

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



---

---

ALGUNOS ASPECTOS EN EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL DESVIO Y OBRAS CONEXAS DE LAS TUBERIAS DE ABASTECIMIENTO DE UNA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL "METRO".

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
I N G E N I E R O C I V I L  
P R E S E N T A:

**FLORICEL CAMPOS RODRIGUEZ**

MEXICO, D. F.

FEBRERO 1982



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 esta 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.



Universidad Nacional  
Autónoma

Al Pasante señor CAMPOS RODRIGUEZ FLORICEL,  
P r e s e n t e .

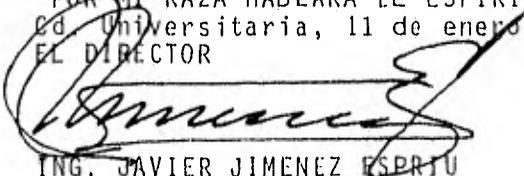
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Francisco Montejano Uranga, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

ALGUNOS ASPECTOS EN EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL DESVIO Y OBRAS CONEXAS DE LAS TUBERIAS DE ABASTECIMIENTO DE UNA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL "METRO"

- I. Problemas que se presentaron.
- II. Prueba de campo.
- III. Diseños de atraques.
- IV. Comentarios.
- V. Bibliografía.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ed. Universitaria, 11 de enero de 1982  
EL DIRECTOR

  
ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

## INDICE

### INTRODUCCION

#### I- Problemas que se presentaron.

De localización.

De construcción.

De mecánica de suelos.

Problemas de esfuerzos.

#### II-Prueba de campo.

Especificaciones.

Presión interna de trabajo.

Presión y prueba de campo.

Tramos de prueba.

Presión y duración de la prueba.

Condiciones de prueba.

Llenado de la conducción.

Colmatado.

Criterio de recepción.

Proceso de la prueba.

Material de prueba.

Accesorios para la instalación de una bomba de prueba.

Resultante en un cambio de dirección debido a la presión  
estática.

Movimiento circular.

Aceleración.

Tensión del anillo.

### III-Diseño de atraques.

Descripción del problema.

Tipos de atraques.

Ejemplo.

### IV-Comentarios.

### V-Bibliografía.

## INTRODUCCION

La presente tesis contiene los principales problemas que se presentaron en el proyecto y construcción del desvío y obras conexas de las tuberías de abastecimiento de una de las zonas afectadas por el Metro.

Estos problemas fueron: De localización, construcción, mecánica de suelo y esfuerzos en las tuberías.

El desvío al cual se refiere este trabajo, es de 48" de  $\emptyset$  y fue necesario construirlo para dar paso al cajón del Metro de la línea cuatro, especialmente en la estación Candelaria; forzosamente tenía que hacerse; porque no podía quedar seccionada una línea de tal magnitud, ya que es parte de una de las redes primarias que abastecen a la ciudad de México de agua potable.

A la vista de las dos alternativas; Desviar el Metro ó desviar la línea de agua potable, es evidente que es — preferible desviar la línea de abastecimiento de agua potable.

El objeto principal y en el cual se basa el desarrollo de este trabajo es lo referente a prueba de campo y — sus especificaciones, aunque también se trata lo más elemental y referente al diseño de atraques.

En consecuencia, al brindarme la oportunidad de elaborar este trabajo, deseo aportar en forma modesta, una — de las soluciones, para uno de los múltiples problemas — que se presentan en la construcción del Metro, en cuanto — a desvíos de agua potable se refiere.

## CAPITULO I

### PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON

#### PROBLEMAS DE LOCALIZACION

El desvío de tubería de agua potable de 48" (1220 mm) de diámetro, al cual se refiere éste trabajo, fue hecho por la interferencia de la línea elevada del Metro, especialmente en la estación Candelaria.

Esta estación se ubicará en la avenida Francisco Morazan, entre las calles de Sidar y Rovirosa y Corregidora a la altura del nuevo Palacio Legislativo.

Después de haber hechos todos los estudios correspondientes, quedó como definitivo el desvío de la tubería de 48" de diámetro por la calles de General Anaya, Juan de la Granja y calle de Auza, ya que éste era el más factible por economía; no se tenían interferencia; tampoco se tenían problemas de vialidad, y se logró no hacer desvío de tráfico; se anexa croquis de localización de dicho desvío.

## PROBLEMAS DE CONSTRUCCION

La finalidad de la construcción del desvío de la tubería de 48" de diámetro de agua potable, fue de liberar la estación Candelaria.

Los problemas que se presentaron en la construcción de dicho desvío, fue el de la instalación de la tubería de agua potable, porque para instalar dicha tubería, primero se tenía que instalar la tubería para un colector de 2.44 Mts, de diámetro, y las dos tuberías se tenían que — instalar en la misma zanja, (según cortes) y debido a la profundidad de dicha zanja y el tipo de suelo se tuvieron que hacer estudios para la estructura de contención.

En vista de que las tuberías del agua potable y del colector que se instalaron en la calle Juan de la Granja tiene una separación no mayor de 1.0 m entre sus paños, — fue necesario hacer una excavación con el ancho suficiente para llevar a cabo la instalación de ambas tuberías — en una sola zanja.

Otros de los problemas de construcción era que la tubería de agua potable tenía que pasar por debajo del — túnel de correspondencia de la línea 1, y la línea 4 del

Metro; para solucionar este problema se pensó en un sifón invertido, se hicieron trazos con puntos obligados y se midieron las deflexiones que se originaron.

Otro problema fue el cruce de la tubería con el colector en general anaya y morazán, para el cual también se pensó en un sifón como se muestra en el corte correspondiente.

El problema constructivo sobre el eje de trazo de la línea cuatro del metro y el cruce con la tubería existente se solucionó por medio de otro sifón.

Los puntos de inicio de desvío se ubicaron mediante calas buscando la parte media de un tubo, para colocar la silleta de derivación; se buscaron codos comerciales quedaran esas deflexiones; se formó el cuadro de cruce como se muestra en el plano correspondiente, se procedió a detectar conexiones secundarias de tuberías existentes y se procedió a restaurar ese tipo de instalaciones.

#### PROBLEMAS DE MECANICAS DE SUELOS.

Antes de iniciar los trabajos de la línea 4 (elevada) del metro, se efectuaron estudios de mecánica de suelos, con el fin de determinar el tipo de cimentación y las técnicas de construcción, buscando que la estructura tuviera

la resistencia óptima para soportar cualquier fenómeno - meteorológico.

La línea se construyó sobre un suelo arcilloso de - resistencia media, con alto contenidos de humedad en la que se localizaron mantos de más de 50 Mts. de profundi- dad.

En base a las experiencias obtenidas sobre los estu- dios de mecánicas de suelos, para la construcción del Me- tro, ya no se hicieron los correspondientes para el des- vío de agua potable, y del colector, ya que dichos des- víos se encuentran en la misma zona de construcción del Metro.

#### PROBLEMAS DE ESFUERZOS

Los esfuerzos a que se hallan sometidas las tuberías son originados por cargas internas y externas, y deben - proyectarse y fabricarse para soportarlas.

#### CARGAS INTERNAS

La presión del agua origina la tensión en las pare- des de la tubería. Se puede calcular con la fórmula.

$$St = \frac{rp}{t}$$

en la cual St es la tensión del metal en Kilos por cm<sup>2</sup>, - r es el radio de la tubería en cm, p es la presión en Ki-

los por  $\text{cm}^2$  y  $t$  es el grueso de la pared en centímetros.

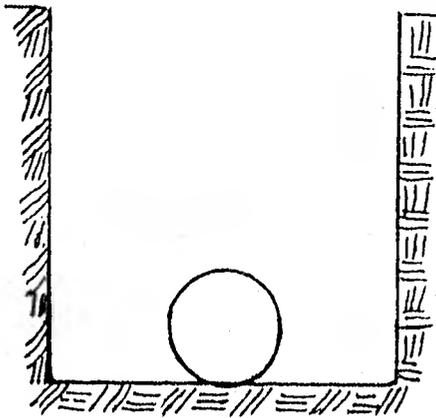
En aquellos puntos en que las tuberías cambien de dirección la fuerza centrífuga ejercida por el movimiento del agua, y por la presión, no compensada, tenderán a empujar la tubería fuera de las juntas. Por consiguiente, en las curvas, en la Tes y en la Yes, deberán preverse pilares u otros artificios para contrarrestar la presión no compensada.

#### CARGAS EXTERNAS

Las tuberías enterradas están sujetas a la carga del material sobrepuesto. Las cargas externas son el peso del relleno y el del tráfico, más el impacto. Las condiciones de la zanja y los sistemas de colocación también influyen (figura 1). A veces se han despreciado las cargas externas en el empleo de tuberías de fundición, en caso en que era de importancia, y se han producido fallos. Actualmente los fabricantes de tuberías de fundición suministran tubos de diferentes gruesos para rellenos de 1.0, 1.5, y 2.5 m. así como para diversas condiciones. La "AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION" dá métodos para el caso que se desee determinar la carga real externa de una tubería.

Los cambios de temperatura producirán tensiones en -

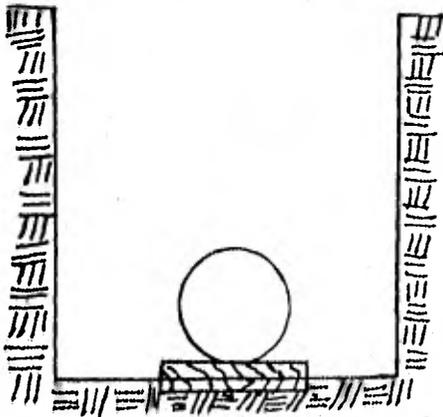
la tubería, y éstas pueden ser de importancia en las que se instalan al aire libre. Para evitar esfuerzos excesivos se emplean juntas de dilatación en puntos determinados...



Tipo A



Tipo B



Tipo C

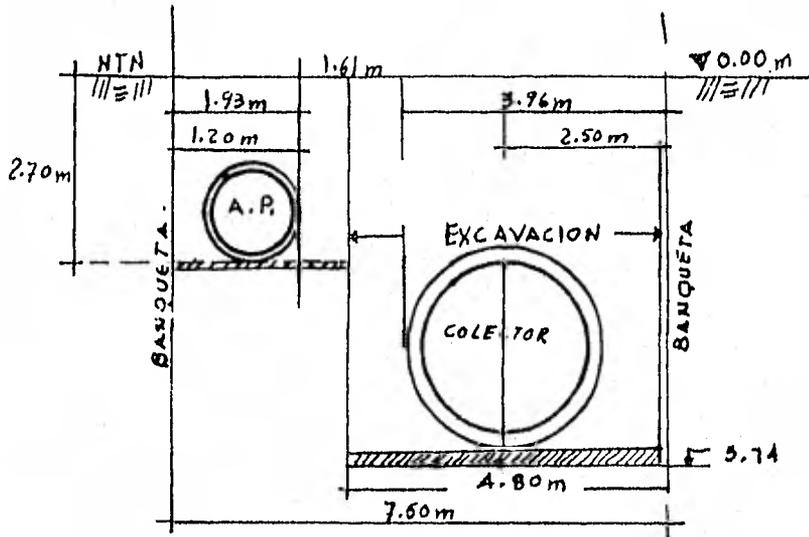


Tipo D

**Figura, 1.** Tipos de fondos de zanjas. Tipo A, el tubo descansa en el fondo sin apisonar. Tipo B, el tubo descansa en el fondo, con relleno apisonado hasta media altura. Tipo recomendado. Tipo C, tubo apoyado en calzos. Tipo D, tubo apoyado en calzos, con relleno apisonado hasta media altura.

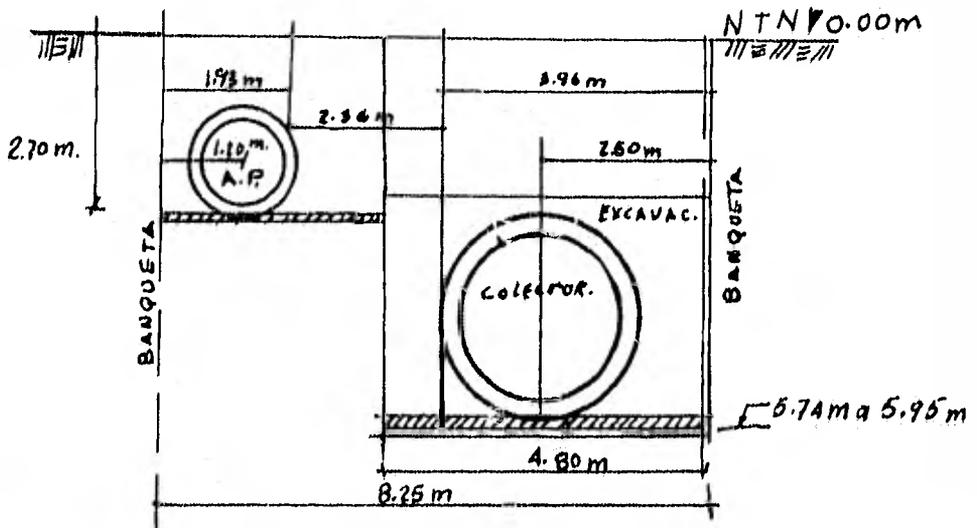


2do Corte (A 66m de General ANAYA) Sobre J. de La Granda



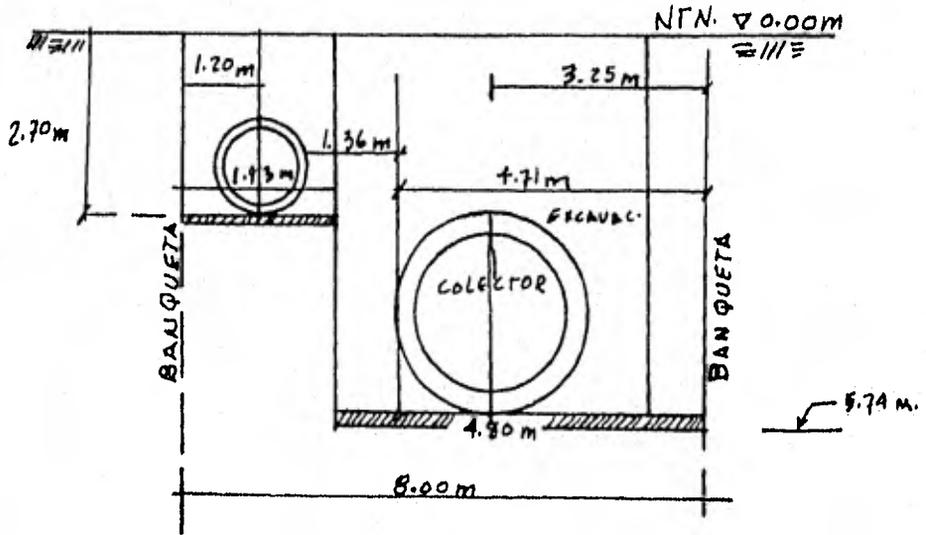
CORTE B-B'

3er Corte Transversal (5.00 antes de cda Candelaria)



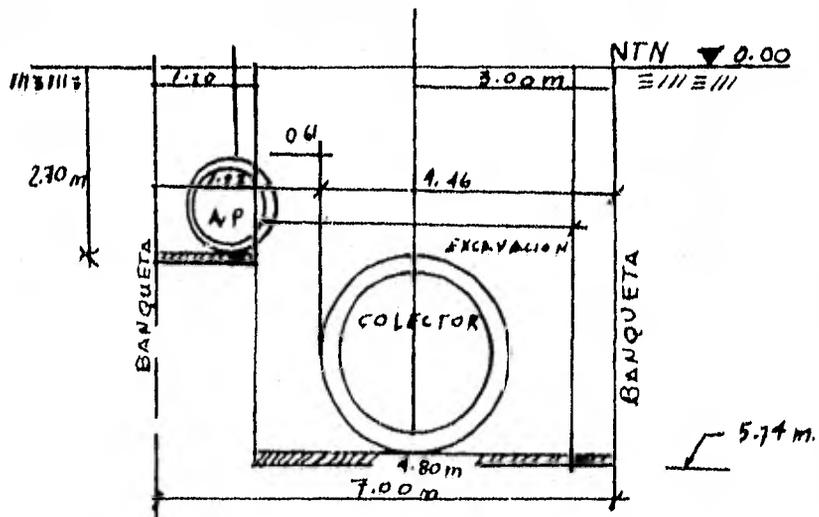
CORTE C-C'

4to CORTE TRANSVERSAL (5.00 despues de cda Candelaria)



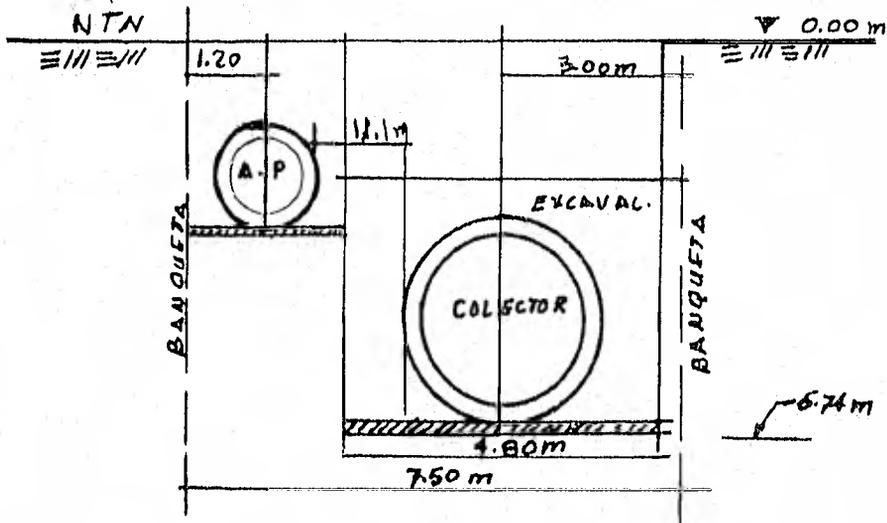
CORTE D-D'

5to CORTE TRANSVERSAL (a 71.00 m de cda Candelaria)



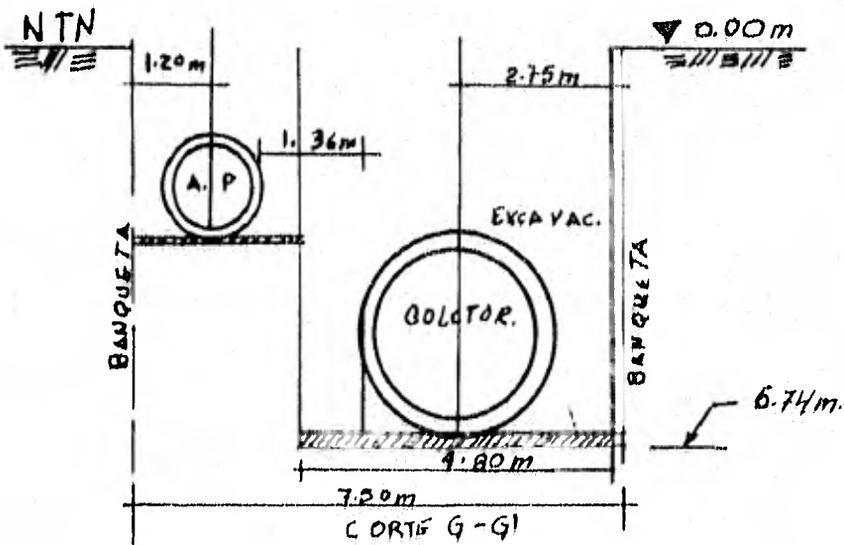
CORTE E-E'

6<sup>to</sup> CORTE TRANSVERSAL (A 6.50 m ANTES DE CORREGIDORA)

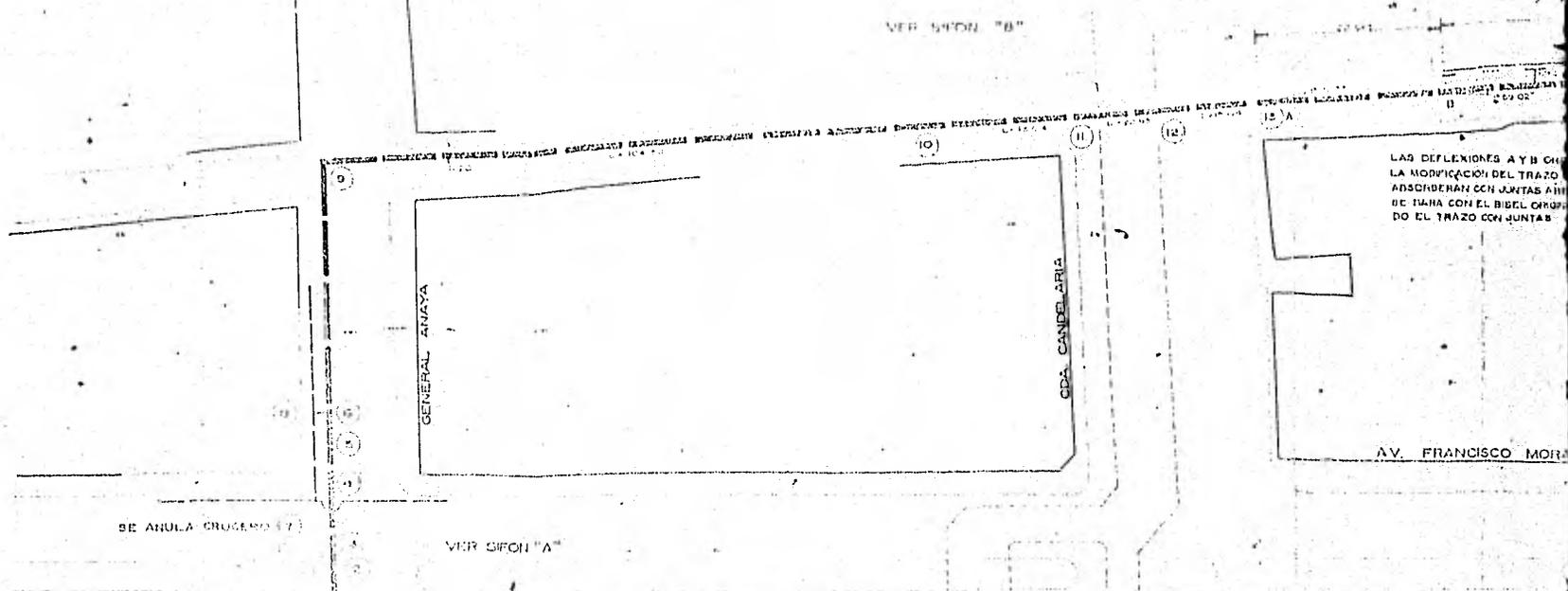


CORTE F-F'

7<sup>o</sup> CORTE TRANSVERSAL (30.00 MTS APROX DESPUES DE CORREGIDORA)



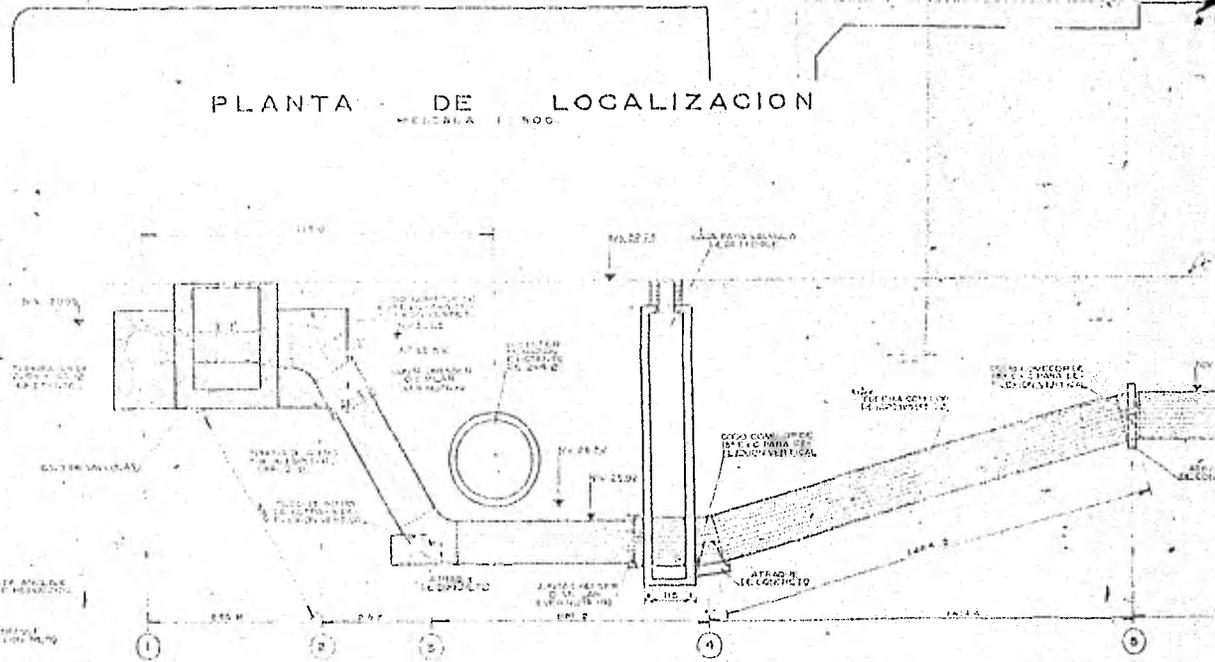
CORTE G-G'



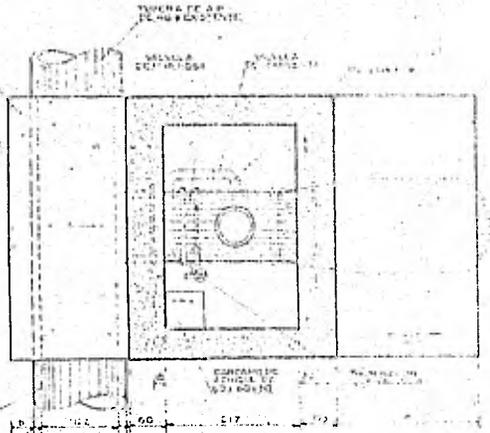
LAS DEFLECCIONES A Y B SON LA MODIFICACION DEL TRAZO ANTERIOR CON JUNTAS A UN DE TAMAÑO CON EL B DEL GRUPO DO EL TRAZO CON JUNTAS

ESTACION  
CANDELARIA

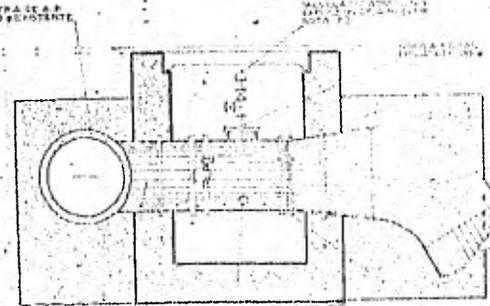
PLANTA DE LOCALIZACION  
Escala 1:500



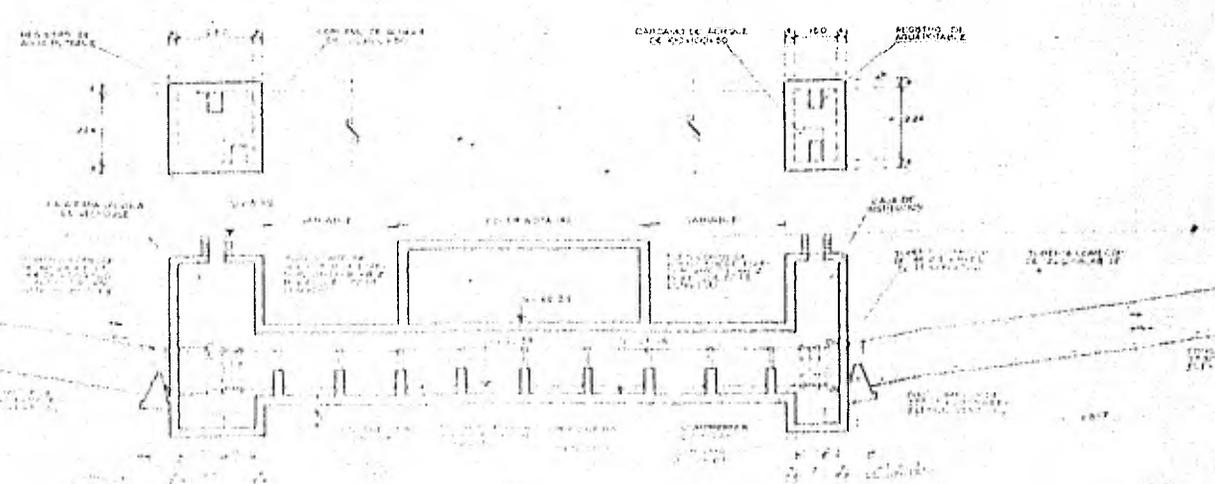
SIFON "A"  
Escala 1:500



PLANTA  
Escala 1:500



ELEVACION  
CAJA DE VALVULAS  
Escala 1:500



SIFON "B"

JUAN DE LA

GRANJA

CORREGIDORA

CALLE ALZA

AV. FRANCISCO MORAZAN

EJE DE METRO

AT 230 KV.

REGISTRO PARA COLECTOR

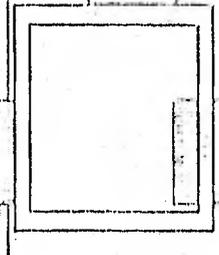
SE ANULA OPERACION DE CAJILLA DE VALVULAS



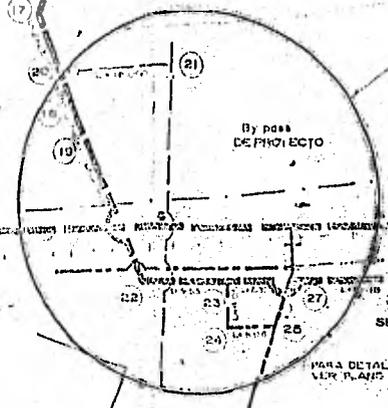
TAPAS PARA CAJA DE VALVULAS

COLECTOR DE PROYECTO

COLECTOR MORAZAN EXISTENTE



PLANTA



PARA MODIFICACION PLANO No. BI-OH-1

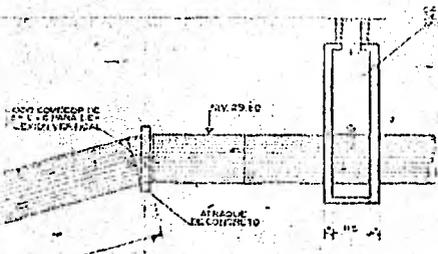
By pasa DE PROYECTO

SE ANULA CRUCERO

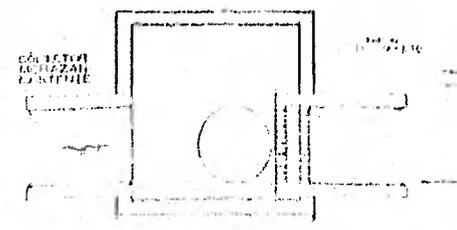
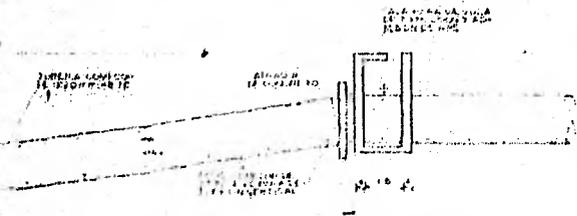
PARA DETALLES DEL SPON C VER PLANOS No. BO-CH-80008 E-6-825-P

CUADRO DE CRU

1	2	3	4
ENTDO.	ENTDO.	ENTDO.	ENTDO.
6	8 (21)	9	10 (11)
CAJA I-I-B	ENTDO.	ENTDO.	ENTDO.
15 (17)	16	20	22
ENTDO.	ENTDO.	CAJA I-I-B	ENTDO.
24	25	29	27 (28)
ENTDO.	VER NOTA 7	VER NOTA 20	ENTDO.



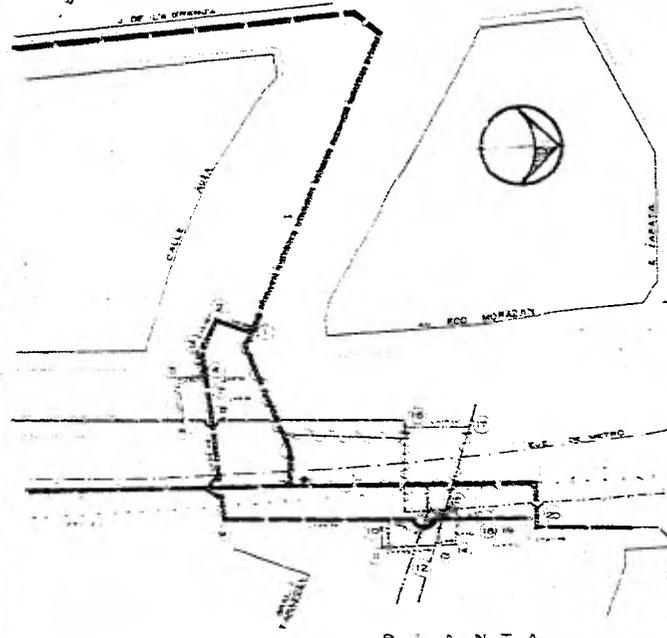
0.78.7



CORTE "D-D" CAJA DE VALVULAS DEL COLECTOR MORAZAN

CONEXION DE DESVIO TUBERIA DE A.P. 40" CON TUBERIA DE A.P. 20" (EXISTENTE)





**LISTA DE PIEZAS DE P.R.**

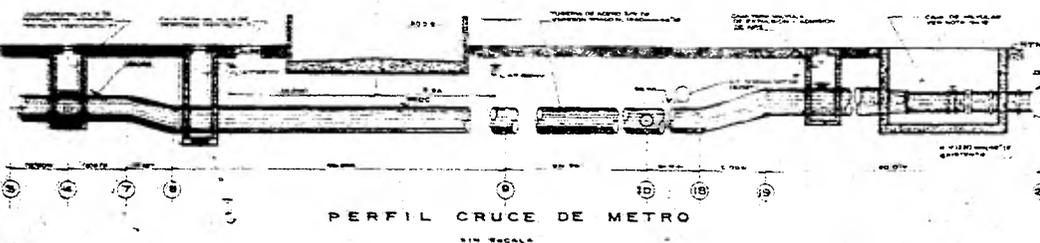
DESCRIPCION	SYMBOLO	QTY	NO.	QTY
CANALIZACION	(Symbol)	1	1	1
...	...	...	...	...

**SIMBOLOGIA**

CONCEPTO	FOR EXTRAER	EXISTENTE	PROYECTO
...	(Symbol)	(Symbol)	(Symbol)
...	(Symbol)	(Symbol)	(Symbol)

**DESCRIPCIONES**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ENTDO	ENTDO	ENTDO	CAJA 1-1-B	ENTDO	ENTDO	ENTDO	ENTDO	R-1-2-U	ENTDO
ENTDO	ENTDO	CAJA 3-2-B	ENTDO	ENTDO	ENTDO	ENTDO	ENTDO		



**ARREGLO DE PIEZAS (LAY OUT)**

DESCRIPCION	CANALIZACION	LONGITUD	CAD. PZA. POLIGONAL	ANGULO ENTRE CRUCELOS
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...



- NOTAS:**
1. DIFERENCIA EN ALTA DE MEDIDA A NIVEL MEDIO EN LAS...
  2. LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA EN SONDA DE 10 METROS...
  3. LAS PIEZAS ESPECIALES DE CEMENTO TIENEN UN GRADO DE...
  4. EL MATERIAL DE PAVIMENTO DE LA TUBERIA DEBE SER...
  5. EN TODAS LAS PIEZAS DEBEN DE ESTAR MARCADAS LAS...
  6. LAS BARRAS DE ACERO DEBEN ESTAR EN LAS ENTALDAS...
  7. EL AREA DE LA TUBERIA DEBE SER DE 1.20 METROS...
  8. EN LAS TUBERIAS DE 1.20 METROS DE DIAMETRO...
  9. EL MATERIAL DE LA TUBERIA DEBE SER DE UN GRADO...
  10. EL MATERIAL DE LA TUBERIA DEBE SER DE UN GRADO...
  11. LAS CONEXIONES EN EL NIVEL DE LA TUBERIA DEBEN...
  12. EL MATERIAL DE LA TUBERIA DEBE SER DE UN GRADO...
  13. EN LA LATA DE PIEZAS ESPECIALES DE ALTA DEBEN...
  14. EL MATERIAL DE LA TUBERIA DEBE SER DE UN GRADO...

APROBADO POR: [Signature]

FECHA: JUN 10 1964

ENCARGADO DE LINEAS: [Signature]

FECHA: [Signature]

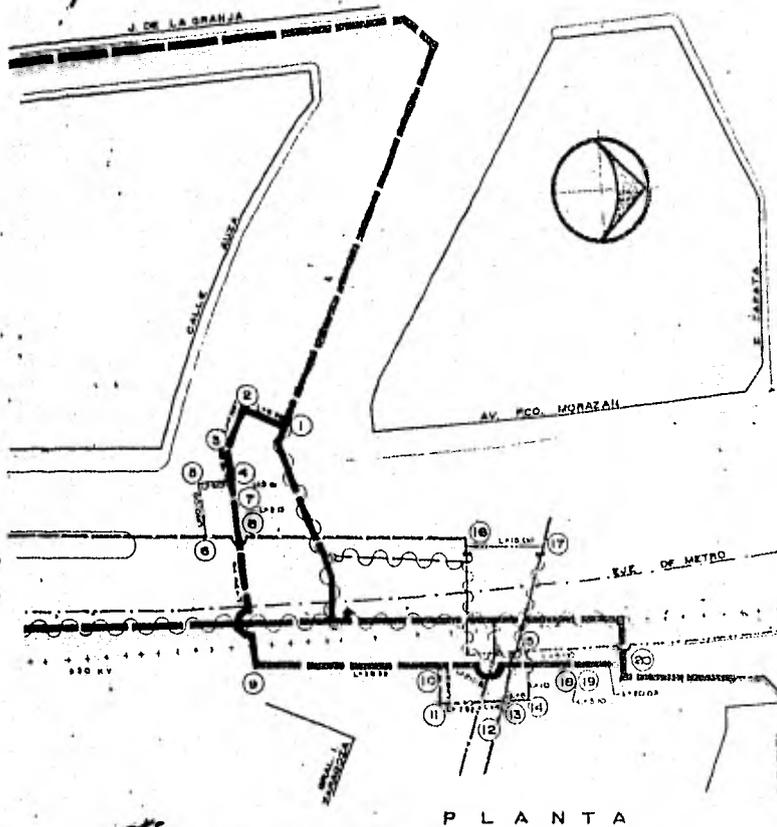
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DESIGNO DEFINITIVO DE 40' DE A.P. EN ALZA Y MORAZAN.

FLORICEL LAMPUS R. (P. 10)

ESCALA: 1/1000

ACOTACIONES: CMS



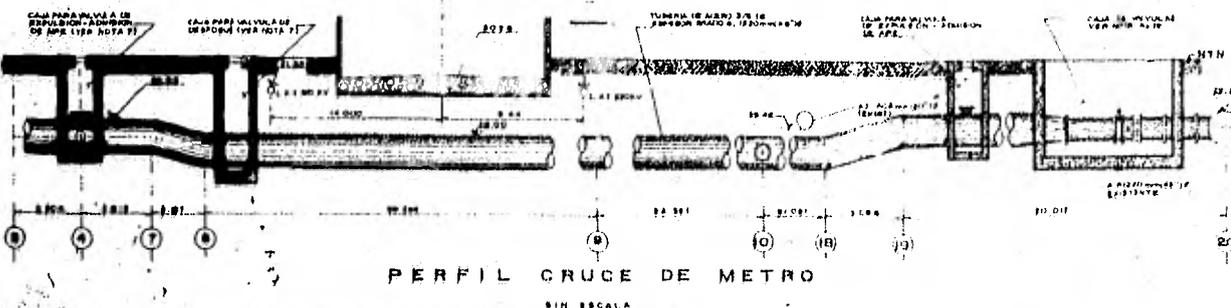
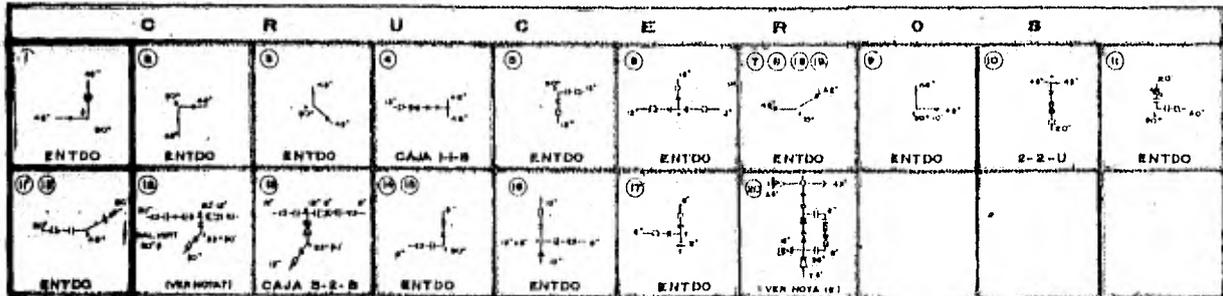
PLANTA

1:100 = 0:000

LISTA DE PIEZAS DE F. F.					
DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	80°	90°	100°	120°
CANALIZACION		1	1	1	1
COJO BREVADO 40°		1	1	1	1
COJO BREVADO 90°		1	1	1	1
TE INTRADA		1	1	1	1
EXTREMIDAD BREVADA		1	1	1	1
JUNTA OBLICUA		1	10	10	10
UNION A LA CORONA		1	1	1	1
IMPACTO DE LINDERO		10	10	10	10
TRINCHERA		1	1	1	1
UNION TUBO-TUBO		1	1	1	1
REDUCCION BREVADA		1	1	1	1
COJO BREVADO 45°		1	1	1	1

BIMBOLOGIA

CONCEPTO	POREXTRAR	EXISTENTE	PROYECTO
APARADO			
APARADO			
APARADO			
COJO A 90°			
UNION TUBO-TUBO			
REDUCCION BREVADA			
JUNTA OBLICUA			
ATRIQUE			
VALVULA DE MANEJO Y REGULACION DE AIRE			
PARRA DE RECOLECCION			
MARMOLA DE CUBIERTO			
PLATO QUEMADA COPIADO			



PERFIL CRUCE DE METRO

SIN ESCALA

NUMERO	DESCRIPCION	CAN-TIDAD	LONGITUD		CAD. PZA. COLOCADA	LONGITUD ENTRE CRUCEROS
			INDICADA	TOTAL		
1	TRAMO DE ENTDO 180° 1/2\"/>					
2	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
3	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
4	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
5	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
6	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
7	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
8	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
9	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
10	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
11	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
12	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
13	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
14	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
15	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
16	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
17	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
18	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
19	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
20	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
21	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
22	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
23	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
24	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
25	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
26	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
27	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
28	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
29	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
30	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
31	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
32	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
33	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
34	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
35	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
36	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
37	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
38	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
39	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
40	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
41	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
42	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
43	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
44	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
45	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
46	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
47	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
48	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
49	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
50	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
51	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
52	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
53	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
54	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
55	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
56	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
57	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
58	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
59	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
60	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
61	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
62	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
63	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
64	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
65	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
66	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
67	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
68	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
69	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
70	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
71	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
72	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
73	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
74	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
75	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
76	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
77	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
78	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
79	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
80	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
81	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
82	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
83	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
84	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
85	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
86	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
87	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
88	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
89	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
90	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
91	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
92	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
93	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
94	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
95	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
96	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
97	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
98	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
99	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					
100	TRAMO TUBO DE ACRISO 3/8\"/>					



ESCALA: INDICACION



CAPITULO II  
PRUEBA DE CAMPO  
ESPECIFICACIONES

Especificaciones para pruebas de campo de tuberías - de concreto y alambre de acero de refuerzo según "JOURNAL AMERICAN WATER WORKS".

La presión de prueba según especificaciones será de 150 a 200 PSI y el agua de repuesto en el dispositivo de prueba será de 100 galones por día por pulgada de diámetro y por milla de longitud.

Las unidades del PSI son lb/pulg<sup>2</sup>.

Transformando a Kg/cm<sup>2</sup> tenemos que:

Para 150 PSI la presión será:

$$P = \frac{150 \times 0.454 \text{ Kg}}{(2.54)^2 \text{ cm}^2}$$

$$P = 10.55 \text{ Kg/cm}^2$$

Para 200 PSI la presión será:

$$P = \frac{200 \times 0.454 \text{ Kg}}{(2.54)^2 \text{ cm}^2}$$

$$P = 14.07 \text{ Kg/cm}^2$$

Las condiciones de la "AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION" exigen que no se acepte ninguna instalación hasta que sus pérdidas sean inferiores a las indicadas por la fórmula.

$$L = \frac{N D \sqrt{P}}{328}$$

En la que L es la pérdida permisible en l.p.h., N es el número de juntas a lo largo de la tubería, D es el diámetro nominal de la misma en cm, p es la presión media de prueba durante el ensayo, en Kg/cm<sup>2</sup>. Esta fórmula dará 66 Litros por 24 horas por Kilometro, por centímetro de diámetro nominal, para tuberías de tramos de 3.6m. a una presión de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

EL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL especifica que la tubería deberá permanecer llena por espacio de 24 horas antes de efectuarse la prueba hidrostática, para permitir que el concreto de la tubería logre su saturación.

Una vez alcanzada la saturación se aplicará una presión hidrostática con valor de 7.0 kilogramos por centímetro cuadrado, la cual se mantendrá durante un lapso de 24 horas, inyectando agua mediante la bomba y cuantificándola con medidores.

En ningún caso las fugas excederán de los valores indicados en la tabla siguiente y no será permitida ninguna fuga individual que a juicio del Ingeniero pueda construirse en peligro para la tubería, su cimentación, su relleno o el área circundante:

Las tuberías para el desvío de 48" de diámetro de este trabajo, fueron probadas de acuerdo a lo especificado por el DDF.

FUGAS PERMISIBLES EN TUBERIAS DE CONCRETO PRE -  
ESFORZADO

Diámetro del tubo		Presión de prueba		Fugas por -
m.	pulg.	Kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	Cada 500 m. Lts./hora
0.91	36	7.03	100	74
0.75	30	7.03	100	62
1.22	48	7.03	100	98
1.83	72	7.03	100	148

#### PRESION INTERNA DE TRABAJO.

La presión a la que trabaja la tubería de agua es - de  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$ , correspondientes a una columna de agua de 35 Metros de altura; con presiones inferiores a  $3.5 \text{ Kg/cm}^2$ , no se alcanzará la de  $1.4 \text{ Kg/cm}^2$  en los grifos del - último piso de las casas de seis plantas, mientras las - inferiores a  $2.1 \text{ Kg/cm}^2$ , son insuficientes para suministrar agua a los pisos superiores de los edificios de cuatro plantas.

En los momentos de fuerte demanda producida por las bombas de incendios, puede permitirse una caída de presión, pero no hasta menos de  $1.4 \text{ Kg/cm}^2$ , en las cercanías del incendio.

La "AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION" recomienda una presión estática normal de  $4.2$  a  $5.3 \text{ Kg/cm}^2$ , para ofrecer las siguientes ventajas.

- 1.- Es suficiente para atender el consumo ordinario de edificios que tengan hasta 10 pisos de altura.
- 2.- Hace posible establecer un servicio automático efectivo de cortinas de agua (rociadores) en las casas de - cuatro o cinco pisos.

3.- Permite establecer un servicio directo para un número reducido de bocas para mangueras, asegurando con ello una acción rápida en los servicio de incendio.

4.- Permite una amplia fluctuación de las presiones ó para compensar las pérdidas debidas a obstrucciones o a una excesiva longitud de las tuberías en servicio.

## PRESION Y PRUEBA DE CAMPO

Llenado y prueba de la línea.

Llenado progresivo.

Jamás se insistirá bastante sobre la conveniencia de un llenado lento y progresivo de la conducción, comenzando tan pronto sea posible después de la colocación:

El concreto de los tubos, parcialmente seco antes de la colocación, recuperado de su contracción mejora sus características mecánicas y de impermeabilidad.

El aire en la línea, en particular el confinado en las juntas, se evacúa lenta y completamente.

La cama de apoyo se carga y asienta progresivamente.

La estabilidad de la conducción se mejora frente a los riesgos de flotación en caso de inundación de la zanja.

La capacidad requerida a los equipos de relleno (conexiones, bomba) se minimiza.

Las juntas con fugas pueden ser descubiertas a tiempo.

La prueba de la conducción puede ser ejecutada poco después de la instalación, lo que reduce el lapso de recepción y puesta en servicio.

## TRAMOS DE PRUEBA

Las pruebas hidráulicas pueden ser efectuadas:

Entre válvulas de seccionamiento o entre atraques provisionales.

Sobre conducción no equipada taponada o de preferencia sobre conducción completamente equipada (ventosas, desfogues)

Sobre conducción parcial o completamente cubierta (pero es deseable dejar las juntas al descubierto)

El largo de los tramos es pues muy variable en función de las características de la conducción y de circunstancias muy diversas. Sin embargo, conviene seccionar — suficientemente para cubrir a tiempo los eventuales defectos,

Fugas en juntas

Atraques o anclajes insuficientes

Válvulas no herméticas

Ventosas defectuosas, etc.

## PRESION Y DURACION DE LA PRUEBA

La presión de prueba está precisada en el proyecto- pero es oportuno mencionar los siguientes puntos:

Una presión de prueba más alta que la máxima presión de servicio incrementa la cantidad de concreto de las — obras de atraques y anclajes.

Determinar la presión de prueba multiplicando la — presión de servicio por un coeficiente constante ( por — ejemplo 1.25) es irracional. En efecto, el coeficiente — de seguridad podría ser excesivo para los tubos de clases de presión elevadas y al mismo tiempo insuficiente para los tubos de clases de baja presión.

En nuestra opinión La prueba debe realizarse en dos . etapas, bajo dos diferentes presiones;

### 1) Prueba de estabilidad de la línea

Es una prueba de corta duración a presión lo más — próxima posible de la máxima de servicio.

El valor de esta presión máxima de servicio tiene — en cuenta las sobrepresiones estimadas de acuerdo con un

serio estudio hidráulico en función de los dispositivos de protección previstos.

La duración de esta prueba debe ser lo justamente suficiente para permitir recorrer el tramo y comprobar la ausencia de anomalías.

2) Prueba de estanqueidad de la conducción

Prueba de más larga duración, a presión estática (o la presión más cercana posible de la presión máxima en régimen de escurrimiento permanente).

Esta prueba tiene por objeto medir la cantidad de agua a inyectar en la conducción para mantener la presión constante.

La prueba dura normalmente 24 horas en una línea no rellena a fin de eliminar el efecto de las variaciones de temperatura en el curso de una jornada. Su duración puede ser reducida en el caso de una línea tapada a partir del momento donde la tasa de pérdidas se mantiene constante o regularmente decreciente.

#### CONDICIONES DE PRUEBA

La prueba de estanqueidad no alcanza su plena significación si no se produce después de:

Purga completa de aire en la línea

Saturación integral de agua en el concreto

Estas dos condiciones suponen que la línea ha sido:

Llenada lentamente

Mantenida llena por un período de una a tres semanas

#### LLENADO DE LA CONDUCCION

Como ya se dijo, el llenado debe ser tan lento como sea posible. En caso de llenado rápido, conviene adoptar una tasa muy moderada.

Como regla práctica puede decirse que la tasa de llenado no debe exceder del 6% del escurrimiento normal de la línea.

#### COLMATADO

El colmatado es el período de empape de agua sobre el concreto parcialmente desecado, para hacerle volver lentamente a un estado de saturación.

Para dar una evaluación indicativa de esta cantidad, se necesita precisar que el concreto del tubo primario si estuviera completamente seco, para ser saturado de nuevo- debería absorber una cantidad de agua igual a 3.50% aproximadamente del peso del concreto seco.

#### CRITERIO DE RECEPCION

En el momento de la prueba de conducción, la pérdida registrada en 24 horas depende:

Del grado de saturación (colmatado)

De la evacuación del aire confinado en las juntas

De la permeabilidad del concreto

La pérdida debe disminuir con el tiempo.

La experiencia permite considerar en forma simple que la conducción es aceptable cuando la pérdida en 24 horas es inferior al 1/1000 del volúmen de la conducción.

Diámetro Nominal	Pérdida tolerable en 24 Horas lts./Km)	
	Serie normal	Serie reforzada
750	465	442
900	665	636
1000	817	785
1100	985	950
1200	1167	1130
1300	1368	1327
1400	1584	1539
1500	1815	1767
1600	2061	2010
1700	2323	2270
1800	2601	2545
1900	2895	2835
2000	3205	3142
2100	3520	3464

puede observarse que:

Este criterio es más favorable a tubos de gran diámetro.

Las pérdidas reales observadas después del colmatado decrecen hacia valores muy inferiores, del orden de 1/3000 a los 6 meses de servicios (en 24 h); y 1/10000 a los 2 años de servicios (en 24 h).

#### PROCESO DE LA PRUEBA

En la prueba de un tramo se procederá como sigue:

Llenando tan lento como sea posible (tasa máxima correspondiente a un llenado de 0.25 metros de conducción por segundo)

Purga cuidadosa de aire

Lento levantamiento de la presión hasta la presión de prueba de estanqueidad

Exámen de la conducción y atraques.

Medición de pérdidas

Elevación progresiva de la presión hasta la máxima de prueba de estabilidad.

Prueba de estabilidad

Exámen del comportamiento de atraques

Baja lenta de la presión hasta la correspondiente a

prueba de estanqueidad.

Prueba oficial de estanqueidad en 24 horas

Mantenimiento de la presión

Medición de pérdidas

Recepción del tramo cuando la pérdida en 24 horas es inferior al 1/1000 del volumen del tramo.

#### MATERIAL DE LA PRUEBA

Los extremos de la conducción son obturados con tapas de placa de acero herméticas con salidas tubulares:

De llenado

De purga de aire

De subida de presión

El llenado efectuado dentro de lo posible durante la colocación se completa:

Por bomba

o por conexión de una línea de presión existentes - por los tapones de las extremidades

Por conexiones a una pieza tubular

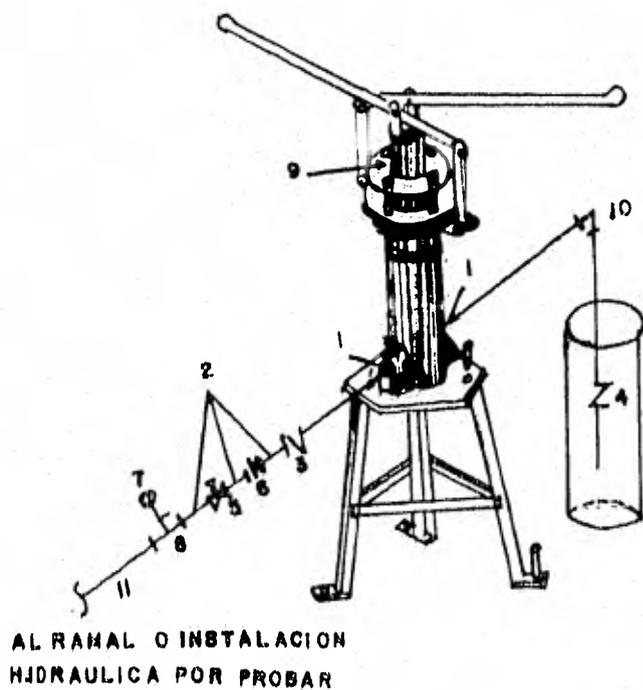
El puesto de prueba se conectará a una pieza tubular en un punto fácilmente accesible de la conducción:

El puesto de prueba contará esencialmente con:

Una bomba de alta presión

Un dispositivo de medición

# BOMBA DE PRUEBA



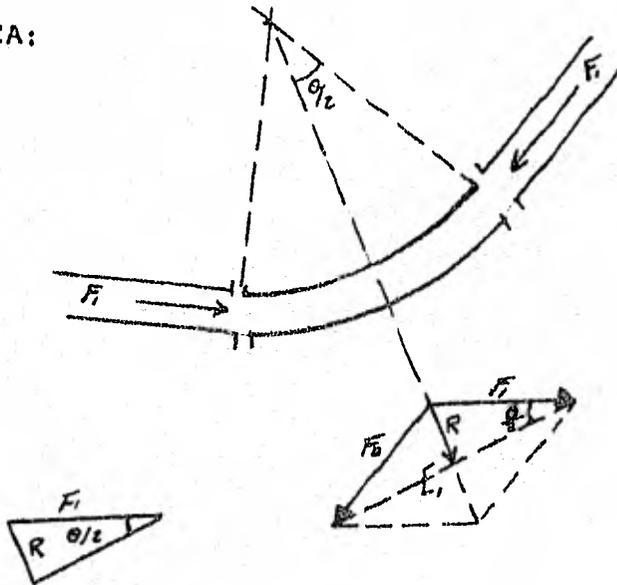
AL RAMAL O INSTALACION  
HIDRAULICA POR PROBAR

FIG 2

ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE UNA BOMBA DE  
PRUEBA

- 1 2 REDUCCIONES
- 2 3 NIPLES CUERDA
- 3 1 CHECK HORIZONTAL
- 4 1 CHECK VERTICAL
- 5 1 VALVULA DE GLOBO
- 2 COPLES (A MANOMETRO Y LINEA POR PROBAR)
- 6 1 TUERCA UNIVERSAL
- 7 1 MANOMETRO
- 8 1 TEE
- 9 1 PISTON 2 1/4"  
RECORRIDO 8"
- 10 TOMA 1/2"
- 11 DESCARGA 1"

RESULTANTE EN UN CAMBIO DE DIRECCION DEBIDO A LA PRESION ESTATICA:



$$F_i = AhW = AP$$

E, Debido a presión estática.

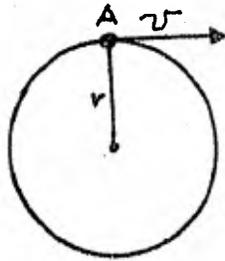
$$E_i = 2F \sin \theta/2$$

$$E_i = 2AP \sin \theta/2$$

Los juntas no toman esfuerzos longitudinales.

### MOVIMIENTO CIRCULAR

En el punto "A" en un móvil de masa  $m$  se mueve con una velocidad tangencial



$v$  = Velocidad tangencial del móvil

$$v = \frac{\text{arco}}{t} \quad \dots \quad 1$$

$w$  = Velocidad angular

$$w = \frac{\text{angulo}}{t} \quad \dots \quad 2$$

Expresar la velocidad tangencial " $v$ " en función de la velocidad angular " $w$ "

por definición

$$\text{Angulo} = \frac{\text{Arco}}{r} \quad \dots \quad 3$$

En la ecuación 2 poner el valor de la ecuación 3

$$w = \frac{\text{arco}}{rt} \quad \dots \quad 4$$

$$\text{arco} = Wrt \text{ --- 5}$$

Sustituyendo el valor de 5 en 1

$$V = \frac{Wrt}{t}$$

$$V = Wr \text{ --- 6}$$

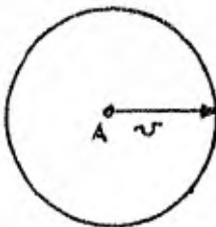
Expresando la ecuación 6 en palabras tenemos que:

La velocidad tangencial  $V$ , es igual a la velocidad angular ( $W$ ) por el radio ( $r$ )

#### ACELERACION

Considerar la velocidad  $V$  como un vector que cambia de posición con el tiempo.

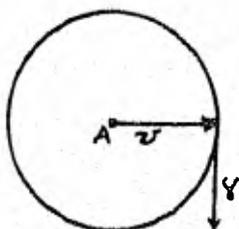
puede considerarse que el vector gira con centro de rotación en círculo.



En general, aceleración es el cambio de velocidad con

el tiempo hay cambio en la velocidad, cuando su valor absoluto  $|V|$  cambia, ó cuando cambia su dirección, aun cuando la magnitud de  $V$  permanezca constante.

En este caso, hay solo cambio de dirección, y por lo tanto, hay aceleración.



Se puede considerar la aceleración como la velocidad tangencial de la punta del vector  $V$  y aplicar la ecuación 6 a la punta del vector.

$\gamma =$  Velocidad tangencial de la punta del vector.

$\gamma =$  Velocidad angular  $\times$  radio del vector.

$$\gamma = \omega V \text{ --- 7}$$

de la ecuación 6

$$V = Wr$$

$$\gamma = W Wr$$

$$\gamma = W^2 r \quad \dots \quad 7$$

Despejando W de 6 y elevando al cuadrado se tiene:

$$W^2 = \frac{V^2}{r^2}$$

$$\gamma = \frac{V^2}{r^2} r$$

$$\gamma = \frac{V^2}{r}$$

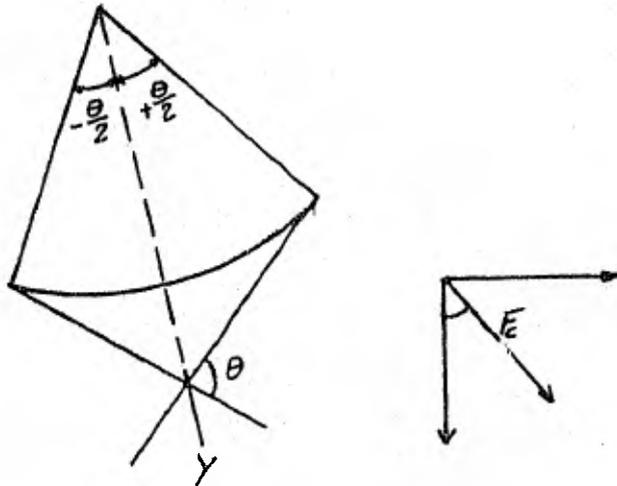
La fuerza centrífuga de un cuerpo de masa m que se mueve en círculo:

$$F_c = m$$

6

$$F_c = m \frac{V^2}{r}$$

Sí llamamos  $F$  a la fuerza centrífuga por unidad de longitud de arco,



Cada fuerza se puede descomponer en 2 componentes. (en forma semejante al tubo con presión interior) una paralela al eje (  $OY$  ) y otra perpendicular.

Todas las perpendiculares al eje ( $OY$ ) se anulan todas. las paralelas al eje ( $OY$ ) se suman para una longitud elemental de arco  $r d\alpha$  la fuerza será  $f \cos \alpha \cdot r d\alpha$

La fuerza total:

$$F = \int_{-\frac{\theta}{2}}^{\frac{\theta}{2}} f \cos \alpha r d\alpha$$

$$F_c = fr \int_{-\frac{\theta}{2}}^{+\frac{\theta}{2}} \cos \alpha \, d\alpha$$

$$F_c = fr (\sin \alpha) \Big|_{-\theta/2}^{\theta/2}$$

$$F_c = fr \left[ \sin \frac{\theta}{2} - \sin \left(-\frac{\theta}{2}\right) \right]$$

$$F_c = fr \left( \sin \frac{\theta}{2} + \sin \frac{\theta}{2} \right)$$

$$F_c = 2 fr \sin \frac{\theta}{2}$$

Para

$$f = m \left( \frac{v^2}{r} \right)$$

Por lo tanto

$$F_c = 2 \frac{m v^2}{r} \times \sin \frac{\theta}{2}$$

$$F_c = 2 m v^2 \sin \frac{\theta}{2}$$

m es la masa del agua en la unidad de longitud del tubo.

$$m = \frac{A \cdot \rho}{g}$$

$w$  = peso de la unidad de volumen del agua.

$$F_c = 2 \frac{Aw}{g} v^2 \sin \frac{\theta}{2}$$

La resultante de la presión hidrostática.

$$E = 2AP \sin \frac{\theta}{2}$$

$E$ , es la fuerza total que debe resistir al atroque

$$F_T = E + F_c$$

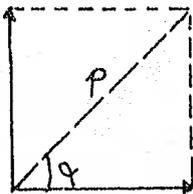
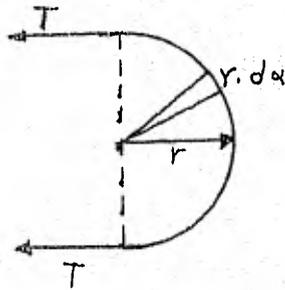
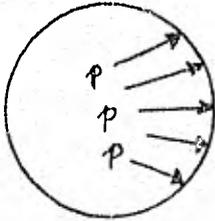
$$F_c = 2 \frac{Aw}{g} v^2 \sin \frac{\theta}{2}$$

$$E = 2AP \sin \frac{\theta}{2}$$

$$F_T = 2AP \sin \frac{\theta}{2} + 2 \frac{Aw}{g} v^2 \sin \frac{\theta}{2}$$

$$F_T = 2A \left( P + \frac{wv^2}{g} \right) \sin \frac{\theta}{2}$$

# Tensión del anillo



$$\underbrace{P \cos \alpha}_{\text{fuerza}} \cdot \underbrace{d\alpha \cdot r}_{\text{area}}$$

Para el diagrama de la derecha, todas las fuerzas verticales se anulan y todas las horizontales se suman.

$$P = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} P \cos \alpha \, d\alpha \cdot r$$

$$P = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} p \cos \alpha \, d\alpha \cdot \frac{d}{2}$$

$$P = \frac{pd}{2} \left( \sin \alpha \right)_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}}$$

$$P = \frac{Pd}{2} \left[ \sin \frac{\pi}{2} - \sin \left( -\frac{\pi}{2} \right) \right]$$

$$P = \frac{Pd}{2} \left[ \sin 90^\circ - \sin (-90^\circ) \right]$$

$$P = \frac{Pd}{2} [1 - (-1)]$$

$$P = \frac{Pd}{2} (2)$$

$$P = Pd$$

$$P = 2T = Pd$$

$T =$  Tensión por unidad de longitud de Tubo

Si  $t =$  espesor

$S =$  La fatiga

$$T = \frac{Pd}{2}$$

$$r = \frac{d}{2}$$

$$T = Pr$$

$$S = \frac{Pr}{t}$$

### CAPITULO III

#### DISEÑO DE ATRAQUES

##### DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Tubos enterrados.

Dependiendo de la fricción que se desarrolle entre el tubo el material de relleno y el tipo de juntas que se usen en cada caso, es a menudo necesario limitar el movimiento del tubo y de las conexiones, para lo cual comunmente se usan atraques de concreto, especialmente en los codos, tees, reducciones, válvulas, tapas ciegas, etc. Las dimensiones de los atraques depende de la presión interna, del diámetro del tubo, el tipo de conexión y la capacidad de carga del suelo que lo rodea. Para los codos el empuje resultante puede ser determinado por la fórmula siguiente:

$$R = 2AP \sin \frac{\alpha}{2}$$

R= Empuje de la tubería en toneladas.

A= Area de la sección transversal del tubo, en M<sup>2</sup>.

P= Presión interna de la tubería expresada en ton/M<sup>2</sup>

$\alpha$ = Angulo de deflexión.

Empuje (en ton.) para conexiones en tuberías de  
agua con presión igual 7 K/cm<sup>2</sup>.

Diámetro en pulgada	Codo 22°30	Codo 45°	Codo 90°	tee y tapa ciega.
14	2.72	5.33	9.89	6.99
16	3.54	6.96	12.89	9.08
18	4.49	8.80	16.34	11.55
20	5.53	10.89	20.15	14.25
24	7.99	15.70	29.05	20.52
30	12.43	24.51	45.40	32.09
36	17.93	35.23	65.37	46.21
42	24.51	48.12	88.89	62.87
48	32.20	62.65	118.94	82.17
54	40.40	79.45	146.64	103.96
60	49.94	98.06	181.60	128.34
66	60.38	118.94	219.73	155.26
72	71.73	141.19	261.05	184.77
78	84.21	165.71	306.45	216.92
84	98.06	192.49	355.93	251.60
90	112.13	220.64	408.60	288.23
96	127.57	251.06	463.08	328.60
108	162.53	318.25	589.29	415.86

120	200.66	392.71	726.40	513.47
132	242.89	476.70	880.76	621.07
144	288.74	566.59	1,046.47	739.38
156	339.13	663.29	1,228.07	867.73
168	394.07	771.80	1,426.01	1,006.38
180	451.73	885.30	1,634.10	1,155.29
192	513.47	1,007.88	1,861.40	1,300.80
204	580.66	1,137.27	2,102.02	1,483.89
216	649.22	1,273.47	2,356.26	1,163.59
228	724.13	1,418.75	2,619.58	1,853.59
240	803.58	1,573.11	2,910.14	2,053.85

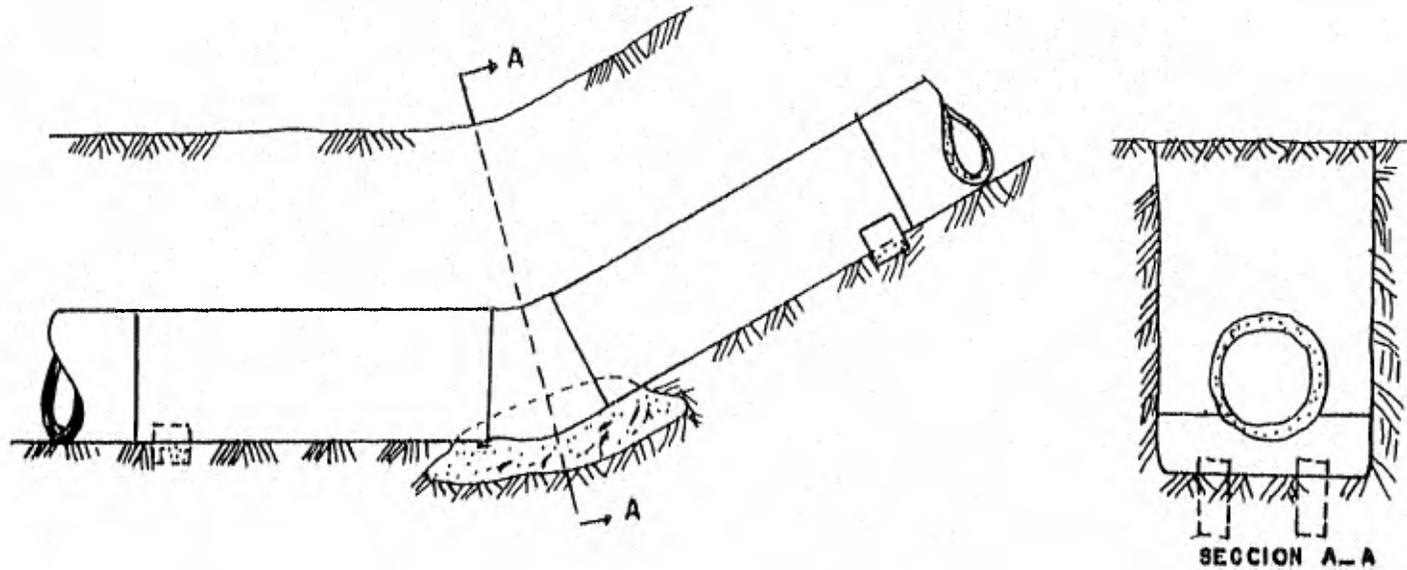
La tabla anterior da los valores de la resultante de los - empujes para diferentes conexiones.

Dividiendo estos valores entre esfuerzo permisible del terreno circundante se obtiene el área en m<sup>2</sup> requerido para resistir dicho empuje.

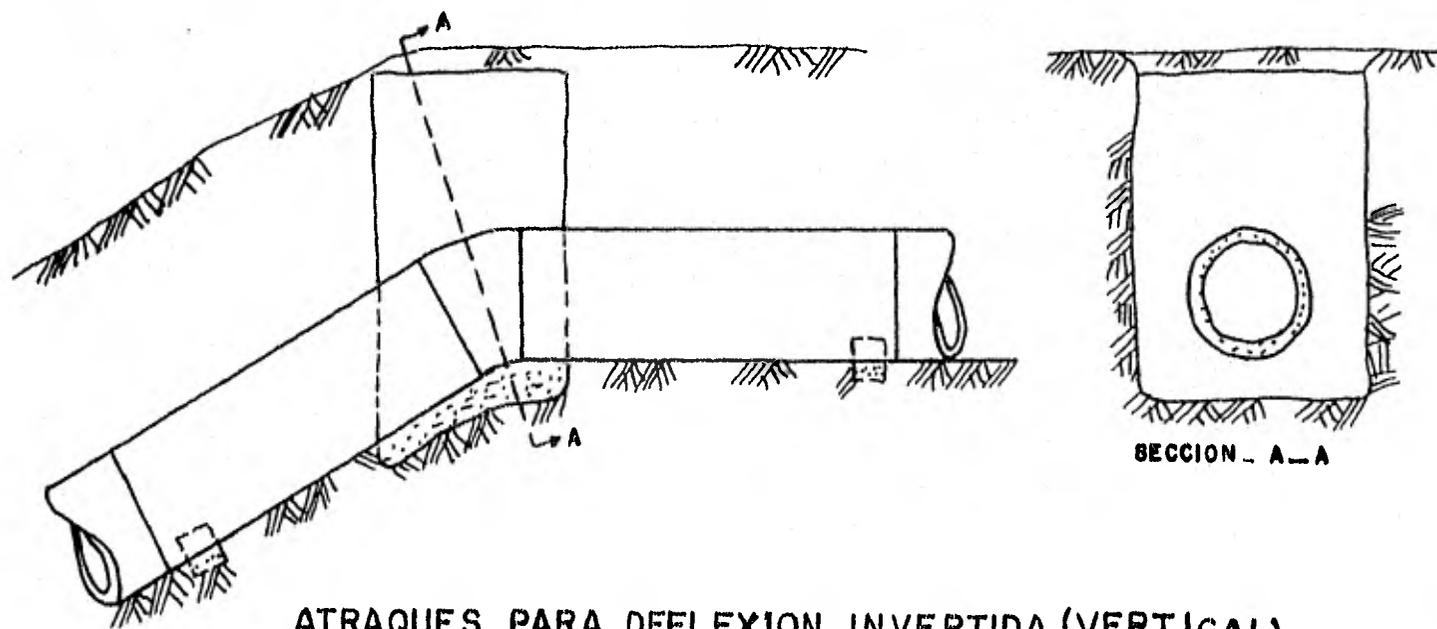
Esfuerzo permisibles comunmente usados  
para diferentes tipos de suelos.

Tipo de suelo	Esfuerzo permisible.	
	Ton/m <sup>2</sup>	
	Mínimo	Máximo
Suelos aluviales	4.88	9.16
Arcilla suave	9.76	19.50
Arena	19.50	29.30
Arena y grava	29.50	39.10
Arena y grava con arcilla	39.10	58.60
Pizarra	58.60	97.60
Roca	97.60	146.00

# TIPOS DE ATRAQUES

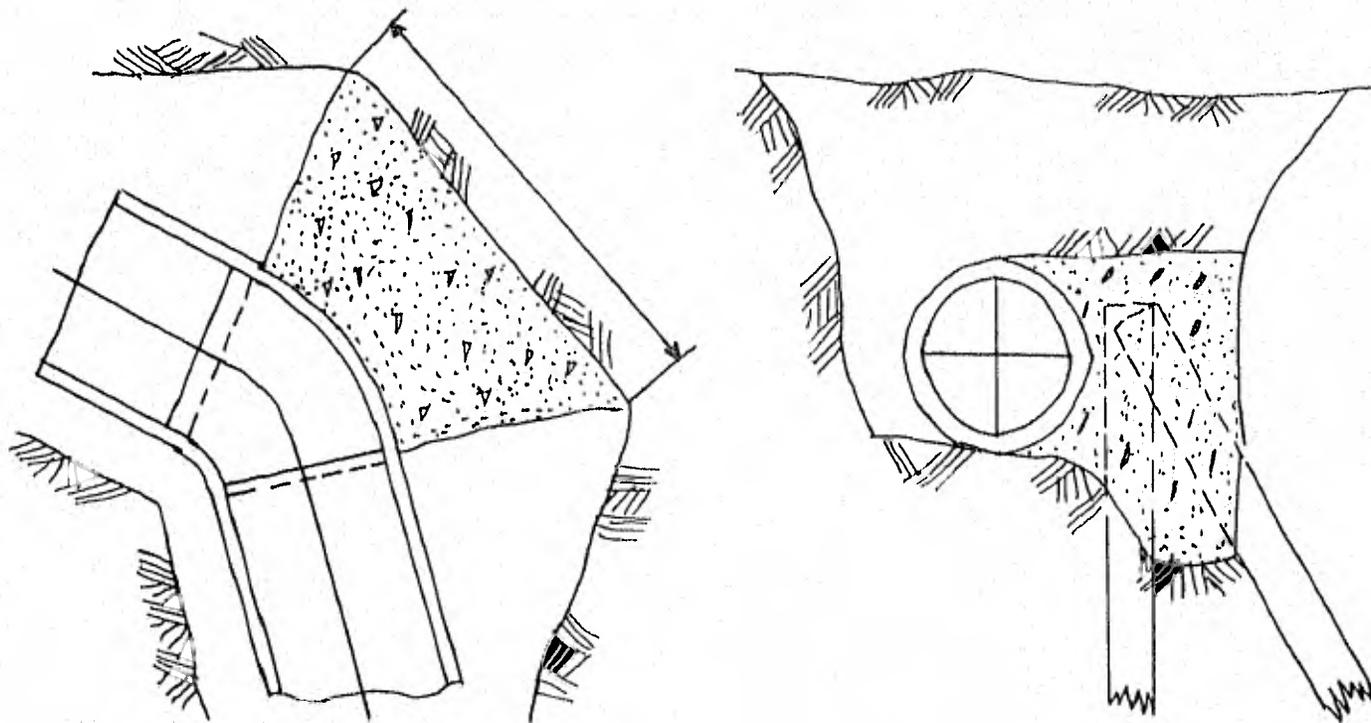


ATRAQUE PARA DEFLEXION VERTICAL



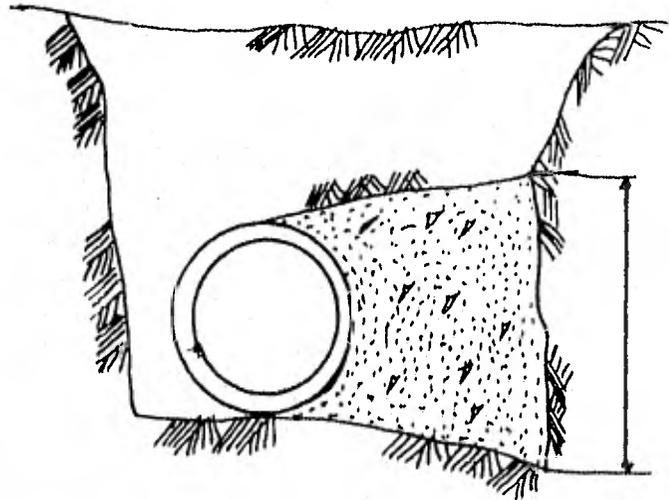
ATRAQUES PARA DEFLEXION INVERTIDA (VERTICAL)

## ATRAQUES PARA DEFLEXION HORIZONTAL

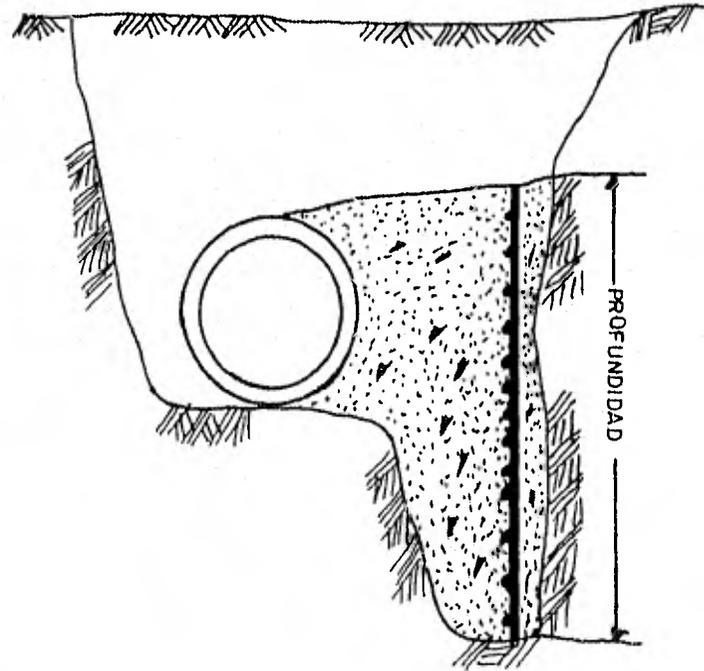


EL BLOCK DE CONCRETO NO DEBE SOBREPASAR LAS JUNTAS PARA CONSERVAR SU FLEXIBILIDAD SI SE NECESITA MAS LONGITUD DE ATRÁQUE DEBE PROLONGARSE HASTA LAS JUNTAS ADYACENTES DE LOS SIGUIENTES TUBOS .

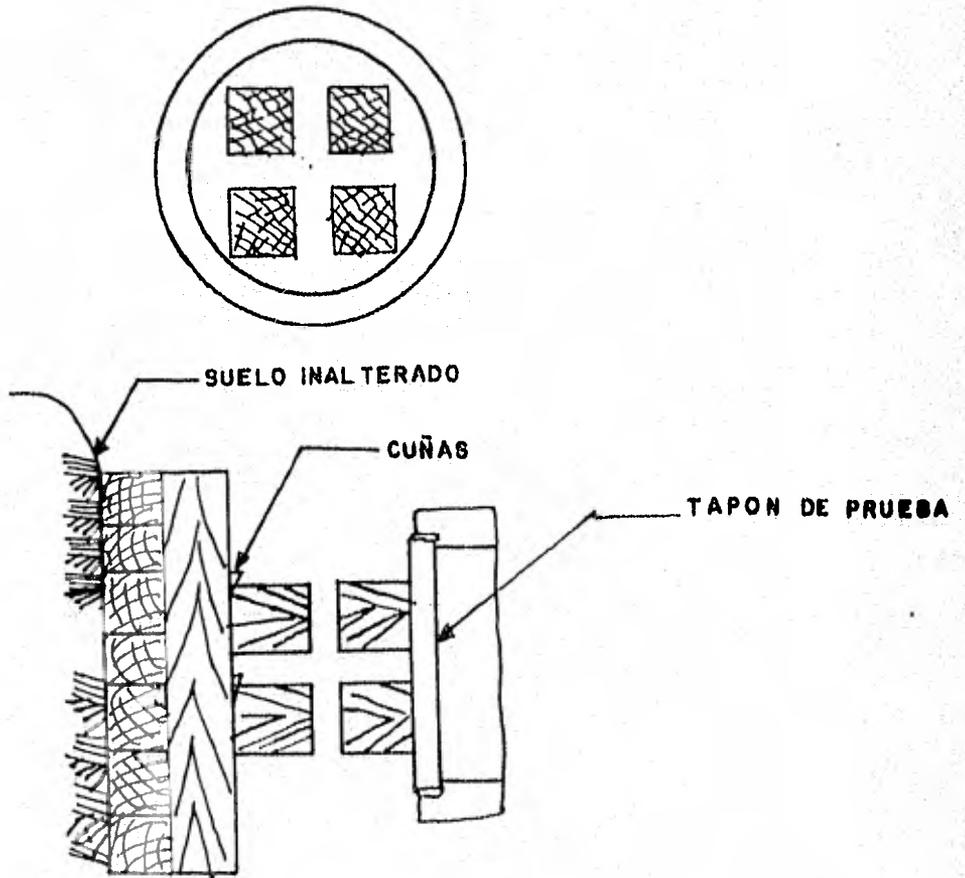
### ATRAQUES PARA DEFLEXION HORIZONTAL



SE HARA DE LAS DIMENSIONES NECESARIAS



AREA DE ACERO SE PROPORCIONA PARA MOMENTO Y ESFUERZO CONSTANTE DEL CONCRETO QUE QUEDA A FLEXION

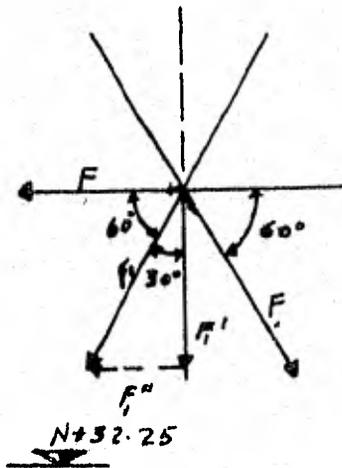


# EJEMPLO

Deflexión  $60^\circ$  - 49 -

$\phi = 1.22 \text{ m.}$

Presión de Prueba  $70 \text{ Ton/m}^2$



$$F = 70 \times \frac{1.22^2 \times \pi}{4}$$

$$F = 81.83 \text{ Ton.}$$

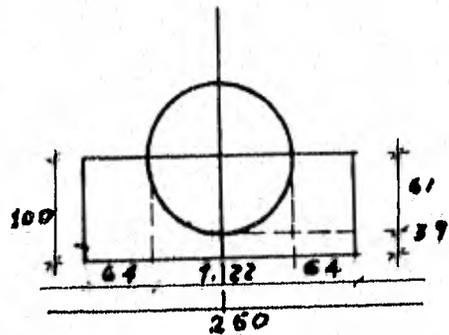
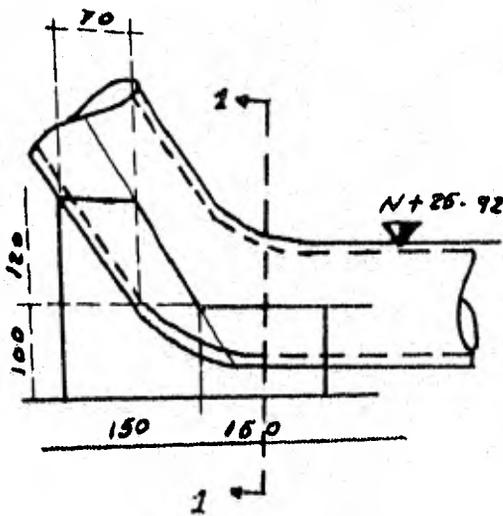
$$F_1 = 81.83 \times 2 \times \sin \frac{60^\circ}{2}$$

$$F_1 = 81.83 \text{ Ton.} \approx 82 \text{ Ton.}$$

$$F_1' = \cos 30^\circ F_1 = 70.86 \text{ Ton.}$$

$$F_1'' = \sin 30^\circ F_1$$

$$F_1'' = 40.9 \text{ Ton.} \approx 41$$



CORTE 1-1

PESO DEL ATRAQUE

$$V_c = (1 \times 3 \times 2.5) + 2 \left( \frac{1.5 + 0.70}{2} \right) 1.2 \times 0.64 - \frac{1}{2} \left( \frac{\pi 0.6^2}{4} \times 1.5 \right)$$

$$V_c = 7.5 + 1.69 - 0.877 = 8.31 \text{ m}^3$$

$$P_c = 8.31 \times 2.4 \text{ Ton/m}^3 = 19.94 \text{ Ton.}$$

$$P_{\text{agua}} = 1.17 \text{ m}^2 \times 1 \text{ T/m}^3 \times 3 \text{ m} = 3.51 \text{ Ton.}$$

$$A_s = 1.22 \pi \times 0.009 \times 7.8 \times 3 = 0.80 \text{ Ton.}$$

---

$$24.25 \text{ Ton}$$

$$W_f = 24.25 \text{ Ton} + F_i'$$

$$W_f = 24.25 \text{ Ton} + 70.86 = 95.11 \text{ Ton.}$$

$$\text{Area Neces.} = \frac{95.11 \text{ Ton.}}{13.89 \text{ Ton/m}^2} = 6.85 \text{ m}^2$$

$27.5 \text{ m}^2$

$13.89 \text{ Ton/m}^2$  = a la capacidad de carga del  
atraque a 7 mts de profundidad  
dato de mecánica de suelos.

Considerando al relleno

$$W_R = 6.35 \text{ m} \times 1.6 \text{ Ton/m}^3 \times 7.6 \text{ m}^2 = 76.2 \text{ Ton.}$$

$$\text{Area neces.} = \frac{171.31 \text{ Ton}}{13.89 \text{ Ton/m}^2} = 12.33 \text{ m}^2$$

Revisión por fricción

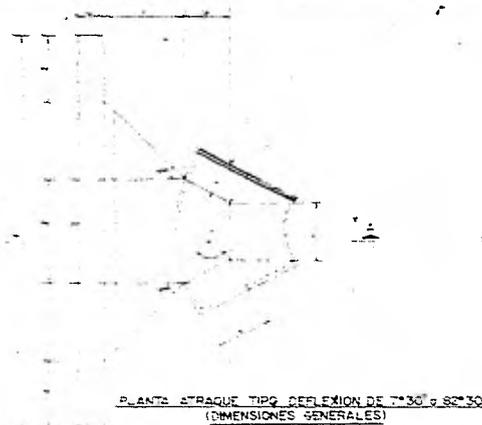
Suponiendo  $f.f = 0.30$

$$F_H = (24.25 + 70.86) 0.30 = 28.53 < 41 \text{ Ton}$$

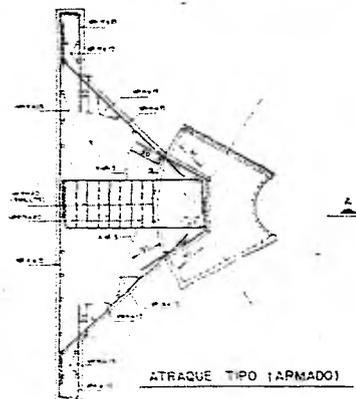
$$A_s = \frac{450 \times 220}{4000 (220 + 100)} = 7.73 \text{ cm}^2$$

# 4 a 16

# 4 a 15



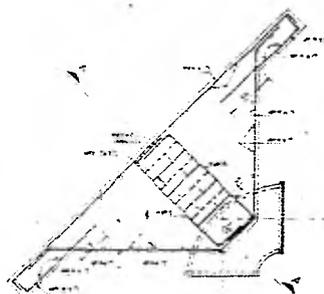
PLANTA ATRAQUE TIPO DEFLEXION DE 30° (DIMENSIONES GENERALES)



ATRAQUE TIPO (ARMADO)



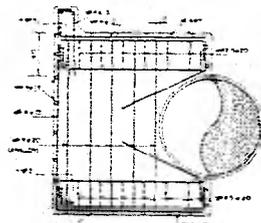
PLANTA ATRAQUE DEFLEXION 90° (DIMENSIONES GENERALES)



ATRAQUE DEFLEXION 90° (ARMADO)



CORTE A-A (DIMENSIONES GENERALES)



CORTE A-A (ARMADO)

DEFLEXION	DIAMETRO (D)		DIMENSIONES GENERALES															
	Pulg	cm	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	m	n	p		
30°	1.8	45.7	—	25.7	2.9	17	—	4.0	12	153	—	7.0	3.0	155	7.0	42		
	4.8	122	—	61	3.7	25	—	9.5	15	153	—	17	3.0	155	17	42		
45°	1.2	30.5	—	15.24	4.4	1.0	—	3.0	9.0	110	—	3.0	3.0	115	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	6.1	1.5	—	3.0	15	150	—	3.0	3.0	115	2.5	15		
60°	1.2	30.5	—	15.2	6.4	1.0	—	3.0	12.0	120	—	3.0	3.0	125	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	8.1	1.0	—	3.0	12.0	120	—	3.0	3.0	125	2.5	15		
75°	1.2	30.5	—	15.2	12.7	1.0	—	3.0	15.0	150	—	3.0	3.0	155	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	17.4	1.0	—	3.0	15.0	150	—	3.0	3.0	155	2.5	15		
90°	1.2	30.5	—	15.2	18.8	1.0	—	3.0	18.8	188	—	3.0	3.0	195	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	25.4	1.0	—	3.0	18.8	188	—	3.0	3.0	195	2.5	15		
105°	1.2	30.5	—	15.2	22.9	1.0	—	3.0	22.9	229	—	3.0	3.0	235	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	30.5	1.0	—	3.0	22.9	229	—	3.0	3.0	235	2.5	15		
120°	1.2	30.5	—	15.2	27.1	1.0	—	3.0	27.1	271	—	3.0	3.0	275	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	36.1	1.0	—	3.0	27.1	271	—	3.0	3.0	275	2.5	15		
135°	1.2	30.5	—	15.2	31.3	1.0	—	3.0	31.3	313	—	3.0	3.0	315	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	40.3	1.0	—	3.0	31.3	313	—	3.0	3.0	315	2.5	15		
150°	1.2	30.5	—	15.2	35.5	1.0	—	3.0	35.5	355	—	3.0	3.0	355	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	44.5	1.0	—	3.0	35.5	355	—	3.0	3.0	355	2.5	15		
165°	1.2	30.5	—	15.2	39.7	1.0	—	3.0	39.7	397	—	3.0	3.0	395	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	48.7	1.0	—	3.0	39.7	397	—	3.0	3.0	395	2.5	15		
180°	1.2	30.5	—	15.2	43.9	1.0	—	3.0	43.9	439	—	3.0	3.0	435	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	52.9	1.0	—	3.0	43.9	439	—	3.0	3.0	435	2.5	15		
210°	1.2	30.5	—	15.2	48.1	1.0	—	3.0	48.1	481	—	3.0	3.0	475	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	57.1	1.0	—	3.0	48.1	481	—	3.0	3.0	475	2.5	15		
225°	1.2	30.5	—	15.2	52.3	1.0	—	3.0	52.3	523	—	3.0	3.0	515	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	61.3	1.0	—	3.0	52.3	523	—	3.0	3.0	515	2.5	15		
240°	1.2	30.5	—	15.2	56.5	1.0	—	3.0	56.5	565	—	3.0	3.0	555	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	65.5	1.0	—	3.0	56.5	565	—	3.0	3.0	555	2.5	15		
255°	1.2	30.5	—	15.2	60.7	1.0	—	3.0	60.7	607	—	3.0	3.0	595	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	69.7	1.0	—	3.0	60.7	607	—	3.0	3.0	595	2.5	15		
270°	1.2	30.5	—	15.2	64.9	1.0	—	3.0	64.9	649	—	3.0	3.0	635	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	73.9	1.0	—	3.0	64.9	649	—	3.0	3.0	635	2.5	15		
300°	1.2	30.5	—	15.2	69.1	1.0	—	3.0	69.1	691	—	3.0	3.0	675	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	78.1	1.0	—	3.0	69.1	691	—	3.0	3.0	675	2.5	15		
315°	1.2	30.5	—	15.2	73.3	1.0	—	3.0	73.3	733	—	3.0	3.0	715	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	82.3	1.0	—	3.0	73.3	733	—	3.0	3.0	715	2.5	15		
330°	1.2	30.5	—	15.2	77.5	1.0	—	3.0	77.5	775	—	3.0	3.0	755	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	86.5	1.0	—	3.0	77.5	775	—	3.0	3.0	755	2.5	15		
345°	1.2	30.5	—	15.2	81.7	1.0	—	3.0	81.7	817	—	3.0	3.0	795	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	90.7	1.0	—	3.0	81.7	817	—	3.0	3.0	795	2.5	15		
360°	1.2	30.5	—	15.2	85.9	1.0	—	3.0	85.9	859	—	3.0	3.0	835	2.5	15		
	2.0	50.8	—	25.4	94.9	1.0	—	3.0	85.9	859	—	3.0	3.0	835	2.5	15		

NOTAS GENERALES

1. Las dimensiones de los componentes, excepto las de los materiales, serán las indicadas en el presente plano.
2. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.
3. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.
4. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.
5. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.

MATERIALES

1. Los materiales serán los indicados en el presente plano.
2. Los materiales serán los indicados en el presente plano.
3. Los materiales serán los indicados en el presente plano.

REFUERZO

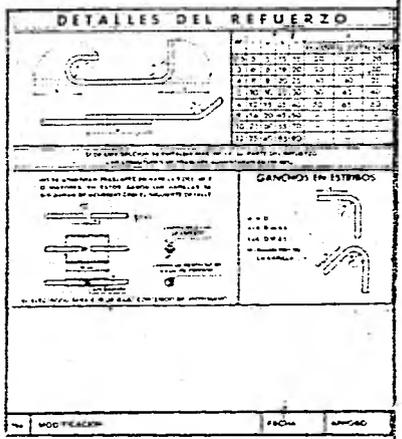
1. El refuerzo será el indicado en el presente plano.
2. El refuerzo será el indicado en el presente plano.
3. El refuerzo será el indicado en el presente plano.
4. El refuerzo será el indicado en el presente plano.
5. El refuerzo será el indicado en el presente plano.

NOTAS ADICIONALES

1. Las dimensiones de los componentes, excepto las de los materiales, serán las indicadas en el presente plano.
2. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.
3. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.

NOTAS IMPORTANTES

1. Las dimensiones de los componentes, excepto las de los materiales, serán las indicadas en el presente plano.
2. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.
3. Las dimensiones de los componentes de los materiales serán las indicadas en el presente plano.



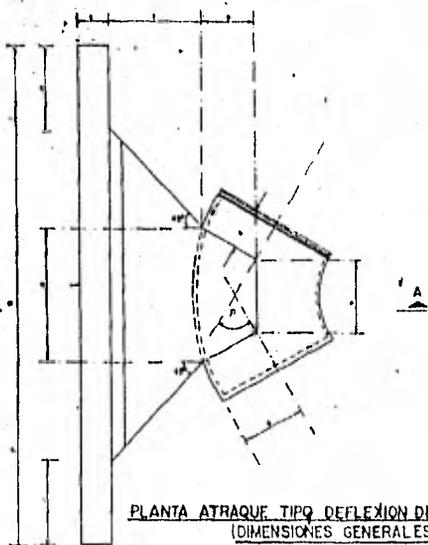
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

PROYECTO: SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

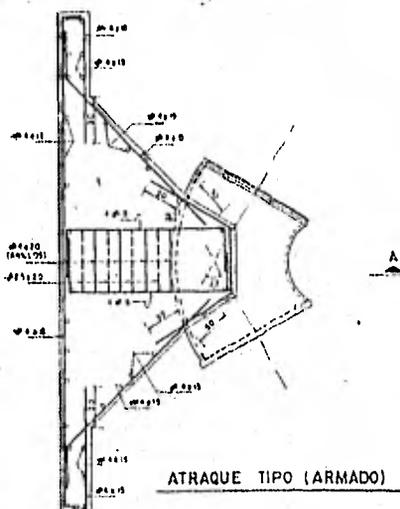
ATRAQUES PARA DESVIOS DE AGUA POTABLE  
PLANO TIPO

PLANO No. 101-001-001-001-001

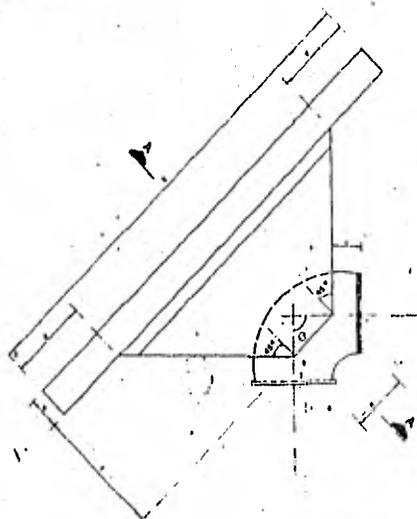
MODIFICACION No. 1



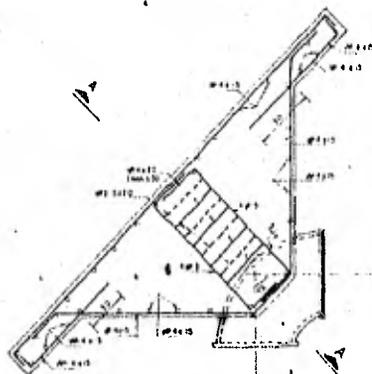
PLANTA ATRAQUE TIPO DEFLEXION DE 7°30' a 82°30'  
(DIMENSIONES GENERALES)



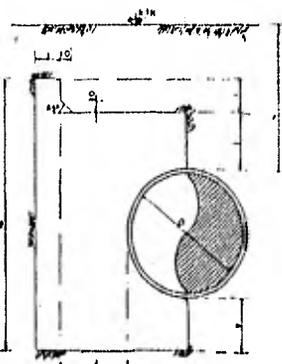
ATRAQUE TIPO (ARMADO)



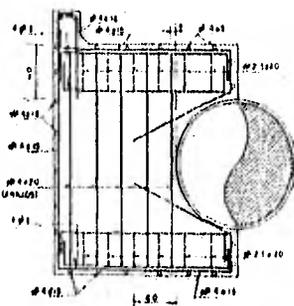
PLANTA ATRAQUE DEFLEXION 90°  
(DIMENSIONES GENERALES)



ATRAQUE DEFLEXION 90° (ARMADO)



CORTE A-A (DIMENSIONES GENERALES)



CORTE A-A (ARMADO)

DEFLEXION	DIAMETRO (D)		DIMENSIONES GENERALES										
	Pulg.	cm.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
7°30'	36	91.4	—	45.7	2.9	15	—	40	95	150	—	30	30
	48	122	—	61	5.7	25	—	45	115	150	—	30	30
11°15'	12	30.5	—	15.24	6.4	30	—	30	90	110	—	30	30
	20	50.8	—	25.4	6.1	35	—	30	95	150	—	30	30
	30	76.2	—	38.1	12.7	60	—	30	120	150	—	30	30
15°	36	91.4	—	45.7	5.1	35	—	50	135	150	—	30	30
	48	122	—	61	6.3	40	—	60	200	150	—	30	30
22°30'	12	30.5	—	15.2	6.4	30	—	30	90	110	—	30	30
	20	50.8	—	25.4	6.1	40	—	40	120	150	—	30	30
	30	76.2	—	38.1	12.7	65	—	40	145	150	—	30	30
30°	36	91.4	30	45.7	7.1	45	40	40	225	150	—	30	30
	48	122	60	61	9.1	60	40	50	240	150	—	30	30
37°30'	36	91.4	30	45.7	10	60	40	50	260	150	—	30	30
	48	122	60	61	9.9	75	40	60	295	150	30	50	50
45°	12	30.5	—	15.2	6.4	40	—	50	140	110	—	30	30
	20	50.8	—	25.4	6.1	50	—	70	190	150	—	30	30
	30	76.2	60	38.1	12.7	75	40	60	315	150	30	30	30
52°30'	36	91.4	60	45.7	14.1	85	40	60	325	150	30	50	50
	48	122	90	61	18.5	110	40	100	470	150	50	50	50
60°	16	40.4	30	45.7	16.6	100	40	90	390	150	30	50	50
	48	122	80	61	21	125	60	120	525	150	30	50	50
67°30'	36	91.4	90	45.7	22.3	125	40	50	425	150	30	50	50
	48	122	90	61	28.1	150	40	170	660	150	30	50	50
75°	36	91.4	90	45.7	25.4	135	40	120	475	150	30	80	50
	48	122	90	61	32	170	40	170	670	150	30	50	50
81°30'	36	91.4	90	45.7	29	150	40	120	550	150	30	50	50
	48	122	90	61	36.8	190	40	190	710	150	30	50	50
90°	12	30.5	—	15.2	15.2	—	—	110	250	110	—	30	30
	20	50.8	50	25.4	22.8	—	30	80	305	150	—	30	30
	30	76.2	50	38.1	31.8	—	40	170	500	150	—	50	50
	36	91.4	80	45.7	—	—	40	180	555	150	30	80	80
	48	122	80	61	—	—	40	240	755	150	30	50	50



#### IV. COMENTARIOS

Es oportuno hacer notar, que siendo las presiones - de prueba de campo mayores que las presiones de trabajo, el cálculo de las fuerzas que transmitiran los atraques - al terreno, sean estimadas a base de las mencionadas presiones de prueba, que fue la forma en que se procedió.

La presión de trabajo es de 3.5 Kg/cm<sup>2</sup> y la presión de prueba de campo fue de 7 Kg/cm<sup>2</sup>.

También es de hacerse notar que las presiones dinámicas son insignificante debido a las bajas velocidades - dentro de las tuberías.

En cuanto a las especificaciones sobre las presio—nes de prueba de campo se notan diferencias considerables entre las del DDF y las de la AWWA.

V. BIBLIOGRAFIA

- 1.- JOURNAL AMERICAN WATER  
WORKS ASSOCIATION.  
Vol.44 Nº 5 Mayo 1952.
- 2.- WATER SUPPLY AND WASTE  
WATER DISPOSAL (FAIR --  
& GEYER) Y OKON.
- 3.- BABITT AND DOLAN D. WA  
TER SUPPLY.
- 4.- PUBLIC WATER SUPPLIES-  
TURNEAURE RUSSELL.
- 5.- HYDRAULICS- KING- WIS-  
LER- WOODBURN.
- 6.- NORMA CONCRETO 401.