

7A
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" A R A G O N "



"CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA GI DE TELMEX
CON FERROCEMENTO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:
JOSE GERARDO GUTIERREZ GARCIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA GI

DE TELMEX CON FERROCEMENTO.

INTRODUCCION.

I.- CONSTRUCCION ACTUAL

- a) PROCESO CONSTRUCTIVO
- b) SOLICITACIONES
- c) PRECIO UNITARIO

II.-FERROCEMENTO

- a) ANTECEDENTES
- b) PROPIEDADES

III.-CONSTRUCCION PROPUESTA

- a) PROCESO CONSTRUCTIVO
- b) DISEÑO ESTRUCTURAL
- c) PRECIO UNITARIO

IV.-CONCLUSIONES

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

Siendo TELMEX una empresa de comunicación, es de pocos conocido sus trabajos de Ingeniería Civil, que van desde la construcción de edificios para las Centrales Automáticas, hasta la construcción de la Canalización de su Planta exterior.

Por el crecimiento y la modernización de las ciudades, la utilización de la Canalización se hace indispensable, ya que no podemos pensar en llevar cables aéreos (con capacidades hasta de 4800 hilos), por los grandes problemas que surgirían, el soportarlos e instalarlos en postes y para su mantenimiento, cuando al mal aspecto que presentarían las calles. Siendo éste motivo de tanta importancia, que las autoridades han asignado convencionalmente a las instalaciones telefónicas un derecho de vía. fig. 1

Podemos definir a la canalización, como el conjunto de conductos y registros, - generalmente subterráneos, que sirven para alojar y proteger cables.

El total de elementos que integran la canalización son los siguientes: fig. 2

- 1) Ductos
- 2) Pozos de Visita
- 3) Cajas de Distribución
- 4) Postes de Instalación Oculta

En el presente trabajo, se desarrolla el principio de una investigación, sobre la construcción con Ferrocemento (como una alternativa), de uno de los elementos de la canalización como lo son los Pozos de Visita y se particulariza en - los Pozos Grandes I (GI) 2 boquillas.

Como parte de esta investigación, se construyeron 2 Pozos Grandes I con Ferrocemento, en la parte posterior (lado norte) del Laboratorio de Materiales de -

ANCHO DE BANQUETA

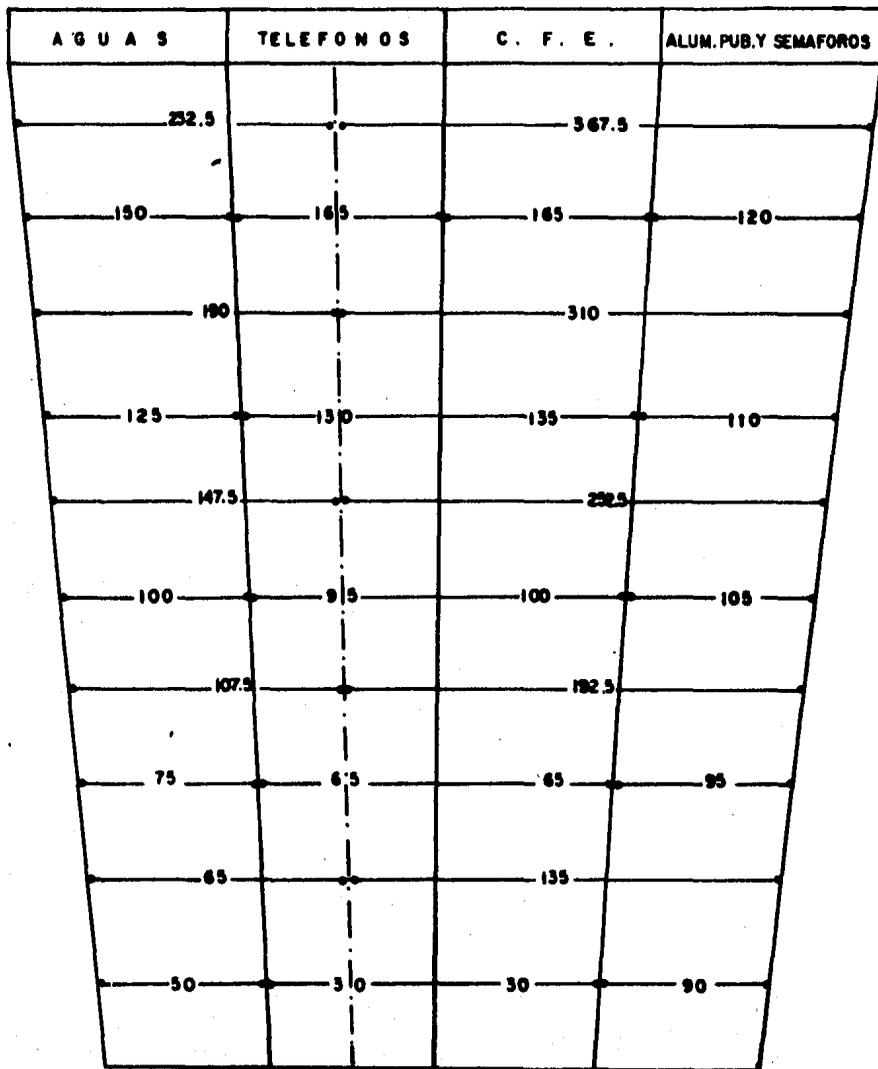
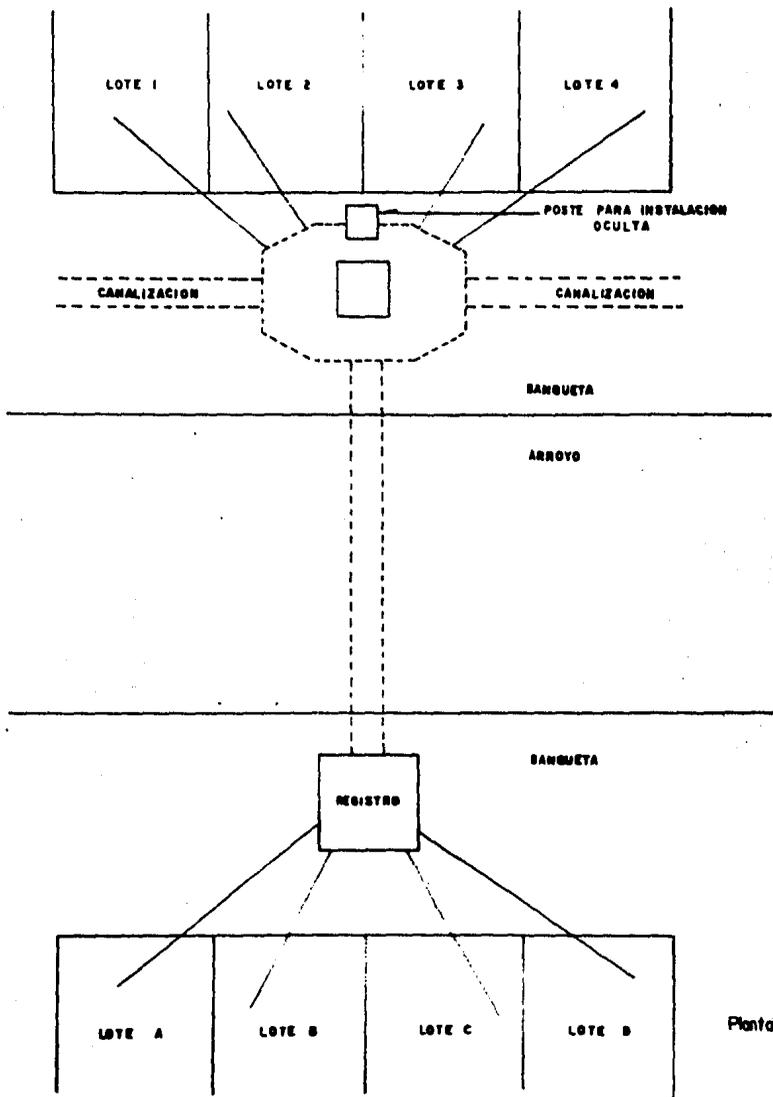


Fig. 1



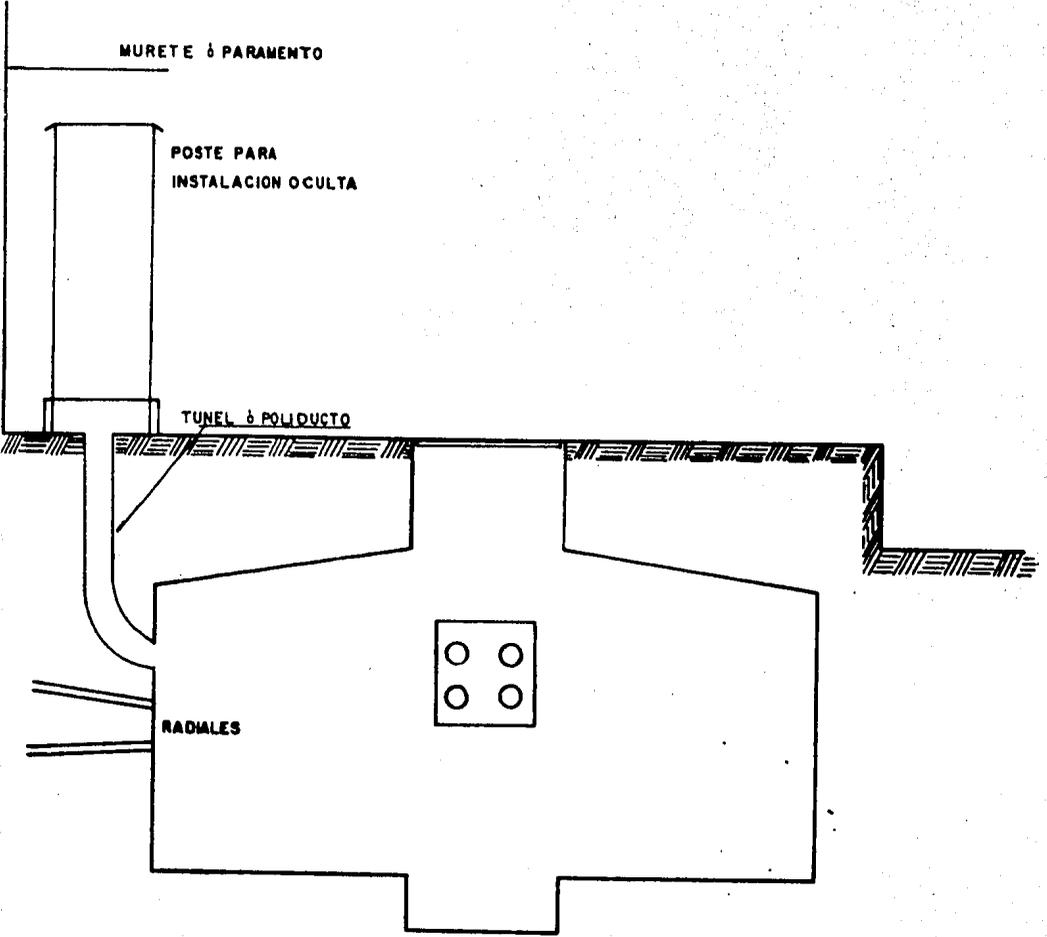
Planta de la Fig. 2

MURETE ó PARAMENTO

POSTE PARA
INSTALACION OCULTA

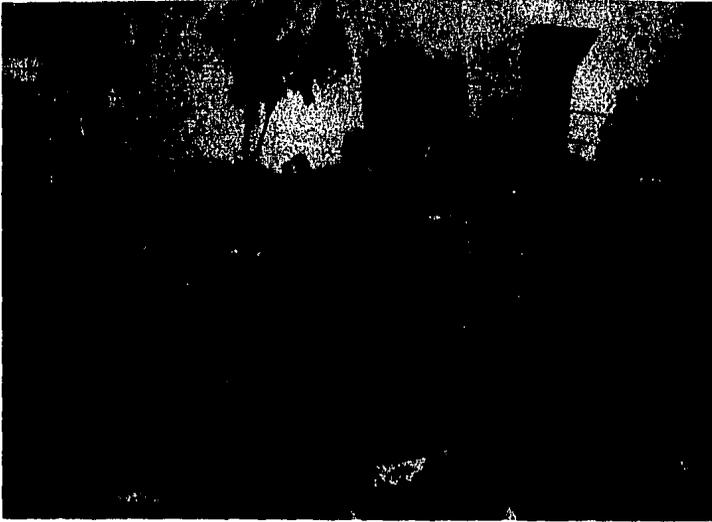
TUNEL ó POLIDUCTO

RADIALES



Corte de la Fig. 2

La Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Unidad Aragón (ENEP "ARAGON").



Pozos de Visita

La ubicación de éstos, queda determinada por la trayectoria que tengan los cables de la red telefónica.

Debido a los problemas y obstáculos (drenajes, agua potable, CFE, Cia de Luz, - gas, etc.) que se presentan al hacer las excavaciones para construir la canalización, la distancia máxima entre pozos es del orden de hasta 110.0 mts.

Unas de las características que deben de tener los Pozos de Visita son:

- Facilidad de acceso del personal a su interior.*
- Tener espacio suficiente para trabajar un operario y su ayudante.*
- Facilidad para la instalación de cables.*
- Tener zonas adecuadas para la unión de cables.*
- Un diseño en el cual los cables puedan describir curvaturas permitidas.*
- Ser una estructura estable, para garantizar la seguridad de los operarios y las instalaciones.*

De acuerdo a su uso los Pozos se clasifican en:

- a) Pozos Normales
- b) Pozos Especiales

Pozos Normales

Son aquellos que sirven para:

- Alojarse uniones de cable y derivaciones de los mismos.
- Para puntos de inflexión o cambio de nivel de los ductos y pueden ser:

Pozo Mediano, 2 ó 4 boquillas

Pozo Grande I, 2 ó 4 boquillas

Pozo Grande II, 2 ó 4 boquillas

Pozo Grande III, 2 ó 4 boquillas

Todos estos pozos son de concreto armado y se construyen en el lugar que se requieran y pueden ser susceptibles a modificarse en su diseño de acuerdo con los obstáculos en el terreno.

Pozos Especiales

Como su nombre lo indica sirven para alojar equipo telefónico especial, estos pozos también son de concreto armado.

Pozos para cajas de Pupinización

Pozos para cajas de Pulsos Codificados Modulados

Pozos de acometida a Centrales Telefónicas

Todos los pozos que construye Telcel lo hace a través de sus Compañías Filiales, y aproximadamente el 50 % de éstos son pozos GI, 2 boquillas. Por tal motivo se tomó este tipo de pozos para su construcción con Ferrocemento.

El plan de estudio es el siguiente; Se hace una descripción del proceso constructivo actual (con concreto armado) de dicho pozo, se realiza el cálculo sobre sus

solicitaciones y se obtiene el Costo Directo de su construcción al 840731, en la Cd. de México. Después de dar los antecedentes del Ferrocemento y sus propiedades, se propone el diseño estructural del pozo con Ferrocemento, se da el proceso constructivo, obteniendo también su Costo Directo de su construcción al mismo día y en el mismo lugar.

Al finalizar, se dan las conclusiones y comentarios generales sobre esta alternativa de construcción.

I.- CONSTRUCCION ACTUAL.

CAPITULO I

CONSTRUCCION ACTUAL

a) PROCESO CONSTRUCTIVO

La construcción de pozos de visita de TELMEX, se deben realizar preferentemente en la banqueta, sin embargo, por las dificultades del terreno, frecuentemente éstos se realizan en el arroyo. Evidentemente el ornado de los pozos varía de acuerdo a su lugar de construcción.

El análisis del proceso constructivo, las solicitudes y el Costo Directo del Pozo G1 2 boquillas, del presente estudio se realiza en el arroyo por ser su construcción la más crítica. Por lo cual, la construcción del pozo se supondrá bajo una capa de concreto asfáltico de 7.0 cm. de espesor.

TELMEX clasifica los tipos de terreno de acuerdo, con la dificultad que presentan éstos para su excavación en: Tipo A, Tipo B, Tipo C.

TIPO A.— Es aquel que se puede atacar con pala, no requiriendo el uso de zapapico, aún cuando éste se emplee para facilitar su operación. Los materiales comúnmente clasificados en este punto son los suelos poco o nada cementados, con partículas menores de 7.5 cm. Ello no implica que otro tipo de material no puede quedar clasificado en este tipo, si satisface las características señaladas al principio.

TIPO B.— Es aquel que requiere el uso de zapapico y pala. Sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilice para aumentar su rendimiento. Se considera como material "B" a las piedras (rocas) sueltas menores de 0.5 m³ y

mayores de 20.0 cms. Los materiales más comúnmente clasificados como material "B", son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates. Con la misma salvedad última del tipo A.

TIPO C. - Es aquel material que solo puede removerse con curia y mano ó mediante el uso de explosivos. También se considera como material "C" las piedras sueltas que aisladamente tengan más de 1.0 m³. Entre los materiales comúnmente clasificados como material "C", se encuentran las rocas basálticas, los conglomerados fuertemente cementados, calizas, rocas sonas e liñas. Con la misma salvedad última del tipo A+B.

La presencia de agua y el tipo de terreno no afecta el diseño estructural del Pozo de Visita, por lo cual su excavación se hará en material "B" sin presencia de agua.

Para la familiarización de los herrajes para pozos de visita a continuación se definirán éstos:

- Marco y tapa para el acceso al pozo.- Cuando el pozo se construye en bancheta, estos materiales son de ángulo de fierro y la tapa se rellena con concreto. Cuando el pozo se construye en orroyo, el marco es de ángulo de fierro y la tapa de fierro fundido.

- Estabón para pozo.- Este material es de varilla y solera de fierro pintado de color negro anticorrosivo. Se fija un estabón frente a cada salida de ductos del pozo en el ángulo que forman pared y piso y a 45° con respecto a éstos. Su función es la de tener un punto de apoyo para jalar los cables.

- Bastidor para cables en pozo.- Este material es de zamac fundido y sirve para apoyar los soportes para los cables dentro del pozo, evitando así que cuelguen. Los bastidores se fijan a la pared del pozo. fig. 3

- Soporte para bastidor.- Este material es de zamac fundido y se instala sobre el bastidor y sirve de apoyo para los cables que están dentro del pozo. Las dimensiones de un pozo \times 2 boquillas se dan en la fig. 4 y su proceso constructivo es el siguiente:

a) Se realiza un corte con sierra, recortando así el perímetro del pozo, - éste corte, tiene la finalidad de hacer regulares los bordes de la ruptura del piso y evitar daños en el pavimento contiguos.

b) Se procede a romper el asfalto con cuña y martillo, depositando éste a una distancia no mayor de 2.0 mts.

c) La excavación del pozo se debe hacer a mano, ya que TELMEX es casi siempre, el último servicio que llega a la comunidad. Por lo cual se procede con pala y pico a la excavación del pozo (ya que supusimos material "B").

d) Se realiza la excavación del cárcamo (la excavación es de 50 x 50 x 50 cm. y su propósito es la de facilitar el mantenimiento al pozo).

e) Se procede al habilitado del armado de los muros según fig. 4

f) Se elabora un concreto con $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

g) Se realiza el colado de la losa inferior del pozo (plantilla) y cárcamo, colocando los estabones. El colado se realiza con el concreto elaborado en el inciso "f".

h) Se construye la cimbra de los muros (dejando el espacio de las boquillas).

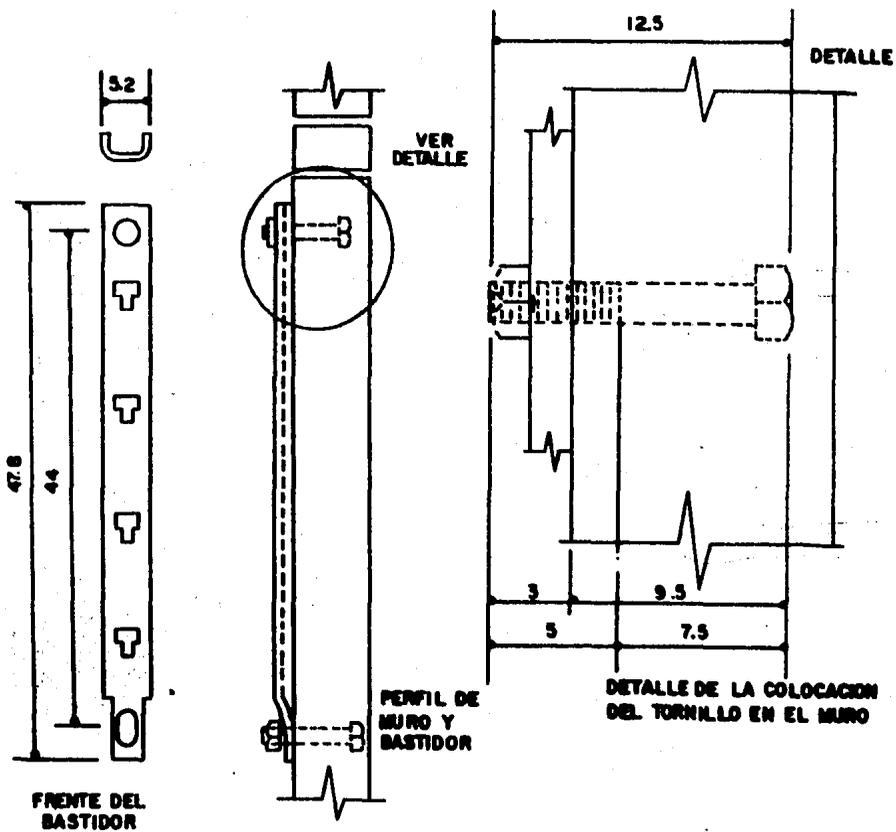


Fig. 3

EN MANQUETA

BOVEDA DE 20 cm DE ESPESOR REFORZADA CON EMPARILLADO (C 35 cm ENTRE VARILLAS CORTAS (3/8" Ø) Y DE 30 cm ENTRE LAS LARGAS (1/2" Ø) Y CANGUINOS DE 10 cm.

EN ABIERTO

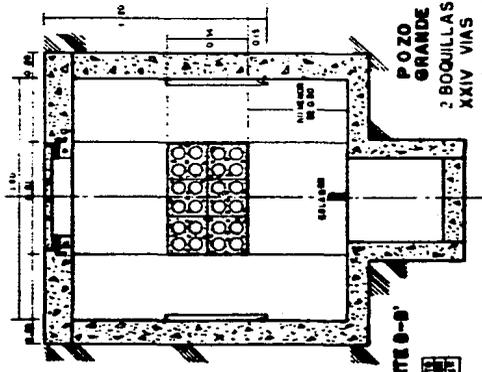
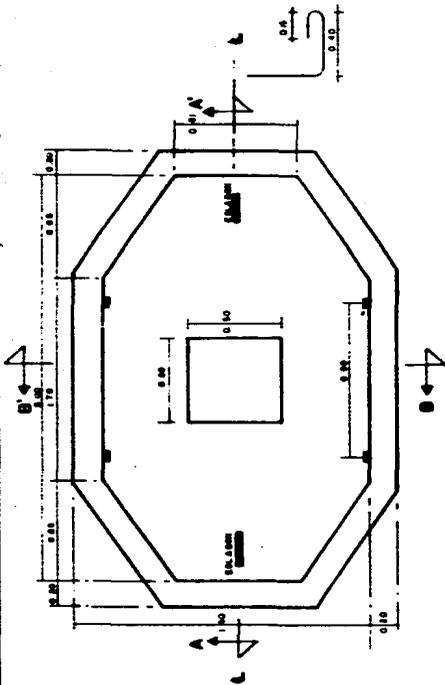
BOVEDA DE 20 cm DE ESPESOR REFORZADA CON EMPARILLADO DE 10 cm ENTRE VARILLAS CORTAS (1/2" Ø) Y DE 10 cm ENTRE LAS LARGAS (3/8" Ø) Y CANGUINOS DE 10 cm.

EN AMBOS CASOS

LA MALLA DE LA BOVEDA SE COLOCARÁ PERPENDICULARMENTE A SUS EJES.

LOS MUROS DE 30 cm DE ESPESOR SE REFORZARÁN CON EMPARILLADO DE 10 cm ENTRE VARILLAS HORIZONTALES (3/8" Ø) Y DE 40 cm ENTRE LAS VERTICALES (1/2" Ø) COLOCADO EL REFUERZO A 3 cm DE LA CUMBRA DOLANDO EL EXTREMO DE LA MALLA SEGUN SE INDICA

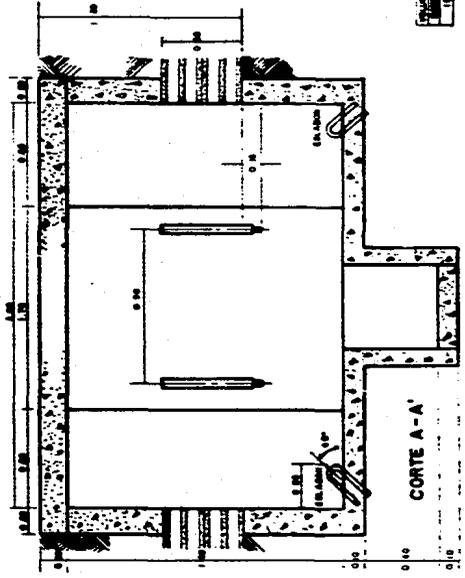
LA PLANTILLA SERÁ DE 10 cm DE ESPESOR Y NO NECESITA REFUERZO.
PARA COLOCAR BASTIDORES Y SOPORTES CON RELACION A LOS DUCTOS VER CROQUIS "C"



CORTE B-B

ACOTACIONES EN METROS

0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------



CORTE A-A

POZO GRANDE I
BOQUILLAS
XXIV VIAS

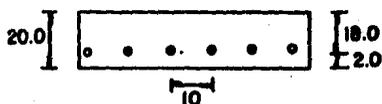
- i) Se construye la cimbra de la losa superior del pozo.
- j) Se procede al hachurado y serrado de la losa según fig. 4
- k) Se coloca el marco del pozo, en el centro de la losa superior.
- l) Se elabora un concreto con un $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, con revoledora.
- ll) Se realiza el colado y vibrado de los muros con el concreto elaborado en "l".
- m) Se coloca el marco y se cuela la losa superior con el mismo concreto.
- n) Se cuelan las tapas del pozo.
- ñ) Se descimbra la losa y muros del pozo.
- o) Se procede a la colocación de bastidores.
- p) Se limpia el pozo.

b) SOLICITACIONES

Losa en Arroyo

De 20.0 cm. de espesor, reforzada con enmallado de 10.0 cm. entre varillas cortas ($1/2'' \text{ } \emptyset$) y de 10.0 cm. entre las largas ($3/8'' \text{ } \emptyset$) y ganchos de 10.0 cm.

Revisión: Sentido Corto



$$A_s = \frac{1}{0.10} (1.27) = 12.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = p b d \Rightarrow p = \frac{A_s}{b d}$$

$$p = \frac{12.7}{100 (18)} = 7.055 \times 10^{-3}$$

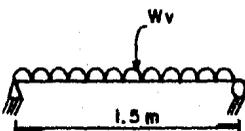
$$q = p \frac{f_y}{f_c} = 7.055 \times 10^{-3} \left(\frac{4200}{210} \right) = 0.1411$$

$$M_R = 0.9 b d^2 f_c q (1 - 0.59 q)$$

$$M_R = 0.9 (100) (18)^2 (210) (0.1411) (1 - 0.59 (0.1411))$$

$$M_R = 5.130 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Como Viga:



$$m = \frac{w L^2}{8} \Rightarrow w = \frac{m (8)}{L^2}$$

$$w = \frac{5.13 (8)}{(1.5)^2} = 18.24 \text{ T/m}^2$$

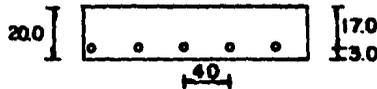
$$w = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$\text{C.M.} = 2.4 \text{ T/m}^3 (10.2 \text{ m}) = 0.48 \text{ T/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{C.V.} = \frac{w - 1.4 \text{ C.M.}}{1.7} = \frac{18.24 - 1.4 (0.48)}{1.7} = 10.33 \text{ T/m}^2$$

Muros

Los muros son de 20.0 cm. de espesor, se refuerzan con esparillado de 40.0 cm. entre varillas horizontales (3/8" Ø) y de 40.0 cm. entre las verticales (3/8" Ø) colocando el refuerzo a 3.0 cm. de la cimbra interior.



$$A_s = \frac{l}{0.40} (0.711) = 1.78 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$p = \frac{A_s}{b d} = \frac{1.78}{100 (17)} = 1.047 \times 10^{-3}$$

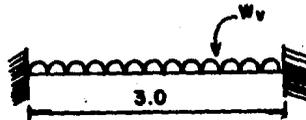
$$q = p \frac{f_u}{f_c} = 1.047 \times 10^{-3} \left(\frac{4200}{210} \right) = 0.0209$$

$$M_R = \phi b d^2 f_c q (1 - 0.59 q)$$

$$= 0.9 (100) (17)^2 (136) (0.0209) (1 - 0.59 (0.0209))$$

$$M_R = 0.73 \text{ T-m}$$

Como Viga



$$M = \frac{w L^2}{12}$$

$$m = \frac{(3.0)^2 w}{12} \Rightarrow w = \frac{12 m}{9} = \frac{4 (0.73)}{3} = 0.973 \text{ T/m}^2$$

$$W = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$\text{C.M.} = 2.4 \text{ T/m}^3 (0.2\text{m}) = 0.48 \text{ T/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{C.V.} = \frac{W - 1.4 (0.48)}{1.7} = \frac{0.973 - 1.4 (0.48)}{1.7} = 0.177 \text{ T/m}^2$$

Carga Axial

$$P = 0.55 F_R f_c A_g \left(1 - \frac{L^2}{(40 h)^2} \right)$$

$$F_R = 0.70$$

$$f_c = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_g = 300 (20) = 6000 \text{ cm}^2$$

$$L = 300 \text{ cm}$$

$$h = 150 \text{ cm}$$

$$P = 0.55 (0.70) (136) (6000) \left(1 - \frac{(300)^2}{(40 (150))^2} \right)$$

$$P = 235.62 \text{ Ton}$$

RELACION DE SALARIOS (APLICABLES EN MEXICO, D.F. AREA METROPOLITANA ZONA
E.C. 74) AL 840731

SALARIO BASE (C.N. S.M.)

	SALARIO MINIMAL	COEFICIENTE	SALARIO REAL
Peón	816	1.56	1272.96
(1.8) Albañil	1468.8	1.51	2217.89
(1.9) Cabo	1550.4	1.51	2341.10
(1.3) Ay. Gral.	1060.8	1.51	1601.80
(1.3) Op. Revolvedora	1060.8	1.51	1601.80
(1.7) Carpintero	1387.2	1.51	2094.67
(1.75) Fierrero	1428.0	1.51	2156.28
(1.3) Op. Cortadora	1060.8	1.51	1601.80
(1.3) Op. Vibrador	1060.8	1.51	1601.80

RELACION DE MATERIALES

JULIO-84.

Cemento	Ton.	13000
Arena	M3.	1200
Grava	M3.	1200
Agua	M3.	125.0
Acero de Refuerzo	Ton.	75000
Alambre recocido	Kg.	125
Madera	P.T.	70
Clavos	Kg.	120
Gasolina	Lt.	40
Aceite	Lt.	330
Diesel	Lt.	26

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: Hora - Máquina

CONSTRUCTORA: _____	MAQUINA <u>Vibrador Chicote</u> MODELO _____ DATOS ADIC. _____	HOJA No. <u>única</u> CALCULO <u>J.G.G.G.</u> REVISO <u>F.G.E.</u> FECHA <u>JULIO-84</u>
OBRA: <u>ENEP "ARACÓN"</u>		

DATOS GENERALES.	
PRECIO ADQUISICION: \$ <u>196,300.00</u>	FECHA COTIZACION: <u>JULIO-84</u>
EQUIPO ADICIONAL: _____	VIDA ECONOMICA (Ve): <u>3</u> AÑOS
VALOR INICIAL (Vi) _____	HORAS POR AÑO (Ha): <u>1500</u> hr./año
VALOR RESCATE (Vr) <u>20</u> % = \$ <u>39,260.00</u>	MOTOR: _____ DE <u>10</u> HP.
TASA INTERES (I) <u>38</u> %	FACTOR OPERACION <u>0.80</u>
PRIMA SEGUROS (S) <u>3</u> %	POTENCIA OPERACION <u>8</u> HP op.
	COEFICIENTE ALMACENAJE (K) <u>0.05</u>
	FACTOR MANTENIMIENTO (O) <u>0.80</u>

I.- CARGOS FIJOS.

- a) DEPRECIACION: $D = \frac{Ve - Vr}{Ve} = \frac{196,300 - 39,260}{196,300} = 0.460$ = \$ 34.90
- b) INVERSION: $I = \frac{Ve + Vr}{2 Ha} = \frac{196,300 + 39,260}{2 (1500)} (0.38) = 29.84$
- c) SEGUROS: $S = \frac{Ve + Vr}{2 Ha} = \frac{196,300 + 39,260}{2 (1500)} (0.03) = 2.36$
- d) ALMACENAJE: $A = K D = 0.05 (34.90) = 1.75$
- e) MANTENIMIENTO: $M = O D = 0.80 (34.90) = 27.92$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 96.77

II.- CONSUMOS.

- a) COMBUSTIBLE: $E = a Pc$
- DIESEL: $E = 0.20 \times 8 \text{ HP. op.} \times \$ \text{ /lit.} = \$$
- GASOLINA: $E = 0.24 \times 8 \text{ HP. op.} \times \$ \text{ /lit.} = \$ 76.8$
- b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: _____ = \$
- c) LUBRICANTES $L = Pc = 330 (0.068) = \$ 22.44$
- CAPACIDAD CARTER $C = 4$ LITROS
- CAMBIOS ACEITE = $i = 100$ HORAS
- $a = 0/i + 0.0035 = 0.0030 \times 8 \text{ HP. op.} = 0.068 \text{ lit/hr.}$
- $\% L = \text{lit/hr.} \times S \text{ /lit.} = \$$
- d) LLANTAS: $LI = \frac{VLI (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)}$
- VIDA ECONOMICA = $Hv =$ _____ hr.
- $\% LI = \$$ _____ hr.

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 99.24

III.- OPERACION.

SALARIOS: \$

Operador: \$ 1,601.80/jor.

SAL./TURNO PROM. \$

HORAS /TURNO -PROM. (H)

H = 8 HORAS \times 0.80 FACTOR RENDIMIENTO 6.4 HORAS

$\% \text{ OPERACION} = 0 = \frac{S}{H} = \frac{1,601.80/jor.}{6.4 \text{ hrs/jor.}} = \$ 250.28$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 250.28

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 446.29

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO : Hora - Máquina

CONSTRUCTORA: _____ _____ OBRA: ENEP "ARAGON" _____	MAQUINA <u>Cortadora de disco</u> MODELO _____ DATOS ADIC. _____	HOJA No. <u>única</u> CALCULO <u>J.G.G.G.</u> REVISO <u>F.G.E.</u> FECHA <u>JULIO - 84</u>
---	--	---

DATOS GENERALES.

PRECIO ADQUISICION: \$ <u>265.500,00</u>	FECHA COTIZACION: <u>JULIO-84</u>
EQUIPO ADICIONAL: _____	VIDA ECONOMICA (Ve): <u>3</u> AÑOS
_____	HORAS POR AÑO (Ha): <u>1500</u> hr./año
_____	MOTOR: <u>GASOLINA</u> DE <u>8</u> HP.
VALOR INICIAL (Vi) \$ _____	FACTOR OPERACION <u>0.80</u>
VALOR RESCATE (Vr) <u>10</u> % = \$ <u>26.550,00</u>	POTENCIA OPERACION <u>8</u> HP. op.
TASA INTERES (i) <u>21</u> %	COEFICIENTE ALMACENAJE (K) <u>0.05</u>
PRIMA SEGUROS (S) <u>3</u> %	FACTOR MANTENIMIENTO (Q) <u>0.85</u>

I.- CARGOS FIJOS.

a) DEPRECIACION:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_a} = \frac{265500 - 26550}{4500}$	= \$ <u>53.10</u>
b) INVERSION:	$I = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} = \frac{(265500 + 26550) (0.21)}{2 (1500)}$	= \$ <u>20.44</u>
c) SEGUROS:	$S = \frac{V_a + V_r}{2 Ha} = \frac{(265500 + 26550) (0.03)}{2 (1500)}$	= \$ <u>2.92</u>
d) ALMACENAJE:	$A = K D = \frac{0.05 (53.10)}$	= \$ <u>2.65</u>
e) MANTENIMIENTO:	$M = Q D = \frac{0.85 (53.10)}$	= \$ <u>45.14</u>
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA		\$ <u>124.25</u>

II.- CONSUMOS.

a) COMBUSTIBLE:	$E = e Pc$	
DIESEL:	$E = 0.20 \times \text{HP. op.} \times \frac{\$}{\text{lt.}}$	= \$ _____
GASOLINA:	$E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \frac{\$}{\text{lt.}}$	= \$ <u>76.8</u>
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA:		= \$ _____
c) LUBRICANTES	$L = P_e = (330) (0.068)$	\$ <u>22.44</u>
CAPACIDAD CARTER	$C = \underline{4}$ LITROS	
CAMBIOS ACEITE	$I = \underline{100}$ HORAS	
$a = a/i + 0.0035 \times \text{HP. op.} = \frac{0.068}{\text{lt./hr.}}$		
$a = 0.0030$		
$a \cdot L = \frac{\text{lt./hr.} \times \$}{\text{lt.}}$		= \$ _____
d) LLANTAS:	$LI = \frac{VLI (\text{VALOR LLANTAS})}{Hv (\text{VIDA ECONOMICA})}$	
VIDA ECONOMICA = Hv = _____ hr.		
$a \cdot LI = \$$ _____ hr.		
SUMA CONSUMOS POR HORA		\$ <u>99.24</u>

III.- OPERACION.

SALARIOS: S

Operador: \$ 1.601,80/jor

SAL./TURNO PROM. \$ _____

HORAS /TURNO -PROM: (H)

H = 8 HORAS x 0.80 FACTOR RENDIMIENTO 6.4 HORAS

°o OPERACION = $O = \frac{S}{H} = \frac{1.601,80/jor}{6.4 \text{ hrs./jor}}$ HORAS = \$ 250,28

SUMA OPERACION POR HORA \$ 250,28

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 473,77

FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: Hora - Maquina

CONSTRUCTORA: <hr/> OBRA: ENEP "ARAGON"	MAQUINA Revol./Concreto MODELO RTB-320 DATOS ADIC. 65-1 saco	HOJA No. <u>única</u> CALCULO J.G.G.G. REVISO F.G.E. FECHA JULIO-84
--	---	--

DATOS GENERALES.

PRECIO ADQUISICION: \$ 292 000.00	FECHA COTIZACION: Julio-84
EQUIPO ADICIONAL:	VIDA ECONOMICA (V _e): 3 AÑOS
	HORAS POR AÑO (H _a): 1500 hr/año
	MOTOR: Gasolina DE 8 HP.
VALOR INICIAL (V _i) \$	FACTOR OPERACION 0.80
VALOR RESCATE (V _r) 20 % = \$ 58,400.00	POTENCIA OPERACION 8 HP.op.
TASA INTERES (I) 38 %	COEFICIENTE ALMACENAJE (K) 0.05
PRIMA SEGUROS (S) 3 %	FACTOR MANTENIMIENTO (Q) 0.80

I- CARGOS FIJOS.

a) DEPRECIACION:	$D = \frac{V_i - V_r}{V_e} = \frac{292,000 - 58,400}{4500} = \$ 51.91$
b) INVERSION:	$I = \frac{V_i + V_r}{2 H_a} = \frac{(292,000 + 58,400)(0.38)}{2(1500)} = 44.38$
c) SEGUROS:	$S = \frac{V_i + V_r}{2 H_a} = \frac{(292,000 + 58,400)(0.03)}{2(1500)} = 3.50$
d) ALMACENAJE:	$A = K D = 0.05 (51.91) = 2.60$
e) MANTENIMIENTO:	$M = Q D = 0.80 (51.91) = 41.53$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 143.92	

II- CONSUMOS.

a) COMBUSTIBLE:	E = e P _e
DIESEL:	$E = 0.20 \times 8 \text{ HP.op.} \times \$ \text{ /lt.} = \$$
GASOLINA:	$E = 0.24 \times 8 \text{ HP.op.} \times \$ 40 \text{ /lt.} = \$ 76.8$
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA:	= \$
c) LUBRICANTES	L = P _o m = 330 (0.068) = \$ 22.44
CAPACIDAD CARTER	C = 4 LITROS
CAMBIO ACEITE	f = 100 HORAS
$e = a/f + 0.0035$	$x = 8 \text{ HP.op.} = 0.068 \text{ lt/hr.}$
$\frac{L}{C} = \text{lt/hr.} \times S \text{ /lt.}$	= \$
d) LLANTAS	$L_i = \frac{V_{li} (\text{VALOR LLANTAS})}{H_v (\text{VIDA ECONOMICA})}$
VIDA ECONOMICA = H _v	= hr.
$\frac{L_i}{C} = \text{hr.}$	=
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 99.24	

III- OPERACION.

SALARIOS: S	
Operador:	\$ 1,601.80 /lor
SAL./TURNO PROM.	\$
HORAS /TURNO - PROM: (H)	
H = 8 HORAS x 0.80 FACTOR RENDIMIENTO	6.4 HORAS
OPERACION = $\frac{S}{H} = \frac{1,601.80}{6.4 \text{ hr/lor}}$	= \$ 250.28
SUMA OPERACION POR HORA \$ 250.28	

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 493.44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : ANALISIS BASICO	CLAVE :	UNIDAD :
CONCEPTO : FABRICACION DE MORTERO (CEMENTO-ARETA)		15

CONTRATISTA	FECHA		HOJA	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO .
	Cemento Ton. 0.667 x 1.03 x \$ 13,000.00			
Arena M3. 0.884 x 1.04 x \$ 1,200.00				1,062.62
Agua M3. 0.313 x 1.30 x \$ 125.00				50.86
SUMA DE MAT.				\$ 10,074.61/m3

MANO DE OBRA.				
0.1 Cabo x \$ 2,341.10/jor = \$ 234.11/jor				
1 Peón x \$ 1,272.96/jor = \$ 1,272.96/jor				
\$ 1,507.07/jor				
Rendimiento 1.5 m3/jor				
\$ 1,507.07/jor	=			1,004.71
1.5 m3/jor				
SUMA DE M. DE O				\$ 1,004.71/m3

EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
0.05 x \$ 1,004.71/m3				50.23
SUMA DE E. Y H.				\$ 50.23/m3

OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO	\$ 11,129.55/m3
	INDIRECTOS Y UTILIDAD % DEL COSTO DIRECTO	\$
	PRECIO UNITARIO	\$

Cálculo del equipo de corte.

De plano 9.26 m.

Suponiendo un espesor de la carpeta de 0.14 m.

Vol. demolido 5.71 X 0.14

$$C_c = \frac{9.26}{5.71 \text{ m}^2 \times 0.14} = 11.58 \text{ m}^3$$

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI DE CONCRETO ARMADO	CLAVE : G.I.	UNIDAD : POZO
CONCEPTO : FABRICACION, COLADO Y CURADO DE CONCRETO (PLANTILLA)		21

CONTRATISTA CYCSA	FECHA 8/07/31	HOJA 3/7
----------------------	------------------	-------------

MATERIALES	UND.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
			EN OBRA	DIRECTO
Concreto f'c = 150 kg/cm ² (análisis básico)				
+ 5 % de desperdicio por transporte y colocación				8,151.50
SUMA DE MAT.				\$ 8,151.50/m³

MANO DE OBRA.	UND.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Albañil 1 x \$ 2,217.89/jor = \$ 2,217.89/jor				
Peón 1 x \$ 1,272.96/jor = \$ 1,272.96/jor				
\$ 3,490.85/jor				
Rendimiento 0.80 m ³ /jor				
M.O. = \$ 3,490.85/jor				4,363.56
0.80 m ³ /jor				
SUMA DE M. DE O				\$ 4,363.56/m³

EQUIPO Y HERRAMIENTAS	UND.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
0.05 x \$ 4,363.56/m ³ =				218.18
SUMA DE E. Y H.				\$ 218.18/m³

OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO	\$ 12,733.24/m³
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	
	% DEL COSTO DIRECTO	
	PRECIO UNITARIO	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI DE CONCRETO ARMADO	CLAVE : G I	UNIDAD : POZO		
CONCEPTO : SUMINISTRO, HABILITACION Y COLOCADO DE ACERO DE REFUERZO		22		
CONTRATISTA CYCSA	FECHA 8/07/31	NOJA 4/7		
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO
Acero Ton. 1.10 x \$ 75,000.00				82,500.00
Alambre Recocido Kg. 30 x 1.05 x \$ 125.00				3,937.50
SUMA DE MAT.				\$ 86,437.50/Ton.
MANO DE OBRA.				
Fierro 1 x \$ 2,156.28/jor = \$ 2,156.28/jor Ayudante 1 x \$ 1,601.80/jor = \$ 1,601.80/jor \$ 3,758.08/jor				
Rendimiento 0.15 Ton/jor				
$\frac{\$ 3,758.08/\text{jor}}{0.15 \text{ ton/jor}} =$				25,053.87
SUMA DE M. DE O				\$ 25,053.87/Ton.
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
0.05 x \$ 25,053.87 / Ton.				
SUMA DE E. Y H.				\$ 1,252.69/Ton.
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO \$ 112,744.06/Ton.		
		INDIRECTOS Y UTILIDAD		
		% DEL COSTO DIRECTO \$		
		PRECIO UNITARIO \$		

VALUACION DE COSTOS DE MADERA EN CUBRAS DE MUROS DE 3 m²/m³.

ELEMENTO	CANT. P. T.	FACTOR DE CONT.	CANT. PT/m ²	FACTOR DE DESPERDICIO	CANT. PT/m ²	FACT.DE USOS	CANT. PT. /m ² /USO	CD \$/PT	C.D.
1.- Duela en Con- tacto.									
30 duelas									
<u>30X1"X4"X1.0 ml.</u>	32.81	$\frac{1}{3}$	6.56	1.2	7.87	$\frac{1}{3}$	1.57	70	109.9
3.637		3				3			
2.- YUGOS 4 YUGOS									
<u>4X2"X4"X1.63 ml.</u>	14.44	$\frac{1}{3}$	2.88	1.2	3.465	$\frac{1}{3}$.69	70	48.3
3.637		3				3			
3.- SEPARADORES 2 SEPARADORES									
<u>2X2"X4"X0.33 ml.</u>	2.41	$\frac{1}{3}$	0.48	1.2	0.58	$\frac{1}{3}$	0.19	70	13.3
3.637		3				3			
4.- MADRINAS 4 MADRINAS									
<u>4X4"X4"X1.0 ml.</u>	17.5	$\frac{1}{3}$	3.5	1.2	42	$\frac{1}{10}$	0.42	70	29.4
3.637		3				10			
5.- PIES DERECHOS 4 PIES DERECHOS									
<u>4X4"X4"X1.06 ml.</u>	18.33	$\frac{1}{3}$	3.71	1.2	4.45	$\frac{1}{10}$	0.44	70	30.8
3.637		3				10			
6.- ESTACAS 1 ESTACA									
<u>1X2"X2"X0.4 ml.</u>	0.43	$\frac{1}{3}$	0.88	1.2	0.105	$\frac{1}{3}$	0.035	70	2.45
3.637		3				3			
									<u>236.15m²</u>

VALUACION DE COSTO DE MADERA EN CIMBRA DE LOSA DE 5 m2/m3

ELEMENTO	CANT. P.T.	FACTOR DE CONTACTO	CANT. PT/m2	FACTOR DE DESPERDICIO	CANT. PT/m2	FACTOR DE USO	CANT. PT/m2/USO	PU \$/PT	C.D
1.- DUELA EN CONTACTO									
10 DUELAS									
<u>10X1.5"X4"X1.0ml</u> 3.637	16.41	$\frac{1}{1}$	16.41	1.20	19.69	$\frac{1}{7}$	2.8	70	196.7
2.- MADRINAS									
1 " "									
<u>1X4"X4"X1.0 ml.</u> 3.637	4.38	$\frac{1}{1}$	4.38	1.20	5.26	$\frac{1}{10}$	0.53	70	37.10
3.- PIE DERECHO									
1 " "									
<u>1X4"X4"X1.50 ml.</u> 3.637	6.56	$\frac{1}{1}$	6.56	1.20	7.87	$\frac{1}{10}$	0.79	70	55.3
4.- CONTRAVIENTO									
2 " "									
<u>2X1"X4"X1.0 ml.</u> 3.637	2.19	$\frac{1}{1}$	2.19	1.20	2.63	$\frac{1}{3}$	0.88	70	61.6
5.- CUÑAS									
1 CUÑA									
<u>1X2"X4"X0.4 ml.</u> 3.637	0.88	$\frac{1}{1}$	0.88	1.20	1.06	$\frac{1}{3}$	0.35	70	24.50
6.- ARRASTRE									
1 " "									
<u>1X4"X4"X1.0 ml.</u> 3.637	4.38	$\frac{1}{1}$	4.38	1.20	5.26	$\frac{1}{10}$	0.53	70	37.10
7.- CACHETES									
2 " "									
<u>2X1"X4"X0.55 ml.</u> 3.637	1.20	$\frac{1}{1}$	1.20	1.20	1.4	$\frac{1}{3}$	0.48	70	$\frac{33.6}{\$645.9/m2}$

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI DE CONCRETO ARAMADO	CLAVE : 31	UNIDAD : POZO		
CONCEPTO : HECHURA, CIMERA Y DESCIMERA DE MUROS		25		
CONTRATISTA : CYCSA	FECHA : 840731	HOJA : 5/7		
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
			EN OBRA	DIRECTO
Nadera (análisis básico)				234.15
Clavo 0,06 x \$ 234.15/m ²				14.05
Diesel 0,50 lt/m ² x \$ 26.00/lt.				13.00
SUMA DE MAT.				\$ 261.20/m²
MANO DE OBRA.				
Carpintero 1 x \$ 2,094.67/jor = \$ 2,094.67/jor				
Av. Carpintero 1 x \$ 1,601.80/jor = \$ 1,601.80/jor				
\$ 3,696.47/jor				
Hechura de cimera:				
M.O. \$ 3,696.47/jor =				73.93
10.0 m ² /jor x 5 usos				
Cimera y Descimera :				
M.O. = \$ 3,696.47/jor =				410.72
9.0 m ² /jor				
SUMA DE M. DE O				\$ 484.65/m²
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
0,05 x \$ 484.65/m ²				24.23
SUMA DE E. Y H.				\$ 24.23/m²
OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO		\$ 770.08/m²	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			
	% DEL COSTO DIRECTO			
	PRECIO UNITARIO			

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI DE CONCRETO ARMADO	CLAVE : GI	UNIDAD : POZO
CONCEPTO : FABRICACION, COLOCADO, CURADO Y VIBRADO DE CONCRETO F'c= 200 KG/CM2 DE MUROS Y LOSA.		
27		

CONTRATISTA CYCSA	FECHA 8/40731	HOJA 7/7	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO
			COSTO DIRECTO
			EN OBRA
1) Concreto f'c = 200 kg/cm2 (análisis básico) + 5 % de desperdicio por traspalear y colocación			8,971.80
2) Agua para cimbra 0,060 m3 x \$ 125,00/m3			7.50
SUMA DE MAT.			\$ 8,979,30/m3

MANO DE OBRA.			
Albañil 1 x \$ 2,217.89/jor = \$ 2,217.89/jor			
Peón 1 x \$ 1,272.96/jor = \$ 1,272.96/jor			
\$ 3,490.85/jor			
Rendimiento : 0.80 m3/jor			
M.O. + \$ 3,490.85/jor =			4,363.56
0.80 m3/jor			
SUMA DE M. DE O			\$ 4,363,56/m3

EQUIPO Y HERRAMIENTAS			
1) Vibrador (análisis básico) C.H. \$ 446.29/hr			
Rendimiento 14.0 m3/jor			
Equipo = \$ 446.29/hr x 8 hrs.			255.02
14.0 m3/jor			
2) Herramienta			
0.05 x \$ 4363.56/m3			218.18
SUMA DE E. Y H.			\$ 473,20/m3

OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO \$ 13,816.06/m3
	INDIRECTOS Y UTILIDAD
	% DEL COSTO DIRECTO \$
	PRECIO UNITARIO \$

II.- FERROCEMENTO

CAPITULO II FERROCEMENTO

a) ANTECEDENTES

El ferrocemento es una forma de concreto reforzado, en el sentido de la agrupación de los términos "concreto" y "refuerzo" no obstante, difiere del concreto reforzado por la forma en que el refuerzo se distribuye en el elemento constructivo. La forma general de los continuos espacios cerrados, convierte al ferrocemento, en un material diferente del concreto reforzado convencional. Los espacios cerrados (del orden de 25-50 mm.) y la pequeña medida del refuerzo hacen útil al ferrocemento para usarse en secciones delgadas. La naturaleza del refuerzo es de tal rigidez que no es necesaria la cimbrado para poder configurarlo.

Muchas de las características del ferrocemento son el resultado de experiencias en el campo y no de un análisis teórico, ya que no se ha utilizado mano de obra calificada para su elaboración. El mayor uso y desarrollo del ferrocemento se ha dado en países Asiáticos.

El uso del ferrocemento, considerándolo en el amplio sentido del término, viene de muchos siglos atrás. Se puede considerar como refuerzo impregnado de mortero, por que, su alto porcentaje de refuerzo influencia fuertemente en las propiedades mecánicas. El uso del bambú y adobe en la construcción de techos ha sido común por siglos en aldeas de países asiáticos e iberoamericanos.

Aunque otros habían intentado el uso del refuerzo en el concreto en los primeros años del siglo XIX. Los créditos del uso del ferrocemento deben ser para J. Louis Lambot de Francia, quien construye un bote de remos, en el cual el refuerzo que usa es alambre entrelazado y barras delgadas. Su patente es publicada en 1847.

La cual dice en parte lo siguiente:

"Mi invención es un producto nuevo que puede reemplazar la madera (en pisos, recipientes para agua, maceteros, etc.) los cuales pueden estar sujetos a daños por el agua y la humedad. La base del nuevo material es una malla metálica de alambre o de varillas interconectadas para formar un emparrillado flexible; moldeo esta malla en forma similar al artículo que quiero crear, después utilizo cemento hidráulico, una brea bituminosa o una mezcla para rellenar las juntas."^①

Este extracto de la patente, indica que el ferrocemento es un material tan viejo como el concreto convencional. Probablemente el uso de palabras como recipientes de agua, sugieren el uso del material en la construcción de botes, que fueron la mejor aplicación del ferrocemento por largo tiempo. En la Primera Guerra Mundial, el ferrocemento es usado en la construcción de pequeños barcos, utilizando una combinación de concreto reforzado ligero con ferrocemento.

En 1940, el arquitecto italiano P. L. Nervi aplica el ferrocemento en diversas techumbres. Desde entonces el ferrocemento ha sido utilizado en la construcción de domos y techos de estadios, teatros, restaurantes etc, de Europa. Hay que mencionar, de que a pesar de las demostraciones de Nervi, el éxito en el uso del material, no se obtiene debido a que no se realizó una investigación sistemática. Fue hasta los años 60's que el ferrocemento empieza a ser usado en países como Australia, Reino Unido y Nueva Zelanda sin embargo, aún permanece como material de construcción de botes. Solo la disponibilidad de los componentes básicos del ferrocemento y el empleo de mano de obra no calificada, es lo que hace que en diversos países vayan a interesarse en su uso, dándole aplicaciones en canales de irrigación, viviendas de bajo costo y silos.

En 1972 la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos establece un panel de estudio sobre el uso del ferrocemento en países desarrollados. El reporte fi-

nal de la ANC promueve interés en el uso del ferrocemento en los ICA.

En 1974, se forma el Comité 549 del ACI (American Concrete Institute) con la finalidad de recopilar información sobre las propiedades ingenieriles, sus usos - en la construcción, y aplicaciones prácticas del ferrocemento y materiales similares, para posteriormente poder unificar criterios. La actividad principal de este Comité, es la de revisar la literatura existente sobre este tema y después, informar los resultados para su desarrollo.

En los últimos diez años, se han realizado considerables esfuerzos por organizaciones mundiales (entre ellas el Instituto de Ingeniería de la UNAM, las Secciones de Ingeniería de la UAQ, Universidad La Salle y la Universidad de Yucatán, en México), para el desarrollo del ferrocemento como un material de construcción.

Otro simposium realizado por el Centro de Información Internacional del Ferrocemento (CIIF) en Bangkok Tailandia, en 1975, es otro indicio del interés de la comunidad profesional mundial en el potencial de este material.

DEFINICION

Dentro del Comité 549 del ACI y, después de algunos debates en varias definiciones de diversas fuentes, surge una definición que puede ser aceptada por los ingenieros. A continuación se mencionan algunas de las definiciones de las distintas fuentes:

La definición de The American Bureau of Shipping.

"Un delgado y altamente reforzado armazón de concreto, en el cual el acero de refuerzo está distribuido estrechamente por todo el concreto, así que el material bajo esfuerzos se comporta como un material homogéneo. Las pruebas de resistencia del material son determinadas por pruebas realizadas en un número significativo de especímenes". (2)

V.F. Bezukladov define a el ferrocemento en los siguientes términos:

"Como la razón de la superficie del área de refuerzo al volumen del compuesto"⁽³⁾. De esta manera es diferenciado del concreto reforzado convencional por una asignación arbitraria en donde una superficie más grande que $2.0 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ es considerada concreto reforzado.

S.P. Shah define al material de una manera similar a la de Bezukladov y lo nombra como:

"Un compuesto hecho con mortero y una malla de refuerzo continua de fino diámetro, la malla continua tiene una alta adherencia debido a su pequeño tamaño y una más larga superficie de mortero"⁽⁴⁾. De acuerdo con esto, esta proporción puede ser tanta como 10 veces las observadas con el concreto reforzado convencional. Estos resultados son obtenidos en fallas de ferrocemento a tensión por la ruptura de la malla y la mucho más alta resistencia a las grietas del el elemento estructural.

Por tal motivo el Comité del ACI en ferrocemento define a éste material de construcción en los siguientes términos:

"Ferrocemento es un tipo de construcción de concreto reforzado con espesores delgados, en el cual, generalmente, el cemento hidráulico está reforzado con capas de malla continua de diámetro relativamente pequeño. La malla puede ser de material metálico o de otros materiales adecuados"⁽⁵⁾

Las mallas de alambre generalmente tienen diámetros de 0.05 a 0.1 cm. y separaciones que varían de 0.5 a 2.5 cm, el volumen de la malla varía del 1% al 8% del volumen total del elemento estructural. El espesor de las secciones de ferroce-

mento varía de 1.0 a 4.0 cm, y el recubrimiento de la capa más alejada es usualmente de 0.15 a 0.2 cm. El mortero consiste en cemento portland ordinario, agua y agregado finamente graduado, que rara vez excede de 0.7 cm.

Se pueden resumir ciertas características del ferrocemento:

a) La malla de refuerzo es mucho más resistente a la tensión, comparada con el mortero por tal motivo, el papel principal del mortero es dar protección y transferir esfuerzos como resultado de una buena adherencia.

b) En la resistencia a la compresión, ésta es generalmente tomada por el mortero.

c) La relación esfuerzo-deformación del ferrocemento muestra un comportamiento elástico (arriba de la fractura de la malla de refuerzo) o cierta inelasticidad dependiendo del rendimiento de las propiedades de la malla.

d) Las propiedades del compuesto están en función de la orientación del refuerzo, el material es generalmente anisótropo y puede ser tratado por medio de un análisis teórico.

La definición del Instituto de Ingeniería de la UNAM, no difiere a la del ACI—ya que ésta dice: "El ferrocemento, capas de mallas dentro de un mortero de cemento portland. Ambos materiales, al trabajar en conjunto, adquieren propiedades físicas y mecánicas que lo hacen atractivo tanto para la construcción de pequeños silos y cisternas, como para la construcción de grandes barcos y cubiertas de claros importantes".⁽⁶⁾

6) PROPIEDADES

Como se ha mencionado, el ferrocemento tradicionalmente se ha utilizado como material para las construcciones navales, antes que otras aplicaciones constructivas, por lo cual, hasta hace relativamente poco tiempo, las informaciones científicas de las propiedades ingenieriles están disponibles. Desde luego, estas informaciones no se apartan de que su construcción sea realizada incluso por mano de obra no especializada.

Las principales características que se han estudiado son:

1) TENSIÓN

2) COMPRESIÓN

3) FLEXIÓN

4) MÓDULO DE ELASTICIDAD

5) IMPACTO

6) PERMEABILIDAD

7) PRUEBAS TÉCNICAS

Las propiedades estructurales entre el ferrocemento y el concreto reforzado convencional difieren, debido a la fina dispersión del refuerzo en el primero.

Las propiedades mecánicas del ferrocemento varían por la gran diferencia de medidas, geometría, método de fabricación, orientación y esfuerzo último de las mallas. El área de la superficie específica del refuerzo que se define, como la relación del área superficial total del alambre en contacto con el mortero, en la dirección de la carga al volumen del elemento, se correlaciona con la resistencia a la 1^{a} grieta, el espacio y al número de grietas. La resistencia a la tensión, flexión y compresión dependen de la orientación de la malla, técnica de fa

bricación y su resistencia última. El ferrocemento tiene buena resistencia a el impacto, pero su resistencia a la fatiga puede limitar a otros esfuerzos a los cuales puede estar sujeto. Un diseño adecuado basado en el ancho de la grieta — permisible dependiendo de las condiciones de servicio son prácticas.

La composición del ferrocemento la dividiremos en dos partes: Aglomerante y refuerzo.

El aglomerante del ferrocemento esta compuesto por cemento hidráulico, agua, agregados finos, pudiendo contener fibras y aditivos; el agregado fino es generalmente una arena capaz de pasar por la malla No. 4 pudiendo clasificar a el aglomerante como un mortero.

Se puede mencionar entre las principales características del mortero su baja permeabilidad, lo que indica la utilización de arenas bien graduadas y alto consumo de cemento, mínimas contracciones por secado, y manejabilidad apropiada para las condiciones de trabajo que se requieran. Lo que nos lleva a lograr morteros de alta resistencia a la compresión, por lo general superiores a 200 Kg/cm^2 .

Las propiedades físicas y microestructurales del mortero, dependen de la composición química del cemento, la naturaleza de la arena, la relación agua cemento y las condiciones del curado. Como el mortero representa aproximadamente el 95% del volumen del ferrocemento, las propiedades de los componentes del mortero, tienen una gran influencia en las propiedades del ferrocemento.

La unión de la malla y el mortero, producen un compuesto capaz de tener resistencia a la tensión. El uso de fibras en el ferrocemento afecta favorablemente las propiedades de tensión, ya que la adición de fibras mejora el control de grietas y por tal motivo la capacidad de carga del elemento.

El agua debe ser libre de compuestos orgánicos. La relación agua-cemento comúnmente usada en la producción de ferrocemento varía entre 0.35-0.55 en peso (la -

cantidad de agua es aproximada, pues depende del grado de humedad de la arena en el momento de su utilización). El valor promedio de 0.45 puede producir una buena trabajabilidad en la mezcla, la cual, permite la penetración del mortero a la malla de refuerzo, obteniéndose así un nivel aceptable de contracción y porosidad. Los aditivos pueden ser usados para favorecer mezclas plásticas y retardar el fraguado, tal como en el concreto reforzado convencional.

El refuerzo del ferrocemento está restringido a el diseño de la malla. La malla generalmente consiste en alambres delgados, ya sea entretreídos o soldados para formar la malla y el requisito principal es que sea fácil de manejar y lo suficientemente flexible para poderla doblar. Su principal función es la de actuar como marco para dar forma y para sostener a el mortero en estado fresco. Cuando se endurece el mortero, la función de la malla es la de absorber los esfuerzos de tensión que el mortero por sí solo no puede soportar.

P. L. Nervi al realizar sus estudios observa que éste material no tiene una conducta similar a la del concreto, pero presenta todas las características mecánicas de un material homogéneo, no obtiene una explicación teórica, pero asocia las propiedades mecánicas con los espacios cerrados y la distribución de la malla en el mortero. Esta observación es importante, ya que en el análisis teórico nos indica la relación inversa que existe entre la resistencia a la primera grieta y el espacio promedio de la malla. El concepto de un valor crítico para un máximo espacio promedio o un volumen mínimo de concentración de refuerzo, da elementos para la diferenciación del ferrocemento con otros materiales.

La respuesta del ferrocemento a la carga se correlaciona con el área de la superficie específica del refuerzo S . Se puede señalar que algunos investigadores usan la superficie del área del alambre en dirección de la carga denotada por S_L .

Bezhladov selecciona una superficie de área S_L , igual a $2.5 \text{ pulg}^2/\text{pulg}^3$ — $(11.0 \text{ cm}^2/\text{cm}^3)$ como límite inferior para que un compuesto pueda ser ferrocemento. El valor de S & S_L son influenciados no solamente por el esfuerzo a la primera grieta en tensión sino también, por el ancho y separación de las grietas. fig (11) El porcentaje de refuerzo p se define como el volumen de alambre por unidad de volumen del compuesto en la dirección de la carga o el área del alambre por unidad de área de sección transversal en la dirección de la carga. Solo hay una relación geométrica entre S & p , pero su relación a las propiedades físicas es diferente, S se relaciona más con la capacidad de agrietamiento, mientras p este directamente medido en la resistencia última del ferrocemento a tensión porque la carga última esta soportada por la malla de alambre.

Una típica curva de esfuerzo-deformación para el ferrocemento es mostrada en la fig. (2) la curva es dividida en tres rangos por Walhus. En el rango I, el material es elástico lineal, porque tanto el refuerzo como el mortero tienen deformación elástica. El agrietamiento del mortero, empieza en el rango II y la inclinación de la curva decrece.

Naaman y Shah demostraron que el esfuerzo a la primera grieta se incrementa aumentando el volumen de refuerzo, esto se logra reduciendo el espacio de los alambres en dirección de la carga, incrementando así la superficie específica del refuerzo en dirección de la carga para el mismo volumen de refuerzo. Una forma de evaluar el módulo de Elasticidad del compuesto después de la primera grieta es:

$$E_c = E_{RL} V_L$$

E_{RL} = módulo de la malla

V_L = Porcentaje del volumen del refuerzo en dirección de la carga.

Walhus y Komalshi dividen a el rango II en un subrango aproximadamente elástico

FIG. I. NUMERO DE GRIETAS VS. ANCHO DE GRIETAS

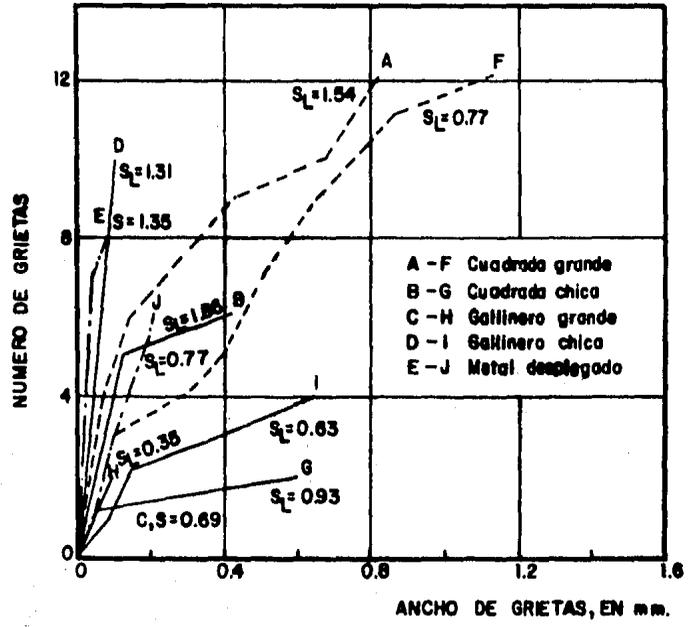


Fig. 1

FIG. II. CURVA TIPICA A TENSION

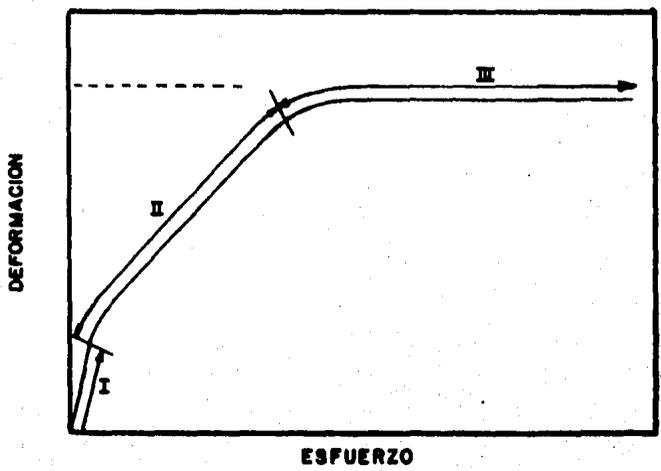


Fig. 2

seguido de un subrango plástico. La separación de los 2 subrangos fue asignada cuando la grieta es de 50 micras de ancho, donde se establecen los límites de resistencia a la corrosión y a la penetración del agua.

En el rango III el alambre del refuerzo soporta el total de la carga y la capacidad última puede estimarse en la máxima capacidad de carga del alambre solo.

Como se ha anotado anteriormente, la gran variedad de tamaños de la malla, geometría, método de fabricación, orientación y el esfuerzo último del alambre pueden cambiar la ubicación de los 3 rangos de la curva esfuerzo-deformación.

La resistencia a la compresión del ferrocemento es primordialmente contribuida por la alta resistencia a la compresión del mortero, ésto es, a la medida en que aumenta la cantidad de refuerzo disminuye esta resistencia.

De acuerdo a un estudio realizado por la UNAM⁶⁾, la disminución es pequeña para valores de S_f comprendidos entre 1.0 y 2.0 cm^{-1} y existe la tendencia a conservarse a partir de este valor. La resistencia a la compresión para superficies específicas superiores de 2.0 cm^{-1} se calcula como un porcentaje de la resistencia del mortero.

Las deformaciones unitarias a compresión a los que se presenta la falla del ferrocemento para valores de superficie específica superiores de 1.0 cm^{-1} , son del orden de 0.0015, en tanto que el mortero alcanza deformaciones unitarias a la falla de 0.0026.

Shah y Key⁷⁾, determinan indirectamente el esfuerzo a el impacto, midiendo los daños causados por un péndulo que se impacta sobre una panel de ferrocemento. Los daños fueron estimados por las descargas de agua através de las grietas en la superficie por una cantidad de energía de impacto. Los daños decrecieron al incrementarse la superficie específica y el último esfuerzo de la malla. El resulta

do de acuerdo a las observaciones de los daños hechos a los cascos de los botes de ferrocemento fueron mínimos, en choques con rocas o con otros botes. Por lo cual podemos concluir que el ferrocemento tiene buena resistencia a las cargas dinámicas.

El ferrocemento deriva su resistencia a la flexión de la acción recíproca entre la malla y el mortero a compresión (antes de que aparezca la primera grieta) de la misma forma como lo hace el concreto reforzado.

Actualmente las aplicaciones del ferrocemento son generalmente en el rango II de la curva de esfuerzo-deformación, el ancho y el espacio entre las grietas son controladas por las características de la malla de refuerzo. Hasta ahora el proceso de diseño del ferrocemento en el rango II se basa en el criterio del máximo ancho de grieta admisible bajo la carga de servicio .

R E F E R E N C I A S

- 1.- UNIDO, " Boats from ferrocement " 1972. Utilization of Ship building and Repair facilities Series No. 1, Naciones Unidas, Nueva York.
- 2.- ACI 549, ferrocement, " State-of-the- Art Report on ferrocement to -- be published in ACI Journal.
- 3.- Bezukladov, 1978. V. F. " Ship-hulls made of ferrocement " 1968, le - ningrad, 1968, 817. pp.
- 4.- Shah, S. P, " New Reinforcing Materiales in concrete " J. ACI, Vol 71, May 1974, P. 257.
- 5.- Paul, B.K. y Pana, R. P. " Ferrocemento ", 1981, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C. P. 20.
- 6.- Mendoza, C. J. y Mena, M. " Propiedades Básicas del Ferrocemento ", -- 1977 Instituto de Ingeniería, UNAM P.20.
- 7.- Shah, S. P. " New Reinforcing Materiales in Concrete " J. ACI Vol 71 - May 1974, P. 257.

III.- CONSTRUCCION PROPUESTA.

CAPITULO III

CONSTRUCCION PROPUESTA

a) PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo más práctico, seguro y económico, después de la poca experiencia que da la construcción de 2 Pozos GI con ferrocemento es el siguiente:

- a) Se realiza un corte con sierra, recortando así el perimetro del pozo.*
- b) Se procede a romper el asfalto con cuña y mazo, depositando éste a una distancia no mayor de 2.0 mts.*
- c) La excavación del pozo se realiza a mano.*



d) Se realiza la excavación del cárcamo, que es de 50 X 50 X 50 cm.

e) Se elabora un concreto con un $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

f) Se realiza el colado de la losa inferior del pozo (plantilla) y cárcamo, con el concreto elaborado en "e". Los estabones se colocan en este punto.



COLADO DE LA PLANILLA

g) Se toma la medida de cada uno de los lados del pozo, en teoría en un pozo G1 no es necesario, pero debido, a las irregularidades de la excavación es muy conveniente hacerlo.

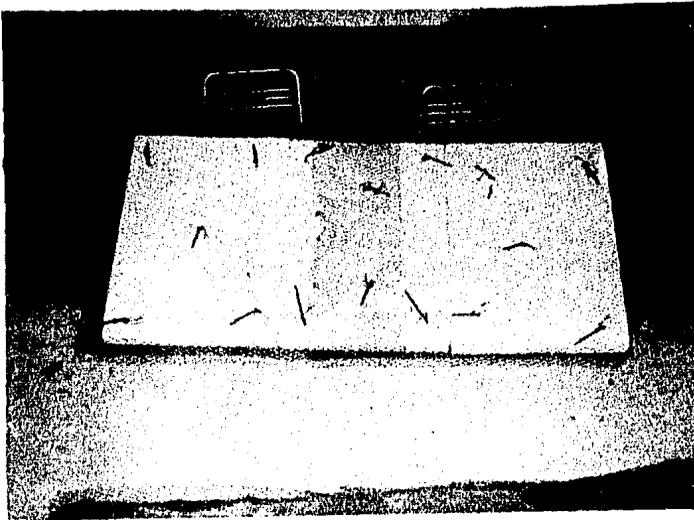


TRABAJADOR TOMANDO MEDIDAS DEL POZO
PARA LA CONSTRUCCION DE PANALES

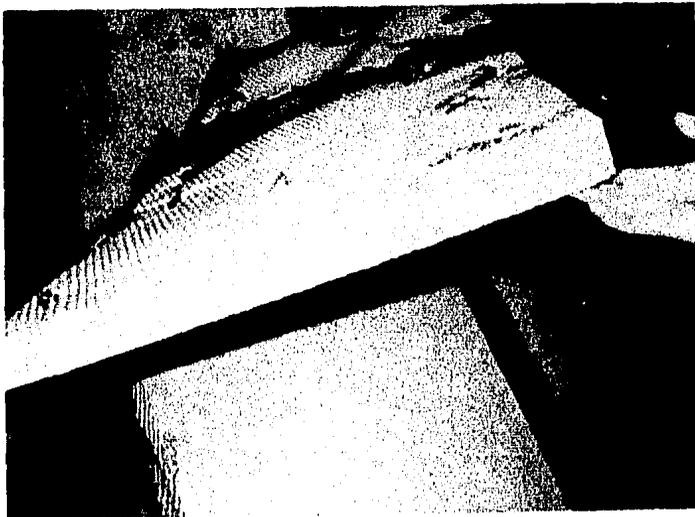


h) Se construyen paneles de poliestireno, de la misma medida, que los lados del pozo menos 2.0 cm, la altura de los paneles, será la de la plantilla a el nivel de la superficie menos 13.5 cm.

i) Se coloca una malla de metal desplegado, de 10 X 20 mm (600 g/m), en ambos lados del poliestireno. Se debe de cuidar que la diagonal mayor de los rombos del metal desplegado queden paralelos a la carga principal.



CONSTRUCCION DE LOS PANALES



j) Se colocan los bastidores en los paneles.

k) Se elabora un mortero cemento - arena con las siguientes proporciones:

En Peso

Material	Datos
Cemento	1.000 Kg
Arena	1.750 kg
Agua	0.480 l #

En Volumen, por Kg de cemento:

Material	Datos
Cemento	1.000 Kg
Arena	1.280 l #
Agua	0.480 l #

La cantidad depende del grado de humedad de la arena.

l) Se coloca el mortero sobre el metal desplegado, cuidando que llegue esta a el poliestireno, esto se hace en una cara del panel.





El 24.0 hrs. más tarde, se bajan los paneles a el pozo, juntando estos a la plantilla y entre sí, por medio de un mortero cemento - arena 1:5.



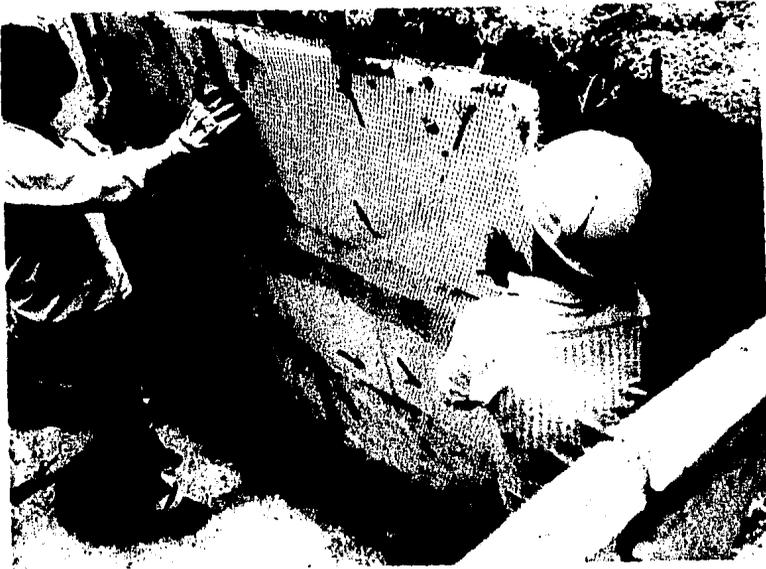
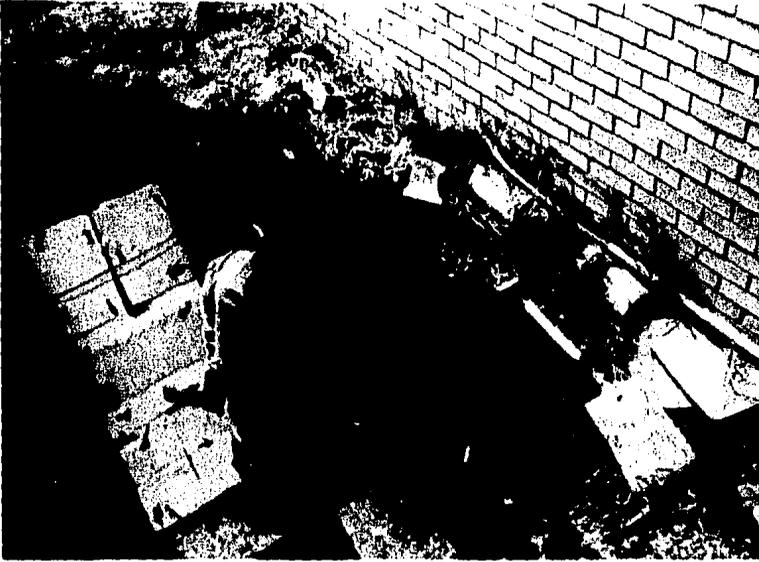
PANALES COLADOS POR UNA CARA



EL PESO DE LOS PANALES ES DE 32.0 Kg/m² APROXIMADAMENTE



TRABAJADORES BAJANDO LOS PANALES AL POZO



NIVELANDO LOS PANALES



JUNTENDO LOS PANALES A LA PLANTILLA

m) Se elabora un mortero igual al inciso "k".

n) Se coloca el mortero sobre los paneles ya verticales.



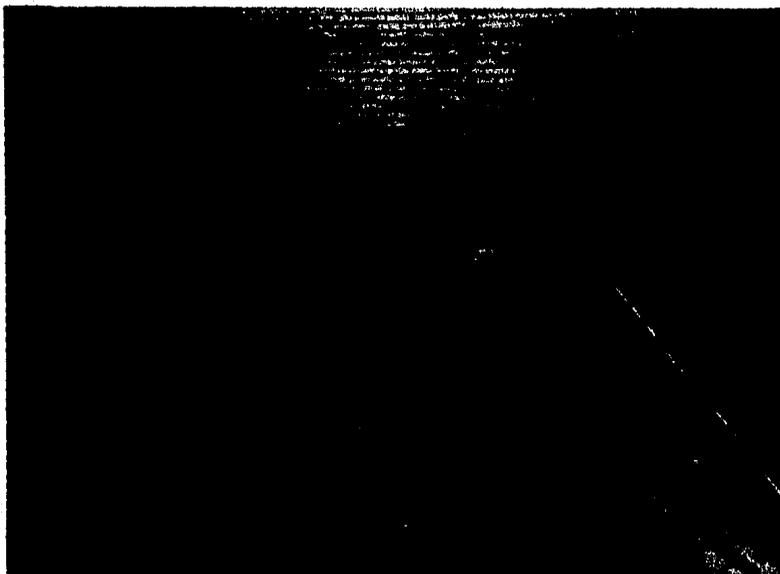
ñ) En la construcción de la losa, se arma un emparrillado igual al especificado en el Pozo GI de concreto.

o) Bajo el emparrillado se coloca malla doble de metal desplegado, dejando el espacio del brocal del pozo.





COLOCACION DE LA MALLA DE METAL DESPLEGADO
EN LA LOSA DEL POZO



p) Se elabora un mortero igual al inciso "h".

q) Se coloca el mortero en la losa, debiendo estar una persona recibiendo el mortero con una tabla, evitando así que se caiga.



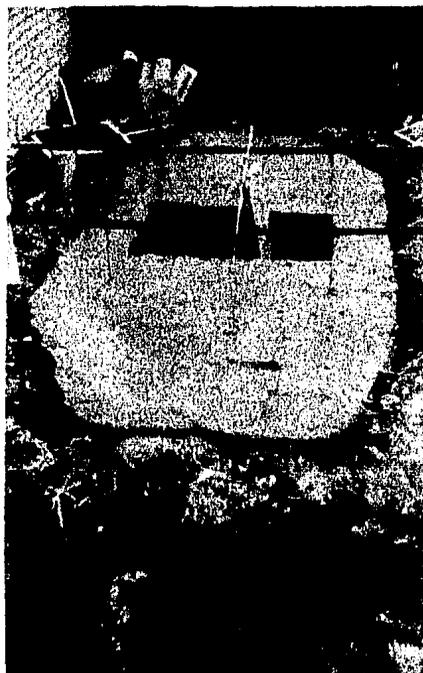
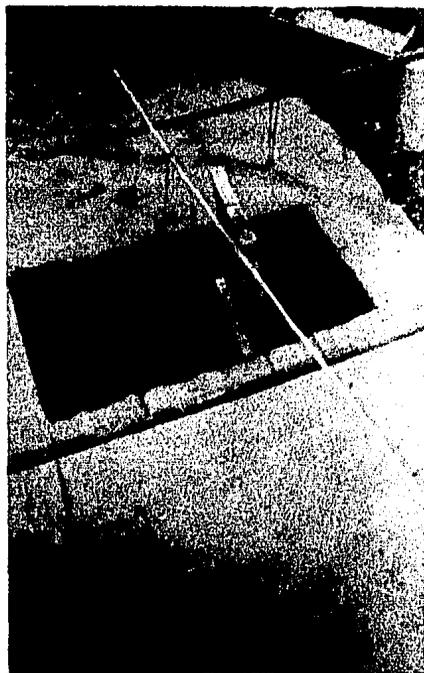
VISTA INTERIOR DE LA LOSA DE FERROCEMENTO

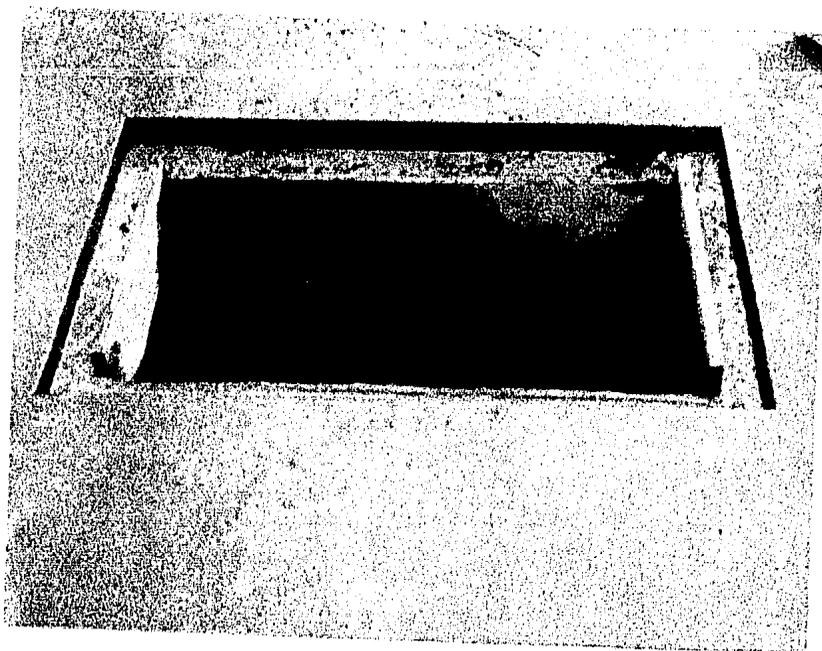


LA LOSA DE FERROCEMENTO ES DE 1.5 Cm. DE ESPESOR

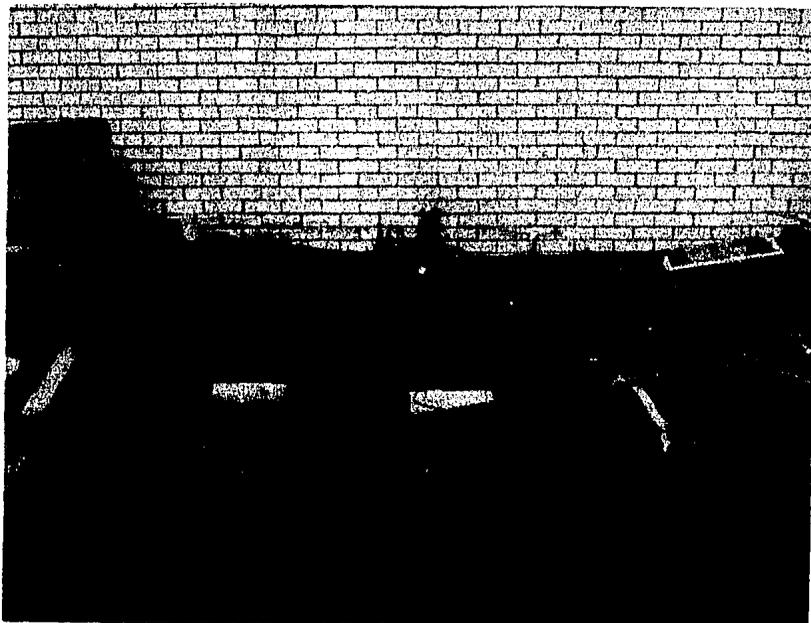


DIFERENTES VISITAS DE LA LOSA DE FERROCEMENTO





COLOCACION DEL MARCO DOBLE



n) Se elabora un concreto con una $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ con revolvedora.

o) Se realiza el colado y vibrado de la losa con el concreto del inciso "n".

Todo esto es posible hacerlo 24.0 hrs, después de colocar la cimbra de ferrocemento.



COLADO DE LA LOSA DE CONCRETO

t) Se cuelan las tapas del pozo, con el mismo concreto.

u) Se limpia el pozo.

6) SOLICITACIONES

La losa propuesta es un material no homogéneo, ya que lo constituyen ferrocemento y concreto reforzado. El ferrocemento a su vez sirve de cimbra del concreto.

Por lo cual su cálculo se divide en dos partes:

1) El de una losa de concreto reforzado.

2) El de una losa de ferrocemento.

1) De 12.0 cm. de espesor, reforzada con espavillado de 10.0 cm. entre varillas cortas (1/2" Ø) y de 10.0 cm. entre las largas (3/8" Ø) y ganchos de 10.0 cm.

Sentido Corto.



$$A_s = \frac{l}{0.10} (1.27) = 12.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = p b d \Rightarrow p = \frac{A_s}{b d}$$

$$p = \frac{12.7}{100 (12.0)} = 1.058 \times 10^{-2}$$

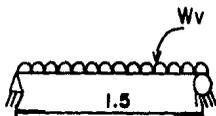
$$q = p \frac{f_y}{f_c} = 1.058 \times 10^{-2} \left(\frac{4200}{210} \right) = 0.2116$$

$$M_R = 0.6 d^2 f_c q (1 - 0.59 q)$$

$$M_R = 0.9 (100) (12)^2 (136) (0.2116) (0.8751)$$

$$M_R = 3.26 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Como Viga:



$$M = \frac{w L^2}{8} \Rightarrow w = \frac{M (8)}{L^2}$$

$$w = \frac{3.26 (8)}{(1.5)^2} = 11.59 \text{ T/m}^2$$

$$w = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$\text{C.M.} = 2.4 \text{ T/m}^3 (0.135 \text{ m}) = 0.324 \text{ T/m}^2$$

$$\Rightarrow \text{C.V.} = \frac{w - 1.4 \text{ C.M.}}{1.7} = \frac{11.59 - 1.4 (0.324)}{1.7} = 6.55 \text{ T/m}^2$$

La carga viva que resiste un pozo G1 de concreto reforzado es: 10.33 T/m^2

Por tanto la carga de diseño será:

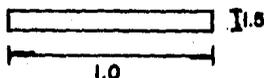
$$\text{C.V.} = C_c V_c - C_f V_f$$

$$= 10.33 - 6.55 = 3.78 \text{ T/m}^2$$

$$w = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$= 1.4 (2.4) (0.135) + 1.7 (3.78) = 6.87 \text{ T/m}^2$$

De acuerdo con las investigaciones realizadas con el Instituto de Ingeniería de la UNAM. ^①



$$M = \frac{w L^2}{8} \quad M = \frac{6.87 (1.5)^2}{8} = 1.93 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$\nabla = 19 + 93 S_L$$

$$\nabla = \frac{M}{I} y$$

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{100 (1.5)^3}{12} = 28.13 \text{ cm}^4$$

$$y = 0.75 \text{ cm}$$

$$\nabla = \frac{M}{I} y$$

$$\nabla = \frac{193000}{28.13} (0.75) = 5146 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow 19 + 93 S_L = 5146$$

$$S_L = \frac{5146 - 19}{93} = 55.13 \text{ /cm}$$

Superficie específica sumamente grande, para su diseño con ferrocemento. Por tal motivo se realiza el diseño solo como cimbra.

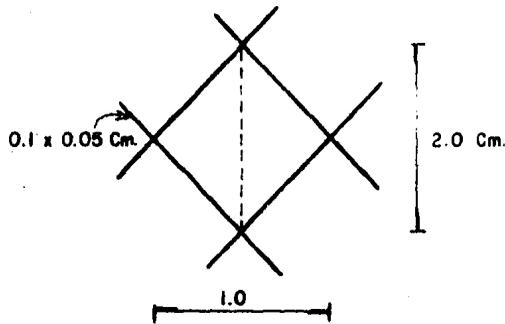
$$W = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$= 1.4 (2.4) (0.135) + 1.7 (0.1) = 0.624 \text{ T/m}^2$$

$$M = \frac{W L^2}{8} = \frac{0.624 (1.5)^2}{8} = 0.175 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Con una placa de 1.5 cm. de espesor reforzada con dos capas de metal desplegado de 600 g/m, el valor de S_L será:

$$S_L = \frac{F_i P n}{a t}$$



$$P = \text{Perímetro} = 2(0.1 + 0.05) = 0.3 \text{ cm}$$

$$Fi = \text{Factor de inclinación de los alambres} = \sqrt{(1.0)^2 + (0.5)^2} = 1.12$$

$$n = \text{número de capas} = 2$$

$$a = \text{Separación entre alambres} = 0.25 \text{ cm}$$

$$t = \text{Espesor de la placa de ferrocemento} = 1.5 \text{ cm}$$

$$S_L = \frac{1.12(0.3)(2)}{0.25(1.5)} = 1.79 / \text{cm}$$

De acuerdo con el Instituto de Ingeniería:

$$\sigma = 19 + 93 S_L$$

$$\sigma = 19 + 93(1.79) = 185.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = \frac{5 K^3}{12} = \frac{100(1.5)^3}{12} = 28.13 \text{ cm}^4$$

$$y = 0.75 \text{ cm}$$

$$\sigma = \frac{M}{I} y \quad \text{ii} = \frac{\sigma I}{y}$$

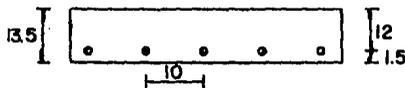
$$\text{ii} = \frac{185.5(28.13)}{0.75} = 0.0696 \text{ T.m}$$

Dado que la malla de refuerzo no absorbe todo el momento flexionante, se toma la decisión de armar (con el mismo armado del concreto) la losa de ferrocemento, no existiendo teoría conistente que conjugue éstos dos refuerzos, se procede a - armarla íntegramente.

Después de 24 hrs. de colocada la losa de ferrocemento con el mismo armado que el de una losa de concreto y con dos caras de metal desplegado. Se cueta la losa de concreto "armado" de 12.0 cm de espesor.

Dicha prueba es suficiente a nuestra consideración (no por tal hecho discutible) que la losa de ferrocemento soporta esa y más carga, ya que en ese tiempo el mortero no ha alcanzado su resistencia máxima.

Sentido largo.



$$A_s = \frac{1}{0.10} (0.71) = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = p b d \Rightarrow p = \frac{A_s}{b d}$$

$$p = \frac{7.1}{(100)(12)} = 5.91 \times 10^{-3}$$

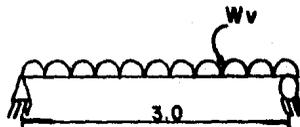
$$q = p \frac{f_y}{f_c} = 5.91 \times 10^{-3} \left(\frac{4200}{210} \right) = 0.1183$$

$$M_R = 0.9 b d^2 f_c q (1 - 0.59 q)$$

$$M_R = 0.9 (100) (12)^2 (1136) (0.1183) (1 - 0.59 (0.1183))$$

$$M_R = 1.94 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Como viga:



$$M = \frac{W L^2}{8} \Rightarrow W = \frac{M (8)}{L^2}$$

$$W = \frac{1.94 (8)}{(3)^2} = 1.72 \text{ T/m}^2$$

$$W = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$\text{C.M.} = 2.4 \text{ T/m}^3 (0.135 \text{ m}) = 0.324 \text{ T/m}^2$$

$$\text{C.V.} = \frac{W - 1.4 \text{ C.M.}}{1.7} = \frac{1.72 - 1.4 (0.324)}{1.7} = 0.74 \text{ T/m}^2$$

Considerando que la carga viva que resiste un pozo G.I de concreto reforzado es: 1.16 T/m^2 . Por tanto la carga de diseño sera:

$$\text{C.V.} = C_c \cdot V_c - C_f \cdot V_f$$

$$= 1.16 - 0.74 = 0.42 \text{ T/m}^2$$

$$W = 1.4 \text{ C.M.} + 1.7 \text{ C.V.}$$

$$W = 1.4 (2.4) (0.135) + 1.7 (0.42) = 1.16 \text{ T/m}^2$$

$$M = \frac{W L^2}{8} = \frac{1.16 (3)^2}{8} = 1.305 \text{ T}\cdot\text{m}$$

El Momento resistente de la losa de ferrocemento (según cálculo en sentido corto) es:

$$M = 0.0696 \text{ T}\cdot\text{m}$$

Por tal motivo se ratifica la idea de probar una losa armada de ferrocemento.

En el cálculo de la resistencia de los muros, se decide observar los efectos de la carga en la losa y los empujes de terreno de la construcción a 0.50 mts. del pozo. Ya que tampoco existe teoría para la determinación de los esfuerzos en los xoneles de poliestireno-ferrocemento.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OURA TIPO : POZO GI DE FERROCEMENTO	CLAVE : GI (F)	UNIDAD : POZO
CONCEPTO : CONSTRUCCION DE PANELES (DE LOS MUROS)		68

CONTRATISTA CYCSA	FECHA 840731	HOJA 5/10
----------------------	-----------------	--------------

MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO
Poliestireno				650.00
Metal desplegado 2(caracas)				350.00
Alambrión liso de 1/4 " 0.432 kg/m2 x \$90.00/kg				38.88
SUMA DE MAT.				\$ 1,038.88/m2

MANO DE OBRA.	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO
Albaniil 1 x \$ 2217.89/jor = \$ 2,217.89/jor				
Peón 1 x \$ 1272.95/jor = \$ 1,272.95/jor				
\$ 3,490.85/jor				
Rendimiento (construcción) = 9.0 m2/jor				
M.O. <u>\$ 3,490.85/jor</u>				387.87
9.0 m2/jor				
SUMA DE M. DE O				\$ 387.87/m2

EQUIPO Y HERRAMIENTAS	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO
0.05 x \$ 387.87/m2				19.39
SUMA DE E. Y H.				\$ 19.39/m2

OBSERVACIONES :	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">COSTO DIRECTO</td> <td style="width: 5%;">\$</td> <td style="width: 25%; text-align: right;">1,446.14/m2</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS Y UTILIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% DEL COSTO DIRECTO</td> <td>\$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PRECIO UNITARIO</td> <td>\$</td> <td></td> </tr> </table>	COSTO DIRECTO	\$	1,446.14/m2	INDIRECTOS Y UTILIDAD			% DEL COSTO DIRECTO	\$		PRECIO UNITARIO	\$	
COSTO DIRECTO	\$	1,446.14/m2											
INDIRECTOS Y UTILIDAD													
% DEL COSTO DIRECTO	\$												
PRECIO UNITARIO	\$												

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : FOZO GI DE FERROCEMENTO		CLAVE : GI (F)	UNIDAD : FOZO	
CONCEPTO : COLOCACION DE PANELES			69	
CONTRATISTA CYCSA		FECHA 8/07/31	HOJA 6/10	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO EN OBRA	COSTO DIRECTO
SUMA DE MAT.			\$	
MANO DE OBRA.				
Obr. 0.2 x \$ 2361.10/jor =	\$	468.22/jor		
Albañil 1 x \$ 2217.89/jor =	\$	2217.89/jor		
Baño 2 x \$ 1272.96/jor =	\$	2545.92/jor		
	\$	5232.03/jor		
Rendimiento 15 m ² /jor				
M.O. = \$ 5232.03/jor				348.80
SUMA DE M. DE O			\$	348.80/m ²
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
0.05 x \$ 348.80				17.44
SUMA DE E. Y H.			\$	17.44/m ²
OBSERVACIONES :		COSTO DIRECTO \$ 366.24/m ²		
		INDIRECTOS Y UTILIDAD		
		% DEL COSTO DIRECTO \$		
		PRECIO UNITARIO \$		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI FERROCEMENTO	CLAVE : GI (F)	UNIDAD : POZO
CONCEPTO : FABRICACION, COLOCADO, CURADO Y VIBRADO DE CONCRETO F'c= 200 KG/CM2 DE LOSA		73

CONTRATISTA CYCSA	FECHA 840731	HOJA 10/10	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO
			EN OBRA
			COSTO DIRECTO
1) Concreto f'c = 200 kg/cm2 (análisis básico) + 5% de desperdicio por transpaleo y colocación			8971.80
2) Agua para cimbra 0,060 m3 x \$ 125.00/m3			7.50
SUMA DE MAT.			\$ 8,979.30/m3

MANO DE OBRA.			
Albañil 1 x \$ 2217.89/jor = \$ 2217.89/jor			
Peón 1 x \$ 1272.96/jor = \$ 1272.96/jor			
			\$ 3490.85/jor
Rendimiento 0.80 m3/jor			
M.O. \$ 3490.85/jor			
0.80 m3/jor			4363.56
SUMA DE M. DE O			\$ 4,363.56/m3

EQUIPO Y HERRAMIENTAS			
1) Vibrador (análisis básico) C.H. = \$ 446.29/hr			
Rendimiento 14.0 m3/jor			
Equipo = \$ 446.29/hr. x 8 hr.			255.02
14.0 m3/jor			
2) Herramienta			
0.05 x \$ 4363.56/m3			218.18
SUMA DE E. Y H.			\$ 473.20/m3

OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO \$ 13,816.06/m3
	INDIRECTOS Y UTILIDAD
	% DEL COSTO DIRECTO \$
	PRECIO UNITARIO \$

IV.- CONCLUSIONES.

CAPITULO IIII

CONCLUSIONES

Se construyeron 2 pozos de visita G 1 de Telmex con ferrocemento, desde Julio de 1984, en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón.

Las pocas aplicaciones prácticas en México, con ferrocemento y el número limitado de personas calificadas con este material, no por su dificultad, sino por lo poco conocido, nos lleva a realizar los pozos con personas inexpertas (incluso nosotros) en el manejo de este material.



Los rendimientos de mano de obra no conocidos son tomados en campo.

Una norma técnica para realizar pruebas a los pozos de Telmex no existe, por lo cual, éstas se han hecho de acuerdo al Reglamento del Departamento del D.F. por ejemplo: Se decide realizarle pruebas a uno de estos pozos, ya que la base técnica no es suficiente para garantizar una seguridad en la estructura como la del

concreto reforzado.

La diferencia técnica de la capacidad de carga de la losa, entre un pozo de concreto reforzado y un pozo de ferrocemento es la siguiente:

	Capacidad de Carga	
	Concreto	Ferrocemento
C.Mi.	0.48 T/m ²	0.324 T/m ²
C.V.	10.33 T/m ²	6.55 T/m ²

La diferencia es de 3.78 T/m², ya que ésta solo se da en la carga viva.

La capacidad de carga del pozo de concreto es muy grande, y lo impráctico de cargar un pozo de 5.78 m² de área con 10.33 T/m² nos lleva a probar el pozo de acuerdo con el capítulo XXXVI del Reglamento, del cual se transcribe una parte.

Cargas vivas

A RT. 225.- DEFINICION. Se considerán cargas vivas a las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente.

ART. 226.- TIPUS DE CARGAS VIVAS. En el diseño deberán considerarse los valores nominales de las cargas vivas especificados en el artículo 227 de este Reglamento por unidad de área y en función del uso del piso o cubierta en cuestión.

La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural, ante cargas gravitacionales, de los cimientos.

La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento, y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorable que la uniformemente repartida sobre toda el área. La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos en materiales poco permeables (limos y arcillas) satura

Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación y volteamiento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición del artículo 213 de este ordenamiento.

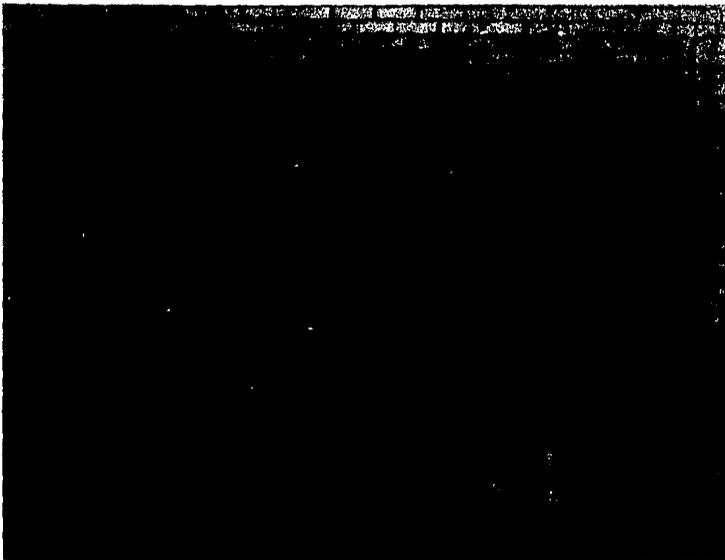
ART. 227.- VALORES NOMINALES. Las cargas vivas unitarias nominales no se considerarán menores que las de la tabla siguiente, donde "A" representa el área tributaria en metros cuadrados, correspondiente al elemento que se diseña.

Tabla de cargas vivas unitarias de diseño (Kg/m^2)

Destino del piso o cubierta	W	W _a	W _m	Obs.
XI. Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	40	100	150	#

Más una concentración de 1.5 ton. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

Por lo cual se prueba el pozo con una carga de 150 Kg/m^2 más una carga de 1.5 Ton. en el centro del pozo.



El procedimiento para realizar las pruebas, son de acuerdo al Capítulo LVI del Reglamento, el cual se transcribe.

Pruebas de carga

ART. 359.- OBLIGACION DE EFECTUAR PRUEBAS DE CARGA. Será necesario comprobar la seguridad de una estructura por medio de pruebas de carga en los siguientes casos:

- I. En edificios para espectáculos deportivos, salas de espectáculos, centros de reunión, clubes deportivos, y todas aquellas construcciones en las que pueda haber frecuente aglomeración de personas;
- II. Cuando no exista suficiente evidencia técnica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión;
- III. Cuando el Departamento lo estime conveniente en razón de la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto a los procedimientos constructivos.

ART. 360.- PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS. Para realizar una prueba de carga en estructuras, de acuerdo con la condición de carga ante la cual debe verificarse la seguridad, se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará. Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten, bastará seleccionar el diez por ciento de ellos, pero no menos de tres, distribuidos en distintas zonas de la estructura. La intensidad de la carga de prueba deberá ser igual a la de diseño. La zona en que aplique será la necesaria para producir en los elementos o conjuntos seleccionados los efectos más desfavorables.

Previamente a la prueba se someterán a la aprobación del Departamento el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y aprietamientos.

Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga de prueba se dejará actuando sobre la estructura no menos de veinticuatro horas. Se considerará que la estructura ha fallado si ocurre el colapso, una falla local o un incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección. Además, si veinticuatro horas después de quitar la sobrecarga la estructura no muestra una recuperación mínima de setenta y cinco por ciento de sus deflexiones, se repetirá la prueba. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de setenta y cinco horas de haberse terminado la primera.

Se considerará que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en veinticuatro horas, el setenta y cinco por ciento de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba.

Si la estructura pasa la prueba de carga, pero como consecuencia de ello se observan daños tales como agrietamiento excesivo, deberá repararse localmente y prolongarse.

Se considerará que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, si la recuperación de las flechas no alcanzase el setenta y cinco por ciento, siempre y cuando la flecha máxima no exceda de dos milímetros o $L^2 / 20\,000 h$ donde L es el claro libre de miembro que se ensaye y " h " su peralte total en las mismas unidades; en voladizos se tomará L como el doble del claro libre.

En caso de que la prueba no sea satisfactoria, deberá presentarse al Departamento un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, y una vez realizadas se llevará a cabo una nueva prueba de carga.

Ante la ejecución de la prueba de carga deberán tomarse las precauciones necesarias para proteger la seguridad de las personas y del resto de la estructura.

na, en caso de falla de la zona ensayada.

El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes, se incluye en las normas técnicas complementarias relativas a cimentaciones.

El pozo estuvo cargado durante 7 días, en ese tiempo la deflexión de la losa — fué de 70 micras, al quitar la sobrecarga su deflexión es de 5 micras. Después de veinticuatro horas el micrómetro marca 4 micras.

En el cálculo de la resistencia de los muros, se decide observar los efectos de la carga en la losa en éstos, ya que tampoco existe teoría para la determinación de los esfuerzos.

Las condiciones del pozo son similares que antes de la sobrecarga, no muestra — curvaturas en ninguna de sus secciones, ni desplazamientos locales.

De acuerdo con esta prueba se consideró que el pozo, cumpla con las condiciones de carga.

En la construcción de los pozos, se tomaron 3 cilindros de 8 X 16 cm, para la — prueba de compresión del mortero, obteniendo en promedio una resistencia de — 358 Kg/cm^2 .

El revenimiento del mortero en conos de 5 X 10 X 15 cm. es de 3.0 cm.

Al construir los paneles de los muros, se toma uno para realizarle pruebas de — compresión, se prueban 5 piezas de 8 X 15 cm. (ya que muestras de mayores dimensiones fallaban por paneles) obteniendo una resistencia de 150 Kg/cm^2 .

La diferencia del costo directo entre un pozo de concreto armado y uno de ferrocemento en Julio de 1984, es la siguiente:

CUNCRETO ARMADO	\$ 105 952.20
FERROCIMENTO	\$ 67 915.40
	<hr/>
Diferencia	\$ 38 036.80
Diferencia en Porcentaje	35.9 %

La construcción con ferrocemento de un pozo G I, 2 boquillas en arroyo, representa el 64.1 %, del costo directo de la construcción de un pozo de concreto armado.

Independientemente de la diferencia de su proceso constructivo, existen conceptos similares, que por su menor cantidad de realización nos representan un ahorro en su construcción. La norma de construcción de un pozo de concreto armado en sus dimensiones de espesor de losa y muros son de 0.20 m., en cambio en un pozo de ferrocemento tienen las siguientes dimensiones:

$$\text{muros} = 0.07 \text{ m}$$

$$\text{Losa} = 0.135 \text{ m}$$

Los conceptos similares con diferente cantidad son los siguientes:

	FERROCIMENTO		CTO. ARMADO
	Cantidad	Unidad	Cantidad
Ruptura de pavimento asfáltico	0.619	m ³	0.809
Excavación	8.197	m ³	10.648
Construcción de plantillas	0.442	m ³	0.442

Hay conceptos que no tienen diferencia en cuanto su costo directo, como lo es el suministro y colocación de herraje.

A pesar del ahorro de cantidades en los anteriores conceptos, el cambio del proceso constructivo de los muros y losa, nos representa la mayor diferencia en cuanto a el costo.

Los conceptos y el costo directo que conforman la construcción de los muros, en un pozo G I con concreto armado son los siguientes:

	COSTO DIRECTO
Sum, hab. y colocado de acero de refuerzo	\$ 3 496.74
Sum, coloc. y remoción de cimbra en muros	\$ 19 983.58
Fab, coloc. y curado de concreto en muros	\$ 35 811.23
	<hr/>
	\$ 59 291.55

Los conceptos y el costo directo que conforman la construcción de los muros, en un pozo G I con ferrocemento son los siguientes:

	COSTO DIRECTO
Construcción de paneles	\$ 18 004.44
Colocación de paneles	\$ 4 559.69
Colocación de mortero	\$ 9 038.42
	<hr/>
	\$ 31 602.55

Los conceptos y el costo directo que conforman la construcción de la losa, en un pozo G I con concreto armado son:

	COSTO DIRECTO
Sum, y hab. y colocación de acero de refuerzo	\$ 3 388.96
Sum, coloc. y remoción de cimbra en losa	\$ 4 029.84
Fab, coloc. y curado de concreto en losa	\$ 15 971.36
	<hr/>
	\$ 23 390.16

Los conceptos y el costo directo que conforman la construcción de la losa, en un pozo G I con ferrocemento son:

	COSTO DIRECTO
Sum, y hab. y colocado de acero de refuerzo	\$ 3 388.96
Colocación de malla en losa	\$ 3 345.57
Colocación de mortero en losa	\$ 2 518.72
Fab, coloc. y curado de concreto en losa	\$ 7 322.51
	<hr/>
	\$ 16 575.76

Por otra parte si se considera la losa de ferrocemento solo como cimbra, si ten_{dr}ía un costo superior que la de madera.

	COSTO DIRECTO con ferrocemento
Colocación de malla en losa	\$ 3 345.57
Colocación de mortero en losa	\$ 2 518.72
	<hr/>
	\$ 5 864.29

	COSTO DIRECTO con concreto
Sum, coloc. y remoción de cimbra en losa	\$ 4 029.84

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA TIPO : POZO GI DE CONCRETO ARMADO	CLAVE :	UNIDAD :
CONCEPTO : ANALISIS DE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA		85

CONTRATISTA	FECHA		HOJA 1/1	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P.UNITARIO	COSTO
			EN OBRA	DIRECTO
Fabricación, colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.578	8151.50	4711.57
Suministro, habilitación y colocado del acero de ref.	Kg.	61.076	86.44	5279.41
Hechura, cimbra y descimbra de muros	M2	25.95	261.20	6778.14
Hechura, cimbra y descimbra en losa	M2	4.052	485.65	1967.85
Fabricación, colado y curado de concreto (muros y losa)	M3	3.748	8979.30	33654.42
Suministro y colocación de herraje	Pzas.	1	8105.14	8105.14
SUMA DE MAT.				\$ 60,496.53

MANO DE OBRA.				
	UNID.	CANT.	P.UNITARIO	COSTO
Ruptura de pavimento asfáltico	M3	0.809	870.59	704.31
Excavación a mano a 2.0 mts. Material "B"	M3	10.648	602.83	6418.93
Fabricación colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.578	4363.56	2522.14
Suministro habilitación y colocado de acero de ref.	Kg.	61.076	25.05	1529.95
Hechura cimbra y descimbra de muros	M2	25.95	484.65	12576.67
Hechura cimbra y descimbra en losa	M2	4.052	484.65	1963.80
Fabricación colado y curado de concreto (muros y losa)	M3	3.748	4363.56	16354.62
SUMA DE M. DE O				\$ 42,070.42

EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	UNID.	CANT.	P.UNITARIO	COSTO
Ruptura de pavimento asfáltico	M3	0.809	446.68	361.36
Excavaciones a mano a 2.0 mts. material "B"	M3	10.648	30.14	320.93
Fabricación colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.578	218.18	126.11
Suministro habilitación y colocado de acero de ref.	Kg.	61.076	1.25	76.35
Hechura cimbra y descimbra de muros	M2	25.95	24.23	628.77
Hechura cimbra y descimbra en losa	M2	4.052	24.23	98.18
Fabricación colado y curado de concreto (muros y losa)	M3	3.748	473.20	1773.55
SUMA DE E. Y H.				\$ 3385.25

OBSERVACIONES :	COSTO DIRECTO	\$	105,952.20
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		
	% DEL COSTO DIRECTO	\$	
	PRECIO UNITARIO	\$	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OTRA TIPO :	POZO GI DE FERROCEMENTO	CLAVE :	UNIDAD :
CONCEPTO :			86
ANALISIS DE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA			

CONTRATISTA	FECHA		HOJA 1/2	
MATERIALES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
			EN OBRA	DIRECTO
Fabricación, colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.442	8151.50	3602.96
Suministro, habiliación y colado de acero de ref.	Kg	30.06	86.41	2598.39
Construcción de paneles (muros)	M2	12.45	1038.88	12934.06
Colocación de doble malla en losa	M2	4.418	350.00	1546.30
Colocación de mortero en muros	M3	0.374	11129.55	4162.45
Colocación de mortero en losa	M3	0.088	11129.55	979.40
Fabricación colado, curado y vibrado de concreto	M3	0.53	8979.30	4759.03
Suministro y colocación de herraje	Pzas	1	8105.14	8105.14
SUMA DE MAT.			\$	38,687.73

MANO DE OBRA.				
Ruptura de pavimento asfáltico	M3	0.619	870.59	538.90
Excavación a mano a 2.0 mts. material "B"	M3	8.197	602.83	4941.40
Fabricación colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.442	4363.56	1928.69
Suministro, habilitación y colado de acero de ref.	Kg	30.06	25.05	753.00
Construcción de paneles (muros)	M2	12.45	387.87	4828.98
Colocación de paneles	M2	12.45	348.80	4342.56
Colocación de doble malla en losa	M3	4.418	387.87	1713.61
Colocación de mortero en muros	M3	0.374	12416.53	4643.78
Colocación de mortero en losa	M3	0.088	16659.33	1466.02
Fabricación, colado, curado y vibrado de concreto	M3	0.53	4362.56	2312.69
SUMA DE M. DE O			\$	27,469.62

EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
Ruptura de pavimento asfáltico	M3	0.619	446.68	276.49
Excavación a mano a 2.0 mts material "B"	M3	8.197	30.14	247.06
Fabricación, colado y curado de concreto (plantilla)	M3	0.442	218.18	96.44
Suministro, habilitación y colado de acero de ref.	Kg	30.06	1.25	37.58
Construcción de paneles (muros)	M2	12.45	19.39	241.41
Colocación de paneles	M2	12.45	17.44	217.13
Colocación de doble malla en losa	M3	4.418	19.39	85.66
SUMA DE E. Y H.			\$	

OBSERVACIONES :	
	COSTO DIRECTO \$
	INDIRECTOS Y UTILIDAD
	% DEL COSTO DIRECTO \$
	PRECIO UNITARIO \$

De algunas de las desventajas, que se pueden listar, para que Telcel, tomase la decisión de realizar los pozos u I con ferrocemento, son los siguientes:

- Para ser costeable el cambio de un proceso constructivo, será necesario verificar, si este ahorro opera en toda la gama de pozos telefónicos, en base a la estabilidad de la estructura. Ya que la mayoría de los pozos, tienen mayores dimensiones que el G I.

- Es necesario un mayor estudio de las propiedades del ferrocemento, no solo teóricas como prácticas. Por ejemplo, en el presente estudio se desarrolla una cimbra que trabaja conjuntamente con la losa de concreto armado, pero:

- a) Esta losa por tanto no es homogénea.

- b) No se está tomando en cuenta la diferencia de edades, entre el mortero y el concreto.

Al igual que en los muros del pozo, el panel de poliestireno-ferrocemento, - la resistencia a la tensión, compresión y flexión son aceptables, pero obviamente es posible mejorarlas con la combinación, tanto de espesores como de la calidad de estos materiales.

Esto nos conduce a la realización de más pozos pilotos, en diferentes condiciones.

- El desarrollo de una serie de pruebas normadas, que se le tienen que hacer a un pozo de ferrocemento para poder aceptarlo.

- La elaboración de nuevas especificaciones, normas, instructivos, precios unitarios, convenios, etc, necesarios para el cambio.

- Capacitación al personal interno como externo.

- La durabilidad de un pozo de ferrocemento, es factor desconocido.
- El equipo telefónico continua evolucionando. ¿Será el pozo de ferrocemento en unos años capaz de satisfacer las necesidades de éste equipo?

En contraparte se mencionan, las principales ventajas de realizar los pozos de Telrex con ferrocemento.

Según un estudio de la Gerencia Construcción de Redes, una canalización tipo es la siguiente:



A Y B = Pozo Grande I, 2 boquillas.

C = Pozo Grande I, 4 boquillas.

AB = Canalización de VIII vías = 150.0 mts. de centro a centro de pozo.

BC = Canalización de XVI vías = 30.0 mts. de centro a centro de pozo.

Los programas de expansión en m.d.v. (metros de ducto VLa) desde 1979 a 1988 son los siguientes:

1979	2'638,000	1984	3'650,000
1980	2'737,000	1985	3'848,000
1981	2'944,000	1986	3'760,000 #
1982	4'113,800	1987	3'935,000 #
1983	2'850,000	1988	4'120,000 #

Estas cifras pueden aumentar, de acuerdo a nuevos planes de expansión.

Por lo anterior se deduce que por cada 1680 m.d.v. se construyen 2 pozos G I, 2 boquillas, esto es:

pozos G I

1979

1570

Pozos G I

1981	1752
1982	2448
1983	1696
1984	2172
1985	2290
1986	2238
1987	2342
1988	2452

Sin contar el ahorro del pozo G I, 4 bocanillas, con ferrocemento, éste será aproximadamente:

	COSTO	# de pozos	TOTAL	
1984	Concreto Armado	105,952.20	2172	230'128,178.40
	Ferrocemento	67,915.40	2172	147'512,248.80
		DIFERENCIA		82'615,929.60
	COSTO	# de pozos	TOTAL	
1985	Concreto armado	180,118.74	2290	412'471,914.60
	Ferrocemento	115,456.18	2290	264'394,652.20
		DIFERENCIA		148'077,262.40

- El tiempo de construcción y de utilización, de un pozo de ferrocemento es menor, por no ser necesaria la cimbra de madera para la losa, ni los muros, por lo cual su utilización es inmediata.

- La cimbra de madera ocasiona daños a la red existente, por lo tanto estos se reducen.

- Es más fácil ampliar un pozo de ferrocemento.
- El costo de la demolición es menor.
- Los futuros diseños de pozos, tienden a ser circulares, el ferrocemento es más adaptable a esos tipos de formas.

B I B L I O G R A F I A

American Concret Institute " Ferrocement Materiales and Applications ", 1979
Publication S.P. - 61.

Mendoza , C.J. y Mens, M, " Propiedades Básicas del Ferrocemento ", 1977, -
Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 1975, editorial Porrúa.

Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-77) y Comenta-
rios, American Concret Institute.

Suárez Salazar " Costo y Tiempo en edificación " 1983, editorial Limusa.

Torres H.M.A, " Concreto 1983 Editorial Patria ".

CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA GI

DE TELMEX CON FERROCEMENTO.

I N D I C E.

	Página
INTRODUCCION	
I.- CONSTRUCCION ACTUAL	1
a) PROCESO CONSTRUCTIVO	1
b) SOLICITACIONES	7
c) PRECIO UNITARIO	11
II.- FERROCEMENTO	29
a) ANTECEDENTES	29
b) PROPIEDADES	34
III.- CONSTRUCCION PROPUESTA	42
a) PROCESO CONSTRUCTIVO	42
b) SOLICITACIONES	58
c) PRECIO UNITARIO	64
IV.- CONCLUSIONES	76