

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO POR LLENACANTAROS, PARA LA ALDEA
CANAHÁN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA
ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE
EL PETÉN

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ RICARDO RIVAS BARILLAS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo preceptuado por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su respetable consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO POR LLENACANTAROS, PARA LA ALDEA CANAHÁN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN.

Trabajo que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 25 de septiembre de 1,995.

José Ricardo Rivas Barillas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Herbert René Miranda Barrios.
VOCAL 1º	Ing.	José Francisco Gómez Rivera.
VOCAL 2º	Ing.	Carlos Humberto Pérez Rodríguez.
VOCAL 3º	Ing.	Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana.
VOCAL 4º	Br.	Oscar Stuardo Chincnilla Guzmán.
VOCAL 5º	Br.	Mauricio Grajeda Mariscal.
SECRETARIA	Ing.	Gilda Marina Castellanos de Illescas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing.	Julio Ismael González Podszueck.
EXAMINADOR	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco.
EXAMINADOR	Ing.	Buenaventura Coronado Castillo.
EXAMINADOR	Ing.	Hugo Leonel Montenegro Franco.
SECRETARIO	Ing.	Francisco Javier González López.

Quetzaltenango, 10 de mayo de 1,998.

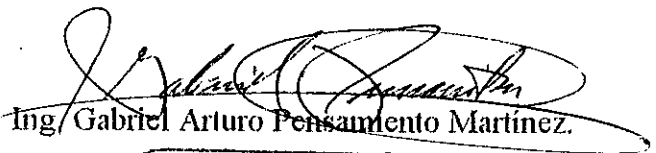
Ingeniero:
Juan Merck Cos
Coordinador
Unidad de Prácticas de Ingeniería y
Ejercicio Profesional Supervisado.
Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señor Coordinador:

Respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que he revisado el trabajo de tesis del estudiante José Ricardo Rivas Barillas, titulado: DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, POR LLENACÁNTAROS PARA LA ALDEA CANAHÁN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXHÉ, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN, y lo he encontrado satisfactorio, por lo que por este medio doy mi aprobación a dicho trabajo, siendo corresponsable de los conceptos expresados en el mismo.

El estudiante Rivas Barillas, realizó su Ejercicio Profesional Supervisado en el Municipio de Sayaxché, Departamento de el Petén, con la entidad internacional Médicos Sin Fronteras de España, dentro de la opción de E.P.S. de tres meses mínimo, ya que previamente aprobó su Examen General Privado.

Atentamente.


Ing/ Gabriel Arturo Pensamiento Martínez.

Gabriel Arturo Pensamiento Martínez
Ingeniero Civil
Colegiado No. 3431



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.157.98

Guatemala, 27 de agosto de 1998

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra Solorzano
Director de la Escuela de
Ingeniería Civil.
Presente. -

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, POR LLENACÁNTAROS PARA LA ALDEA CANAHAN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHE, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN"; el cual lo encuentro satisfactorio en su contenido.

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario JOSE RICARDO RIVAS BARILLAS, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Gabriel Arturo Pensamiento.

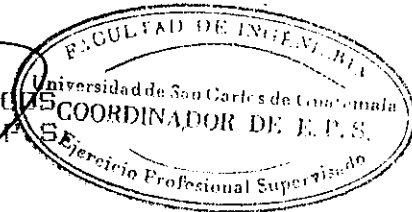
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la APROBACION del mismo por parte del Asesor y Supervisor, esta COORDINACION también APRUEBA su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. JUAN MERCK CAS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/eesz
c.c.: archivo
Adjunto Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Gabriel Arturo Pensamiento Martínez y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante José Ricardo Rivas Barillas, titulado DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO POR LLENACANTAROS, PARA LA ALDEA CANAHAN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHE, DEPARTAMENTO DE EL PETEN, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, agosto de 1,999

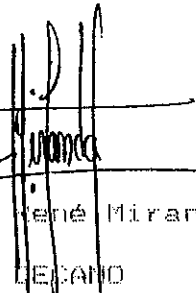
/bbdeb.



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 Nilson, al trabajo de tesis DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO POR LLENACANTAROS, PARA LA ALDEA CANAHAN Y POR AGUA DE LLUVIA PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO, DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHE, DEPARTAMENTO DE EL PETEN, del estudiante José Ricardo Rivas Barillas, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, agosto de 1,999

AGRADECIMIENTOS:

A: Dios todopoderoso.

Mis padres, por su dedicación de toda una vida.

Mi esposa Irma, por su apoyo incondicional.

Mis catedráticos, por su valioso esfuerzo adquirí los conocimientos útiles para el desempeño de mi carrera.

Ing. Gabriel Arturo Pensamiento, por su atinada asesoría.

DEDICATORIA

Dedico este acto a:

Mis padres: Ingeniero Civil. José Martín Rivas Estrada.

 Licda. Lilian Lucía Barillas Pérez de Rivas.

Mi esposa: Irma Nineth Cordón Guillén de Rivas.

Mis hijos: Cristian y Vivian Andrea.

Mis hermanas: Lilian Denisse Rivas Barillas de Sarti.

 Lucrecia Carolina Rivas Barillas.

Mis sobrinos: Pedro Pablo, Martín, y Javier.

Mis cuñados: Gustavo, William, Elizabeth, Edwin y Edward.

Mis suegros: Raúl Cordón y María Guillén de Cordón.

Mi familia.

Mis compañeros de trabajo.

Mis amigos.

Mis colegas.

Padre José Quiles.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	III
GLOSARIO	V
INTRODUCCIÓN	VIII
OBJETIVOS	IX
JUSTIFICACIÓN	X
CAPÍTULO ÚNICO	
DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	
1. Diseño de un sistema de captación, almacenamiento y distribución por llenacántaros de un manantial de brote definido.	01
1.1. Aforo	02
1.2. Topografía	03
1.2.1. Planimetría	03
1.2.2. Altimetría	06
1.3. Cálculo de población futura	08
1.4. Dotación	09
1.5. Cálculo de presiones y pérdidas en la tubería	10
1.6. Composición de concreto ciclópeo	17
1.7. Descripción de sistema depósito - llenacántaro	17
2. Diseño de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia	18
2.1. Dotación	18
2.2. Volumen de almacenamiento	18
2.3. Tanque de almacenamiento	19

2.3.1. Losa en dos sentidos	19
2.3.2. Muro de concreto ciclópeo	22
2.4. Depósito elevado	26
2.4.1. Losa en dos sentidos	27
2.4.2. Diseño estructural	30
2.4.3. Análisis estructural	35
2.4.4. Refuerzo estructural	44
2.4.5. Cimentación	46
Presupuesto de materiales Canahán	53
Presupuesto de materiales Puesto de Salud El Pato	54
CONCLUSIONES	XI
RECOMENDACIONES	XIII
REFERENCIAS	XIV
BIBLIOGRAFÍA	XIV
ANEXOS	

LISTA DE ILUSTRACIONES

- 1) Figuras.
- Figura 1 página 03 Esquema de aforo.
 - Figura 2 página 05 Diferencia entre azimuth y rumbo.
 - Figura 3 página 07 Altura de aparato.
 - Figura 4 página 08 Nivelación de un punto cualquiera.
 - Figura 5 página 16 Línea piezométrica.
 - Figura 6 página 20 Dimensiones de losa.
 - Figura 7 página 21 Diagrama de momentos.
 - Figura 8 página 22 Armado de losa.
 - Figura 9 página 25 Sección de muro de concreto ciclópeo.
 - Figura 10 página 27 Depósito de fibra de vidrio.
 - Figura 11 página 28 Dimensiones de losa.
 - Figura 12 página 29 Diagrama de momentos.
 - Figura 13 página 34 Dimensiones de torre.
 - Figura 14 página 36 Fuerzas por piso.
 - Figura 15 página 36 Fuerzas por marco.
 - Figura 16 página 39 Cargas actuantes y deformaciones desconocidas.
 - Figura 17 página 42 Carga muerta.
 - Figura 18 página 43 Carga viva.
 - Figura 19 página 44 Carga por sismo.
-

II

- Figura 20 página 45 Envolvente de momentos.
- Figura 21 página 47 Refuerzo de viga.
- Figura 22 página 48 Cimentación.
- Figura 23 página 48 Dimensiones de losa.
- Figura 24 página 51 Corte simple.
- Figura 25 página 52 Corte punzonante.

2) Tablas.

- Tabla 1 página 15 Cálculo de pérdidas por fricción en tubería.

III

LISTA DE SÍMBOLOS

E.P.S.:	Ejercicio Profesional Supervisado.
C.E.A.R.:	Comisión Especial de Atención a Refugiados
km:	Kilómetro.
Etc:	Etcétera.
No.	Número.
U.S.A.:	United States of América (Estados Unidos de América).
ppm:	Partes por millón.
ml:	Mililitros.
mg:	Miligramos
lt:	Litro.
t:	Tiempo.
s:	segundo.
l/s:	Litros por segundo.
cm:	Centímetro.
P.V.C.:	Tubería de Cloruro de Polivinilo.
ACI:	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
ASTM:	American Standard Testing & Methods.
lb/pulg ² :	Libras por pulgada cuadrada.
kg/cm ² :	Kilogramos por centímetro cuadrado.
m ³ :	Metro cúbico.

kg - m:	Kilogramos por metro.
T:	Tonelada.
S:	Segundo.
FCU:	Factor de carga última.
P:	Carga axial.
q:	Carga distribuída.
V:	Corte.
M:	Momento.

GLOSARIO

ACUÍFERO: Formación geológica que es portadora de agua y que la transmite de un lugar a otro. Estrato que contiene agua.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Es el agua que no contiene contaminación físico-química y bacteriológica, y por lo tanto es apta para beber.

CAPTACIÓN: Obra que tiene la función de proteger, recibir y conectar a la línea de conducción, el agua proveniente del acuífero.

CARGA ESTÁTICA, PRESIÓN ESTÁTICA O COLUMNA DE AGUA ESTÁTICA:

- 1) Es la carga, presión o columna de agua total, sin deducir fricción u otras pérdidas.
- 2) es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, cajas rompedoras, tanques de distribución y el punto de descarga libre o nivel de la superficie de descarga libre.

CARGA HIDRÁULICA O COLUMNA DE AGUA: 1) Es la altura desde la superficie libre de una masa de agua hasta un punto determinado bajo la superficie. 2) es también la altura de elevación hidráulica sobre el punto central de un tubo a presión o columna de agua correspondiente a la presión.

CONTAMINACIÓN: Es un término general que significa la introducción al agua de microorganismos, que la hacen impropia para el consumo humano. Generalmente se considera que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.

DESINFECCIÓN: Es el aniquilamiento de la mayor parte (pero no necesariamente de toda) de bacteria, por medio de sustancias químicas, calor, luz, rayos ultravioleta, Etc.

DOTACIÓN: Es la cantidad de agua asignada en un día, a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día.

ELEVACIÓN PIEZOMÉTRICA: Es la línea que marca el nivel a que se elevaría el agua en tubos abiertos por la presión atmosférica.

FACTOR DE DÍA MÁXIMO: Es un factor de diseño que indica la variación de los consumos diarios, en un año.

FACTOR DE HORA MÁXIMA: Es un factor de diseño que indica las variaciones horarias de los consumos, en un día.

MANANTIAL: Es una formación superficial en la que, sin la intervención del hombre, brota el agua de las rocas, del suelo a la tierra o dentro de una masa de agua, siendo relativamente restringido el tamaño del lugar del brote.

ORGANISMOS COLIFORMES: Un grupo de bacteria que habita de preferencia en el intestino del hombre, pero que también se encuentra en la vegetación, incluyendo los bacilos aeróbicos y anaeróbicos facultativos que fermentan la lactosa, produciendo gas como uno de sus subproductos.

PARTES POR MILLON (ppm): Son las partes en peso, contenidas en un millón de partes.

VII

PÉRDIDA DE CARGA: Es la disminución de la carga hidráulica, columna de agua, o presión, entre dos puntos; debido a la fricción.

PRECIPITACIÓN: 1) Es el suministro mensurable de agua que se recibe de las nubes como lluvia, nieve, escarcha o granizo; usualmente se expresa como altura en un día, mes o año y se llama precipitación diaria, mensual o anual; 2) Es el fenómeno que ocurre cuando una sustancia que está en solución se separa del líquido en forma sólida.

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN: Es una estructura especialmente diseñada para almacenar el agua y cubrir todas las variaciones horarias de consumo; atendiendo a su posición se clasifican en: superficiales y elevados.

VIII

INTRODUCCIÓN

Para su supervivencia y desarrollo el ser humano necesita de una serie de elementos físicos que se encuentran en el ambiente y que además deben ser de la mejor calidad y pureza posible, caso contrario, al consumirse pueden producir serios daños a la salud. Uno de estos elementos es el agua que por procesos hidrometeorológicos circula en un ciclo por el planeta, y es en el estado líquido en el cual es captado para prestar los múltiples servicios que el hombre le da en la actualidad, tales como: beberse, para higiene personal, manufacturación de compuestos, Etc... En vista de que dicho líquido se encuentra en su estado original en contacto con la tierra, porta contaminantes de tipo mineral y bacteriológico que deben ser tratados antes de ser utilizados para su consumo.

Esta tesis es producto de la colaboración del área de E.P.S. de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la entidad internacional Médicos Sin Fronteras de España, y servirá para desarrollar proyectos de introducción de agua potable en comunidades del departamento de El Petén.

IX

OBJETIVOS

- 1) Determinar la posibilidad, desde el punto de vista de análisis físico – químico y bacteriológico, de utilizar el agua existente en esta región para abastecer comunidades y subsanar necesidades de consumo.
 - 2) Establecer la factibilidad de realizar proyectos de introducción de agua en esta región.
 - 3) Diseñar, sistemas de captación y distribución de agua, acordes a las posibilidades económicas y geográficas del lugar.
 - 4) Colaborar, en el desarrollo del país, y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.
-

JUSTIFICACIÓN

Canahán es una aldea, situada aguas abajo de Sayaxché, que es la cabecera municipal. No llega carretera, por lo cuál su población se encuentra extremadamente aislada. Lógicamente la salud resulta un problema, ya que al presentarse enfermedades, la asistencia médica jamás podrá ser inmediata. Se pretende introducir el concepto de salud preventiva en el que definitivamente pueden disminuir los problemas de diarreas, infecciones gastrointestinales, hepatitis, Etc..., que en este distante lugar pueden ser fatales. Bajo este concepto se encuentra también la potabilidad del agua. Esta comunidad posee un nacimiento de agua contaminado por la falta de condiciones sanitarias adecuadas, sin embargo, se da abasto para proporcionarles la suficiente a todos los habitantes. Se piensa como solución, proteger la fuente y conducir el agua a lugares claves dentro de la población.

La aldea el Pato, tiene una población de más de mil habitantes, y posee un puesto de salud atendido por un auxiliar de enfermería. Este puesto no posee servicio de agua al igual que el resto de la población. Desde hace mucho tiempo hay un proyecto de introducción de agua pero no se ha concretizado. Evidentemente, el puesto de salud necesita agua de buena calidad para atender a sus pacientes, por lo cual se ha pensado en diseñar un sistema de captación de agua de lluvia. En estudios anteriores se han determinado la buena calidad del agua de lluvia desde el punto de vista físico - químico y todavía la región de El Petén es una de las de más precipitación anual en el país.

CAPÍTULO ÚNICO

DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. Diseño de un sistema de captación, almacenamiento y distribución por llenacántaros, de un manantial de brote definido.

El sistema que se muestra a continuación, es una aplicación modificada de los sistemas de transportación de agua conocidos. Debido a la falta de altura que se presentó en el sitio de trabajo, se diseñó un sistema en el cual el agua captada no va en una sola línea a un tanque de almacenamiento y posteriormente se distribuye hacia los puntos de consumo. Un tanque de almacenamiento, representa a su vez una caja rompepresión, y en vista que en el proyecto en que se trabaja sólo se proporcionó una diferencia de nivel máxima de 8 metros entre la salida del manantial y el punto de consumo más bajo, el colocar este depósito representaría no tener la presión adecuada en los puntos requeridos. En vista de lo anterior se diseñó un sistema en el cual el agua captada se distribuye por el sistema de ramales abiertos hacia los diferentes llenacántaros ubicados, que en lugar de ser simples grifos, son cada uno, un depósito fabricado de mampostería de piedra, de 1.5m³ de capacidad, para almacenar el agua en cada punto de consumo. Con lo anterior se cumplen los requisitos de un buen sistema de abastecimiento, que protege adecuadamente la fuente, almacene el agua y se logre una buena distribución.

1.1. Aforo.

Fuente: Necesariamente hace referencia al tipo de fuente de la que se dispone. El manantial de brote definido, consiste en que el agua se traslada subterráneamente a través del manto freático, para luego romperse en un punto único y brotar por la superficie libremente. En este caso particular la comunidad ha excavado un pozo de más de 1 metro de profundidad, en el lugar de salida del agua con el fin de almacenar un poco de ésta. En función de lo anterior se diseñó un sistema de captación especial para este caso y que se muestra en los anexos.

El tipo de aforo utilizado es de tipo volumétrico, el cual se describe a continuación:

Es el más exacto de todos los tipos de aforo, con la condición que el depósito sea grande y que se pueda medir su capacidad de modo preciso. Consiste esencialmente en hacer desembocar la corriente en un depósito impermeable y cuyas pérdidas por evaporación y filtración puedan valorarse con certeza. La duración t , del tiempo de llenado del recipiente debe ser, al menos de 20s, para reducir el error en + 1 por 100. La diferencia de nivel observada en el tiempo t , debe ser, al menos de 100 cm. para reducir también este error a + 1 por 100. La graduación de los depósitos pequeños y transportables debe hacerse por peso, con preferencia al empleo de fórmulas geométricas.

Para realizar el aforo volumétrico en Canahán se excavó un pequeño pozo de un metro de profundidad, que dista aproximadamente unos diez metros del manantial, con el fin de introducir en él una cubeta vacía, con el volumen de 5 galones. A continuación se procedió a desviar el flujo de agua directamente hacia el pozo, para seguidamente introducir la cubeta en el agujero. Se midió el tiempo de llenado de la cubeta, y posteriormente utilizando la fórmula $Q = V/t$, donde Q = Caudal en lt/s, V = Volumen en lt y t = tiempo en s, se determinó el caudal que aporta la fuente, siendo éste igual a 0,30 lt/s.

El esquema que se muestra a continuación:

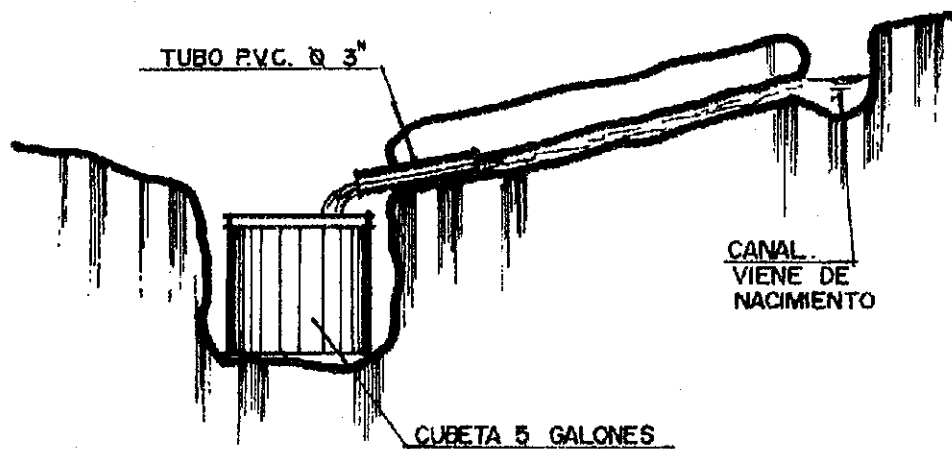


FIGURA No 1
ESQUEMA DE AFORO

1.2. Topografía.

1.2.1. Planimetría

Se efectuará el levantamiento planimétrico del lugar seleccionado para localizar la línea de conducción y distribución, poniendo especial cuidado en los sitios donde sea posible ubicar obras tales como captaciones, cajas rompepresión, pasos de zanjón, cajas distribuidoras de caudal, tanques de distribución, Etc.

Los levantamientos planimétricos pueden hacerse por cualesquiera de los métodos usuales, pero es recomendable dejar mojones de concreto debidamente referenciados con el número de estación, caminamiento y fecha.

El método que se utilizó para efectuar el levantamiento planimétrico y determinar la línea de conducción y distribución del presente estudio, fue el de conservación de azimuts. Este método consiste en determinar un norte, que puede ser magnético, astronómico o arbitrario (en este caso se eligió el magnético), desde la estación inicial; luego, tomando como ángulo $0^{\circ} 0' 0''$ el norte determinado, se libera

el movimiento azimutal (para determinar ángulo entre norte y siguiente estación) y se visa la siguiente estación, anotando en la libreta de campo el azimut, luego se cierra el movimiento azimutal (para no perder la lectura de ángulo) y se libera el movimiento general (para no dañar el aparato), para trasladarse a la siguiente estación. En la siguiente estación, con vuelta de campana se visa la estación anterior, utilizando fino del general (previamente con el general cerrado), luego se da vuelta de campana, se libera el movimiento azimutal, se visa la siguiente estación y se toma la lectura, posteriormente se aproxima con el fino del movimiento azimutal. Así sucesivamente se tomaron lecturas en todos los puntos que constituyen las líneas de conducción y distribución. En gabinete deben determinarse los rumbos de cada línea que une dos estaciones, desde la estación previa hasta la que se dirige. En la figura No 2 se muestra un esquema que ejemplifica la diferencia entre azimut y rumbo para las estaciones 1 y 0.

En los anexos se presenta el cuadro que representa la libreta de topografía de la línea de conducción y distribución. Para realizar la topografía se utilizó el método de poligonales abiertas y cinta de 50 metros para medir las distancias, por no ser éstas muy grandes.

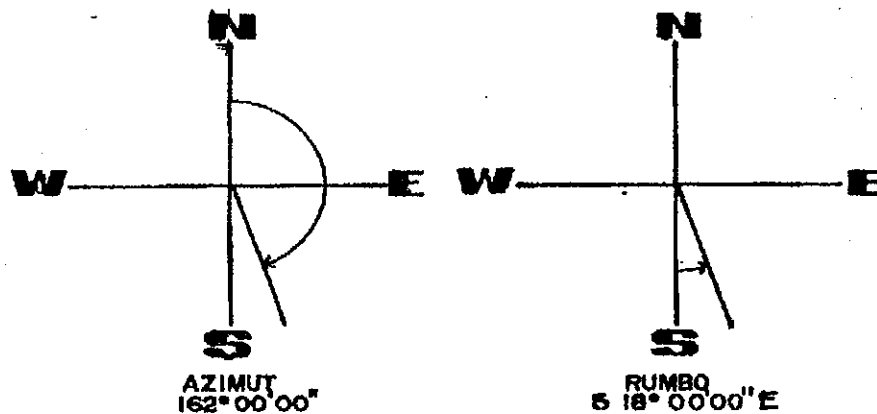


FIGURA No 2
DIFERENCIA ENTRE AZIMUT Y RUMBO

Asimismo se debe levantar una cuadrícula de 6m en el área de la captación. Generalmente, el o los nacimientos se ubican dentro de un predio adquirido por parte de la comunidad. Es necesario realizar la cuadrícula antes mencionada en el área de este predio, utilizando el teodolito, para ubicar los puntos dentro del terreno, que serán marcados por medio de trompos de madera. Posteriormente, utilizando el nivel se determinarán los niveles relativos de cada trompo con respecto a una prefijada con cada 100.00. Con los datos tomados es posible elaborar un plano de curvas a nivel del terreno y determinar, la mejor ruta de salida de la tubería, en función de pendiente. El plano de curvas a nivel del predio del nacimiento, se encuentra en los anexos.

1.2.2. Altimetría

El nivel de un punto es su distancia vertical por encima o por debajo de un plano dado. La nivelación es el proceso por el que se determinan las diferencias de nivel entre dos o más puntos.

Los instrumentos utilizados en nivelaciones son el nivel y la estadia. El nivel de precisión, debido a su exactitud de construcción y a la longitud de su anteojo, permite la mayor exactitud en los resultados. También se utilizan para medir niveles, el tránsito y el nivel del constructor, pero no permiten la exactitud que se obtiene con el nivel de precisión.

La estadia tiene alrededor de 2 metros de longitud y se puede extender al doble de su longitud doblada. En general una de las superficies esta marcada con metros y centímetros, y el vernier del indicador móvil permite lecturas hasta de milímetros. Algunas estadias tienen graduaciones que permiten lecturas hasta de décimas de milímetro.

En este trabajo se niveló la cuadrícula trazada anteriormente con el tránsito, con el fin de determinar la ruta desde el manantial que produzca menos trabajo de excavación. También se niveló la línea de conducción y distribución para obtener datos que sirvan en el diseño hidráulico del sistema.

Para realizar la nivelación fue indispensable crear un banco de nivelación (B.M.), con cota 100.00. este nivel se necesita para tener una referencia de nivel de

todas las estaciones y puntos de interés con respecto a un punto y así poder interrelacionarlos unos con otros para entender las condiciones del trabajo. Para poder determinar el nivel en puntos de interés debe realizarse el siguiente procedimiento:

- a) Nivelar el aparato en un lugar que tenga vista hacia el B.M. y los puntos de interés.
- b) Determinar altura de instrumento: El aparato tiene una vista completamente horizontal una vez está nivelado, por lo que la altura de aparato se define como la

diferencia de nivel entre la cota 100.00 y la línea horizontal imaginaria de su mira, más la cota 100.00. Para determinar tal diferencia de nivel es necesario colocar la estadia de 4 metros con su base en el B.M. y tomar lectura con el aparato. Suponiendo que la lectura fuera de 3.65 metros, entonces la altura de instrumentos es 103.65.

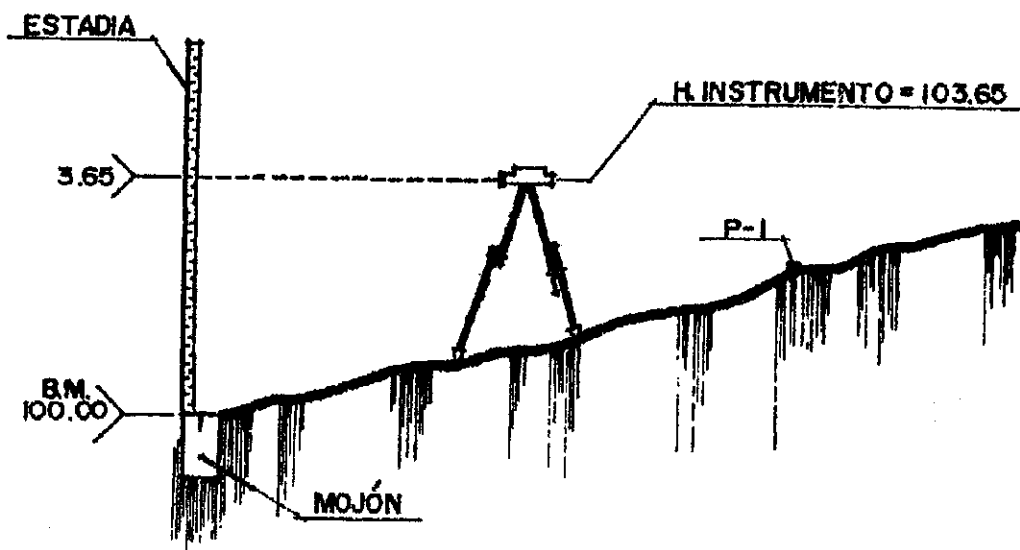


FIGURA No 3
ALTURA DE APARATO

c) Determinar el nivel de una estación o punto cualquiera. Una vez se tiene el nivel de aparato, se está en posibilidad de nivelar un punto cualquiera a la rotonda, con la única condición de que al colocar la estadia sobre el punto de interés ésta sea visible con el aparato. Para determinar el nivel de punto con respecto a la cota 100.00, es necesario colocar la estadia sobre el punto, luego se toma la lectura que posteriormente es restada de la altura de instrumento, con lo cual ya se tiene el nivel buscado. Suponiendo que se determinó una lectura de 1.87 metros, entonces restándole esta cantidad al 103.65 de altura del instrumento del ejemplo anterior, se obtendrá 101.78, que será el nivel del punto trabajado

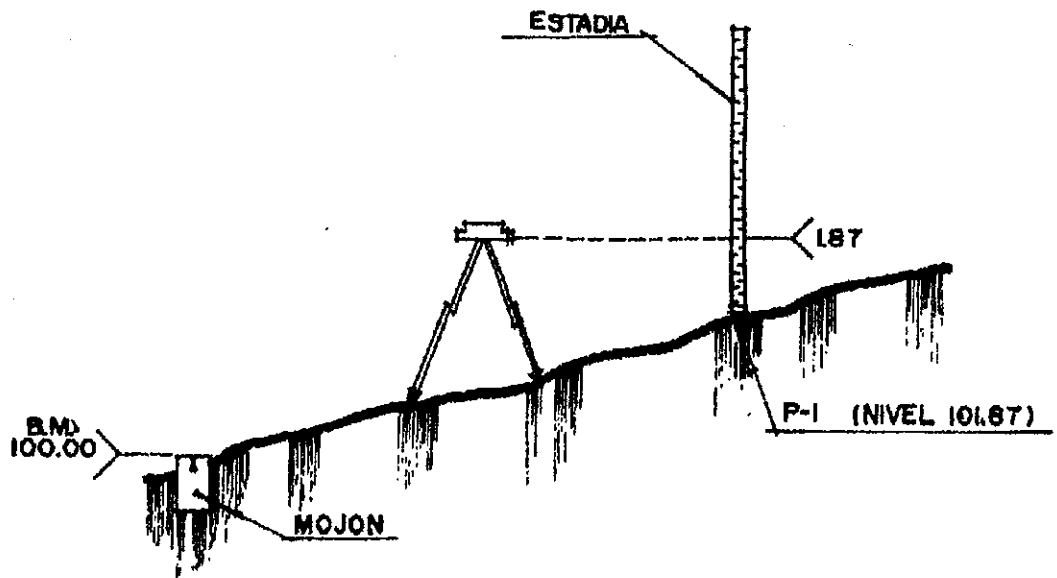


FIGURA No. 4
NIVELACIÓN DE UN PUNTO CUALQUIERA

1.3. Cálculo de la población futura.

El período de diseño es el tiempo durante el cual, las distintas partes del sistema deben prestar los servicios adecuadamente, según el caso que se presente. Los períodos de diseño que deben tomarse en cuenta según las normas de diseño, para acueductos rurales de la Unidad Nacional Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) son:

Para fuentes de abastecimiento	15 años mínimo.
Para estaciones de bombeo	10 años máximo.
Para líneas de conducción	15 años mínimo.
Para tanque de almacenamiento	10 años mínimo.
Para redes de distribución	20 años.
Para plantas de purificación	20 años.

PERÍODOS DE DISEÑO PARA DIFERENTES ELEMENTOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para el diseño del sistema de abastecimiento se adoptó el período de 20 años, que corresponde al de redes de distribución, por la similitud con este caso.

Para determinar la población futura se utilizará la información recabada en el campo, ya que la investigada en el censo oficial no es confiable. Se utilizó el método del crecimiento geométrico que se describe a continuación:

$$\text{Fórmula: } Pf = Pa * (1 + r) ^n$$

dónde:

Pf = Población futura =?

Pa = Población actual = 231 habitantes

r = Tasa de crecimiento = 3%

n = Período de diseño = 20 años

$$Pf = 231 * (1 + 0.03) ^ 20 = 417 \text{ habitantes.}$$

1.4. Dotación.

Para adoptar determinado consumo por habitante por día, deberán tomarse en cuenta los siguientes factores: gasto doméstico, industrial, comercial y público, pérdidas y desperdicios, condiciones climatológicas, condiciones económicas de la comunidad e importancia de la población, costumbres, Etc., tomando en cuenta los factores anotados, se asociará el proyecto a los parámetros determinados para lugares vecinos o para condiciones similares a los estudios de demandas que realiza la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para tiempos recientes y para poblados similares en el área de El Petén.

Cuando no se tengan estudios de demandas en poblaciones rurales similares, se considerará un consumo mínimo de 60 litros por habitante por día.

Según normas internacionales de diseño la dotación mínima para llenacántaros puede ser hasta de 15 l/hab/día.

Como el caudal que aporta la fuente no es muy grande, y la población tampoco lo es, en lugar de predeterminedar un caudal de diseño se optó por calcular qué cantidad de litros por habitante por día aporta esta fuente, o en otras palabras, qué dotación se tiene realmente y se comparó con dotaciones preestablecidas para determinar si es viable desde este punto de vista el proyecto.

$$Q = 0.30 \text{ l/s.}$$

$$= 0.30 \text{ l/s} \times 60\text{s/1min} \times 60\text{min/1h} \times 24 \text{ h/1día} = 25,920 \text{ l/día.}$$

$$\text{Dotación} = 25,920\text{l/día}/417 \text{ habitantes} = 62 \text{ l/hab/día. en 20 años.}$$

1.5. Cálculo de presiones y pérdidas en la tubería

Flujo en tuberías: El término flujo en tuberías, se aplica al flujo en un conducto circular, cerrado, lleno por completo con fluido. Para conductos cerrados que no sean circulares, se obtienen resultados razonablemente buenos en el intervalo turbulento de fórmulas normalizadas para flujo por tuberías, si el diámetro se

reemplaza por cuatro veces el radio hidráulico. Pero, cuando hay una severa desviación de una sección circular, como en los conductos anulares, este método da valores demasiado bajos.

Flujo laminar: En el flujo laminar, las partículas del fluido se mueven en capas paralelas en una dirección. La distribución parabólica de la velocidad en el flujo laminar, que se ilustra en la figura 5, crea un esfuerzo cortante $\tau = \mu \times d \times V/dy$, en donde dV/dy es la rapidez de cambio de velocidad con la profundidad y μ es el coeficiente de viscosidad. Conforme aumenta este esfuerzo cortante, las fuerzas de viscosidad son incapaces de amortiguar las alteraciones y ocurre el flujo turbulento. La región del cambio depende de la velocidad, densidad y viscosidad del fluido y del tamaño del conducto.

Se ha encontrado que un parámetro sin dimensiones llamado número de Reynolds, es un criterio seguro para determinar el flujo laminar o turbulento. Se trata de la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de viscosidad se expresan con.

$$R = Vd\rho/\mu = VD/\nu$$

donde V = velocidad de fluido, en pies/s

D = diámetro del tubo, en pies

P = densidad del fluido lb x s²/pie⁴

μ = viscosidad del fluido, en lb x s/pie²

$\nu = \mu / \rho =$ viscosidad cinemática, en pie² /s

Para un número de Reynolds menor de 2000, el flujo es laminar en los tubos circulares. Cuando el número de Reynolds es mayor de 2000, el flujo laminar es inestable; es probable que se amplifique cualquier perturbación y que el flujo se vuelva turbulento.

En el flujo laminar, puede obtenerse la siguiente ecuación para las pérdidas de carga por fricción, si se consideran las fuerzas que actúan en un cilindro de fluido dentro de un tubo:

$$h_f = 32 \times \mu \times L \times V / D^2 \times \rho \times g = 32 \times \mu \times L \times V / D^2 \times w$$

donde h_f = pérdida de carga debida a la fricción, en pies.

L = longitud de la sección del tubo considerando, en pies.

g = aceleración debida a la gravedad, 32.2 pies/s²

w = peso específico del fluido, l/pie³

La sustitución del número de Reynolds arroja

$$h_f = 64 \times L \times V^2 / (R \times D \times 2g)$$

Para el flujo laminar, la ecuación anterior es idéntica a la fórmula de Darcy Weisbach.

Flujo turbulento: En el flujo turbulento, las fuerzas de inercia son tan grandes que las fuerzas de viscosidad no pueden amortiguar las perturbaciones ocasionadas, principalmente, por la rugosidad de las paredes. Estas perturbaciones crean remolinos o vértices que tienen velocidad de rotación y de traslación. La traslación de estos remolinos es una acción de mezclado, que origina un intercambio de cantidad de movimiento a través de la sección del conducto. Como resultado, la distribución de velocidad es más uniforme, que para el flujo laminar.

Para el número de Reynolds mayor de 2000, pero que esté a la izquierda de la línea discontinua, hay una transición de flujo laminar a turbulento. En esta región, hay una película laminar en las fronteras que cubre algunas de las proyecciones menores de rugosidad. Esto explica la razón por la cual la pérdida por fricción en esta

región tiene características tanto laminares como turbulentas. Conforme aumenta el número de Reynolds, la película laminar se reduce en espesor hasta que, al haber flujo por completo turbulento, ya no cubre ninguna de las proyecciones o salientes de rugosidad. A la derecha de la línea discontinua, el flujo es por completo turbulento y las fuerzas de viscosidad no afectan la pérdida por fricción.

Debido a la naturaleza aleatoria del flujo turbulento, no resulta práctico tratarlo en forma analítica. Por tanto, las fórmulas para las pérdidas de carga y flujo en las regiones turbulentas se han desarrollado por medios experimentales y estadísticos. La experimentación con el flujo turbulento ha mostrado que:

La pérdida de carga varía directamente con la longitud del tubo.

La pérdida de carga varía casi con el cuadrado de la velocidad.

La pérdida de carga varía casi inversamente con el diámetro.

La pérdida de carga depende de la rugosidad de la superficie de la pared del tubo.

La pérdida de carga depende de la densidad y viscosidad del fluido.

La pérdida de carga es independiente de la presión.

La tubería se diseñó por medio de la fórmula de Hazen - Williams y el método de ramales abiertos con puntos de consumo. Se diseñó de tal manera que las pérdidas de carga a la entrada de las cajas llenacántaro sean las más pequeñas posibles, ya que sólo se necesita que el agua llegue un poco rápido para llenar el depósito, el cual al estar lleno se le obstruye el ingreso del líquido por medio de un flote, para que el agua llene el siguiente depósito:

La fórmula de Hazen - Williams es una de las más utilizadas para problemas de flujo en tubos en las redes de agua potable, aunque se desarrolló tanto para canales abiertos como para flujo en tubos:

Para tubos llenos:

$$V = 0.55C1 \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$Q = 0.432 \times C1 \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

$$hf = (4.727/D^{4.87}) \times L \times (Q/C1)^{1.85}$$

donde V = velocidad, en pies/s

C1 = coeficiente, dependiente de la rugosidad de superficie

R = radio hidráulico, en pies

S = pérdida de carga por fricción, en pies por pie de tubo

D = diámetro del tubo, en pies

L = longitud del tubo, en pies

Q = descarga, en pies³/s

hf = pérdida por fricción, en pies.

A continuación se muestran los cálculos en base de la fórmula de Hazen Williams, transformada al sistema métrico para determinar las pérdidas de carga por fricción que se obtiene en los diferentes tramos de tubería que compone el sistema.

Fórmula de pérdida de carga:

$$hf = k' \times L \times Q^{1.85} / 1000$$

donde

k': Constante para cada tipo de tubería.

L: Longitud horizontal entre dos estaciones más un 3%, por pendientes en el recorrido, en metros.

Q: Caudal que se transportará a lo largo de agua, en litros/segundo.

La teoría de la hidráulica asegura que por las fuerzas de gravedad en el líquido en una tubería a sección llena tiende a tener el mismo nivel en ambos extremos, por lo que se puede decir que la presión es igual en el punto de entrada como en el de salida, y de igual manera en todos los puntos de la tubería, lo que se puede representar por una línea horizontal imaginaria. Cuando el agua en la tubería está fluyendo, existen fuerzas internas de fricción que producen una pérdida de presión, por lo que la línea imaginaria o línea piezométrica ya no es horizontal, y más bien inclinada como se muestra en la figura siguiente:

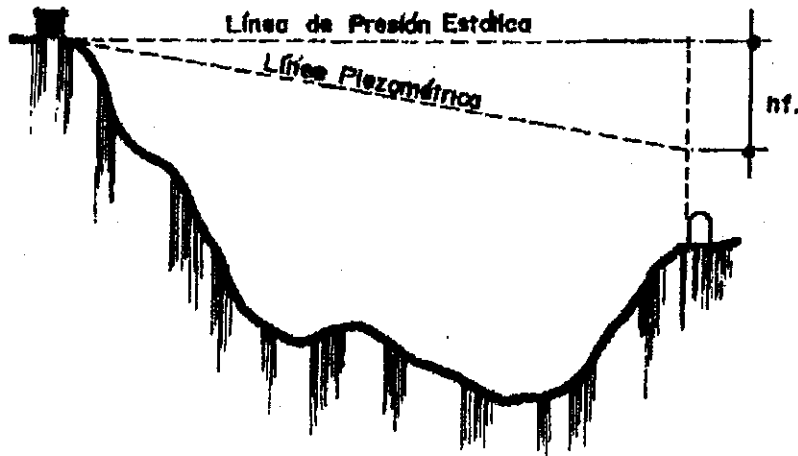


FIGURA No 5
LINEA PIEZOMETRICA

1.6. Composición de concreto ciclópeo a utilizar.

El concreto ciclópeo es un material de construcción muy favorable en el área rural, ya que aprovecha la piedra existente en el lugar, como elemento estructural, teniendo que comprarse únicamente cemento, arena y pedrín.

La proporción recomendada a utilizar es un 70% de piedra por un 30% de concreto.

En este caso se utilizará este concreto para edificar bases y muros de mampostería. Los esquemas de construcción de la caja de captación y las cajas llenacántaros se muestran en los anexos, y el diseño de muro de mampostería se muestra en la sección 2.3.2.

1.7. Descripción de sistema depósito - llenacántaro.

Por la falta de diferencia de nivel existente entre la captación y los puntos de consumo no es posible construir un tanque intermedio de almacenamiento, se ha pensado en diseñar un tipo de llenacántaros que a la vez, cumpla con la función de tinaco para almacenar agua. Estos tinacos tienen la capacidad de almacenar 1.5m³ de agua, y pueden ser contruidos de mampostería de piedra como en este caso, o implementarse un depósito de fibra de vidrio como los que son distribuidos en el mercado, sólo con la inconveniencia de que su durabilidad y resistencia es mucho menor.

El agua al ser captada de la fuente, automáticamente se distribuye hacia los puntos de consumo, y empieza a llenar el de más fácil acceso, el cual al estar lleno, por medio de una válvula de flote cierra la entrada para que el proceso se repita en los otros depósitos.

2. Diseño de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de agua de lluvia.

Considerando que el área de El Petén es una de las zonas más lluviosas del país, es viable construir sistemas de captación de agua de lluvia, para cubrir necesidades de abatecimiento de agua. El sistema consiste en recolectar el agua de lluvia que cae en el techo y luego se conduce a través de canales de hojalata para que escurra posteriormente por los lados. Utilizando tubo P.V.C., adaptado a los canales de hojalata, se conduce el agua hasta un depósito enterrado posteriormente, se eleva hacia un depósito ubicado en una torre y que tiene como objetivo final distribuir el agua hasta el puesto de salud mediante el uso de la fuerza de la gravedad.

2.1. Dotación

Se ha solicitado por parte de los beneficiarios del proyecto una dotación de 100 l/hab/día para cubrir las necesidades del puesto de salud, estimando también que éste sólo funciona entre semana y que el auxiliar del lugar vive allí durante ese período.

2.2. Volumen de almacenamiento.

Considerando que durante el año, en El Petén puede dejar de llover durante unos tres meses, se debe almacenar la cantidad de agua necesaria para cubrir este período por lo cual.

$$V = 100 \text{ l/hab/día} \times 1 \text{ hab} \times 3 \text{ mes} \times 30 \text{ días/mes} = 9,000 \text{ l.}$$

Por seguridad se diseña para 10,000 l.

2.3. Tanque de Almacenamiento

Se construirá un tanque de almacenamiento con una capacidad de 10,000 l, tal como se ha determinado anteriormente. La estructura estará compuesta de muros y piso de concreto ciclópeo y losa de concreto armado. Los detalles de la construcción se presentan en los anexos.

2.3.1. Losa en dos sentidos.

Para poder soportar el depósito de fibra de vidrio que se colocará en la parte superior de la torre y que servirá para distribuir el agua al puesto de salud, se considera necesaria una tarima. Por ser el concreto armado el elemento más resistente y durable se construirá de esta forma, diseñado a partir del método de momento último.

Una losa de concreto armado es una placa ancha y lisa, generalmente horizontal, con superficies superior e inferior paralelas o aproximadamente paralelas. Puede soportarse por vigas de concreto armado (por lo general monolíticamente con las vigas), por muros de mampostería o de concreto armado, por una estructura metálica o directamente sobre el terreno.

Para que una losa requiera ser reforzada en 2 sentidos debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tener 4 apoyos o 2 perpendiculares entre sí.

- $m < 0.5$

$$m = A/B$$

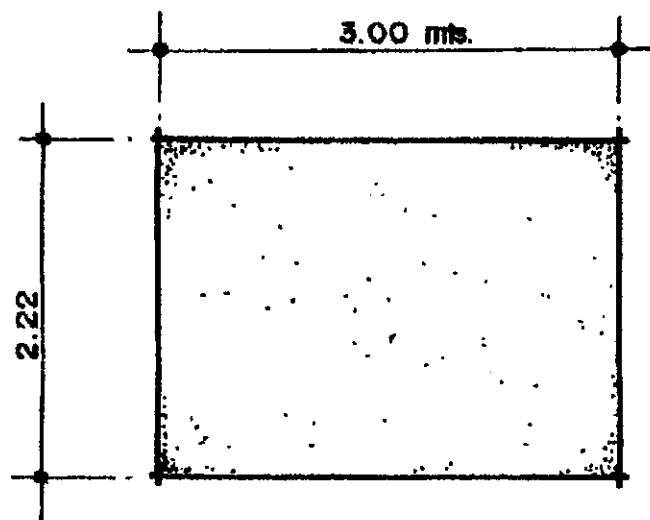


FIGURA No.6
DIMENSIONES DE LOSA

$$t = (6 + 4.44) / 180 = 0,058$$

$$t_{\min} = 0,10 \text{ m}$$

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

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

$$\text{sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$V = 2400 \text{ kg/m}^2$$
$$P.E. = 2,4 \text{ T/m}^3$$

cargas:

$$\begin{aligned} W \text{ peso propio} &= 240 \text{ kg/m}^2 & + \\ \text{sobrecargas} &= \underline{90 \text{ kg/m}^2} & = \\ \text{carga muerta} &= 330 \text{ kg/m}^2 & \\ C.M. \text{ última} &= 462 \text{ kg/m}^2 & + \\ C.V. \text{ última} &= \underline{170 \text{ kg/m}^2} & = \\ C.U. &= 632 \text{ kg/m}^2 & \end{aligned}$$

$$M = 2.2/3 = 0,73 \text{ dos sentidos}$$

Caso 1

$$M_a (+) = 0,061 \times 462 \times 2,22^2 + 0,061 \times 170 \times 2,22^2 = 190 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 0,019 \times 462 \times 3,00^2 + 0,019 \times 170 \times 3,00^2 = 108 \text{ kg-m}$$

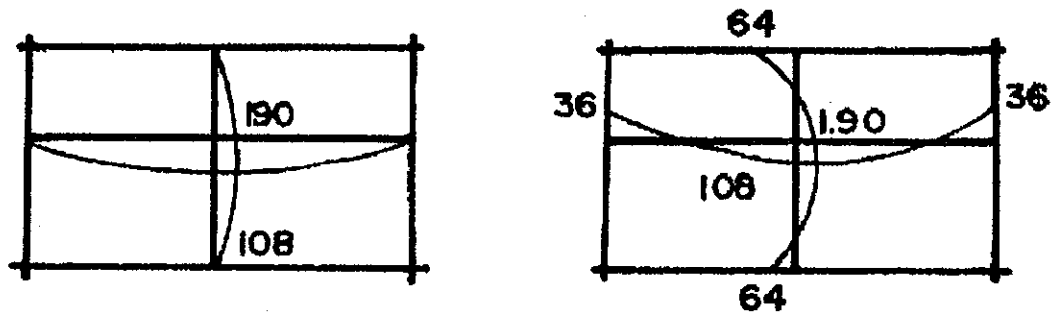


FIGURA No 7
DIAGRAMA DE MOMENTOS

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$o = 3/8'' \quad d = 0,95 \text{ cm}$$

$$d = 10 - 2 - 0,95/2 = 7,52 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ m\u00edn} = 1,51 \text{ cm}^2$$

$$1,51 \text{-----} 1 \text{ m} \quad \}$$

$$0,71 \text{-----} 0,3 \quad \} \quad x = 0,47 > 3t = 30 \text{ cm.}$$

Usar # 3 @ 0,30m

$$X \text{ cm}^2 \text{-----} 1\text{m} \quad \}$$

$$0,71 \text{-----} 0,3 \quad \} \quad x = \text{As mín } 2,37 \text{ cm}^2$$

M As mín = 438,35 kg-m > Todos los momentos

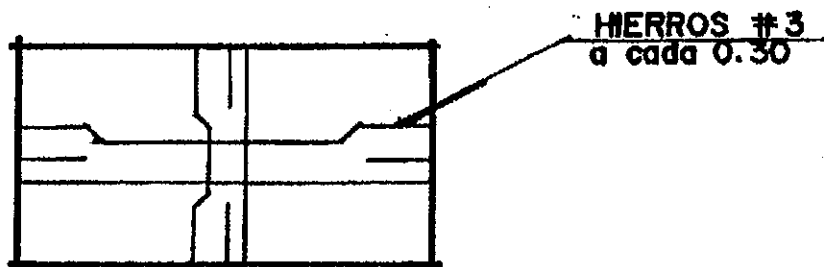


FIGURA No 8
ARMADO DE LOSA

2.3.2 Muro de concreto ciclópeo.

Un muro de retención es una estructura permanente y relativamente rígida; de mampostería, concreto masivo o reforzado, Etc. que soporta o sostiene una masa de suelo. Esta estructura con su empinado paramento sustituye el suave talud natural de la tierra, con el objeto de dejar espacio aprovechable, ya sea en un corte de carretera o vía de ferrocarril, como protección de un terraplén o dentro y alrededor de edificios, en los sótanos, por debajo del nivel del suelo.

El uso de este tipo de estructura ha estado acompañado de fallas, ya sean parciales o totales, debido al uso de estructuras no apropiadas o a que los proyectores se han basado en reglas y fórmulas aplicables a determinadas y particulares condiciones.

Un diseño razonable de un muro de retención debe llenar los siguientes requisitos:

1. El muro debe ser capaz de soportar los empujes en lo que a su estructura se refiere.
2. El muro deberá ser estable en cuanto a:
 - 2.1. Volteo de la estructura.
 - 2.2. Deslizamiento del muro.
 - 2.3. Falla del suelo por sobrepasar el esfuerzo permisible.
3. Que su construcción sea razonable en cuánto a costo se refiere.

El diseño de un muro de retención se basa en los materiales disponibles, el aspecto exterior deseado, el espacio libre requerido, las fuerzas que actúan sobre él y el costo de su construcción.

Los materiales más comunes son piedra, mampostería, concreto armado, Etc. En el caso de un muro, por ejemplo, que forma parte de la arquitectura exterior de un edificio se usará mampostería o piedra decorativa, si fuese económicamente factible por supuesto. Los muros cercanos a puentes, áreas industriales, Etc. por lo regular son de concreto reforzado o concreto masivo. El costo y la disponibilidad de los materiales es siempre factor importante en la selección del tipo de muro a usar. Así la mampostería y piedra es muy decorativa, pero necesita de trabajo cuidadoso. El concreto simple es fácil de trabajar; no necesita refuerzo, pero se necesita en cantidades grandes. El concreto reforzado llega a ser económico en estructuras grandes, pero necesita especial atención: el armado, la formaleta y un concreto de calidad uniforme.

Como se puede notar es necesario analizar determinadamente todos estos factores para tomar la decisión de qué tipo de muro se utilizará en determinado caso.

Los muros de gravedad son estructuras que resisten el empuje de la tierra por su propio peso. Se construyen de piedra, mampostería o concreto masivo, que son materiales que pueden resistir esfuerzos de compresión y de corte, pero muy poco esfuerzo de tensión o tracción, de manera que el diseño debe atender principalmente que no hayan, o evitar en lo posible, los esfuerzos, de tensión.

Al diseñar un muro de gravedad, el ingeniero debe asegurarse que no se producirá la falla de éste. Desplazamientos de varios centímetros no suelen tener importancia, siempre que se asegure que no se producirán repentinamente desplazamientos más grandes. Por eso el método de análisis y diseño de un muro de

gravedad suele consistir en analizar las condiciones que existirán en una condición de falla, introduciendo convenientes factores de seguridad para evitar ésta.

Los muros de gravedad, generalmente son de sección trapezoidal, pero también pueden ser construidos con la parte posterior del paramento, quebrada.

El muro de gravedad se suele utilizar para formar la pared permanente de una excavación, siempre y cuándo las condiciones de espacio hagan impracticables el formar un talud. En otros tiempos se utilizó mucho el muro de mampostería. Actualmente, la mayoría de estos muros son de concreto, aunque no quiere decir esto que la mampostería esté desechada.

A continuación se muestra la sección del muro del tanque de almacenamiento.

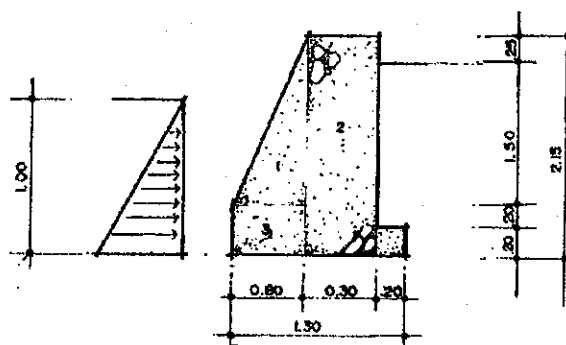


FIGURA No 9
SECCION DE MURO DE CONCRETO CICLOPEO

A continuación se muestran los cálculos de chequeo de la sección propuesta.

Peso del Suelo = 1600 kg/m³ ; 1300 kg/m³

Peso del agua = 1000 kg/m³ ; 1300 kg/m³

Peso de la mampostería = 2400 kg/m³ ; 1500 kg/m³

Agua = 1000 kg/m³

Suelo = 1300 kg/m³

Concreto ciclópeo = 1500 kg/m³

Capacidad soporte del suelo = 12 T/m² 20 T/m² para arcilla semidura.

Ka = 0,3073

Kp = 3,2546

o = 32° 20° = ángulo de rozamiento de la arcilla.

Pa = $x \frac{h^2}{2} \times ka = 1000 \times 1,5^2/2 = 1,125 \text{ kg}$.

Figura	Área x	W	Brazo	Momento
1	0,70x1500	1050	0,53	557
2	0,65x1500	975	0,95	927
3	0,32x1500	<u>480</u>	0,40	<u>192</u>
		2505		1676

Momento de volteo (Mv) = Pa x Yagua = 1,125 x 0,90 = 1012,5kg-m

Momento resistente (Mr) = 1676kg-m

- Chequeando contra volteo

$$F.S. = 1676/1012,5 = 1,66 > 1,5 \text{ ok/}$$

- Chequeando contra deslizamiento.

$$F.f. = w(0,6 \text{ tg } \alpha) = 2505 (0,6 \times \text{tg } 32) = 940; \alpha = 20 \text{ F.f.} = 547,05$$

$$F.s. = (F.f. + P_p)/P_a = (940 + 2115,49)/1125 = 2,72 > 1,5 \text{ ok/ F.S.} = 5,92 \text{ ok/}$$

- Chequeando capacidad soporte del suelo

$$x = (M_r - M_v)/R = (1676 - 1012,5)/2505 = 0,26$$

$$e = B/2 \times x = 1,10/2 \times 0,26 = 0,143$$

$$P = R/A = 2505/1,1 = 2278 \text{ kg/m}^2 < 20,000 \text{ kg/m}^2 \text{ ok/}$$

2.4. Depósito Elevado.

El depósito a colocar en la parte superior de la torre, tiene la finalidad de recibir el agua impulsada por una bomba manual conectada al tanque de almacenamiento, para luego, distribuirla con la ayuda de la fuerza de la gravedad, a la red que ya existe en el puesto de salud.

Se utilizará un depósito prefabricado de fibra de vidrio, que se muestra a continuación.

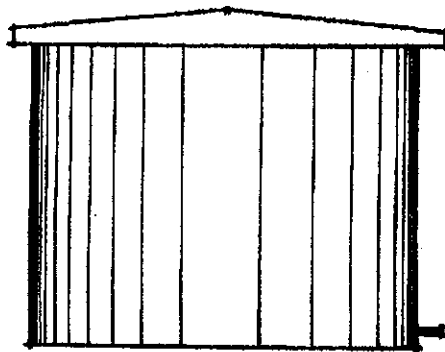


FIGURA No 10
DEPOSITO DE FIBRA DE VIDRIO

2.4.1. Losa en dos sentidos.

Nuevamente se utilizará el método de diseño último para calcular el refuerzo de esta losa. A continuación se presentan se presentan las medidas en planta.

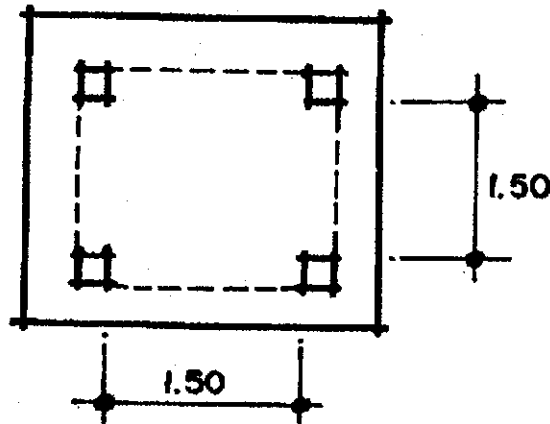


FIGURA No 11
DIMENSIONES DE LOSA

$$t = 1,5 \times 4 / 180 = 0,033$$

$$t_{\min} = 0,10 \text{ m}$$

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

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

$$\text{Sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$v = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P.E.} = 2,40 \text{ T/m}^3$$

Cargas:

$$W \text{ peso propio} = 240 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecargas = 90 kg/m²

Depósito 1000 lt de agua = 450 kg/m²

c.m. = 780 kg/m²

c.m. última = 1092 kg/m²

c.v. última = 170 kg/m²

c.u. = 1262 kg/m²

M = 1,5/1,5 = 1 en ambos sentidos

Caso 1

Ma (+) = 0,036 x 1092 x 1,5 x 1,5 + 0,036 x 170 x 1,5 x 1,5 = 88,45 kg-m

Mb (+) = 0,036 x 1092 x 1,5 x 1,5 + 0,036 x 170 x 1,5 x 1,5 = 88,45 kg-m

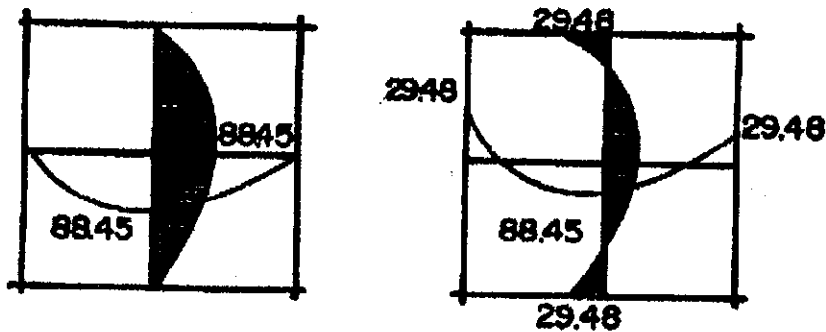


FIGURA No.12
DIAGRAMA DE MOMENTOS

t = 10 cm

Diámetro = 3/8"

d = 0,95 cm

$$d = 10 - 2 \cdot 0,95 / 2 = 7,52 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ mín} = 1,51 \text{ cm}^2$$

$$1,51 \text{-----} 1\text{m}$$

$$0,71 \text{-----} x \quad x = 0,47 > 3t = 30 \text{ cm}$$

Usar # 3 @ 0,30 m

$$x \text{ cm}^2 \text{-----} 1\text{m}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{---} 0,30 \text{ m} \quad x = A_s \text{ mín} = 2,37 \text{ cm}^2$$

$$M A_s \text{ mín}^* = 438,35 \text{ kg-m} > \text{ todos los momentos}$$

2.4.2. Diseño Estructural

La determinación de las fuerzas y deformaciones que se producen en una estructura debido a la aplicación de cargas, se llama: Análisis Estructural. El diseño estructural incluye el arreglo y dimensiones de las estructuras y sus partes, de tal manera que, las mismas soporten satisfactoriamente las cargas colocadas sobre ellas para que de esta forma cumplan, adecuadamente, las funciones que están destinadas a desempeñar.

El diseño estructural implica lo siguiente: la disposición general de las estructuras, estudio de los posibles tipos o formas estructurales que representen soluciones factibles, consideración de las condiciones de carga, análisis y diseño preliminar de las soluciones posibles, selección de una solución y análisis y diseño estructural final de la estructura, incluyendo la preparación de planos.

El análisis completo de una estructura suele requerir de un conocimiento de los tamaños de todos sus miembros, que están determinados por decisiones de diseño y deben basarse en el conocimiento de las fuerzas en la estructura que resulta de un análisis con estimaciones iniciales o diseño preliminar. El diseño preliminar, a menudo, está basado en un análisis más o menos burdo o simple y está muy influido por la experiencia y el criterio del diseñador. Habiendo determinado un conjunto

inicial de tamaños de los miembros; puede hacerse un análisis más detallado para determinar las fuerzas y desplazamientos; conduciendo a un prediseño y a un análisis subsecuente.

Este proceso de análisis y diseño estructural es un paso muy importante para alcanzar el objetivo final de la ingeniería: una estructura segura y económica. Los errores cometidos en el análisis durante cualquier fase de un proyecto pueden resultar catastróficos en grado extremo, generando, quizá, una cuota muy alta de pérdidas de vida o de dinero. Es por esta razón que los análisis son revisados y comprobados por diferentes personas dentro de una empresa, incluso los aparentes infalibles resultados de los análisis efectuados por computadora deben ser revisados de modo exhaustivo.

Los elementos estructurales que constituyen la torre se describen a continuación:

Vigas: son aquellos elementos sometidos a flexión. Se trata de elementos, generalmente, usados en posición horizontal y sujetos a carga por gravedad y verticales normales a su eje. Una viga resiste y transmite a sus apoyos la carga por medio de flexión y cortante.

La variación de esfuerzos normales a lo largo de la sección, define una resultante de compresión y una de tensión que deben ser iguales ya que la carga axial externa es nula. La magnitud del momento máximo que puede resistir la sección, está definida por la magnitud de las resultantes de esfuerzos internos de tensión y compresión que pueden desarrollarse, y del brazo de palanca de dichas fuerzas. En vigas los diagramas de momentos y de cortantes varían de una a otra sección, según la forma de apoyo y el tipo de carga.

Columnas: Son elementos sujetos a compresión y flexión. Cuando es inclinada recibe el nombre de puntal, y cuando solamente está sujeta a compresión, se le llama poste.

El estado de compresión perfectamente axial es meramente ideal en las estructuras ya que, por las condiciones de continuidad o imperfección de la construcción, siempre se presentan excentricidades de la carga aplicada, las cuales dan lugar a que ésta se encuentre acompañada de cierta flexión. El estado de

compresión lleva como característica fundamental la posibilidad de pandeo. En el poste la resistencia no depende sólo del área transversal y del esfuerzo resistente del material, sino del módulo de elasticidad, de la longitud del elemento, de las condiciones de apoyo y de la sección. El problema de apoyo es de importancia marginal ya que su reacción puede transmitirse por apoyo directo sobre otro elemento estructural.

Cimientos: subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura. Dicha cimentación debe satisfacer los objetivos de: 1. Limitar el asentamiento total a una cantidad pequeña aceptable y 2. Eliminar el asentamiento diferencial hasta donde sea posible. Para limitar los asentamientos el cimiento debe construirse sobre un suelo con suficiente resistencia a deformación y a carga, la cual debe ser distribuida sobre una superficie grande del suelo.

Los tipos de cimentación se dividen en: 1. Superficiales (zapatas individuales, cimientos combinados, losa de cimentación). 2. Profundas (pilotes). y 3. Semiprofundas (pozo de cimentación).

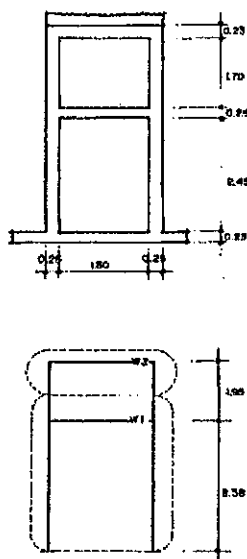


FIGURA No. 13
DIMENSIONES DE TORRE

$$1) W2 = 3 \times 3 \times 450 + 0,25 \times 0,25 \times 3 \times 4 \times 2400 + 0,25 \times 0,25 \times 1 \times 4 = 5851 \text{ kg} = 5,85 \text{ T}$$

$$0,25 \times 3 \times 3 \times 500 = 1125 \text{ kg} = 1,13 \text{ T}$$

$$w2 = 6,98 \text{ T}$$

$$W1 = 0,25 \times 0,25 \times 1,5 \times 2400 \times 4 + 0,25 \times 0,25 \times 3,56 \times 2400 \times 4 = 3036,00 \text{ kg} = 3,04 \text{ T}$$

$$WT = 5,85 + 3,04 = 8,89 \text{ T}$$

$$V = ZIKCS W$$

$$V = 1 \times 1 \times 0,67 \times 0,12 \times 1,17 \times 8,89$$

$$V = 0,84$$

$$t = 0,31$$

$$c = 0,10$$

$$t = 0,0906 \times 1,53 / \text{sqr } 1,75 = 0,31$$

$$c = 1 / (15 \times \text{sqr } 0,31) = 0,12$$

$$s = 0,14 / 0,12 = 1,17$$

Cargas por Nivel

$$Ft = 0,25 \text{ tv} \quad t = > 0,25 \text{ s}$$

$$Ft = 0,25 \times 0,31 \times 0,84 = 0,65$$

$$F2 = ((0,84 - 0,065) \times 8,89 \times 4,53 / (8,89 \times 4,53 + 3,04 \times 3,56)) = 0,61 \text{ T.}$$

$$F1 = ((0,84 - 0,065) \times 3,04 \times 4,53 / (8,89 \times 4,53 + 3,04 \times 3,56)) = 0,17 \text{ T.}$$

Fuerzas por piso:

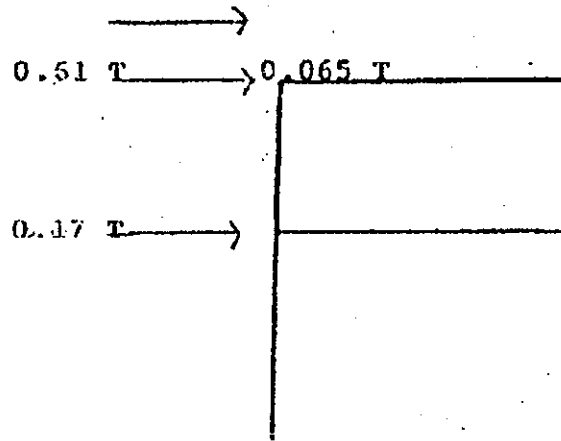


FIGURA No. 14
FUERZA POR PISO

Fuerzas por marco:
 $F_m = F_{\text{piso}} / \text{No marcos.}$

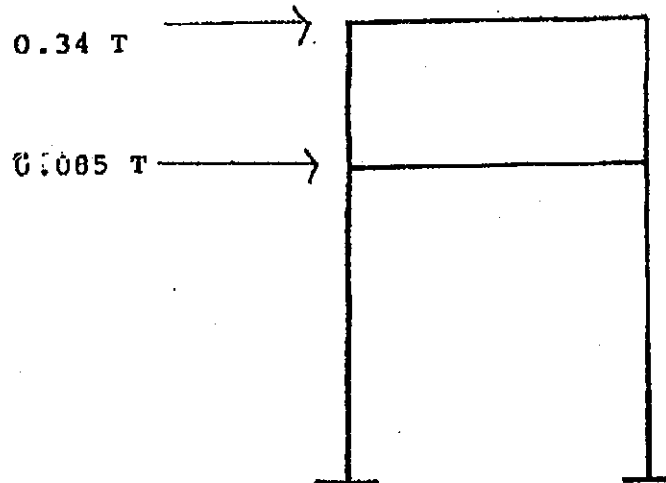


FIGURA No. 15
FUERZA POR MARCO

2.4.3. Análisis Estructural:

Método a utilizar: matriz de rigideces.

También llamado método de los desplazamientos o del equilibrio. Son los desplazamientos de los nudos necesarios que sirven para describir totalmente la forma deformada de la estructura. Se usa un conjunto de ecuaciones para determinar los desplazamientos, que se sustituyen en las relaciones fuerza - deformación de cada elemento para determinar las diversas fuerzas o movimientos internos. Es el método matricial que puede programarse más fácilmente para un uso general.

Las incógnitas en este método son los desplazamientos de los nudos de la estructura. El número de incógnitas que deben calcularse es igual al grado de indeterminación cinemática. El método de los desplazamientos puede usarse tanto en estructuras isostáticas como en estructuras estáticamente indeterminadas.

Como se mencionó anteriormente, cuando una estructura se analiza con el método de la rigidez, se consideran los desplazamientos de los nudos (traslaciones y rotaciones) como las incógnitas inmediatas. Se escriben ecuaciones de equilibrio en cada nudo de la estructura de la forma:

- El primer paso en el análisis consiste en aplicar fijaciones imaginarias en los nudos para prevenir todos los desplazamientos.
- La estructura fija se supone bajo la acción de todas las cargas, excepto aquellas que corresponden a los desplazamientos desconocidos.
- Se deben considerar los momentos por causa de las acciones de las restricciones Ad_l (contra la estructura fija) correspondientes a los desplazamientos D causados por las cargas que actúan sobre la estructura. Se encuentran con el auxilio de las fórmulas para momentos de empotramiento en vigas.
- Las ecuaciones lineales obtenidas en los pasos anteriores, se resuelven, simultáneamente, para encontrar los desplazamientos de los nudos. La siguiente fórmula es la forma matricial como se representa este paso:

$$Ad = Ad_l + SD$$

En donde Ad representa las acciones en el elemento original correspondiente a los desplazamientos de nudo desconocidos D , el vector Ad_l representa acciones en la

estructura fija correspondiente a los desplazamientos de nudo desconocidos y causados por las cargas (esto es, todas las cargas aquellas correspondientes a los desplazamientos desconocidos) y S es la matriz correspondiente a los desplazamientos desconocidos. Estas matrices componentes Ad, Adl, S y D, tendrán tantos renglones como existan desplazamientos de nudo desconocidos:

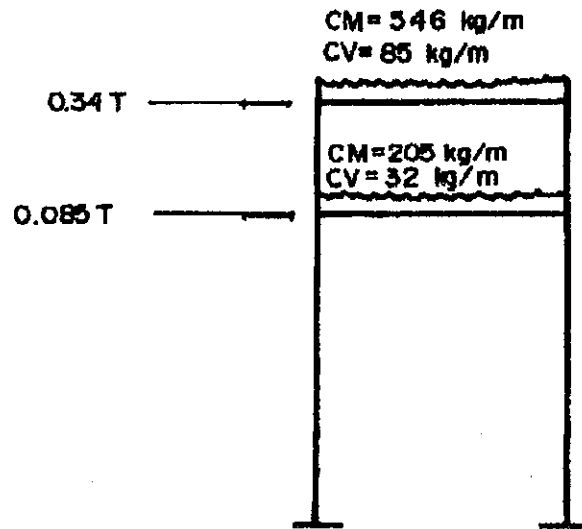
Como elementos Ad, Adl y S pueden obtenerse a partir de la estructura fija, despejando la ecuación anterior, para los desplazamientos desconocidos se tendrá:

$$D = S^{-1} (Ad - Adl)$$

Estos desplazamientos se usan, luego, para determinar las fuerzas o momentos internos en los elementos, así como las reacciones en los apoyos, mediante otro sistema de matrices en términos de acciones y reacciones de extremo, así como de los desplazamientos desconocidos.

Para analizar estructuras por medio del método de la rigidez, se utiliza un programa de análisis estructural matricial llamado PAEM. El PAEM está diseñado para operar como una "caja negra" o, sea, el usuario sólo necesita suministrar los datos especificados de entrada y la computadora ejecutará el análisis y proporcionará los resultados, automáticamente.

Cargas actuantes:



Deformaciones desconocidas:

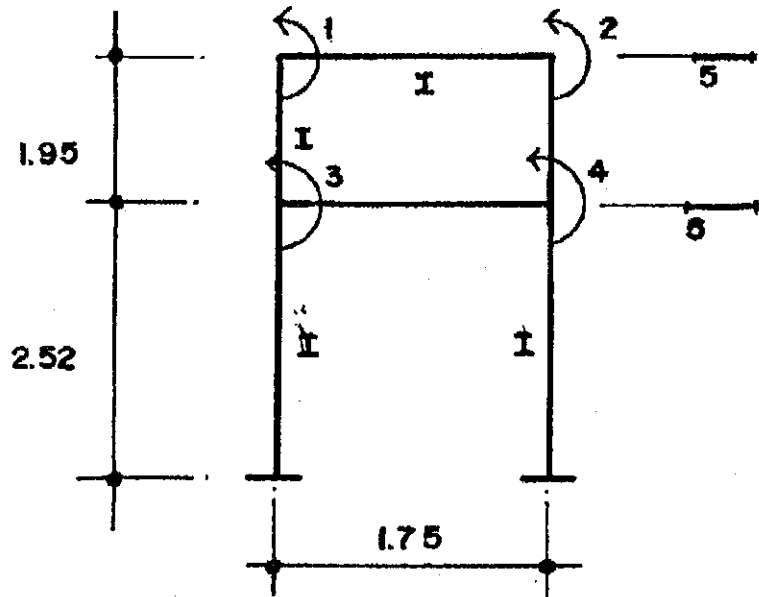


FIGURA No. 16
CARGAS ACTUANTES Y DEFORMACIONES DESCONOCIDAS

Vectores de cargas existentes por la fórmula:

Carga muerta:

0	-	$0,55 \times 1,75^2 / 12$
0		$-0,55 \times 1,75^2 / 12$
0		$0,21 \times 1,75^2 / 12$
0		$-0,21 \times 1,75^2 / 12$
0		0
0		0

Carga viva:

0	-	$0,085 \times 1,75^2 / 12$
0		$-0,085 \times 1,75^2 / 12$
0		$0,032 \times 1,75^2 / 12$
0		$-0,032 \times 1,75^2 / 12$
0		0
0		0

Carga sísmica:

0	-	0
0		0
0		0
0		0
0,34		0
0,085		0

Matriz de rigideces:

El x	$4/1,75 + 4/1,95$	$2/1,75$	$2/1,95$
	$2/1,75$	$4/1,75 + 4/1,95$	0
	$2/1,95$	0	$4/1,95 + 4/1,75 + 4/2,58$
	0	$2/1,95$	$2/1,75$
	$6/1,95^2$	$6/1,95^2$	$6/1,95^2$
	$-6/1,95^2$	$-6/1,95^2$	$6/2,58^2 - 6/1,95^2$
	0	$6/1,95^2$	$-6/1,95^2$
	$2/1,95$	$6/1,95^2$	$-6/1,95^2$
	$2/1,75$	$6/1,95^2$	$6/2,58^2 - 6/1,95^2$
	$4/1,75 + 4/1,95 + 4/2,58$	$6/1,95^2$	$6/2,58^2 - 6/1,95^2$
	$6/1,95^2$	$24/1,95^3$	$-24/1,95^3$
	$6/2,58^2 - 6/1,95^2$	$-24/1,95^3$	$24/1,95^3 - 24/2,58^3$

Diagramas de carga:

a) Carga muerta

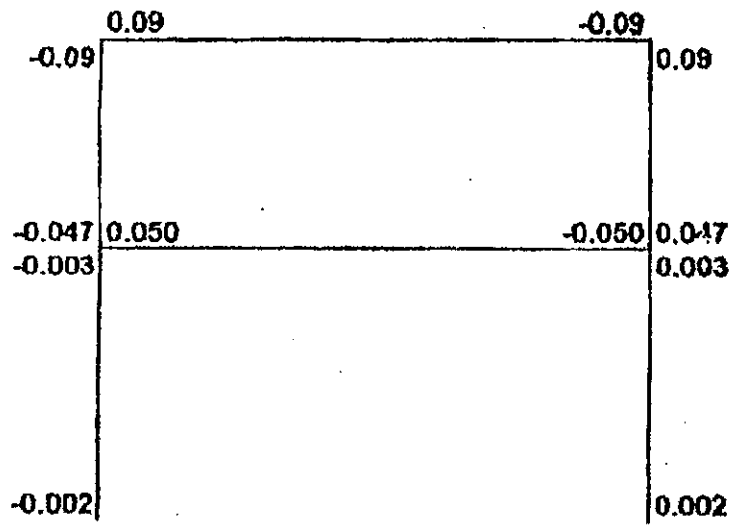


DIAGRAMA DE MOMENTOS

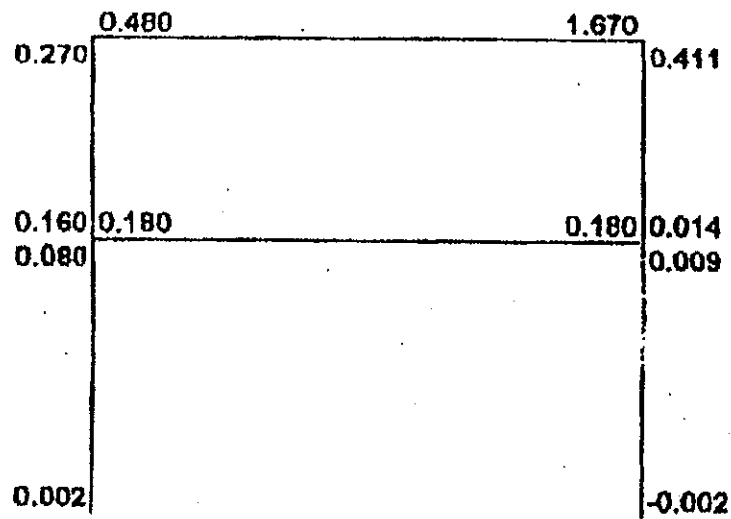


DIAGRAMA DE CORTE

FIGURA No. 17
CARGA MUERTA

b) Carga viva:

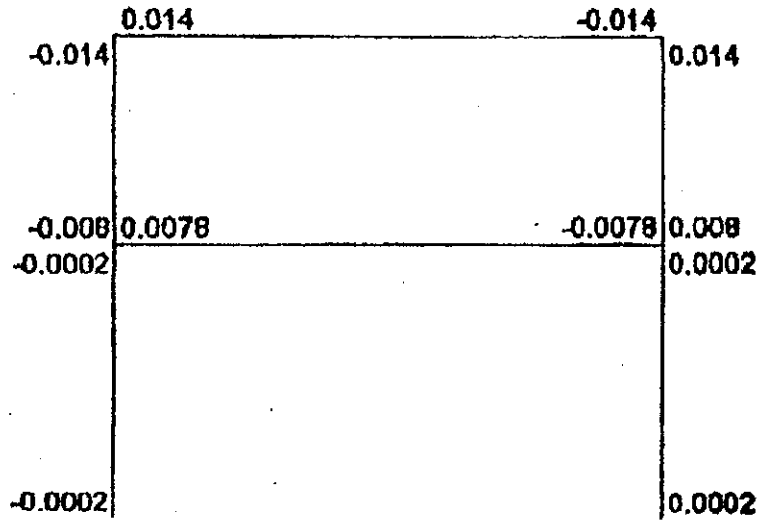


DIAGRAMA DE MOMENTOS

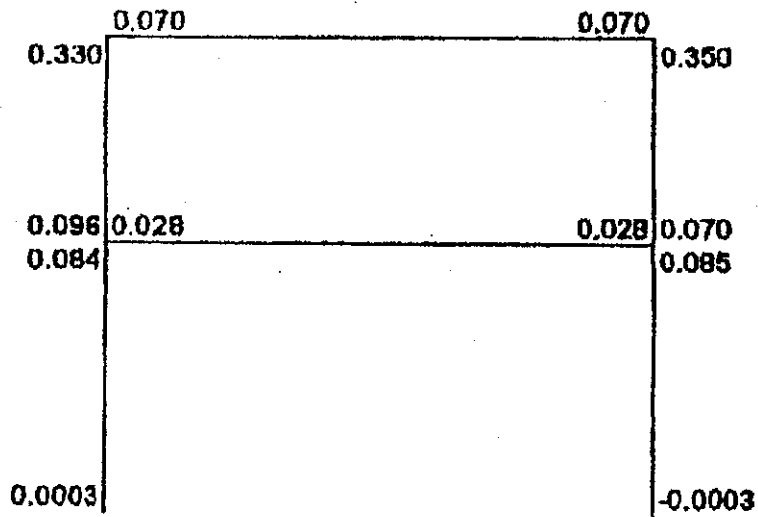


DIAGRAMA DE CORTE

FIGURA No. 18
CARGA VIVA

c) Carga por sismo:

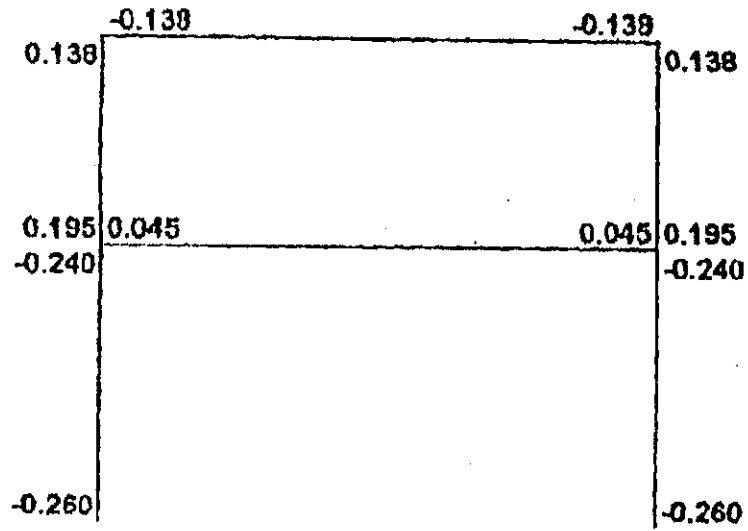


DIAGRAMA DE MOMENTOS

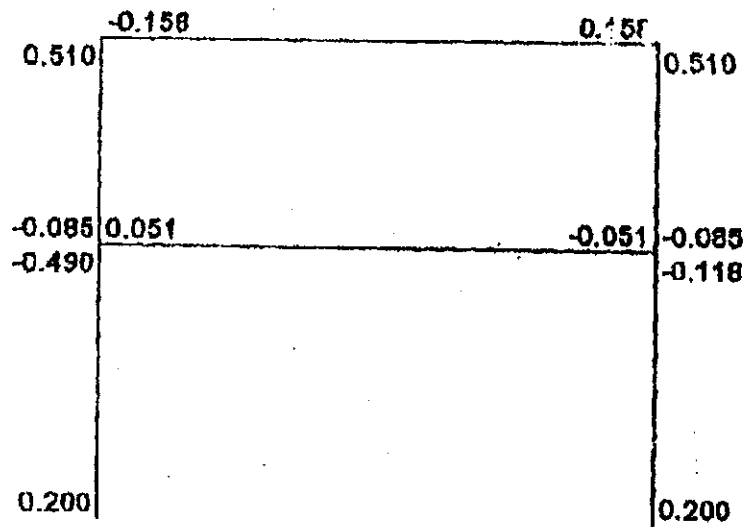


DIAGRAMA DE CORTE

FIGURA No. 19
CARGA POR SISMO

d) Envolverte de momentos

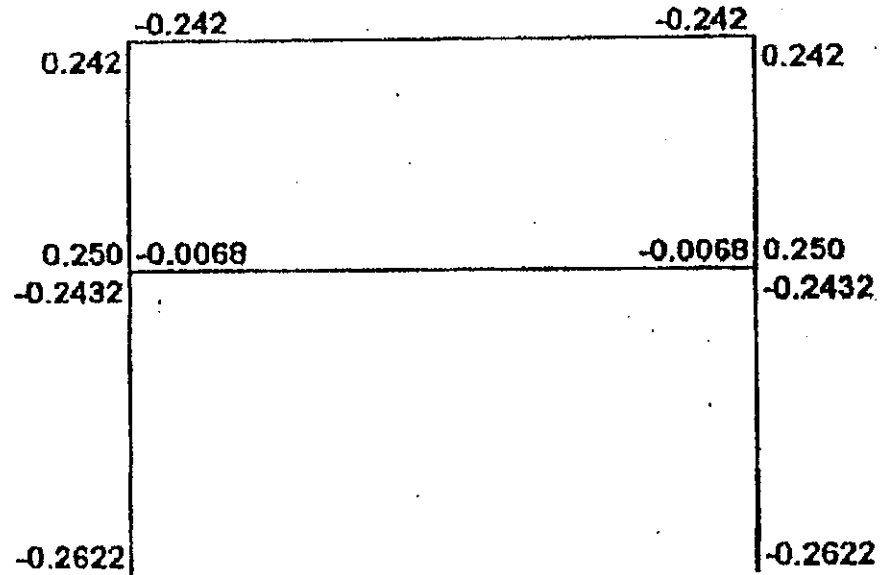


FIGURA No. 20
ENVOLVENTE DE MOMENTOS

2.4.4. Refuerzo Estructural

Diseño de vigas.

$$M_u = \phi \times (A_s \times F_y \times (d - A_s \times F_y / (1.7 \times f'_c \times b)))$$

$$120 \times 100 = 0,90 \times (A_s \times 2810 \times (20 - A_s \times 2810 / (1.7 \times 210 \times 25)))$$

$$12,000 = 50,580 A_s - 797 A_s^2$$

$$A_s^2 - 64 A_s + 15 = 0$$

$$A_{s1} = 63.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 0.23 \text{ cm}^2 \quad \text{ok.} \quad A_s (-)$$

$$M = w l^2 / 24$$

$$12,000 = w \times 1,75^2 / 24$$

$$w = 94,040.81 \text{ kg/m}$$

$$M_c = 20,571.43$$

$$20,571.43 = 50,580 A_s - 797 A_s^2$$

$$A_s^2 - 64 A_s^2 + 26 = 0$$

$$A_{s1} = 63.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 0.41 \text{ cm}^2 \quad \text{ok} \quad A_s (+)$$

$$A_s \text{ mín} = \text{mín} \times b \times d$$

$$= 5.02 \text{ E} - 3$$

$$A_s \text{ mín} = 5.02 \text{ E} - 3 \times 25 \times 20 = 2.51 \text{ cm}^2 > A_s (+) = 0.41 \text{ cm}^2$$

$$> A_s (-) = 0.23 \text{ cm}^2.$$

$$A_s \text{ max} = \text{max} \times b \times d$$

$$\text{max} = 0.0186703$$

$$A_s \text{ max} = \text{max} \times b \times d = 0.0186703 \times 25 \times 20 = 9.34 \text{ cm}^2 > A_s (+) \quad \text{ok}$$
$$> A_s (-) \quad \text{ok}$$

Proposición de armado

Requisitos sísmicos (ACI)

Superior

$$ASCS = 2 \text{ varillas} = 1,42 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ mín} = 2.51 \text{ cm}^2$$

$$0.33 A_s (-) = 0.83 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

Inferior

$$ASCI = 2 \text{ varillas} = 1.42 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

$$0.5 A_s (+) = 1.26 \text{ cm}^2$$

$$0.5 A_s (-) = 1.26 \text{ cm}^2$$

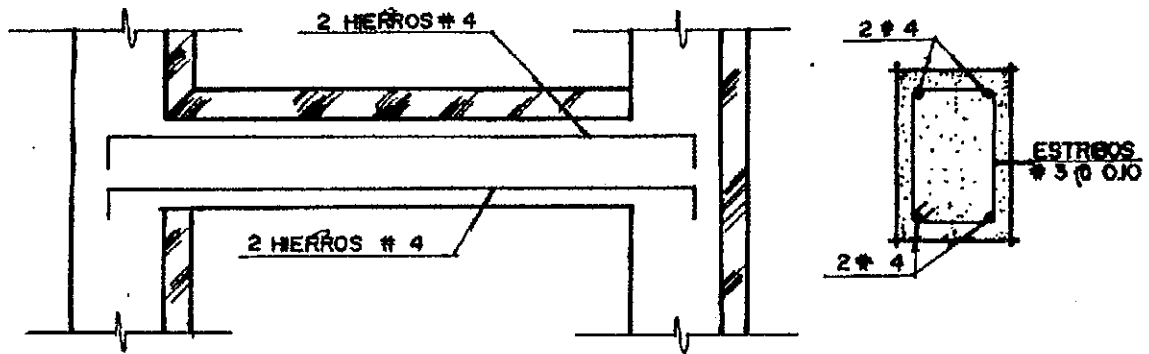


FIGURA No. 21
REFUERZO DE VIGA

2.4.5 Cimentación

$$M_{ux} = 0.25 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{uy} = 0.25 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$P = 1.9 \text{ T}$$

Datos:

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_s = 1.3 \text{ T/m}^3$$

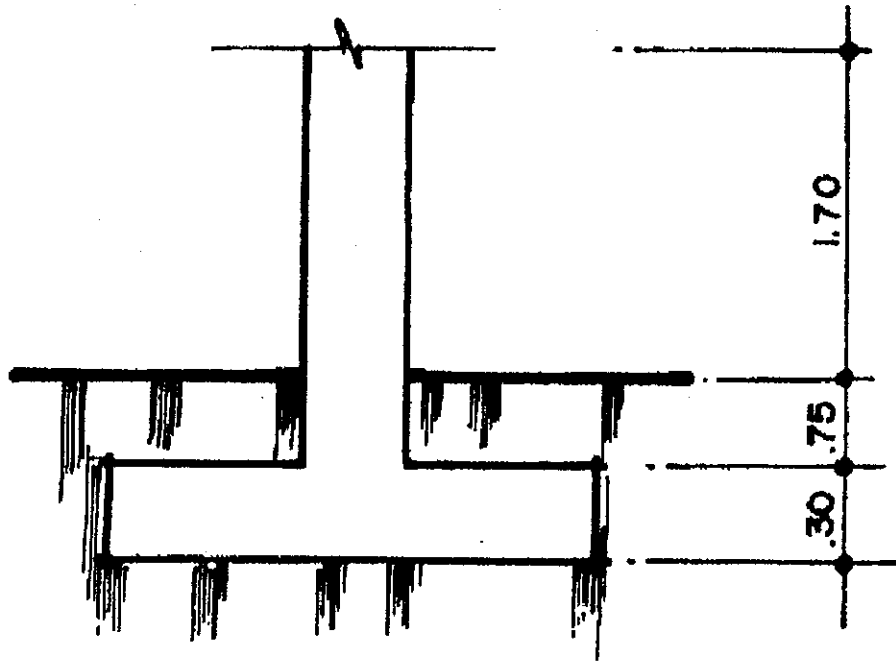


FIGURA No. 22
CIMENTACIÓN

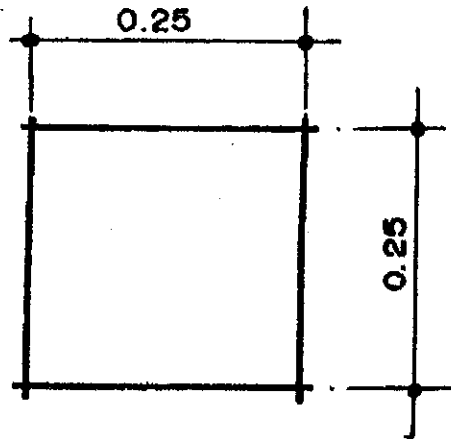


FIGURA No. 23
DIMENSIONES DE LOSA

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{F.C.U.} = 1.49 = (1.4\text{cm} + 1.7\text{cv})/(\text{cm} + \text{cv})$$

$$V_s = 16\text{T/m}^2 \quad V_c = 2.4 \text{ T/m}^3$$

1) Determinar cargas de servicio

$$P = 1.9/1.49 = 1.28 \text{ T}; M_x = 0.25/1.49 = 0.17; M_y = 0.25/1.49 = 0.17 \text{ T} \cdot \text{m}$$

2) Primera estimación de área de zapata

$$A_z = 1.5 P' / V_s = 1.5 \times 1.28 / 16 = 0.12 \text{ m}^2$$

$$\text{probar zapata de } 0.35 \times 0.35 = 0.123 \text{ m}^2$$

$$P_s = 0.123 \times 0.75 \times 1.4 = 0.13$$

$$P_c = 0.123 \times 0.30 \times 2.4 = 0.09$$

$$P_{col} = 0.25 \times 0.25 \times 4.4 \times 2.4 = \frac{0.66}{0.88 \text{ T}}$$

$$P = 1.28 + 0.88 = 2.16 \text{ T}$$

Las presiones en la zapata son.

$$Q = 2.16/0.123 \pm 0.17/(0.35 \times 0.35^2/6) \pm 0.17/(0.35 \times 0.35^2/6) =$$

$$q_1 = 65.14 > V_s = 16 \text{ T/m}^2 \text{ aumentar } A_z; q_2 = -30.02 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ ok.}$$

2º tanteo: probar zapata de $0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ m}^2$

$$P' = 1.28 \text{ T}$$

$$P_s = 0.25 \times 0.75 \times 1.4 = 0.26$$

$$P_c = 0.25 \times 0.30 \times 2.4 = 0.18$$

$$P_{col} = 0.25 \times 0.25 \times 4.4 \times 2.4 = \frac{0.66}{1.10}$$

$$1.10$$

$$P = 1.28 + 1.10 = 2.38 \text{ T}$$

$$q = 2.38/0.25 \pm 0.17/(0.5^{3/6}) \pm 0.17/(0.5^{3/6}) =$$

$$q_1 = 25.84 \text{ T/m}^2 > V_s = 25.84 \text{ T/m}^2 > V_s = 16 \text{ T/m}^2 \text{ aumentar \u00e1rea de zapata}$$

$$q_2 = -6.8 \text{ T/m}^2 > 0$$

3er tanteo: probar zapata de $0.8 \times 0.8 = 0.64 \text{ m}^2$

$$P' = 1.28 \text{ T}$$

$$P_s = 0.64 \times 0.75 \times 1.4 = 0.67$$

$$P_c = 0.64 \times 0.30 \times 2.4 = 0.46$$

$$P_{col} = 0.25 \times 0.25 \times 4.4 \times 2.4 = \underline{0.66}$$

$$1.10$$

$$P = 1.28 + 1.10 = 2.38 \text{ T}$$

$$q = 2.38/0.25 \pm 0.17/(.5^{3/6}) \pm 0.17/(0.5^{3/6})$$

$$q_1 = 25.84 \text{ T/m}^2 > V_s 16 \text{ T/m}^2 \text{ aumentar \u00e1rea de zapata}$$

$$q_2 = -6.8 \text{ T/m}^2 > 0$$

3er tanteo: probar zapata de $0.8 \times 0.8 = 0.64 \text{ m}^2$

$$P' = 1.28 \text{ T}$$

$$P_s = 0.64 \times 0.75 \times 1.4 = 0.67$$

$$P_c = 0.64 \times 0.30 \times 2.4 = 0.46$$

$$P_{col} = 0.25 \times 0.25 \times 4.4 \times 2.4 = \underline{0.66} = 1.79$$

$$P = 1.28 + 1.79 = 3.07$$

$$q = 3.07/0.64 \pm 0.17 \times 2 / (0.8^{3/6}) =$$

$$q_1 = 8.78 \text{ T/m}^2 > V_s = 16 \text{ T/m}^2 > v_s = 16 \text{ T/m}^2 \quad \text{ok}$$

$$q_2 = 0.81 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ ok}$$

Cálculo de presión de diseño:

$$q_{u \text{ max}} = \text{FCU} \times q \text{ max}$$

$$q_{\text{dis}} = q_{u \text{ max}} \quad \text{asumido sobrediseñado}$$

$$q_{du} = 8.78 \times 1.49 = 13.08 \text{ T/m}^2$$

Diseño del peralte del cimiento

- Chequeo por corte simple

$$\text{1er tanteo: asumiendo } d = 0.23 \text{ cm (} t = 0.30 \text{)}$$

Cálculo del corte actuante

$$V_{\text{act}} = 0.05 \times 0.08 \times 13.08$$

$$V_{\text{act}} = 0.52 \text{ T}$$

Cálculo del corte resistente.

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{281} \times 80 \times 23/1000$$

$$V_r = 13.90 \text{ T}$$

$$V_r > V_{\text{act}} \quad \text{ok}$$

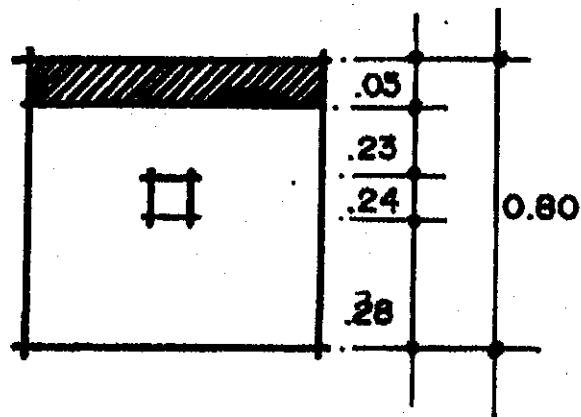


FIGURA No. 24
CORTE SIMPLE

- Chequeo por corte punzonante

1er tanteo: $d = 0.23\text{m}$

$$V_{act} = (0.8^2 - 0.48^2) \times 13.08$$

$$V_{act} = 5.36 \text{ T}$$

$$V_r = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{281} \times 48 \times 4 \times 23 / 100$$

$$V_r = 66.70 \text{ T}$$

$V_r > V_{act}$ ok

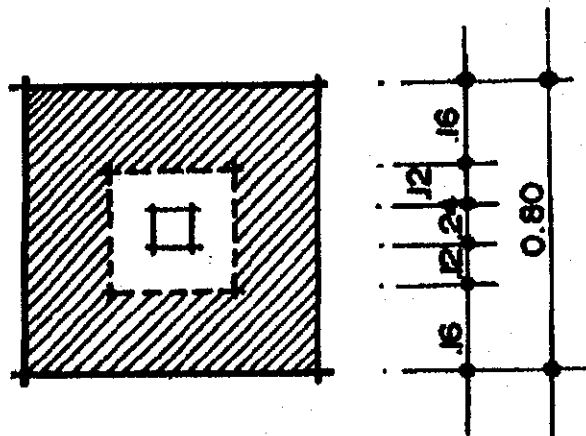


FIGURA No. 25
CORTE PUNZONANTE

- Chequeo por flexión:

$$M_u = w l^2 / 2 = 13.08 \times 0.275^2 / 2 = 0.50 \text{ T - m/m}$$

con: $M_u = 0.50 \text{ T - m/m}$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$d = 23 \text{ cm}$$

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

$$M = o x (As x Fy x (d - As x Fy / (1.7 x f' c x b)))$$

$$500 x 100 = 0.90 x (As x 2810 x (23 - As x 2810 / (1.7 x 21 x 100)))$$

$$50,000 = 58,167 As - 1,991 As^2$$

$$As^2 - 29.21As - 25.11 = 0$$

$$As1 = 28.32 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 0.89 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

cálculo del desplazamiento

con acero # 3

$$0.88 \text{-----} 100 \text{cm} \quad \}$$

$$0.71 \text{-----} S \quad \} \quad s = 81 \text{ cm}$$

colocar # 3 @ 81 cm.

PRESUPUESTO DE MATERIALES
CANAHAN

Para integrar los costos de construcción de los proyectos, se tomó el criterio de cuantificar primero los materiales más desperdicios del 5%. Los precios unitarios son propios de la región. Para determinar los costos adicionales se consideró un porcentaje del costo de materiales de la siguiente forma, 30% para mano de obra calificada (albañilería), 15% para mano de obra no calificada, 5% para transporte, 15% para imprevistos y 15% para utilidad. Los criterios de costos se basan en las experiencias de construcción que la institución Médicos Sin Fronteras - España ha tenido anteriormente.

No.	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	C.U.	C.T.
1.	CAPTACIÓN				
	PIEDRA BOLA	m3	18,00	Q100,00	Q1.600,00
	CEMENTO	saco	20,00	Q30,00	Q600,00
	ARENA	m3	2,50	Q60,00	Q150,00
	PIEDRIN	m3	2,50	Q110,00	Q275,00
	ACERO 3/8" GRADO 40	varilla	20,00	Q10,00	Q200,00
	ACERO 1/4" GRADO 40	varilla	2,00	Q4,50	Q9,00
	NYLON PLÁSTICO	yarda	2,00	Q5,00	Q10,00
	TAPADERA METALICA 1.42X1.42	u	1,00	Q200,00	Q200,00
	CANDADO PARA INTEMPERIE	u	2,00	Q80,00	Q160,00
	PICHACHA 1"	u	1,00	Q50,00	Q50,00
	ABRAZADERA DE ALUMINIO 2"	u	1,00	Q5,00	Q5,00
	VÁLVULA DE COMPUERTA 2"	u	1,00	Q70,00	Q70,00
	TUBO PVC 2" 160PSI	u	8,00	Q35,00	Q280,00
	CODO 2" 90	u	1,00	Q20,00	Q20,00
	CODO 1" 45	u	2,00	Q15,00	Q30,00
	TOTAL DE RENGLON				Q3.659,00
2.	DEPOSITO LLENACANTAROS				
	PIEDRA BOLA	m3	2,50	Q100,00	Q250,00
	CEMENTO	u	9,00	Q30,00	Q270,00
	ARENA	m3	1,50	Q60,00	Q90,00
	PIEDRIN	m3	1,50	Q110,00	Q165,00
	ACERO 3/8" GRADO 40	varilla	2,00	Q10,00	Q20,00
	ALAMBRE DE AMARRE	libra	1,00	Q4,00	Q4,00
	CHORRO 1"	u	2,00	Q5,00	Q10,00
	ADAPTADOR HEMBRA 1"	u	2,00	Q3,00	Q6,00
	TUBO PVC 1" 160PSI	u	1,00	Q25,00	Q25,00
	FLOTE 1/2" BRONCE AMERICANO	u	1,00	Q30,00	Q30,00
	VÁLVULA DE GLOBO 1/2"	u	4,00	Q15,00	Q60,00
	CANDADO PARA INTEMPERIE	u	1,00	Q80,00	Q80,00
	VÁLVULA DE COMPUERTA 2"	u	1,00	Q70,00	Q70,00
	CODO PVC 1/2"	u	3,00	Q3,00	Q9,00
	CODO PVC 2" 90	u	4,00	Q20,00	Q80,00
	TEE 2"	u	2,00	Q20,00	Q40,00
	TOTAL DE RENGLON				Q1.216,00
3.	LINEA DE DISTRIBUCION				

TUBO PVC 3/4" 180PSI	u	28,00	Q20,00	Q520,00
TUBO PVC 1" 180PSI	u	68,00	Q25,00	Q1.700,00
TUBO PVC 1 1/4" 180PSI	u	5,00	Q45,00	Q225,00
TEE PVC 1"	u	2,00	Q15,00	Q30,00
TEE PVC 1 1/4"	u	1,00	Q18,00	Q18,00
REDUCTOR PVC 1 1/4"-1"	u	1,00	Q18,00	Q18,00
REDUCTOR PVC 1 1/4"-3/4"	u	1,00	Q18,00	Q18,00
REDUCTOR PVC 1"-3/4"	u	1,00	Q14,00	Q14,00
CODO PVC 1" 90	u	1,00	Q15,00	Q15,00
CODO PVC 3/4" 45	u	1,00	Q10,00	Q10,00
TOTAL DE RENGLON				Q2.568,00

A. COSTO TOTAL DE MATERIALES	Q7.442,00
B. TRANSPORTE	Q1.488,40
C. ALBAÑILERÍA	Q2.232,80
D. AYUDANTES	Q1.116,30
E. IMPREVISTOS	Q1.841,90
F. UTILIDAD	Q2.118,18

G. COSTO TOTAL	Q16.239,37
-----------------------	-------------------

**PRESUPUESTO DE MATERIALES
PUESTO DE SALUD EL PATO**

No.	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	C.U.	C.T.
1.	TORRE ELEVADA				
	CEMENTO	saco	50,00	30,00	1500,00
	ARENA	m3	4,00	60,00	240,00
	PIEDRÍN	m3	4,00	110,00	440,00
	ACERO 1/2" GRADO 40	varilla	27,00	19,00	513,00
	ACERO 3/8" GRADO 40	varilla	64,00	10,00	640,00
	ACERO 1/4" GRADO 40	varilla	2,00	4,50	9,00
	ALAMBRE DE AMARRE	libra	20,00	5,00	100,00
	TINACO	u	1,00	200,00	200,00
	VÁLVULA DE GLOBO 1"	u	1,00	35,00	35,00
	TOTAL DE RENGLÓN				3677,00
2.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
	PIEDRA BOLA	m3	30,00	100,00	3000,00
	CEMENTO	saco	90,00	30,00	2700,00
	ARENA	m3	7,00	60,00	420,00
	PIEDRÍN	m3	7,00	110,00	770,00
	ACERO 3/8" GRADO 40	varilla	70,00	10,00	700,00
	ALAMBRE DE AMARRE	libra	10,00	4,00	40,00
	TUBO PVC 2" 160PSI	u	8,00	35,00	280,00
	CODO PVC 2" 90°	u	3,00	20,00	60,00
	TEE PVC 2"	u	1,00	25,00	25,00
	VÁLVULA DE COMPUERTA 2"	u	1,00	70,00	70,00
	ADAPTADOR MACHO PVC 2"	u	2,00	20,00	40,00
	PICHACHA 1"	u	1,00	50,00	50,00
	BOMBA MANUAL	u	1,00	500,00	500,00
	ADAPTADOR MACHO 1"	u	2,00	15,00	30,00
	TAPADERA METÁLICA	u	1,00	200,00	200,00
	TOTAL DE RENGLÓN				8885,00
3.	LÍNEA DE CONDUCCION				
	TUBO PVC 1" 160PSI	u	10,00	25,00	250,00
	CODO PVC 1" 90°	u	4,00	15,00	60,00
	TANGIT	1/4 GALON	1,00	80,00	80,00
TOTAL DE RENGLÓN				390,00	

A. COSTO TOTAL DE MATERIALES	12952,00
B. TRANSPORTE	2590,4
C. ALBAÑILERIA	3885,6
D. AYUDANTES	1942,8
E. IMPREVISTOS	3205,62
F. UTILIDAD	3686,46

G. COSTO TOTAL	28262,88
----------------	----------

CONCLUSIONES

a) SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO POR LLENACÁNTAROS, PARA LA ALDEA CANAHÁN.

1) Cuando no se dispone de suficiente diferencia de nivel para colocar un tanque de almacenamiento, el tanque - llenacántaros proporciona soluciones para el almacenamiento de agua, debido a que desde el punto de captación hasta el punto de consumo no existe interrupción en la presión, como sucede en el caso de existir un tanque de almacenamiento o cajas rompensión, para los cuales en esos puntos la presión se convierte en cero, y de no contarse con suficiente diferencia de nivel, el sistema no trabaja con adecuada velocidad en el traslado del agua. Por lo anterior, se observó la eficiencia de este sistema ya que se aprovechó la totalidad de la altura disponible, para convertirla en presión y velocidad en el sistema.

2) En este caso se utilizó un depósito - llenacántaros construido de concreto ciclópeo en su estructura masiva debido a lo accesible del material.

b) SISTEMA DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO PARA EL PUESTO DE SALUD DE LA ALDEA EL PATO.

1) El agua de lluvia es un recurso que generalmente no se utiliza para consumo humano, pero en condiciones de falta total de fuentes de agua, se observa que puede ser muy útil, ya que responde a las necesidades vitales de las personas. Se concluye entonces que es definitivamente un recurso alternativo, que puede resultar muy económico para realizar otras labores domésticas que no sean de consumo humano.

RECOMENDACIONES

De la ejecución:

A la institución internacional Médicos sin Fronteras - España, se le recomienda:

- 1) Considerar la contratación de un Ingeniero Civil para la ejecución de la obra ya que el trabajo de captación del nacimiento es delicado y necesita una atención particular y especializada.
- 2) No permitir la utilización de materiales que no cumplan con las características planteadas en este trabajo, de lo contrario, la calidad de la obra no será garantizada y duradera.
- 3) La contratación de personal técnico (albañiles) de reconocida experiencia.
- 4) Que la mano de obra no calificada, transporte y algunos materiales, sea el aporte de la comunidad.
- 5) Ejecutar los trabajos en época de verano.

A la comunidad se le recomienda:

- 1) Alternativamente regular el agua que entra a los depósitos por medio de las llaves de paso y lograr que entre casi la misma cantidad simultáneamente a uno de ellos. Lo anterior, a pesar de que el sistema está diseñado para ser utilizado por medio válvulas de flote que permiten que los tanques se lleven de uno en uno.

XIII

- 2) Se recomienda chequear periódicamente el canal de aviso, para saber exactamente si la válvula de flote está arruinada o no.
- 3) Se recomienda limpiar todas las cajas para evitar la acumulación de lanilla y concentración de suciedad. Esto deberá hacerse cada 6 meses.
- 4) Chequear el estado de los candados para intemperie y cambiarlos si es necesario.
- 5) Verificar periódicamente posibles fugas. Reparar tubería y accesorios, si es necesario.

REFERENCIAS

- 1) Trutmann, O. El Teodolito y su empleo, Wild Heerbrugg Ltda., Suiza.
- 2) Trutmann, O. La Nivelación, Wild Heerbrugg Ltda., Suiza.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Reglamento de las Construcciones del Concreto Reforzado, Litografía Magno Graf, México. 1979
- 2) Ing. Armando Vides Tobar, Enseñanza Práctica en la Construcción de la Vivienda, Editorial Piedra Santa, Guatemala. 1976.
- 3) Kidder - Parker, Manual del Arquitecto y del Constructor, Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana, México. 1957.
- 4) Donis Quevedo Herman René, Análisis Comparativo de Muros de Retención de Gravedad y en Voladizo, Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1974.
- 5) Paredes Ruiz Paola Anaitee, Guía Teórica y Práctica del Curso de Diseño Estructural: Tesis de graduación de Graduación Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1996.
- 6) Marte Vidal Julia - Torres Kraudy Aída, Pequeñas Obras de Captación de Agua de Lluvia y su Factibilidad en el Municipio de Santa María de Jesus, Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1989.
- 7) Perdomo Cordón Danilo Antonio, Guía Teórica y práctica del Curso Concreto Armado 1, Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1987.

ANEXOS

ANEXO 1

LIBRETA DE TOPOGRAFÍA

EST.	P.O.	RUMBO	DIST.(M)
1	0	S18o00'00"E	25.00
1	11	N43o12'15"W	34.30
11	12	N FRANCO	67.82
1	2	S78o00'00"E	12.00
2	3	N75o20'00"E	40.00
3	4	N73o20'00"E	40.00
4	5	N75o14'00"E	11.35
5	6	S79o00'00"E	20.00
6	7	S79o00'00"E	29.00
4	13	S45o00'00"E	112.00
7	8	S79o00'00"E	17.00
8	14	N11o00'00"E	45.00
8	9	S79o00'00"E	42.00
9	10	S11o00'00"W	70.00

ANEXO 2

ANÁLISIS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

Ciudad Universitaria, Zona 12

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5958

EXAMEN QUÍMICO SANITARIO

INF No. 17175

MUESTRA DE: Agua
RECOLECTADA POR: José Licinio Flores
LUGAR:
FUENTE:
Sapozalá - Cobán

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 12-10-94; 10:00
FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 12-10-94; 8:30
CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

RESULTADOS

1. ASPECTO: Clara	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA (EN EL MOMENTO DE RECOLECCIÓN):
2. COLOR: 1.0 Pt. color	5. SABOR: ----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 76.0 μ mhos/cm
3. TURBIEDAD: 0.4 NTU	6. P.H.: 6.9	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITRÓGENO ORGÁNICO	0.021	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	380.0
2. AMONIACO NH ₃	0.128	7. CLORUROS Cl ⁻	17.00	13. SÓLIDOS TOTALES	465.0
3. NITRITOS NO ₂ ⁻	0.000	8. FLUORUROS F ⁻	0.00	14. SÓLIDOS VOLÁTILES	175.0
4. NITRATOS NO ₃ ⁻	0.220	9. SULFATOS	50.00	15. SÓLIDOS FINOS	290.0
5. OXÍGENO DISUELTUO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.00	16. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	3.0
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDRÓXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	320.0	320.0

OTRAS DETERMINACIONES:

TÉCNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.M.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGULADOR NSO
Y OJO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI) GUATEMALA.

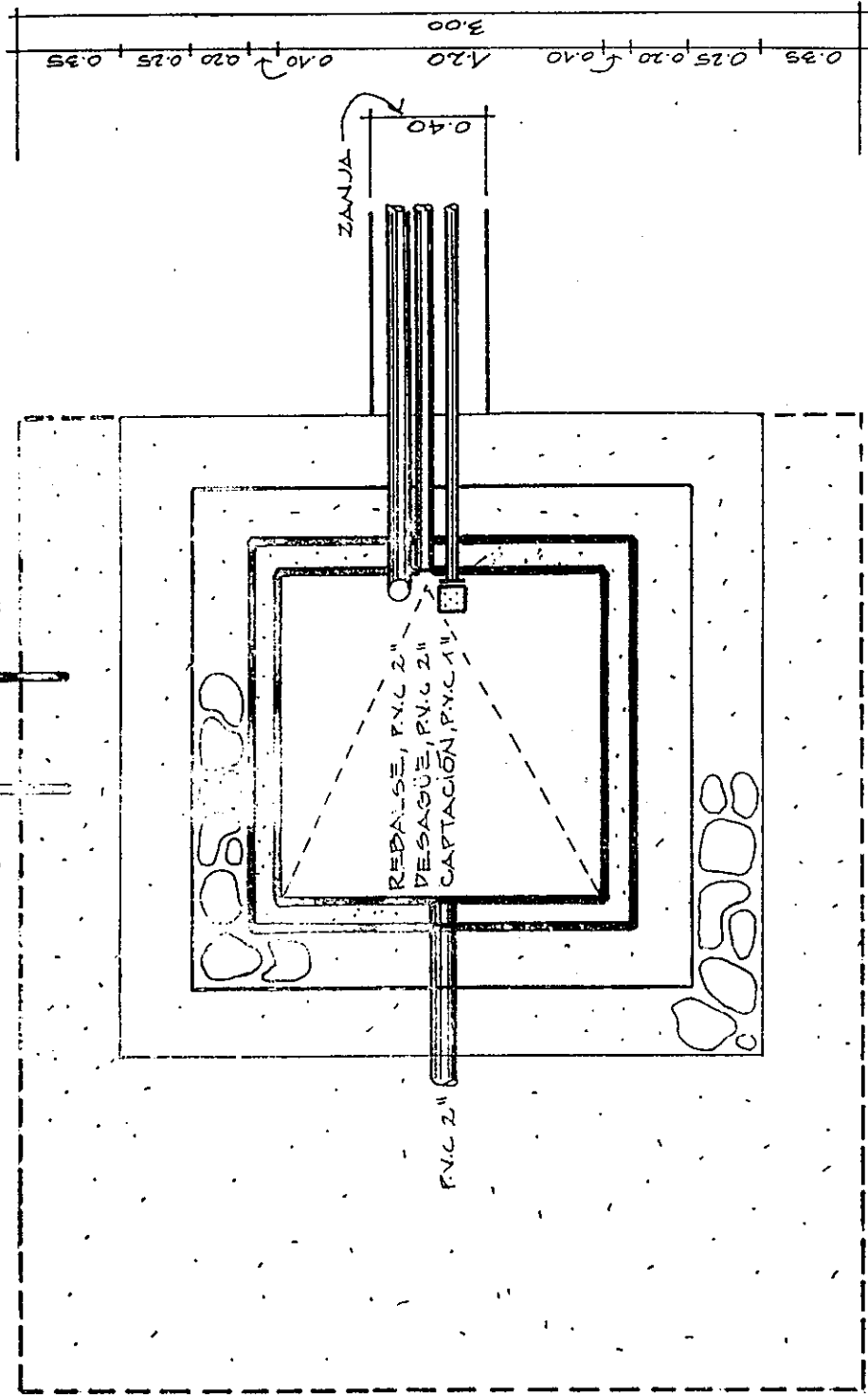
OBSERVACIONES: Se toma el agua de muestra en el punto de recolección el cual se encuentra en una zona rural, las
muestras de agua se recolectan en botellas de vidrio de 250 ml. Se toma muestra COG-
16: NSO 29/11.
Guatemala, 3 de noviembre de 1994.
A.T. de A/C.G.C.

INVESTIGACIONES
DIRECCION
INVESTIGADOR
J. GARCIA

JEFE DEL LABORATORIO
DIA ALBA TABARIN DE ARBEL
JEFE LABORATORIO DE QUÍMICA
Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES. FACULTAD
DE INGENIERÍA

PLANOS

3'6" 3'6"

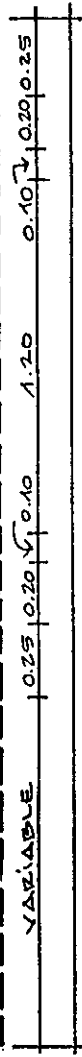
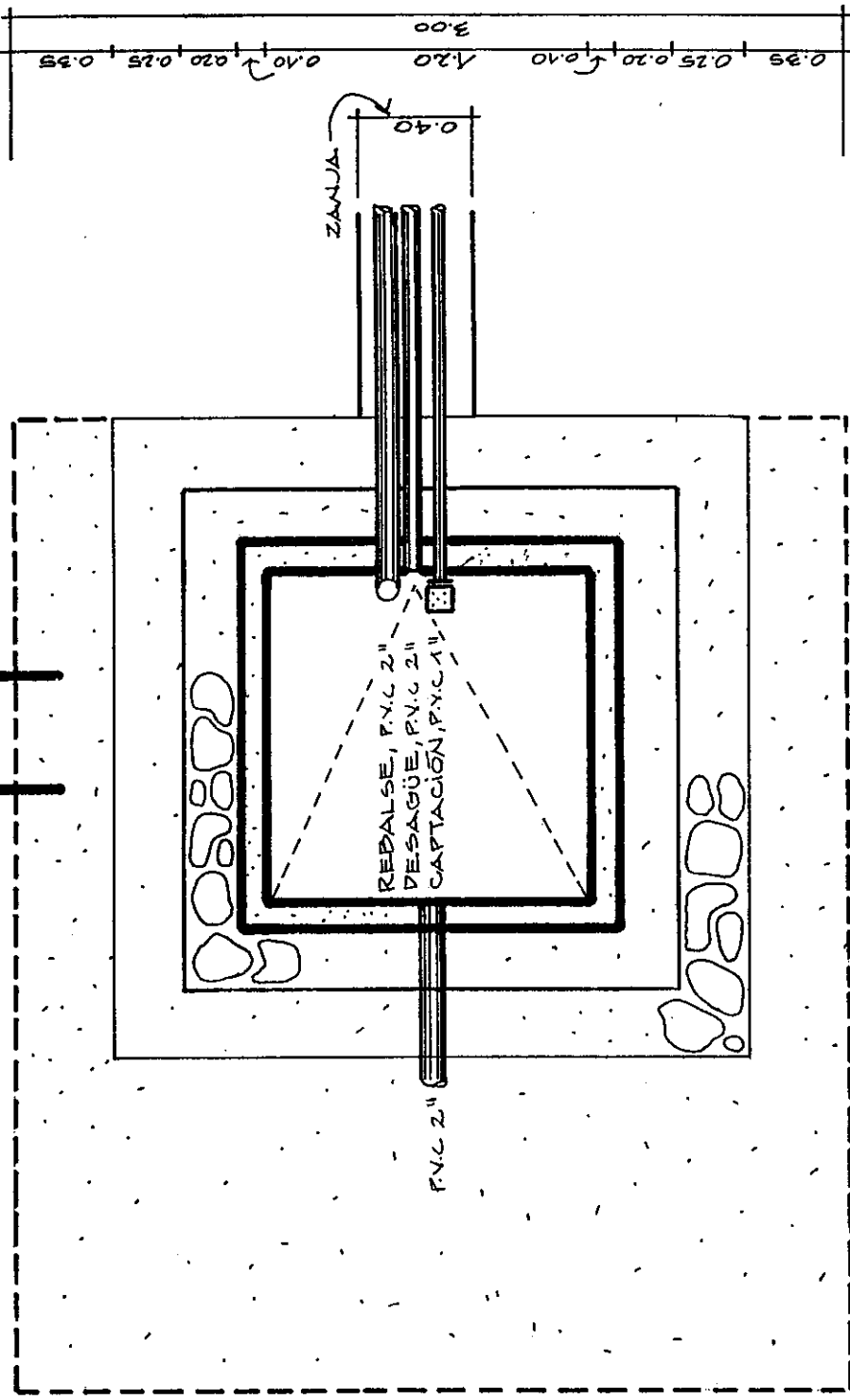


VARIABLE 0.25 | 0.20 | 0.10 | 1.20 | 0.10 | 0.20 | 0.25

CAJA DE CAPTACION ESCALA 1:25

PLANTA

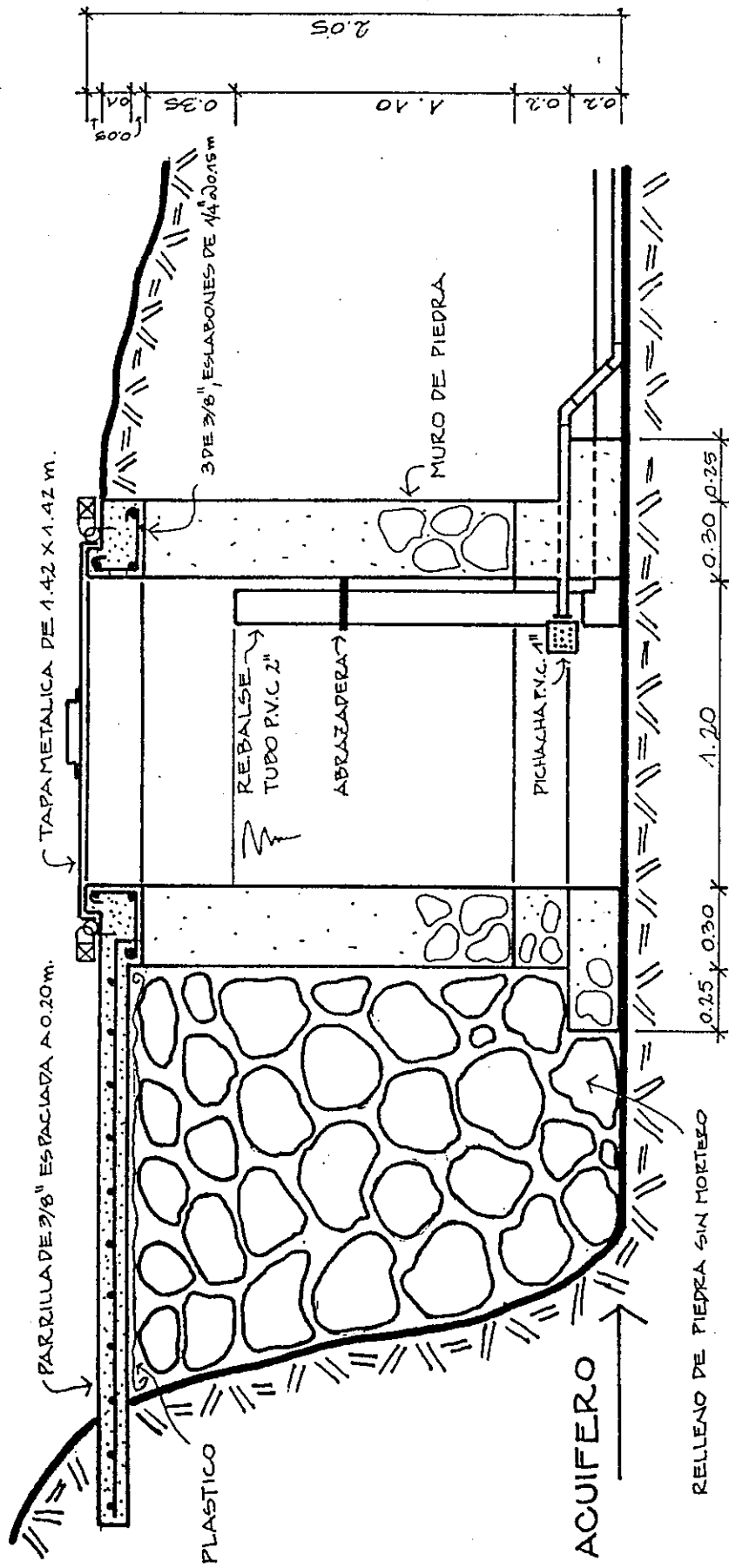
INGENIEROS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EXERCICIO PROFESIONAL
PROY: AGUEDUCO RURAL	CONSEJO DIRECTIVO (E. 1997)
COMUNIDAD: CAJAHAN	DIBUJO: J.R. RIVAS
SATAXCHE, PETEN	REVISOR: ING. G. PENSAMIENTO



CAJA DE CAPTACION ESCALA 1:25

PLANTA

MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIAS	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S)
COMUNIDAD: CANAHAN	PIBUJO: J.R. RIVAS
SATXCHE', PETEN	REVISOR: ING. G. PENSAMIENTO

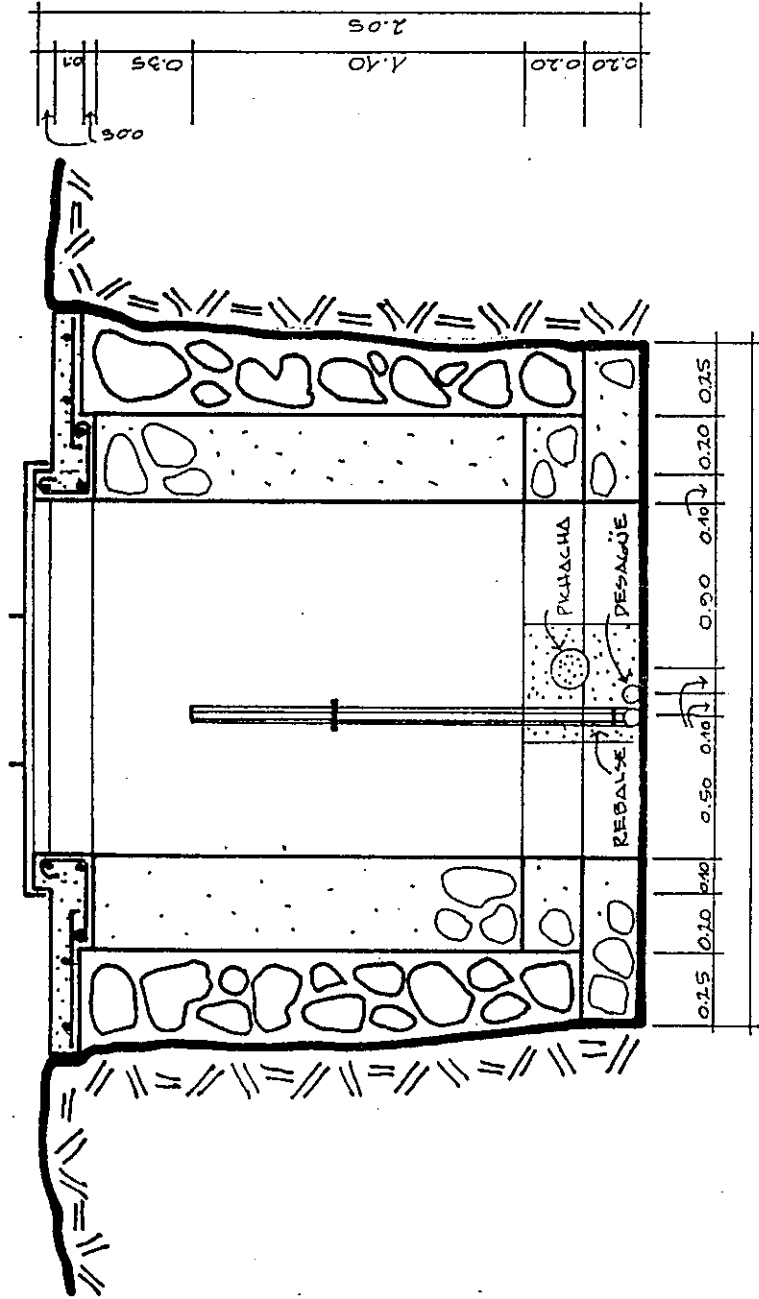


CAJA DE CAPTACION

SECCION A'

ESCALA 1:25

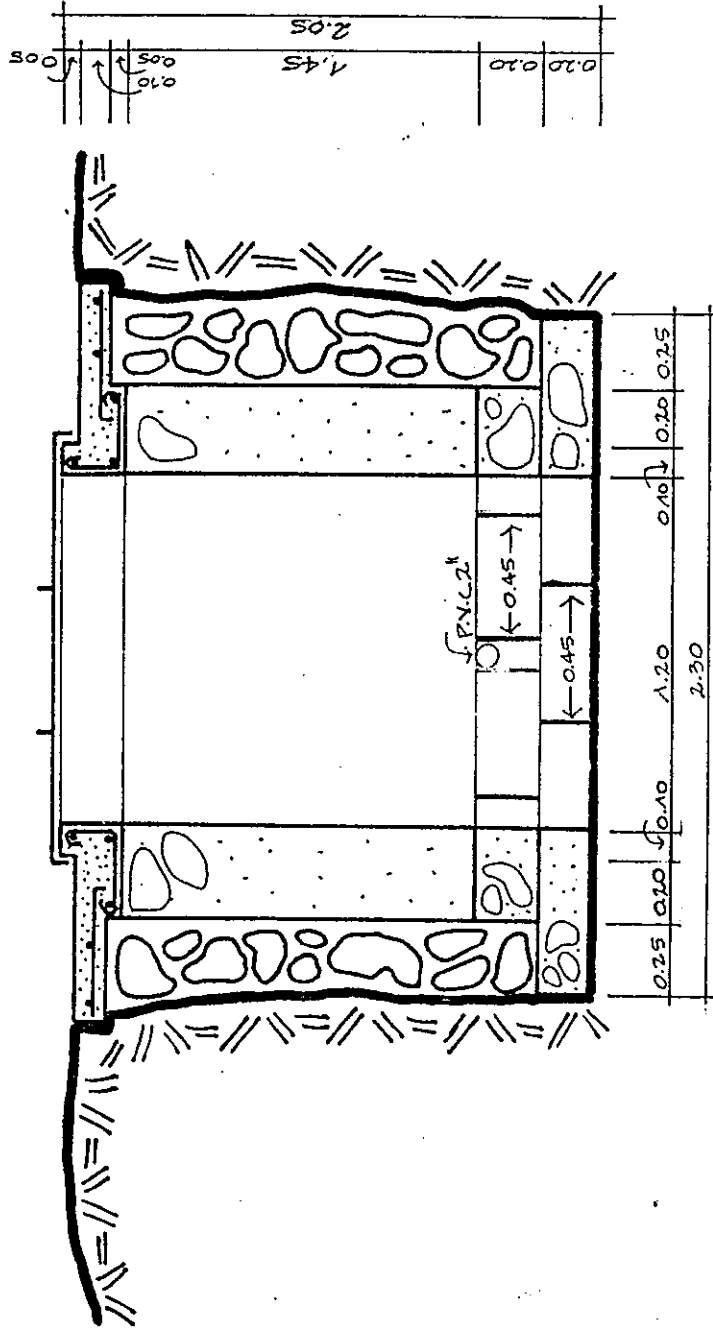
MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S.)
COMUNIDAD: CANIAHAN	DIBUJO: J.R. RIVAS.
SAYAXCHE', PETEN	REVISOS: ING.G. PENSAMIENTO.



CAJA DE CAPTACION
SECCION B'

ESCALA 1:25

MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S)
COMUNIDAD: CANAHAN	DIBUJO: J.R. RIVAS
SATAXCHE, PETEN	REVISO: ING. G. PENSAMIENTO

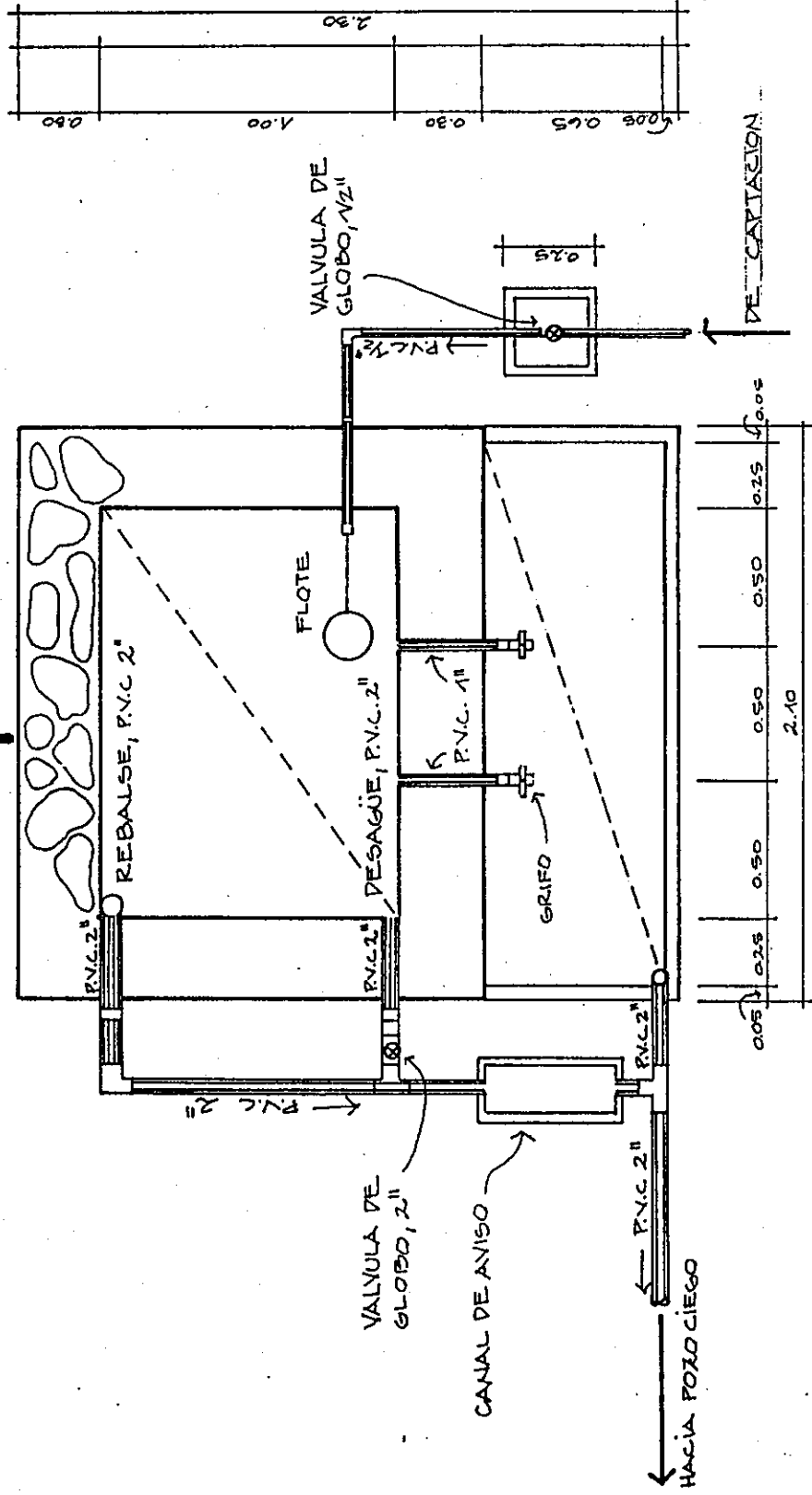


CAJA DE CAPTACION
SECCION C'

ESCALA 1:25

MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S)
COMUNIDAD: CANAHAN	DIBUJO: J.R. RIVAS
SATAXCHE, PETEN	REVISO: ING. G. FENSAMIENTO

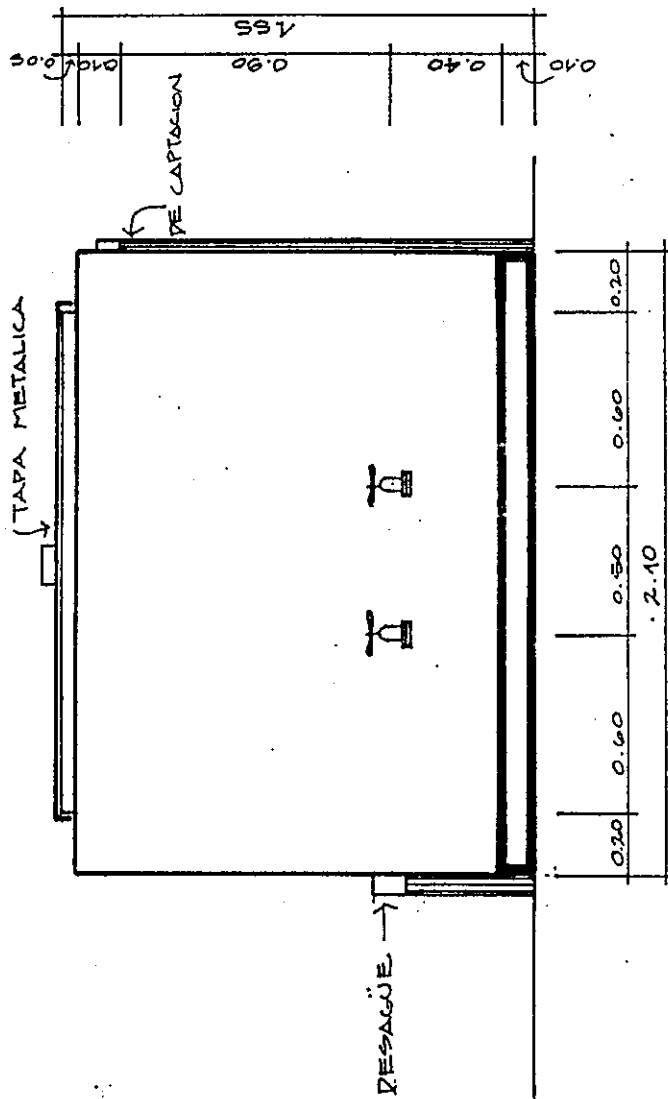
A' ←



DEPÓSITO-LLENACANTAROS PLANTA

ESCALA 1:25

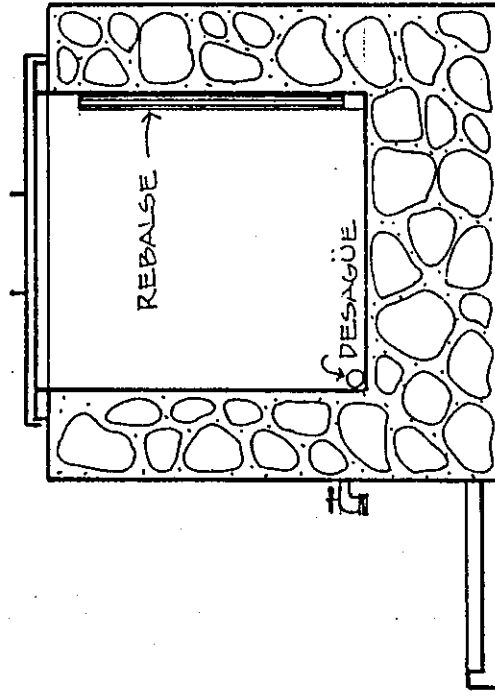
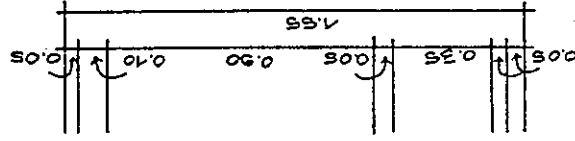
MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S)
COMUNIDAD: CANAHAN	DIBUJO: J.R. RIVAS
SATAXCHE I PETEN	REVISO: ING. G. PENSAMIENTO



DEPOSITO-LLENACANTAROS FRONTE

ESCALA 1:25

MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S.)
COMUNIDAD: CANAHAN	DIBUJO: J.R. RINAS
SATAXCHE, PETEN	REVISO: ING. G. PENSAMIENTO

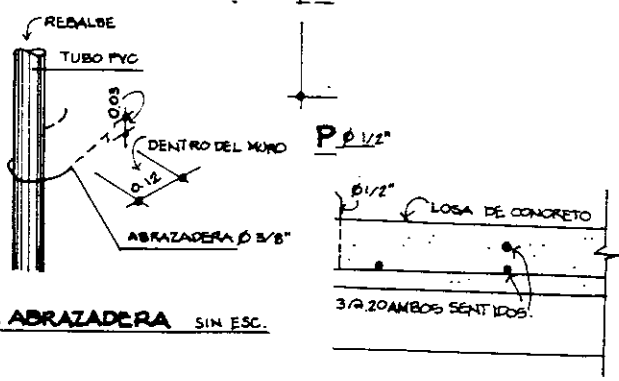
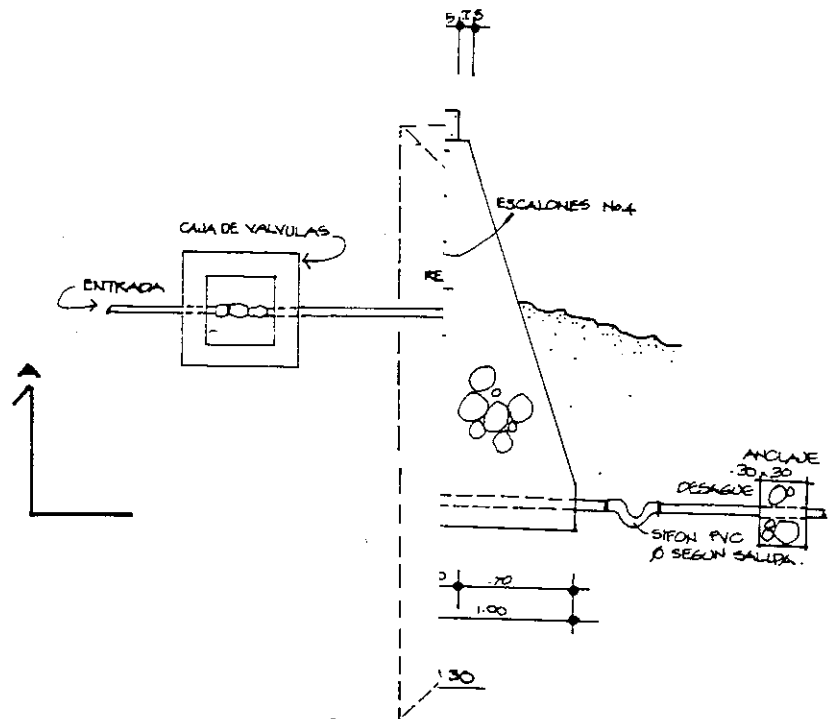


DEPOSITO - LLENACANTAROS

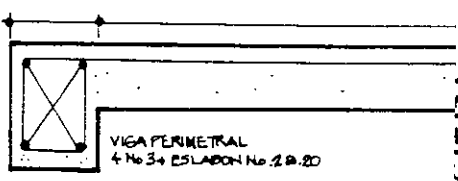
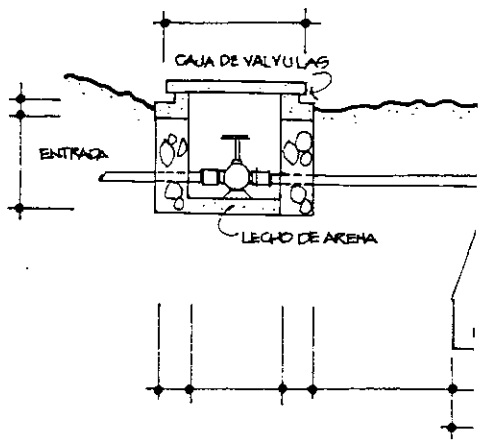
SECCION A'

ESCALA 1:25

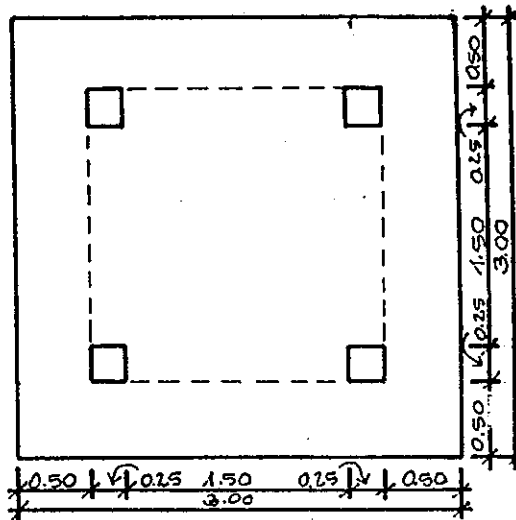
MEDICOS SIN FRONTERAS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA	EJERCICIO PROFESIONAL
PROY: ACUEDUCTO RURAL	SUPERVISADO (E.P.S.)
COMUNIDAD: SANAHAN	DIJOU: J.R. RIVAS
SATXCHÉ, PETÉN	REVISO: ING. G. PENSAMIENTO



DETALLE DE ABRAZADERA SIN ESC.

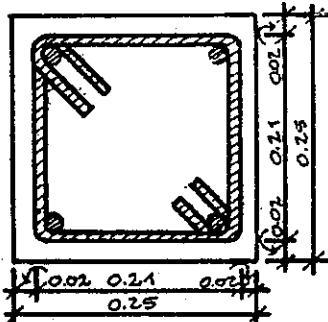


INGENIERO	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
PROFESION	EJERCICIO PROFESIONAL.
CATEGORIA	SUPERVISADO (E.P.S.)
FECHA	DIBUJO: J.R. RIVAS.
OTROS	REVISO: ING. G. PENSAMIENTO



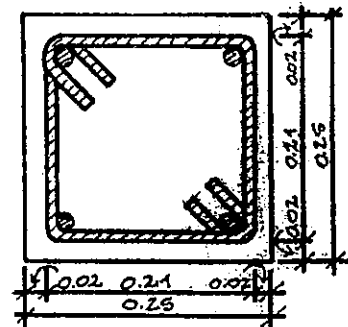
PLANTA

4 DE 1/2", ESTRIBOS DE 1/4" @ 0.12



COLUMNA

4 DE 1/2", ESTRIBOS DE 1/4" @ 0.10



VIGA

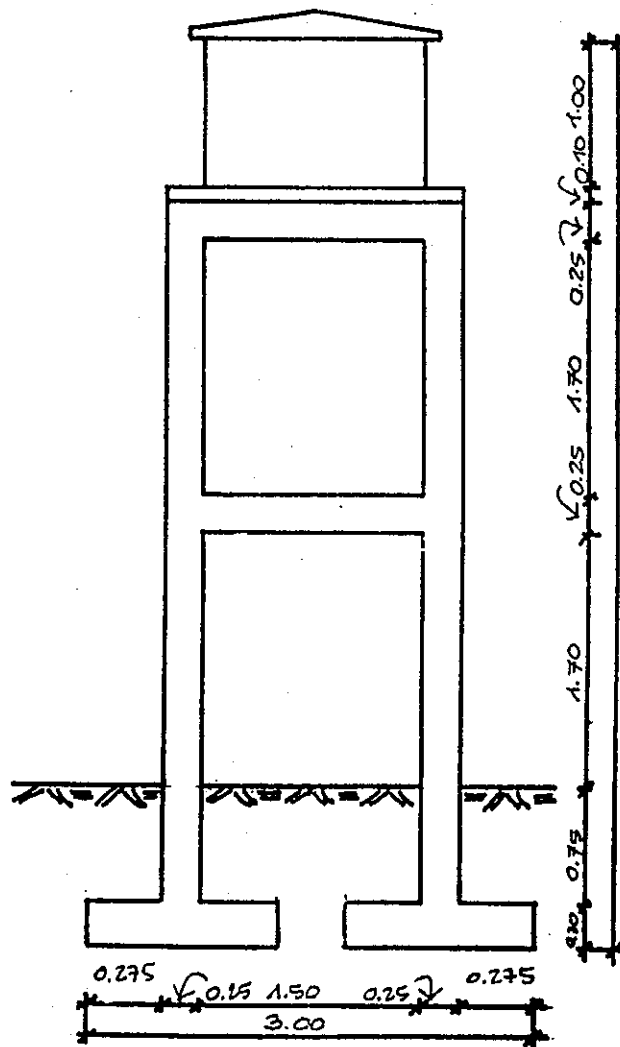
MEDICOS SIN FRONTERAS
SATAYCHE - PETEN

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE
AGUA DE LUVIA - P.S. EL PATO

DIBUJO: JOSE RICARDO RIVAS
REVISO: ING. GABRIEL PENSMIENTO

ELEVACION

ESCALA: 1:50



MEDICOS SIN FRONTERAS - ESPAÑA
SATAYCHE - PETEN
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA
DE LLUVIA. PUESTO DE SALUD EL PATO
DIBUJO: JOSE RICARDO RIVAS
REVISO: ING. GABRIEL PENSAMIENTO