



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO

CAMPUS ARAGON

“NORMATIVIDAD E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS  
DE CONCRETO PARA DRENAJE”

29/10/01

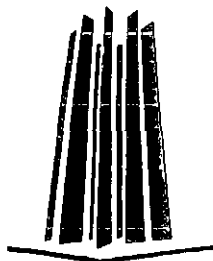
TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JOSUE ISRAEL ALVAREZ RIVERA



JULIO 2001



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.



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

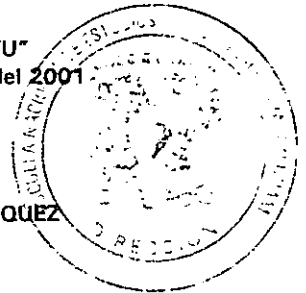
**JOSUÉ ISRAEL ÁLVAREZ RIVERA  
P R E S E N T E.**

En contestación a la solicitud de fecha 29 de marzo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. MARTÍN ORTIZ LEÓN pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "NORMATIVIDAD E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE CONCRETO PARA DRENAJE", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

**A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 18 de abril del 2001  
EL DIRECTOR**

**M en R.I. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ**



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
- C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/vr

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer principalmente a mis padres, ya que sin su apoyo esto no sería posible, a ellos que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, espero que estén orgullosos de mi.

A el Ingeniero Martín Ortiz León por haberme prestado su ayuda incondicional y desinteresada en la realización de esta tesis.

Y así como a todas aquellas personas con las que he tenido oportunidad de convivir y que han contribuido directa o indirectamente en mi formación tanto técnica como personal.

Gracias a todos.  
Por mi raza hablara el espíritu.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... (1)

OBJETIVO ..... (4)

## CAPITULO 1. TUBERÍAS DE DRENAJE.

|      |   |      |
|------|---|------|
| 1.0. | Tuberías de Drenaje .....                       | (5)  |
| 1.1. | Tubería de Asbesto – Cemento .....              | (5)  |
| 1.2. | Tuberías de Cloruro de Polivinilo (P.V.C) ..... | (8)  |
| 1.3. | Tubería de Concreto .....                       | (10) |

## CAPITULO 2. NORMATIVIDAD Y USO DE LA TUBERÍA DE CONCRETO JUNTA HERMÉTICA EN OBRAS DE DRENAJE.

|         |  |      |
|---------|--|------|
| 2.0.    | Normatividad y uso de la Tubería de Concreto con junta hermética en Obras de Drenaje .....                 | (11) |
| 2.1.    | Campo de Aplicación.....   | (13) |
| 2.2.    | Normatividad para la formulación de Proyectos de Alcantarillado .....                                      | (13) |
| 2.2.1.  | Antecedentes y Normas de Referencia .....  | (13) |
| 2.2.2.  | Periodo económico de proyecto .....  | (16) |
| 2.2.3.  | Dotación de Agua Potable y Aportación de Aguas Negras .....  | (17) |
| 2.2.4.  | Diámetros mínimos para atarjeas y descargas domiciliarias .....  | (17) |
| 2.2.5.  | Pendientes mínimas y máximas permisibles .....   | (18) |
| 2.2.6.  | Velocidades mínima y máxima permisibles .....  | (19) |
| 2.2.7.  | Gastos mínimos .....   | (19) |
| 2.2.8.  | Tirante mínimo a velocidades mínima y máxima .....   | (19) |
| 2.2.9.  | Colchón mínimo .....   | (20) |
| 2.2.10. | Profundidad mínima y profundidad recomendable de instalación de las tuberías .....                         | (21) |
| 2.2.11. | Ancho de zanja .....   | (22) |
| 2.2.12. | Diferencia de elevaciones de plantilla entre media caña y cabeza de atarjea y entre dos medias cañas ..... | (23) |
| 2.2.13. | Separación máxima entre pozos de visita .....  | (24) |
| 2.2.14. | Uniones entre tuberías .....   | (24) |
| 2.2.15. | Estructuras de caída .....   | (25) |

### **CAPITULO 3. LA TUBERÍA DE CONCRETO CON JUNTA HERMÉTICA.**

|        |  |      |
|--------|--|------|
| 3.0.   | Tubería de concreto de tipo junta hermética .....      | (26) |
| 3.1.   | Tipo de tubos de junta hermética .....                 | (26) |
| 3.1.1. | Tubería de concreto reforzado de junta hermética ..... | (26) |
| 3.1.2. | Tuberías de concreto simple con junta hermética .....  | (27) |
| 3.1.3. | ¿Que es una tubería de junta hermética? .....          | (28) |
| 3.2.   | Tipo de hule y sus características .....               | (31) |

### **CAPITULO 4. FABRICACIÓN DEL TUBO DE CONCRETO CON JUNTA HERMÉTICA.**

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 4.0.  | Fabricación del tubo de concreto con junta hermética ..... | (33) |
| 4.1.  | Materia prima .....  | (33) |
| 4.2.  | Fabricación .....  | (36) |
| 4.3.  | Dimensiones .....  | (42) |
| 4.4.  | Agujeros para maniobras .....                              | (50) |
| 4.5.  | Tolerancias .....  | (50) |
| 4.6.  | Muestreo .....   | (51) |
| 4.7.  | Prueba Hidrostática .....                                  | (52) |
| 4.8.  | Prueba de Absorción .....                                  | (53) |
| 4.9.  | Prueba de Resistencia al Aplastamiento .....               | (54) |
| 4.10. | Aceptación y Rechazo .....                                 | (56) |

### **CAPITULO 5. MANIOBRAS DEL TUBO CON JUNTA HERMÉTICA.**

|      |  |      |
|------|--|------|
| 5.0. | Maniobras del Tubo de Concreto con junta hermética en planta ..... | (58) |
| 5.1. | Maniobras de Extracción .....                                      | (59) |
| 5.2. | Maniobras de Traslado .....  | (59) |
| 5.3. | Maniobras de Carga .....   | (60) |

### **CAPITULO 6. INSTALACIÓN DEL TUBO DE CONCRETO CON JUNTA HERMÉTICA EN OBRA.**

|        |  |      |
|--------|--|------|
| 6.0.   | Instalación del Tubo con junta hermética en obra ..... | (63) |
| 6.1.   | Estudios Preliminares .....                            | (64) |
| 6.2.   | Correcto planteamiento del Proyecto .....              | (65) |
| 6.3.   | Equipo .....   | (66) |
| 6.4.   | Maniobras de descarga .....                            | (68) |
| 6.4.1. | Maniobras de descarga que se deben hacer .....         | (68) |

**CAPITULO 6. INSTALACIÓN DEL TUBO DE CONCRETO CON JUNTA  
HERMÉTICA EN OBRA.**

|        |   |      |
|--------|---|------|
| 6.4.2. | Maniobras que no se deben hacer en las descargas del tubo de concreto ..... | (73) |
| 6.5.   | Trabajos Previos .....  | (74) |
| 6.6.   | Excavación .....  | (75) |
| 6.6.1. | Plantilla Clase "A" .....   | (78) |
| 6.6.2. | Plantilla Clase "B" .....   | (79) |
| 6.6.3. | Plantilla Clase "C" .....   | (80) |
| 6.6.4. | Plantilla Clase "D" .....   | (81) |
| 6.7.   | Nivel del manto freático .....  | (81) |
| 6.8.   | Instalación del Tubo de Concreto tipo junta hermética .....                 | (83) |
| 6.9.   | Acoplamiento .....  | (88) |
| 6.9.1. | Verificación de la Junta .....  | (95) |
| 6.9.2. | Acostillamiento .....   | (95) |

**CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

|      |                                      |      |
|------|--------------------------------------|------|
| 7.0. | Conclusiones y recomendaciones ..... | (96) |
| 7.1. | De proyecto .....                    | (96) |
| 7.2. | De Instalación .....                 | (97) |

**BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado y la disposición final de las aguas residuales y de los excedentes pluviales, en un marco de sanidad ambiental, son fundamentales en toda comunidad humana. La Ingeniería, como disciplina de servicio, debe responder a esta necesidad social: los proyectos de drenaje deben orientarse hacia el logro de diseños que contemplen un balance adecuado entre dos aspectos fundamentales: seguridad y economía, ambos términos entendidos en un contexto amplio, comprendiendo funcionalidad, nivel adecuado de servicio, calidad de la obra y de los materiales empleados en su ejecución, vida útil esperada, facilidades operativas, etc.

La concepción de diseño de estos sistemas debe basarse en el conocimiento previo de los gastos y volúmenes por manejar, así como de las condiciones topográficas y geológicas locales, de las tendencias de crecimiento de la población servida y de las características y situación de la infraestructura y servicios existentes en la zona y en sus inmediaciones. *El proyecto de las redes y de sus dispositivos conexos debe ser acorde con los lineamientos que establecen las normatividades oficiales sobre materiales y procedimientos de construcción que es lo que concierne al presente documento*, sin olvidar los requerimientos hidráulicos, geométricos y estructurales para cada proyecto.

### **Explicación de términos**

El propósito de un sistema de *drenaje o alcantarillado* es la captación y la *conducción* de las aguas residuales ("negras" y/o derivadas de procesos industriales), así como de los excedentes pluviales generados en zonas urbanas, hasta su descarga en sitios en los que no causen perjuicios a la salud, ni molestias a la población. Preferentemente, el sistema debe terminar con un proceso de tratamiento con objeto de impedir que las descargas contaminen a las corrientes receptoras y para permitir el aprovechamiento posterior de las aguas ya depuradas en usos de riego o industriales.



En función del origen del agua, que se conduce a los sistemas o subsistemas de drenaje pueden ser sanitarios pluviales o combinados. En el primer caso los gastos que deben manejarse dependen del tamaño y las características de la población servida y de los volúmenes de suministro de agua potable que recibe. Los gastos de origen pluvial, por su parte, están en función, principalmente, de las características climatológicas del sitio, de la superficie de la cuenca de aportación y del grado y tipo de urbanización. En los sistemas combinados se conducen las aguas residuales domésticas e industriales mezcladas con las aguas pluviales. Todos estos elementos son fundamentales para la elaboración del proyecto el cual determinará la mejor alternativa de solución, así como el *material y diámetro* de la conducción o de la red.

Los subsistemas de atarjeas conforman las denominadas *redes secundarias*. Una atarjea es una tubería, generalmente de concreto simple (convencionalmente, en nuestro medio, de diámetro inferior a 60 cm) que normalmente no trabaja a presión y se usa para conducir las aguas residuales o pluviales. En la construcción de las redes de drenaje se requieren diversas estructuras, como pozos de visita, que sirve para ventilar la red (pueden generarse acumulaciones gaseosas de sulfuro de hidrógeno, con cierto riesgo de explosividad), y facilitar su operación y mantenimiento, así como para conexiones y cambios de alineación de las atarjeas; para conectar líneas a distintos niveles se utilizan los pozos de caída. En las redes de alcantarillado que manejan aguas pluviales se utilizan también dispositivos como coladeras, bocas de tormenta y rejillas, que sirven para captar las aguas de lluvia que escurren por las vialidades, como consecuencia de las lluvias, y derivarlas hacia las atarjeas.

Las atarjeas pueden ser alimentadas por: a) Los albañales de descarga de las viviendas o edificaciones (tuberías de concreto simple de diámetro inferior al de las atarjeas) que, en ocasiones, incluyen las aguas de las bajadas pluviales de las azoteas de las construcciones; y/o b) Los volúmenes de escurrimiento pluvial captados en las calles. Las conexiones entre albañales y atarjeas, dependiendo de los diámetros de las líneas, pueden tener lugar en pozos de visita, o bien, resolverse mediante codos y "slants", que son piezas de concreto simple especiales para tal propósito.

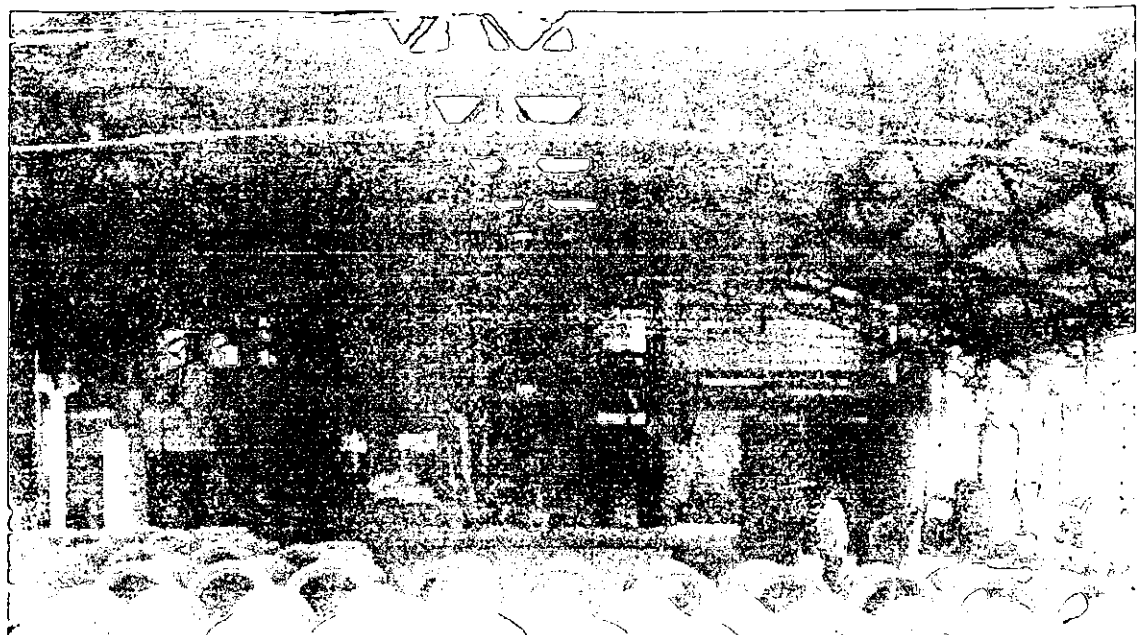
Las denominadas *redes primarias* están constituidas por los subsistemas de colectores. Un colector es un ducto (*normalmente de sección circular y de concreto reforzado*) de diámetro igual o superior a 60 cm, que concentra y conduce hasta su descarga las aguas de lluvia y/o residuales provenientes de las atarjeas que constituyen las *redes secundarias*. Las estructuras de conexión, deflexión y caída de colectores son pozos de visita similares a los de la redes de atarjeas hasta diámetros de líneas de 91 cm. Para diámetros superiores se utilizan pozos – caja, de concreto reforzado.

Los denominados colectores o atarjeas marginales son líneas de drenaje sanitario paralelas y vecinas a los cauces naturales, para conducir aguas residuales sin que contaminen a los escurrimientos pluviales que se generen en las cuencas de aportación a dichos cauces.

## OBJETIVO

El Objetivo de este trabajo de tesis "Normatividad e Instalación de Tuberías de Concreto para Drenaje" con junta hermética, es la de proporcionar la información necesaria que sirva de base para realizar una adecuada instalación de tubería en obra, así como también el conocimiento de las características propias del tubo de concreto con junta hermética: ¿cómo se fabrica?, ¿que partes conforman el sistema?, manejo del tubo en planta, instalación en obra y lo que no se debe de hacer en obra. Logrando con ello disminuir costos y trabajos adicionales a la empresa o institución que instala.

Sin embargo para lograr tener una instalación de calidad se requiere de la responsabilidad y el cumplimiento de las actividades conforme a lo establecido en las normas pertinentes, así como de todos los factores que interviene en su ejecución ya que todo esto se verá reflejado en su funcionamiento, que de ser el adecuado no presentara ningún problema.



## CAPITULO 1

# TUBERÍAS DE DRENAJE

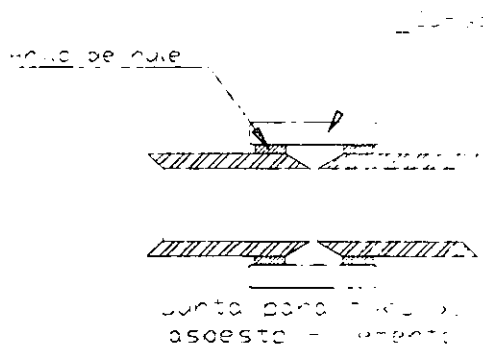
## CAPITULO 1

### 1.0 Tuberías de Drenaje.

Las tuberías para los sistemas de drenaje o alcantarillado deben ser 1) Lisos en su interior para permitir el flujo con la menor pérdida de carga el deposito de sólidos y la consiguiente obstrucción del flujo, 2) Impermeables por dentro y por fuera, 3) Resistente a los ácidos, y productos químicos, 4) Durables, de modo que las fallas y las composturas necesarias ocurran muy de vez en cuando si acaso. Las tuberías deberán tener buenas condiciones hidráulicas y deberán conservarlas durante años de servicio

#### 1.1. Tubería de asbesto – cemento

El tubo de asbesto – cemento está hecho de una mezcla de fibra de asbesto, cemento Pórtland, y sílice formado bajo una gran presión. Es resistente a la tuberculación, incrustación, corrosión del suelo y electrolisis, y tienen excelentes propiedades hidráulicas. Para su unión se usa una junta especial; consistente de anillos de hule o plástico a compresión que aseguran el hermetismo, como se muestra en la siguiente figura. En esta tubería se utilizan generalmente, aditamentos de hierro fundido.



Los tubos de asbesto – cemento para líneas de conducción se clasifican de acuerdo a su contenido de hidróxido de calcio libre en dos tipos, con un solo grado de calidad como sigue:

TIPO I. Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre mayor que 1%.

TIPO I. Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre hasta 1%.

Además de lo anterior, los tubos objeto de esta norma se clasifican en cinco clase básicas. La clase es igual a la presión máxima de trabajo expresada en metros de columna de agua (M.C.A.) T-50, T-70, T-100, T-140 y T-200.

Tratándose de proyectos en que es calculable una análisis hidráulico razonablemente completo, además de las cinco citadas clases básicas se tendrán intermedias entre cada intervalo como sigue:

Entre T-50 y T-70 : T-60

Entre T-70 y T-100 : T-85

Entre T-100 y T-140 : T-112 y T-125

Entre T-140 y T-200 : T-160 y T –180

Diámetros. El diámetro interno de los tubos que aquí se consideran es de 500 mm o más , los tubos de diámetros menores deberán ser considerados como "especiales" con diámetro mínimo de 250 mm.

Dimensiones y tolerancias. A las dimensiones reales se les aplicara las tolerancias en más y en menos, indicados en el cuadro (1.1) .

CUADRO 1.1

| TOLERANCIAS A LAS DIMENSIONES CUADRO 1.1. |                        |                                  |                                  |               |                       |
|---|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------|
| Diámetro nominal en mm                    | Diámetro interno en mm | Diámetro externo maquinado en mm | Diámetro externo maquinado en mm | Espesor en mm | Largo en mm           |
| 500 a 900                                 | + 5%                   | +7.2, -2.0                       | +1.5, -1.2                       | +5, -2.5      | +30 del largo nominal |
| 1000 a 2000                               | +25%                   | +10, -5                          | +2.5, -2.0                       | +5, -2.5      | +30 del largo nominal |

Resistencia a la presión hidrostática (Prueba sistemática en fábrica). Los tubos deben tener la resistencia a la presión hidrostática especificada en el cuadro (1.2). Cuando son probados sistemáticamente en fábrica. Esta prueba se debe de llevar a cabo en todos los tubos, incluyendo los tramos cortos y coples.

Los tubos deben tener la resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna, que para cada clase se especifica en el cuadro (1.2) (esta presión debe ser igual o superior en 2.8 veces la clase) cuando es probada una muestra de 500 mm de longitud mínima de la parte no torneada del tubo.

CUADRO 1.2.

| ESPECIFICACIONES MECANICAS DE LOS TUBOS DE CONDUCCION |                                  |   |   |
|---|----------------------------------|---|---|
| Clase "T" o presión de trabajo en m.c.a.              | Presión de prueba en fábrica MPa | Resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna (reventamiento) Mpa | Resistencia a la ruptura por aplastamiento Ton/m <sup>3</sup> |
| T-50  | 1.05                             | 1.40  | 5.90  |
| T-60  | 1.28                             | 1.70  | 7.40  |
| T-70  | 1.50                             | 2.00  | 9.27  |
| T-85  | 1.80                             | 2.40  | 12.50   |
| T-100   | 2.10                             | 2.80  | 16.20   |
| T-112   | 2.36                             | 3.15  | 20.40   |
| T-125   | 2.63                             | 3.50  | 26.40   |
| T-140   | 3.00                             | 4.00  | 34.50   |
| T-160   | 3.38                             | 4.50  | 43.60   |
| T-180   | 3.75                             | 5.00  | 54.50   |
| T-200   | 4.20                             | 5.60  | 56.00   |

La prueba de resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna se debe hacer a cada lote de 300 metros o menos, según acuerden fabricante y comprador.

Resistencia mínima de ruptura por aplastamiento . Los tubos de asbesto – cemento que trabajen a presión deben tener la resistencia mínima de ruptura por aplastamiento, que para cada clase se especifica en el cuadro (1.2). La prueba de resistencia mínima de ruptura por aplastamiento se debe hacer sobre lotes de 100 a 300 tubos. La falla de

un espécimen en soportar 75% de la carga especificada, según su clase en el cuadro (1.2), debe ser causa de rechazo del lote correspondiente. Si el espécimen soporta una carga menor a la especificada pero mayor del 75%, se deben tomar dos especímenes más y repartir la prueba, la falla de un espécimen en soportar la carga especificada debe ser causa de rechazo.

## 1.2. Tuberías de Cloruro de Polivinilo (P.V.C)

Los tubos de Cloruro de Polivinilo (P.V.C) con materiales reforzados o no, tienen una utilización muy extendida en las instalaciones domesticas y redes de distribución. Estas instalaciones son mas sencillas de instalar y manejar y paralelamente, son más baratas que las de materiales tradicionales. Los problemas que pueden presentarse pueden ser por circulación de aguas a baja temperatura, formación de escamas por envejecimiento y tensiones producidas al instalar los conductos.

Los tubos de Cloruro de Polivinilo (P.V.C) se clasifican de acuerdo a con su sistema de unión como se describe a continuación.

- a) Unión Cementada. Para diámetros de 250, 315, y 400 mm.
- b) Unión espiga – campana, con anillo de hule. Para diámetros de 160 y 200 mm.

Los diámetros y espesores de pared podrán variar de acuerdo con lo indicado a continuación:

| DIÁMETRO NOMINAL (MM) | DIÁMETRO EXTERIOR (MM) | ESPESOR DE PARED (MM) | DIÁMETRO EXTERIOR MÁXIMO DE CAMPANA CEMENTADA (MM) |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|--|
| 160                   | 159.6 A 160.4          | 3.3 A 3.6             | 168  |
| 200                   | 199.6 A 200.4          | 4.0 A 4.6             | 210  |
| 250                   | 250.0 A 250.5          | 4.9 A 5.6             | 262  |
| 315                   | 315.0 A 315.6          | 6.2 A 7.0             | 330  |
| 400                   |                        | 7.9 A 8.8             |  |



La longitud de los tubos por suministrar es de 6.0 mts. Y no deben aceptarse espesores de pared menores a los indicados.

#### Materia Prima.

El compuesto con el cual se fabrican los tubos y conexiones a base de cloruro de polivinilo, debe ser tipo 2, grado 1, de acuerdo con la "Norma Oficial de Calidad para Tubos y Conexiones Rígidas de Cloruro de Polivinilo", N.O.M-E-111.

Propiedades Físicas. Los tubos y conexiones de P.V.C, satisfarán los requisitos siguientes, como mínimo.

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| RESISTENCIA A LA TENSIÓN            | 500 KG/CM <sup>2</sup> (MINIMO)          |
| RESISTENCIA AL IMPACTO              | 4 KG/M                                   |
| RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO        | AL 40% DIÁMETRO EXTERNO SIN AGRIETAMIENO |
| RESISTENCIA CONTRA ACIDOS Y ÁLCALIS | MUY BUENA                                |
| PESOS ESPECIFICO                    | 1.38 - 1.40                              |
| INFLAMABILIDAD                      | AUTO EXTINGUIBLE                         |
| ABSORCIÓN DE AGUA                   | MENOS DE 0.5%                            |
| COLOR                               | MARFIL                                   |

Presiones. Los tubos de P.V.C para alcantarillado deberán tener resistencia suficiente para soportar la presión interior de operación que como máximo será de 1.0 kg/cm<sup>2</sup> y principalmente, las exteriores. Para esto, se deberán tomar en cuenta las temperaturas que se tengan en la localidad donde se instalan.

La presión de prueba en fabrica será de 15.0 kg/cm<sup>2</sup>, la máxima deformación, al aplastamiento con respecto a su diámetro externo, será de 3%.

### 1.3. Tubería de concreto

El tubo de concreto precolado se utiliza generalmente en las líneas de alcantarillado muy grandes. El límite inferior es de 15 o 18 plg. Para tamaños menores, se utiliza generalmente, el tubo de arcilla o el de asbesto – cemento. En tubo de concreto se refuerza mediante una malla de alambre o con varillas. En los tubos no mayores de 33 pulgadas el refuerzo consiste de anillos sostenidos en su lugar mediante varillas longitudinales o alambres. Puesto que las alcantarillas no están proyectadas para trabajar a presión, excepto en casos especiales, el proyecto se basa generalmente, tomando como condición principal la sobrecarga a que esta sujeta en la zanja. En tubos mayores de 36 plg. se tienen, generalmente, dos juegos de anillos circulares, uno localizado a 1 pulgada de la superficie inferior y el otro a 1 pulgada de la superficie exterior. Algunas veces se utilizan anillos elípticos de refuerzo, en cuyo caso el tubo se coloca en la zanja de modo que el eje menor de la elipse se el vertical. El tamaño del agregado no deberá ser mayor de un cuarto del espesor del tubo.

Clasificación. Los tubos de concreto se clasifican de dos tipos:

- a) De concreto sin refuerzo.
- b) De concreto reforzado.

Tubos de concreto sin refuerzo.. Son aquellos conductos construidos de concreto y provistos de un sistema de junteo adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua. Todos los tubos de concreto sin refuerzo serán de un solo grado de calidad y tipo y deberán cumplir con las siguientes especificaciones NMX-C-401-1996-ONNCCE .

Tubos de concreto reforzado. En tubo de concreto se refuerza mediante una malla de alambre o con varillas. En los tubos no mayores de 33 pulgadas el refuerzo consiste de anillos sostenidos en su lugar mediante varillas longitudinales o alambres y deberán cumplir con las siguientes especificaciones NMX-C-402-1996-ONNCCE .

## CAPITULO 2

NORMATIVIDAD Y USO DE  
LA TUBERIA DE CONCRETO  
CON JUNTA PERMITICA EN  
OBRAS DE DRENAJE

## CAPITULO 2

### **2.0. Normatividad y Uso de la Tubería de Concreto con junta hermética en obras de drenaje.**

En la dinámica del mundo actual, el desarrollo de nuevas tecnologías en el diseño y construcción de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales ha respondido a la preocupación por la ecología del planeta mediante el desarrollo de la tubería de concreto con junta hermética.

Es bien sabido que el 80% del abastecimiento de agua potable del país proviene de pozos profundos y el alcantarillado no debe ser una fuente de contaminación hacia los mantos acuíferos. Aún cuando existen normas técnicas ecológicas que establecen los máximos límites permisibles de elementos contaminantes para las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, la industria, el comercio y los usuarios particulares no siempre cumplen con dicha norma, vertiendo sustancias que son peligrosas en el alcantarillado. Por esta razón se debe tener especial cuidado en el manejo de aguas residuales en su trayecto a su destino.

En las redes de drenaje la unión de la tubería era realizada generalmente, mediante un junteo y la aplicación de un selló de mortero cemento-arena, o con junta de caletín. El principal problema que se presentó, es que este sello "estático" es susceptible de presentar fallas o fisuras originadas por un junteo deficiente o por agrietamiento debido a la rigidez de la unión.

Las fallas en las juntas de una red de alcantarillado presentan algunas de las siguientes situaciones, consideradas como nocivas:

- Las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la tubería, contaminando acuíferos y suelos.

- Con un nivel freático localizado por encima de las tuberías, se presenta en éstas una infiltración que drena parcialmente el acuífero, ocasionando una disminución en la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado y permitiendo la recepción de azolves, además de incrementar el caudal a la planta de tratamiento, provocando la disminución de su eficiencia y el incremento de costos de operación.

- Incorporaciones de elementos extraños al sistema de alcantarillado sanitario, como son hidrocarburos, aceites, grasas y raíces de árboles, que provocan riesgos y alteran sus condiciones de funcionamiento.

Con el objeto de evitar lo antes citado, uno de los principales requisitos que debe considerarse en el proyecto e instalación del sistema de alcantarillado sanitario, es que éste sea hermético.

Por lo que la tubería con junta hermética al poseer una junta flexible que no presenta fisuras ni agrietamientos garantiza:

1. Que las aguas negras no fluyan hacia el exterior del tubo, contaminando suelos y mantos acuíferos.
2. Que con un nivel freático localizado por encima del tubo, no se presente una infiltración que drene parcialmente el acuífero ocasionando una disminución en la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado y permitiendo la recepción de azolves.
3. Que no se introduzcan a las tuberías sustancias peligrosas, como pueden ser: ácidos, hidrocarburos, etc.
4. Considerando que en todos los casos se requiere el tratamiento de las aguas negras, cuando se presenta un flujo del exterior hacia la tubería, no se incremente el caudal a la planta de tratamiento, provocando la disminución de su eficiencia y el incremento de costos de operación.

## **2.1. CAMPO DE APLICACIÓN**

Las condiciones de hermeticidad que deben cumplir los sistemas de alcantarillado sanitario que trabajen a superficie libre deben acatarse a las condiciones que establece la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-CNA-1995) esta norma establece las condiciones de hermeticidad que deben cumplir los sistemas de alcantarillado sanitario que trabajen a superficie libre y es de observancia obligatoria para los responsables del diseño e instalación de los sistemas de alcantarillado sanitario y los fabricantes de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional. Para los tubos de concreto simple con junta hermética corresponde lo indicado en la norma NMX-C-401 y para los de concreto reforzado con junta hermética la norma NMX-C-402.

## **2.2. NORMATIVIDAD PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO**

### **2.2.1. Antecedentes y normas de referencia.**

En la formulación de proyectos de alcantarillado se han utilizado diferentes normas, algunas de las cuales han sido elaboradas con propósitos distintos y por organismos diversos, especialmente de países más desarrollados. Hasta fines de la década de los cincuenta, los proyectistas mexicanos orientaron su trabajo con ese tipo de normas, procurando su adaptación a las condiciones nacionales. Posteriormente y aun cuando las normas extranjeras siguen siendo útiles como fuente de consulta y referencia para casos especiales, se han utilizado cada vez menos porque gradual y progresivamente se han ido desarrollando normas propias.

De las normas extranjeras que usualmente sirven de referencia a los proyectistas de alcantarillado, destacan las siguientes.

**ACI, American Concrete Institute**

(Instituto Americano del Concreto)

“Building Code Requirement for Reinforced Concrete”

Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado.

**ASME, American Society of Mechanical Engineers**

(Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos)

Normas y códigos para diseño y prueba de equipos y tubería.

**ASTM, American Society for Testing and Materials**

(Asociación Americana para Pruebas y Materiales)

Normas de calidad de materiales y métodos de prueba de los mismos.

**NEMA, National Electrical Manufacturers Association**

(Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico)

Normas para diseño y construcción de equipo y materiales eléctricos.

**AWWA, American Water Works Associations**

(Asociación Americana de Obras de Abastecimiento de Agua)

Normas para diseño de obras de abastecimiento de agua potable.

**ASCE, American Society of Civil Engineers**

(Asociación Americana de Ingenieros Civiles)

Normas y códigos para diseño y construcción de alcantarillados sanitarios y pluvial.

**FSIWA, Federation of Sewage and Industrial Wastes Associations**

(Federación de Asociaciones para el Desague de Aguas Negras e Industriales)

Diseño de plantas de tratamiento de aguas negras.

En México, las primeras "Normas Generales para el Proyecto de Sistemas de Alcantarillado" datan de 1958 y fueron elaboradas por el Ing. Luis Torres Torrija y S., de la Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado, de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos.

A partir de ese año, han existido nuevos esfuerzos que han intentado reflejar mejor las necesidades de las localidades mexicanas. Actualmente las normas existentes se aceptan en su carácter general, toda vez que cada proyecto exige resolver problemas técnicos específicos, especialmente cuando se trata de proyectos grandes o complejos, para los cuales no existe una solución normalizada.

De la normatividad actualmente disponible en México y aplicable a los proyectos de alcantarillado, destacan:

**DDF, Departamento del Distrito Federal**

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

**ACI, Instituto Americano del Concreto**

Código del Instituto Americano del Concreto

**CFE, Comisión Federal de Electricidad**

"Manual de Diseño de Obras Civiles"

**CNA, Comisión Nacional del Agua**

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Agua.



### **2.2.2. Período económico de proyecto**

Se denomina período económico de proyecto (PEP) al número de años para el cual se diseña una obra de alcantarillado bajo el supuesto de que durante ese periodo se proporcionará un servicio suficiente y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios.

El período económico de proyecto, se asocia al crecimiento previsible de la población y al monto de las inversiones requeridas, así como a las necesidades de operación. Por estas razones, su elección debe apoyarse en un estudio previo de posibilidades financieras de la población por servir, de la vida útil estimada para los materiales y del equipo necesario para operar el sistema de alcantarillado.

En general, se acepta en México que el período económico de un proyecto de alcantarillado variaba de 20 a 25 años, en lo que respectaba a la obra civil y de 12 a 15 años en lo referente al equipo mecánico que se emplea para operar los sistemas. Sin embargo, en la actualidad, de acuerdo con la población por servir y los resultados del estudio socioeconómico que se realizará para su determinación, se aceptan como período económico de proyecto los siguientes parámetros.

Para localidades mayores a 15,000 usuarios de 15 a 20 años.

Para localidades entre 2,500 y 15,000 usuarios de 6 a 10 años.

Para equipos electromecánicos (vida útil) de 10 a 15 años.

La población por servir se determinará de acuerdo con alguno de los métodos de proyección usados en Agua Potable, con un horizonte de 6 a 20 años, según el tamaño de la localidad y sus tendencias demográficas.

### **2.2.3. Dotación de agua potable y aportación de aguas negras**

Las normas mexicanas toman en cuenta que el alcantarillado de una localidad es reflejo del sistema de agua potable y por lo tanto, existe una relación directa entre aportación de aguas negras y dotación de agua potable. En general se acepta la siguiente relación:

Aportación aguas negras = a 75% u 80% dotación de agua potable. Lo anterior porque por experiencia muestra que el total de agua potable que recibe una localidad, entre 20 y 25% se pierde antes de llegar a la red de alcantarillado por factores tales como: fugas en la red, lavado de coches, riego de jardines y otros desperdicios y consumos.

Para efectos de la aplicación de la relación anterior, la dotación de agua potable será la utilizada en el correspondiente proyecto; en su ausencia, se tomará la dotación estimada para localidades urbanas de la república mexicana, en las normas de proyectos de agua potable, en cuyo caso, la dotación de agua potable deberá ajustarse de acuerdo con el proyecto específico de que se trate, mediante un coeficiente de seguridad que puede variar de 1.00 a 2.00 de conformidad con el criterio del proyectista y de la posibilidad de aportaciones en exceso, resultado de crecimientos demográficos explosivos o, en su caso, de otros factores como infiltraciones, que obligan a tomar en cuenta variaciones máximas instantáneas que puedan ocurrir como eventualidad.

### **2.2.4. Diámetros mínimos para atarjeas y descargas domiciliarias**

La experiencia acumulada en la conservación de las redes de alcantarillada ha demostrado universalmente que el diámetro mínimo que deben tener las atarjeas es de 20 cm y las descargas domiciliarias 15 cm.

### 2.2.5. Pendientes mínimas y máximas permisibles

Para tuberías de una red de alcantarillado en casos normales, la experiencia mexicana sugiere la utilización de pendientes mínimas y máximas calculadas a tubo lleno para diferentes diámetros de tubería (cuadro 2.1.)

| <b>CUADRO 2.1. PENDIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA TUBERÍAS DE UNA RED DE ALCANTARILLADO EN CASOS NORMALES</b> |                                     |                |                                      |                |  |                  |
|--|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|--|------------------|
| Diámetro nominal en cm.  | CALCULADAS                          |                |                                      |                | Pendiente recomendable para proyectos en milésimos |                  |
|  | Máxima V = 3.0 m /seg. a tubo lleno |                | Mínima V = 0.6 m / seg. a tubo lleno |                | Máxima   | Mínima           |
|  | Pendiente milésimos                 | Gasto Lt / seg | Pendiente milésimos                  | Gasto Lt / seg |  |                  |
| 20   | 82.57                               | 94.24          | 3.30                                 | 18.85          | 83   | 4.0 (ver nota 2) |
| 25   | 61.32                               | 147.26         | 2.45                                 | 29.45          | 61   | 2.5              |
| 30   | 48.09                               | 212.06         | 1.92                                 | 42.41          | 48   | 2.0              |
| 38   | 35.09                               | 340.23         | 1.40                                 | 68.05          | 35   | 1.5              |
| 45   | 28.01                               | 477.13         | 1.12                                 | 95.43          | 28   | 1.2              |
| 61   | 18.67                               | 876.74         | 0.75                                 | 175.35         | 19   | 0.8              |
| 76   | 13.92                               | 1360.93        | 0.56                                 | 272.19         | 14   | 0.6              |
| 91   | 10.95                               | 1951.16        | 0.44                                 | 390.23         | 11   | 0.5              |
| 107  | 8.82                                | 2697.61        | 0.35                                 | 539.52         | 9  | 0.4              |
| 122  | 7.41                                | 3506.96        | 0.30                                 | 701.39         | 7.5  | 0.3              |
| 152  | 5.53                                | 5443.75        | 0.22                                 | 1088.75        | 5.5  | 0.3              |
| 183  | 4.31                                | 7890.66        | 0.17                                 | 1578.13        | 4.5  | 0.2              |
| 213  | 3.52                                | 10689.82       | 0.14                                 | 2137.96        | 3.5  | 0.2              |
| 244  | 2.94                                | 14027.84       | 0.12                                 | 2805.57        | 3.0  | 0.2              |

Notas: 1 Fórmula empleada: Manning (n=0.013)  
2. Para lograr un mejor funcionamiento hidráulico se proyectarán atarjeas de 20 cm de diámetro con una pendiente mínima de 4 milésimas.

### 2.2.6. Velocidades mínima y máxima permisibles

La velocidad mínima permisible es aquella que no permite la sedimentación de los sólidos en suspensión . Las siguiente son las cifras recomendables:

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| Vel. mín. a tubo lleno | 0.60 m/seg. |
| Vel. mín. a medio tubo | 0.30 m/seg. |
| Vel. mín. recomendable | 0.45 m/seg. |

En contrapartida, la velocidad máxima permisible será aquella que no produzca erosión en la tubería ni dislocamiento en las juntas. La recomendación es:

|  |             |
|--|-------------|
| Vel. máx. permisible para aguas negras | 3.00 m/seg. |
| Vel. máx. permisible sistema combinado | 5.00 m/seg. |
| Vel. max. Permisible sistema pluvial   | 8.00 m/seg. |

### 2.2.7. Gastos mínimos

Se considera como gasto mínimo a la mitad del gasto medio, pero nunca deberá ser menor a 1.5 l.p.s. que es la descarga de un excusado tipo, en la inteligencia de que además se considera el número de descargas simultaneas a un alcantarillado de acuerdo con el diámetro del conducto (cuadro 2.2).

### 2.2.8. Tirante mínimo a velocidades mínima y máxima

El tirante mínimo cuando la velocidad mínima permisible sea de 0.30 m/seg, será igual o mayor a 1.5 cm, para que pueda arrastrar las partículas en suspensión.

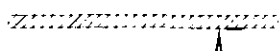
Cuando la velocidad sea la máxima permisible de 3.00 m/seg (aguas negras), el tirante mínimo deberá ser igual o mayor a 1.00 cm.

**CUADRO 2.2.. GASTOS MÍNIMOS PARA DISTINTOS DIÁMETROS Y NÚMEROS DE DESCARGAS**

| Diámetro (cm) | No. descargas simultaneas | Aportación por descargas (l.p.s) | Gasto mínimo aguas negras (l.p.s) |
|---------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 20            | 1                         | 1.5                              | 1.5                               |
| 25            | 1                         | 1.5                              | 1.5                               |
| 30            | 2                         | 1.5                              | 3.0                               |
| 38            | 2                         | 1.5                              | 3.0                               |
| 45            | 3                         | 1.5                              | 4.5                               |
| 61            | 5                         | 1.5                              | 7.5                               |
| 76            | 8                         | 1.5                              | 12.0                              |
| 91            | 12                        | 1.5                              | 18.0                              |
| 107           | 17                        | 1.5                              | 25.5                              |
| 122           | 23                        | 1.5                              | 34.5                              |
| 152           | 30                        | 1.5                              | 45.0                              |
| 183           | 38                        | 1.5                              | 57.0                              |
| 213           | 47                        | 1.5                              | 70.5                              |
| 244           | 57                        | 1.5                              | 85.5                              |

### 2.2.9. Colchón mínimo

Recibe este nombre la capa de tierra que cubre el lomo de la tubería para protegerla de los efectos de las cargas vivas. Esta capa será cuando menos de 0.90 m para diámetros mayores.



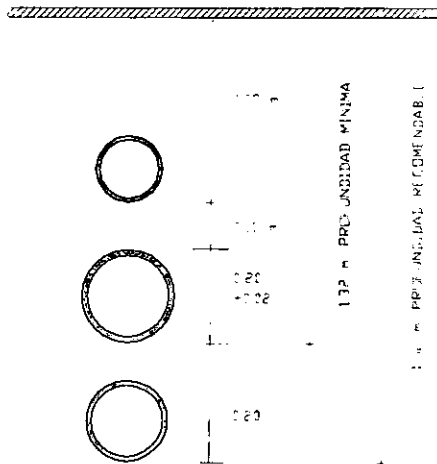
### 2.2.10. Profundidad mínima y profundidad recomendable de instalación de las tuberías

La profundidad a la cual se deben instalar las tuberías de alcantarillado obedece a tres factores principales:

- Se debe cumplir con el colchón mínimo especificado
- Se debe evitar al máximo el topetear las tuberías de alcantarillado con otras tuberías (agua potable, gas, electricidad, etc.) para evitar problemas constructivos.
- Se debe asegurar una correcta conexión de las descargas domiciliarias.

En la siguiente figura se muestra la forma de cómo calcular la profundidad mínima y la recomendable. En el caso que se ilustra, se tomó como referencia un diámetro de tubería de 0.20 m.

Profundidad mínima y recomendable para la instalación  
de una tubería de alcantarillado.



En el cuadro 2.3. se muestra las profundidades mínimas y recomendables para distintos diámetros de tubería, así como su zanja.

| <b>CUADRO 2.3 PROFUNDIDAD MÍNIMA (TEORICA) Y PROFUNDIDAD RECOMENDABLE DE INSTALACIÓN PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO.</b> |                     |                         |                          |           |
|---|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|
| Diámetro (cm)   | Ancho de zanja (cm) | Profundidad teórica (m) | Profundidad recomendable |           |
|   |                     |                         | de                       | hasta (m) |
| 20  | 65                  | 1.23                    |                          | 1.50      |
| 25  | 70                  | 1.30                    |                          | 1.50      |
| 30  | 80                  | 1.42                    | 1.50                     | 2.50      |
| 38  | 90                  | 1.53                    | 2.00                     | 3.00      |
| 45  | 100                 | 1.63                    | 2.50                     | 3.50      |
| 61  | 120                 | 1.82                    | 2.50                     | 3.50      |
| 76  | 150                 | 2.00                    | 2.50                     | 3.50      |
| 91  | 175                 | 2.18                    | 2.50                     | 3.50      |
| 107   | 190                 | 2.39                    | 2.50                     | 3.50      |
| 122   | 200                 | 2.60                    | 2.50                     | 4.00      |
| 152   | 250                 | 2.97                    | 4.00                     | 6.00      |
| 183   | 280                 | 3.38                    | 4.00                     | 8.00      |
| 213   | 320                 | 3.80                    | 4.50                     | 8.00      |
| 244   | 360                 | 4.20                    | 5.00                     | 9.00      |

### 2.2.11. Anchos de zanja

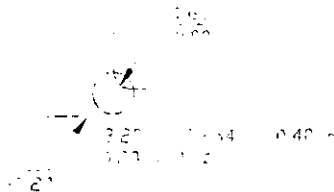
El ancho de las zanjas deberá sujetarse a lo estipulado en las especificaciones, en el proyecto y en sus condiciones en particular. Deberá ser suficiente para permitir la compactación del relleno acostillado y no exceder lo estipulado para evitar incrementar la carga sobre el tubo.

Por lo general el ancho de la zanja, a la altura del lomo del tubo debe ser igual al diámetro exterior del tubo más el 20% de cada lado, pero no menor de 300 mm de cada lado, lo que sea mayor (ver cuadro 2.3.).

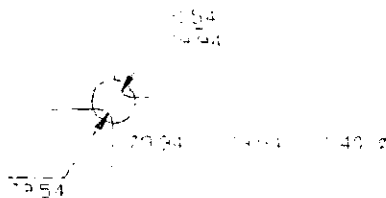
### 2.2.12. Diferencias de elevaciones de plantilla entre media caña y cabeza de atarjea y entre dos medias cañas.

La diferencia de elevaciones de plantillas entre media caña y cabeza de atarjea debe ser cuando menos de un diámetro (el que lleva la media caña), con el fin de que el flujo de agua no se bifurque entre una y otra.

Además, para que se tenga libertad de limpiar el tramo desde la cabeza de atarjea hasta el siguiente pozo de visita.



La diferencia de plantillas entre dos medias cañas en un pozo de visita no debe ser mayor de 0.40 cm, con el fin de que una persona pueda tener maniobrabilidad dentro de él.





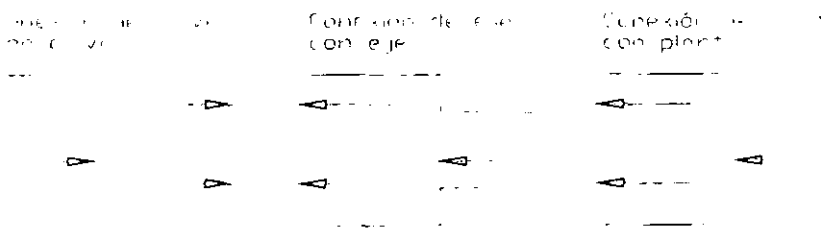
### 2.2.13. Separación máxima entre pozos de visita

Con el fin de mantener una adecuada ventilación de la red de alcantarillado y facilitar las maniobras de limpieza e inspección, la distancia máxima entre pozos de visita comunes, especiales y cajas de visita deberá ser, de acuerdo con los diámetros de tubería, las siguientes:

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Para diámetros entre 20 y 61 cm  | 125 cm |
| Para diámetros entre 76 a 122 cm | 150 cm |
| Para diámetros entre 152 a 244cm | 175 cm |

### 2.2.14. Uniones entre tuberías

Las uniones entre tuberías se diseñan en una red de alcantarillado para resolver transiciones y conexiones. En ambos casos se utilizan generalmente pozos de visita. Sin embargo, cuando se dispone de un desnivel topográfico pequeño, hay ocasiones en que se requiere efectuar las conexiones de las tuberías haciendo coincidir los ejes, las claves o las plantillas de las mismas, como se muestra en las figuras.



Las *conexiones directas entre tuberías* se recomienda utilizarlas solo cuando sea indispensable y con las limitaciones que para los diámetros más usuales se indican en el cuadro 2.4., en el que se representa la conexión de plantillas con letra (P); la conexión a ejes con la letra (E) y la conexión a claves con letra (C).

### 2.2.15. Estructuras de caída

Las estructuras de caída deberán diseñarse con las siguientes especificaciones:

- Para diámetros de 20 a 25 cm                      Con caja de caída adosada hasta altura máxima de 2.00 m.
- Para diámetros de 30 a 76 cm                    Con pozo de caída adosada hasta altura máxima de 1.50 m
- Para diámetros de 91 a 244 cm                Con caída escalonada de 50 en 50 cm, hasta 2.50 m de altura máxima.

**CUADRO 2. 4.. CONEXIONES RECOMENDABLES ENTRE TUBERIAS DE DISTINTO DIÁMETRO SEGÚN SE TRATE DE PLANTILLAS (P), EJES (E) O CLAVES (C)**

| D   | 20 | 25  | 30  | 38  | 45  | 61  | 76  | 91  | 107 | 122 | 152 | 183 | 213 | 244 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 20  | P  | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   |
| 25  |    | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   |
| 30  |    |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   | C   | C   | C   |
| 38  |    |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   | C   | C   |
| 45  |    |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   | C   |
| 61  |    |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   | C   |
| 76  |    |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   | C   |
| 91  |    |     |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   | C   |
| 107 |    |     |     |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  | C   |
| 122 |    |     |     |     |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  | EC  |
| 152 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC | EC  |
| 183 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | P   | PEC | PEC |
| 213 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | P   | PEC |
| 244 |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | P   |



CAPITULO 3

LA TUBERÍA DE  
CONCRETO CON JUNTA  
HERMÉTICA

## CAPITULO 3

### 3.0. Tubería de concreto de tipo junta hermética

#### 3.1. Tipo de tubos de junta hermética

##### 3.1.1. Tubería de concreto reforzado de junta hermética

Este es un producto de sección circular elaborado con dos materiales: Concreto y Acero (jaula de acero), que combinados adecuadamente forman el tubo de concreto armado. Llevan en sus extremos una unión macho-hembra (espiga-campana) que permite la unión con más tubos, formando una superficie interior continua y uniforme.

Generalmente se cuenta con dos diseños en la espiga de tubos de concreto reforzado para la junta hermética, que son los canal y los de escalera que se muestran en las siguientes ilustraciones.

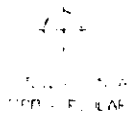
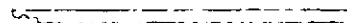
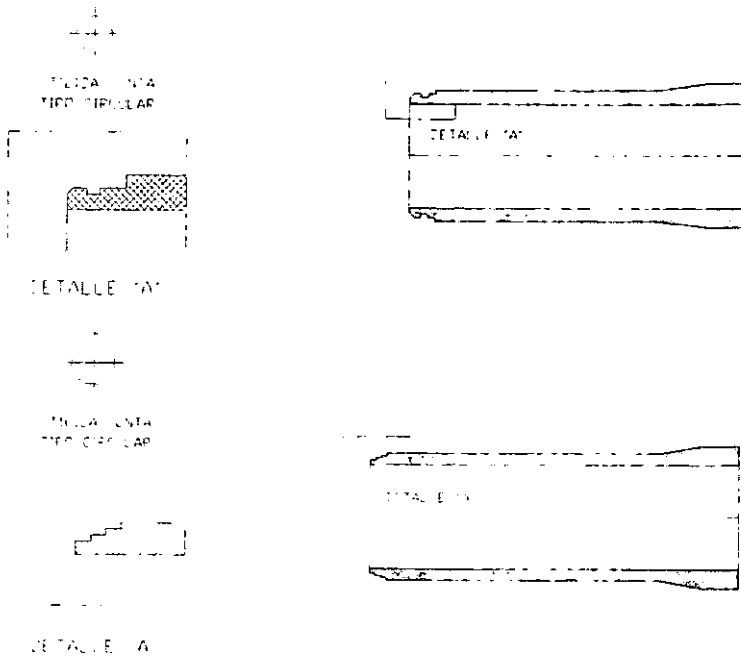


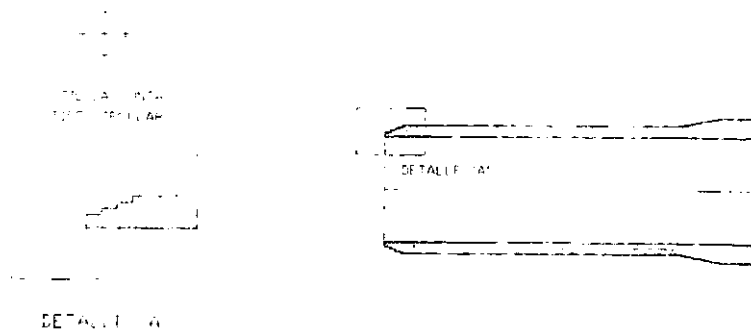
Figura 3.1.1.1





### 3.1.2. Tuberías de concreto simple con junta hermética

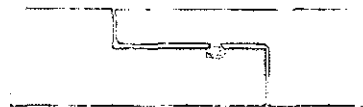
Este es un producto cilíndrico, elaborado sólo de concreto, sin armado de acero, donde el diseño de junta hermética es de escalera.



### 3.1.3 ¿Qué es una tubería de Junta Hermética?

Se le llama junta hermética, porque está diseñada para el desalojo de aguas residuales, sin que se permita la fuga de dichas aguas que transporta a los mantos freáticos, así como tampoco permite filtraciones de líquidos hacia su interior, para ello se requiere de una adecuada instalación.

El anillo de hule, orring o junta de hule se utiliza como una parte importante de un sistema de sello, ya que combinado con la compresión de ambos tubos, uno con espiga y otro con la campana logran comprimir la liga, lo que genera el sellado.



En la actualidad se fabrica tubería con junta hermética que no requiere de ningún tipo de calafateo adicional si se instala adecuadamente, evitando así la contaminación del terreno y los mantos freáticos.

La tubería con junta hermética cuenta con las siguientes ventajas, además de cumplir con su principal objetivo.

- Fácil instalación; por su sistema de acoplamiento sencillo y seguro.
- Nula retención de sedimentos
- Nulo mantenimiento por la calidad y solidez de sus materiales
- Gran capacidad de carga por su diseño.
- Impermeabilidad del cuerpo por su recubrimiento asfáltico interior.

A continuación en el cuadro (3.1) y (3.2) se indican las características de tubería que se fabrica comúnmente en el país.

**CUADRO 3.1**

| Diámetro |          | Longitud | Tipo de |
|----------|----------|----------|---------|
| cm       | Pulgadas | Útil     | Unión   |

a) Tubo de concreto simple con espiga de escalón

|    |    |      |         |
|----|----|------|---------|
| 30 | 12 | 1.25 | Campana |
| 38 | 15 | 1.25 | Campana |
| 45 | 18 | 1.25 | Campana |
| 60 | 24 | 1.25 | Campana |

b) Tubo de concreto reforzado con espiga de escalón

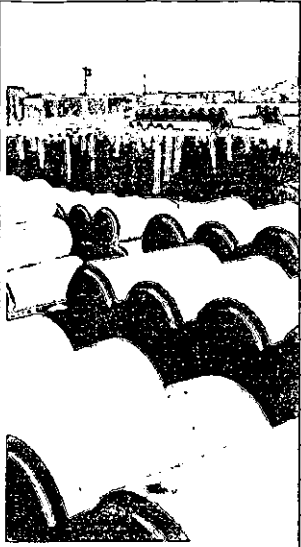
|    |    |      |         |
|----|----|------|---------|
| 30 | 12 | 1.25 | Campana |
| 38 | 15 | 1.25 | Campana |
| 45 | 18 | 1.25 | Campana |
| 60 | 24 | 1.25 | Campana |

c) Tubo de concreto reforzado con espiga de canal


|     |    |      |         |
|-----|----|------|---------|
| 60  | 24 | 2.44 | Espiga  |
| 76  | 30 | 2.44 | Campana |
| 91  | 36 | 2.44 | Campana |
| 107 | 42 | 2.44 | Campana |
| 122 | 48 | 2.44 | Espiga  |
| 152 | 50 | 2.44 | Espiga  |
| 183 | 72 | 2.44 | Espiga  |
| 213 | 84 | 2.44 | Espiga  |
| 244 | 96 | 2.44 | Espiga  |

**CUADRO 3.2.**

**Junta hermética bajo la especificación NMX-C-401 y NMX-C-402**

|  | TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO |     |            |                     |      |          |
|--|-------------------------------|-----|------------|---------------------|------|----------|
|  | DIAMETRO                      |     | PESO /M.L. | LONGITUD DISPONIBLE |      | ACARREO  |
|  | cms                           | plg |            | kg                  | 1.22 |          |
|  | 30                            | 12" | 150        | *****               | 2.50 | Pzas. 80 |
|  | 38                            | 15" | 210        | *****               | 2.50 | 57       |
|  | 45                            | 18" | 275        | *****               | 2.50 | 45       |
|  | 53                            | 21" | 350        | *****               | 2.50 | 34       |
|  | 61                            | 24" | 430        | *****               | 2.50 | 27       |
|  | 76                            | 30" | 600        | *****               | 2.50 | 20       |
|  | 91                            | 36" | 815        | *****               | 2.50 | 15       |
|  | 1.07                          | 42" | 1070       | *****               | 2.50 | 9        |
|  | 1.22                          | 48" | 1350       | *****               | 2.50 | 8        |
|  | 1.52                          | 60" | 2020       | *****               | 2.50 | 6        |
|  | 1.83                          | 72" | 2825       | *****               | 2.50 | 4        |
|  | 2.13                          | 84" | 3800       | *****               | 2.50 | 3        |

**Junta hermética bajo la especificación NMX-C-401 y NMX-C-402**

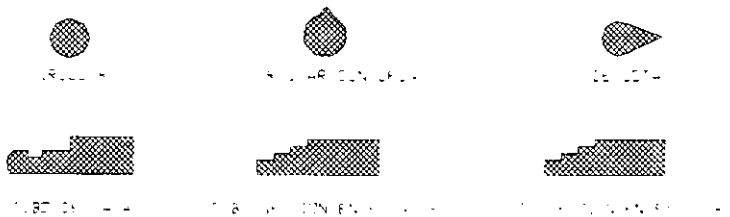
|  | TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE |     |            |                     |       |           |
|---|----------------------------|-----|------------|---------------------|-------|-----------|
|   | DIAMETRO                   |     | PESO /M.L. | LONGITUD DISPONIBLE |       | ACARREO   |
|   | cms                        | plg |            | kg                  | 1.22  |           |
|   | 10                         | 4"  | 25         | *****               | ***** | Pzas. 800 |
|   | 15                         | 6"  | 41         | 1.50                | ***** | 402       |
|   | 20                         | 8"  | 60         | 1.50                | ***** | 267       |
|   | 25                         | 10" | 85         | 1.50                | ***** | 190       |
|   | 30                         | 12" | 150        | *****               | 2.50  | 80        |
|   | 38                         | 15" | 210        | *****               | 2.50  | 57        |
|   | 45                         | 18" | 275        | *****               | 2.50  | 45        |
|   | 53                         | 21" | 350        | *****               | 2.50  | 34        |
|   | 61                         | 24" | 430        | *****               | 2.50  | 27        |



### 3.2 Tipos de hule y sus características

Como ya se ha mencionado, los anillos de hule también llamados orring ó junta de hule, es el elemento que proporciona la hermeticidad siempre y cuando se instale adecuadamente.

De acuerdo con el diseño del tubo existen los anillos de hule adecuados para su uso , de esta forma para el tubo con canal en la espiga se usan anillos redondos, para tubos con sección de escalera se utilizan anillos con ceja ó gota.

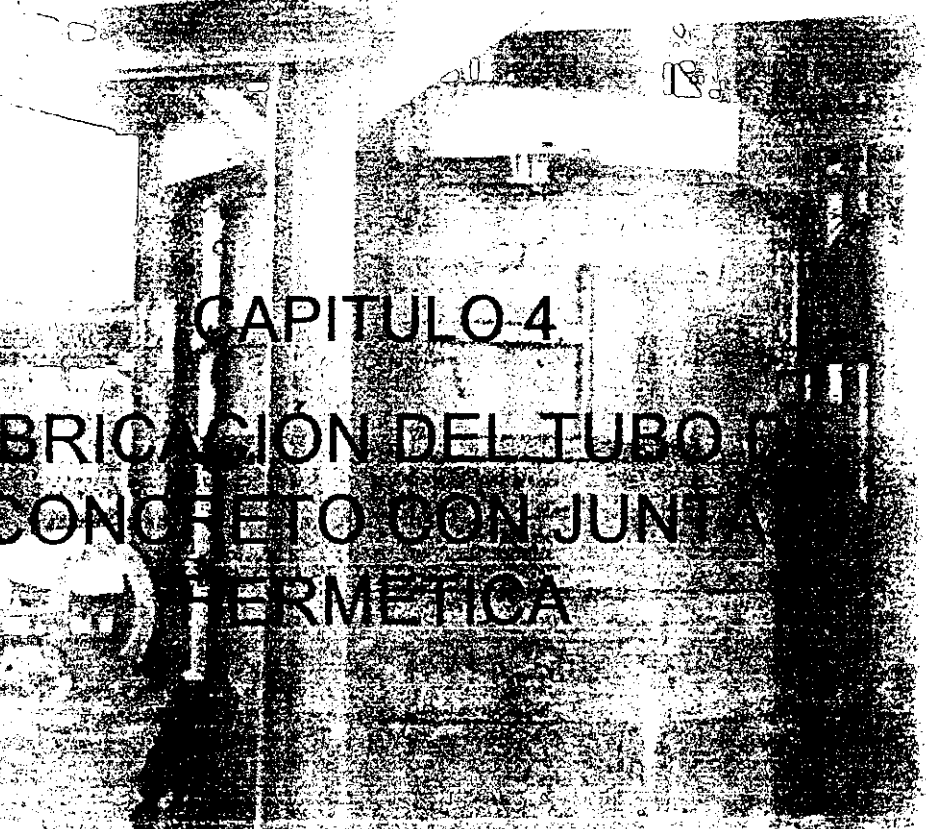
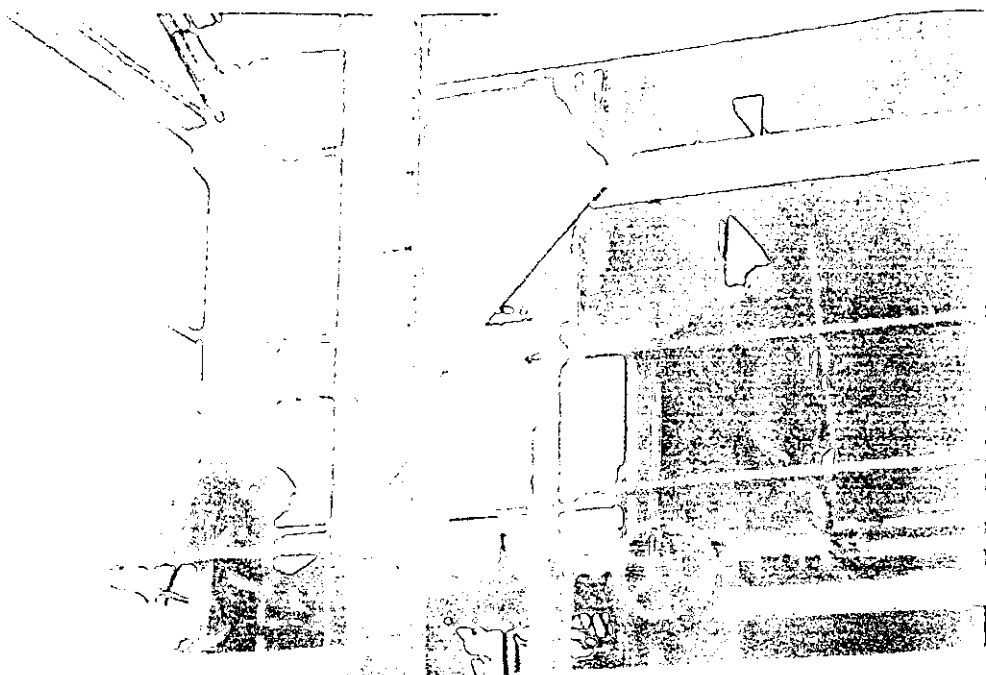


Es fundamental que el montaje, previo a cualquier actividad se verifique que los anillos de hule, cumplan las siguientes características.

- Acabada una superficie lisa, libre de picaduras, grietas, poros internos, burbujas, etc.
- Pruebas físicas, los anillos deben cumplir con las características que se indican en el cuadro 3.3.
- Los anillos deben tener el volumen que se requiere para llenar el espacio entre la espiga y campana, de tal forma que se genera el sellado o hermeticidad. (Ver cuadro 3.3.)
- Los anillos se fabrican para cada diámetro específico.
- Cuando no se tenga contemplado usar los anillos, es necesario almacenarlos sobre plataformas de madera, en un lugar fresco, seco, ventilado, lejos de aceites o grasas, o cualquier otro elemento que pueda alterar sus características físicas.

**Especificaciones de los anillos de hule usados como sello en las tuberías de concreto simple y reforzado para drenaje y alcantarillado. (CUADRO 3.3.)**

| Descripción de los requerimientos  | Valores específicos  | Tolerancias                             | Normas   |
|--|--|---|----------|
| 1. Resistencia a la ruptura  | 8mpa   | Mínimo                                  | NMX-T-87 |
| 2. Alargamiento de la ruptura  | 350%   | Mínimo                                  | NMX-T-87 |
| 3. Dureza  | 40 Shore "A"   | ±5                                      | NMX-T85  |
| <b>Variación de los valores por envejecimiento en estufa</b>                       |  |   |          |
| 4. Deformación permanente por compresión   | 25%  | Máximo                                  | NMX-T-89 |
| 5. Dureza  | -3 + 10 Shore "A"  | Máximo                                  | NMX-T-85 |
| 6. Resistencia a la ruptura  | -15%   | Máximo                                  | NMX-T87  |
| 7. Resistencia al alargamiento   | -20%   | Máximo                                  | NMX-T-87 |
| <b>Variación de los valores originales por envejecimiento en aceite ASTM No. 1</b> |  |   |          |
| 8. Dureza  | -3 +5 Shore "A"  | Máximo                                  | NMX-T-85 |
| 9. Resistencia a la ruptura  | -45 %  | Máximo                                  | NMX-T-87 |
| 10. Resistencia al alargamiento  | -45 %  | Máximo                                  |          |
| 11. Variación de volumen   | +30 %  |   | NMX-T-87 |
| 12. Variación de volumen por inmersión al agua                                     | 10 %   | Máximo                                  | NMX-T-30 |
| 13. Dimensiones Elongación<br>Diámetro de la sección<br>Diámetro del anillo        | Diámetro nominal   | 30 % máximo<br>-2 % y +3%<br>-1 % y +2% |          |
| 14. Apariencia Acabado   | Liso de color homogéneo..., libre de grietas, ampollas, protuberancias, no debe contener impurezas ni porosidades. |   |          |
| 15. Resistencia de la unión  | La unión debe soportar una elongación del 100% sin que haya separación visible o agrietamiento                     |   |          |
| 16. Marcado  | Nombre del fabricante, diámetro nominal y fecha de fabricación.  |   |          |



## CAPITULO 4

# FABRICACIÓN DEL TUBO DE CONCRETO CON JUNTA HERMETICA

## CAPITULO 4

### 4.0. Fabricación del tubo de concreto con junta hermética

#### 4.1. Materia prima

Tanto los materiales como el concreto empleado en la fabricación de los tubos de concreto, con refuerzo, cumplirán con los requisitos y normas estipuladas en la Norma Oficial Mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE y la NMX-C-402-1996-ONNCCE para la fabricación de tuberías de concreto simple y armado. La verificación de la materia prima utilizada en la elaboración de los tubos, se debe de realizar de forma constante y permanente, lo cual garantizara razonablemente que desde el inicio del proceso que se tenga calidad en el producto, todo esto se encuentra apoyado con el laboratorio y el personal capacitado que se tiene para la ejecución de estas actividades.

#### **Concreto**

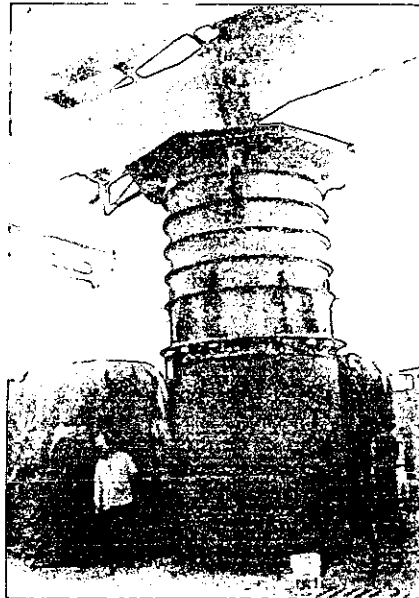
El concreto que se utilice en la fabricación de tuberías deberá tener las siguientes características básicas:

- a) El concreto usado deberá ser Portland tipo V el cual es resistente a el ataque de los sulfatos (NMX-C-001) y su consumo mínimo por metro cúbico deberá ser mayor a 330 kg/m<sup>3</sup>
- b) Los materiales pétreos deberán ser preferentemente de origen volcánico, triturados, sanos, inertes, con alta densidad y baja absorción, limpios y mejor lavados, con granulometrías apropiadas según la Norma NMX-C-111 "Agregados para Concreto".
- c) Ya que en el valle de México no existen buenos depósitos de arenas, se sugiere que deban ser suministrados por dos bancos distintos para lograr una buena granulometria, deberán ser cribadas, exentas de polvo y lavadas, inertes y de buena calidad.
- d) El mezclado de los agregados con cemento, deberá ser con turbina horizontal o vertical, y la relación agua cemento no mayor de 0.50 (esta deberá cumplir con la

NMX-C-112) para formar un concreto denso pero trabajable, que pueda ser vaciado sin segregación en los moldes y a través de un proceso de vibrado, centrifugado, rolado o compactado, que propicie la máxima densidad. La resistencia de los cilindros se controlara diariamente como se describe a continuación:

1. Se tomarán muestras diarias de 12 cilindros, cuatro al iniciar la producción, cuatro a media jornada y cuatro en la tarde.
2. Se probarán la mitad a los tres días si fueron curados con vapor, a los siete días en caso de ser curados solo con agua y la otra mitad, en ambos casos a los 28 días.
3. La resistencia promedio de los cilindros deberá haber sido para la primera mitad de los cilindros de  $\frac{2}{3}$  de la fatiga de ruptura de diseño, y para la segunda parte igual o mayor a la de diseño.

La fatiga del concreto será de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> para tubos diseñados para carga normal y 350 kg/cm<sup>2</sup> para cargas o diámetros mayores según las recomendaciones de las tablas de A.S.T.M. C-76.



Molde para la fabricación de tubos de concreto armado.

e) Los moldes deberán ser metálicos, cilíndricos, todos iguales, rígidos y dimensionalmente exactos para tolerar sin deformaciones los efectos de los procesos de compactación. Las cabezas que forman las extremidades del tubo (espiga y campana) deberán, adicionalmente, ser fabricadas de acero fundido y debidamente maquinadas para tener uniformidad y precisión milimétrica en las medidas de la espiga y campana. Tanto los moldes como las cabezas, deberán estar totalmente limpios y lavados en la superficie en contacto con el concreto fresco.

Se aceptan resanes en las tuberías ligeramente dañadas, siempre que estos sean realizados solamente con resinas epóxicas de comprobada buena calidad que cumplan con la NORMA y mano de obra calificada: todo ello a satisfacción de la Dirección. Estos resanes no eximen a los tubos a someterse unitariamente a la prueba hidrostática de hermeticidad y superarlas en los términos establecidos para demostrar ampliamente la calidad misma del resane.

**Acero:** El acero utilizado es de una resistencia mínima  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$  para varilla corrugada y de  $f_y = 5620 \text{ kg/cm}^2$  para alambre liso estirado en frío, además de verificar otras variables como son: los diámetros, si el material está acerado, color la resistencia a la tensión, la cuales deberán cumplir con las especificaciones de la Norma Oficial de Calidad para "Barras y Varillas de Acero Usadas en Concreto Armado", NMX-B-013, NMX-B-018, NMX-B-032, NMX-B-253, NMX-B-290, NMX-B-294 según el refuerzo que se empleé, o bien de alambre que cumpla con las especificaciones de la Norma Oficial de Calidad de "Alambre para Usos Generales" NMX-B-006 en vigor.

La acero de refuerzo que se utilice debe de estar libres de escamas, aceites, grasas y herrumbre y corresponderá según al diseño o magnitud de las cargas de operación, y en los planos de proyecto se señalara el tipo de acero y su resistencia o calidad. Adicionalmente, la campana de la junta hermética debe llevar circunferencialmente acero de refuerzo, suficiente para absorber la tensión total que produce el anillo de hule y la presión hidrostática del agua sobre su pared interna.

Además de estos análisis que se realizan en forma interna por fabricantes se solicita a cada uno de los proveedores, que en cada entrega de material, éste venga soportado con un certificado de calidad que lo ampare.

## 4.2. Fabricación

**Dosificación:** Para establecer la dosificación requerida de los materiales que son utilizados en la fabricación de tubería de concreto, se hace uso de los resultados obtenidos de los análisis del laboratorio de control de calidad, teniendo como primicia siempre satisfacer el requerimiento mínimo, en cuanto al contenido de cemento se refiere  $335 \text{ kg/m}^3$ .

### Colocación del acero de refuerzo

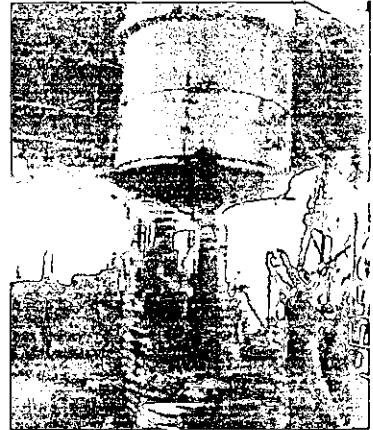
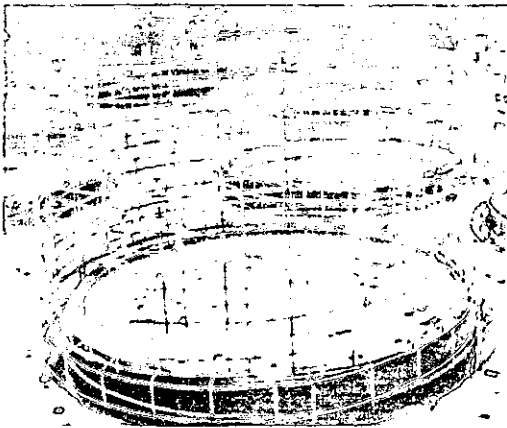
Cuando se use una línea de refuerzo elíptico, el acero deberá llevar separadores sobre el molde, de preferencia de materiales plásticos, para garantizar la ubicación elíptica del acero. El número de separadores deberá ser no menor de cuatro piezas en cada una de las secciones en las que se coloquen. El número mínimo de secciones con separador deberá ser tres por cada metro de longitud del tubo.

No se permitirá refuerzo elíptico cuando el proceso de fabricación sea por descimbrado inmediato, y el recubrimiento del concreto sobre el refuerzo deberá tener un mínimo de 2 cm salvo que el fabricante haga una predeformación mecánica de la jaula, el concreto deberá ser vibrado con alta frecuencia para obtener una consistencia tal, que no permita deformaciones incipientes al momento de ser descimbrado y tenga en su extremidad un molde o zincho que absorba cualquier deformación y pasar satisfactoriamente las pruebas, hidrostática y de tres apoyos.

Cuando se usen dos líneas de refuerzo, estas deberán quedar colocadas de tal manera, que el recubrimiento de concreto sobre el refuerzo, sea de 2 cm, tanto por el lado interior como por el exterior del tubo. Además, las dos líneas de refuerzo quedarán armadas entre si de forma que el refuerzo total sea un solo conjunto, y una de ellas

deberá llevar espaciadores contra el molde, siendo el mínimo de tres piezas por sección. El número mínimo de secciones con separador deberá ser de dos por metro de longitud del tubo.

El acero circular o elíptico deberá formar una jaula con los aceros longitudinales y en suficiente cantidad, que se extenderá a todo lo largo de la pared del tubo y de la campana para darle al armado la rigidez necesaria e incorporar a la campana dos o más anillos circulares que permitan absorber las tensiones que les transmite el anillo de hule.



En la ilustración se observa el armado de un tubo, después se introduce al molde para posteriormente ser colado.

Cuando los traslapes del acero de refuerzo no sean soldados, estos deberán traslaparse en una longitud no menor de 20 diámetros para varilla corrugada en frío, y no menos de 40 diámetros para varillas lisas y alambres estirados en frío. Cuando el traslape sea soldado, deberá traslaparse y soldarse en 5 cm como mínimo.

Para la unión de barras o varillas en los refuerzos se permitirá, en especial, soldadura a tope, que en la prueba de tensión del espécimen representativo debe resistir cuando menos un 75% de la resistencia del acero especificado.



El espaciamiento del acero circular o elíptico no debe exceder del espesor de la pared del tubo. La continuidad del acero circunferencial no se debe destruir durante la fabricación del tubo.

### **Cimbrado.**

Para el cimbrado de los tubos de concreto armado se usan generalmente tres tipos de maquinaria, las cuales son:

- **Maquina PH 24:** Se coloca el armado del tubo en el arillo de la campana y se introduce al molde, el cual es colocado en la plataforma giratoria para su colado, esto es para el tubo con junta hermética tipo escalonado.
- **Máquina PH 60:** Se coloca el armado del tubo en el arillo de campana, se introduce al molde, se cierra el molde, se acopla el arillo de la espiga en la parte superior. Es colocado en la plataforma giratoria para su colado, este procedimiento es para tubo con junta hermética de canal.
- **Maquina VibroMac.** Se coloca el armado en el arillo de la campana, se introduce un corazón (cilíndrico, metálico, hueco), en el perímetro interior del armado, siendo izado por la grúa viajera hacia el molde fijo para su colado.

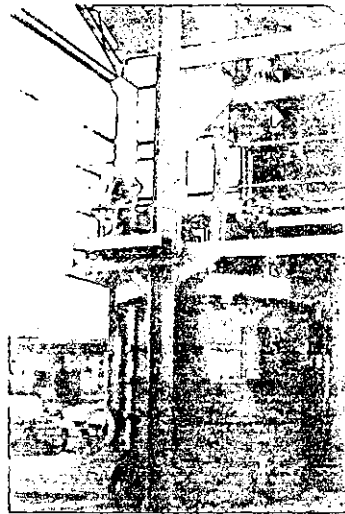
### **Colado**

Una vez colocado el molde con el armado en su interior, se procede a realizar las actividades del colado. El operador de la mezcladora utiliza la dosificación proporcionada por el laboratorio de control de calidad.

En México se fabrica tubería de concreto con junta hermética mediante tres sistemas

1. Vibrado externo
2. Vibro-compactado
3. Con vibradores de inmersión

Dependiendo del diámetro del tubo y del grado a fabricar, se utiliza el tipo de sistema que más se adecuó



En la ilustración se observa como es colado un tubo.

Elaborada la mezcla se vacía al molde utilizando el sistema de fabricación correspondiente, creando un elemento homogéneo.

### **Descimbrado**

Colado el tubo, es trasladado dentro del molde cuidadosamente hasta el área de curado y es descimbrado al momento de abrir el molde.



Procedimiento de descimbrado de un tubo con montacarga.

En el sistema de vibrado externo el tubo colado es extraído del "corazón" (*Molde cilíndrico hueco*) izándolo con la grúa viajera y alojándolo en la zona de curado.

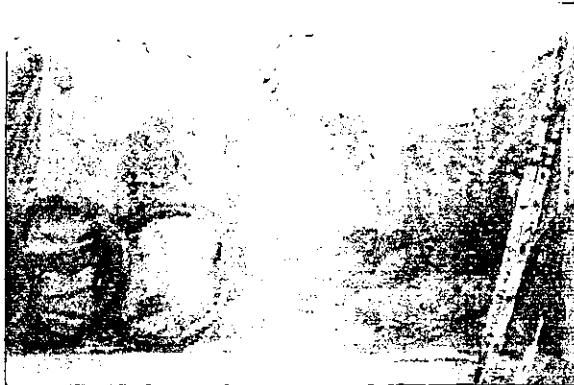
El tubo que es colado con el sistema de inmersión, no se desmolda, se deja cimbrado por un mínimo de 24 horas en el mismo lugar en que se cuela.

### Curado

Una vez que los tubos fabricados están en la zona de curado (*la cual está cubierta por los lados*) se cierran las puertas y/o se encierran con lonas, evitando así las corrientes de aire que ocasionan las fisuras por contracción.

Se da un tiempo de reposo y posteriormente se suministra el vapor dentro de las cámaras. El curado a vapor es un procedimiento ideal para acelerar el proceso.

El curado con vapor nos proporciona de un 60 a un 80% de la resistencia de proyecto, lo cual nos permite realizar movimientos con el tubo para su traslado al patio de almacenaje para la inspección de control de calidad.



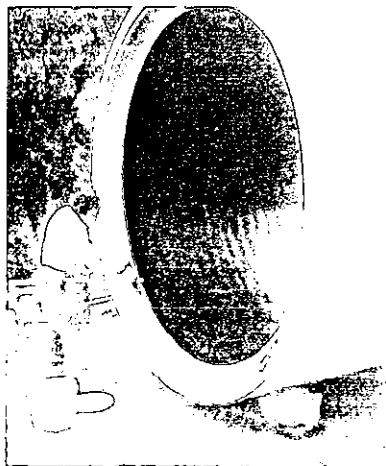
Zona de curado, se cubren los tubos para que no pierdan humedad.

Después de su fabricación, se verificará la calidad de los tubos terminados mediante la inspección de su acabado, dimensiones, cantidad y posición del acero de refuerzo, y

serán sometidos selectivamente a las pruebas de resistencia a carga externa, de absorción del concreto e hidrostática mediante presión inferior en la forma señalada en la especificación correspondiente.

**Impermeabilización.-** Cuando el proyecto así lo señale, todos los tubos serán impermeabilizados en su superficie interior mediante la aplicación de un producto asfáltico butiminoso. Esta impermeabilización deberá ser uniforme en toda la superficie interior sin que presente grietas, gotas, burbujas o partes sin cubrir. El producto asfáltico podrá ser PEMEX "F.M.O." o similar y su aplicación se hará en la forma siguiente:

- a) Previamente se deberá limpiar el interior del tubo hasta dejarlo libre de polvo, grasa o cualquier otra materia contaminante extraña.
- b) El producto asfáltico se aplicará a una temperatura de 25°C, aproximadamente, empleando brocha o espesor de aire en una proporción de 0.5 a 0.7 litros por metro cuadrado de superficie, o bien, la que recomiende en lo particular el fabricante del producto que fuere aplicado.
- c) La aplicación del impermeabilizante se hará a dos manos, teniendo cuidado de no aplicar la segunda capa hasta que no haya secado completamente la primera.



Impermeabilización de un tubo con brocha.

Los tubos deberán tener un acabado libre de roturas o grietas, burbujas, laminaciones o superficies rugosas que presenten salientes de más de 10 milímetros. En el interior de la campana y el exterior de la espiga, el acabado, además deberá ser terso sin salientes o hendiduras no mayores de 1mm, y si es necesario ser resanados exclusivamente con resinas epóxicas.

Los planos que limiten los extremos de los tubos serán perpendiculares a su eje longitudinal. Cada tubo llevará cerca del extremo una marca en grabado o relieve de identificación del fabricante, la que indicara diámetro, clase de tubo, fecha de fabricación, número de serie y carga hidrostática de prueba; adicionalmente, los tubos circulares con refuerzo elíptico tendrán marcadas las palabras "LOMO" y "PLANTILLA" en el eje vertical para identificar su colocación definitiva en la zanja.

### **Conexiones y accesorios**

Las conexiones y accesorios tales como yes, tés, codos y adaptadores, deberán cumplir en lo aplicable, con los mismos requisitos de los tubos correspondientes.

Debido a las imperfecciones ocasionales en su manufactura, los tubos podrán ser reparados cuando fuere necesario: serán aceptados si las reparaciones son firmes, realizadas con resinas epóxicas y si los tubos reparados se ajustan a las pruebas de las especificaciones.

### **4.3. Dimensiones**

Los Tubos de Concreto Simple que cuentan con junta hermética a que se refiere la NMX-C-401-ONNCCE se clasifican en un solo tipo de calidad y en 2 grados, esto es base a su resistencia de carga externa, como se indica en el cuadro 4.3.1. En caso de requerirse, fabricarse ó suministrarse diámetros distintos a los estipulados en este cuadro se deberán extrapolar las cargas mínimas de ruptura en función del diámetro real ( $D_r$ ) inmediato superior a fin de obtener la nueva carga de ruptura.

Por lo que se refiere a los indicadores dimensionales; diámetro y espesor de los Tubos de Concreto Armado que comprende la NMX-C-402-ONNCCE se establecen en los cuadros 4.3.2., 4.3.3., 4.3.4. y 4.3.5.

En caso de requerirse, fabricarse ó suministrarse diámetros distintos a los estipulados en este cuadros, se deberá multiplicar la carga (M) por el diámetro real (Dr) a fin de obtener los requerimientos correspondientes a la carga para la grieta y carga máxima. En todos los casos se deberán satisfacer los factores de carga (M) de la norma. El fabricante puede modificar los diseños o desarrollar especiales que difieran de los cuadros, pero los diseños deberán cumplir con los requisitos de estas normas y deberán estar basados en cálculos analíticos y racionales.

### Requisitos de Diseño para Tubos de Concreto Armado Grado 1

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 50 N/m/mm (5.1 kg/m/mm)  
 Carga M para producir una ruptura de 75 N/m/mm (7.6 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.2.

| Diámetro Interno      |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|-----------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|                       |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|                       |                    | PARED A   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn) | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo eliptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|                       |                    | Jaula interior  |                                      | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30                    | 305                | 44  | 1.5                                  | -              | -                                    | 1555                                       | 2318         |
| 38                    | 381                | 47  | 1.5                                  | -              | -                                    | 1943                                       | 2896         |
| 45                    | 457                | 50  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 2330                                       | 3473         |
| 61                    | 610                | 63  | 2.8                                  | -              | 2.3                                  | 3111                                       | 4636         |
| 76                    | 762                | 70  | 3.2                                  | -              | 3.0                                  | 3886                                       | 5791         |
| 91                    | 914                | 76  | 3.0                                  | 2.1            | 3.2                                  | 4661                                       | 6846         |
| 107                   | 1067               | 89  | 3.4                                  | 2.5            | 3.8                                  | 5441                                       | 8109         |
| 122                   | 1215               | 101   | 4.5                                  | 3.4            | 4.9                                  | 6217                                       | 9264         |
| 137                   | 1371               | 114   | 5.3                                  | 3.2            | 5.9                                  | 6992                                       | 10419        |
| 152                   | 1524               | 127   | 6.4                                  | 4.7            | 7.0                                  | 7772                                       | 11582        |
| 183                   | 1829               | 152   | 8.7                                  | 6.4            | 9.5                                  | 9328                                       | 13900        |
| 213                   | 2134               | -   | -                                    | -              | -                                    | 10883                                      | 16218        |
|                       |                    | Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
| 213                   | 2134               | 178   | 10.8                                 | 8.3            | 12.1                                 | 10883                                      | 16218        |
| 244                   | 2438               | 203   | 13.1                                 | 10.3           | 14.6                                 | 12434                                      | 18529        |
| 305                   | 3048               | -   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 50 N/m/mm (5.1 kg/m/mm)  
 Carga M para producir una ruptura de 75 N/m/mm (7.6 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.2.

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED B   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | 51  | 1.5                                  | -              | -                                    | 1555                                       | 2318         |
| 38  | 381                | 57  | 1.5                                  | -              | -                                    | 1943                                       | 2896         |
| 45  | 457                | 63  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 2330                                       | 3473         |
| 61  | 610                | 76  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 3111                                       | 4636         |
| 76  | 762                | 89  | 3.0                                  | -              | 2.5                                  | 3886                                       | 5791         |
| 91  | 914                | 101   | 2.5                                  | 19             | 2.8                                  | 4661                                       | 6846         |
| 107   | 1067               | 114   | 3.2                                  | 25             | 3.6                                  | 5441                                       | 8109         |
| 122   | 1215               | 127   | 3.8                                  | 30             | 4.2                                  | 6217                                       | 9264         |
| 137   | 1371               | 140   | 4.7                                  | 27             | 5.0                                  | 6992                                       | 10419        |
| 152   | 1524               | 152   | 5.3                                  | 40             | 5.9                                  | 7772                                       | 11582        |
| 183   | 1829               | 178   | 7.4                                  | 5.5            | 8.3                                  | 9328                                       | 13900        |
| 213   | 2134               | 203   | 9.7                                  | 7.2            | 10.3                                 | 10883                                      | 16218        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 213   | 2134               | -   | -                                    | -              | -                                    | 10883                                      | 16218        |
| 244   | 2438               | 228   | 12.1                                 | 9.1            | 13.3                                 | 12434                                      | 18529        |
| 305   | 3048               | 279   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED C   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | -   |                                      |                |                                      | 1555                                       | 2318         |
| 38  | 381                | -   |                                      |                |                                      | 1943                                       | 2896         |
| 45  | 457                | -   |                                      |                |                                      | 2330                                       | 3473         |
| 61  | 610                | -   |                                      |                |                                      | 3111                                       | 4636         |
| 76  | 762                | -   |                                      |                |                                      | 3886                                       | 5791         |
| 91  | 914                | 120   | 1.48                                 | 1.48           | 1.69                                 | 4661                                       | 6846         |
| 107   | 1067               | 133   | 2.12                                 | 1.69           | 2.33                                 | 5441                                       | 8109         |
| 122   | 1215               | 146.1   | 2.96                                 | 2.33           | 3.17                                 | 6217                                       | 9264         |
| 137   | 1371               | 158.7   | 3.60                                 | 2.12           | 4.02                                 | 6992                                       | 10419        |
| 152   | 1524               | 171.5   | 4.65                                 | 3.60           | 5.08                                 | 7772                                       | 11582        |
| 183   | 1829               | 196.9   | 6.35                                 | 4.87           | 6.98                                 | 9328                                       | 13900        |
| 213   | 2134               | -   | -                                    | -              | -                                    | 10883                                      | 16218        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 213   | 2134               | -   | -                                    | -              | -                                    | 10883                                      | 16218        |
| 244   | 2438               | -   | -                                    | -              | 13.3                                 | 12434                                      | 18529        |
| 305   | 3048               | -   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |

**Requisitos de Diseño para Tubos de Concreto Armado Grado 2**

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 70 N/m/mm (7.1 kg/m/mm)

Carga M para producir una ruptura de 100 N/m/mm (10.2 kg/m/mm)

**CUADRO 4.3.3.**

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED A   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | 44  | 1.5                                  | -              | -                                    | 2165                                       | 3111         |
| 38  | 381                | 49  | 1.5                                  | -              | -                                    | 2705                                       | 3886         |
| 45  | 457                | 51  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 3244                                       | 4661         |
| 61  | 610                | 63  | 3.6                                  | -              | 3.0                                  | 4331                                       | 6222         |
| 76  | 762                | 70  | 4.0                                  | -              | 3.8                                  | 5410                                       | 7772         |
| 91  | 914                | 76  | 4.4                                  | 3.4            | 4.7                                  | 6489                                       | 9322         |
| 107   | 1067               | 89  | 5.3                                  | 4.0            | 5.9                                  | 7576                                       | 10883        |
| 122   | 1215               | 101   | 6.8                                  | 5.1            | 7.4                                  | 8655                                       | 12434        |
| 137   | 1371               | 114   | 8.4                                  | 6.05           | 8.89                                 | 9734                                       | 13984        |
| 152   | 1524               | 127   | 9.3                                  | 7.0            | 10.4                                 | 10820                                      | 15545        |
| 183   | 1829               | 152   | 12.1                                 | 9.1            | 13.3                                 | 12986                                      | 18655        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 213   | 2134               | 178   | 15.2                                 | 11.9           | 16.9                                 | 15151                                      | 21767        |
| 244   | 2438               | 203   | 19.7                                 | 14.8           | 21.8                                 | 17310                                      | 24868        |
| 305   | 3048               | -   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED B   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | 51  | 1.5                                  | -              | -                                    | 2165                                       | 3111         |
| 38  | 381                | 57  | 1.5                                  | -              | -                                    | 2705                                       | 3886         |
| 45  | 457                | 63  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 3244                                       | 4661         |
| 61  | 610                | 76  | 1.5                                  | -              | 1.5                                  | 4331                                       | 6222         |
| 76  | 762                | 89  | 3.8                                  | -              | 3.2                                  | 5410                                       | 7772         |
| 91  | 914                | 101   | 3.6                                  | 2.8            | 4.0                                  | 6489                                       | 9322         |
| 107   | 1067               | 114   | 4.4                                  | 3.4            | 4.9                                  | 7576                                       | 10883        |
| 122   | 1215               | 127   | 5.1                                  | 3.8            | 5.7                                  | 8655                                       | 12434        |
| 137   | 1371               | 140   | 6.14                                 | 4.6            | 6.77                                 | 9734                                       | 13984        |
| 152   | 1524               | 152   | 7.2                                  | 5.3            | 8.0                                  | 10820                                      | 15545        |
| 183   | 1829               | 178   | 10.4                                 | 7.8            | 11.4                                 | 12986                                      | 18655        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 213   | 2134               | 203   | 14.6                                 | 11.0           | 17.3                                 | 15151                                      | 21767        |
| 244   | 2438               | 229   | 16.1                                 | 12.1           | 17.8                                 | 17310                                      | 24868        |
| 305   | 3048               | -   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |



Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 70 N/m/mm (7.1 kg/m/mm)  
 Carga M para producir una ruptura de 100 N/m/mm (10.2 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.3.

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 27,6 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED C   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | -   | -                                    | -              | -                                    | 2165                                       | 3111         |
| 38  | 381                | -   | -                                    | -              | -                                    | 2705                                       | 3886         |
| 45  | 457                | -   | -                                    | -              | -                                    | 3244                                       | 4661         |
| 61  | 610                | -   | -                                    | -              | -                                    | 4331                                       | 6222         |
| 76  | 762                | -   | -                                    | -              | -                                    | 5410                                       | 7772         |
| 91  | 914                | 120.7   | 1.69                                 | 1.48           | 1.9                                  | 6489                                       | 9322         |
| 107   | 1067               | 133.4   | 2.54                                 | 1.90           | 2.75                                 | 7576                                       | 10883        |
| 122   | 1215               | 146.1   | 3.39                                 | 2.54           | 3.81                                 | 8655                                       | 12434        |
| 137   | 1371               | 159.0   | 4.45                                 | 3.28           | 4.87                                 | 9734                                       | 13984        |
| 152   | 1524               | 171.5   | 5.29                                 | 4.02           | 5.92                                 | 10820                                      | 15545        |
| 183   | 1829               | -   | -                                    | -              | -                                    | 12986                                      | 18655        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 213   | 2134               | -   | -                                    | -              | -                                    | 15151                                      | 21767        |
| 244   | 2438               | -   | -                                    | -              | 13.3                                 | 17310                                      | 24868        |
| 305   | 3048               | -   | -                                    | -              | -                                    | -  | -            |

**Requisitos de Diseño para Tubos de Concreto Armado Grado 3**

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 95.8 N/m/mm (9.8 kg/m/mm)  
 Carga M para producir una ruptura de 140 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.4.

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED A   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | 44  | 3.2                                  | -              | -                                    | 2989                                       | 4483         |
| 38  | 381                | 47  | 3.4                                  | -              | -                                    | 3733                                       | 5600         |
| 45  | 457                | 51  | 3.6                                  | -              | 3.2                                  | 4479                                       | 6718         |
| 61  | 610                | 63  | 6.1                                  | -              | 5.7                                  | 5978                                       | 8967         |
| 76  | 762                | 70  | 8.0                                  | -              | 7.4                                  | 7468                                       | 11201        |
| 91  | 914                | a   | -                                    | -              | -                                    | 8957                                       | 13436        |
| 107   | 1067               | a   | -                                    | -              | -                                    | 10457                                      | 15685        |
| 122   | 1215               | a   | -                                    | -              | -                                    | 11946                                      | 17919        |
| 137   | 1371               | a   | -                                    | -              | -                                    | 13436                                      | 20154        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 244   | 2438               | a   | -                                    | -              | -                                    | 14935                                      | 22403        |
| 305   | 3048               | a   | -                                    | -              | -                                    | 17924                                      | 26886        |

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 95.8 N/m/mm (9.8 kg/m/mm)

Carga M para producir una ruptura de 140 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.4.

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED B   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | 51  | 1.5                                  | -              | -                                    | 2989                                       | 4483         |
| 38  | 381                | 57  | 2.1                                  | -              | -                                    | 3733                                       | 5600         |
| 45  | 457                | 63  | 3.0                                  | -              | 2.3                                  | 4479                                       | 6718         |
| 61  | 610                | 76  | 5.7                                  | -              | 4.9                                  | 5978                                       | 8967         |
| 76  | 762                | 89  | 7.4                                  | -              | 5.9                                  | 7468                                       | 11201        |
| 91  | 914                | 101   | 6.3                                  | 4.7            | 7.0                                  | 8957                                       | 13436        |
| 107   | 1067               | 114   | 7.4                                  | 5.5            | 8.3                                  | 10457                                      | 15685        |
| 122   | 1215               | 127   | 8.9                                  | 6.8            | 9.9                                  | 11946                                      | 17919        |
| 137   | 1371               | 140   | 10.58                                | 6.35           | 11.64                                | 13436                                      | 20154        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 244   | 2438               | 152   | 12.5                                 | 9.5            | 14.0                                 | 14935                                      | 22403        |
| 305   | 3048               | 178   | 16.7                                 | 12.7           | 18.6                                 | 17924                                      | 26886        |

| Diámetro Interno  |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|---|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|   |                    | Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (280 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|   |                    | PARED C   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn)                                       | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|   |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30  | 305                | -   | -                                    | -              | -                                    | 2989                                       | 4483         |
| 38  | 381                | -   | -                                    | -              | -                                    | 3733                                       | 5600         |
| 45  | 457                | -   | -                                    | -              | -                                    | 4479                                       | 6718         |
| 61  | 610                | 95  | 1.48                                 | 1.48           | 1.69                                 | 5978                                       | 8967         |
| 76  | 762                | 108   | 1.90                                 | 1.48           | 2.12                                 | 7468                                       | 11201        |
| 91  | 914                | 120   | 2.96                                 | 2.12           | 3.17                                 | 8957                                       | 13436        |
| 107   | 1067               | 133   | 4.23                                 | 3.17           | 4.65                                 | 10457                                      | 15685        |
| 122   | 1215               | 146   | 5.50                                 | 4.23           | 6.14                                 | 11946                                      | 17919        |
| 137   | 1371               | 159   | 7.20                                 | 4.23           | 8.04                                 | 13436                                      | 20154        |
| Resistencia del Concreto 34,5 Mpa (350 kg/cm <sup>2</sup> ) |                    |   |                                      |                |                                      |  |              |
| 244   | 2438               | 171   | 8.67                                 | 7.40           | 9.73                                 | 14935                                      | 22403        |
| 305   | 3048               | 196   | 12.91                                | 9.73           | 14.39                                | 17924                                      | 26886        |

**Requisitos de Diseño para Tubos de Concreto Armado Grado 4**

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 144 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)

Carga M para producir una ruptura de 180 N/m/mm (18.3 kg/m/mm)

**CUADRO 4.3.5.**

| Diámetro Interno      |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|-----------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|                       |                    | Resistencia del Concreto 41,4 Mpa (420 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|                       |                    | PARED A   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn) | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|                       |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30                    | 305                | a   | -                                    | -              | -                                    | 4483                                       | 5581         |
| 38                    | 381                | a   | -                                    | -              | -                                    | 5600                                       | 6972         |
| 45                    | 457                | a   | -                                    | -              | -                                    | 6717                                       | 8363         |
| 61                    | 610                | a   | -                                    | -              | -                                    | 8967                                       | 11163        |
| 76                    | 762                | a   | -                                    | -              | -                                    | 11201                                      | 13944        |
| 91                    | 914                | a   | -                                    | -              | -                                    | 13435                                      | 16726        |
| 107                   | 1067               | a   | -                                    | -              | -                                    | 15685                                      | 19526        |
| 122                   | 1215               | a   | -                                    | -              | -                                    | 17919                                      | 22307        |
| 137                   | 1371               | a   | -                                    | -              | -                                    | 20153                                      | 25089        |
| 152                   | 1524               | a   | -                                    | -              | -                                    | 22403                                      | 27889        |
| 183                   | 1829               | a   | -                                    | -              | -                                    | 26886                                      | 33470        |
| 213                   | 2134               | a   | -                                    | -              | -                                    | 31369                                      | 39052        |
| 244                   | 2438               | a   | -                                    | -              | -                                    | 35838                                      | 44615        |
| 305                   | 3048               | a   | -                                    | -              | -                                    | 44805                                      | 55778        |

| Diámetro Interno      |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|-----------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|                       |                    | Resistencia del Concreto 41,4 Mpa (420 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      |  |              |
|                       |                    | PARED B   |                                      |                |                                      |  |              |
| Diámetro nominal (Dn) | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|                       |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30                    | 305                | 51  | 2.1                                  | -              | -                                    | 4483                                       | 5581         |
| 38                    | 381                | 57  | 3.0                                  | -              | -                                    | 5600                                       | 6972         |
| 45                    | 457                | 63  | 4.0                                  | -              | 3.4                                  | 6717                                       | 8363         |
| 61                    | 610                | 76  | 6.4                                  | -              | 5.1                                  | 8967                                       | 11163        |
| 76                    | 762                | 89  | 8.7                                  | 6.6            | 9.7                                  | 11201                                      | 13944        |
| 91                    | 914                | 101   | 10.6                                 | 8.0            | 11.9                                 | 13435                                      | 16726        |
| 107                   | 1067               | 114   | 12.7                                 | 9.5            | 14.2                                 | 15685                                      | 19526        |
| 122                   | 1215               | 127   | 15.5                                 | 11.6           | 17.1                                 | 17919                                      | 22307        |
| 137                   | 1371               | 140   | -                                    | -              | -                                    | 20153                                      | 25089        |
| 152                   | 1524               | a   | -                                    | -              | -                                    | 22403                                      | 27889        |
| 183                   | 1829               | a   | -                                    | -              | -                                    | 26886                                      | 33470        |
| 213                   | 2134               | a   | -                                    | -              | -                                    | 31369                                      | 39052        |
| 244                   | 2438               | a   | -                                    | -              | -                                    | 35838                                      | 44615        |
| 305                   | 3048               | a   | -                                    | -              | -                                    | 44805                                      | 55778        |

Carga M para producir la primera grieta de 0.25 mm – 144 N/m/mm (14.7 kg/m/mm)

Carga M para producir una ruptura de 180 N/m/mm (18.3 kg/m/mm)

CUADRO 4.3.5.

| Diámetro Interno      |                    | Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de Tubo                |                                      |                |                                      | Resistencia kg/m Método de los tres apoyos |              |
|-----------------------|--------------------|---|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|--------------|
|                       |                    | Resistencia del Concreto 41,4 Mpa (420 kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |                |                                      | PARED C                                    |              |
| Diámetro nominal (Dn) | Diámetro real (Dr) | Espesor de pared mm   | Refuerzo Circular cm <sup>2</sup> /m |                | Refuerzo elíptico cm <sup>2</sup> /m | Carga para grieta                          | Carga máxima |
|                       |                    |   | Jaula interior                       | Jaula exterior |                                      |  |              |
| 30                    | 305                | -   |                                      |                |                                      | 4483                                       | 5581         |
| 38                    | 381                | -   |                                      |                |                                      | 5600                                       | 6972         |
| 45                    | 457                | -   |                                      |                |                                      | 6717                                       | 8363         |
| 61                    | 610                | 95  | 2.49                                 | 1.90           | 2.0                                  | 8967                                       | 11163        |
| 76                    | 762                | 108   | 3.81                                 | 2.96           | 4.0                                  | 11201                                      | 13944        |
| 91                    | 914                | 120   | 5.71                                 | 4.23           | 6.0                                  | 13435                                      | 16726        |
| 107                   | 1087               | 133   | 7.62                                 | 5.71           | 8.0                                  | 15685                                      | 19526        |
| 122                   | 1215               | 146   | 9.94                                 | 7.40           | 11.0                                 | 17919                                      | 22307        |
| 137                   | 1371               | 159   | 12.28                                | 7.41           | 13.55                                | 20153                                      | 25089        |
| 152                   | 1524               | 171   | 14.81                                | 11.21          | 16.0                                 | 22403                                      | 27889        |
| 183                   | 1829               | 197   | 20.95                                | 15.66          | 23.0                                 | 26886                                      | 33470        |
| 213                   | 2134               | a   | -                                    | -              | -                                    | 31369                                      | 39052        |
| 244                   | 2438               | a   | -                                    | -              | -                                    | 35838                                      | 44615        |
| 305                   | 3048               | a   | -                                    | -              | -                                    | 44805                                      | 55778        |

Notas

a = Para diseños modificados o especiales

Pared A. El espesor de concreto es menor, con una cantidad mayor de armado respecto a las paredes B y C

Pared B. El espesor de concreto intermedio, con una cantidad intermedia de armado respecto a las paredes A y C.

Pared C. El espesor de concreto es mayor, con una cantidad menor de armado respecto a las paredes A y B.

**Clasificación de los tubos de Concreto Simple**  
**Resistencia del Concreto 27,6 MPa (280 kg/cm<sup>2</sup>)**

CUADRO 4.3.1.

| Diámetro nominal (Dn) (cm) | Diámetro real (Dr) (cm) | Espesor mínimo de pared | Grado I Cargas mínimas de ruptura |      | Grado II Cargas mínimas de ruptura |      |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------|------------------------------------|------|
|                            |                         |                         | Kn/m                              | Kg/m | Kn/m                               | Kg/m |
| 100                        | 101                     | 23                      | 20.6                              | 2100 | 29.2                               | 2980 |
| 150                        | 152                     | 27                      | 20.6                              | 2100 | 29.2                               | 2980 |
| 200                        | 203                     | 29                      | 21.9                              | 2235 | 29.2                               | 2980 |
| 250                        | 254                     | 33                      | 22.7                              | 2310 | 29.2                               | 2980 |
| 300                        | 305                     | 47                      | 24.8                              | 2530 | 32.9                               | 3350 |
| 380                        | 381                     | 53                      | 28.9                              | 2950 | 36.5                               | 4100 |
| 450                        | 457                     | 61                      | 34.1                              | 3480 | 48.3                               | 4920 |
| 600                        | 610                     | 75                      | 43.8                              | 4470 | 58.5                               | 5960 |

#### 4.4. Agujeros para maniobras

Cuando el tamaño o peso de los tubos requiera agujeros para maniobras, solo se permitirá en su fabricación dejarle dos muescas por piezas siempre que estas no traspasen toda la pared del tubo y éste pueda tolerar sin fugas la prueba hidrostática.

El fabricante proporcionará el plano de diseño de su junta hermética con acotaciones milimétricas, y en cada uno de los tamaños fabricados, características del anillo de hule como son diámetro de colocación y espesor originales, por ciento de alargamiento ya colocado en el tubo y dureza Shore, holguras mínima y máxima que puede darse en las tuberías sin dañarse entre sí y permitir una deflexión hasta de 2 grados sin pérdida de la presión hidrostática de prueba en planta (1 kg/cm<sup>2</sup>).

#### 4.5. Tolerancias

El diámetro interior de tubos de 60 cm. de diámetro o mayores, podrá variar en +/- 1.0% o 9.5 mm, (el valor que resulte mayor) del diámetro señalado en la tabla II.

El espesor de la pared del tubo no debe ser menor que la señalada en mas de 5% o 4.75 mm, (el valor que resulte mayor) pudiéndose permitir mayor espesor que el señalado.

La tolerancia en la longitud del tubo podrá llegar a ser hasta de +/- 10 mm.

Después de fabricados, los tubos deberán ser curados por medio de agua, vapor o películas impermeables hechas con materiales aprobados por la Dirección acatando una de las siguientes tres recomendaciones y de acuerdo con lo estipulado en la Norma DGN-C-115:

- a) Para el curado mediante agua los tubos deberán mantenerse húmedos a base de riego durante siete días consecutivos.

- b) Los tubos colocados en sus moldes serán curados cubriéndolos con vapor de agua hasta que el concreto adquiera un endurecimiento suficiente para su buen manejo. El tubo se mantendrá en contacto con el vapor húmedo en una temperatura de por lo menos 43°C y no mayor de 55°C durante un periodo de por lo menos 8 horas, y se proseguirá el curado con riegos de agua durante no menos de 3 días.
- c) Inmediatamente después de que los tubos hayan sido removidos de sus moldes, su superficie será tratada mediante la aplicación de una membrana de curado a base de ceras y resinas para evitar la evaporación del agua del concreto. La aplicación de ésta película impermeable se hará por atomización mediante bomba, aspersor de mano o compresora a razón de 4 a 5 m<sup>2</sup> por litro.

#### 4.6. Muestreo

Salvo que el contrato estipule otro acuerdo, el lote de muestra que proporcionará el fabricante o proveedor será seleccionado por la Dirección o Supervisión que ella designe y de común acuerdo con el fabricante solo se muestrearán los lotes que vengan bien fabricados y con sus acabados correctos.

En un 50% de los tubos como mínimo, se verificarán sus dimensiones, y todo el lote será inspeccionado para comprobar la calidad de sus acabados.

El 1% de los tubos serán sometidos a la prueba de resistencia, y en éstos mismos se comprobará la cantidad y posición del acero de refuerzo.

Las muestras para las pruebas de absorción se obtendrán de los fragmentos resultantes de los tubos sometidos a la prueba de resistencia.

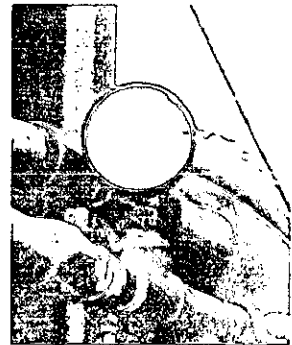
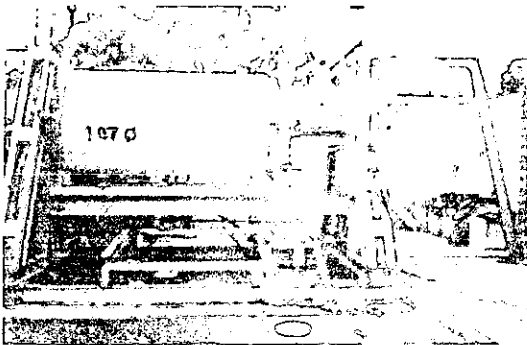
El 10% de los tubos serán sometidos a la prueba hidrostática

Las pruebas de las tuberías se llevaran a cabo en la planta del fabricante, o en su defecto y por cuenta del proveedor, en el lugar que de común acuerdo convengan la Dirección y el Contratista o Proveedor.

#### 4.7. Prueba Hidrostática

La prueba hidrostática de tubos de concreto tiene por finalidad probar la impermeabilidad del concreto del tubo contra filtraciones internas o externas y de la junta hermética flexible, y se realiza en la forma siguiente:

- a) En esta prueba se emplearán tubos completos, representativos del lote por suministrar.
- b) Un tubo será cerrado en sus extremos con tapones similares a la espiga y campana propuesta para la junta hermética y con el anillo de hule correspondiente para verificar fugas, a través de niples no menores de 19 mm. de diámetro, uno para la alimentación de agua de prueba con dos salidas para dos manómetros, otro para el desfogue y uno mas para la expulsión de aire.
- c) Una vez lleno e tubo se aplica la presión, que medida mediante manómetros, deberá alcanzar los valores consignados a continuación:
  - 1.0 kg/cm<sup>2</sup> durante 5 minutos para diámetros menores de 183 cm.
  - 1.0 kg/cm<sup>2</sup> durante 10 minutos para diámetros de 183 cm o mayores.



Prueba Hidrostática, a la izquierda se observa la ejecución de la prueba, a la derecha tenemos respectiva lectura.

Durante el curso de la prueba el tubo no deberá mostrar ninguna fuga ni goteo. Cualquier humedad que apareciese en la superficie en forma de manchas sin que se formen gotas, no será considerado como fuga.



En nuestro tubo se observa una mancha de agua la cual se considera como fuga.

#### 4.8. Prueba de Absorción

Para realizar esta prueba las muestras tendrán una superficie de 100 a 150 cm<sup>2</sup>, un peso mínimo de 100 gramos, y tendrán superficie aproximadamente cuadrada, estando libres de grietas, descascaraduras o bordes astillados. Los especímenes serán marcados con la misma marca de identificación del tubo del cual procedan. La marca será pequeña y no cubrirá más del 1% de la superficie total de la muestra.

Las muestras se secarán a peso constante en una estufa a 110°C hasta que la pérdida de peso no sea mayor en dos pesadas sucesivas con intervalos de 2 horas, de 0.1 % del peso original.

Una vez secas se colocarán en un recipiente de alambre sumergiéndolas en agua que no contenga sales en suspensión, la cual se calentará hasta la ebullición y se dejar hervir durante 5 horas, después de lo cual se dejará enfriar el agua hasta temperatura



ambiente: se escurrirán durante un minuto y a continuación se secará la humedad superficial de las muestras por medio de una toalla o papel secante, para pasar a pesarlas nuevamente.

La absorción deberá calcularse como por ciento del peso inicial seco: se anotarán por separado los resultados de cada muestra individual como aproximación de 0.5 gramos, y se tomará el promedio de los resultados de muestras probadas del lote de prueba.

La cantidad de agua absorbida por la muestra no deberá ser mayor del 8% del peso inicial seco de la misma para cuyo efecto se tomará el promedio de los ensayados.

#### **4.9. Prueba de Resistencia al Aplastamiento.**

Esta puede ser ejecutada alternadamente por dos métodos: el de apoyo en tres aristas y el de apoyo en arena.

En tubos reforzados la carga se aplica a razón de 3.0 kg por metro de tubo y por minuto, durante el tiempo indispensable para observarla y anotarla. La prueba se da por terminada cuando en el tubo aparecen grietas que atraviesan todo su espesor. La resistencia se calcula dividiendo la carga total necesaria para agrietar el tubo, entre la longitud interior del mismo.

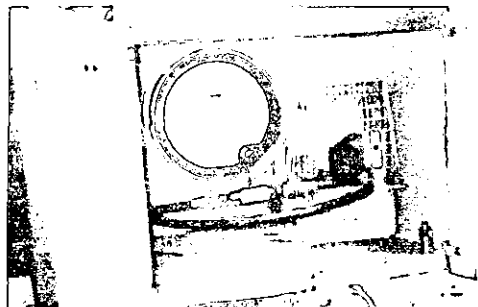
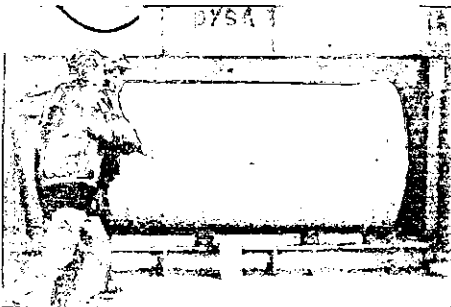
##### **Método de Apoyo en tres aristas.**

Se coloca el tubo longitudinalmente sobre dos tiras paralelas de madera de sección cuadrada de 2.5 x 2.5 cm, fijadas a un polín de madera que tenga cuando menos 15 x 15 cm, de sección, quedando separadas entre sí 2.5 cm por cada 30.5 cm de diámetro nominal del tubo.

El espacio entre las tiras se rellenará con mortero yeso – arena en un espesor de 2.5 cm., colocando el tubo sobre las mismas cuando el mortero está aun en estado plástico. Las aristas interiores de las tiras estarán redondeadas.

El apoyo superior será un polín de madera de 15 x 15 cm, colocado a lo largo del lomo del tubo y asentado sobre una capa de mortero yeso – arena de aproximadamente 1 cm, de espesor para compensar las desigualdades del tubo.

El polín se asienta cuando el mortero aun está en estado plástico. La carga deberá ser vertical y simétrica con respecto al tubo y a sus apoyos inferiores aplicándose a través de una vigueta de acero colocada sobre el polín superior de apoyo, con la suficiente rapidez para que no sufra deformaciones.



Prueba de aplastamiento, a la izquierda se ve el espécimen el cual a fallado, puede observarse las grietas en él, a la derecha vemos su respectiva lectura.

### Método de Apoyo en Arena

Para este procedimiento el tubo se apoya en la parte inferior y simétricamente con su eje vertical, en dos camas de arena de un espesor igual a la mitad del radio del mismo, en tal forma, que cubran un cuarto de su circunferencia. La arena debe ser limpia y contener cuando menos 5% de humedad, deberá pasar por la malla No 4 y la del apoyo inferior estará suelta al momento de colocarse el tubo.

La superficie de la arena del apoyo superior se nivelará con rasero y se cubrirá con una placa rígida de madera dura o algún otro material resistente que transmita la carga uniformemente, la cual se aplicará en el centro de esta placa, de preferencia a través de un apoyo esférico o de dos rodillos en ángulo recto. La carga puede aplicarse por medio de una maquina de prueba, o bien colocando pesos sobre una plataforma que descansa sobre la placa de apoyo, apilando los pesos en forma simétrica con relación a los ejes longitudinal y transversal del tubo.

La plataforma no deberá hacer contacto con el marco de la cama de arena, y a su vez, los marcos superiores e inferiores no estarán en contacto con el tubo. No deberá haber fugas de arena entre el marco y el tubo mientras dure la prueba.

En la prueba de resistencia para tubos con acero de refuerzo, se considerarán como cargas críticas las que produzcan una grieta de 0.25 mm, en una longitud continua de 30 cm, y una grieta considerada de ruptura que atraviese el espesor del tubo

#### **4.10. Aceptación y Rechazo**

Los tubos que no cumplan con las especificaciones de acabado, serán rechazados.

Todos los tubos correspondientes a un lote serán rechazados en los casos siguientes:

- a) Cuando más del 25% de los tubos muestreados no cumplan con las dimensiones o con el acero de refuerzo especificado.
- b) Cuando más del 20% de los tubos muestreados no cumplan la prueba hidrostática o la prueba de absorción.
- c) Cuando la resistencia de un tubo sea menor del 70% de la resistencia especificada.

De un lote que fuere rechazado, el Contratista podrá seleccionar hasta un 50% de los tubos, entre los que considere que están en buenas condiciones, para someterlos

nuevamente en los términos de las pruebas estipuladas en éstas especificaciones, y sería rechazado definitivamente el nuevo lote en caso de que no las cumpliera.

Para poder aceptar un lote de tubería el fabricante deberá entregar a la Dirección los certificados de calidad de sus materiales de insumo.

- Certificados de pruebas
- Certificados de calidad de materiales
- Certificados de calibración de aparatos de medición
- Cuadro de datos específicos de cada proyecto
  - Clase
  - Diámetro
  - Presión interna



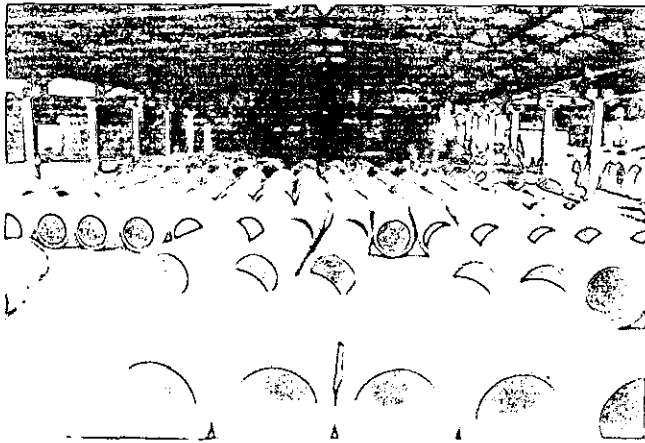
CAPITULO 5

MANDILAS DEL TUBO DE  
CONCRETO CON JUNTA  
HERMETICA

## CAPITULO 5

### 5.0. Maniobras del tubo de concreto con junta hermética en planta

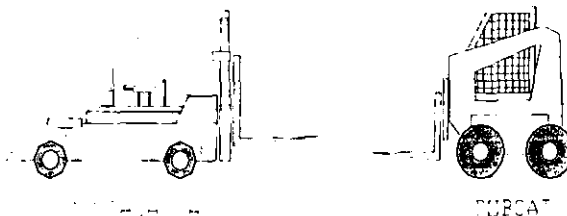
Ya que el tubo fue curado en las áreas de vapor y se dejó reposar, el tubo está listo para que se lleven a cabo las maniobras de extracción y traslado al almacén de patio, donde permanecerá el tiempo necesario para obtener su resistencia de proyecto.



Almacén de patio, se observan los tubos listos para ser usados.

El equipo para las maniobras debe ser el adecuado para el manejo del tubo ya que permitirá una versatilidad en el traslado del tubo.

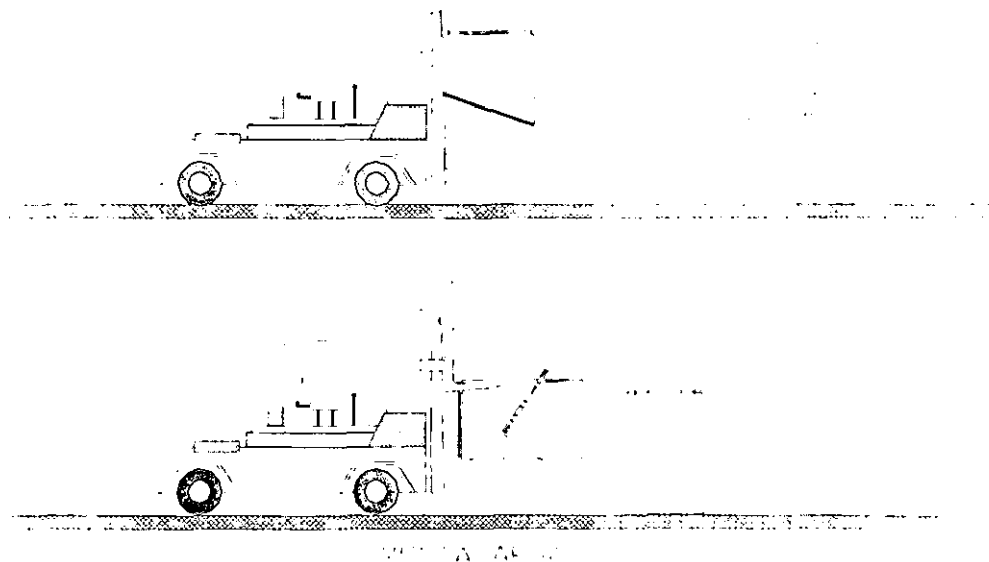
Por lo que se sugiere usar el siguiente equipo:



### 5.1. Maniobra de extracción

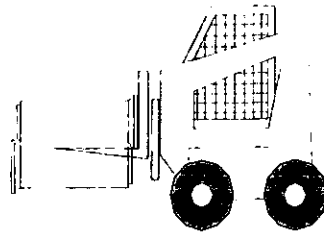
Estas maniobras consisten en los diferentes movimientos que se realizan para dejar la tubería lista para su traslado al almacén.

Los tubos ya curados a vapor, se inclinan y se dejan en una llanta de hule, una vez acostados se gira y se alinean para que un Bob Cat inserte las cuchillas en los tubos para su traslado, este se realiza para tubos de 30, 38, 45, 61 cm de diámetro con longitud de 1.25 m.



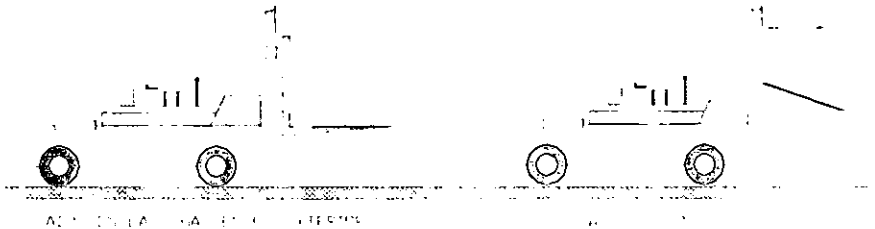
### 5.2. Maniobras de traslado

Estas se deben efectuar con el mayor cuidado, evitando que los tubos se dañen, para esto se utilizan los Cargadores y los Bob Cat.



MANIOBRAS DE TRASLADO AL PUNTO DE ALMACENAMIENTO

La tubería más grande se manejará con el montacarga, abrazándola con el estrobo para evitar que se dañe.



Dependiendo de el diámetro del tubo a mover, las uñas del montacarga se utilizan introduciéndolas en el exterior del tubo como se observa en el dibujo.

### 5.3. Maniobras de carga

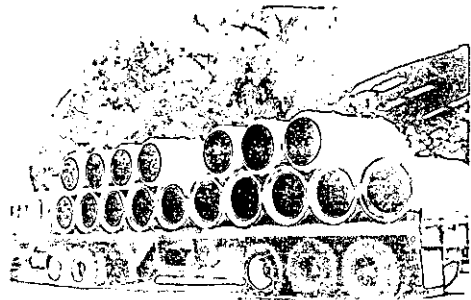
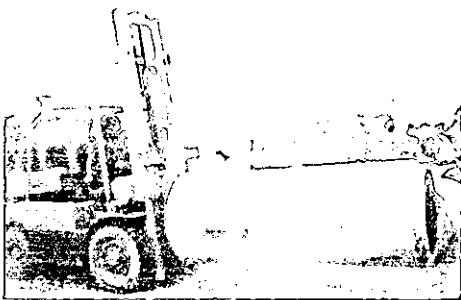
Una vez elaborada la orden de carga se le entrega al jefe de patio, el cual coordina la carga de los tubos a los trailers, mismos que deben de contar con el siguiente equipo adicional:

- Cuerdas
- Polines
- Cámara de llantas
- Llantas cortadas por el rodamiento
- Cadenas
- Gato de cadena (tipo poll lift)



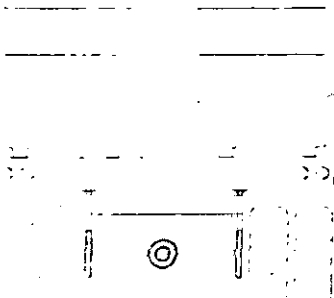
El equipo para carga es Bob Cat y montacargas, los cuales deben estar en condiciones adecuadas para su utilización.

En las maniobras de traslado y embarque, las cuchillas van dentro o fuera del tubo, dependiendo del diámetro cuidando de no lastimar la espiga o la campana, procurando también que las puntas de las uñas queden al centro del tubo para equilibrar el peso además de que no se golpee el tubo con el montacargas; dependiendo del diámetro a su vez podrá subir uno o hasta tres tubos en un sólo movimiento.

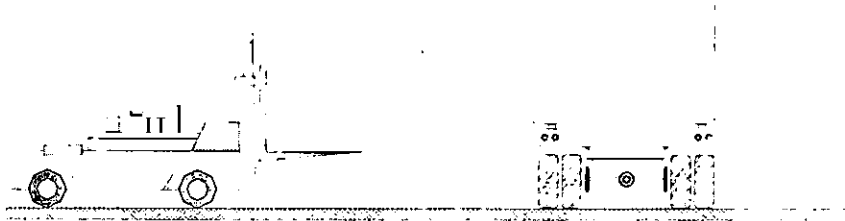
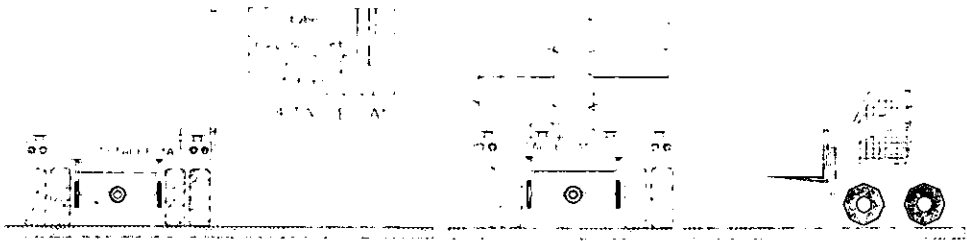


A la izquierda, traslado del tubo con las cuñas por dentro, a la derecha los tubos colocados en el camión listos para ser llevados a la obra.

El embarque de la tubería de concreto con junta hermética se hace en dos formas. Para tubos de 30, 38 45, 61 cm de diámetro por 1.25 de largo se lleva a cabo en dos bloques como se ilustra en la figura.



Para la tubería de 61, 76,91,107,122,152,183,213 y 244 cm de diámetro, se acomoda de la siguiente forma.





CAPITULO 6

INSTALACIÓN DEL TUBO DE  
CONCRETO CON JUNTA  
HERMÉTICA EN OBRA

## CAPITULO 6

### 6.0. Instalación del tubo con junta hermética en obra

El desalojo de las aguas negras y pluviales de una localidad se resuelven, en general, y en forma separada, las primeras deben someterse a un tratamiento y las segundas cuyos volúmenes son mayores únicamente deben ser desalojadas.

En la República Mexicana se requiere de infraestructura de alcantarillado a tal grado que podamos decir que estamos en el inicio de este importante requerimiento de la nación.

Para ayudar a que se logre con una infraestructura adecuada y además funcional, es necesaria una instalación bien planteada.

El buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado o pluvial depende de:

- a) Estudios preliminares
- b) Correcta planeación del proyecto
- c) Equilibrio adecuado y necesario
- d) Maniobras de descarga
- e) Excavación
  - Ruptura con disco
  - Dinamita
  - terreno suelto
- f) Plantilla
- g) Adecuada instalación
- h) Relleno

## 6.1. Estudios preliminares

El constructor debe tener un estudio preliminar de la localidad a la que se dotará de estos servicios teniendo como base si existe un sistema actual de alcantarillado, para lo cual es importante conocer los siguientes puntos:

- Red de alcantarillado actual
- Disposición final de las aguas negras
- Distancia y niveles
- Gastos de las corrientes
- Si existe bombeo
- Tratamiento de aguas negras
- Si cuenta con planos la red
- Consumo de productos químicos
- Si existen colectores, subcolectores, atarjeas
- Diámetros de tuberías, longitudes y pendientes
- Pozos de vista
- Estado de conservación

Entre otros factores

Si es un proyecto nuevo debe conocerse:

- Sitio final de aguas negras
- Planos de detalles de la zona
- Aforos de la corriente receptora
- Emisores
- Plano topográfico y de detalles de cruzamientos del emisor con carreteras, vías de ferrocarril, ríos, arroyos y canales.
- Costo de afectaciones a terrenos
- Clasificación del terreno
- Bombeo

- Resistencia del terreno
- Plano topográfico actualizado
- Longitud de cruceo a cruceo de calles
- Pendiente del terreno
- Población en cuanto a densidad
- Clasificación del terreno
- Nivel del manto Freático en la localidad
- Existencia de la energía eléctrica
- Costo de materiales y mano de obra de la localidad

Entre otros factores.

## **6.2. Correcto planteamiento del proyecto**

La empresa constructora debe organizar, planear, y controlar el proyecto encomendado y elaborar:

- a) Plan de necesidades
- b) Programa de suministros
- c) Programa de maquinaria a utilizar
- d) Frentes de ataque
- e) Área de recepción de tubería
- f) Cantidad de tubos para cada uno de sus frentes
- g) Tomar en cuenta la época del año (de sequía o de lluvias)
- h) Programa de bombeo
- i) Programar maniobras de descarga
- j) Programar reparación de tubería
- k) Cuantificación de materiales

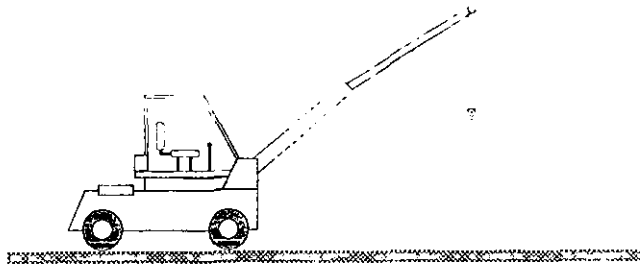
La correcta planeación del proyecto así como las soluciones adecuadas deberán contemplar todos los aspectos tanto teóricos como prácticos, deberán de ser tomados en cuenta para la toma de decisiones lo que permite concluir y eficientar el proceso de instalación correctamente.

### 6.3. Equipo

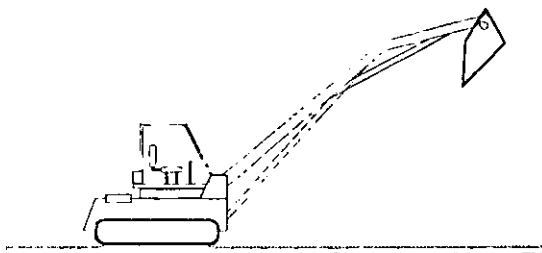
Se debe llevar a cabo un análisis de optimización de avance, así como estudio de rendimiento y con base en este y los recursos con que cuenta la empresa, se programará la renta de equipo necesario para las maniobras de descarga e instalación de la tubería que el fabricante envía a los diferentes frentes de la obra.

Dependiendo del tamaño del tubo así como de las condiciones de obra, las máquinas que se utilizan en la instalación son:

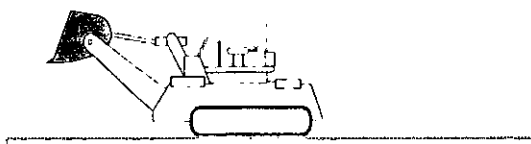
- a) Retro excavadora
- b) Grúa
- c) Pluma
- d) Tractor



GRUA PARA MANIOBRAS DE DIÁMETRO GRANDES



MACINARIA PARA EXCAVACION E INSTALACION DE TUBERIA



MACINARIA PARA EXCAVACION E INSTALACION DE TUBERIA

Una vez definido, estudiado y cuantificado el material que se ocupará, determinará la época del año en que se iniciarán los trabajos, el equipo a utilizar en cantidad necesaria y definidas las zonas de inicio se procede a solicitar el suministro de tubería ya solicitada anteriormente.

En el suministro, el cliente acordará con el fabricante el sitio donde se recibirán los trailers; y se firmará de recibido el tubo que traiga; de este sitio el cliente enviará, según sus necesidades, el tubo al frente que lo requiera. La persona autorizada firmará la remisión aceptando el tubo que se entrega en caso contrario podrá rechazar el que se encuentre dañado.



#### 6.4. Maniobra de descarga

La descarga de la tubería de concreto es una de las actividades más importantes que se presentan durante el proceso de la instalación. Las maniobras que se realizan en esta etapa son de mucho interés para el constructor ya que si no cuenta con el equipo adecuado, así como el personal adiestrado, la descarga se hará irresponsablemente, ocasionando una serie de daños al tubo de concreto, que repercutirá al final en un costo adicional a la constructora.

A continuación se mencionan algunos problemas generados por mala descarga:

- a) Daños al tubo en cuerpo y/o aristas.
- b) Se deja tubería sin colocar en los frentes que avanzan.
- c) Que no se garantice la hermeticidad.
- d) Maniobras adicionales de: Maquinaria, flete, tiempo y mano de obra para recoger tubería dañada en la descarga.
- e) Reparación del tubo (si es que se puede reparar) ocasionando un costo adicional.
- f) Formación de almacén cementerio de tubos dañados.

##### 6.4.1. Maniobras de descarga que se deben hacer

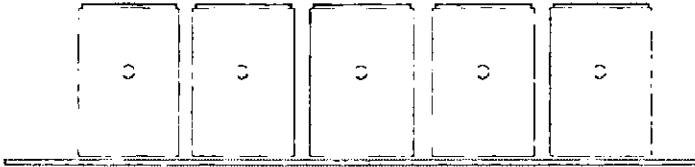
Para llevar a cabo una buena descarga se debe de:

- a) Contar con la maquinaria adecuada y suficiente.
- b) Tener un programa de suministro actualizado
- c) Haber checado en que frentes requieren la tubería suministrada

Una vez checado lo anterior la tubería es enviada al frente donde se llevará a cabo la descarga por medio de maquinaria adecuada, evitando los golpes que puedan dañar el tubo, principalmente en la espiga o la campana.

Si durante el trayecto del sitio de recepción, el terreno esta dañado y ocasione que los tubos se vayan golpeando, el fabricante recomienda a la constructora que solicite el mejoramiento del camino, explicando el daño que se genera en caso de no hacerlo.

A petición del cliente, los tubos que se fabrican de 1.52 a 3.05 m de diámetro se les puede realizar una perforación para maniobras del tubo.

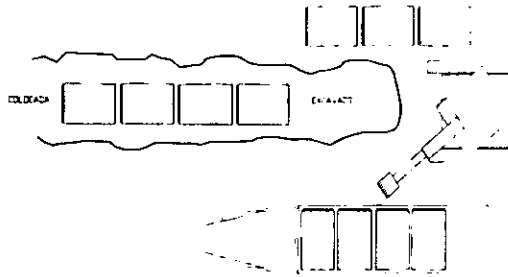


Una vez que el trailer llega al frente donde se realizan las maniobras de descarga, el constructor llevará a cabo con la maquinaria, equipo (estrobos, prisioneros, cables cuerda) y mano de obra adecuados, las actividades de bajar el tubo en la zona que lo requiere.

El área o zona de descarga deberá de contar con el espacio suficiente para entrada del trailer, agilizando así la descarga. El tubo de concreto se descargará en un sitio cercano a donde se irá colocando, éste se colocará formando una línea paralela a su posición final, con la posición de montaje, evitando con esto acarreo y tiempo de acomodo.

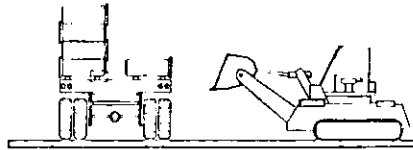


Como se observa en la fotografía los tubos se alinean paralelamente A su posición final.



Las maniobras de descarga se harán de la siguiente forma:

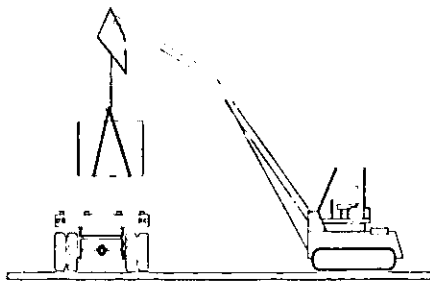
- a) Para la tubería de concreto 30 X 61 X 125 cm se puede utilizar Trascabo o un Bob Cat con un cucharón o bien con cuchillas.



-La descarga manual no es recomendable, pues el tubo es pesado, y podría ocasionar accidentes.

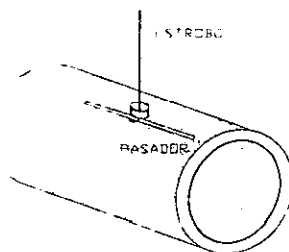
-Así también no se recomienda que el tubo se tire directamente de la plataforma del trailer al suelo, por blando que éste sea. Por que se recuerda al cliente que las maniobras de descarga son por su propia cuenta.

- b) Para tubo de concreto de 60 X 244 a 152 X 244 cm se recomienda abrazar el cuerpo del tubo ya sea con dos estrobo formando un columpio con carga repartida o con un estrobo al centro del tubo guardando siempre el equilibrio.

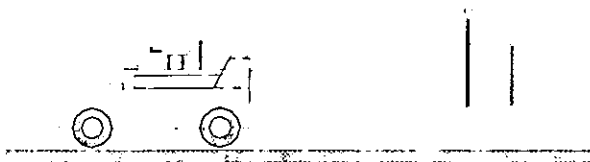


-Se recomienda no alzar el estrobo en la espiga del tubo.

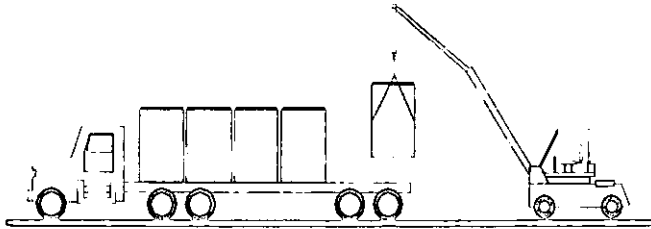
- c. La tubería del 183 X 244 cm si trae perforación de maniobras en el cuerpo, se descarga introduciendo un estrobo que será atravesado por una varilla



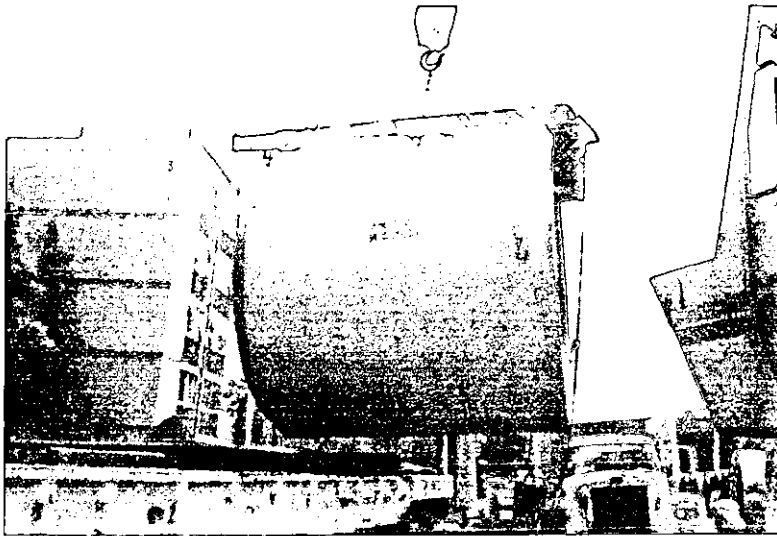
- d. La tubería del 213 y 244 cm se llevará a cabo abrazándola por el cuerpo del tubo con un estrobo.



e. El tubo 305 cm de diámetro tendrá dos perforaciones opuestas en línea recta para maniobras, introduciéndose los estrobos para la descarga como se muestra en la figura.



f. Otra opción es utilizando un balancín protegido con hule de llanta para que no sea golpeado el tubo, esto ayudará a que se tenga un mejor producto por instalar.



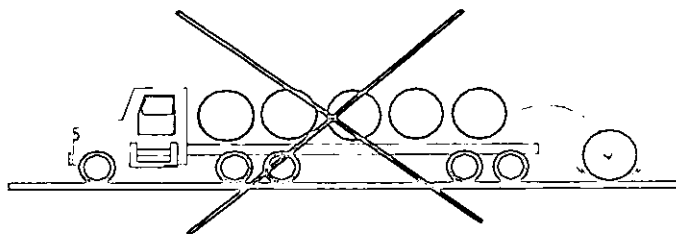
Como se observa, se mueve la tubería utilizando una grúa y un balancín, ya que el diámetro del tubo es muy grande para descargarlo de otra manera.

#### 6.4.2. Maniobras que NO se deben hacer en las descargas del tubo de concreto.

El constructor debe contar con la maquinaria adecuada para la descarga de la tubería. Una descarga adecuada permitirá que los trabajos avancen limpiamente sin generar gastos extras, de lo contrario si el tubo es dañado se generarán una serie de costos adicionales que aumentarán el costo de la obra y afectarán directamente a la utilidad de la empresa que instala.

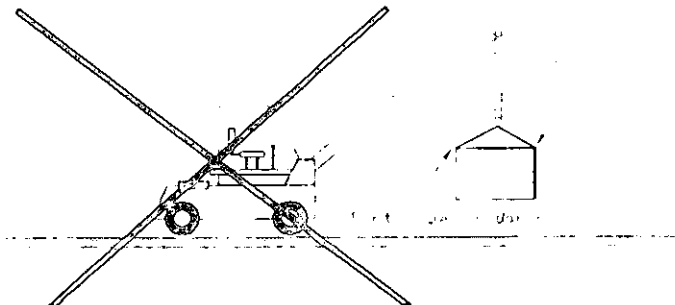
A continuación se indican obras que No se deben hacer.

##### a. Descarga de plataforma al piso



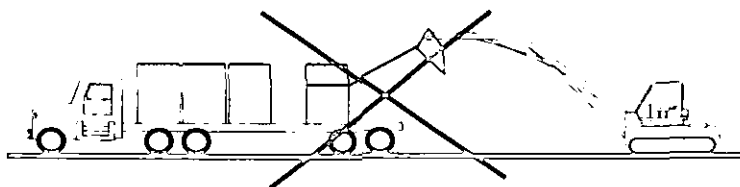
Esta acción puede provocar daños en la espiga y campana, fracturas transversales y longitudes, desprendimiento de pedazos en las aristas hasta irreparable el tubo.

##### b. Descarga del tubo con estrobo pasado por el interior del tubo.



El llevar a cabo esta maniobra ocasiona daño al tubo de concreto en las aristas del tubo que son la campana y la espiga por ningún motivo se deben realizar este tipo de maniobras.

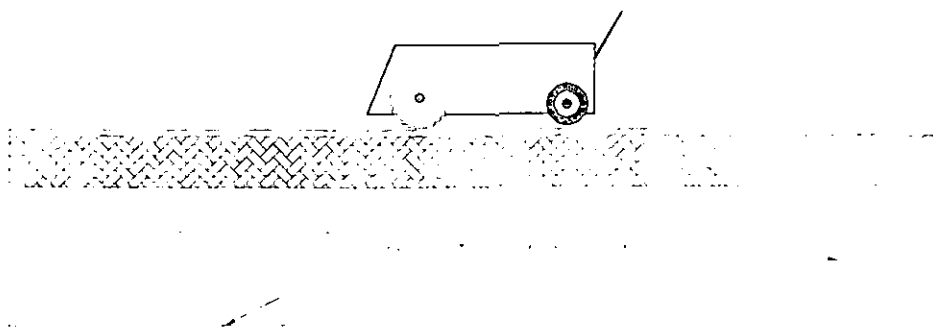
**c. Maquinaria no adecuada.**



Muchas veces el constructor, por querer ahorrar unos pesos, trata de bajar la tubería de diámetros grandes con equipo que no tiene la capacidad pudiendo ocasionar que la máquina se dañe, el tubo se golpee o hasta dañar el vehículo de transporte o lo esté a su alcance.

**6.5. Trabajos previos**

El topógrafo hará su levantamiento y marcará el trazo así como también indicará la profundidad de excavación. Cuando la colocación del tubo se efectúe en zona pavimentada, se hará un corte previo con disco.

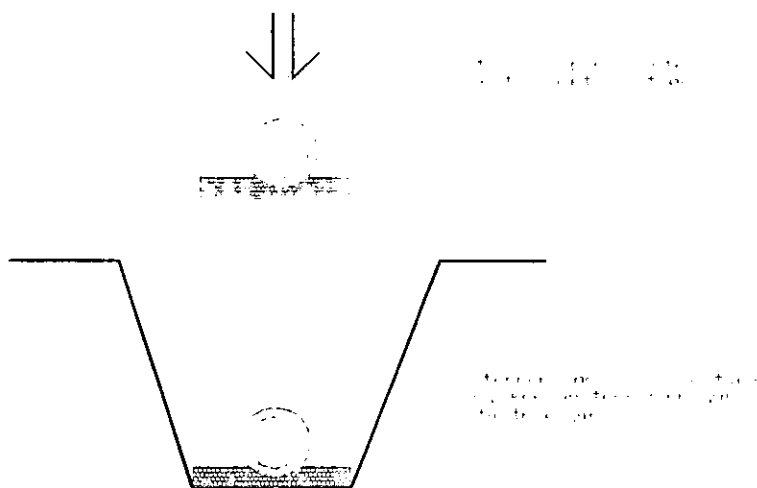


## 6.6. Excavación

Las cargas exteriores permanentes a que quedará expuesto el tubo de concreto dependerá de la profundidad de la excavación que nos marque el proyecto.

El constructor deberá seguir la información del proyecto excavando con la mayor precisión en lo que respecta al ancho, la profundidad, la pendiente y el trazo.

Si el terreno no se presta para la excavación vertical o la profundidad cualquier modificación deberá autorizarse previa conciliación entre constructor y cliente, siempre cumpliendo con el objetivo del proyecto.



Para la excavación de la zanja existe gran variedad de equipo útil, y para su selección deberán de tomarse en cuenta ciertas consideraciones: Profundidad, pendiente indicada en el proyecto, consistencia y dureza del terreno, nivel del manto freático.

La profundidad de excavación deberá contemplar el espacio que requiere al plantilla de acuerdo al diámetro del tubo.



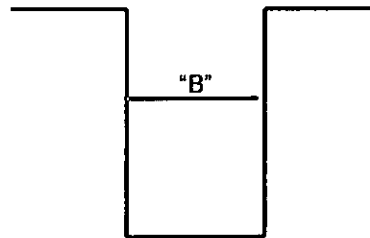
La profundidad máxima de instalación de los tubos es en función de la topografía del lugar, puesto que los sistemas deben proyectarse, en lo posible, para que el escurrimiento de las aguas negras se efectúe por gravedad; para determinarla se deberá tomar en consideración dos criterios.

- A) Tipo, características y resistencia de la tubería, clase de terreno en que se instalen.
- B) Clase de cama o planilla que les servirá de apoyo.

Los anchos mínimos de zanja necesaria para la tubería deben ser de paredes verticales como mínimo hasta el lomo del tubo.

Los anchos mínimo de zanja necesarios para la instalación de tubería de concreto son:

| <b>Diámetro interior del tubo cm</b> | <b>Ancho de zanja "B" cm</b> |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 30                                   | 80                           |
| 38                                   | 90                           |
| 45                                   | 100                          |
| 61                                   | 120                          |
| 76                                   | 140                          |
| 91                                   | 175                          |
| 107                                  | 195                          |
| 122                                  | 215                          |
| 152                                  | 250                          |
| 183                                  | 285                          |
| 213                                  | 320                          |
| 244                                  | 355                          |
| 305                                  | 425                          |



El ancho excesivo de la excavación aumenta la carga de relleno sobre el tubo, en caso contrario, si la anchura es menor, el relleno no podrá compactarse adecuadamente a sus lados.

El apoyo uniforme del tubo es muy importante para lo cual el constructor verificará que en el fondo de la excavación, no existan salientes de piedras, que dañen al tubo al colocarlo; así también desalojará el material flojo, cambiándolo en forma adecuada.



En suelos sin cohesión o con nivel freático alto la excavación debe proceder inmediatamente a la instalación, siempre con la bomba de extracción de agua funcionando.

Si no se requiere, no haga más ancha la excavación donde se alojará el tubo, esto evitará derrumbes o caídas, así como inundaciones en época de lluvias.

La excavación y la cama de relleno a utilizar en la colocación del tubo de concreto, dependen del tipo de terreno.

- a) Terreno homogéneo de buena capacidad de carga en tierra granular no coherente pero firme. La excavación en este tipo de terreno se realiza a profundidad lo más cercano de la cota del fondo de la zanja, simplemente se compacta y se afina para que sirva de cama de apoyo.
- b) Terreno homogéneo bastante bueno para carga. La excavación se realiza con una profundidad extra de 10 cms aproximadamente y la cama de apoyo estará constituida con el material suelto o granular cuidadosamente compactado y emparejado. Este material clasificado procederá de la excavación o de fuente ajena si lo excavado no lo proporciona en calidad suficiente.

- c) Terreno Rocoso. La excavación se ejecuta con una sobre profundidad entre 15 y 20 cms y la cama de apoyo podrá estar constituida de piedra triturada o grava, pero la dimensión máxima estará de acuerdo con lo descrito anteriormente.
- d) Terreno poco resistente con capacidad de carga mediocre. La excavación se realiza con una sobre profundidad mínima de 10 cms, la cama de apoyo deberá ser formada con material duro con gravilla y piedra triturada, pero de acuerdo con las dimensiones máximas estipuladas y usando granulometría continua de preferencia.
- e) Terreno blando coherente, con débil capacidad de carga. La excavación se deberá ejecutar con una sobre profundidad de 30 a 50 cms y la cama de apoyo estará constituida con material duro en superficie continua uniforme.

Para evitar que el terreno blando se remonte, colándose entre los elementos de la cama, el material duro será de granulometría sensiblemente continua con dimensión máxima, según lo especificado anteriormente.

En el caso de terrenos aún más desfavorables que los cinco tipos aquí descritos (terrenos pantanosos, limo o lógamo), es indispensable prever una verdadera obra para asentar el tubo: cama de piedras de gran espesor, losa de concreto.

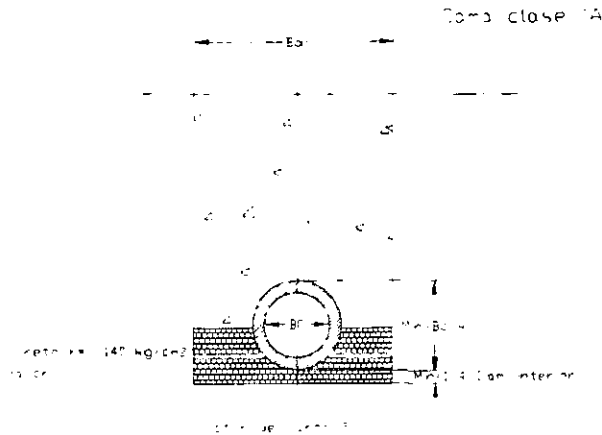
Cuando el fondo de las zanjas en que se instalen las tuberías no ofrezcan la consistencia necesaria para mantenerlas en su posición en forma estable, o cuando la excavación se efectuó en roca que por su naturaleza y características no puede afinarse en grado tal que la tubería tenga el asiento correcto en el largo del cuerpo se implantará una cama o plantilla que puede ser de las clases siguientes:

#### **6.6.1. Plantilla CLASE "A"**

En este método de encamado la zona externa inferior de la tubería debe apoyarse en concreto simple, que reuniendo un espesor mínimo de un cuarto de diámetro interior en la parte más baja del tubo, se extiende hacia arriba por ambos lados hasta una altura que puede ser mayor o menor que el diámetro exterior y mínima de un cuarto de éste.

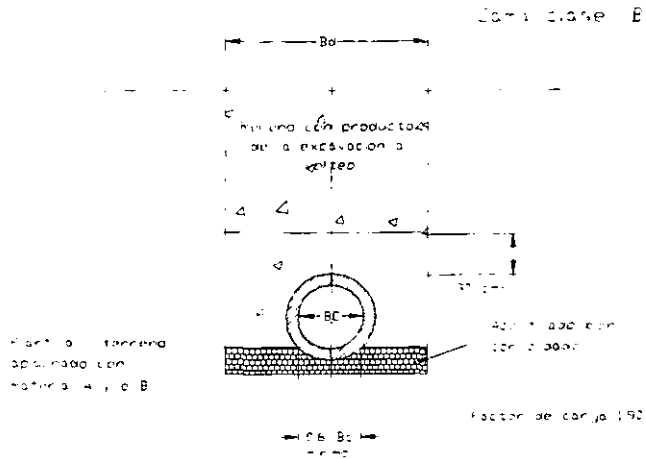
El factor de carga varía de 2.25 a 3.0 tomándose normalmente el valor 2.25.

La cama de arena húmeda compactada produce en las tuberías efectos comparables al que se obtiene con la de concreto simple y en consecuencia se le clasifica como CLASE "A".



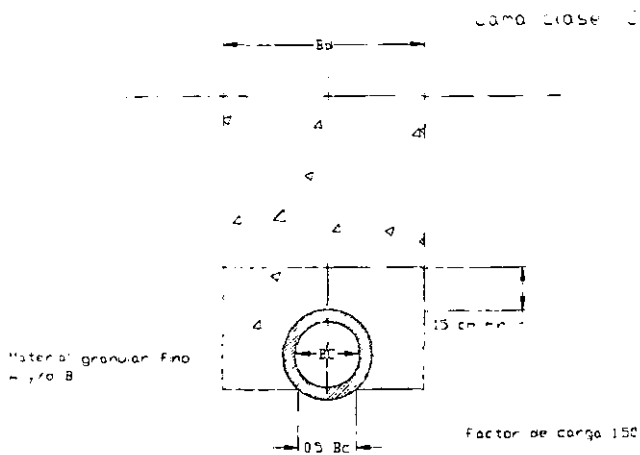
### 6.6.2. Plantilla CLASE "B"

En el encamado en el que la tubería se apoya en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería; en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior. El resto de la tubería deberá ser cubierto hasta una altura cuando menos de 30 cms arriba de su lomo con material granular fino colocado cuidadosamente a mano y perfectamente compactado, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería. Ese relleno se hará en capas que no excedan de 15 centímetros, de espesor. El factor de carga de esta cama es de 1.90. Esta clase de cama con material A y/o B, producto de la excavación se empleará generalmente en el tendido de todas las tuberías.



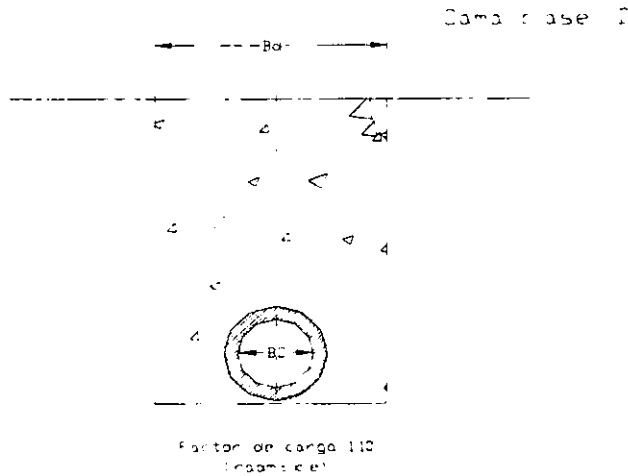
### 6.6.3. Plantillas CLASE "C"

La constituye el encamado en el que el fondo de la zanja ha sido previamente arreglado para ajustarse a la parte inferior de la tubería en un ancho aproximado al 50% de su diámetro exterior. El resto de la tubería, será cubierto hasta una altura de cuando menos 15 centímetros, por encima de su lomo, con material granular fino colocado y compactado a pala hasta llenar completamente los espacios de abajo y adyacentes a la tubería. El factor de carga de esta cama es de 1.50



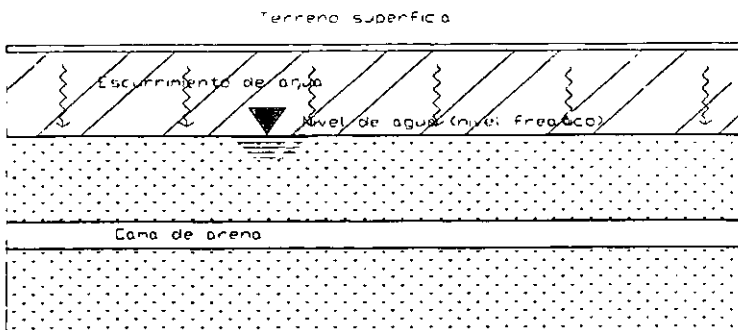
### 6.6.4. Plantilla CLASE "D"

Es el encamado en el cual no se toma ningún cuidado especial para conformar el fondo de la zanja a la parte inferior de las tuberías, ni en lo que respecta al relleno de los espacios por debajo y adyacentes a las mismas, Su factor de carga es de 1.10 pero este procedimiento es inadmisibles para la instalación de tuberías.



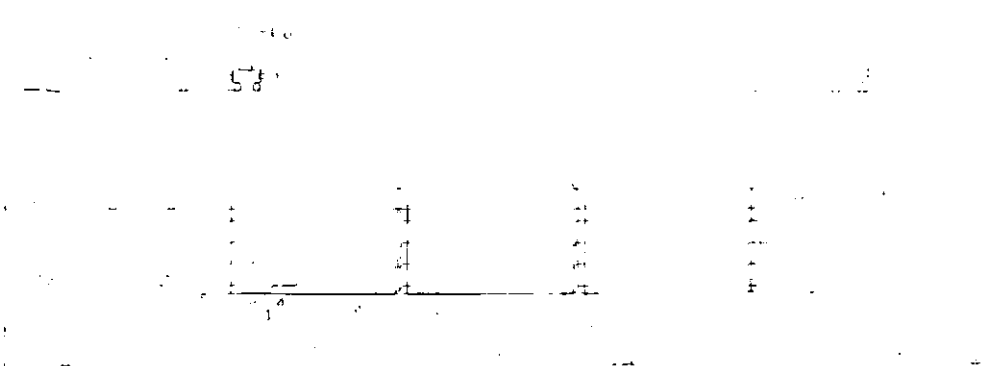
### 6.7. Nivel del manto freático

Es el nivel del agua que se filtra en el subsuelo de un terreno, que permanece a una cierta profundidad por debajo del nivel del terreno, dicho nivel se puede conocer haciendo aforos o pozos.



Las características del terreno son muy importantes que las conozca la compañía instaladora, ya que no es lo mismo trabajar en un terreno rocoso, arcilloso, y/o con una variedad de capas de terreno.

La compañía contratista deberá considerar el tipo de terreno en que se trabajará para poder hacer su programa de maquinaria y si además de esto se encuentra con agua al momento de la excavación tendrá que programar el avance de sus frentes considerando el equipo necesario de bombeo para poder instalar la tubería.



La profundidad de instalación de la tubería de concreto, deberá estar libre de agua y de lodo, tanto la espiga como la campana de los tubos por acoplar. Se recomienda llevar a cabo un programa de bombeo, para que antes de iniciar las actividades se tenga la zanja libre de agua.

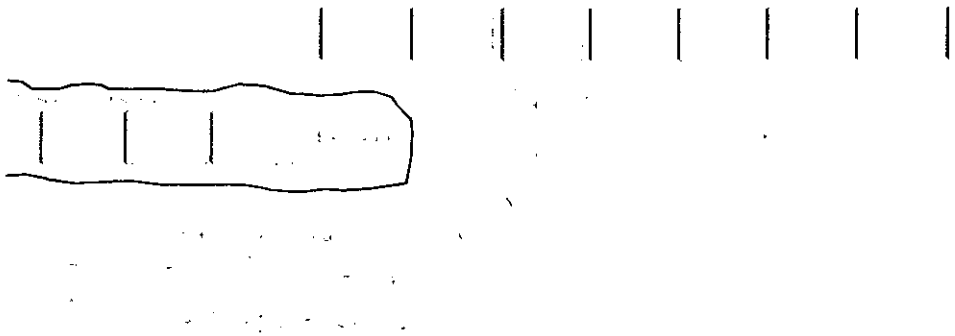
Si el volumen a desalojar es de magnitud que la bomba no sea suficiente, se requerirá de una bomba de mayor magnitud y capacidad, o las que se requieran.

Este aspecto de los sistemas de bombeo es importante, ya que en los meses de lluvia se presentan estos problemas.

### 6.8. Instalación del tubo de concreto tipo junta hermética

En las maniobras de descarga se mencionan que se debe bajar la tubería acomodada en un sólo sentido para facilitar las maniobras de colocación y el avance de obra.

Una vez que se ha detectado el tipo de terreno sobre el que se va a trabajar así como la cama o plantilla a utilizar, el equipo que se requiere y teniendo el trazo marcado, se inician los trabajos de excavación e instalación del tubo.



El producto de la excavación puede cargarse en camiones de volteo o bien si se tiene espacio para dejarlo a un lado de la excavación.

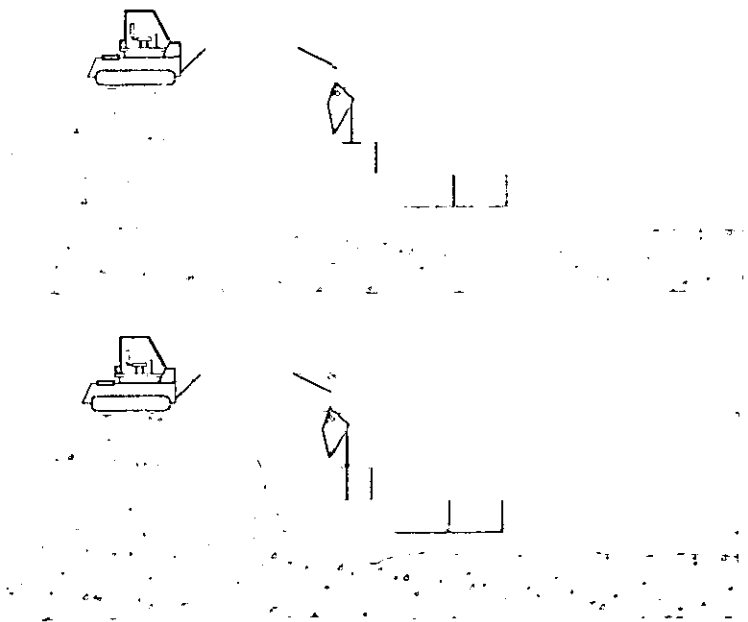




El inicio de la excavación deberá estar bien checada por el ingeniero topográfico que es el responsable del trazo de niveles de la tubería y los pozos de vista. Teniendo la excavación aproximadamente de dos tubos de longitud de 2.44 m. Se realizan las actividades de colocación de la cama o plantilla de apoyo del tubo, la cual deberá estar uniforme y compactada para recibir el tubo.

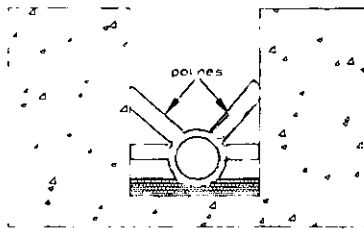


Una vez tendida la cama de agregado se procede a bajar el tubo, abrazándola con el estrobo en el centro de gravedad, o bien si trae perforación se pasará el estrobo por el centro de dicha perforación y se atorará con un pedazo de varilla maniobrándolo de modo que se pueda colocar en lugar y la posición precisa para su instalación.



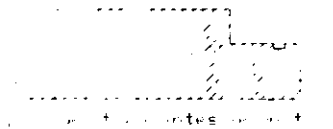
Una vez instalado el primer tubo, se troquea para que no tenga movimiento y poder acoplar el segundo.

Para este efecto se colocan una serie de polines que soporten al tubo, éstos deberán apoyarse en las paredes de la excavación, teniéndose en cuenta que el terreno debe soportar los movimientos que pueden tener las líneas de tubería al ser instaladas, así mismo debe contemplar al apoyar perfectamente los polines para evitar derrumbes de los muros de la excavación.

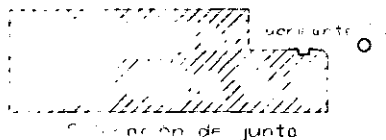


Una vez fijo el primer tubo, se efectuará el proceso de colocación de la junta hermética CIRCULAR del siguiente tubo, la cual se describe a continuación

- a) Se limpiara el perímetro de la espiga para que no exista lodo o partículas alojadas en la superficie de la misma.



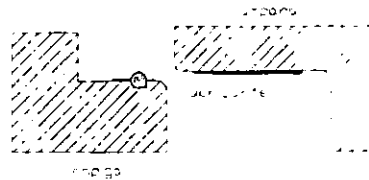
- b) Una vez limpia la espiga se colocara el lubricante y la liga en la misma, procediendo a colocar la liga en el canal de acoplamiento.



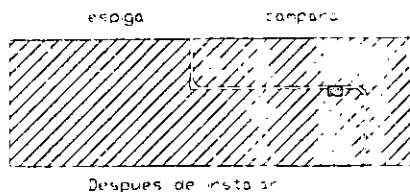
- c) Colocada la liga se procede a distribuir uniformemente la tensión de la liga con un elemento en forma de cilindro largo (desarmador sin punta).



- d) Se limpiará adecuadamente la campana y también se lubricará. Una vez realizado se procede a alinear el tubo, colocar y acoplar.

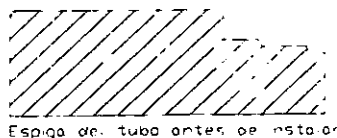


- e) Una vez que el acoplamiento se llevo acabo la liga es deformada por ambas partes campana y espiga lo que origina la herméticidad.

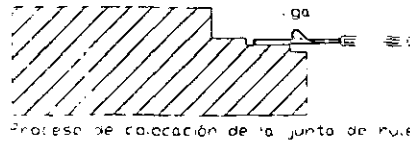


Pasos a seguir para la colocación de junta hermética en tubería de sección de escalera con junta hermética con CEJA.

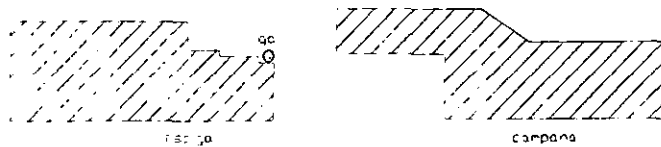
- a) Se limpiara el perímetro de la espiga, no debe existir lodo o partículas adheridas en la superficie.



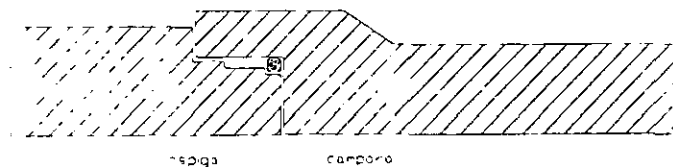
- b) Una vez limpia la espiga se coloca la liga de ceja, en este caso la liga NO utiliza lubricante y se debe repartir el esfuerzo de tensión de la liga en el tubo.



- c) Se limpiará la campana del tubo, al cual se va a insertar la espiga del otro tubo, se alinean los tubos y se procede a realizar el acoplamiento.

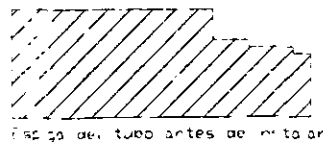


- d) El acoplamiento de los tubos genera el giro de la liga rodante de hule, la compresión que produce la campana y la espiga originan la hermeticidad del sistema entre ambos tubos.

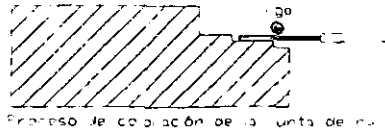


Pasos a seguir para la colocación de junta hermética en tubería de sección de escalera con junta hermética de GOTA.

- a) Se limpia el perímetro de la espiga, no debe existir lodo o partículas adheridas en la superficie.

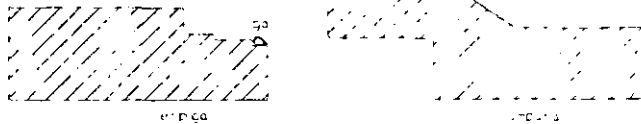


- b) Una vez limpia la espiga se coloca la liga de gota, en este caso la liga NO utiliza lubricante y se debe repartir el esfuerzo de tensión de la liga en el tubo.

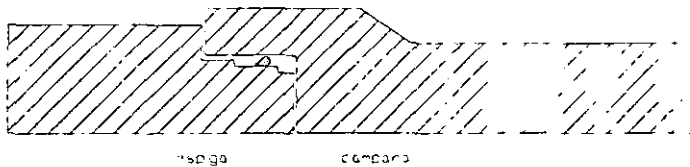


Proceso de colocación de la junta de un tubo

- c) Se limpiará la campana del tubo, al cual se va a insertar la espiga del otro tubo, se alinean los tubos y se procede a realizar el acoplamiento.



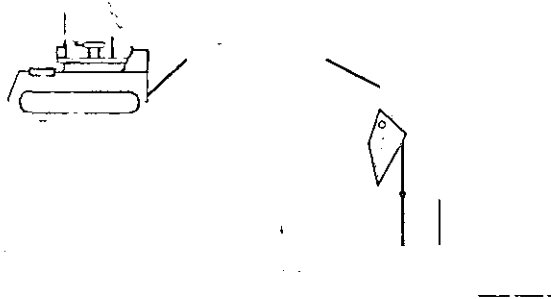
- d) El acoplamiento de los tubos genera el giro de la liga rodante de hule, la compresión que produce la campana y la espiga originan la hermeticidad del sistema entre ambos tubos.



## 6.9. Acoplamiento

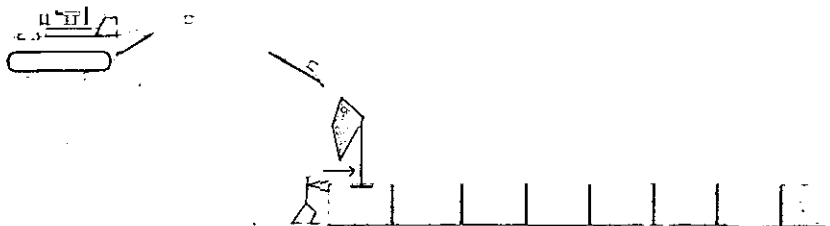
Para la colocación del tubo se recomienda que se utilice la retroexcavadora que se emplea para la excavación de la zanja, pues no se tendría que contratar una grúa para que efectúe la colocación.

Para instalar el tubo con este sistema, será necesario excavar la longitud de dos tubos a instalar y colocarlos al mismo tiempo.

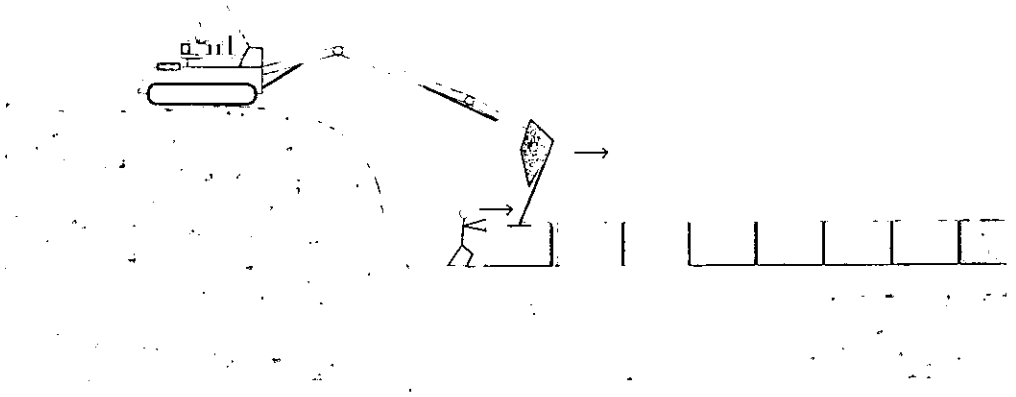


Una vez que la liga ha sido colocada en la espiga del tubo, se procede a la instalación del mismo, de tal forma que no quede ladeado o inclinado.

Así mismo, el tubo es colocado manualmente en la posición indicada para su acoplamiento.

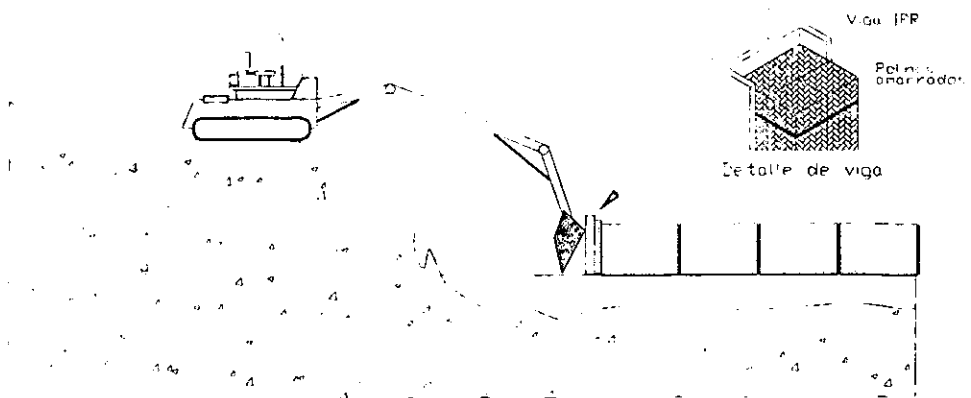


Y con el brazo de la retroexcavadora se empuja para efectuar la penetración.

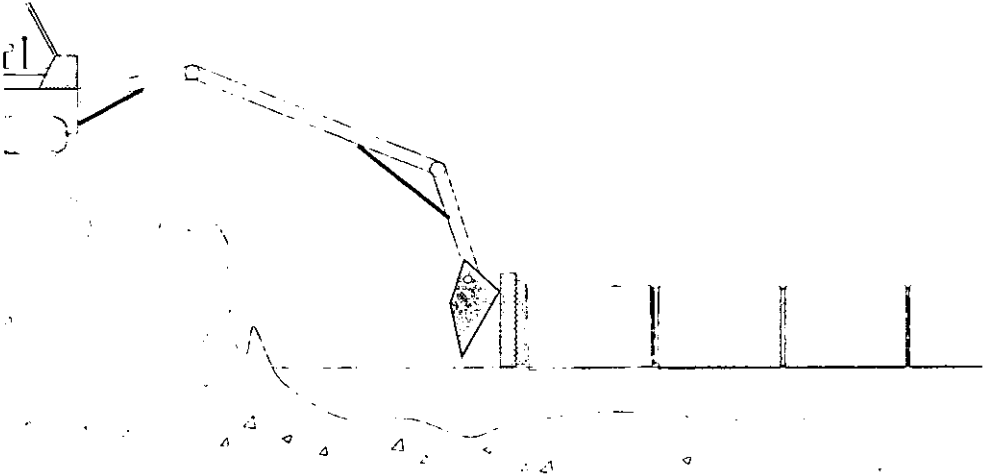


La introducción de la espiga será uniforme y alineada, siempre checando que la plantilla esté firme y pareja

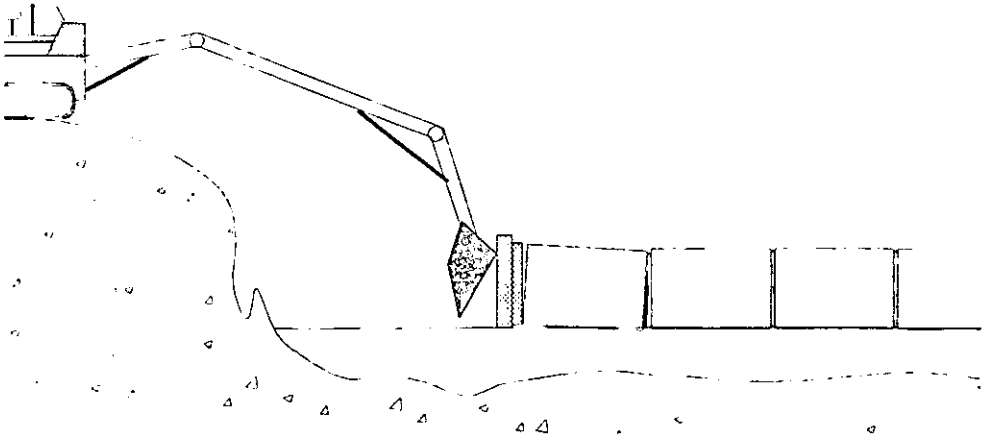
El paso siguiente del acoplamiento es el de colocar uno o varios polines en conjunto con una barra de acero, en la parte posterior a la introducción, con el cucharón de la retroexcavadora se empuja para que el tubo acople correctamente.



Es muy frecuente que la persona que instala, al momento de colocar el tubo, no se dé cuenta de que la plantilla no está uniforme y no acople correctamente el tubo, pudiendo quedar el tubo caído, lo que ocasiona problemas en la espiga del tubo por instalar y en la campana del tubo instalado.

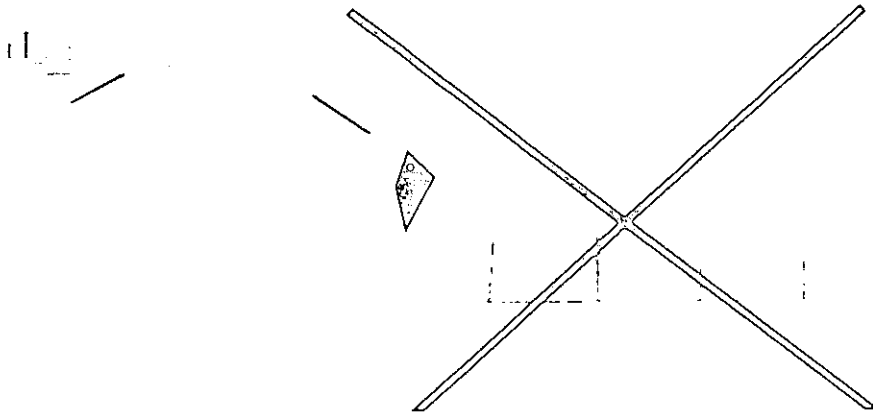


Se da también el caso contrario

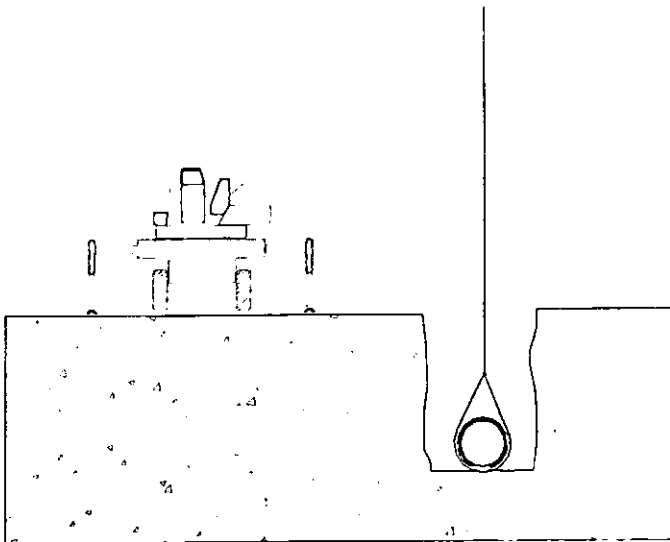




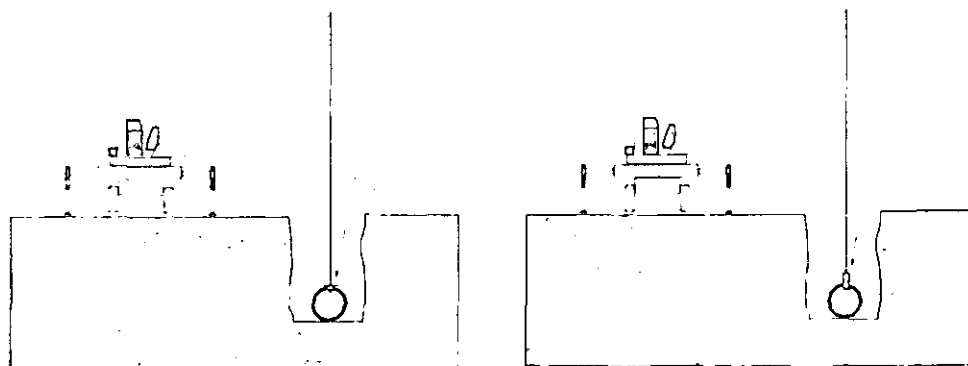
En este caso al operador de la máquina y al maestro tubero, se les hace fácil golpear el tubo con el cucharón de la retroexcavadora, lo que ocasiona daños al tubo; la solución para un mejor acoplamiento y avance es colocar correctamente la plantilla.



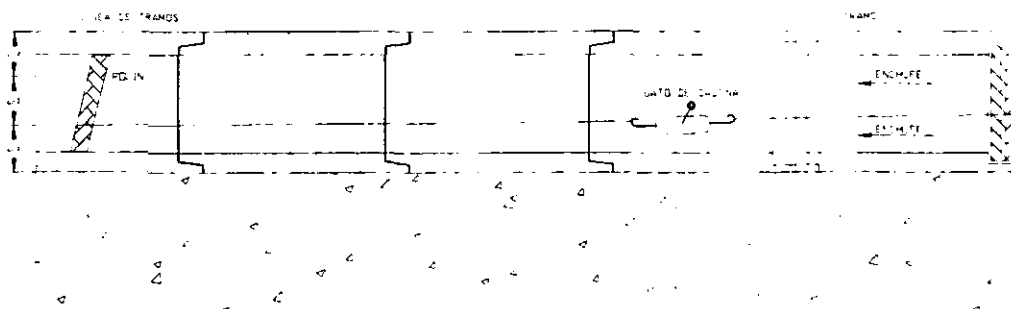
Si la colocación se realiza con grúa, ésta permanecerá perpendicular a la excavación, en esta posición el tubo será abrazado con estrobo y será bajado poco a poco al sitio de su colocación y se mantendrá suspendido en posición de acoplamiento, previa colocación de la plantilla.



En caso de que no se cuente con estrobo, se puede utilizar un balancín, o si se cuenta con perforación para maniobras se llevará a cabo la instalación como se muestra en las figuras siguientes

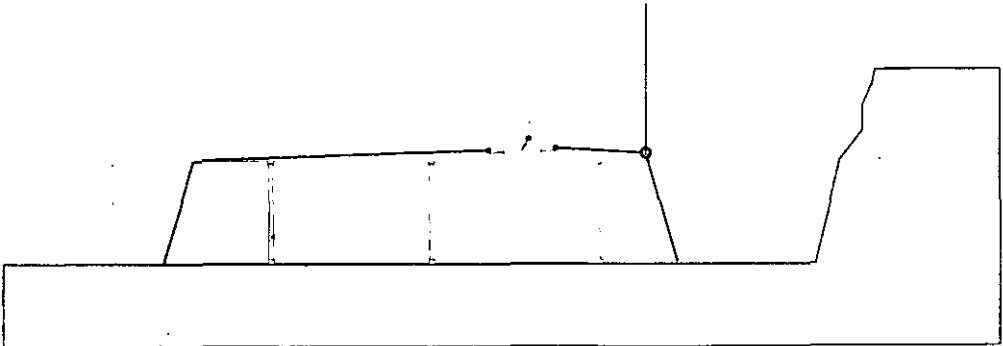


El acoplamiento de los tubos se realiza alineando el tubo a colocar y manteniéndolo suspendido, se coloca un polín 3 tubos mínimo atrás del tubo a colocar, se instala un trifer o bien un gato de cadena (garrucha), el cual servirá como elemento de tracción para ensambiar el tubo a colocar, previa colocación de un polín en la parte de la campana y localizando la tercera parte inferior del polín.

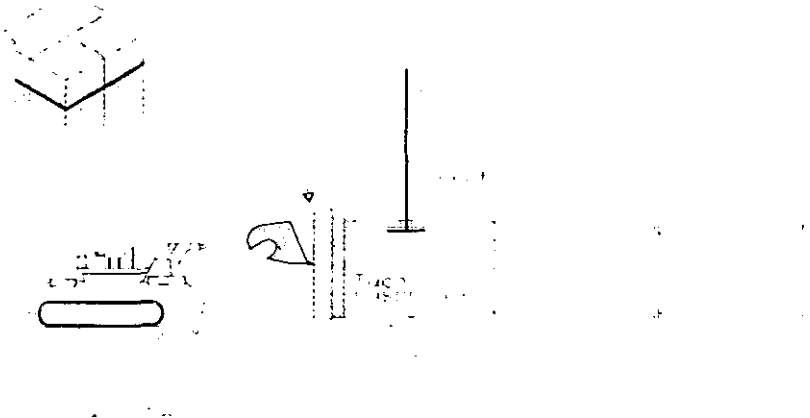


Esta forma de acoplamiento se utiliza cuando una persona puede maniobrar por el interior del tubo.

Otra forma de instalación es colocar un cable ceñido al cuarto tubo como mínimo para que no exista movimiento, conectado un trifor o un gato de cadena, el estrobo del trifor se colocará agarrando al cable que mantiene suspendida la tubería, una vez alineada se procede a maniobrar el trifor y/o el gato, introduciéndose el tubo.



En la colocación de tubos de diámetro de 1.83 m en donde el peso del tubo es mayor y donde la excavación de la zanja permita que entre maquinaria, se coloca uno o varios polines apoyados en una sección de acero.



Dicha viga se coloca apoyando la parte de los polines de madera en la campana del tubo y el cargador o bulldozer, empujará por la parte de la sección de acero, este empuje será una vez que el tubo se encuentre suspendido y alineado en posición de acoplamiento.

#### **6.9.1. Verificación de la junta**

Una vez colocado el tubo y para tuberías que no excedan de 76 centímetros de diámetro, la verificación se realiza exteriormente insertando un escantillón dentro del chaflán de la campana, recorriéndolo en todo el perímetro del tubo.

Para tubo mayor de 76 centímetros de diámetro, la verificación se realizará interiormente detectando irregularidades en la colocación de la junta.

En caso de detectar que la junta se encuentre fuera de lugar, se tendrá que desenchufar el tubo y examinar el empaque cerciorándose de que no presente mordeduras o cortaduras, si no se presentan daños, el empaque se puede reutilizar siempre y cuando, tanto el empaque como la campana estén limpios y relubricados.

#### **6.9.2. Acostillamiento**

Debido a la forma de trabajo del tubo al recibir carga y la forma del encostillamiento del mismo, que en muchos casos presentan huecos en la base exterior del tubo, este puede presentar deformaciones que provoquen fisuras y en ciertos casos colapsar el tubo.

Para evitar estas fallas ocasionadas por un encostillado deficiente, se recomienda rellenar la base del tubo con una cama de concreto pobre con revenimiento de hasta 13 centímetros, a una cuarta parte del tubo, con el fin de que se descansa sobre una concha que en parte solidifica la base del tubo, evita deformaciones en el tubo y crea menor área de encostillado.

## CAPITULO 7

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CAPITULO 7

### 7.0. Conclusiones y recomendaciones.

#### 7.1 De proyecto

Los proyectos de redes primarias y secundarias de drenaje deben ser concebidos y desarrollados no como diseños exclusivos del campo tradicional de la ingeniería sanitaria y solamente sujetos al conocimiento y aplicación de una serie de normas empíricas, sino como proyectos multidisciplinarios en los que intervienen distintas ramas de la ingeniería teórica y aplicada.

Los diseños deben partir del conocimiento cabal de la población por servir y de las condiciones locales y regionales (físicas, ambientales, grado de desarrollo de infraestructuras, etc) y buscar el balance óptimo de los aspectos; seguridad y economía con apego a las especificaciones vigentes.

A su vez el dimensionamiento hidráulico – geométrico de las redes de drenaje, es un aspecto medular del diseño el cual debe basarse no tanto en hipótesis simplificadoras de cálculo, sino en un análisis objetivo de las condiciones a servir, por lo que es deber del ingeniero conocer las condiciones específicas del sitio y aplicar su criterio y experiencia.

En lo que se refiere a la Ciudad de México, la complejidad actual del problema urbano obliga a tener presente, para el desarrollo de cualquier proyecto de drenaje los siguientes párrafos.

El objetivo de mantener el ritmo de crecimiento de la infraestructura de servicios públicos a tasa similares a las de expansión de la zona urbana y las del aumento poblacional en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, es el principal reto por enfrentar. Resulta por ello indispensable llevar a cabo, de manera sostenida, acciones tendientes a la ampliación de los sistemas de equipamientos y a la conservación y mejora de los servicios existentes.

Uno de los problemas actuales dentro del Distrito Federal, no es tanto la cobertura, sino la calidad del servicio; inciden en ello: el deterioro propio por el paso del tiempo sobre las líneas construidas hace ya varias décadas; solicitudes de funcionamiento mucho más severas que las provistas en los diseños originales, tanto en magnitud como en frecuencia de gastos conducidos; y sobre todo, las desfavorables condiciones de eficiencia hidráulica a que se han visto sometidas las tuberías de drenaje al seguir las tendencias de hundimiento del subsuelo arcilloso de la Ciudad de México. Todo ello contribuye a que los problemas de encharcamientos o inundaciones urbanas durante la época de lluvias no hayan podido eliminarse, aún en zonas con amplia cobertura de servicio.

Por lo anterior, es de vital importancia que los organismos y/o empresas encargadas de proporcionar estos servicios, proyecten con conciencia y realicen una instalación adecuada, lo cual se reflejara en el correcto funcionamiento de las obras.

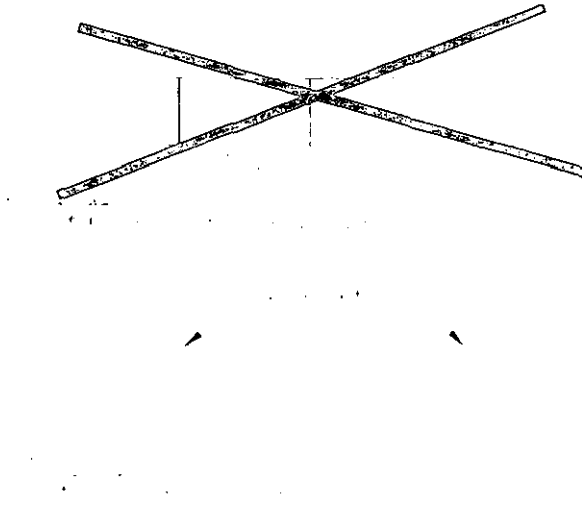
## 7.2 De instalación

Para la instalación de tubos, accesorios y descargas domiciliarias de una red de alcantarillado sanitario se recomienda cumplir con las "Especificaciones generales para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado" de la Comisión Nacional del Agua, siendo las principales actividades: excavaciones, plantillas, instalación de tuberías, construcción de pozos de visita, rellenos y conexiones de descargas domiciliarias

En el acoplamiento de los tubos de concreto con junta hermética, debe existir una separación entre tubos como lo marca NMX-20.

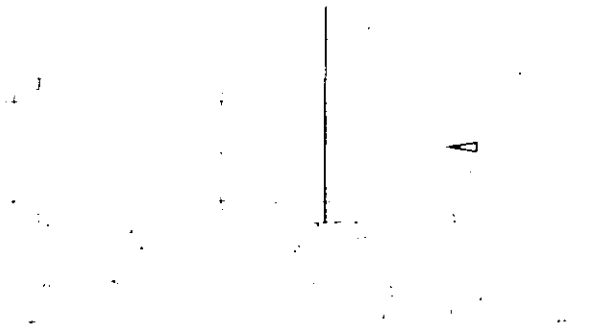
Esto es con la finalidad de permitir movimientos posteriores a los tubos de concreto y no se dañen en los extremos. Es muy común que por falta de conocimiento, la Supervisión no conozca el sistema de acoplamiento, ante lo cual obliga a la compañía

que instala a que el acoplamiento lo haga a tope, esto puede generara problemas de ruptura y problemas de colocación del tubo.



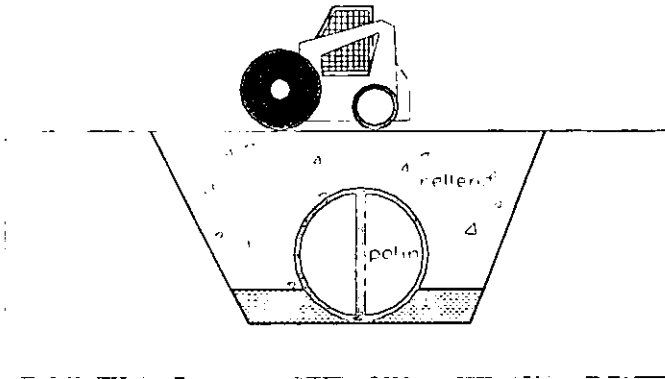
Al realizar las excavaciones, es necesario tomar en cuenta un estudio previo de mecánica de suelos para prevenir cambios volumétricos del terreno, además de tener ubicados bancos de nivel que apoyen a conservar la nivelación correcta de tubo, y el trazo de la ruta a seguir.

- En caso de que se rodee el tubo con estrobos de acero, es necesario y recomendable formar cavidades o conchas que permitan recuperar el cable con el que se rodea el tubo al colocarlo.





- Una vez instalado el tubo y antes de rellenar la zanja para compactar el terreno, se recomienda el apuntamiento interior del tubo hasta que se haya terminado de compactar el terreno, para después proceder a recoger los puntales.



- En caso de inclinación de terrenos, se recomienda una inclinación máxima del tubo del 2%, esto es debido a que el agua puede tomar velocidad con inclinaciones mayores y junto con los residuos que pueda llevar la corriente, degradaría la capa de concreto y dejaría al descubierto el acero de refuerzo y poco a poco deterioran el estado del tubo.
- Para inclinaciones de terrenos, mayores del 10% se recomienda compactar perfectamente el fondo de la zanja para evitar desplazamientos, además de que se recomienda instalar el tubo de la parte mas baja del terreno hacia la mas alta, además de colocar la espiga en la campana. Y tomar en cuenta las especificaciones del tubo para evitar los problemas de degradación antes mencionados.
- Mientras se trabaja en la compactación del relleno de las zanjas, se recomienda "NO" dejar equipo pesado sobre la tubería.

A modo de conclusión; el objetivo primordial del presente trabajo de tesis, es la de proporcionar la información necesaria que sirva de base para realizar una adecuada instalación de tubería en obra, así como también el conocimiento de las características propias del tubo de concreto con junta hermética.

Espero que este trabajo, pueda ayudar a los estudiantes de Ingeniería Civil y a toda aquella gente que este interesada en conocer algo acerca de la Tubería de Concreto. Hay que tener en cuenta que vivimos en la Ciudad más grande del Mundo, poblada por más de 20 millones de personas contando el Área Metropolitana, la cual crece día a día y exige servicios de agua potable y drenaje. Por lo cual el mantener y construir líneas de saneamiento correctamente es muy importante para esta ciudad, y esa responsabilidad le corresponde al Ingeniero Civil, el cual debe tener los conocimientos teóricos y prácticos para enfrentarse a los retos que exige la creciente demanda de estos servicios, *sin embargo para lograr tener una instalación de calidad se requiere de la responsabilidad y el cumplimiento de las actividades conforme a lo establecido en las normas pertinentes, así como de todos los factores que interviene en su ejecución.*

## BIBLIOGRAFIA

- Manual de Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.  
Subsecretaría de Desarrollo Urbano.  
"Dirección General de Infraestructura Urbana"  
México 1986.
- Comisión Nacional del Agua.  
Subdirección General Técnica.  
Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas.  
Subgerencia de Normalización.  
Diario Oficial de la Federación el día 3 de noviembre de 1995  
Norma Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995
- Proyectos de Sistemas de Alcantarillado.  
Araceli Sánchez Segura.  
Instituto Politécnico Nacional.  
México 1995.
- DDF Secretaría General de Obras.  
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica  
Plan Maestro de Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México  
1994-2000.  
México 1994.
- Industria de la Construcción - Tubos - Tubos de Concreto Simple con Junta Hermética - Especificaciones.  
NMX-C-401-1996-ONNCCE. Publicada por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., en el Boletín No. 2 de abril de 1996.
- Industria de la Construcción - Tubos - Tubos de Concreto Reforzado con Junta Hermética - Especificaciones.  
NMX-C-402-1996-ONNCCE. Publicada por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., en el Boletín No. 2 de abril de 1996.
- Manual de Instalación de Tubería de Concreto de Junta Hermética  
Concretos Comprimidos San Cristóbal S.A. de C.V.  
México.