

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN
DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARÍA SIBAJÁ,
DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ORZIBAL JEOVANY LÓPEZ VÁSQUEZ

Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2004

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
10.8
T(5710)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vives Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Ronny de Jesús Mayorga Licon
EXAMINADOR:	Ing. Nicolas de Jesús Guzmán
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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 graduación titulado:

DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARÍA SIBAJÁ, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 21 de abril de 2004.



Orzibal Jeovany López Vásquez



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.251.2,004

Guatemala, 27 de abril del 2,004

Señor
Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

Atentamente y por este medio, le Informo que, como Asesor y Supervisor del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería civil, **ORZIBAL JEOVANY LOPEZ VASQUEZ**; procedí a revisar el trabajo de Graduación (**INFORME FINAL**) de la Práctica de EPS, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARIA SIBAJA, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

Cabe mencionar que, las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los muchos problemas que padece el área rural del País; beneficiando así a los pobladores de las comunidades del Municipio de **San Pedro Yepocapa, Chimaltenango.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite RESPECTIVO.

Sin otro particular, y agradeciéndole la atención que le sirva dar a la presente, me es grato suscribirme.

Muy Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA LAGA OCHAETA
ASESOR-SUPERVISOR DE E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala
SUPERVISOR DE E.P.S.

LGG/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: Informe Final

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.248.2,004

Guatemala, 28 de abril del 2,004

Señor

Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

De la manera más atenta y por este medio, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARIA SIBAJA, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **ORZIBAL JEOVANY LOPEZ VASQUEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo, **ESTA COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**, solicitan d_ole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. ANGEL ROBERTO ESCOBAR GARCIA
COORDINADOR DE E.P.S.

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR DE E.P.S.

LGG/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
6 de mayo de 2004

Ingeniero
Carlos Salvador Gordillo García
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director.

De la manera más atenta y por este medio, envío a usted el trabajo de graduación titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARÍA SIBAJÁ, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, de la carrera de Ingeniería Civil, Orzibal Jeovany López Vásquez, por lo que habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo; como revisor por el Departamento de Hidráulica de esta Escuela, APRUEBO su contenido, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme, respetuosamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante Orzibal Jeovany López Vásquez, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARÍA SIBAJÁ, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, mayo de 2004.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Decanato

Tels. 4769579 - 4760029 - 4423505 Exts. 101 - 102 - 114

4439500 Ext. 1549

Fax 4760065

Ref. DTG. 167-2004

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SANTA MARÍA SIBAJÁ, DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario, Orzibal Jeovany López Vásquez, procede a la autorización del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson

DECANO

Guatemala, mayo 17 de 2004.



/Imcb.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Porque es Yahvé quien da la sabiduría y de su boca brotan el saber y la prudencia. Prov. 2. 6.

A la USAC y a la Facultad de Ingeniería

Por mi formación académica.

Al Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga

Por la oportunidad brindada para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. Alfredo Montenegro

Al Ing. Welder Vargas

Al Ing. Hugo Chali

Al Lic. Amahán Sánchez

Por su amistad.

A los habitantes de la aldea Santa María Sibajá, por su colaboración en el desarrollo de mi EPS.

ACTO QUE DEDICO A

MIS PADRES

Armando López Fuentes
Fidelina Vásquez de López
Con mucho amor en recompensa a sus esfuerzos.

MIS HERMANAS

Anabeli, Glendy, Yeni y Rosmely (Q.P.D)
Con mucho cariño en agradecimiento a su apoyo moral.

MIS ABUELOS

Leandro López
Fulgencia de López
Valentín Vásquez
Eulalia de Vásquez
Con mucho agradecimiento.

MIS TÍOS

Jaime Ovidio, Marina, René, Lucky, Noé, Fidelia,
Emidalia, Natalia, Gracieia, Adela, Abrahám
Por su apoyo en los momentos difíciles.

MIS PRIMOS

Marlon, Roelio, Jhimmy, Selvin, Michels, Robinsón,
Leandro, Diego, Estuardo, Julio, Nancy, Mildred,
Dredmil, Gaby, Karla y Karen.

MI CUÑADO

Efraín Bautista.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Ermelindo, Rómulo, Faraón, Juan, Victor, Luis,
Héctor, Ellos, José, Erick, Martín, Elmer, Momos,
Mayra, Diana, Vanegas, Mario, Aureliano, Vinicio,
Quim, Cristy y Nubi. Sinceramente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	VIII
OBJETIVOS	IX
HIPÓTESIS	X
INTRODUCCIÓN	XI
1. INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
1.1 Actividad económica	1
1.2 Vías de acceso	1
1.3 Localización geográfica	2
1.4 Topografía predominante	2
1.5 Aspectos climatológicos e hidrológicos	2
1.5.1 Clima	2
1.5.2 Aspectos hidrológicos	3
1.6 Datos socioeconómicos	3
1.6.1 Idioma	3
1.6.2 Topología de la vivienda	3
1.6.3 Población	3
1.7 Autoridades y servicios públicos	4
1.7.1 Autoridades	4
1.7.2 Servicios públicos	4

2.	ESTUDIOS DE POBLACIÓN	5
2.1	Encuesta sanitaria	5
2.2	Proyección de población	6
2.3	Determinación de población de diseño	6
2.3.1	Periodo de diseño	6
2.3.2	Cálculo de población	7
2.3.3	Requerimiento del diseño	8
2.3.4	Caudal de diseño	8
3.	FUENTES DE AGUA	10
3.1	Abastecimiento actual de la población	10
3.2	Estudio sobre demanda de agua potable	10
3.3	Dotación	10
3.4	Determinación del consumo de agua	11
3.4.1	Consumo medio diario	12
3.4.2	Caudal máximo diario	12
3.4.3	Caudal máximo horario o de distribución	13
3.4.4	Caudal de bombeo	14
3.5	Tipos de fuentes para abastecer de agua la población	15
3.6	Estudio de la calidad de agua	16
3.6.1	Análisis físico químico	16
3.7	Aforo de la fuente	17
3.8	Factibilidad técnica	17
3.9	Verificación de datos básicos e información existente	18
3.9.1	Visita de campo	18
3.9.2	Determinación del tipo de suelo	18
3.9.3	Diseño del acueducto	18

4.	DISEÑO DE SISTEMA POR BOMBEO	19
4.1	Diseño de la tubería de impulsión	19
4.1.1	Tubería de succión	19
4.1.2	Tubería de descarga	20
4.2	Altura neta de succión	23
4.2.1	Altura neta de succión positiva	23
4.2.2	Altura neta de succión positiva disponible en bombeo horizontal	23
4.2.3	Altura neta de succión positiva disponible en bombeo vertical	25
4.3	Carga dinámica	25
4.3.1	Carga dinámica total en bombeo horizontal	26
4.3.2	Carga dinámica total en bombeo vertical	27
4.4	Sobrepresión por golpe de ariete	28
4.5	Potencia de la bomba	29
4.6	Diseño del equipo de bombeo a utilizar	30
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO	32
5.1	Bases de diseño	32
5.1.1	Período de diseño	33
5.1.2	Cálculo de población	33
5.2	Diseño hidráulico	34
5.2.1	Diseño y tipo de tuberías	34
5.2.2	Diseño de la línea de conducción ✓	36
5.2.3	Caudal de diseño	36
5.2.4	Tanque de distribución	37
5.2.5	Capacidad del tanque	38
5.3	Desinfección	39
5.4	Red de distribución	39

5.5 Conexión domiciliar	40
5.6 Presupuesto	41
5.7 Operación y mantenimiento preventivo y correctivo	42
5.8 Efectos sociales negativos posteriores a la construcción del proyecto	45
6. VULNERABILIDAD EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE	47
6.1 Fundamentos para el análisis	47
6.2 Descripción de las amenazas naturales y de sus efectos en los sistemas de agua potable	48
6.2.1 Características de las amenazas y principales efectos	49
6.3 Mitigación de desastres	56
6.3.1 Medidas de mitigación y emergencias	56
6.3.2 Lineamientos para la elaboración y ejecución de un plan de mitigación de desastres	56
CONCLUSIÓN	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
APÉNDICES	
A.- Análisis de agua.	
B.- Presupuesto.	
C.- Cálculo hidráulico línea de bombeo y distribución.	
D.- Gráficos.	
E.- Planos de diseño.	
F.- Clasificación de los suelos.	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Análisis de agua	62
2.	Presupuesto	64
3.	Diagrama de bombeo	80
4.	Diagrama de vulnerabilidad	81
5.	Planos de diseño	83

LISTA DE SÍMBOLOS

Km	kilómetro(s)
°C	grados centígrados
m	metro(s)
m/s	metros sobre segundo
psi	libras sobre pulgada cuadrada
m.c.a.	metros columna de agua
lt/hab/día	litros por habitante por día
L/s	litros por segundo
hrs.	Horas
GPM	galones por minuto
PVC	cloruro de polivinilo
HG	hierro galvanizado
"	pulgadas
V	velocidad
Q	caudal
g	gravedad
kg/cm²	kilogramo por centímetro cuadrado
n	período de diseño
P	potencia de la bomba
HP	caballos de fuerza
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales

GLOSARIO

Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Aforo	Acción de medir un caudal de una fuente.
Bombeo	Transportar un fluido de un lugar a otro más alto, por medio de una bomba.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Flujo	Líquido en movimiento.
Manto freático	Acumulación de agua subterránea.
Proliferación	Reproducirse o multiplicarse.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la aldea Santa María Sibajá, municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango.

En dicha aldea se realizó un estudio para conocer las necesidades de sus pobladores, encontrándose que la falta de un sistema de agua potable perjudicaba la salud y el desarrollo. Por ello fue necesario la implementación de la planificación de un sistema que cubriera las mayores necesidades y cuyo mayor objetivo fuera la minimización del índice de morbilidad que impera en la aldea.

Por tal razón se decidió realizar el diseño del sistema de agua potable, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño fueron: visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades realizadas se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable fuera por bombeo, debido a las características topográficas del lugar.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para dotar a la población actual y futura de la aldea Santa María Sibajá del municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango.

Específico

1. Contribuir al mejoramiento de salud y bienestar de los habitantes de la Aldea de Santa María Sibajá.
2. Proporcionar a la municipalidad de San Pedro Yepocapa, por medio del EPS, una propuesta técnica y adecuada para solucionar el problema del agua potable en dicha aldea.
3. Proponer criterios, normas y procedimiento con patrones definidos para el desarrollo de proyectos en el sector de agua potable.

HIPÓTESIS

La aldea Santa María Sibajá del municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango, carece de un sistema de abastecimiento de agua potable, por ello los pobladores se ven en la necesidad de utilizar fuentes inadecuadas (algunas contaminadas) para cubrir la necesidad del consumo del vital líquido. Esto provoca que estén propensos a adquirir diferentes enfermedades, especialmente del tipo gastrointestinal, que conlleva al deficiente desarrollo socioeconómico y de calidad de vida.

Por lo anterior se considera que con el desarrollo del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable, la municipalidad de San Pedro Yepocapa podrá solucionar el problema en cuestión y proporcionar un sistema básico y fundamental a la aldea estudiada.

INTRODUCCIÓN

Es indispensable mencionar que la salud es la resultante de la interacción de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales, por lo que el mejoramiento sustancial del nivel de la misma dependerá de la complementariedad y articulación de las acciones que realicen las dependencias y entidades involucradas y los distintos sectores de la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población.

La municipalidad es un intermediario entre el Estado y los individuos, una de sus funciones es atender los servicios públicos. La limitación de recursos financieros con que cuenta ha contribuido a la ineficiencia en atender este servicio. Esta situación trae como consecuencia problemas de saneamiento ambiental, implicando el incremento de tasas de morbilidad y mortalidad.

En el presente estudio se describen las características predominantes de la aldea Santa María Sibajá, municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango, para tener como resultado final un proyecto factible, fortaleciendo así el componente de agua potable y saneamiento de la comunidad. Además se describen las características principales del sistema de abastecimiento propuesto, el cual incluye, entre otros: captaciones, línea de conducción y red de distribución.

1. INFORMACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Actividad económica

Los habitantes de la aldea Santa María Sibajá, en su mayoría, son agricultores y los principales productos que se cosechan son los siguientes: pacaya, aguacate, café, maíz, frijol; en frutas producen naranja, limón real, papaya, zapote, banano. Los productos los venden a compradores o intermediarios que llegan a la comunidad.

En tiempo de cosecha, los habitantes del lugar venden sus productos y consumen parte de ellos. Después de haber cosechado las siembras de la época, la mayoría de ellos se ven en la necesidad de ir a vender su fuerza laboral a fincas cercanas, ya que la mayoría cuenta con poca extensión de tierra para cultivarla.

Los pobladores, para satisfacer sus necesidades de consumo básico, acuden al mercado del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, ya que es el más cercano a la aldea.

1.2. Vías de acceso

Para llegar, desde la capital por la ruta del Pacífico hasta la aldea Santa María Sibajá se recorren 114 kilómetros, divididos así: se viaja por la carretera hacia Cocales, hasta llegar al kilómetro 102, hasta aquí la carretera se encuentra en buen estado, luego se cruza a la derecha donde se deben transitar 12 kilómetros de carretera balastada, la cual se encuentra en malas condiciones.

Del municipio de San Pedro Yepocapa hacia la aldea Santa María Sibajá se deben recorrer 16 kilómetros de carretera balastada, que se encuentra en buenas condiciones.

1.3. Localización geográfica

La aldea Santa María Sibajá está localizada al sur occidente del país, aproximadamente a 114 kilómetros de la ciudad capital en el municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango. Las coordenadas geodésicas son: Latitud 14° 25' 54", Longitud 90° 56' 09.0", y se encuentra una altura sobre el nivel del mar de (1,108) metros.

1.4. Topografía predominante

La aldea Santa María Sibajá presenta una topografía montañosa, debido a que se encuentra cerca del volcán de Fuego.

Se puede notar que la aldea no ha sido debidamente planificada y la construcción de nuevas viviendas se hace de acuerdo a costumbres del lugar, y sin previa autorización de alguna autoridad.

1.5. Aspectos climatológicos e hidrológicos

1.5.1. Clima

En esta zona el clima es cálido por su cercanía al mar, pero en los meses de invierno el frío y el viento son fuertes, debido a la topografía.

1.5.2. Aspectos hidrológicos

A la aldea Santa María Sibajá la riegan dos ríos importantes, el Panajabal y el Sibajá, que desembocan en el Pacífico. La mayoría de las viviendas se abastecen por medio de un canal abierto (alterado) encontrándose el manto acuífero a una profundidad promedio de 6 metros.

1.6. Datos socioeconómicos

1.6.1. Idioma

En su totalidad, la población habla el idioma español.

1.6.2. Topología de la vivienda

La aldea Santa María Sibajá actualmente cuenta con 42 viviendas, según el censo realizado. Las viviendas se encuentran semidispersas, distribuidas en su mayoría a lo largo del camino de acceso. La mayoría están construidas con paredes de madera, techo de lámina de zinc, piso de tierra y cemento.

1.6.3. Población

De acuerdo con los resultados de la encuesta socioeconómica y sanitaria que se practicó, se observó que el total de la población es no indígena.

La población es en su mayoría de escasos recursos y depende de la agricultura así como de la venta de su fuerza de trabajo para subsistir, tiene una población de 252 habitantes divididos en hombres, mujeres y niños.

Hombres	Mujeres	Niños	Total
50	42	160	252

1.7. Autoridades y servicios públicos

1.7.1. Autoridades

A una distancia aproximada de 16 kilómetros se encuentran las autoridades municipales de San Pedro Yepocapa y la Policía Nacional, en la aldea solamente existe alcalde auxiliar y un comité pro-mejoramiento autorizado por la Gobernación Departamental.

1.7.2. Servicios públicos

Actualmente se tienen los siguientes servicios:

- Una escuela del nivel primario.
- Una iglesia evangélica
- Una iglesia católica
- Área deportiva
- Tiendas

2. ESTUDIOS DE POBLACIÓN

2.1 Encuesta sanitaria

La insalubridad que impera en esta aldea, da como resultado que las enfermedades con mayor daño hacia la población sean aquellas denominadas gastrointestinales y enfermedades pulmonares. Cabe destacar que estos tipos de enfermedades son las de mayor índice y por ende es de mucha preocupación para las autoridades de este municipio el contrarrestarlas.

➤ Diez primeras causas de morbilidad:

Parasitismo	11.36%
Amigdalitis	10.86%
BNM	10.43%
Amebiasis	9.49%
Resfrío común	9.20%
Impétigo	4.74%
ITU (Infección del tracto urinario)	4.44%
SDA	4.41%
Bronquitis	4.22%
Micosis	4.03%
Resto de causas	26.80%

➤ Diez primeras causas de mortalidad.

Insuficiencia cardiaca	10%
Neumonía	20%
Cáncer gástrico	10%
Paro cardiaco	10%

Trauma intracraneal	10%
Asfixia por estrangulación	10%
Bronconeumonía	10%
Gastroenterocolitis	10%
Herida punzo cortante en el cuello	10%

De estos resultados proporcionados por el Centro de Salud de la cabecera municipal, se determina la importancia que tiene para la población, la ejecución de proyectos como la introducción de agua apta para el consumo humano, debido a que esto tendría un efecto positivo en la contaminación del ambiente y en la baja proliferación de enfermedades de orden parasitaria.

2.2 Proyecciones de población

La aldea Santa María Sibajá demanda múltiples servicios que se deben proveer. Como parte de la fase de investigación del presente trabajo de graduación, se llegó a la conclusión de cuales son los proyectos más urgentes. Éstos se presentan a continuación.

- Proyecto de abastecimiento de agua potable
- Energía eléctrica

2.3 Determinación de población de diseño

2.3.1 Período de diseño

Deben considerarse los siguientes factores:

- El tiempo durante el cual la obra dará servicio a la población
- Durabilidad del material a utilizar

- Los costos y las tasas de interés vigentes
- Crecimiento de la población incluyendo posibles cambios en los desarrollos de la comunidad
- Factibilidad o dificultad para hacer ampliaciones o adiciones a las obras existentes o planeadas, incluyendo una consideración de su localidad

- Obras civiles = 20 años
- Equipos mecánicos = 5 a 10 años

Para el caso en estudio se asignará un periodo de diseño de 20 años, más un año en trámites para financiamiento.

2.3.2 Cálculo de población

Para el cálculo de población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico, el cual consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio o por cada década en el pasado y así proyectar su tasa promedio o porcentaje de cambio hacia el futuro.

La fórmula empleada para este método es:

$$\begin{aligned}
 Pf &= Pa \times (1 + i)^n \\
 Pf &= 252 \times (1 + 0.03)^{21} \\
 Pf &= 470 \text{ hab.}
 \end{aligned}$$

De donde:

- Pf = población futura en un tiempo, n = 21 años
- Pa = población actual 252 habitantes. Según conteo de la planilla de topografía.
- i = tasa de crecimiento en porcentaje/100 = 3%.
- n = período de diseño en años = 21 años.

2.3.3 Requerimientos del diseño

El diseño se hará siguiendo las normas recomendadas por INFOM/UNEPAR en la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales, las cuales son el resultado de experiencias sobre la materia durante muchos años, tanto del sector privado como del público, sin dejar por un lado las tres condiciones fundamentales de proporcionar a las poblaciones en lo que a agua corresponde: en la cantidad necesaria, con la calidad adecuada y con la garantía de un servicio permanente, en relación con la duración de las instalaciones y la cuantía de las inversiones.

2.3.4 Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se consideran los siguientes factores:

- El tipo de comunidad: se tiene una densidad de vivienda de 5.50 habitantes por casa; construcciones de block y madera; los habitantes se dedican a la agricultura.
- Consumo doméstico: durante el censo se midieron los utensilios que utilizan para almacenar el agua que consumen durante el día, y se calculó que en promedio actualmente utilizan 100 litros por habitante, por día.

- Capacidad de la fuente: contiene un aforo de 1.9 litros por segundo.

3. FUENTES DE AGUA

3.1. Abastecimiento actual de la población

El sistema que actualmente abastece es un canal abierto, que proviene del río Sibajá, el cual está contaminado y no cumple con las condiciones sanitarias aptas para el consumo humano.

3.2. Estudio sobre demanda de agua potable

La visita preliminar tuvo como fin recopilar datos relacionados de forma general con la comunidad la posible fuente de abastecimiento así como características topográficas, analizando el probable sistema de abastecimiento que se utilizaría de esta inspección se dedujo que el sistema de conducción será por bombeo, y se determinó la ubicación de las fuentes de abastecimiento y el tanque de almacenamiento.

3.3. Dotación

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para su consumo, en la unidad de tiempo. Usualmente en el medio la dotación se determina en l/hab/día.

Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga, o poblaciones cercanas con características similares.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres,

existencia de abastecimientos privados, existencia de alcantarillado, existencia de contadores, presiones en la red y capacidad administrativa de la municipalidad.

La dotación está formada por: caudal doméstico, caudal industrial, caudal comercial y caudal público. A estos consumos se deberá agregar un porcentaje de pérdidas por fugas y mal uso del agua.

Generalmente, poblaciones pequeñas presentan consumos bajos con relación a ciudades grandes y desarrolladas, debido a la ausencia de industria, carencia de alcantarillado y el bajo porcentaje de área recreacional que amerite riego y mantenimiento.

Con la finalidad de determinar la dotación, se consideran los factores que influyen en la misma, así como también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas. Se establece que la dotación para este estudio será de 100 l/hab/día.

La elección de la dotación es una gran responsabilidad que se ve reflejada en la eficiencia con que un acueducto preste su servicio futuro.

La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de la población con la finalidad de que ésta desarrolle sus actividades de la mejor forma posible.

3.4. Determinación del consumo de agua

Las variaciones día a día reflejan la actividad doméstica en una población, el consumo de agua cambia con las estaciones, los días de la semana y las

horas del día; por lo que el sistema diseñado debe satisfacer en todo momento estas variaciones.

3.4.1. Consumo medio diario

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro.

$$Q_m = \Sigma (Q_{industria} + Q_{domiciliar} + \dots)$$

$$Q_m = \frac{\text{dotación (per cápita)} \times \text{población futura}}{86400}$$

$$Q_m = \frac{100 \text{ l / hab} \times 470 \text{ hab}}{86400}$$

$$Q_m = 0.544 \text{ l / seg.}$$

Expresándolo en L/s.

3.4.2. Caudal máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año, regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población. El valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la fuente, captación, línea de conducción y la planta de tratamiento.

A falta del registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

Al tomar en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que para este estudio el factor de día máximo (FDM) es de 1.20 con lo cual se tiene:

$$\begin{aligned} QDM &= FDM \times Qmd \\ QDM &= 1.5 \times 0.544 \text{ l/s} \\ QDM &= 0.816 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Donde:

QDM = Caudal de día máximo o máximo diario.

FDM = Factor de día máximo

Qmd = Caudal medio diario.

3.4.3. Caudal máximo horario o de distribución

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Es la hora de máximo consumo del día, el valor obtenido se usará para el diseño de la línea de distribución y la red de distribución.

Para determinar este caudal se debe multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente o factor de hora máximo (FHM) cuyo valor es de 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio el factor de hora máxima tendrá un valor de 2.0.

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} QHM &= FHM \times Qmd \\ QHM &= 2.0 \times 0.544 \text{ l/s} \\ QHM &= 1.088 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Donde:

- QHM = caudal máximo horario o de hora máxima
- FHM = factor de hora máxima
- Qmd = caudal medio diario.

3.4.4. Caudal de bombeo

Cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporciona la fuente. En este caso se determina por medio del que se necesita para abastecer a todas las viviendas en este proyecto.

Dicho período afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de alimentación. Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 hrs.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que debe diseñarse para un período de 10 años, más no el resto de los componentes del sistema;

por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a una población futura de 20 años, como este caso.

Para el proyecto en estudio, el caudal fue diseñado de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{Q_c \times 24 \text{ hrs.}}{H_B}$$

$$Q_b = \frac{0.816 \text{ l/s} \times 24 \text{ hrs.}}{8 \text{ hrs.}}$$

$$Q_b = 2.448 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo en l/seg y GPM (galones por minuto).

Q_c = Caudal de conducción o de día máximo en l/seg.

H = Número de horas de bombeo al día.

3.5. Tipo de fuente para abastecer de agua la población

En el medio ambiente se pueden encontrar diferentes fuentes de agua en su estado natural, las cuales se clasifican en aguas meteóricas o aguas de lluvia, aguas superficiales como ríos y lagos y aguas subterráneas. Estas últimas son las que se han filtrado en suelos permeables al caer a la superficie terrestre y que afloran en forma horizontal o vertical, en uno o varios puntos definidos.

Para dotar de agua potable a la aldea Santa María Sibajá, se conoció la ubicación y se realizó el estudio de la fuente; siendo ésta del tipo brote definido en ladera.

3.6. Estudio de la calidad del agua

La calidad natural del agua varía de un lugar a otro, con la estación del año, uso de la tierra, el clima y con las clases de rocas del suelo que el agua remueve. La característica de una buena calidad de agua depende del uso que se le vaya a asignar, uso doméstico, industrial y de riego.

Para garantizar que el agua pueda ser bebida por una población, es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas COGUANOR NGO 29-001

3.6.1 Análisis físico químico

El análisis físico sirve para determinar las características del agua, el sabor, color, temperatura, turbidez, sólidos y olor; el análisis químico sirve para medir el nivel de alcalinidad, la dureza, cloruros, nitritos, oxígeno disuelto, amoniaco albuminoideo, contenido de hierro, contenido de manganeso, cloro residual y el pH.

Para verificar que el sistema no sea fuente y proliferación de enfermedades, se debe realizar el examen bacteriológico, y con ello determinar el sistema de desinfección necesario para no incrementar el índice de morbilidad de la aldea en estudio.

3.7. Aforo de la fuente

Para que el aforo fuera confiable se efectuó en época de estiaje; considerando para ello que la fuente debía tener como mínimo un caudal de 0.25 litros/seg, ya que, de no ser así, se corría el riesgo que la inversión fuera en vano, debido a que todos los recursos hidráulicos están propensos a disminuir su caudal por sequías o incendios forestales. Cabe mencionar que aunque no se tiene un historial de aforos en diferentes épocas del año de la fuente, sí se conoce que no tiene variaciones significantes de caudal en verano.

Existen diversos métodos para determinar el caudal de una fuente, sin embargo, en este caso se utilizó un método de descarga directa como lo es el volumétrico, ya que es el mas apto para medir manantiales con corrientes menores o iguales a 5 litros/seg.; obteniéndose como resultado del promedio de cinco mediciones un caudal de 1.90 litros/seg.

3.8. Factibilidad técnica

En este estudio se define la viabilidad del proyecto, con base al análisis técnico económico-social y la estimación de costos efectuados en la fase de pre-factibilidad, así mismo, comprende la fase de diseño del acueducto, haciéndose énfasis en el levantamiento topográfico.

Después de haberse determinado que el proyecto es viable, como es el caso del sistema de suministro de agua por bombeo para la aldea Santa María Sibajá; y de haberse obtenido el financiamiento para el diseño, se puede iniciar con el esfuerzo de la organización comunitaria, tanto en capacitaciones para la ejecución, operación y mantenimiento del sistema, como en la promoción del

uso de letrinas en la comunidad. Así mismo, se deben decidir las funciones del comité del agua potable.

3.9 Verificación de datos básicos e información existente

3.9.1 Visita de campo

En cuanto a la información recopilada y analizada en las fases anteriores para el proyecto en estudio, no existe desactualización significativa, debido a que el período comprendido entre una y otra fue de un mes aproximadamente.

3.9.2 Determinación del tipo de suelo

Es necesario definir el tipo y las condiciones del suelo para definir el proyecto; ya que con ello se podrá determinar las obras de arte más apropiadas, sus materiales y su ubicación. Los suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez han sido divididos en 29 unidades que consisten en 26 series de suelos y tres clases de terreno misceláneo. Los suelos han sido divididos en cuatro grupos amplios: I. Suelos de las montañas volcánicas; II. Suelos de la altiplanicie central; III. Suelos de declive del Pacífico y IV. Clases misceláneas de terreno. Ver apéndice F.

3.9.3 Diseño del acueducto

El diseño del sistema de abastecimiento comprende la determinación de tuberías, diseños de obras complementarias, planos de construcción, presupuesto detallado, estudio ambiental y otros aspectos importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

4. DISEÑO DEL SISTEMA POR BOMBEO

4.1. Diseño de la tubería de impulsión

La tubería de impulsión se compone de tubería de succión y tubería de descarga, las cuales se estudiarán detenidamente a continuación:

4.1.1. Tubería de succión

Se llama así a la tubería que va conectada directamente a la entrada de la bomba, uniéndola a la misma con el volumen de agua a elevarse.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y evitar entradas de aire en esta tubería, se recomienda tomar en cuenta en el diseño e instalación los siguientes aspectos:

- a) Se debe tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de burbujas de aire.
- b) Debe ser tan corta y tan directa como sea posible.
- c) Su diámetro debe ser igual o mayor al diámetro de la tubería de descarga. Si se requiere una línea de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso de agua.
- d) Los reductores a utilizarse deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba para evitar también la formación de burbujas de aire.
- e) Los codos instalados en la misma generalmente se prefieren de radio largo, porque ofrecen menos fricción y proveen una distribución más uniforme del flujo que de los codos normales.

- f) En la entrada de esta tubería se recomienda utilizar una coladera con válvula de pie, debido a que disminuye el riesgo de entrada de materia indeseable al tubo de succión; y, al mismo tiempo, tiene la particularidad de retener el agua que ha entrado a la tubería, evitando la necesidad de cebar la bomba después de que ha dejado de operar.

También se acostumbra colocar en la entrada de esta tubería, una campana de succión, que puede construirse con o sin válvula de pie y es útil para minimizar la resistencia al paso del agua.

4.1.2. Tubería de descarga

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba, generalmente en abastecimiento de agua potable en el área rural. Esta tubería descarga el líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

La velocidad del caudal requerido en la tubería de descarga debe conducirse a una velocidad máxima de 2.4 m/seg.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalaciones de la tubería de descarga las reglas siguientes:

- Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.
- Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo deben ser de radio grande; lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.

- El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios deben ser los mínimos necesarios en esta tubería, sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido en los picos de la línea deberá colocarse válvulas de aire.
- Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa; usando, por ejemplo, yee o codos de mínimo ángulo. En este mismo caso, conforme se vaya sumando caudales, el diámetro de la tubería debe ser el inmediato superior. El tipo de la tubería de descarga está íntimamente ligado a la máxima presión que se presenta en ésta, pudiendo ser clasificada según su presión de trabajo en ligera, mediana o de alta presión.

Luego de haberse determinado el caudal de bombeo, se puede diseñar la tubería de descarga con la siguiente fórmula:

$$\phi_{EC} = 1.8675 \times (Q_b)^{1/2}$$

$$\phi_{EC} = 1.8675 \times (2.448 \text{ l / s})^{1/2}$$

$$\phi_{EC} = 2.92 \text{ pulg.} = 3 \text{ pulg.}$$

Donde:

ϕ_{EC} = Diámetro económico en pulgadas.

Q_b = Caudal de bombeo en l/seg.

1.8675 = Factor de conversión de metros a pulgadas, que contempla, además, una velocidad mínima de flujo en tubería de descarga.

Como este diámetro no existe comercialmente, entonces se procede a verificar la velocidad y la pérdida de carga con los diámetros comerciales inmediatos inferior y superior:

$$V = 1.974 \times \left(Q_b / \phi_{EC}^2 \right)$$

Donde. $0.55 \leq V \leq 2.4$ m/seg.

V = Velocidad de flujo de la tubería.

Q_b = Caudal de bombeo

φ_{EC} = Diámetro económico.

1.974 = Factor de conversión de l/pulg² a m³/seg².

$$V (3") = 1.974 \times 2.448 / (3)^2 = 0.51 \text{ m/seg.} \quad \text{Sí cumple.}$$

$$V (4") = 1.974 \times 2.448 / (4)^2 = 0.28 \text{ m/seg.} \quad \text{No cumple.}$$

Verificación de pérdidas de cargas

de la ecuación de Hazen y Williams (inciso 2.9).

$$L = 1,678.18 \text{ m.}$$

$$Q_b = 2.448 \text{ l/seg.}$$

$$C = 100$$

$$\text{Para diámetro 3"} \quad H_f = 14.50 \text{ mca}$$

Para el proyecto en estudio se utilizó tubería diámetro de 3 pulg. debido a que las pérdidas no presentan mucha diferencia y no hace variar de gran manera la potencia de la bomba, por esto se seleccionó la de menor diámetro por menor costo.

4.2. Altura neta de succión

4.2.1. Altura neta de succión positiva

Es la presión necesaria para hacer pasar el agua por la tubería de succión hasta el ojo del impulsor. Esta presión es conocida como MPS (Net Positive Suction Head) y es medida en el ojo del impulsor. En la proyección de instalación de una bomba, es necesario considerar dos tipos de altura neta de succión positiva o NPSH; la disponible y la requerida por la bomba que será instalada; de ambas es necesario que la primera sea mayor que la segunda para evitar el fenómeno de capitación, el cual puede dañar rápidamente la bomba. Cuando existe presión atmosférica actuando en la superficie del agua que será succionada y la presión disminuye en el ojo del impulsor de una bomba centrífuga hasta ser menor que la atmosférica, entonces inicia la elevación del agua por la tubería de succión; pero si la presión disminuye hasta corresponder con la presión de vapor de agua, entonces se origina el fenómeno de capitación, lo cual se puede evitar disminuyendo la altura del ojo del impulsor sobre el nivel de succión. Si de esta manera persiste aun debajo de la presión de vapor de agua, entonces el nivel de la superficie de succión debe diseñarse a la misma altura del ojo del impulsor y si fuese necesario, arriba de éste.

4.2.2. Altura neta de succión positiva disponible en bombeo horizontal

Cuando se emplea una bomba centrífuga de eje horizontal, ésta se divide en tres casos diferentes.

Caso I

Cuando el nivel del agua en la succión está expuesto a la presión atmosférica y abajo del ojo del impulsor el NPSH1, se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\text{NPSH1} = h_a - (h_s + h_{fs} + h_v + h_{fm})$$

Caso II

Cuando el nivel de agua en la succión esta arriba del ojo del impulsor y expuesto a la presión atmosférica:

$$\text{NPSH2} = h_a + h_s - (h_{fs} + h_v + h_{fm})$$

Caso III

En este se presentan los dos casos anteriores, con la diferencia que en la succión existe una presión diferente a la atmosférica; por lo que la presión atmosférica h_a se sustituye por h_{das} , por consiguiente, las nuevas expresiones para los casos I y II respectivamente, serán:

$$\text{a) } \text{NPSH}_{3a} = h_{das} - (h_s + h_{fs} + h_v + h_{fm})$$

$$\text{b) } \text{NPSH}_{3b} = h_{das} + h_s - (h_{fs} + h_v + h_{fm})$$

Donde:

h_a = presión atmosférica correspondiente a la altitud de operación de la bomba, en m.c.a

h_s = diferencia de altura entre el nivel del agua en la succión y el ojo del impulsor (altura estática en la succión)

h_{fs} = pérdida de carga por fricción en la succión, m.c.a
 h_v = presión de vapor del agua, en m.c.a
 h_{fm} = pérdidas menores de carga producida por accesorios, en m.c.a
 h_{das} = presión diferente a la atmosférica existente en la succión, en m.c.a

4.2.3. Altura neta de succión positiva disponible en bombeo vertical

Este cálculo es especial para la instalación de bomba vertical de turbina o la bomba sumergible. En este caso entra en consideración la sumergencia de la bomba, lo cual es necesario para el funcionamiento normal de la misma, evitando la posibilidad de la entrada de aire que en su efecto disminuye la eficiencia del conjunto motor bomba.

La expresión dada para determinar la altura neta de succión positiva disponible, para este caso, es la siguiente igualdad:

$$NPSH_d = h_a + S - h_v - h_m$$

4.3. Carga dinámica

La carga dinámica total, CDT, es la presión real expresada en metros columna de agua contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido. Su cálculo para bombas centrífugas depende de la dirección del eje de la rotación, por lo que la CDT en bombeo horizontal, será diferente en la CDT en bombeo vertical.

4.3.1. Carga dinámica total en bombeo horizontal

Se llama así porque el eje de rotación de la bomba es horizontal. Ésta se puede presentar en tres formas, y como se describen a continuación:

Caso I

En este caso, el nivel del agua en la descarga al igual que en la succión están expuestos a la presión atmosférica, además, el nivel de succión está abajo del nivel del ojo del impulsor:

$$CDT1 = h_s + h_{fs} + h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_m$$

Caso II

El nivel del agua en la succión está expuesto a la presión atmosférica al igual que en la descarga y arriba del ojo del impulsor:

$$CDT2 = h_s + h_{fs} + h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_{fm}$$

Caso III

En éste se presentan los dos casos antes descritos, con la diferencia que en la succión y descarga existen presiones, diferentes a la atmosférica, cuyos valores se pueden representar en la descarga como H_{dad} y en la succión H_{das} ; de tal manera, las expresiones de la carga dinámica total quedan de la siguiente manera:

a) si el ojo del impulsor está arriba del nivel de succión, entonces:

$$CDT3a = h_s + h_{fs} + h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_{fm} + h_{das} + H_{dad}$$

b) si el ojo del impulsor está debajo del nivel de succión,
entonces:

$$CDT3b = - h_s + h_{fs} + h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_{fm} - h_{das} + H_{dad}$$

Donde:

h_s = diferencia de altura entre el nivel de agua en la succión y el ojo del impulsor, en metros

h_{fs} = pérdida de carga por fricción en la tubería de succión, en m.c.a.

h_d = diferencia de altura entre el nivel de agua en la descarga y el ojo del impulsor en metros.

h_{fd} = pérdida de carga por fricción en la tubería de descarga en m.c.a.

h_{fv} = pérdida de carga por velocidad en la descarga, en m.c.a

h_{fm} = pérdidas menores de carga producidas por accesorios en m.c.a

h_{das} = presión diferente a la atmósfera existente en la succión en m.c.a

H_{dad} = presión diferente a la atmósfera existente en la descarga en m.c.a

4.3.2. Carga dinámica total en bombeo vertical

Ésta se presenta en dos formas: cuando se utiliza una bomba vertical de turbina o una bomba sumergible; aplicándose los mismos términos que en los casos anteriores con la excepción de que el símbolo h_d significa, en este caso, la diferencia entre el nivel del agua

en la succión y el nivel de la descarga. En bombas verticales de turbina se utiliza el termino hfs, que representa las perdidas por fricción en la columna de la bomba, cuyo valor puede ser proporcionado por el fabricante a través de tablas.

a) las bombas verticales de turbina:

$$CDTva = hd + hfd + hfv + hfc + hfm$$

b) para bombas sumergibles:

$$CDTvb = hd + hfd + hfv + hfm$$

Sustituyendo los valores antes calculados

$$Hm = 70.38 + 14.50 + 0.108 + 0.013 = 85.00 \text{ m.c.a}$$

De donde:

$$Qb = \text{Caudal de bombeo} = 2.488 \text{ L/seg}$$

$$Hm = \text{Carga dinámica total} = 85.00 \text{ m.c.a.}$$

$$e = 70\% = \text{eficiencia de la bomba}$$

4.4. Sobrepresión por golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa).

Para el cálculo de sobre presión máxima por golpe de ariete se adopta la fórmula de Joukovsky:

$$hl = 145 v \left(1 + E_a D / E_t e\right)^{1/2}$$

Para un tiempo de cierre

$$T = 2 L/a.$$

De donde:

hl = sobre presión de inercia por golpe de ariete, en m

v = velocidad del agua en la tubería, en m/s

E_a = módulo de elasticidad del agua, en kg/cm²

D = diámetro interior de la tubería en cm

E_t = módulo de elasticidad del material de la tubería, en kg/cm²

e = espesor de la tubería, en cm

L = longitud de la tubería, en m

a = celeridad de la onda de presión, en m/s

T = tiempo de cierre de válvula, en segundos.

4.5. Potencia de la bomba

Para conocer la potencia de la bomba se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = (Q_b \times H_m) / (76 \times e)$$

$$P = (2.448 \times 85) / (76 \times 0.7)$$

$$P = 5 H_p$$

De donde:

Q_b = Caudal de bombeo = 2.448 L/seg.

H_m = Carga dinámica total = 85 m.c.a.

e = 70% = eficiencia de la bomba

4.6. Diseño del equipo de bombeo a utilizar

El propósito de cualquier bomba es transformar la energía mecánica o eléctrica en energía de presión.

En obras hidráulicas la más común es la bomba centrífuga, la cual transforma la energía mecánica o eléctrica en energía cinética que, a la vez, se transforma en energía de presión por medio de las aspas o alabes o un tipo de descarga con divergencia gradual.

La bomba produce siempre un salto brusco en el gradiente hidráulico que corresponde a la carga dinámica total, comunicada al agua por la bomba. La carga dinámica total es siempre mayor que la carga total de elevación, contra la cual trabaja la bomba para vencer todas las pérdidas de energía en la tubería.

La carga de presión generada por la bomba es llamada carga dinámica total o carga manométrica" e indica siempre la energía dada al agua a su paso por la bomba; está dada por la expresión:

$$H_m = \frac{v^2}{2g} + h_f + h_s + h_i + h_a$$

o bien, $H_m = \text{carga estática} + \text{pérdidas mayores} + \text{pérdidas menores}$

De donde:

H_m = carga dinámica total, en m

$v^2/2g$ = carga de velocidad, en m

v = velocidad media del agua, en m/seg.

h_f = pérdidas por fricción en la tubería en m.

h_s = pérdidas secundarias, en m

h_i = altura de impulsión, en m

h_a = altura de aspiración, en m

Pérdidas mayores (h_f)

h_f = pérdidas por fricción en la tubería

$$h_f = \frac{k' \times L \times Q^{1.852}}{1000}$$

De donde:

k' = valores para h_f según el diámetro interior real de cada tubo.

D = diámetro interior real en pulgadas.

C = coeficiente de fricción; para tubería PVC varía de 140 a 150 ($C=150$) y para tubería de hierro galvanizado $C=100$.

Q = caudal, en l/seg

L = longitud de diseño en metros

h_f = pérdida por fricción en la tubería en metros

Pérdidas menores

No existen válvulas ni codos que hagan significativas las pérdidas menores, por lo que se asume un valor conservador de 1.00 metro.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. Bases de diseño

Para el diseño del proyecto de agua potable se tomará en cuenta lo siguiente:

- Población actual, 252 habitantes
- Población futura, 470 habitantes
- 42 servicios domiciliarios
- Línea de conducción o descarga por bombeo
- Período de diseño 21 años, considerando 1 año para trámites y 20 años de funcionamiento del sistema
- Dotación de 100 litros por habitante por día, debido que al existir un sistema de agua potable, el consumo se incrementará.
- Presión mínima de 14 metros columna de agua
- Presión máxima de 40 metros columna de agua
- Período de diseño para la bomba, 10 años
- Período de diseño para el tanque de distribución, 20 años
- Velocidad mínima del agua dentro de la tubería, 0.30 m/s
- Velocidad máxima del agua dentro de la tubería, 3.00 m/s

* Las presiones deben estar dentro de los límites permisibles para que llegue agua por lo menos a una casa que tenga dos niveles (5 metros de alto) y que la tubería pueda resistir las presiones del sistema. El inciso 4.8.3 de las normas de la Guía para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales INFOM/UNEPAR: dice en consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Mínima 10 metros (presión de servicio).

- Máxima 40 metros (presión de servicio).
- Presión hidrostática: máxima 80 metros.

En este caso deberá prestarse atención a la calidad de las válvulas y accesorios, para evitar fugas cuando el acueducto está en servicio.

5.1.1. Período de diseño

Deben considerarse los siguientes factores:

- El tiempo durante el cual la obra dará servicio a la población
- Durabilidad del material a utilizar
- Los costos y las tasas de interés vigentes
- Crecimiento de la población incluyendo posibles cambios en los desarrollos de la comunidad
- Factibilidad o dificultad para hacer ampliaciones o adiciones a las obras existentes o planeadas, incluyendo una consideración de su localidad

- Obras civiles = 20 años
- Equipos mecánicos = 5 a 10 años

Para el caso en estudio se asignará un periodo de diseño de 20 años más un año en trámites para financiamiento.

5.1.2. Cálculo de población

Para el cálculo de población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico, el cual consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio o por cada década en el pasado y así proyectar su tasa promedio o porcentaje de cambio hacia el futuro.

La fórmula empleada para este método es:

$$Pf = Pa \times (1 + i)^n$$

$$Pf = 252 \times (1 + 0.03)^{21}$$

$$Pf = 470 \text{ hab}$$

De donde:

Pf = Población futura en un tiempo, n = 21 años

Pa = Población actual 252 habitantes. Según conteo de la planilla de topografía.

i = tasa de crecimiento en porcentaje/100 = 3%

n = período de diseño en años = 21 años.

5.2. Diseño hidráulico

5.2.1. Diseño y tipo de tuberías

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weibach o Hazen Williams. Para este estudio se ha utilizado la segunda mencionada, debido a que proporciona resultados más aproximados.

$$H_f = \frac{1743 \cdot 811141 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga (m)

Q = Caudal en la tubería (l/seg.)

L = Longitud de tubería (m)

D = Diámetro en pulg.

C = Coeficiente de rugosidad de la tubería

Para optimizar diámetros mayores en tramos de tubería en función a la carga disponible, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$L_{\phi 2} = \frac{L \times (Hf - Hf_{\phi 1})}{(Hf_{\phi 2} - Hf_{\phi 1})}$$

$$L_{\phi 1} = L - L_{\phi 2}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga permisible

Hf_{Ø1} = pérdida de carga provocada por el diámetro mayor

Hf_{Ø2} = pérdida de carga provocada por el diámetro menor

L_{Ø1} = longitud de tubería de diámetro mayor

L_{Ø2} = longitud de tubería de diámetro menor.

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie. La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior de zinc, es usada en lugares

donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a, en pasos de zanjón o aéreos.

Para altas presiones se recomienda utilizar, en cuanto sea posible, tubería PVC de alta presión y HG sólo donde el PVC no soportará la presión, o donde las características del terreno no permitan su empleo, ya que su costo es bastante alto.

En este proyecto solamente en la línea de conducción se utilizará tubería HG y en todo lo demás tubería de PVC.

5.2.2. Diseño de la línea de conducción

De acuerdo con la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía de la región, la línea de conducción puede considerarse de dos tipos:

- Línea de conducción por gravedad
- Línea de conducción por bombeo

Para el presente proyecto, debido a la topografía de la región, se utilizará una línea de conducción por bombeo o también denominada línea de descarga.

5.2.3. Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se consideran los siguientes factores:

- El tipo de comunidad: se tiene una densidad de vivienda de 5.50 habitantes por casa; construcciones de block y madera; los habitantes se dedican a la agricultura.

- Consumo doméstico: durante el censo se midieron los utensilios que utilizan para almacenar el agua que consumen durante el día y se calculó que en promedio actualmente utilizan 150 litros por habitante, por día.
- El clima: debe tomarse en cuenta la temperatura promedio del lugar para determinar la dotación de la población, el clima es cálido.
- Capacidad de la fuente: contiene un aforo de 1.9 litros por segundo.

5.2.4. Tanque de distribución

Los tanques de distribución tienen como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando el abastecimiento requerido a lo largo del día.

Además, pueden proporcionar agua durante algunas horas en caso de una emergencia, como una rotura o suspensión del flujo del agua en una línea de conducción.

La capacidad de los tanques se calcula de acuerdo a la demanda real de las comunidades; en el caso de no contarse con datos propios de una población, se puede adoptar la demanda de otra con características semejantes.

Ante la falta de cualquier información, se suele calcular la capacidad de un tanque de distribución como un porcentaje del consumo de día máximo; en el caso de sistemas por gravedad el porcentaje se toma entre el 30 y 35%; en el caso de sistemas por bombeo, este porcentaje se incrementa; de acuerdo al número de horas de operación del sistema, se estimará entre 40 a 65%.

Los tanques deben ser diseñados de tal manera que conserven la potabilidad del agua que llega a ellos por la tubería de conducción, por lo que deben estar cubiertos con losa de concreto reforzado, en la cual se deja una abertura para permitir el acceso del tanque en caso necesario. Esta abertura debe tener una cubierta que impida la entrada del agua de lluvia y del polvo. Es indispensable colocar un cincho de acero con candado para evitar que la tapadera sea removida por cualquier persona.

Debe dejarse un rebalse para que siempre exista un colchón de aire bajo la cubierta del tanque. Para que la presión en esta zona sea la atmosférica, el tanque debe estar provisto de ventilación cerrada con malla fina para impedir la entrada de insectos.

5.2.5 Capacidad del tanque

Como se indicó anteriormente, para conocer la capacidad necesaria del tanque se hace de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 V &= 0.4 \times QDM \\
 V &= 0.4 \times (0.816 \text{ l/s} \times 86.4) \\
 V &= 28.20 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Donde:

- V = Capacidad volumétrica del tanque
- QDM = Caudal de día máximo
- 0.4 = porcentaje según horas de bombeo.

5.3. Desinfección

Para tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano existen procesos unitarios de tratamiento que alteran la condición específica inicial del agua. Generalmente, el proceso más común es la desinfección, cuyo proceso está destinado a destruir o dificultar el desarrollo de microorganismos de significado sanitario. En este caso se puede citar su acción contra microorganismos patógenos, algas y bacterias ferro-reductoras. Antes de tomar una decisión acerca de qué tratamiento se le dará a la misma, deben realizarse análisis físico-químico y exámenes bacteriológicos precisos, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros físicos y químicos y de conocer el grado de contaminación bacteriológica, si se pudieran realizar.

5.4 Red de distribución

La red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las conexiones domiciliarias. El propósito fundamental de la red de distribución es el de proporcionar las cantidades adecuadas de agua a todos los usuarios, para satisfacer todas las necesidades en cualquier momento y a una presión razonable.

Parámetros de diseño

- Tubería PVC de 160 psi. $C = 150$
- Caudal de diseño, $Q_{MH} = 1.088$
- Dotación de agua = 100 l/hab/día,
- Población = 252 habitantes.

Con la ayuda del programa LOOP, adquirido en la Escuela de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos, se determinan las características hidráulicas de la red de distribución de la aldea Santa María Sibajá; siendo indispensable ingresar los siguientes datos:

- Longitud de las tuberías
- Diámetros
- Coeficiente de fricción
- Demandas nodales
- Elevación de los nodos
- Características de la red (número de tubería, número de nodo, factor pico máximo, pérdida máxima por km. aproximación de cierre).

Las salidas del programa incluyen: flujos y velocidades en las uniones, presiones en los nodos y las pérdidas de carga para cada tramo de tubería.

5.5 Conexión domiciliar

El objeto de todo sistema de agua potable es dotar de ésta a los usuarios, de la forma más accesible y esto se logra llegando hasta cada una de las viviendas por medio de la conexión domiciliar, que no es más que instalar desde la tubería de distribución hasta el inicio del predio donde se encuentra la vivienda.

Esta obra se compone de lo siguiente:

- Abrazadera domiciliar o tee reductora, depende de los diámetros de existencia en el mercado o tee normal con reductor si fuera necesario.
- Llave de cheque

- Contador
- Llave de compuerta
- Dos cajas para válvulas de cemento de 0.20 x 0.20 x 0.30 m. y una caja para contador de 0.30 x 0.30 x 0.50 m.

5.6 Presupuesto

Se denomina presupuesto al costo total de un proyecto antes de su ejecución, desglosando el costo de las diferentes actividades que se llevan a cabo para su realización (mano de obra), y cada elemento que integra el proyecto.

Toda esta información es adquirida a través de los planos, características y condiciones que se exponen en la memoria descriptiva y especificaciones especiales de la obra.

La valoración total del proyecto se obtiene partiendo del precio unitario fijado para las unidades base por la cantidad a utilizar de éstos, dato que se obtiene de la cuantificación de materiales y mano de obra.

Dicha cuantificación se realizó de la siguiente manera

- Cuantificación de materiales a utilizar para la construcción de caseta de bombeo y cloración, línea de descarga y red de distribución, de forma unitaria.
- Mano de obra calificada consiste en: maestro de obra, albañiles y plomeros.
- Mano de obra no calificada se refiere a peones proporcionados por la comunidad.

- El financiamiento se llevará a cabo por medio de la municipalidad, alguna entidad del estado o algún organismo internacional.

5.7 Operación y mantenimiento preventivo y correctivo

Mantenimiento preventivo: son acciones que se llevan a cabo antes de que se produzcan daños en los equipos e instalaciones a fin de evitarlos o disminuir sus efectos. El mantenimiento preventivo disminuye costos y evita problemas a la comunidad.

Mantenimiento correctivo: reparación de daños de los equipos o instalaciones, causados por accidentes o por deterioro normal debido al uso.

El responsable de supervisar todos los trabajos de mantenimiento preventivo y reparaciones en los acueductos, es responsable de tomar ciertas decisiones en la resolución de problemas que se le plantean en la comunidad y que deben ser resueltos de inmediato para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

Existen únicamente dos fuentes de agua a disposición del hombre, las de superficie como lagos, ríos y la captación de aguas de lluvia, y las subterráneas que incluyen a los pozos, manantiales y galerías horizontales.

El 97% poco más del total del agua dulce disponible en estado líquido, corresponden a aguas subterráneas. El agua subterránea se ha venido acumulando durante siglos. No toda la cantidad de agua subterránea se puede extraer, porque está muy profunda o porque hay capas terrestres que lo impiden. Localizar agua subterránea significa establecer dónde se encuentra en

condiciones tales que permitan su rápido acceso a un pozo para que realmente sea de utilidad.

Entre las actividades de mantenimiento se encuentran:

La red de distribución constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten la toma o conexiones domiciliarias.

- Inspeccionar las vías en las que se encuentra enterrada la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías. Si es posible corregirlas.
- Cada seis meses revisar si hay fugas o daños en los componentes visuales de la red. Revisar el funcionamiento de las válvulas haciéndolas girar lentamente, las válvulas deben abrir y cerrar fácilmente. Observar si hay fugas en las válvulas y si sus piezas externas están completas y en buen estado, corregir los defectos si es necesario o cambiar toda la válvula.
- Pintar o retocar, con pintura anticorrosivo, las válvulas y accesorios que están a la vista en la red de distribución, cada seis meses.

Al accionar rápidamente una válvula se producen altas presiones dentro de la tubería. Esta presión ejerce grandes esfuerzos sobre las paredes de las tuberías llegando a reventarlas. A este fenómeno se le llama golpe de ariete.

- Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la compuerta. Comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación (al cerrar o abrir) coincide con el indicado en la hoja de registro.

Válvulas de compuerta: se usan en la salida de tanques de captación; en la entrada y salida de tanques de distribución, en los tanques rompe presiones y en derivaciones de la línea de distribución. Se usan con mayor frecuencia en líneas de conducción y distribución de los acueductos, debido a que ofrecen poca resistencia al paso del agua en sentido horizontal.

- Comprobar el estado de la empaquetadura del prensa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminen apretando el prensa-estopa.
- Revisar los empaques, si están en mal estado, cambiarlos, verificando que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Revisar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizando debido al óxido. Cambiar la pieza si es necesario. Pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios, para ello usar pintura anticorrosivo.
- Revisar y limpiar las cajas de las válvulas. Informar si es necesario subirlas, bajarlas o reemplazarlas, según sea la posición o estado en que se encuentren.
- En la instalación de tubería bajo tierra, debe tenerse especial cuidado en seguir las indicaciones técnicas para evitar el aplastamiento, rompimiento o perforación de los tubos, especialmente en los cruces de caminos o en terrenos que se usen para cultivos.

Uniones en tubería PVC.

- Revisar la tubería y los accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados o quebrados.

- Cortar los tubos a escuadra, mediante una sierra para metales, terminando el corte quita, con una navaja, las rebabas externas e internas.
- Los cortes defectuosos permitirán fugas de agua al instalar la tubería.
- Se debe ensayar los accesorios, ensamblándolos al tubo, sin usar pegante, para verificar que ajustan fácilmente y para ensayar la posición correcta en la instalación. Quitar, con un trapo limpio o papel lija, el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o el accesorio, interna y externamente. Esta operación se hace sobre la superficie que va a recibir pegante. Verificar que el pegante que va a usar sea especial para tubería de P.V.C. el pegamento debe estar en buen estado; si esta muy espeso o tiene color rojizo, no usarlo.
- Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio. Colocar el accesorio en el tubo, girarlo $\frac{1}{4}$ de vuelta, ajustarlo en la posición deseada y sostenerlo durante 15 segundos, limpiar el exceso de pegante. Para untar el pegante debe usarse una brocha de un ancho aproximado de la mitad del diámetro del tubo que se está pegando, ésta es la medida adecuada para lograr una buena distribución del pegamento. El exceso de pegamento puede perforar el tubo en el accesorio. Si se aplica poco pueden quedar escapes.

5.8 Efectos sociales negativos posteriores a la construcción del proyecto

En todo proyecto, a pesar de ayudar a mejorar el nivel de vida de los pobladores del área beneficiada, también existen situaciones adversas como lo son:

- Crecimiento desmesurado de la población, por lo que aumenta la cantidad de agua en relación a la consumida con anterioridad al proyecto.
- Contaminación del agua, debido a no existir alcantarillado sanitario.

- Uso inadecuado y desperdicio del vital líquido.

Para reducir estas situaciones se debe trabajar un proyecto paralelo de letrización, así se evitará en gran medida la contaminación y se prevé la ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario.

6. VULNERABILIDAD EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE

6.1. Fundamentos para el análisis

Todas las infraestructuras deben ser proyectadas tomando en consideración las amenazas naturales y características del área en la cual se encuentra ubicado el sistema. Muchos de los problemas que se han presentado en los sistemas a causa de fenómenos naturales son debidos a que dichos fenómenos no se consideran en la etapa de concepción, diseño, construcción y operación del sistema. Por esta razón, el análisis de vulnerabilidad es de gran importancia para evaluar los sistemas existentes y por construir.

Los planes de mitigación y emergencia se fundamentan en el mejor conocimiento posible de la vulnerabilidad del sistema, en cuanto a: I) deficiencias en su capacidad de prestación de servicios u operatividad; II) debilidades físicas de los componentes ante las sollicitaciones externas; III) debilidades de organización ante las eventuales emergencias que se puedan ocasionar. De una manera general, a la identificación y cuantificación de estas debilidades se le denomina análisis de vulnerabilidad, y es el proceso mediante el cual se determina el comportamiento esperado del sistema y sus componentes, para resistir en forma adecuada los efectos debidos a un desastre.

El análisis de la vulnerabilidad, en los términos anteriores, cumple cinco objetivos básicos:

- a) identificar y cuantificar las amenazas que puedan afectar el sistema: tanto las naturales, como las provocadas por el hombre.

- b) Estimar la susceptibilidad de daños de aquellos componentes del sistema valorados como fundamentales para asegurar el suministro de agua en casos de de desastres.
- c) Definir las medidas a incluir en el plan de mitigación, tales como: horas de reforzamiento, mejoramiento de cuencas, estudio de cimentaciones y estructuras, todos ellos encaminados a disminuir la vulnerabilidad física de los componentes.
- d) Identificar medidas y procedimientos para elaborar el plan de emergencia de acuerdo a las debilidades identificadas, lo cual facilitará la movilización de la empresa para suplir el servicio en condiciones de emergencia.
- e) Evaluar la efectividad de los planes de mitigación y emergencia, e implementar actividades de capacitación, tales como: simulacros, seminarios y talleres.

6.2. Descripción de las amenazas naturales y de sus efectos en los sistemas de agua potable

La evaluación del peligro en la zona o región es esencial para estimar la vulnerabilidad y los daños posibles de los componentes en riesgo.

6.2.1. Características de las amenazas y principales efectos

➤ Terremotos

Para la caracterización de amenaza sísmica, se dispone de información de varios niveles de complejidad, cuya utilización dependerá del tipo de estudio que se desee elaborar.

Entre los efectos esperados en caso de sismos, en los sistemas de agua potable, se encuentran:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de la captación, conducción tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- Modificación de la calidad de agua por deslizamientos.
- Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.
- Daños por inundación costa adentro por impacto de tsunamis.

➤ Huracanes

Los efectos de huracanes pueden causar daños principalmente a obras sobre el nivel del suelo. El riesgo de daños aumenta en relación directa con la altura de

las obras y con la superficie expuesta al viento. Los daños dependen de la resistencia al viento con que hayan sido construidas las obras.

En general, los daños debidos a este tipo de fenómenos, son los siguientes:

- Daños parciales y totales en las instalaciones, puestos de mando y otras edificaciones de la empresa, tales como rotura de vidrios, techos, inundaciones, etc., debido a la fuerza de los vientos.
- Roturas de tuberías, en pasos expuestos, tales como ríos y quebradas, debido a correntadas.
- Roturas y desacoples de tuberías en zonas montañosas por deslizamiento de tierra y correntadas de agua.
- Roturas y daños en las tapas de los tanques elevados y asentados sobre terreno.
- Contaminación de agua en tanques y tuberías.
- Roturas de tuberías y falla de estructuras por asentamientos de terreno, debido a inundaciones.
- Daños en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, ocasionado la interrupción en la operación de equipos, instrumentos y medios de comunicación.

➤ **Inundaciones**

Las inundaciones son fenómenos naturales que tienen como origen la lluvia, el crecimiento anormal del nivel del mar, la fusión de la nieve en gran volumen o una combinación de estos fenómenos. La precipitación que cae en una zona determinada es el resultado de una serie de factores que influyen sobre la lluvia, tales como:

- La latitud: de manera general se puede indicar que la precipitación disminuye con la latitud porque la disminución de la temperatura hace decrecer la humedad atmosférica.
- Distancia a la fuente de humedad: mientras más cercana se encuentre la zona a fuentes de humedad como mar, lagos, entre otros, existirá mayor posibilidad de lluvias.
- Presencia de montañas: al ascenso orográfico favorece la precipitación. Así, en una cadena montañosa ocurren precipitaciones más pesadas o intensas en las laderas expuestas a los vientos, cayendo sólo trazas de lluvia en la ladera no expuesta de las montañas.

Los factores más relevantes que afectan la esorrentía en una cuenca son los siguientes:

- Factores climáticos.
 - a). Precipitación: forma (lluvia, granizo, nieve, etc.), intensidad, duración, distribución en el tiempo, distribución en el área, precipitaciones anteriores, humedad del suelo.
 - b). Intercepción: tipo de vegetación, composición, edad y densidad de los estratos, estación del año y magnitud de la tormenta.
 - c). Evaporación: temperatura, viento, presión atmosférica, naturaleza y forma de la superficie de la evaporación.
 - d). Transpiración: temperatura, radiación solar, viento, humedad, y clases de vegetación.
- Factores fisiográficos.
 - a). Características de la cuenca: geométricas, tamaño, forma, pendiente, orientación y dirección.

- b). Físicas: uso y cobertura de la tierra, condiciones de infiltración, tipo de suelo, condiciones geológicas como permeabilidad y capacidad de formaciones de agua subterráneas, condiciones topográficas como presencia de lagos, pantanos y drenajes artificiales.
- c). Características de canal y capacidad de transporte: tamaño, forma, pendiente, rugosidad, longitud y tributarios.
- d). Capacidad de almacenamiento: curvas de remanso.

➤ **Contaminación del agua potable por inundaciones**

Entre los daños que pueden provocar los desastres naturales, el riesgo más serio y grave por sus consecuencias es la contaminación en gran parte del agua potable. En esta situación muchas enfermedades usualmente asociadas a la falla de higiene pueden adoptar formas de enfermedades de origen hídrico y afectan a gran parte de la población. Dichas enfermedades incluyen la tifoidea y el cólera, donde son endémicas, y además la disentería bacilar y la amibiana, la hepatitis infecciosa y las gastroenteritis. El grave riesgo de aparición de estas enfermedades de primera importancia los métodos de tratamiento del agua con sustancias químicas de esterilización (como el cloro, por ejemplo) o la conveniencia de hervir el agua de consumo humano. La contaminación del agua potable y del suelo pueden asumir diversas formas:

- Contaminación de las fuentes superficiales de agua potable, por arrastre de animales muertos a las cercanías de las tomas, por aumento excesivo de la turbidez del agua, o por arrastre de otro tipo de sustancias tóxicas o contaminaciones.

- Contaminación de las fuentes de agua subterráneas cuando el nivel de inundación sobrepasa la altura del brocal de los pozos y se vierte directamente sobre pozos u otras captaciones.
- Al subir el nivel del agua en los ríos o cuerpos de agua donde desaguan los alcantarillados sanitarios y pluvial, se puede producir el refluo de las aguas servidas, escurriendo hacia atrás por las alcantarillas e inundando con aguas servidas tanto el interior de viviendas y pisos bajos de los edificios como las vías públicas. En las viviendas ocurren a través de los propios artefactos sanitarios y piletas; en las calles, a través de las cámaras de inspección y de los sumideros de agua lluvias. (si en los diseños y construcciones de los desagües se hubiera considerado las instalaciones de válvulas de retención, se podría evitar este tipo de refluo).
- Si los combustibles se mezclan con las inundaciones, será más difícil encontrar como hervir el agua contaminada para esterilizarla.

➤ **Daños por inundaciones**

- **Cañerías e instalaciones anexas:** Los posibles daños a cañerías y sus instalaciones anexas, tales como cámaras y válvulas de diverso tipo, pueden ser los siguientes:
 - Erosionar los suelos y por ende, desenterrar, e incluso llevarse, tramos de tubería.
 - Hacer subir el nivel del agua subterránea.
 - Arrastre y pérdida total de tramos de tubería.
- **Estanques semi-enterrados:** éstos usualmente están ubicados en terrenos altos, de modo que los daños raramente ocurren.
 - Erosión de funciones, determinando grietas.

- Un estanque, si tiene gran parte de su cuba bajo el nivel del suelo.
 - Equipos de bombeo e instalaciones eléctricas.
 - Obras de toma, represas y construcciones ubicadas sobre el nivel del suelo.
 - Represas y embalses.

En resumen, los principales efectos de las inundaciones que afectan a los sistemas de abastecimiento de agua potable son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebraduras.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio de cause del río.
- Rotura de tubería expuestas en pasos de quebradas y ríos.
- Rotura de tuberías de distribución y conexiones en áreas costeras debido al embate de marejadas y en área vecinas a cauces de agua.
- Contaminación de agua en las cuencas.
- Daños de equipos de bombeo al entrar en contacto con el agua.

➤ **Deslizamientos**

Los deslizamientos de taludes ocurren de muchas maneras y aún persiste cierto grado de incertidumbre en su predicción, rapidez de ocurrencia, y área afectada.

Los principales factores que influyen en la clasificación de los deslizamientos son:

- Forma del movimiento
- Forma de la superficie de falla
- Coherencia de la masa fallada

- Causa de la falla
- Desplazamiento de la masa
- Tipo de material
- Tasa de movimiento.

Los efectos esperados con la ocurrencia de deslizamientos en zonas en donde se encuentran ubicados los componentes de los sistemas de agua potable son:

- Destrucción total o parcial de todas las obras en especial de captación y conducción ubicados sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en las zonas montañosas.

➤ **Erupciones volcánicas**

Los principales efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas son:

- Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cause de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción de las obras de captación, tuberías de conducción por caídas de cenizas.
- Modificación de la calidad de agua en captación de agua superficial.
- Destrucción de caminos de acceso a los componentes.

➤ **Sequías**

Los efectos esperados en los sistemas de abastecimiento de agua potable son:

- Pérdida o disminución del caudal de agua superficial o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Abandono del sistema.

6.3. Mitigación de desastres

6.3.1. Medidas de mitigación y emergencia

El complemento lógico y deseable de un estudio de análisis de vulnerabilidad debe ser la ejecución de las necesarias medidas de prevención y mitigación para corregir las debilidades encontradas.

Las medidas de mitigación afectarán lógicamente a los elementos identificados como los más vulnerables, ya sean aspectos operativos, administrativos o físicos. Tendrán relación con el reforzamiento del sistema para reducir el impacto de los fenómenos naturales, o con las previsiones necesarias que el sistema deba realizar para reaccionar adecuadamente a una emergencia.

6.3.2. Lineamientos para la elaboración y ejecución de un plan de mitigación de desastres

Garantizar el funcionamiento de los sistemas regulares de agua potable con posterioridad de la ocurrencia de un desastre natural.

- Reducir la vulnerabilidad
- Ejecución de las medidas de mitigación
- Garantizar la continuidad del servicio

1. Formulación de un equipo coordinador
2. Descripción del sistema de agua potable
3. Estimación de la amenaza
4. Evaluación preliminar de la vulnerabilidad
5. Selección de sistemas a ser analizados
6. Evaluación cuantitativa de los sistemas seleccionados
7. Priorización para proyectos de inversión
8. Diseño detallado para la intervención y gestión del financiamiento
9. Ejecución

CONCLUSIONES

1. Las características topográficas del lugar se determinan y por el sistema de abastecimiento de agua potable, por bombeo. El sistema de distribución por medio de ramales abiertos, ya que la distribución de viviendas es muy dispersa.
2. El sistema de abastecimiento por bombeo puede perdurar sin la intervención directa del elemento humano; por la adecuada operación y mantenimiento del sistema es determinante para la sostenibilidad del proyecto.
3. La línea de conducción trabajará por medio de un sistema de bombeo, debido a que la fuente que abastecerá a la población no se puede trabajar por gravedad.
4. La red de distribución estará formada por una combinación de circuitos cerrados y ramales abiertos, para eliminar los puntos muertos y mantener una presión aceptable en todos los puntos del sistema.
5. La selección de diámetros para la tubería de la red de distribución utilizado en este estudio, se justifica por medio del método para redes cerradas denominado Hardy-Cross aplicado por el programa LOOP.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Pedro Yepocapa y al Comité de desarrollo local de la aldea Santa María Sibajá.

1. Que el abastecimiento de las captaciones de agua sea sanitariamente seguro, por medio del proceso de desinfección, utilizando cloro.
2. Realizar campañas de divulgación, en las cuales se eduquen a los usuarios del sistema de agua potable sobre la necesidad del cuidado del recurso hídrico para la protección del medio ambiente.
3. Para el buen funcionamiento del sistema, se debe proveer un programa de mantenimiento eficaz.

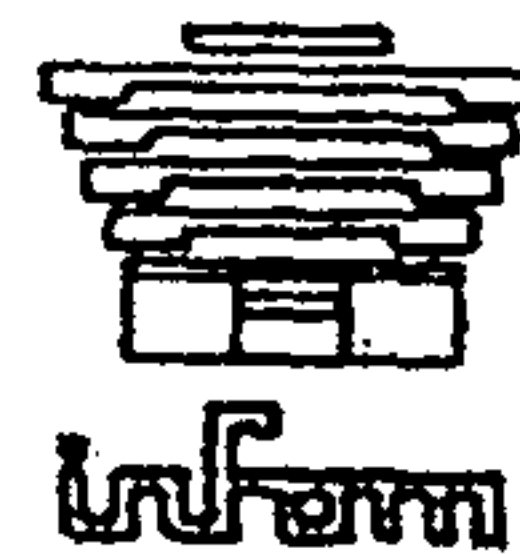
BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro Véliz, Luis Gregorio. Planificación y diseño de la red de agua potable para la aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.
2. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). **Guía para el diseño de Abastecimiento de agua potable a zonas rurales.** Guatemala, junio de 1997.
3. León Medrano, David Israel. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2000.
4. Mitigación de desastres en sistemas de agua potable y saneamiento.
www.cepis.ops-oms.org
5. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos (UNEPAR). **Guía Encargado de mantenimiento 1, operación y mantenimiento de acueductos rurales.** Guatemala, julio de 1980.

APÉNDICE A

Análisis de agua

Figura 1. Análisis de agua



Sistema Nacional de Información de Agua y Saneamiento

El infrascrito Inspector de Saneamiento, del Centro de Salud de
SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO CERTIFICA
haber realizado los exámenes a las muestras de Agua para consumo
humano de la fuente: Nacimiento de Agua de Sibaja.
Determinando que se encontraron: En 3 muestras analizadas
La Cantidad de coliformes fecales: 0 Coliformes en 100 cc.
Por lo tanto es agua: SEGURA Y APTA

Para el consumo humano.

Litros por minuto:


AFORG: 1.9 Lit./seg.-

PH = 6.8

Para los usos legales del interesado le convenga se firma y sella
el documento en una hoja de papel bond membretada.

Atentamente:




Manuel A. Flores
Inspector de Saneamiento Ambiental
Centro de Salud Yepocapa
Chimaltenango.

APÉNDICE B

Presupuesto

EPS

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

**SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
1	CAPTACIÓN	1	U		
	MATERIALES LOCALES				
	ARENA DE RÍO	4.55	m ³	100.00	455.00
	PIEDRÍN	0.27	m ³	150.00	40.50
	PIEDRA BOLA	5.70	m ³	75.00	427.50
	MADERA	200	pt.	3.00	600.00
	TOTAL RENGLÓN				1,523.00
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	39	sacos	40.00	1,560.00
	ALAMBRE DE AMARRE	8	lb.	3.00	24.00
	CLAVO	5	lb.	3.00	15.00
	HIERRO DE 3/8"	9	varilla	18.75	168.75
	HIERRO DE 1/2"	1	varilla	33.33	33.33
	CANDADO	1	u	53.00	53.00
	CODO PVC Ø 2" x 90° para drenaje	2	u	11.38	22.76
	PICHACHA HG Ø 3"	1	u	180.00	180.00
	TEE PVC Ø 2" para drenaje	2	u	13.32	26.64
	TUBERÍA PVC Ø 2" C-125 para drenaje	2	tubo	76.91	153.82
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 3" Br.	1	u	650.00	650.00
	VÁLVULA DE PILA Ø 2" para drenaje	1	u	45.00	45.00
	TOTAL RENGLÓN				2,932.30
	COSTO DE MATERIALES				4,455.30
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				356.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				1,629.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				222.77
	TRANSPORTE				1,000.00
	COSTO DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO				7,663.07

EPS**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA****PROYECTO DE AGUA POTABLE****SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO****LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
2	TANQUE DE SUCCIÓN 5 M³ DE CONCRETO	1	U		
	MATERIALES NO LOCALES				
	ARENA DE RÍO	1.90	m ³	100.00	190.00
	PIEDRÍN	2.50	m ³	150.00	375.00
	MADERA	500	pt.	3.00	1,500.00
	TOTAL RENGLÓN				2,065.00
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	32	sacos	40.00	1,280.00
	ALAMBRE DE AMARRE	28	lb.	3.00	84.00
	CLAVO	15	lb.	3.00	45.00
	CANDADO	1	u	53.00	53.00
	HIERRO DE 3/8"	52	varilla	18.75	975.00
	HIERRO DE 1/2"	1	varilla	33.33	33.33
	HIERRO DE 5/8"	1	varilla	52.08	52.08
	HEMBRA DE 2" x 1/4"	2	mts.	8.00	16.00
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 2"	2	u	7.87	15.74
	CODO HG. Ø 3/4" x 90°	2	u	7.10	14.20
	CODO PVC Ø 2" x 90° para drenaje	2	u	11.38	22.76
	CODO PVC Ø 3" x 90°	4	u	39.83	159.32
	NIPLE PVC Ø 3" x 0.60 mts.	2	u	20.68	41.36
	TEE PVC Ø 2" para drenaje	1	u	13.32	13.32
	TUBO HG. Ø 3/4" x 3.00 mts.	1	u	46.36	46.36
	TUBERÍA PVC Ø 2" para drenaje	1	tubo	76.91	76.91
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 2" Br.	1	u	250.00	250.00
	VÁLVULA DE PILA Ø 2" para drenaje	1	u	45.00	45.00
	TOTAL RENGLÓN				3,223.38
	COSTO DE MATERIALES				5,288.38
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				693.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				1,735.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				264.42
	TRANSPORTE				800.00
	COSTO DE TANQUE DE SUCCIÓN DE 5 m.³ DE CONCRETO				8,780.80

EPS

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

**SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
3	CASETA DE BOMBEO	1	U		
	MATERIALES NO LOCALES				
	ARENA DE RÍO	1.95	m ³	100.00	195.00
	PIEDRÍN	2.30	m ³	150.00	345.00
	LADRILLO TAYUYO DE 0.065 x 0.11 x 0.23	50	u	1.50	75.00
	MADERA	220	pt.	3.00	660.00
	TOTAL RENGLÓN				1,275.00
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	33	sacos	40.00	1,320.00
	ALAMBRE DE AMARRE	18.5	lb.	3.00	55.50
	CLAVO	6	lb.	3.00	18.00
	BLOCK DE 0.15 x 0.20 x 0.40	175	u	2.25	393.75
	CAL HIDRATADA	0.5	qq	86.00	43.00
	HIERRO DE 1/4"	17	varilla	8.33	141.61
	HIERRO DE 3/8"	52	varilla	18.75	975.00
	HIERRO DE 1/2"	2	varilla	33.33	66.66
	HEMBRA DE 1 1/2" x 1/4" x 6" para abrazadera	3	u	3.00	9.00
	PERNO DE ANCLAJE DE 1/2" x 12"	6	u	2.50	15.00
	PUERTA DE METAL	1	u	400.00	400.00
	NIPLE PVC Ø 2" x 3 mts. Para bajada de agua pluvial	1	u	47.70	47.70
	TOTAL RENGLÓN				3,485.22
	COSTO DE MATERIALES				4,760.22
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				60.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				2,021.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				238.01
	TRANSPORTE				880.00
	COSTO DE TANQUE DE SUCCIÓN DE 5 m.³ DE CONCRETO				7,959.23
4	LÍNEA DE BOMBEO	1,680	ML.		
	MATERIALES NO LOCALES				
	TUBERÍA HG Ø 3" TIPO MEDIANO	280	tubo	769.00	215,320.00
	CODO HG Ø 3" x 90°	1	u	113.70	113.70
	TOTAL RENGLÓN				215,433.70
	COSTO DE MATERIALES				215,433.70
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				1,075.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				3,830.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				10,771.69
	TRANSPORTE				8,480.00
	COSTO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN				239,590.39



**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

**SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 30 M³	1	U		
	MATERIALES NO LOCALES				
	ARENA DE RÍO	24.20	m ³	100.00	2,420.00
	PIEDRÍN	2.55	m ³	150.00	382.50
	PIEDRA BOLA	33.50	m ³	75.00	2512.50
	MADERA	610	pt.	3.00	1,830.00
	TOTAL RENGLÓN				7,145.00
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	228	sacos	40.00	9,120.00
	ALAMBRE DE AMARRE	38	lb.	3.00	114.00
	CLAVO	26	lb.	3.00	78.00
	CANDADO	4	u	53.00	212.00
	HIERRO DE 1/4"	15	varilla	8.33	124.95
	HIERRO DE 3/8"	73	varilla	18.75	1368.75
	HIERRO DE 1/2"	3	varilla	33.33	99.99
	HIERRO DE 5/8"	4	varilla	52.08	208.32
	HEMBRA DE 2" x 1/4"	2	mts.	8.00	16.00
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 2"	4	u	7.87	31.48
	CODO HG. Ø 3/4" x 90°	2	u	7.10	14.20
	CODO PVC Ø 2" x 90° para drenaje	2	u	11.38	22.76
	CODO PVC Ø 3" x 90°	4	u	39.83	159.32
	NIPLE HG. Ø 3/4" x 3.00 mts.	1	u	46.36	46.36
	NIPLE PVC Ø 3" x 0.60 mts.	2	u	9.80	19.60
	PICHACHA PVC Ø 2"	1	u	30.00	30.00
	TEE PVC Ø 2" para drenaje	1	u	13.32	13.32
	TUBERÍA PVC Ø 2" C-125 para drenaje	1	tubo	76.91	76.91
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 2" Br.	2	u	250.00	500.00
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 3" Br.	1	u	653.00	653.00
	VÁLVULA DE PILA Ø 2" para drenaje	1	u	45.00	45.00
	TOTAL RENGLÓN				12,953.96
	COSTO DE MATERIALES				20,098.96
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				696.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				9,250.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				1,004.95
	TRANSPORTE				3,160.00
	COSTO DE TANQUE DISTRIBUCIÓN DE 30 M³				34,209.91



**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

**SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
6	RED DE DISTRIBUCIÓN	2,316	U		
	MATERIALES NO LOCALES				
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"	2	u	1.92	3.84
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1"	2	u	3.95	7.90
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/4"	2	u	4.05	8.10
	CEMENTO SOLVENTE	4	pinta	58.10	232.40
	CODO PVC Ø 3/4" x 45°	2	u	4.93	9.86
	CODO PVC Ø 1" x 45°	1	u	6.32	6.32
	CODO PVC Ø 1 1/4" x 45°	1	u	8.19	8.19
	CODO PVC Ø 3/4" x 90°	1	u	2.11	2.11
	CODO PVC Ø 1" x 90°	2	u	4.05	8.10
	REDUCIDOR PVC Ø 1" x 3/4"	2	u	2.92	5.84
	REDUCIDOR PVC Ø 1 1/4" x 3/4"	1	u	4.93	4.93
	REDUCIDOR PVC Ø 1 1/4" x 1"	1	u	4.93	4.93
	REDUCIDOR PVC Ø 1 1/2" x 3/4"	3	u	5.05	15.15
	REDUCIDOR PVC Ø 1 1/2" x 1 1/4"	1	u	5.05	5.05
	REDUCIDOR PVC Ø 2" x 1"	1	u	8.50	8.50
	REDUCIDOR PVC Ø 2" x 1 1/2"	1	u	8.50	8.50
	TAPÓN HEMBRA PVC Ø 3/4"	7	u	1.78	12.46
	TAPÓN HEMBRA PVC Ø 1"	1	u	2.97	2.97
	TEE PVC Ø 3/4"	1	u	2.56	2.56
	TEE PVC Ø 1"	1	u	5.05	5.05
	TEE PVC Ø 1 1/4"	1	u	8.26	8.26
	TEE PVC Ø 1 1/2"	3	u	9.74	29.22
	TEE PVC Ø 2"	1	u	13.32	13.32
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 3/4" Br.	1	u	75.00	75.00
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1" Br.	1	u	82.00	82.00
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" Br.	1	u	112.00	112.00
	TUBERÍA PVC Ø 3/4" C-250	170	tubo	27.31	4,642.70
	TUBERÍA PVC Ø 1" C-160	62	tubo	34.59	2,144.58
	TUBERÍA PVC Ø 1 1/4" C-160	20	tubo	46.68	933.60
	TUBERÍA PVC Ø 1 1/2" C-160	122	tubo	61.28	7,476.16
	TUBERÍA PVC Ø 2" C-160	12	tubo	95.33	1,143.96
	TOTAL RENGLÓN				17,023.56
	COSTO DE MATERIALES				17,023.56
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				18,508.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				1,840.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				851.18
	TRANSPORTE				500.00
	COSTO DE RED DISTRIBUCIÓN				38,722.74

EPS

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO DE AGUA POTABLE

SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO

LISTADO DE MATERIALES

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
7	CAJAS PARA VÁLVULAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN	3	u		
	MATERIALES LOCALES				
	ARENA DE RÍO	0.15	m ³	100.00	15.00
	PIEDRÍN	0.15	m ³	150.00	22.50
	MADERA	40	pt.	3.00	120.00
	TOTAL RENGLÓN				157.50
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	2	sacos	40.00	80.00
	HIERRO DE 3/8"	3	varilla	18.75	56.25
	ALAMBRE DE AMARRE	2	lb.	3.00	6.00
	CLAVO	2	lb.	3.00	6.00
	CANDADO	3	u	53.00	159.00
	TOTAL RENGLÓN				307.25
	COSTO DE MATERIALES				464.75
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				75.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				525.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				23.24
	TRANSPORTE				100.00
	COSTO DE CAJAS PARA VÁLVULAS DE RED DISTRIBUCIÓN				1,187.99

EPS

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

**SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
LISTADO DE MATERIALES**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
8	CONEXIONES DOMICILIARES	54	U		
	MATERIALES LOCALES				
	ARENA DE RÍO	0.54	m ³	100.00	54.00
	PIEDRÍN	0.81	m ³	150.00	121.50
	MADERA	81	pt.	3.00	243.00
	TOTAL RENGLÓN				418.50
	MATERIALES NO LOCALES				
	CEMENTO	10.80	sacos	40.00	432.00
	CLAVO	5.40	lb.	3.00	16.20
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"	108	u	1.02	110.16
	CEMENTO SOLVENTE	3	pinta	58.10	174.30
	CODO PVC Ø 1/2" x 90° roscado	54	u	2.27	122.58
	CODO HG Ø 1/2" x 90°	54	u	4.75	256.50
	COPLA HG Ø 1/2"	54	u	4.80	259.20
	LLAVE DE PASO Ø 1/2"	54	u	25.00	1,350.00
	LLAVE DE CHORRO Ø 1/2" Br.	54	u	20.00	1,080.00
	NIPLE HG. Ø 1/2" x 1.50 mts.	54	u	23.00	1,242.00
	NIPLE HG. Ø 1/2" x 0.2 mts.	54	u	7.85	423.90
	TEE REDUCIDORA PVC Ø 3/4" x 1/2"	34	u	4.76	161.84
	TEE REDUCIDORA PVC Ø 1" x 1/2"	10	u	8.49	84.90
	TEE REDUCIDORA PVC Ø 1¼" x 1/2"	3	u	13.08	39.24
	TEE REDUCIDORA PVC Ø 1½" x 1/2"	7	u	15.72	110.04
	TUBERIA PVC Ø 1/2" C-315	216	tubo	18.28	3,948.48
	TOTAL RENGLÓN				9,811.34
	COSTO DE MATERIALES				10,229.84
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				23,883.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				1,620.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				511.49
	TRANSPORTE				300.00
	COSTO DE CONEXIONES DOMICILIARES				36,544.33



**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE**

SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO

LISTADO DE MATERIALES

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO (Q)
-----	---------------------	----------	--------	-----------------	-----------

9	HIPOCLORADOR	1	U		
	MATERIALES LOCALES				
	ARENA DE RÍO	0.55	m ³	100.00	55.00
	PIEDRÍN	0.75	m ³	150.00	112.50
	MADERA	100	pt.	3.00	300.00
	TOTAL RENGLÓN				467.50
	MATERIALES NO LOCALES				
	ALAMBRE DE AMARRE	3	lb.	3.00	9.00
	CEMENTO	10	sacos	40.00	400.00
	CLAVO	2	lb.	3.00	6.00
	HIERRO DE 1/2"	1	varilla	33.33	33.33
	HIERRO DE 3/8"	12	varilla	18.75	225.00
	ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"	1	u	1.92	1.92
	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"	6	u	1.02	6.12
	CODO PVC Ø 1/2" x 45°	1	u	3.67	3.67
	CODO PVC Ø 1/2" x 90°	4	u	1.02	4.08
	CODO PVC Ø 1/2" x 90° roscado	1	u	2.27	2.27
	DOSIFICADOR	1	u	100.00	100.00
	TEE REDUCIDORA HG Ø 3" x 1/2"	1	u	177.10	177.10
	TUBERÍA PVC Ø 1/2" C-315	2	tubo	21.48	42.96
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1/2" Br.	2	u	42.00	84.00
	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1/2" PLASTICA	1	u	20.00	20.00
	VÁLVULA DE FLOTE Ø 1/2" Br.	1	u	65.00	65.00
	TOTAL RENGLÓN				1,180.45
	COSTO DE MATERIALES				1,647.95
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				25.00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				900.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTA				82.40
	TRANSPORTE				260.00
	COSTO DEL HIPOCLORADOR				2,915.35

10	BOMBA DIESEL	1	U		
	MATERIALES NO LOCALES				
	BOMBA MOTOR DIESEL DE 5 HP	1	u	25,294.64	25,294.64
	TOTAL RENGLÓN				25,294.64
	COSTO DE MATERIALES				25,294.64
	COSTO DE BOMBA DIESEL				25,294.64



**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE
SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
PRESUPUESTO POR COMPONENTE Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

FECHA: MARZO DE 2004

No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COMUNIDAD Q.	FINANCIAMIENTO Q.	TOTAL Q.
1	CAPTACIÓN	1	U	356.00	7,307.07	7,663.07
2	TANQUE DE SUCCIÓN 5 M ³ DE CONCRETO	1	U	693.00	8,087.80	8,780.80
3	CASETA DE BOMBEO	1	U	60.00	7,899.23	7,959.23
4	LÍNEA DE BOMBEO	1680	ML.	1,075.00	238,515.39	239,590.39
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 30 M ³	1	U	696.00	33,513.91	34,209.91
6	RED DE DISTRIBUCIÓN	2316	U	18,508.00	20,214.74	38,722.74
7	CAJAS PARA VÁLVULAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN	3	u	75.00	1,112.99	1,187.99
8	CONEXIONES DOMICILIARES	54	U	23,883.00	12,661.33	36,544.33
9	HIPOCLORADOR	1	U	25.00	2,890.35	2,915.35
10	BOMBA DIESEL	1	U		25,294.64	25,294.64
	COSTO DIRECTO			45,371.00	357,497.43	402,868.43
	COSTOS INDIRECTOS					161,147.37
TOTAL DEL PROYECTO						Q 564,015.81
TOTAL DEL PROYECTO						\$ 69,631.58

NOTA:

- 1 LA COMUNIDAD APORTARÁ LA MANO DE OBRA NO CALIFICADA
- 2 EL FUENTE DE FINANCIAMIENTO ES LA MANO DE OBRA CALIFICADA, EL TRANSPORTE, LOS MATERIALES Y EL EQUIPO Y HERRAMIENTA
- 3 EL TRANSPORTE NO INCLUYE EL ENVÍO DE LA BOMBA
- 4 LOS COSTOS INDIRECTOS SE DEFINIRÁN DE LA SIGUIENTE MANERA:
ADMINISTRACIÓN 10%
ADMINISTRACIÓN 10%
UTILIDAD 20%

72

9/10



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO DE AGUA POTABLE
SANTA MARÍA SIBAJÁ, SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO
PRESUPUESTO POR COMPONENTE Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO

FECHA: MARZO DE 2004

No.	REGLÓN	COMUNIDAD Q.	FINANCIAMIENTO Q.	TOTAL Q.
1	MANO DE OBRA CALIFICADA		23,350.00	23,350.00
2	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	45,371.00		45,371.00
3	MATERIALES NO LOCALES		76,212.10	76,212.10
4	MATERIALES LOCALES		228,485.20	228,485.20
5	TRANSPORTE		15,480.00	15,480.00
6	EQUIPO Y HERRAMIENTA		13,970.13	13,970.13
	COSTOS DIRECTOS	45,371.00	357,497.43	402,868.43
	COSTOS INDIRECTOS			161,147.37
	TOTAL DEL PROYECTO		Q	564,015.81
	TOTAL DEL PROYECTO		\$	69,631.58

NOTA:

- 1 LA COMUNIDAD APORTARÁ LA MANO DE OBRA NO CALIFICADA
- 2 EL FUENTE DE FINANCIAMIENTO ES LA MANO DE OBRA CALIFICADA, EL TRANSPORTE, LOS MATERIALES Y EL EQUIPO Y HERRAMIENTA
- 3 EL TRANSPORTE NO INCLUYE EL ENVÍO DE LA BOMBA
- 4 LOS COSTOS INDIRECTOS SE DEFINIRÁN DE LA SIGUIENTE MANERA:
ADMINISTRACIÓN 10%
IMPREVISTOS 10%
UTILIDAD 20%

APÉNDICE C

Cálculo hidráulico línea de bombeo y distribución

DISEÑO HIDRÁULICO POR BOMBEO

Lugar: Santa María Sibajá
Municipio: San Pedro Yepocapa
Departamento: Chimaltenango
Fecha: Marzo del 2004
Elaboró: Orzibal Jeovany López

Línea de bombeo

$E_1 - E_{50}$

Longitud = 1678 metros

Caudal día máximo

$$\begin{aligned} \text{QDM} &= \text{FDM} \times \text{Qmd} \\ \text{QDM} &= 1.5 \times 0.544 \text{ l/s} \\ \text{QDM} &= 0.816 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Caudal de bombeo

$$\begin{aligned} \text{Qb} &= \frac{\text{Qc} \times 24 \text{ hrs.}}{\text{HB}} \\ \text{Qb} &= \frac{0.816 \text{ l/s} \times 24 \text{ hrs.}}{8 \text{ hrs.}} \\ \text{Qb} &= 2.448 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Cálculo de diámetro económico

$$\begin{aligned} \emptyset \text{ EC} &= 1.8675 \times (\text{Qb})^{1/2} \\ \emptyset \text{ EC} &= 1.8675 \times (2.448 \text{ l/s})^{1/2} \\ \emptyset \text{ EC} &= 2.92 \text{ pulg.} = 3 \text{ pulg.} \end{aligned}$$

Chequeo de velocidad

$$V (3") = 1.974 \times 2.448 / (3)^2 = 0.51 \text{ m/seg.} \quad \text{Sí cumple.}$$

$$V (4") = 1.974 \times 2.448 / (4)^2 = 0.28 \text{ m/seg.} \quad \text{No cumple.}$$

Verificación de pérdidas de cargas de la ecuación de Hazen y Williams.

$$L = 1,678.18 \text{ m.}$$

$$Q_b = 2.448 \text{ l/seg.}$$

$$C = 100$$

$$\text{Para diámetro 3"} \quad H_f = 14.50 \text{ mca}$$

Cálculo de carga dinámica total

- 1). Altura de tanque de succión = 2.50 metros
- 2). Altura de tanque de succión y tanque de distribución = 68 metros + 2.50 metros = 71 metros
- 3). Longitud de bombeo = 1678 metros
- 4). Tubería de impulsión

$$L = 1678 \text{ metros}$$

$$\text{Diámetro} = 3 \text{ pulgadas}$$

$$Q = 2.448 \text{ litros / seg.}$$

$$C = 100 \text{ para Hg}$$

$$h = 56.23 \text{ metros}$$

$$h_f = 14.50 \text{ metros}$$

- 5). Cálculo de pérdidas menores

$$h_{fm} = K \times v^2 / 2g$$

$$h_{fm} = 0.108 \text{ metros}$$

- 6). Pérdidas por velocidad

$$h_{fv} = v^2 / 2g$$

$$h_{fv} = 0.013 \text{ metros}$$

$$H_m = h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_{fm}$$

$$H_m = 70.38 + 14.50 + 0.108 + 0.013 = 85.00 \text{ m.c.a}$$

Potencia de la bomba

$$P = (Q_b \times H_m) / (76 \times e)$$

$$P = (2.448 \times 85) / (76 \times 0.7)$$

$$P = 5 \text{ Hp}$$

De donde:

$$Q_b = \text{Caudal de bombeo} = 2.448 \text{ L/seg.}$$

$$H_m = \text{Carga dinámica total} = 85 \text{ m.c.a.}$$

$$e = 70\% = \text{eficiencia de la bomba}$$

LUGAR: SANTA MARÍA SIBAJÁ
 MUNICIPIO: SAN PEDRO YEPOCAPA
 DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
 FECHA: MARZO DE 2004.
 ELABORÓ: ORZIBAL JEOVANY LOPEZ

DISEÑO HIDRÁULICO

	EST	PO	CAMINAM	DISTANCIA	COTA	DIST. 1.03%	DISTANCIA REAL	No. TUBO	COTA T.I. metros	COTA T.F. metros	CAUDAL litros/seg.	DIAMETRO pulgadas	CONSTANTE K'	Hf metros	COTA P.I. metros	COTA P.F. metros	VELOCIDAD metros/seg	PRESIÓN ESTÁTICA	PRESIÓN DINÁMICA	PRESIÓN PSI	TIPO	
T.D.		50	0	0	956.480																	
		50	51	70.50	70.5	73.00	72.00	12.00	956.480	940.880	1.088	2.000	6.35	0.53	955.98	955.45	0.54	15.60	14.57	160.00	PVC	
		51	303	267.19	196.69	203.00	204.00	34.00	940.880	932.390	0.335	0.500	5425.97	146.37	955.45	809.08	2.64	24.09	-123.31	250.00	PVC	
		51	500	355.40	88.21	88.21	90.00	15.00	940.880	931.550	0.933	1.500	25.76	2.04	955.45	953.41	0.82	24.93	21.86	160.00	PVC	
		500	503	472.56	117.16	121.00	120.00	20.00	931.550	927.560	0.150	0.500	5425.97	19.47	953.41	933.93	1.18	28.92	6.37	160.00	PVC	
		500	53	595.99	123.43	127.00	126.00	21.00	931.550	917.120	0.881	2.000	6.35	0.63	953.41	952.77	0.43	39.36	35.65	160.00	PVC	
		53	200	628.78	32.79	34.00	36.00	6.00	917.120	914.750	0.150	1.000	185.55	0.20	952.77	952.57	0.30	41.73	37.82	160.00	PVC	
		53	60	1094.18	498.19	513.00	516.00	86.00	914.750	893.970	0.822	2.000	6.35	2.28	952.77	950.50	0.41	62.51	56.53	160.00	PVC	
		60	406	1468.75	374.57	386.00	384.00	64.00	893.970	894.430	0.397	1.000	185.55	12.90	950.50	937.60	0.78	62.05	43.17	160.00	PVC	
		60	61	1584.55	115.8	119.00	120.00	20.00	894.430	894.630	0.618	1.500	25.76	1.27	950.50	949.23	0.54	61.85	54.60	160.00	PVC	
		61	61.1	1695.23	110.68	114.00	114.00	19.00	894.630	883.830	0.300	1.000	185.55	2.28	949.23	946.95	0.59	72.65	63.12	160.00	PVC	
		61	62	1650.54	65.99	68.00	66.00	11.00	883.830	893.840	0.470	2.000	6.35	0.10	949.23	949.12	0.23	62.64	55.28	160.00	PVC	
		62	63	1748.04	97.5	100.00	102.00	17.00	893.840	893.720	0.450	2.000	6.35	0.15	949.12	948.98	0.22	62.76	55.26	160.00	PVC	
		63	63.1	1851.78	103.74	107.00	108.00	18.00	893.720	888.630	0.212	1.000	185.55	1.14	948.98	947.84	0.42	67.85	59.21	160.00	PVC	
		63	64.0	1794.61	46.57	48.00	48.00	8.00	888.630	892.280	0.300	1.000	185.55	0.96	948.98	948.02	0.59	64.20	55.74	160.00	PVC	
		64	100.0	1824.91	30.3	31.00	30.00	5.00	892.280	890.610	0.300	1.000	185.55	0.60	948.02	947.42	0.59	65.87	56.81	160.00	PVC	
		100	101.0	1912.99	88.08	91.00	90.00	15.00	890.610	872.888	0.150	1.000	185.55	0.50	947.42	946.92	0.30	83.59	74.03	160.00	PVC	
		100	66.0	1999.54	86.55	89.00	90.00	15.00	872.888	883.820	0.150	1.000	185.55	0.50	947.42	946.92	0.30	72.66	63.10	160.00	PVC	

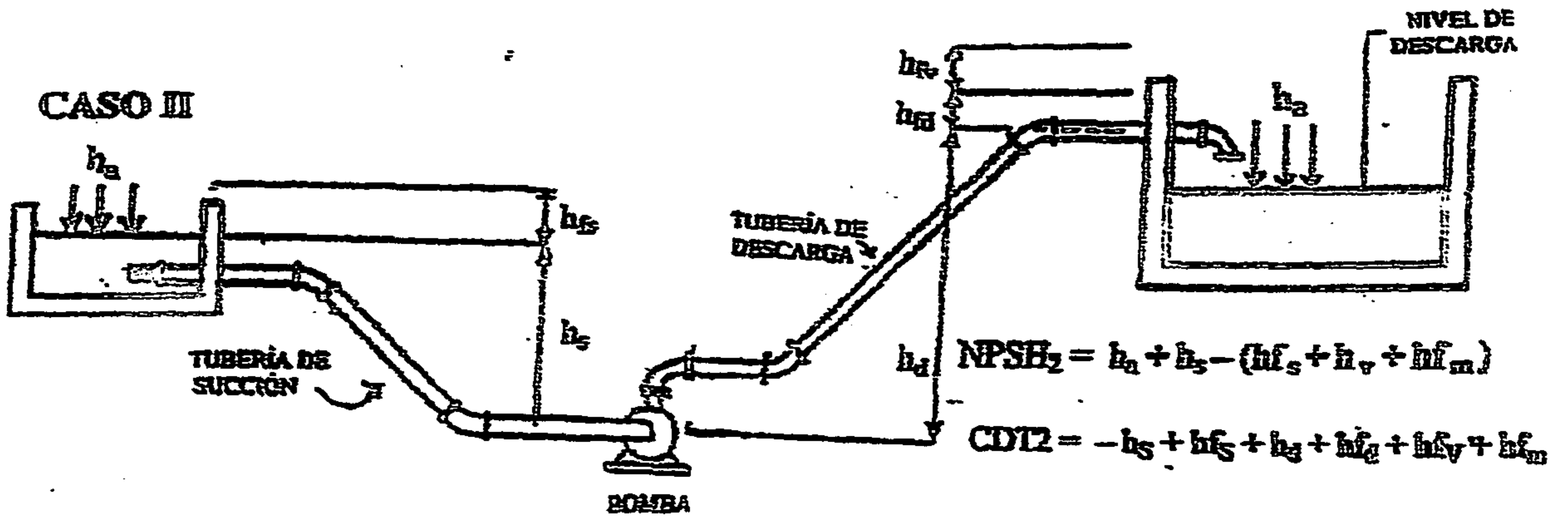
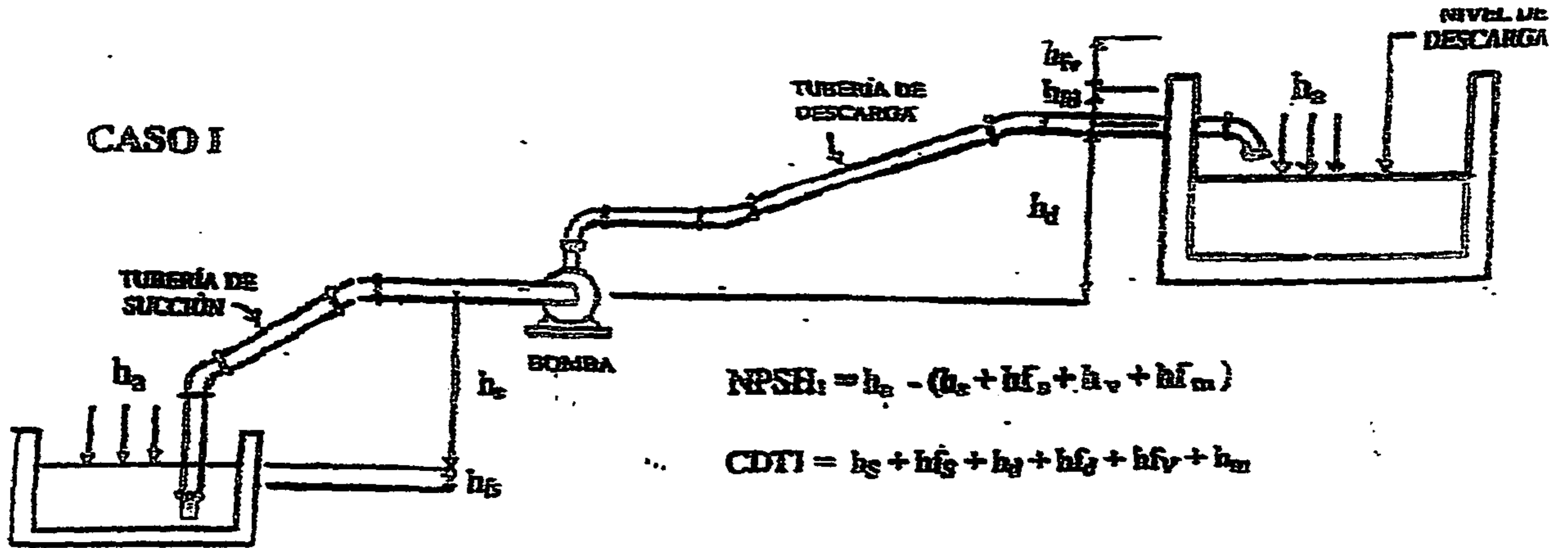
COTA T.I. = cota terreno inicial 2316.00
 COTA T.F. = cota terreno final
 COTA P.I. = cota piezométrica inicial
 COTA P.F. = cota piezométrica final
 Las pérdidas de carga se calcularon de acuerdo al diámetro interno del tubo.

APÉNDICE D

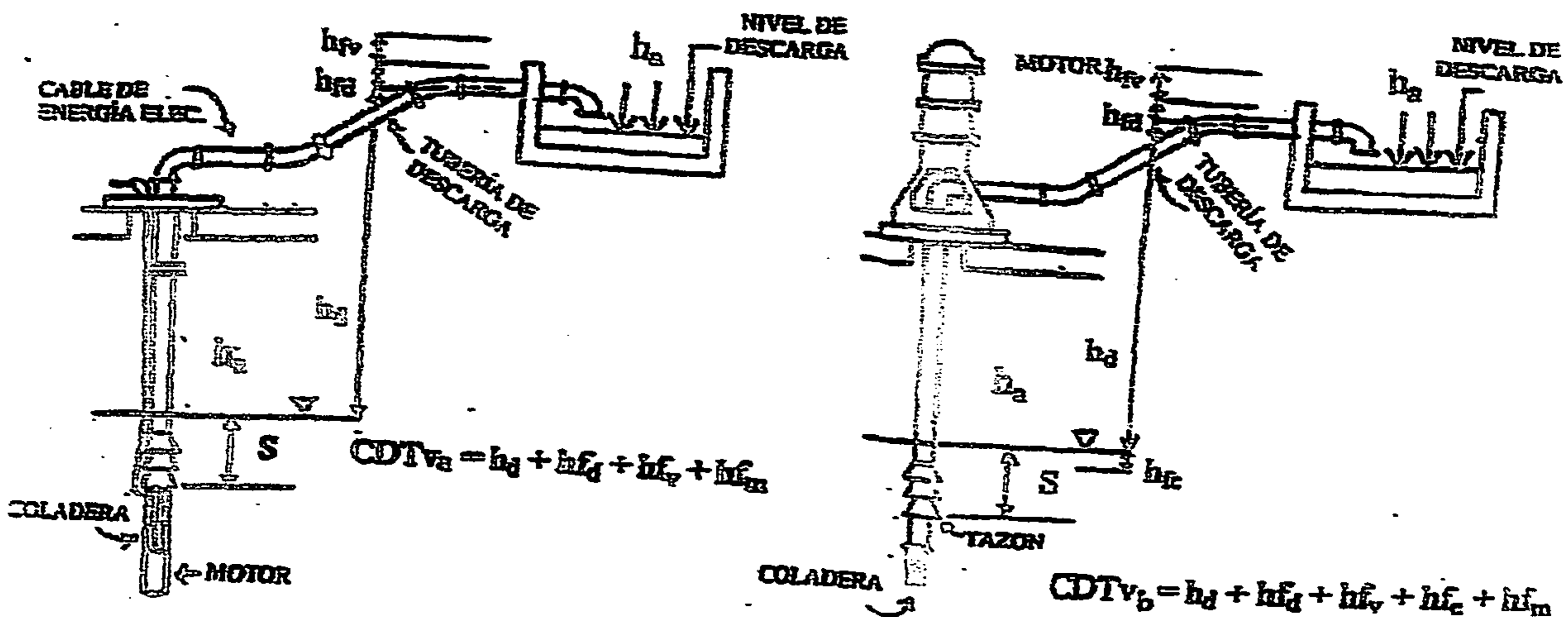
Gráficos

Figura 3. Diagrama de bombeo

BOMBEO HORIZONTAL



BOMBEO VERTICAL

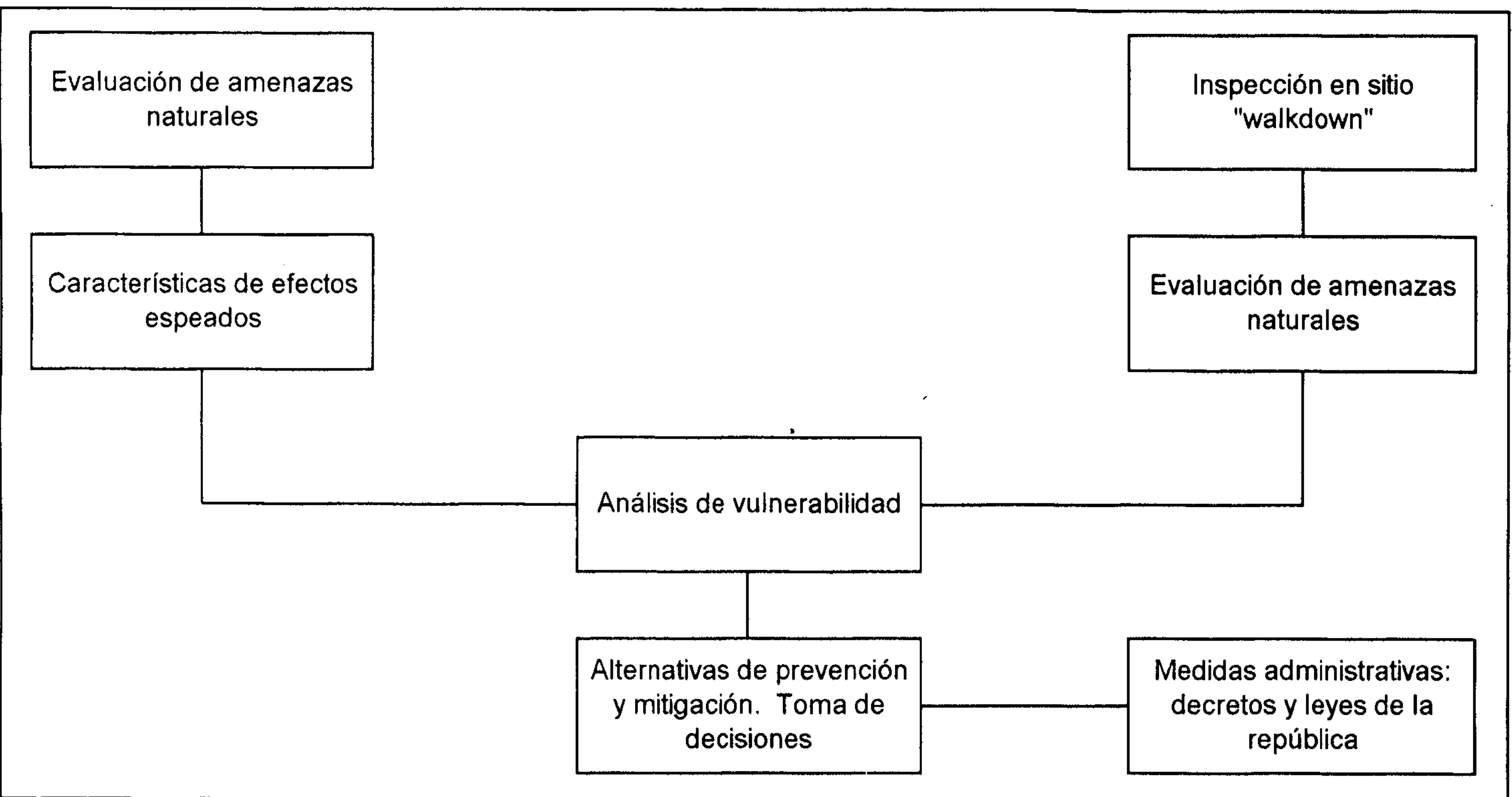


a) Bombas sumergibles

$$NPSH_3 = h_s + S - h_v - h_m$$

a) Bombas verticales de turbina

Figura 4. Diagrama para la evaluación de la vulnerabilidad y medidas de mitigación

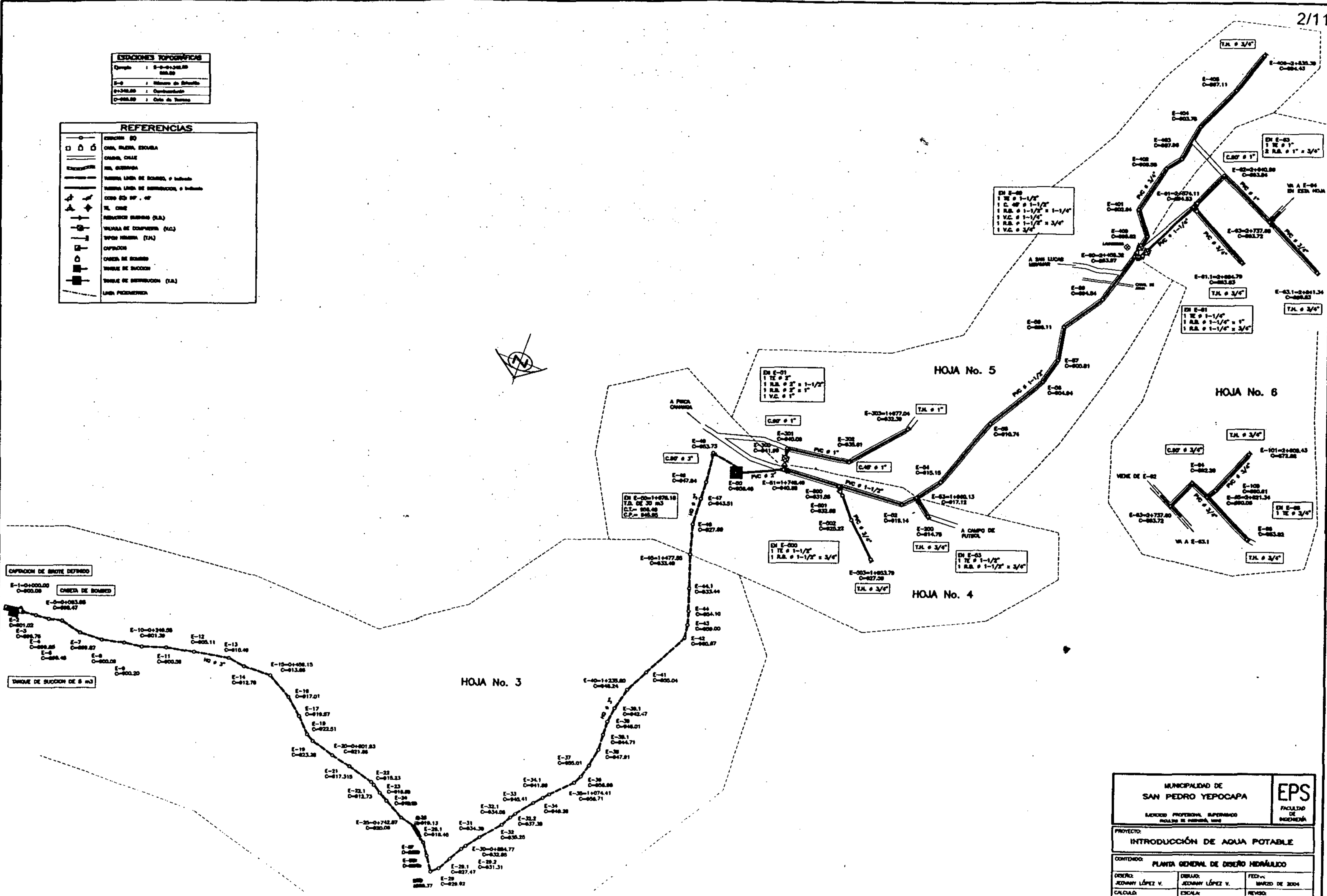


APÉNDICE E

Planos de diseño

EDICIONES TOPOGRAFICAS	
□	Original
○	Edición
○	Edición
○	Edición
○	Edición

REFERENCIAS	
○	ESTACION (E)
□	CASA, PABILLO, ESCUELA
○	CALLE, CALLE
○	EL, ALBERCA
—	LINEA LINEA DE BARRIO, o similar
—	LINEA LINEA DE DISTRIBUCION, o similar
○	CORDON DE 50', 40'
○	EL, CORDON
○	REDUCCION BARRIO (R.B.)
○	VALUNA DE COMPRESION (V.C.)
○	TIPON HERRIA (T.H.)
○	OPCION
○	QUEDA DE BARRIO
○	TANQUE DE SUCCION
○	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.A.)
○	LINEA PERIMETRICA

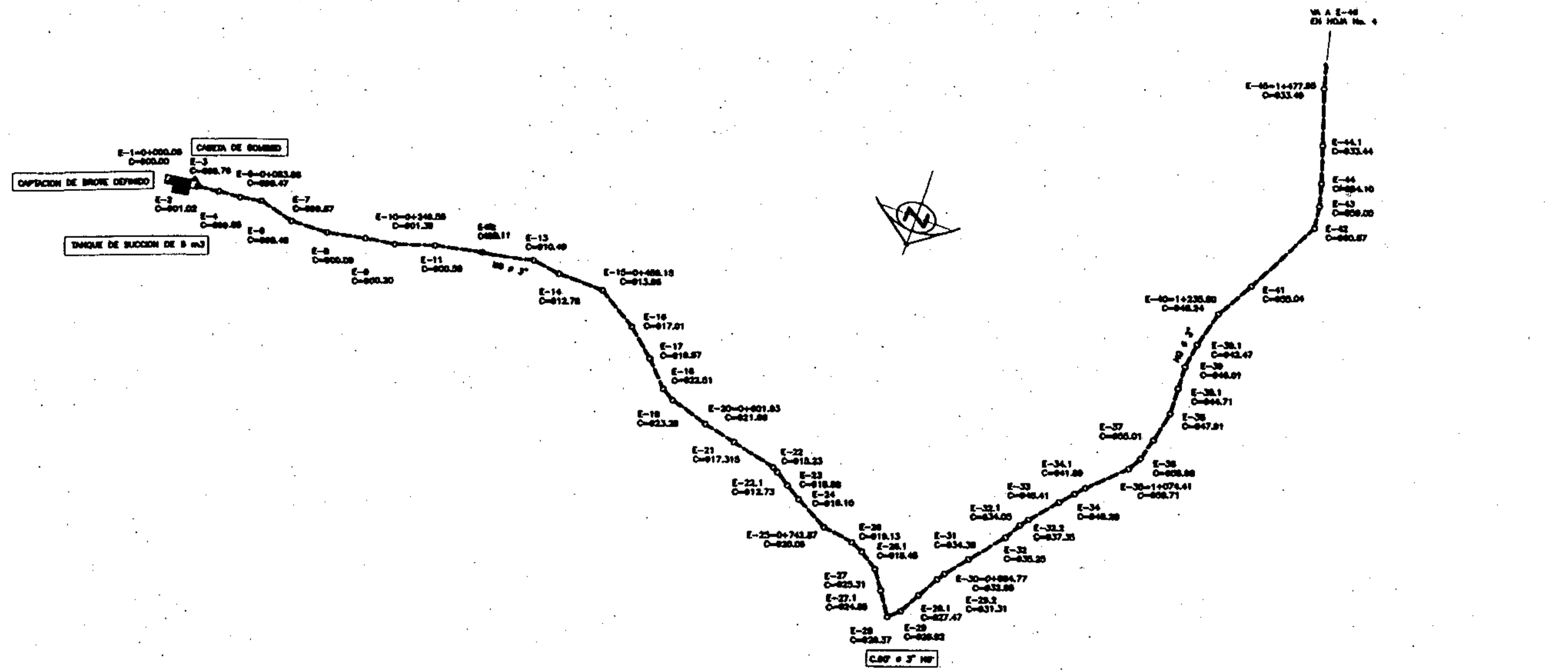


OPCION DE BOTE DEFINIDO

CASERA DE BOMBEO

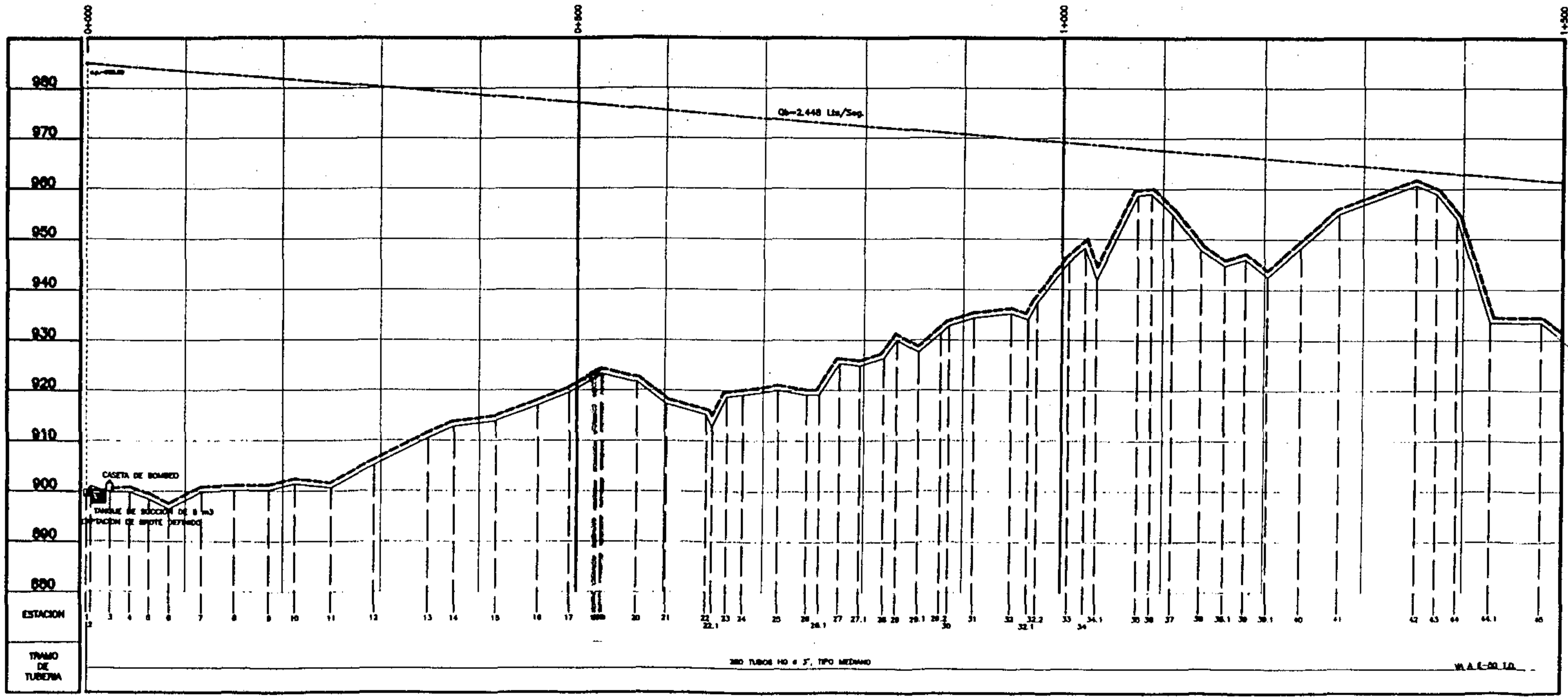
TANQUE DE SUCCION DE 8 m³

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPOCAPA		EPS FACILIDAD DE INDUSTRIA
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRAULICO		
DISEÑO: JEDYNNY LÓPEZ V.	DEBIDO: JEDYNNY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004
CALCULO: JEDYNNY LÓPEZ V.	ESCALA: 1/3000	REVISOR: ING. ALBERTO ARRIAGA
OPERA		HOJA: 2/6

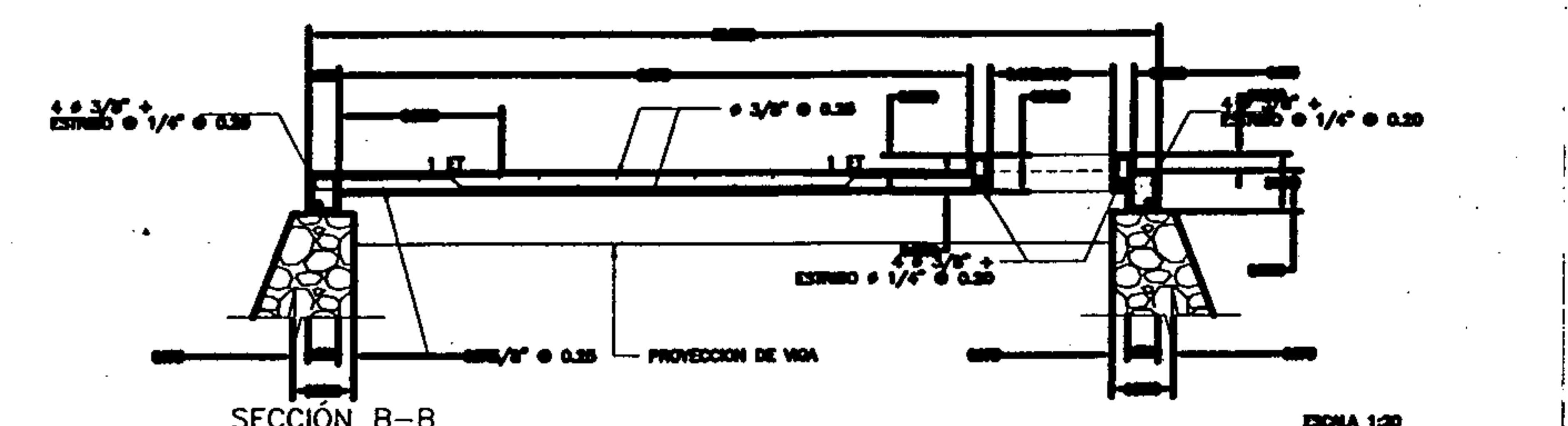
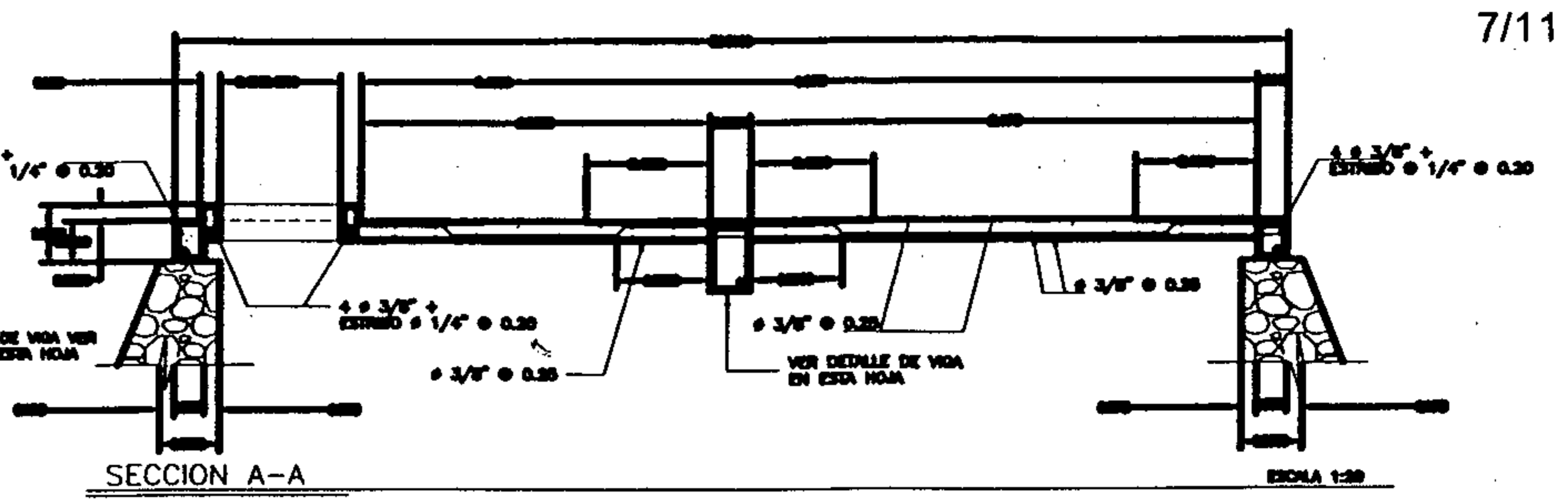
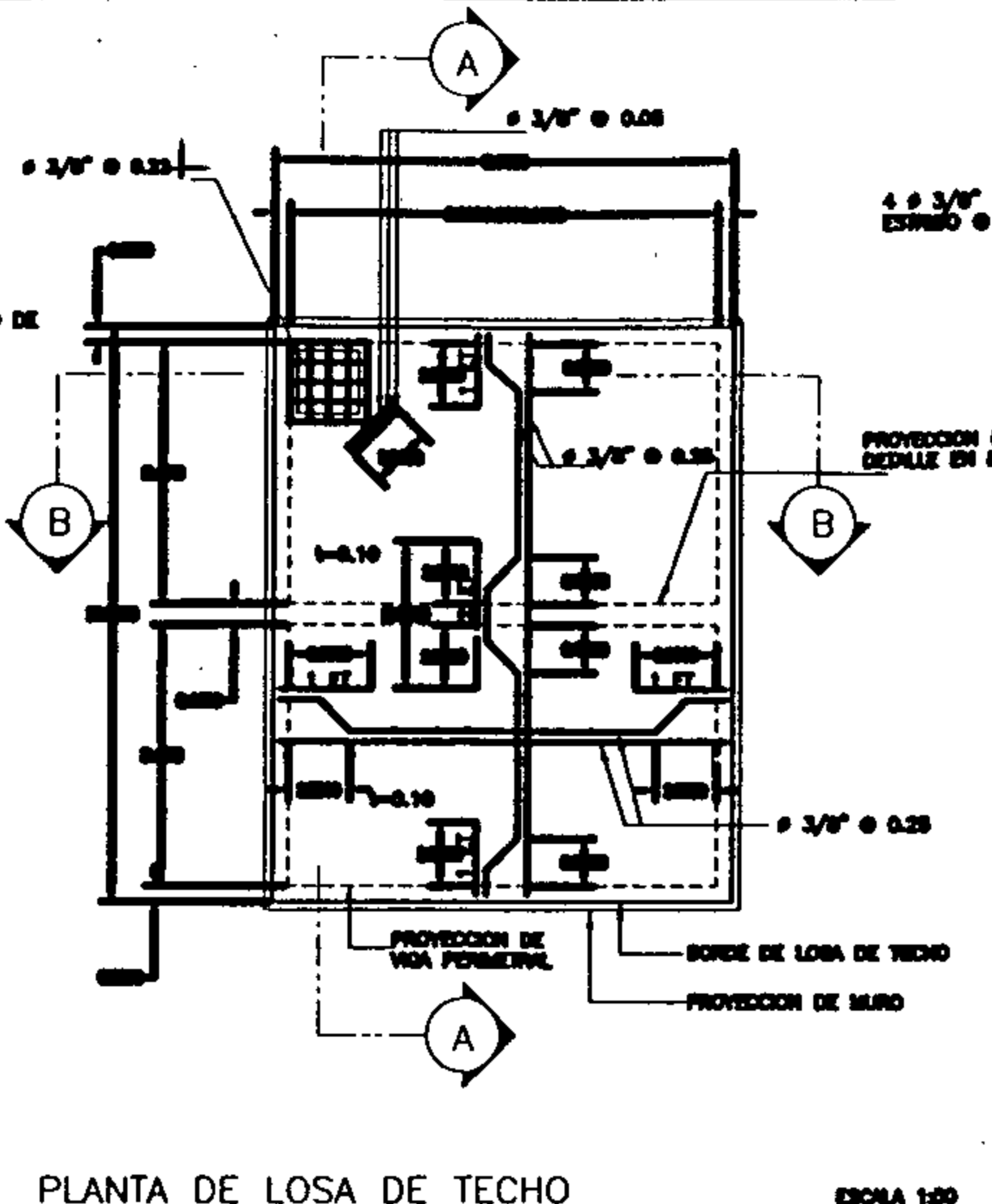
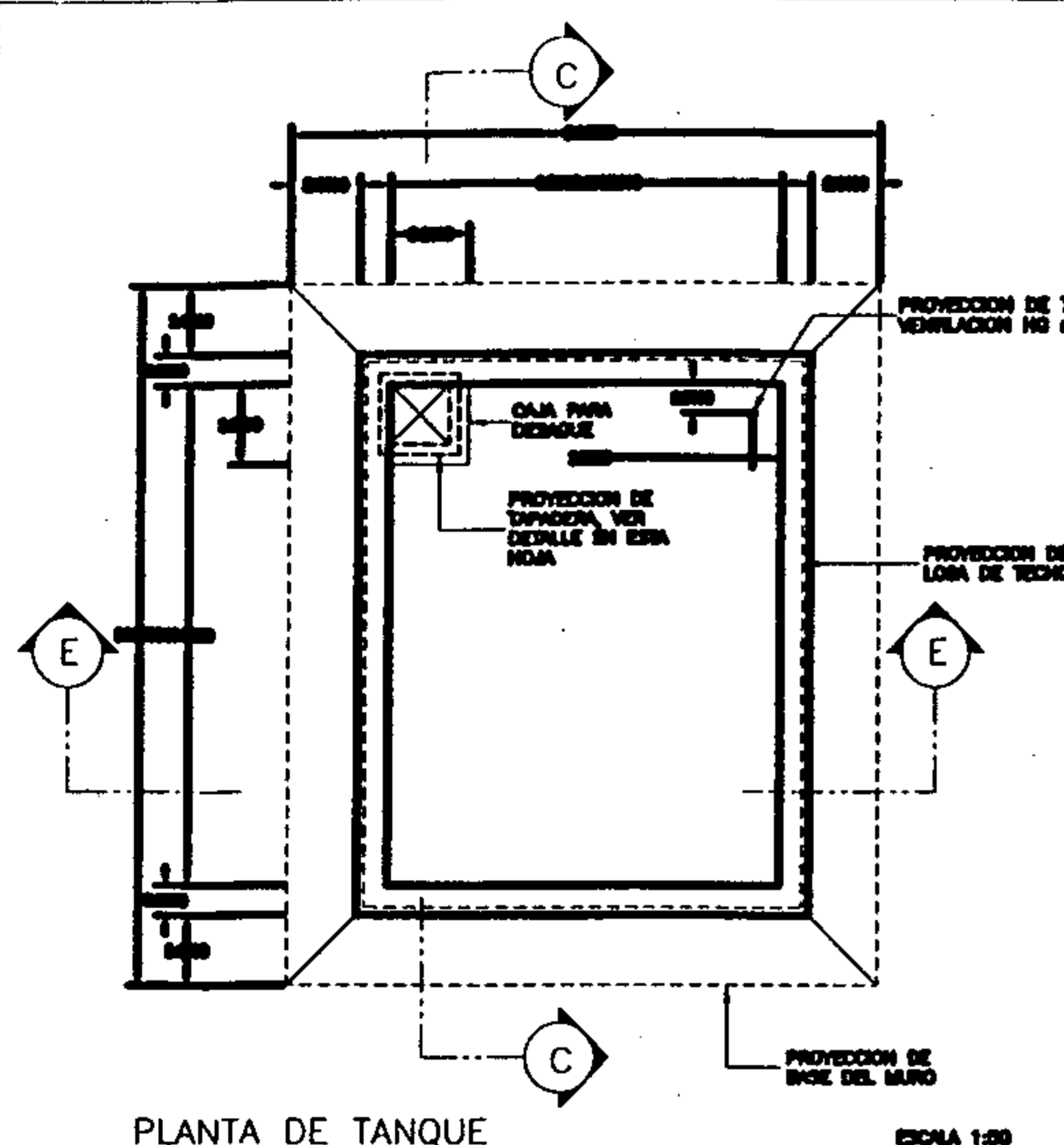


ESTACIONES TOPOGRAFICAS	
Grupo	E-0-0+248.00 988.00
E-0	Altura de Estación
0+248.00	Distancia
0+000.00	Cota de Tercera

REFERENCIAS	
○	SEÑAL (S)
□	CASA, ALBERCA, BARRIO
○	CARRIL, CALLE
—	RIO, ARROYO
—	TUBERIA LINEA DE BOMBEO, o Interc. o Interc.
—	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, o Interc. o Interc.
—	CARRIL DE 10" - 40"
—	SE, CARRIL
—	SEÑALIZACION (S.A.)
—	VALVULA DE COMPRESION (V.C.)
—	VALVULA MANEJO (V.M.)
—	CARGA DE BOMBEO
—	TANQUE DE SUCCION
—	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.A.)
—	LINEA PERIMETRICA



MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPOCAPA		EPS FACULTAD DE INGENIERIA
LÍNEAS PROFESIONALES SUPERIORES FACULTAD DE INGENIERIA, UNMSM		
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: LÍNEA DE BOMBEO		
DESEÑO: JEDANNY LÓPEZ V.	DIBUJO: JEDANNY LÓPEZ V.	FEDTA: MARZO DE 2004
CALCULO: JEDANNY LÓPEZ V.	ESCALA: H=1/2000 V=1/2000	REVISOR: ING. ALBERTO AGUIRRE
EPISTOLA		HOJA: 3/6



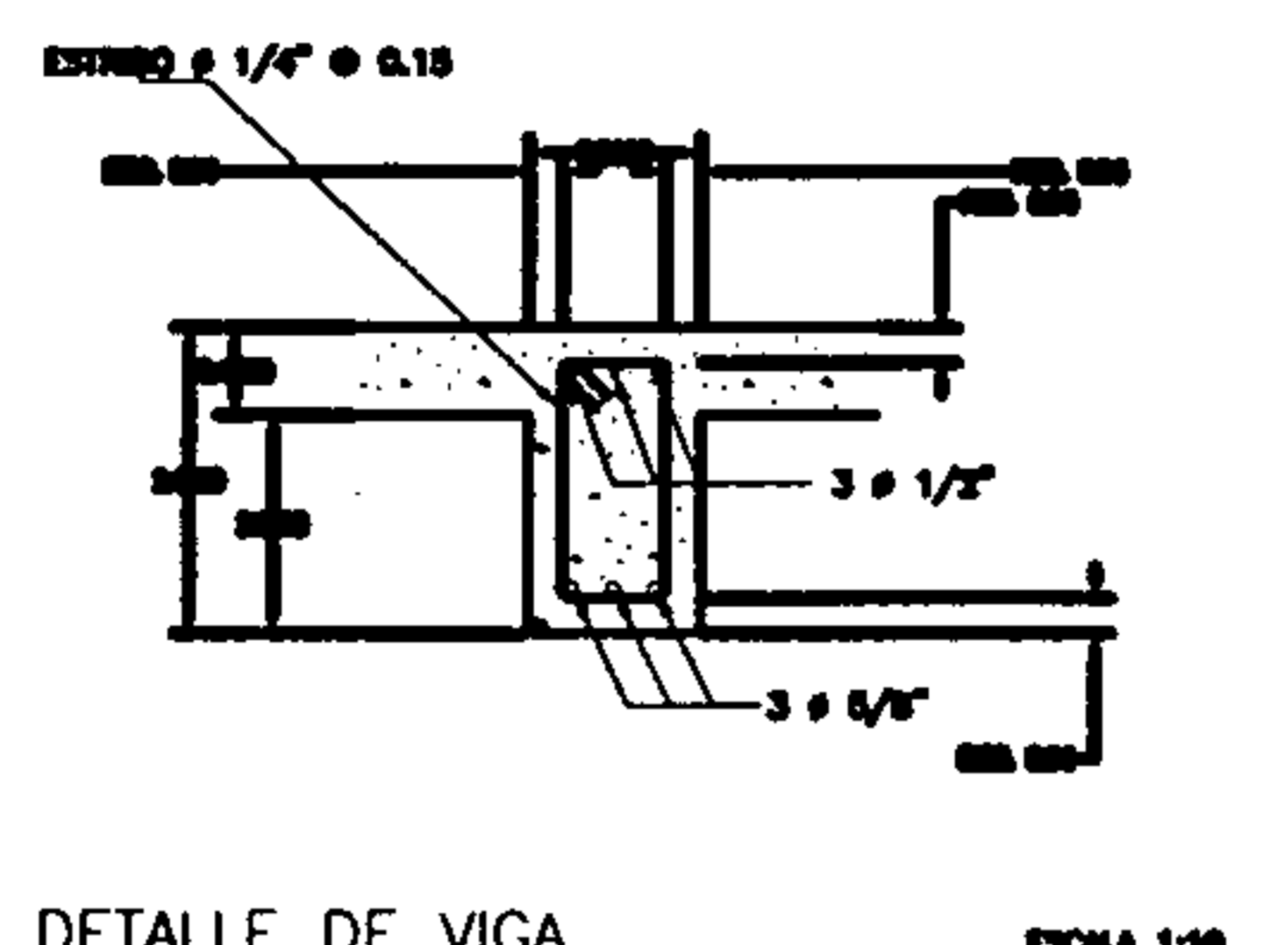
PLANTA DE TANQUE ESCALA 1:20

PLANTA DE LOSA DE TECHO ESCALA 1:20

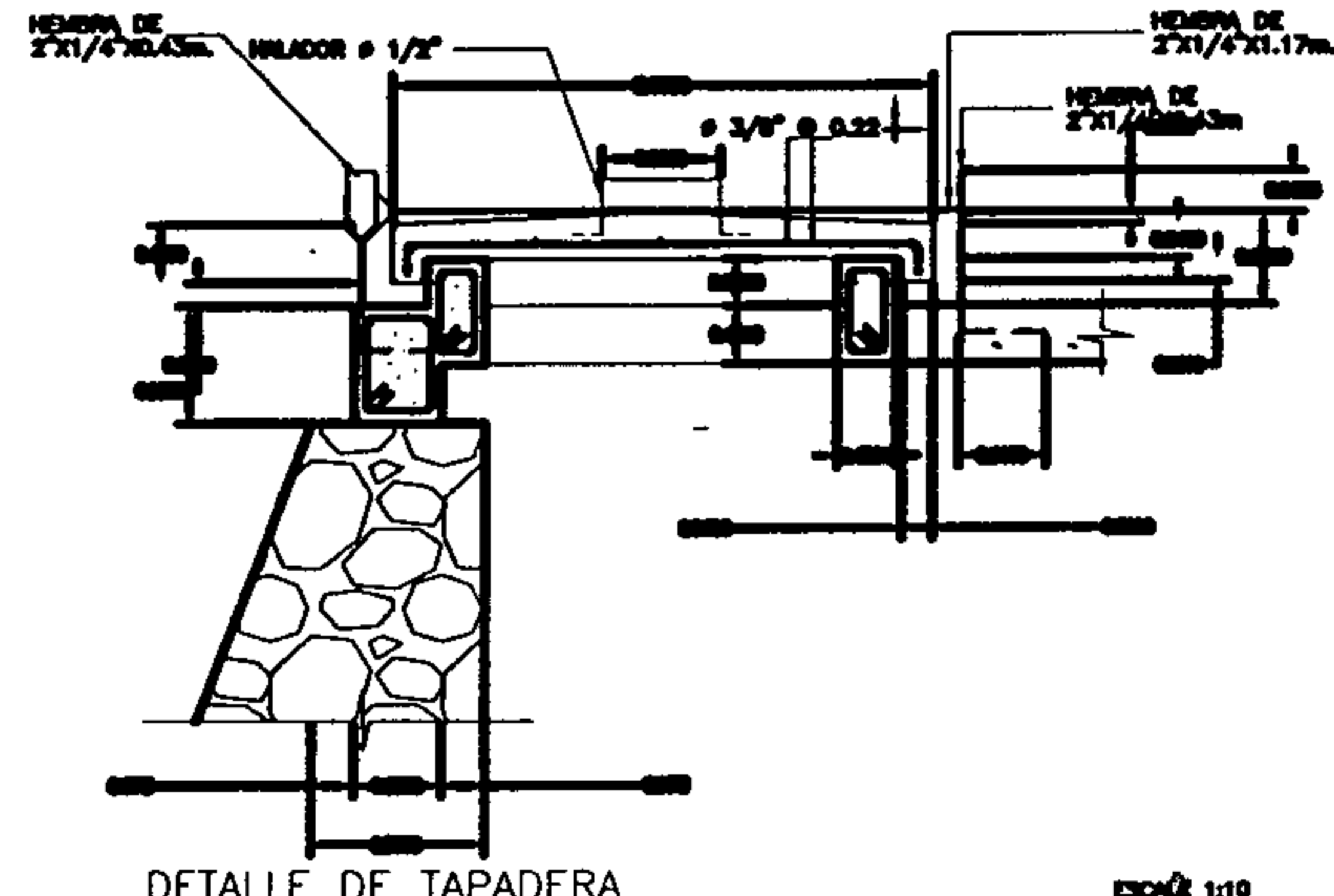
SECCION A-A ESCALA 1:20

SECCION B-B ESCALA 1:20

LISTA DE MATERIALES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	200	kg
PIEDRA	2.00	m ³
PIEDRA	31.00	m ³
ARENA DE RIO	31.00	m ³
TABLA DE PINO RUEDA 1"x12"x10'	30	U
PANUELOS DE 3"x4"x2'	20	U
CLAVES DE 3"	30	Bs
ALAMBRE DE ALAMBRE	30	Bs
HIERRO DE 1/4"	18	VR
HIERRO DE 3/8"	80	VR
HIERRO DE 1/2"	3	VR
HIERRO DE 5/8"	3	VR
HEMERA DE 2" X 1/4"	2	m



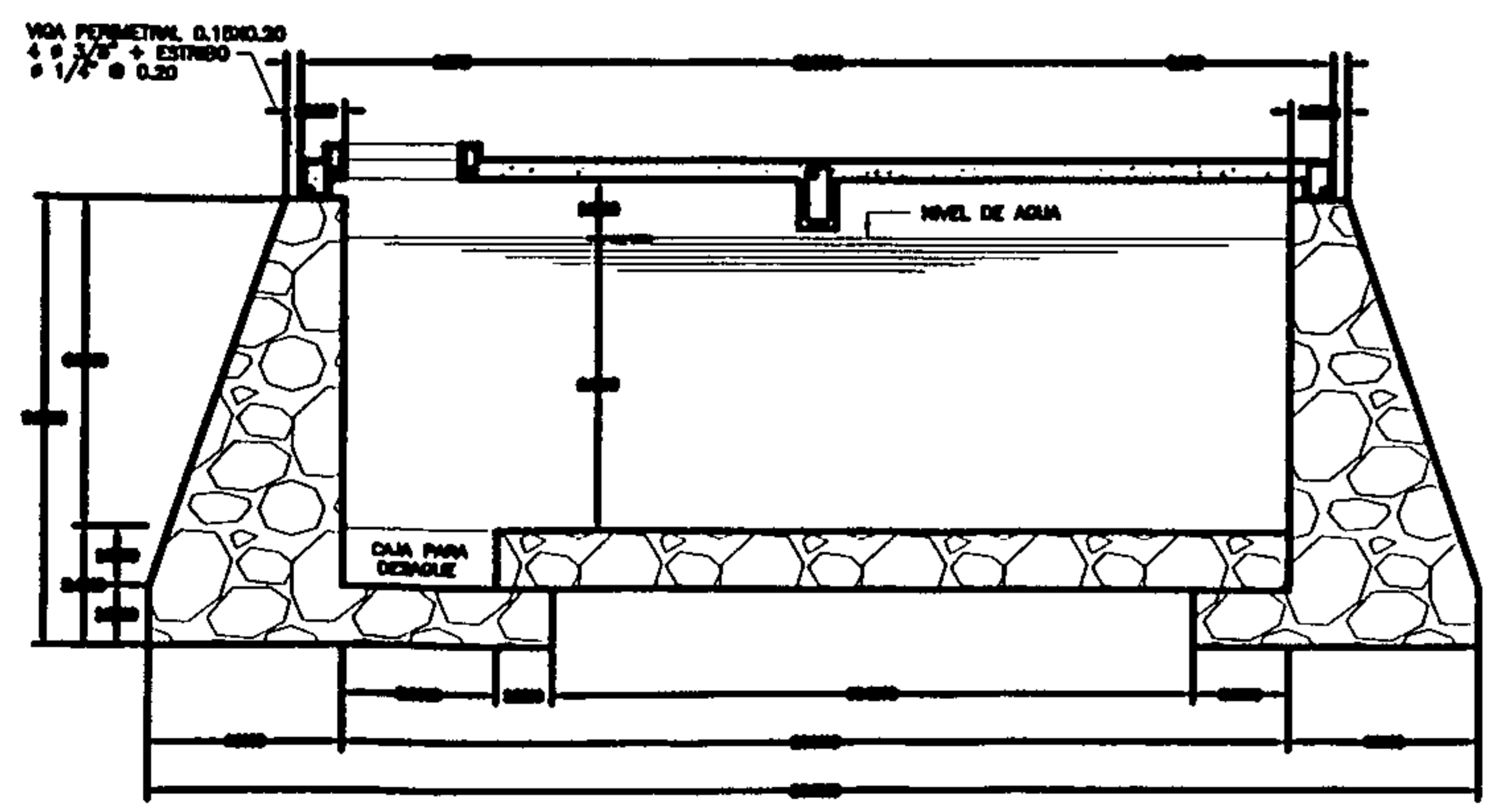
DETALLE DE VIGA ESCALA 1:10



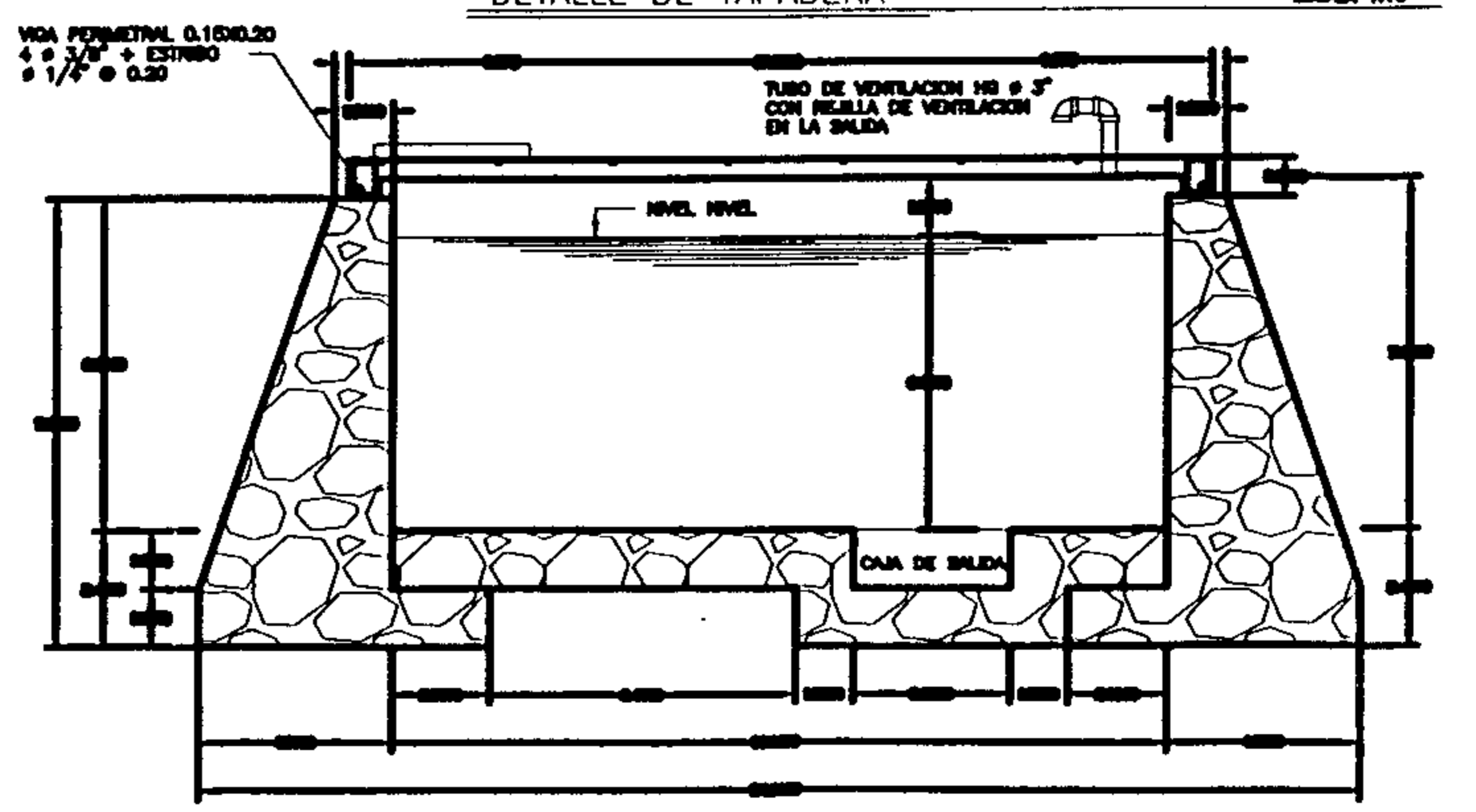
DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:10

NOTAS GENERALES

- MATERIALES
- 1º CONCRETO SE USARA CONCRETO CON ESPESOR DE RIFTURA A COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lb/Psq) A LOS 28 DIAS 000
 - 2º ACERO DE REFUERZO SE USARA ACERO DE REFUERZO DE 17 - 2870 kg/cm² (4000 lb ksi) ESPECIFICACION ASB A19 000
 - 3º VIVOS
 - 4º LOS MUROS SON DISEÑADOS PARA TRABAJAR COMO SOBRESO COMO BAJO TIERRA.
 - 5º TODAS LAS DIMENSIONES SON DADAS EN METROS.
 - 6º LOS RECURSOS SEAN DE 3mm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIA ENTRE EL ROSETO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 7º EL TIEMPO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APLICADO.
 - 8º LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 9º LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA COPIA DE SANGRE DE CEMENTO ARENA PROPORCION 1:2, DEBIDAMENTE ALISADA.
 - 10º LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERRADAS CON CEMENTO ARENA.
 - 11º LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPONERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% ARENA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - 12º EL RECURSIVO EN LA LOSA SERA DE 0.05m.

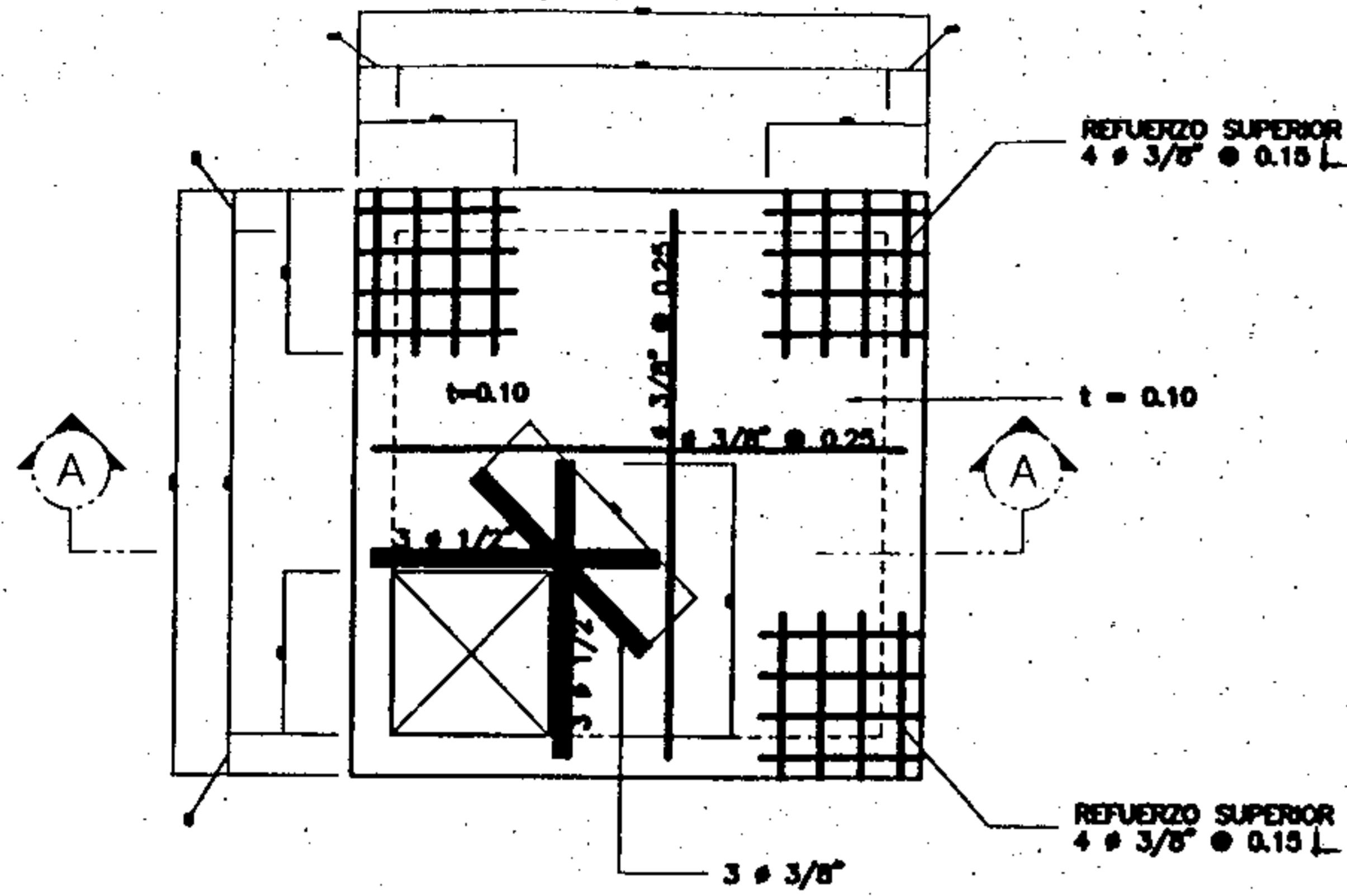


SECCION C-C ESCALA 1:20

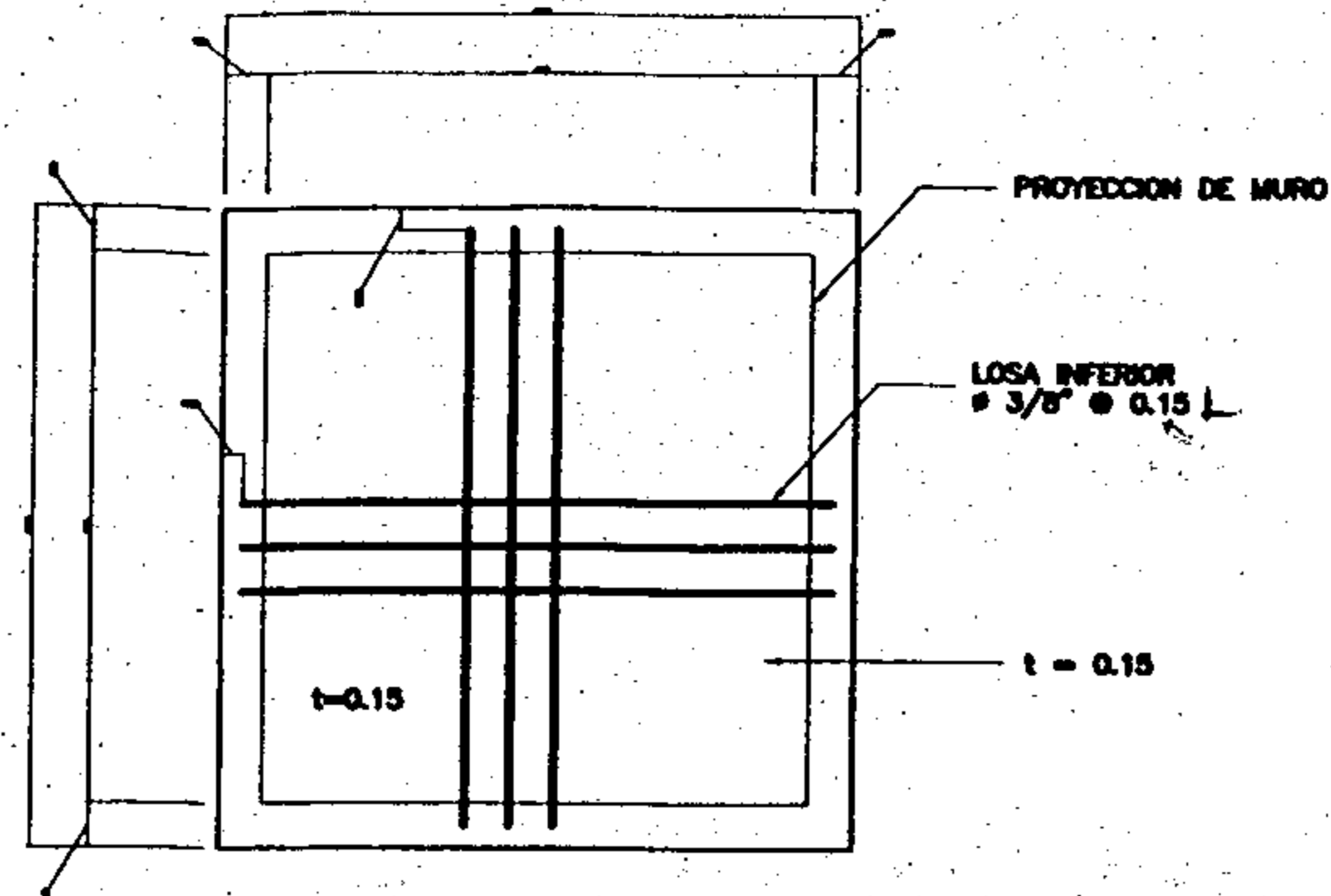


SECCION E-E ESCALA 1:20

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPOCAPA		EPS PROFESION DE INGENIERIA
SERVICIO PROFESIONAL SUPLENENTE MUNICIPIO DE SAN PEDRO, YUCAJAMA		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: DISEÑO DE DISTRIBUCION DE 30 M ³ DE MAMPONERIA		
DISEÑO: JOSUAY LÓPEZ V.	DIBUJO: JOSUAY LÓPEZ V.	FECHA: MAYO DE 2004
CALCULO: JOSUAY LÓPEZ V.	ESCALA: 1:20	REVISOR: ING. ALFONSO HERRERA
DISEÑO		NÚMERO 1/1



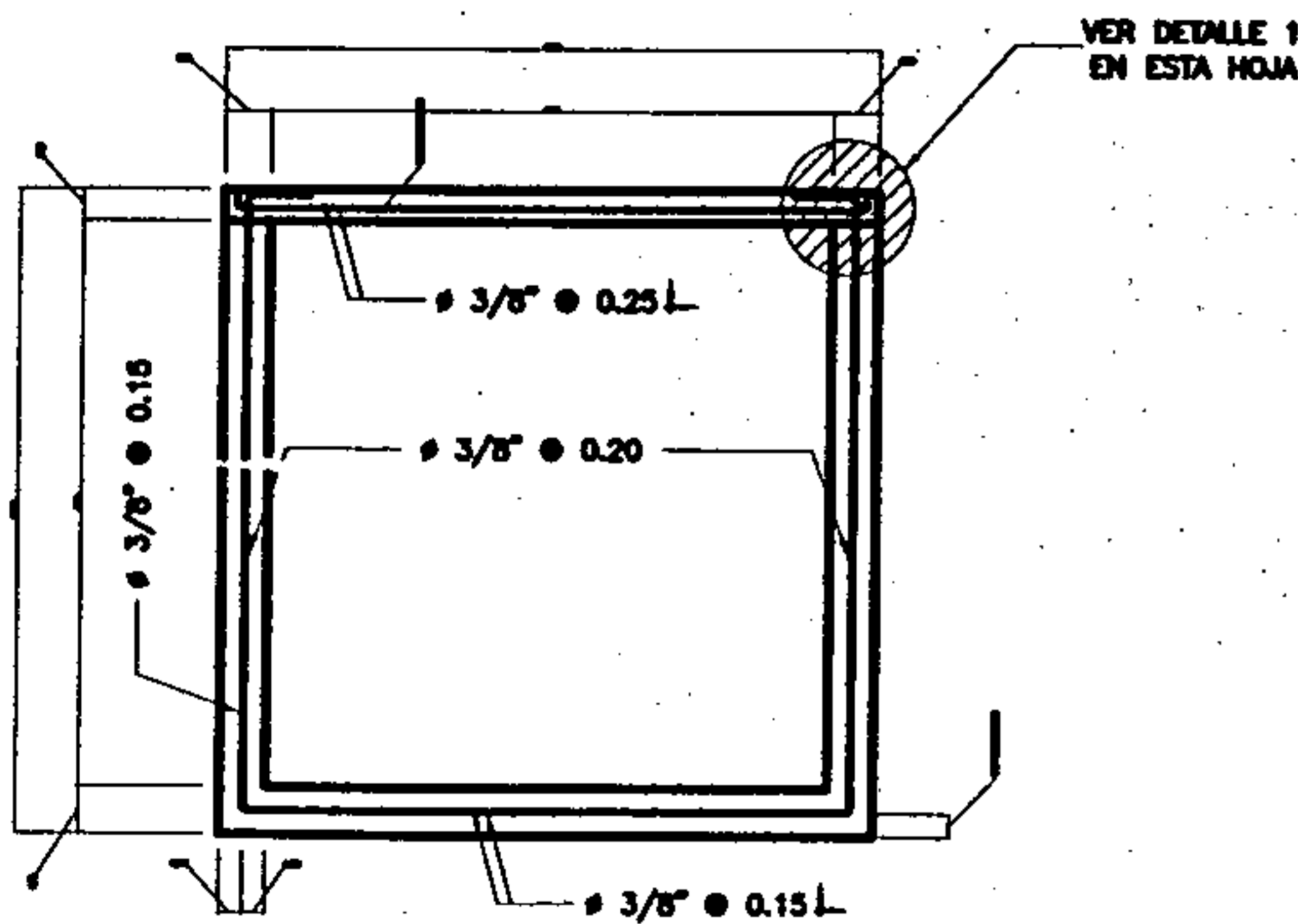
PLANTA DE ARMADO LOSA SUPERIOR ESCALA 1:20



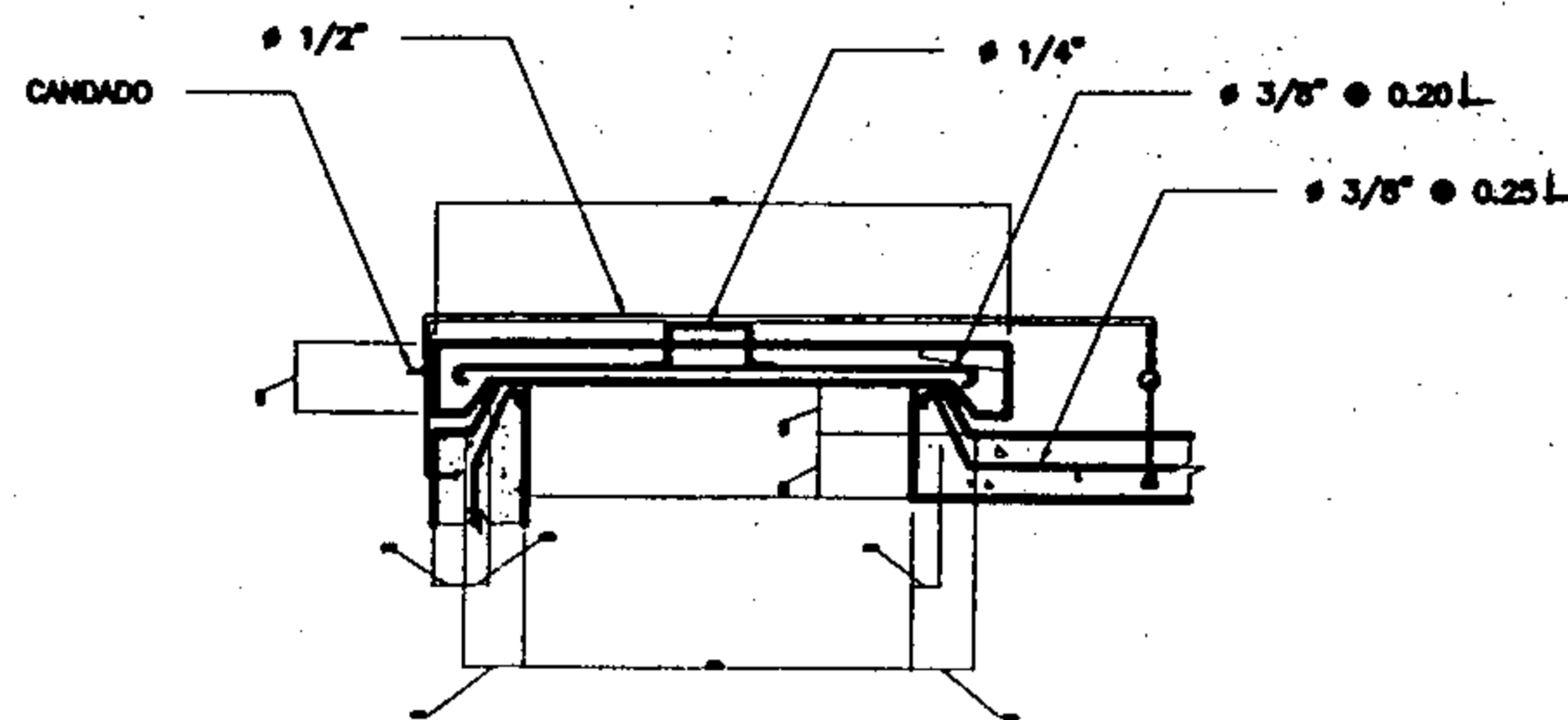
PLANTA LOSA INFERIOR ESCALA 1:20

NOTAS GENERALES

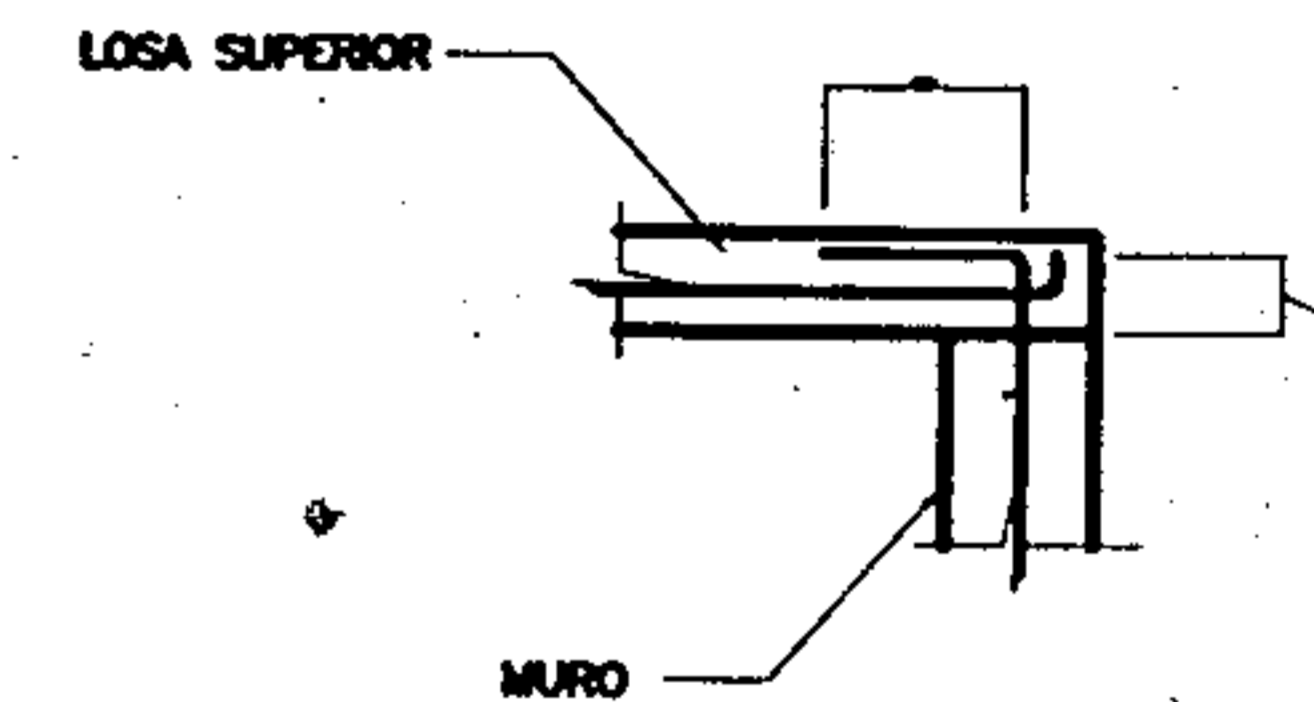
- 1) SE USARA CONCRETO CON $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ A LOS 28 DIAS, CON UNA RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 (8 GAL/SACO).
- 2) SE USARA PIEDRA DE $3/4" - 1"$.
- 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KSI).
- 4) TODOS LOS REQUERIMIENTOS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO.
- 5) LA LOSA SUPERIOR DEBERA FUNDIRSE CON PANUELOS CON PENDIENTE DEL 1% PARA EVACUACION DEL AGUA PLUVIAL; LA SUPERFICIE DEBERA SER CON ACABADO CERRIDO.
- 6) LA LLAVE DE CONCRETO EN LA RAZ DE LOS MUROS DEBERA MARTILINEARSE EVITANDO FRACTURAR EL AGREGADO GRUESO. SE DEBERA LAMAR PERFECTAMENTE ANTES DE FUNDIR EL CONCRETO DE LOS MUROS.
- 7) EL REFUERZO VERTICAL DEBERA LIMPIARSE DE REBABAS DE CONCRETO Y/O LECHADA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
- 8) EL TANQUE ESTA DISENADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTERRADO.
- 9) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SERA DE 0.40 mts.
- 10) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.
- 11) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPES DEL REFUERZO SE HARA CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ADUCTOS RURALES DE LINEAR Y EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL AC-318. EN NINGUN CASO SE DEBERAN TENER TRASLAPES EN LOS PUNTOS SIGUIENTES:
 - AL CENTRO DE LA CANA SUPERIOR DE LA LOSA DE CIMENTACION.
 - EN UNA LONGITUD DE 0.75 m. SOBRE LA BASE DE LOS MUROS, REFUERZO VERTICAL.
 - EN UNA LONGITUD DE 1/4 DEL REFUERZO HORIZONTAL DE LOS MUROS MEDIDO DESDE LAS ESQUINAS.
 - EN TODO CASO DEBERA USARSE TRASLAPES ALTERNOS.
- 12) SE DEBERA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE LA EXISTENCIA DE SUBPRESION POR EL NIVEL FREATICO ALTO. SE DEBERAN TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES, SEGUN LA SECCION DE ESTUDIOS Y DISENOS.



SECCION A-A ESCALA 1:20

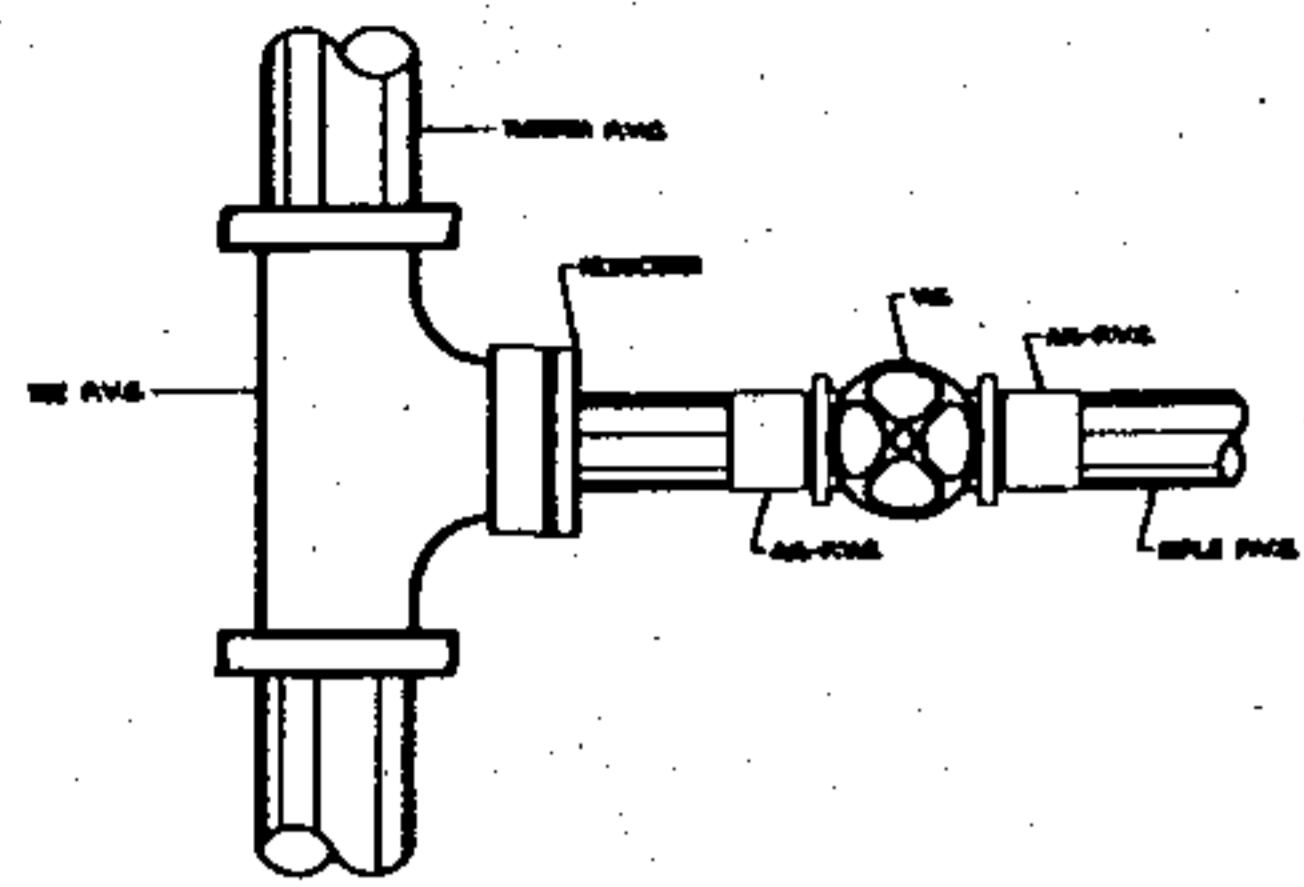


DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:5

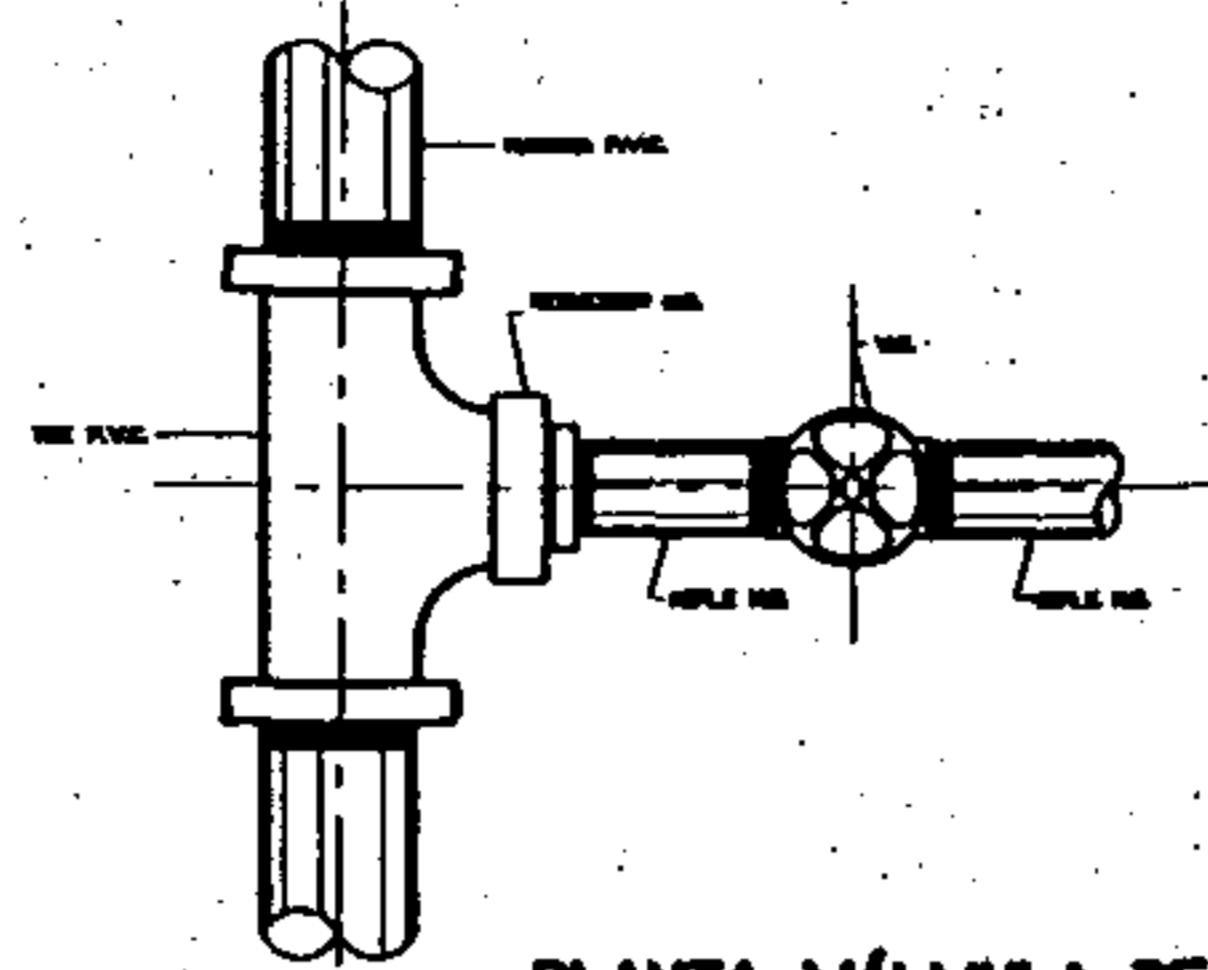


DETALLE 1 ESCALA 1:10

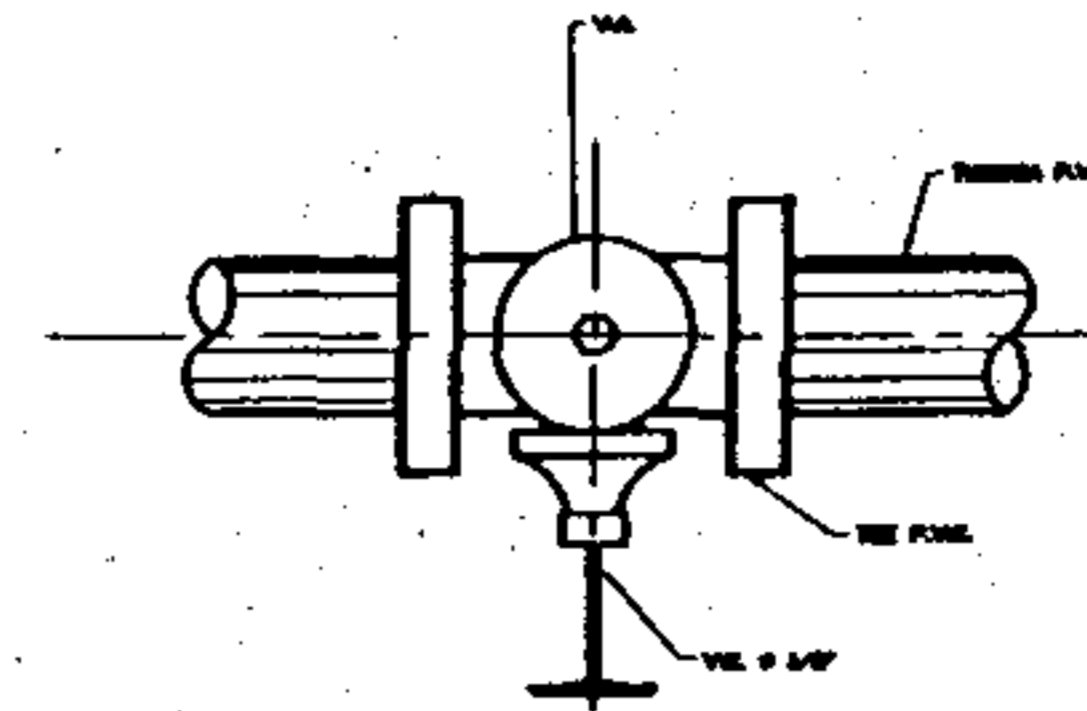
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPOCAPA		EPS FACULTAD DE INGENIERIA
LICENCIADO PROFESIONAL SUPERVISOR INGENIERO EN INGENIERIA, EPS		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 8 M3		
DISEÑO: JEDDANY LÓPEZ V.	DIBUJO: JEDDANY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004
CALCULO: JEDDANY LÓPEZ V.	ESCALA: INDICADA	REVISOR: ING. ALFREDO ARRILLAGA
EPISTETA		HOJA 1/1



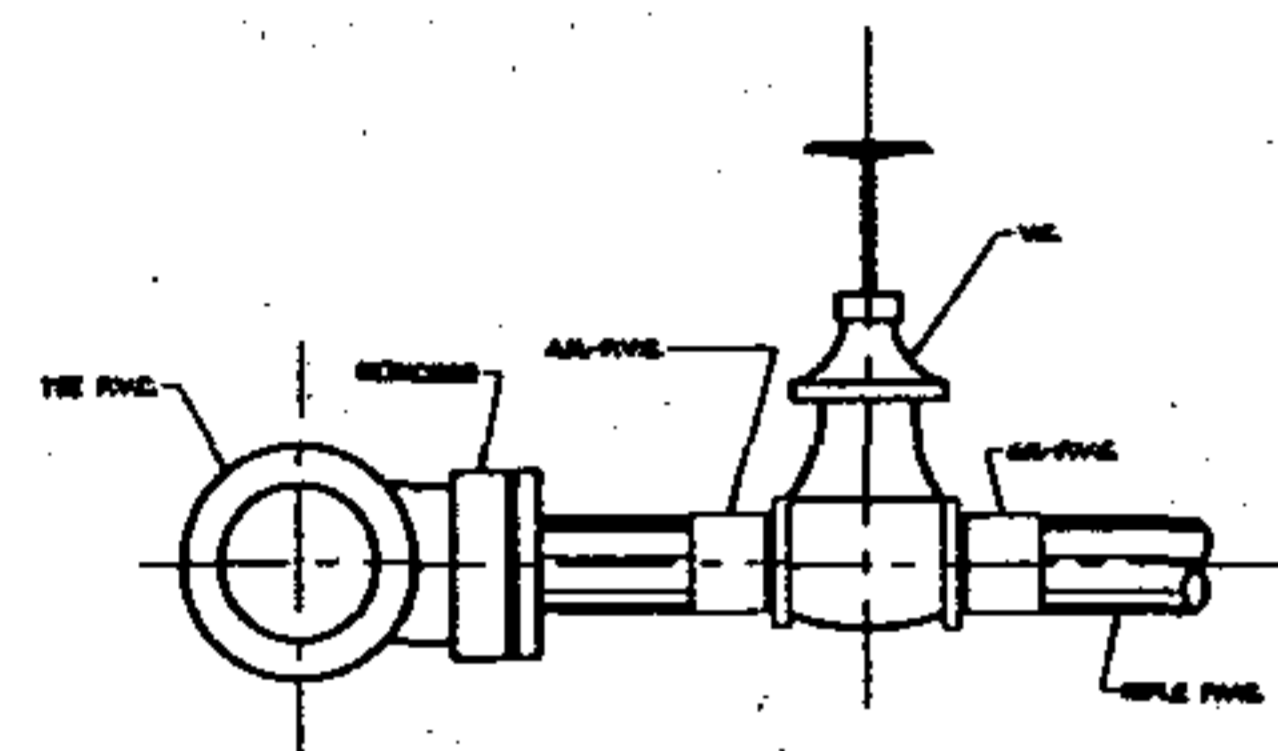
PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA
TUBERÍA Y ACCESORIOS P.V.C.



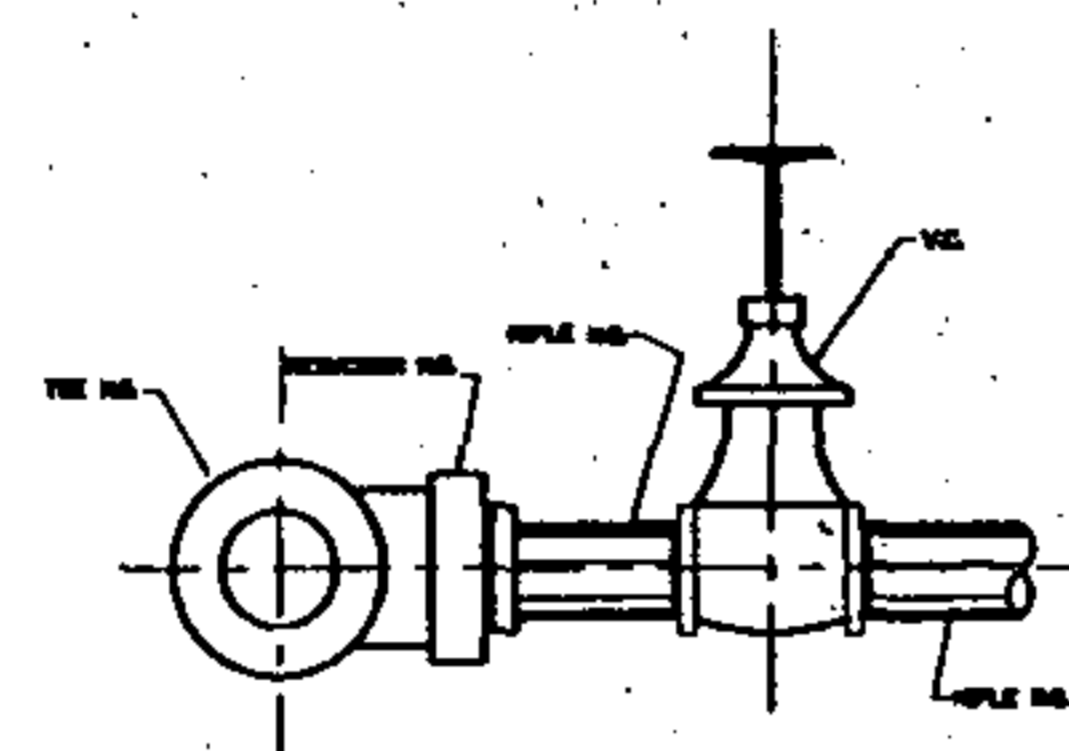
PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA
TUBERÍA Y ACCESORIOS H.G.



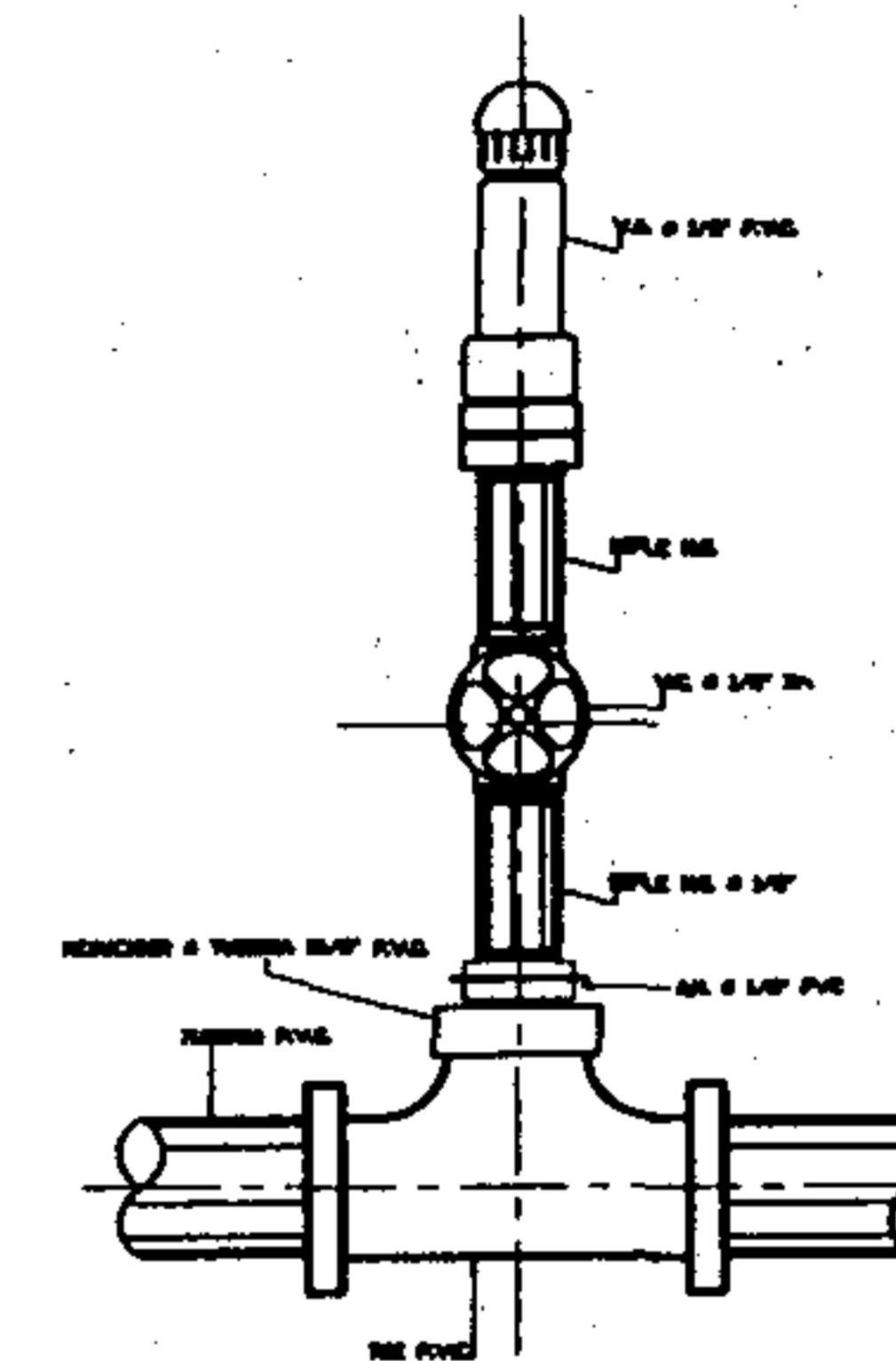
PLANTA
VÁLVULA DE AIRE



ELEVACIÓN VÁLVULA DE COMPUERTA
TUBERÍA Y ACCESORIOS P.V.C.



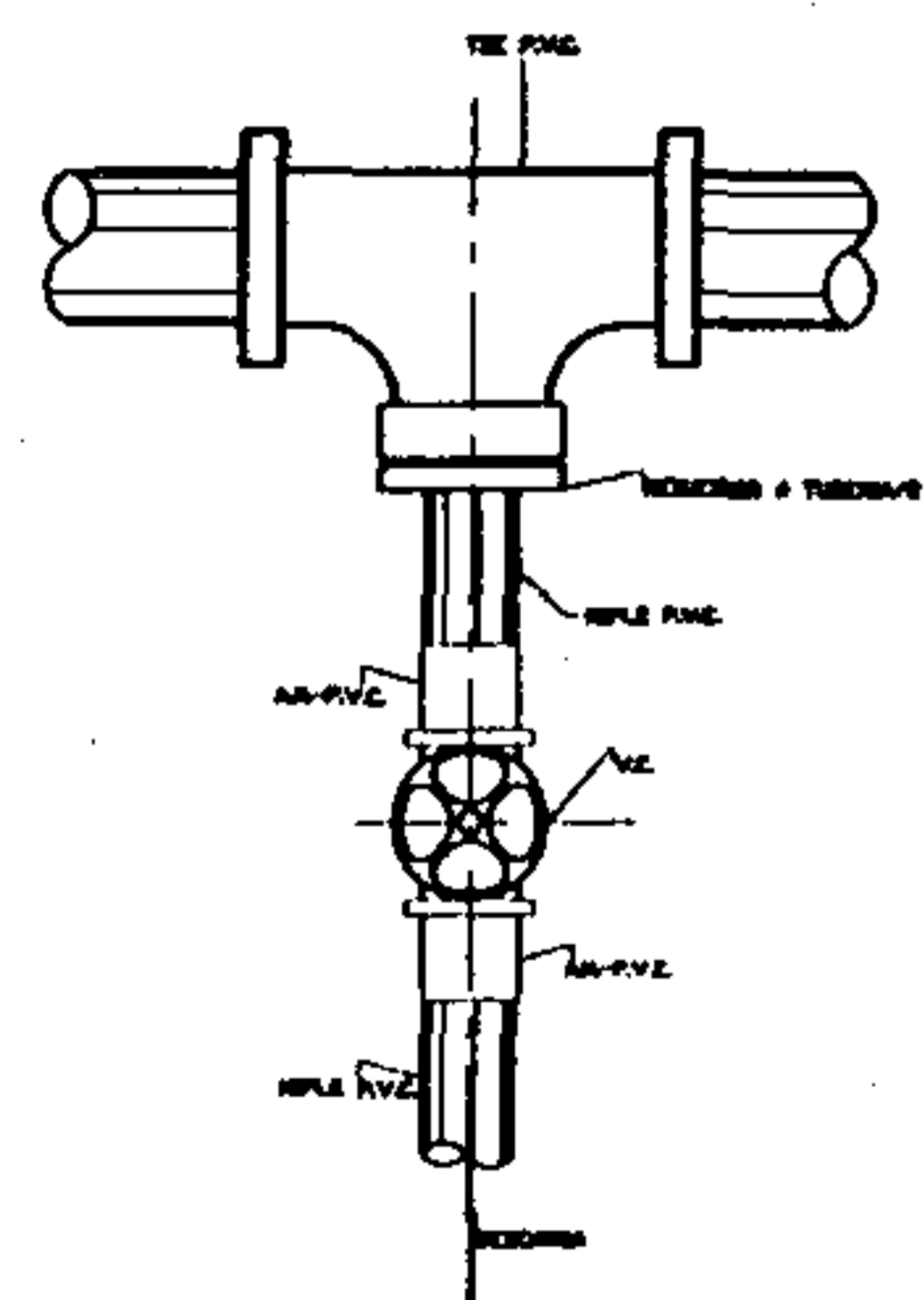
ELEVACIÓN VÁLVULA DE COMPUERTA
TUBERÍA Y ACCESORIOS H.G.



ELEVACIÓN
VÁLVULA DE AIRE

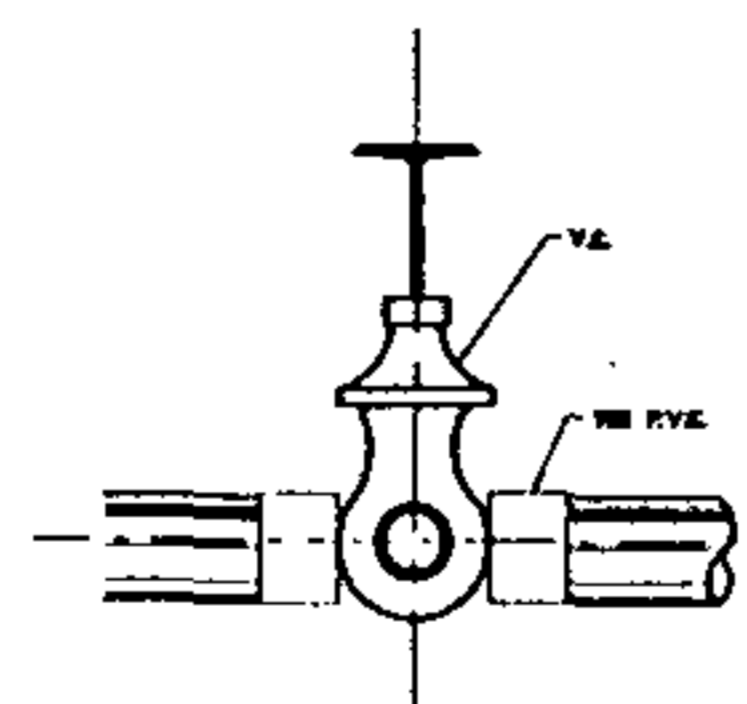
NOTA:
LA VÁLVULA DE AIRE Y COMPUERTA SERÁ ϕ 1/2" PARA TUBERÍA PRINCIPAL ϕ \leq 4"

NOTA:
TODAS LAS VÁLVULAS DE LIMPIEZA SERÁN VÁLVULAS DE COMPUERTA, LAS CUALES SE PROTEGERÁN CON CAJAS DE CONCRETO, PIEDRA O LADRILLO TATUYU, SEGUN SE INDIQUE EN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.



PLANTA
VÁLVULA DE LIMPIEZA

NOTA:
EL DIÁMETRO DE LA VÁLVULA DE LIMPIEZA SERÁ LA MITAD DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

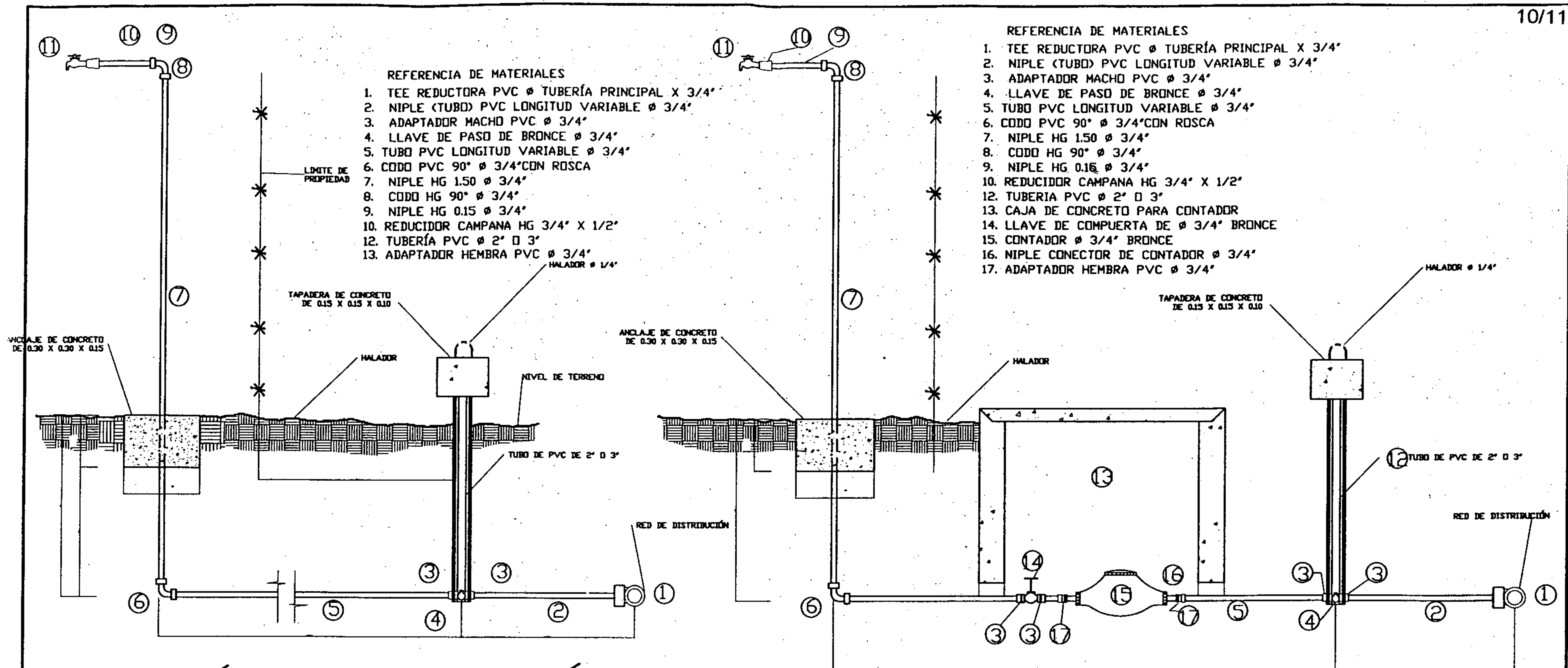


ELEVACIÓN
VÁLVULA DE LIMPIEZA

REFERENCIAS

P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILDO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
V.C.	VÁLVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
V.A.	VÁLVULA DE AIRE
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA

MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEOPACA		EPS FACILIDAD DE INDUSTRIA
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: VÁLVULAS DE LIMPIEZA		
DISEÑO: JONHAY LÓPEZ V.	DIBUJO: JONHAY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004
CÁLULO: JONHAY LÓPEZ V.	REVISOR: NICOLA	ING. ALFREDO ARRILLAGA
EJECUTA: Val. J. ARSOR		HOJA: 1/1



- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERÍA PRINCIPAL X 3/4"
 2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
 5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
 7. NIPLE HG 1.50 Ø 3/4"
 8. CODO HG 90° Ø 3/4"
 9. NIPLE HG 0.15 Ø 3/4"
 10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 12. TUBERÍA PVC Ø 2" Ø 3"
 13. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"

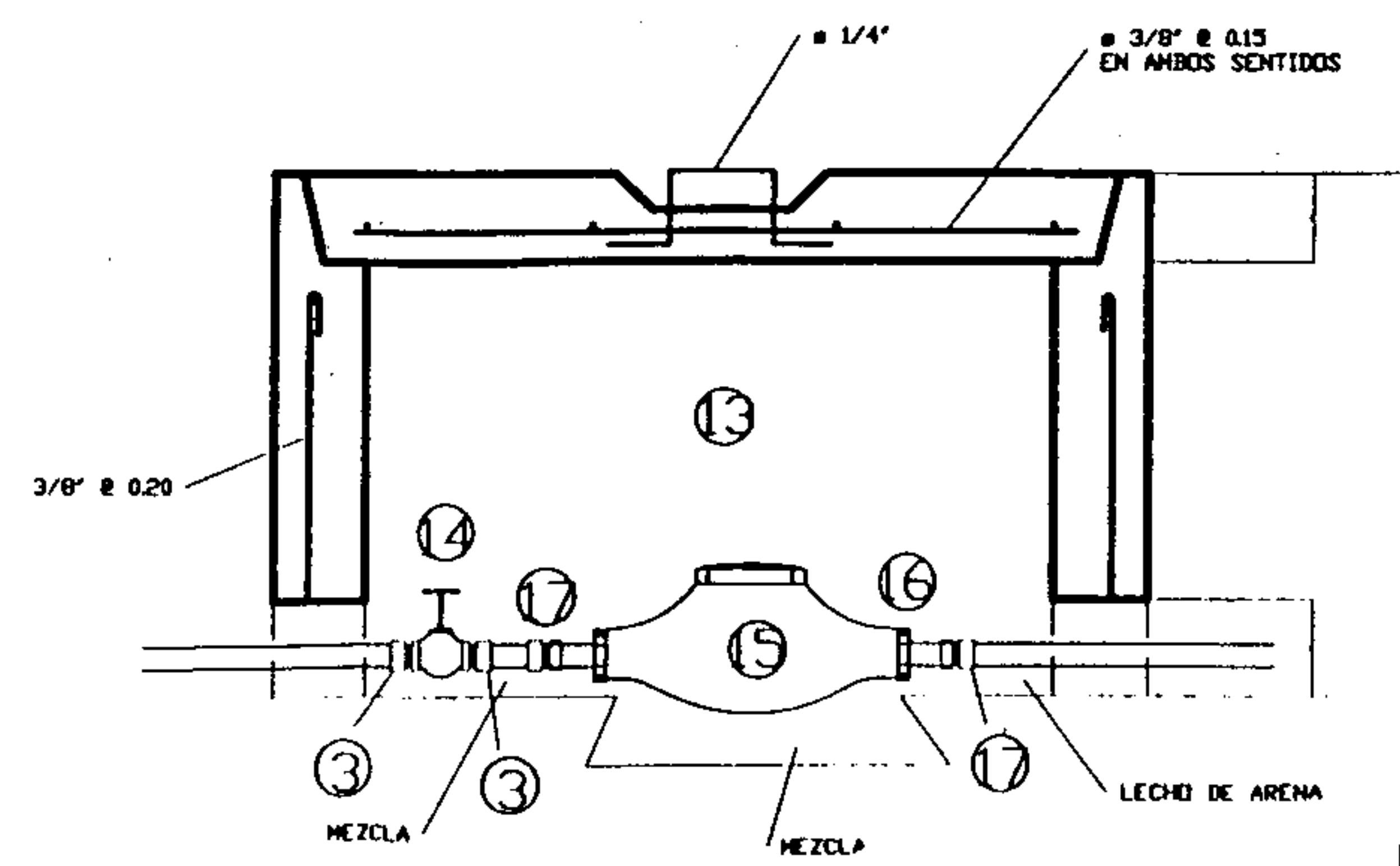
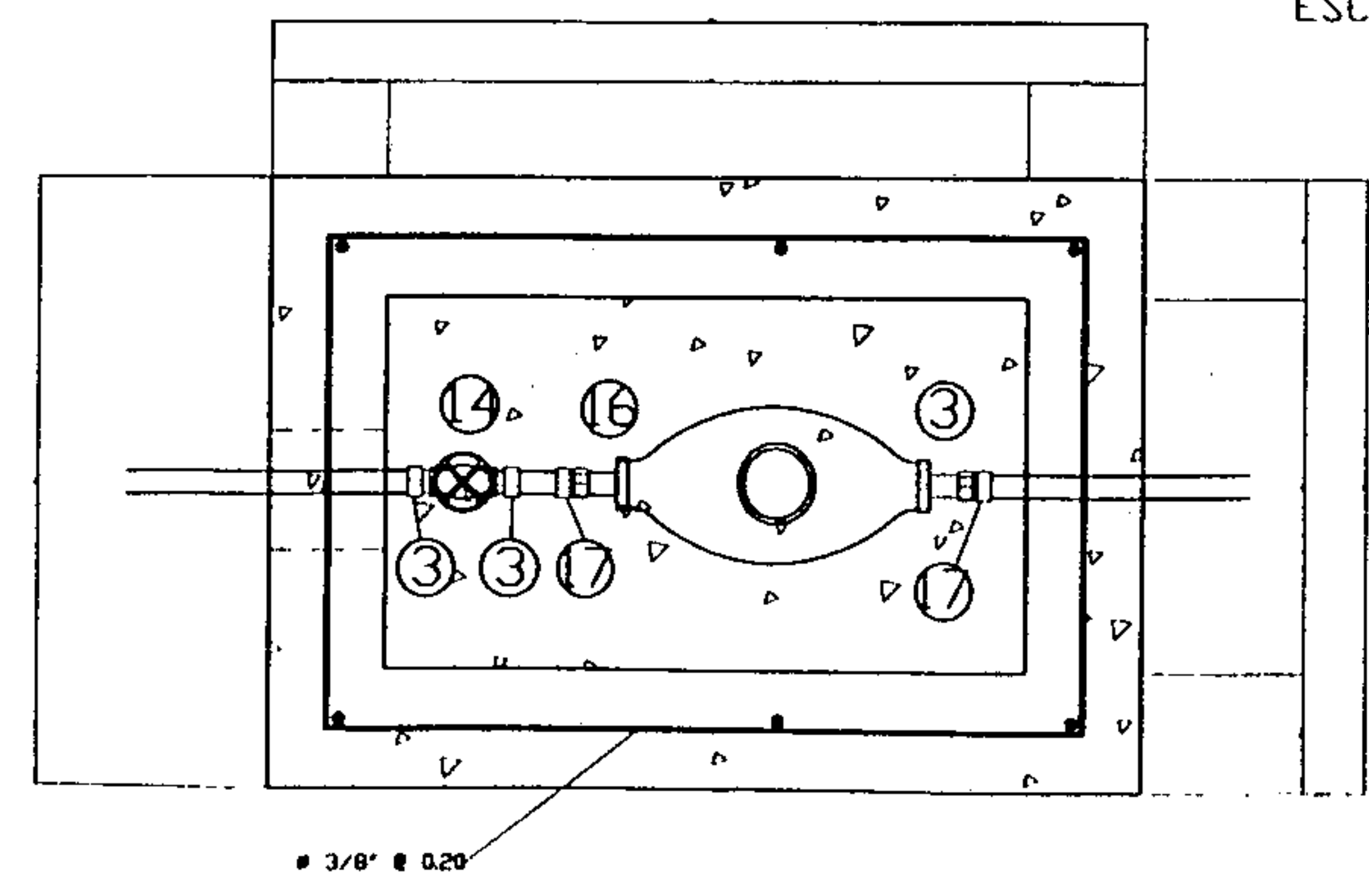
- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERÍA PRINCIPAL X 3/4"
 2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
 5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
 6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
 7. NIPLE HG 1.50 Ø 3/4"
 8. CODO HG 90° Ø 3/4"
 9. NIPLE HG 0.15 Ø 3/4"
 10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 12. TUBERÍA PVC Ø 2" Ø 3"
 13. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
 14. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 3/4" BRONCE
 15. CONTADOR Ø 3/4" BRONCE
 16. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 3/4"
 17. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"

CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 1

ESCALA 1/7.5

CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA TIPO 2

ESCALA 1/7.5



DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA

ESCALA 1/5

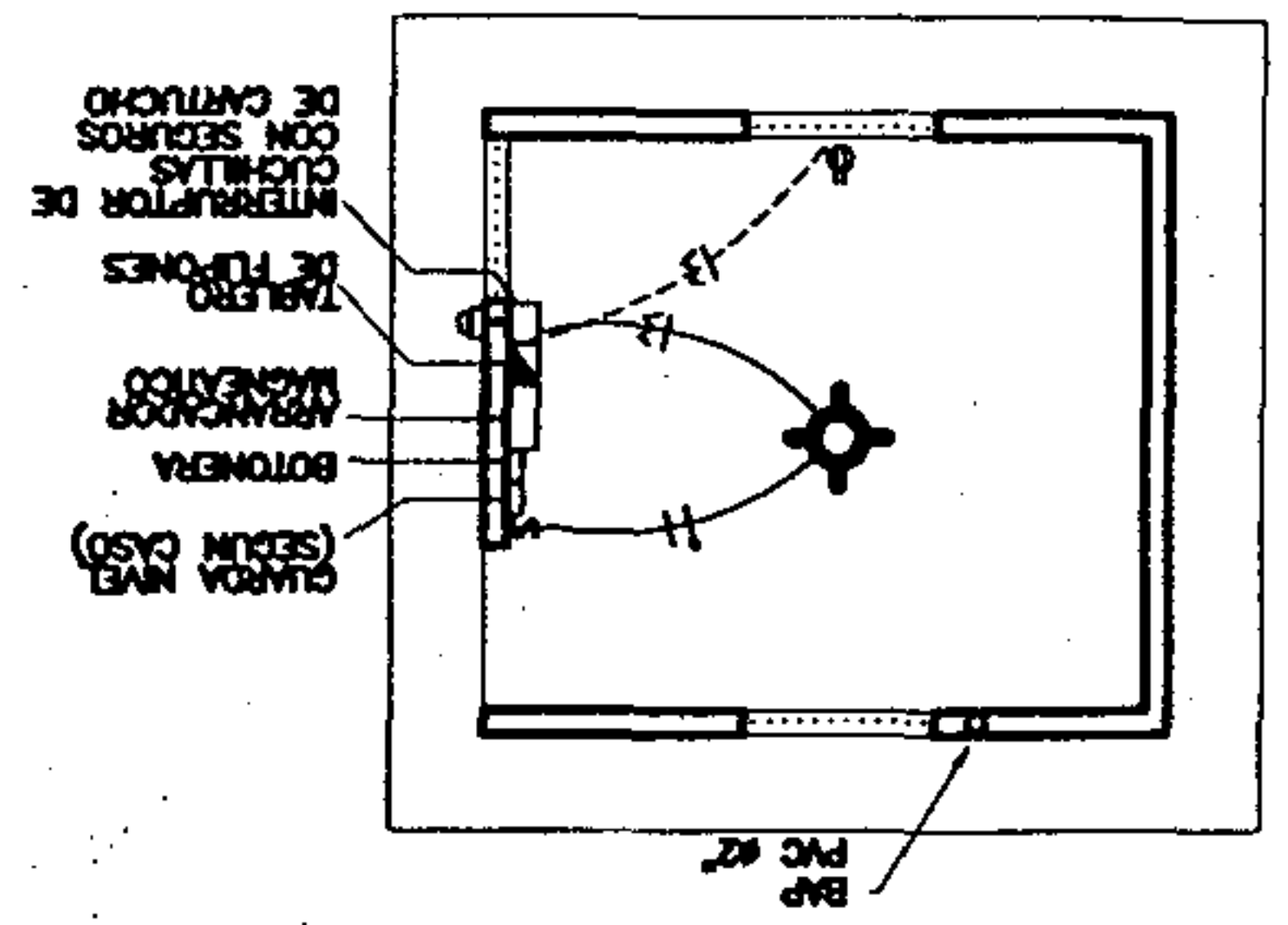
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPOCAPA		EPS FACULTAD DE INGENIERÍA
SERVICIO PROFESIONAL SUPERIOR REGISTRADO EN PERÚ, S.A.		
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE		
CONTENIDO: CONEXIÓN DOMICILIAR		
DISEÑO: JOSUÉ LÓPEZ V.	DIBUJO: JOSUÉ LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004
CALCULO: JOSUÉ LÓPEZ V.	ESCALA: INDICADA	REVISOR: ING. ALBERTO APPELLAN
FECHA: _____		HORA: 1/1

PLANTA DE ELECTRICIDAD	BOBINA DE 80 WVA.
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V
	INTERRUPTOR DE CUCHILLA
	TABLERO
	CONDICION
	ALAMBRE CAL 12 THW
	PODUCTO #1/2" EN LOSA
	PODUCTO #1/2" EN PISO

93

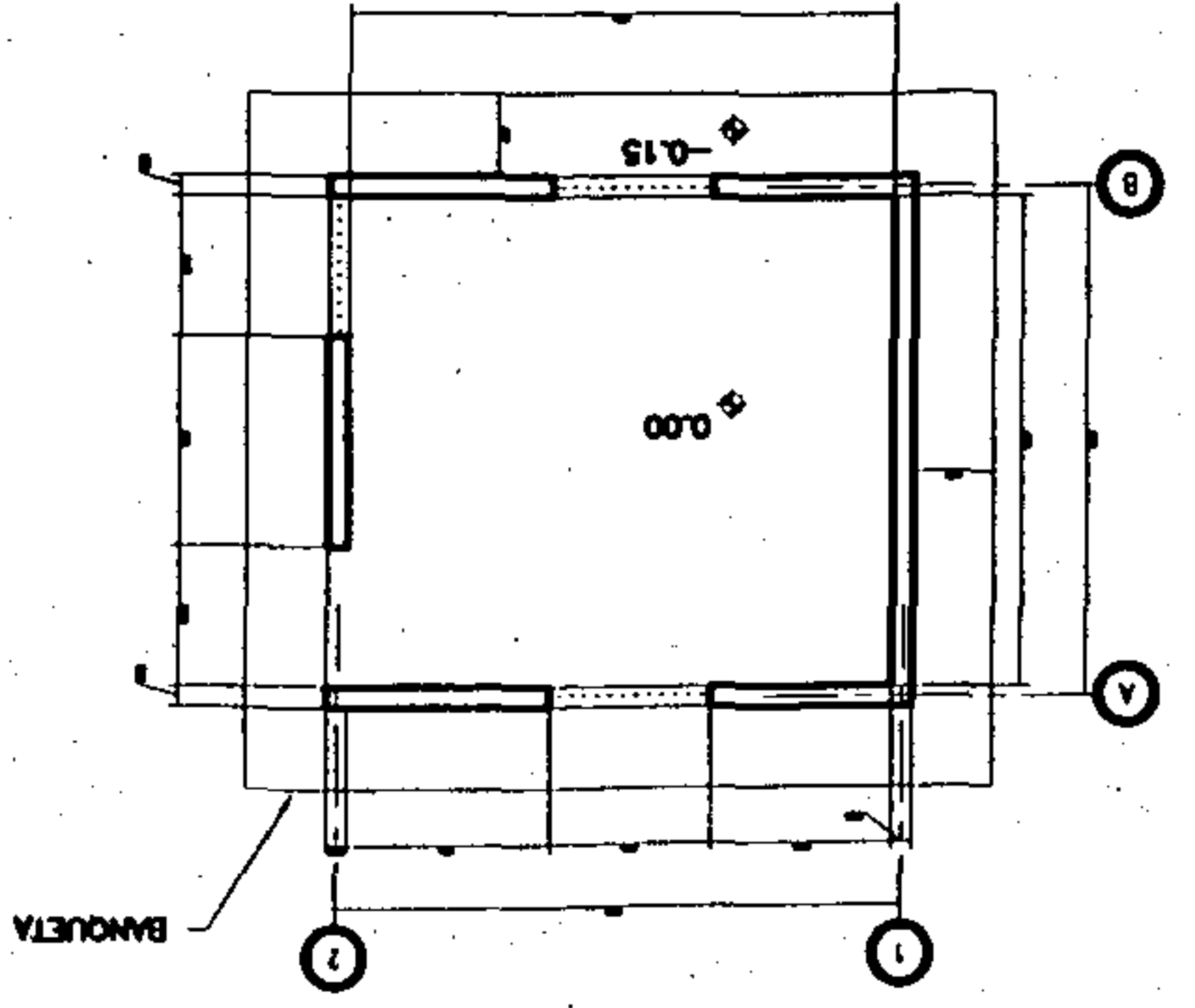
PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA

ESCALA 1/30



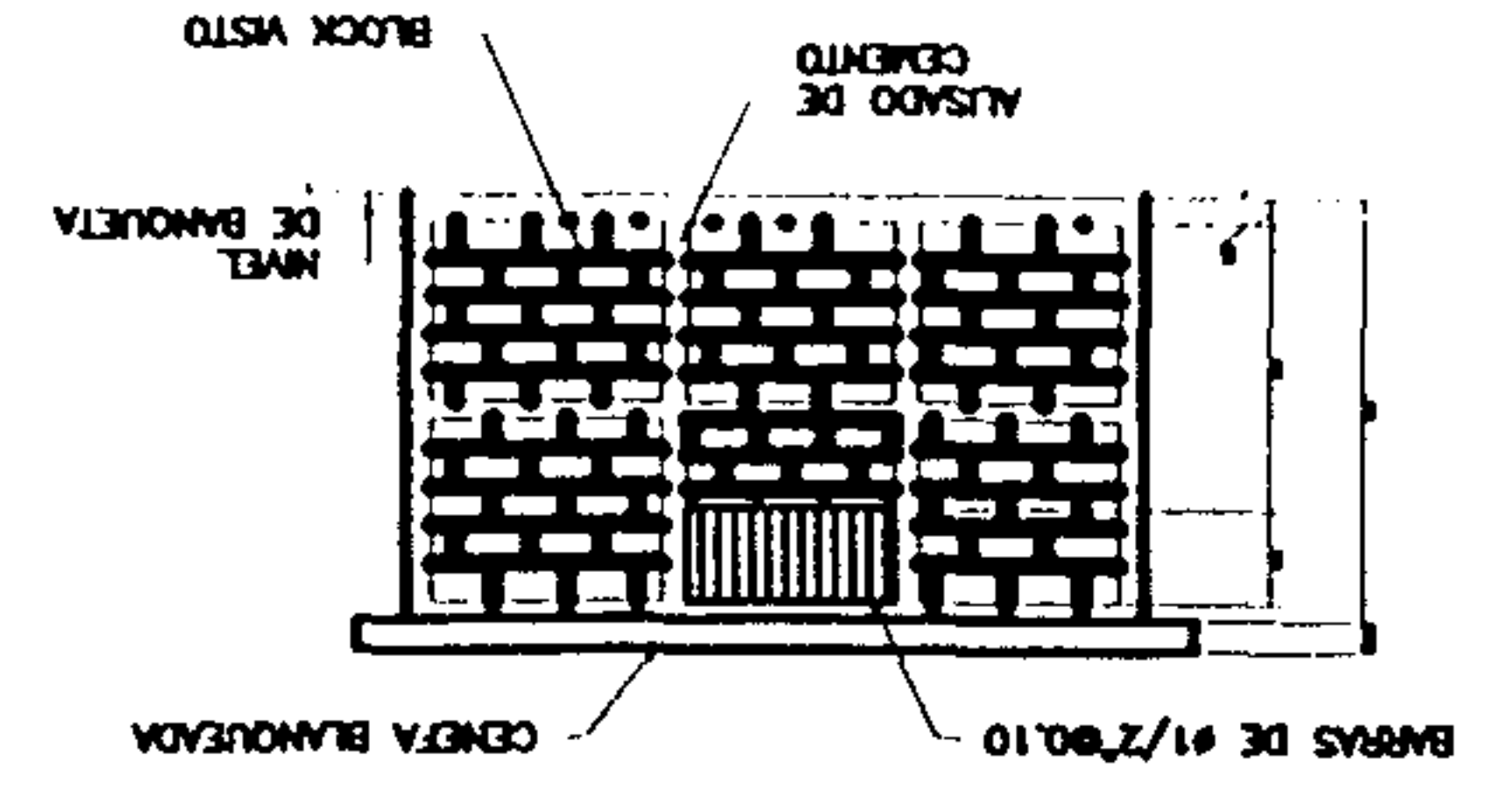
PLANTA DE COTAS

ESCALA 1/30



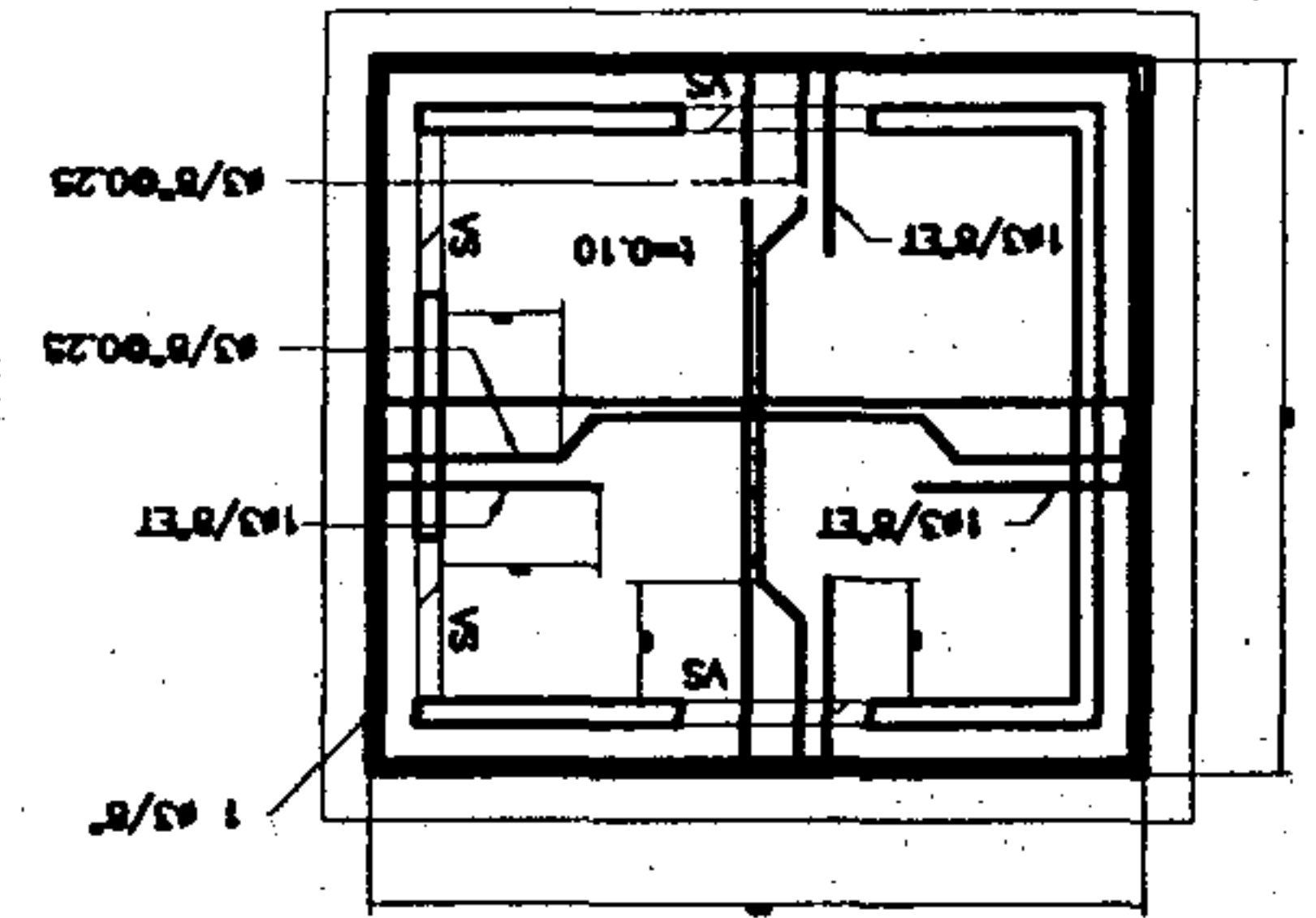
FACHADA LATERAL

ESCALA 1/30



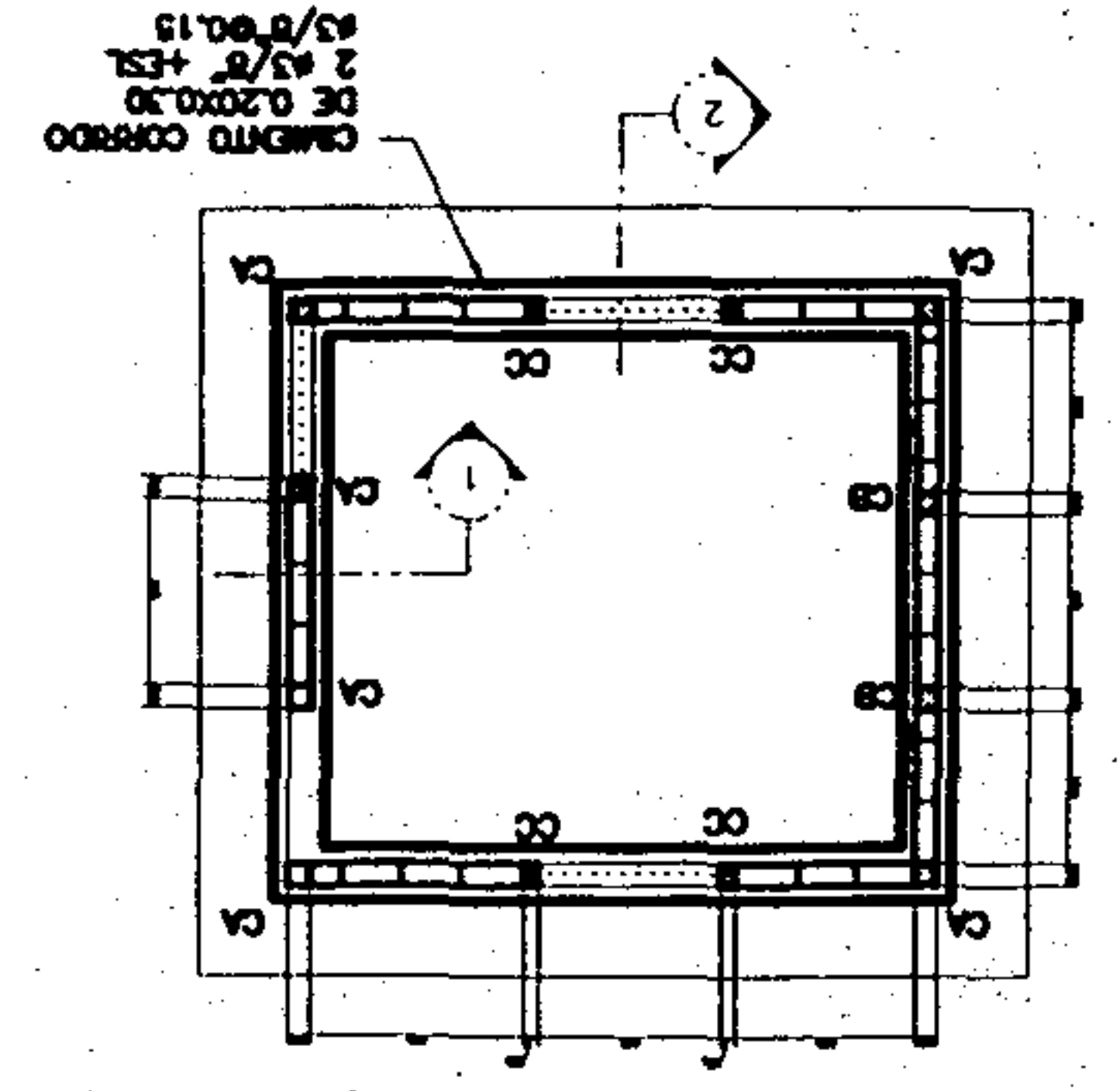
PLANTA DE ESTRUCTURA DE TECHO

ESCALA 1/30



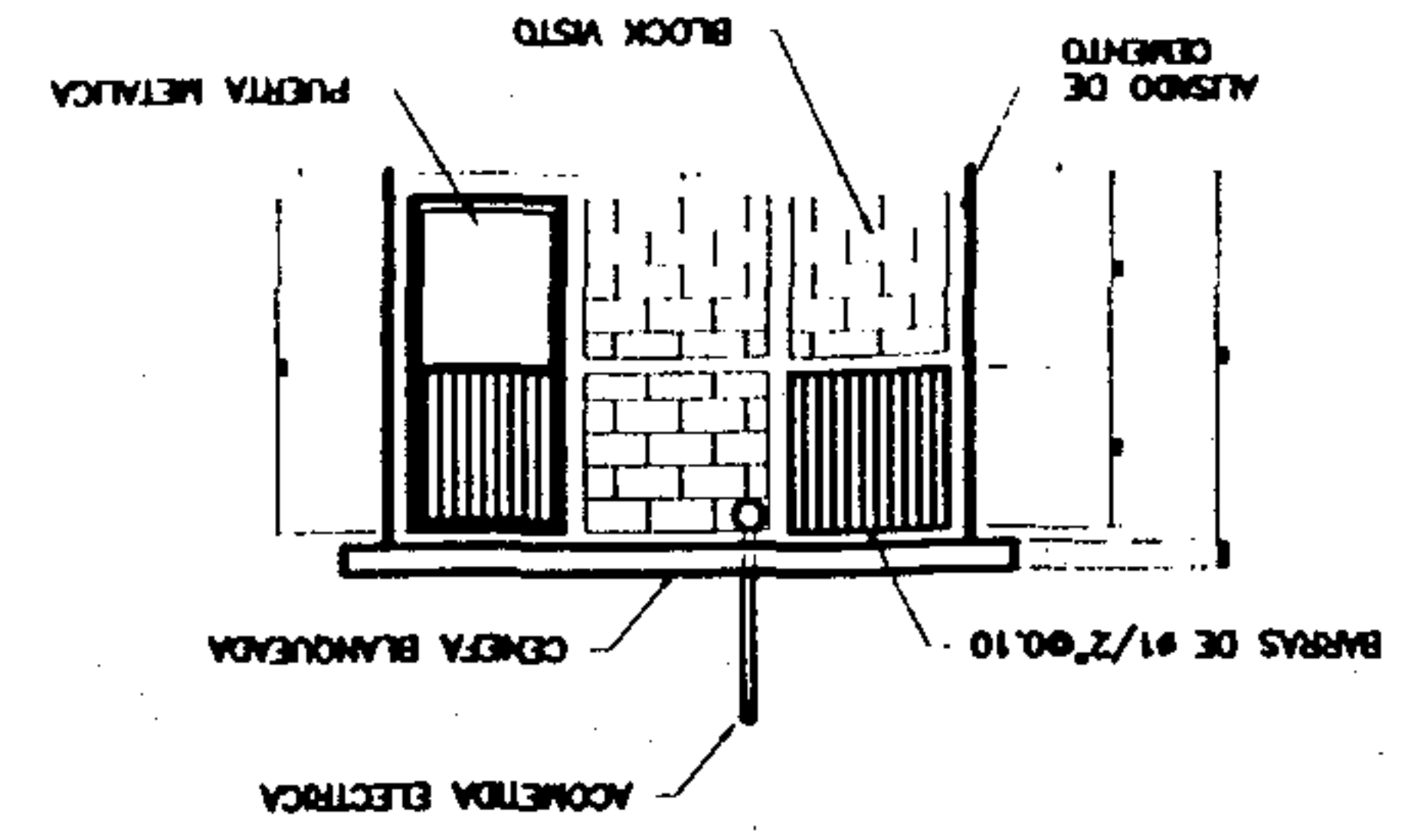
PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA 1/30



FACHADA FRONTAL

ESCALA 1/30



TIPO	MEDIDAS	REFUERZO
SOLETA DE HUEVEDO	0.15X0.25	#3/R+ESTRBO#1/4" @ 0.20
SOLETA INTERMEDIA	0.10X0.15	2#3/R+ESTR#1/4" @ 0.20
SOLETA DE CORONA	0.15X0.25	#3/R+ESTRBO#1/4" @ 0.20
VACA SOLETA VS	0.15X0.25	#3/R+ESTRBO#1/4" @ 0.15

F_c = 210 kg/cm² = 3 MPa (CONCRETO)
 F_y = GRADO 40 KSI (ACERO DE REFUERZO)
 F_u = 45 kg/cm² (RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE BLOCK)

DETALLE DE COLUMNAS

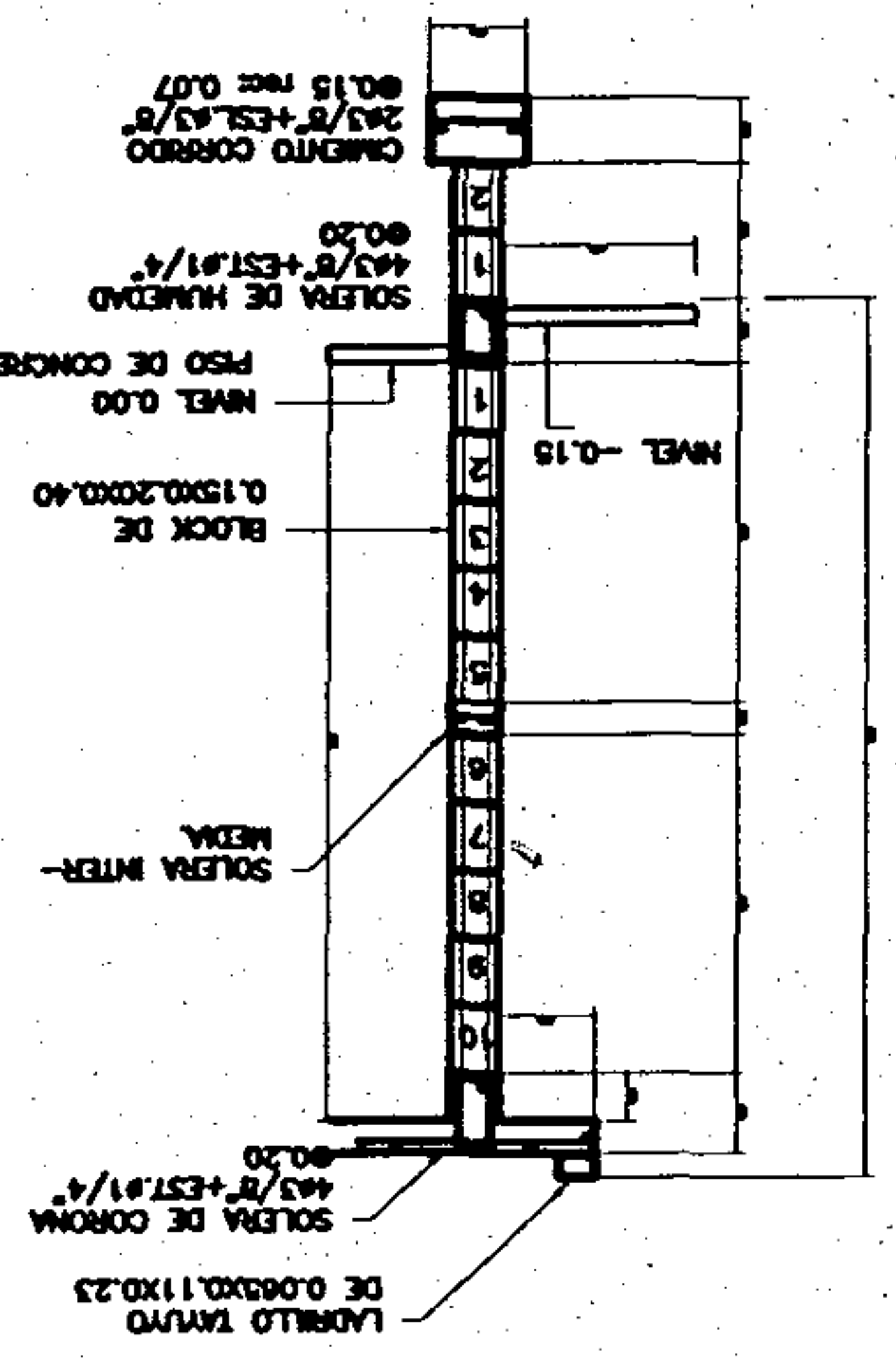
ESCALA 1/10

TIPO	MEDIDAS	REFUERZO
C.A.	0.15X0.15	#3/R+ESTRBO#1/4" @ 0.20
C.B.	0.15X0.15	2#3/R+ESTR#1/4" @ 0.20
C.C.	0.10X0.15	2#3/R+ESTR#1/4" @ 0.20

PLANTA DE COLUMNAS

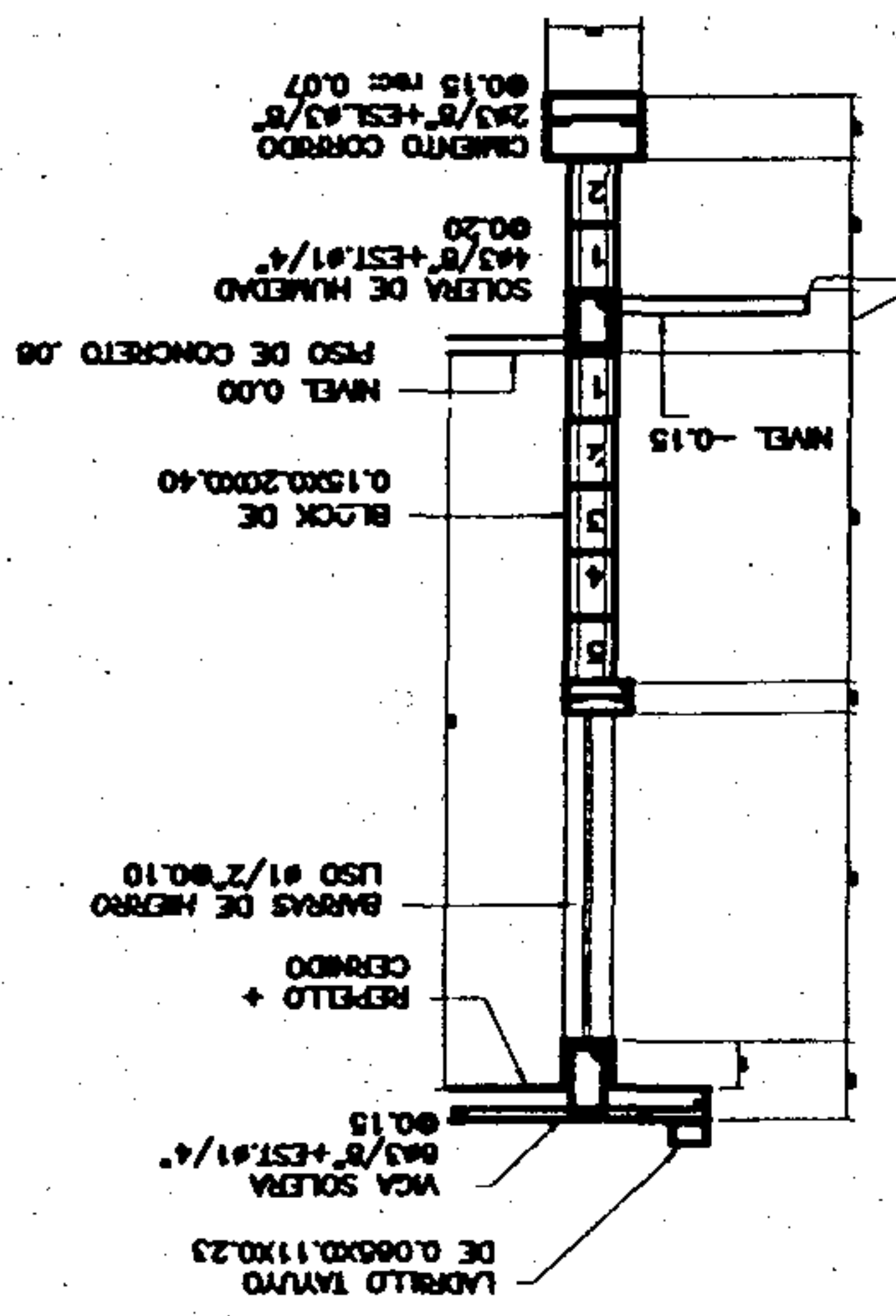
SECCION 1

ESCALA 1/20



SECCION 2

ESCALA 1/20



MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO YEPICAPA		EPS	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE			
CONDICION: CASITA DE BOMBEO			
CLIENTE: JONHAY LÓPEZ V.	DISEÑO: JONHAY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004	NOVA
CLIENTE: JONHAY LÓPEZ V.	DISEÑO: JONHAY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004	NOVA
CLIENTE: JONHAY LÓPEZ V.	DISEÑO: JONHAY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004	NOVA
CLIENTE: JONHAY LÓPEZ V.	DISEÑO: JONHAY LÓPEZ V.	FECHA: MARZO DE 2004	NOVA

11/11

APÉNDICE F

Clasificación de los suelos

Clasificación de los suelos

SUELOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPEQUEZ, SEGÚN SU AGRUPACION ÁREA Y EXTENSIÓN RELATIVA

	Área hectárea	Hectáreas total	Por ciento	Por ciento total
--	---------------	-----------------	------------	------------------

I. Suelos de las montañas volcánicas

Totonicapán.....	4,267	17,020	1.75	
Camanchá.....	10,548		4.32	
Balanjuyú.....	2,205		0.90	6.97
Total grupo I.....	17,020			6.97

II. Suelos de la altiplanicie central

A. Suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro:				
Cauqué.....	41,970		17.17	
Guatemala.....	3,317		1.36	
Patzicía.....	5,154		2.11	
Patzté.....	11,552		4.73	
Poaquil.....	3,755		1.54	
Quiché.....	21,372		8.74	
Tecpán.....	23,907		9.78	
Toliman.....	3,200	114,227	1.34	6.74
B. Suelos poco profundos, erosionados desarrollado sobre ceniza volcánica de color claro.				
Salamá, fase quebrada.....	2,025		0.83	
Zacualpa.....	3,701		1.51	
Guatemala fase pendiente.....	7,100	12,826	2.90	5.24
C. Suelos poco profundos desarrollados Sobre roca:				
Chinautla.....	63.2		0.26	
Chol.....	11,770	12,402	4.82	5.24
Total grupo II.....		139,455		57.06

III. Suelos del declive del Pacifico

A. Suelos profundos desarrollados sobre				
ceniza volcánica de color claro				
Chamantul.....	210		0.09	
Chocota.....	2,090		0.85	
Osuna.....	7,216		2.95	
Suchitepéquez.....	2,226	11,742	0.91	4.80
B. Suelos poco profundos desarrollados				
sobre ceniza volcánica de color claro:				
Cutzán.....	295		0.12	
Chipo.....	7,052	7,347	2.89	3.01
C. Suelos desarrollados sobre material				
máfico volcánico:				
Alotenango.....	32,665		13.36	
Palín.....	440		0.18	
Panán.....	440		0.18	
Yepocapa.....	18,830		7.70	21.42
Total Grupo III	71,454	16,471		29.23

IV. Clases misceláneas de terreno

Áreas fragosas.....	8,479		3.47	
Cimas volcánicas.....	2,992		1.22	
Suelos de los valles no diferenciados.....	5,00	16,471	2.05	6.74
ÁREA TOTAL		244,400		100