

O/H. 1112  
L26ca  
V. II

46940

CANAL LINEA PARANA

VINCULACION TRAMO II - TRAMO IV

Y DEFENSA CONTRA INUNDACIONES

LOCALIDAD LOS AMORES

ALCANTARILLA SOBRE CANAL BAJO VIAS

F.C.G.M.B. EN KM 404+110,75

Agosto de 1994

**OBRA: CANAL LINEA PARANA - VINCULACION TRAMO II-TRAMO IV;  
Y DEFENSA CONTRA INUNDACIONES LOCALIDAD LOS AMORES**

**DESCRIPCION DEL PROBLEMA HIDRAULICO DE LA ZONA**

**1. INTRODUCCION:**

El principal objetivo de las obras de la Línea Paraná es trasladar las aguas producto del saneamiento en áreas chaqueñas, hasta el Río Paraná sin perjuicio alguno para la zona de tránsito, ejerciendo un fuerte impacto secundario de saneamiento en las áreas que atraviesa.

La construcción del conjunto de obras denominadas Línea Paraná ha sido organizada en cuatro tramos, que conectan hidráulicamente puntos tan distantes como Santa Silvana y Villa Angela en el Chaco con el Río Paraná.

La obra que se proyecta viene a materializar la vinculación de dos de estos tramos, identificados como: TRAMO II: con origen en el Arroyo El Sábalo y fin en la intersección de las Rutas Provinciales Nos. 3 y 30 al Este de la localidad de Los Amores; y TRAMO IV: con origen en la Ruta Provincial No. 30 al Oeste de la localidad de Los Amores y fin en las inmediaciones de la localidad de Santa Silvana (Chaco).

Como complemento de este saneamiento y considerando los graves problemas que se originan en la localidad de Los Amores, por los excedentes pluviales, es que se proyectan las Defensas definitivas contra inundaciones. Dichas obras permitirán el correcto manejo de dichos excedentes, exteriores e interiores al poblado.

**2. CRITERIOS DE PROYECTO:**

**2.1. CANAL DE VINCULACION TRAMO II-TRAMO IV:**

El criterio seguido es el mismo que el establecido para el TRAMO II, es decir se adopta un caudal de diseño de 22.0 m<sup>3</sup>/s., establecido para dar respuesta inmediata al aporte del TRAMO III ya construido hasta el Estero Cocherek, y dejar habilitado un cupo para una primera etapa del TRAMO IV.

En la distribución del perfil de obras se considera un espacio para la futura ampliación del mismo, con un caudal de diseño de hasta 50.0 m<sup>3</sup>/s., que podrá constituir una segunda etapa habilitando caudales mayores para el TRAMO IV.

La cota de desague al fin del Tramo de Vinculación (Prog. Km. 29+656) ha sido fijada considerando la profundidad de excavación necesaria para la futura construcción del TRAMO IV.

La sección transversal se determinó en base a los caudales de diseño del canal y del tipo de suelo a lo largo de la traza, adoptándose el talud 1:1 (45 grados), que es estable para todo el canal y cualquiera sea su altura.

La pendiente de la solera se estableció en base a las restricciones propias de las pendientes naturales, considerando que, junto con los otros elementos de diseño determine los caudales proyectados. Con respecto a las velocidades erosivas, para un caudal máximo de 22.0 m<sup>3</sup>/s., se espera que la velocidad media sea inferior a los 0,85 m/s., valor admisible para el material fino que constituye la zona de traza (superior a 1,0 m/s.)

Los componentes principales de esta parte de la obra son: el Canal de conducción con una base de fondo de 6,0 mt. en una primera etapa; y tres Alcantarillas de 12,0 mt. de luz y una altura de 5,0 mt., ubicadas sobre: Ruta Provincial No. 3 (Tipo A-2, recta); Vías del F.C.G.M.B. (oblicua, calculada según el Reglamento de Ferrocarriles Argentinos); y Ruta Provincial No. 30 (Tipo A-2, oblicua). Para las dos mencionadas en último término se realizaron los cálculos y planos especiales correspondientes.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS EN LA ZONA DE VIAS

Los trabajos que se preve realizar en la zona de vias son los descriptos a continuación:

1. Construcción de una alcantarilla de hormigón armado en Prog. Km. 404 + 110.75 del ramal del F.C.G.M.B. entre Est. Cañada Ombú y Est. Los Amores.

La alcantarilla consta de tres tramos de 4.00 m. de luz por una altura libre de 3.60 m. y una altura total (considerando tablero, profundidad y espesor de fundación) de 5.90 m.

La ejecución de la misma se realizara en etapas, cada etapa corresponde a la terminación de un tramo de alcantarilla, comenzando con los dos exteriores para finalizar con la construcción del tramo intermedio, esto obedece a una simplificación en la ejecución de las sustentaciones provisionales de vias.

2. Construcción de sustentaciones provisionales de vias en perfiles de acero laminado y durmientes de quebracho, en correspondencia con cada etapa de construcción de la alcantarilla.

## DOCUMENTO DE EXONERACION

### Título

Con motivo de la obra citada, y a efectos que se nos permita iniciar la obra una vez otorgada la correspondiente autorización de ese Ferrocarril, expresamos conformidad con las siguientes condiciones:

- 1) A firmar el contrato usual en papel sellado, debiendo ser a nuestro cargo el gravámen y abonar el alquiler por el espacio ocupado de acuerdo a la tarifa en vigor.
- 2) A ejecutar los trabajos a satisfacción de la Inspección del Ferrocarril.
- 3) A introducir en las instalaciones cualquier modificación que pudiera exigirse, reconstruirlos a retirarlos por completo del terreno del Ferrocarril, si así lo resolviera autoridad competente, al pronunciarse sobre la aprobación de los planos, etc. sin derecho a reclamar indemnización alguna.
- 4) A pagar los derechos fijados por la Administración en concepto de aprobación y estudio de los planos y demás documentos a inspección de la obra, etc., de acuerdo con los Decretos Gubernativos del 5 de Enero y 25 de Agosto de 1932 y cualquier otro derecho que se imponga por la construcción existencia o remoción de la Obra.
- 5) A asumir la responsabilidad que pudiera surgir por la ejecución de las obras, así como lo que pudiera derivarse de cualquier accidente que ocurriese con motivo de instalación, existencia o renuncia, debiéndose en este caso dejar el terreno del Ferrocarril en las mismas condiciones que fuera entregado.
- 6) A asegurar por nuestra cuenta, si fuera necesario, el tren rodante o cualquier propiedad de la Administración que pudiera quedar afectada por las instalaciones.
- 7) A abonar a la Administración los gastos que hubiera incurrido por estudio, planos y demás documentos, sellos, en caso de desistir de la realización de la obra o no fuese aprobada por las autoridades.
- 8) A ejecutar las obras en forma continua, sin interrupciones, y especialmente cuando se tratase de cruces subterráneos hasta terminar la instalación del caño camisa protector o estructuras resistentes, con el correspondiente relleno y compactación del suelo.
- 9) A presentar al ferrocarril plano conforme a obra, dentro de los quince (15) días de finalizada la misma.

Provincia de Santa Fe

Poder Ejecutivo

DECRETO N°

5453

SANTA FE,

19 DIC. 1988

VISTO: el expediente N° 00603-0021595-V del registro del Sistema de Información de Expedientes que refiere a la necesidad de concretar en forma continua trámites de pedidos de autorización onto Ferrocarriles Argentinos, para el cruce de vías por obras hidráulicas, concretadas dentro de la jurisdicción provincial; y,

CONSIDERANDO:

Que la referida Empresa Nacional requiere de la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas formalice, a los fines de tal autorización, "convenios" por los que comprometa la redacción y entrega de la documentación técnica respectiva y el pago del Arancel de Habilitación;

Que como dictamina la Dirección General de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda (dictamen n°4672/88 fs.17) se está en presencia de una facultad propia del señor Gobernador, que requiere una delegación expresa;

Por ello,

EL GOBERNADOR DE LA PROVINCIA

Decreta:

ARTICULO 1°.- Autorizar al Director Provincial de Obras Hidráulicas y al Jefe del Departamento de Estudios y Proyectos de dicha Repartición para que, indistintamente, formalicen con Ferrocarriles Argentinos, los convenios de práctica que refieren a la autorización para el cruce de vías, por obras hidráulicas provinciales.-----

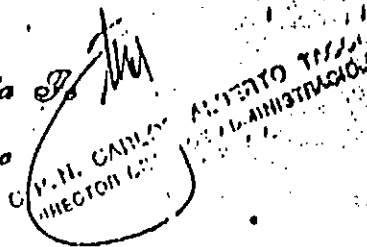
ARTICULO 2°.- Regístrese, comuníquese, publíquese y archívese.--

ES COPIA

*Gm h h*

VICTOR E. REYNOLDO  
ALBERTO JOAQUIN

Provincia de Santa Fe  
Poder Ejecutivo



DECRETO No

3297

SANTA FE,

13 OCT 1992

VISTO:

el expediente No 001-01-0002146-6 del registro del Sistema de Información de Expedientes;

CONSIDERANDO:

Que ante la vacancia producida en el cargo de Director // Provincial de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda, se hace necesario el cubrimiento del mismo;

Que el personal cuya designación se propone está comprendido en la excepción del Artículo 2º, Inciso b) de la Ley No 8525-Estatuto General de la Administración Pública Provincial;

Que por otra parte, se hace notar que la presente gestión deberá exceptuarse de las disposiciones establecidas en el Decreto No 0877/90;

POR ELLO:

EL GOBERNADOR DE LA PROVINCIA

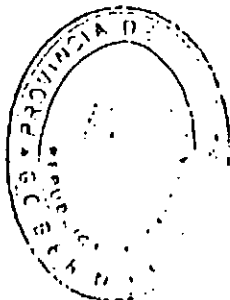
D E C R E T A:

ARTICULO 1º.- Exceptúase la presente gestión de las disposiciones establecidas por Decreto No 0877/90.-

ARTICULO 2º.- Designase en la Jurisdicción 7-MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS PUBLICOS Y VIVIENDA, en la Unidad de Organización 1-Sub Unidad 01-Finalidad 7-Función 90-Sección 1-Sector 01-Partida / Principal 01-Parcial 01-Clase 01-Autoridades Superiores, en el cargo/ de Director Provincial de Obras Hidráulicas, al Ingeniero en Recursos Hídricos JUAN JOSE MORIN ( N.I.No 7.675.024-Clase 1949), con retención de su cargo de Categoría 22-Coordinador General Area Ingeniería de la misma Dirección Provincial, debiéndose imputar el gasto a la partida y Unidad de Organización correspondientes de la Jurisdicción actuante.-

ARTICULO 3º.- Regístrese, comuníquese, publíquese y archívese.-

ES COPIA



*[Signature]*

CARLOS ALBERTO REUTEMANN

DR. JUAN CARLOS MERCIER

TELCA F. DE PASINATO  
DIRECTOR GRAL. DE DESPACHO

*[Signature]*  
ANTONIA RESTALDI DE CURCHO  
JEFE DIVISION  
REGISTRO Y NOTIFICACIONES  
M. O. S. P. Y V.

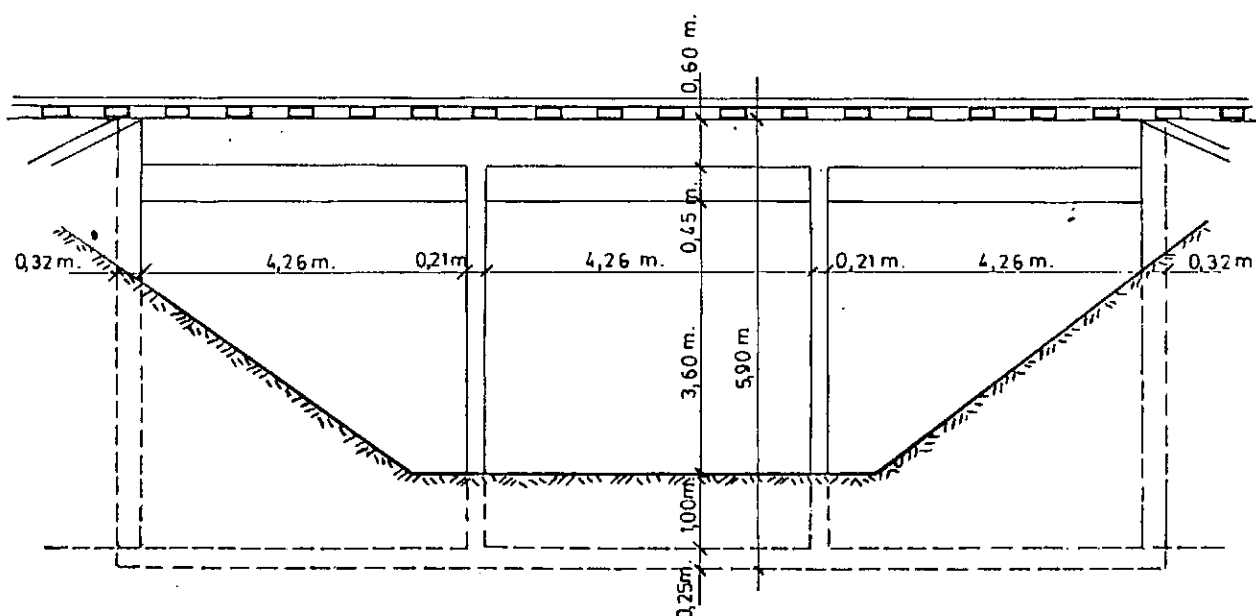
OBRA: CANAL LINEA PARANA - VINCULACION TRAMO II-TRAMO IV;  
Y DEFENSA CONTRA INUNDACIONES LOCALIDAD LOS AMORES

MEMORIA DE CALCULO

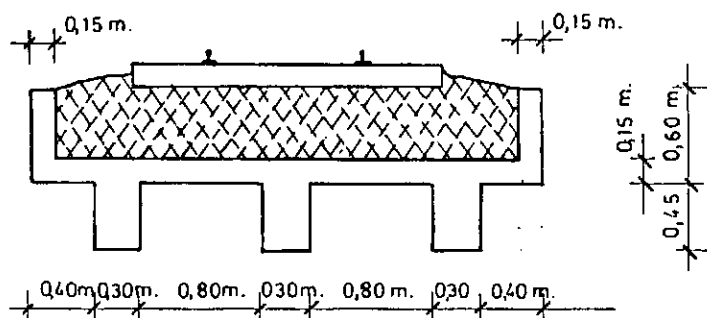
ALCANTARILLA BAJO VIAS F.C.G.M.B.  
ENTRE ESTACION CDA. OMBU Y ESTACION LOS AMORES  
PROG. KM. 404+110,75

LUCES = 3 TRAMOS DE 4,00 m.; ALTURA = 5,30 m.

1. ESQUEMA DE LA ALCANTARILLA:



VISTA



SECCION TRANSVERSAL

## 2. CARGAS DE CALCULO:

Se obtienen del Reglamento Argentino para el Proyecto y Construcción de Puentes Ferroviarios de Hormigón Armado, publicación editada por Ferrocarriles Argentinos.

### 2.1. Pesos propios:

- Hormigón armado: peso espec.:  $\delta_{h.a.} = 2,40 \text{ t/m}^3$ .
- Suelo: peso espec.:  $\delta_n = 1,80 \text{ t/m}^3$ ; ang. de fricción interna:  $\phi = 40$ . ; cohesión:  $c = 0$ .
- Peso vía: (por metro lineal de vía)
  - rieles, contrarieles, eclisas, etc .....  $0,20 \text{ t/m}$ .
  - durmientes .....  $0,20 \text{ t/m}$ .
  - balasto de pedregullo .....  $1,80 \text{ t/m}$ .

-----  
 $2,20 \text{ t/m}$ .

Se adopta:  $2,20 \text{ t/m}$ .

### 2.2. Sobrecargas:

Del Reglamento, para una luz de  $4,00 \text{ m}$ . se adopta en lugar de las cargas puntuales de ejes de locomotora, una carga distribuida equivalente a saber:

- carga  $p / M_{\max.} = 12,25 \text{ t/m}$ . lineal de vía.
- carga  $p / Q_{\max.} = 15,00 \text{ t/m}$ . lineal de vía.
- coeficiente de impacto:  $\phi = 1,4 - 0,008.L - 0,1.hr$

donde:  $L$  = luz de la alcantarilla en metros =  $4,00$

$hr$  = altura del relleno en metros =  $0,30$

luego:

$$\phi = 1,338$$

### 2.3. Empuje de suelos:

Con los valores característicos de suelo enunciados anteriormente, aplicando la teoría de Rankine para empuje de suelos se obtiene como presión horizontal del mismo:

$$p_h = p_v / \text{tg}^2(45 + \phi/2) = 1,8.H / \text{tg}^2(65) = 0,392.H \quad (\text{t/m}^2)$$

Para considerar la sobrecarga se define una altura equivalente de suelo sobre la vía, sin impacto. La sobrecarga enunciada es por metro lineal de vía; se considera que la presión del tren de cargas se reparte sobre un ancho igual a la longitud del durmiente, y al tener en cuenta la profundidad de aplicación considerando un talud de distribución de 2:1, el ancho final de aplicación es de 2,30 m.

Luego:

$$h' = q_m / b_m = 12,25 \text{ t/m.} / 2,30 \text{ m.} \times 1,8 \text{ t/m}^2 = 2,96 \text{ m.}$$

Finalmente:

$$p_h = 0,392 \times (H + 2,96) \quad (\text{en t/m}^2).$$

#### 2.4. Fuerzas adicionales:

##### 2.4.1. Presión del viento:

La acción del viento se supondrá horizontal, transversal a la dirección del movimiento y se determina adoptando las siguientes presiones:

- para puente vacío: 250 kg/m<sup>2</sup>.
- para puente cargado: 150 kg/m<sup>2</sup>.

La superficie a tener en cuenta para el efecto de viento sobre el tren, se supone como un rectángulo de longitud igual a la del puente y cuya altura propia y la de su centro de gravedad sobre el riel, será para trocha angosta (1,00 m.):  $h_e = 3,00 \text{ m.}$ ;  $h_{cg} = 2,00 \text{ m.}$

##### 2.4.2. Frenado del tren:

Se tendrá en cuenta una fuerza horizontal, actuando sobre el borde superior del riel, en la dirección del movimiento, e igual a 1/7 del peso total de la sobrecarga sin impacto, considerada sobre el tablero.

$$\begin{aligned} F_f &= 1/7 \times (q_m \cdot L_{\text{total}}) = 1/7 \times (12,25 \text{ t/m} \times 3 \times 4,0 \text{ m.}) = \\ &= 21,0 \text{ t.} \end{aligned}$$

##### 2.4.3. Choques laterales del tren (balanceo):

Su efecto se considera como una fuerza horizontal, actuando sobre el borde superior de cada riel, en dirección perpendicular al eje de vía, actuando en el lugar más desfavorable, con una intensidad igual al 25% del peso del eje más pesado del tren tipo.

$$F_{ch} = 0,25 \times P_{max} = 0,25 \times 16,0 \text{ t.} = 4,0 \text{ t.}$$

Separación entre ejes de locomotora = 1,50 m.

#### 2.4.4. Dilatación por temperatura:

Se desprecia su influencia sobre la estructura por el hecho de que al estar la parte principal debajo de toda la estructura de la vía, el gradiente de temperatura entre ambas caras no es importante, por lo tanto su influencia se desprecia frente a los demás efectos combinados.

### 3. ESTRUCTURA PRINCIPAL DE LA ALCANTARILLA:

#### 3.1. SOLICITACIONES:

Con las cargas de cálculo enunciadas se procede al cálculo de las solicitaciones sobre la estructura de la alcantarilla.

Se adopta como tipo estructural de la misma, un pórtico múltiple de tres (3) tramos de 4,00 m. de luz y una altura de 6,00 m.. El mismo se considera articulado en la fundación.

Como sistema de fundación debido a la magnitud de las cargas reglamentarias, se adopta una platea de fundación que es la única estructura que permite la distribución de las cargas con una tensión del terreno inferior a la admisible.

En cuanto al tablero se considera constituido por una losa continua con el guardabalasto, soportada por vigas longitudinales que apoyan sobre los estribos y pilas intermedias.

Al ser una estructura hiperestática, su cálculo se realiza por el método de las rotaciones para la resolución de los mismos.

A continuación se observan los diagramas de momentos, esfuerzos de corte y esfuerzos normales resultantes, para los distintos estados de cargas, uno para momentos máximos y otro para esfuerzos de corte máximos.

### 3.2. DIMENSIONAMIENTO:

Para el dimensionamiento se considera como materiales:

- Hormigón tipo H-21 s/clasif. CIRSOC:  $\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Armadura de acero tipo III:  $\sigma_{es} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

y la forma de dimensionar se adecúa a lo establecido en el Reglamento CIRSOC 201 y en el Cuaderno 220 IRAM, es decir de acuerdo a las normas DIN 1045.

Con respecto al signo de los momentos, corresponden:

- signo positivo (+) ; tracción en cara interna.
- signo negativo (-) ; tracción en cara externa.

#### 3.2.1. TABLERO:

##### 3.2.1.A. Muro guardabalasto:

$$M_{\text{borde}} = -0,686 \text{ tm.} ; Q_{\text{max}} = 3,451 \text{ t.} ; N_{\text{max}} = -0,220 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } d = 15 \text{ cm.} ; h = 12 \text{ cm.} ; b = 100 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 15,7 \dots > k_e = 0,44 ; k_z = 0,95$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 2,23 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 8 mm. c/ 20 cm.}$$

$$f_{\text{erap.}} = 0,2 \cdot f_e = 0,45 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 6 mm. c/ 30 cm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b \cdot k_z \cdot h_0 = 2,79 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{01}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

##### 3.2.1.B. Losa:

###### B.1. Apoyo externo:

$$M_{\text{borde}} = -1,849 \text{ tm.} ; Q_{\text{max}} = 6,988 \text{ t.} ; N_{\text{max}} = +2,891 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } d = 15 \text{ cm.} ; h = 12 \text{ cm.} ; b = 100 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 9,6 \dots > k_e = 0,46 ; k_z = 0,91$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 7,75 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 12 mm. c/ 20 cm.} \\ + 1 \text{ } \phi \text{ 8 mm. c/ 20 cm.}$$

$$f_{\text{erap.}} = 0,2 \cdot f_e = 1,55 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 6 mm. c/ 20 cm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b \cdot k_z \cdot h_0 = 5,90 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{01}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

### B.2. Apoyo interno:

$$M_{\text{borde}} = -0,377 \text{ tm.} ; Q_{\text{max}} = 3,896 \text{ t.} ; N_{\text{max}} = +2,891 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } d = 15 \text{ cm.} ; h = 12 \text{ cm.} ; b = 100 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 21,2 \dots \rightarrow k_e = 0,44 ; k_z = 0,95$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_e = 2,48 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 8 \text{ mm. c/ } 20 \text{ cm.}$$

$$f_{e_{\text{rep.}}} = 0,2 \cdot f_e = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 6 \text{ mm. c/ } 30 \text{ cm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b \cdot k_z \cdot h_b = 3,15 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{01}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

### B.3. Tramo interno:

$$M_{\text{tramo}} = 0,253 \text{ tm.} ; Q_{\text{max}} = 0,0 \text{ t.} ; N_{\text{max}} = +2,891 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } d = 15 \text{ cm.} ; h = 12 \text{ cm.} ; b = 100 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 25,8 \dots \rightarrow k_e = 0,43$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_e = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 8 \text{ mm. c/ } 20 \text{ cm.}$$

$$f_{e_{\text{rep.}}} = 0,2 \cdot f_e = 0,41 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 6 \text{ mm. c/ } 30 \text{ cm.}$$

### 3.2.2. PORTICO:

Nota: Como existe una carga (frenado del tren) que puede ser variable, en cuanto al sentido de aplicacion sobre la estructura; para dimensionar se toman los diagramas envolventes de solicitaciones.

#### 3.2.2.A. Viga pórtico extrema:

##### A.1. Apoyo:

$$M_{\text{max}} = -24,04 \text{ tm.} ; Q_{\text{max}} = 31,93 \text{ t.} ; N_{\text{max}} = -9,328 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 30 \text{ cm.} ; d = 60 \text{ cm.} ; h = 58 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 6,48 \dots \rightarrow k_e = 0,49 ; k_z = 0,85$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_e = 16,43 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 4 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.} \\ + 2 \text{ } \phi \text{ } 16 \text{ mm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b \cdot k_z \cdot h_b = 21,59 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{03}, \text{ es necesaria armadura de corte.}$$

$$f_{e_r} = \Gamma \cdot b/\sigma_e \times 100 = 26,99 \text{ cm}^2/\text{m.} \\ \dots \rightarrow \text{estribos } \phi \text{ } 8 \text{ mm. c/ } 10 \text{ cm.} + \\ \text{barras dobladas } 4 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.}$$

### A.2. Tramo:

$$M_{max} = 10,53 \text{ tm.} ; Q_{max} = 0,0 \text{ t.} ; N_{max} = -9,328 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 30 \text{ cm.} ; d = 60 \text{ cm.} ; h = 58 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 9,8 \dots > k_e = 0,46$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 4,46 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots > 2 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.}$$

### 3.2.2.B. Viga pórtico interna:

#### B.1. Apoyo:

$$M_{max} = -21,24 \text{ tm.} ; Q_{max} = 24,58 \text{ t.} ; N_{max} = -9,428 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 30 \text{ cm.} ; d = 60 \text{ cm.} ; h = 58 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 6,89 \dots > k_e = 0,49 ; k_2 = 0,85$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 14,01 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots > 4 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.} \\ + 2 \text{ } \phi \text{ } 12 \text{ mm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b.k_2.h_o = 16,62 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{os}, \text{ es necesaria} \\ \text{armadura de corte.}$$

$$f_{er} = \Gamma.b/\sigma_s \times 100 = 20,78 \text{ cm}^2/\text{m.} \\ \dots\dots > \text{estribos } \phi \text{ } 8 \text{ mm. c/10 cm. +} \\ \text{barras dobladas } 4 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.}$$

#### B.2. Tramo:

$$M_{max} = 7,353 \text{ tm.} ; Q_{max} = 0,0 \text{ t.} ; N_{max} = -9,428 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 30 \text{ cm.} ; d = 60 \text{ cm.} ; h = 58 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 11,7 \dots > k_e = 0,46$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 1,90 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots > 2 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm.}$$

### 3.2.2.C. Tabique extremo:

Nota 1: Se calcula el esfuerzo normal reducido considerando :  $b = 110 \text{ cm.} ; d = 30 \text{ cm.} ; N_{max} = 19,85 \text{ t}$

$$n = N/b.d.\sigma_s = 0,04 < 0,25$$

Por lo tanto no se calcula la pieza a flexocompresión con armadura simétrica.

### C.1. Apoyo:

$$M_{max} = -23,32 \text{ tm.} ; Q_{max} = 11,07 \text{ t.} ; N_{max} = -25,59 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 110 \text{ cm.} ; d = 30 \text{ cm.} ; h = 28 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 6,08 \dots > k_e = 0,51 ; k_2 = 0,82$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 31,81 \text{ cm}^2/\text{m} \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 20 mm. c/ 10 cm.}$$

$$f_{e_{sep.}} = 0,2 \cdot f_e = 6,36 \text{ cm}^2/\text{m} \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 10 mm. c/ 12 cm.}$$

$$\text{Corte: } \tau = Q/b \cdot k_2 \cdot h_0 = 4,38 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{0,1}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

### C.2. Tramo:

$$M_{max} = 10,82 \text{ tm.} ; Q_{max} = 0,0 \text{ t.} ; N_{max} = -21,83 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 110 \text{ cm.} ; d = 30 \text{ cm.} ; h = 28 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 8,9 \dots > k_e = 0,46$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 9,50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 20 mm. c/ 30 cm.}$$

$$f_{e_{sep.}} = 0,2 \cdot f_e = 1,90 \text{ cm}^2/\text{m} \dots > 1 \text{ } \phi \text{ 8 mm. c/ 24 cm.}$$

Nota 2: Como se menciono anteriormente como existe una carga (frenado del tren) que puede ser variable, en cuanto al sentido de aplicación sobre la estructura; las armaduras establecidas se colocarán en ambas caras del tabique.

### 3.2.2.D. Tabique interno:

Nota 1: Se calcula el esfuerzo normal reducido considerando :  $b = 110 \text{ cm.} ; d = 20 \text{ cm.} ; N_{max} = 47,67 \text{ t}$

$$n = N/b \cdot d \cdot \sigma_s = 0,13 \leq 0,25$$

Por lo tanto se calcula la pieza a flexocompresión con armadura simétrica.

$$\Omega = 3,46. Sk/d = 3,46 \times 0,7 \times 600 \text{ cm.} / 20 \text{ cm.} = 70 \dots$$

Sistema desplazable, moderada esbeltez.

$$\text{Extremo superior: } e_1 = M/N = 1159 \text{ tcm.} / 47,67 \text{ t.} = 24,3 \text{ cm}$$

$$f_1 = d \cdot (\Omega - 20) / 160 = 6,25 \text{ cm.}$$

$$N_1 = 47,67 \text{ t.}$$

$$M_1 = M_0 + N_1 \cdot f_1 = 1457 \text{ tcm.}$$

Extremo inferior:  $e_2 = M/N = 0 \text{ tcm.} / 47,67 \text{ t.} = 0 \text{ cm.}$

$$f_2 = d \cdot (\Omega - 20) / 100 \cdot (0,1)^{1/2} = 3,16 \text{ cm.}$$

$$N_2 = 51,63 \text{ t.}$$

$$M_2 = M_0 + N_2 \cdot f_2 = 163 \text{ tcm.}$$

Corte:  $\Gamma = Q/b \cdot k_2 \cdot h_0 = 1,0 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{0,1}$ , no es necesaria armadura de corte.

#### D.1. Extremo superior:

$$M_{\text{exte}} = 1457 \text{ tcm.} ; N_{\text{exte}} = 47,67 \text{ t.}$$

Predimens.:  $b = 110 \text{ cm.} ; d = 20 \text{ cm.} ; h = 28 \text{ cm.}$

$$n = N/b \cdot d \cdot \sigma_c = -0,124$$

$$\dots\dots \rightarrow \mu_0 = \mu_0' = 0,30$$

$$m = M/b \cdot d^2 \cdot \sigma_c = 0,189$$

$$f_e = f_e' = \mu_0 \cdot b \cdot d / \sigma_s / \sigma_c = 25,0 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 16 \text{ mm. c/ } 8 \text{ cm.}$$

$$f_{e_{\text{rep.}}} = 0,2 \cdot f_e = 5,0 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 10 \text{ mm. c/ } 15 \text{ cm.}$$

#### D.2. Extremo inferior:

$$M_{\text{exte}} = 163 \text{ tcm.} ; N_{\text{exte}} = 51,63 \text{ t.}$$

Predimens.:  $b = 110 \text{ cm.} ; d = 20 \text{ cm.} ; h = 28 \text{ cm.}$

$$n = N/b \cdot d \cdot \sigma_c = -0,134$$

$$\dots\dots \rightarrow \mu_0 = \mu_0' = 0,02$$

$$m = M/b \cdot d^2 \cdot \sigma_c = 0,02$$

$$f_e = f_e' = \mu_0 \cdot b \cdot d / \sigma_s / \sigma_c = 1,67 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 16 \text{ mm. c/ } 24 \text{ cm.}$$

$$f_{e_{\text{rep.}}} = 0,2 \cdot f_e = 0,33 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 6 \text{ mm. c/ } 15 \text{ cm.}$$

### 3.2.3. LOSA DE FUNDACION

#### 3.2.3.A. Apoyos internos:

$$M_{\text{exte}} = 14,22 \text{ tm.} ; Q_{\text{exte}} = 17,714 \text{ t.} ; N_{\text{exte}} = -8,06 \text{ t.}$$

Predimens.:  $b = 110 \text{ cm.} ; d = 25 \text{ cm.} ; h = 23 \text{ cm.}$

$$k_h = h / (M/b)^{1/2} = 6,4 \dots \rightarrow k_e = 0,49 ; k_z = 0,85$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_c = 26,93 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rightarrow 1 \text{ } \phi \text{ } 20 \text{ mm. c/ } 10 \text{ cm.}$$

$$f_{erap.} = 0,2 \cdot f_e = 5,38 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 12 mm. c/ 20 cm.}$$

Corte:  $\Gamma = Q/b.k_2.h_0 = 8,23 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{02}$ , es necesaria armadura de corte.

$$f_{es} = 1/(2)^{1/2} \cdot \Gamma/\Gamma_{02} \cdot \Gamma.b/\sigma_s.100 = 11,15 \text{ cm}^2/\text{m.} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 20 mm. c/ 30 cm.}$$

### 3.2.3.B. Tramo externo:

$$M_{max.} = 14,85 \text{ tm.} ; Q_{max.} = 0,0 \text{ t.} ; N_{max.} = -6,03 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 110 \text{ cm.} ; d = 25 \text{ cm.} ; h = 23 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 6,26 \dots\dots\dots \rangle k_e = 0,50$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 29,76 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 20 mm. c/ 10 cm.}$$

$$f_{erap.} = 0,2 \cdot f_e = 5,95 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 12 mm. c/ 20 cm.}$$

### 3.2.3.C. Tramo interno:

$$M_{max.} = 5,62 \text{ tm.} ; Q_{max.} = 0,0 \text{ t.} ; N_{max.} = -7,10 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 110 \text{ cm.} ; d = 25 \text{ cm.} ; h = 23 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 10,2 \dots\dots\dots \rangle k_e = 0,45$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 8,03 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 20 mm. c/ 30 cm.}$$

$$f_{erap.} = 0,2 \cdot f_e = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 8 mm. c/ 20 cm.}$$

## 3.2.4. MUROS DE ALA

### 3.2.4.A. Muros de ala, L = 2,60 m.

$$M_{max.} = 6,895 \text{ tm.} ; Q_{max.} = 5,304 \text{ t.} ; N_{max.} = 0,0 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 100 \text{ cm.} ; d = 20 \text{ cm.} ; h = 18 \text{ cm.}$$

$$kh = h/(M/b)^{1/2} = 6,85 \dots\dots\dots \rangle k_e = 0,49 ; k_2 = 0,85$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 18,77 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 16 mm. c/ 10 cm.}$$

$$f_{erap.} = 0,2 \cdot f_e = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots \rangle 1 \text{ } \phi \text{ 10 mm. c/ 20 cm.}$$

Corte:  $\Gamma = Q/b.k_2.h_0 = 3,47 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{01}$ , no es necesaria armadura de corte.

3.2.4.8. Muros de ala,  $L = 1,80$  m.

$$M_{max} = 3,305 \text{ tm.} ; Q_{max} = 3,672 \text{ t.} ; N_{max} = 0,0 \text{ t.}$$

$$\text{Predimens.: } b = 100 \text{ cm.} ; d = 20 \text{ cm.} ; h = 18 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 9,90 \dots > k_e = 0,46 ; k_2 = 0,91$$

$$f_e = k_e \cdot M/h - N/\sigma_s = 8,45 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots > 1 \text{ } \phi \text{ } 16 \text{ mm. c/ } 20 \text{ cm.}$$

$$f_{e_{rep.}} = 0,2 \cdot f_e = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} \dots\dots\dots > 1 \text{ } \phi \text{ } 8 \text{ mm. c/ } 20 \text{ cm.}$$

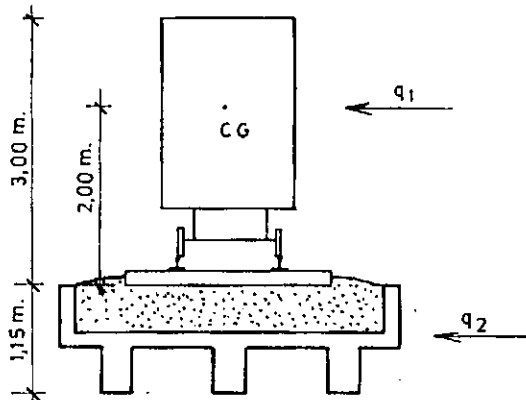
$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b.k_2.h_b = 2,24 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{01}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

### 3.3. VERIFICACION ESTABILIDAD LATERAL

#### 3.3.A. CARGAS:

##### 3.3.A.1. Acción del viento:

La situación mas desfavorable se produce con la alcantarilla cargada:



$$q_1 = 0,15 \text{ t/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} = 0,450 \text{ t/m}$$

$$q_2 = 0,15 \text{ t/m}^2 \cdot 1,15 \text{ m} = 0,173 \text{ t/m}$$

De la distribución de dicha sollicitación a través del tablero, el máximo esfuerzo lo soportan las pilas centrales siendo el valor correspondiente:

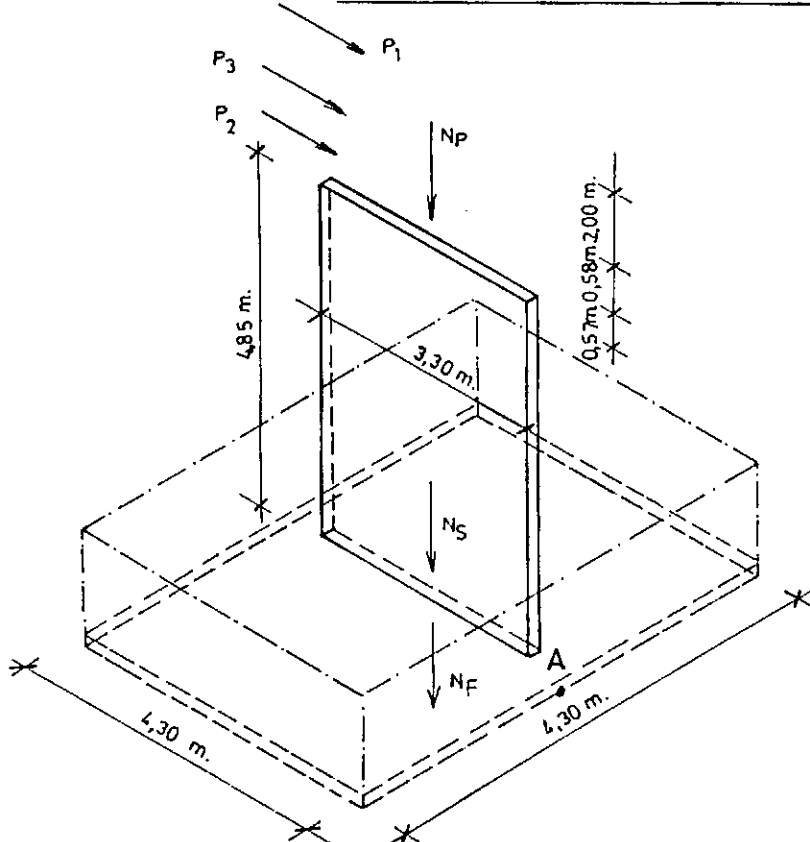
$$P_1 = 2,136 \text{ t.}; P_2 = 0,821 \text{ t.}$$

##### 3.3.A.2. Choque lateral del tren:

El efecto más desfavorable se produce cuando dicho esfuerzo actúa sobre una de las pilas centrales de la alcantarilla:

$$P_3 = 8,00 \text{ t.}$$

#### 3.3.B. ESQUEMA DE CARGAS SOBRE LA PILA:



$$N_p: 39,12 \text{ t}$$

$$N_s: 4,3 \text{ m} \times 4,3 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,80 \text{ t/m}^3:$$

$$: 33,28 \text{ t.}$$

$$N_f: 4,3 \text{ m} \times 4,3 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3:$$

$$: 11,09 \text{ t}$$

### 3.3.C. VERIFICACIONES

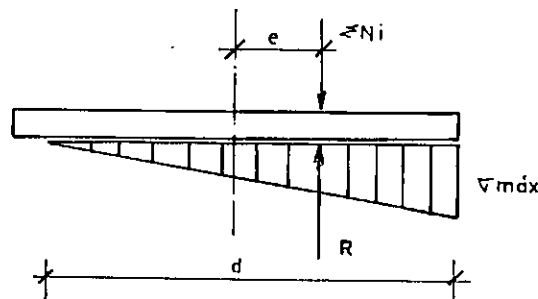
#### 3.3.C.1. Verificación estabilidad al vuelco:

$$M_{\text{volteo}} = \sum P_i \cdot e_i = 69,54 \text{ tm.}$$

$$M_{\text{estab.}} = \sum N_i \cdot d_i = 179,50 \text{ tm.}$$

$$\text{Coef. de seguridad: } \checkmark = M_e/M_v = 2,58 > 1,50 \dots\dots > \text{buenas condiciones}$$

#### 3.3.C.2. Verificación tensión máxima en el terreno:



$$e = M_v/N = 69,54 \text{ tm.} / 83,49 \text{ t.} = 0,83 \text{ m.}$$

$$\text{ancho de apoyo: } d = 3 \cdot (A/2 - e) = 3,96 \text{ m.}$$

Haciendo equilibrio de fuerzas verticales:

$$\sigma_{\text{máx}} \cdot d/2 \times 4,30 \text{ m.} = \sum N_i = 83,49 \text{ t.}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2 \times 83,49 \text{ t.} / 3,96 \text{ m.} \times 4,30 \text{ m.} = 9,81 \text{ t/m}^2$$

$$< \sigma_{\text{adm terreno}} = 10,0 \text{ t/m}^2. \\ \text{buenas condiciones}$$

#### 3.3.C.3. Verificación al deslizamiento:

$$\text{Fuerzas lat. de desliz.: } F = \sum P_i = 10,957 \text{ t.}$$

Fuerzas normales estabil.:

$$\checkmark = \text{coeficiente rozamiento suelo-hormigón: } 0,15$$

$$N \cdot \checkmark = 83,49 \text{ t.} \times 0,15 = 12,524 \text{ t.}$$

$$\text{Por lo tanto: } F < N \cdot \checkmark \dots\dots > \text{buenas condiciones}$$

### 3.3.D. DIMENSIONAMIENTO ADICIONAL

#### 3.3.D.1. Pila: (Extremo inferior)

$$M_{max} = 69.54 \text{ tm.} ; Q_{max} = 10.96 \text{ t.} ; N_{max} = -39.12 \text{ t.}$$

$$\text{Dimens.: } b = 20 \text{ cm.} ; d = 330 \text{ cm.} ; h = 325 \text{ cm.} ; h'/h = 0.015$$

Esbeltez:  $\Omega = 3.46$ .  $S_k/d = 3.46 \times 485 \text{ cm.} / 330 \text{ cm.} = 5 \dots \dots \rangle$  No es necesaria verificación al pandeo en esta dirección.

La sección se calcula a flexo-compresión con armadura simétrica.

$$n = N/b.d.\beta_r = -0.034$$

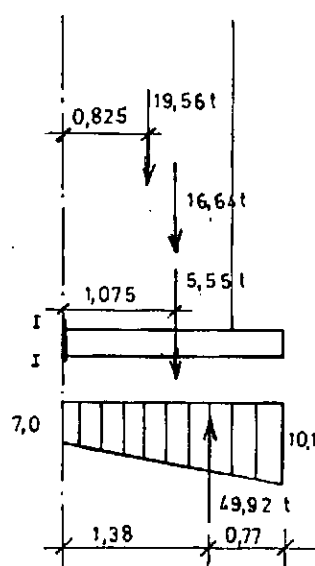
$$\dots \dots \dots \mu_o = \mu_o' = 0.02$$

$$m = N/b.d^2.\beta_r = 0.02$$

$$f_e = f_e' = \mu_o.b.d/\beta_r/\beta_r = 5.50 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots \rangle 3 \text{ } \phi 16 \text{ mm.}$$

$$\text{Corte: } \Gamma = Q/b.k_1.h_b = 1.98 \text{ kg/cm}^2 < \Gamma_{o1}, \text{ no es necesaria armadura de corte.}$$

#### 3.3.D.2. Losa de fundación:



$$M_{1-1} = 28.90 \text{ tm.}$$

$$\text{Dimens.: } b = 430 \text{ cm.} ; d = 25 \text{ cm.} ; h = 22 \text{ cm.}$$

$$k_h = h/(M/b)^{1/2} = 8.50$$

$$\dots \dots \dots k_e = 0.46 ; k_z = 0.91$$

$$f_e = k_e.M/h - N/\sigma_c = 14.05 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\dots \dots \dots 1 \text{ } \phi 16 \text{ mm. } c/15 \text{ cm.}$$

## SUSTENTACION PROVISORIA VIAS

### 1. DESCRIPCION:

El proyecto de alcantarilla consta de 3 (tres) tramos de 4,00 m., con sendos estribos y dos pilas intermedias, y una altura de 5,80 m.

En función de ello, para no desarrollar una estructura provisoria de sustentación de vías, compleja y costosa; se propone ejecutar la alcantarilla en tres etapas.

Las etapas a considerar serían:

1. Construcción de un tramo extremo, es decir: tramo externo losa de fundación, estribo, una pila intermedia, tramo externo tablero y muros de ala.

2. Construcción del otro extremo de la alcantarilla, con similares partes de la etapa anterior.

3. Construcción del tramo intermedio, es decir: tramo interno losa de fundación y tramo interno tablero.

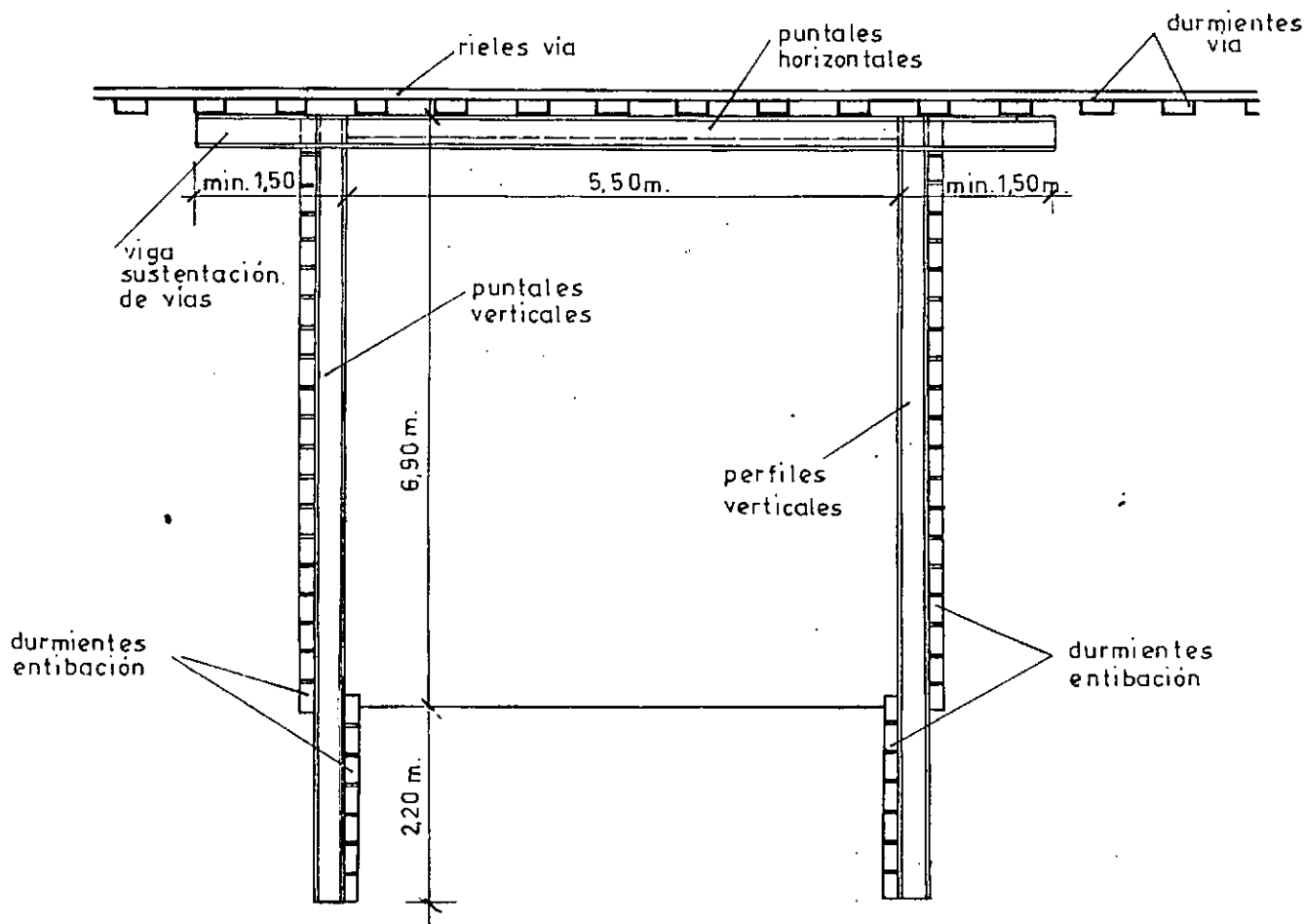
Quedan definidas por lo tanto dos sistemas de sustentación provisoria de las vías:

A. Un primer sistema, para la construcción de los dos tramos externos, estaría constituido por: vigas horizontales de sustentación de vías, empotradas en el terraplén en una longitud suficiente para la transmisión de las cargas, y una estructura de sostenimiento de la excavación.

B. Un segundo sistema, para la construcción del tramo interno, estaría constituido por vigas horizontales de sustentación de vías, apoyadas en las estructuras extremas de la alcantarilla ya construida.

## 2. SUSTENTACION PROVISORIA VIAS (PARA TRAMOS EXTERNOS)

### 2.1. ESQUEMA SUSTENTACION PROVISORIA:



### 2.2. CARGAS DE CALCULO:

Se obtienen del Reglamento Argentino para el Proyecto y Construcción de Puentes Ferroviarios de Acero.

#### 2.2.1. Sobrecargas:

Locomotora: Carga por eje : 18,0 tn. (trocha angosta)  
Separación entre ejes: 1,40 m.

Para una luz de 5,50 m., puede tomarse una carga uniforme equivalente:

- p/cálculo Momentos: 11,10 t/m. lineal de vía.
- p/cálculo Esf de Corte: 13,70 t/m. lineal de vía.

Coef. de impacto: para  $L = 5,50$  m. ....>  $\mu = 1,475$   
 para velocidades  $V > 50$  km/h.

### 2.2.2. Peso propio via: (por metro lineal de via).

Rieles, contrarrieles, eclisas, etc.....	0,20 t/m.
Durmientes .....	0,26 t/m.
	=====
Total .....	0,46 t/m.

Se adopta : 0,50 t/m.

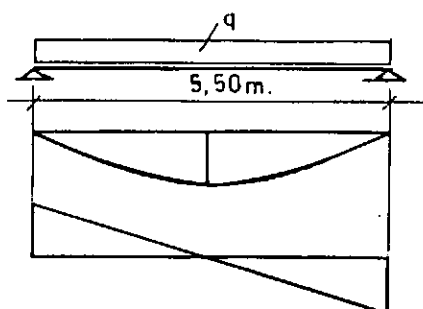
### 2.2.3. Suelo:

Se toman de acuerdo al reglamento para el cálculo de peso y empujes, los siguientes parámetros:

- peso específico húmedo:  $\delta_m = 1,80$  t/m<sup>3</sup>.
- ang. de fricción interna:  $\phi = 40$
- cohesión:  $c = 0$

## 2.3. VIGAS SUSTENTACION VIAS:

### 2.3.1. Solicitaciones:



$$\begin{aligned}
 M_{max} &= \mu \cdot q_m \cdot l^2 / 8 \\
 &= 1,475 \times 11,60 \text{ t/m} \cdot (5,5)^2 / 8 \\
 &= 64,70 \text{ tm.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{max} &= \mu \cdot q_v \cdot l / 2 \\
 &= 1,475 \times 14,20 \text{ t/m} \cdot 5,5 / 2 \\
 &= 57,60 \text{ tm.}
 \end{aligned}$$

### 2.3.2. Dimensionamiento:

Se considera acero común laminado ST-37;  $\sigma_u = 3700$  kg/cm<sup>2</sup>, y tensión admisible  $\sigma_{adm} = 1600$  kg/cm<sup>2</sup>.

$$\text{Luego: } W_{nec} = M_{max} / \sigma_{adm} = 6470 \text{ tcm.} / 1,6 \text{ t/cm}^2 = 4044 \text{ cm}^3$$

....> **Necesarios: 6 PN "I" 320 ( $W = 4692 \text{ cm}^3$ )**  
 (repartidos en forma uniforme bajo las vías, separación 20,0 cm.)  
 $h = 32$  cm.,  $b = 13,1$  cm.,  $s = 1,15$  cm  
 $t = 1,73$  cm.

Verif. al Corte: este esfuerzo es absorbido fundamentalmente por el alma de los perfiles, despreciándose la colaboración de las alas.

$$\tau_{resb} = Q_{max}/F_{alma} = 57600 \text{ kg}/6 \times (32 - 2 \times 1,73) \text{ cm} \times 1,15 \text{ cm}.$$

$$= 292,5 \text{ kg/cm}^2 \ll \tau_{adm} = 900 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto se encuentran en buenas condiciones al Corte.

Los perfiles irán "empotrados" en el terreno, próximo a la excavación y como mínimo en una longitud de 1,50 m. del borde de la misma.

#### 2.4. SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACION:

Para el sostenimiento del terreno de ambos laterales de la excavación, se considera una estructura compuesta por durmientes horizontales, que apoyan sobre perfiles verticales, hincados en su extremo inferior y unidos con el lateral enfrentado en su extremo superior, mediante puntales horizontales trabajando a compresión.

De acuerdo al suelo adoptado se obtiene como:

$$\text{- empuje activo: } p_{h_{act}} = p_v / \text{tg}^2(45 + \phi/2) = 1,80.H / \text{tg}^2(65)$$

$$= 0,392.H \quad (\text{t/m}^2)$$

Para considerar la sobrecarga se define una altura equivalente de suelo sobre la vía, sin impacto, teniendo en cuenta el ancho de trocha, por ser la carga por metro lineal de vía.

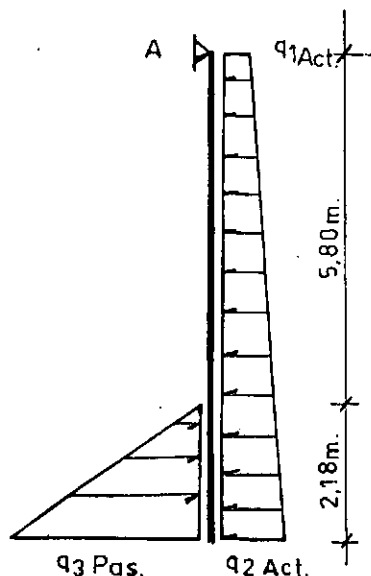
$$h' = q_n / \text{tr} \cdot \delta_n = 11,10 \text{ t/m} / 1,0 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^2 = 6,17 \text{ m}.$$

$$\text{Finalmente: } p_{h_{act}} = 0,392.(H + 6,17) \quad (\text{t/m}^2) \quad \text{con } H \text{ en metros.}$$

$$\text{- empuje pasivo: } p_{h_{pas}} = p_v \times \text{tg}^2(45 + \phi/2) = 1,80 \times H' \times \text{tg}^2(65)$$

$$= 8,278.H' \quad (\text{t/m}^2) \quad \text{con } H' \text{ en metros.}$$

La profundidad de hincado de la entibación se calcula de manera que la reacción en el punto inferior sea nula, considerando los empujes activos y pasivos sobre la misma.

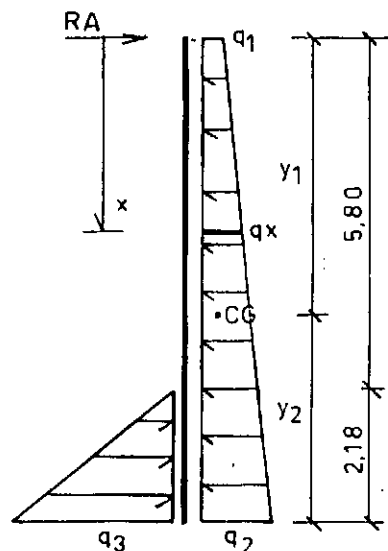


$$\Sigma M_A = 0$$

$$\dots \Rightarrow H_{hincado} = H' = 2,18 \text{ m}.$$

### 2.4.1. PERFILES VERTICALES:

A) Solicitaciones: (por metro de entibación).



$$y_1 = 1/3 \times (q_1 + 2q_2) / (q_1 + q_2) = 4,51 \text{ m.}$$

$$y_2 = 1/3 \times (q_2 + 2q_1) / (q_1 + q_2) = 3,47 \text{ m.}$$

$$R_A = [(q_1 + q_2) / 2 \times 1 \times y_2 - q_3 \cdot (2,18)^2 / 3] / 1 = 10,245 \text{ t/m.}$$

$$R_B = [(q_1 + q_2) / 2 \times 1 \times y_1 - q_3 \cdot 2,18 / 2 \cdot (1 + 2/3 \cdot 2,18)] / 1 = 0,0 \text{ t.}$$

$$M_{max} \text{ para } x = 3,33 \text{ m. } \dots > 0 = 0,0 \text{ t.}$$

$$M_{max} = R_A \cdot x - q_1 \cdot x^2 / 2 - (q_2 - q_1) \cdot x^2 / 6 = 18,296 \text{ tm/m.}$$

B) Dimensionamiento:

Como la longitud de los durmientes es de 2,65 m. aproximadamente, se considera una longitud útil entre apoyos de 2,50 m. y 6 (seis) perfiles verticales por durmiente, es decir una separación de 0,50 m.

$$\text{Luego: } W_{nec} = M_{max} \cdot 0,5 \text{ m} / \sigma_{adm} = 1829,6 \text{ tcm/m} \cdot 0,5 \text{ m} / 1,6 \text{ t/cm}^2 = 571,8 \text{ cm}^3$$

...> Necesarios: 1 PN "I" 300 ( $W = 653 \text{ cm}^3$ )

Verif. al Corte: este esfuerzo es absorbido fundamentalmente por el alma de los perfiles, despreciándose la colaboración de las alas.

$$\tau_{trab} = Q_{max} / F_{alma} = 10245 \text{ kg/m} \cdot 0,5 \text{ m} / (30 - 2 \times 1,62) \text{ cm} \cdot 1,08 \text{ cm} = 177,2 \text{ kg/cm}^2 << \tau_{adm} = 900 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto se encuentran en buenas condiciones al Corte.

### 2.4.2. PUNTALES HORIZONTALES:

Estos elementos trabajan exclusivamente a compresión. se verifican al pandeo.

A) Solicitaciones:

$$N = R_4 \cdot 0,50 \text{ m.} = -10,245 \text{ t/m.} \cdot 0,50 \text{ m} = 5,123 \text{ t.}$$

B) Dimensionamiento:

Tensión admisible de compresión:  $\sigma_{adm} = 1,4 \text{ t/cm}^2$

$$F_{nec} = N / \sigma_{adm} = 5,123 \text{ t.} / 1,4 \text{ t/cm}^2 = 3,66 \text{ cm}^2$$

.> Adoptamos 1 PN "U" 220 ( $F = 37,4 \text{ cm}^2$ ,  $i_{min} = 2,3 \text{ cm}$ )

$$\text{Verif. al pandeo: } \Gamma = S_k / i_{min} = 550 \text{ cm.} / 2,3 \text{ cm.} = 239$$
$$\dots > \mu = 9,65$$

$$\sigma_{trab} = \mu \cdot N / F = 9,65 \times 5,123 \text{ t.} / 37,4 \text{ cm}^2 = 1,32 \text{ t/cm}^2$$
$$< \sigma_{adm} = 1,4 \text{ t/cm}^2$$

Por lo tanto se encuentran en buenas condiciones al Pandeo.

2.4.3. VERIFICACION DURMIENTES:

Madera: Quebracho colorado:  $\sigma_{adm} \text{ tension} = 120 \text{ kg/cm}^2$   
 $\tau_{adm} = 60 \text{ kg/cm}^2$

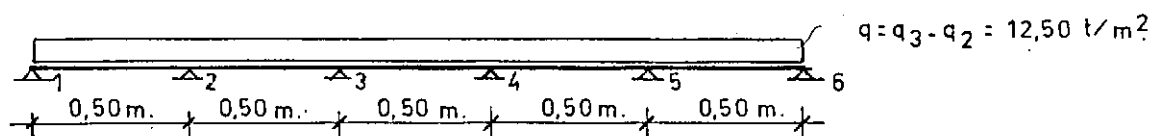
Las dimensiones de la sección transversal de un durmiente son: ancho:  $b = 0,25 \text{ m.}$  ; altura:  $h = 0,14 \text{ m.}$

Teniendo en cuenta las solicitaciones máximas por metro de entibación, se calcula la sección y módulo resistente para un ancho unitario.

$$W_{dur} = 100 \text{ cm.} \times (14 \text{ cm.})^2 / 6 = 3267 \text{ cm}^3.$$

$$F_{dur} = 100 \text{ cm.} \times 14 \text{ cm.} = 1400 \text{ cm}^2.$$

Solicitaciones:



$$M_{max} = M_2 = M_5 = q \cdot l^2 / 8 = 12,50 \times (0,5)^2 / 8 = 0,391 \text{ tm/m.}$$

$$Q_{max} = Q_{21} = Q_{56} = 5/8 \cdot q \cdot l = 5/8 \times 12,50 \times 0,5 = 3,906 \text{ tm/m.}$$

Verificación tensiones:

$$\sigma_{\text{trab}} = M_{\text{max}}/W_{\text{elst}} = 39100 \text{ kgcm.}/3267 \text{ cm}^3 = 12,0 \text{ kg/cm}^2$$

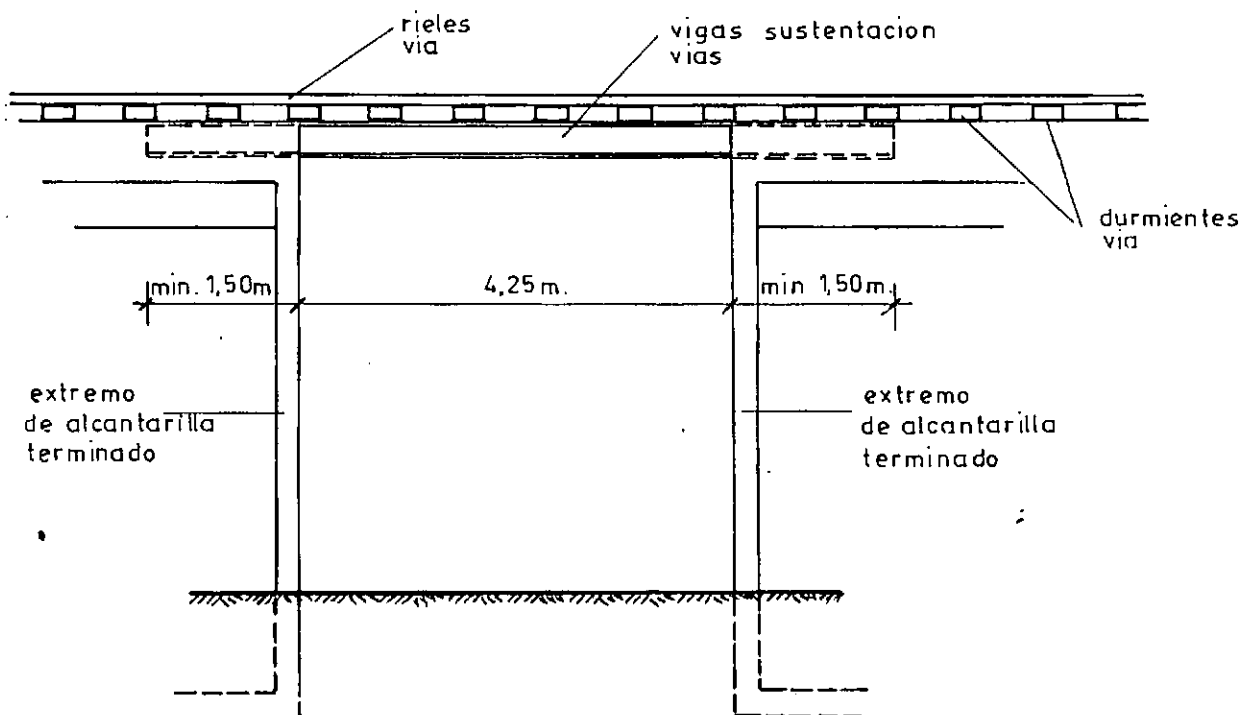
$$< \sigma_{\text{adm}} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{\text{trab}} = Q_{\text{max}}/F_{\text{elst}} = 3906 \text{ kg.}/1400 \text{ cm}^2 = 2,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$< \tau_{\text{adm}} = 60 \text{ kg/cm}^2$$

### 3. SUSTENTACION PROVISORIA VIAS (PARA TRAMO INTERNO)

#### 3.1. ESQUEMA SUSTENTACION PROVISORIA:



#### 3.2. CARGAS DE CALCULO:

Se obtienen del Reglamento Argentino para el Proyecto y Construcción de Puentes Ferroviarios de Acero.

##### 3.2.1. Sobrecargas:

Locomotora: Carga por eje : 18,0 tn. (trocha angosta)  
Separación entre ejes: 1.40 m.

Para una luz de 4,25 m., puede tomarse una carga uniforme equivalente:

- p/cálculo Momentos: 12,07 t/m. lineal de vía.
- p/cálculo Esf de Corte: 14,77 t/m. lineal de vía.

Coef. de impacto: para  $L = 4,25 \text{ m.} \dots \mu = 1,500$   
 para velocidades  $V > 50 \text{ km/h.}$

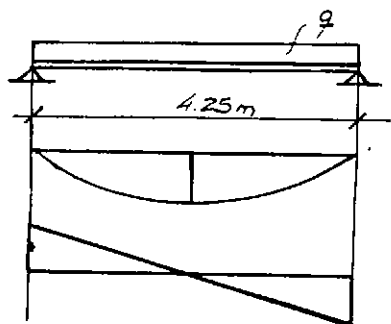
### 3.2.2. Peso propio vía: (por metro lineal de vía).

Rieles, contrarrieles, eclisas, etc.....	0,20 t/m.
Durmientes .....	0,26 t/m.
	=====
Total .....	0,46 t/m.

Se adopta : 0,50 t/m.

## 3.3. VIGAS SUSTENTACION VIAS:

### 3.3.1. Solicitaciones:



$$\begin{aligned} M_{max} &= \mu \cdot q_m \cdot l^2 / 8 \\ &= 1,50 \times 12,57 \text{ t/m.} \times (4,25)^2 / 8 \\ &= 42,571 \text{ tm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{max} &= \mu \cdot q_c \cdot l / 2 \\ &= 1,50 \times 15,27 \text{ t/m.} \times 4,25 / 2 \\ &= 48,673 \text{ tm.} \end{aligned}$$

### 2.3.2. Dimensionamiento:

Se considera acero común laminado ST-37:  $\sigma_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$ , y tensión admisible  $\sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{Luego: } W_{nec} = M_{max} / \sigma_{adm} = 4257 \text{ tcm.} / 1,6 \text{ t/cm}^2 = 2660 \text{ cm}^3$$

...> **Necesarios: 4 PN "I" 320 ( $W = 3128 \text{ cm}^3$ )**  
 (repartidos en forma uniforme bajo las  
 vías, separación 30,0 cm.)  
 $h = 32 \text{ cm.}, b = 13,1 \text{ cm.}, s = 1,15 \text{ cm}$   
 $t = 1.73 \text{ cm.}$

Verif. al Corte: este esfuerzo es absorbido fundamentalmente por el alma de los perfiles, despreciándose la colaboración de las alas.

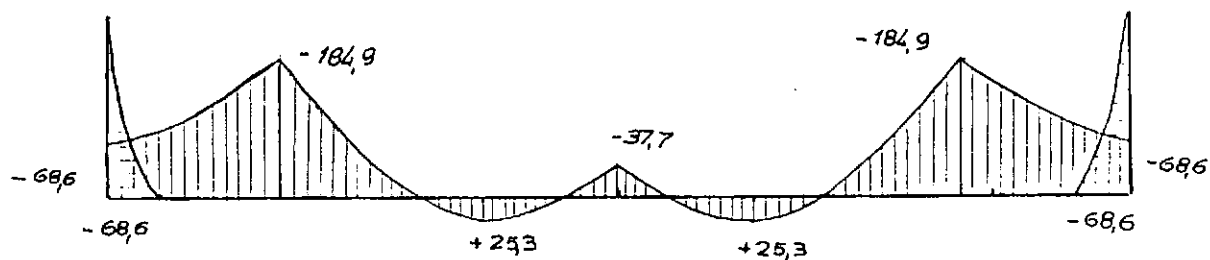
$$\begin{aligned} \tau_{cres} &= Q_{max} / F_{alma} = 48673 \text{ kg} / 4 \times (32 - 2 \times 1,73) \text{ cm.} \times 1,15 \text{ cm.} \\ &= 370,7 \text{ kg/cm}^2 \ll \tau_{adm} = 900 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Por lo tanto se encuentran en buenas condiciones al Corte.

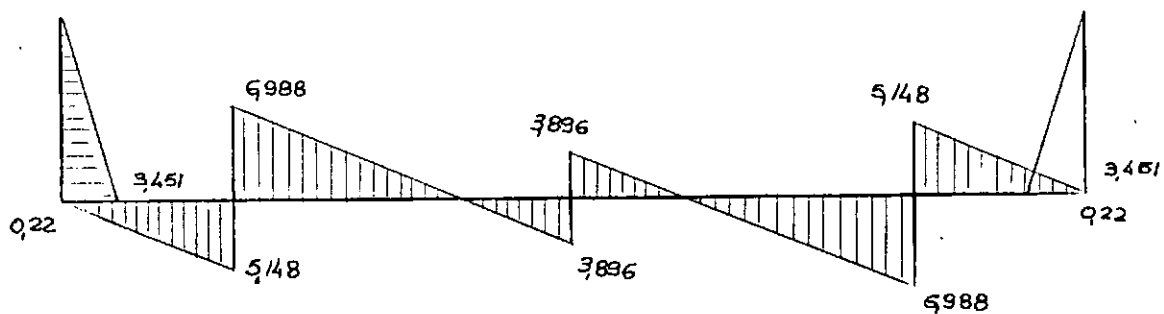
Los perfiles irán "empotrados" en el balasto, como mínimo en una longitud de 1,50 m. del borde de la pila intermedia y apoyados sobre la misma.

# TABLERO

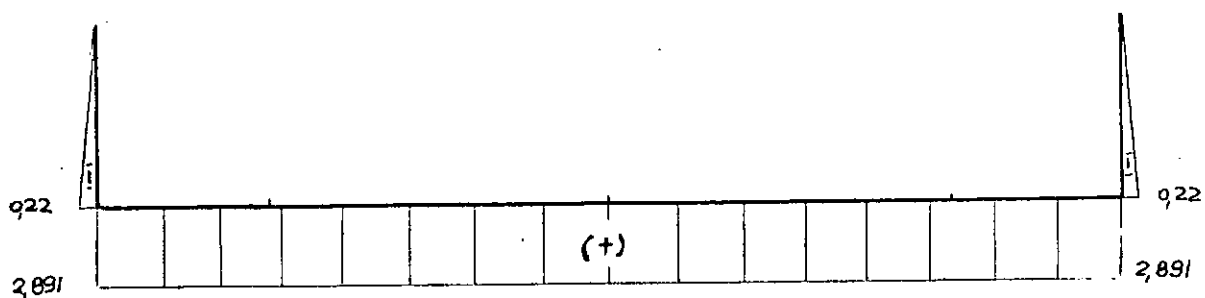
## DIAGRAMA DE MOMENTOS ( $t_c$ )



## DIAGRAMA DE ESF DE CORTE ( $t$ )



## DIAGRAMA DE ESF NORMALES ( $t$ )



# PORTICO

Nota: Para el cálculo de solicitaciones se toma un ancho unitario del pórtico, con las máximas cargas transmitidas por el tablero.

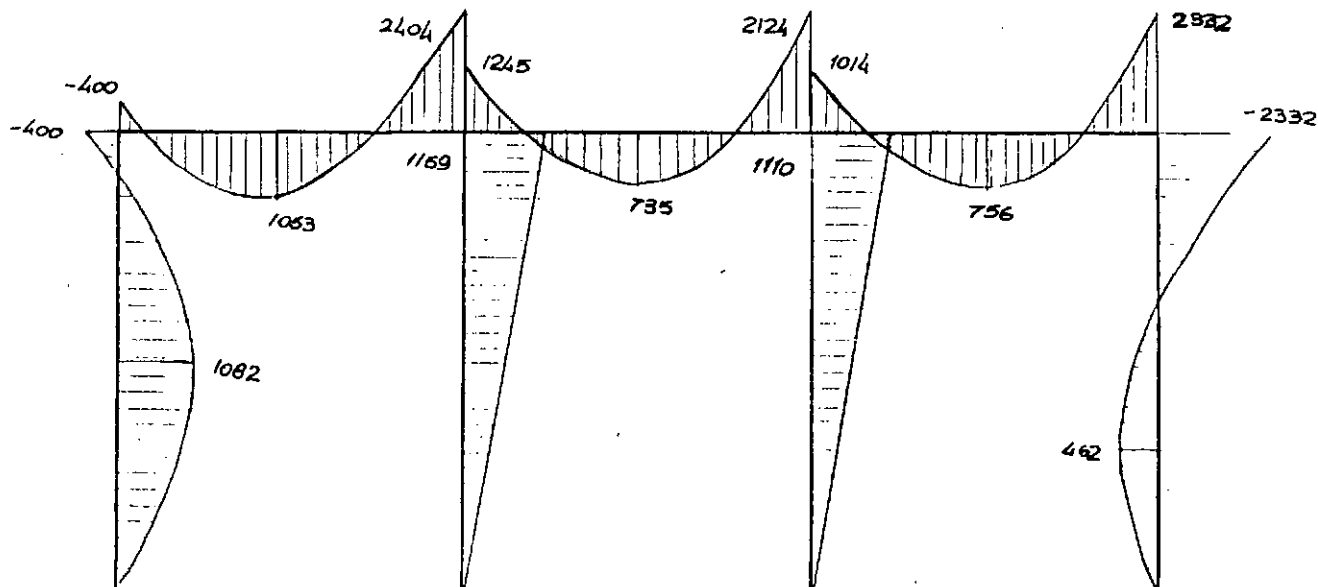


DIAGRAMA DE MOMENTOS ( $tc_m$ )

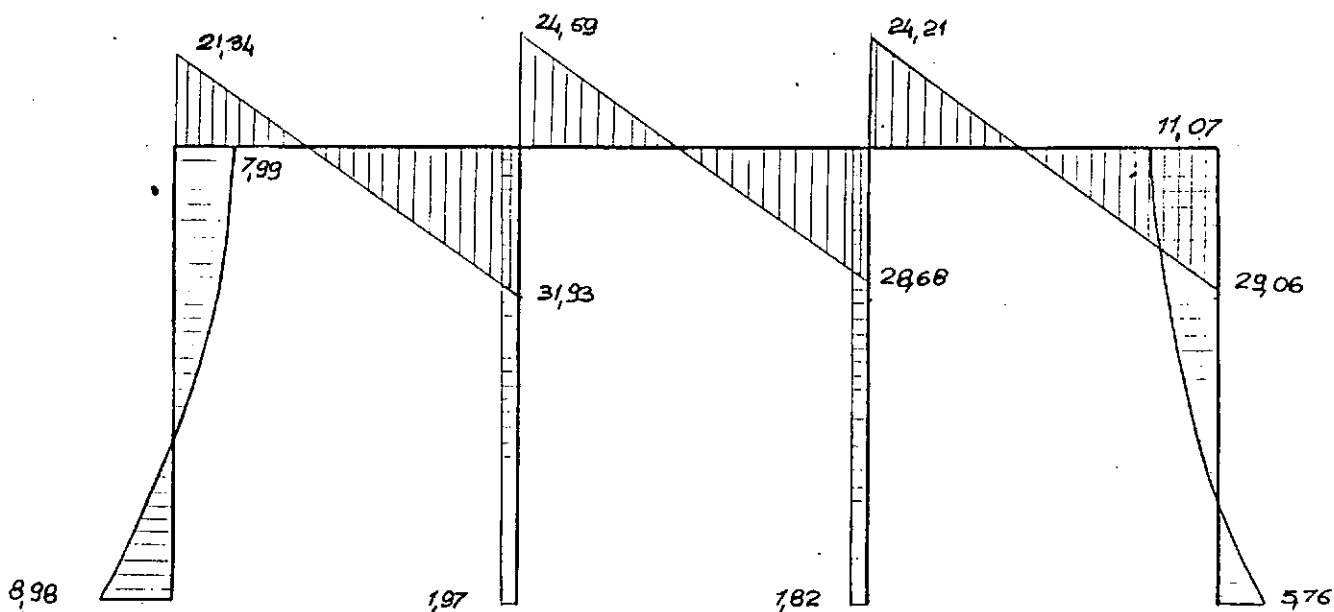


DIAGRAMA DE ESF. DE CORTE ( $t$ )

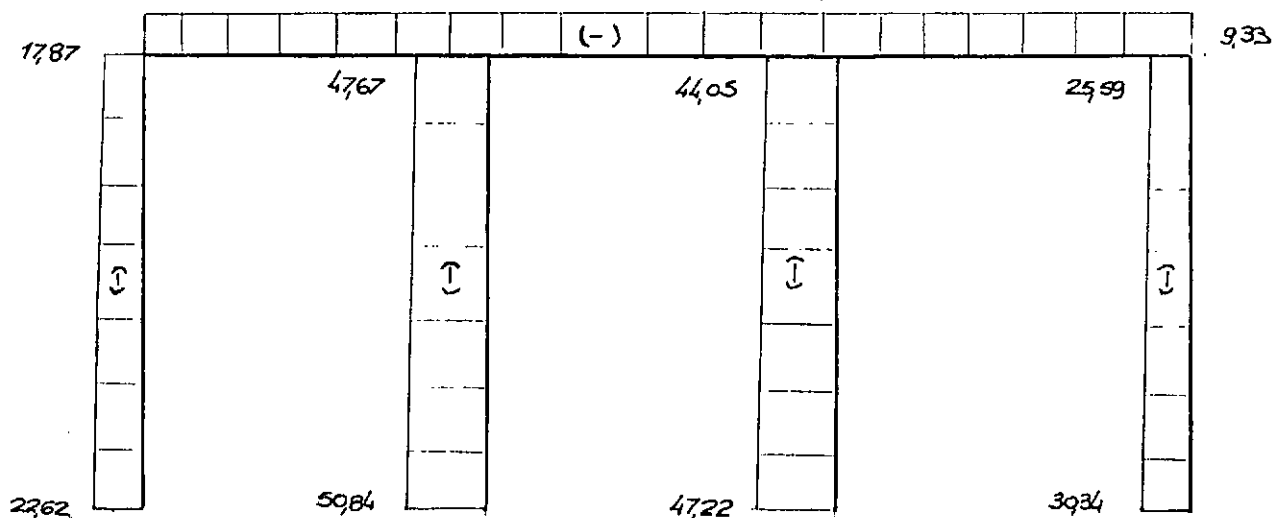


DIAGRAMA DE ESF. NORMALES ( $t$ )

# LOSA DE FUNDACION

DIAGRAMA DE MOMENTOS ( $t_m$ )

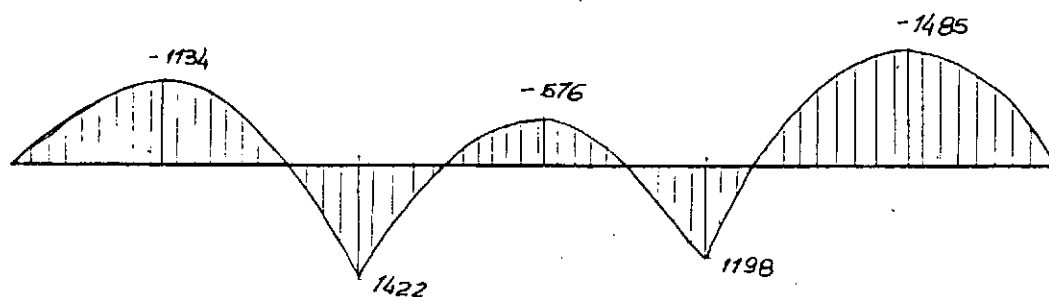


DIAGRAMA DE ESF. DE CORTE ( $t$ )

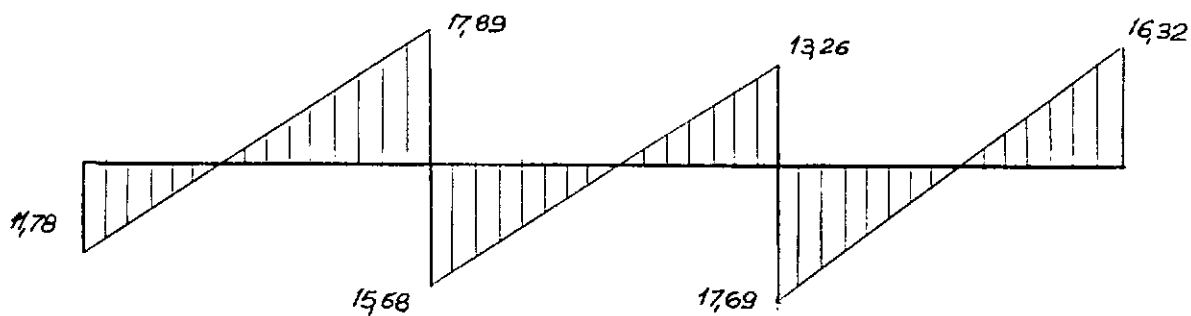
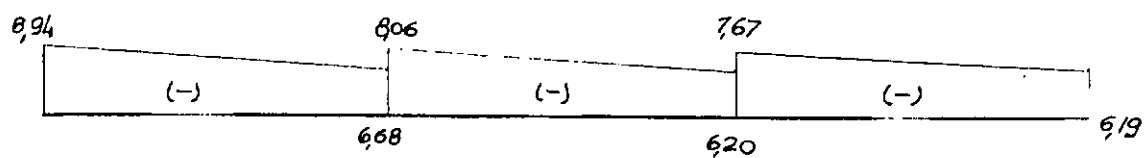


DIAGRAMA DE ESF. NORMALES ( $t$ )



OBRA: CANAL LINEA PARANA . VINCULACION TRAMO II - TRAMO IV Y  
DEFENSA CONTRA INUNDACIONES LOCALIDAD LOS AMORES  
SECTOR: ALCANTARILLA SOBRE CANAL BAJO VIAS F.C.G.M.B.  
EN KM 404+11075

PLANILLA DE ARMADURAS - Acero tipo III -  $\sigma_{ef} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

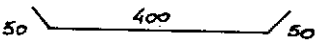
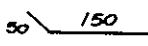

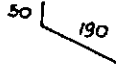
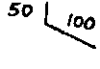

Nro.	Forma	ø (mm)	Separ. (cm)	Cantid. (Nro.)	Longitud		Peso Unitario (kg)	Peso Total (kg)
					Parcial (m)	Total (m)		
1		8	20	65	3.40	221.0	0.40	88.4
2		12	20	130	1.10	143.0	0.89	127.3
3		6	20	17	13.80	234.6	0.22	51.6
4		8	20	65	3.40	221.0	0.40	88.4
5		6	30	11	13.80	151.8	0.22	33.4
6		20	—	18	4.70	84.6	2.47	209.0
7		16	—	18	4.70	84.6	1.58	133.7
8		20	—	12	4.56	54.7	2.47	135.2
9		20	—	12	3.66	43.9	2.47	108.5
10		20	—	12	3.08	37.0	2.47	91.3
11		20	—	12	2.63	31.6	2.47	78.0
12		8	10	414	1.70	703.8	0.40	281.5
13		20	30	44	6.00	264.0	2.47	652.1
14		20	10	88	3.20	281.6	2.47	695.6
SUB-TOTAL								2773.7

EN KM 404+11075

Nro.	Forma	$\phi$ (mm)	Separ. (cm)	Cantid. (Nro.)	Longitud		Peso Unitario (kg)	Peso Total (kg)
					Parcela (m)	Total (m)		
15		8	25	40	3.45	138.0	0.40	55.2
16		10	12	80	3.45	276.0	0.62	171.1
17		16	24	60	5.80	348.0	1.58	549.8
18		16	8	112	3.10	347.2	1.58	548.6
19		6	15	64	3.45	220.8	0.22	48.6
20		10	15	64	3.45	220.8	0.62	136.9
21		20	30	45	4.70	211.5	2.47	522.4
22		20	30	45	4.70	211.5	2.47	522.4
23		20	30	28	6.89	192.9	2.47	476.5
24		20	30	28	7.34	205.5	2.47	507.6
25		12	20	70	4.20	294.0	0.89	261.7
26		16	15	92	4.60	423.2	1.58	668.7
27		15	20	54	3.20	172.8	1.58	273.0
28		16	20	54	1.90	102.6	1.58	162.1
SUB-TOTAL								7678.4

OBRA: CANAL LINEA PARANA . VINCULACION TRAMO II - TRAMO IV Y  
 DEFENSA CONTRA INUNDACIONES DE LA LOCALIDAD LOS AMORES  
 SECTOR: ALCANTARILLA SOBRE CANAL BAJO VIAS F.C.G.M.B.  
 EN KM 404+11075

PLANILLA DE ARMADURAS - Acero tipo III -  $\sigma_{ref} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Nro.	Forma	$\phi$ (mm)	Separ. (cm)	Cantid. (Nro.)	Longitud		Peso Unitario (kg)	Peso Total (kg)
					Parcial (m)	Total (m)		
29		16	30	36	5.00	180.0	1.58	284.4
29'		16	30	36	2.00	72.0	1.58	113.8
30		10	20	26	5.30	137.8	0.62	85.4
31		16	40	28	2.40	67.2	1.58	106.2
32		16	40	28	1.50	42.0	1.58	66.4
33		8	20	10	5.30	53.0	0.40	21.2
TOTAL								8355.7

OBRA: CANAL LINEA PARANA - VINCULACION TRAMO II - TRAMO IV Y  
DEFENSA CONTRA INUNDACIONES LOCALIDAD LOS AMORES

SECTOR: ALCANTARILLA SOBRE CANAL BAJO VIAS F.C.G.M.B.  
EN KM 404 + 110,75

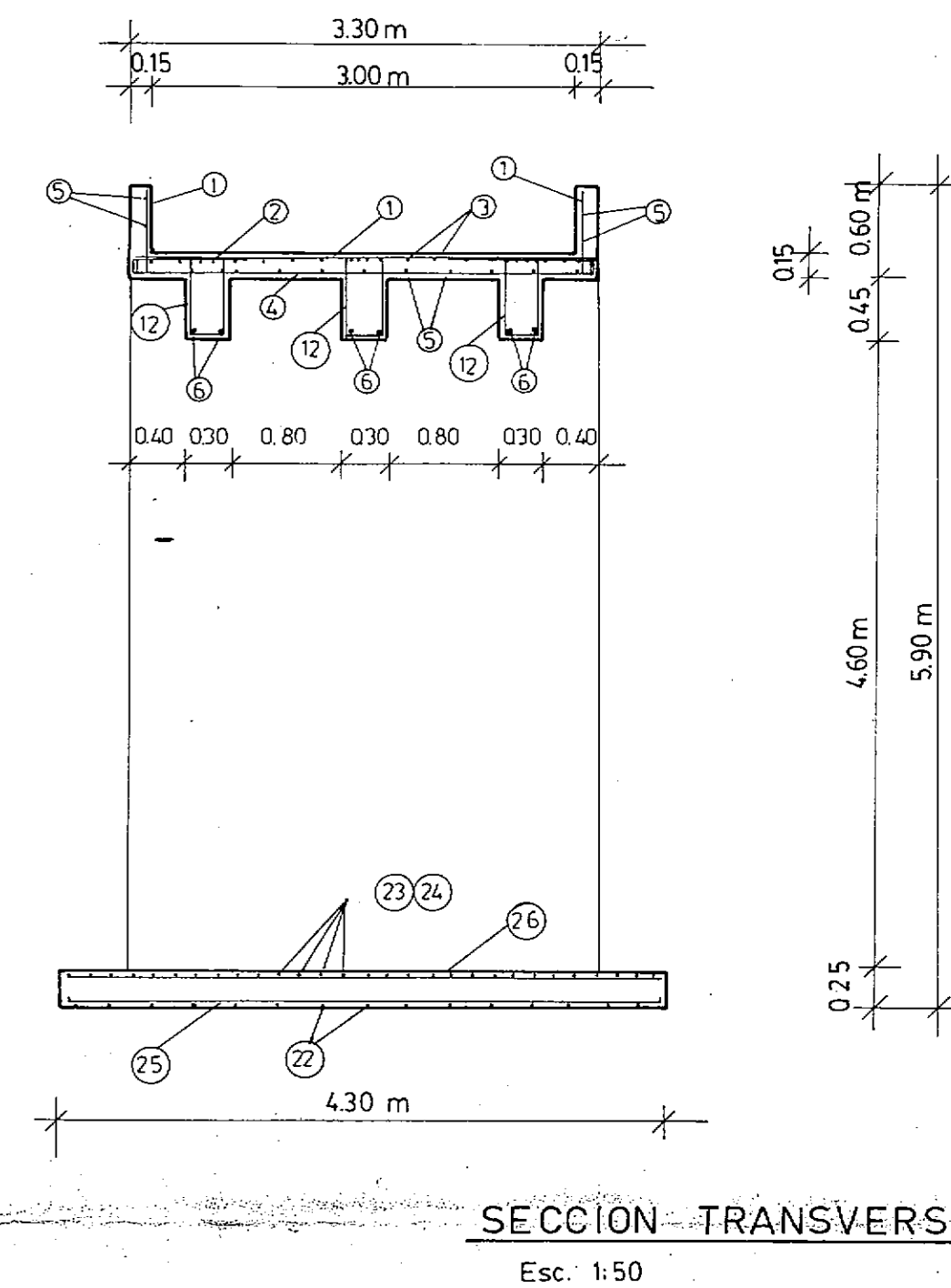
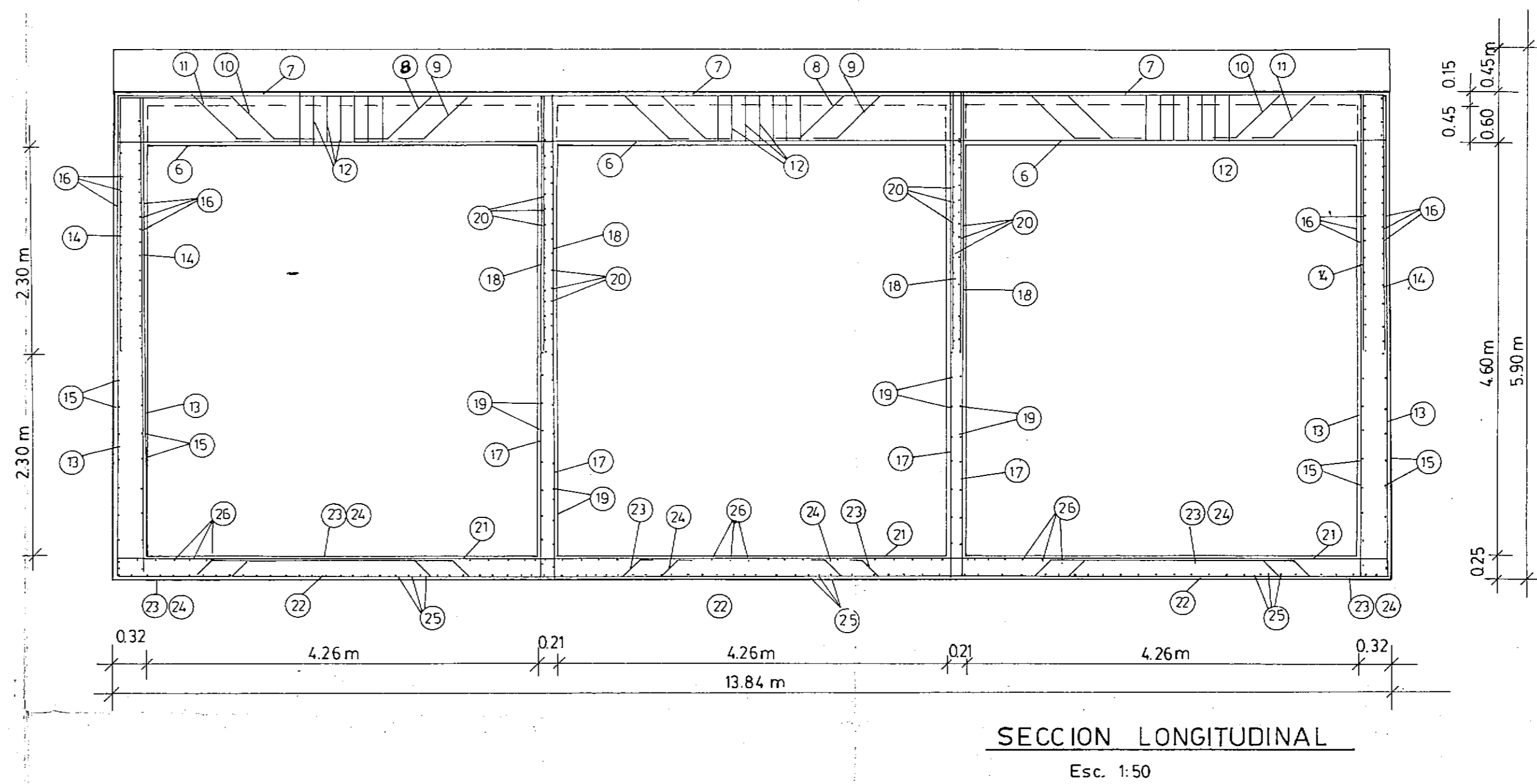
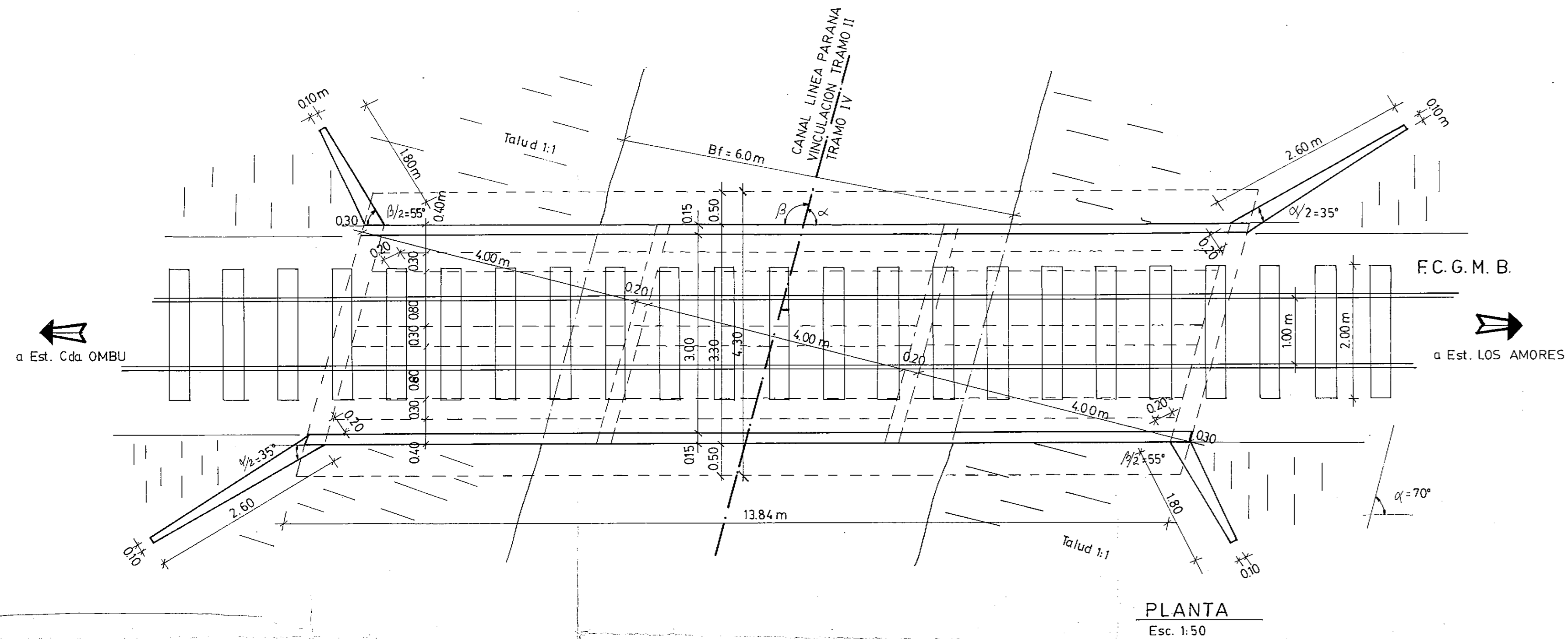
* PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS *					
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES	UNID.	CANTIDADES	
				PARCIAL	TOTAL
01	EXCAVACION MECANICA P/ OBRAS DE ARTE	Según planos proy	m3	140.46	140.46
02	HORMIGON TIPO "B"	Según planos proy	m3	53.53	53.53
03	HORMIGON TIPO "E"	Según planos proy	m3	3.05	3.05
04	ARMADURA DE ACERO COLOCADA TIPO III	Según planillas	kg	8355.7	8355.7
05	RELLENO DE TIERRA EXCESO EXCAVACION	Según planos proy	m3	124.89	124.89

P R E S U P U E S T O  
-----

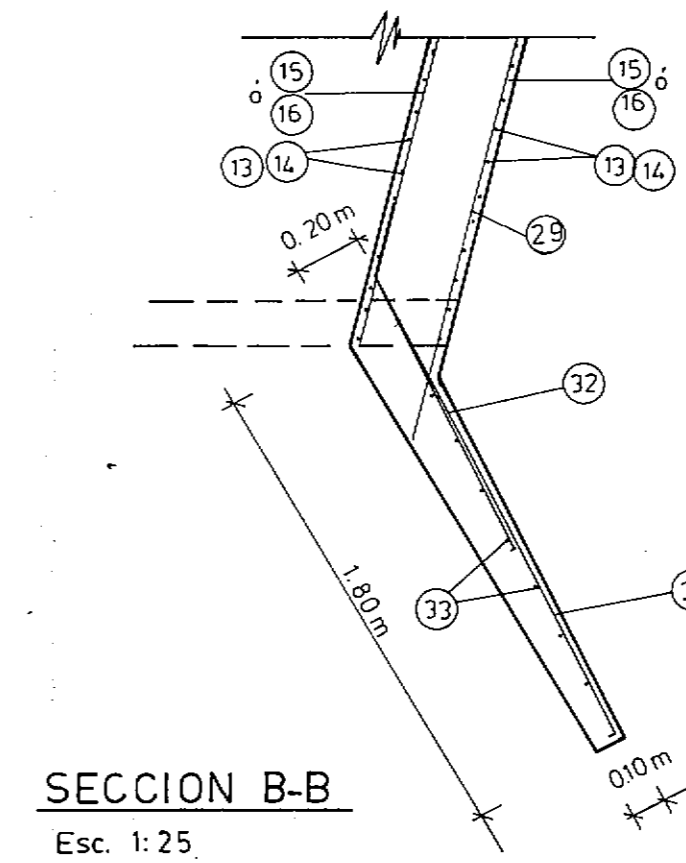
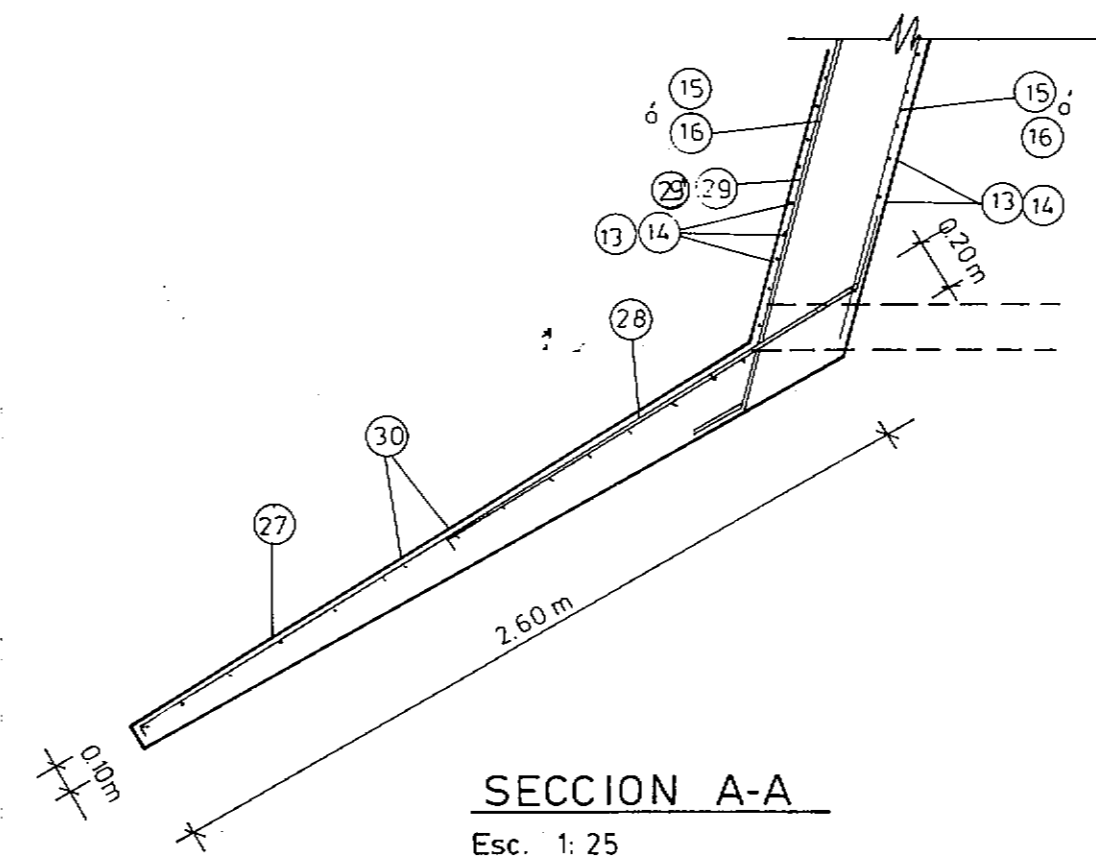
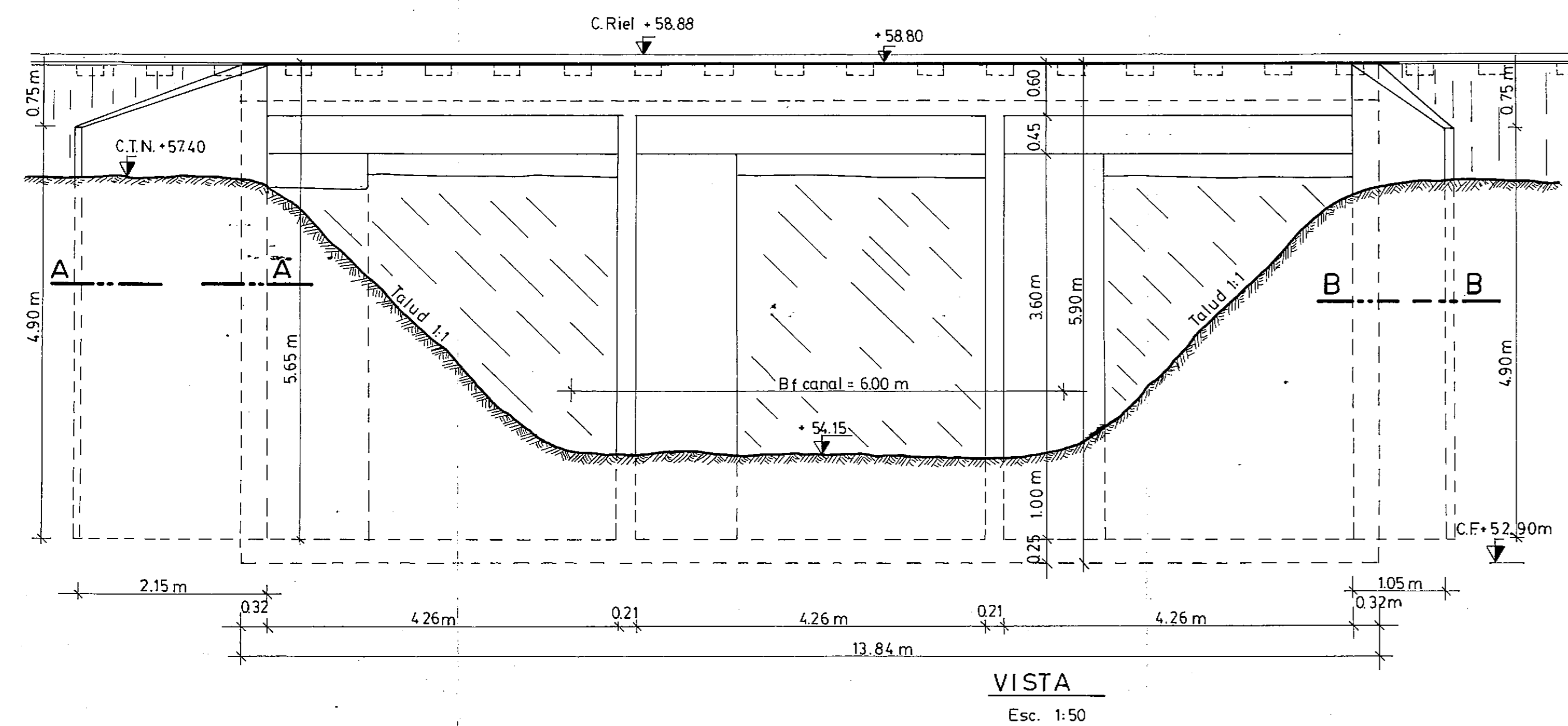
VALOR BASE DEL PRESUPUESTO: ABRIL 1994 (Incluye Imp. a los Inq. Brutos: 1.50%)

DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
ITEM 01: EXCAVACION MECANICA PARA OBRAS DE ARTE	m3	140.46	11.52	1618.10	
ITEM 02: HORMIGON TIPO "B" (1:2:3) B-250 DIN	m3	53.53	445.02	23821.92	
ITEM 03: HORMIGON TIPO "E" (1:3:6) B-130 DIN	m3	3.05	135.18	412.30	
ITEM 04: ARMADURA DE ACERO adm.= 2400 kg/cm2.	t	8.356	1501.53	12546.78	
ITEM 05: RELLENO DE TIERRA Y ACCESOS	m3	124.89	4.63	578.24	
				TOTAL	
				PESOS	38977.34





NOTA: Las características de las armaduras indicadas se encuentran en la Planilla N° del Legajo de Proyecto



CONVENIO BILATERAL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - PROVINCIA DE SANTA FE

OBRA: CANAL LINEA PARANA VINCULACION TRAMO II - TRAMO IV Y DEFENSA CONTRA INUNDACIONES LOCALIDAD LOS AMORES

DESCRIPCION: ALCANTARILLA SOBRE CANAL BAJO VIAS F.C.G.M.B. EN KM. 404 + 110,75

ESTUDIO:	ING. PASTOR E.	DIBUJO:	PROF. BIROLLO M.	FECHA: FEB' 94.
PROYECTO:	ING. PASTOR E.	DIRECTOR PROYECTO:	ING. LOZANO N.	PLANO N° 02