

- ANEXO -

PROYECTO DE ALCANTARILLAS FERROVIARIAS EN
OBRAS DE DEFENSA A POZO BORRADO

- Julio 1986 -

INDICE

1. Memoria descriptiva.
2. Memoria técnica.
3. Memoria de cálculo.
4. Cálculo puente provisorio.
5. Planilla de doblado de hierro.
6. Cómputos.
7. Presupuesto.
8. Plano 07: plano conjunto de alcantarilla ferroviaria.

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

Se han proyectado cuatro alcantarillas en coincidencia con las/ progresivas Km. 370+509,07; Km. 370+522,47; Km. 371+609,68 y Km.371+622,68, correspondiendo a las intersecciones con las obras de desague del casco urbano de Pozo Borrado con descarga al sistema Canal/ 290-S.

El diseño se ha efectuado como marco cerrado rectangular, cuyas dimensiones fueron adoptadas en base a la altura disponible (cota / del riel respecto de cota de rasante) y al caudal de cálculo, resultando una tapada mínima.

En el análisis de cargas se ha tenido en cuenta la influencia de cargas estáticas y cargas dinámicas, bajo estrictas condiciones de/ seguridad, siguiendo normas de Ferrocarriles Argentinos. El dimen- / sionamiento de las secciones de hormigón armado se ha efectuado según el Método de rotura o de las sollicitaciones admisibles, regla- / mentado por el CIRSOC.

Se ha previsto además, la construcción de muros de alas, muros/ guarda balasto y platea de hormigón armado a la entrada y a la salida, con diente protector a fin de evitar posibles socavaciones.

Con respecto a las cargas transmitidas por la estructura al te- rreno de fundación, es importante destacar lo siguiente:

- a) No se han efectuado estudios de suelo en el sitio de las obras / por no ser normal en este tipo de trabajo de tan escasa importancia, considerando además que se trata de suelos sin disturbar.
- b) La acción sobre el terreno debido a cargas permanentes es ///
 $q = 1,5 \text{ t/m}^2 = 0,15 \text{ Kg./cm.}^2$. La acción debido a cargas permanente

tes más accidentales es en la etapa definitiva $q = 14 \text{ t/m}^2 = //$
 $= 1,4 \text{ Kg./cm}^2$. Esta acción es pequeña, pudiendo ser soportada //
por cualquier suelo, hasta por relleno compactado.

Por lo expuesto, estos valores pequeños no justifican mayores /
estudios.

De todos modos, previo al hormigonado de cada solera, se ejecu-
tará un compactado del terreno de fundación y un contrapiso de hor-
migón pobre de 10 cm. de espesor (ver plano adjunto).

El diseño hidráulico del canal permite suponer que no hay ries-
gos de erosión, dado que la velocidad promedio es de 0,5 m/seg., pu-
diéndose observar más detalle de estos cálculos en el Proyecto Eje-
cutivo 290-S, Tramo I.

2. MEMORIA TECNICA.

Para poder ejecutar las obras, Ferrocarriles Argentinos implantará las precauciones correspondientes, estableciendo la velocidad/ de circulación que convenga adoptar para minimizar el efecto de las cargas dinámicas, pues los trabajos se ejecutarán sin interrupción/ del tránsito de vehículos por la vía.

Las tareas de sustentación provisoria serán ejecutadas por F.C.A consistiendo en un puente con tablero compuesto de una cama de durmientes apoyada sobre paquetes de rieles, y con estribos de durmientes apilados perfectamente acomodados y consolidados, apoyados sobre perfiles o rieles verticales enterrados no menos de 1 metro por debajo de la cota de excavación.

La sucesión de trabajos a realizar es la siguiente:

- a) Limpieza del terreno.
- b) Excavación manual.
- c) Compactación del terreno de fundación.
- d) Ejecución de la solera de fundación en Hormigón Tipo "E".
- e) Preparación y colocación del encofrado.
- f) Preparación y colocación de la armadura de acero (Tipo III).
- g) Ejecución de Hormigón Tipo "B".
 - Etapa 1: base y platea.
 - Etapa 2: laterales, alas y tapa.
- h) Curado y desencofrado.
- i) Relleno y compactación de espacios vacíos entre las paredes de / la excavación del suelo extraído de aquella.
- j) Retiro del suelo sobrante.
- k) Nivelación y emparejamiento de toda la superficie.
- l) Conformación del balasto.

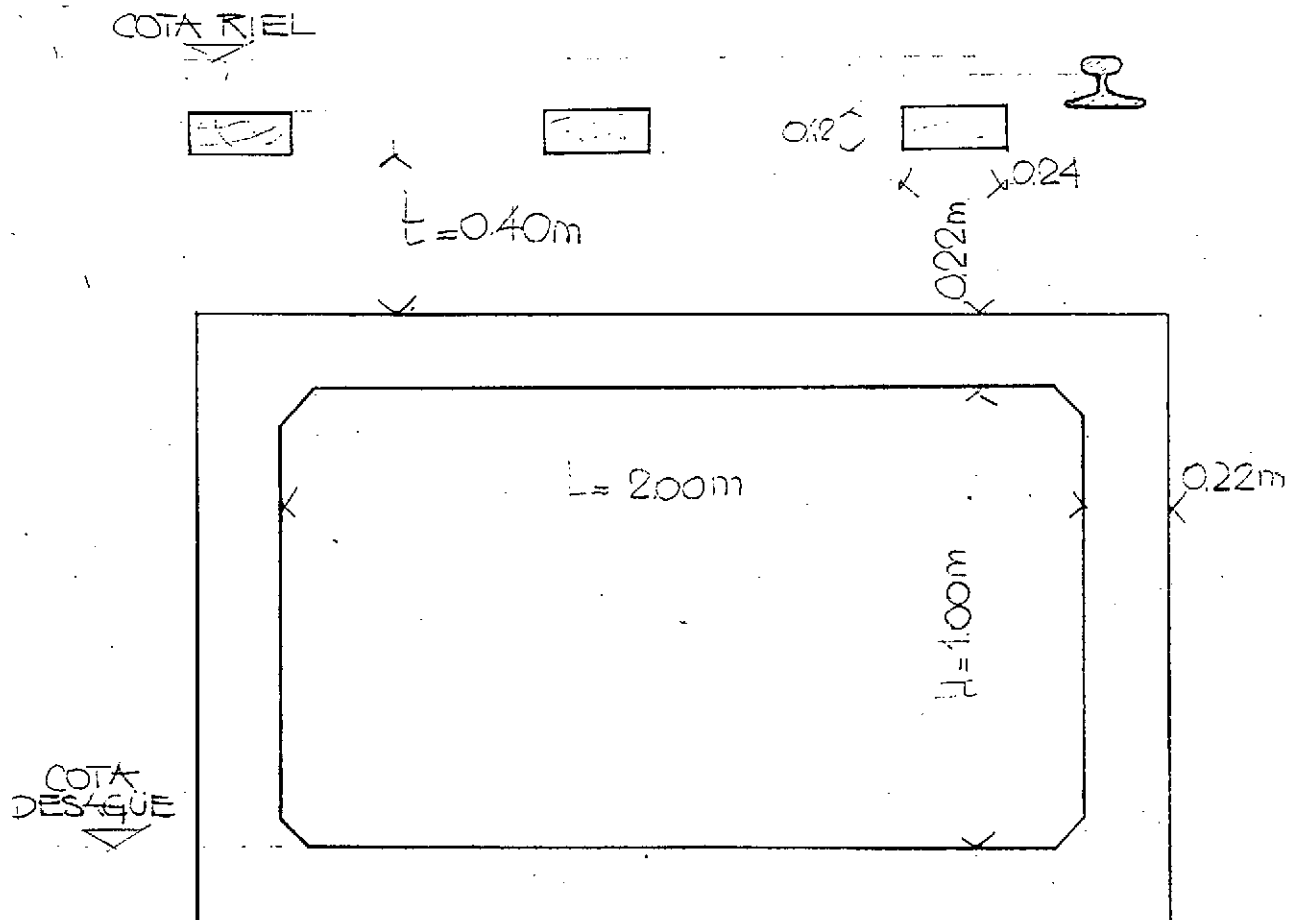
3.- MEMORIA DE CALCULO

ALCAANTARILLA CAJON HºAº

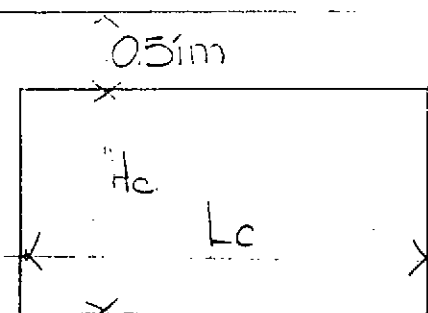
DIMENSIONES:

- ALTURA $H = 1.00\text{m}$
- LUZ $L = 2.00\text{m}$
- TAPADA: $T = 0.40\text{m}$
- ESTESOR $E = 0.22\text{m}$

1.- ESQUEMA:



2.- CONFIGURACION DE CALCULO



MARCO CERRADO

$$H_c = 1.00\text{m} + 2 \times 0.11\text{m} = 1.22\text{m}$$

$$L_c = 2.00\text{m} + 2 \times 0.11\text{m} = 2.22\text{m}$$

3.- ANÁLISIS DE CARGAS PERMANENTES.

a.- Peso propio + carga tapada.

b.- Empuje lateral del suelo

Se adopta: $\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}} = 2,4 \text{ t/m}^3$

$$\gamma_{\text{SUELO}} = 1,8 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 30^{\circ} \quad c = 0$$

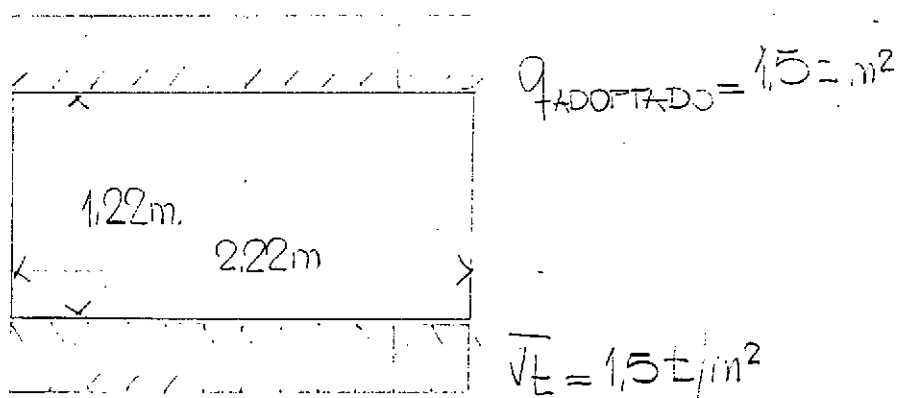
3.A.- CARGAS VERTICALES

$$\text{Peso losa} \quad 0,22 \text{ m} \times 2,4 \text{ t/m}^3 \quad \underline{\quad} \quad 0,53 \text{ t/m}^2$$

$$0,51 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 \quad \underline{\quad} \quad 0,92 \text{ t/m}^2$$

$$q = 1,45 \text{ t/m}^2$$

DIAGRAMA



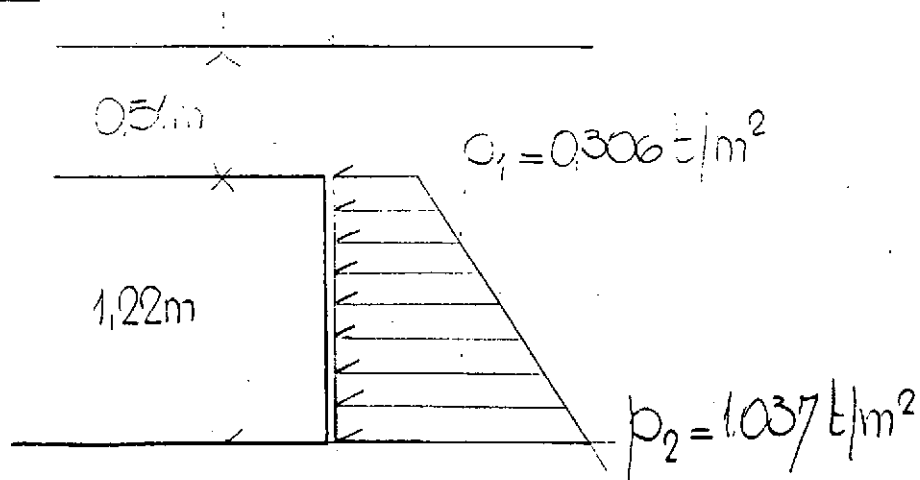
3.B.- CARGAS HORIZONTALES

$$\left(\frac{1}{\tan \phi} \right)^{-1} = \tan^2(45^{\circ} - \phi/2) = \tan^2(30^{\circ}) = 0,577^2 \quad \text{empuje oc. terreno activo}$$

$$p_1 = h_1 \cdot \gamma_t \cdot \tan^2(45^{\circ} - \phi/2) = 0,51 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,577^2 = 0,306 \text{ t/m}^2$$

$$p_2 = h_2 \cdot \gamma_t \cdot \tan^2(45^{\circ} - \phi/2) = 1,73 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,577^2 = 1,037 \text{ t/m}^2$$

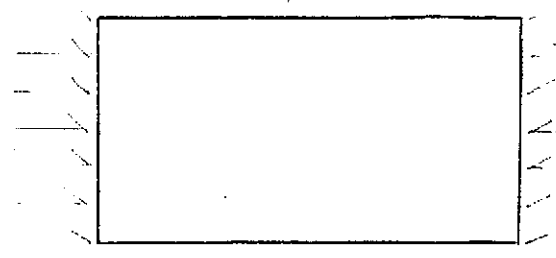
DIAGRAMA



Para simplificar el cálculo se, pudes reemplazar la carga de variación lineal por una constante, promedio de las presiones extremas.

$$q_{fm} = \frac{p_1 + p_2}{2} = \frac{0.306 + 1.037}{2} = 0.672 \text{ t/m}^2$$

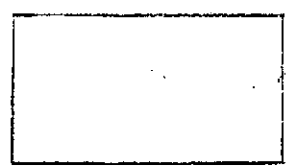
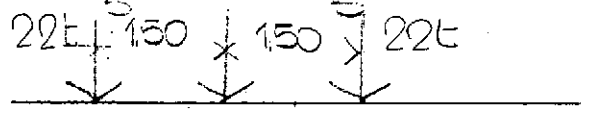
D.ER+MK



$$q_{ADOPTADO} = 0.70 \text{ t/m}^2$$

4.-ANÁLISIS DE CARGAS ACCIDENTALES

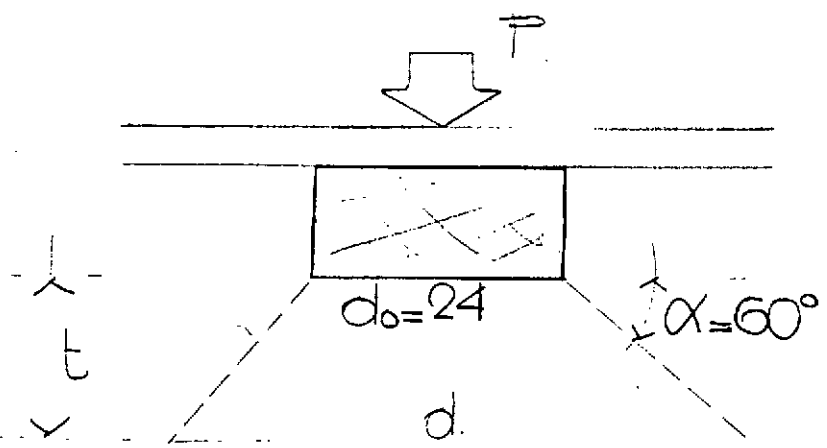
El tren de cargas a aplicar se basa en una locomotora con 22 toneladas por eje, de tres consecutivos pero teniendo en cuenta que se comportará según el siguiente esquema:



MARCO TERMINADO

En etapa definitiva el marco terminado soportará como máximo la carga de tres ejes por la cama de rieles.

La distribución de cargas es la siguiente

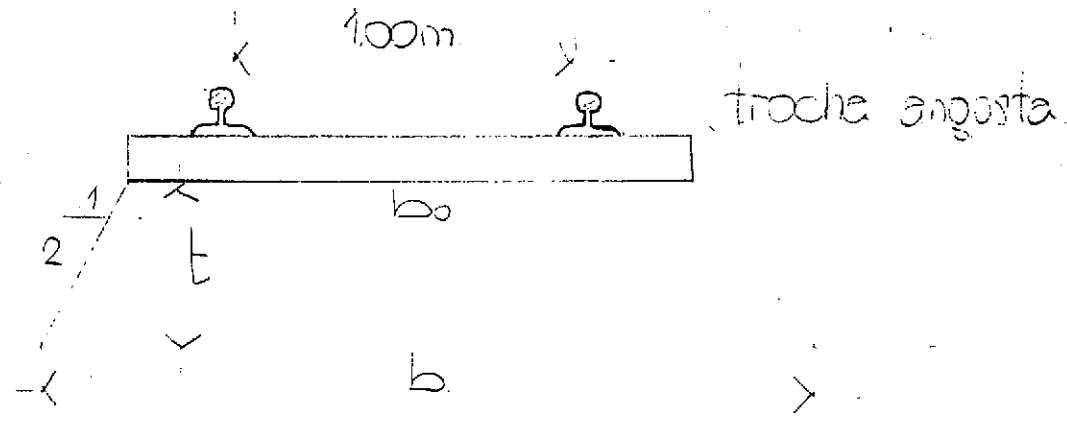


$$d = d_0 + 2t \cdot \cot \alpha = (0,24 + 2 \times 0,4 \times 0,5) \text{ m} = 0,64 \text{ m}$$

donde: d_0 : ancho durmiente

t : tapada.

α : ángulo de distribución de cargas



$$b = b_0 + 2t \cdot \cot \alpha = 2,00 \text{ m} + 2 \times 0,4 \times 0,5 = 2,40 \text{ m}$$

donde: b_0 : largo de durmiente

t : tapada.

ETAPA PROVISORIA

Se circula con precaución, con un coeficiente de impacto

$$\psi = 1,10$$

$$q'_1 = \frac{22t}{0,64 \times 2,40} \times 1,1 = 15,76 \text{ t/m}^2$$

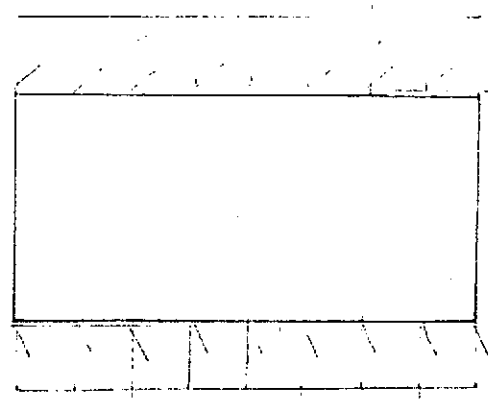
Distribuida en toda la superficie

$$q'_1 = 15,76 \text{ t/m}^2 \times 3 \times \frac{0,64}{2,22} = 13,63 \text{ t/m}^2$$

ETAPA DEFINITIVA coeficiente de impacto $\psi = 1,70$

$$q'_2 = \frac{22t \times 2}{2,22 \times 2,40 \text{ m}^2} \times 1,7 = 14,04 \text{ t/m}^2$$

$$q_{\text{ADOPTADO}} = 14 \text{ t/m}^2$$



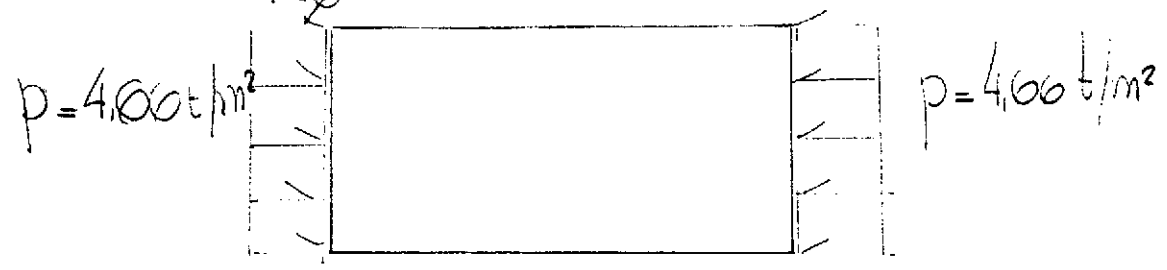
$$q_t = 14 \text{ t/m}^2$$

EMPUJES LATERALES DEBIDO A LA SOBRECARGA.

Con una sobrecarga $\Delta q = 14 \text{ t/m}^2$, corresponde una altura equivalente:

$$h_{eq} = \Delta q / \gamma_t = 14 / 1.8 = 7.78 \text{ m.}$$

$$p = h_{eq} \cdot \gamma_T \cdot \frac{1}{N_{\phi}} = 7.78 \cdot 1.8 \cdot 0.577^2 = 4.66 \text{ t/m}^2$$

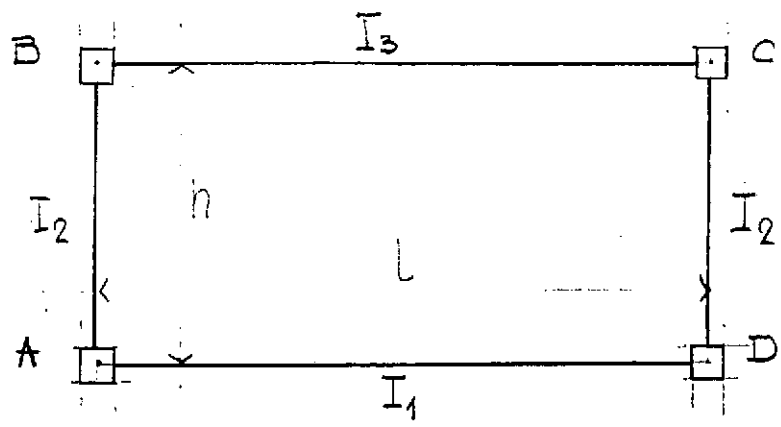


5.- CÁLCULO DE SOLICITACIONES

El esquema de resolución para determinar las solicitaciones (N, M, Q) parte del cálculo de las mismas para el estado de carga unitaria (para carga vertical y horizontal), las que serán afectadas luego del coeficiente correspondiente para carga real.

Los valores de M, N, Q para carga unitaria surgen de los valores que da A. Kleinogel, tomo I, pag 413, para marcos cerrados.

5.1.- ESFUERZOS CARACTERISTICOS



$$I_0 = I_1 = I_2 = I_3$$

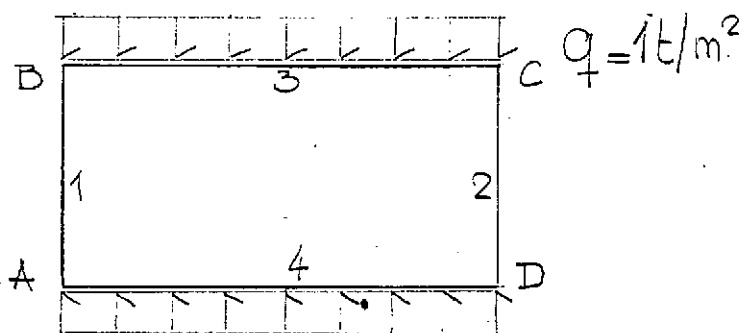
$$\begin{cases} k_1 = I_3/I_1 = 1 \\ k_2 = I_3/I_2 \cdot \frac{h}{L} = 1 \cdot \frac{1,22}{2,22} = 0,55 \end{cases}$$

$$\begin{cases} K_1 = 2k_2 + 3 = 2 \cdot 0,55 + 3 = 4,10 \\ K_2 = 3k_1 + 2k_2 = 3 \cdot 1 + 2 \cdot 0,55 = 4,10 \\ K_3 = 2k_2 + 1 - k_1/5 = 2 \cdot 0,55 + 1 - 1/5 = 1,90 \\ K_4 = \frac{6k_1}{5} + 3k_2 = \frac{6 \cdot 1}{5} + 3 \cdot 0,55 = 2,85 \end{cases}$$

$$N_1 = K_1 \cdot K_2 - k_2^2 = 4,10 \cdot 4,10 - 0,55^2 = 16,51$$

$$N_2 = 1 + k_1 + 6k_2 = 1 + 1 + 6 \cdot 0,55 = 5,30$$

5.2.- CARGA VERTICAL



$$M_A = M_D = -\frac{q \cdot L^2}{4N_1} (k_1 \cdot K_1 - k_2) = -\frac{1 \text{ t/m}^2 \cdot 2,22^2}{4 \cdot 16,51} (4,10 \cdot 1 - 0,55) = -0,265 \text{ tm/m}$$

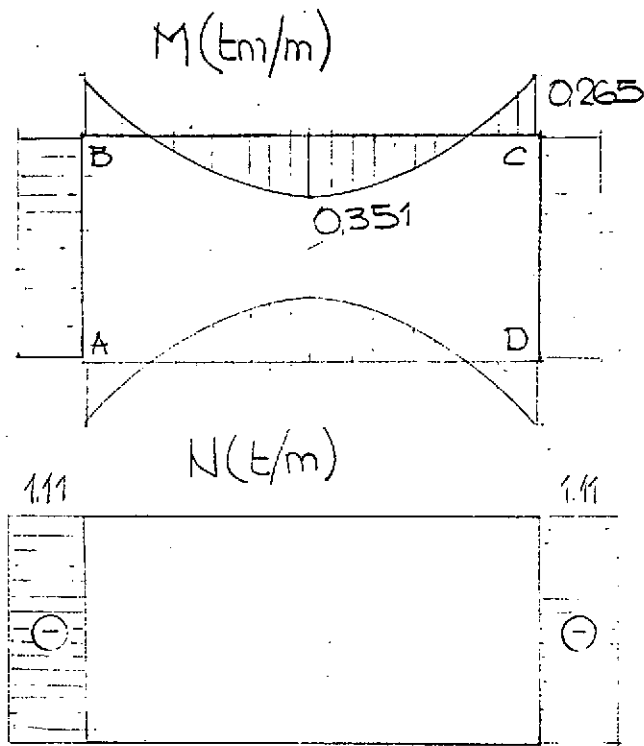
FOR SIMETRIA $M_B = M_C = -0,265 \text{ tm/m}$

PARA ESTE ESTADO DE CARGAS VALE $M_A = M_1 = M_B$
 $M_D = M_2 = M_C$

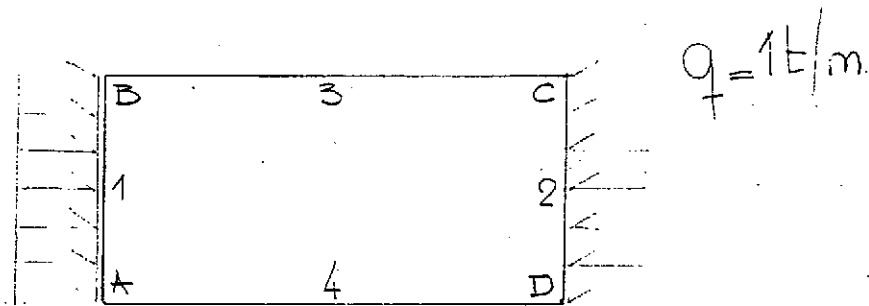
$$M_3 = M_4 = q \frac{L^2}{8} + M_A = \frac{1 \cdot 2,22^2}{8} - 0,265 = 0,351 \text{ tm/m}$$

$$N_{BC} = N_{AD} = Q_{AB} = Q_{CD} = \frac{M_B - M_A}{h} = 0$$

$$N_{AB} = N_{CD} = q \frac{L}{2} = 1 \cdot \frac{2,22}{2} = 1,11 \text{ t}$$



5.3.- CARGA HORIZONTAL



§/A. Kleinlogel, Tomo I, pág 441, los términos de carga valen:

$$L = \bar{R} = q \cdot \frac{h^2}{4} = 1 \cdot \frac{1.22^2}{4} = 0.372 \text{ tm/m}$$

$$M_A = M_D = -k_2 \cdot \frac{L k_1 - \bar{R} k_2}{N_1} = -0.55 \cdot \frac{0.372 (4.10 - 0.55)}{16.51} = -0.044 \text{ tm/m}$$

FOR SIMETRIA: $M_C = M_D = -0.044 \text{ tm/m}$.

$$M_3 = M_B = M_C$$

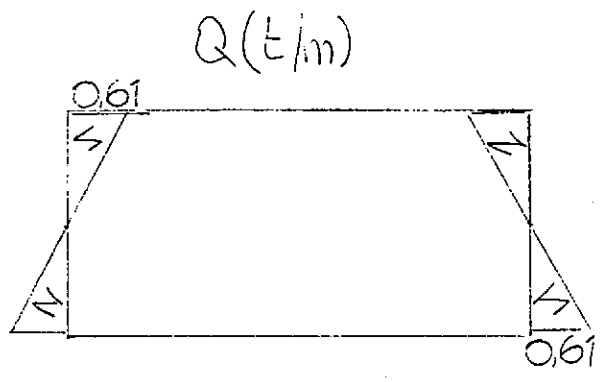
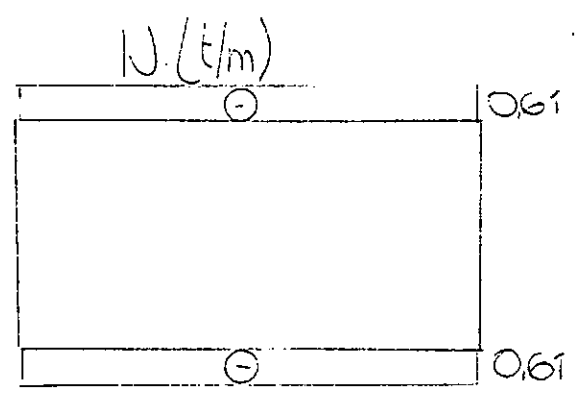
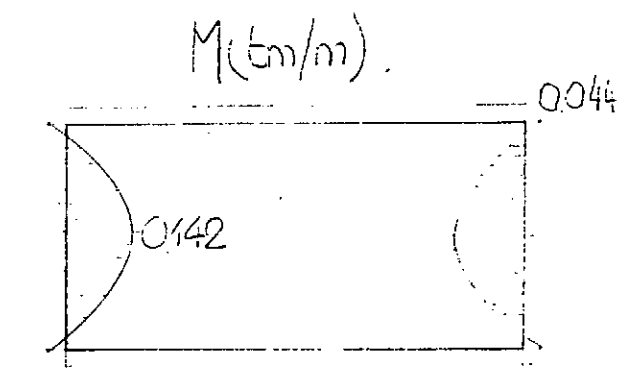
$$M_4 = M_A = M_D$$

$$M_1 = M_2 = q \cdot \frac{h^2}{8} + M_A = 1 \cdot \frac{1.22^2}{8} - 0.044 = 0.142 \text{ tm/m}$$

$$N_{10} = N_{bc} = q \cdot \frac{h}{2} = 1 \text{ t/m}^2 \cdot \frac{1.22}{2} = 0.61 \text{ t/m}$$

$$N_{AB} = N_{CD} = Q_{BC} = Q_{AD} = \frac{M_B - M_C}{L} = 0$$

DIAGRAMAS UNITARIOS



5.4.- SOLICITACIONES REALES

A.- EN MOMENTOS MAXIMOS Y MINIMOS

* EN NUDOS

$$M_A = M_B = M_C = M_D = (1.5 + 1.4) \cdot (-0.256 \text{ tm/m}) + (0.70 + 4.66) \cdot (-0.044 \text{ tm/m}) = -3.968 \text{ tm/m} - 0.236 \text{ tm/m} = -4.204 \text{ tm/m}$$

$$\underline{M_{MIN} = -4.20 \text{ tm/m}}$$

$$M_A = M_B = M_C = M_D = -1.5 \cdot 0.256 \text{ tm/m} - 0.70 \cdot 0.044 \text{ tm/m} = -0.415 \text{ tm/m}$$

$$\underline{M_{MAX} = 0.42 \text{ tm/m}}$$

* EN TRAMOS

$$M_1^{MIN} = M_2^{MIN} = (1.5 + 1.4) \cdot (-0.256) + (0.70 + 4.66) \cdot (0.142) = 3.207 \text{ tm/m}$$

$$M_1^{MAX} = M_2^{MAX} = 1.5 \cdot (-0.256) + 0.70 \cdot 0.142 = -0.285 \text{ tm/m}$$

$$M_3^{MIN} = M_3^{MIN} = (1.5 + 1.4) \cdot (0.351) + (0.7 + 4.66) \cdot (-0.044) = 5.205 \text{ tm/m}$$

$$M_3^{MAX} = M_4^{MAX} = 1.5 \times (0.351) + 0.70(-0.044) = 0.496 \text{ tm/m.}$$

B. ESFUERZOS NORMALES Y CORTE

$$N_{AB} = N_{CD} = (1.5 + 1.4)(-1.11) + 0 = -17.21 \text{ t/m.}$$

$$N_{BC} = N_{AD} = (0.70 + 4.66)(0.61) + 0 = -3.27 \text{ t/m}$$

6. DIMENSIONAMIENTO

Materiales: Hormigón H-10 ($\beta_R = 105 \text{ kg/cm}^2$) % CIRSOX
 Acero TIPO III ($\beta_S = 4200 \text{ kg/cm}^2$)

A. LOSA INFERIOR Y LOSA SUPERIOR

$$M_{APOYO} = -420 \text{ tcm/m.} \quad N = -3.27 \text{ t/m.}$$

$$M_{TRAMO} = 520.5 \text{ tcm/m}$$

$$M_{ETR} = 520.5 \text{ tcm/m} + 3.27 \text{ t/m} \left(19.5 - \frac{22}{2}\right) \text{ cm} = 548 \text{ tcm/m}$$

$$k_h = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{b}}} = \frac{19.5}{\sqrt{\frac{548}{100}}} = 8.33 \rightarrow \text{CUAD. 220 (DIN 1045)}$$

PAQ. 100 - TABLA 5 a.

$$k_e = 0.49$$

$$P_e = k_e \frac{M_e}{h} = 0.49 \cdot \frac{548}{19.5} = 13.77 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 16 \text{ } \frac{9}{14} \text{ cm.}$$

repartición: $\left\{ \begin{aligned} P_{rep} &= \frac{1}{5} P_e = \frac{1}{5} \times 13.77 \text{ cm}^2/\text{m} = 2.75 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 8 \text{ } \frac{9}{18} \text{ cm} \end{aligned} \right.$

B. LOSAS LATERALES.

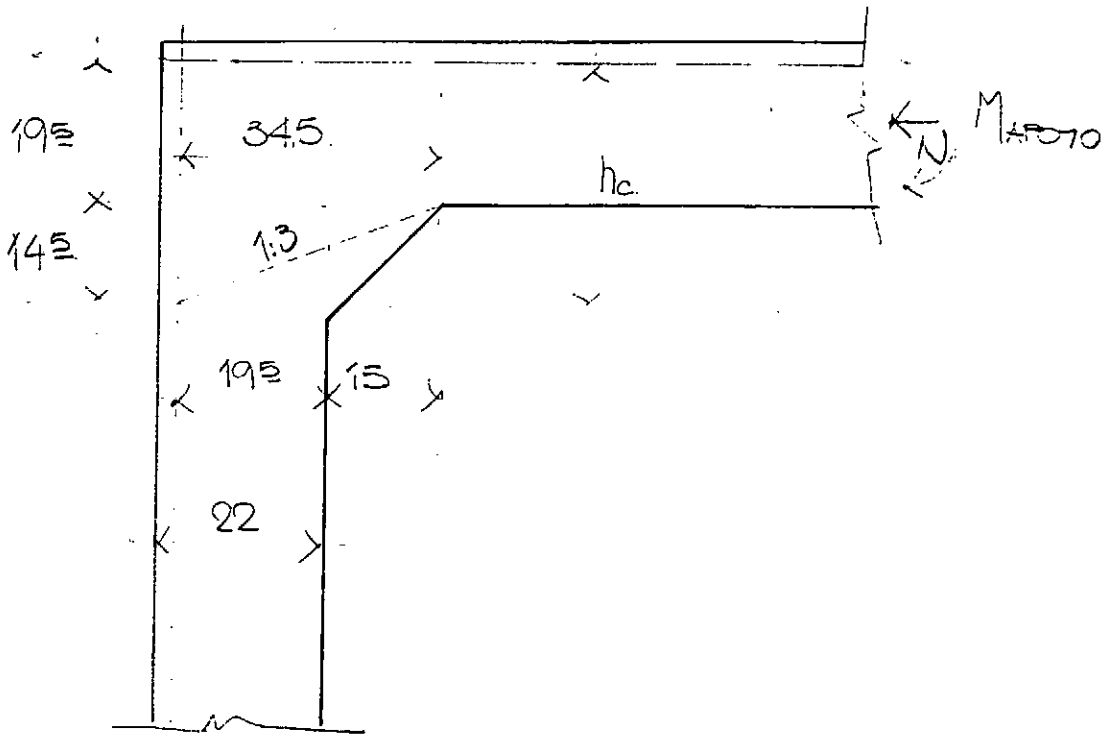
$$M_{TRAMO} = -320.7 \text{ tcm/m.} \quad N = -17.21 \text{ t/m.}$$

$$M_{ETR} = 320.7 + 3.5 \times 17.21 = 467 \text{ tcm/m.}$$

$$k_h = \frac{19.5}{\sqrt{\frac{467}{100}}} = 9.03 \rightarrow k_e = 0.48$$

$$P_e = 0.48 \cdot \frac{467}{19.5} = 11.5 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 16 \text{ } \frac{9}{17} \text{ cm.}$$

rep. $P_r = \frac{1}{5} P_e = \frac{1}{5} \times 11.5 \text{ cm}^2/\text{m} = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m.} \phi 8 \text{ } \frac{9}{21} \text{ cm.}$



altura de cálculo. $h_c = 19,5 \text{ cm} + \frac{34,5}{3} = 31 \text{ cm}.$

$$M_{\text{APOYO}} = 420 \text{ ton/m} \quad N = 17,21 \text{ t/m}.$$

$$M_e = 420 + 8,5 \times 17,21 = 566 \text{ ton/m}.$$

$$\eta h = \frac{31}{\frac{566}{100}} = 13,03 \quad \text{y } \eta e = 0,46.$$

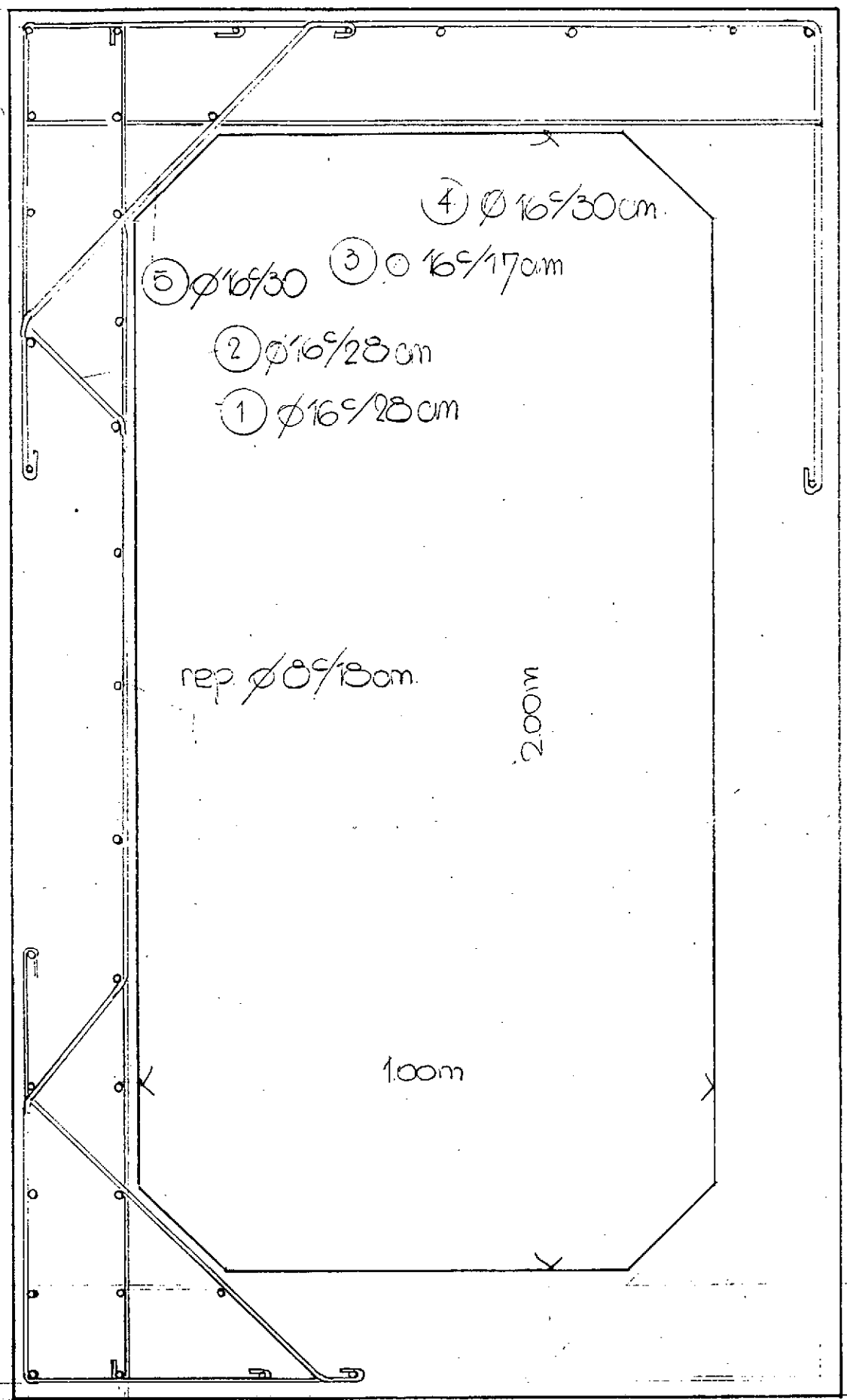
$$\rho_e = 0,46 \frac{566}{31} = 8,4 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{L.1: } \emptyset 16 \text{ } ^\circ 23 \text{ --- } 7,17 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

$$\text{L.3: } \emptyset 16 \text{ } ^\circ 34 \text{ --- } \frac{591}{13,03} \text{ cm}^2/\text{m} \text{ ---}$$

Se adicionan los fierros n° 5 $\emptyset 12 \text{ } ^\circ 25 \text{ cm}$ y los fierros n° 4 $\emptyset 12 \text{ } ^\circ 20 \text{ cm}$. Ver detalle en hoja 11!

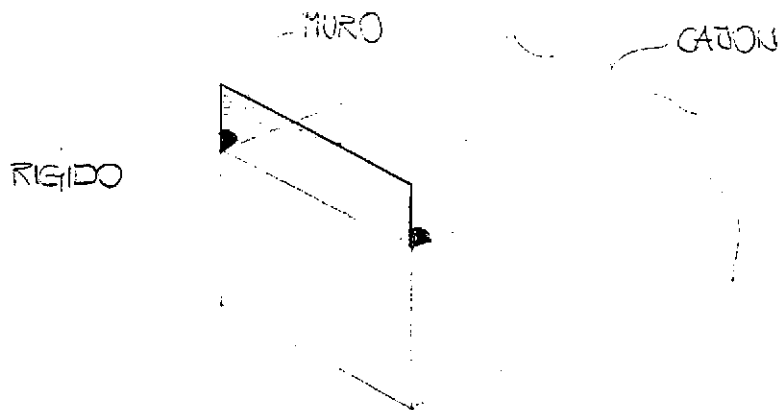
ESQUEMA ARMADURA

rep. $\phi 8/210m$.



7.- MURO GUARDABALASTO

Se supone el muro guardabalasto como empotrado en el marco cerrado dada la gran rigidez del cajón frente a la losa.



La simultaneidad de cargas actuantes más desfavorable será la de empuje de balasto y la sobrecarga accidental, tomada igual a la del marco cerrado.

ESTADO DE CARGAS

A.- EMPUJE BALASTO

$$\gamma_b = 2 \text{ t/m}^3; \phi_0 = +10^\circ; c = 0$$

$$p_{\text{máx}} = 0,52 \text{ m} \times 2 \text{ t/m}^3 \times \tan^2 \left(45^\circ - \frac{10^\circ}{2} \right) = 0,226 \text{ t/m}^2$$

B.- EMPUJE LATERAL DE SOBRECARGA

$$q_f = 14 \text{ t/m}^2$$

$$h_{eq_f} = \frac{14 \text{ t/m}^2}{2 \text{ t/m}^2} = 7,00 \text{ m}$$

$$q_f = 7 \text{ m} \times 2 \text{ t/m}^3 \times \tan^2 \left(45^\circ - 20^\circ \right) = 3 \text{ t/m}^2$$

Solicitaciones:

$$M_{\text{máx}} = p_{\text{máx}} \cdot \frac{L}{2} \times \frac{L}{3} + q_f \cdot \frac{L^2}{2} = 0,226 \times \frac{0,52^2}{6} + 3 \times \frac{0,52^2}{2} =$$

$$= 0,01 + 0,406 = 0,416 \text{ tm/m.}$$

Dimensionamiento:

$$h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M'}{b}} = 9 \cdot \sqrt{0.416} = 5.8 \text{ cm.}$$

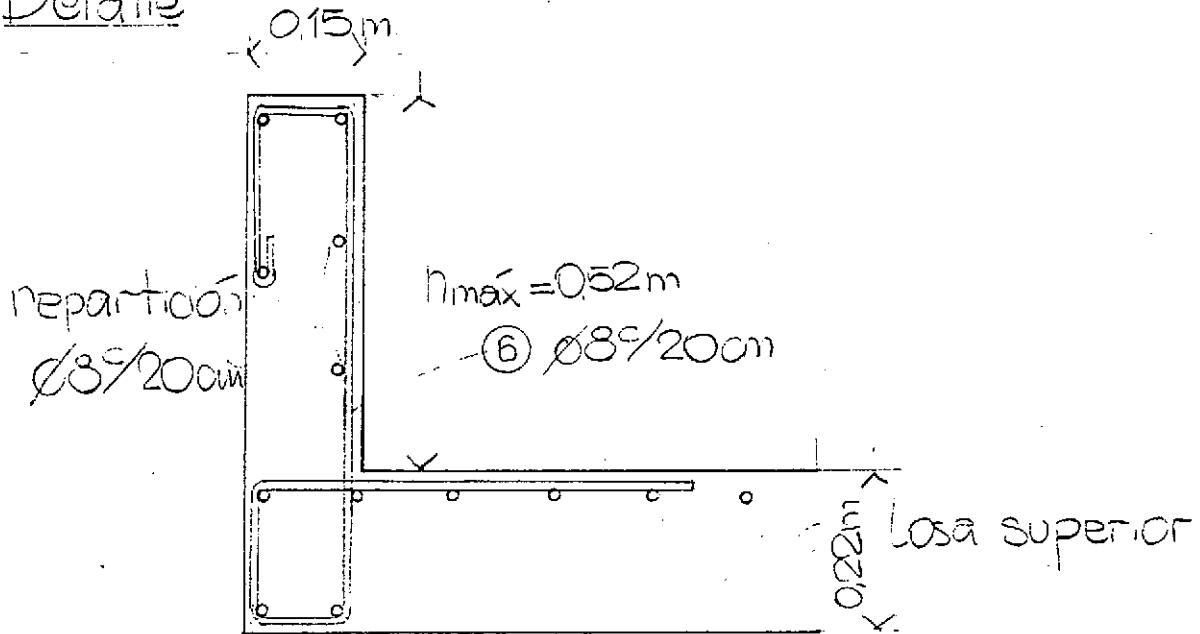
se adopta: $\left\{ \begin{array}{l} h = 12.5 \text{ cm.} \\ d = 15 \text{ cm.} \end{array} \right.$

$$k_h = 12.5 / \sqrt{0.416} = 19.4 \Rightarrow v_e = 0.44$$

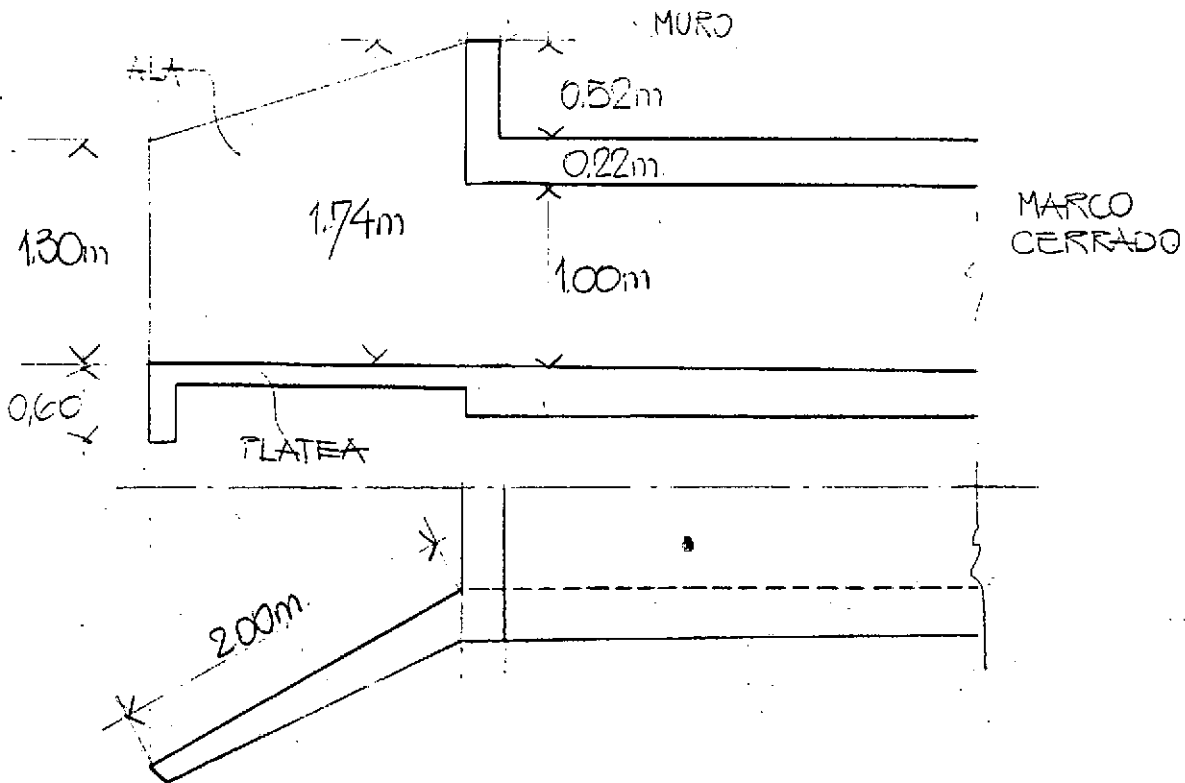
$$f_e = 0.44 \times \frac{41.6}{12.5} = 1.46 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Ø3}/20 \text{ cm}$$

idem repartición

Detalle



9-MUROS DE CONTENCION



Se desprecia el empotramiento en la platea inferior y se considera al ala como empotrada en el marco cerrado por su gran rigidez

ESTADOS DE CARGA

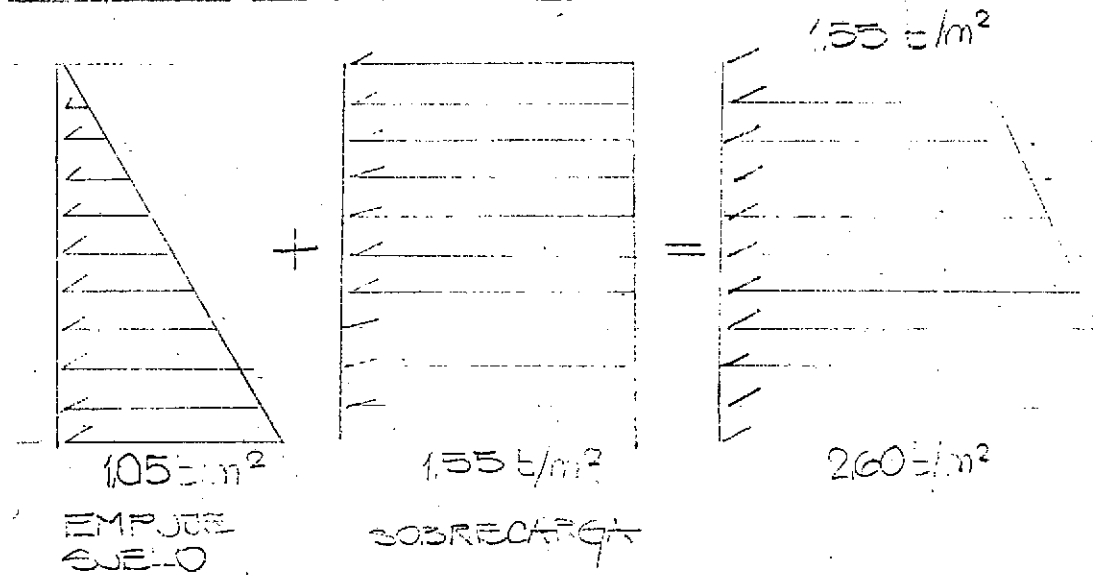
A) $p_{max} = 1,74 m \times 1,85 m^3 \times \omega^2 (45^\circ - \frac{30^\circ}{2}) = 1,044 t/m^2$

B, Sobrecarga $q = 4,00 t/m^2$

altura equivalente $h_{e,T} = \frac{4,66}{1,85} = 2,51 m$

$q = 2,52 m \times 1,85 m^3 \times \omega^2 (45^\circ - \frac{30^\circ}{2}) = 1,554 t/m^2$

DIAGRAMA DE PRESIONES



DIMENSIONAMIENTO

Tendría que ser calculado tomando la carga en forma escalonada, pero para simplificar lo haremos constante:

$M = q \frac{l^2}{2} = 2,60 t/m^2 \times \frac{2,00 m^2}{2} = 5,20 t/m$

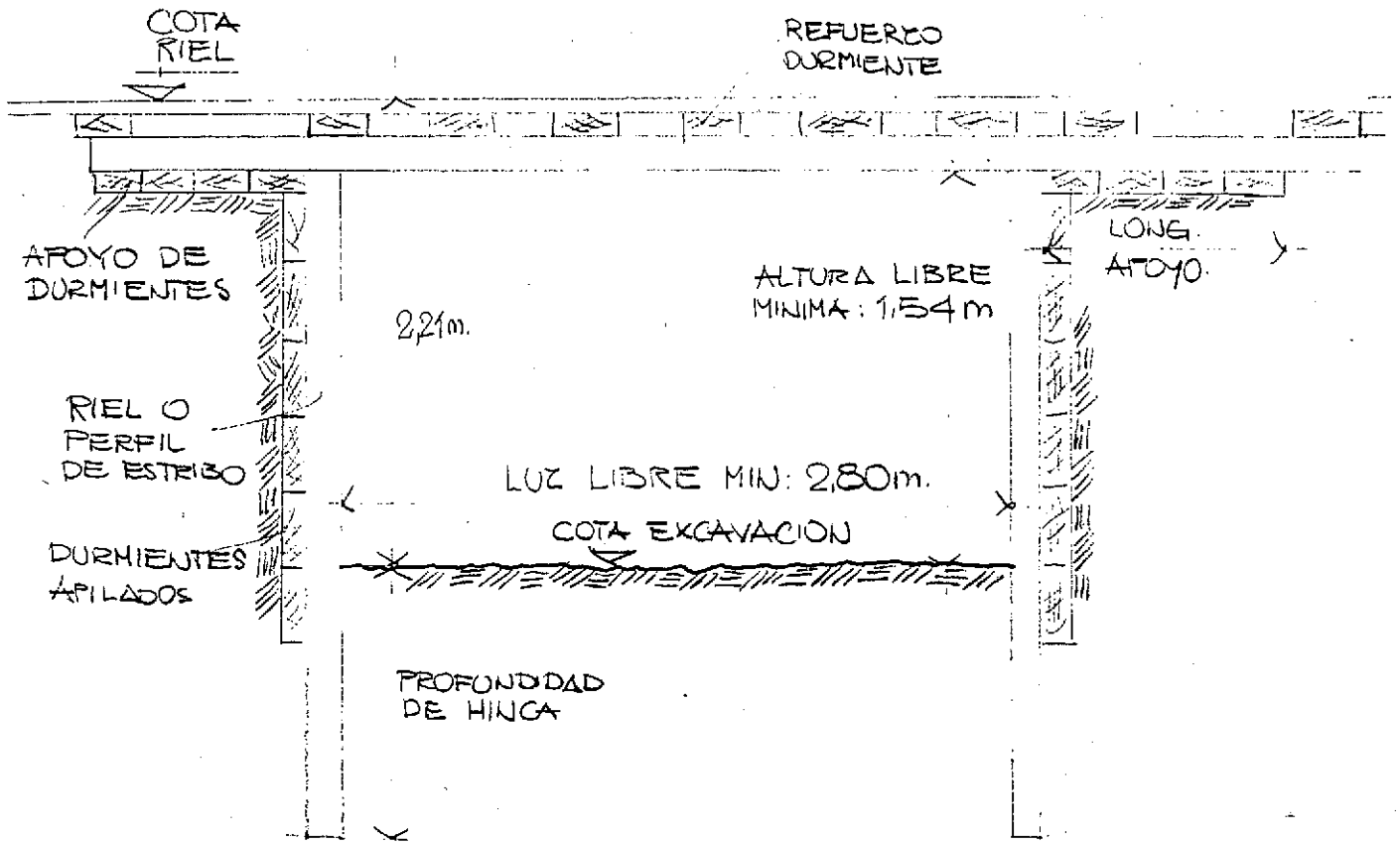
Adoptamos $h = 19,5 cm$

$d = 22 cm$

$k_{rh} = h / \sqrt{M/b} = 19,5 / \sqrt{\frac{5,20}{100}} = 8,55 \rightarrow k_e = 0,49$

4. CALCULO PUENTE PROVISORIO

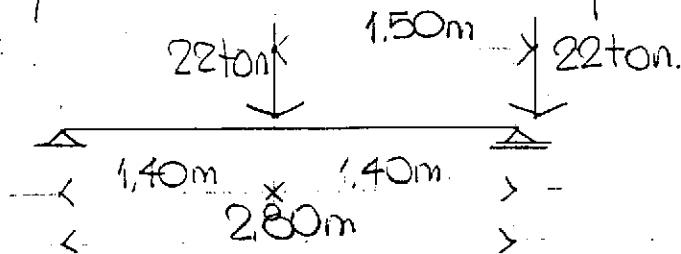
1.- ESQUEMA:



2.- TABLERO: ANALISIS DE CARGAS Y DIMEUSIONAMIENTO

Se adopta como carga por eje : 22 ton., con una separación entre ejes de 1,50m. Como se circula con precaución a baja velocidad, adoptamos un coeficiente de impacto $\psi = 1.20$.

La configuración de carga más desfavorable que solicita a flexión es con un eje en el centro de la luz:



$$M_{P. \text{m} \acute{a}x} = \frac{\psi \cdot P \cdot L}{4} = \frac{1.2 \times 22 \text{ ton} \cdot 2.80 \text{ m}}{4} = 18,48 \text{ tm}$$

peso propio rieles: $8 \times 50 \text{ kg/m} \rightarrow 400 \text{ kg/m}$
 durm. $0,12 \times 2 \text{ m}^2 \times 1,300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 312 \text{ kg/m}$
 $q \approx 700 \text{ kg/m}$

$$M_g = 700 \cdot \frac{2,8^2}{8} = 0,70 \text{ tm}$$

$$M_{ca.c} = M_{II} + M_g = (18,48 + 0,70) \text{ tm} = 19,20 \text{ tm}$$

Tensión admisible riel $\sigma_{adm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$$W_{nec} = \frac{M_{calc.}}{\sigma_{adm}} = \frac{1920000 \text{ kgcm}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 1200 \text{ cm}^3$$

Para este momento resistente valen:

RIEL (kg/m)	W (cm ³)	Nº RIELES (MIN)
49,60	252	5
42,16	200	6
37	163	8

Para la verificación al corte, la situación más desfavorable es la próxima al apoyo:

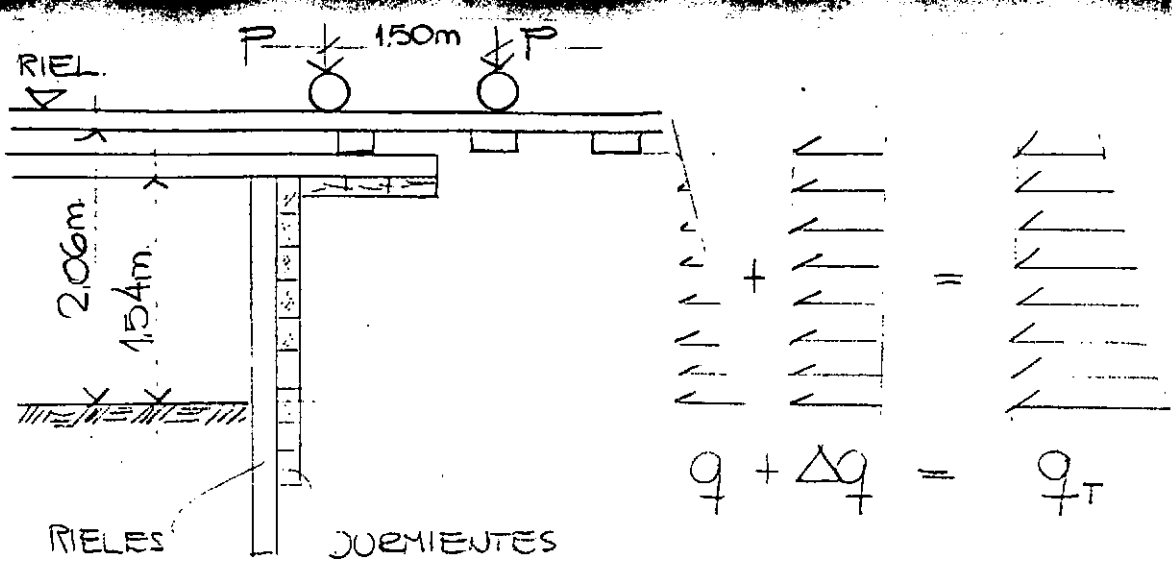
$$\sigma = 1,5 \cdot \frac{Q \psi}{F} = 1,5 \cdot \frac{22 \text{ ton} \times 12}{5 \times 63,6 \text{ cm}^2} = 0,124 \text{ t/cm}^2 < \sigma_{adm}$$

En el apoyo consideramos una carga sobre el más la mitad de la situada en el centro de tramo:

$$L = \frac{1,5 \psi P}{200 \times \sigma_{bal}} = \frac{1,5 \cdot 12 \times 22 \text{ ton}}{200 \times 0,003 \text{ t/cm}^2} = 60 \text{ cm} \rightarrow 3 \text{ durmientes}$$

3.- ESTRIBOS

Se ejecutarán con perfiles o rieles enterrados verticalmente y con durmientes apilados según el siguiente esquema:



La situación más desfavorable es con dos ejes próximos al apoyo

suelo: $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$ $\phi = 30^\circ$

$$k_{\text{ACT}} = \tan^2\left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2}\right) = 0,333$$

$$k_{\text{PAS}} = \tan^2\left(45^\circ + \frac{30^\circ}{2}\right) = 3,00$$

$$q_{\pm} = 2,06 \text{ m} \times 1,8 \text{ t/m}^3 \times 0,333 = 1,235 \text{ t/m}^2$$

sobrecarga: $q_{\pm} = \frac{2 \times \phi P}{2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}} = \frac{2 \times 1,2 \times 22 \text{ ton}}{2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}} = 17,6 \text{ t/m}^2$

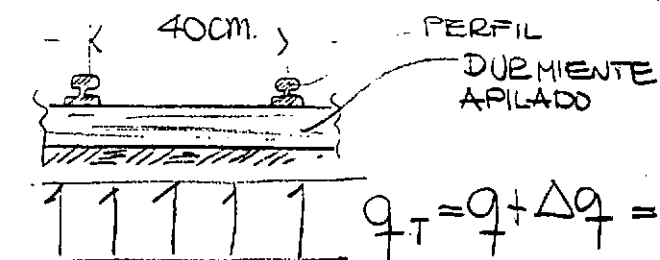
$$h_{\text{eq}} = \frac{17,60 \text{ t/m}^2}{1,8 \text{ t/m}^3} \approx 9,80 \text{ m}$$

$$\Delta q = 1,80 \text{ t/m}^3 \times 9,80 \text{ m} \times 0,333 = 5,874 \text{ t/m}^2$$

$$M = 1,235 \times \frac{2,06^2}{6} + 5,874 \times \frac{2,06^2}{2} = 13,34 \text{ tm/m}$$

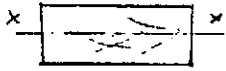
$$W_{\text{NEC}} = \frac{13,34 \text{ tm}}{1,5 \text{ t/cm}^2} = 890 \text{ cm}^3 \rightarrow 4 \text{ RIELES DE } 49,6 \text{ kg/m}$$

Se colocará un riel cada 40 cm.



$$q_{\text{T}} = q + \Delta q = 1,235 + 5,874 = 7,11 \text{ t/m}^2$$

$$M = q_{\text{T}} \cdot \frac{40 \text{ cm}^2}{12} = 7,11 \cdot \frac{0,4^2}{12} = 0,095 \text{ tm}$$



$$W_{xx} = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 12^2}{6} = 2400 \text{ cm}^3/\text{m}$$

$$\sigma_{\text{trab}} = \frac{9500 \text{ kgcm}/\text{m}}{2400 \text{ cm}^3/\text{m}} = 3.96 \text{ kg}/\text{cm}^2 < \sigma_{\text{adm}}^{\text{flexión}} = 100 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

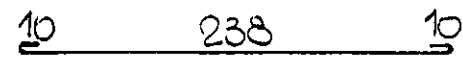
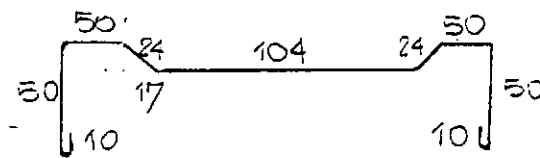
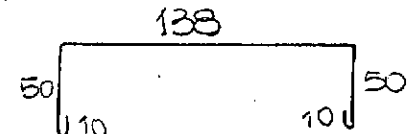
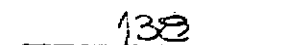
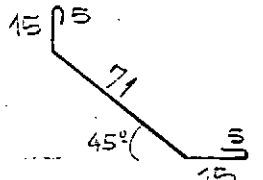
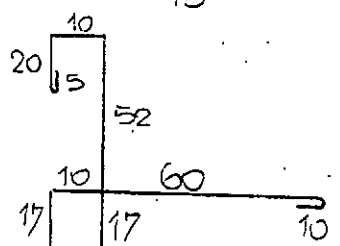
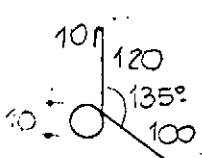
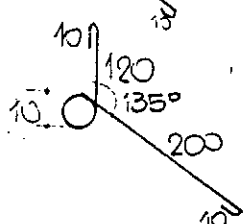
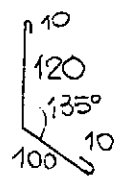
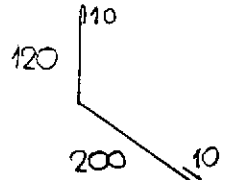
Profundidad de fundación:

$$Q_T = \left(\frac{1.235 \times 2.06}{2} + 5.874 \times 2.06 \right) = 13.37 \text{ t}$$

$$L_{\text{nec}} = \frac{Q_T}{k_p \cdot \delta \cdot h \cdot l_m} = \frac{13.37 \text{ t}}{8 \times 1.8 \text{ t}/\text{m}^3 \cdot 2.06 \text{ m} \times 2 \text{ m}} = 0.60 \text{ m} \rightarrow \text{Adoptar } \underline{\underline{1.00 \text{ m}}}$$

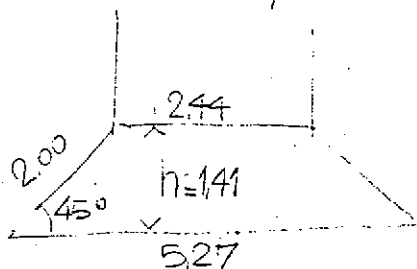
5. PLANILLA DE DOBLADO DE HIERROS

ALCAUTARILLA FERROVIARIA.

POS	FORMA Y DIMENSIONES (CM)	CANT.	Ø (MM)	SEP (CM)	LARGITUD (CM)	
					PARCIAL	TOTAL
1		34	16	28	258	87,72
2		34	16	28	3,72	126,48
3		56	16	17	258	144,48
4		48	12	20	1,33	66,24
5		76	12	25	1,11	84,36
6		26	8	20	2,11	54,86
7		28	16	30	3,19	89,32
8		28	16	30	4,19	117,32
9		20	8	50	2,40	48
10		20	8	50	3,40	68

PLAJILLA DE DOBLADO DE HIERROS

ALCAUTARILLA FERROVIARIA

POS	FORMA Y DIMEUSIONES (cm)	CANT.	Ø (mm)	SEP. (cm)	LONGITUD (m)	
					PARCIAL	TOTAL
	Fe REPARTICION EN MARCO	38	8	18	4,56	173,28
		20	8	21	4,56	91,20
	Fe REPARTICION EN GUARDAS - BALASTO	16	8	20	2,40	38,40
	Fe REPARTICION EN ALAS LARGO VARIABLE E/135-1,41	44	8	19	PROM. 1,63	71,72
	Fe REPARTICION EN ALAS LARGO VARIABLE E/135-1,41	30	8	25	1,63	53,63
	MALLA EN PLATEA #039/30 AREA = $2 \times \frac{2,44 + 5,27}{2} \times 1,41 = 10,37 \text{ m}^2$	667	8	30		72,51
	DIENTE: $2 \times 5,27 \times 0,60 = 6,32 \text{ m}^2$	667	8	30		42,18
						
	COMPUTOS POR HIERRO		8			718,83
			12			150,60
			16			420,84

6. COMPUTOS

COMPUTOS METRICOS		ALCAANTARILLA FERROVIARIA OBRAS DE DEFENSA A POZO BORRADO CÓMPUTO UNITARIO			
ITEM	DESCRIPCION DE LAS OBRAS	DIMENSIONES	UNIDAD	CANTIDADES	
				PARCIAL	TOTAL
1	EXCAVACION MANUAL CAJON ALAS	$1,54 \times 2,44 \times 4,60 \text{ m}^3$	m^3	17,50	
		$2 \times 10,87 \text{ m}^2 \times 1,54 \text{ m}$	m^3	33,30	
		TOTAL ITEM 1	m^3	50,80	50,80
2	ACERO EN BARRA COLOCADA PARA ARMADURA $\beta_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (5/8 CIRSOC) $\varnothing = 8 \text{ mm}$ $\varnothing = 12 \text{ mm}$ $\varnothing = 16 \text{ mm}$	$718,83 \text{ m} \times 0,40 \text{ kg/m}$	kg	283	
		$100,60 \text{ m} \times 0,89 \text{ kg/m}$	kg	134	
		$420,84 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m}$	kg	665	
		TOTAL ITEM 2	kg	1087	1087
3	HORMIGON TIPO "E" BARRO FUNDACION.	$0,10 \times 0,20 \times 2,74 \text{ m}^3$	m^3	1,34	
		TOTAL ITEM 3	m^3	1,34	1,34
4	HORMIGON TIPO "B" CAJON MURO GUARDA BALASTO ALAS PLATEA	$\left[\frac{(2,44 \times 2 + 1,2) \times 0,22 + 4 \times 0,15 \times 0,15}{2} \right] \times 4,60$	m^3	4,17	
		$0,15 \times 2,44 \times 0,32 \times 2$	m^3	0,38	
		$4 \left(\frac{1,32 \times 1,74}{2} + \frac{0,10 \times 0,22 \times 2}{2} \right)$	m^3	1,95	
		$\left[\frac{2(2,44 + 5,27) \times 1,41}{2} + 2 \times 5,27 \times 0,60 \right] \times 0,15$	m^3	2,58	
		TOTAL ITEM 4	m^3	9,08	9,08
5	BALASTO	$0,52 \text{ m} \times 4,30 \text{ m} \times 6,00 \text{ m}$	m^3	13,42	
		TOTAL ITEM 5	m^3		13,42

COMPUTOS METRICOS		PROYECTO DE ALCAJARIILLAS FERROVIARIAS EN OBRAS DE DEFENSA A POZO BORNADO			
ITEM	DESCRIPCION DE LAS OBRAS	DIMENSIONES	UNIDAD	CANTIDADES	
				PARCIAL	TOTAL
1	EXCAVACION MAJUAL PROGRESIVA F.F.C.C. Km. 370+509,70 Km. 370+522,47 Km. 371+609,68 Km. 371+622,68		m ³	50,80	
			m ³	50,80	
			m ³	50,80	
			m ³	50,80	
			m ³	50,80	
	TOTAL ITEM 1				203,20
2	ACERO EN BARRA COLOCADO PARA ARMADURA (As = 4200 kg/cm ² (S/CIRSOC) PROGRESIVA F.F.C.C. Km. Km. Km. Km.		kg	1087	
			kg	1087	
			kg	1087	
			kg	1087	
			kg	1087	
	TOTAL ITEM 2				4348
3	HORMIGON TIPO "E" BAJO FUNDACION PROGRESIVA F.F.C.C. Km. Km. Km. Km.		m ³	1,34	
			m ³	1,34	
			m ³	1,34	
			m ³	1,34	
			m ³	1,34	
	TOTAL ITEM 3				5,36
4	HORMIGON TIPO "B" PROGRESIVA F.F.C.C. Km. Km. Km. Km.		m ³	9,08	
			m ³	9,08	
			m ³	9,08	
			m ³	9,08	
			m ³	9,08	

COMPUTOS METRICOS

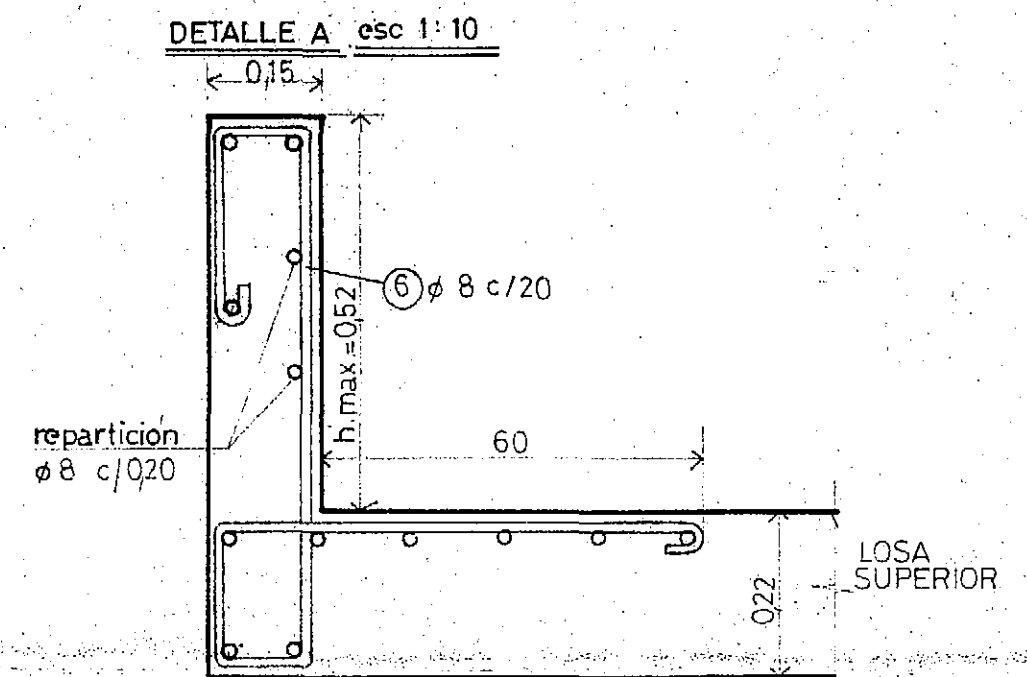
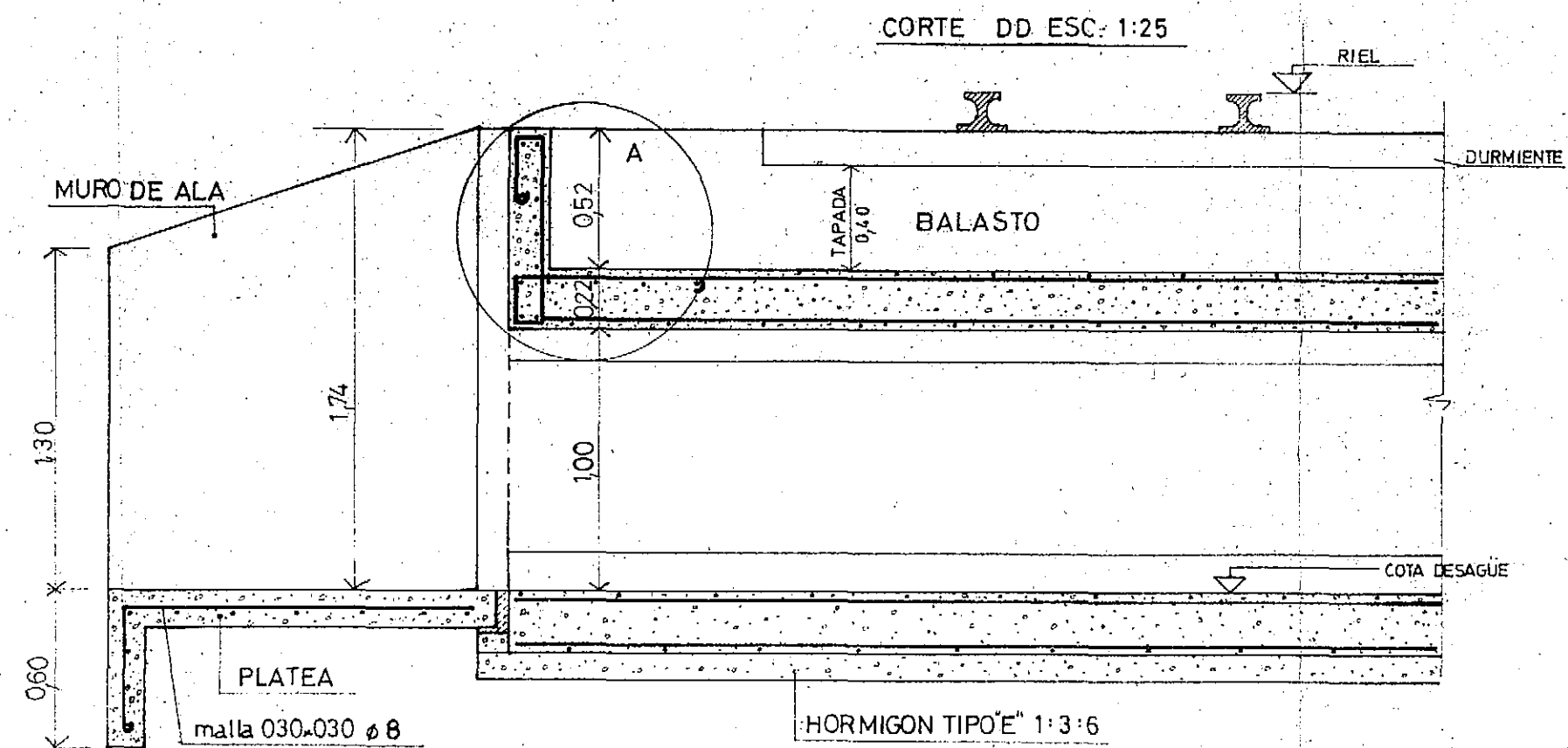
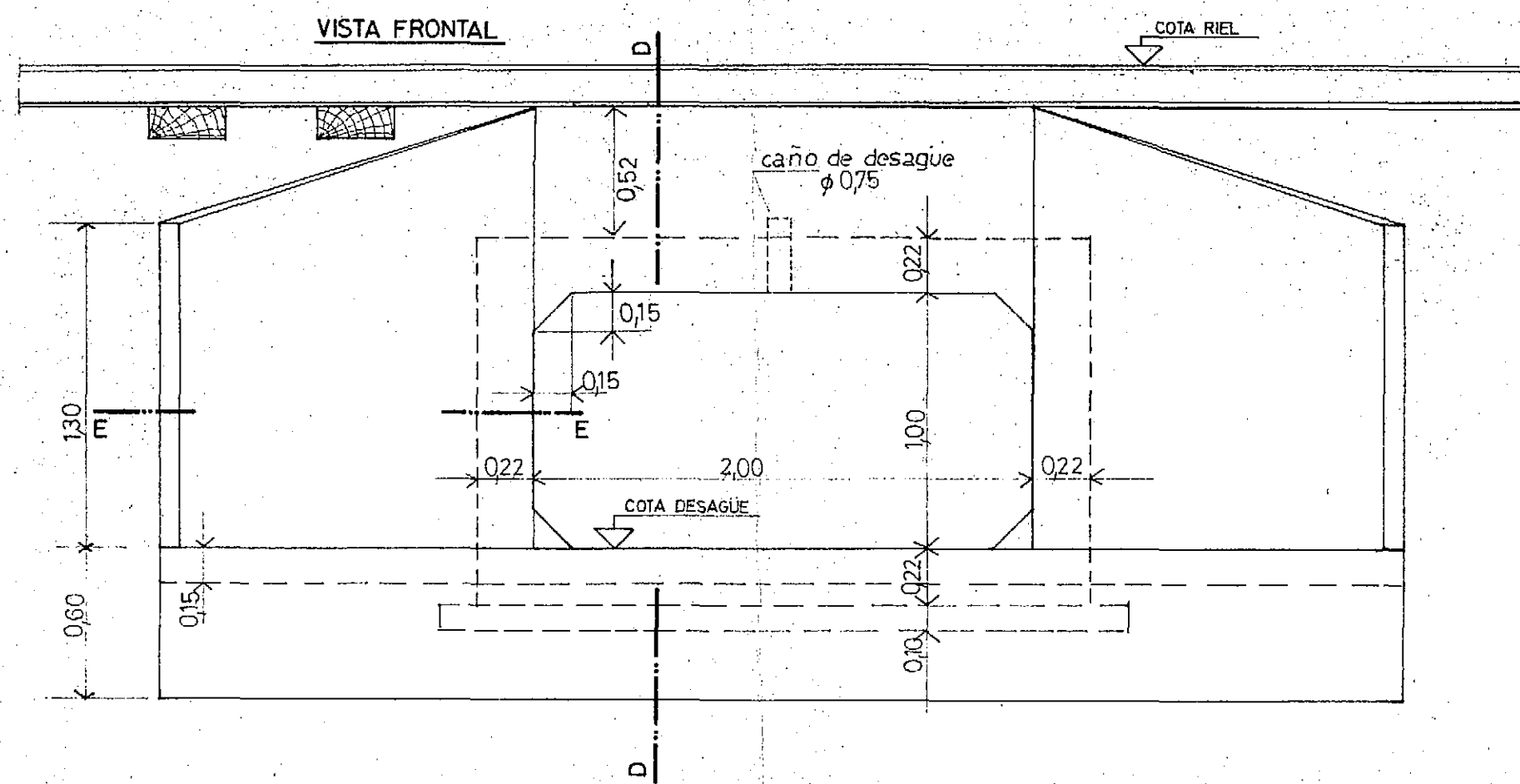
ITEM	DESCRIPCION DE LAS OBRAS	DIMENSIONES	UNIDAD	CANTIDADES	
				PARCIAL	TOTAL
		TOTAL ITEM 4.	m ³		36,32
5	BALASTO PROGRESIVA FFCC. Km Km Km Km			13,42 13,42 13,42 13,42	
		TOTAL ITEM	m ³		53,68

7. PRESUPUESTO

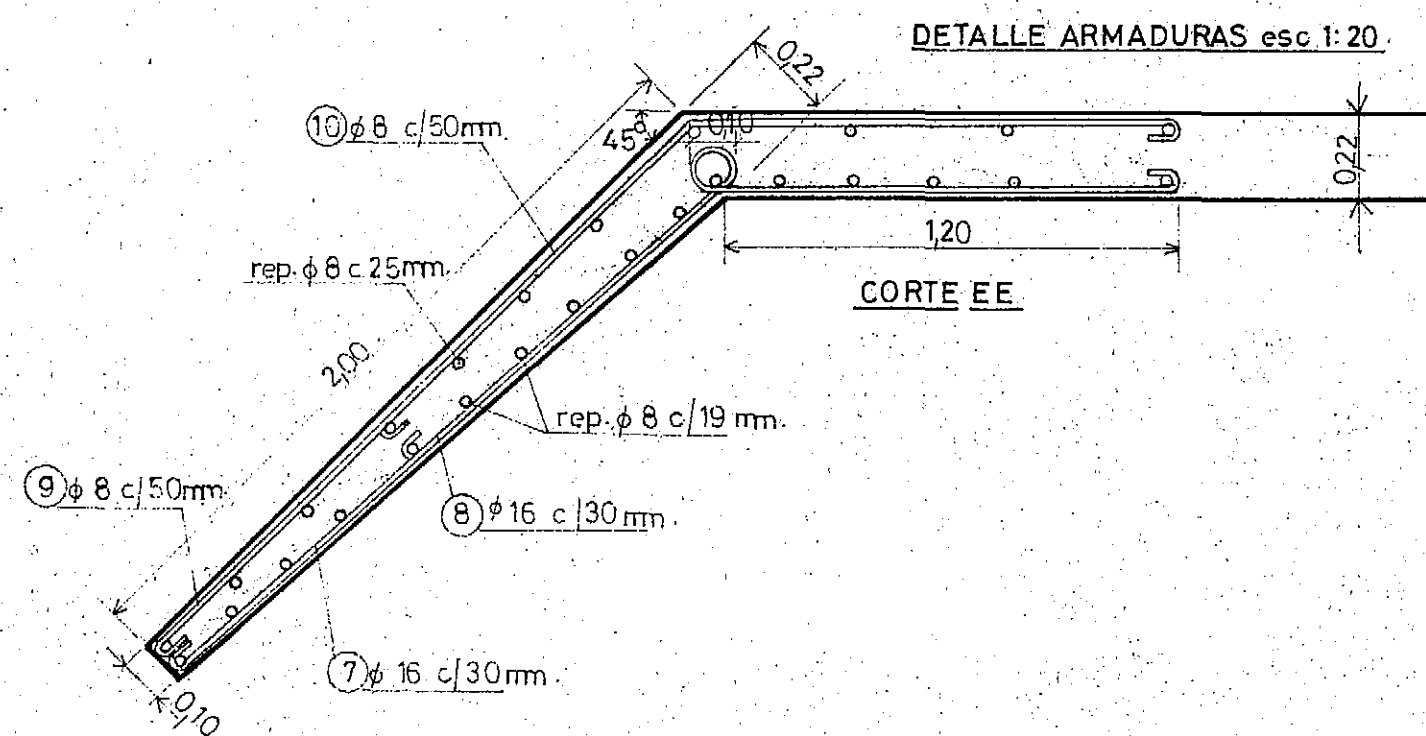
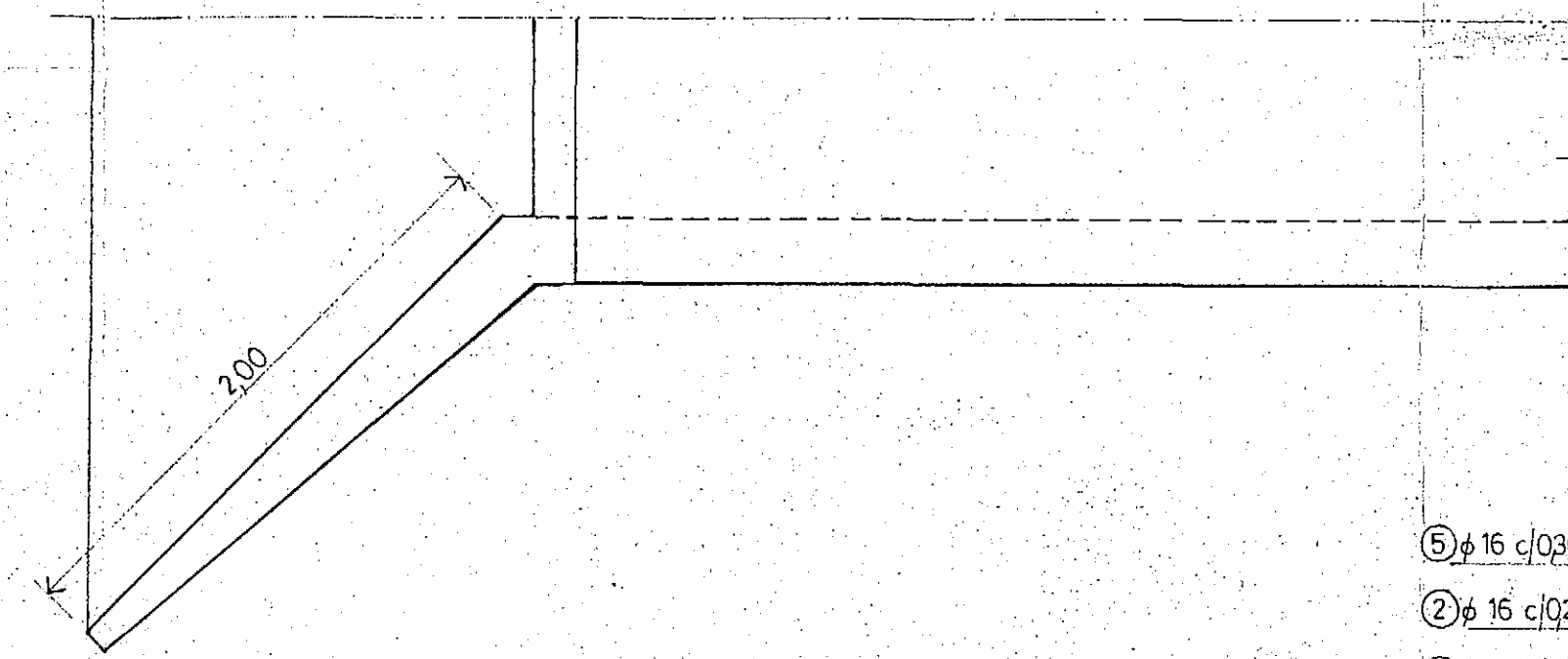
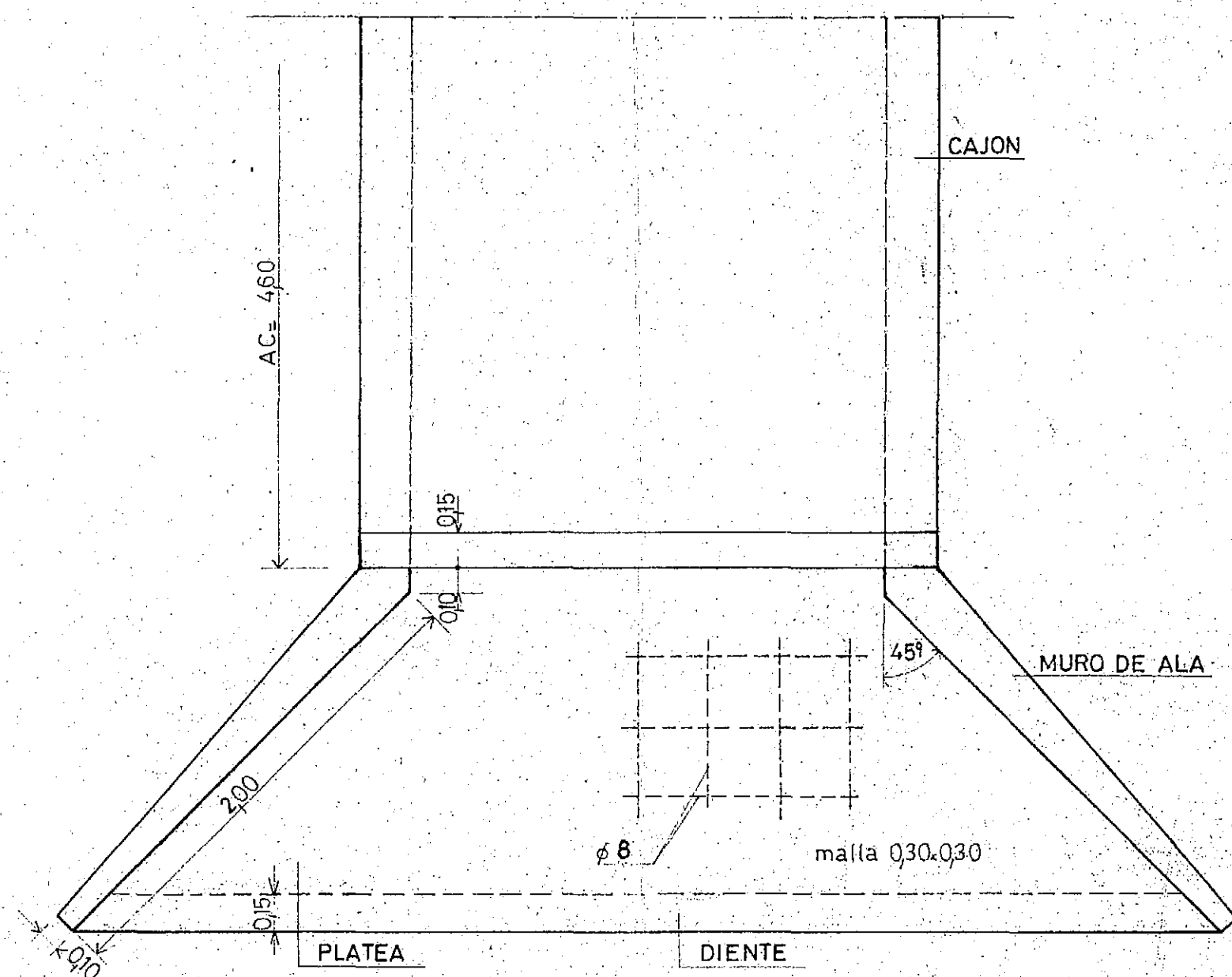
ALCANTARILLAS FERROVIARIAS EN OBRAS DE
DEFENSA A POZO BORRADO

Designación de las obras	UNIDAD	Cantidad	Precio Unitario	Importe	
				Parcial	Total
Item 1: Excavación a pala manual.	m ³	203,20	6,88	1.398,02	
Item 2: Acero en barra colocado BR=4.200 Kg.Km ² para ar madura.	Ton.	4,35	952,45	4.143,16	
Item 3: Hormigón Tipo "E".	m ³	5,36	71,57	383,62	
Item 4: Hormigón Tipo "B".	m ³	36,32	186,72	6.781,67	
Item 5. Conformación del balas- to.	m ³	53,68	14,80	794,46	
					<u>13.500,93</u>

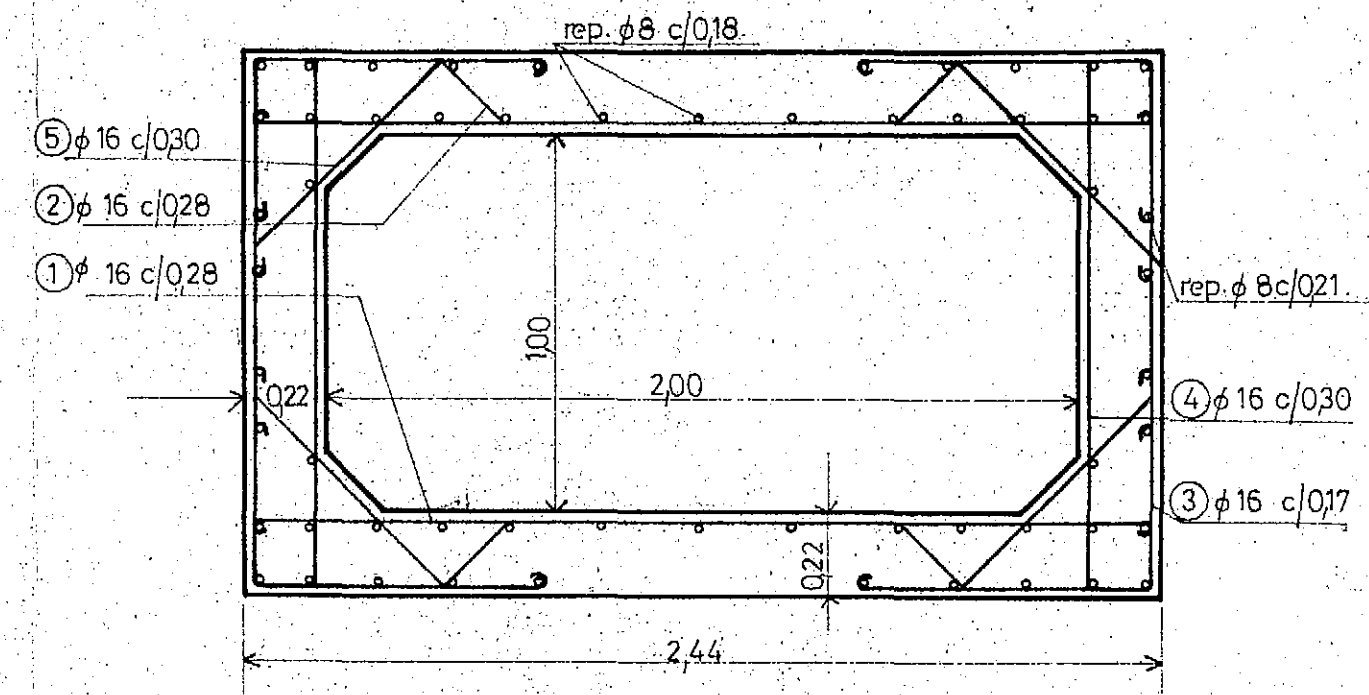
SON: Australes trece mil quinientos, con noventa y tres centavos /
(Precio a Diciembre 1985 según la Dirección General de Agroh
drología e Hidráulica).



SEMIPLANTA esc: 1:25



ESQUEMA ARMADURA esc: 1:20



NOTA:

- UNA VEZ REALIZADA LA EXCAVACION HASTA LA COTA INDICADA EN PLANO SE COMPACTARA EL TERRENO DE FUNDACION, ANTES DE EJECUTAR EL Hº POBRE TIPO 'E'.
- CALIDAD DE LOS MATERIALES: S/CIRSOC.
HORMIGON: $f_{BR} = 130 \text{ kg/cm}^2$ ($f_{BR} = 10.5 \text{ N/mm}^2$)
ACERO: $f_{ER} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ($f_{ES} = 420 \text{ N/mm}^2$)
- HORMIGON TIPO 'B' TOTAL: 908 m^3
HORMIGON TIPO 'E' TOTAL: 134 m^3
ACERO ARMADURA TOTAL: 1087 kg

CONVENIO BAJOS SUBMERRIDIONALES		CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	
UNIDAD TECNICA SANTA FE		PROVINCIA DE SANTA FE	
ESTUDIO:		ALCANTARILLA FERROVIARIA OBRAS DE DEFENSA CONTRA LAS INUNDACIONES A POZO BORRADO	
PROYECTO:			
DIBUJO:			
APROBO:		ESCALA:	
OBSERVACIONES:		FECHA:	
		Nº PLANO:	7