

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**CONTROL DE CALIDAD EN LA FÁBRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

POR

JEOVANY RUDAMÁN MIRANDA CASTAÑÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**CONTROL DE CALIDAD EN LA FÁBRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL
DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 10 de marzo de 1,999.

JEOVANY RUDAMAN MIRANDA CASTAÑON

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL SEGUNDO	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL TERCERO	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL CUARTO	BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN
VOCAL QUINTO	BR. MAURICIO ALBERTO GRAJEDA MARISCAL
SECRETARIA	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
EXAMINADOR	ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA
EXAMINADOR	ING. JOSÉ VICENTE CARRANZA MUÑOZ
EXAMINADOR	ING. JOSÉ ANTONIO DEL CID PACHECO
SECRETARIA	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 21 de Julio de 1,999.

Ingeniero:

Francisco Javier Quiñonez.
Jefe del Area de Materiales.
Escuela de Ingeniería Civil.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Ingeniero:

Por este medio tengo el gusto de hacerle saber que he revisado el trabajo de tesis titulado: "CONTROL DE CALIDAD EN LA FÁBRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES", realizado por el estudiante de ingeniería civil. Jeovany Rudamán Miranda Castañón.

Considero que este trabajo de tesis se ha desarrollado satisfactoriamente, proporcionando mayor información acerca de las características de las fallas producidas en las tapaderas de concreto, para beneficio de la ingeniería en nuestro medio, por lo cual me permito recomendar su aprobación.

Atentamente,

Ing. Juan Miguel Rubio R.
ASESOR.



Guatemala, 2 de Agosto de 1,999.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson,
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director.

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de tesis **CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES,** realizada por el estudiante universitario **Jeovany Rudamán Miranda Castañón,** quien contó con la asesoría del Ing. Juan Miguel Rubio R..

Considero que el trabajo cumple con los objetivos para los cuales fue planteado y contiene valiosa información de carácter experimental, por lo cual recomiendo su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS.


Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
Coordinador Área de Materiales

c.c.: Archivo.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Miguel Rubio Romero y del Coordinador del Area de Materiales Ing. Francisco Javier Quiñón de la Cruz, del trabajo de tesis del estudiante Jeovany Rudamán Miranda Castañón, titulado CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, agosto de 1,999

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA), PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES, del estudiante Jeovany Rudamán Miranda Castañón, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera

DECANO EN FUNCIONES



Guatemala, agosto de 1,999

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A DIOS Por iluminar mi mente y darme toda la sabiduría para culminar con éxito esta fase de mi vida.

Al Ing. Juan Miguel Rubio
Por su enseñanza y dedicación en el asesoramiento del presente estudio.

Al Lic. Miguel Hernández
Por su colaboración y amistad.

Al Arq. Daniel Roldan
Por el apoyo que me brindó para que fuese posible la realización del presente estudio.

Al Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Por su amistad y apoyo a la presente tesis.

A Omelio Cifuentes y Carlos Figueroa
Por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi carrera y en la realización del presente estudio.

A Mis compañeros de estudio, éxitos en su vida profesional.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES: Sabina Castañón de Miranda
Gérman Miranda Miranda.
Con mucho amor y en recompensa por todos sus sacrificios.

MIS HERMANOS: Henry, Vidkar, Edwin, Beltrán, Vicente, Wilfredo, Hilda e Hídalía.
Por el apoyo que me brindaron en toda mi carrera.

**LA MEMORIA
DE MI HERMANO:** Carlos Enrique Miranda (Q.E.P.D)
Porque su dedicación al estudio es digno de imitar.

EN ESPECIAL A: Karen Ilovaes, y mi hija Yissell
Por ser la motivación para lograr mis objetivos de estudio.

MI FAMILIA: Con todo mi aprecio en especial a mi tío Luis Miranda por sus sabios consejos.

ÍNDICE

	PÁGINA
GLOSARIO	01
INTRODUCCIÓN.....	03
JUSTIFICACIÓN.....	05
OBJETIVOS.....	06
1) Generales.....	06
2) Específicos.....	07
1. ANTECEDENTES.....	08
2. PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN DRENAJES MUNICIPALES.....	09
2.1) Para drenaje domiciliar.....	09
2.1.1) Candela domiciliar.....	09
2.1.2) Brazo del drenaje domiciliar.....	09
2.2) Para drenaje mayor o tubería central.....	09
2.3) Tapaderas.....	10
2.3.1) Tapadera de Tragante.....	10
2.3.2) Tapadera para candela domiciliar.....	10
2.3.3) Tapadera de Registro.....	10
3. ESPECIFICACIONES.....	11
3.1.) Para Tuberías.....	11
4. CARGAS A LAS CUALES ESTÁN EXPUESTAS LAS TAPADERAS Y TUBERÍAS.....	12
4.1) En tapaderas de Registro.....	12
4.2) En tapaderas de Secundario.....	12
4.3) En tapaderas de Tragante.....	12
4.4) En tuberías.....	13
4.4.1) Esfuerzos sobre las tuberías enterradas.....	13
4.4.2) Acciones de cargas exteriores estáticas móviles debidas al tráfico, sobre las tuberías.....	15
4.4.3) Distribución de presiones verticales del terreno a lo ancho de la zanja.....	17

4.4.4) Presión horizontal de reacción del terreno a la ovalación de la tubería.....	18
4.4.4.1) Acciones sobre el tubo.....	19
5. ENSAYOS EXPERIMENTALES.....	20
5.1) Ensayo I: En tapaderas de Registro.....	20
5.2) Ensayo II: En tapaderas de tragante.....	23
5.3) Ensayo III: En una candela domiciliar.....	26
5.4) Ensayo IV: En tapaderas de secundario.....	29
5.5) Ensayo V: En tuberías de concreto.....	32
5.5.1) Ensayo por aplastamiento.....	32
5.5.2) Ensayo de permeabilidad.....	33
6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA EN TAPADERAS DE TRAGANTE.....	34
6.1) Cálculo del momento teórico en tapaderas de tragante.....	34
6.2) Cálculo de la carga teórica soportada por la tapadera de tragante.....	34
6.3) Carga última aplicada a la tapadera durante el ensayo.....	34
6.4) Momento último soportado por la tapadera debido a la carga aplicada.....	35
6.5) Factor de seguridad.....	35
7. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA EN TAPADERAS DE REGISTRO.....	36
7.1) Cálculo del momento teórico en tapaderas de Registro.....	36
7.2) Cálculo de la carga teórica en la tapadera.....	36
7.3) Carga última aplicada a la tapadera durante el ensayo.....	37
7.4) Momento último soportado por la tapadera debido a la carga aplicada.....	37
7.5) Factor de seguridad.....	37
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
APÉNDICES	
1. Resultados de los ensayos a compresión en tuberías, tapaderas y cilindros de concreto.	
2. Gráficas de granulometría y esfuerzo-deformación.	

GLOSARIO

- ADHERENCIA: Resistencia que se opone al deslizamiento de una varilla de acero de presfuerzo, respecto al concreto que lo rodea
- CANDELA DOMICILIAR: Es la tubería colocada en forma vertical en la banqueta, que sirve para conectar la tubería interior de la vivienda al brazo del drenaje domiciliar.
- CONCRETO: El concreto u hormigón es una mezcla dosificada de cemento, agua y agregados pétreos. Está formada por una parte activa (pegamento) pasta agua-cemento y una parte inerte (agregados).
- CORTE PUNZONANTE: Fractura en lozas con armado tradicional, sometida a carga concentrada, formando una superficie tronco-cónica, cuya base menor es donde se apoya la carga.
- CURADO: Proceso para mantener las condiciones de humedad y temperatura favorables para que se desarrolle la hidratación del cemento y el consecuente endurecimiento del concreto o mortero.
- DEFORMACIÓN ELÁSTICA: Deformación recuperable del concreto sometido a compresión.
- DRENAJE DOMICILIAR: Son conductos que reciben las aguas cloacales, pluviales o ambas, provenientes de residencias, instituciones, fabricas, etc. Que es conectado directamente a la tubería central o ramales principales.
- ENSAYO: Técnica para conocer la resistencia de los materiales, proporcionando una idea comparativa de su comportamiento con respecto a diversas formas de trabajo.
- ESFUERZO: Empleo energético de la fuerza o carga en un área determinada.

- FALLA: Un material falla cuando deja de ser útil al fin para el cual fue diseñado.
- MOMENTO LÍMITE: Momento máximo de diseño en losas sometidas a carga concentrada, se le llama también momento unitario de servicio.
- NORMA: Regla que determina las condiciones de la realización de una operación o las dimensiones y características de un objeto o producto.
- POZOS DE VISITA: Es una estructura construida con el objeto de proporcionar acceso tanto a los ramales principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.
- POZOS DE CAÍDA O REGISTROS: Es una estructura de concreto o ladrillo, construida con el objeto de conectar los ramales principales con los ramales colectores, o éstos con los colectores madres, y los cuales tienen acceso desde la superficie.
- RAMALES PRINCIPALES O TUBERÍAS CENTRALES: Son conductos que colectando las aguas cloacales, pluviales o ambas, están situados al centro de las calles.
- RESISTENCIA: Capacidad de una estructura para soportar cargas sin fallar.
- TAPADERA: Pieza que se ajusta a la boca de alguna cavidad para cubrirla.
- TRAGANTES: Son las aberturas que, en las superficies de las calles o en los bordillos, dan acceso a las aguas pluviales a los tubos de drenaje.

INTRODUCCIÓN

En nuestro medio el crecimiento de la población se hace notar, y para la misma es necesario dotar de servicios básicos como el alcantarillado, evitando así derramar aguas servidas a flor de tierra y provocando así focos de contaminación al medio ambiente y poniendo en riesgo la salud de los habitantes.

Al servicio de alcantarillado se le da mucha importancia al diseño hidráulico del mismo, sin considerar que todos los elementos estructurales que se utilizan para la construcción de una red de alcantarillado, deben reunir calidad en su fabricación y poder así brindar un servicio competitivo a los usuarios, para poder comprobar que un producto es de calidad es necesario ensayar los materiales a utilizar y analizar su comportamiento cuando los mismos estén sometidos a cargas externas.

De ahí nace la importancia de ensayar los materiales para tener un control de calidad en la fabricación de tuberías de cemento con diferentes diámetros y tapaderas con secciones diferentes.

Este estudio trata básicamente en presentar la calidad en la fabricación de tuberías y tapaderas de cemento elaborados por la fábrica de tubos de cemento de la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA). Efectuando para las mismas, varias pruebas prácticas de laboratorio, con diferentes secciones de las mismas, cumpliendo así las especificaciones técnicas que indica la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), y American Society for Testing and Materials (ASTM). Para cada elemento.

Para el efecto se trabajó en base de los objetivos propuestos, realizando una definición de términos técnicos utilizados en la construcción de un sistema de alcantarillado, presentando a la vez figuras que brindan una idea clara de cada elemento y de sus componentes, especificaciones para la fabricación de tuberías y tapaderas de cemento, un análisis de cargas a las cuales están expuestas las tapaderas y tuberías según sea su ubicación, fotos de los ensayos experimentales, utilizando cargas según el análisis

realizado anteriormente, resultado de los ensayos realizados, análisis de las fallas ocurridas en cada elemento ensayado, propuestas de control de calidad, un apéndice con gráficas de granulometría de los agregados y gráficas del módulo de elasticidad del concreto utilizado en la fabricación de tuberías y tapaderas.

JUSTIFICACIÓN

Es importante indicar que el uso de la tubería de concreto se ha venido incrementando como consecuencia del crecimiento poblacional en el municipio de Guatemala, para la construcción de diferentes proyectos de alcantarillado y drenajes, ya que su precio en el mercado es accesible, y los materiales usados para la elaboración de la misma se encuentra en el medio. Debido a lo anterior y también al incremento de vehículos livianos y pesados que circulan en el país, se hace necesario realizar una investigación, y hacer un análisis de la calidad de tubería que se va a colocar, debiendo reunir los requerimientos mínimos de las normas COGUANOR y ASTM, para la fabricación de las mismas.

Con el presente trabajo se tiene como finalidad que la Empresa Municipal de Agua EMPAGUA, pueda brindar un servicio competitivo y de calidad a la población en general, así como proporcionar las normas que sean de utilidad para; constructoras, contratistas, fabricas de tuberías de cemento y tapaderas, diseñadores, técnicos y estudiantes para que tengan conocimiento de los requerimientos mínimos de diseño de los materiales de cemento que se utilizan en drenajes.

OBJETIVOS

1. GENERALES

- Contribuir al mejoramiento de la calidad de tubería para el servicio de alcantarillado y drenajes a la población en general.
- Fomentar la aplicación de las diferentes normas y especificaciones técnicas para la fabricación de la tubería.
- Contribuir al mejoramiento de la calidad en la fabricación de tapaderas utilizadas en áreas de tráfico vehicular.
- Proporcionar a profesionales estudiantes y fábricas los elementos de juicio teóricos y prácticos para analizar las cargas externas a las cuales están expuestas las tuberías enterradas y tapaderas de cemento utilizados en un sistema de alcantarillado.

2. ESPECÍFICOS

- Experimentar los elementos de concreto manufacturados por EMPAGUA, haciendo una simulación de cargas que pueden actuar sobre ellas.
- Hacer un análisis del tipo de falla que se produce en cada elemento después de la aplicación de cargas, ya sea concentradas o distribuidas, para poder reforzar las secciones donde se considere necesario.
- Que la Empresa Municipal de Agua EMPAGUA, por medio de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Guatemala, elabore un reglamento en donde se establezcan las normas y especificaciones que debe reunir toda tubería que sea comprada a contratistas, fábricas, etc., para poder ser utilizadas en proyectos de alcantarillado y drenajes.

1. ANTECEDENTES

En los últimos años, el uso de la tubería de concreto se ha venido incrementando así como también el uso de tapaderas de concreto, debido a que las mismas han sustituido a las tapaderas metálicas, que a parte de ser muy costosas corren el riesgo que las personas se apoderen de ella por lo valioso del metal, en consecuencia la utilidad del concreto se ha incrementado. En la actualidad únicamente se han realizado estudios sobre un análisis de costos de producción en la fábrica de tubos de EMPAGUA, una evaluación del proceso de fabricación y características de la tubería de cemento en la Ciudad de Guatemala, y un análisis Microeconómico de la fábrica de tubos de cemento de la empresa Municipal de Agua.

Sin que a la fecha se hallan realizado ensayos en tuberías y diferentes tipos de tapaderas que se elaboran en la Fabrica de Tubos de Cemento de EMPAGUA, para determinar su resistencia y las fallas que se producen en las mismas. Por lo anterior nace la inquietud de elaborar ensayos sobre las tapaderas aplicando las cargas en los puntos críticos de los elementos a ensayar, y poder así analizar el tipo de falla que se produce con determinado tipo de carga aplicada, y conocer la carga máxima que soporta cada elemento, en la mayor parte de los elementos se aplicó carga concentrada, no así en los ensayos de tuberías, cumpliendo con las normas COGUANOR para ensayar las mismas.

2. PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN DRENAJES MUNICIPALES

2.1 PARA DRENAJE DOMICILIAR.

2.1.1 CANDELA DOMICILIAR.

Es un sistema de tuberías enterradas, que se encuentra ubicada en un área de la banqueta, en forma vertical y sirve para recibir los caudales provenientes de las viviendas, comercios, edificios o industrias. La misma debe llevar una tapadera conocida como tapadera de candela domiciliar. Su diámetro se calcula de acuerdo al reglamento para diseño y construcción de drenajes de la municipalidad de Guatemala, secciones 203-e. Con un diámetro mínimo de 16" y una altura no menor de 1 metro (ver figuras Nos. 1 Y 2).

2.1.2 BRAZO DEL DRENAJE DOMICILIAR.

Es un sistema de tuberías enterradas y sirve para transportar los caudales que recibe la candela domiciliar hacia la tubería central, por lo tanto se ubica entre la banqueta y la tubería central. Su diseño será de acuerdo como los determinen las secciones 202-a, 202-b, 203, y 203 del reglamento para diseño y construcción de drenajes de la Municipalidad de Guatemala, utilizando tubería de concreto, con diámetro mínimo de 8" (ver figuras Nos. 1 y 2).

2.2 PARA DRENAJE MAYOR O TUBERÍA CENTRAL.

Es un sistema tuberías ubicadas, por lo general, al centro de las calles o avenidas, y están conectadas a los ramales colectores, su diseño será como lo determinen las secciones 201, 202, y 302 del reglamento para diseño y construcción de drenajes de la Municipalidad de Guatemala. Dependiendo del diámetro, la tubería deberá tener un área de acero de refuerzo según sea su clasificación y como lo determine la norma COGUANOR (ver figuras Nos. 3, 4, 5, Y 6).

2.3 TAPADERAS

2.3.1 TAPADERA DE TRAGANTE:

Es un elemento de concreto reforzado, generalmente de forma rectangular, o pieza que se ajusta a la boca de la caja de tragante para cubrirla, regularmente posee las siguientes dimensiones; 1.00X0.90X0.10 m, por lo regular se encuentra ubicada en las esquinas de las calles (ver figuras Nos. 1 y 7).

2.3.2 TAPADERA PARA CANDELA DOMICILIAR:

Es un elemento de concreto reforzado, generalmente de forma cuadrada, está ubicada en una área de la banqueta y se ajusta a la boca de la candela domiciliar, regularmente posee las siguientes dimensiones; 0.50X0.50X0.07 m (ver figura No. 8).

2.3.3 TAPADERA DE REGISTRO:

Es un elemento de concreto reforzado, generalmente de forma circular, que se ajusta a la boca de un cono de registro para cubrirlo, regularmente tiene las siguientes dimensiones; 90 cm de diámetro, y 13 cm de espesor (ver figura No. 9).

Drenaje Domiciliar

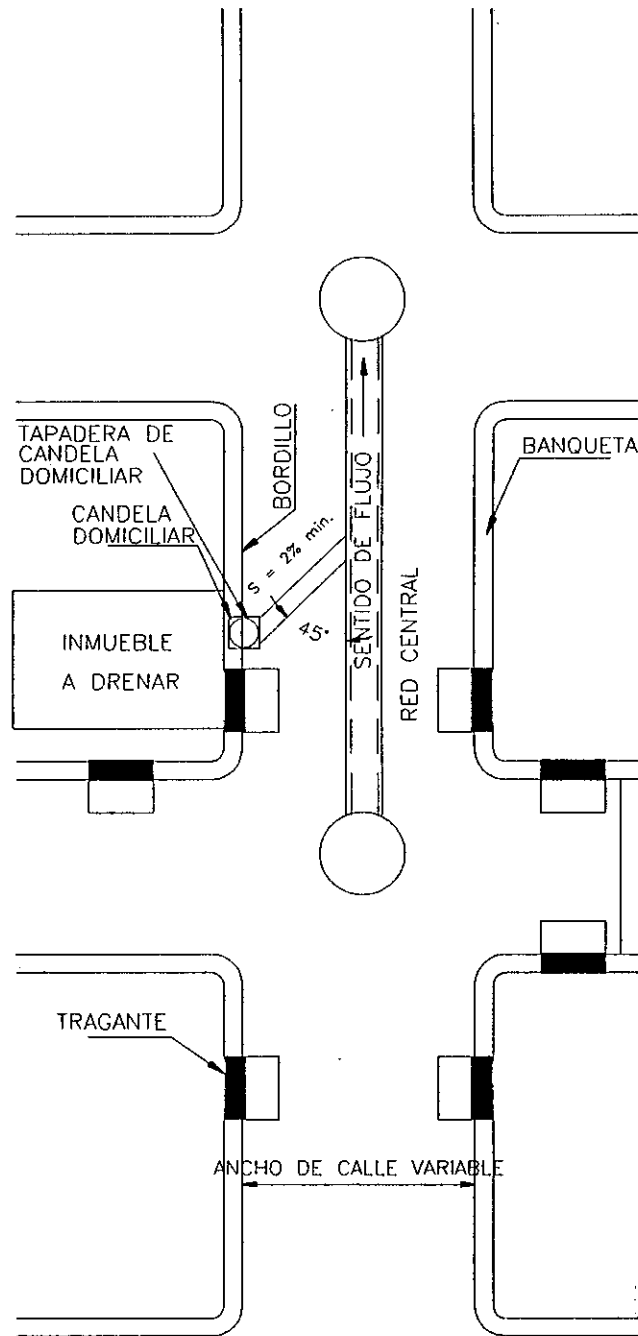
FIGURA
No.

ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

1



PLANTA GENERAL

S/E

Drenaje Domicilar

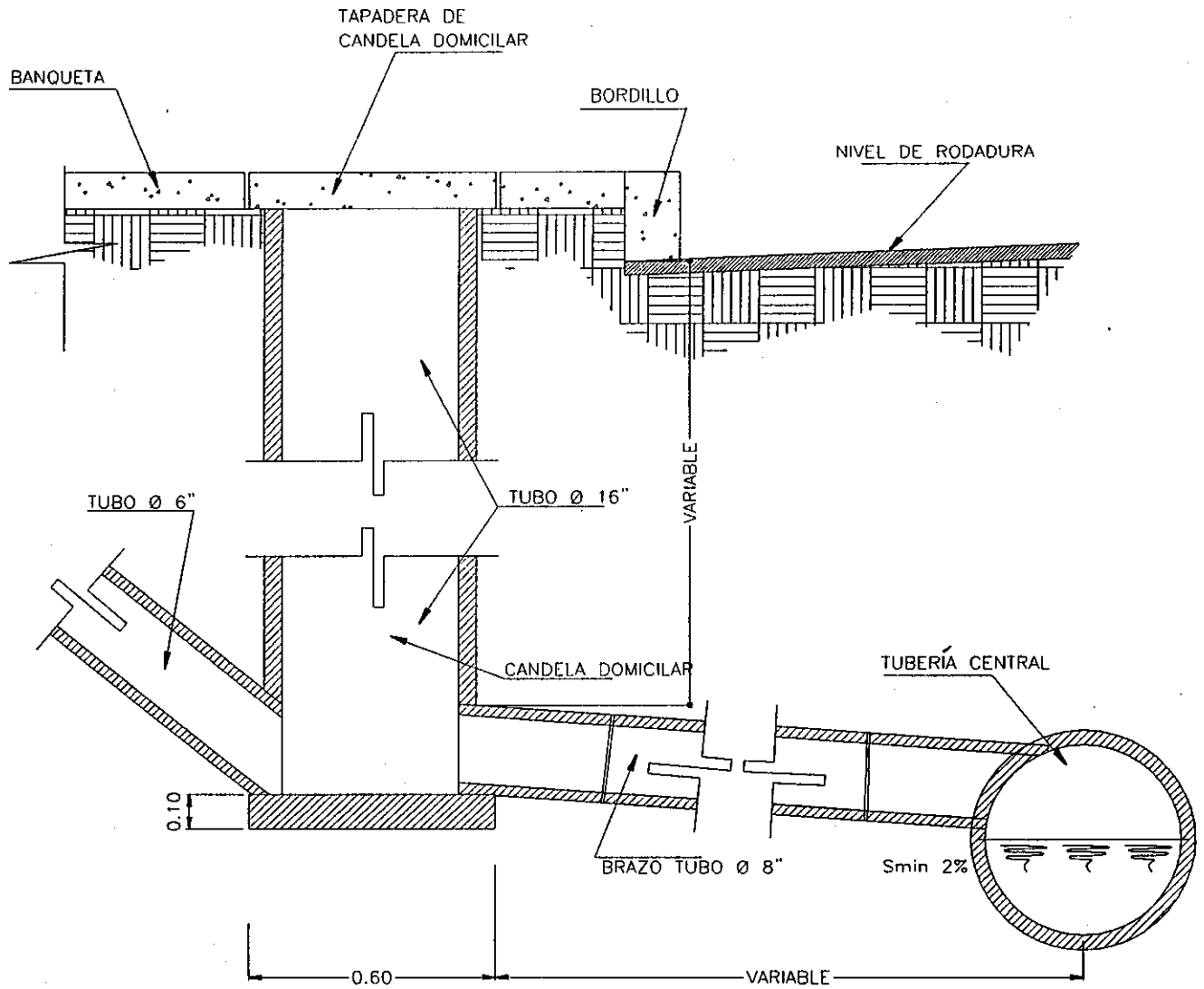
FIGURA
No.

ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

2



ELEVACIÓN
S/E

Tubería

Central

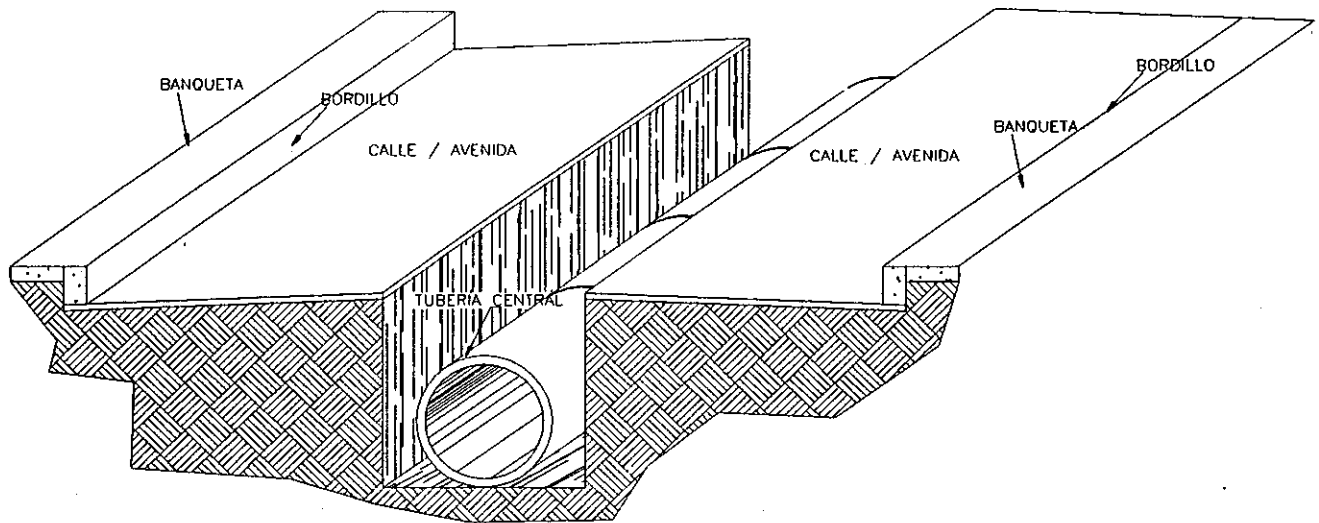
FIGURA
No.

ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

3



ISOMÉTRICO

S/E

Tubería Central

FIGURA No.

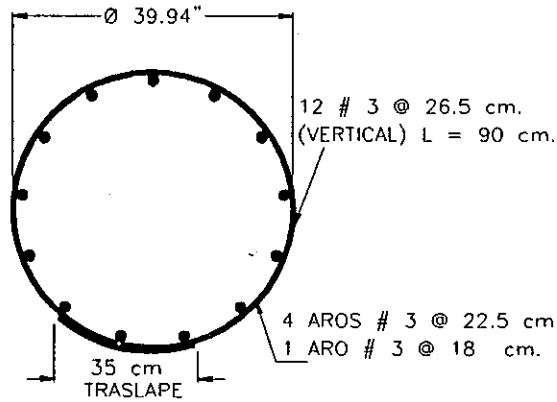
ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

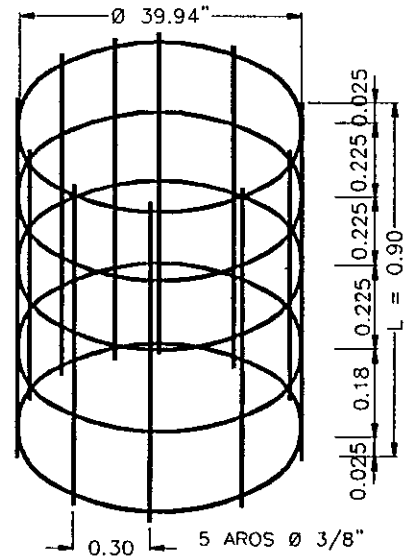
TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

4

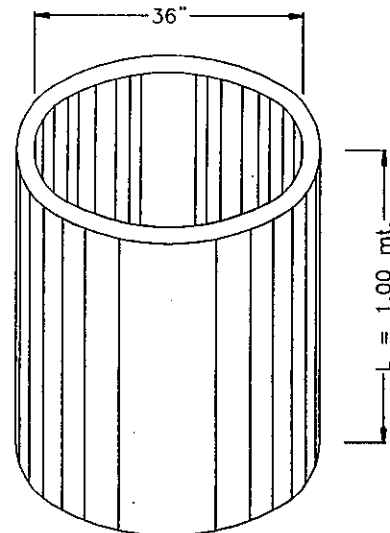
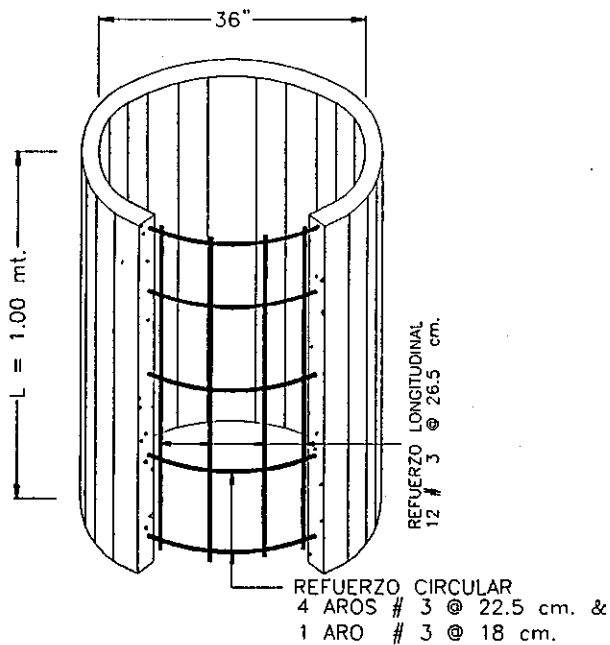
DETALLE DE ARMADURA PARA TUBERÍA DE Ø 36"



ARMADO VERTICAL Y CIRCULAR



ISOMÉTRICO DE ARMADO



TUBO FINALMENTE ELABORADO
Espesor 10 cm. Ø 36"

DETALLE DE ARMADO

Tubería Central

FIGURA No.

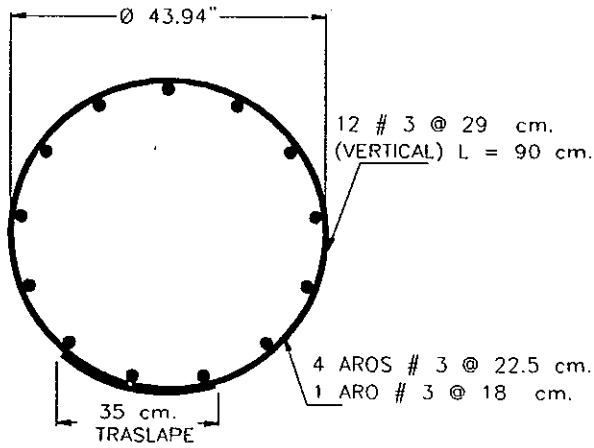
ELABORO: JOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

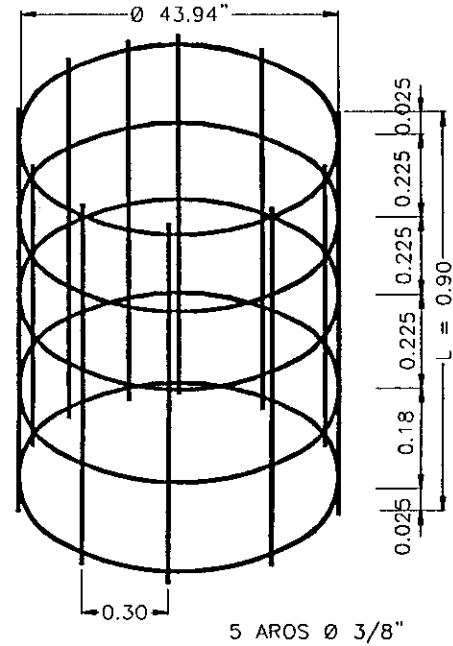
TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

5

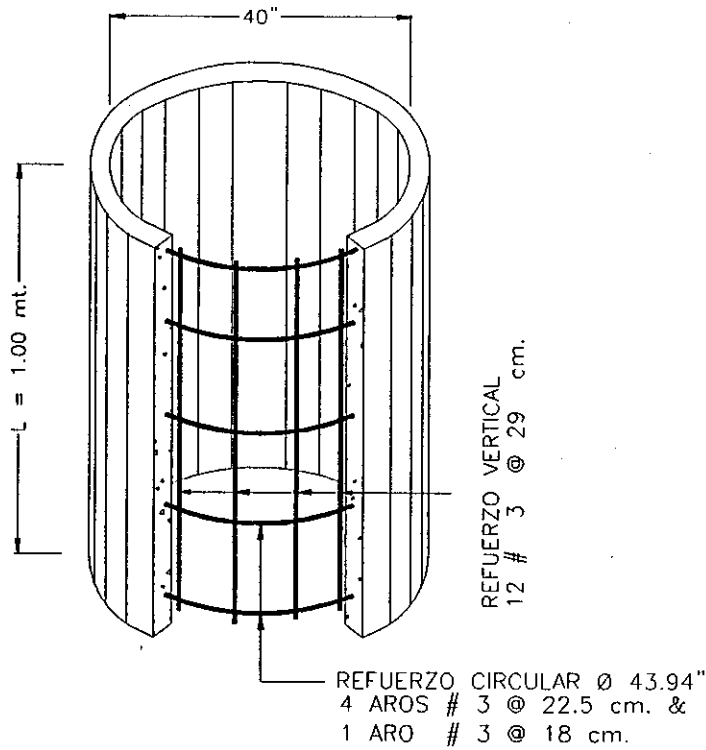
DETALLE DE ARMADURA PARA TUBERÍA DE Ø 40"



ARMADO VERTICAL Y CIRCULAR

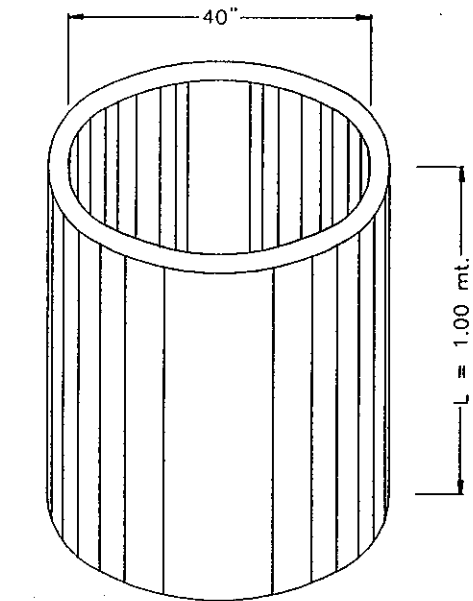


ISOMÉTRICO DE ARMADO



DETALLE DE ARMADO

S/E



TUBO FINALMENTE ELABORADO
Espesor 10 cm. Ø 40"

Tubería Central

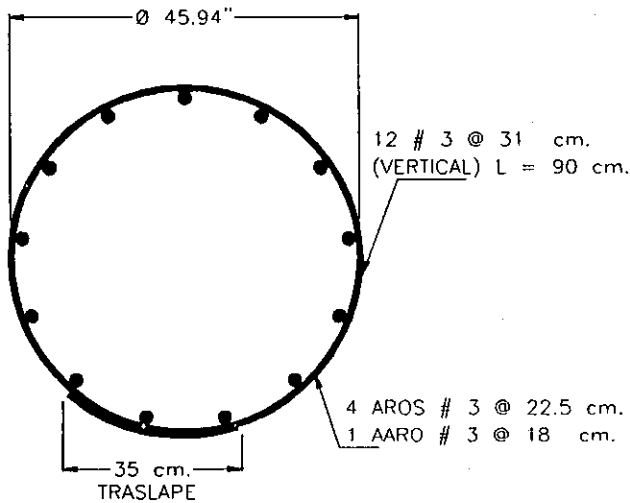
FIGURA
No.

ELABORO: JEOVANY MIRANDA | GUATEMALA MAYO DE 1999

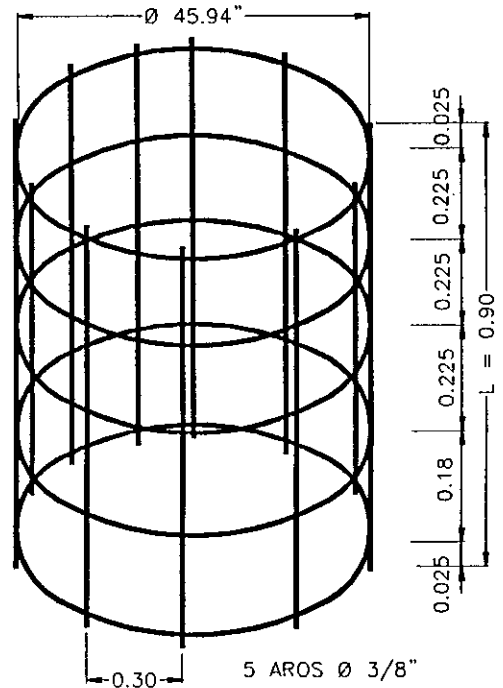
TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

6

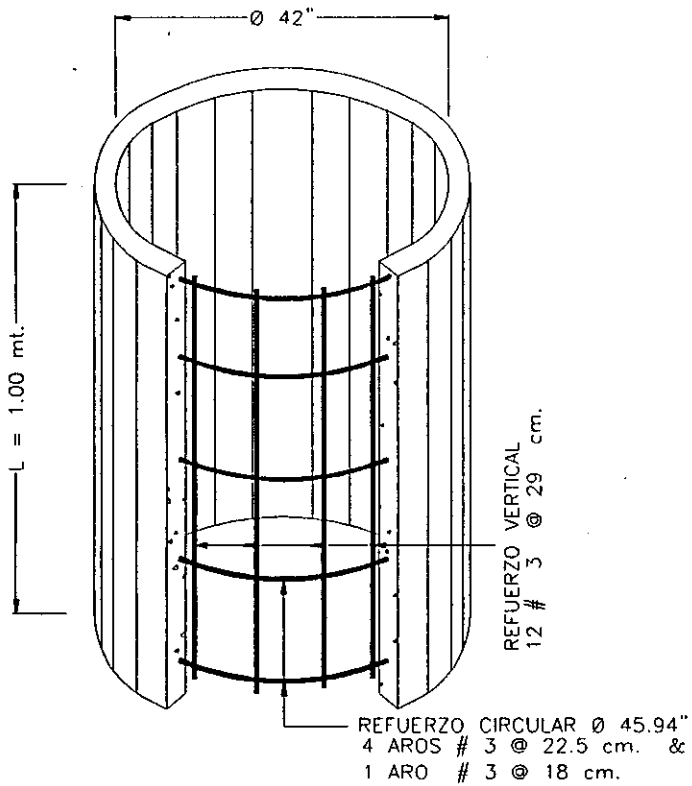
DETALLE DE ARMADURA PARA TUBERÍA DE Ø 42"



ARMADO VERTICAL Y CIRCULAR

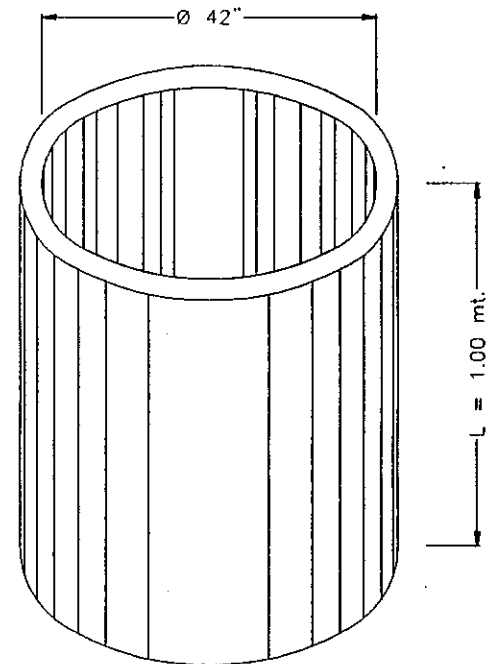


ISOMÉTRICO DE ARMADO



DETALLE DE ARMADO

S/E



TUBO FINALMENTE ELABORADO
Espesor 10 cm. Ø 42"

TAPADERAS

FIGURA
No.

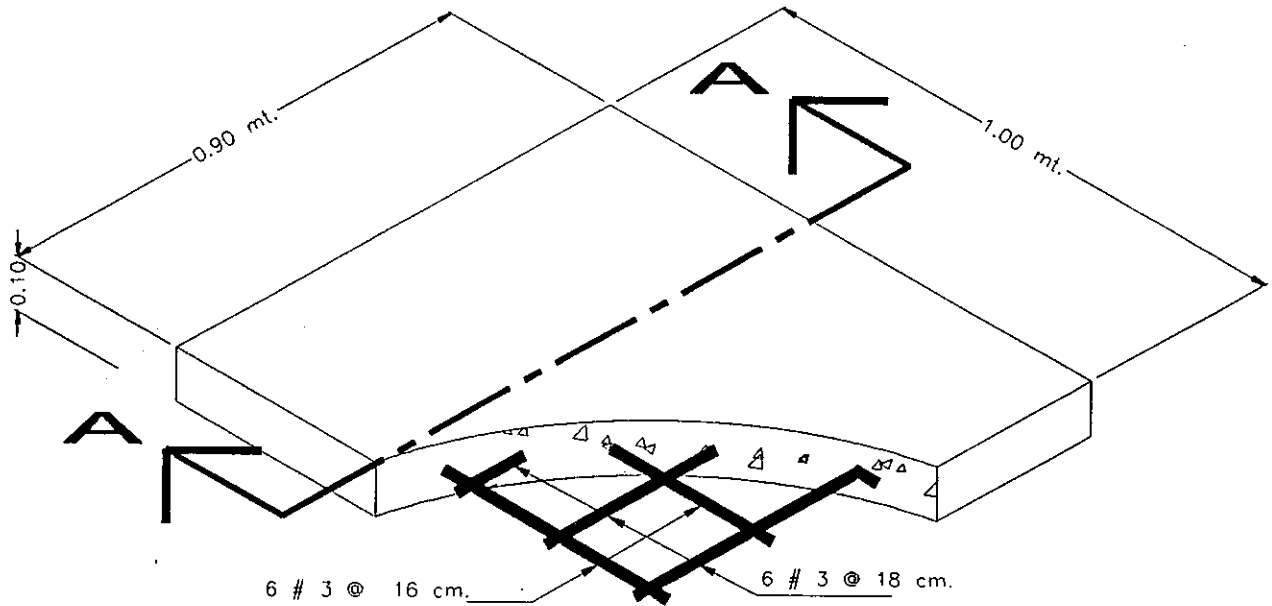
ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

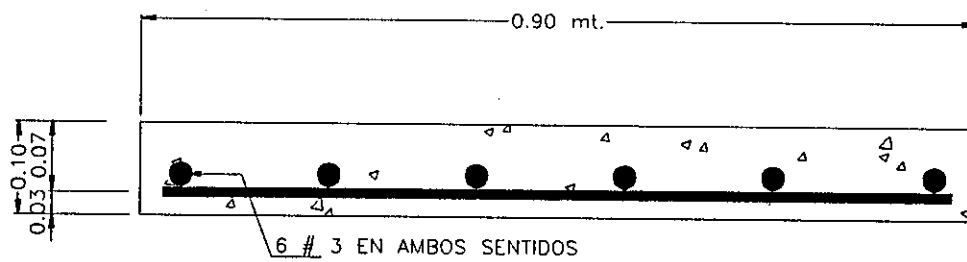
TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

7

TAPADERAS DE TRAGANTE



ISOMÉTRICO DE TAPADERA



SECCIÓN A-A

RECUBRIMIENTO 5 CMS EN LOS LADOS

A-A

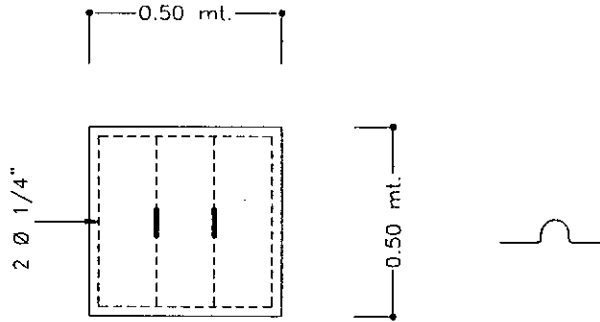
ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

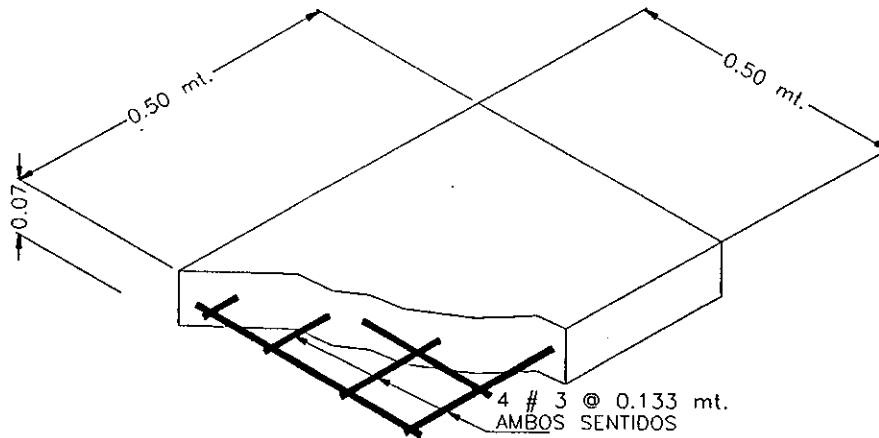
TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

8

TAPADERA DE SECUNDARIO



PLANTA DE TAPADERA



ISOMÉTRICO DE TAPADERA

TAPADERAS

FIGURA
No.

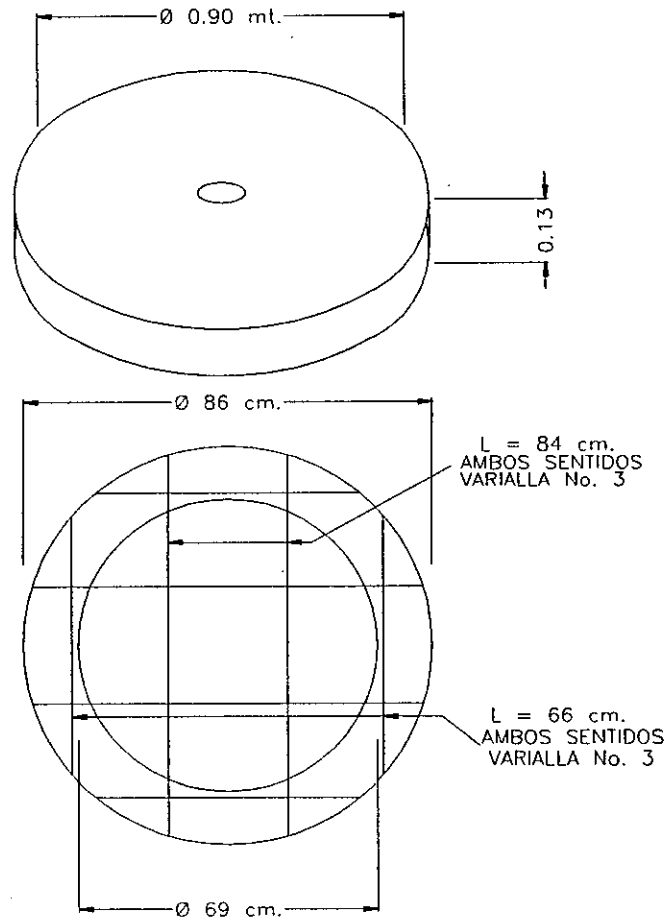
ELABORO: JEOVANY MIRANDA

GUATEMALA MAYO DE 1999

TESIS: CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA
LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES.

9

TAPADERA DE REGISTRO



DETALLE DE ARMADO

RESUMEN

REFUERZO VARILLA No. 3	Ø cm	L. cm	CANTIDAD
CIRCULAR	86		1
CIRCULAR	69		1
TRANSVERSAL		84	4
TRANSVERSAL		66	4

3. ESPECIFICACIONES

3.1 PARA TUBERÍAS:

A continuación se presentan las especificaciones para tubos de hormigón (concreto) no reforzado para conducción de aguas servidas, desechos industriales y aguas pluviales o de escorrentía, realizada por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), y para el efecto se utiliza la norma COGUANOR NGO 41 072.

TUBOS DE HORMIGON (CONCRETO) NO REFORZADO PARA CONDUCCION DE AGUAS SERVIDAS, DESECHOS INDUSTRIALES Y AGUAS PLUVIALES O DE ESCORRENTIA. Especificaciones.

COGUANOR NGO
41 072:95

1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer las características y especificaciones que deben cumplir los tubos de hormigón (concreto) no reforzado, que se utilizan para la conducción de aguas servidas, desechos industriales, aguas pluviales y para la construcción de alcantarillas, fabricado en el país o en el extranjero.

Nota 1. Esta especificación se refiere solamente al producto terminado y no incluye requerimientos de cimentación, de relleno o relación entre la condición de carga en el campo y la clasificación por resistencia del tubo.

2. CAMPO DE APLICACION

La presente norma se aplica a los tubos de hormigón (concreto) no reforzado, fabricados en moldes cuyas dimensiones están en el Sistema Internacional de Unidades, SI (Sistema métrico modificado y actualizado), como a los fabricados en moldes con dimensiones en el Sistema Inglés de Unidades.

Nota 2. La COGUANOR ha considerado conveniente que en esta norma, además de los tubos fabricados en unidades métricas, también se incluyan los tubos fabricados en unidades del sistema inglés, debido a que en el comercio se encuentran tubos fabricados en unidades de este sistema.

Nota 3. Los tubos que se fabrican en unidades de uno de los sistemas no se acoplan a los tubos fabricados en el otro sistema.

3. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI).
COGUANOR NGO 41 001	Cementos hidráulicos mezclados. Terminología y especificaciones.
COGUANOR NGO 41 005	Cemento portland. Clasificación y especificaciones.
COGUANOR NGO 41 007	Agregados o áridos. Especificaciones para los agregados finos y gruesos para hormigón (concreto).
COGUANOR NGO 41 045	Hormigón (concreto). Cenizas volantes y puzolanas naturales en bruto o calcinadas, para ser usadas como un aditivo mineral en hormigón (concreto) de cemento portland. Especificaciones. (1)
COGUANOR NGO 41 048	Hormigón (concreto). Membrana líquida que forma compuestos para el curado del hormigón (concreto). Especificaciones. (2)

(1) Mientras se publica en el Diario Oficial, puede emplearse la norma ASTM C 618.

(2) Mientras se publica en el Diario Oficial, puede emplearse la norma ASTM C 309.

- COGUANOR NGO 41 074 h3 Tubos de hormigón (concreto) no reforzado. Determinación de la absorción de agua. (3)
- COGUANOR NGO 41 074 h4 Tubos de hormigón (concreto) no reforzado. Determinación de la permeabilidad al agua. (3)
- COGUANOR NGO 41 074 h5 Tubos de hormigón (concreto) no reforzado. Determinación de la resistencia a una carga externa de aplastamiento por el método de tres puntos de apoyo. (3)
- COGUANOR NGO 41 074 h6 Tubos de hormigón (concreto) no reforzado. Prueba a la presión hidrostática. (3)
- COGUANOR NGO 41 092 Tubos de hormigón (concreto). Juntas para tubos circulares de hormigón (concreto), para aguas servidas y albañales, que usan empaques de hule. Especificaciones. (4)
- COGUANOR NGO 41 093 Tubos de hormigón (concreto). Definiciones y terminología de tubos de hormigón (concreto) y sus accesorios. (5)

4. DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA

4.1 Hormigón (concreto). Material compuesto que consiste esencialmente de un medio aglomerante dentro del cual están embebidas partículas o fragmentos de agregado; en el hormigón de cemento hidráulico el aglomerante está formado por una mezcla de cemento hidráulico y agua.

4.2 Tubo de hormigón (concreto). Para los propósitos de esta norma, es la pieza o estructura hueca de hormigón (concreto) de sección transversal circular.

4.3 Tubo de hormigón (concreto) no reforzado. Tubería de hormigón (concreto) diseñada sin ningún refuerzo de barras de acero.

4.4 Lote. Es la cantidad de producto del mismo diseño y capacidad nominal, fabricada bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifica por tener un mismo código o clave de producción.

Nota 4. Para otras definiciones, véase la norma COGUANOR NGO 41 093.

5. CLASIFICACION Y DESIGNACION

5.1 Clasificación. Los tubos de hormigón (concreto) no reforzado se clasificarán en un solo grado de calidad y de acuerdo con su resistencia mínima al aplastamiento en las tres clases siguientes:

- a) Clase 1 (C1);
- b) Clase 2 (C2); y
- c) Clase 3 (C3).

Nota 5. Las especificaciones de resistencia mínima al aplastamiento correspondientes a cada clase, se indican en el cuadro 1 de la presente norma.

- (3) Mientras se publica en el Diario Oficial, puede emplearse la norma ASTM C 497.
- (4) Mientras se publica en el Diario Oficial, puede emplearse la norma ASTM C 443M.
- (5) Mientras se publica en el Diario Oficial, puede emplearse la norma ASTM C 822.

5.2 Designación. Los tubos se designarán en base al diámetro interno nominal (véase cuadros 1 y 2).

6. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS

6.1 Diseño.

6.1.1 Cuadros de diseño. Los requerimientos de diseño deberán estar de acuerdo con lo establecido en los cuadros 1 y 2 respectivamente. El espesor de la pared del tubo o espesor de pared usado puede ser mayor pero no menor que el valor mostrado, excepto en lo indicado para las tolerancias en el numeral 6.5.2.2 y por lo establecido para el diseño modificado, en el numeral 6.1.2.

6.1.2 Diseño especial o modificado. Los fabricantes previo a la elaboración del producto, pueden someter a consideración del comprador espesores de pared diferentes a los mostrados en los cuadros 1 y 2. Estos tubos deberán cumplir con los requisitos físicos indicados en el numeral 6.4 que sean especificados por el comprador.

Cuadro 1. Designación y requisitos físicos para tubos de hormigón (concreto) no reforzado

fabricados en moldes con dimensiones en el Sistema Internacional de Unidades (1).

Designación en base al diámetro interno nominal, en milímetros.	CLASE 1 (C1)		CLASE 2 (C2)		CLASE 3 (C3)	
	Espesor de pared mínimo, en milímetros.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kilonewton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.	Espesor de pared mínimo, en milímetros.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kilonewton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.	Espesor de pared mínimo, en milímetros.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kilonewton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.
100	15	22.0	19	29.0	19	35.0
150	16	22.0	19	29.0	22	35.0
200	19	22.0	22	39.0	22	35.0
250	22	23.5	25	29.0	32	35.0
300	25	26.5	35	33.0	44	38.0
375	32	29.0	41	38.0	47	42.0
450	38	32.0	50	44.0	57	48.0
525	44	35.0	57	48.0	69	56.0
600	54	38.0	75	52.5	85	64.0
675	62	41.0	94	57.5	94	67.0
750	88	44.0	107	63.0	107	69.5
825	94	46.0	113	64.0	113	71.0
900	100	48.0	119	65.5	119	73.0

(1) Sujeto a las tolerancias indicadas en el numeral 6.5

Cuadro 2. Designación y requisitos físicos para tubos de hormigón (concreto) no reforzado fabricados en**moldes con dimensiones en el Sistema Inglés de Unidades (1).**

Designación en base al diámetro nominal, en pulgadas.	CLASE 1 (C1)		CLASE 2 (C2)		CLASE 3 (C3)	
	Espesor de pared mínimo, en pulgadas.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kiló newton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.	Espesor de pared mínimo, en pulgadas.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kiló newton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.	Espesor de pared mínimo, en pulgadas.	Resistencia mínima al aplastamiento, en kiló newton por metro lineal. Tres puntos de apoyo.
4	5/8	22.0	3/4	29.0	3/4	35.0
6	5/8	22.0	3/4	29.0	7/8	35.0
8	3/4	22.0	7/8	29.0	1 1/8	35.0
10	7/8	23.5	1	29.0	1 1/4	35.0
12	1	26.5	1 3/8	33.0	1 3/4	38.0
15	1 1/4	29.0	1 5/8	38.0	1 7/8	42.0
18	1 1/2	32.0	2	44.0	2 1/4	42.0
21	1 3/4	35.0	2 1/4	48.0	2 3/4	56.0
24	2 1/8	38.0	3	52.5	3 3/8	64.0
27	3 1/4	41.0	3 3/4	57.5	3 3/4	57.0
30	3 1/2	44.0	4 1/4	63.0	4 1/4	69.5
33	3 3/4	46.0	4 1/2	64.0	4 1/2	71.0
36	4	48.0	4 3/4	66.5	4 3/4	75.0

(1) Sujeto a las tolerancias indicadas en el numeral 6.5

6.2 Uniones. Las uniones y los extremos de los tubos de hormigón (concreto) deberán tener un diseño tal que pueden unirse para formar una línea continua de tubería, compatible con las variaciones permisibles indicadas en el numeral 6.5.

6.3 Fabricación.

6.3.1 Mezclado. Para producir una mezcla de hormigón (concreto) homogénea, con una calidad tal que el tubo cumpla con lo especificado en esta norma, los agregados deberán ser clasificados según sus características granulométricas y de acuerdo a las mismas, mezclarlos en las proporciones adecuadas con materiales cementantes y agua. Se recomienda que los hormigones tengan una relación de agua a materiales cementantes no mayor de 0.53 en masa. Los materiales cementantes indicados en el numeral 7.2 deberán ser adicionados a la mezcla en una proporción no menor de 280 kg/m³, excepto en los casos en que el diseño de una mezcla con menor contenido de materiales cementantes demuestre que la calidad y comportamiento del tubo cumple con los requisitos de esta norma.

6.3.2 Curado. Los tubos deberán ser sometidos a alguno de los métodos de curado descritos en los numerales 6.3.2.1 a 6.3.2.4 ó a algún otro método o combinación de métodos aprobados por el comprador, que den resultados satisfactorios. Los tubos deberán ser curados durante un tiempo lo suficientemente largo de modo que el hormigón (concreto) desarrolle los requisitos de resistencia especificados a los 28 días o menos.

Continúa

6.3.2.1 Curado al vapor. Los tubos se deberán colocar en una cámara de curado libre de corrientes de aire y curarse en una atmósfera húmeda, mantenida por la inyección de vapor, durante el tiempo y temperatura necesarios para que el tubo cumpla con los requisitos de resistencia. La cámara de curado deberá ser construida a manera de permitir una circulación completa del vapor alrededor de todo el tubo.

6.3.2.2 Curado al agua. Los tubos deberán ser curados cubriéndolos con un material saturado de agua o por un sistema de tubería perforada, rociadores mecánicos, mangueras perforadas o por algún otro método apropiado que mantenga los tubos húmedos durante el período de curado especificado.

6.3.2.3 Curado combinado. El fabricante puede combinar los métodos descritos en los numerales 6.3.2.1 y 6.3.2.2, toda vez se alcance la resistencia especificada.

6.3.2.4 Curado con compuestos líquidos que forman membrana selladora, (véase la norma COGUANOR NGO 41 048). Un compuesto líquido formador de membrana selladora se puede aplicar y dejar intacto hasta que los tubos de hormigón (concreto) cumplan con los requisitos de resistencia especificados. El tubo de hormigón (concreto) en el momento de la aplicación del compuesto deberá estar aproximadamente a 6°C. Todas las superficies de los tubos deberán estar húmedas previo a la aplicación de los compuestos y deberán ser humedecidas cuando el compuesto es aplicado.

6.3.3 Accesorios de diseño especial.

6.3.3.1 Características generales. Los accesorios especiales o uniones, tales como bifurcaciones en Y, bifurcaciones en T, codos y adaptadores para el uso con tubos de hormigón (concreto) que cumplan con esta norma, deberán ajustarse a las especificaciones de los tubos de hormigón (concreto) que sean aplicables en lo que corresponde a la clase y al diámetro interno correspondientes. Las uniones deberán ser compatibles con aquellas usadas en tuberías de hormigón (concreto) contiguas.

6.3.3.2 Ramificaciones prefabricadas. Las ramificaciones prefabricadas, bifurcaciones en Y y bifurcaciones en T, deberán ser acopladas a la pared del tubo en forma tal que no restrinjan o interfieran de cualquier manera con las características de flujo del tubo.

6.4 Características físicas.

6.4.1 Resistencia a una carga externa de aplastamiento. Los tubos de hormigón (concreto) no reforzado, deberán cumplir con lo especificado en los cuadros 1 y 2 para la resistencia al aplastamiento. Los resultados individuales obtenidos con las probetas de ensayo de cada lote deben ser informados en forma separada. La resistencia al aplastamiento deberá ser aplicada a no menos del 75% de los tubos recibidos para los propósitos de ensayo. Todos los ensayos deberán ser hechos de acuerdo con el método descrito en la norma COGUANOR NGO 41 074 h5. El lote deberá ser aceptado cuando todos los tubos ensayados cumplan con lo especificado; si alguno de los tubos ensayados no cumple los requisitos de resistencia, al fabricante se le permitirá ensayar dos tubos adicionales por cada tubo que falla y el lote deberá ser aceptado solo cuando todos los ensayos adicionales cumplan los requisitos de resistencia al aplastamiento.

6.4.2 Absorción de agua. El ensayo de absorción de agua deberá ser ejecutado por cualquiera de los métodos A o B para ensayo de absorción a ebullición, descritos en la norma COGUANOR NGO 41 074 h3. La absorción no

deberá exceder de 9% cuando se emplee el método A y 8.5% cuando se emplee el método B. Los resultados individuales obtenidos con las probetas de ensayo de cada lote deberán ser informados en forma separada. Los ensayos de absorción deberán realizarse en tubos de hormigón (concreto) que hayan cumplido con el ensayo de compresión. Cada espécimen debe ser marcado con el número o marca de identificación del tubo del cual fué tomado. Cada espécimen que sea ensayado por el método A deberá tener un área entre 77 y 129 cm², medida sobre la superficie exterior del tubo y deberá estar libre de grietas visibles. Para el tamaño de los especímenes del método B véase la norma COGUANOR NGO 41 074 h3. El lote se aceptará cuando todos los especímenes ensayados cumplan con los requisitos de absorción especificados.

6.4.3 Permeabilidad al agua. Cuando el tubo sea sometido al ensayo de permeabilidad al agua como se especifica en la norma COGUANOR NGO 41 074 h4, la superficie exterior de no menos del 80% del tubo ensayado no deberá mostrar humedad en forma continua o en forma de manchas al final del período de ensayo debido a que el agua ha pasado a través de las paredes del tubo.

6.4.4 Presión hidrostática. Cuando el tubo sea sometido al ensayo de presión hidrostática como se especifica en la norma COGUANOR NGO 41 074 h6, los tubos sometidos a una presión de 70 kPa no deberán mostrar fugas de agua o goteo durante 10 min. La humedad que aparece sobre la superficie de los tubos en forma de manchas o pequeñas gotas adheridas a ésta, no serán consideradas como fuga. Previo al ensayo el tubo debe llenarse con agua y mantenerse a una presión de 70 kPa durante 24 h, excepto que de común acuerdo entre comprador y vendedor se reduzca el tiempo, la presión, o ambos, en cuyo caso el ensayo puede continuarse hasta las 24 h y el tubo se considerará que ha pasado la prueba cuando en cualquier período de 10 min no es observada ninguna fuga. Cuando este requisito es usado para determinar la aceptación de las juntas de los tubos especificados en la norma COGUANOR NGO 41 092, el mismo ensayo puede ser usado como base de aceptación para los requisitos de presión hidrostática de los tubos de acuerdo con lo especificado en el numeral 8.1.

6.5 Dimensiones y variaciones permisibles.

6.5.1 Tamaños y dimensiones. Los tubos deberán cumplir con los requisitos de dimensiones especificados en los cuadros 1 y 2, con las variaciones indicadas en el numeral 6.5.2.

6.5.2 Variaciones permisibles en las dimensiones.

6.5.2.1 Diámetro interno. Las variaciones permitidas del diámetro interno se describen en los cuadros 3 y 4.

6.5.2.2 Espesor de pared. El espesor de la pared no deberá ser menor que los valores correspondientes mostrados en los cuadros 1 y 2 o de los valores designados por el fabricante para aquellos tubos que correspondan al diseño especial, véase el numeral 6.1.2; sin embargo para que los tubos se consideren de diseño especial, sus respectivos espesores deben ser mayores a los indicados en los cuadros 1 y 2, en la forma siguiente:

- a) Más de 2 mm en los tubos de hasta 250 mm de diámetro y en los tubos de hasta 10 pulgadas de diámetro;
- b) Más de 3 mm para tubos de 300 mm a 600 mm de diámetro y para tubos de 12 a 24 pulgadas de diámetro;
- c) Más de 5 mm para tubos de más de 600 mm de diámetro y para tubos de más de 24 pulgadas de diámetro; o
- d) Por más de 5% del espesor de pared designado, cualquiera de estos valores que sea el mayor.

6.5.2.2.1 Las variaciones en puntos específicos en el espesor de la pared que excedan las especificadas anteriormente, serán aceptables si los tubos cumplen con los requisitos físicos especificados en la presente norma.

6.5.2.3 Longitud. La longitud de cualquier sección del tubo no deberá ser menor en más de 13 mm con respecto al valor de la longitud de diseño asignada o especificada.

6.5.2.4 Longitud entre dos lados opuestos. La longitud entre dos lados opuestos de cualquier sección del tubo no deberá variar en más de 6 mm ó 2% del diámetro designado, cualquiera que sea el mayor.

Cuadro 3. Variación permitida en el diámetro interno, para los tubos fabricados en moldes con dimensiones en el Sistema Internacional de Unidades.

Diámetro interno nominal del tubo, en milímetros.	Variación permitida del diámetro interno del tubo, en milímetros.	
	Mínimo	Máximo
100	100	110
150	150	160
200	200	210
250	250	260
300	300	310
375	375	390
450	450	465
525	525	545
600	600	620
675	675	695
750	750	775
825	825	850
900	900	925

Cuadro 4. Variación permitida en el diámetro interno, para los tubos fabricados en moldes con dimensiones en el Sistema Inglés de Unidades.

Diámetro interno nominal del tubo, en pulgadas.	Variación permitida del diámetro interno del tubo, en pulgadas.
hasta 12	$\pm 3/16$
para 15	$\pm 1/4$
para 18	$\pm 1/4$
para 21	$\pm 5/16$
mayor de 24	$\pm 3/8$

Continúa

6.5.2.5. Desviación de la rectitud. Los tubos que deben ser rectos, no deberán variar en su alineación en más de 10 mm/m de longitud.

7. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

7.1 Hormigón (concreto) El hormigón (concreto) deberá prepararse con materiales cementantes, agregados minerales y agua.

7.2 Materiales cementantes.

7.2.1 Cemento. El cemento deberá cumplir con las especificaciones para cemento portland de la norma COGUANOR NGO 41 005 ó bien, deberá ser cemento portland con escoria de alto horno o cemento portland con puzolanas que cumplan con las especificaciones de la norma COGUANOR NGO 41 001.

7.2.2 Cenizas volantes. Las cenizas volantes deberán cumplir con las especificaciones de la clase C o de la clase F, descritas en la norma COGUANOR NGO 41 045.

7.2.3 Combinaciones permitidas de materiales cementantes. Para la preparación del hormigón se podrá usar una de las siguientes combinaciones.

- a) Cemento portland, solo;
- b) Cemento portland de escoria de alto horno, solo;
- c) Cemento portland puzolánico, solo; o
- d) Combinación de cemento portland y cenizas volantes; las cenizas volantes se emplearán en una proporción comprendida entre 5 y 25% en masa del total del material cementante (cemento portland más cenizas volantes).

7.3 Agregados. Los agregados deberán cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 41 007, excepto que los requisitos granulométricos no son aplicables.

8. MUESTREO.

8.1 Número y tipo de probetas de ensayo. El fabricante o vendedor suministrará los tubos para las pruebas de compresión y absorción; el número de probetas de ensayo deberá corresponder al 0.5% del número de tubos que constituye el lote, pero en ningún caso deben ser suministrados menos de dos tubos. Para la prueba de permeabilidad el número de probetas de ensayo deberá corresponder al 2% del número de tubos del lote, pero en ningún caso deben ser suministrados menos de dos tubos. Para la prueba de presión hidrostática el número de probetas de ensayo deberá corresponder al 0.5% del número de tubos del lote, pero en ningún caso deben ser suministrados menos de dos tubos.

9. METODOS DE PRUEBA

El cumplimiento del producto con los requisitos especificados en la presente norma, se determina mediante los métodos de prueba descritos en las normas COGUANOR correspondientes, véase capítulo 2.

Continúa

10. INSPECCION Y ACEPTACION O RECHAZO

10.1 Inspección.

10.1.1 Si el comprador o la entidad competente encargada de la verificación de la calidad, desearan estar presentes durante la fabricación, inspección y ensayos de los productos ordenados, el productor deberá concederles todas las facilidades necesarias para la verificación de que el producto se está fabricando de acuerdo con las especificaciones de esta norma y que la orden está siendo atendida de acuerdo con el pedido, sin que haya interrupción innecesaria del procesamiento o atraso en la producción y/o despacho.

10.1.2 Si no se especifica otra cosa, la inspección y los ensayos, deberán realizarse en el lugar de producción antes del despacho.

10.2 Bases de aceptación. Cuando sea requerida, la aceptabilidad de los tubos se determinará en base a las pruebas especificados en el capítulo 9 y por inspección para determinar si la tubería cumple con las especificaciones de diseño y de falta de defectos.

10.2.1 Aceptación en base a la prueba de resistencia al aplastamiento. Los tubos serán aceptados en base a la prueba de resistencia al aplastamiento, cuando cumplan con los requisitos indicados en el numeral 6.4.1.

10.2.2 Aceptación en base a la prueba de absorción. Los tubos serán aceptados en base a la prueba de absorción, cuando cumplan con los requisitos indicados en el numeral 6.4.2

10.2.3 Aceptación en base a la prueba de permeabilidad. Los tubos serán aceptables en base a la prueba de permeabilidad, cuando cumplan con los requisitos indicados en el numeral 6.4.3.

Nota 5. Previo a la compra, el comprador puede especificar la prueba de presión hidrostática indicada en el numeral 6.4.4 en vez de la prueba de permeabilidad.

10.2.4 Aceptación en base a la prueba de presión hidrostática. Los tubos serán aceptados en base a la prueba de presión hidrostática, cuando cumplan con los requisitos indicados en el numeral 6.4.4.

10.3 Rechazo. Se podrán rechazar los tubos individuales que presenten cualesquiera de los siguientes defectos.

10.3.1. Fracturas o grietas que pasan a través de la pared del tubo o de las uniones; no se consideran causas de rechazo una grieta simple que no exceda de 50 mm de longitud en cualesquiera de los extremos del tubo, o de una fractura simple, o un astillado, en los bordes de las uniones que no exceda de 75 mm alrededor de la circunferencia de la tubería ni de 50 mm de longitud en las uniones, a menos de que estos defectos existan en más de 5% de los tubos que componen el lote.

10.3.2 Planos de los extremos de los tubos no perpendiculares al eje longitudinal, sujetos a las variaciones indicadas en el numeral 6.5.2.3

10.3.3 Aquellos que indican mezclas y moldeado que no cumplen con lo especificado en el numeral 6.3.1.

10.3.4 Grietas en cantidad suficiente como para empeorar la resistencia, durabilidad o capacidad de servicio de los tubos.

Continúa

11. REPARACIONES

Los tubos se pueden someter a reparaciones, en caso sea necesario, debido a imperfecciones originadas en el proceso de fabricación o a defectos originados durante su manipulación en planta. Serán aceptados, si luego de reparados cumplen con los requisitos especificados en la presente norma.

12. MARCADO

12.1 Los tubos deberán ser marcados en bajo relieve o con pintura a prueba de agua, de una manera legible, con la información siguiente:

12.1.1 La designación y clase, (véase los numerales 5.1 y 5.2).

12.1.2 La fecha de fabricación.

12.1.3 El nombre del fabricante o marca comercial del producto.

13. CORRESPONDENCIA.

Para la elaboración de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos.

- a) Norma de la "American Society for Testing and Materials, ASTM C 14-90, Standard Specification for Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe";
- b) Norma de la "American Society for Testing and Materials, ASTM C 14 M-90 Standard Specification for Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe [Metric] "; y
- c) Literatura técnica.

-ULTIMA LINEA-

4. CARGAS A LAS CUALES ESTÁN EXPUESTAS LAS TAPADERAS Y LAS TUBERÍAS.

4.1 EN TAPADERAS DE REGISTRO.

Por lo general, debido a su ubicación en las calles, están expuestas a la carga viva de vehículos, a cargas de impacto de los mismos y a fuerzas debido a la aceleración o frenado, esto indica que la tapadera debe estar diseñada para soportar las cargas de vehículos tipo HS-20 de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Se debe diseñar por lo consiguiente a flexión y a corte punzonante, dependiendo del tamaño de vehículo que circula por el lugar.

4.2 EN TAPADERAS DE SECUNDARIOS.

Por su ubicación, en el área de la banqueta, se exponen frecuentemente al paso de peatones y muy temporalmente, si se ubican en el acceso a parqueos, estarán expuestas a cargas vivas de vehículos pequeños, y deberán soportar como mínimo la carga de vehículo tipo H-10 de AASHTO.

4.3 EN TAPADERAS DE TRAGANTE.

Estas tapaderas, cuando se encuentran ubicadas en las esquinas de las calles, están expuestas a soportar cargas de vehículos del tipo HS-20 de AASHTO. Debido al cruce de vehículos que se produce en las esquinas de las calles. Lo que indica que está expuesta a cargas vivas, y por lo tanto deberán ser diseñadas a flexión.

4.4 EN TUBERÍAS.

La tubería, por su ubicación, está expuesta a cargas vivas, como lo es el paso de vehículos, y a cargas muertas, que dependerán del tipo de suelo compactado sobre la tubería y de su cohesión, para transmitir las cargas que actúan sobre la clave del tubo. Esto indica que la tubería deberá estar expuesta a cargas de aplastamiento, flexión transversal y flexión longitudinal.

4.4.1 ESFUERZOS SOBRE LAS TUBERÍAS ENTERRADAS.

El suelo tiene una resistencia a la cortadura, que es la suma de la resistencia debida a la cohesión entre las partículas y al rozamiento entre ellas.

La teoría de Marston supone la ausencia de cohesión y sólo toma en cuenta las fuerzas debidas al rozamiento. Cuando se trata de un tubo de concreto, sobre el tubo gravita el peso de la tierra de relleno correspondiente a la anchura de la zanja situada sobre la clave del tubo, debiéndose deducir del mismo las fuerzas de rozamiento con las paredes de la zanja.

El equilibrio entre las fuerzas que actúan en un elemento diferencial dz es, por metro lineal de zanja:

Esfuerzo de La tierra situada encima del elemento dz Por metro Lineal de Zanja.	+	peso del elemento dz por metro lineal de zanja.	=	Reacción de la tierra situada debajo del elemento dz por metro lineal de zanja.	+	Rozamiento del elemento dz con las paredes de la zanja por Metro lineal de ésta.
---	---	---	---	---	---	--

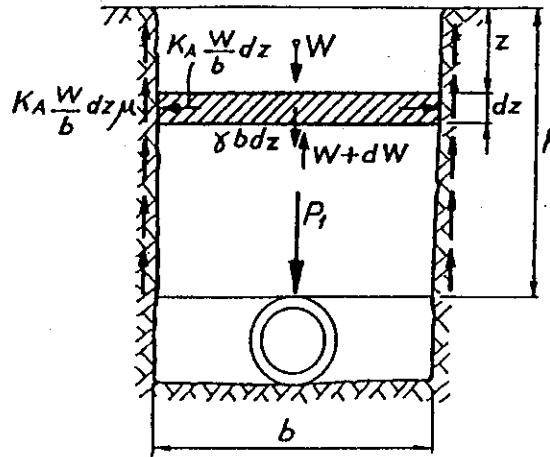


Fig. 10 — Tubo menos deformable que el terreno. Equilibrio de fuerzas que actúan en un elemento dz .

- Esfuerzo de la tierra situado encima del elemento dz : W .
- Peso del elemento dz .
- Reacción de la tierra situada debajo: $W + dW$.

a) Fuerza del elemento dz , contra las paredes de la zanja:

W/b , es la presión vertical, carga por unidad de superficie, producida por la tierra situada encima del elemento dz .

$K_A(W/b)$, es la presión horizontal originada por la presión vertical, que actúa sobre las paredes de la zanja. Siendo K_A el coeficiente de empuje activo, que es la relación entre la presión lateral (efecto) y la presión vertical (causa).

En la siguiente tabla se indican la descripción, el ángulo rozamiento interno, y el peso específico de las tierras

N.º	Descripción	Angulo de rozamiento interno del relleno (ρ)	Peso específico en t/m^3 (γ)
1	Grava-arena	35 °	1.9
2	Arena, semicompacta	32.5°	1.8
3	Arena, ahucada	30 °	1.7
4	Arcilla arenosa	22.5°	2.2
5	Arena movediza	22.5°	2.0
6	Arcilla, semicompacta	15 °	2.1
7	Turba	15 °	1.1
8	Arcilla orgánica	10 °	1.7

4.4.2 ACCIONES DE CARGAS EXTERIORES ESTÁTICAS MÓVILES DEBIDAS AL TRÁFICO SOBRE LAS TUBERÍAS.

Las ruedas de los vehículos transmiten unos esfuerzos (derivados de su peso propio y carga y repartidos según el número de ruedas) sobre el terreno. Considerado éste con un comportamiento elástico, propaga una presión variable, que es función del esfuerzo, de la profundidad y de la separación entre el esfuerzo producido por la rueda y la posición analizada. La siguiente figura muestra las cargas que inciden en el tubo como lo son: peso propio, peso del líquido contenido, carga de terraplén, sobrecargas y reacciones de apoyo.

El siguiente diagrama muestra la forma de cómo actúan las diferentes cargas sobre la tubería enterrada.

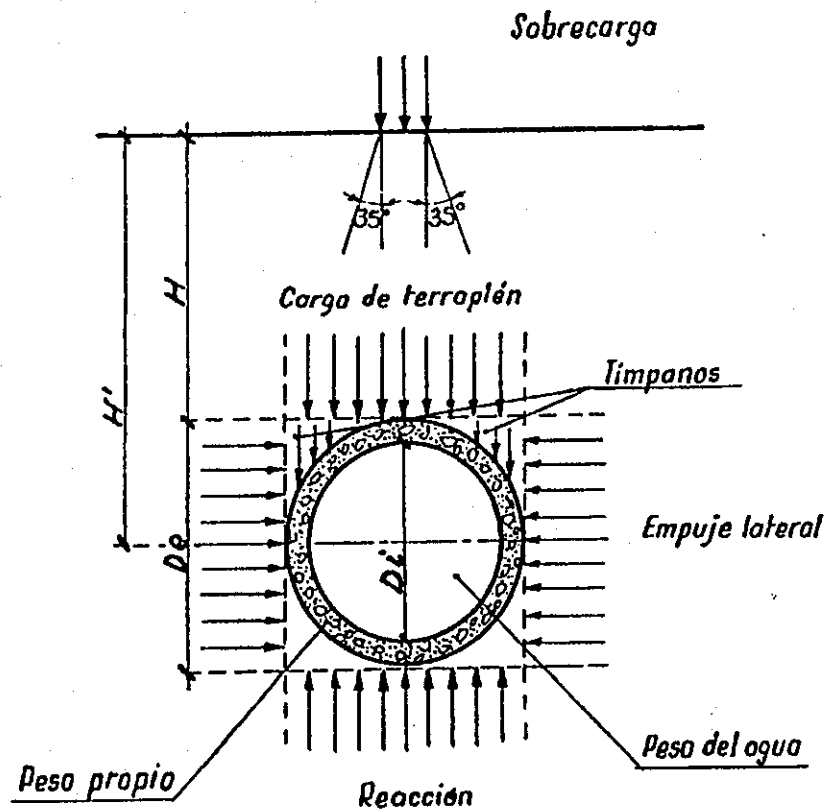


Fig. 11

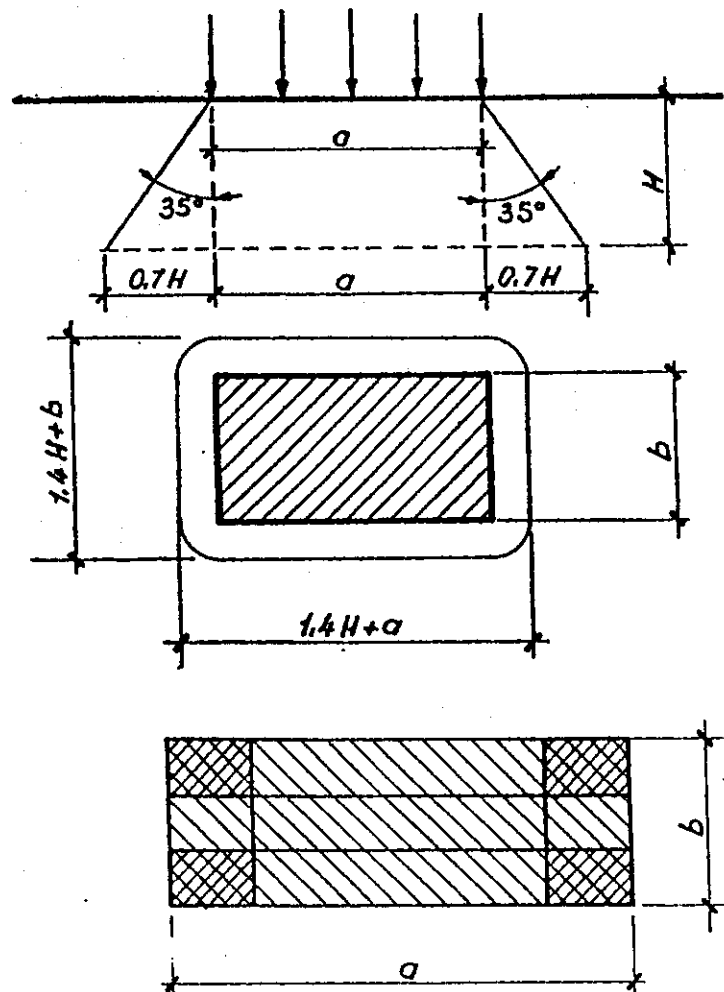
Las ruedas situadas en la vertical de la conducción producirán, principalmente, presiones verticales, mientras que las ruedas alejadas producirán presiones laterales, cuyo efecto será el de disminuir el las verticales.

Por otra parte, habría que tener en cuenta el impacto producido por el movimiento de las cargas, desplazándose a velocidades que normalmente pueden llegar, en calzadas, a 150 km/h.

Se puede admitir, con suficiente aproximación, que la carga producida por el vehículo se transmite uniformemente en profundidad en el interior de una pirámide de caras inclinadas 35° según la vertical y con sus aristas redondeadas en la forma indicada en la siguiente figura.

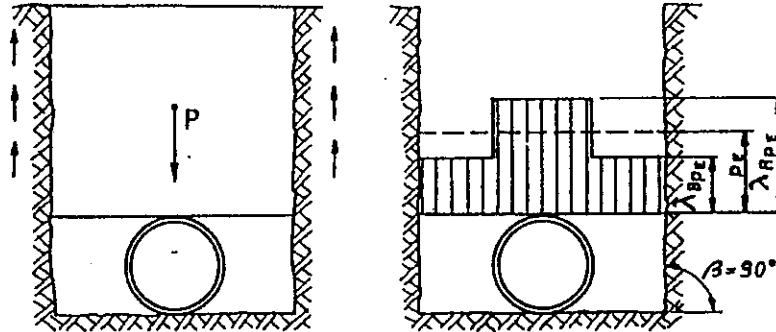
Para las conducciones bajo calzada coherente, se admite también que la zona de aplicación de la sobrecarga, al nivel de la calzada, es el rectángulo envolvente de las superficies de contacto de las ruedas o cadenas próximas.

Fig. 12



4.4.3 DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES VERTICALES DEL TERRENO A LO ANCHO DE LA ZANJA.

La presión es superior en la vertical del tubo que en los laterales, debido a que el tubo tiene un módulo de elasticidad superior al del terreno y, a igualdad de asentamiento, recibe un esfuerzo superior. La presión en los laterales es menor que la presión en el centro del tubo.



Hipótesis: Peso de las tierras parcialmente absorbidas por el rozamiento con las paredes de la zanja.

Hipótesis: Distribución no uniforme de las presiones (valor medio p_R , valor en el tubo $\lambda_R p_E$ y valor en los laterales $\lambda_B p_E$).

Fig. 13

Y la acción vertical en los laterales al terreno, origina un presión horizontal sobre el tubo.

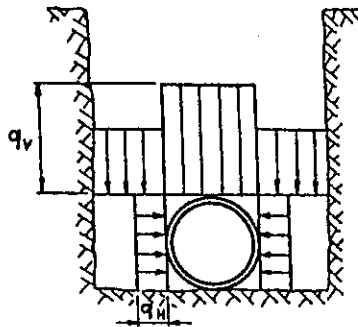


Fig. 14 Transformación de la acción vertical en los laterales, debida al terreno, en acción horizontal sobre el tubo.

En síntesis se podría definir el cálculo de la manera siguiente:

- El peso de las tierras de relleno es parcialmente absorbido por las paredes de la zanja (según la teoría de los silos de Marston).
- Los esfuerzos que actúan a lo ancho de la zanja, a la altura de la clave del tubo, no son uniformes debido a la diferencia de rigideces del tubo y del lecho situado en los laterales del tubo. El procedimiento anterior se basa en las Normas para el Cálculo Estático de canalizaciones y tuberías de desagüe.

4.4.4 PRESIÓN HORIZONTAL DE REACCIÓN DEL TERRENO A LA OVALACIÓN DE LA TUBERÍA.

El tubo está sometido a una presión vertical (P_v) y a una presión horizontal (P_h). Ello indica que rodea al tubo una presión uniforme, en toda la circunferencia, que vale P_h , lo cual origina compresión en la pared del tubo y existe, además, exceso de una presión vertical, sobre el horizontal, $P_v - P_h$, la cual origina ovalación de la tubería.

Al ovalarse ésta transmite un esfuerzo contra el terreno, en sentido horizontal, que produce deformación hasta que se equilibran las fuerzas originadas por ovalación del tubo y por deformación del terreno. Fig. 15

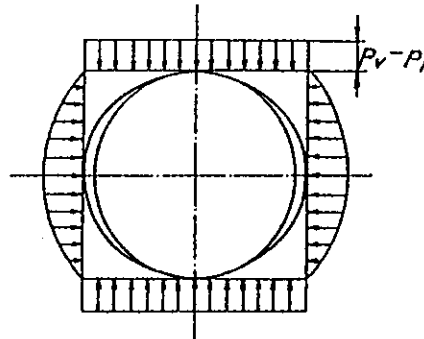


Fig. 15 — El exceso de presión vertical ($p_v - p_h$) origina ovalación en las tuberías deformables que se equilibra con la resistencia pasiva del terreno.

La influencia de la ovalación de la tubería está ligada al tipo del terreno y en especial a su grado de compactación.

Si el terreno tiene un módulo de elasticidad bajo, éste se deformará sin apenas oponer resistencia a la ovalización de la tubería y ésta se detendrá debido, únicamente, a la acción de las tensiones internas del material.

4.4.4.1 ACCIONES SOBRE EL TUBO.

El tubo recibe la acción de las tierras de relleno de la zanja y de las sobrecargas del tráfico, los siguientes diagramas muestran la acción de las cargas sobre la tubería enterrada, oponiéndose a su deformación.

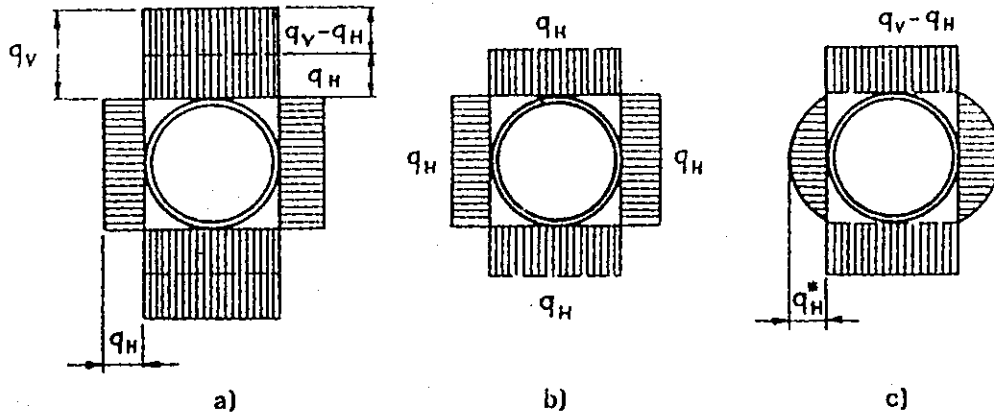


Fig. 16 Efectos de las presiones verticales y horizontales en los tubos:

- Acción conjunta
- Tendencia a comprimir el tubo
- Tendencia a ovalar el tubo (en el caso de sistemas flexibles, $\nu_{RB} < 0.1$, se produce deformación del tubo y reacción del terreno, q_H^*).

5. ENSAYOS EXPERIMENTALES.

Se realizaron ensayos a compresión en tapaderas, y en las tuberías se realizaron ensayos de absorción, permeabilidad y compresión tal como se describe a continuación.

5.1 ENSAYO I. EN TAPADERAS DE REGISTRO

5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO

Consistió en aplicar una carga axial de compresión al centro de la tapadera, a una sección metálica de 15 cm por 28 cm, que transmite la carga hacia la tapadera proveniente del marco de carga para ensayos a compresión del Centro de Investigaciones de Ingeniería, la tapadera ensayada posee las dimensiones de la figura 9.

Para poder aplicar la carga sobre la tapadera se hizo necesario apoyar la misma sobre una sección metálica circular, con una luz de 68 cm, se consideró adecuado el tipo de apoyo tomando en cuenta que la tapadera de registro, en la vida real, está apoyada en la abertura de un cono circular con diámetro interno de 60 cm.

5.1.2. RESULTADOS DEL ENSAYO

A una carga de 12,034.51.Kg. apareció la primera grieta, cuando se aplicaba una carga de 13,623.98 Kg, se aprecian seis grietas a la orilla de la tapadera, al seguir incrementando la carga, hasta 22,025.43 Kg, que fue la carga máxima soportada, se observaron 12 grietas al entorno de la tapadera, y en la parte de abajo de esta se observó que todas las grietas concurren a un mismo punto al centro de la misma, alcanzando con la carga máxima una deflexión de un centímetro al centro de la tapadera. El cuadro 1 presenta un resumen de los resultados obtenidos en el ensayo.

CUADRO No. 1.

RESULTADOS DE ENSAYO EN TAPADERAS DE REGISTRO

CARGA APLICADA (Kg.)	TIPO DE FALLA OBSERVADA.	LUGAR DONDE SE OBSERVÓ LA FALLA	DEFLEXIÓN MÁXIMA SUFRIDA AL CENTRO DE LA TAPADERA.
12,034.51	1era. Grietas observada (por flexión)	En las orillas de la tapadera.	UN CENTÍMETRO
13,623.98	Falla por corte punzonante.	Al centro de la tapadera.	
22,025.43	Carga máxima soportada. Por compresión y flexión combinadas.	Las fallas de las orillas se unieron a las fallas del centro.	

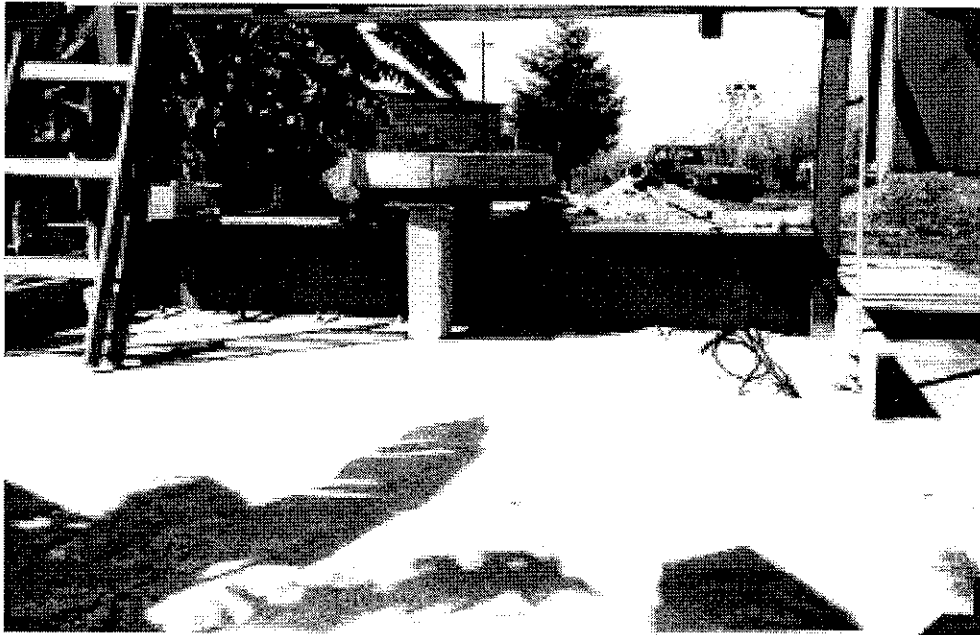


FOTO 1: Muestra el apoyo utilizado antes de aplicar la carga concentrada a la tapadera de Registro.

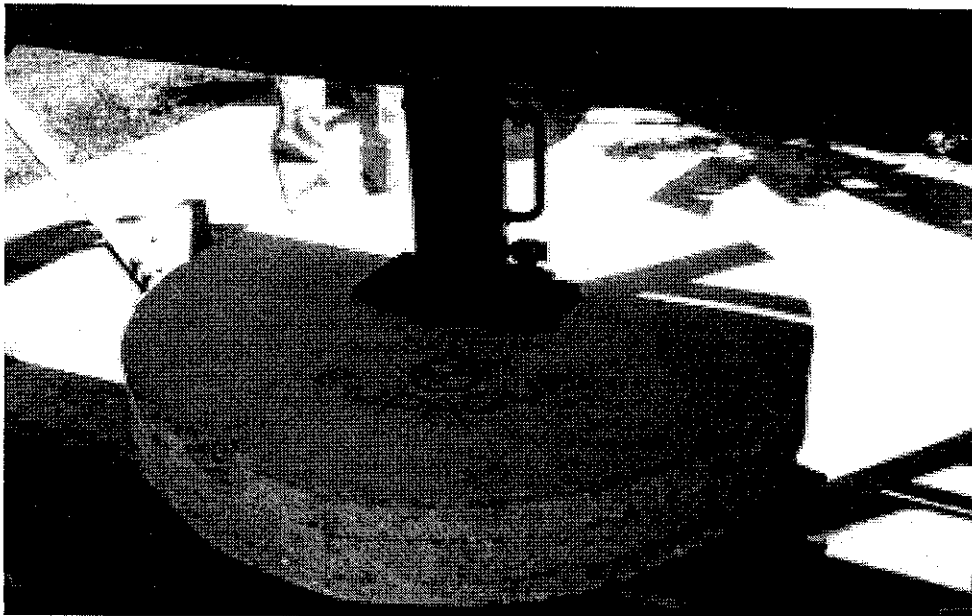


FOTO 2: Muestra la forma en que se aplicó la carga concentrada sobre la tapadera de registro.



FOTO 3: Muestra las fallas por flexión producidas en las orillas de la tapadera.

5.2 ENSAYO II: EN TAPADERA DE TRAGANTE.

5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO.

Se aplicó una carga concentrada a compresión al centro de la tapadera, a una sección metálica de 15 cm por 28 cm, que luego transmite la carga hacia la tapadera proveniente del marco de carga para ensayos a compresión del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

La tapadera posee las dimensiones de la figura 7, para poder apoyarla con similitud a la vida real se utilizaron 3 vigas de apoyo, quedando una luz en la tapadera de 70 cm X 76 cm, esto indica que hay un apoyo de 10 cm y 12 cm en cada lado de la tapadera, se utilizaron 3 vigas, tomando en consideración que la tapadera únicamente está sostenida por 3 lados sobre la caja de tragante y en el lado del bordillo la tapadera no está apoyada en la misma.

5.2.2 RESULTADOS DEL ENSAYO.

La primera grieta en la tapadera apareció a los 4,995.46 Kg. de carga, a manera que se fue incrementando la carga las grietas aparecieron a las orillas de la misma, lo que se noto más fue que en el área donde estaba concentrada la carga se produjo falla por corte punzonante, debido al material utilizado para transmitir la carga, ya que fue por medio de la plancha metálica descrita anteriormente, debajo de la tapadera se produjo una grieta, uniéndose hacia las esquinas de la misma, es decir, que la falla se unió a $L/2$ del tamaño de misma, tomando una similitud para ambos lados, hasta fallar a una carga máxima de 9,082.65 Kg.

Tomando en cuenta la similitud de esta tapadera con la de una losa simplemente apoyada, cuando la misma es sometida a carga concentrada, se rompe por punzonamiento según una superficie tronco-cónica o tronco piramidal, cuya base menor es una superficie sobre la que se apoya la carga. Para el presente ensayo la base menor fue el área de la plancha metálica, y la parte inferior de la misma fue de 33 cm por 50 cm observada en el espesor de la tapadera.

CUADRO No. 2.

RESULTADOS DE ENSAYO EN TAPADERAS DE TRAGANTE

CARGA APLICADA (Kg.)	TIPO DE FALLA OBSERVADA.	LUGAR DONDE SE OBSERVÓ LA FALLA	DEFLEXIÓN MÁXIMA SUFRIDA AL CENTRO DE LA TAPADERA.
4,995.46	1era. Grietas observada (por flexión)	En las orillas de la tapadera.	2.5 CENTIMETROS
9,082.65	Carga máxima soportada. Por compresión y flexión combinadas.	Al centro de la tapadera.	

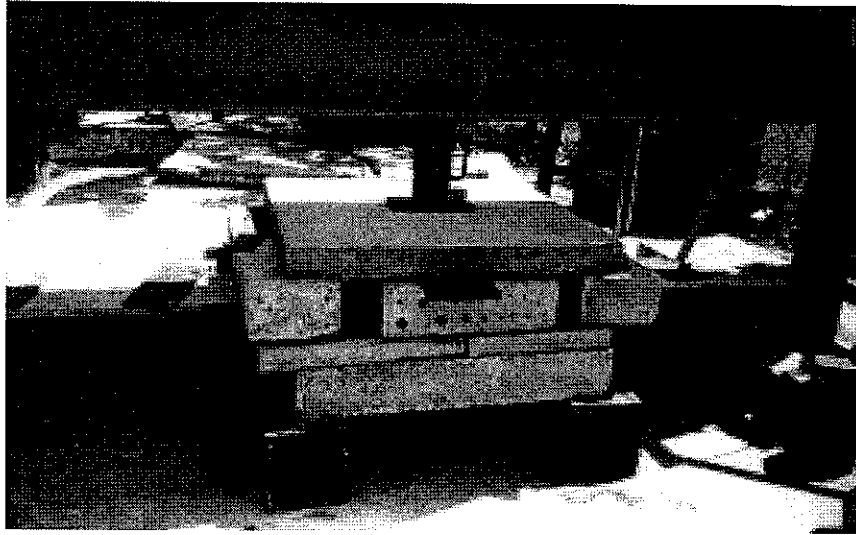


FOTO 4: Muestra la forma en que se aplicó la carga concentrada y los apoyos utilizados para someter la tapadera a compresión.

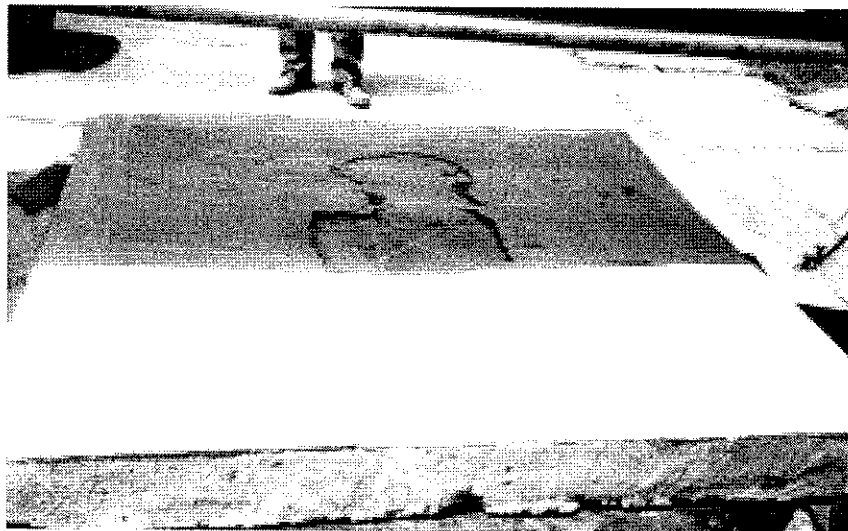


FOTO 5: Muestra la falla por flexión y corte punzonante combinadas que se produjo al centro de la tapadera, debido a la carga aplicada.

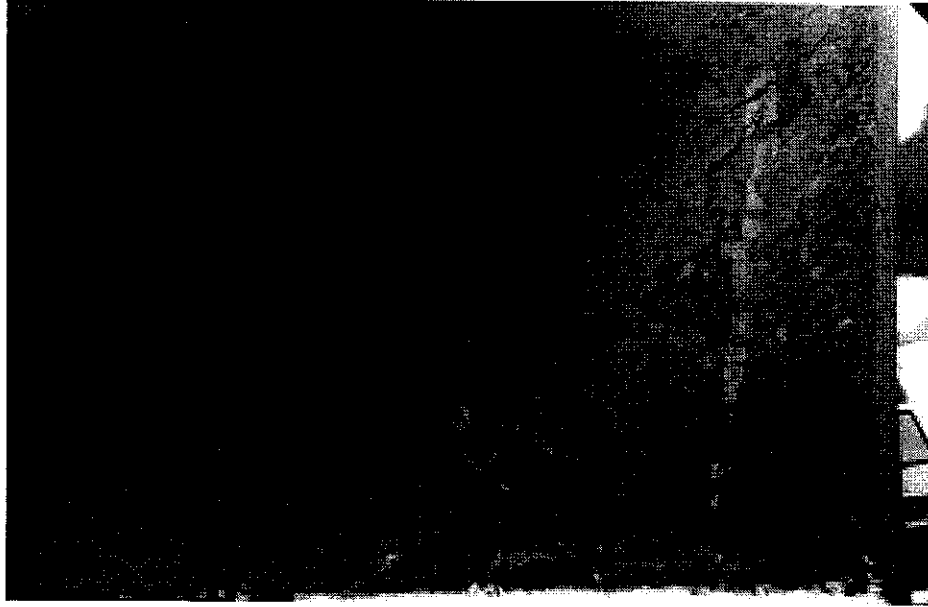


FOTO 6: Muestra las fallas en la parte de abajo producidas en la tapadera debido a la carga concentrada.

5.3 ENSAYO III: EN UNA CANDELA DOMICILIAR.

5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO.

Para poder elaborar el ensayo se aplicó carga distribuida a todo el elemento, se hizo necesario colocar un tubo vertical con diámetro interno de 16 pulgadas y una longitud de 90 cm, sobre una base firme, para evitar algún asentamiento en el tubo al momento de aplicar la carga, se prepararon ambos lados de la tubería, de tal manera que el tubo quedara ajustado en su base y en la parte superior, para poder colocar encima de él una tapadera de candela domiciliar, con el objetivo de poder determinar cuál será el tipo de falla que se producirá en la tapadera y en la candela domiciliar juntas, ya que la tapadera recibe la carga directa proveniente de la viga para transmitirla al tubo vertical, que es la candela domiciliar.

5.3.2 RESULTADOS DEL ENSAYO.

Al aplicar carga distribuida a la candela domiciliar se observó que la primera en fallar fue la tapadera del secundario, produciéndose en ella la primera grieta en una orilla de la misma, a una carga de 4,087.20 Kg. con forme la carga se incrementaba la primera grieta se fue haciendo más grande, siempre en dirección de la viga que aplica la carga.

A una carga de 8,174.39 Kg. se observó la primera grieta en el tubo, en la misma dirección donde se produjo la primera falla en la tapadera, con forme la carga se fue incrementando, la falla en el tubo fue también incrementándose en el mismo lugar, hasta soportar el tubo una carga máxima de 11,807.45 Kg., el tipo de falla que se produjo en el tubo fue en sentido longitudinal al mismo, es decir, en dirección de la carga aplicada. Fue una falla típica por compresión.

CUADRO No. 3.

RESULTADOS DE ENSAYO EN UNA CANDELA DOMICILIAR

CARGA APLICADA (Kg.)	TIPO DE FALLA OBSERVADA.	LUGAR DONDE SE OBSERVÓ LA FALLA
4087.20	1era. Grietas observada en la tapadera de secundario	En las orillas de la tapadera.
8174.39	1era. Grietas observada en el tubo vertical.	En una orilla del tubo parte superior.
11807.44	Carga máxima soportada. Tipo de falla producida: por compresión	En una orilla del tubo, de la parte superior a la inferior.



FOTO No. 7

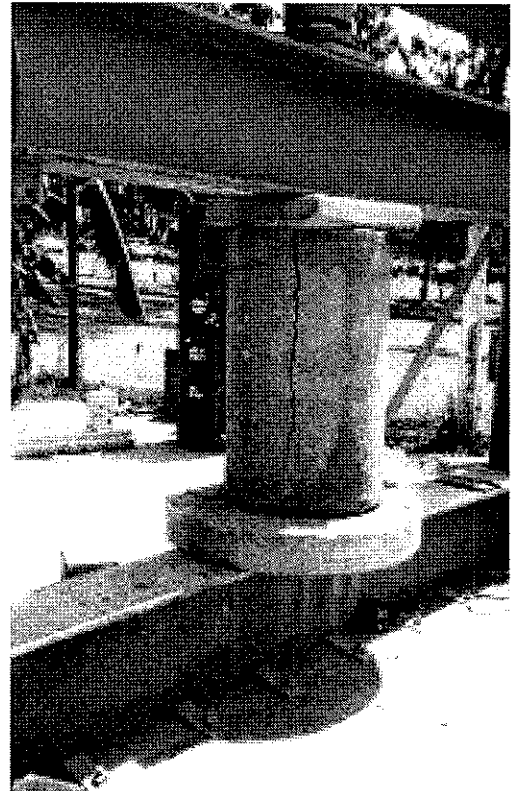


FOTO No. 8.

FOTO No. 7: Muestra la forma de aplicación de la carga distribuida, y la primera falla producida en la tapadera de secundario.

FOTO No. 8: Muestra la falla producida en la candela domiciliar, en la misma dirección que falló la tapadera.



FOTO 9: Muestra la falla en la parte de atrás de la candela domiciliar.

5.4 ENSAYO IV: EN TAPADERAS DE SECUNDARIOS.

5.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAYO.

Para poder realizar el ensayo se analizó el tipo de apoyo a utilizar para colocar sobre ella la tapadera, tomando en consideración que el apoyo sea lo más simétrico posible al de un tubo vertical, y se consideró que sobre un aro metálico, con una luz de 17" de diámetro, era lo adecuado, tomando en consideración que en la vida real la tapadera sirve para cubrir la candela domiciliar que tiene un diámetro interno de 16". Razón por la cual se consideró óptimo el apoyo y a parte de tener una resistencia superior al de la tapadera para evitar que el aro fallara primero, procediéndose así a realizar el ensayo.

El tipo de carga que se aplicó a la tapadera fue carga concentrada a compresión, la misma fue transmitida a la tapadera por medio de una sección metálica, cuadrada, de 9 pulgadas por lado, que recibe la carga proveniente de la máquina de ensayo, la tapadera que se ensayó posee las dimensiones de la figura 8.

5.4.2 RESULTADOS DEL ENSAYO.

Al aplicarle la carga a compresión a la tapadera, la primera grieta se observó a una orilla de la misma, con una carga aplicada de 2,500 kilogramos, las grietas fueron apareciendo al entorno de la tapadera, conforme la carga se incrementaba, a una carga de 8,000 kilogramos se observó principios de la falla por punzonamiento en el área de aplicación de la misma, cuando esta falla se observó las grietas a las orillas se unieron a la producida en el centro, hasta soportar la tapadera una carga máxima de 9,200 kilogramos.

El siguiente cuadro presenta un resumen de lo observado durante el ensayo realizado.

CUADRO No. 4

RESULTADOS DE ENSAYO EN UNA TAPADERA DE SECUNDARIO.

CARGA APLICADA (Kg.)	TIPO DE FALLA OBSERVADA.	LUGAR DONDE SE OBSERVÓ LA FALLA
2,500	Por flexión.	En una orilla de la tapadera.
8,000	Por corte punzonante.	Al centro de la tapadera.
9,200	Por corte punzonante y flexión combinadas.	En una orilla del tubo, de la parte superior a la inferior.

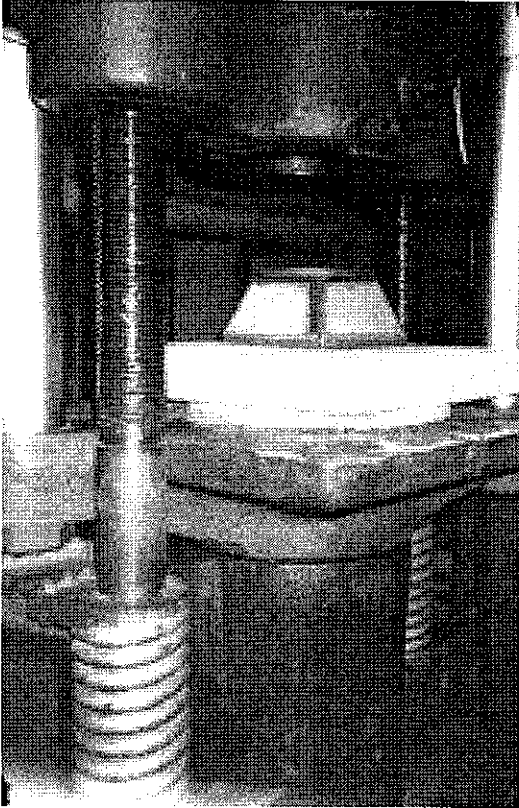


FOTO 10

FOTO 10: Muestra como fue apoyada la tapadera, y la sección metálica cuadrada sobre la tapadera que recibe la carga aplicada.

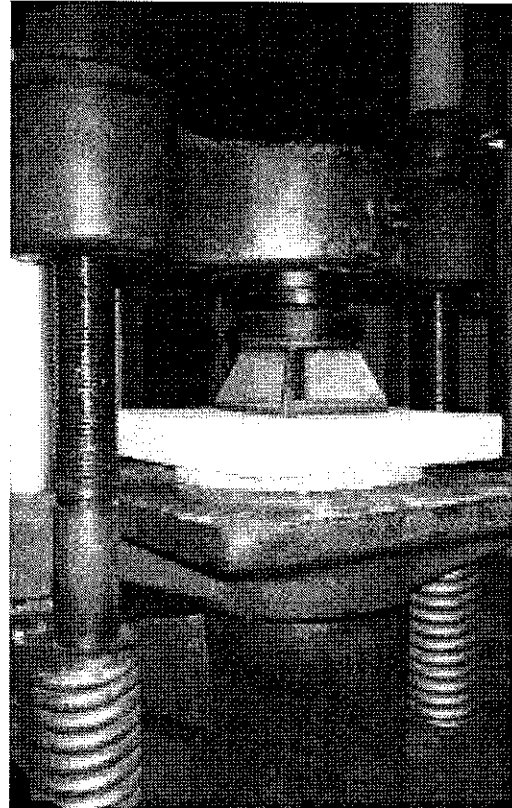


FOTO 11

FOTO 11: Muestra la aplicación de la carga hacia la sección metálica que la distribuye al centro sobre la tapadera.

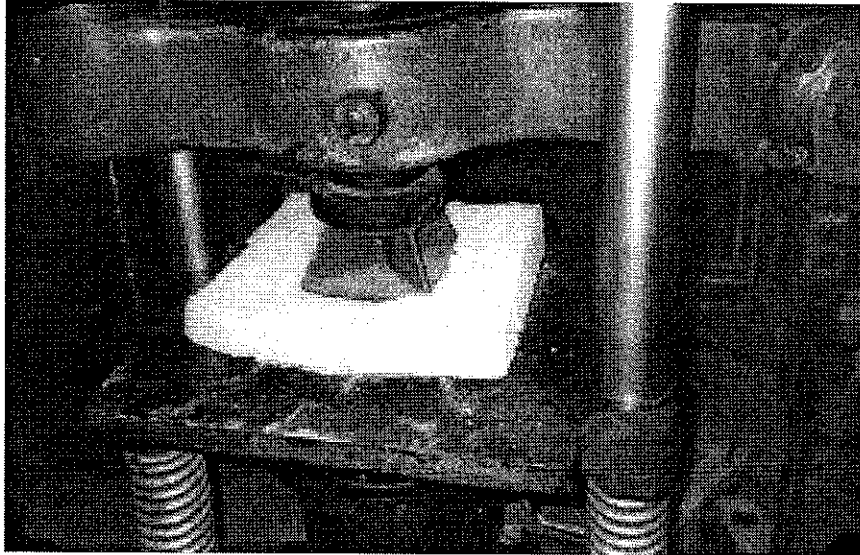


FOTO 12: Muestra la falla por corte punzonante y flexión producidas al centro y a las orillas de la tapadera debido a la carga aplicada.

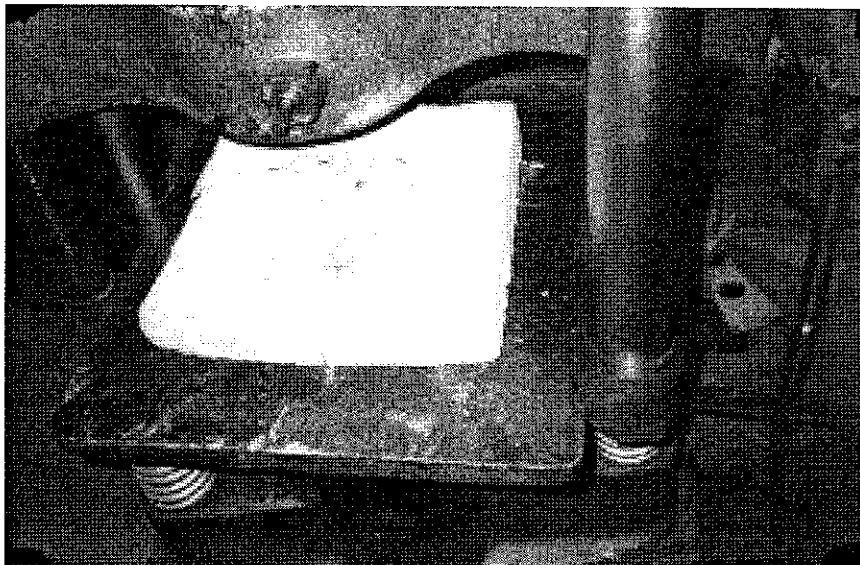


FOTO 13: Al retirar la sección metálica se aprecia que las fallas por flexión a la orilla de la tapadera se unieron a las fallas por corte punzonante producidas al centro de la misma.

5.5. ENSAYO V: EN TUBERÍAS DE CONCRETO.

5.5.1 ENSAYO POR APLASTAMIENTO.

Los ensayos se realizaron de acuerdo a lo especificado por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR NGO 41 072). Para conocer las características físicas se realizaron pruebas de resistencia a una carga externa de aplastamiento a tubería de diferentes diámetros, estos ensayos se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Unviersidad de San Carlos de Guatemala. Las siguientes fotografías presentan una visión clara de la forma en que se aplicó la carga, y la diferencia de falla en tubo reforzado y no reforzado.

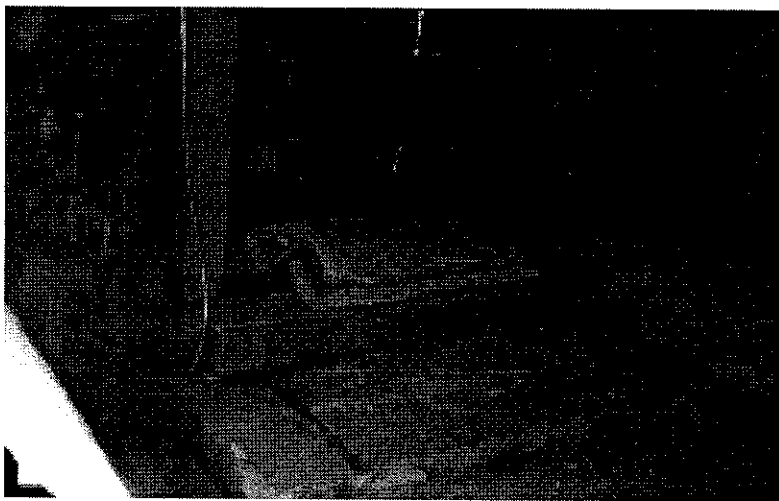


FOTO 14: Muestra la falla producida en la tubería de concreto, diámetro 16", sin acero de refuerzo.

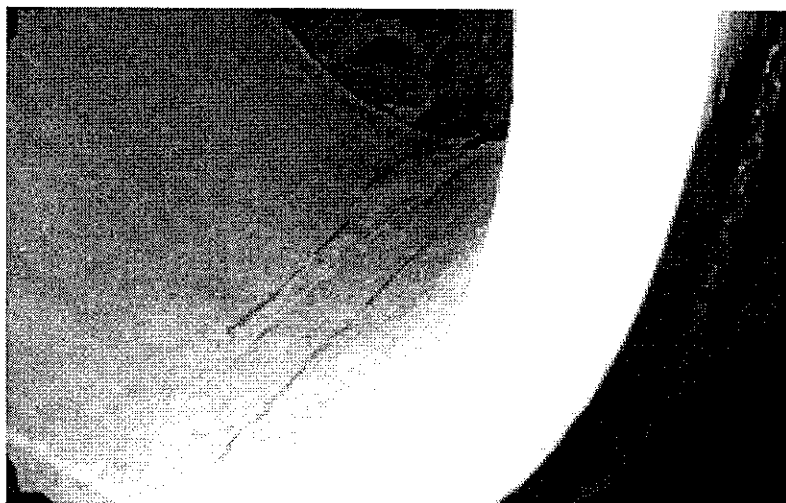


FOTO 15: Muestra la falla producida en la tubería con diámetro de 42" y área de acero de refuerzo, la falla se produce a lo largo de la tubería, en la parte en que ésta se encuentra a tensión.

5.5.2. ENSAYO DE PERMEABILIDAD.

Este ensayo se desarrolló de acuerdo a la norma COGUANOR NGO 41 074 h4. Las fotografías siguientes presentan la forma en que se elaboró dicho ensayo, las mismas fueron aplicadas a la tubería de 8", 10", y 12" pulgadas de diámetro.



FOTO 16: Muestra la forma en que se aplicó el agua para realizar el ensayo de permeabilidad

6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA EN TAPADERAS DE TRAGANTE

6.1 CÁLCULO DEL MOMENTO TEÓRICO (M_T) EN TAPADERAS DE TRAGANTE.

$$d = t\text{-Rec} - \phi/2.$$

$$d = 10.025 - 0.0048$$

$$d = 7.03 \text{ cm.}$$

$$A_s = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$\phi = 0.90 \text{ para flexión.}$$

$$d = 7.03 \text{ cm.}$$

$$M_T = \phi [(A_s f_y (d - A_s f_y)) / (1.7 f'_c b)]$$

$$M_T = 0.9 [(4.27 \times 2810 (7.03 - 4.27 \times 2810)) / (1.7 \times 210 \times 100)]$$

$$M_T = 722.86 \text{ Kg-m}$$

6.2 CÁLCULO DE LA CARGA TEÓRICA (P_1) QUE DEBE SOPORTAR LA TAPADERA.

$$M = \frac{P_1 L}{4}$$

$$L = 1 \text{ mtr.}$$

$$P_1 = \frac{4M}{L}$$

$$P_1 = \frac{4 \times 722.86 \text{ kg-m}}{1 \text{ mtr.}}$$

$$P_1 = 2,891.49 \text{ kg}$$

6.3 CARGA ÚLTIMA APLICADA A LA TAPADERA DURANTE EL ENSAYO. (P_2)

$$P_2 = 9,082.65 \text{ Kg.}$$

6.4 MOMENTO ÚLTIMO SOPORTADO POR LA TAPADERA.

$$Mu = P_2 \times L/4$$

$$Mu = (9,082.65 \text{ kg} \times 1\text{m})/4$$

$$Mu = 2270.66 \text{ kg-m.}$$

6.5 FACTOR DE SEGURIDAD.

La relación de la carga soportada y la carga diseñada da un factor de seguridad (F.S.)

$$F.S. = \frac{\text{Carga máxima soportada}}{\text{Carga teórica}}$$

$$F.S. = \frac{9082.65 \text{ Kg}}{2891.44 \text{ Kg}}$$

$$F.S. = 3.14$$

Este factor indica que la tapadera bajo la aplicación de cargas soporta 3 veces más la carga para la cual fue diseñada.

7. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA EN TAPADERAS DE REGISTRO.

7.1 CÁLCULO DEL MOMENTO TEÓRICO (M_T).

$$d = t - \text{Rec} - \phi/2.$$
$$d = 13 - .025 - .0048$$
$$d = 10.02 \text{ cm.}$$

$$A_s = 2.85 \text{ cm}^2$$
$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$
$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$
$$b = 100 \text{ cm.}$$
$$\phi = 0.90 \text{ para flexión.}$$
$$d = 10.02 \text{ cm.}$$

$$M_T = \phi [(A_s f_y (d - A_s f_y) / (1.7 f'_c b))]$$

$$M_T = 0.9 [(2.85 \times 2810 (10.02 - 2.85 \times 2810)) / (1.7 \times 210 \times 100)]$$

$$M_T = 706.04 \text{ Kg-m}$$

7.2 CÁLCULO DE LA CARGA TEÓRICA.

$$M_T = \frac{P_1}{2PI} \text{ SQR}(1)$$

$$P_1 = 2PI * M_T$$

$$P_1 = 2 * 3.1416 * 706.04 \text{ Kg.}$$

$$P_1 = 4436.18 \text{ Kg.}$$

7.3 CARGA ÚLTIMA APLICADA A LA TAPADERA DURANTE EL ENSAYO (P₂.)

$$P_2 = 22,025.43 \text{ Kg}$$

7.4 MOMENTO ÚLTIMO SOPORTADO POR LA TAPADERA.

$$Mu = \frac{P_2 \times SQR(1)}{2XPI}$$

$$Mu = \frac{22025.43 \text{ kg-m}}{2 \times 3.1416}$$

$$Mu = 3505.46 \text{ Kg-m}$$

7.5 FACTOR DE SEGURIDAD.

La relación de la carga soportada y la carga diseñada da un factor de seguridad (F.S.)

$$F.S. = \frac{\text{Carga máxima soportada}}{\text{Carga teórica}}$$

$$F.S. = \frac{22025.43 \text{ Kg}}{4436.18 \text{ Kg}}$$

$$F.S. = 4.96$$

Este factor indica que la tapadera bajo la aplicación de cargas soporta 4.96 veces más la carga para la cual fue diseñada.

CONCLUSIONES.

1. Para un tipo de relleno determinado y para una anchura de zanja fijada el esfuerzo sobre la tubería llega ser independiente de la profundidad de la zanja.
2. El proceso de fractura del concreto se desarrolla en dirección al máximo esfuerzo de flexión aplicado en las tapaderas.
3. El tipo de falla observado depende de la posición de la carga y del grado de empotramiento en los extremos de la tapadera, ya que el empotramiento ayudará a la tapadera a darle mayor resistencia.
4. Por lo general las fallas que se observaron en los ensayos fueron al principio por flexión, y al finalizar la aplicación de la misma fue por corte punzonante, uniéndose las fallas en el punto de aplicación de la carga, produciendo así la carga de ruptura.
5. La carga que soportó la candela domiciliar fue bastante alta, debido a la inercia del tubo vertical, esto significa que bajo el suelo soportará mayor carga, ya que la que recibe la podrá distribuir hacia los laterales del tubo, permitiendo así que el suelo la absorba.
6. Los resultados obtenidos fueron aceptables, ya que en la mayor parte de los ensayos elaborados, existe un factor mayor que 3, implica que la fábrica de EMPAGUA está produciendo un material de calidad para la población en general.

RECOMENDACIONES.

1. Para que las tapaderas, tanto de registro como las de tragante y secundario, tengan una mayor resistencia a la flexión, el acero de refuerzo deberá estar ubicado a menor distancia de la parte inferior de la tapadera, únicamente su recubrimiento mínimo de concreto, debido a que el concreto en la parte superior, donde se aplica la carga, trabaja a compresión y el acero en la parte inferior trabaja a tensión, en consecuencia esto dará una mayor resistencia al elemento.
2. Para mantener un control de calidad en la fabricación de tapaderas y tuberías, es necesario realizar ensayos de granulometría a los agregados, y realizar una comparación entre la carga soportada por cada elemento ensayado con la resistencia obtenida en el cilindro bajo la acción de cargas a compresión. Estos ensayos deberán hacerse por lo menos una vez cada dos meses, para ello se recomienda suscribir un convenio de cooperación con el Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Realizar ensayos en el acero, para determinar la resistencia a la fluencia en kg/cm^2 , ya que esto contribuye a obtener mejores resultados, por lo menos deberá hacerse una prueba cada dos meses y cada 10 toneladas de acero que la empresa compre.

BIBLIOGRAFIA.

1. Asociación técnica de derivados del cemento, El cálculo mecánico de las tuberías de hormigón, MÉTODO SIMPLIFICADO. Ediciones palestra, Barcelona, 1,961.
2. MAYOL MALLORQUI, JOSÉ M^a. Tuberías. Tomo I Capítulo IX y XVI, Tomo II Capítulo XI. editorial, Editores Técnicos Asociados S.A., Barcelona, 1,981.
3. Park R. y Paulay, T. Estructuras de concreto Reforzado. Editorial Limusa, primera edición México 1,988, 796 páginas.
4. Instituto mexicano del cemento y del concreto Control de agrietamientos de estructuras de concreto, Noriega editores. Editorial Limusa, (IMCYC) 1,988.
5. Vásquez Cardona, Gladis Marlene. Consideraciones sobre el diseño de losas con bordes libres. Tesis de graduación de Ingeniera Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala octubre de 1,992.
6. Morales Paíz Carlos Francisco. Consideraciones para el diseño de losas sometidas a carga concentrada. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala octubre de 1,990.
7. Reglamento para diseño de drenajes de la municipalidad de Guatemala.
8. NAWY, EDWARD G. Concreto Reforzado, Edit. Prentice-Hall. México 1,988.

APÉNDICE 1

***Resultados de los ensayos a compresión en
tuberías de concreto, tapaderas de secundarios y
cilindros de concreto del
Centro de Investigaciones Ingeniería
(CII)***



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



TUBO DE CEMENTO DE: 12"

INFORME No.	265-M	INTERESADO	JEOVANY MIRANDA E ING. RUBIO
O.T.	11547	PROYECTO	CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICA DE EMPAGUA
FECHA	14-4-99	FABRICA	***** MUESTRA O1

MEDIDAS (CM)	DIAMETRO	LARGO	GROSOR	OBSERVACIONES	
DISEÑO	31	100	2.54	*****	
PROMEDIO REAL	31	95.06	5.55	*****	
MAXIMA	31.0	95	6.97	*****	
MINIMA	31	95.2	5.73	*****	
DESVIACION REAL (+) (CM) (-)	0	0.13	0.42	*****	
VARIACIONES	0.476	1.27	0.317		
PESO NATURAL (KG)	%ABSORCION		Permeabili- dad 15 min. PASO PRUEBA	COMPRESION (KG/ML)	
	MUESTRA	MAXIMO PERMISIBLE		MUESTRA CARGA MAXIMA	MINIMO
180.182	13.47	9		5,007	2,678

NORMAS	AASHTO M-86 ASTM C-14 CLASE I
OBSERVACIONES	*****

ATENCIÓN:

Vo.Bo.

Francisco
ING. FRANCISCO JAVIER JURINEZ
DIRECTOR C.I.

ING. PABLO DE
JEFE SECCION M...

CBR





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



TUBO DE CEMENTO DE: 18"

INFORME No.	266-M	INTERESADO	JEOVANY MIRANDA E ING. RUBIO
O.T.	11547	PROYECTO	CONTRO DE CALIDAD PARA LA FABRICA DE EMPAGUA
FECHA	14-4-99	FABRICA:	***** MUESTRA U1

MEDIDAS (CM)	DIAMETRO	LARGO	GROSOR	OBSERVACIONES	
DISEÑO	40.6	100	3.39	*****	
PROMEDIO REAL	40.6	95.4	6.58	*****	
MAXIMA	40.9	95.5	6.72	*****	
MINIMA	40.12	95.2	6.64	*****	
DESVIACION REAL (1) (CM) (-)	0.29	0.1	0.03	*****	
	0.48	0.2	0.04	*****	
VARIACIONES	0.635	1.27	0.317		
PESO NATURAL (KG)	%ABSORCION		Permeabili- dad 15 min. ***	COMPRESION (KG/ML)	
	MUESTRA	MAXIMO PERMISIBLE		MUESTRA CARGA MAXIMA	MINIMO
183.7	13.97	9		3,522	3,076

NORMAS	AASHTO M-36 ASTM C-14 CLASE I
OBSERVACIONES	*****

ATENAMENTE,

Yo Do.

Francisco Javier Quironez
ING. FRANCISCO JAVIER QUIRONEZ
DIRECTOR C.I.I.

Pablo Ne Leon
ING. PABLO NE LEON
JEFE SECCION METALES

CBR





TUBO DE CEMENTO DE: 24"

INFORME No.	267-M	INTERESADO	JEOVANY MIRANDA-E ING. RUBIO
O.T.	11547	PROYECTO	CONTRO DE CALIDAD PARA LA FABRICA DE EMPAGUA
FECHA	14-4-99	FABRICA.	***** MUESTRA 01

MEDIDAS (CM)	DIAMETRO	LARGO	GROSOR	OBSERVACIONES	
DISEÑO	61	100	5.4	*****	
PROMEDIO REAL	60.63	86.46	8.22	*****	
MAXIMA	60.7	86.6	8.89	*****	
MINIMA	60.5	86.3	7.85	*****	
DESVIACION REAL (+)	0.06	0.13	0.67	*****	
(CM) (-)	0.13	0.16	0.37	*****	
VARIACIONES	0.793	1.27	0.317		
PESO NATURAL (KG)	%ABSORCION		Permeabili- dad 15 min. ***	COMPRESION (KG/ML)	
	MUESTRA	MAXIMO PERMISIBLE		MUESTRA CARGA MAXIMA	MINIMO
294.83	13.31	9		3,423	3,869

NORMAS	AASHTO M-86 ASTM C-14 CLASE I
OBSERVACIONES	*****

ATENTAMENTE,

Va.Bo.

[Signature]
ING. FRANCISCO-JAVIER QUINONEZ
DIRECTOR C.I.I.

ING. PABLO DE LEON
JEFE SECCION METALES

CBR





**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



TUBO DE CEMENTO DE: 40"

INFORME No.	268-M	INTERESADO	JEOVANY MIRANDA E ING. RUBIO
O.T.	11547	PROYECTO	CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICA DE EMPAGUA
FECHA	14-4-99	FABRICA:	***** MUESTRA O1

MEDIDAS (CM)	DIAMETRO	LARGO	GROSOR	OBSERVACIONES
DISEÑO	101.6	100	8.47	*****
PROMEDIO REAL	101.33	100.66	10.36	*****
MAXIMA	101.5	101	10.89	*****
MINIMA	101	100.5	9.91	*****
DESVIACION REAL (+)	0.16	0.33	0.52	*****
(CM) (-)	0.33	0.16	0.45	*****
VARIACIONES	1.01	1.3	0.42	

PESO NATURAL (KG)	%ABSORCION		Permeabilidad 15 min.	COMPRESION (KG/ML)		
	MUESTRA	MAXIMO PERMISIBLE		PRIMERA GRIETA	CARGA MAXIMA	MUESTRA MINIMO
732.55	13.14	9	***	2,344 6,697	4,053 9,965.60	

NORMAS	AASHTO M-170 ASTM C-76 CLASE III
OBSERVACIONES	*****

ATENTAMENTE,

Vo.Bo.

Francisco Javier Quinonez
ING. FRANCISCO JAVIER QUINONEZ
DIRECTOR C.I.

Pablo de Leon
ING. PABLO DE LEON
JEFE SECCION METALES

CBR



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 011760

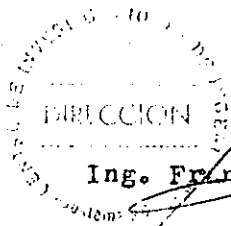
INFORME No. S.C.258

INTERESADO: JEOVANY MIRANDA
 PROYECTO: TESIS CONTROL DE CALIDAD EN TUBOS.
 PROCEDENCIA: FABRICA DE TUBOS EMPAGUA
 ASUNTO: ENSAYO A COMPRESION DE UN CUBO DE CONCRETO DE
 TAPADERA PARA SECUNDARIO.

RESULTADOS:

MUESTRA	DIMENSIONES	GARGA	ESFUERZO CORREGIDO KG/CM ²	PESO GRS.
CUBO	6.5X6.5X6.5 cms.	286.10	228.18	557.5

Atentamente,



Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC

[Handwritten Signature]
 Ing. Erick Rosales Torres
 Jefe Sección Concretos



/lvgg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 11746

INFORME No. 508-M

INTERESADO: JOVANY RUDAMAN MIRANDA CASTAÑON
PROYECTO: TESIS "CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICA DE EMPAGUA PARA LOS PRODUCTOS DE CEMENTO USADOS EN LOS DRENAJES"
ASUNTO: PRUEBA DE CARGA A TAPADERA DE CONCRETO DE 0.5X0.5 MTS.
FECHA: GUATEMALA, 17 DE JUNIO DE 1999.

1. Antecedentes

El interesado refirió a este Centro una tapadera de secundario, de concreto, cuadrada de 0.50 mts. Por lado, con espesor de 0.08 mts., con el objeto de que se sometiera a ensayo de carga Máxima simulando las condiciones reales de uso.

2. Descripción del ensayo

La tapadera se midió y se colocó sobre un brocal circular metálico de 0.428 mts de diámetro interno. Sobre la tapadera se ubicó, centrado, un distribuidor de carga metálico, de base cuadrada con 0.2286 mts. por lado y este sistema se posesiono en la prensa Universal y se le aplicó carga hasta la falla. Al finalizar el ensayo se tomó una muestra del concreto y se determinó el % de absorción.

3. Resultados

Largo (mt)	Ancho (mt)	Alto (mt)	Ø interno soporte (mt)	Carga Máxima		% absorción
				Kg.	Lbs.	
0.50	0.50	0.08	42.8	9,200	20282.32	10.93

4. Comentarios

- El ensayo se realizó según especificaciones de la U.S FOUNDRY & MANUFACTURING CORPORATION
- 1 Kg. = 2.2046 Lbs.
- Por ser el resultado producto de carga última, se recomienda utilizar esté afectado por un factor de seguridad mínimo de 2.

Atentamente,

Ing. Pablo C. De León R.
Jefe Sección Metales y
Productos manufacturados



Vo.Bo.

[Signature]
Ing. Francisco Javier Quijón
DIRECTOR C.I.I.

/CBR



RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

O. T. No. 011476

INFORME No. S.C. 186


INTERESADO: ING. JUAN RUBIO (TESIS)
PROYECTO: TESIS SOBRE TUBOS DE CONCRETO

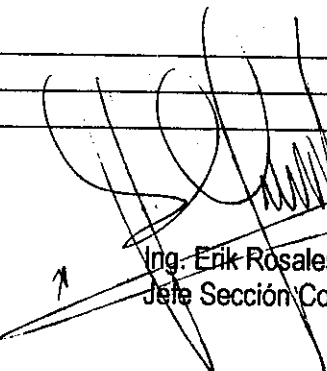
FECHA: 25-05-93

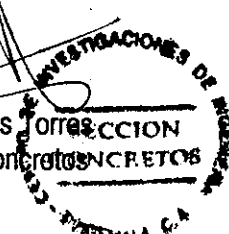
No. CILINDRO OBRA	No. CILINDRO LABORATORIO	FECHA DE HECHURA	EDAD EN DIAS	CILINDRO REPRESENTATIVO DE LA FUNDICION	PESO EN Kg.	DIAMETRO En cm.	RESISTENCIA Kg/cm ²
1	3-235	12-03-99	13	TUBERIA DE CONCRETO Y TAPADE-	11.77	15.2	167.82
2	3-236	" "	"	RAS " " "	11.80	15.2	192.88
				-----ULTIMA LINEA-----			

Mpa – Sistema de Medida Internacional.
Mpa x 010.197 = kg/cm².
Mpa x 145.004 = lb/plg²
OBSERVACIONES:

Atentamente,


Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Erik Rosales Torres
Jefe Sección Concretos



/lvge

ENR

APÉNDICE 2

Gráficas

Granulometría y Esfuerzo-Deformación

AGREGADO FINO PARA CONCRETO

INTERESADO ING. JUAN MIGUEL RUBIO-TESTIS	INFORME No. S.C. 108	PROYECTO: TESIS JEOVANY MIRANDA (EMPAGUA)
Muestra: ARENA	Fecha: 22-03-99	D.T.No. 011492 Lab. CONCRETOS

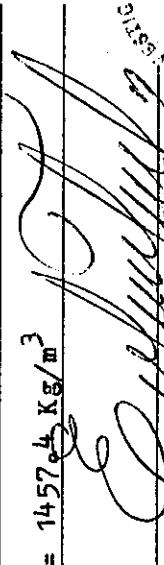
CARACTERISTICAS FISICAS:

Peso Especifico	2.56
Peso Unitario (Kg/m ³)	1557
Porcentaje de Vacios	39.47
Porcentaje de Absorción	2.32
Contenido de Materia Orgánica	#3
% Retenido en Tamiz 0.65 mm	7.04
% que Pasa Tamiz 200	4.76
% de Material Liviano	-----
% Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% de Material Friable	-----

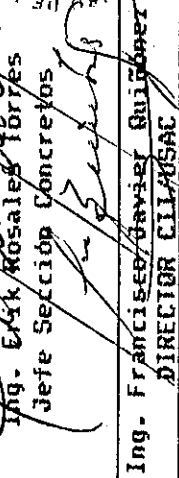
Observaciones: Contenido de Materia Orgánica

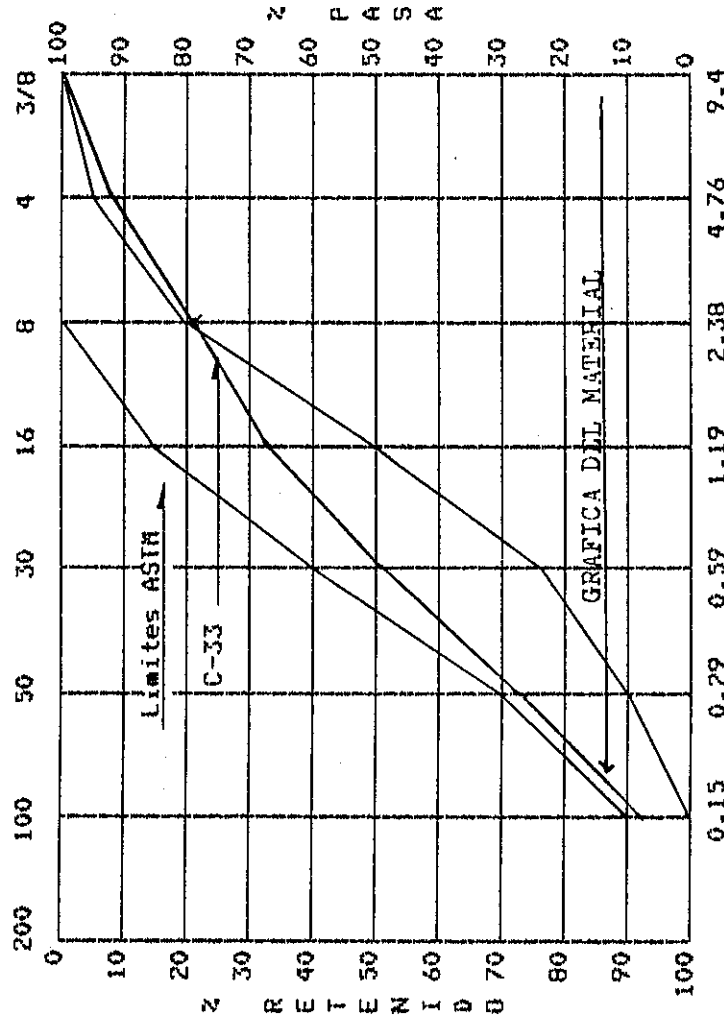
Máximo Permissible No. 3.

P.U.S. = 1457.4 Kg/m³


 Ing. Erick Rosales Torres
 Jefe Sección Concretos

Vo. Bo.


 Ing. Francisco Javier Quiñones
 DIRECTOR CIL/ASAC

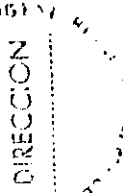


Tamaño en Milímetros

Tamiz No.	9.4	4.76	2.38	1.17	0.59	0.29	0.15
% Que Pasa	100	90.03	79.85	67.76	49.19	26.67	8.89



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

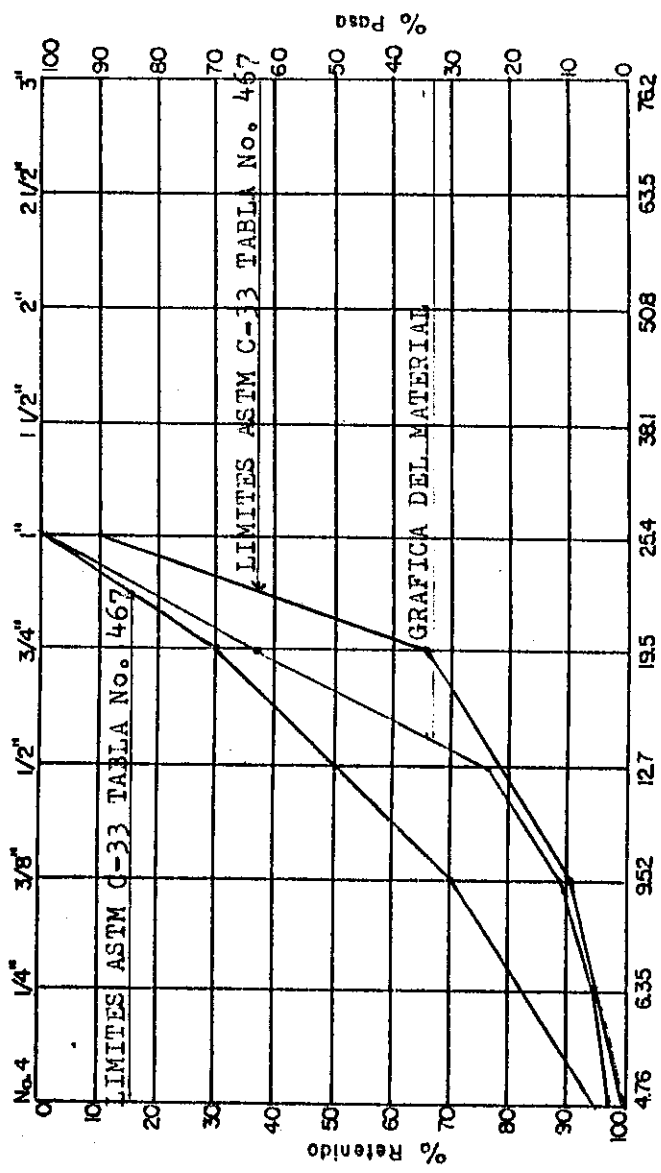


AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

INTERESADO:	PROYECTO:	INFORME No.
ING. JUAN MIGUEL RUBIO-TEJEDA	TESIS JOVANY MIRANDA (EIPAGUA)	S.C. 109
SIS	MUESTRA: PIEDRIN	O.T. No.
	FECHA	011492
	22-03-99	

CARACTERISTICAS FISICAS

Peso Especifico	2.21
Peso Unitario	1552
% de Vacios	29.78
% de Absorsion	3.54
% Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% Desgaste en Maquina de los Angeles	-----
% Particulas Planas Alargadas	-----
% de Particulas Livianas	-----



Observaciones: P.A.U. = 1333.24 kg/m³

Tamiz No.	25.4	19.5	12.7	9.52	6.35	4.76
% Que Pasa	100	64.84	23.00	11.09	5.06	2.47

[Signature]
 Jefe de Laboratorio

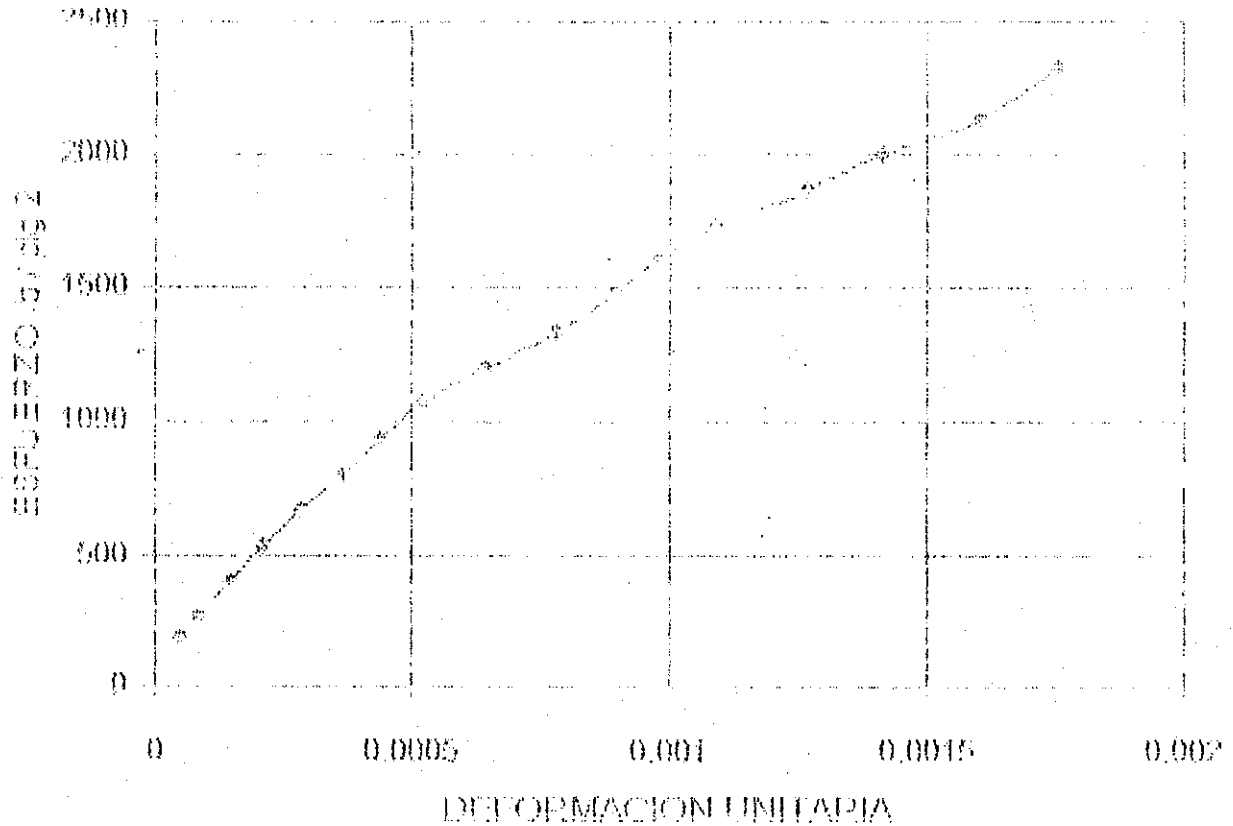
DIRECCION
 DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 O.O.O. GUATEMALA, C.A.

Yo. Bo.



EFECTOS DE LA DEFORMACION
EN EL CONTROL DE CALIDAD
EN TUBERIAS Y TAPADERAS



E = 3.014 E 8

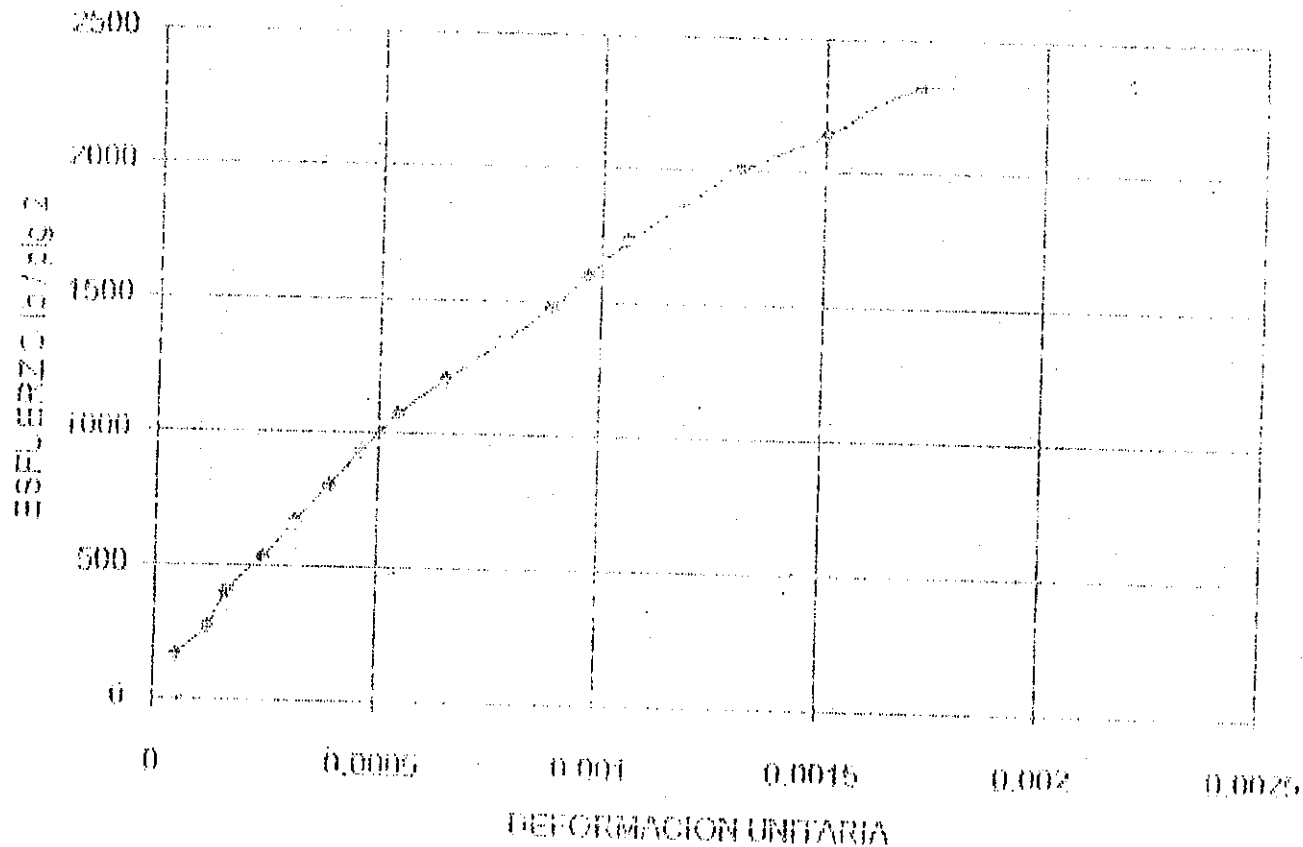
0.0001

REFERENCIAS

1. Manual de Materiales de Construcción



ESFUERZO - DEFORMACION
(COSTE - CONTROL DE CALIDAD)
EN TUBERIAS Y TAPADERAS



INTERESADO
JEFOVATY MIRACIDAT: HES TUBERO WENSOR