 M_B / M_A = 0,60 + 0,40 (0) / 0,18 = 0,6, \alpha_x \geq 0,40;$$

$$M_{dA,A} = 0,18 \text{ tf.m e } N_{dA} = 215 \text{ tf};$$

$$\ell_e = 3,5 \text{ m};$$

$$1/r = 0,005 / [h_y (v + 0,5)] = 0,005 / [0,6 (0,35486 + 0,5)] = 0,00975 \text{ 1/m} \leq 0,005 / h_y = 0,00833 \text{ 1/m};$$

$$v = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 215 / (0,28274 \times 3000 / 1,4) = 0,35486.$$

**Momentos em torno do eixo y:**

O momento total em torno da direção y é calculado pela expressão:

$$M_{dx,ty} = \alpha_x M_{dA,A} + N_{dA} \frac{\ell_e^2}{10} \frac{1}{r} = 6,03 \text{ tf.m}$$

Com:

$$\alpha_x = 0,60 + 0,40 M_B / M_A = 0,60 + 0,40 (0) / 6,4 = 0,6, \alpha_x \geq 0,40;$$

$$M_{dA,A} = 6,4 \text{ tf.m e } N_{dA} = 215 \text{ tf};$$

$$\ell_e = 3,5 \text{ m};$$

$$1/r = 0,005 / [h_x (v + 0,5)] = 0,005 / [0,6 (0,35486 + 0,5)] = 0,00975 \text{ 1/m} \leq 0,005 / h_x = 0,00833 \text{ 1/m};$$

$$v = N_{dA} / (A_c f_{cd}) = 215 / (0,28274 \times 3000 / 1,4) = 0,35486.$$

**-Estribos**

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos e, quando for o caso, por grampos suplementares, deve ser colocada em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e lajes.

O diâmetro dos estribos em pilares não pode ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal.

O espaçamento longitudinal entre estribos, medido na direção do eixo do pilar, para garantir o posicionamento, impedir a flambagem das barras longitudinais e garantir a costura das emendas de barras longitudinais nos pilares usuais, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:

- 200 mm;
- menor dimensão da seção;
- 24  $\phi$  para CA-25, 12  $\phi$  para CA-50.

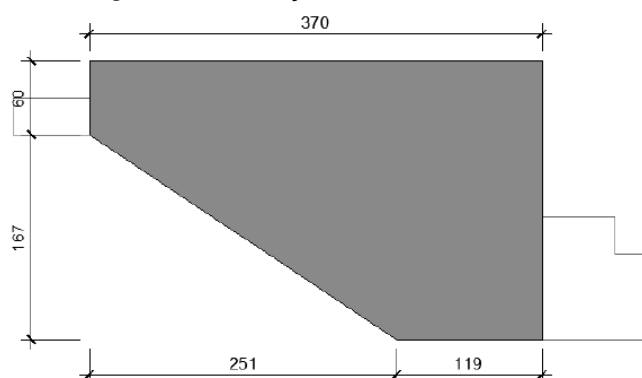
Adotado = Ø8 C/15cm



g) Alas

- Características geométricas

Figura 3.63 - Seção das transversinas.



- Esforços:

Figura 3.64 - CUN Vertical: Momento fletor.

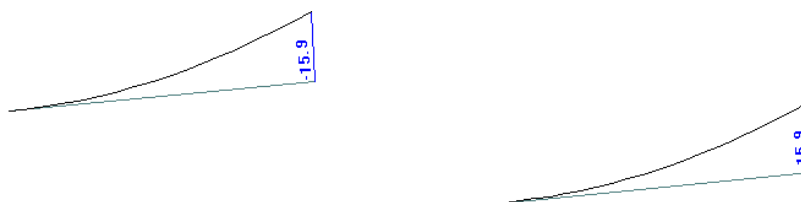


Figura 3.65 - CUN Horizontal: Tensões em X.

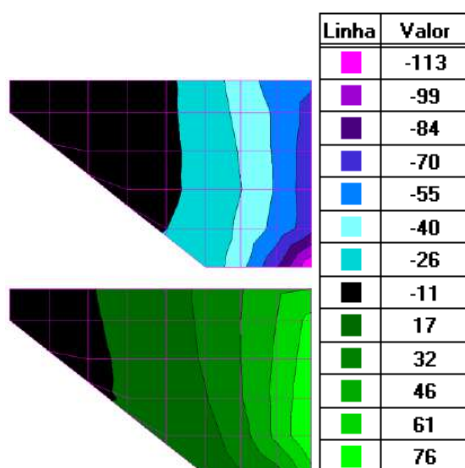
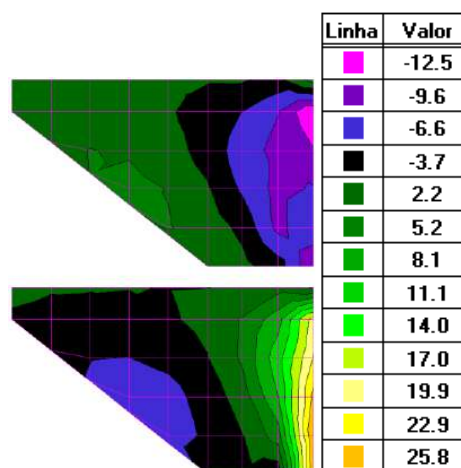


Figura 3.66 - CUN Vertical: Tensões em Y.





- Dimensionamento:

## - Armaduras superior na Ala

**Esforços** momentos fletore

momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 15,9 tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** superio

Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra      Ø 16mm : 0 barra      Ø 20mm : 3 barras

Ø 10mm : 0 barra      Ø 12,5mm : 0 barra      Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 185 MPa

**Geometria** seção retangular      fck do concreto : 30 Mpa

0,2 m      2,27 m

| CÁLCULO DA ARMADURA                                                                  |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| momento de inércia = $0,195 \text{ m}^4$                                             | distância entre centróide e face comprimida = 1,135                               |
| <u>verificação ao estado limite útil (ELU)</u>                                       |                                                                                   |
| momento solicitante = 15597,9 kN.cm                                                  | 15,9 tf.m , 155,979 kN.m                                                          |
| área de aço ( $A_s$ ) = 9,42 cm <sup>2</sup>                                         | ( mínima = 6,81 cm <sup>2</sup> )      resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 409,8 kN |
| distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 14,1 cm                     | ( seção retangular )                                                              |
| resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN             |                                                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m    |                                                                                   |
| resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{cwd}$ ) = 409,8 kN          |                                                                                   |
| momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{cwd}$ ) = 882,6 kN.m |                                                                                   |
| momento último resistente $M(u)$ = 882,55123 kN.m                                    |                                                                                   |



## - Armaduras inferior na Ala

**Esforços** momentos fletore

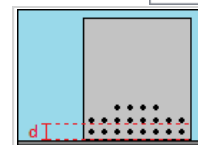
momentos fletores sobre a face tracionada

\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : tf.m

\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : tf.m

\* para a CARGA PERMANENTE : tf.m

**Face tracionada** inferior



Centro de Massa (d) = 0,06 m

**Armação** aço CA-50

Ø 8mm : 0 barra

Ø 16mm : 0 barra

Ø 20mm : 3 barras

Ø 10mm : 0 barra

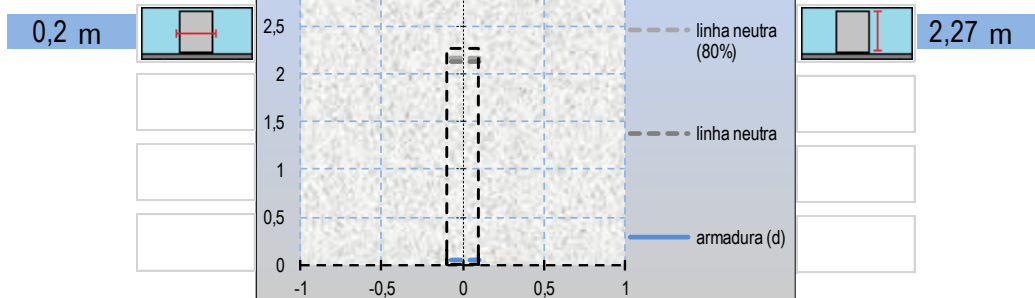
Ø 12,5mm : 0 barra

Ø 25mm : 0 barra

limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 185 MPa

**Geometria** seção retangular

fck do concreto : 30 Mpa



### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia =  $0,195 \text{ m}^4$  , distância entre centróide e face comprimida = 1,135

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 0 kN.cm , 0 tf.m , 0 kN.m

área de aço ( $A_s$ ) =  $9,42 \text{ cm}^2$  (mínima =  $6,81 \text{ cm}^2$ ) resistência do aço ( $R_{sd}$ ) = 409,8 kN

distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 14,1 cm (seção retangular)

resistência da área de concreto comprimida nas abas ( $R_{cfd}$ ) = 0 kN

momento resistente da área de concreto comprimida nas abas ( $M_{cfd}$ ) = 0 kN.m

resistência da área de concreto comprimida na alma ( $R_{c wd}$ ) = 409,8 kN

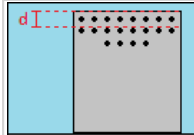
momento resistente da área de concreto comprimida na alma ( $M_{c wd}$ ) = 882,6 kN.m

momento último resistente  $M(u)$  = 882,55123 kN.m

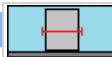
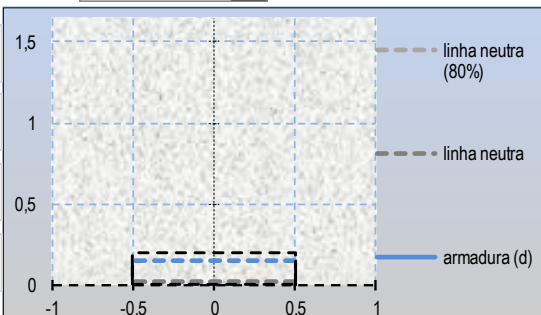


## - Armaduras horizontais na ala (parede)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 76 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 0 barra    **Ø 12,5mm : 7 barras**    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m   0,2 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,1

#### verificação ao estado limite útil (ELU)

momento solicitante = 4970,4 kN.cm , 5,07 tf.m , 49,704 kN.m  
área de aço (As) = 8,59 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3 cm<sup>2</sup> )    resistência do aço (Rsd) = 373,5 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 2,56 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 373,5 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 51,26 kN.m  
momento último resistente M(u) = 51,26063 kN.m



## - Armaduras verticais na ala (estribos)

**Esforços** **tensões** ▼  
tensões sobre a face tracionada  
\* para a combinação ÚLTIMA NORMAL : 25,8 kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a combinação FREQUENTE DE SERVIÇO : kgf/cm<sup>2</sup>  
\* para a CARGA PERMANENTE : kgf/cm<sup>2</sup>

**Face tracionada** **superio** ▼  
  
Centro de Massa (d) = 0,05 m

**Armação** **aço CA-50** ▼  
Ø 8mm : 0 barra    Ø 16mm : 0 barra    Ø 20mm : 0 barra  
Ø 10mm : 7 barras    Ø 12,5mm : 0 barra    Ø 25mm : 0 barra  
limite de flutuação de tensão (curva de Woeller - NBR 6118 tabela 23.2) : 190 MPa

**Geometria** **seção retangular** ▼    fck do concreto : 30 Mpa  
1 m    0,2 m  
  
linha neutra (80%)  
linha neutra  
armadura (d)

### CÁLCULO DA ARMADURA

momento de inércia = 0,001 m<sup>4</sup> , distância entre centróide e face comprimida = 0,1

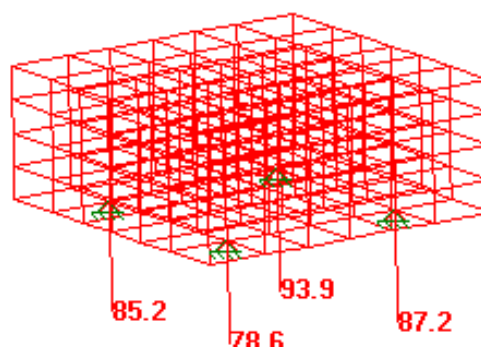
verificação ao estado limite útil (ELU)  
momento solicitante = 1687,32 kN.cm , 1,72 tf.m , 16,8732 kN.m  
área de aço (As) = 5,5 cm<sup>2</sup> ( mínima = 3 cm<sup>2</sup> )    resistência do aço (Rsd) = 239 kN  
distância entre a linha neutra e a face comprimida (x) = 1,64 cm ( seção retangular )  
resistência da área de concreto comprimida nas abas (Rcfd) = 0 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida nas abas (Mcfd) = 0 kN.m  
resistência da área de concreto comprimida na alma (Rcwd) = 239 kN  
momento resistente da área de concreto comprimida na alma (Mcwd) = 34,29 kN.m  
momento último resistente M(u) = 34,286657 kN.m



### 3.5.5 Infraestrutura

#### 3.5.5.1 Bloco de Fundação

Figura 3.67 – CUN sem impacto:– Reações máximas.



#### • Dimensionamento:

##### DADOS GERAIS:

|                          |      |   |                           |       |                    |
|--------------------------|------|---|---------------------------|-------|--------------------|
| Largura do bloco =       | 2,50 | m | f <sub>yk</sub> =         | 50    | kN/cm <sup>2</sup> |
| Comprimento do bloco =   | 2,50 | m | f <sub>ck</sub> projeto = | 30    | Mpa                |
| Altura do bloco =        | 1,00 | m | CS projeto =              | 1     |                    |
| Embrutimento da estaca = | 0,10 | m | f <sub>cd1</sub> =        | 16,03 | Mpa                |
| ap =                     | 0,60 | m | f <sub>cd2</sub> =        | 11,31 | Mpa                |
| bp =                     | 0,60 | m | f <sub>cd3</sub> =        | 13,58 | Mpa                |

Na tabela abaixo são apresentados os dados obtidos na memória de cálculo do projeto modificado:

| ESTACA | DADOS OBTIDOS NA MC MODIFICADA |                           |                            |                                          |                     |                       |                          | DISTANCIA EM PLANTA |        |       |           |
|--------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------|-------|-----------|
|        | dlong<br>(cm)<br>ce - cp       | dtrans<br>(cm)<br>ce - cp | dz (cm)<br>(hb -<br>eEst.) | f <sub>yk</sub><br>(kN/cm <sup>2</sup> ) | MAXIMA Rz<br>(tonf) | Fator de<br>majoração | Rz<br>Majorada<br>(tonf) | a (cm)              | y      | z     | θ (graus) |
| 1      | 50                             | 50                        | 90                         | 50                                       | 85,2                | 1                     | 85,2                     | 70,71               | 0,0348 | 89,98 | 51,84     |
| 2      | 50                             | 50                        | 90                         | 50                                       | 93,9                | 1                     | 93,9                     | 70,71               | 0,0384 | 89,98 | 51,84     |
| 3      | 50                             | 50                        | 90                         | 50                                       | 78,6                | 1                     | 78,6                     | 70,71               | 0,0321 | 89,98 | 51,84     |
| 4      | 50                             | 50                        | 90                         | 50                                       | 87,2                | 1                     | 87,2                     | 70,71               | 0,0356 | 89,98 | 51,84     |

Tabela 01: Dados de entrada



#### VERIFICAÇÃO DAS ARMADURAS MÍNIMAS:

##### Armadura mínima:

|                          |         |     |
|--------------------------|---------|-----|
| AS longitudinal Adotado= | 47,1239 | cm² |
| AS mínimo longitudinal = | 37,5    | cm² |
| AS transversal Adotado = | 47,1239 | cm² |
| AS mínimo transversal =  | 37,5    | cm² |

##### Verificação:

A Armadura adotada está de acordo com a armadura mínima calculada seguindo os critérios da NBR6118.

|                           |    |    |
|---------------------------|----|----|
| Diametro da armadura AS = | 20 | mm |
| Diametro da armadura AS = | 20 | mm |

Numero de barras = As / area da barra

Na tabela abaixo apresentada está apresentado o cálculo das armaduras necessárias.

| ESTACA | CÁLCULO DA ARMADURA NECESSÁRIA |           |        |         |            |                |        |                 |        |
|--------|--------------------------------|-----------|--------|---------|------------|----------------|--------|-----------------|--------|
|        | tang                           | α (graus) | T (kN) | T' (kN) | AS T (cm²) | AS Long. (cm²) | Barras | AS Trans. (cm²) | Barras |
| 1      | 1,27                           | 51,84     | 669,52 | 473,42  | 15,4       | 10,89          | 4      | 10,89           | 4      |
| 2      | 1,27                           | 51,84     | 737,91 | 521,78  | 16,98      | 12,01          | 4      | 12,01           | 4      |
| 3      | 1,27                           | 51,84     | 617,65 | 436,74  | 14,21      | 10,05          | 4      | 10,05           | 4      |
| 4      | 1,27                           | 51,84     | 685,24 | 484,54  | 15,77      | 11,15          | 4      | 11,15           | 4      |

Tabela 02: Cálculo da armadura necessária pelo metodo Biela e Tirante

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA ARMADURA ADOTADA |                |                  |   |                    |                |                           |   |             |          |
|--------|---------------------------------|----------------|------------------|---|--------------------|----------------|---------------------------|---|-------------|----------|
|        | TABELA 50                       |                |                  |   | PROJETO MODIFICADO |                |                           |   | VERIFICAÇÃO |          |
|        | As long (cm²)                   | AS trans (cm²) | NUMERO DE BARRAS |   | As long (cm²)      | AS trans (cm²) | NUMERO DE BARRAS ADOTADAS |   | AS Long.    | AS Trans |
| 1      | 10,89                           | 10,89          | 4                | 4 | 15,71              | 15,71          | 5                         | 5 | OK          | OK       |
| 2      | 12,01                           | 12,01          | 4                | 4 | 15,71              | 15,71          | 5                         | 5 | OK          | OK       |
| 3      | 10,05                           | 10,05          | 4                | 4 | 15,71              | 15,71          | 5                         | 5 | OK          | OK       |
| 4      | 11,15                           | 11,15          | 4                | 4 | 15,71              | 15,71          | 5                         | 5 | OK          | OK       |

Tabela 03: Verificação das armaduras adotadas

#### VERIFICAÇÃO DAS BIELAS COMPRIMIDAS:

Na tabela abaixo apresentada estão as verificações das bielas comprimidas .

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA BIELA COMPRIMIDA |       |                 |       |        |                               |                |       |        |
|--------|---------------------------------|-------|-----------------|-------|--------|-------------------------------|----------------|-------|--------|
|        | Verificação do nó da estaca     |       |                 |       |        | Verificação do nó sob o pilar |                |       |        |
|        | aest                            | Senθ² | σ <sub>cd</sub> | fcd3  | Verif. | Acamp.pilar                   | σ <sub>c</sub> | fcd1  | Verif. |
| 1      | 0,41                            | 0,62  | 3,70            | 13,58 | OK     | 0,45                          | 6,15           | 16,03 | OK     |
| 4      | 0,41                            | 0,62  | 4,08            | 13,58 | OK     | 0,46                          | 6,63           | 16,03 | OK     |
| 5      | 0,41                            | 0,62  | 3,42            | 13,58 | OK     | 0,44                          | 5,76           | 16,03 | OK     |
| 2      | 0,41                            | 0,62  | 3,79            | 13,58 | OK     | 0,45                          | 6,26           | 16,03 | OK     |

Tabela 04: Verificação dos nós

| ESTACA | VERIFICAÇÃO DA BIELA COMPRIMIDA |       |      |            |             |       |      |                       |       |        |
|--------|---------------------------------|-------|------|------------|-------------|-------|------|-----------------------|-------|--------|
|        | Fc <sub>wd</sub>                | θ     | aest | abiel.est. | abiel.pilar | abiel | bef  | σ <sub>cd</sub> biela | fcd2  | Verif. |
| 1      | 54,18                           | 51,84 | 0,41 | 0,60       | 0,28        | 0,44  | 0,75 | 2,21                  | 11,31 | OK     |
| 2      | 59,71                           | 51,84 | 0,41 | 0,60       | 0,28        | 0,44  | 0,76 | 2,43                  | 11,31 | OK     |
| 3      | 49,98                           | 51,84 | 0,41 | 0,60       | 0,28        | 0,44  | 0,75 | 2,05                  | 11,31 | OK     |
| 4      | 55,45                           | 51,84 | 0,41 | 0,60       | 0,28        | 0,44  | 0,75 | 2,26                  | 11,31 | OK     |

Tabela 05: Verificação de Bielas comprimidas



**ARMADURAS COMPLEMENTARES:**

**ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO:**

|                           |      |                 |                                   |
|---------------------------|------|-----------------|-----------------------------------|
| Area calculada =          | 9,42 | cm <sup>2</sup> | 0,20 x As Longitudinal            |
| Diametro adotado =        | 10   | mm              |                                   |
| Numero de barras =        | 12   |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada longitudinal = | 12   |                 |                                   |
| Verificação =             | OK   |                 |                                   |

|                          |      |                 |                                   |
|--------------------------|------|-----------------|-----------------------------------|
| Area calculada =         | 9,42 | cm <sup>2</sup> | 0,20 x As Transversal             |
| Diametro adotado =       | 10   | mm              |                                   |
| Numero de barras =       | 12   |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada transversal = | 12   |                 |                                   |
| Verificação =            | OK   |                 |                                   |

**ARMADURA DE SUSPENSÃO:**

|                           |     |    |
|---------------------------|-----|----|
| Distancia entre estacas = | 150 | cm |
| Diametro das estacas =    | 41  | cm |

**Utilizar armadura de suspensão**

|        |       |     |
|--------|-------|-----|
| P =    | 3449  | kN  |
| Nest = | 4     |     |
| Fyd =  | 43,48 | Mpa |

|                           |       |                 |                                   |
|---------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|
| Asusp =                   | 13,22 | cm <sup>2</sup> |                                   |
| Diametro adotado =        | 10    | mm              |                                   |
| Numero de barras =        | 17    |                 | Area calculada / Area da armadura |
| A. adotada longitudinal = | 18    |                 |                                   |
| Verificação =             | OK    |                 |                                   |

**VERIFICAÇÃO POR CISALHAMENTO POR FORÇA CORTANTE:**

|                         |         |                    |
|-------------------------|---------|--------------------|
| $\pi d =$               | 0,03621 | kn/cm <sup>2</sup> |
| k =                     | 1       |                    |
| $\rho \text{ long.} =$  | 0,00209 |                    |
| $\rho \text{ trans.} =$ | 0,00209 |                    |

|              |         |
|--------------|---------|
| Vsd long. =  | 344,9   |
| Vrd1 long. = | 1045,80 |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Vsd trans. (l. direito) | 344,9   |
| Vrd1 trans. =           | 1045,80 |

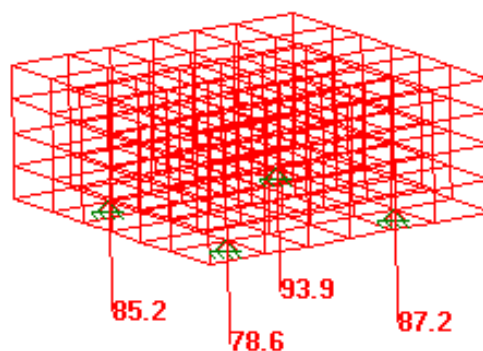
Verificação = **Não é necessária armadura de cisalhamento**



### 3.5.6 Fundação

#### 3.5.6.1 Estacas raiz – Dimensionamento Estrutural

Figura 3.68 – CUN sem impacto: Reações máximas = 93,9tf.



Estaca adotada em solo = Ø410mm

Estaca adotada em rocha = Ø310mm

| Carga tf<br>Diâmetro mm | Ø 450     | Ø 410     | Ø 310     | Ø 250     | Ø 200     | Ø 160  | Ø 150  | Ø 120  | Ø 100  |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 200                     | 10 Ø 20   |           |           |           |           |        |        |        |        |
| 180                     | 8 Ø 20    |           |           |           |           |        |        |        |        |
| 160                     | 6 Ø 20    | 7 Ø 22    |           |           |           |        |        |        |        |
| 140                     | 4 Ø 20    | 6 Ø 20    |           |           |           |        |        |        |        |
| 120                     |           | 4 Ø 20    |           |           |           |        |        |        |        |
| 100                     |           |           | 6 Ø 20    |           |           |        |        |        |        |
| 90                      |           |           | 5 Ø 20    |           |           |        |        |        |        |
| 80                      |           |           | 6 Ø 16    |           |           |        |        |        |        |
| 70                      |           |           | 5 Ø 16    |           |           |        |        |        |        |
| 60                      |           |           |           | 6 Ø 16    |           |        |        |        |        |
| 50                      | 4 Ø 16    | 6 Ø 16    | 4 Ø 16    | 5 Ø 16    |           |        |        |        |        |
| 40                      |           |           |           | 4 Ø 16    | 5 Ø 16    |        |        |        |        |
| 30                      |           |           |           |           | 4 Ø 16    | 3 Ø 20 | 3 Ø 20 |        |        |
| 20                      |           |           |           |           |           | 3 Ø 16 | 3 Ø 16 | 3 Ø 20 |        |
| 10                      |           |           |           |           |           |        |        | 6 Ø 16 |        |
|                         |           |           |           |           |           |        |        | 1 Ø 25 |        |
|                         |           |           |           |           |           |        |        |        | 1 Ø 25 |
| ESTRIBOS                | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 6³ c/20 | Ø 5³ c/20 |        |        |        |        |



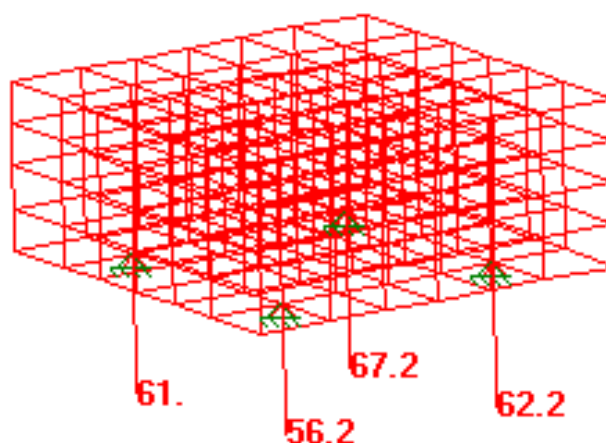
### 3.5.6.2 Estacas raiz – Dimensionamento Geotécnico

A fundação é um elemento estrutural cuja função é transmitir as ações atuantes na estrutura à camada resistente do solo, portanto este elemento deve apresentar resistência adequada para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes.

Conforme a NBR 6122 a fundação profunda é um elemento que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,00m.

Conforme os boletins de sondagem apresentados abaixo pode-se verificar uma profundidade elevada para obter um solo com resistência adequada, com isso se faz necessária a utilização de fundações profundas. Para esta obra foi adotada estacas raiz de diâmetro 410mm no trecho em solo e diâmetro 310mm embutidas em rocha.

Figura 3.69 - Comb. para Fundação – Reações máximas.





Cabral Antunes (2000)

Coefficiente de correlação  $\beta_p$

| Tipo de rocha       | Variação |   |      | Media |
|---------------------|----------|---|------|-------|
| Muito alterada      | 0,07     | a | 0,13 | 0,1   |
| Alterada            | 0,24     | a | 0,36 | 0,3   |
| Pouco Alterada a Sã | 0,48     | a | 0,6  | 0,54  |

#### Tipo de rocha

Tipo 1 = rochas ígneas e metamórficas – basalto, gnaisse e granito.

Tipo 2 = rochas metamórficas foliadas – ardósia e xisto

Tipo 3 = rocha sedimentares bem cimentadas – arenitos, calcário e siltitos.

Valores de  $\sigma_c$

| Tipo de Rocha | $\sigma_c$ |   |     |
|---------------|------------|---|-----|
| Tipo 1        | 70         | a | 250 |
| Tipo 2        | 40         | a | 90  |
| Tipo 3        | 30         | a | 80  |

#### Tabela resumo

| Tipo de Rocha | Muito Alterada |   |      | Alterada |   |      | Pouco Alterada a Sã |   |       |
|---------------|----------------|---|------|----------|---|------|---------------------|---|-------|
| Tipo 1        | 7,0            | a | 25,0 | 21,0     | a | 75,0 | 37,8                | a | 135,0 |
| Tipo 2        | 4,0            | a | 9,0  | 12,0     | a | 27,0 | 21,6                | a | 48,6  |
| Tipo 3        | 3,0            | a | 8,0  | 9,0      | a | 24,0 | 16,2                | a | 43,2  |



**Dados:**

Diâmetro da estaca 

|      |
|------|
| 0,31 |
|------|

 m  
fck 

|       |
|-------|
| 25,00 |
|-------|

 Mpa

Maior carga da estaca 

|       |
|-------|
| 67,20 |
|-------|

 tf  
Profundidade adotada em rocha (Pr) 

|      |
|------|
| 1,00 |
|------|

 m  
Perímetro da estaca em rocha (U): 0,97 m  
Área da estaca em rocha (A) 0,08 m²

**Resistencia lateral:**

Tipo de rocha: 

|         |
|---------|
| basalto |
|---------|

  
Recuperação: 

|                     |
|---------------------|
| Pouco alterada a Sã |
|---------------------|

$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_c$  86,40 Mpa

Fator de segurança adotado: 

|      |
|------|
| 2,00 |
|------|

$\sigma_l(adm) = (3,5\% \cdot \sigma_p) / F_s =$  1,512 MPa → 154,18 tf/m²

$\sigma_l(adm) \cdot U_r \cdot Pr =$  150,156 tf

**Resistencia de ponta:**

Tipo de rocha: 

|         |
|---------|
| basalto |
|---------|

  
Recuperação: 

|                     |
|---------------------|
| Pouco alterada a Sã |
|---------------------|

$\sigma_p = \beta_p \cdot \sigma_c$  (Valor máximo 10 Mpa) 10,00 Mpa 10,00 Mpa

Fator de segurança adotado: 

|      |
|------|
| 2,00 |
|------|

$\sigma_p(adm) = \sigma_p / F_s =$  5,00 MPa → 509,86 tf/m²

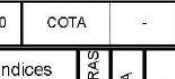
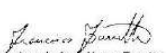
$\sigma_p(adm) \cdot A =$  38,4824 tf

**Carga admissível (Qadm) =** 188,64 tf > 67,20 tf OK



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

### 3.5.7 Boletins de sondagem

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>  </div> <div> <b>Solosul Sondagens</b><br/> Rodovia RS 118, nº 8780 - Cachoeirinha / RS<br/> <b>CLIENTE: ECOPLAN ENGENHARIA</b><br/> <b>OBRA: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS</b><br/> <b>LOCAL: ENTR. BRS-472(P/SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561(P/SÃO NICOLAU)</b> </div> </div> |                    |          |      |                        |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|------|------------------------|------------------------------------|------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO (ROTATIVA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |          |      |                        |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
| R.N.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,00               | COTA     | -    | FURO:                  | SR                                 | 5          | INÍCIO       | 06/11/23                                                                                                                                                                                                                                                                     | TÉRMINO        | 11/11/23                        |
| Rotativa índices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    | MANOBRAS | COTA | Convenção das Amostras | Revestimento                       | Avanço     | nível d'água | Classificação das amostras                                                                                                                                                                                                                                                   |                |                                 |
| Grau de alteração                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Recuperação        |          |      |                        |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
| f / M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | %                  | %        | m    |                        |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                  | -        | 1.3  | 1                      | Profundidade do revestimento: 1.30 |            | 1.30         | Rotativa em solo argiloso, com alteração de rocha, cor cinza (sem recuperação)                                                                                                                                                                                               |                |                                 |
| A2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 66.66              | 13.3     | 2.8  | 2                      |                                    |            | 2.80         | Rocha do tipo basalto, cor cinza, medianamente alterada, de qualidade muito pobre, extremamente fraturada, coerente                                                                                                                                                          |                |                                 |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 100                | 76.66    | 4.3  | 3                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
| A1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 100                | 40       | 5.8  | 4                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 100                | 100      | 6.3  | 5                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 6                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 7                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 8                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 9                      |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 10                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 11                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 12                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 13                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 14                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 15                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 16                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 17                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 18                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 19                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 20                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 21                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 22                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 23                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 24                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 25                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 26                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 27                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 28                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 29                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 30                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 31                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 32                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 33                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 34                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 35                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 36                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 37                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      | 38                     |                                    |            |              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      |                        |                                    |            |              | Limite de sondagem (solicitação do cliente) <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <br/> Francisco de Assis Nunes Zanette<br/> Engenheiro Civil<br/> CREA-RS 038.736 </div> |                |                                 |
| TD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Trado cavadeira    |          |      | TE                     | Trado Espiral                      |            |              | W                                                                                                                                                                                                                                                                            | coroa wídia    |                                 |
| CA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Circulação de água |          |      | RT                     | Rotativa                           |            |              | I                                                                                                                                                                                                                                                                            | coroa impregna |                                 |
| Leitura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Data / Hora        |          |      | N.A. (m)               | Método                             | Início (m) | Fim (m)      | A0 - Rocha sã                                                                                                                                                                                                                                                                |                | Recup = Recuperação em %        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      |                        | T. Cavadeira                       | -          | -            | A1 - Pouco alterada                                                                                                                                                                                                                                                          |                | RQD = Desig. Qualidade da rocha |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |          |      |                        | T. Espiral                         | -          | -            | A2 - Medianam. alterada                                                                                                                                                                                                                                                      |                | MANOBRAS = Comp. do avanço      |
| FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12/11/2023         |          |      | 0,50                   | Lavagem                            | -          | -            | A3 - Muito alterada                                                                                                                                                                                                                                                          |                | m = metros                      |
| Coordenadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 689690.26 m E      |          |      | 6881885.76 m S         | Rotativa                           | 0          | 6.3          | A4 - Extremam. Alterada                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                                 |

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAL

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



| SOLOSUL Sondagens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--------------|------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------|----------|
| Rodovia RS 118, nº 8780 - Cachoeirinha / RS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| CLIENTE: ECOPLAN ENGENHARIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| OBRA: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| LOCAL: ENTR. BRS-472(P/SÃO BORJA) - ENTR. ERS-561(P/SÃO NICOLAU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| SONDAGEM DE RECONHECIMENTO DE SOLOS TIPO (ROTATIVA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| R.N.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00               | COTA           | -            | FURO:                  | SR            | 6                       | INÍCIO                          | 13/11/23                   | TÉRMINO         | 19/11/23 |
| Rotativa Índices                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | MANOBRAS       | COTA         | Convenção das Amostras | Revestimento  | Avanço                  | nível d'água                    | Classificação das amostras |                 |          |
| Grau de alteração                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Recuperação        | R.Q.D.         | f / M        | %                      | %             | m                       |                                 |                            |                 |          |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                  | -              | 1.4          | 1                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                  | -              | 2.9          | 2                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                  | -              | 4.3          | 3                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100                | 40             | 5.8          | 4                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100                | 40             | 7.3          | 5                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100                | 56.66          | 8.8          | 6                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| A0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 100                | 100            | 9.3          | 7                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 8                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 9                      |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 10                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 11                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 12                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 13                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 14                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 15                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 16                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 17                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 18                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 19                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 20                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 21                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 22                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 23                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 24                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 25                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 26                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 27                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 28                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 29                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 30                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 31                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 32                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 33                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 34                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 35                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 36                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 37                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                |              | 38                     |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| <p>Rotativa em aterro de cascalho (pedregulhos)</p> <p>2.80</p> <p>Rotativa em solo argiloso, com alteração de rocha, cor cinza (Sem recuperação)</p> <p>4.30</p> <p>Rocha do tipo basalto, cor cinza, sã ou praticamente sã, de qualidade pobre, muito fraturada, muito coerente</p> <p>7.30</p> <p>Rocha do tipo basalto, cor cinza, sã ou praticamente sã, de qualidade regular a excelente, de muito fraturada a pouco fraturada, muito coerente</p> <p>9.30</p> <p>Limite de sondagem (solicitação do cliente)</p> <p><i>Francisco de Assis Nunes Zanette</i><br/>Francisco de Assis Nunes Zanette<br/>Engenheiro Civil<br/>CREA-RS 038.736</p> |                    |                |              |                        |               |                         |                                 |                            |                 |          |
| TD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Trado cavadeira    |                |              | TE                     | Trado Espiral |                         |                                 | W                          | coroa wida      |          |
| CA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Circulação de água |                |              | RT                     | Rotativa      |                         |                                 | I                          | coroa impregana |          |
| Leitura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Data / Hora        | N.A (m)        | Método       | Início (m)             | Fim (m)       | A0 - Rocha sã           | Recup = Recuperação em %        |                            |                 |          |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                  | -              | T. Cavadeira | -                      | -             | A1 - Pouco alterada     | RQD = Desig. Qualidade da rocha |                            |                 |          |
| -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                  | -              | T. Espiral   | -                      | -             | A2 - Medianam. alterada | MANOBRA = Comp. do avanço       |                            |                 |          |
| FINAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 20/11/2023         | 3,50           | Lavagem      | -                      | -             | A3 - Muito alterada     | m = metros                      |                            |                 |          |
| Coordenadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 689752.34 m E      | 6881875.53 m S | Rotativa     | 0                      | 9,3           | A4 - Extremam. Alterada |                                 |                            |                 |          |



### 3.6 QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAL

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



| SICRO   | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                      | UNIDADE | QUANTIDADE |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
|         | <b>KM 20 + 250 - PONTE RIO LAJEADO DAS PEDRAS</b>                                                                                         |         |            |
|         | <b>INFRAESTRUTURA</b>                                                                                                                     |         |            |
|         | <b>ESTACAS RAIZ</b>                                                                                                                       |         |            |
| 2306071 | ESTACA RAIZ PERFURADA NA ROCHA COM D=31 CM - CONFECCÃO                                                                                    | M       | 136,00     |
| 2306066 | ESTACA RAIZ PERFURADA NO SOLO COM D = 40cm - CONFECCÃO                                                                                    | M       | 87,36      |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 3132,95    |
| 2306247 | ARRASAMENTO DE ESTACAS DE CONCRETO COM SEÇÃO DE ATÉ 900 CM²                                                                               | M3      | 1,69       |
| 2306732 | CAMISA METÁLICA COM ESPESSURA DE 6,3 MM D = 400 MM - CRAVADA COM MARTELO VIBRATÓRIO - SEM ESCAVAÇÃO - CRAVAÇÃO                            | M       | 43,68      |
|         | <b>BLOCOS DE FUNDAÇÃO E VIGA DE RIGIDEZ</b>                                                                                               |         |            |
| 3108017 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M2      | 116,80     |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 3974,21    |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M3      | 57,20      |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M3      | 57,20      |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M3      | 57,20      |
| 2003850 | LASTRO DE BRITA COMERCIAL COMPACTADO COM SOQUETE VIBRATÓRIO - ESPALHAMENTO MANUAL                                                         | M3      | 73,64      |
| 1106057 | CONCRETO MAGRO - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                    | M3      | 8,65       |
| 5501705 | ESCAVAÇÃO MECÂNICA COM RETROESCAVADEIRA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA                                                                       | M3      | 23,20      |
| 4915671 | REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO                                                                                             | M3      | 19,74      |
|         | <b>ENCONTROS</b>                                                                                                                          |         |            |
| 3108016 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 104,43     |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 6162,96    |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 41,50      |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 41,50      |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 41,50      |
| 2108169 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 129,60     |
| 3808043 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 104,43     |
| 3806430 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 235,01     |
|         | <b>ALAS DE CONTENÇÃO</b>                                                                                                                  |         |            |
| 3108016 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 23,72      |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 1008,41    |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 7,74       |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 7,74       |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 7,74       |
| 2108169 | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 29,00      |
| 3806430 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 135,46     |
| 3808043 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 23,72      |
|         | <b>LAJE DE TRANSIÇÃO</b>                                                                                                                  |         |            |
| 3108017 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 19,94      |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 2229,49    |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 26,64      |
| 1106057 | CONCRETO MAGRO - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                    | M³      | 7,17       |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 26,64      |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 26,64      |
| 2003850 | LASTRO DE BRITA COMERCIAL COMPACTADO COM SOQUETE VIBRATÓRIO - ESPALHAMENTO MANUAL                                                         | M3      | 82,31      |
|         | <b>MESOESTRUTURA</b>                                                                                                                      |         |            |
|         | <b>PILARES CIRCULARES D=60CM</b>                                                                                                          |         |            |
| 3108016 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 26,39      |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 167,03     |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 3,96       |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 3,96       |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 3,96       |
| 3806429 | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 4 A 6M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA  | M3      | 110,00     |
| 3808043 | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 26,32      |
|         | <b>PILARES CIRCULARES D=80CM</b>                                                                                                          |         |            |
| 3108016 | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 35,19      |
| 407819  | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 394,25     |
| 1106280 | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 7,04       |
| 1100657 | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 7,04       |
| 1106088 | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 7,04       |



| SICRO                                       | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                      | UNIDADE | QUANTIDADE |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 3806429                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 4 A 6M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA  | M3      | 110,00     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 35,19      |
| <b>TRAVESSA CENTRAL</b>                     |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 123,52     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 6080,37    |
| 1106280                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 30 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 48,48      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 48,48      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 48,48      |
| 2108169                                     | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 237,60     |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 235,01     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 123,52     |
| <b>SUPERESTRUTURA</b>                       |                                                                                                                                           |         |            |
| <b>VIGAS LONGARINAS PRÉ MOLDADAS 10,42m</b> |                                                                                                                                           |         |            |
| 3806424                                     | LANÇAMENTO DE VIGA PRÉ-MOLDADA DE 980 a 1.225KN COM UTILIZAÇÃO DE TRELIÇA LANÇADEIRA E CARRELONE                                          | UN      | 8,00       |
| 5915400                                     | CARGA, DESCARGA E MANOBRAS DE VIGAS PRÉ-MOLDADAS DE ATÉ 500KN EM CAVALO MECÂNICO COM DOLLY DE 4 EIXOS COM CAPACIDADE DE 57T               | UN      | 8,00       |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 182,91     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 5734,82    |
| 4507957                                     | CORDOALHA CP 190 RB D = 15,2 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                               | KG      | 1389,39    |
| 1106382                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 32,86      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 32,86      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 32,86      |
| 4507756                                     | ANCORAGEM ATIVA COM 12 CORDOALHAS ADERENTES D = 15,2MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                        | UN      | 16,00      |
| 4507842                                     | BAINHA METÁLICA REDONDA D = 80MM PARA 12 CORDOALHAS D = 15,2MM - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO                    | M       | 90,32      |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 182,91     |
| <b>VIGAS LONGARINAS PRÉ MOLDADAS 15,00m</b> |                                                                                                                                           |         |            |
| 3806424                                     | LANÇAMENTO DE VIGA PRÉ-MOLDADA DE 980 a 1.225KN COM UTILIZAÇÃO DE TRELIÇA LANÇADEIRA E CARRELONE                                          | UN      | 4,00       |
| 5915400                                     | CARGA, DESCARGA E MANOBRAS DE VIGAS PRÉ-MOLDADAS DE ATÉ 500KN EM CAVALO MECÂNICO COM DOLLY DE 4 EIXOS COM CAPACIDADE DE 57T               | UN      | 4,00       |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 143,57     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 4017,84    |
| 4507957                                     | CORDOALHA CP 190 RB D = 15,2 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                               | KG      | 942,24     |
| 1106382                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 22,33      |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 22,33      |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 22,33      |
| 4507756                                     | ANCORAGEM ATIVA COM 12 CORDOALHAS ADERENTES D = 15,2MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                        | UN      | 8,00       |
| 4507842                                     | BAINHA METÁLICA REDONDA D = 80MM PARA 12 CORDOALHAS D = 15,2MM - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO                    | M       | 63,48      |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M²      | 143,57     |
| <b>VIGAS TRANSVERSINAS ENCONTROS</b>        |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 21,84      |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 211,19     |
| 1106382                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 1,87       |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 1,87       |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 1,87       |
| 2108169                                     | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 2,03       |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 66,77      |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 21,84      |
| <b>VIGAS TRANSVERSINAS CENTRAIS</b>         |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108016                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 2 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 53,04      |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 603,09     |
| 1106382                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 4,68       |
| 1100657                                     | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                           | M³      | 4,68       |
| 1106088                                     | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                  | M³      | 4,68       |
| 2108169                                     | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                | M3      | 111,74     |
| 3806430                                     | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA | M3      | 133,54     |
| 3808043                                     | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                             | M2      | 53,04      |
| <b>LAJE DO TABULEIRO E GUARDA RODAS</b>     |                                                                                                                                           |         |            |
| 3108017                                     | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECÇÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                            | M²      | 324,00     |
| 407819                                      | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                  | KG      | 14082,54   |
| 1106382                                     | CONCRETO PARA BOMBEAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECÇÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                              | M³      | 103,57     |



| SICRO                                                            | DESCRIÇÃO SICRO NOVO                                                                                                                                                              | UNIDADE | QUANTIDADE |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 1100657                                                          | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                                                                   | M³      | 103,57     |
| 1106088                                                          | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                                                          | M³      | 103,57     |
| 2108169                                                          | ESCORAMENTO COM PONTALETES D=15CM - UTILIZAÇÃO DE 1 VEZ - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                                                        | M3      | 62,14      |
| 3806430                                                          | PLATAFORMA DE TRABALHO EM AÇO TUBULAR APOIADA NO SOLO - ALTURA DE 6 A 8 M - UTILIZAÇÃO DE 100 VEZES - FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                         | M3      | 148,27     |
| 3808043                                                          | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                                                                     | M2      | 104,11     |
| 903818                                                           | APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS (COR BRANCA)                                                                                                              | M2      | 210,87     |
|                                                                  | ISOPOR e=2cm                                                                                                                                                                      | M2      | 7,68       |
| <b>LAJOTAS PRÉ-MOLDADAS L1</b>                                   |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 3108017                                                          | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                                    | M²      | 309,72     |
| 407819                                                           | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                                                          | KG      | 3304,26    |
| 1106382                                                          | CONCRETO PARA BOMBAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                                       | M³      | 24,36      |
| 1100657                                                          | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                                                                   | M³      | 24,36      |
| 3806426                                                          | LANÇAMENTO DE PRÉ - LAJE COM UTILIZAÇÃO DE GUINDAUTO                                                                                                                              | T       | 59,68      |
| 1106088                                                          | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                                                          | M³      | 24,36      |
| 5915373                                                          | CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAIS DIVERSOS EM CAMINHÃO CARROCEIRA COM CAPACIDADE DE 7t E COM GUINDAUTO DE 20t.m                                                              | T       | 59,68      |
| 3808043                                                          | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                                                                     | M2      | 309,72     |
| <b>LAJOTAS PRÉ-MOLDADAS L2</b>                                   |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 3108017                                                          | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZAÇÃO DE 3 VEZES - CONFECCÃO, INSTALAÇÃO E RETIRADA                                                                    | M²      | 28,92      |
| 407819                                                           | ARMAÇÃO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO                                                                                                                          | KG      | 239,58     |
| 1106382                                                          | CONCRETO PARA BOMBAMENTO FCK = 35 MPA - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H - AREIA E BRITA COMERCIAIS                                                                       | M³      | 2,39       |
| 1100657                                                          | ADENSAMENTO DE CONCRETO POR VIBRADOR DE IMERSÃO                                                                                                                                   | M³      | 2,39       |
| 3806426                                                          | LANÇAMENTO DE PRÉ - LAJE COM UTILIZAÇÃO DE GUINDAUTO                                                                                                                              | T       | 5,84       |
| 1106088                                                          | LANÇAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO COM BOMBA REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 30 M³/H - CONFECCÃO EM CENTRAL DOSADORA DE 30 M³/H                                                          | M³      | 2,39       |
| 5915373                                                          | CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAIS DIVERSOS EM CAMINHÃO CARROCEIRA COM CAPACIDADE DE 7t E COM GUINDAUTO DE 20t.m                                                              | T       | 5,84       |
| 3808043                                                          | PINTURA MANUAL COM NATA DE CIMENTO - 3 DEMÃOS                                                                                                                                     | M2      | 28,92      |
| <b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>                                   |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 307732                                                           | APARELHO DE APOIO DE NEOPRENE FRETADO PARA ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                                    | DM³     | 59,04      |
| 2007971                                                          | DRENO DE PVC D = 100 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                                                                               | M       | 18,20      |
| 307084                                                           | LÁBIOS POLIMÉRICOS EM JUNTA DE PAVIMENTO DE CONCRETO - L = 20 MM E H = 30 MM - CONFECCÃO E ASSENTAMENTO                                                                           | M       | 48,00      |
| 307737                                                           | JUNTA DE DILATAÇÃO EM ELASTÔMERO E PERFIL VV - L = 50 MM E H = 80 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO                                                                                  | M       | 24,00      |
| 1608019                                                          | PERFURAÇÃO EM CONCRETO COM MARTELETE ELÉTRICO - D=10mm                                                                                                                            | M       | 64,68      |
| <b>PROTEÇÃO DE TALUDES DOS ENCONTROS</b>                         |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 1106165                                                          | CONCRETO CICLÓPICO fck=20MPa - CONFECCÃO EM BETONEIRA E LANÇAMENTO MANUAL - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃOS COMERCIAIS                                                               | M3      | 311,26     |
| <b>MOVIMENTO DE TERRA - ATERRO E EXECUÇÃO APOIOS AP02 E AP03</b> |                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 5502146                                                          | ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA - DMT DE 2.500 A 3.000 M - CAMINHO DE SERVIÇO EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO - COM ESCAVADEIRA E CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³ | M3      | 36,72      |



**ECOPLAN**  
ENGENHARIA

#### 4 ANEXOS

VOLUME 3 – PROJETO DE EXECUÇÃO DE  
OBRAS DE ARTE ESPECIAL

PROJETO FINAL DE ENGENHARIA DA RODOVIA ERS-550, TRECHO:  
ENTR. BRS-472 (P/ SÃO BORJA) – ENTR. ERS-561 (P/ SÃO NICOLAU)



#### 4.1 PLANTAS – PONTE IJUÍ MIRIM

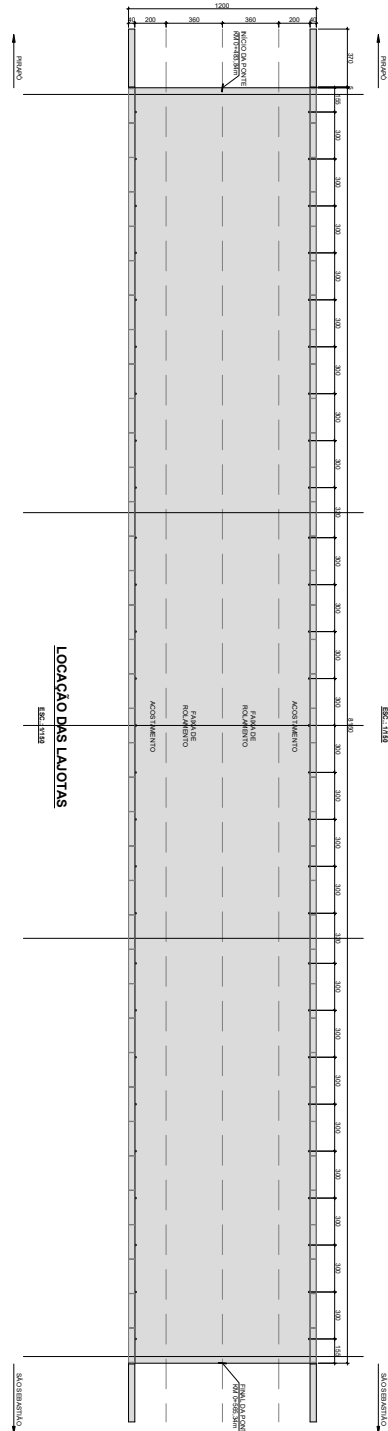




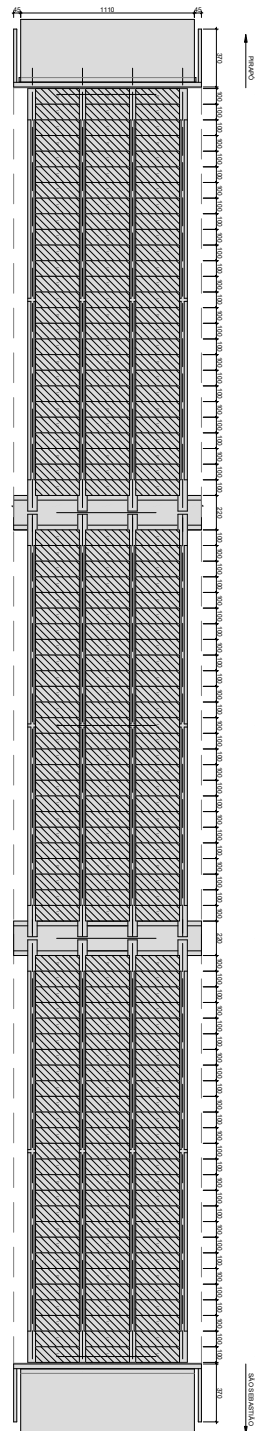


24043500085700

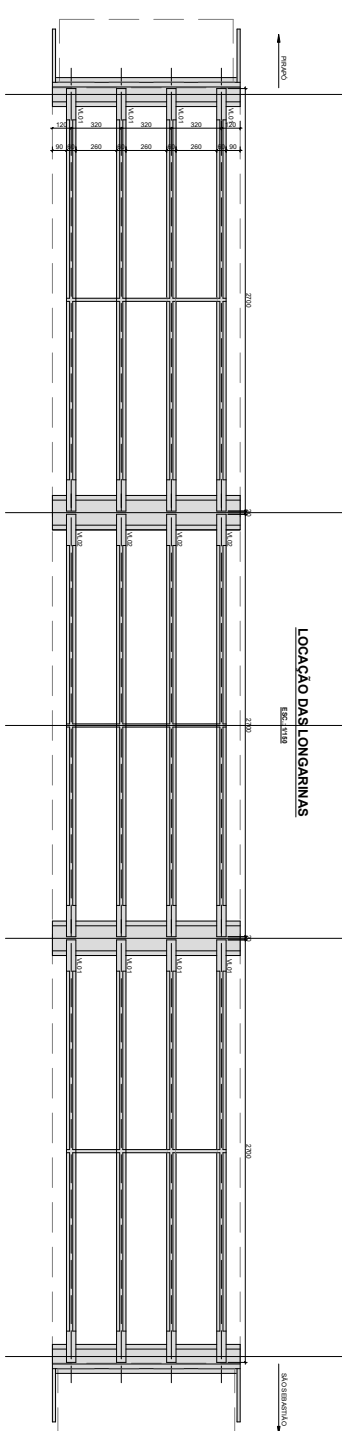
VISTA SUPERIOR



LOCACAO DAS LAJOTAS



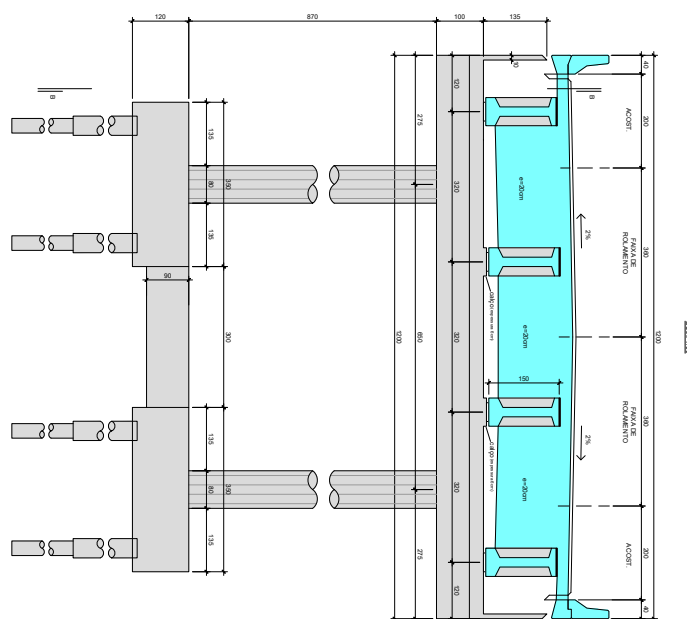
LOCACAO DAS LONGARINAS



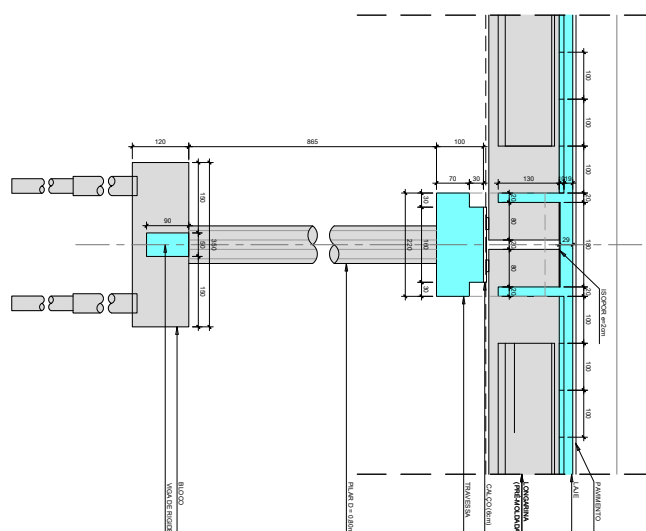
NOTAS

|                                 |                                  |                                 |                                  |                                 |                                  |                                 |                                  |                                 |                                   |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm  | 2. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  | 3. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm  | 4. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  | 5. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm  | 6. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  | 7. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm  | 8. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  | 9. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm  | 10. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 11. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 12. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 13. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 14. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 15. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 16. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 17. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 18. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 19. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 20. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 21. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 22. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 23. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 24. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 25. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 26. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 27. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 28. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 29. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 30. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 31. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 32. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 33. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 34. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 35. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 36. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 37. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 38. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 39. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 40. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 41. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 42. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 43. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 44. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 45. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 46. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 47. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 48. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 49. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 50. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 51. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 52. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 53. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 54. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 55. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 56. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 57. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 58. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 59. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 60. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 61. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 62. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 63. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 64. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 65. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 66. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 67. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 68. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 69. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 70. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 71. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 72. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 73. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 74. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 75. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 76. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 77. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 78. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 79. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 80. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 81. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 82. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 83. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 84. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 85. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 86. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 87. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 88. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 89. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 90. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm  |
| 91. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 92. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 93. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 94. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 95. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 96. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 97. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 98. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm | 99. DIMENSÃO DA LAJOTA: 30x30cm | 100. DIMENSÃO DA LONGARINA: 3x3cm |

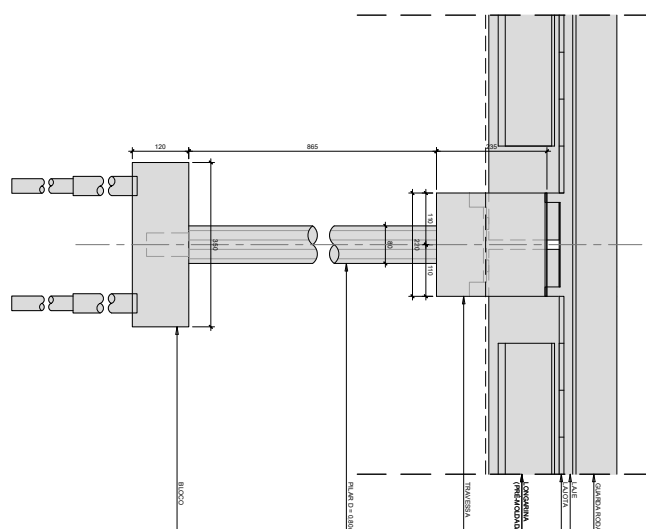
**SEÇÃO TRANSVERSAL - APOIO AP02 E AP03**



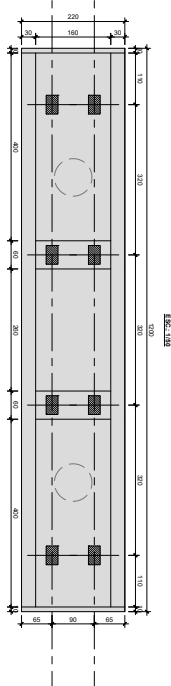
**CORTE BB**  
REGALA: 1/30



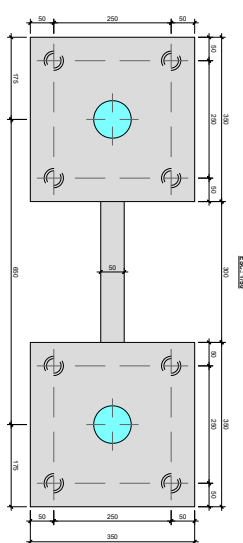
**VISTA LATERAL DO APOIO**



**VISTA SUPERIOR - TRAVESSA CENTRAL**



**VISTA SUPERIOR - BLOCO DE FUNDAÇÃO**



**NOTAS :**

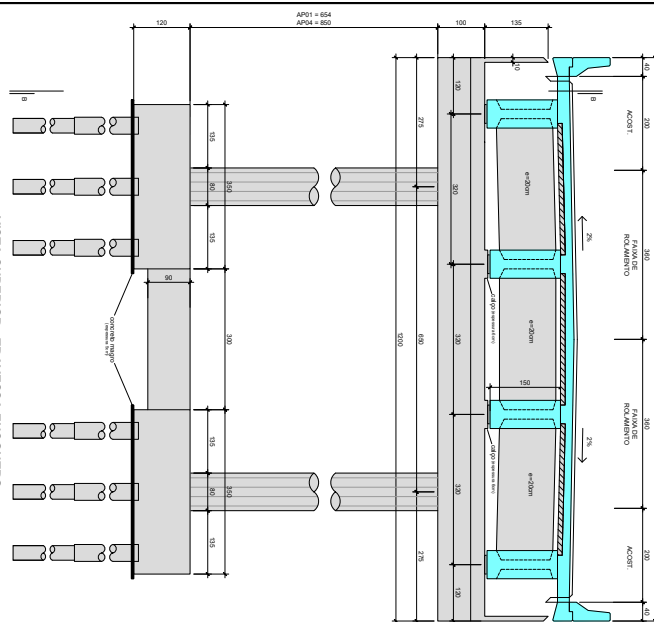
[illegible]



24043500085700

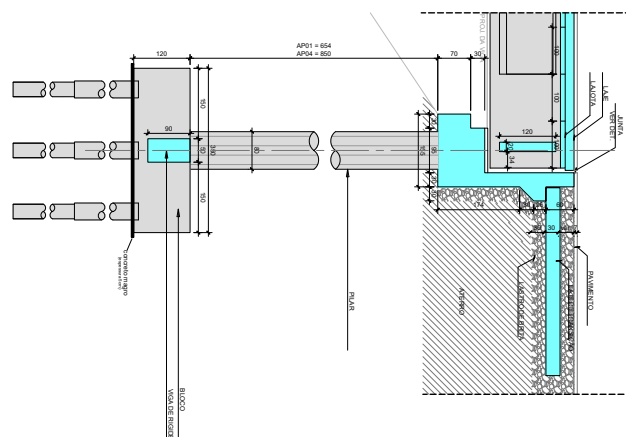
# SEÇÃO TRANSVERSAL - ENCONTROS

ESCALA: 1:20



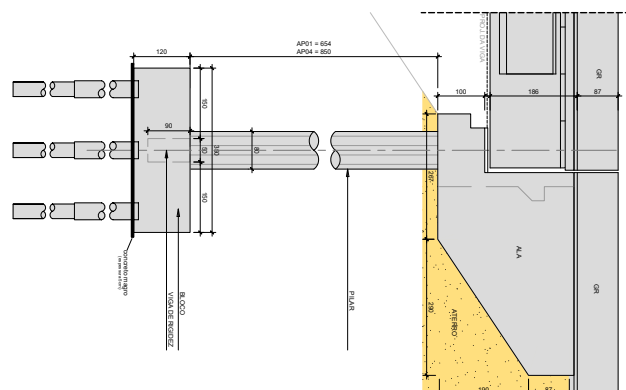
# SEÇÃO NO EIXO DE PROJETO

ESCALA: 1:20



# VISTA LADO ESQUERDO

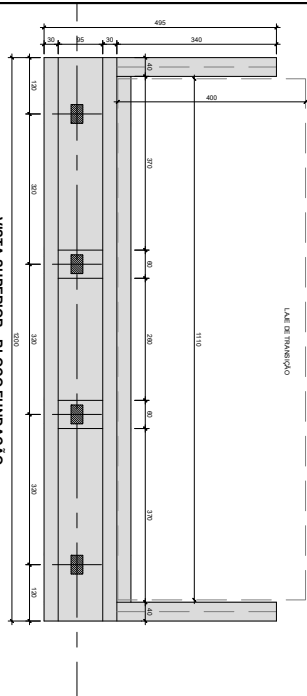
ESCALA: 1:20



# VISTA SUPERIOR - TRAVESSA ENCONTRO

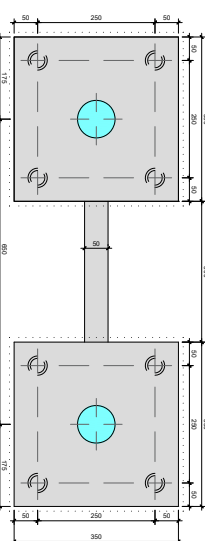
ESCALA: 1:20

LAJE DE TRANSIÇÃO



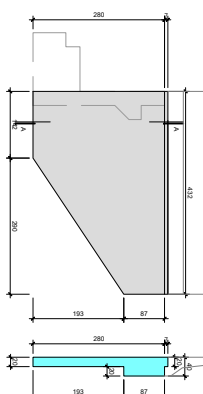
# VISTA SUPERIOR - BLOCO FUNDAÇÃO

ESCALA: 1:20



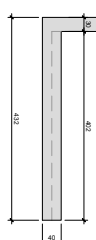
# ALA (X)

ESCALA: 1:20

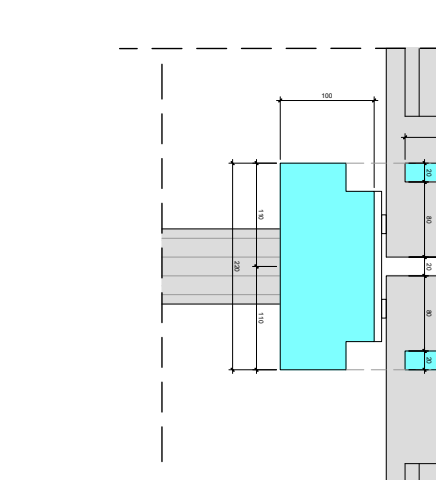
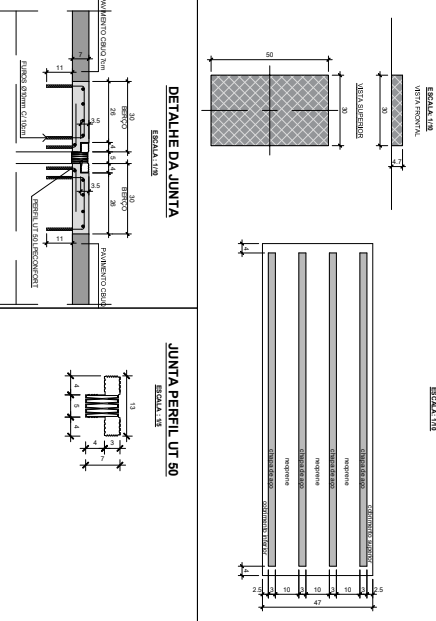
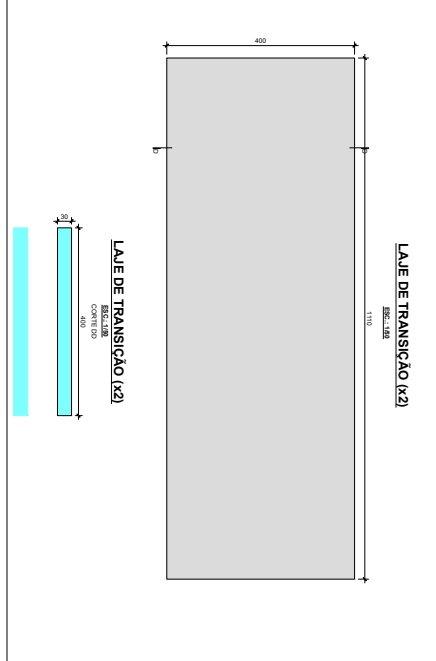
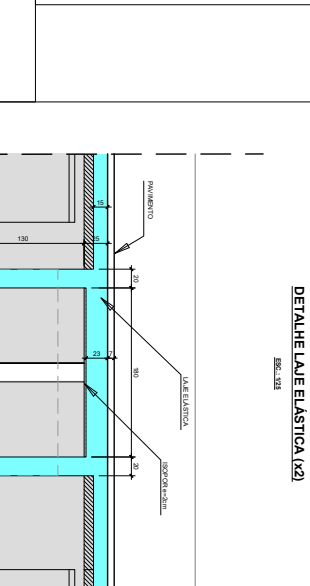
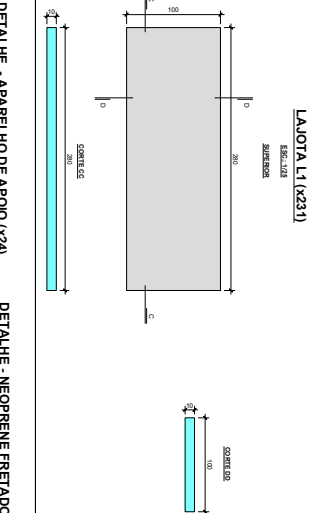
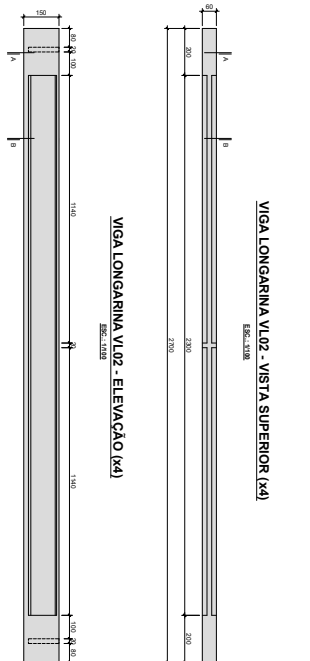
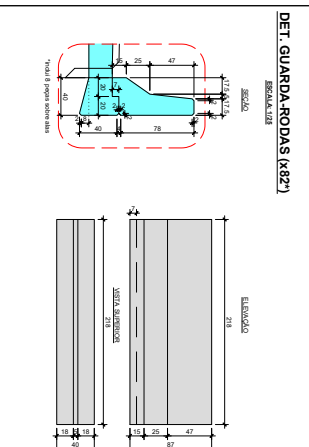
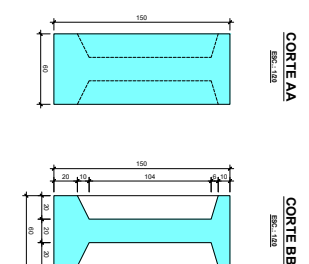
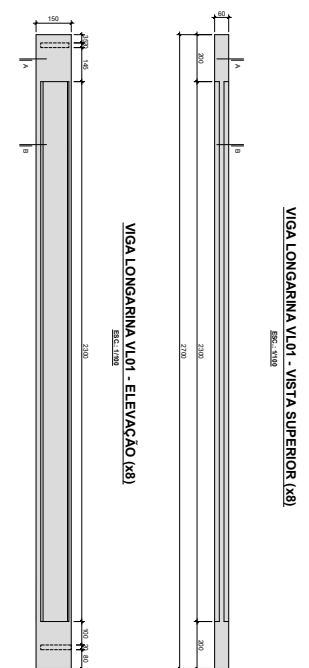


# CORTE AA

ESCALA: 1:20

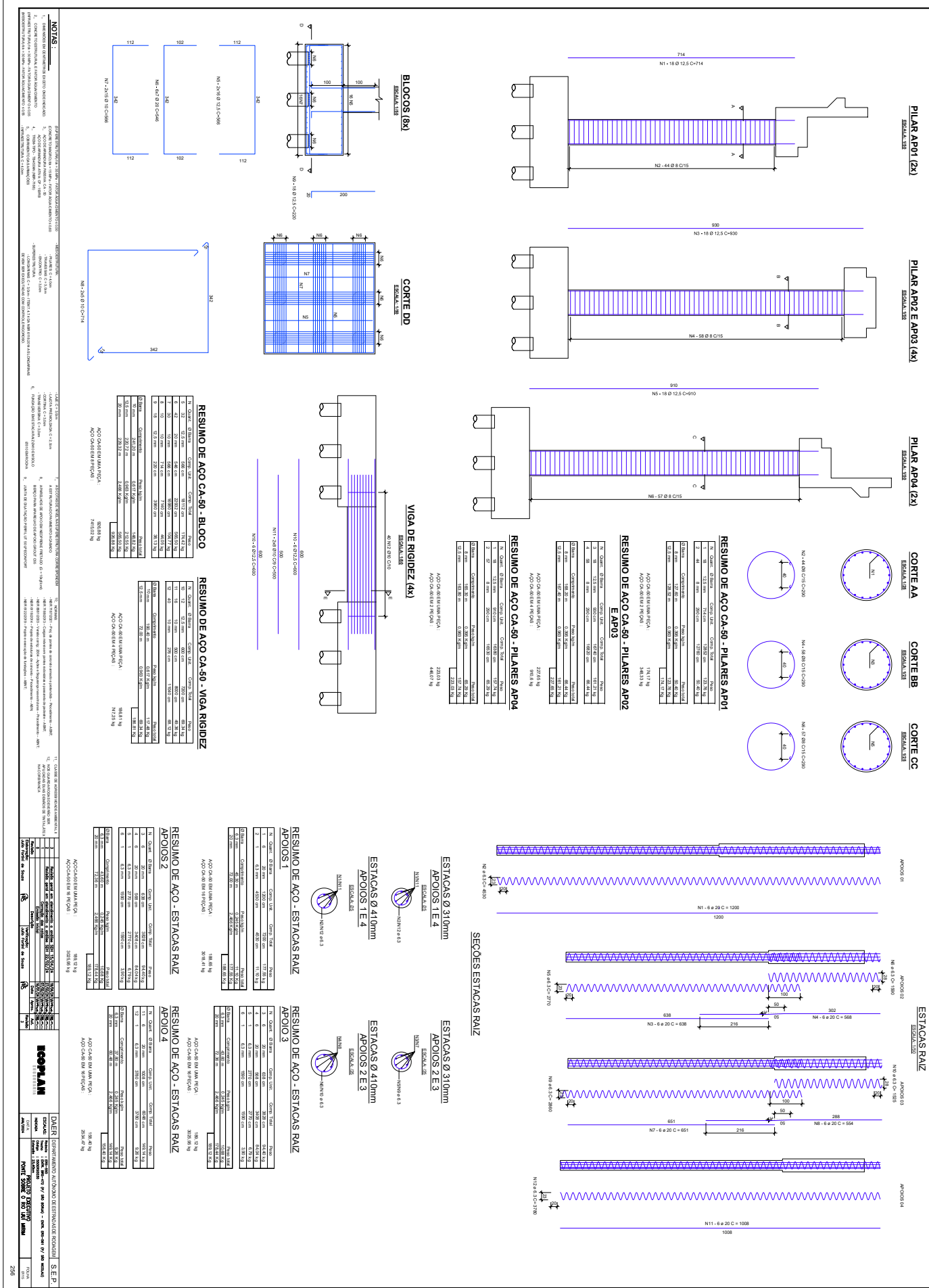


|                                         |                                         |                                         |                                          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>NOTAS</b>                            |                                         | <b>LEGENDA</b>                          |                                          |
| 1. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 2. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 3. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 4. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO   |
| 5. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 6. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 7. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 8. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO   |
| 9. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  | 10. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 11. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 12. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 13. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 14. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 15. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 16. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 17. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 18. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 19. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 20. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 21. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 22. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 23. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 24. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 25. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 26. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 27. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 28. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 29. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 30. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 31. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 32. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 33. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 34. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 35. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 36. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 37. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 38. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 39. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 40. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 41. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 42. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 43. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 44. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 45. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 46. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 47. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 48. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 49. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 50. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 51. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 52. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 53. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 54. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 55. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 56. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 57. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 58. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 59. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 60. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 61. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 62. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 63. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 64. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 65. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 66. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 67. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 68. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 69. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 70. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 71. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 72. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 73. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 74. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 75. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 76. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 77. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 78. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 79. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 80. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 81. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 82. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 83. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 84. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 85. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 86. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 87. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 88. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 89. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 90. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 91. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 92. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 93. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 94. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 95. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 96. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  |
| 97. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 98. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 99. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO | 100. DIMENSÕES E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO |



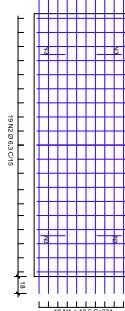
## NOTAS

[illegible]



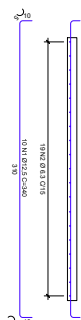
**LAJOTAS - VISTA SUPERIOR (x231)**

### ESCALA A-17



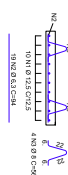
**LAJOTAS - ELEVACÃO**

ESCALA: 1/2



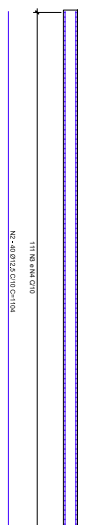
**LAJOTAS - ARMADURAS**

ESCALA: 12



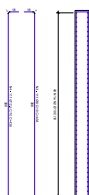
**LASE DE TRANSIÇÃO - ELEVAÇÃO**

# 1



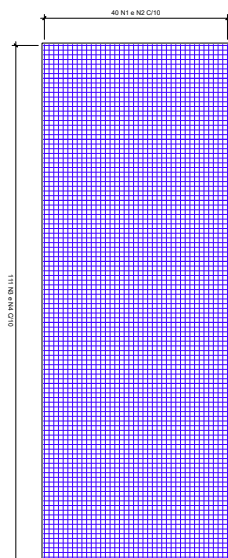
**LAJE DE TRANSICAO - CORTE A**

## RESULTS

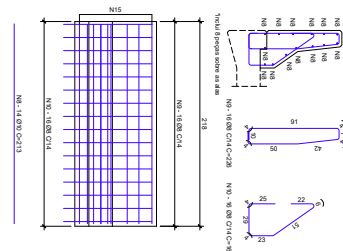


**LAJE DE TRANSIÇÃO - VISTA SUPERIOR (x2)**

**2000.1.15**



**GUARDA RODAS (x82\***



## RESUMO DE AÇO - LAJOTAS

| N | quart | cm barra | unif/mio | total    | pro lica |
|---|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 10    | 12,5 mm  | 340 cm   | 3.400 cm | 32,76 kg |
| 2 | 19    | 6,3 mm   | 94 cm    | 1.960 cm | 4,30 kg  |
| 3 | 4     | 8 mm     | 96 cm    | 224 cm   | 0,80 kg  |

| cm barra | contate mm/mio | unif/mio    | pro lica |
|----------|----------------|-------------|----------|
| 6,3 mm   | 17.040 m       | 0,244 kg/m  | 4,30 kg  |
| 8 mm     | 2.240 m        | 0,1364 kg/m | 0,30 kg  |
| 12,5 mm  | 34.000 m       | 0,063 kg/m  | 32,76 kg |
|          |                |             | 37,36 kg |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| AÇÚCAR EM UMA PEÇA : | 37,00 kg  |
| AÇÚCAR EM 23 PEÇAS : | 873,50 kg |

## RESUMO DE AÇO: LAJE DE TRANSIÇÃO

[illegible]

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| AOO CA-50 EM UMA PEÇA : | 1259,00 kg |
| AOO CA-50 EM 2 PEÇAS :  | 2517,99 kg |

**RESUMO DE AÇO: G. RODAS**

| N  | quart. | Ø bearing | unfilled | filled   | mass     |
|----|--------|-----------|----------|----------|----------|
| 0  | 14     | 30 mm     | 273 cm   | 230.2 cm | 98.27 kg |
| 0  | 16     | 8 mm      | 226 cm   | 301.6 cm | 94.25 kg |
| 10 | 16     | 8 mm      | 305 cm   | 264.6 cm | 97.40 kg |

| Ø bearing | core/parts | unfilled    | mass     |
|-----------|------------|-------------|----------|
| 8 mm      | 62.64 cm   | 0.394 kg/cm | 24.65 kg |
| 30 mm     | 230.2 cm   | 0.418 kg/cm | 98.27 kg |

|       |       |
|-------|-------|
| 40 kg | 40 kg |
|-------|-------|

|                        |          |
|------------------------|----------|
| MOCA-60 EM 82 PE CAS : | 35.27.48 |
|------------------------|----------|

## NOTAS

**NOTAS:**

1. IMBENEFICACIA BENEFICIO E COTA DO CÍRCULO INDICADO
2. CONDIÇÕES TRIBUTÁRIA E FATORES AQUADANTE DO (PARTE TRIBUTÁRIA) (CA = 20,00 R\$ - FATORES AQUADANTE E 0,05 (IMPOSTO TRIBUTÁRIO) (CA = 20,00 R\$ - FA TORA AQUADANTE) E 0,05
3. ADOPTAR AVALIAÇÃO ANUAL (CA = 100)
4. TRIBUTÁRIO - TRIBUTÁRIO (CA = 100)
5. CONDIÇÕES TRIBUTÁRIA E FATORES AQUADANTE DO (PARTE TRIBUTÁRIA) (CA = 20,00 R\$ - FATORES AQUADANTE) E 0,05
6. IMPOSTO TRIBUTÁRIO (CA = 20,00 R\$ - FATORES AQUADANTE) E 0,05

## -PLATE C

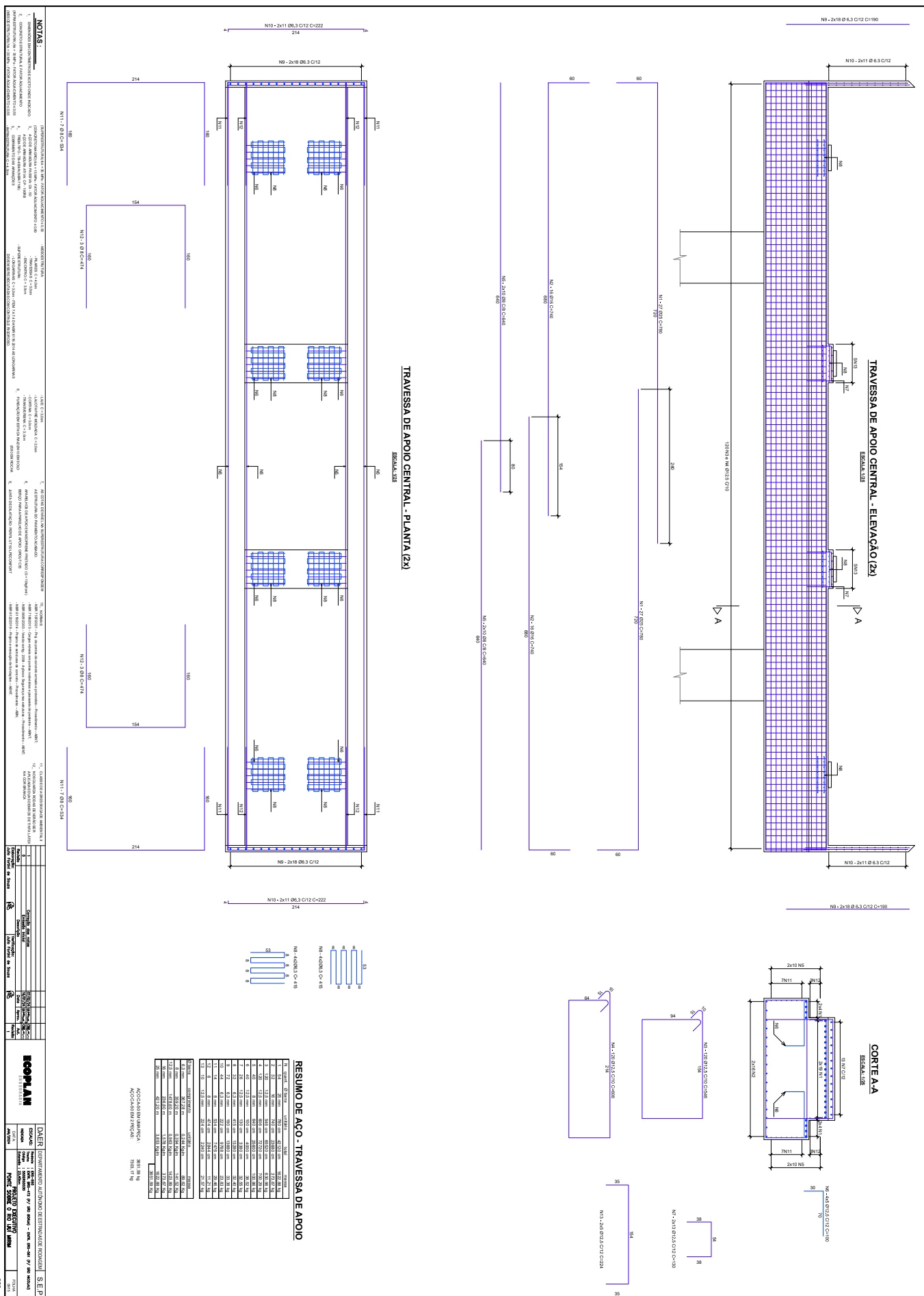
[illegible]

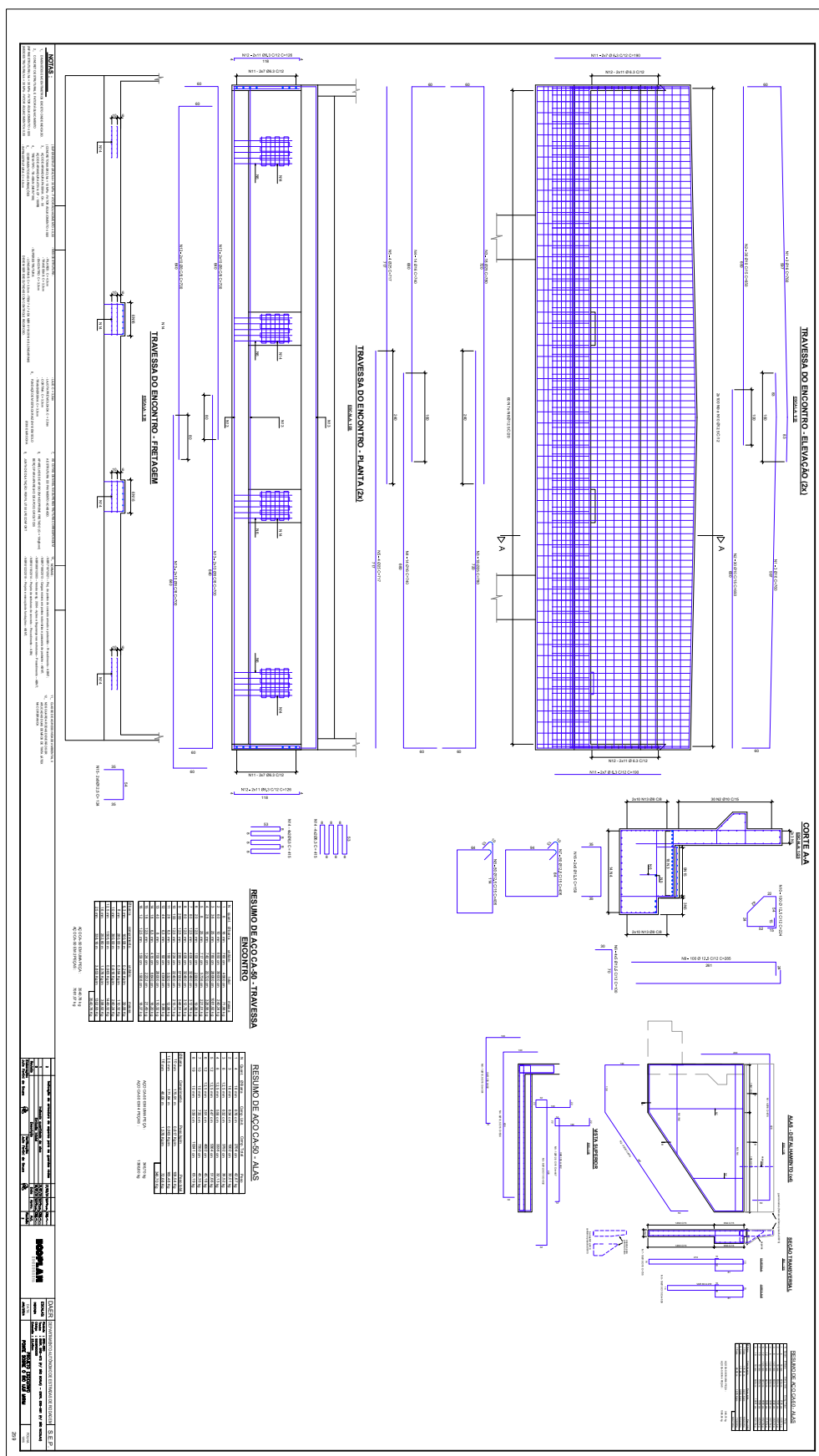
10. **NOTES:**

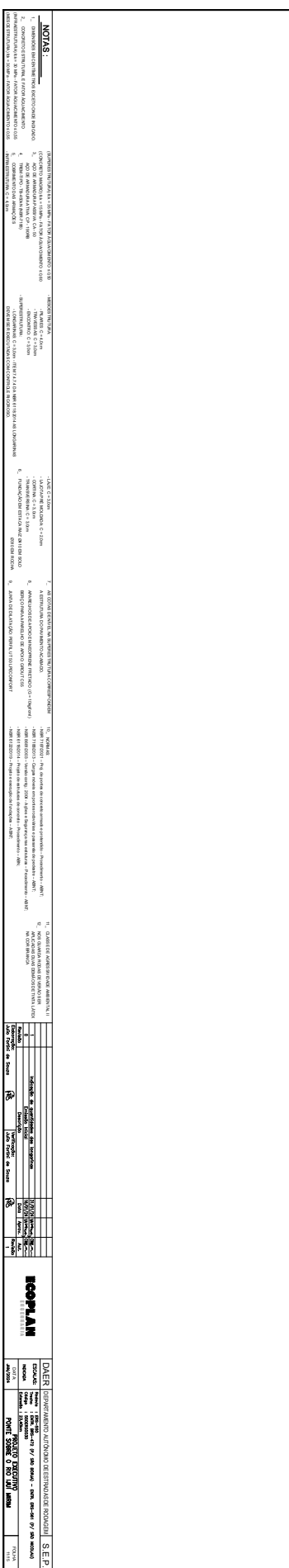
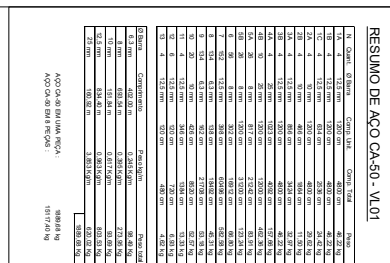
10. NORMAN  
11. KERN 1981:203 – Pay, do poder de ocorrência imediato e gradiente – *Procedimento* – ABNT;  
12. KERN 1986:203 – Ocaso notável em política regionalista e pessoalista do presidente – ABNT;  
13. KERN 1991:2003 – Voto cego, um político notório em situações de crise – *Procedimento* – ABNT;  
14. KERN 1916:204 – Pagão da cartolina da ocorrência – *Procedimento* – ABNT;  
15. KERN 1925:207 – Pagão e anúncio de transações – ABNT;

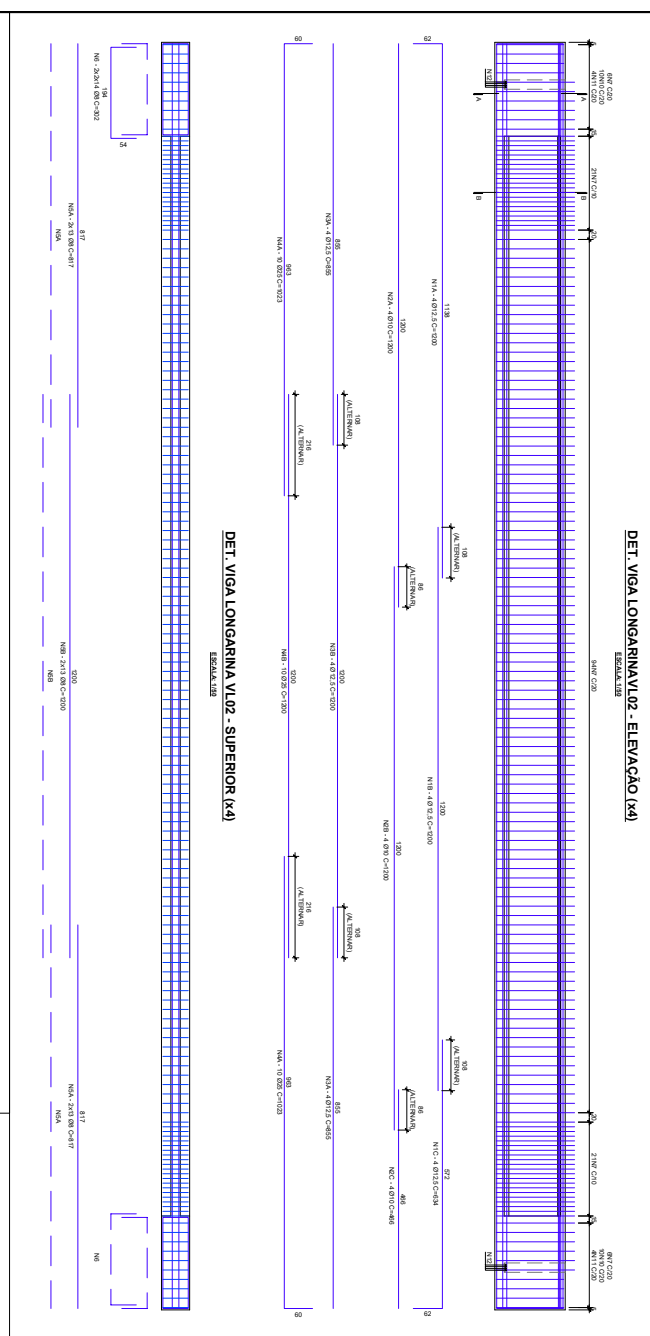
|   |   |
|---|---|
| 9 | 6 |
|---|---|

[illegible][illegible]



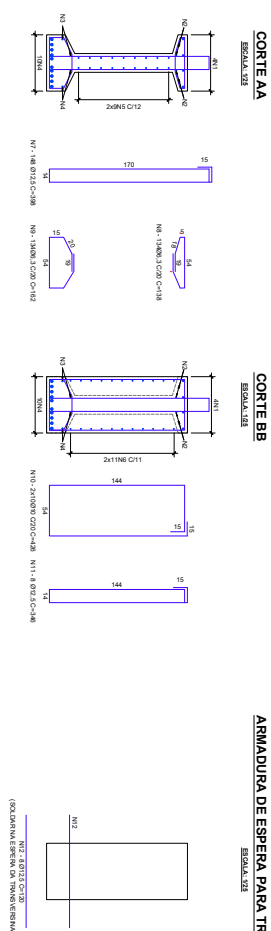




[illegible]

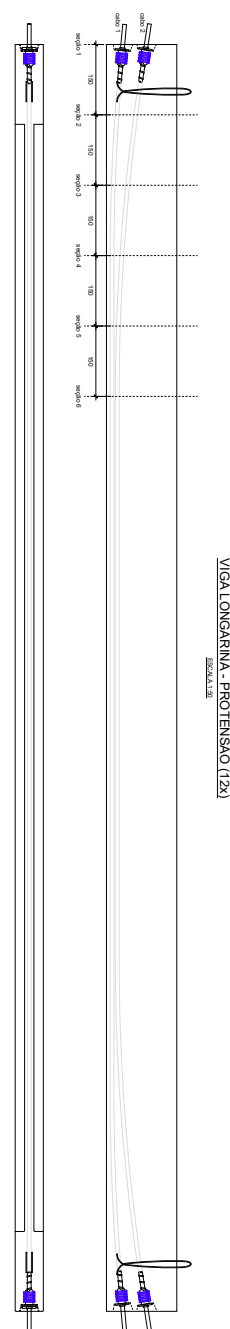
MOÇAMBIQUE EM 4 PEÇAS:

7543.45 h



## NOTAS

[illegible][illegible]

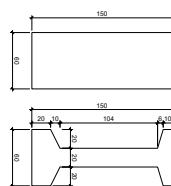


**VIGA LONGARINA - PROTENSÃO (12x**

ESCM A 1.50

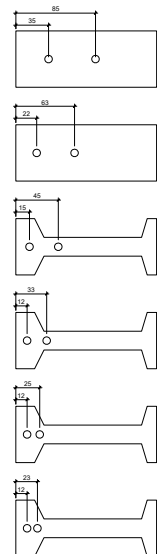
## FORMAS

1



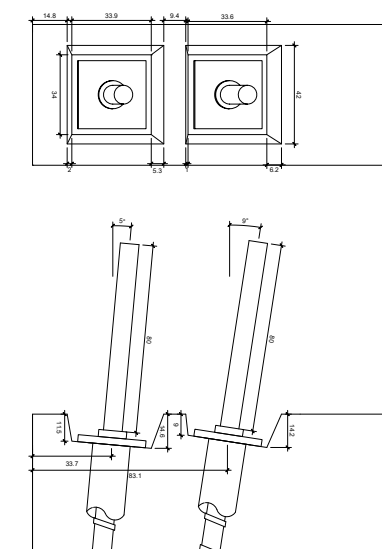
### ESCALA 1:25

1



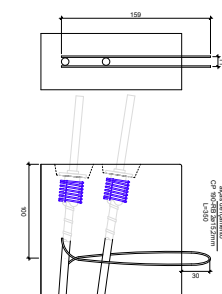
**SAIDAS E ANCORAGENS DOS CABOS (24x)**

## RESULTS



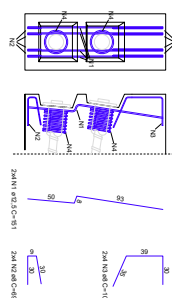
**ALÇAS DE IÇAMENTO (24X**

**ESCALA 12**



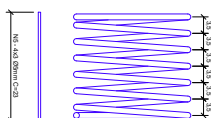
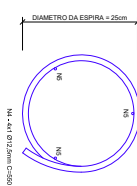
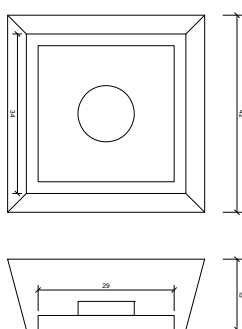
**ARMADURA DE FRETAGEM (24X)**  
E 92 ALA 124

**ES:MLA 123**



DETALHE TÍPICO DA ANCORAGEM E FRETAGEM DOS CABOS (48x

ESCHNER, M.



## RESUMO DE AÇO CA-50

| N.º quest. | Objeto | Unidad  | Costo    | Indicador |
|------------|--------|---------|----------|-----------|
| 1          | 8      | 12.5 mm | 12.00 cm | 11.65 kg  |
| 2          | 8      | 8 mm    | 60 cm    | 5.02 kg   |
| 3          | 8      | 8 mm    | 104 cm   | 8.52 kg   |
| 4          | 4      | 12.5 mm | 950 cm   | 22.00 kg  |
| 5          | 52     | 950 cm  | 21 cm    | 21.99 kg  |
| 6          | 52     | 21 cm   | 218 cm   | 0.43 kg   |

| Objeto  | convertido | Unidad      | Indicador |
|---------|------------|-------------|-----------|
| 8 mm    | 2.78 kg    | 0.154 kg/dm | 5.43 kg   |
| 8 mm    | 3.84 kg    | 0.154 kg/dm | 4.81 kg   |
| 12.5 mm | 34.05 kg   | 0.363 kg/dm | 32.02 kg  |
|         |            |             | 38.70 kg  |

## RESUMO DE AÇO CP-190

| colte congrementu orodului | Donatelia | densitate | masa                       |
|----------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 1                          | 24,6 m    | 92 mm     | 33,5 kg/m 386,443 kg       |
| 2                          | 24,6 m    | 92        | 92 mm 33,5 kg/m 386,443 kg |
| 4                          | 3,5 m     | 4         | 92 mm 4,094 kg 15,044 kg   |
|                            |           |           | 739,93 kg                  |

AGO QP: 910 BIA IMA PECA : 708,08 kg  
 AGO QP: 910 BIA IZ PECA : 940,810 kg

## CARACTERÍSTICAS DA PROTENÇÃO

- [illegible]

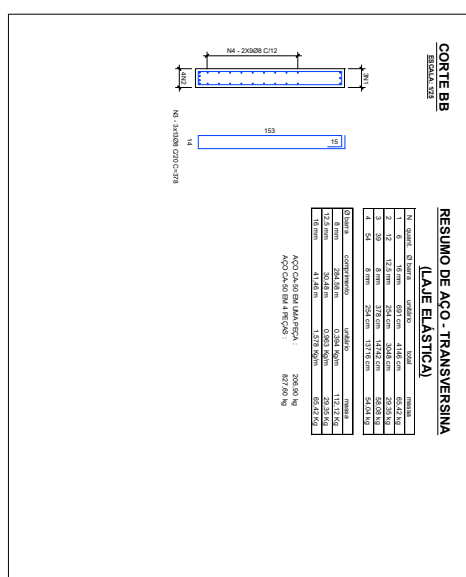
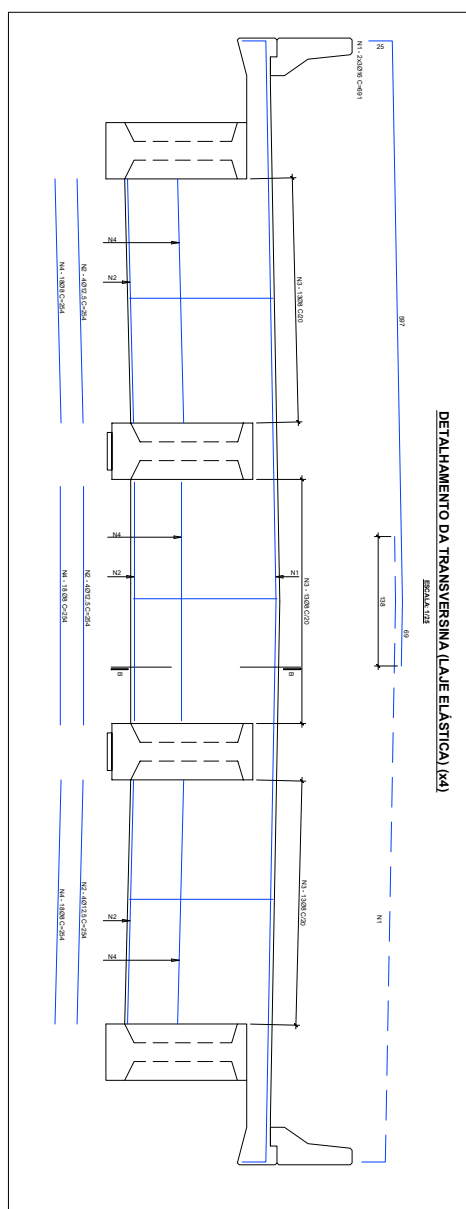
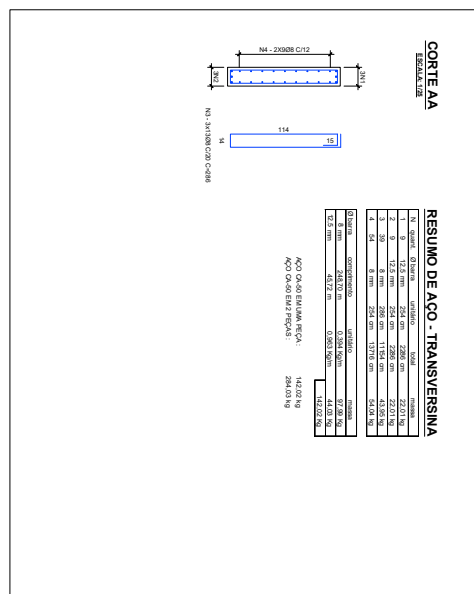
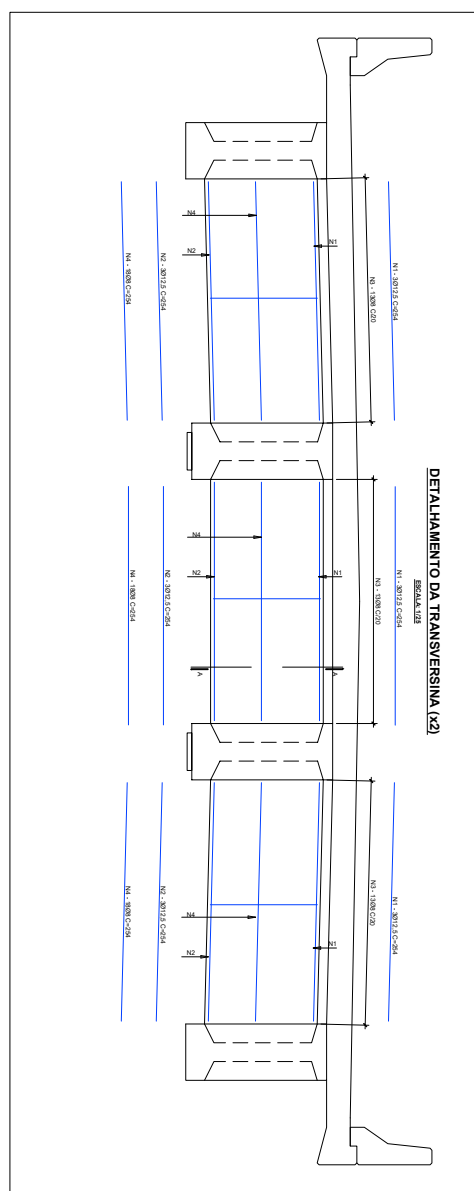
## NOTAS

- [illegible]

- [illegible]

- [illegible]

|                |                                                                            |                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>DAER</b>    | <b>DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODOAGEM</b>                       | <b>SER.</b>          |
| <b>ESCALAS</b> | Modelo : DER-200<br>Folha : 172 / 340 (anexo) - DATA DER-961 / 340 (anexo) |                      |
| <b>MEDIDA</b>  | Código : 858000000                                                         |                      |
| <b>DATA</b>    | Elaborado : 13.12.88                                                       |                      |
| <b>4m/2034</b> | <b>PROJETO EXECUTIVO</b><br><b>PONTE SOBRE O RIO LIMA VERMILHA</b>         | <b>FOLHA</b><br>1375 |

[illegible]