

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN  
DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS GUACAS  
DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BORIS ADELSON GARCÍA CASTILLO**

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2004

DJ  
08  
+ (5580)

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 Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

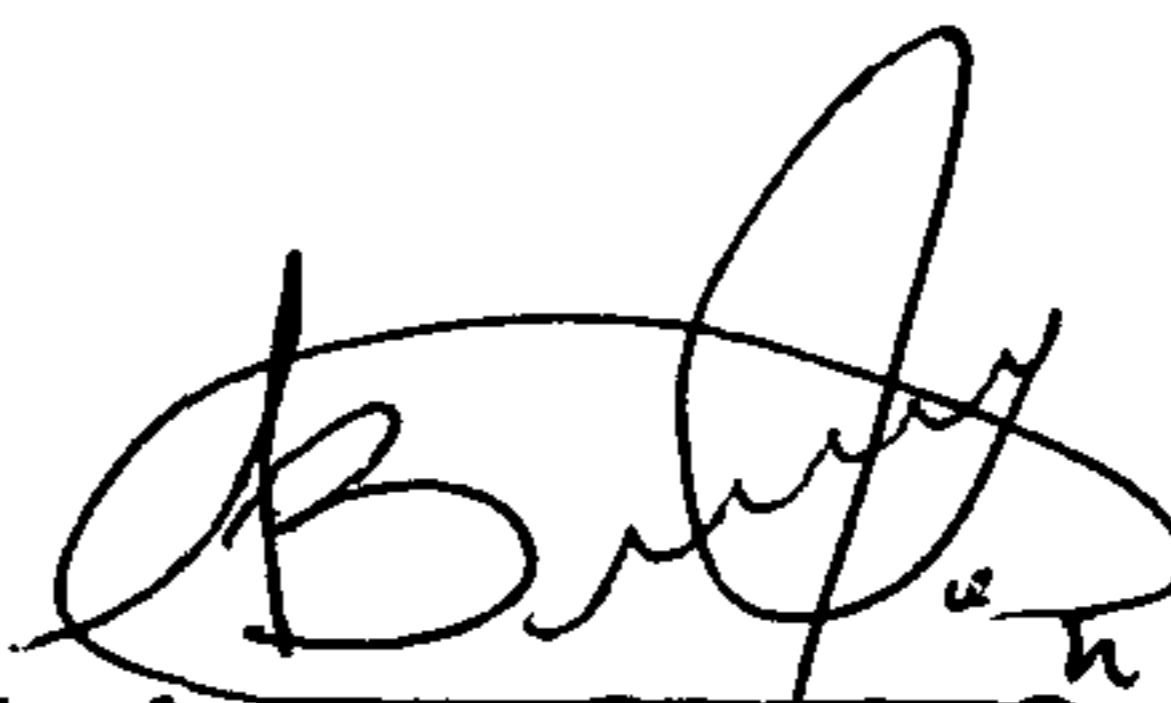
DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares
EXAMINADOR:	Ing. Carmen Angelina Mérida
EXAMINADOR:	Ing. Augusto René Pérez Méndez
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **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, PARA LA ALDEA LAS GUACAS DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 22 de septiembre de 2003.



**Boris Adolfo García Castillo.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Guatemala.  
22 de Septiembre de 2,003

Ingeniero  
Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Coordinador de E.P.S.  
Facultad de Ingeniería  
Guatemala

Respetado Ingeniero.

Por medio de la presente comunico a usted, que la Facultad de Ingeniería a través de la Escuela de Ingeniería Civil ha aprobado el tema para trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS GUACAS, DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, del estudiante universitario Boris Adeiso García Castillo y como Asesor al Ing. Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Así mismo se le recuerda que el trabajo de graduación deberá ser estructurado conforme a lo indicado en el Reglamento de la Facultad de Ingeniería, presentado según se señala en las especificaciones para la elaboración del informe final, se recomienda que el contenido este comprendido entre 40 y 80 hojas, con énfasis en el aporte del estudiante en el tema desarrollado.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Carlos Salvador Gordillo García  
Director Escuela Ingeniería Civil



Asesor  
Interesado



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 15 de octubre de 2003

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

Señor Director:

Atentamente y por este medio envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS GUACAS DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **BORIS ADELSON GARCIA CASTILLO..**

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, esta **DIRECCIÓN TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme,

Deferentemente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

Ing. Carmen Mérida  
Directora Área de Hidráulica

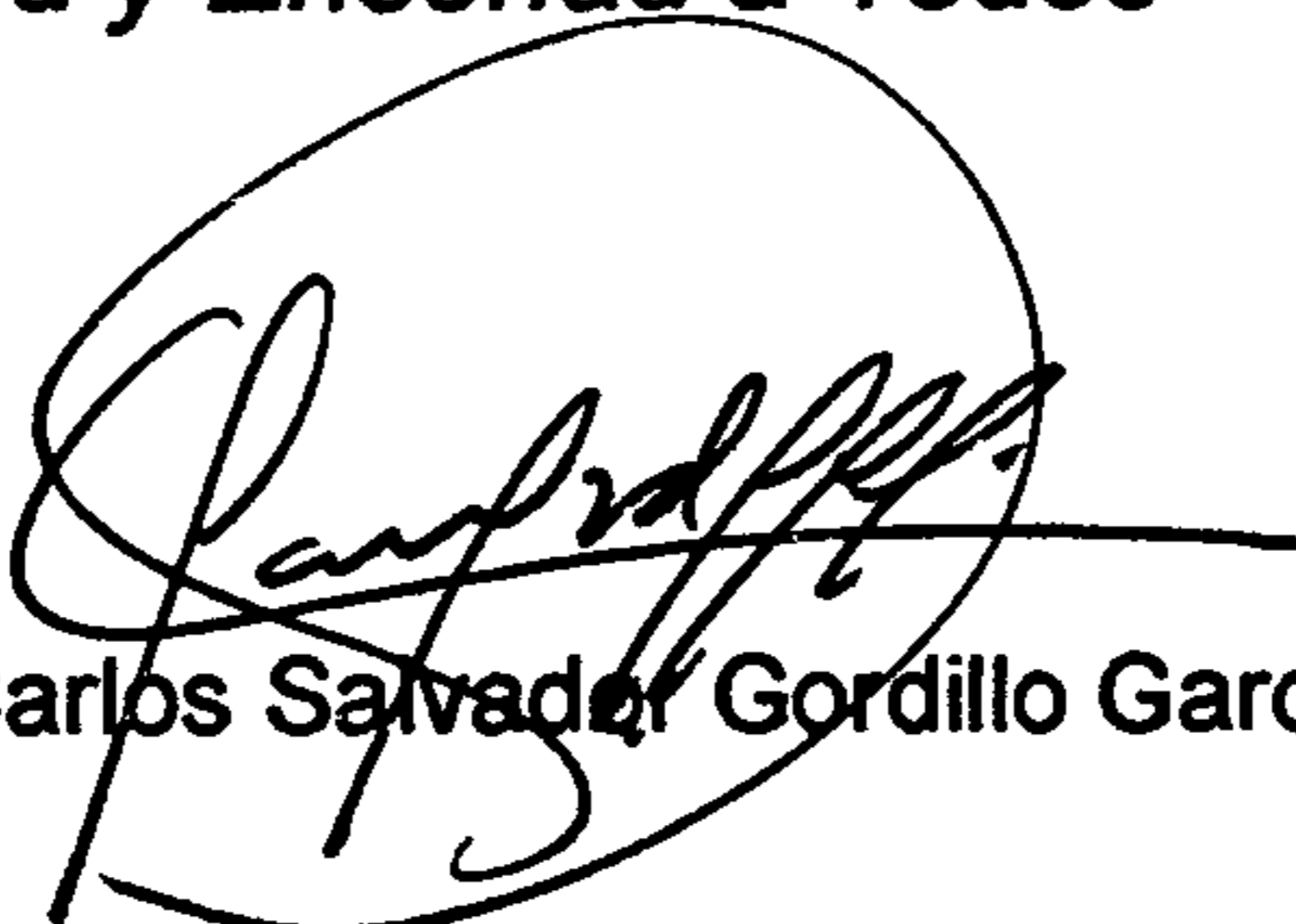
CM/nc  
c.c.: Archivo  
Anexo : El Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E. P. S., Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, al trabajo de graduación del estudiante universitario Boris Adolfo García Castillo *"DISEÑO DE SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS GUACAS DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"*, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, enero de 2004

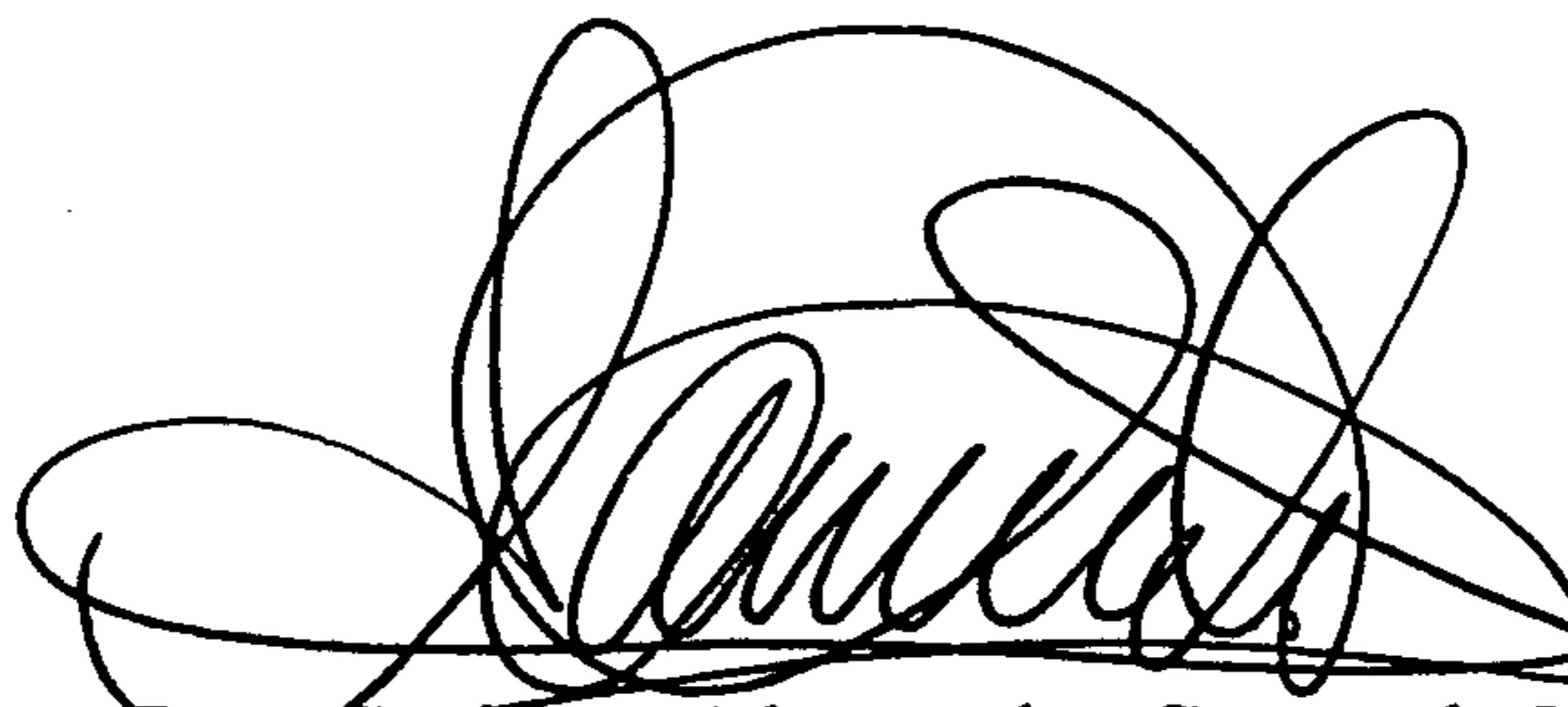


FACULTAD DE INGENIERIA  
DECANATO

Ref. DTG. 027-2004.

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 DE SISTEMA DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA LAS GUACAS DEL MUNICIPIO DE MASAGUA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Boris Adeldo García Castillo** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
DECANO



Guatemala, enero 28 de 2,004

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES**

Marco Tulio García y Rosana del Carmen Castillo  
Con mucho amor en recompensa a sus esfuerzos.

### **MI HERMANO**

Marco Haroldo García Castillo  
Con mucho cariño en agradecimiento a su apoyo moral.

### **MIS SOBRINOS**

Rosanita y Maquito  
Con mucho cariño y que sea ejemplo para ellos.

### **UNA PERSONA ESPECIAL**

Deisy López  
Con mucho cariño.

### **MI FAMILIA EN GENERAL**

Por su apoyo en los momentos difíciles.

### **MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Con mucho cariño.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por darme fuerzas para culminar esta meta.

### **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

### **A FUNDAZUCAR.**

En especial a la Inga. Blanca Celia Prado, por darme la oportunidad de relizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y por su amistad.

### **Al Ing. Hugo Montenegro.**

Por la realización de mi práctica docente y su amistad.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VI</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIII</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL LUGAR</b>	<b>1</b>
1.1 Aspectos monográficos	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.2 Vías de acceso	1
1.1.3 Aspectos climatológicos	2
1.1.4 Actividades productivas	2
1.1.5 Servicios públicos	2
1.1.6 Aspectos topográficos	3
1.1.7 Aspectos hidrológicos	3
1.1.8 Autoridades	4
1.2 Estudio de la población	4
1.2.1 Índice de morbilidad	4
1.2.2 Resultado de cuantificación de habitantes y viviendas	7
<b>2. CRITERIOS BÁSICOS Y DESARROLLO DEL DISEÑO</b>	<b>9</b>
2.1 Sistema de agua potable	9

<b>2.2 Determinación de la fuente</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Calidad del agua</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Análisis físico químico</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Período de diseño</b>	<b>12</b>
<b>2.6 Cálculo de población</b>	<b>13</b>
<b>2.7 Requerimientos de diseño</b>	<b>14</b>
<b>2.7.1 Caudal de diseño</b>	<b>14</b>
<b>2.7.2 Bases de diseño</b>	<b>15</b>
<b>2.7.3 Dotación</b>	<b>16</b>
<b>2.8 El consumo y sus variaciones</b>	<b>17</b>
<b>2.8.1 Consumo medio diario</b>	<b>18</b>
<b>2.8.2 Caudal máximo diario</b>	<b>19</b>
<b>2.8.3 Caudal máximo horario o de distribución</b>	<b>20</b>
<b>2.8.4 Caudal de bombeo</b>	<b>21</b>
<b>2.9 Diseño y tipo de tubería</b>	<b>22</b>
<b>2.10 Diseño de línea de conducción</b>	<b>24</b>
<b>2.10.1 Tubería de descarga</b>	<b>25</b>
<b>2.10.2 Diseño equipo de bombeo a utilizar</b>	<b>28</b>
<b>2.10.2.1 Sobrepresión por golpe de ariete</b>	<b>32</b>
<b>2.10.2.2 Selección de bomba</b>	<b>33</b>
<b>2.11 Tanque de distribución</b>	<b>34</b>
<b>2.12 Desinfección</b>	<b>37</b>

2.13	Red de distribución	38
2.14	Conexión domiciliar	39
2.15	Presupuesto	40
2.16	Operación y mantenimiento preventivo y correctivo	41
2.17	Efectos sociales negativos posteriores a la construcción del proyecto	45
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>51</b>
<b>APÉNDICES</b>		<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>85</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Índice de morbilidad año 2001, primeras 10 causas	6
2.	Índice de morbilidad año 2002, primeras 10 causas	6
3.	Índice de morbilidad año 2003, primeras 10 causas	8
4.	Esquema de localización de la aldea Las Guacas	90
5.	Perfil de un pozo perforado en Masagua	96
6.	Perfil de un pozo perforado en colonia El Milagro, Masagua	97
7.	Resultados análisis fisicoquímico y bacteriológicos	98
8.	Dimensiones del tanque elevado	104
9.	Planta densidad de vivienda	113
10.	Plano topográfico	114
11.	Planta densidad de vivienda circuitos cerrados	115
12.	Plano topográfico circuitos cerrados	116
13.	Diagrama de flujos y puntos de consumo	117
14.	Curvas de presión	118
15.	Planta-perfil de la red de distribución lado oeste	119
16.	Planta-perfil de la red de distribución lado este	120
17.	Caseta de cloración	121
18.	Colocación de la tubería	122
19.	Conexión domiciliar y caja para contador	123
20.	Detalles de la caja para válvulas	124

## TABLAS

I.	Libreta topográfica	54
II.	Puntos de consumo	81
III.	Diseño hidráulico, red de distribución programa Loop	84
IV.	Cálculo de ramales abiertos	86
V.	Características sensoriales	91
VI.	Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles	92
VII.	Relación de las substancias inorgánicas con significado para la salud, con sus respectivos límites máximos permisibles (LMP)	94
VIII.	Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles	94
IX.	Presupuesto	105

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>CA-9</b>	centroamericana ruta 9
<b>m</b>	metro
<b>m/s</b>	metros sobre segundo
<b>psi</b>	libras sobre pulgada cuadrada
<b>m.c.a.</b>	metros columna de agua
<b>l/hab/día</b>	litros por habitante por día
<b>L/s</b>	litros por segundo
<b>hrs.</b>	horas
<b>GPM</b>	galones por minuto
<b>PVC</b>	cloruro de polivinilo
<b>HG</b>	hierro galvanizado
<b>V</b>	velocidad
<b>Q</b>	caudal
<b>g</b>	gravedad
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	kilogramo por centímetro cuadrado
<b>n</b>	período de diseño
<b>P</b>	potencia de la bomba
<b>HP</b>	caballos de fuerza

## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
<b>Agua potable</b>	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
<b>Aforo</b>	Acción de medir el caudal de una fuente.
<b>Bombeo</b>	Transportar un fluido de un lugar a otro más alto, por medio de una bomba.
<b>Caudal</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
<b>Flujo</b>	Líquido en movimiento.
<b>Manto Freático</b>	Acumulación de agua subterránea.
<b>Proliferación</b>	Reproducirse o multiplicarse.



## **RESUMEN**

La aldea Las Guacas se ubica en el municipio de Masagua departamento de Escuintla. 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 de sus habitantes. 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.

Se efectuó el diseño del sistema de introducción de agua potable para la aldea, tomando en cuenta especificaciones técnicas y normas para acueductos del área rural, con el inconveniente que no existe una fuente natural que pudiera ser explotada. Por tanto, se tomó la decisión de perforar un pozo para que éste cubriera el caudal necesario para abastecer a toda la población, planificando un tanque elevado de metal de 220 m<sup>3</sup> de capacidad para que distribuya el vital líquido en 6849.67 m. de tubería de distribución y diera servicio a 313 conexiones domiciliarias.

El sistema comprende desde la perforación del pozo, equipo de bombeo, equipo de desinfección, línea de descarga, tanque elevado de distribución, red de distribución y conexiones domiciliarias, con una vida útil de 20 años con capacidad de prestar servicio a 2547 habitantes, esperando con la ejecución lograr un mayor desarrollo social, de salud y estético para la aldea en estudio.

## **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 Las Guacas del municipio de Masagua del departamento de Escuintla.

- **Específico**

1. Contribuir al mejoramiento de salud y bienestar de los habitantes de la comunidad de Las Guacas.
2. Proporcionar a la municipalidad de Masagua, por medio del EPS, una propuesta técnica y adecuada para solucionar el problema del agua potable en la aldea.
3. Proponer criterios, normas y procedimiento con patrones definidos para el desarrollo de proyectos en el sector de agua potable.

## **HIPÓTESIS**

La aldea las Guacas del municipio de Masagua del departamento de Escuintla, 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 Masagua podrá solucionar el problema en cuestión y proporcionar un sistema básico y fundamental a la aldea estudiada.

## **INTRODUCCIÓN**

Para el ser humano es de vital importancia el acceso inmediato al agua, ya que representa tanto una necesidad fisiológica como también un logro a nivel socioeconómico y estético.

Debido al subdesarrollo de nuestro país y la poca voluntad de crear políticas de desarrollo pareciera que al hablar de un proyecto de introducción de agua apta para el consumo humano, no se refiere a un derecho fundamental ni a la solución del alto índice de morbilidad especialmente en enfermedades gastrointestinales que aqueja a nuestra sociedad, sino a un lujo que no todas las comunidades pueden acceder.

Para colaborar con la solución del problema de agua en la aldea Las Guacas del municipio de Masagua, Escuintla, se presenta el siguiente trabajo de diseño de un sistema de introducción de agua potable por medio de un sistema por bombeo para la línea de conducción y por gravedad para la red de distribución.

Este trabajo se divide en dos capítulos. En el primero se describen los aspectos monográficos, es decir características físicas del terreno en estudio, vías de acceso, clima, actividades productivas, servicios municipales y culturales, etc. El segundo trata sobre aspectos técnicos profesionales dentro de los cuales se mencionan, topografía, diseño hidráulico de línea de conducción, y red de distribución, recomendaciones de operación y mantenimiento del proyecto ejecutado. También se adjunta un juego de planos del proyecto completo.

# **1. GENERALIDADES DEL LUGAR**

## **1.1. Aspectos monográficos**

### **1.1.1. Ubicación**

La aldea se encuentra ubicada en el kilómetro 86 ruta CA-9 carretera vieja hacia el puerto de San José, Escuintla, aproximadamente a 12kms. de la cabecera municipal de Masagua. Cuenta con 313 viviendas y 1,719 habitantes.

### **1.1.2. Vías de acceso**

El ingreso a la comunidad es por medio de la carretera ruta CA-9 antigua al puerto de San José sobre el Km 86, la cual pasa en el medio de la aldea.

- **Coordenadas geográficas.**

Latitud: 14°04'33"

Longitud: 90°52'43"

Altitud: 40 metros sobre el nivel del mar.

- **Colindancias**

Al Norte: con Escuintla (cabecera departamental)

Al Sur: con Puerto de San José (Escuintla)

Al Este: Con Guanagazapa (Escuintla)

Al Oeste: con Siquinalá (Escuintla)

### **1.1.3. Aspectos climatológicos**

La aldea Las Guacas se encuentra a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar, el clima generalmente es cálido, las condiciones climatológicas más importantes de la zona son:

- Temperatura mínima promedio: 26 °C
- Temperatura máxima promedio: 40 °C
- Precipitación media anual: 135mm

### **1.1.4. Actividades productivas**

La fuente de ingreso con que cuentan los habitantes de la comunidad es la explotación de los materiales para construcción que predominan en el área como lo son la arena de río y piedra bola.

También venden su fuerza de trabajo a la agroindustria en tiempo de zafra (principios de noviembre a principios de mayo de cada año).

### **1.1.5. Servicios públicos**

Actualmente se tienen los siguientes servicios:

- Una escuela del nivel primario.
- Energía eléctrica
- Un puesto de salud.

- Cuatro iglesias evangélicas
- Una iglesia católica
- Área deportiva
- Tiendas

Además, están organizados con un comité de vecinos, en trámites de convertirse en Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), el cual está debidamente autorizado por la Gobernación Departamental.

#### **1.1.6. Aspectos topográficos**

Esta aldea se caracteriza por tener una topografía, relativamente plana, siendo la mayor diferencia de nivel de 4.283 m.

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.

#### **1.1.7. Aspectos hidrológicos**

Al municipio lo riegan tres ríos importantes, el río Achíguate, el Guacalate y el Naranjo, que desembocan en el pacífico. La mayoría de las viviendas se abastecen por medio de pozos excavados a mano, encontrándose el manto acuífero a una profundidad promedio de 6 metros.



### **1.1.8. Autoridades**

A una distancia aproximada de 12 kilómetros se encuentran las autoridades municipales de Masagua y la Policía Nacional, en la aldea solamente existe alcalde auxiliar y un comité pro-mejoramiento autorizado por la Gobernación Departamental.

## **1.2. Estudio de la población**

### **1.2.1. Índice de morbilidad**

La insalubridad que impera en esta aldea, da como resultado que las enfermedades con mayor daño hacia la población son 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, encontrar la mejor manera de 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%

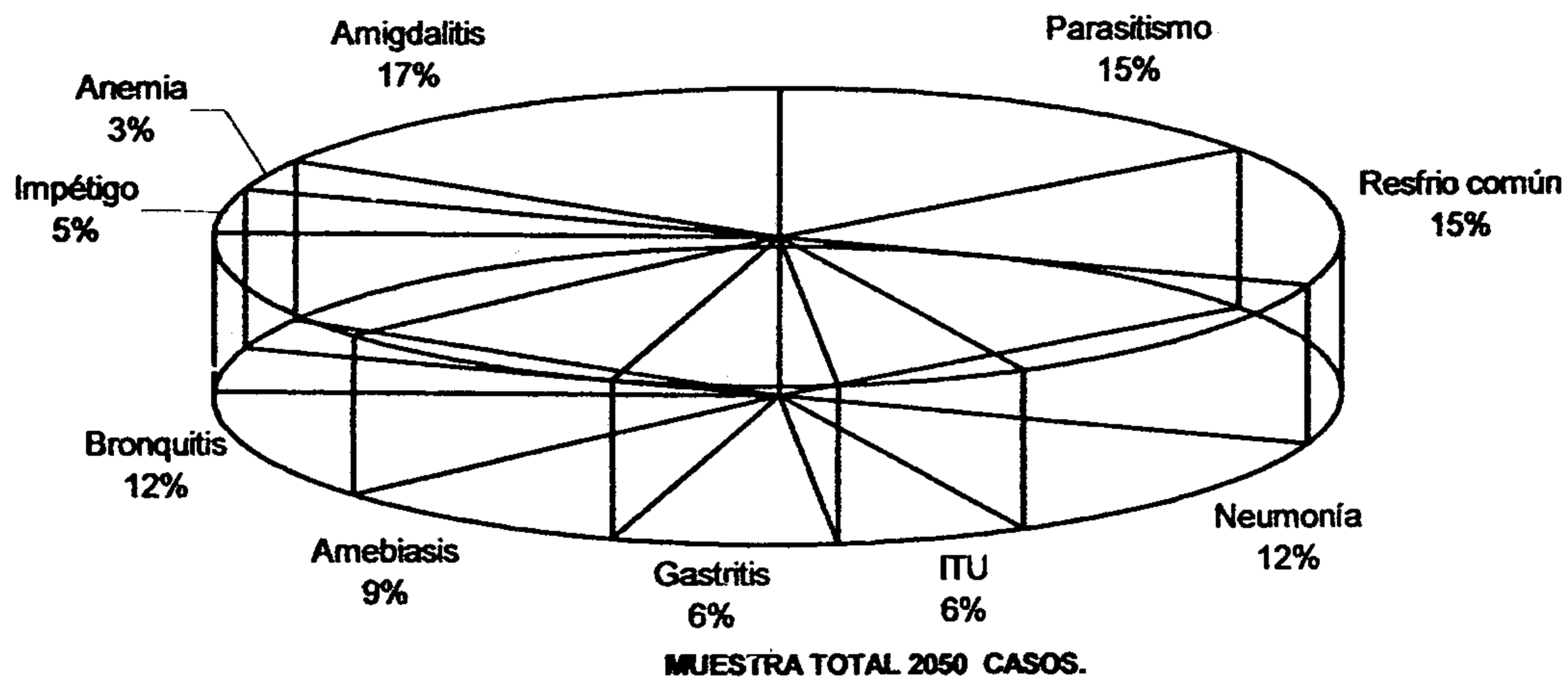
SDA	4.41%
Bronquitis	4.22%
Micosis	4.03%
Resto de causas	26.80%

➤ **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%

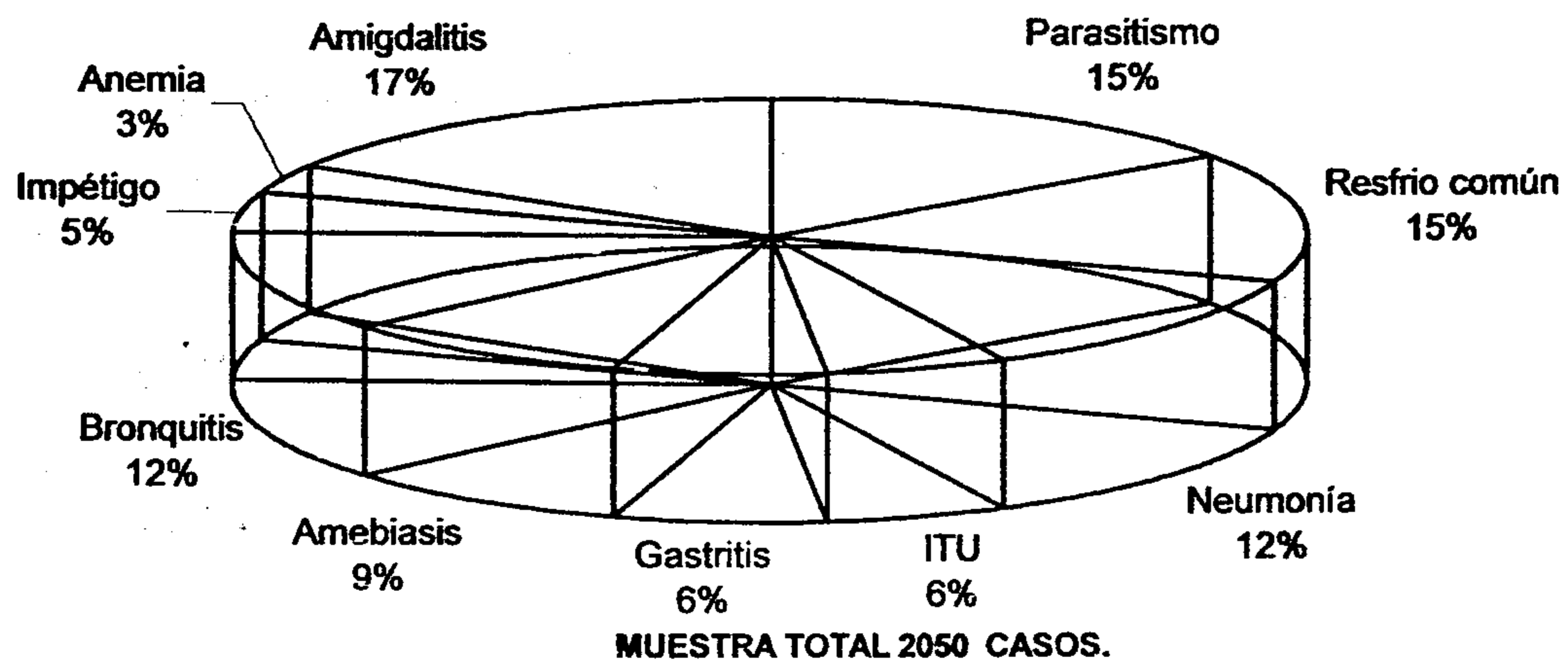
De estos resultados proporcionados por el Centro de Salud de la cabecera municipal, se determina la importancia que tiene para la población, la ejecución de proyectos como lo es la introducción de agua apta para el consumo humano, debido a que esto tendría un efecto positivo en la contaminación del ambiente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

**Figura 1 Índice de morbilidad año 2001, primeras 10 causas**



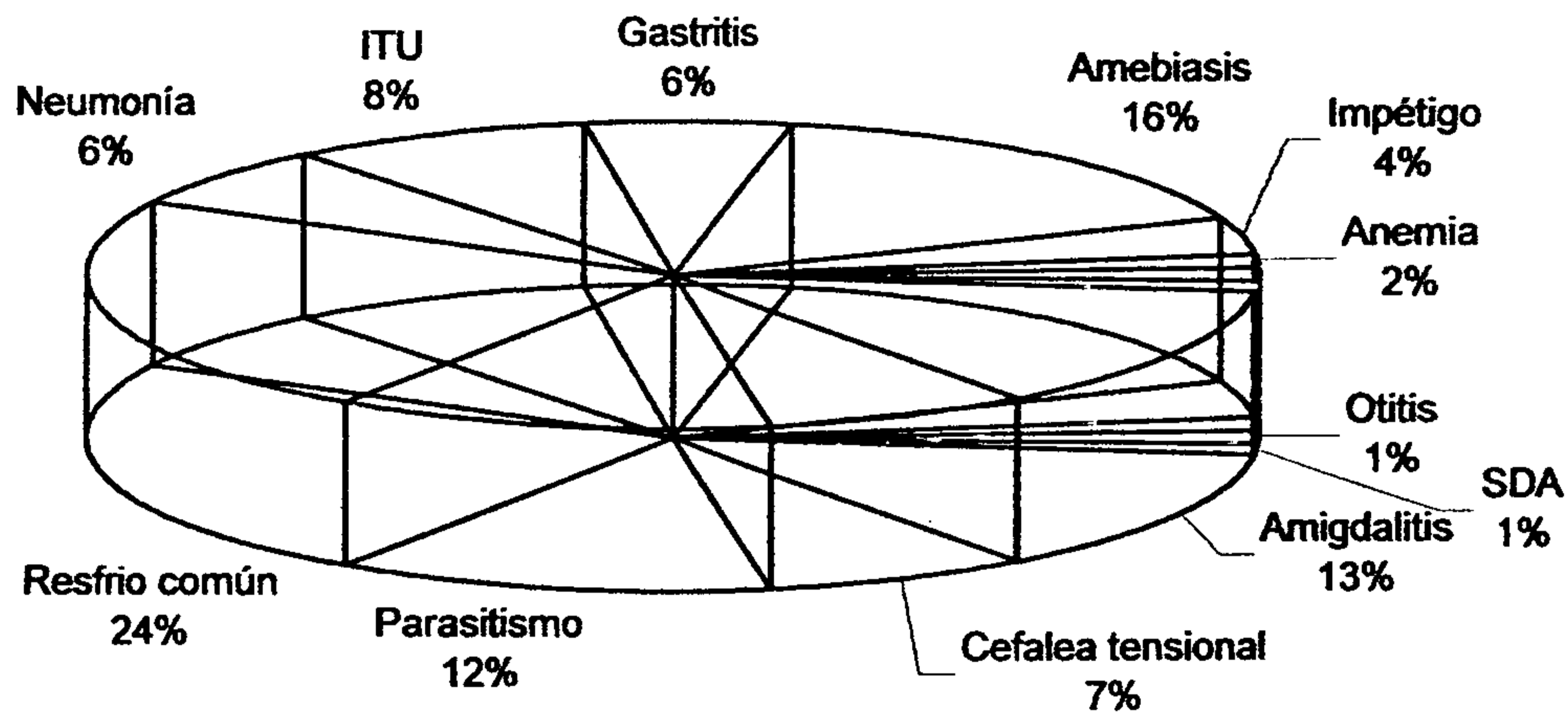
Fuente Centro de salud.

**Figura 2 Índice de morbilidad año 2002, primeras 10 causas**



Fuente Centro de salud.

**Figura 3 Índice de morbilidad año 2003, primeras 10 causas**



**MUESTRA TOTAL 645 CASOS, HASTA EL MES DE MARZO.**

Fuente Centro de salud.

### Resultados de la cuantificación de habitantes y viviendas

El resultado obtenido después de tabular la información proporcionada por la cuadrilla de topografía que realizó el levantamiento topográfico es:

Población total	=	1,719 habitantes
Viviendas	=	313 unidades
Densidad de población	=	5.49 hab/casa

## **2. CRITERIOS BÁSICOS Y DESARROLLO DEL DISEÑO**

### **2.1. Sistema de agua potable**

El sistema está formado por los elementos que intervienen para poder abastecer agua potable, siendo los más importantes:

- Fuente
- Caseta de bombeo
- Equipo de bombeo
- Línea de descarga
- Tanque de distribución
- Sistema de desinfección
- Red de distribución
- Válvulas
- Acometidas domiciliarias.

### **2.2. Determinación de la fuente**

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, también afloran al excavar o perforar pozos.

Para el caso en estudio, se hizo un análisis para escoger la fuente a utilizar, debido a que la topografía de la región es bastante plana y no existiendo una fuente natural para ser explotada se enfrentó con la necesidad de utilizar una fuente subterránea, para ello se pensó en perforar un pozo mecánicamente, lo cual se realizará conjuntamente con el desarrollo del proyecto. Para la utilización de información se recurrió al uso de datos de pozos perforados en la región, como lo son el pozo mecánico de la colonia El Milagro (ubicado a una distancia aprox. de 13kms del lugar de perforación de este proyecto) y el pozo mecánico de la cabecera municipal (ubicado a 12kms del lugar de perforación de este proyecto), ver Figuras 5 y 6. (perfiles de pozos perforados en Masagua y col. El Milagro). No contando con información del aforo respectivo de estos casos se diseñará con el caudal necesario para un funcionamiento óptimo,

#### Información de pozos perforados en la región

Por información proporcionada por la empresa perforadora de pozos Agropozos, se cuenta con el perfil estratigráfico de un pozo perforado en el casco urbano de la cabecera municipal, ubicado aproximadamente a 12kms del lugar de perforación para este estudio, y otro perfil de un pozo perforado en el caserío Los Lirios ubicado aproximadamente a 13kms del lugar donde se piensa perforar para este proyecto.

La profundidad del manto freático en el punto de perforación se asume que se encuentra a 300 pies = 91.46m. (ver figuras 5 y 6, perfil estratigráfico de pozos perforados en la región).

Se piensa perforar el pozo en el área municipal donde se encuentra ubicado el puesto de salud de la aldea.

### **2.3. 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 (ver en anexos pag. 91).

### **2.4. 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 de proliferación de enfermedades, se debe realizar el examen bacteriológico, con ello determinar el sistema de desinfección necesario para no incrementar el índice de morbilidad de la aldea en estudio.

Tomando en cuenta que no se pudo llevar a cabo el análisis físico químico ni el análisis bacteriológico por que la fuente es un pozo aún no perforado, se utilizaron resultados de análisis realizados en pozos mecánicos perforados dentro del municipio y de otros sistemas de agua potable en funcionamiento, proporcionados por el centro de salud del municipio de Masagua para tomar en consideración la calidad del agua del manto freático de esta zona (ver figura 7, resultados físico químicos y bacteriológicos).

Obteniendo :

Las muestras cumplen con la norma COGUANOR NGO 29001 de especificaciones para agua potable (ver en anexos pag.91).

Al perforar el pozo necesario para el abastecimiento de agua para este proyecto debe aforarse y comprobar que la calidad del agua cumpla con lo asumido.

## **2.5. 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.

## 2.6. 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:

$$\begin{aligned} Pf &= Pa \times (1 + i)^n \\ Pf &= 1719 \times (1 + 0.0189)^{21} \\ Pf &= 2547 \text{ hab} \end{aligned}$$

De donde:

- Pf = población futura en un tiempo, n = 21 años (ver apéndice 2)
- Pa = población actual 1719 habitantes. Según conteo de la planilla de topografía.
- i = tasa de crecimiento en porcentaje/100 = 1.89%
- n = período de diseño en años = 21 años.

## **2.7. 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.

### **2.7.1. 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 explotación de materiales de construcción.
- 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: esto no se puede determinar debido a que el pozo aún no está perforado, y sólo se puede determinar el caudal requerido para la distribución.

### **2.7.2. Bases de diseño**

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

- **Población actual, 1719 habitante**
- **Población futura, 2,547 habitante**
- **313 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 175 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**
- **Debido a que la topografía de la comunidad tiene poca diferencia de niveles y el terreno presenta poca dificultad para la excavación, la tubería a utilizar será de PVC, tubo de 20 pies de largo con campana para 160 PSI.**
- **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 de 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/UNEMAR: 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.

### **2.7.3. 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 175 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.

## **2.8. El consumo y sus variaciones**

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 de satisfacer en todo momento estas variaciones.

### 2.8.1. Consumo medio diario

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

$$Q_m = \sum (Q_{industria} + Q_{domicilia} + r + \dots)$$
$$Q_m = \frac{\text{dotacion (percapita)} \times \text{población futura}}{86400}$$
$$Q_m = \frac{175 \text{ L / hab} \times 2547 \text{ hab}}{86400 \text{ seg}}$$
$$Q_m = 5.16 \text{ L / seg .}$$

Expresándolo en L/s. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

Que representa al consumo domiciliar pero además se debe agregar el caudal de las conexiones donde se presenta un consumo mayor que el de una vivienda normal, por ejemplo iglesias, escuelas, etc.

El caudal adicional total es:

$$Q_{adicional} = 0.1388 \text{ L / seg}$$

Esto da como resultado un caudal medio diario.

$$Q_{md} = 5.298 \text{ L / seg}$$

### 2.8.2. 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:

$$\begin{aligned} QDM &= FDM \times Qmd \\ QDM &= 1.20 \times 5.298 \text{ l / s} \\ QDM &= 6.360 \text{ l / s} \end{aligned}$$

Donde:

QDM = Caudal de día máximo o máximo diario.

FDM = Factor de día máximo

Qmd = Caudal medio diario.

### 2.8.3. Caudal máximo horario o de distribución

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 fórmula:

$$\begin{aligned} Q_{HM} &= FHM \times Q_{md} \\ Q_{HM} &= 2.0 \times 5.298 \text{ L / s} \\ Q_{HM} &= 10.597 \text{ L / s} \end{aligned}$$

Donde:

$Q_{HM}$  = caudal máximo horario o de hora máxima

$FHM$  = factor de hora máxima

$Q_{md}$  = caudal medio diario.



#### 2.8.4. Caudal de bombeo

Cuando del 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:

$$Q_b = \frac{Q_c \times 24 \text{ hrs}}{H}$$
$$Q_b = \frac{6.36 \text{ L / s} \times 24 \text{ hrs}}{9 \text{ hrs}}$$
$$Q_b = 16.96 \text{ L / seg} = 268.85 \text{ GPM}$$

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.

## 2.9. 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.

$$H_f = \frac{1743 \cdot 0.811141 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Donde:

$H_f$  = 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<sub>ø1</sub> = pérdida de carga provocada por el diámetro mayor

Hf<sub>ø2</sub> = pérdida de carga provocada por el diámetro menor

L<sub>ø1</sub> = longitud de tubería de diámetro mayor

L<sub>ø2</sub> = 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 descarga se utilizará tubería HG y en todo lo demás tubería de PVC.

## **2.10. 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 que la fuente a utilizar será un pozo (pendiente de perforación) con una profundidad aprox. de 300 pies o 91.46m, se utilizará una línea de conducción por bombeo o también denominada línea de descarga, tomando en cuenta que el tanque de distribución con una altura de patas de 20m, se colocará en el mismo terreno donde se perforará el pozo, por lo que no se calculará carga de succión horizontal.

En una línea de conducción de esta índole la diferencia de elevación es carga a vencer en este caso con una longitud de 111.46mca. que se verá incrementada en función de la selección de diámetros menores y consecuentemente, ocasionará mayores costos de equipos y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al tanque de almacenamiento, existirá una relación inversa de costos entre potencia y diámetros de la tubería.

De estas consideraciones se tendrán dos opciones extremas

- Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo para los equipos de bombeo y su operación.
- Diámetros grandes y equipo de bombeo de baja potencia, resultando altos costos para la tubería y bajos para los equipos y su operación.

Entre estas dos opciones extremas, existe una gama de soluciones de acuerdo con los diferentes diámetros comerciales existentes, de cuyo análisis económico se seleccionará el más conveniente.

#### **2.10.1. 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 mts/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 como se estudió en el inciso 2.6.4. se puede diseñar la tubería de descarga con la siguiente

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

$$\phi_{EC} = 1.8675 \times (16.96 \text{ L / seg})^{1/2}$$

$$\phi_{EC} = 7.69 \text{ pu lg.}$$

fórmula:

donde:

$\phi_{EC}$  = 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:

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

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

V = Velocidad de flujo de la tubería.

Q<sub>b</sub> = Caudal de bombeo

φ<sub>EC</sub> = Diámetro económico.

1.974 = Factor de conversión de l/pulg<sup>2</sup> a m<sup>3</sup>/seg<sup>2</sup>.

$$V (6") = 1.974 \times 16.98 / (6)^2 = 0.930 \text{ m/seg.} \quad \text{Sí cumple.}$$

$$V (8") = 1.974 \times 16.98 / (8)^2 = 0.523 \text{ m/seg.} \quad \text{No cumple.}$$

#### Verificación de pérdidas de cargas

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

$$L = 111.46 \text{ m.}$$

$$Q_b = 16.96 \text{ l/seg.}$$

$$C = 100$$

$$\text{Para diámetro } 6" \quad H_f = 1.21 \text{ mca}$$

$$\text{Para diámetro } 8" \quad H_f = 0.30 \text{ mca}$$

## **Análisis**

Como se puede apreciar, al aumentar el diámetro de descarga se reduce la pérdida de carga y disminuye la velocidad del flujo en la tubería. En términos económicos aumenta considerablemente el costo de adquisición de la tubería, sin embargo, se reduce la pérdida de carga, lo que poco disminuye la potencia de la bomba, y al disminuir potencia, se reduce en mínimo su costo de adquisición y de operación.

Para el proyecto en estudio se utilizó tubería diámetro de 6 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.

### **2.10.2. 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:

$$H_m = v^2 / 2g + h_f + h_s + h_i + h_a$$

o bien,  $H_m =$  carga estática + pérdidas mayores + 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

#### Carga estática

Longitud de descarga = 20.00m.

Longitud de succión = 91.46m.

Carga estática = 111.46m.

#### Pérdidas mayores ( $h_f$ )

$h_f$  = pérdidas por fricción en la tubería

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

Entonces

$$h_f = 0.0137 \times 111.46 \times (16.96)^{1.852} / 1000$$
$$h_f = 1.21 \text{ m}$$

de donde:

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

$D$  = diámetro interior real en pulgadas. (6")

$C$  = 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 ( $Q = Q_b = 16.96$  l/s)

$L$  = longitud de diseño en metros (111.46m)

$h_f$  = pérdida por fricción en la tubería en metros

Al sustituir los datos se tiene:

$$K' = 0.01378$$

$$H_f = 1.21 \text{ m}$$

Carga de velocidad =  $v^2/2g$

$$V^2 / 2g = (0.931)^2 / (2 * 9.8)$$

$$V^2 / 2g = 0.044 \text{ m.}$$

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.

### Carga dinámica total

Sustituyendo los valores antes calculados

$$H_m = 111.46 + 1.21 + 0.044 + 1.00$$

$$H_m = 113.714 \text{ m ó } 161.86 \text{ psi}$$

### Potencia de la bomba

En pozos profundos se recomienda utilizar bombas centrífugas de tipo sumergibles, siempre y cuando el diámetro de la camisa (tubería que rodea el interior del pozo), sea lo suficientemente ancho para poder instalar el motor de la bomba sumergible, en caso contrario, se utilizará una bomba centrífuga de motor externo.

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

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

$$P = (16.96 \times 113.714) / (76 \times 0.7)$$

$$P = 36 \text{ Hp}$$

De donde:

$$Q_b = \text{Caudal de bombeo} = 16.98 \text{ L/seg}$$

$$H_m = \text{Carga dinámica total} = 113.714 \text{ m.c.a.}$$

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

### 2.10.2.1. 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 sobrepresión 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 = sobrepresión 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/cm<sup>2</sup>

D = diámetro interior de la tubería en cm

$E_t$  = módulo de elasticidad del material de la tubería, en kg/cm<sup>2</sup>

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.

Se tienen los siguientes datos para sustituirlos en la fórmula de Joukovsky.

$$v = 0.931 \text{ m/s}$$

$$E_a = 21000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_t = 28000 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 6.115 \text{ cm}$$

$$e = 0.543 \text{ cm}$$

$$h_i = 145 \times 0.931 / (1 + (21000 \times 6.115) / (28000 \times 0.543))^{1/2}$$

$$h_i = 43.922 \text{ m} = 62.45 \text{ psi}$$

De acuerdo con los valores anteriores, la presión total en la tubería es de  $157.636 \text{ m} = 224.38 \text{ psi}$ , que sería la presión soportada por la tubería, siendo necesario utilizar en la línea de conducción tubería de HG liviano, con un cheque horizontal colocado después de la bomba, para que el golpe de ariete no la dañe.

#### 2.10.2.2. Selección de la bomba

A la hora de seleccionar el equipo de una estación de bombeo, es preciso tener en cuenta una serie de aspectos diferentes, a veces conflictivos, relativos al conjunto del sistema de bombeo. Los factores en cuenta incluyen:

- Caudales de proyecto e intervalo de los mismos,
- Ubicación de la estación de bombeo
- Diseño de la tubería de impulsión
- Características de las curvas caudal-altura del sistema.

Una vez que se hayan evaluado correctamente estos factores, puede procederse a la selección del número y capacidad de las bombas, el tipo de accionamiento y el tamaño de la tubería de impulsión.

Para este proyecto en estudio se seleccionó el siguiente equipo de bombeo:

Bomba sumergible Warson modelo 7T30-350 de 5 etapas de bronce con motor sumergible Franklin de 30 HP/460V/3PH/3450RPM/60HZ.

### **2.11. 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%.

Debido a que la topografía de la aldea en estudio es lo bastante plana como para hacer inevitable utilizar un tanque elevado que satisfaga las necesidades del diseño para abastecer con la mejor eficiencia a la población.

Los tanques elevados se utilizan en combinación con bombeo o como tanques flotando en la línea, especialmente en lugares muy planos. Pueden ser de concreto reforzado o metálicos.

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.

Los tanques elevados deben atender criterios económicos y para ello se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos

- Que el nivel mínimo de agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Que la tubería de rebose descargue libremente.
- Que la tubería de salida hacia el servicio tenga una altura como mínimo de 20 cm.

- Tubo de desagüe con su correspondiente válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Dispositivo para ventilación convenientemente protegidos instalándose uno por cada 30 m<sup>2</sup> de superficie como mínimo.
- Escaleras interiores y exteriores en caso de que las dimensiones excedan de 1.20 metros de alto.
- Caja común o cámara seca para facilitar la operación de las llaves y válvulas del tanque.
- Las tuberías de rebose o de desagüe no se conectarán directamente a los alcantarillados; deberán tener descarga libre de 1.00 m como mínimo y siempre se buscará un desfogue adecuado, donde no cause daño o erosión.
- Los extremos de las tuberías de rebose y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros animales.

### Capacidad del tanque

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

$$V = 0.4 \times QDM$$

$$V = 0.4 \times (6.36 \text{ L / seg} \times 86.4)$$

$$V = 220 \text{ m}^3$$

Donde:

V = Capacidad volumétrica del tanque

QDM = Caudal de día máximo

0.4 = porcentaje según horas de bombeo.



## Dimensiones del tanque

Altura de la torre:	20.00m
Ancho de la torre:	9.00m
Diámetro del tanque	6.10m
Altura del cilindro	7.00m
Altura del cono inferior	1.20m
Altura del Cono superior	1.00m

### 2.12. 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 esta 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. Para este caso en particular, aguas provenientes de aguas subterráneas, 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.

Debido a que solamente se cuenta con exámenes realizados en otros pozos de la región y otros sistema de agua potable (ver figura 7 resultados de exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos) se determinó que el desinfectante a utilizar es hipoclorito de sodio tipo B por medio de un dosificador marca Blue White eléctrico de 110v, de 57.7 GPD (galones por día) y 125psi.

### **2.13. 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, QMH = 10.597
- Dotación de agua = 175 l/hab/día,
- Población = 2547 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 Las Guacas; 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, como se muestra en la tabla III.

#### **2.14. Conexión domiciliar**

El objeto de todo sistema de agua potable es dotar de agua potable a los usuarios de éste, de la forma más accesible y esto es 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.**

## **2.15. 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. (Ver tabla IX).**

**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**

- **Precio de perforación de pozo, construcción de tanque elevado y equipo de bombeo, por medio de cotizaciones en empresas dedicadas a proporcionar estos servicios, las cuales también ofrecen asesoría técnica.**
- **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.

## **2.16. 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. Las subterráneas que incluyen a los pozos, manantiales y galerías horizontales.

El 97% o poco más, del total del agua dulce disponible en estado líquido, corresponde 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

- Limpiar cada tres meses el terreno adyacente al pozo, quitando la maleza y los desechos vegetales o animales.
- Aforar cada tres meses el caudal del pozo para observar si ha disminuido su capacidad. La obstrucción de la formación acuífera en la proximidad del agujero y el taponamiento de las aberturas de las rejillas, disminuyen el rendimiento de los pozos.
- Revisar el sello sanitario del pozo, observando que no haya fisuras, o aberturas a su alrededor que pudieran permitir el acceso al pozo de agua superficial.
- Inspeccionar anualmente el área de influencia del pozo (aproximadamente un círculo de 50 m. de radio alrededor del pozo), para asegurarse que no hay corrales, aguas negras, pozos sépticos o cualquier otra fuente de contaminación.
- Pintar toda la estructura y el tanque por dentro y por fuera; para ello usar pintura anticorrosiva de alta calidad. Estas operaciones deben ejecutarse cada tres años excepto en acueductos cerca del mar en que el periodo debe ser de un año.

La red de distribución constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas 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 anticorrosiva, 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 anticorrosiva
- 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 está muy espeso o tiene color rojizo, no usarlo.
- Unte 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, limpie el exceso de pegante, para untar el pegante, debe usarse una brocha de un ancho aproximado de la mitad del diámetro del tubo que está pegando, esta 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.

## **2.17. Efectos sociales negativos posterior 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, para evitar en gran medida la contaminación, o prever la ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario.

## **CONCLUSIONES**

- 1. Es necesaria la perforación mecánica de un pozo, ya que es la única fuente de explotación para el abastecimiento de agua potable.**
- 2. De acuerdo a los resultados de los exámenes bacteriológicos obtenidos de pozos perforados en el municipio, el agua cumple con la norma COGUANOR NGO 29001 para agua potable, pero se prevé efectuar una cloración antes de su consumo.**
- 3. La línea de conducción trabajará por medio de un sistema de bombeo debido a que la fuente que abastecerá a la población será un pozo.**
- 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.**
- 6. El 20.85% de la morbilidad en la aldea Las Guacas está directamente en función de la calidad del agua.**

## **RECOMENDACIONES**

- 1. Las autoridades municipales deberán tomar en cuenta el desarrollo urbano que tiene la aldea Las Guacas, siendo indispensable planificar el diseño y ejecución de la red de alcantarillado para evitar que las aguas servidas corran a flor de tierra y posteriormente, se adoquinen las calles que aún no lo están.**
- 2. Seguir las indicaciones que se dan para la operación y mantenimiento de un sistema de agua, las cuales se adjuntan a este informe, para asegurar así la continuidad del servicio de agua potable.**
- 3. Instruir a las personas en buenos hábitos de higiene personal y evitar que contaminen el agua de la fuente y demás componentes como el tanque de almacenamiento o distribución.**
- 4. Durante el proceso de construcción, la Municipalidad deberá contratar por lo menos un profesional de la ingeniería para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de diseño del sistema.**

## BIBLIOGRAFÍA.

1. **Alfaro Veliz, Luis Gregorio. Planificación y diseño de la red de agua potable para la aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso. Tesis de graduación de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala octubre de 2000.**
2. **Hernández Molina, Anakena Marta Isabel Introducción de agua potable a las aldeas Santa Catarina Bobadilla y San Gaspar Vivar del municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala agosto de 2000.**
3. **Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala junio de 1997.**
4. **León Medrano, David Israel. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala noviembre de 2000.**
5. **Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos (UNEPAR). Guía encargado de mantenimiento 1, operación y mantenimiento de acueductos rurales. Guatemala julio de 1980.**

## **APÉNDICES**

**Tabla I. Libreta topográfica.**

1/28

**PLANIMETRÍA**

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
	0						
0		0.1	14°20'00"				43.00
0		0.2	265°00'00"				4.70
0		0.3	213°30'00"				6.50
0		0.4	252°00'00"				26.00
0	1		167°24'30"				49.00
1		1.1	212°00'00"				15.00
1	2		168°38'30"				59.50
2		2.1	206°00'00"				15.00
2	3		167°31'30"				133.50
3		3.1	277°00'00"				13.00
3		3.2	256°00'00"				5.15
3	4		168°16'30"				68.00
4		4.1	276°00'00"				15.00
4	5		167°57'00"				111.50
5		5.1	322°00'00"				27.00
5	6		167°59'20"				159.00
6		6.1	300°00'00"				26.00
6		6.2	243°40'00"				26.00
6		6.3	203°00'00"				42.00
6		6.4	217°00'00"				53.00
6		6.5	248°35'00"				42.00
6		6.6	170°48'00"				15.00
6	7		168°00'230"				97.00
7		7.1	327°00'00"				36.00
7		7.2	293°00'00"				21.00
7		7.3	230°00'00"				7.00
7	8		167°59'00"				111.00
8		8.1	287°00'00"				17.00
8	9		168°45'00"				71.00
9		9.1	289°00'00"				13.00
9		9.2	200°00'00"				10.00
9	10		165°00'00"				71.50
10	11		252°33'30"				47.00
11		11.1	248°00'00"	90°00'00"	1,61/1,42/1,23	1.495	38.00
11	12		348°12'20"				73.00
12	9		74°10'30"				42.86

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
9	10		165°00'00"				CIERRE
RAMAL 1							
	12						
12	13		346°24'30"				71.00
13	8		74°22'40"				45.75
8	9		168°45'00"				CIERRE
RAMAL 2							
	13						
13	14		348°55'00"				70.50
14	15		348°48'20"				38.00
15		15.1	328°00'00"				17.00
15	7		70°59'30"				44.30
7	8		167°59'00"				CIERRE
RAMAL 3							
	15						
15	16		349°27'30"				49.00
16		16.1	181°25'00"				13.00
16		16.2	195°00'00"				6.00
16		16.3	330°00'00"				9.00
16	17		344°54'00"				50.50
17		17.1	171°15'00"				39.50
17		17.2	191°30'00"				8.00
17		17.3	240°30'00"				26.00
17	6		74°14'20"				45.60
6	7		168°00'30"				CIERRE
RAMAL 4							
	17						
17	18		347°41'30"				86.00
18	19		347°10'00"				76.50
19	5		78°36'00"				46.85
5	6		167°59'30"				CIERRE
RAMAL 5							
	19						
19	20		347°18'00"				60.00
20		20.1	297°00'00"				7.00
20	21		352°07'30"				31.00
21		21.1	34°30'00"				5.25
21	4		54°04'30"				49.58
4	5		167°57'00"				CIERRE
RAMAL 6							



ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
	21						
21	22		348°07'30"				68.50
22	3		54°41'00"				49.54
3	4		168°16'30"				CIERRE
<b>RAMAL 7</b>							
	22						
22	23		356°40'30"				35.00
23		23.1	272°00'00"				16.00
23	24		347°21'20"				104.00
24	2		58°11'20"				42.80
2	3		167°31'30"				CIERRE
<b>RAMAL 8</b>							
	24						
24	25		347°22'00"				109.00
25		25.1	28°30'00"				7.00
25		25.2	250°00'00"				8.00
25	0		59°24'40"				43.95
0	1		167°14'30"				CIERRE
<b>RAMAL 9</b>							
	10						
10		10.1	308°00'00"				9.00
10		10.2	172°15'00"				15.50
10	26		162°42'30"				70.00
26		26.1	249°00'00"				12.00
26	27		162°43'00"				102.00
27	28		163°26'30"				72.50
28		28.1	300°00'00"				18.00
28	29		163°21'30"				141.50
29		29.1	292°00'00"				10.00
29	30		164°07'00"				125.00
30		30.1	342°50'00"				21.50
30		30.2	164°07'00"	90°00'00"	2,00/1,80/1,60	1.55	40.00
30		30.3	199°00'00"				30.00
30	31		273°35'00"				45.00
31		31.1	33°00'00"				8.00
31	32		268°12'30"				32.50
32	33		341°59'00"				113.00
33		33.1	187°00'00"				12.00
33		33.2	229°00'00"				21.00
33		33.3	304°00'00"				20.00

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
33	34		86°29'20"				39.00
34	29		77°39'00"				40.10
29	30		164°07'00"				CIERRE
RAMAL 10							
	33						
33	35		343°07'50"				141.50
35		35.1	132°08'00"				4.00
35	28		81°57'00"				79.50
28	29		163°21'30"				CIERRE
RAMAL 11							
	35						
35	36		345°10'20"				72.50
36	27		82°10'00"				77.30
27	28		163°26'30"				CIERRE
RAMAL 12							
	36						
36	37		345°45'30"				53.00
37	38		348°20'00"				54.50
38	26		89°00'30"				70.35
26	27		162°43'00"				CIERRE
RAMAL 13							
	38						
38	11		4°57'30"				54.20
11	12		348°12'20"				CIERRE
RAMAL 14							
	32						
32	39		267°45'00"				72.50
39		39.1	41°00'00"				5.00
39		39.2	258°00'00"				17.00
39		39.3	276°00'00"				35.00
39	40		266°51'30"				70.00
40		40.1	316°00'00"				4.00
40	41		266°16'00"				65.00
41		41.1	350°00'00"				30.00
41		41.2	269°00'00"	90°00'00"	2,00/1,80/1,60	1.495	40.00
41		41.3	264°00'00"				18.30
RAMAL 15							
	39						
39	42		344°08'20"				109.00
42		42.1	254°42'00"				30.00

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
42		42.2	316°00'00"				5.50
42		42.3	42°00'00"				3.00
42		42.4	122°00'00"				4.00
42	33		85°21'00"				67.53
33	34		86°29'20"				CIERRE
RAMAL 16							
	42						
42	43		268°43'20"				74.00
43		43.1	128°00'00"				3.00
43		43.2	8°00'00"				2.50
43	44		268°55'30"				58.00
44		44.1	268°55'30"				12.00
44	45		333°09'00"				89.00
45	46		338°01'30"				63.00
46		46.1	272°40'00"				5.00
46		46.2	282°00'00"				58.00
RAMAL 17							
	42						
42	47		343°51'00"				68.00
47	48		343°34'00"				114.00
48	49		346°15'00"				83.50
49		49.1	254°00'00"				12.00
49	50		268°59'00"				47.50
50	51		248°22'30"				54.50
51	52		269°01'00"				85.00
52	53		265°42'30"				81.00
53		53.1	190°00'00"				20.00
53		53.2	280°00'00"				10.00
RAMAL 18							
	49						
49	54		345°07'00"				50.00
54	38		78°36'40"				68.80
38	11		4°57'30"				CIERRE
RAMAL 19							
	54						
54	55		343°08'40"				63.00
55	56		342°23'20"				56.50
56		56.1	207°00'00"				30.00
56	12		74°58'20"				95.90
12	13		346°24'30"				CIERRE

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
<b>RAMAL 20</b>							
	56						
56	57		344°04'00"				57.00
57	58		76°15'00"				22.00
58	59		341°17'00"				14.00
59		59.1	300°00'00"				16.00
59		59.2	330°00'00"				30.00
59		59.3	59°00'00"				16.00
59	13		74°35'40"				77.47
13	14		348°55'00"				CIERRE
<b>RAMAL 21</b>							
	59						
59	60		350°18'30"				66.50
60	14		71°30'00"				76.30
14	15		348°48'20"				CIERRE
<b>RAMAL 22</b>							
	60						
60	61		349°51'00"				36.50
61		61.1	243°00'00"				22.00
61	62		71°47'00"				43.00
62		62.1	30°00'00"				6.00
62		62.2	59°00'00"				13.00
62		62.3	309°00'00"				2.75
62		62.4	359°00'00"				22.00
62	15		68°21'00"				32.90
15		15.1	307°00'00"				3.50
15		15.2	328°00'00"				17.00
15		15.3	295°00'00"				26.00
15	16		349°27'30"				CIERRE
<b>RAMAL 23</b>							
	62						
62	63		353°33'00"				62.50
63		63.1	41°00'00"				3.06
63		63.2	115°00'00"				1.40
63		63.3	164°00'00"				14.40
63	64		348°15'30"				42.00
64	17		76°20'30"				24.70
17	18		347°41'30"				CIERRE
<b>RAMAL 24</b>							
	64						

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
64	65		256°21'00"				5.00
65		65.1	156°00'00"				9.00
65		65.2	24°00'00"				3.50
65		65.3	315°00'00"				4.00
65	66		259°06'00"				48.00
66	61		165°53'30"				109.65
61	62		71°47'00"				CIERRE
RAMAL 25							
	65						
65	67		340°47'00"				47.00
67	68		343°38'00"				35.00
38	18		69°58'00"				38.20
18	19		347°17'00"				FIN
RAMAL 26							
	68						
68	69		252°44'20"				46.50
69		69.1	45°00'00"				10.00
69		69.2	173°00'00"				12.00
69		69.3	252°44'20"	90°00'00"	1,74/1,57/1,40	1.5	34.00
69		69.4	248°00'00"				26.50
69		69.5	317°00'00"				30.00
RAMAL 27							
	68						
68	70		347°01'20"				40.00
70	71		344°31'40"				39.50
71	19		74°34'00"				40.00
19	20		347°18'00"				CIERRE
RAMAL 28							
	71						
71	72		257°05'40"				37.00
72	73		260°49'20"				33.00
73		73.1	342°00'00"				12.00
73		73.2	253°35'00"				14.00
73		73.3	198°00'00"				25.00
RAMAL 29							
	71						
71	74		352°02'00"				56.00
74		74.1	215°00'00"				22.00
74		74.2	312°00'00"				9.00
74	75		252°19'20"				29.00

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
75	76		349°15'00"				40.00
76		76.1	246°00'00"				40.00
76		76.2	291°00'00"				20.00
76	77		348°04'00"				60.00
77	78		233°17'30"				33.50
78		78.1	141°00'00"				20.00
78		78.2	221°00'00"				20.00
78		78.3	270°00'00"				20.00
78		78.4	345°00'00"				10.00
78		78.5	332°00'00"				1.05
<b>RAMAL 30</b>							
	77						
77	79		349°51'20"				35.50
79	80		346°19'20"				77.50
80		80.1	137°00'00"				18.00
80		80.2	294°00'00"				16.00
80	24		52°01'00"				78.75
24	25		347°22'00"				<b>CIERRE</b>
<b>RAMAL 31</b>							
	80						
80	81		233°51'40"				59.00
81		81.1	63°00'00"				24.00
81		81.2	144°00'00"				6.00
81		81.3	201°00'00"				16.00
81		81.4	270°00'00"				55.00
81		81.5	221°00'00"				7.50
81		81.6	0°00'00"				20.00
<b>RAMAL 32</b>							
	80						
80	82		347°41'30"				61.00
82	83		347°33'00"				50.00
83	25		53°10'00"				77.45
25	0		59°24'40"				<b>CIERRE</b>
<b>RAMAL 33</b>							
	1						
1	84		79°19'20"				15.00
84	87		168°02'00"				101.50
87		87.1	44°00'00"				3.15
87		87.2	101°00'00"				12.00
87	88		81°58'20"				4135.00

ESTACIÓN	P.O.	RADIACIÓN	AZIMUT	VERTICAL	HILOS	H.I.	DISTANCIA HORIZONTAL
88		88.1	114°00'00"				4.15
88		88.2	81°58'20"	90°00'00"	1,79/1,65/1,51	1.49	28.00
88		88.3	100°31'00"				7.00
88	89		166°15'00"				61.60
89		89.1	39°00'00"				16.00
89	90		167°11'20"				70.50
90	91		168°23'20"				62.00
91	92		169°34'35"				92.00
92	93		79°23'00"				15.50
93	94		63°28'00"				56.00
94		94.1	334°45'00"				5.00
94		94.2	63°28'00"	90°00'00"	1,49/1,36/1,23	1.52	26.00
<b>RAMAL 35</b>							
	87						
87	95		168°16'30"				79.50
95		95.1	78°00'00"				8.00
95	96		168°03'00"				56.00
96		96.1	12°00'00"				23.00
96	90		77°15'00"				44.72
90	91		168°23'00"				CIERRE
<b>RAMAL 36</b>							
	96						
96	97		167°33'00"				64.50
97	98		168°20'30"				82.70
98	92		86°26'00"				42.22
92	93		79°23'00"				CIERRE
<b>RAMAL 37</b>							
	98						
98	99		168°05'30"				99.00
99		99.1	66°00'00"				4.20
99	100		98°30'00"				75.50
100		100.1	323°00'00"				4.00
100		100.2	9°00'00"				14.00
100		100.3	128°00'00"				26.00
		FIN					

**ALTIMETRÍA**

Continuación

10/28

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	B.M.0		0.998	100.998			100.000
	0	0+000			1.382		99.616
		0+020			1.340		99.658
		0+040			1.330		99.668
	1	0+049			1.338		99.660
		0+060			1.370		99.628
		0+080			1.490		99.508
		0+100			1.470		99.528
	2	0+108.5			1.555		99.443
		0+120			1.560		99.438
		0+140			1.580		99.418
		0+160			1.600		99.398
		0+180			1.620		99.378
	P.V		1.130	100.553		1.575	99.423
		0+200			1.260		99.293
		0+220			1.320		99.233
		0+240			1.370		99.183
	3	0+242			1.427		99.126
	B.M.1				0.690		99.863
	P.V		1.795	101.218		1.130	99.423
	B.M.0					1.220	99.998
	B.M.1		0.396	100.259			99.863
	3	0+242			1.133		99.126
		0+260			1.150		99.109
		0+280			1.170		99.089
		0+300			1.300		98.959
		0+310			1.343		98.916
		0+320			1.350		98.909
		0+340			1.450		98.809
		0+360			1.580		98.679
		0+380			1.630		98.629
		0+400			1.700		98.559
		0+420			1.770		98.489
	5	0+421.5			1.804		98.455
	P.V.		1.095	99.550		1.804	98.455
		0+440			1.150		98.400
		0+460			1.170		98.380
		0+480			1.200		98.350
		0+500			1.230		98.320



RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		0+520			1.300		98.250
		0+540			1.330		98.220
		0+560			1.390		98.160
		0+580			1.470		98.080
6		0+580.5			1.492		98.058
	B.M.2				1.522		98.028
	P.V.		2.164	100.619		1.095	98.455
	B.M.1					0.755	99.864
	B.M.2		1.107	99.135			98.028
6		0+580.5			1.077		98.058
		0+600			1.100		98.035
		0+620			1.160		97.975
		0+640			1.200		97.935
		0+660			1.270		97.865
7		0+677.5			1.366		97.769
		0+680			1.370		97.765
		0+700			1.400		97.735
		0+720			1.450		97.685
		0+740			1.520		97.615
		0+760			1.570		97.565
		0+780			1.600		97.535
8		0+788.5			1.576		97.559
	P.V.		1.330	98.889		1.576	97.559
		0+800			1.350		97.539
		0+820			1.380		97.509
		0+840			1.450		97.439
9		0+859.5			1.595		97.294
		0+860			1.600		97.289
		0+880			1.620		97.269
		0+900			1.580		97.309
		0+920			1.630		97.259
10		0+931			1.494		97.395
	B.M.3				1.457		97.432
	P.V.		1.812	99.371		1.330	97.559
	B.M.2					1.342	98.029
	B.M.3		1.163	98.595			97.432
10		0+931			1.200		97.395
		0+940			1.240		97.355
		0+960			1.290		97.305

Continuación

12/28

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	11	0+978			1.385		97.210
		0+980			1.370		97.225
		1+000			1.320		97.275
		1+020			1.240		97.355
		1+040			1.110		97.485
	12	1+051			1.134		97.461
	P.V.		1.366	98.827		1.134	97.461
		1+060			1.400		97.427
		1+080			1.460		97.367
	9	1+093.86			1.533		97.294
RAMAL 1	B.M.3					1.395	97.432
	12	1+051	1.354	98.815			97.461
		1+060			1.270		97.545
		1+080			1.170		97.645
		1+100			1.290		97.525
		1+120			1.370		97.445
	13	1+122			1.373		97.442
		1+140			1.430		97.385
		1+160			1.460		97.355
RAMAL 2	8	1+167.75			1.258		97.557
	13	1+122	1.590	99.032			97.442
		1+140			1.600		97.432
		1+160			1.560		97.472
		1+180			1.540		97.492
	14	1+192.5			1.537		97.495
		1+200			1.520		97.512
		1+220			1.450		97.582
	15	1+230.5			1.416		97.616
		1+240			1.400		97.632
		1+260			1.400		97.632
RAMAL 3	7	1+274.8			1.265		97.767
	15	1+230.5	1.630	99.246			97.616
		1+240			1.560		97.686
		1+260			1.470		97.776
	16	1+279.5			1.415		97.831
	B.M.4				0.744		98.502

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		1+280			1.410		97.836
		1+300			1.320		97.926
		1+320			1.220		98.026
	17	1+330			1.160		98.086
		1+340			1.180		98.066
		1+360			1.250		97.996
	6	1+375.6			1.190		98.056
RAMAL 4	B.M.2					1.220	98.026
	17	1+330	1.854	99.940			98.086
		1+340			1.790		98.150
		1+360			1.660		98.280
		1+380			1.570		98.370
		1+400			1.480		98.460
	18	1+416			1.420		98.520
		1+420			1.400		98.540
		1+440			1.390		98.550
		1+460			1.270		98.670
		1+480			1.240		98.700
	19	1+492.5			1.440		98.500
	P.V.		1.319	99.819		1.440	98.500
		1+500			1.380		98.439
		1+520			1.400		98.419
		1+539.35			1.365		98.454
	P.V.		1.402	99.902		1.319	98.500
RAMAL 5	17	1+330				1.815	98.087
	19	1+492.5	1.712	100.212			98.500
		1+500			1.720		98.492
		1+520			1.580		98.632
		1+540			1.520		98.692
	20	1+552.5			1.477		98.735
		1+560			1.470		98.742
		1+580			1.420		98.792
	21	1+583.5			1.417		98.795
	B.M.5				1.011		99.201
		1+600			1.320		98.892
		1+620			1.280		98.932
		1+633.08			1.299		98.913
	19	1+492.5				1.712	98.500

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
<b>RAMAL 6</b>							
	<b>B.M.5</b>		1.159	100.360			99.201
	<b>21</b>	1+583.5			1.565		98.795
		1+600			1.470		98.890
		1+620			1.450		98.910
		1+640			1.430		98.930
	<b>22</b>	1+652			1.416		98.944
		1+660			1.320		99.040
		1+680			1.200		99.160
		1+700			1.360		99.000
		1+701.54			1.236		99.124
	<b>B.M.1</b>					0.499	99.861
<b>RAMAL 7</b>							
	<b>22</b>	1+652	1.387	100.331			98.944
		1+660			1.380		98.951
		1+680			1.370		98.961
	<b>23</b>	1+687			1.372		98.959
		1+700			1.350		98.981
		1+720			1.360		98.971
		1+740			1.360		98.971
		1+760			1.320		99.011
		1+780			1.290		99.041
	<b>24</b>	1+791			1.277		99.054
	<b>P.V.</b>		1.440	100.494		1.277	99.054
		1+800			1.440		99.054
		1+820			1.340		99.154
	<b>2</b>	1+833.8			1.054		99.440
<b>RAMAL 8</b>							
	<b>24</b>	1+791	1.680	100.734			99.054
		1+800			1.610		99.124
		1+820			1.630		99.104
		1+840			1.620		99.114
		1+860			1.600		99.134
		1+880			1.540		99.194
		1+900			1.370		99.364
	<b>25</b>	1+900			1.380		99.354
	<b>B.M.6</b>				0.285		100.449
		1+920			1.380		99.354
		1+940			1.200		99.534

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	0	1+943.95			1.122		99.612
	B.M.0					0.738	99.996
RAMAL 9							
	B.M.3		1.199	98.631			97.432
	10	0+931			1.236		97.395
		0+940			1.250		97.381
		0+960			1.310		97.321
		0+980			1.330		97.301
		1+000			1.410		97.221
	26	1+001			1.412		97.219
		1+020			1.420		97.211
		1+040			1.470		97.161
		1+060			1.540		97.091
		1+080			1.550		97.081
		1+100			1.630		97.001
	27	1+103			1.670		96.961
	P.V.		1.193	98.154		1.670	96.961
		1+120			1.200		96.954
		1+140			1.220		96.934
		1+160			1.270		96.884
	28	1+175.5			1.351		96.803
		1+180			1.360		96.794
		1+200			1.400		96.754
		1+220			1.450		96.704
		1+240			1.530		96.624
		1+260			1.600		96.554
		1+280			1.650		96.504
		1+300			1.700		96.454
	29	1+317			1.794		96.360
	P.V.		1.276	97.636		1.794	96.360
		1+320			1.280		96.356
		1+340			1.300		96.336
		1+360			1.330		96.306
		1+380			1.360		96.276
		1+400			1.430		96.206
		1+420			1.500		96.136
		1+440			1.600		96.036
	30	1+442			1.735		95.901
	B.M.7				1.182		96.454
	P.V.		1.864	98.224		1.276	96.360
	P.V.		1.613	98.574		1.263	96.961

Continuación

16/28

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	B.M.3					1.140	97.434
<b>RAMAL 9</b>							
	B.M.7		0.623	97.077			96.454
	30	1+442			1.176		95.901
		1+460			1.070		96.007
		1+480			1.060		96.017
	31	1+487			1.050		96.027
		1+500			1.190		95.887
	32	1+519.5			1.405		95.672
		1+520			1.405		95.672
		1+540			1.310		95.767
		1+560			1.260		95.817
		1+580			1.230		95.847
		1+600			1.180		95.897
		1+620			1.130		95.947
	33	1+632.5			1.045		96.032
	P.V.		1.487	97.519		1.045	96.032
	34	1+640			1.470		96.049
		1+660			1.460		96.059
		1+671.5			1.440		96.079
		1+680			1.410		96.109
		1+700			1.380		96.139
	29	1+711.6			1.160		96.359
<b>RAMAL 10</b>							
	33	1+632.5	1.650	97.682			96.032
		1+640			1.640		96.042
		1+660			1.620		96.062
		1+680			1.580		96.102
		1+700			1.540		96.142
		1+720			1.470		96.212
		1+740			1.430		96.252
		1+760			1.370		96.312
		1+774			1.356		96.326
	B.M.8				1.057		96.625
	P.V.		1.546	97.872		1.356	96.326
		1+780			1.520		96.352
		1+800			1.440		96.432
		1+820			1.300		96.572
		1+840			1.170		96.702
	28	1+853.5			1.066		96.806

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	B.M.8					1.247	96.625
RAMAL 11							
	B.M.8		1.299	97.924			96.625
	35	1+774			1.598		96.326
		1+780			1.580		96.344
		1+800			1.560		96.364
		1+820			1.520		96.404
		1+840			1.480		96.444
	36	1+846.5			1.465		96.459
		1+860			1.430		96.494
		1+880			1.350		96.574
		1+900			1.250		96.674
		1+920			1.150		96.774
	27	1+923.8			0.962		96.962
	B.M.8					1.299	96.625
RAMAL 12							
	36	1+846.5	2.006	98.465			96.459
		1+860			1.980		96.485
		1+880			1.930		96.535
	37	1+899.5			1.830		96.635
		1+900			1.830		96.635
		1+920			1.760		96.705
		1+940			1.600		96.865
	38	1+954			1.433		97.032
		1+960			1.400		97.065
		1+980			1.400		97.065
		2+000			1.390		97.075
		2+020			1.270		97.195
	26	2+024.35			1.248		97.217
RAMAL 13							
	38	1+954	1.546	98.578			97.032
		1+960			1.480		97.098
		1+980			1.440		97.138
		2+000			1.410		97.168
	11	2+008.2			1.370		97.208
		1+954				1.546	97.032
RAMAL 14							
	32	1+519.5	1.373	97.045			95.672

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		1+520			1.375		95.670
		1+540			1.320		95.725
		1+560			1.330		95.715
		1+580			1.390		95.655
	39	1+592			1.373		95.672
	B.M.9				1.307		95.738
		1+600			1.360		95.685
		1+620			1.390		95.655
		1+640			1.390		95.655
		1+660			1.320		95.725
	40	1+662			1.326		95.719
		1+680			1.330		95.715
		1+700			1.425		95.620
		1+720			1.550		95.495
	41	1+727			1.573		95.472
	B.M.10				1.580		95.465
	32	1+519.5				1.373	95.672
RAMAL 15							
	B.M.9		1.734	97.472			95.738
	39	1+592			1.800		95.672
		1+600			1.770		95.702
		1+620			1.820		95.652
		1+640			1.740		95.732
		1+660			1.530		95.942
		1+680			1.350		96.122
		1+700			1.370		96.102
	42	1+701			1.380		96.092
		1+720			1.280		96.192
		1+740			1.300		96.172
		1+760			1.390		96.082
	33	1+768.53			1.443		96.029
	B.M.9					1.734	95.738
RAMAL 16							
	42	1+701	0.960	97.052			96.092
		1+720			1.090		95.962
		1+740			1.200		95.852
		1+760			1.380		95.672
	43	1+775			1.430		95.622
		1+780			1.400		95.652
		1+800			1.400		95.652



RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		1+820			1.440		95.612
	44	1+833			1.330		95.722
	P.V.		1.479	97.201		1.330	95.722
		1+840			1.560		95.641
		1+860			1.550		95.651
		1+880			1.390		95.811
		1+900			1.350		95.851
		1+920			1.350		95.851
	45	1+822			1.360		95.841
		1+940			1.410		95.791
		1+960			1.450		95.751
		1+980			1.550		95.651
		1+985			1.493		95.708
	B.M.11				1.320		95.881
	P.V.		1.487	97.209		1.479	95.722
	42	1+701				1.115	96.094
RAMAL 17							
	42	1+701	1.292	97.384			96.092
		1+720			1.350		96.034
		1+740			1.440		95.944
		1+760			1.460		95.924
		1+780			1.467		95.917
		1+769			1.430		95.954
		1+800			1.390		95.994
		1+820			1.290		96.094
		1+840			1.120		96.264
		1+860			1.180		96.204
		1+880			1.120		96.264
	48	1+883			1.126		96.258
	P.V.		1.614	97.872		1.126	96.258
		1+900			1.590		96.282
		1+920			1.550		96.322
		1+940			1.470		96.402
		1+960			1.430		96.442
	49	1+966.5			1.397		96.475
		1+980			1.390		96.482
		2+00			1.450		96.422
	50	2+014			1.517		96.355
	P.V.		1.016	97.371		1.517	96.355
		2+020			1.020		96.351
		2+040			1.140		96.231

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		2+060			1.330		96.041
	51	2+068.5			1.370		96.001
		2+080			1.410		95.961
		2+100			1.290		96.081
		2+120			1.020		96.351
		2+140			0.690		96.681
	52	2+153.5			0.520		96.851
	P.V.		1.947	98.798		0.520	96.851
		2+160			1.840		96.958
		2+180			1.390		97.408
		2+200			1.300		97.498
		2+220			1.400		97.398
	53	2+234.5			1.582		97.216
	B.M.12				1.452		97.346
	P.V.		0.727	97.578		1.947	96.851
	P.V.		0.983	96.861		1.700	95.878
	42	1+701				0.766	96.095
<b>RAMAL</b>							
<b>18</b>							
	49	1+966.5	1.584	98.059			96.475
		1+980			1.530		96.529
		2+000			1.460		96.599
	54	2+016.5			1.402		96.657
		2+020			1.360		96.699
		2+040			1.120		96.939
		2+060			0.880		97.179
		2+080			0.990		97.069
	38	2+085.3			1.030		97.029
	49	1+966.5				1.584	96.475
<b>RAMAL</b>							
<b>19</b>							
	54	2+016.5	2.155	98.812			96.657
		2+020			2.130		96.682
		2+040			1.970		96.842
		2+060			1.850		96.962
	55	2+079.5			1.674		97.138
		2+080			1.670		97.142
		2+100			1.520		97.292
		2+120			1.370		97.442
	56	2+136			1.367		97.445
		2+140			1.390		97.422
		2+160			1.400		97.412

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		2+180			1.410		97.402
		2+200			1.400		97.412
		2+220			1.390		97.422
	12	2+231.9			1.353		97.459
	54	2+016.5				2.155	96.657
RAMAL 20							
	56	2+136	1.527	98.972			97.445
		2+140			1.490		97.482
		1+160			1.250		97.722
		1+180			1.330		97.642
	57	1+193			1.320		97.652
		2+200			1.380		97.592
	58	2+215			1.392		97.580
	P.V.		1.402	98.982		1.392	97.580
		2+220			1.950		97.032
	59	2+229			1.387		97.595
		2+240			1.400		97.582
		2+260			1.390		97.592
		2+280			1.330		97.652
		2+300			1.470		97.512
		2+306.47			1.543		97.439
	P.V.		1.475	99.055		1.402	97.580
	56	2+136				1.612	97.443
RAMAL 21							
	59	2+229	1.512	99.107			97.595
		2+240			1.515		97.592
		2+260			1.500		97.607
		2+280			1.460		97.647
	60	2+259.5			1.352		97.755
		2+300			1.330		97.777
		2+320			1.280		97.827
		2+340			1.320		97.787
		2+360			1.450		97.657
	14	2+371.8			1.615		97.492
	59	2+229				1.512	97.595
RAMAL 22							
	60	2+295.5	1.436	99.191			97.755
		2+300			1.420		97.771
		2+320			1.410		97.781

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	61	2+332			1.403		97.788
		2+340			1.350		97.841
		2+360			1.340		97.851
	62	2+375			1.406		97.785
		2+380			1.440		97.751
		2+400			1.530		97.661
	15	2+407.9			1.578		97.613
	60	2+295.5				1.436	97.755
RAMAL 23							
	62	2+375	1.747	99.532			97.785
		2+380			1.640		97.892
		2+400			1.550		97.982
		2+420			1.490		98.042
		2+437.5			1.392		98.140
	B.M.13				1.097		98.435
		2+440			1.350		98.182
		2+460			1.330		98.202
	64	2+479.5			1.303		98.229
	P.V.		1.350	99.579		1.303	98.229
		2+480			1.350		98.229
		2+500			1.480		98.099
		2+504.2			1.496		98.083
	B.M.13				1.144		98.435
	62	2+375				1.794	97.785
RAMAL 24							
	64	2+479.5	1.252	99.481			98.229
		2+480			1.252		98.229
	65	2+484.5			1.254		98.227
		2+500			1.290		98.191
		2+520			1.340		98.141
	66	2+532.5			1.325		98.156
		2+540			1.400		98.081
		2+560			1.390		98.091
		2+580			1.450		98.031
		2+600			1.480		98.001
		2+620			1.530		97.951
		2+640			1.650		97.831
	61	2+642.15			1.690		97.791
	64	2+479.5				1.252	98.229

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
<b>RAMAL 25</b>							
	65	2+484.5	1.565	99.792			98.227
		2+500			1.540		98.252
		2+520			1.520		98.272
	67	2+531.5			1.520		98.272
		2+540			1.480		98.312
		2+560			1.450		98.342
	68	2+566.5			1.444		98.348
		2+580			1.380		98.412
		2+600			1.320		98.472
		2+604.7			1.275		98.517
		2+484.5				1.565	98.227
<b>RAMAL 26</b>							
	68	2+566.5	1.404	99.752			98.348
		2+580			1.320		98.432
		2+600			1.320		98.432
		2+613			1.376		98.376
	B.M.14				1.283		98.469
	68	2+566.5				1.404	98.348
<b>RAMAL 27</b>							
	68	2+566.5	1.617	99.965			98.348
		2+580			1.580		98.385
		2+600			1.470		98.495
	70	2+606.5			1.430		98.535
		2+620			1.400		98.565
		2+640			1.390		98.575
	71	2+646			1.410		98.555
		2+660			1.370		98.595
		2+680			1.370		98.595
	19	2+686			1.468		98.497
	68	2+566.5				1.617	98.348
<b>RAMAL 28</b>							
	71	2+646	1.360	99.915			98.555
		2+660			1.330		98.585
		2+680			1.410		98.505
	72	2+683			1.425		98.490
		2+700			1.460		98.455
		2+716			1.518		98.397

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	B.M.15				1.510		98.405
	71	2+646				1.360	98.555
RAMAL 29							
	71	2+646	1.610	100.165			98.555
		2+660			1.600		98.565
		2+680			1.530		98.635
		2+700			1.470		98.695
	74	2+702			1.290		98.875
		2+720			1.550		98.615
	75	2+731			1.580		98.585
	P.V.		1.518	100.103		1.580	98.585
		2+740			1.510		98.593
		2+760			1.470		98.633
	76	2+771			1.470		98.633
		2+780			1.420		98.683
		2+800			1.340		98.763
		2+820			1.290		98.813
	77	2+831			1.366		98.737
	P.V.		1.314	100.051		1.366	98.737
		2+840			1.330		98.721
		2+860			1.400		98.651
		2+864.5			1.411		98.640
	B.M.16				1.322		98.729
	P.V.		1.389	100.126		1.314	98.737
	P.V.		1.510	100.095		1.541	98.585
	71	2+646				1.539	98.556
RAMAL 30							
	77	2+831	1.438	100.175			98.737
		2+840			1.470		98.705
		2+860			1.450		98.725
	79	2+86.5			1.450		98.725
		2+880			1.430		98.745
		2+900			1.400		98.775
		2+920			1.360		98.815
		2+940			1.290		98.885
	80	2+944			1.257		98.918
	P.V.		1.462	100.380		1.257	98.918
		2+960			1.440		98.940
		2+980			1.400		98.980
		3+000			1.390		98.990

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		3+020			1.340		99.040
		3+022.75			1.330		99.050
	P.V.		1.308	100.226		1.462	98.918
	77	2+831				1.490	98.736
RAMAL 31							
	80	2+944	1.555	100.473			98.918
		2+960			1.580		98.893
		2+980			1.450		99.023
		3+000			1.500		98.973
	81	3+003			1.525		98.948
	B.M.17				1.424		99.049
	82	2+944				1.555	98.918
RAMAL 32							
	80	2+944	1.720	100.638			98.918
		2+960			1.660		98.978
		2+980			1.560		99.078
		3+000			1.520		99.118
	82	3+005			1.520		99.118
		3+020			1.470		99.168
		3+040			1.440		99.198
	83	3+055			1.424		99.214
		3+060			1.380		99.258
		3+080			1.340		99.298
		3+100			1.300		99.338
		3+120			1.340		99.298
	25	3+132.45			1.288		99.350
	B.M.6					0.193	100.445
RAMAL 33							
	B.M.0		1.088	101.088			100.000
	1	0+049			1.428		99.660
		0+052.5			1.145		99.943
		0+056.25			1.030		100.058
		0+060			1.145		99.943
	84	0+064			1.428		99.660
		0+080			1.320		99.768
		0+100			1.380		99.708
		0+107.3			1.404		99.684
		0+120			1.370		99.718
		0+140			1.360		99.728

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		1+143.3			1.333		99.755
	B.M.18				1.247		99.841
	B.M.0					1.088	100.000
RAMAL 34							
	B.M.0		0.787	100.787			100.000
	87	0+165.5			1.437		99.350
		0+180			1.420		99.367
		0+200			1.320		99.467
	88	0+207			1.396		99.391
	B.M.19				1.005		99.782
	B.M.0					0.787	100.000
	B.M.19		0.721	100.503			99.782
	88	0+207			1.112		99.391
		0+220			1.110		99.393
		0+240			1.270		99.233
		0+260			1.385		99.118
	89	0+268.6			1.427		99.076
		0+280			1.430		99.073
		0+300			1.440		99.063
		0+320			1.580		98.923
	90	0+339.10			1.965		98.538
	P.V.		0.993	99.531		1.965	98.538
		0+340			0.995		98.536
		0+360			1.130		98.401
		0+380			1.240		98.291
		0+400			1.340		98.191
	91	0+401.1			1.357		98.174
		0+420			1.400		98.131
		0+440			1.430		98.101
		0+460			1.440		98.091
		0+480			1.500		98.031
	92	0+493.1			1.518		98.013
	P.V.		1.341	99.354		1.518	98.013
		0+500			1.390		97.964
	93	0+508.6			1.344		98.010
		0+520			1.320		98.034
		0+540			1.380		97.974
		0+560			1.450		97.904
	94	0+564.6			1.485		97.869
	B.M.20				1.385		97.969



RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
	P.V.		1.637	99.650		1.341	98.013
	P.V.		2.104	100.642		1.112	98.538
	B.M.19					0.862	99.780
RAMAL 35	87	0+165.5	1.236	100.586			99.350
		0+180			1.270		99.316
		0+200			1.280		99.306
		0+220			1.360		99.226
		0+240			1.400		99.186
	95	0+245			1.447		99.139
		0+260			1.450		99.136
		0+280			1.600		98.986
		0+300			1.680		98.906
	96	0+301			1.695		98.891
	P.V.		1.184	100.075		1.695	98.891
		0+320			1.460		98.615
		0+340			1.550		98.525
		0+345.72			1.539		98.536
	P.V.		1.764	100.655		1.184	98.891
	87	0+165.5				1.308	99.347
RAMAL 36	96	0+301	1.198	100.089			98.891
		0+320			1.200		98.889
		0+340			1.230		98.859
		0+360			1.280		98.809
	97	0+365.5			1.300		98.789
		0+380			1.320		98.769
		0+400			1.450		98.639
		0+420			1.490		98.599
		0+440			1.660		98.429
	98	0+448.2			1.718		98.371
	P.V.		1.198	99.569		1.718	98.371
		0+460			1.340		98.229
		0+480			1.470		98.099
	92	0+490.42			1.558		98.011
	P.V.		1.932	100.303		1.198	98.371
	96	0+301				1.413	98.890
RAMAL 37	98	0+448.2	1.158	99.529			98.371

RAMAL	ESTACIÓN	CAMINAMIENTO	V.A.	H.I.	V.I.	P.V.	COTA
		0+460			1.170		98.359
		0+480			1.190		98.339
		0+500			1.240		98.289
		0+520			1.300		98.229
		0+540			1.330		98.199
	99	0+547.2			1.425		98.104
		0+560			1.770		97.759
		0+580			1.900		97.629
		0+600			1.960		97.569
		0+620			2.090		97.439
	100	0+622.7			2.133		97.396
	B.M.21				1.944		97.585
	98	0+448.2				1.158	98.371

**TABLA II. Puntos de consumo**

ESTACIÓN		COTA		DIST.	Num. CASAS ACT.	Num. HAB. ACT.	Num. CASAS FUT.	Num. HAB. FUT.	DOTACIÓN L/HAB./DIA	Q L/S	Q ad.	Q + Q ad.	FHR. MAX.	QH MAX. L/S	Q inst.	Q de cond.
Pto	Est.	Po	Est.													
0	6	99,35	99,62	310	16	88	22	130	175	0,264	0,017	0,281	2	0,563	0,683	0,543
17	6	99,62	99,44	49,53	2	12	3	18	175	0,036		0,036	2	0,072	0,210	0,074
17	19	99,44	99,13	207,5	8	41	10	61	175	0,123		0,123	2	0,246	0,453	0,253
19	25	99,13	98,92	109	13	79	20	117	175	0,237		0,237	2	0,474	0,645	0,487
25	0	98,92	98,46	43,95	2	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,223	0,080
19	71	98,46	98,06	78,78	2	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,223	0,080
71	77	98,06	97,56	111	8	44	11	65	175	0,132		0,132	2	0,264	0,471	0,271
77	80	97,56	97,29	77,45	6	37	9	55	175	0,111		0,111	2	0,222	0,428	0,228
80	83	97,29	97,4	270,5	4	27	7	40	175	0,081		0,081	2	0,162	0,357	0,167
83	25	97,4	97,22	45,6	2	6	1	9	175	0,018	0,017	0,035	2	0,071	0,104	0,037

Continuación

214

ESTACIÓN		COTA		DIST.	Num. CASAS ACT.	Num. HAB. ACT.	Num. CASAS FUT.	Num. HAB. FUT.	DOTACIÓN L/HAB./DIA	Q L/S	Q ad.	Q + Q ad.	FHR. MAX.	QH MAX. L/S	Q inst.	Q de cond.
Pto	Est.	Pto	Est.													
17	17	97,22	96,96	162,5	0	0	0	0	175	0,000		0,000	2	0,000	0,000	0,000
17	15	96,96	96,8	91	1	6	1	9	175	0,018	0,052	0,070	2	0,140	0,104	0,037
15	65	96,8	96,36	40	3	16	4	24	175	0,048	0,017	0,065	2	0,131	0,258	0,099
65	68	96,36	95,9	185	1	6	1	9	175	0,018		0,018	2	0,036	0,104	0,037
68	71	95,9	95,67	111	3	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,223	0,080
65	66	95,67	96,03	20	2	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,000	0,080
66	59	96,03	96,36	79,5	12	62	15	92	175	0,186		0,186	2	0,372	0,567	0,382
13	59	96,03	96,33	32,9	3	17	4	25	175	0,051		0,051	2	0,102	0,000	0,105
15	13	96,33	96,8	104,5	3	17	4	25	175	0,051		0,051	2	0,102	0,268	0,105
59	54	96,33	96,46	82	4	25	6	37	175	0,075		0,075	2	0,150	0,341	0,154
38	54	96,46	96,96	79,5	2	8	2	12	175	0,024		0,024	2	0,048	0,148	0,049
13	38	96,46	97,03	208	6	32	8	47	175	0,096		0,096	2	0,192	0,394	0,197
54	49	97,03	97,22	45,75	1	4	1	6	175	0,012		0,012	2	0,024	0,000	0,025
49	42	97,03	97,21	70,5	6	27	7	40	175	0,081		0,081	2	0,162	0,357	0,167
35	42	97,21	97,46	38	10	60	15	89	175	0,180		0,180	2	0,360	0,558	0,370
38	35	97,46	97,44	76,3	7	38	9	56	175	0,114		0,114	2	0,228	0,434	0,234
42	39	97,44	97,56	146,2	1	7	2	10	175	0,021		0,021	2	0,042	0,128	0,043
39	30	97,44	97,5	48	3	12	3	18	175	0,036		0,036	2	0,072	0,210	0,074
30	28	97,5	97,62	77,47	8	41	10	61	175	0,123		0,123	2	0,246	0,453	0,253
35	28	97,62	98,09	66,5	2	7	2	10	175	0,021		0,021	2	0,042	0,128	0,043
28	6	98,09	98,52	212,5	18	103	25	153	175	0,309		0,309	2	0,618	0,741	0,635
87	98	99,35	98,37	276,7	11	89	22	132	175	0,267		0,267	2	0,534	0,687	0,549
98	92	98,37	99,12	42,22	1	6	1	8	175	0,017		0,017	2	0,034	0,093	0,035
92	94	98,01	97,87	71,5	9	43	11	64	175	0,129		0,129	2	0,256	0,465	0,265
92	88	98,01	98,37	286,1	8	47	12	70	175	0,141	0,017	0,158	2	0,317	0,489	0,290

Continuación

3/4

ESTACIÓN		COTA		DIST.	Num. CASAS ACT.	Num. HAB. ACT.	Num. CASAS FUT.	Num. HAB. FUT.	DOTACIÓN L/HAB./DIA	Q L/S	Q ad.	Q + Q ad.	FHR. MAX.	QH MAX L/S	Q inst.	Q de cond.
Pto	Est.	Po	Est.													
98	99	98,37	98,1	99	4	28	7	41	175	0,084		0,084	2	0,168	0,365	0,173
99	100	98,1	97,4	75,5	5	24	6	36	175	0,072		0,072	2	0,144	0,333	0,148
99	99'	98,1	97,95	51,5	1	3	1	4	175	0,009		0,009	2	0,018	0,000	0,019
99'	102	97,95	97,57	130	4	23	6	34	175	0,069		0,069	2	0,138	0,324	0,142
102	103	97,57	97,26	44	1	3	1	4	175	0,009		0,009	2	0,018	0,000	0,019
103	104	97,26	96,97	101,4	9	40	10	59	175	0,120		0,120	2	0,240	0,447	0,247
104	105	96,97	97,05	72	4	15	4	22	175	0,045		0,045	2	0,090	0,247	0,093
105	107	97,05	97,11	78,6	3	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,223	0,080
107	108	97,11	97,02	68	2	12	3	18	175	0,036		0,036	2	0,072	0,210	0,074
108	109	97,02	96,82	71	5	23	6	34	175	0,069		0,069	2	0,138	0,324	0,142
109	110	96,82	96,67	74	3	23	6	34	175	0,069		0,069	2	0,138	0,324	0,142
110	111	96,67	96,55	70	4	27	7	40	175	0,081		0,081	2	0,162	0,357	0,167
111	113	96,55	96,26	100,5	7	33	8	49	175	0,099		0,099	2	0,198	0,401	0,204
113	114	96,26	95,81	115,5	5	29	7	43	175	0,087		0,087	2	0,174	0,372	0,179
114	115	95,81	95,57	87,5	3	14	3	21	175	0,042		0,042	2	0,084	0,235	0,086
114	124	95,81	96,17	46,17	1	6	1	8	175	0,017		0,017	2	0,034	0,093	0,035
124	123	96,17	96,26	97,6	4	22	5	33	175	0,066		0,066	2	0,132	0,316	0,136
123	122	96,26	96,64	102,5	2	8	2	12	175	0,024		0,024	2	0,048	0,148	0,049
122	121	96,64	96,76	70	3	13	3	19	175	0,039		0,039	2	0,078	0,223	0,080
121	120	96,76	96,89	72	3	20	5	30	175	0,060		0,060	2	0,120	0,298	0,123
120	119	96,89	97,04	69	2	14	3	21	175	0,042	0,017	0,059	2	0,119	0,235	0,086
119	118	97,04	97,16	74	3	18	4	27	175	0,054		0,054	2	0,108	0,278	0,111
118	117	97,16	97,31	78	3	18	4	27	175	0,054		0,054	2	0,108	0,278	0,111
117	116	97,31	97,25	70	2	15	4	22	175	0,045		0,045	2	0,090	0,247	0,093
116	102	97,25	97,57	99	5	27	7	40	175	0,081		0,081	2	0,162	0,357	0,167

Continuación

4/4

ESTACIÓN		COTA		DIST.	No. CASAS ACT.	No. HAB. ACT.	No. CASAS FUT.	No. HAB. FUT.	DOTACIÓN L/HAB./DIA	Q L/S	Q ad.	Q + Q ad.	FHR. MAX.	QH MAX. L/S	Q inst.	Q de cond.
Pto	Est.	Po	Est.													
39	41	95,67	95,47	135	2	14	3	21	175	0,042		0,042	2	0,084	0,235	0,086
42	46	96,09	95,71	284	11	60	15	89	175	0,180		0,180	2	0,360	0,558	0,370
49	53	96,48	97,22	268	6	32	8	47	175	0,096		0,096	2	0,192	0,394	0,197
68	69	98,35	98,38	46,5	5	24	6	36	175	0,072		0,072	2	0,144	0,333	0,148
71	73	98,56	98,4	70	4	24	6	36	175	0,072		0,072	2	0,144	0,333	0,148
77	78	98,74	96,26	33,5	4	15	4	22	175	0,045		0,045	2	0,090	0,247	0,093
80	81	98,92	98,95	59	5	21	5	31	175	0,063		0,063	2	0,126	0,307	0,130
				6850	313	1719	425	2547		5,160	0,139	5,298		10,597	19,993	10,597

TABLA III. Diseño hidráulico, red de distribución programa Loop.

1/2

TRAMO Num.	DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO (pulg.)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA (m)
1	6	0	580,50	1 1/4	150	0,23	0,29	2,14
2	17	6	45,60	4	150	5,99	0,74	0,24
3	17	19	162,50	2 1/2	150	1,91	0,6	1,03
4	19	25	407,50	2	150	0,81	0,4	1,58
5	0	25	43,95	1	150	0,15	0,3	0,22
6	19	71	40,00	2	150	0,85	0,42	0,17
7	71	77	296,00	1 1/2	150	0,45	0,39	1,56
8	77	80	111,00	3/4	150	0,09	0,3	0,8
9	83	80	111,00	1 1/4	150	0,27	0,34	0,56
10	25	83	77,45	1 1/2	150	0,44	0,38	0,39
11	6	28	595,00	1 1/2	150	0,54	0,48	4,62
12	35	28	79,50	3/4	150	0,16	0,31	0,75
13	38	35	180,00	1 1/2	150	0,63	0,55	1,45
14	13	38	198,20	2	150	1,07	0,53	1,42
15	15	13	108,50	2 1/2	150	2,15	0,68	0,79
16	16'	15	89,00	3	150	2,62	0,58	0,41
17	16'	17	10,50	4	150	7,9	0,97	0,09
18	15	65	142,40	1 1/2	150	0,44	0,38	0,68

Continuación

2/2

TRAMO Num.	DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO (pulg.)	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA (m)
19	65	66	48,00	1	150	0,24	0,47	0,53
20	66	59	212,65	1	150	0,16	0,32	1,06
21	13	59	77,47	1 1/2	150	0,97	0,85	1,49
22	59	54	212,50	1 1/2	150	0,65	0,57	1,74
23	38	54	212,50	1	150	0,24	0,48	1,81
24	49	42	265,50	1 1/2	150	0,46	0,41	1,8
25	35	42	209,03	1	150	0,24	0,48	2,36
26	39	42	109,00	1	150	0,29	0,36	0,44
27	30	39	150,00	1 1/4	150	0,33	0,42	0,82
28	28	30	266,50	1 1/2	150	0,4	0,35	0,43
29	65	68	82,00	3/4	150	0,1	0,34	0,77
30	71	68	79,50	3/4	150	0,09	0,31	0,57
31	54	49	50,00	2	150	0,69	0,34	0,16

Continuación

Cálculo de presiones

NODO	CAUDAL (L/s)	COTA TERRENO (m)	DE	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	PRESIÓN (m.c.a.)	PRESIÓN (psi)
0	-0,080	99,62		115,52	15,90	22,61
6	-5,219	98,06		117,66	19,60	27,87
17	0,000	98,09		117,91	19,82	28,18
19	-0,253	98,50		116,88	18,38	26,14
25	-0,524	99,35		115,30	15,95	22,68
16' R	10,528	98,00		118,00	20,00	28,44
15	-0,037	97,62		117,58	19,96	28,38
65	-0,099	98,23		116,87	18,64	26,51
68	-0,185	98,35		116,12	17,77	25,27
71	-0,308	98,46		116,71	18,25	25,95
77	-0,364	98,74		115,15	16,41	23,34
80	-0,358	98,92		114,35	15,43	21,94
83	-0,167	99,21		114,91	15,70	22,33
28	-0,296	96,80		113,23	16,43	23,36
35	-0,234	96,33		113,73	17,40	24,74
38	-0,197	97,03		115,51	18,48	26,28
13	-0,105	97,44		116,79	19,35	27,52
30	-0,074	95,90		112,69	16,79	23,88

Continuación

2/2

NODO	CAUDAL (L/s)	COTA TERRENO (m)	DE COTA PIEZOMÉTRICA (m)	PRESIÓN (m.c.a.)	PRESIÓN (psi)
39	-0,043	95,67	111,62	15,95	22,68
42	-0,993	96,02	111,21	15,19	21,60
49	-0,222	96,47	112,78	16,31	23,19
54	-0,203	96,66	112,92	16,26	23,12
59	-0,487	97,60	115,10	17,50	24,89
66	-0,080	98,16	116,30	18,14	25,80

**TABLA IV. Cálculo de ramales abiertos**

1/2

ESTACIONES	CTo.	CTf.	DISTANCIA (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CAUDAL (lts/seg)	VELOCIDAD (mts/seg)	PÉRDIDA (mts.)	CPo.	CPf.	PRESIÓN (mca.)	
6	99'	98,058	97,954	14,00	3	4,041	0,89	0,14	117,7	117,52	19,56
99'	99	97,954	98,104	51,50	2	1,479	0,73	0,60	117,52	116,92	18,81
99	98	98,104	98,371	99,00	2	1,139	0,56	0,71	116,92	116,21	17,84
98	87	98,371	99,350	282,70	1 1/2	0,549	0,48	2,13	116,21	114,08	14,73
99	100	98,104	97,396	75,50	3/4	0,148	0,52	1,47	116,2	114,74	17,34
98	92	98,371	98,013	42,22	1 1/2	0,59	0,52	0,36	116,2	115,84	17,82
92	88	98,013	99,391	286,10	1 1/4	0,29	0,37	1,61	115,84	114,23	14,84
92	94	98,013	97,869	71,50	1	0,265	0,52	1,01	115,8	114,83	16,96
99'	102	97,954	97,572	130,00	2 1/2	2,564	0,81	1,41	117,5	116,13	18,56
102	124	97,572	96,169	732,10	2	1,077	0,53	4,72	116,13	111,41	15,24
124	115	96,169	95,573	113,67	1	0,328	0,65	2,38	111,41	109,04	13,47
102	103	97,572	97,261	44,00	2 1/2	1,345	0,42	0,14	116,1	115,98	18,71
103	114	97,261	95,805	751,00	2 1/2	1,326	0,42	2,40	115,98	113,58	17,77
39	41	95,672	95,472	135,00	1	0,235	0,46	1,52	111,9	110,35	14,88
42	46	96,092	95,708	284,00	1 1/4	0,37	0,47	2,50	111,5	109,03	13,32
49	53	96,475	97,261	268,00	1 1/4	0,394	0,50	2,65	113,4	110,73	13,47

Continuación

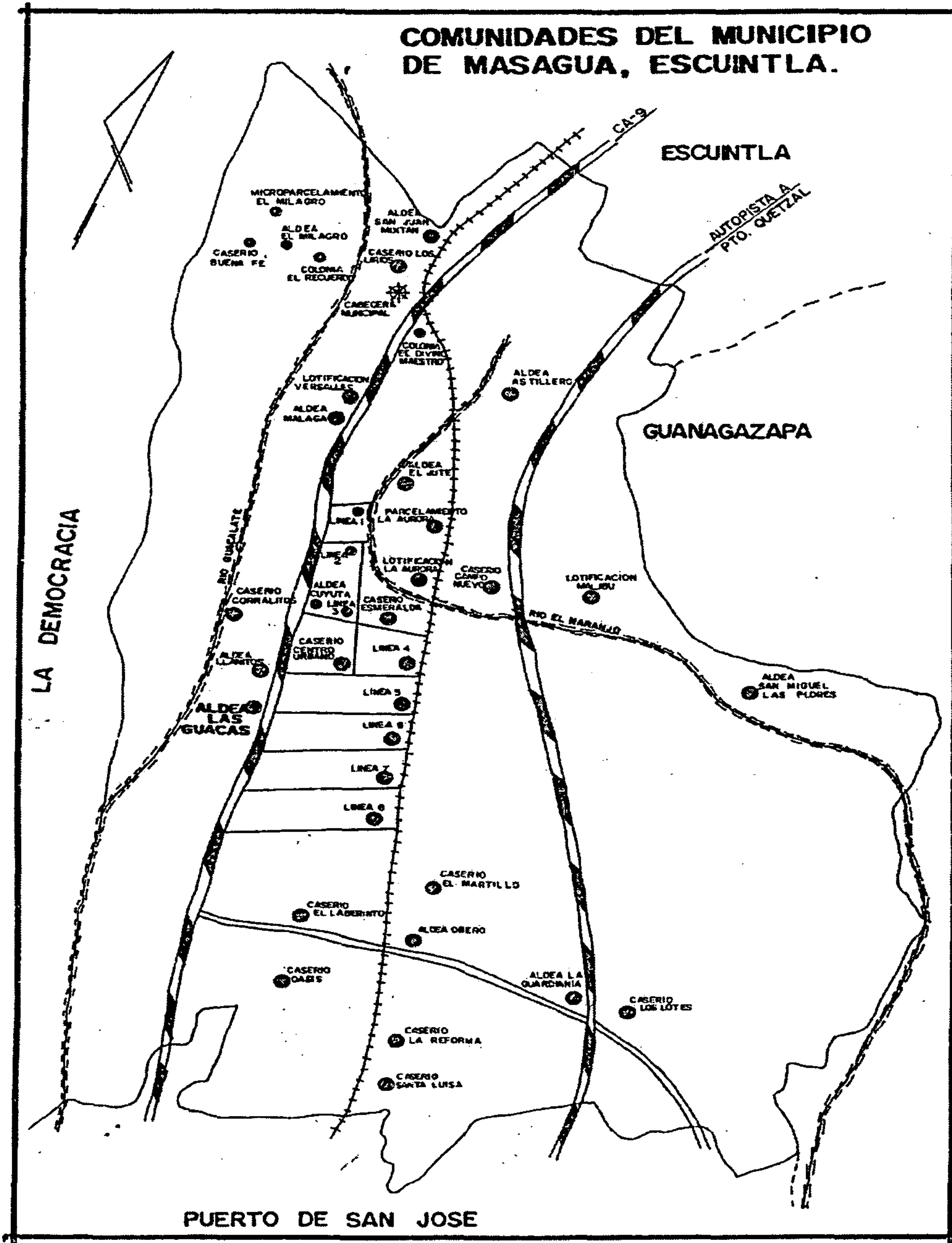
2/2

ESTACIONES	CTo.	CTf.	DISTANCIA (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CAUDAL (lts/seg)	VELOCIDAD (mts/seg)	PÉRDIDA (mts.)	CPo.	CPf.	PRESIÓN (mca.)	
68	69	98,348	98,376	46,50	1	0,333	0,66	1,00	116,1	115,13	16,75
71	73	98,555	98,397	70,00	1	0,333	0,66	1,50	116,7	115,21	16,81
77	78	98,737	96,258	33,50	1	0,247	0,49	0,41	115,2	114,74	18,48
80	81	98,918	98,948	59,00	1	0,307	0,61	1,09	114,4	113,26	14,31



**ANEXOS**

Figura 4. Esquema de localización de la aldea Las Guacas.



Fuente municipalidad de Masagua.

## **NORMA COGUANOR NGO 29 001**

Esta norma constituye la primera revisión a la norma COGUANOR NGO 29001 AGUA POTABLE. Especificaciones, publicada en el Diario Oficial del 18 de octubre de 1985, a la cual sustituye.

### **Características físicas**

#### **Tabla V. Características sensoriales.**

Limite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable (continuación)

<b>Características</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>
<b>Color</b>	<b>5.0 u</b>	<b>35.0 (1)</b>
<b>Olor</b>	<b>No rechazable</b>	<b>No rechazable</b>
<b>Sabor</b>	<b>No rechazable</b>	<b>No rechazable</b>
<b>Turbiedad</b>	<b>5.0 UNT</b>	<b>15.0 UNT</b>

(1) Unidades de color en la escala de platino-cobalto

(2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.

**Conductividad eléctrica:** el agua potable deberá tener una conductividad de 100  $\mu\text{S/cm}$  a 750  $\mu\text{S/cm}$  a 25 °C.

**Características químicas del agua potable.** Son aquellas características que afectan la potabilidad del agua y que se indican en la tabla VI siguiente.

**Tabla VI. Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles**

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	—	< de 1 500 $\mu$ S/cm
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0 °C-25.0 °C	34.0 °C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.00 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

- (1) El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 min de contacto; a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de escherichia coli y ciertos virus.

(2) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

(3) En unidades de pH

**Agua clorada.** La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en la tabla VI se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción de cloro residual total que este libre y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que pueda encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica.

**Límites de toxicidad.** En la tabla VI se indican algunas sustancias o compuestos químicos que al sobrepasar el límite máximo permisible en el agua potable, causan toxicidad.

**Tabla VII. Relación de las sustancias inorgánicas con significado para la salud, con sus respectivos límites máximos permisibles (LMP)**

Substancia	LMP, en miligramos por litro
Arsénico (As)	0.010
Bario (Ba)	0.700
Boro (Bo)	0.300
Cadmio (Cd)	0.003
Cianuro (CN)	0.070
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.010
Selenio (Se)	0.010

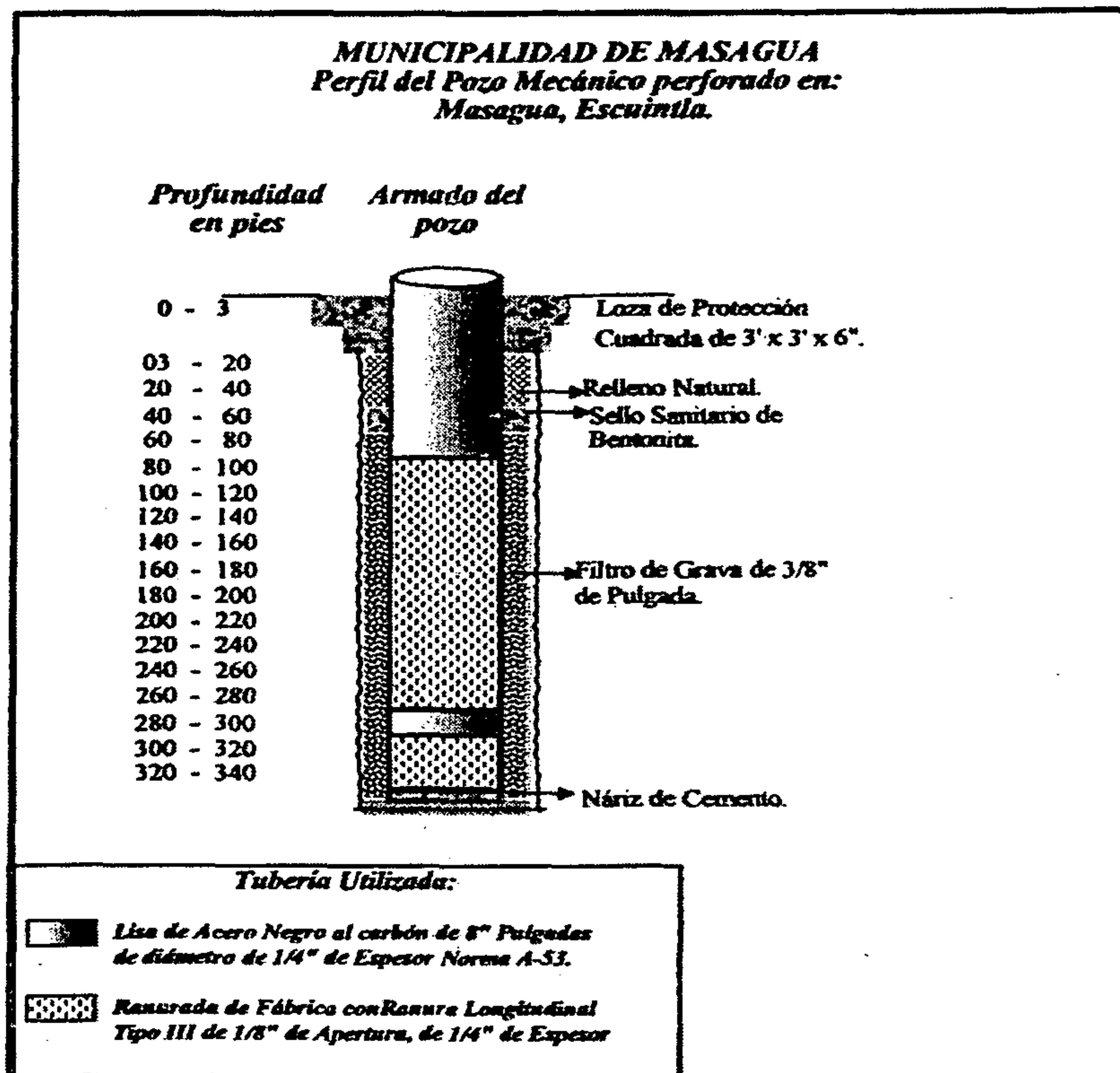
**Tabla VIII. Sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles**

1/2

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	—	< de 1 500 $\mu$ S/cm
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5

Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0 °C-25.0 °C	34.0 °C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.00 mg/l	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

Figura 5. Perfil de un pozo perforado en Masagua



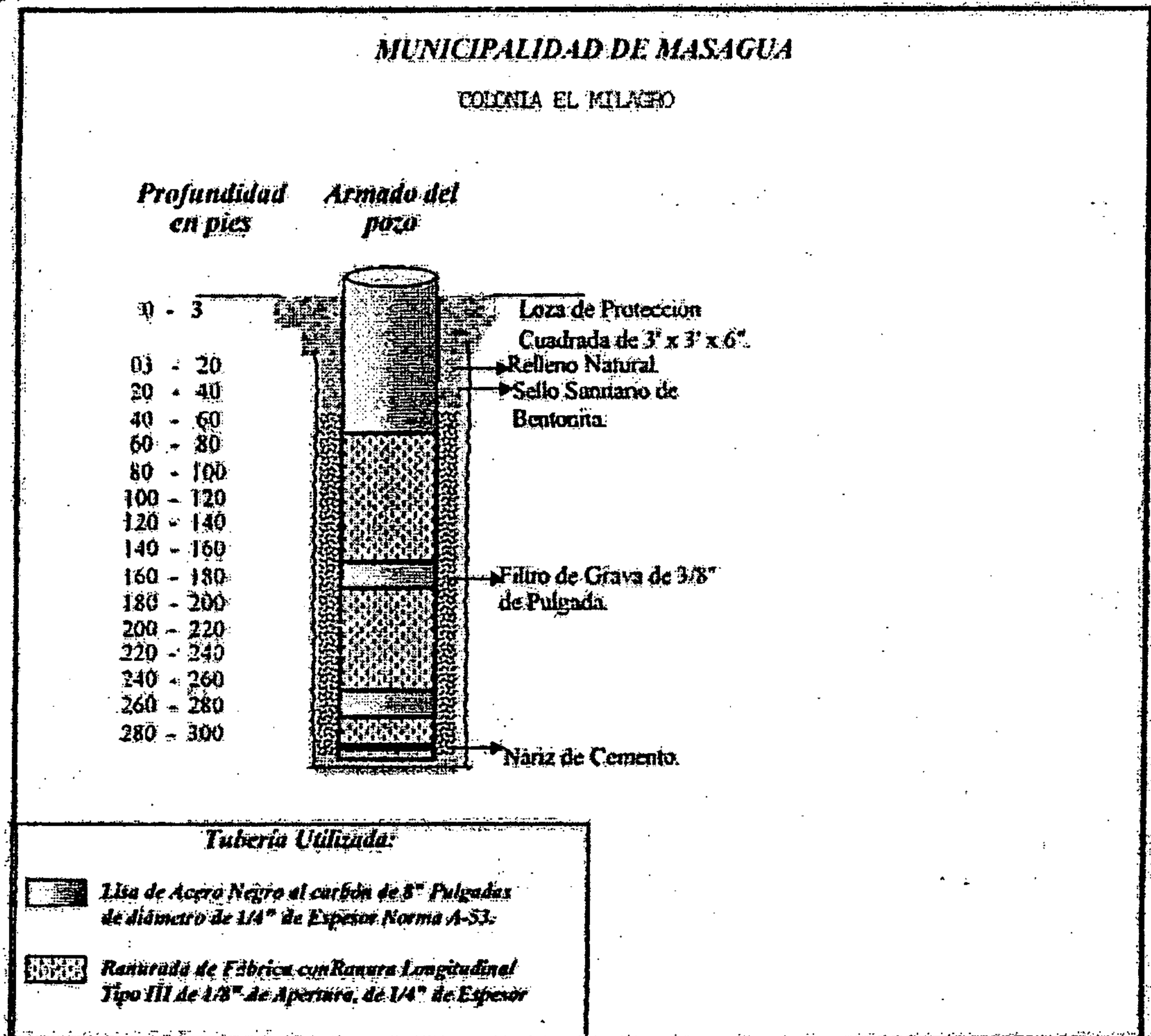
Calzada Aguilar Batres 37-57, Zona 12. Tels.: 476-1295-6 • Fax: 485-2054 • Guatemala, C. A.

E-mail: [agropozo@terra.com.gt](mailto:agropozo@terra.com.gt)

AGUA SEGURA PARA LA AGRICULTURA Y GANADERIA. NO DEPENDE DE LAS LLUVIAS Y LOS RIOS



Figura 6. Perfil de un pozo perforado en colonia El Milagro, Masagua



Fuente archivos de Agropozos

# Figura 7. Resultados de exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos

1/6

REPUBLICA DE GUATEMALA  
CENTRO AMERICA



MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
Y ASISTENCIA SOCIAL



**LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"**  
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD

## INFORME DE MUESTRAS CONTROL

Nombre del Producto	AGUA POTABLE	Procedencia	CENTRO DE SALUD MASAGUA
Responsable	INSPECTOR LUIS FELIPE GONZALEZ	No. de LNS	AC02-2006
Tipo de Recipiente	ENVASE DE VIDRIO	Fecha de Recibido	14/10/2002
		Fecha de Egreso	21/10/2002

### Resultados de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGÚN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Color	11 U**	5 U**	35 U**
Olor	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH	7,58	7-7,5	6,5-8,5
Nitratos	0,034 mg/L	—	1 mg/L
Nitrato	2,40 mg/L	—	10 mg/L
Hierro Total	0,292 mg/L	0,1 mg/L	1,0 mg/L
Calcio	14,8 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio	13,1 mg/L	50,00 mg/L	100 mg/L
Conductividad	213 uS/cm	—	< de 1.500 uS/cm
Dureza Total	95,74 mg/L	100,00 mg/L	500,000 mg/L
Turbiedad	3,1 UNT***	5,0 UNT***	15,0 UNT***

*[Signature]*  
SUPERVISOR

La muestra fue Analizada a temperatura de 25 °C

\*Resultados expresados en mg/L = miligramos/litro, ppm = partes por millón

#### Observaciones

\*L.M.A. = LIMITE MAXIMO ACEPTABLE, \*L.M.P. = LIMITE MAXIMO PERMISIBLE

\*\*UNIDADES Pt-Co (UNIDADES PLATINO - COBALTO)

\*\*\*UNT = UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBEDAD

LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 2001, ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
MV,VP/ES	C136/33

88

*[Signature]*  
V.B.  
Licda. Lyfian Elena Méndez de Reyes  
SUB JEFE

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD  
Km. 22 Carretera al Pacífico, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C. A.  
PRX: 630-6017, Telefax: 630-6011 Tels. 630-6024, 630-6035, 630-6036, 630-5837

Fuente Centro de salud.

Continuación

REPUBLICA DE GUATEMALA  
CENTRO AMERICA



**LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"**  
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
Y ASISTENCIA SOCIAL



**INFORME DE MUESTRAS CONTROL**

Nombre del Producto	AGUA	Procedencia	MASAGUA, NACIMIENTO CERRITOS, ALDEA EL MILAGRO
Remitente	Dr. BYRÓN AQUINO TOBIAS	No. de LNS	AC03-0182
Tipo de Recipiente	PLASTICO	Fecha de Recibido	22/01/2003
		Fecha de Egreso	29/01/2003

**Resultados de Análisis**

ANALISIS	RESULTADO	SEGÚN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH	7.09	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Nitritos	0.020 mg/L	-----	1 mg/L
Nitratos	3.17 mg/L	-----	10 mg/L
Hierro Total	NO DETECTADO	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Calcio	14.45 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio	10.15 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Conductividad	248 uS/cm	-----	< de 1,500. uS/cm.
Dureza Total	84.38 mg/L	100.00 mg/L	500.000 mg/L
Turbiedad	1.8 UNT**	5.0 UN1**	15.0 UNT**
Color	1u***	5.0u***	35u***

*[Signature]*  
SUPERVISOR

La muestra fue Analizada a temperatura de 20 °C  
Resultados expresados en mg/L= miligramos/litro, ppm= partes por millón

**Observaciones**

\*LMA = LIMITE MAXIMO ACEPTABLE, \*LMP = LIMITE MAXIMO PERMISIBLE

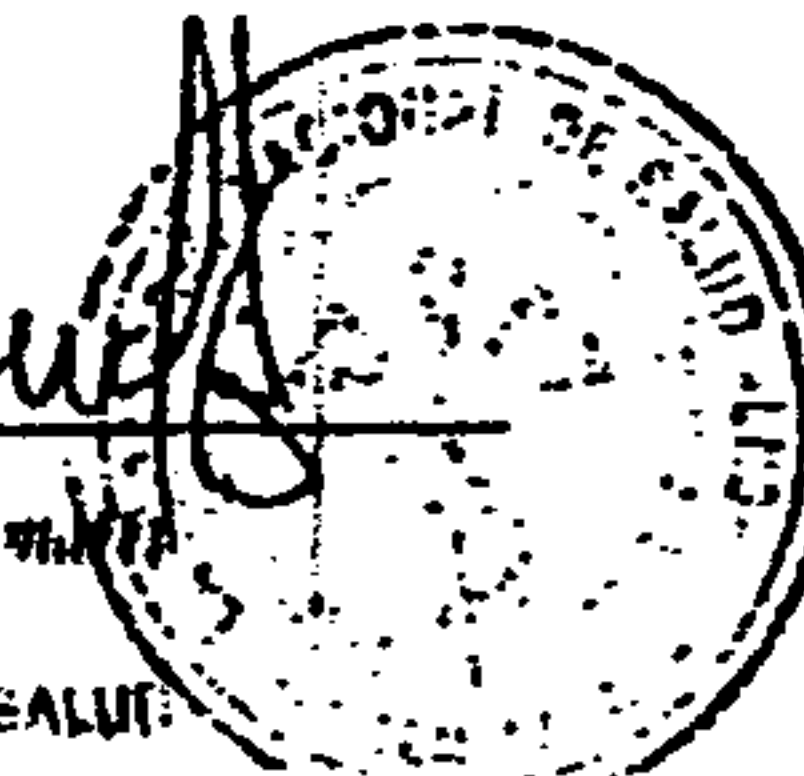
\*\*UNT= UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD

\*\*\*UNIDADES DE COLOR EN ESCALA Pt-Co.

LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001, ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
VP/ES	C130/255

*[Signature]*  
Linda Echeverría B...  
JEFE  
LABORATORIO NACIONAL DE SALUD



Km. 22 Carretera al Pacífico. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C. A.  
PBX: 630-6017. Telefax: 630-6011 Tels. 630-6024. 630-6035 630-6036 630-5827

Fuente Centro de Salud.

Continuación



Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social  
Laboratorio de Vigilancia Epidemiológica  
Dirección de Área de Salud de Escuintla

242

Registro de Análisis Microbiológico de Muestras de Agua

Muestra No. 242

Comunidad Sanificación General de  
Punto de Muestreo Charco Tanque Distribución  
Lugar Sanificación General de  
Fuente Pozo Mecánico  
Remitente Luis Felipe González A  
Fecha de muestreo 15/3/2002 Hora 10:00  
Fecha de análisis 105/03/02 Hora 2:00 pm  
Cloro libre residual 00 mg/l

Resultados

Recuento Total \_\_\_\_\_ /ml  
Coliformes Totales No detectados /100 ml  
Coliformes Fecales No detectados /100 ml

Nota: El recuento total de bacterias no debe ser mayor de 500 ufc/ml.  
Los coliformes totales no deben exceder de 4/100 ml; no se acepta la presencia de coliformes fecales.

Agua Microbiológicamente Apta para el consumo humano

Luis Ángel Guerra

Encargado de Laboratorio

[Signature]  
Firma

Fuente centro de salud

Continuación



Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social  
Laboratorio de Vigilancia Epidemiológica  
Dirección de Área de Salud de Escuintla

533

Registro de Análisis Microbiológico de Muestras de Agua

Muestra No. 1

Comunidad: Parqueamiento Campesino

Punto de Muestreo:

Chorro Domiciliar  Tanque  Pozo mecánico

Dirección: Chorro pozo Mecánico

Frente:

Nacimiento  Río  Pozo  Manantial

Remitente: San Felipe Hospital A.

Fecha de muestreo 6/8/02 Hora 9:15

Fecha de análisis 06 Aso/2002 Hora 9:14:00

Cloro libre residual 0.00 mg/l

Resultados

Recuento Total 14 UFC /ml

Coliformes Totales            /100 ml

Coliformes Fecales            /100 ml

Nota: El recuento total de bacterias no debe ser mayor de 500 ufc/ml. Los coliformes totales no deben exceder de 4/100 ml; no se acepta la presencia de coliformes fecales.

Agua Microbiológicamente: **APTA PARA EL CONSUMO HUMANO**

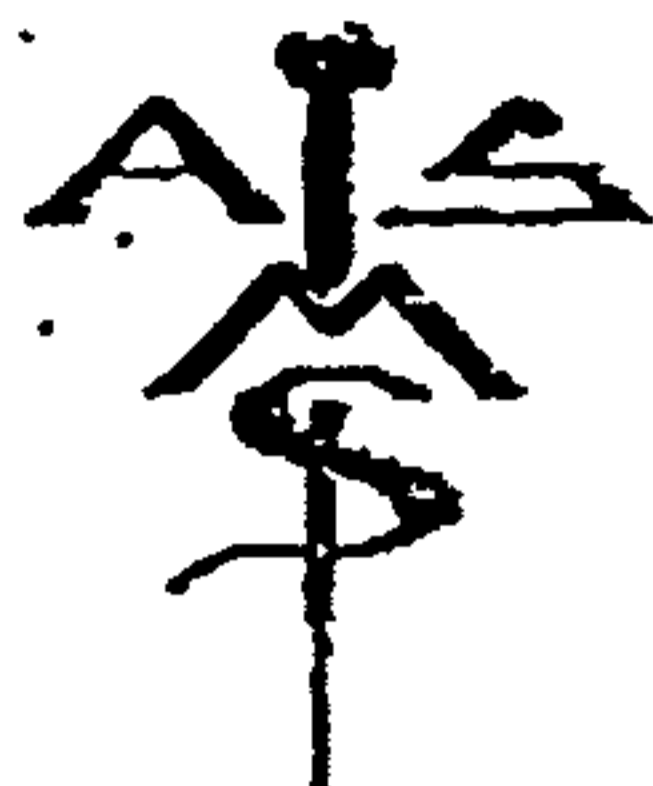
Debe clorar o hervir el agua.

Barbara Estrada  
Encargado de Laboratorio

[Firma]  
Firma

Fuente centro de salud.

Continuación



Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social  
Laboratorio de Vigilancia Epidemiológica  
Dirección de Área de Salud de Escuintla

838

Registro de Análisis Microbiológico de Muestras de Agua

Muestra No. 2

Comunidad: Mosagua

Punto de Muestreo:

Chorro Domiciliar  Tanque  Pozo mecánico

Dirección: Tanque Publico Prop # 2

Fuente:

Nacimiento  Rio  Pozo  Manantial

Remitente: San Felipe Gonzalez A

Fecha de muestreo 4/2/03 Hora 9:20

Fecha de análisis 04 FEB/2003 Hora 14:00 hrs.

Cloro libre residual 0.00 mg/l

Resultados

Recuento Total 0 UFC /ml

Coliformes Totales 63 UFC /100 ml

Coliformes Fecales 0 UFC /100 ml

Nota: El recuento total de bacterias no debe ser mayor de 500 ufc/ml. Los coliformes totales no deben exceder de 4/100 ml; no se acepta la presencia de coliformes fecales.

Agua Microbiológicamente: NO APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

Licda. Pamela Miroslava Estrada A  
QUÍMICO BIÓLOGO

Encargado de Laboratorio

[Signature]  
Firma

Fuente centro de salud.

Continuación

REPUBLICA DE GUATEMALA  
CENTRO AMERICA



MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
Y ASISTENCIA SOCIAL



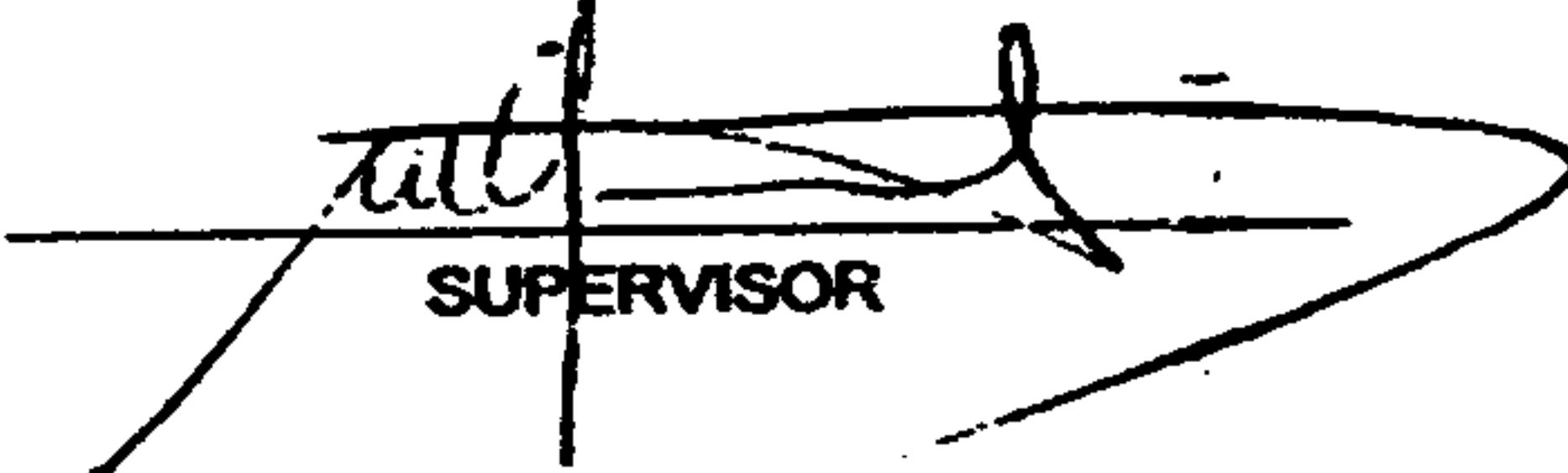
**LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"**  
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTR. DE LA SALUD

**INFORME DE MUESTRAS CONTROL**

Nombre del Producto	AGUA	Procedencia	C/S. MASAGUA
Remitente	Dr. BYRON AQUINO TOBIAS	No. de LNS	AC03-0179-0181
Tipo de Recipiente	VIDRIO	Fecha de Recibido	22/01/2003
		Fecha de Egreso	28/01/2003

**Resultados de Análisis**

PROCEDENCIA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALIS
COMEDOR MARGARITA CALLE PRINCIPAL	93 NMP/100ml	21 NMP/100ml
Sr. RENSO MERIDA ALDEA EL MILAGRO	240 NMP/100ml	21 NMP/100ml
Sra. MARIA ASUNCION MORALES COLONIA EL RECUERDO	240 NMP/100ml	NO DETECTADO

  
SUPERVISOR

**Observaciones**

**MUESTRAS NO ACEPTABLES**

PARA AGUA POTABLE EL RECUESTO DE COLIFORMES NO DEBE SER MAYOR DE 3 NMP/100ml. NO SE ACEPTAN COLIFORMES FECALIS PARA CONSUMO ES NECESARIO CLORAR O Hervir PARA ASI EVITAR POSIBLES ENFERMEDADES DIARREICAS QUE SE PRODUCEN CONSUMIR AGUA CONTAMINADA.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
MR. JD. JAVJ	B02-03/92-90-91

  
Vo.Bo.

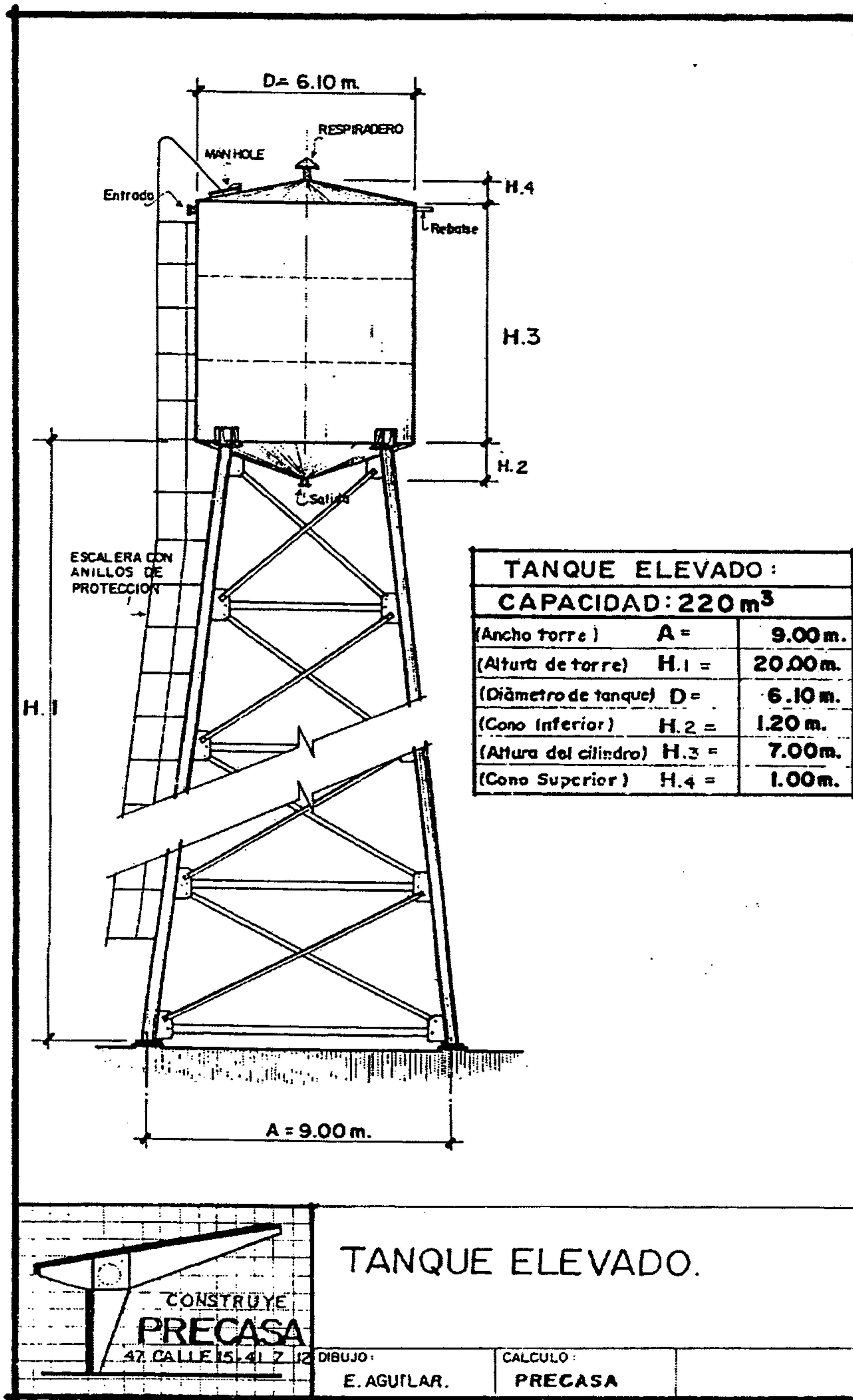


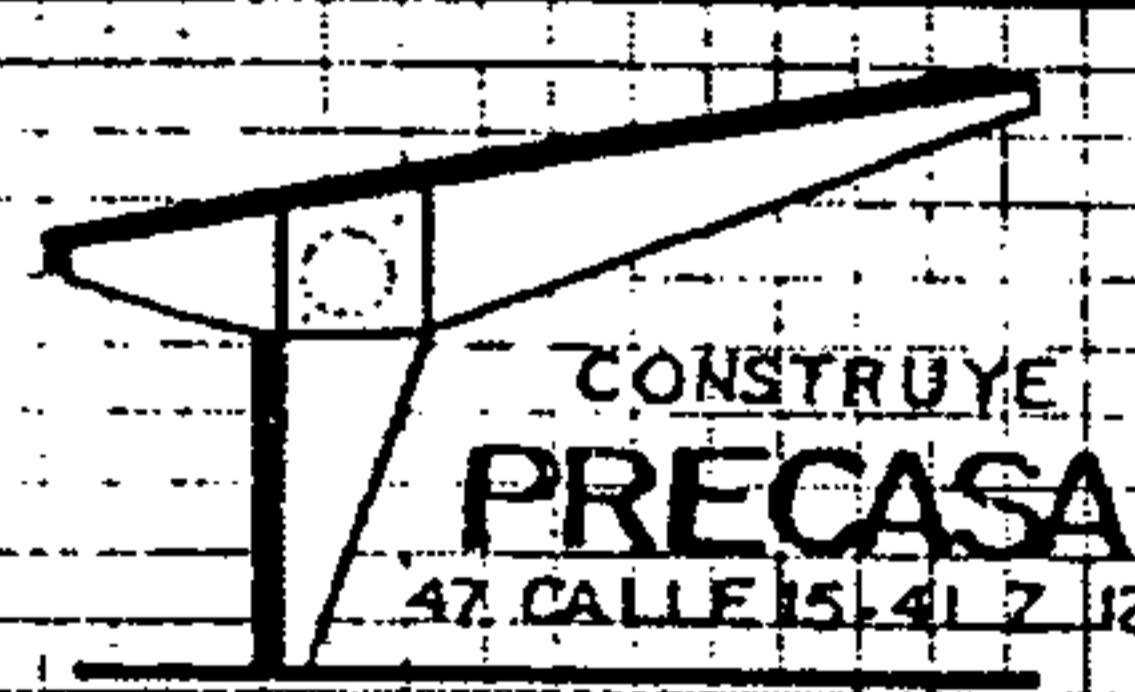
Ciudad. L. Juan Carlos Méndez de Rojas  
LABORATORIO

Km. 22 Carretera al Pacífico. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C. A.  
PBX: 630-6017. Telefax: 630-6011 Tels. 630-6024, 630-6035, 630-6036, 630-5837  
E-mail: lns@ops.org.gt

Fuente Centro de salud.

Figura 8. Dimensiones de tanque elevado.



	TANQUE ELEVADO.	
	DIBUJO: E. AGUILAR.	CALCULO: PRECASA

Fuente archivos de PRECASA.



## Tabla IX. Presupuesto

1/8

DEPARTAMENTO:		Escuintla						
MUNICIPIO:		Masagua						
ALDEA:		Las Guacas						
DISEÑO:		Boris García						
CUANTIFICÓ:		Boris García						
FECHA:		Marzo 2003						
PROYECTO:		2003-15						
<b>PROYECTO</b>								
<b>Introducción de Agua Potable.</b>								
<b>Aldea Las Guacas, Masagua</b>								
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	Total	Total
I)	<b>POZO 500 pies de profundidad.</b>	1	U			Q174.100,00		\$21.762,50
	A) Mano de Obra					Q101.400,00		
a.1	Montaje y desmontaje de maquinaria		global		Q3.500,00			
a.2	Perforación con tubería diámetro 8"	500	pie	Q125,00	Q62.500,00			
a.3	Entubación tubería diámetro 8"	500	pie	Q15,00	Q7.500,00			
a.4	Ranuración de pichacha	180	pie	Q15,00	Q2.700,00			
a.5	Desarrollo y limpieza del pozo	40	Horas	Q280,00	Q11.200,00			
a.6	Prueba de bombeo, montaje y desmontaje		Global		Q14.000,00			
	B) Materiales tubería u accesorios					Q64.700,00		
b.1	Tubería de revestimiento diámetro 8"	500	pie	Q120,00	Q60.000,00			
b.2	Filtro de grava, material, transporte e instalación		global		Q3.500,00			
b.3	Sello sanitario de cemento		global		Q1.200,00			
	C) Transporte					Q8.000,00		
c.1	Transporte del equipo al lugar de trabajo y regreso		global		Q8.000,00			
II)	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	1	U			Q63.870,00		\$7.983,75
	A) Mano de obra					Q4.550,00		

Continuación

2/8

		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	Total
a.1	Armado y montaje de los tableros, conexión eléctrica y arranque		global		Q990,00			
a.2	Servicio de grúa para instalación de la bomba en el pozo		global		Q3.400,00			
a.3	Instalación empalme vulcanizado y amarres		global		Q160,00			
	B ) Equipo y accesorios					Q58.470,00		
b.1	Bomba sumergible Warson modelo 7T30-350 de 5 etapas de bronce con motor sumergible Franklin de 30 HP/460V/3PH/3450RPM/60HZ.	1	u		Q29.595,00			
b.2	Gabinete de metal con llave para tableros eléctricos	1	u		Q875,00			
b.3	Interruptor de seguridad de 3x70 amp/460V. Tipo industrial	1	u		Q980,00			
b.4	Arrancador magnético tripolar de 60 amp./460V.	1	u		Q1.598,00			
b.5	Protector de falla de fase	1	u		Q1.160,00			
b.6	Pararrayos trifásico de línea 600V	1	u		Q375,00			
b.7	Selector ON-OFF y luz piloto	1	u		Q196,00			
b.8	300 pies de cable sumergible # 6x3 doble forro		global		Q4.233,00			
b.9	300 pies de piezómetro de 1/4"		global		Q324,00			
b.10	14 tubos de 4" galvanizados TM		global		Q15.575,00			
b.11	Sello sanitario de 8"x4"	1	u		Q210,00			
b.12	Collarín de soporte de 4"	1	u		Q375,00			
b.13	Válvula de cheque de 4" R.V. Flomatic	1	u		Q1.579,00			
b.14	Manifold de descarga de 4" con unión universal	1	u		Q575,00			
b.15	Funda de enfriamiento de motor de 6"	1	u		Q560,00			
b.16	Accesorios de montaje eléctrico a no más de 6 mts.		global		Q260,00			
	C ) Transporte					Q850,00		

Continuación

3/8

		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
III )	<b>CASETA PARA BOMBEO Y DESINFECCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>U</b>			<b>Q10.403,06</b>		<b>\$1.300,38</b>
	A ) Mano de obra					Q2.680,01		
a.1	Trazo y estaqueado	11,9	m.l.	Q5,00	Q59,50			
a.2	Nivelación	8,85	m²	Q4,00	Q35,40			
a.3	Levantado del muro de block	27,3	m²	Q11,25	Q307,13			
a.4	Fundición del cimientto corrido	11,9	m.l.	Q7,50	Q89,25			
a.5	Fundición de las columnas	28,7	m.l.	Q6,00	Q172,20			
a.6	Fundición de las soleras	87	m.l.	Q5,00	Q435,00			
a.7	Formaleteado	115,7	m.l.	Q4,00	Q462,80			
a.8	Formaleteado de paredes	27,3	m²	Q4,50	Q122,85			
a.9	Desencofrado	115,7	m.l.	Q1,10	Q127,27			
a.10	Desencofrado paredes	27,3	m²	Q1,60	Q43,68			
a.11	Excavación ( terreno duro )	2,8	m3	Q12,00	Q33,60			
a.12	Armado	271,7	m.l.	Q0,75	Q203,78			
a.13	Hacer estribos No. 2 ( diam. 1/4" )	515	U	Q0,28	Q144,20			
a.14	Hacer eslabón No. 2 ( diam. 1/4" )	637	U	Q0,28	Q178,36			
a.15	Coilocación de la lámina	8	U	Q20,00	Q160,00			
a.16	Colocación ventanal	1	U	Q30,00	Q30,00			
a.17	Colocación de lapuerta de metal	1	U	Q75,00	Q75,00			
	B ) Materiales para Construcción					Q7.223,05		
b.1	Arena de río	2,75	m3	Q90,00	Q247,50			
b.2	Piedrín	1,75	m3	Q170,00	Q297,50			
b.3	Material selecto	1	m3	Q120,00	Q120,00			
b.4	Block 0.15 X 0.20 X 0.40	341	U	Q2,10	Q716,10			
b.5	Cemento gris	48	sacos	Q38,00	Q1.824,00			
b.6	Hierro No. 2 ( diam. 1/4" )	2	qq	Q150,00	Q300,00			
b.7	Hierro No. 3 ( diam. 3/8" )	4	qq	Q145,00	Q580,00			
b.8	Alambre de amarre C-18	38	lbs	Q2,50	Q95,00			
b.9	Clavo long. 1 1/2" y 2 1/2"	18	lbs	Q3,75	Q67,50			
b.10	Costanera 2" X 4" X 12'	3	U	Q3,75	Q11,25			
b.11	Lámina P-10 de 6'	10	U	Q105,00	Q1.050,00			
b.12	Tornillo 5 1/2" X 1/4" p/anciar lamina	38	U	Q0,90	Q34,20			
b.13	Tabla 1' X 6' X 3/4"	32	U	Q15,00	Q480,00			

Continuación						4/8		
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
b.14	Puerta de metal	1	U	Q1.000,00	Q1.000,00			
b.15	Ventana	1	U	Q400,00	Q400,00			
	D ) Transporte					Q500,00		
IV )	<b>DESINFECCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>U</b>			<b>Q7.612,20</b>		<b>\$951,53</b>
	A ) Mano de obra					Q775,00		
a.1	Instalación equipo para desinfección		global		Q775,00			
	B ) Equipo y accesorios					Q6.362,20		
b.1	Dosificador marca Blue White eléctrico de 57.7 GPD y 125 PSI	1	U	Q2.525,00	Q2.525,00			
b.2	Deposito de polietileno de 60 galones	1	U	Q720,00	Q720,00			
b.3	Hipoclorito de Sodio tipo "B".	180	Gals.	Q13,59	Q2.446,20			
b.4	Kilómetros de recorrido a sus instalaciones	140	Kms.	Q1,90	Q266,0			
b.5	Kit para medición de cloro residual en agua	1	U	Q75,00	Q75,00			
b.6	Convertidor de corriente 220v/110v	1	U	Q330,00	Q330,00			
	C ) Materiales a utilizarse					Q475,00		
c.1	Materiales necesarios		global		Q475,00			
V )	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO 220 m3</b>	<b>1</b>	<b>U</b>			<b>Q392.362,74</b>		<b>\$49.045,34</b>
	( Metálico Elevado 20 ml)							
	A ) Mano de obra					Q372.137,40		
a.1	Instalación tanque metálico y accesorios		global		Q330.000,0 0			
a.2	Cimentación		global		Q42.000,00			
a.3	Instalación tubería y accesorios HG	4	U	Q3,10	Q12,40			
a.4	Instalación hidráulica	1	U	Q15,00	Q15,00			
a.5	Construcción caja para válvula	1	U	Q110,00	Q110,00			
	B ) Tubería y Accesorios					Q15.585,04		

Continuación						5/8		
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
b.1	Tubería diam. 6" HG liviano	4	tubos	Q1.950,00	Q7.800,00			
b.2	Curva de 90° X diam. 6" HG	1	U	Q483,00	Q483,00			
b.3	Codo de 90° X diam. 6" PVC	3	U	Q403,58	Q1.210,74			
b.4	Adaptador hembra diam. 6" PVC	2	U	Q206,65	Q413,30			
b.5	Unión universal diam. 6"	2	U	Q1.019,00	Q2.038,00			
b.6	Válvula de compuerta diam. 6" Br	1	U	Q3.640,00	Q3.640,00			
	C) Materiales para construcción C.p.V.					Q1.700,30		
c.1	Ladrillo tayuyo	142	U	Q2,00	Q284,00			
c.2	Cal hidratada	1	bolsa	Q22,00	Q22,00			
c.3	Arena amarilla	0,11	m3	Q140,00	Q15,40			
c.4	Cemento	2	sacos	Q38,00	Q76,00			
c.5	Arena de río	0,13	m3	Q140,00	Q18,20			
c.6	Piedrín	0,2	m3	Q170,00	Q34,00			
c.7	Hierro No. 3 ( diam. 3/8" )	8,5	qq	Q145,00	Q1.232,50			
c.8	Alambre de amarre C-16	5,2	lbs	Q3,50	Q18,20			
	D) Transporte					Q2.940,00		
<b>VI)</b>	<b>LINEA Y RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>9278</b>	<b>ml.</b>			<b>Q398.683,02</b>		<b>\$49.835,38</b>
	A) Mano de Obra					Q124.355,58		
a.1	Limpieza	5566,61	m²	Q2,00	Q11.133,23			
a.2	Trazo y estaqueado	9277,69	m.l.	Q4,00	Q37.110,76			
a.3	Excavación ( terreno duro)	4453,29	m3	Q12,00	Q53.439,49			
a.4	Reposición de asfalto	8,40	m2	Q300,00	Q2.520,00			
a.5	Relleno	4421	m3	Q3,60	Q15.915,60			
a.6	Instalación tubería y accesorios PVC	1557	U	Q1,50	Q2.335,50			
a.7	Instalación tubería y accesorios HG	8	U	Q3,25	Q26,00			
a.8	Instalación hidráulica	15	U	Q10,00	Q150,00			
a.9	Construcción de caja para válvula	15	U	Q115,00	Q1.725,00			
	B) Tubería y Accesorios					Q254.526,71		
b.1	Tubería diam. 5" PVC clase 160 psi	6	tubos	Q522,72	Q3.136,32			

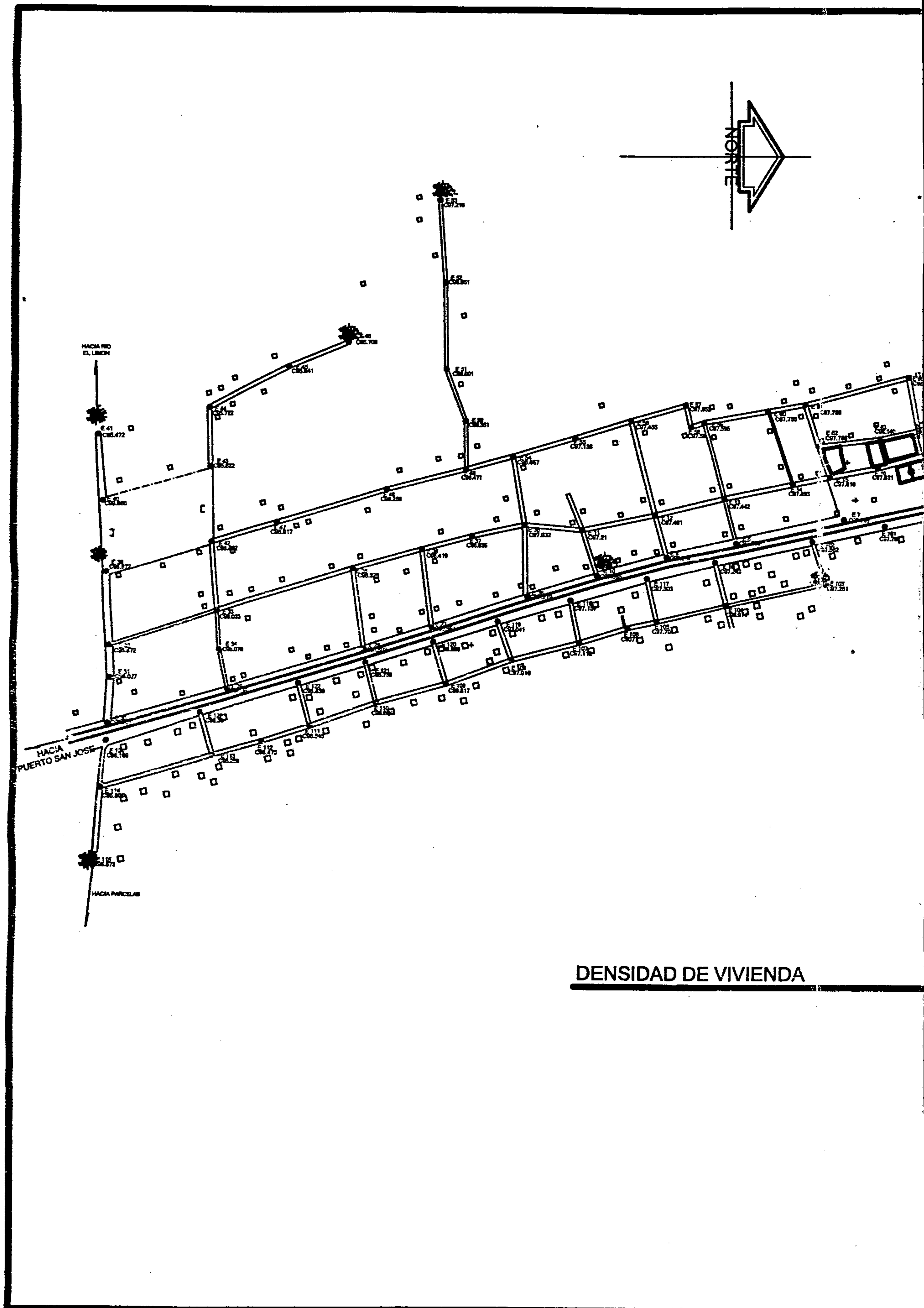
Continuación						6/8		
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
b.2	Tubería diam. 4" PVC clase 160 psi	228	tubos	Q342,04	Q77.985,12			
b.3	Tubería diam. 3" PVC clase 160 psi	244	tubos	Q206,83	Q50.466,52			
b.4	Tubería diam. 2 1/2" PVC clase 160 psi	460	tubos	Q139,73	Q64.275,80			
b.5	Tubería diam. 2" PVC clase 160 psi	326	tubos	Q95,33	Q31.077,58			
b.6	Tubería diam. 1 1/2" PVC clase 160 psi	156	tubos	Q61,28	Q9.559,68			
b.7	Tubería diam. 1 1/4" PVC clase 160 psi	68	tubos	Q46,68	Q3.174,24			
b.8	Tubería diam. 1" PVC clase 160 psi	69	tubos	Q34,59	Q2.386,71			
b.9	Codo de 90° X diam. 4" PVC	1	U	Q201,40	Q201,40			
b.10	Codo de 90° X diam. 3" PVC	3	U	Q111,77	Q335,31			
b.11	Codo de 90° X diam. 2 1/2" PVC	6	U	Q78,06	Q468,36			
b.12	Codo de 90° X diam. 1" PVC	1	U	Q6,89	Q6,89			
b.13	Tee diam 5" PVC	1	U	Q415,76	Q415,76			
b.14	Tee diam 4" PVC	7	U	Q110,11	Q770,77			
b.15	Tee diam 3" PVC	11	U	Q66,14	Q727,54			
b.16	Tee diam 2 1/2" PVC	7	U	Q51,98	Q363,86			
b.17	Tee diam 2" PVC	5	U	Q13,32	Q66,60			
b.18	Cruz diam 4" PVC	2	U	Q175,42	Q350,84			
b.19	Cruz diam 3" PVC	2	U	Q154,22	Q308,44			
b.20	Cruz diam 2 1/2" PVC	3	U	Q123,38	Q370,14			
b.21	Reductor diam. 5" a diam. 4" PVC	2	U	Q99,50	Q199,00			
b.22	Reductor diam. 4" a diam. 3" PVC	8	U	Q63,95	Q511,60			
b.23	Reductor diam. 4" a diam. 2 1/2" PVC	3	U	Q63,95	Q191,85			
b.24	Reductor diam. 4" a diam. 2" PVC	6	U	Q63,95	Q383,70			
b.25	Reductor diam. 3" a diam. 2 1/2" PVC	10	U	Q40,19	Q401,90			
b.26	Reductor diam. 3" a diam. 2" PVC	6	U	Q40,19	Q241,14			
b.27	Reductor diam. 3" a diam. 1 1/2" PVC	1	U	Q40,19	Q40,19			
b.28	Reductor diam. 3" a diam. 1" PVC	2	U	Q40,19	Q80,38			
b.29	Reductor diam. 2 1/2" a diam. 2" PVC	13	U	Q21,50	Q279,50			
b.30	Reductor diam. 2 1/2" a diam. 1 1/2" PVC	1	U	Q21,50	Q21,50			
b.31	Reductor diam. 2 1/2" a diam. 1" PVC	2	U	Q21,50	Q43,00			
b.32	Reductor diam. 2" a diam. 1" PVC	1	U	Q8,50	Q8,50			
b.33	Reductor diam. 2" a diam. 1 1/4" PVC	1	U	Q8,50	Q8,50			

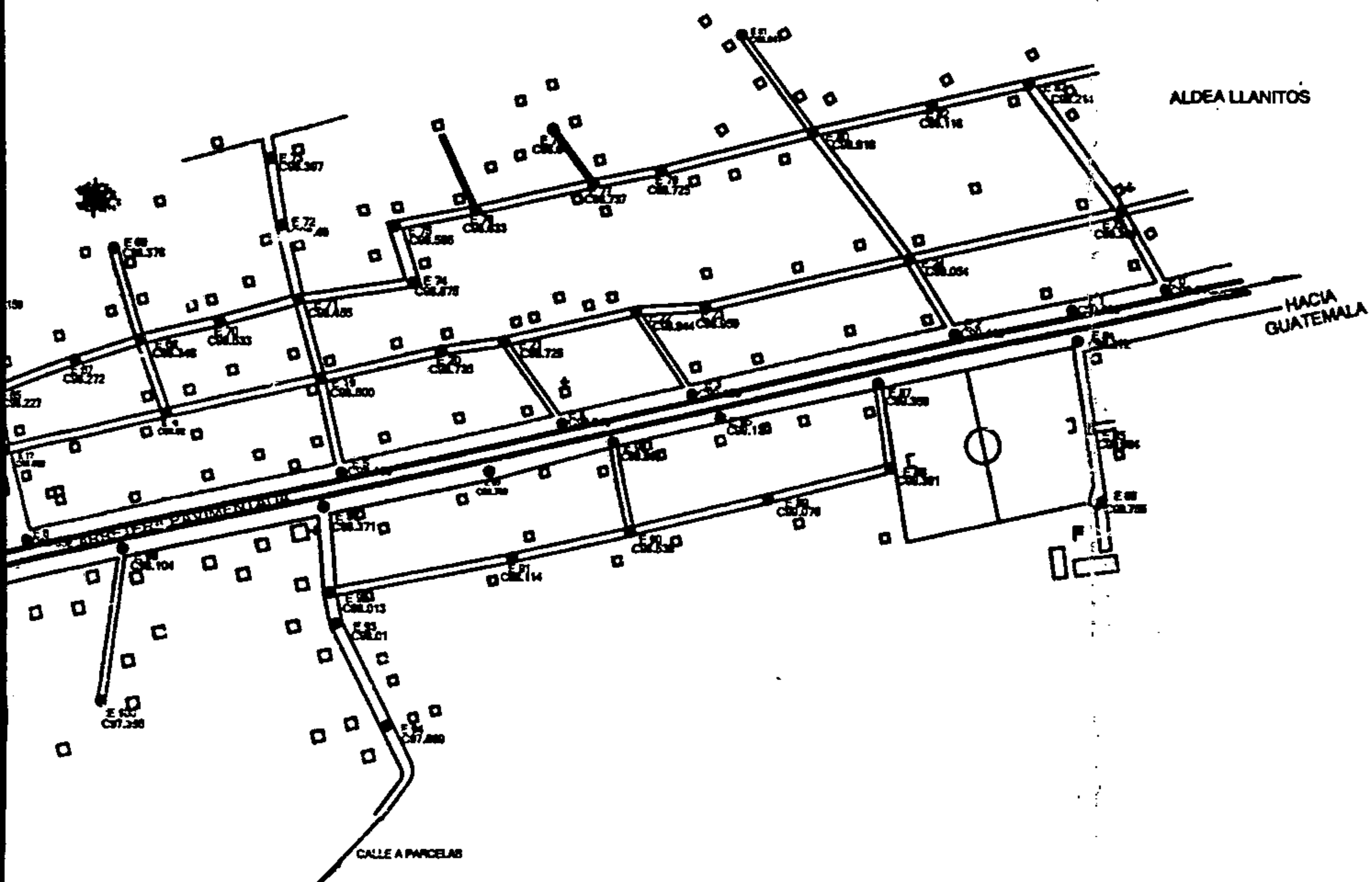
Continuación						7/8		
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
b.34	Reductor diam. 2" a diam. 1 1/2" PVC	4	U	Q8,50	Q34,00			
b.35	Tapón hembra diam. 2 1/2" PVC	1	U	Q26,42	Q26,42			
b.36	Tapón hembra diam. 1 1/2" PVC	4	U	Q5,05	Q20,20			
b.37	Tapón hembra diam. 1 1/4" PVC	3	U	Q4,22	Q12,66			
b.38	Tapón hembra diam. 1" PVC	5	U	Q2,97	Q14,85			
b.39	Válvula de compuerta diam. 5" Br	1	U	Q122,20	Q122,20			
b.40	Válvula de compuerta diam. 4" Br	3	U	Q122,20	Q366,60			
b.41	Válvula de compuerta diam. 3" Br	4	U	Q505,80	Q2.023,20			
b.42	Válvula de compuerta diam. 2 1/2" Br	2	U	Q227,67	Q455,34			
b.43	Válvula de compuerta diam. 2" Br	5	U	Q122,20	Q611,00			
b.44	Cemento solvente	20	1/4Galón	Q99,08	Q1.981,60			
	C ) Materiales de Construcción Caja para Válvulas					Q19.505,00		
c.1	Ladrillo tayuyo	2073	U	Q2,00	Q4.146,00			
c.2	Cal hidratada	12	bolsas	Q22,00	Q264,00			
c.3	Arena amarilla	1,51	m3	Q120,00	Q181,20			
c.4	Cemento	26	sacos	Q38,00	Q988,00			
c.5	Arena de río	1,77	m3	Q120,00	Q212,40			
c.6	Piedrín	2,77	m3	Q170,00	Q470,90			
c.7	Hierro No. 3 ( diam. 3/8" )	90	varillas	Q145,00	Q13.050,00			
c.8	Alambre de amarre C- 16	55	lbs	Q3,50	Q192,50			
	D ) Transporte					Q295,73		
<b>VII )</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>	<b>315</b>	<b>U</b>			<b>Q188.669,24</b>		<b>\$23.583,66</b>
	A ) Mano de Obra					Q18.874,80		
a.1	Excavación ( terreno duro )	907,2	m3	Q12,00	Q10.886,40			
a.2	Relleno	906,5	m3	Q3,60	Q3.263,40			
a.3	Instalación conexión	315	U	Q5,00	Q1.575,00			
a.4	Instalación caja para contador	315	U	Q10,00	Q3.150,00			
	B ) Tubería y Accesorios					Q168.294,44		

Continuación						8/8		
		Cantidad	Unidad	Precio/uni dad		Sub-total	total	total
b.1	Tubería diam. ½" PVC clase 315 psi	315	tubos	Q21,48	Q6.766,20			
b.2	Contador diam. ½" "Pacific Water Meters"	315	U	Q250,00	Q78.750,00			
b.3	cajas para contador	315	U	Q40,00	Q12.600,00			
b.4	Válvula de globo diam. ½" Br	315	U	Q75,00	Q23.625,00			
b.5	Llave de paso diam. ½" Br	315	U	Q38,00	Q11.970,00			
b.6	Válvula de cheque diam. ½" Br	315	U	Q49,00	Q15.435,00			
b.7	Adaptador macho diam. ½" PVC	630	U	Q1,00	Q630,00			
b.8	Codo de 90° X diam. ½" PVC	315	U	Q1,00	Q315,00			
b.9	Abrazadera domiciliar diam. 5" x diam. 1/2"	2	U	Q71,43	Q142,86			
b.10	Abrazadera domiciliar diam. 4" x diam. 1/2"	33	U	Q85,93	Q2.835,69			
b.11	Abrazadera domiciliar diam. 3 x diam. 1/2"	45	U	Q71,43	Q3.214,35			
b.12	Abrazadera domiciliar diam. 2 1/2" x diam. 1/2"	101	U	Q71,00	Q7.171,00			
b.13	Abrazadera domiciliar diam. 2 x diam. 1/2"	61	U	Q60,87	Q3.713,07			
b.14	Tee diam 1 1/2" PVC	37	U	Q9,74	Q360,38			
b.15	Tee diam 1 1/4" PVC	18	U	Q8,26	Q148,68			
b.16	Tee diam 1" PVC	18	U	Q5,05	Q90,90			
b.17	Reductor diam. 1 1/2" a diam. 1/2" PVC	37	U	Q5,05	Q186,85			
b.18	Reductor diam. 1 1/4" a diam. 1/2" PVC	18	U	Q4,93	Q88,74			
b.19	Reductor diam. 1" a diam. 1/2" PVC	18	U	Q2,92	Q52,56			
b.20	Cemento solvente	2	1/4Gal6 n	Q99,08	Q198,16			
	D) Transporte					Q1.500,00		
	<b>SUB TOTAL</b>					<b>Q1.235.700,26</b>		<b>\$154.462,53</b>
	<b>IMPREVISTOS 10%</b>					<b>Q123.570,03</b>		<b>\$15.446,25</b>
	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>Q1.359.270,29</b>		<b>\$169.908,79</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q543.708,12</b>		<b>\$67.963,51</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q1.902.978,40</b>		<b>\$237.872,30</b>
	<b>*Tasa de cambio 8.0087 al día 30/09/2003</b>							



Figura 9. Planta densidad de vivienda.



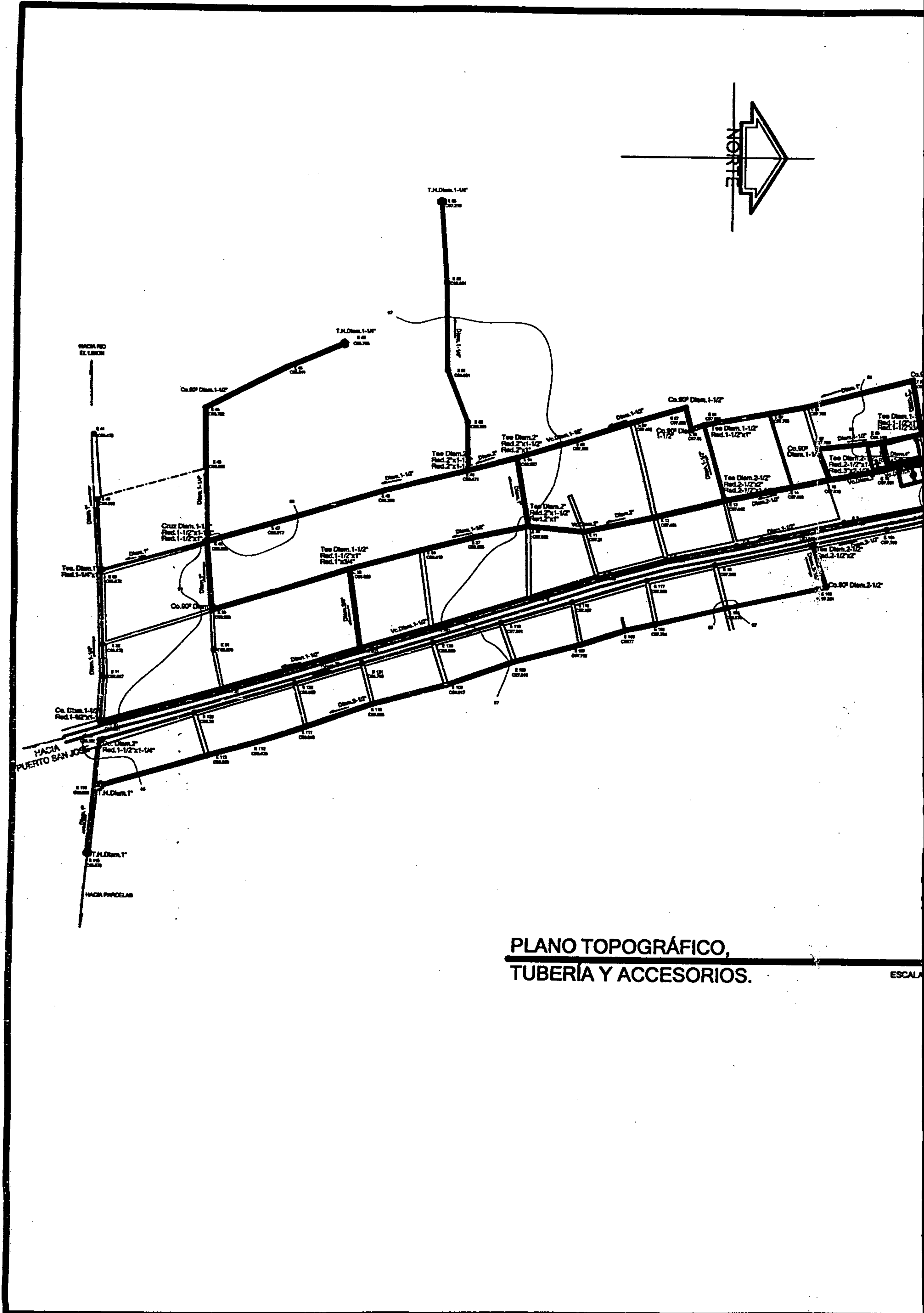


SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
□	CASA
□+	IGLESIA
□²	ESCUELA

ESCALA 1/5,000

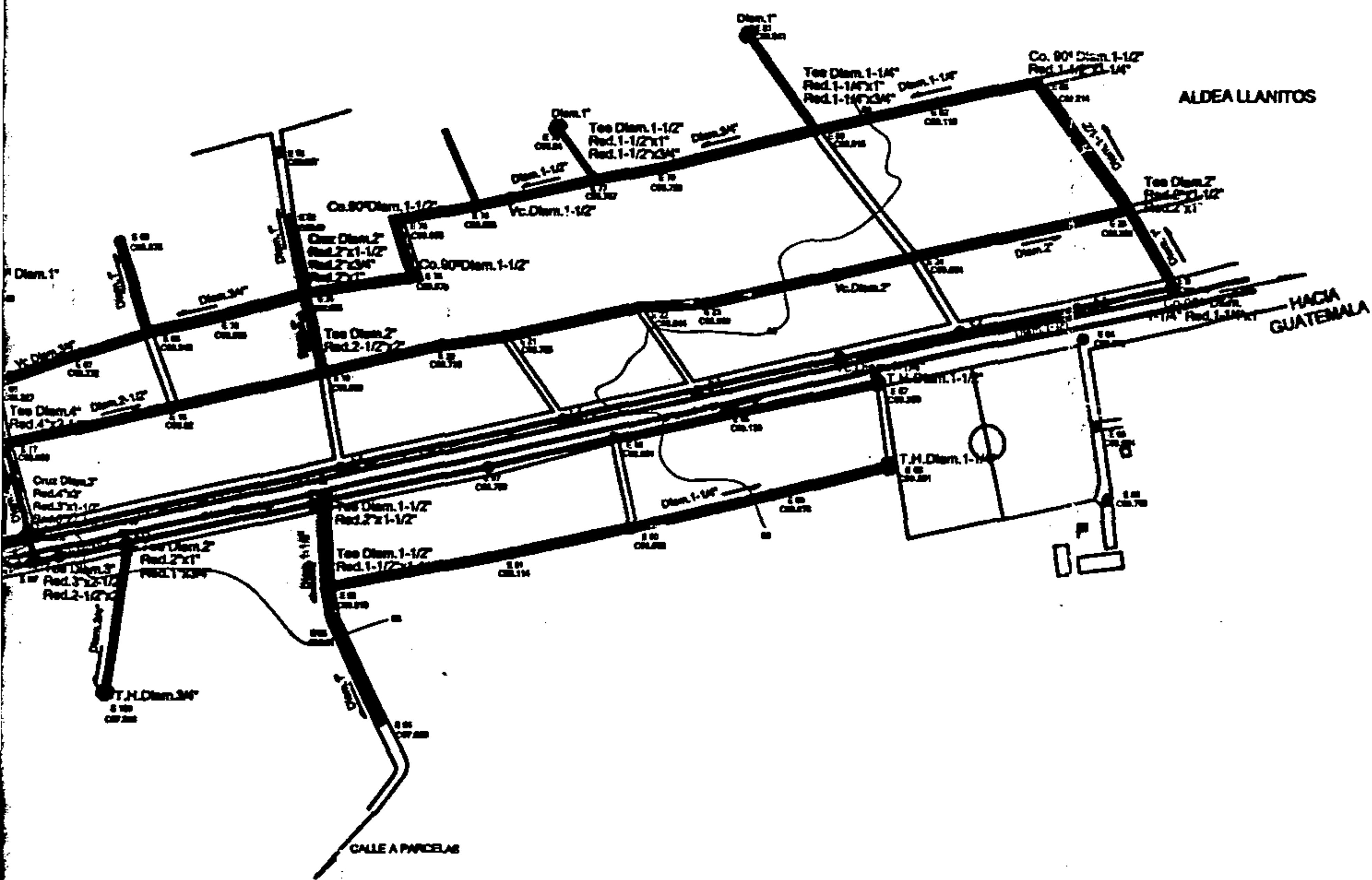
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD		DE INGENIERÍA.	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
PROYECTO <b>ACUEDUCTO</b>			
REGIÓN V CENTRO		DEPARTAMENTO ESCUINTLA	
MUNICIPIO MASAGUA			
ALDEA LAS GUACAS			
CONTIENE <b>PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA</b>			
DISEÑO BORIS GARCÍA		CALCULO BORIS GARCÍA	
LEVANTÓ MIGUEL RETANA		DIBUJÓ BORIS GARCÍA	
FECHA JULIO 2,003	ESCALA INDICADA	CÓDIGO	HOJA No. 1/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLOS E.P.S.	

Figura 10. Plano topográfico.



PLANO TOPOGRÁFICO,  
TUBERÍA Y ACCESORIOS.

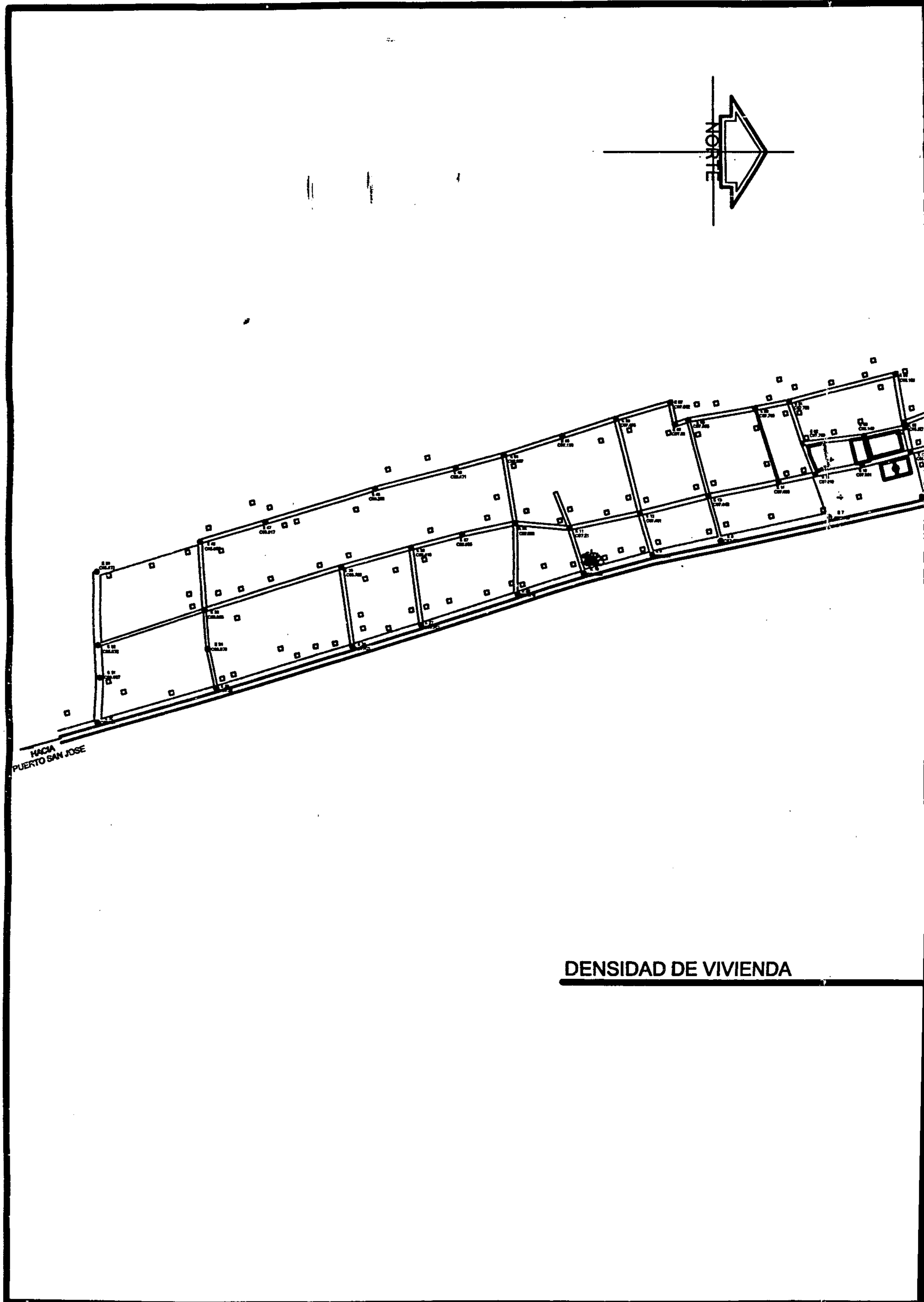
ESCALA

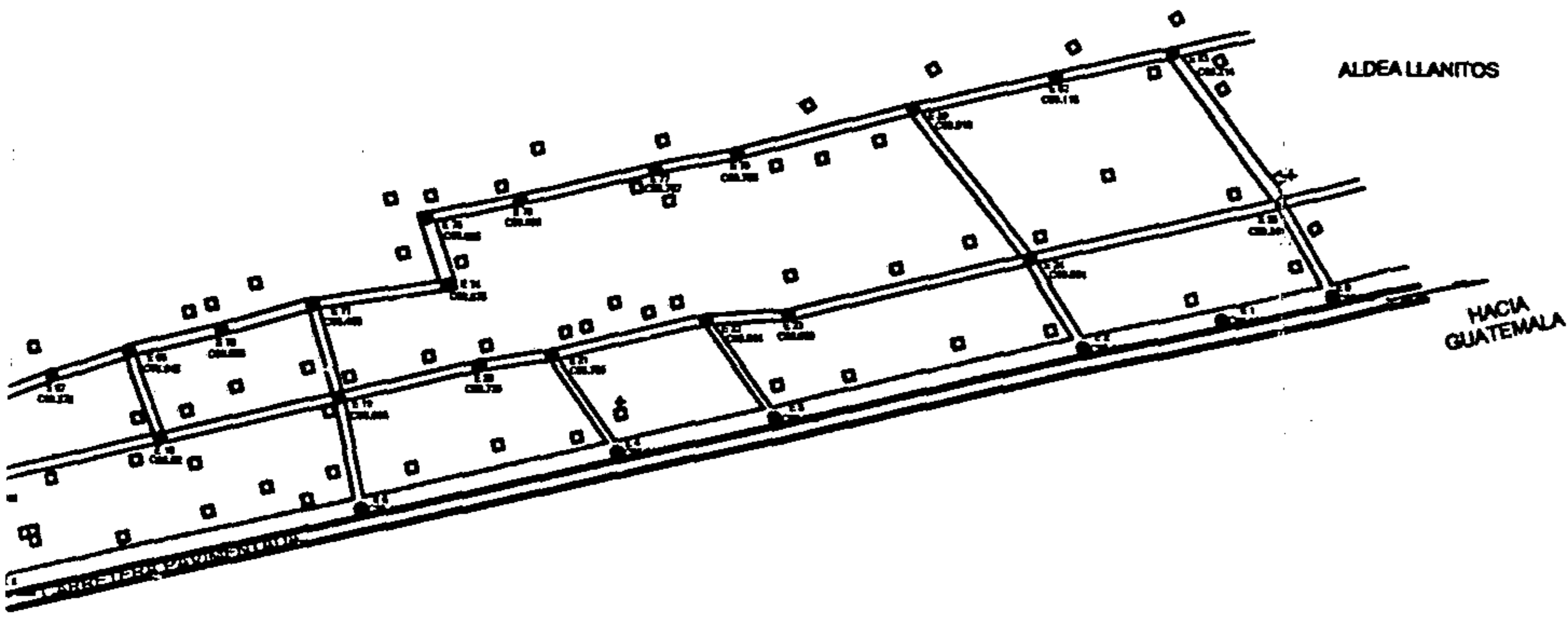


SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
—	TUBO PVC DIÁMETRO INDICADO
⊗	VÁLVULA DE COMPUERTA
⊕	CRUZ PVC. DIÁMETRO INDICADO
⊥	TEE PVC. DIÁMETRO INDICADO
⌋	CODO A 90°
Y	REDUCTOR
T	TAPÓN HEMBRA
→	INDICA SENTIDO DE LA CORRIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD DE INGENIERÍA.			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
PROYECTO <b>ACUEDUCTO</b>			
REGIÓN	V CENTRAL	DEPARTAMENTO	ESCUINTLA
MUNICIPIO	MASAGUA		
ALDEA	LAS GUACAS		
CONTIENE	PLANO TOPOGRÁFICO		
DISEÑO	BORIS GARCÍA	CALCULO	BORIS GARCÍA
LEVANTÓ	MIGUEL RETANA	DIBUJO	BORIS GARCÍA
FECHA	JULIO 2003	ESCALA	INDICADA
CÓDIGO		HOJA No.	2/12
Vo Bo ALCALDE	SELLO ALCALDIA		
Vo Bo E.P.S.	SELLOS E.P.S.		

Figura 11. Planta densidad de vivienda circuitos cerrados.



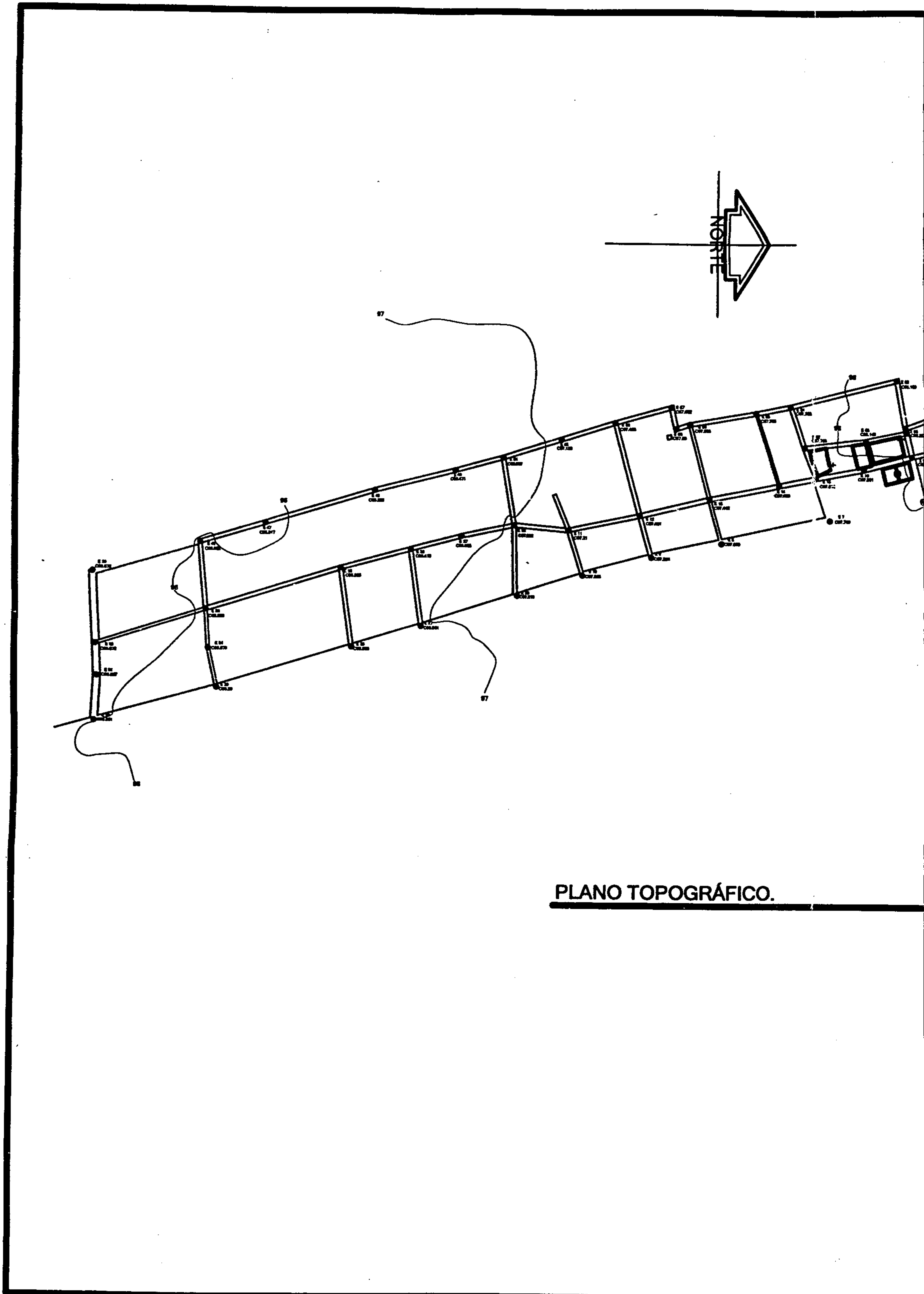


SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
□	CASA
□+	IGLESIA
□ <sup>a</sup>	ESCUELA

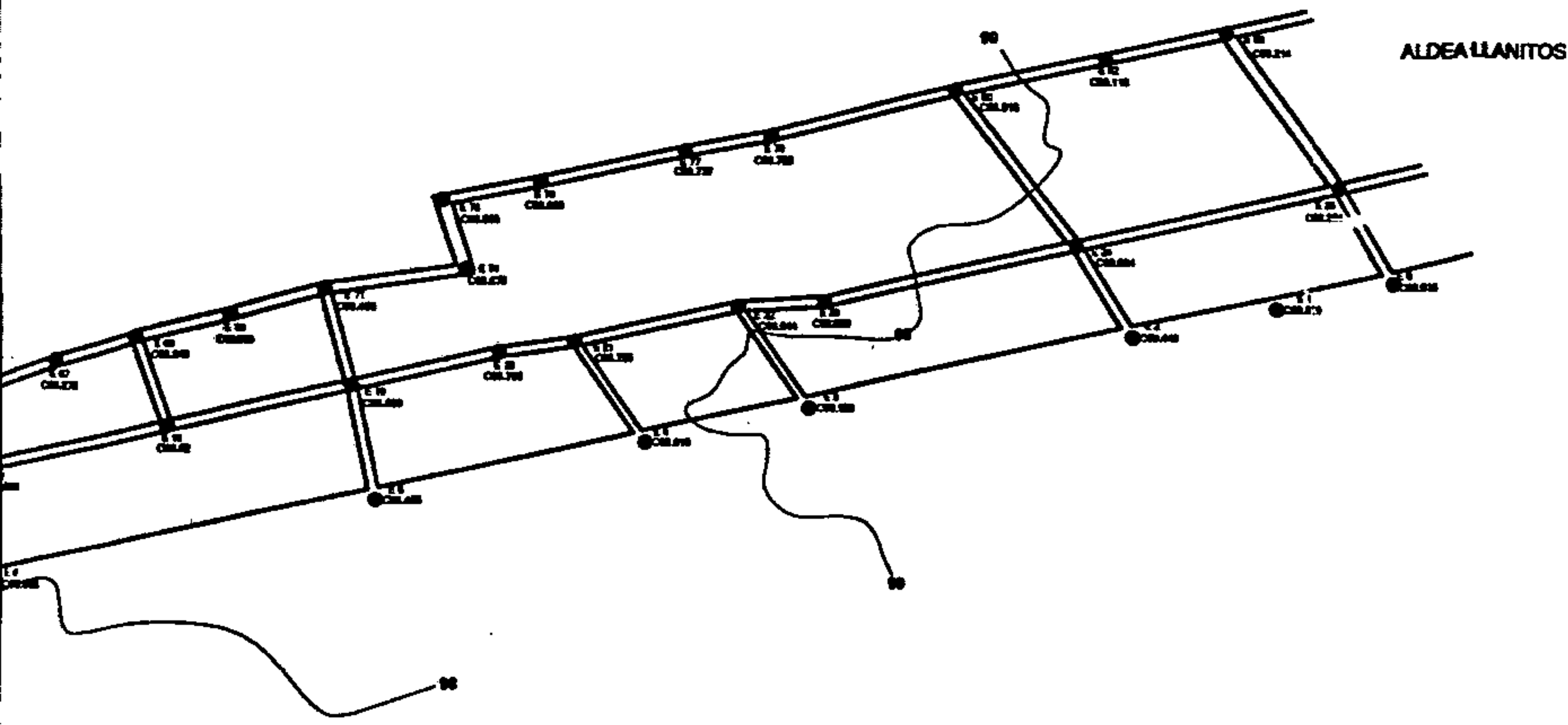
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD DE INGENIERÍA.			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
PROYECTO <b>ACUEDUCTO</b>			
REGION V CENTRO		DEPARTAMENTO ESCUINTLA	
MUNICIPIO MASAGUA			
ALDEA LAS GUACAS			
CONTIENE <b>PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA CIRCUITOS CERRADOS</b>			
DISEÑO BORIS GARCÍA		CALCULO BORIS GARCÍA	
LEVANTÓ MIGUEL RETANA		DIBUJO BORIS GARCÍA	
FECHA JULIO 2,003	ESCALA INDICADA	CÓDIGO	HOJA No. 3/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLOS E.P.S.	

ESCALA 1/5,000

Figura 12. Plano topográfico circuitos cerrados.



PLANO TOPOGRÁFICO.

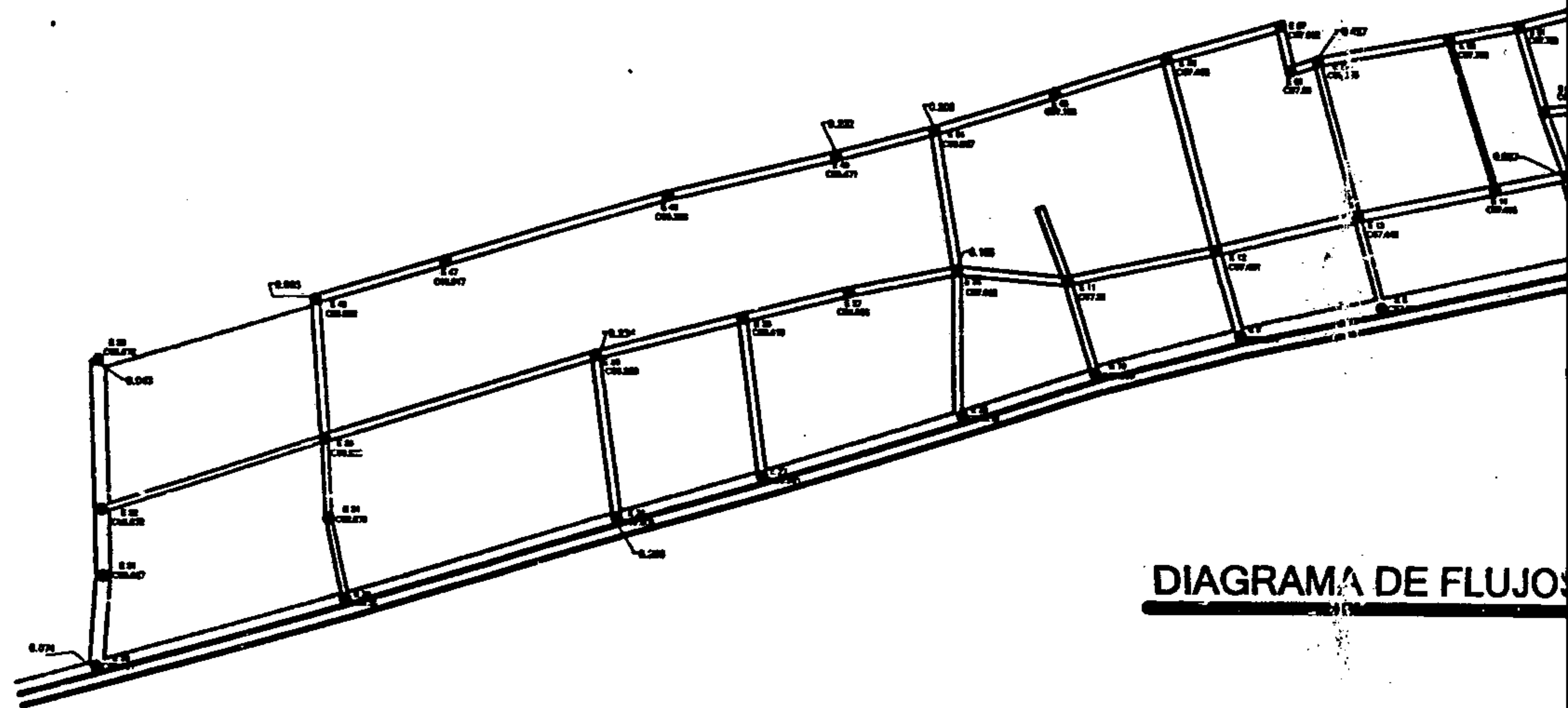


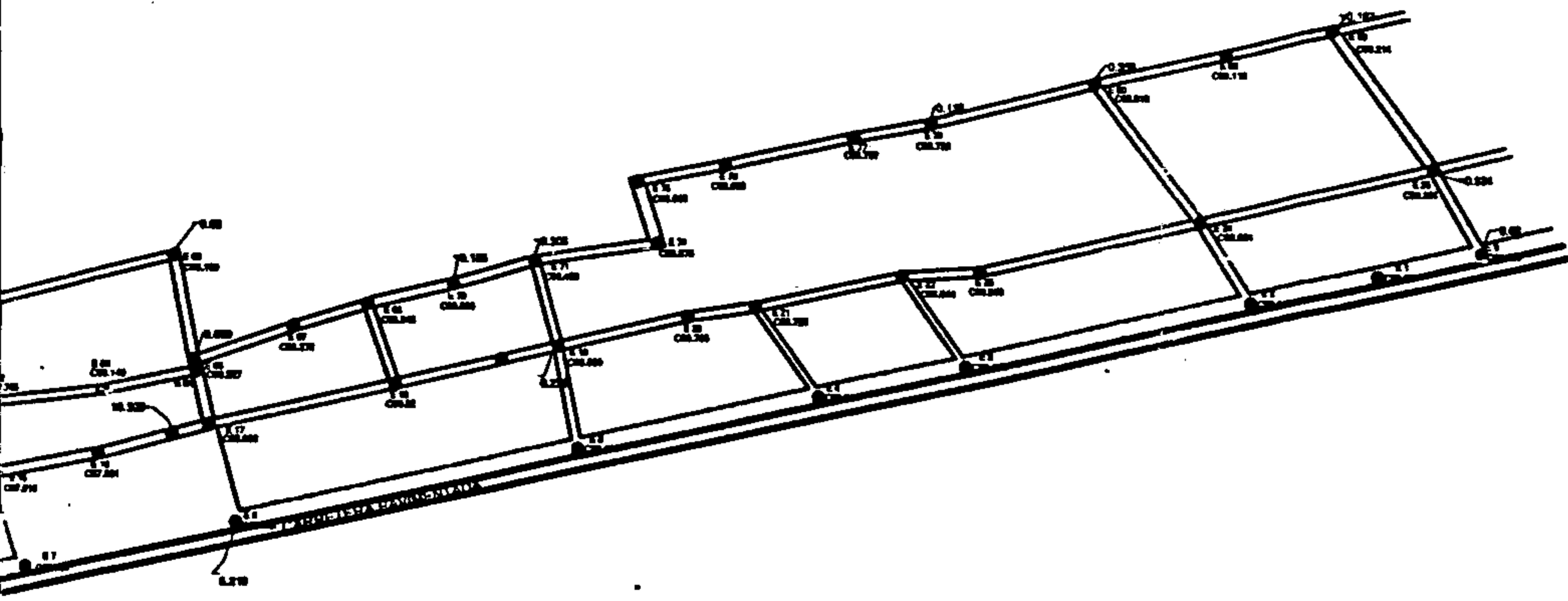
ESCALA 1/5,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD DE INGENIERÍA.			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
PROYECTO			
SISTEMA DE AGUA POTABLE			
REGIÓN	V CENTRAL	DEPARTAMENTO	ESCUINTLA
MUNICIPIO	MASAGUA		
ALDEA	LAS GUACAS		
CONTIENE	PLANO TOPOGRÁFICO CIRCUITOS CERRADOS		
DISEÑO	BORIS GARCÍA	CALCULÓ	BORIS GARCÍA
LEVANTÓ	MIGUEL RETANA	DIBUJÓ	BORIS GARCÍA
FECHA	ESCALA	CÓDIGO	HOJA No.
JULIO 2003			4/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLO E.P.S.	



Figura 13. Diagrama de flujos y puntos de consumo.



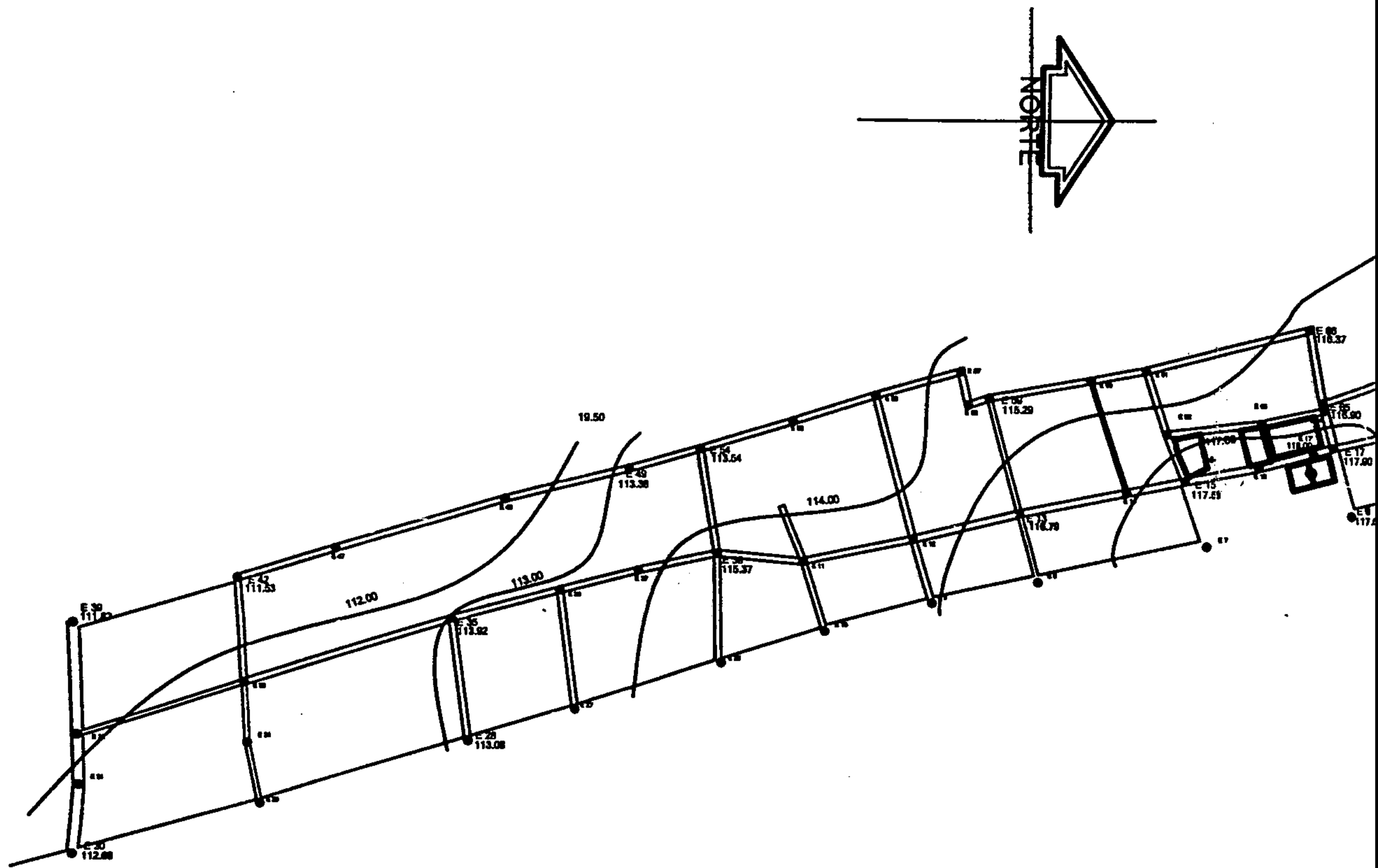


**S Y PUNTOS DE CONSUMO**

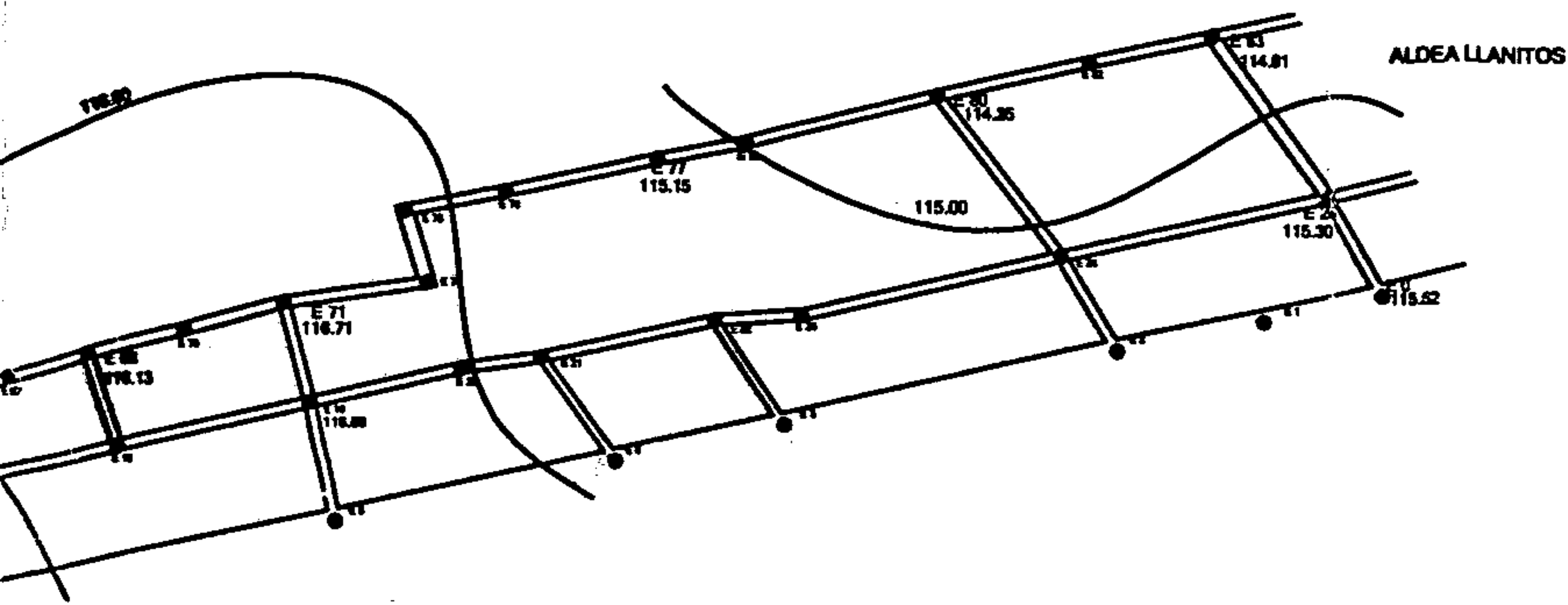
ESCALA 1/5,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD		DE INGENIERÍA.	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)			
PROYECTO			
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>			
REGIÓN	V CENTRAL	DEPARTAMENTO	ESCUINTLA
MUNICIPIO	MASAGUA		
ALDEA	LAS GUACAS		
CONTIENE	<b>DIAGRAMA DE FLUJOS Y PUNTOS DE CONSUMO</b>		
DISEÑO	BORIS GARCÍA	CALCULO	BORIS GARCÍA
LEVANTÓ	MIGEL RETANA	DIBUJÓ	BORIS GARCÍA
FECHA	JULIO 2003	ESCALA	INDICADA
CÓDIGO		HOJA No.	5/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLOS E.P.S.	

Figura 14. Curvas de presión.



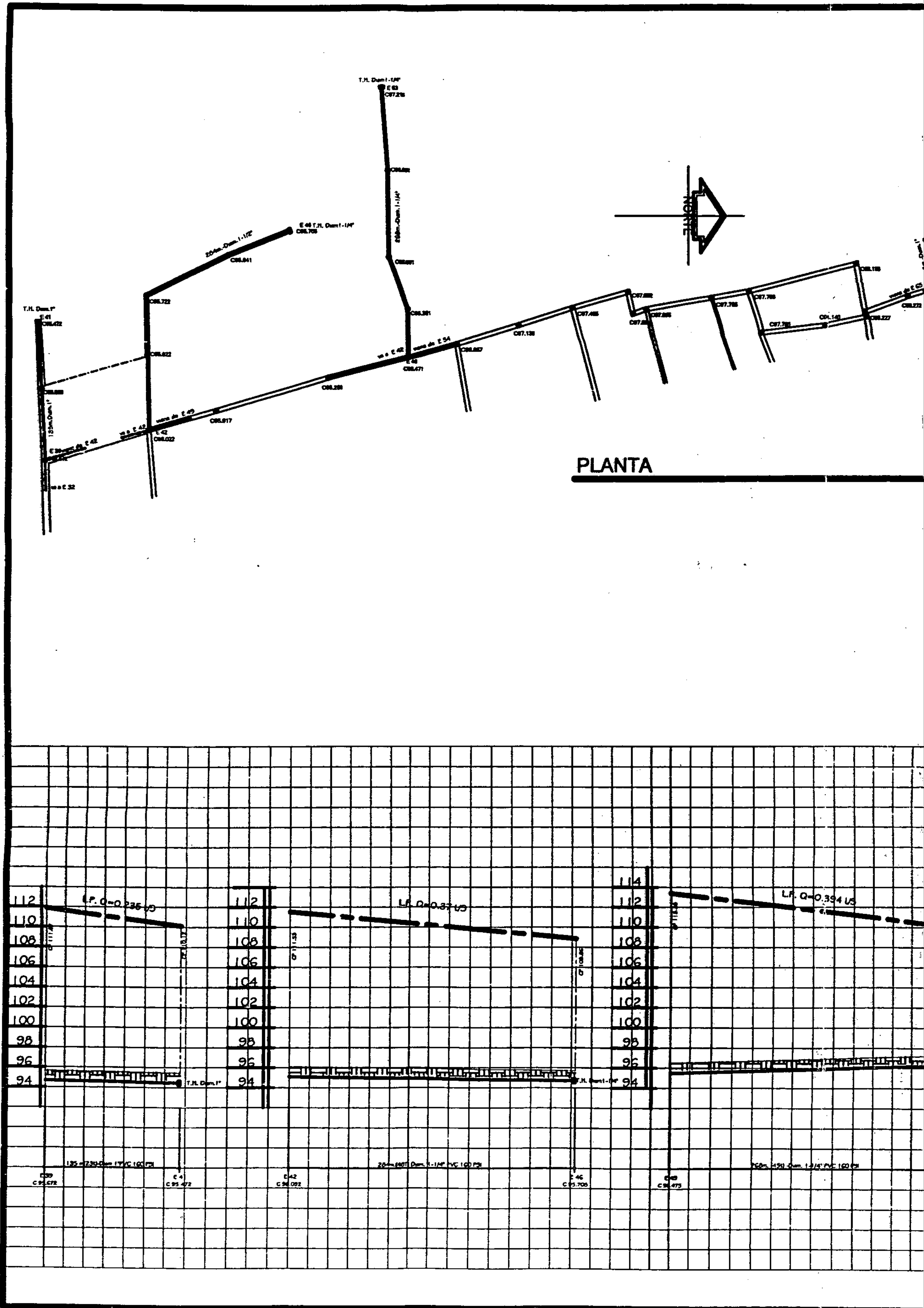
PLANO CURVAS DE PRESIÓN.



ESCALA 1/5,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERÍA. EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)				
PROYECTO <b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
REGIÓN	V CENTRAL	DEPARTAMENTO	ESCUINTLA	
MUNICIPIO	MASAGUA			
ALDEA	LAS GUACAS			
CONTIENE <b>CURVAS DE PRESIÓN</b>				
DISEÑO	BORIS GARCÍA		CALCULÓ	BORIS GARCÍA
LEVANTÓ	MIGUEL RETANA		DIBUJÓ	BORIS GARCÍA
FECHA	ESCALA	CÓDIGO	HOJA No.	
JULIO 2,003	INDICADA		6/12	
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA		
Vo Bo E.P.S.		SELLO E.P.S.		

Figura 15. Planta-perfil de la red de distribución lado oeste.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

PROYECTO  
**ACUEDUCTO**

REGIÓN V CENTRAL DEPARTAMENTO ESCUINTLA

MUNICIPIO MASAGUA

ALDEA LAS GUACAS

CONTIENE  
**PLANTA - PERFIL  
RED DE DISTRIBUCIÓN**

DISEÑO BORIS GARCÍA CALCULO BORIS GARCÍA

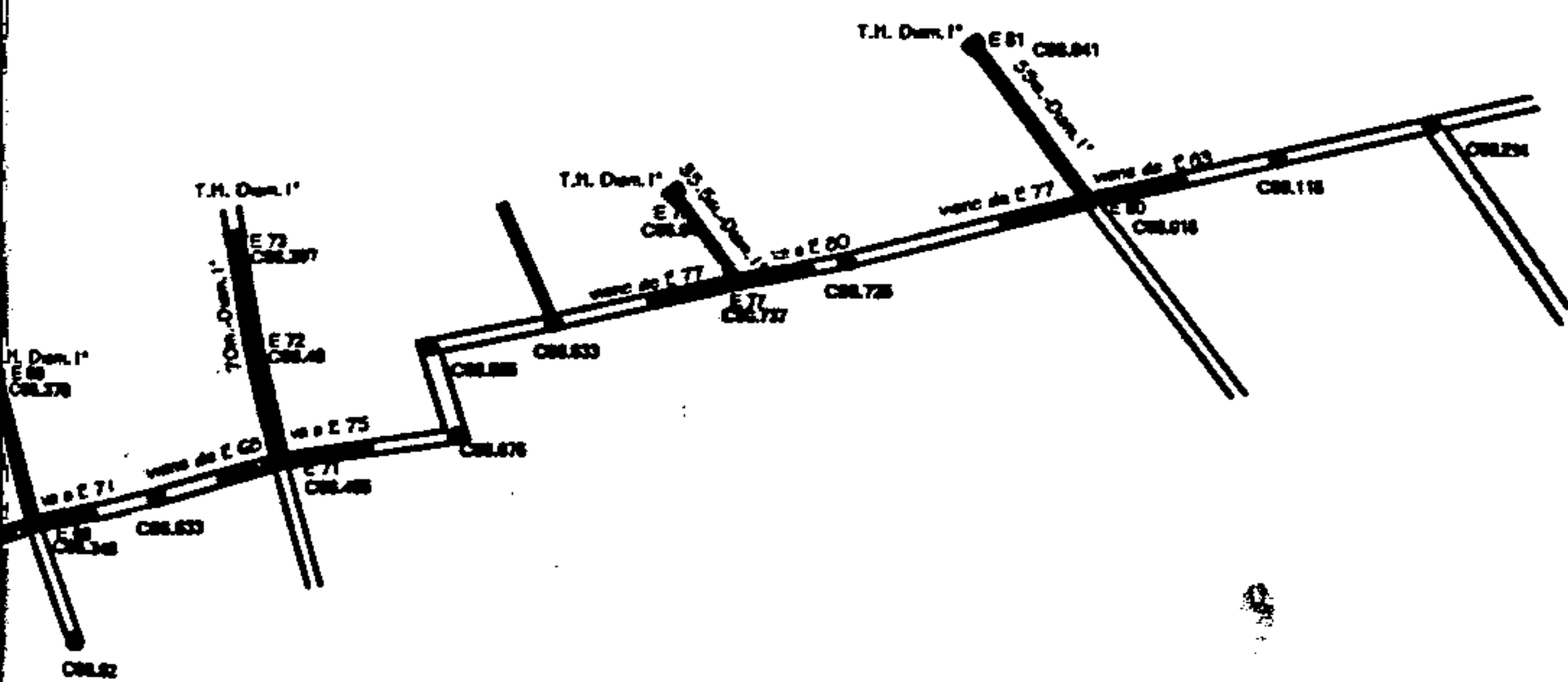
LEVANTO MIGUEL RETANA DIBUJO BORIS GARCÍA

FECHA JULIO 2003 ESCALA INDICADA CODIGO HOJA No. 7/12

Vo Bo ALCALDE SELLO ALCALDIA

Vo Bo E.P.S. SELLOS E.P.S.

ALDEA LLANITOS



**ESCALAS**

PLANTA  
HORIZONTAL  
VERTICAL

1/5,000  
1/5,000  
1/500

ESCALA 1/2,000

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO PVC DIÁMETRO INDICADO
Q	CAUDAL LITROS/SEGUNDO
L.P.	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TEE PVC. DIÁMETRO INDICADO
	CODO A 90°
	REDUCTOR
	TAPÓN HEMBRA
	INDICA SENTIDO DE LA CORRIENTE

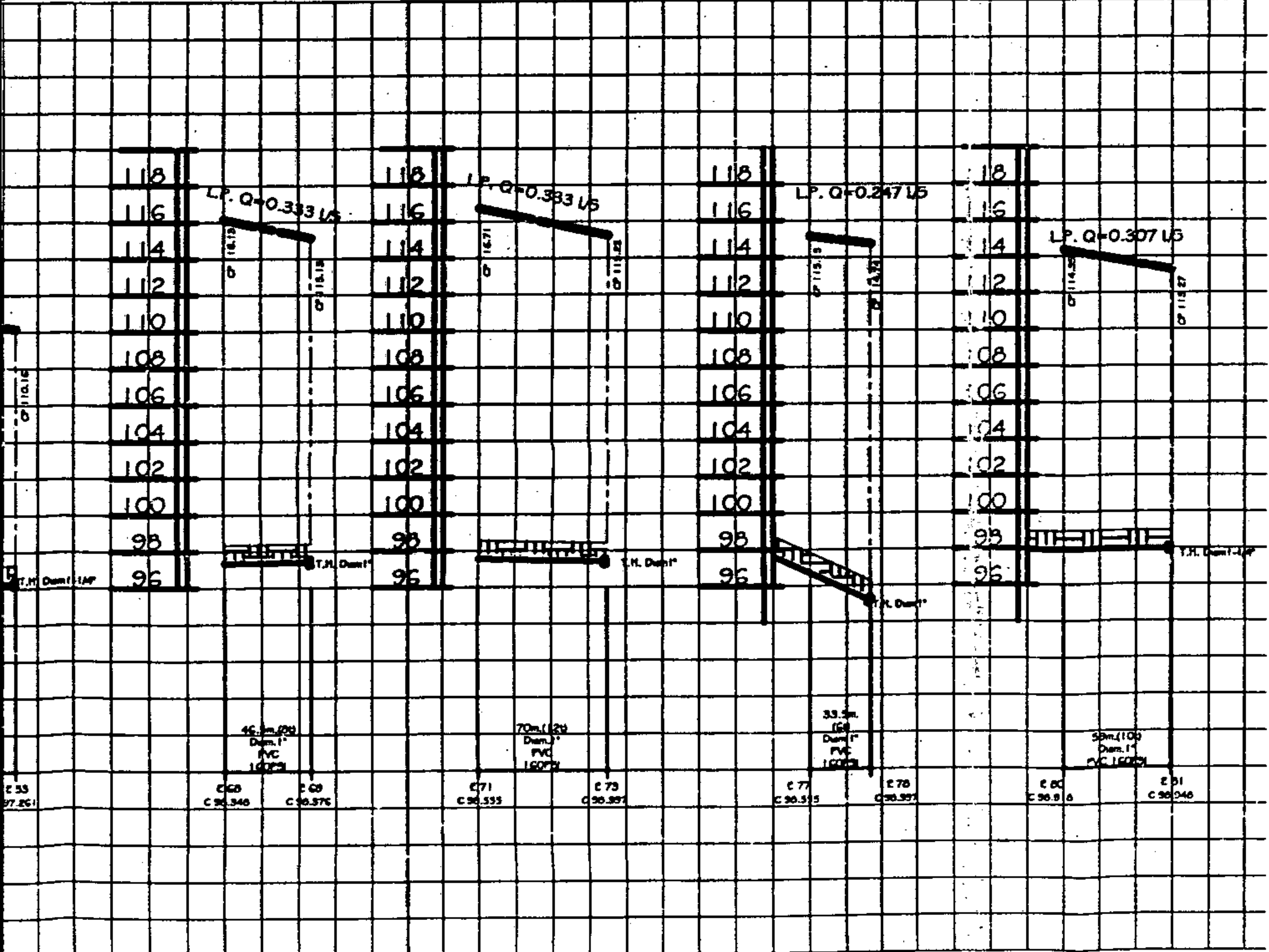
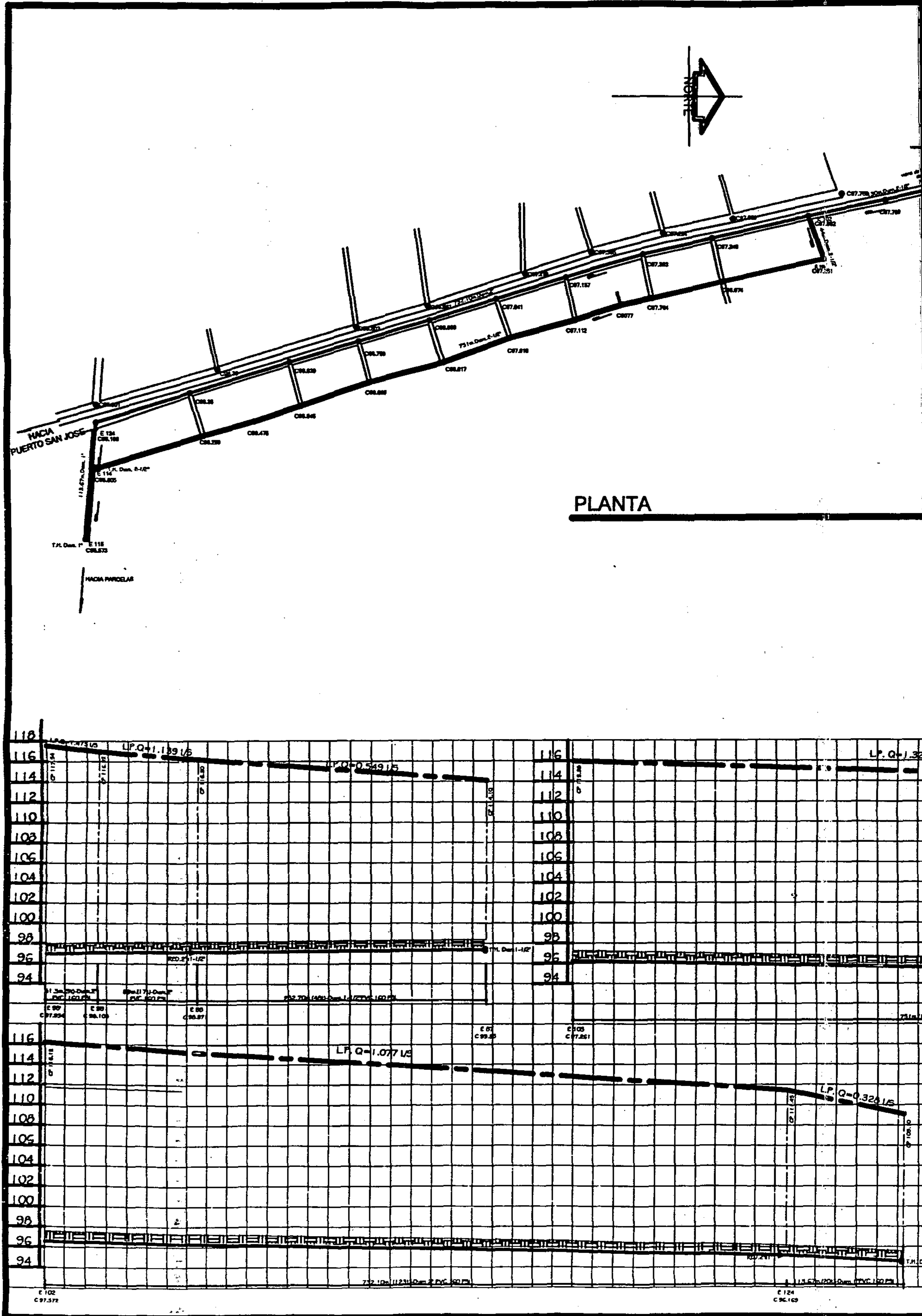


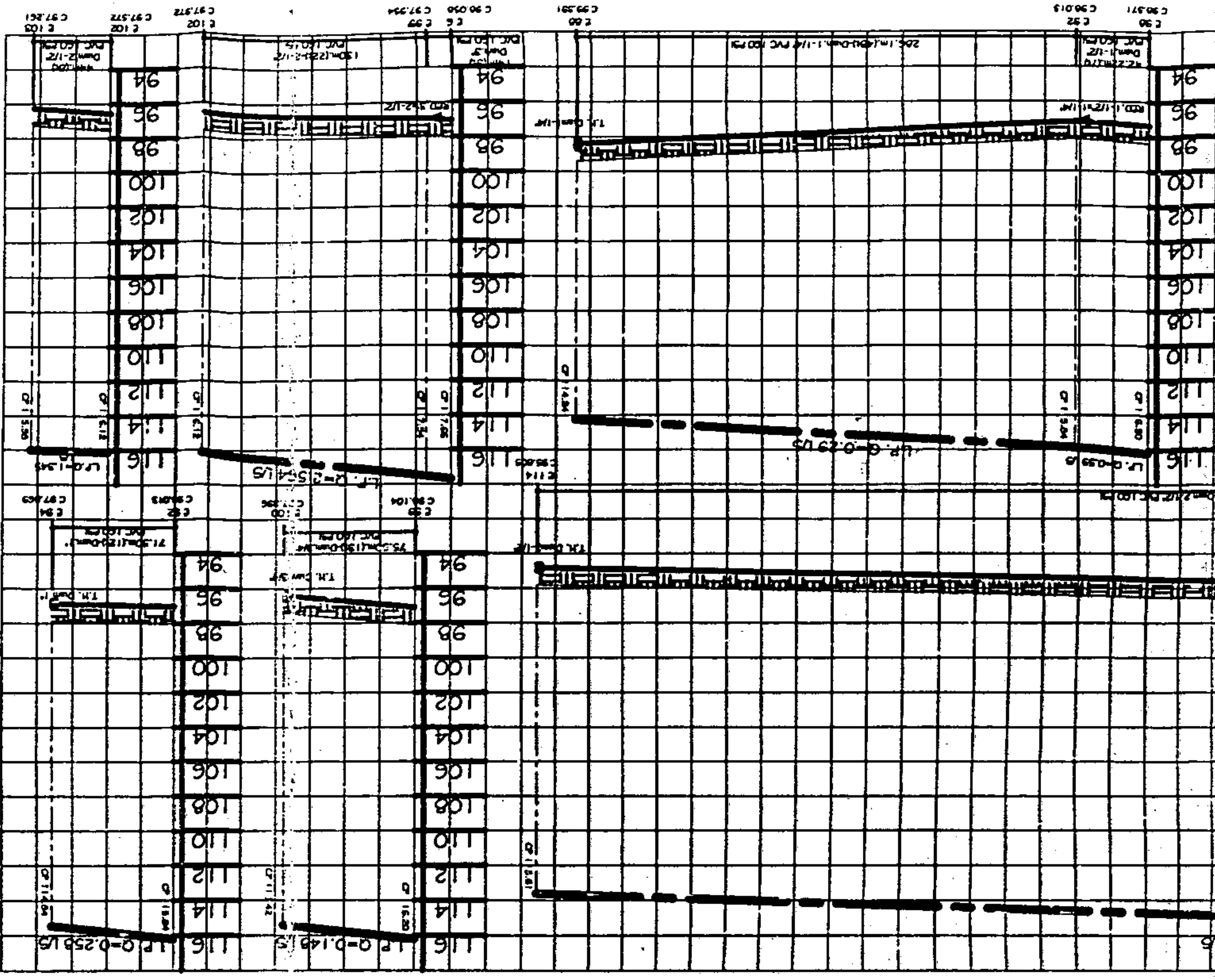
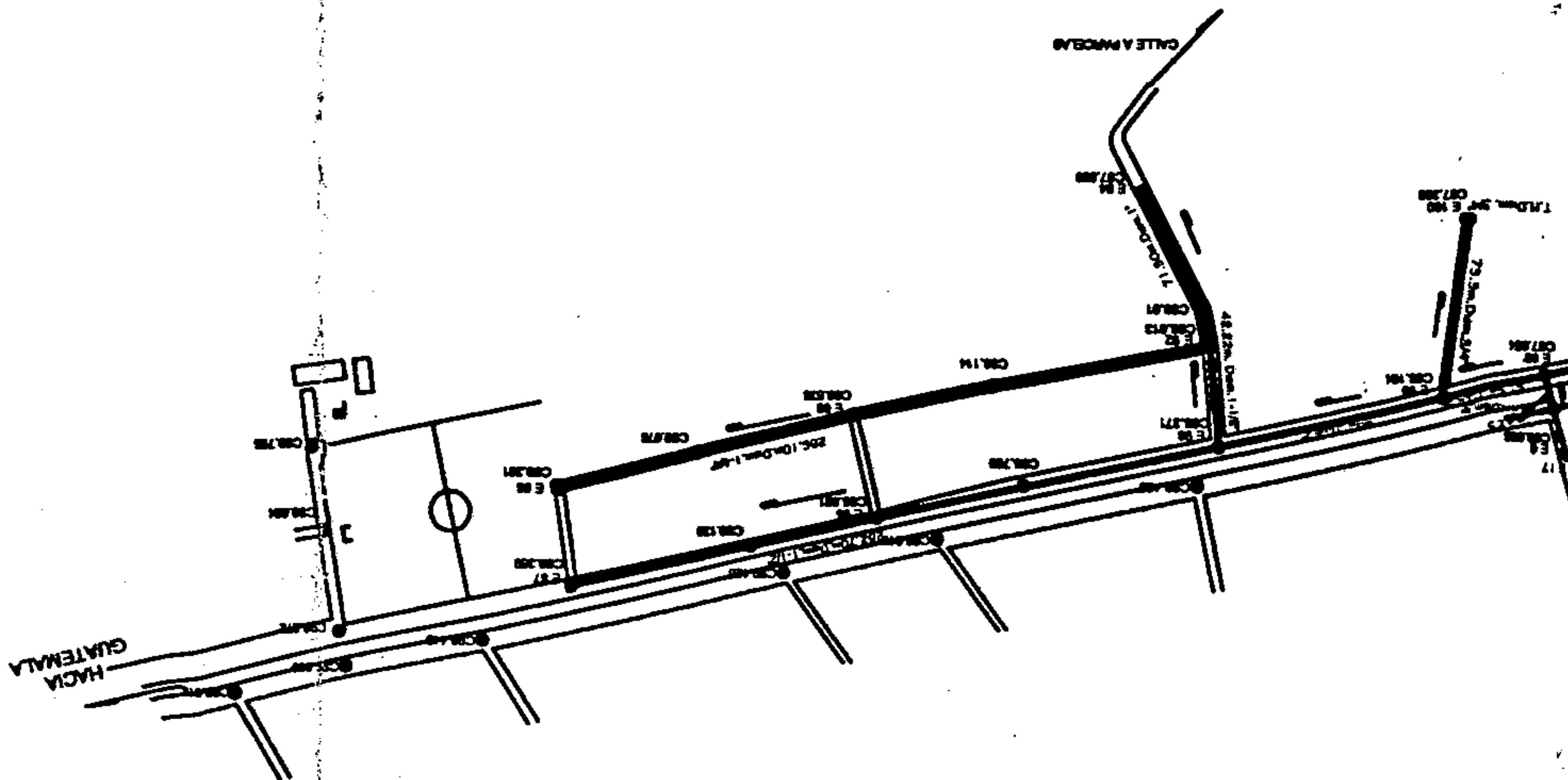
Figura 16. Planta-perfil de la red de distribución lado este.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.		FACULTAD DE INGENIERIA.		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		PROYECTO	
ACUEDUCTO		REGION		DEPARTAMENTO		ESCUINTLA	
MUNICIPIO		MASAGUA		ALDEA		LAS GUACAS	
CONTIENE		PLANTA - PERFIL					
DISEÑO		BORIS GARCIA		CALCULO		BORIS GARCIA	
LEVANTO		MIGUEL RETANA		DIBUJO		BORIS GARCIA	
FECHA		JULIO 2003		ESCALA		INDICADA	
VO BO ALCALDE		SELO ALCALDA		CODIGO		HOJA No. 8/12	
VO BO E.P.S.		SELOS E.P.S.					

SIMBOLOGIA	
—	TUBO PVC DIAMETRO INDICADO
○	CAUDAL ULTRASEGUNDO
L.P.	LINEA PIEZOMETRICA
+	TEE PVC DIAMETRO INDICADO
+	CODO A 90°
Y	REDUCTOR
+	TAPON HEMBRA
→	INDICA SENTIDO DE LA CORRIENTE

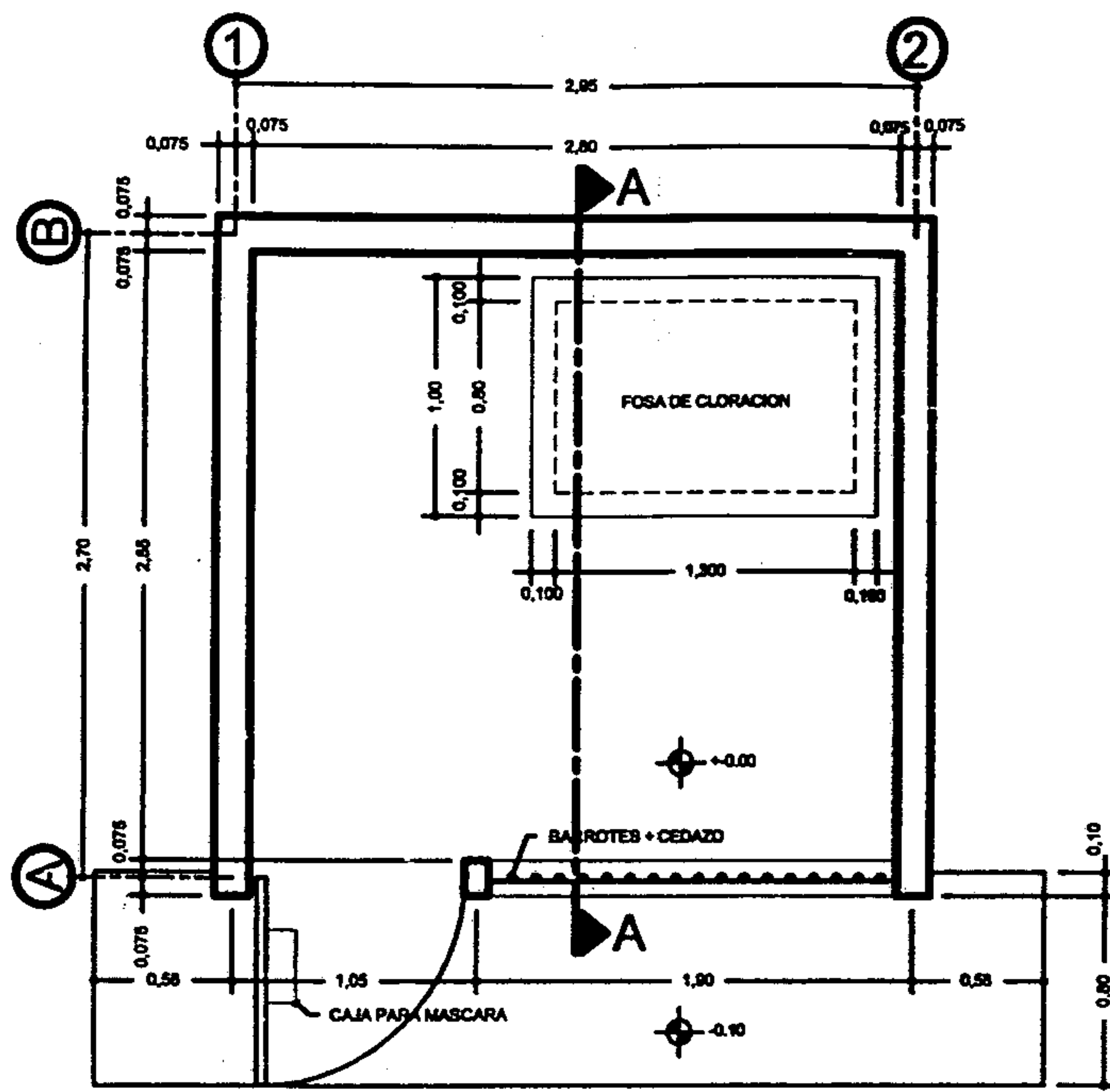
ESCALAS  
 PLANTA 1/5,000  
 HORIZONTAL 1/5,000  
 VERTICAL 1/500



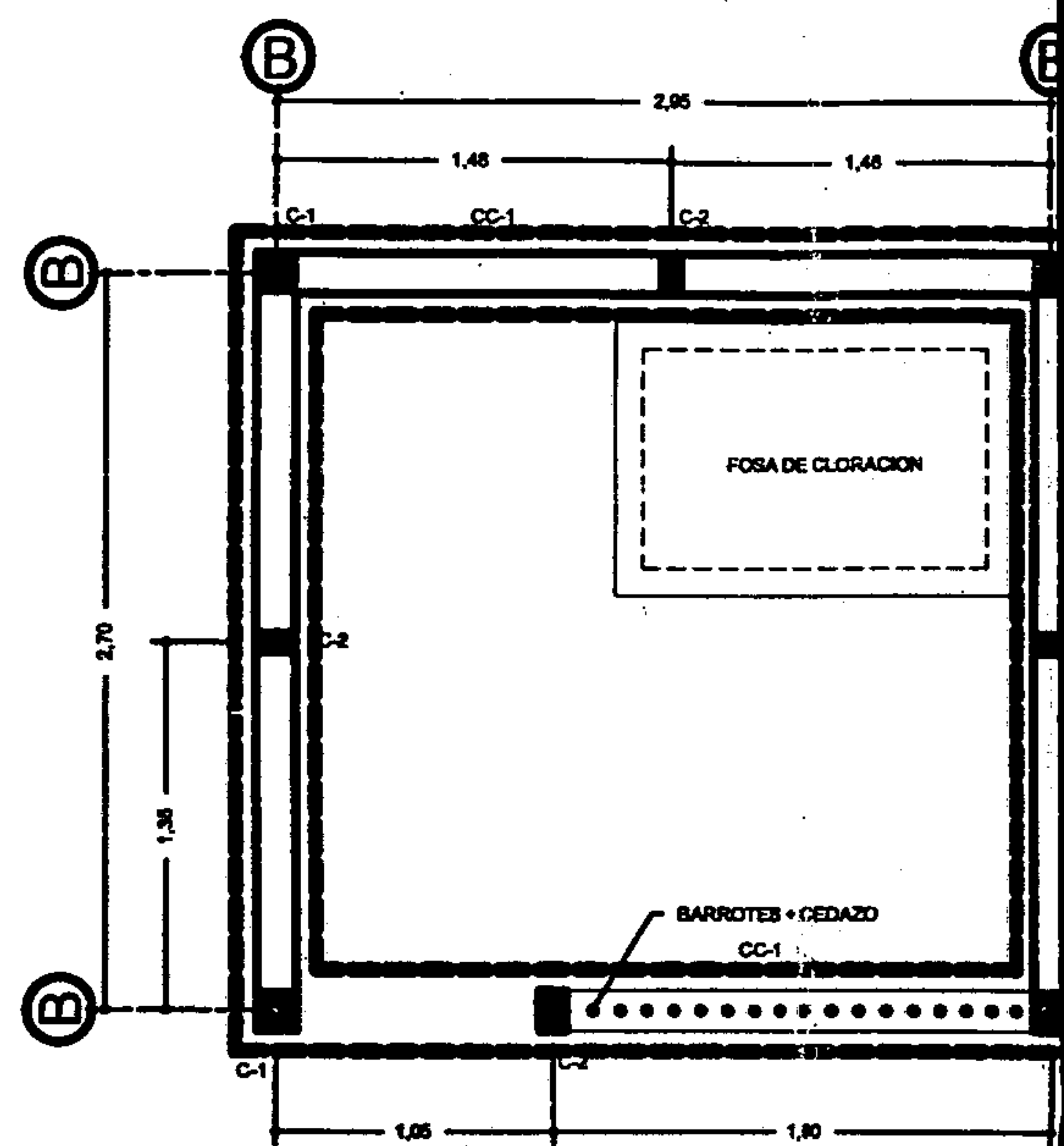
ESCALA 1/2,000



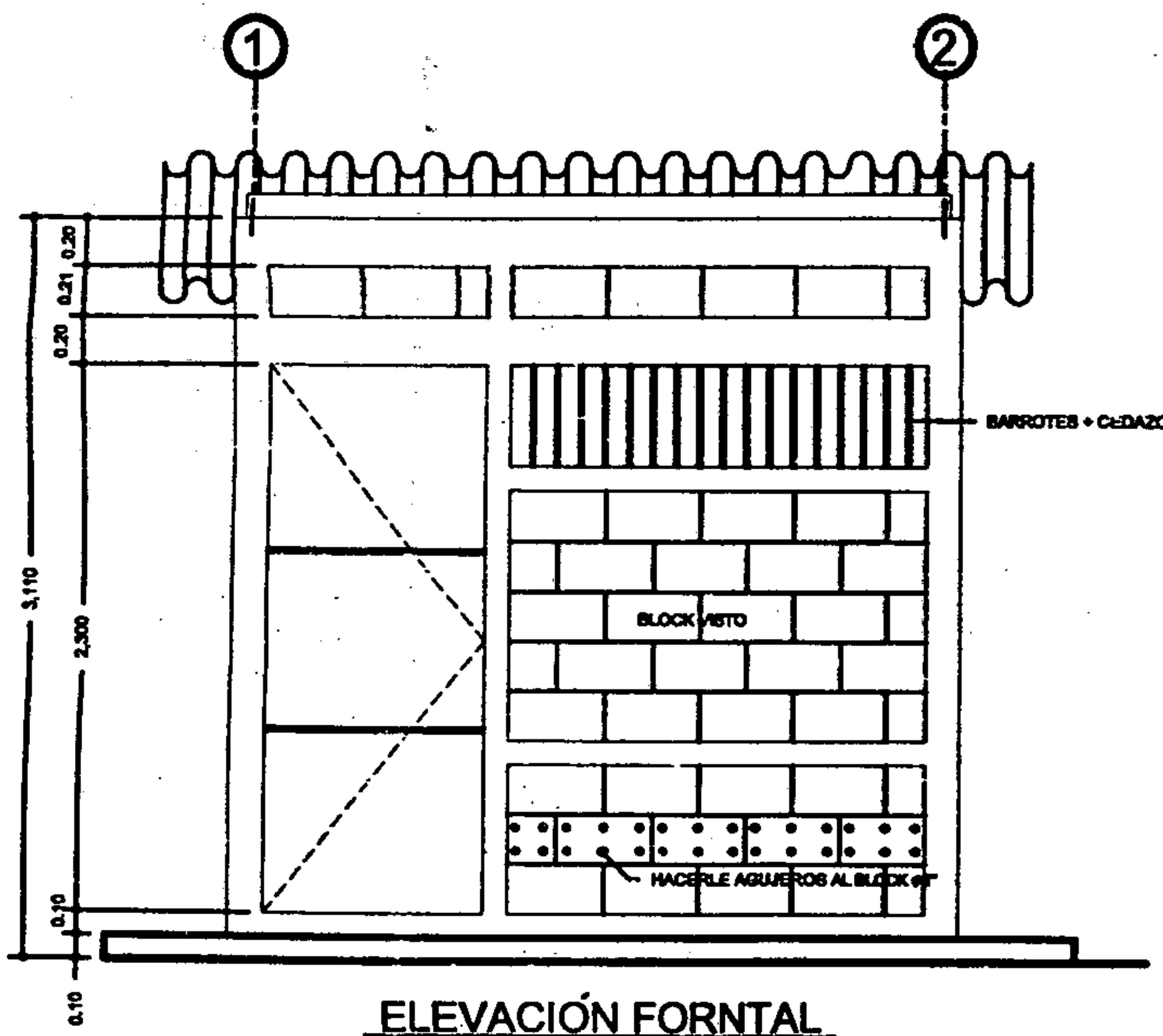
Figura 17. Caseta de cloración.



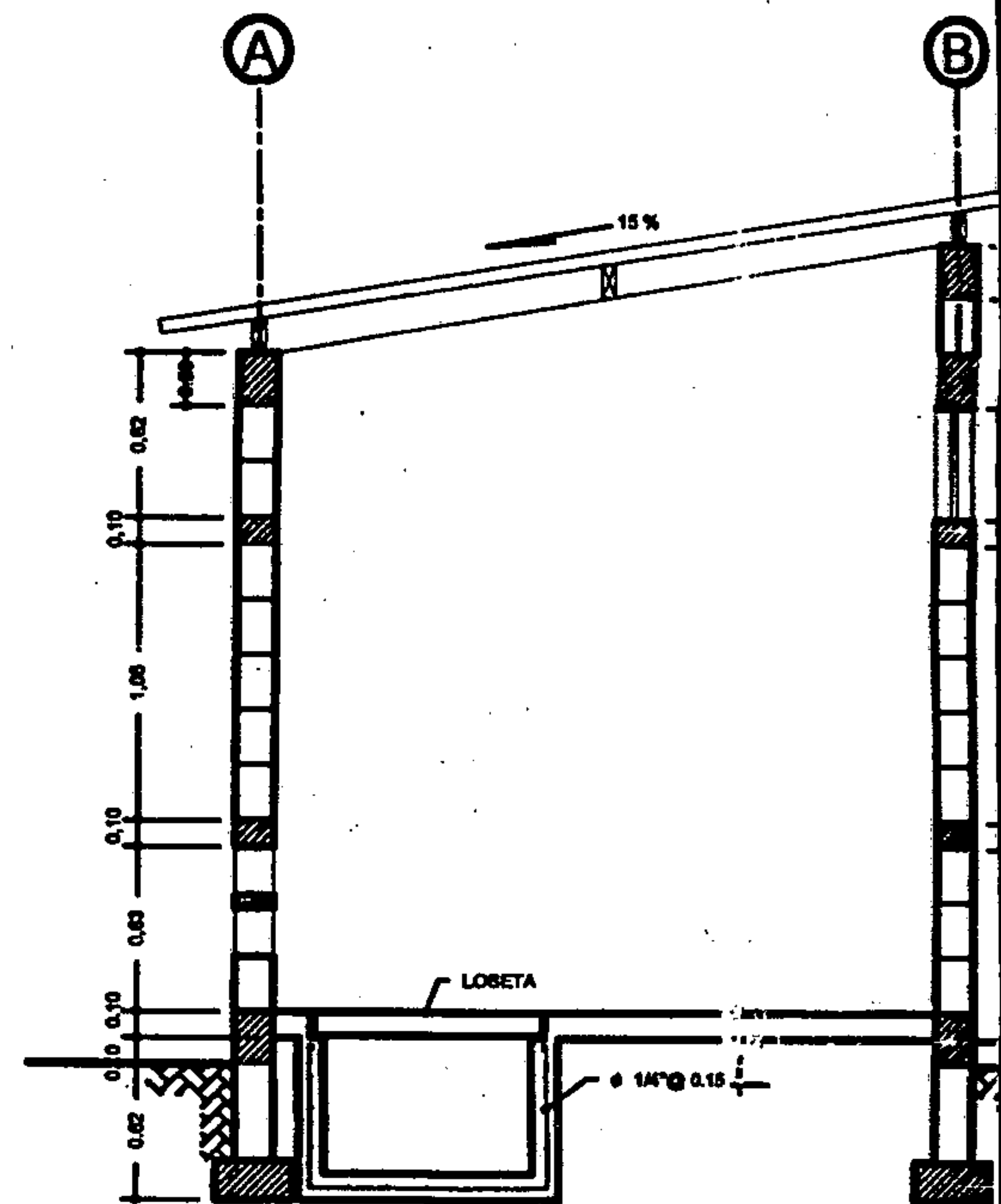
PLANTA ACOTADA  
ESCALA 1/50



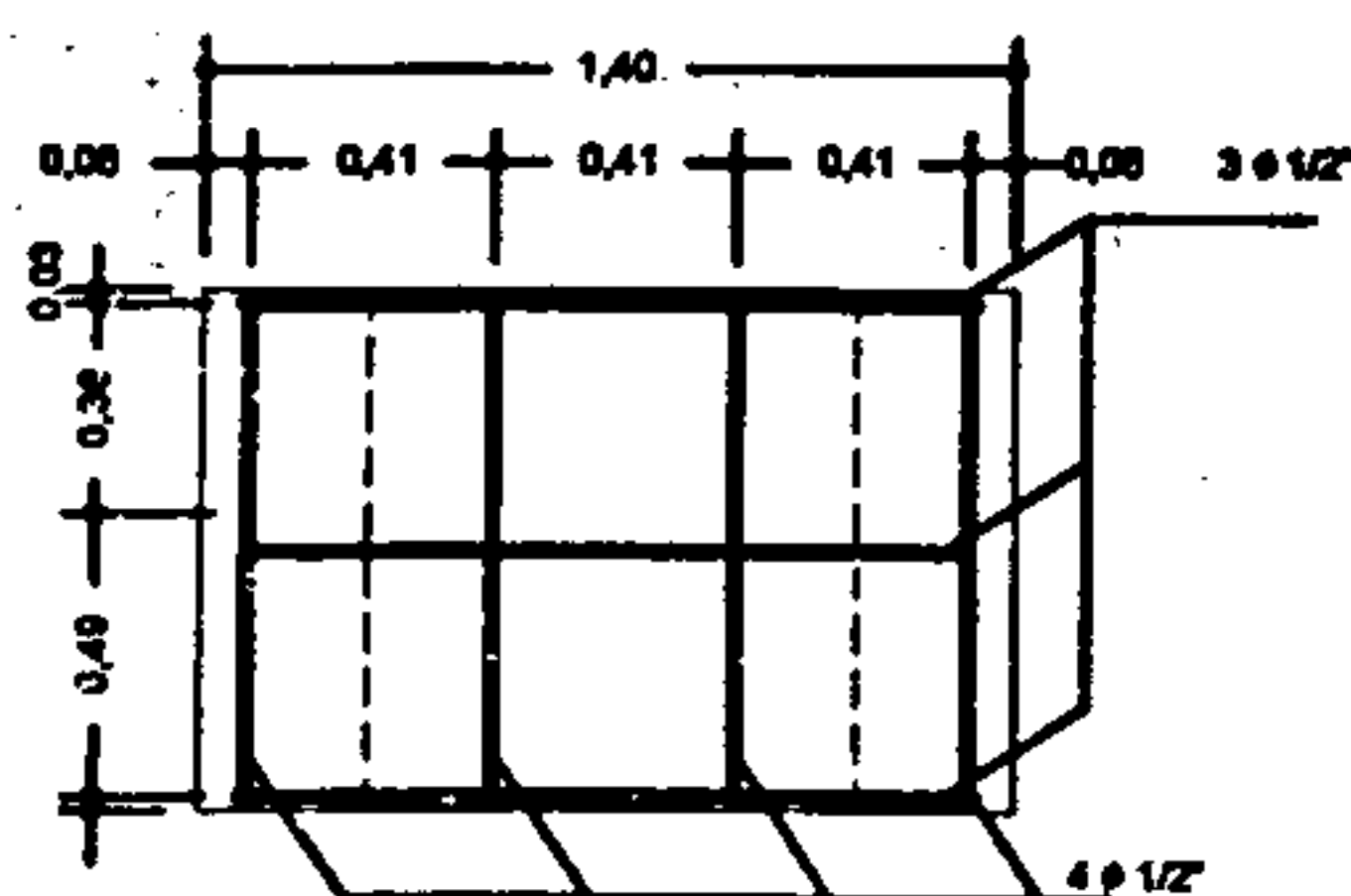
PLANTA DE CIMENTACION  
ESCALA 1/50



ELEVACION FORNTAL  
ESCALA 1/50



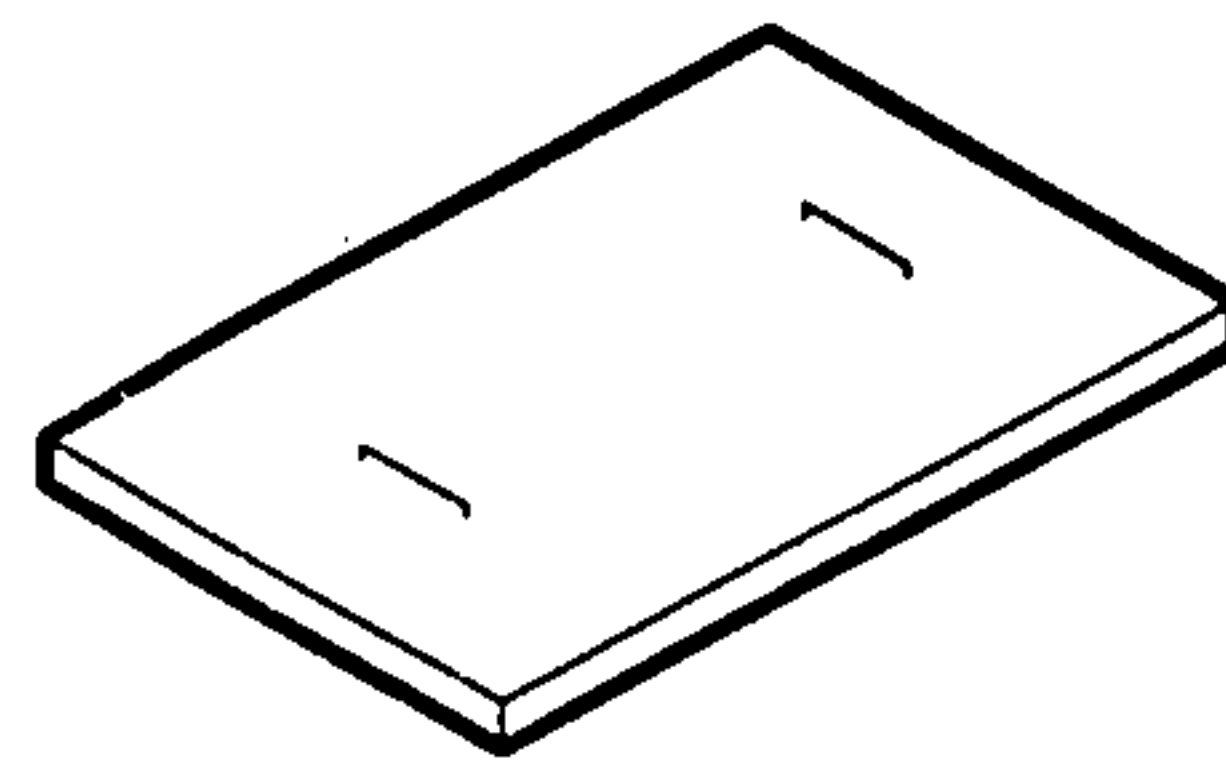
SECCION A-A  
ESCALA 1/50



PLANTA

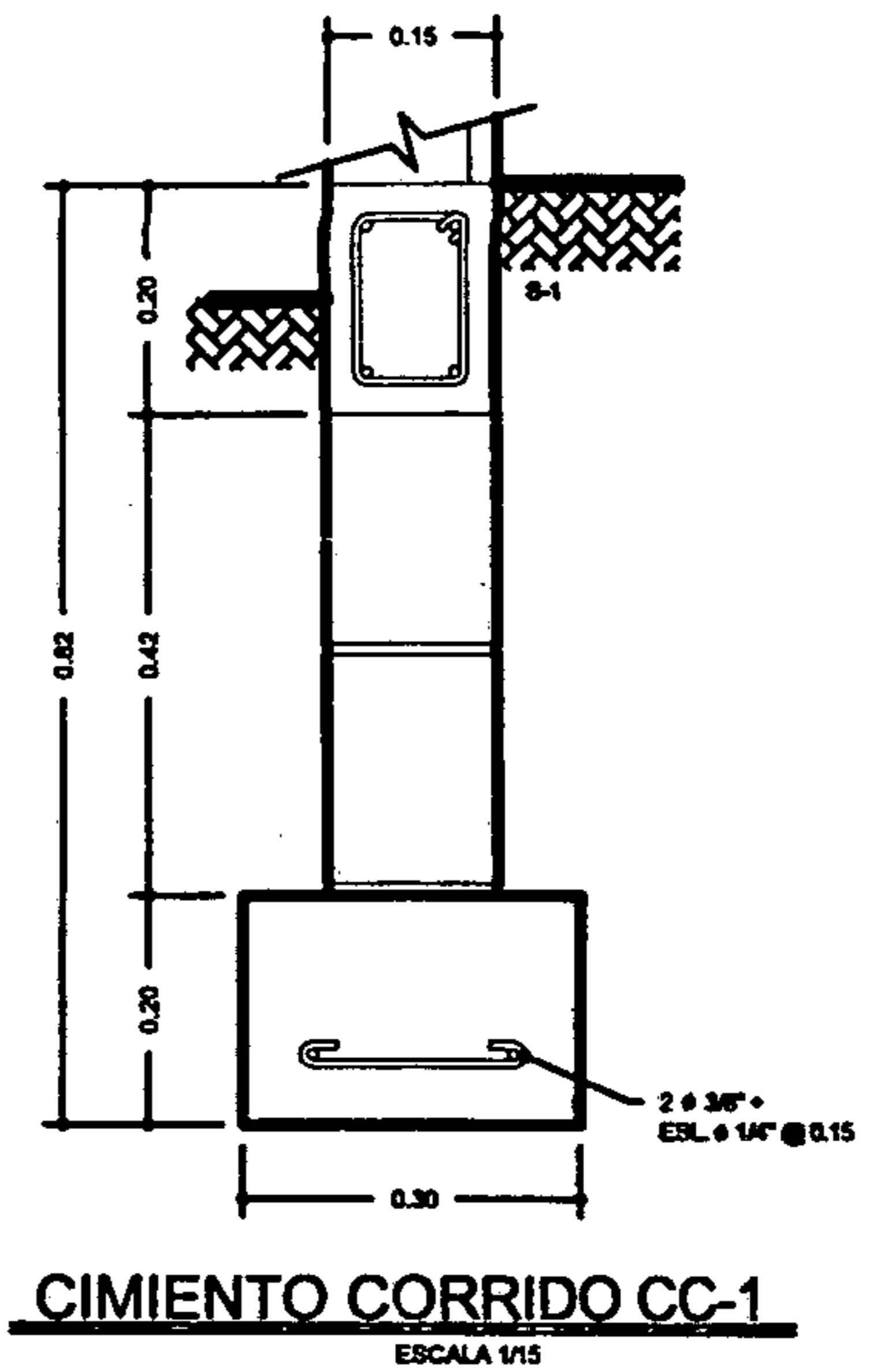
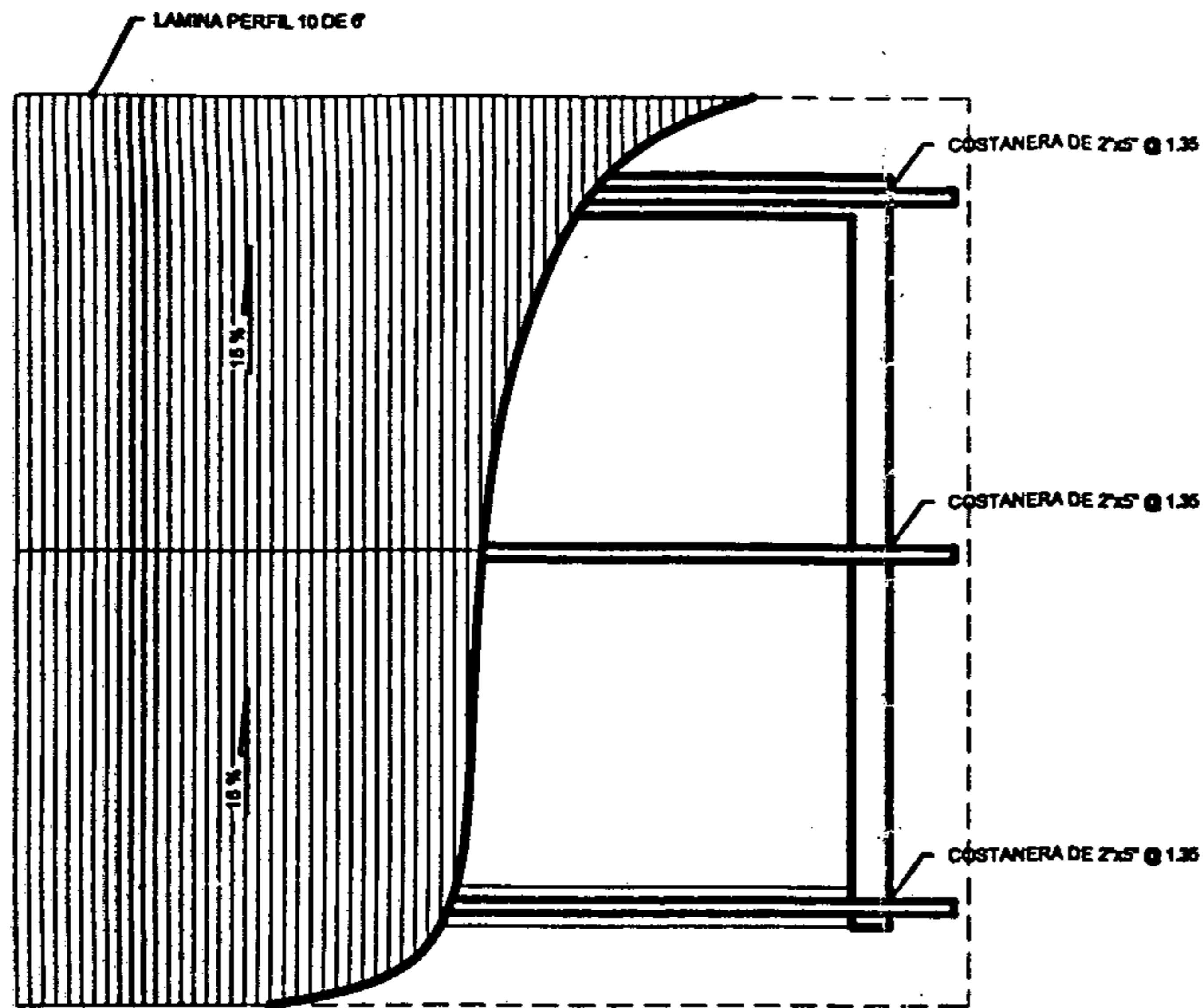


ELEVACION

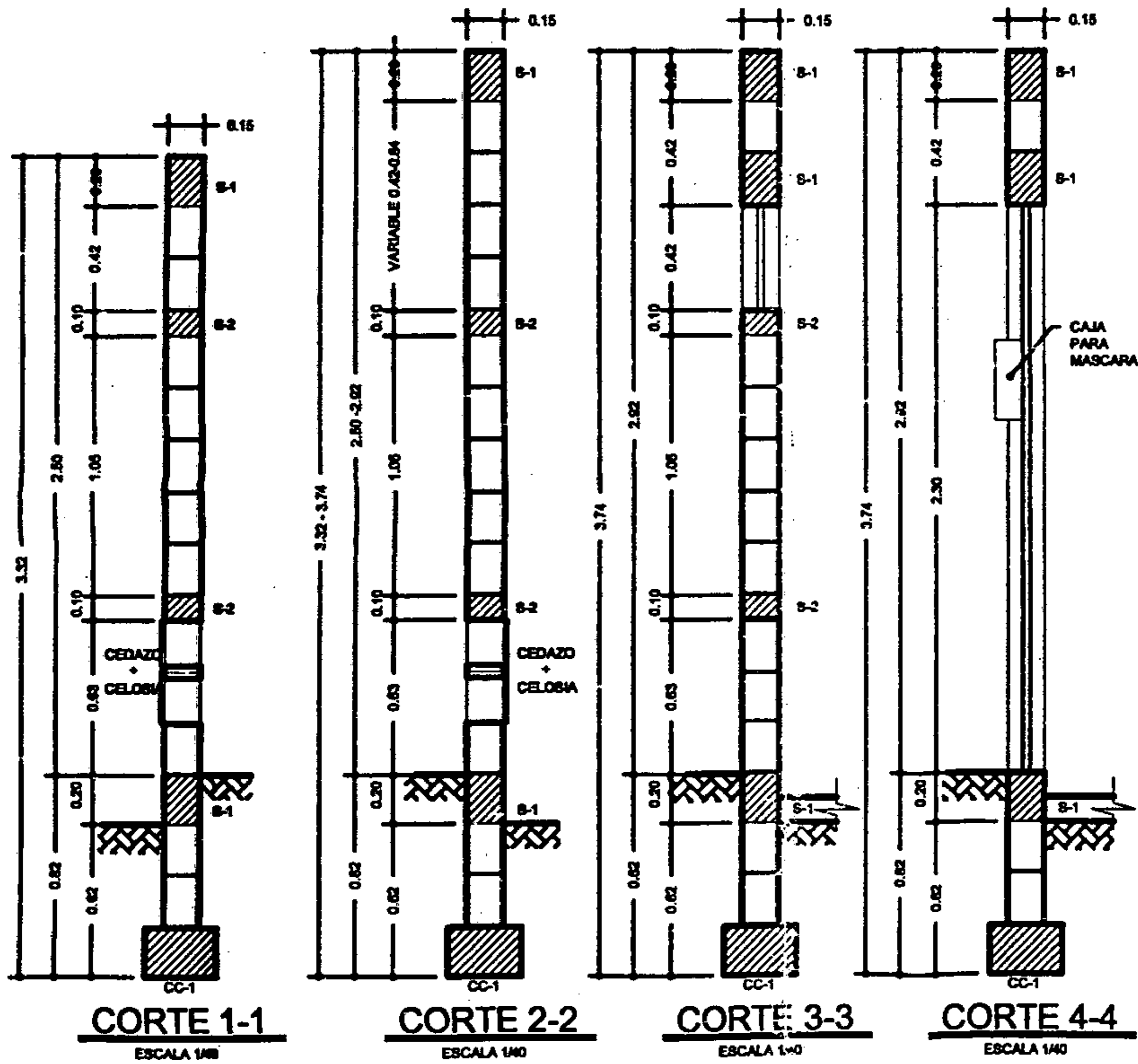


ISOMETRICO

DETALLE DE LA LOSETA  
ESCALA 1/50

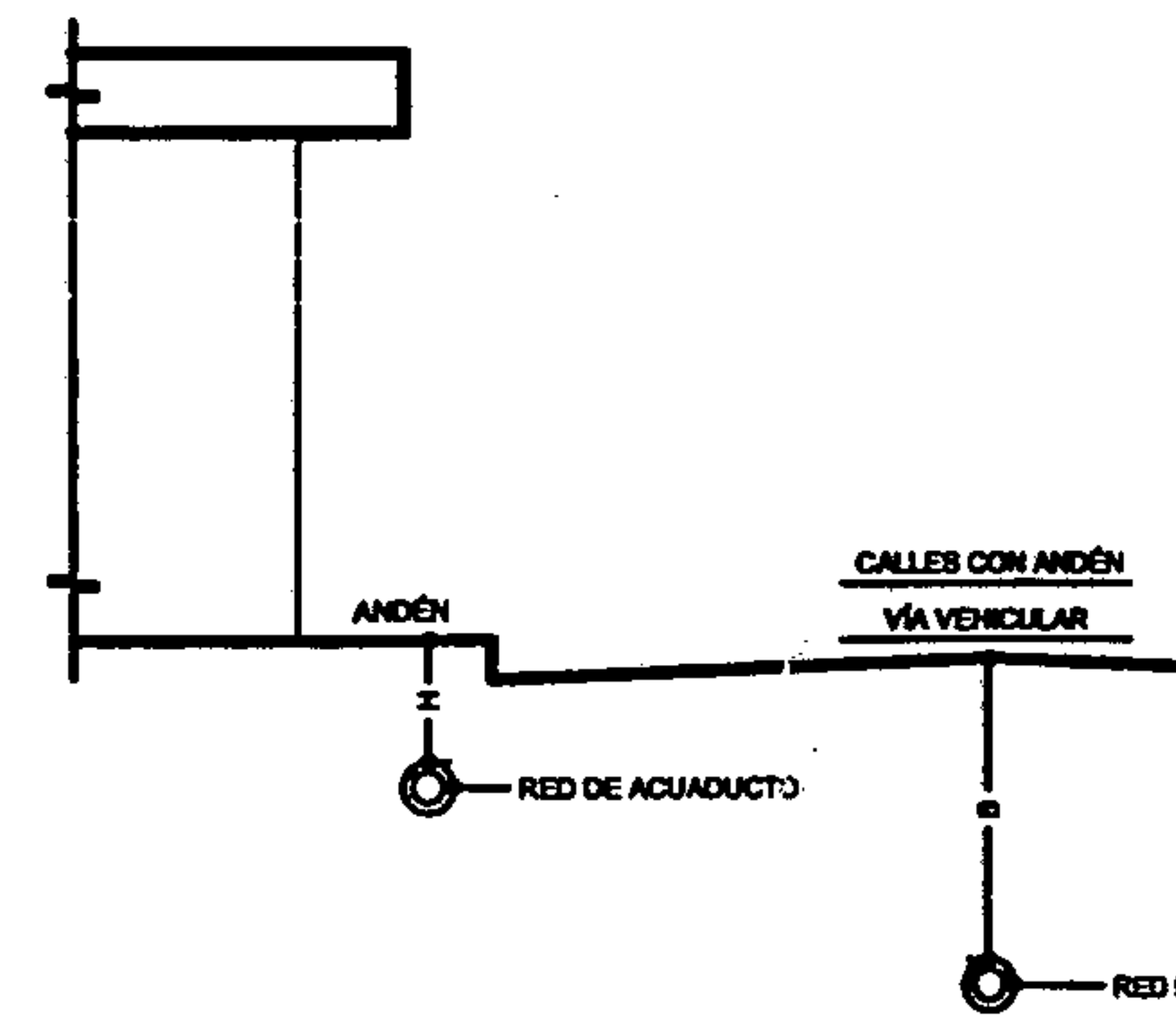
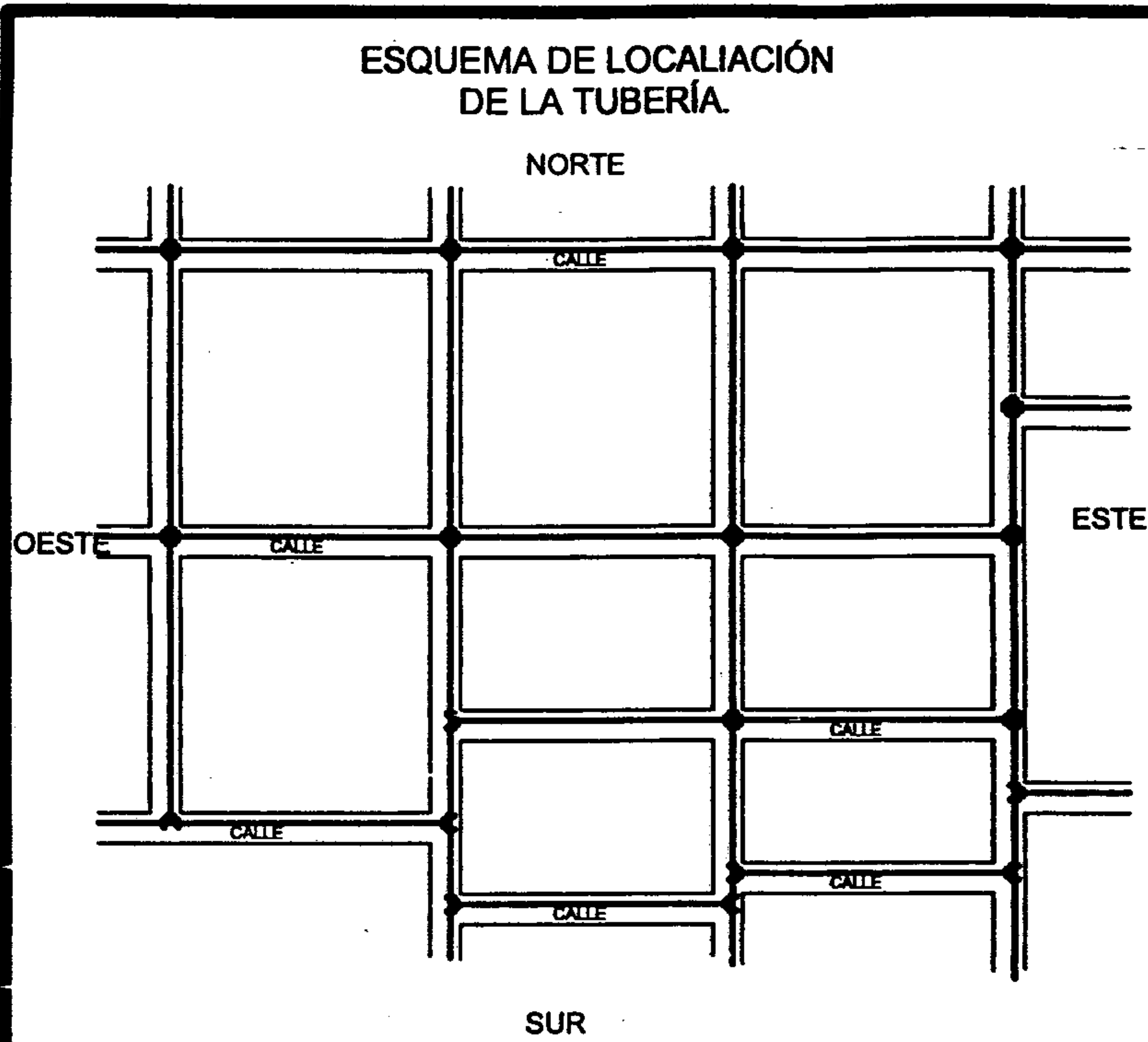


**PLANTA DE TECHOS**  
ESCALA 1/20

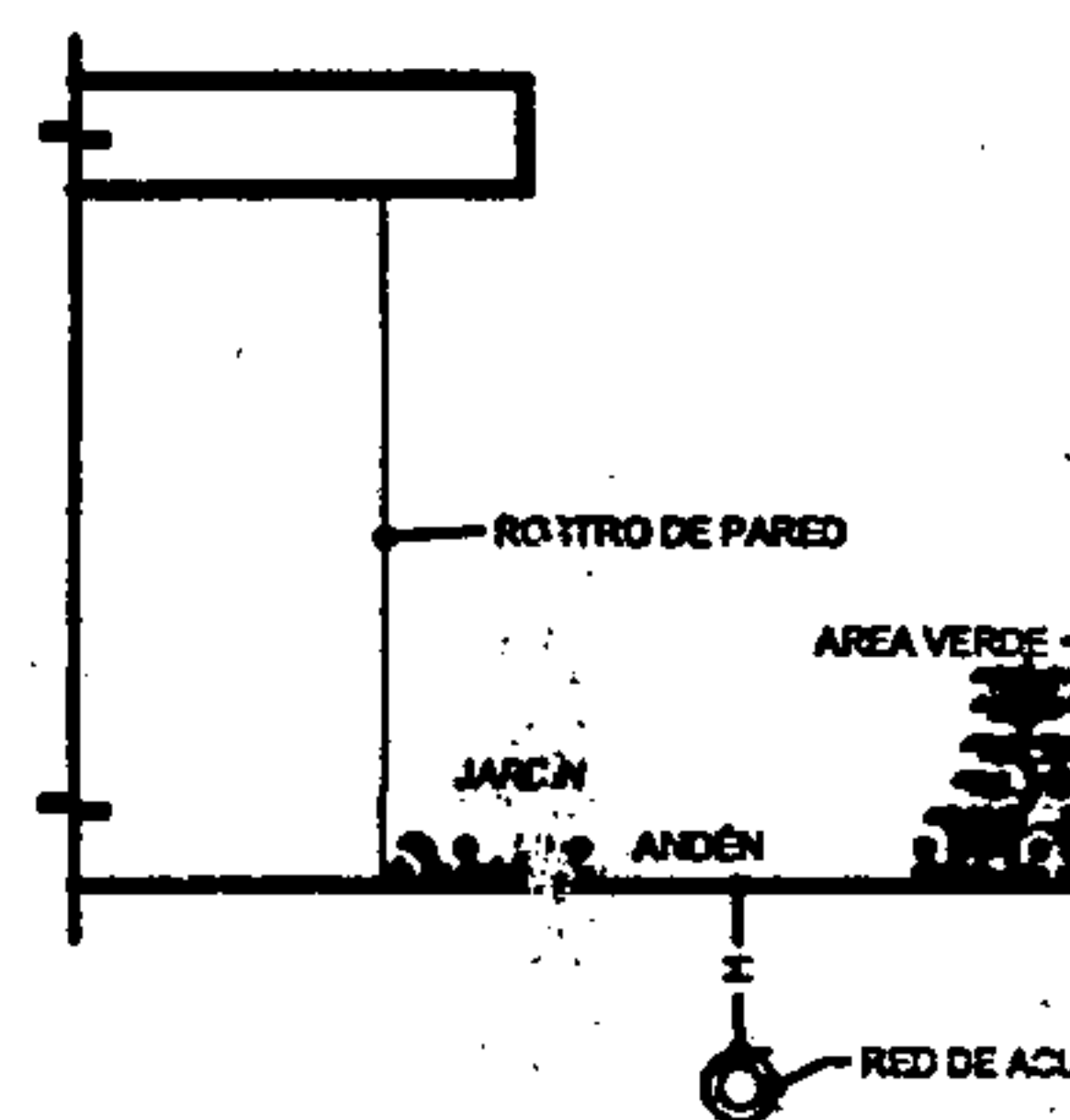


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD DE INGENIERÍA.		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
PROYECTO CASETA DE CLORACIÓN			
REGIÓN V CENTRAL	DEPARTAMENTO ESCUINTLA		
MUNICIPIO MASAGUA			
ALDEA LAS GUACAS			
CONTIENE ARQUITECTURA, ESTRUCTURA Y DETALLES			
DISEÑO BORIS GARCÍA		CALCULO BORIS GARCÍA	
LEVANTÓ		DIBUJO BORIS GARCÍA	
FECHA JULIO 2,003	ESCALA INDICADA	CÓDIGO	HOJA No. 9/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLO E.P.S.	

Figura 18. Colocación de la tubería.



NOTA:  
 H= 0.80 m. MÍNIMA SI EXISTE POSIBILIDAD DE PASO DE VEHÍCULOS A TRAVÉS DE LA VÍA.  
 LA PROFUNDIDAD MÁXIMA NO DEBE EXCEDER DE 1.30 A LA COTA INVERT DEL TUBO.

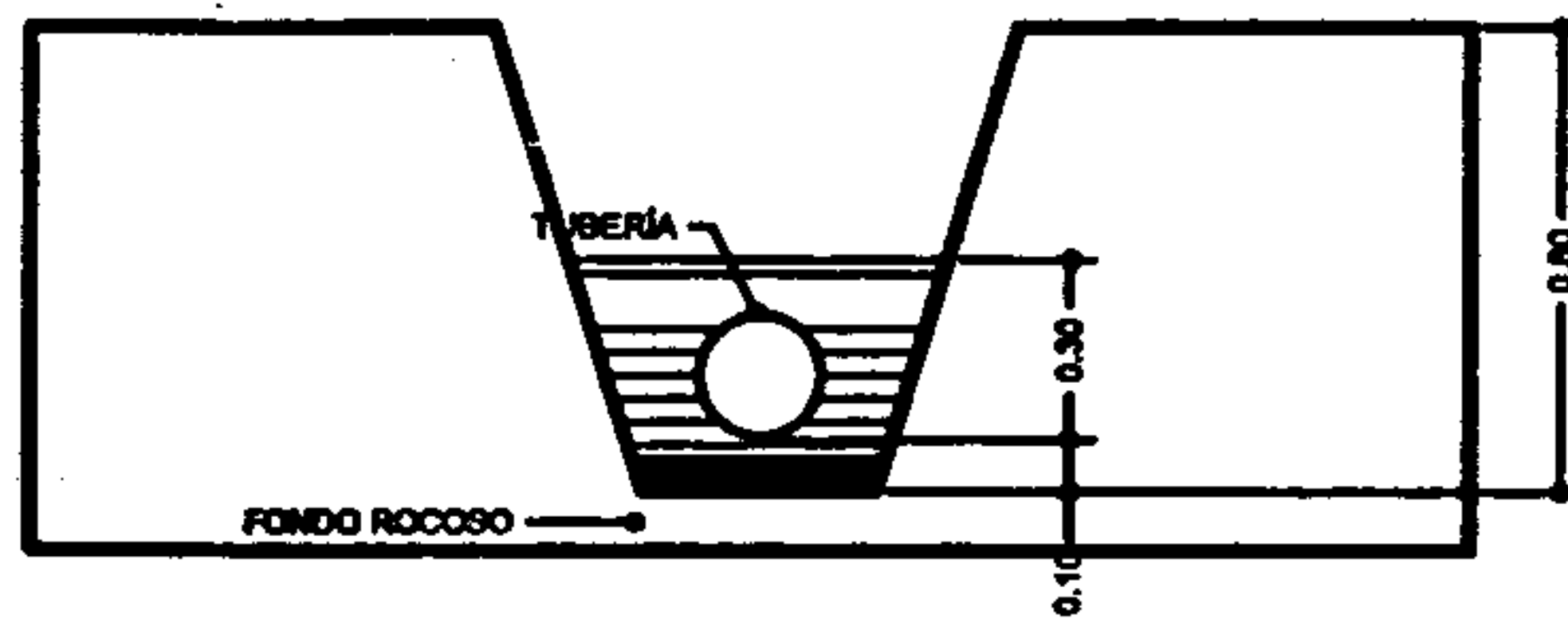
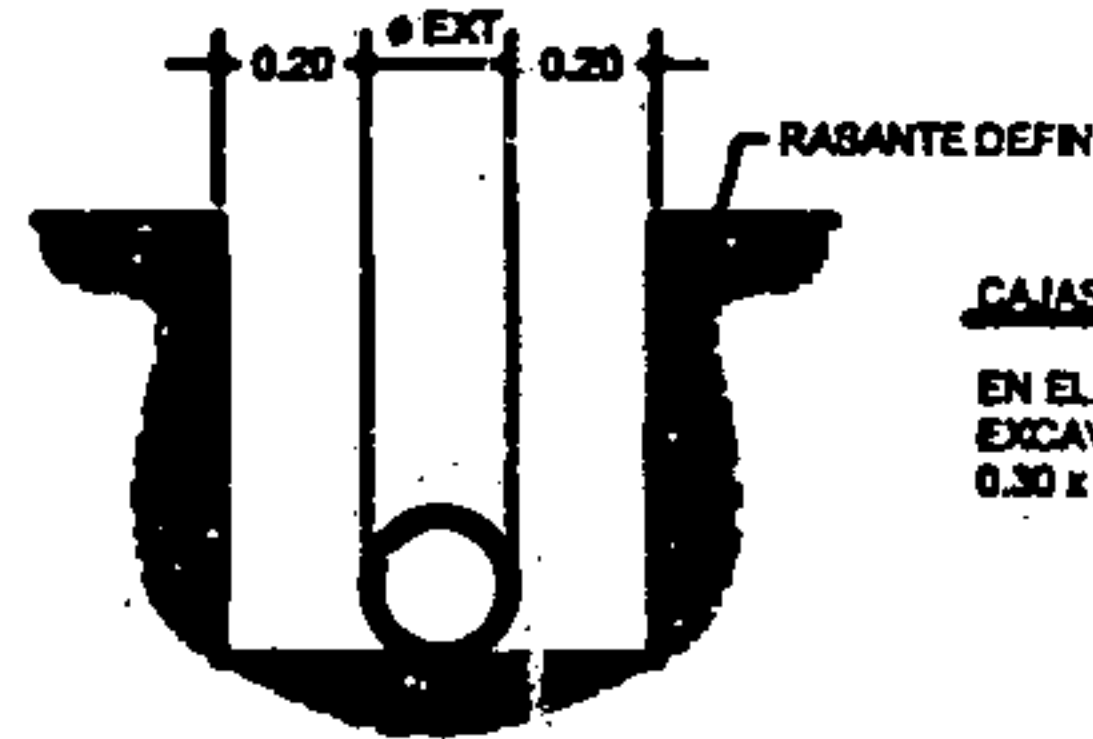


**CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE TUBERÍAS DE AGUA POTABLE**

- EN LAS CALLES (ORIENTACIÓN ESTE-OESTE), LA TUBERÍA DE LA RED, DEBERÁ INSTALARSE A LA DERECHA, COMO SE INDICA EN EL ESQUEMA SUPERIOR.
- EN LAS AVENIDAS (ORIENTACIÓN NORTE-SUR), LA TUBERÍA DE LA RED, DEBERÁ INSTALARSE A LA IZQUIERDA COMO SE INDICA EN EL ESQUEMA SUPERIOR.

**ANCHO DE ANJA**

PARA TUBERÍA DE 4", 6", 8" ANCHO MÍNIMO DE LA ANJA =  $\phi$  EXTERIOR + 0.40 m. LA ANJA PUEDE ENSANCHARSE POR ENCIMA DEL TUBO PARA TUBERÍAS DE 2" A 4". EL ANCHO RECOMENDABLE ES  $\phi$  EXT. MAS 0.30 m.

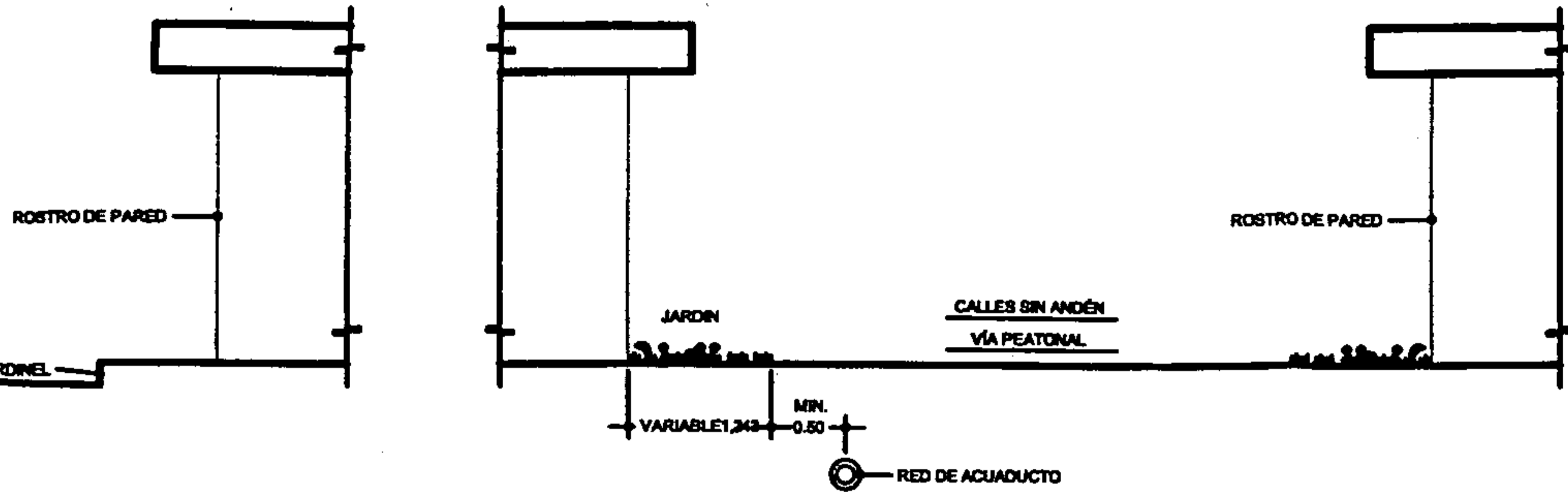


- SI EL FONDO ES ROCOSO O DURO, DEBE HACERSE UNA CAMA DE ARENA DE 0.10 METROS COMO MÍNIMO.
- NO RELLENAR LA ZANJA ANTES DE HACER LAS PRUEBAS (ALMENOS DONDE ESTAN LAS UNIONES) EN TODO CASO NO DEBE DE HACERSE ANTES DE 24 HORAS DE HABER CEMENTADO LAS UNIONES.
- CUANDO HAY AGUA EN EL FONDO DE LA ANJA, ESTA DEBE ESTABILIZARSE CON UNA CAPA DE GRAVILLA DE 0.30 m.
- EL FONDO DE LA ANJA DEBE QUEDAR LIBRO Y REGULAR PARA EVITAR FLEXIONES DE LA TUBERÍA.
- LA ANJA DEBE MANTENERSE LIBRE DE AGUA DURANTE LA INSTALACIÓN.
- EL MATERIAL DE RELLENO DEBE ESTAR LIBRE DE ROCAS U OTROS OBJETOS PUNANTES.
- DEBE EVITARSE EL RELLENO CON ARCILLA O MATERIALES POCO COMPACTANTES.

**PROFUNDIDAD DE LA ZANJA (M)**

SI EXISTE LA POSIBILIDAD DE PASO DE VEHÍCULOS, LA PROFUNDIDAD MÍNIMA SERÁ DE 0.80 m. Y LA MÁXIMA DE 1.30 m. EN CASO CONTRARIO LA PROFUNDIDAD MÍNIMA SERÁ DE 0.60 m.



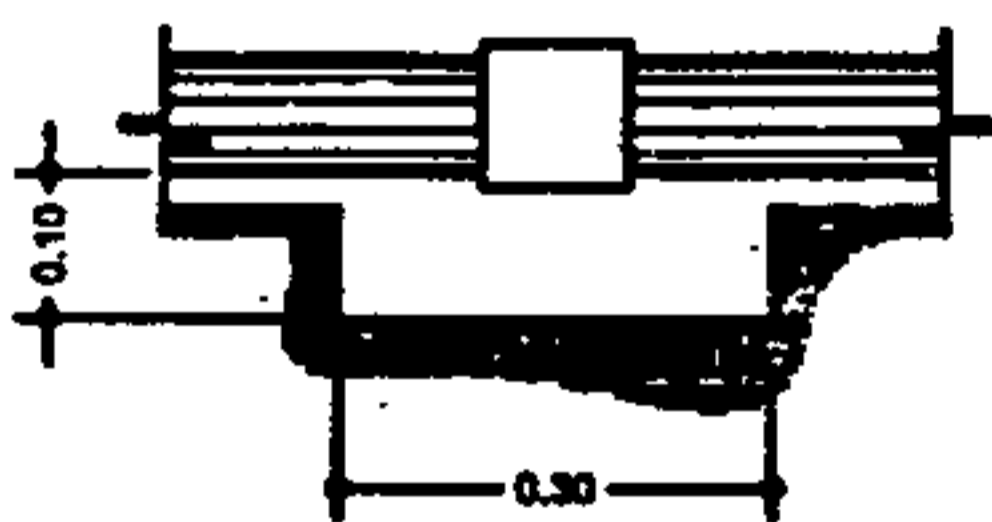
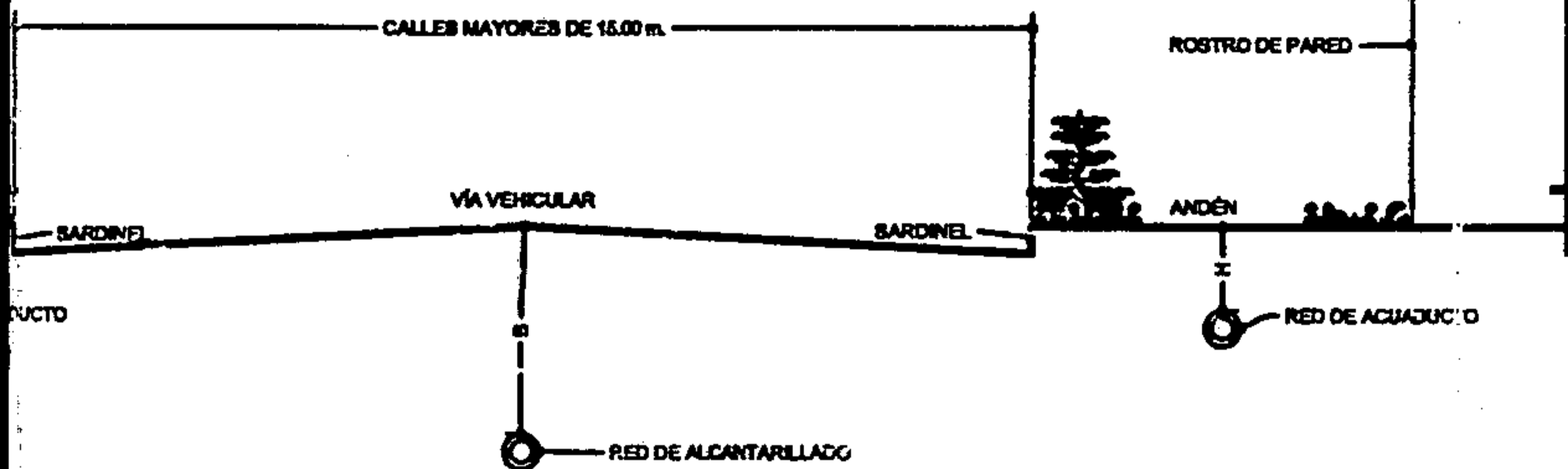


NOTA:

H = 0.80 m. MÍNIMA SI EXISTE POSIBILIDAD DE PASO DE VEHÍCULOS.

EN TODOS LOS CASOS LA TUBERÍA DE ACUEDUCTO DEBE IR POR ENCIMA DEL ALCANTARILLADO A UNA DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA DE 1.00 m. Y 0.30 m. VERTICALMENTE.

NOTA:  
EN VÍAS DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE 15.00 m. O MÁS SE DEBE COLOCAR DOBLE RED DE ACUEDUCTO COMO SE MUESTRA EN EL ESQUEMA.



NOTA:

- LA RED DE ACUEDUCTO NUNCA DEBE ESTAR A NIVEL MÁS BAJO QUE LA RED DE ALCANTARILLADO.

- SE DEBE CONSERVAR UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 1.00 m. RESPECTO LA RED ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA.

- LA COLOCACIÓN DE LAS REDES SOLO SE PODRÁ HACER EN VÍAS O PARTES PÚBLICAS.

- SOLO SE PODRÁ INICIAR LAS OBRAS CUANDO SE TENGAN LAS VÍAS EXPLANADAS CON LAS SUBESTACIONES DEFINIDAS.

- EN LA COLOCACIÓN DE LAS TUBERÍAS SE DEBEN TENER MUY EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DE LOS FABRICANTES DE CADA TIPO DE TUBERÍA.

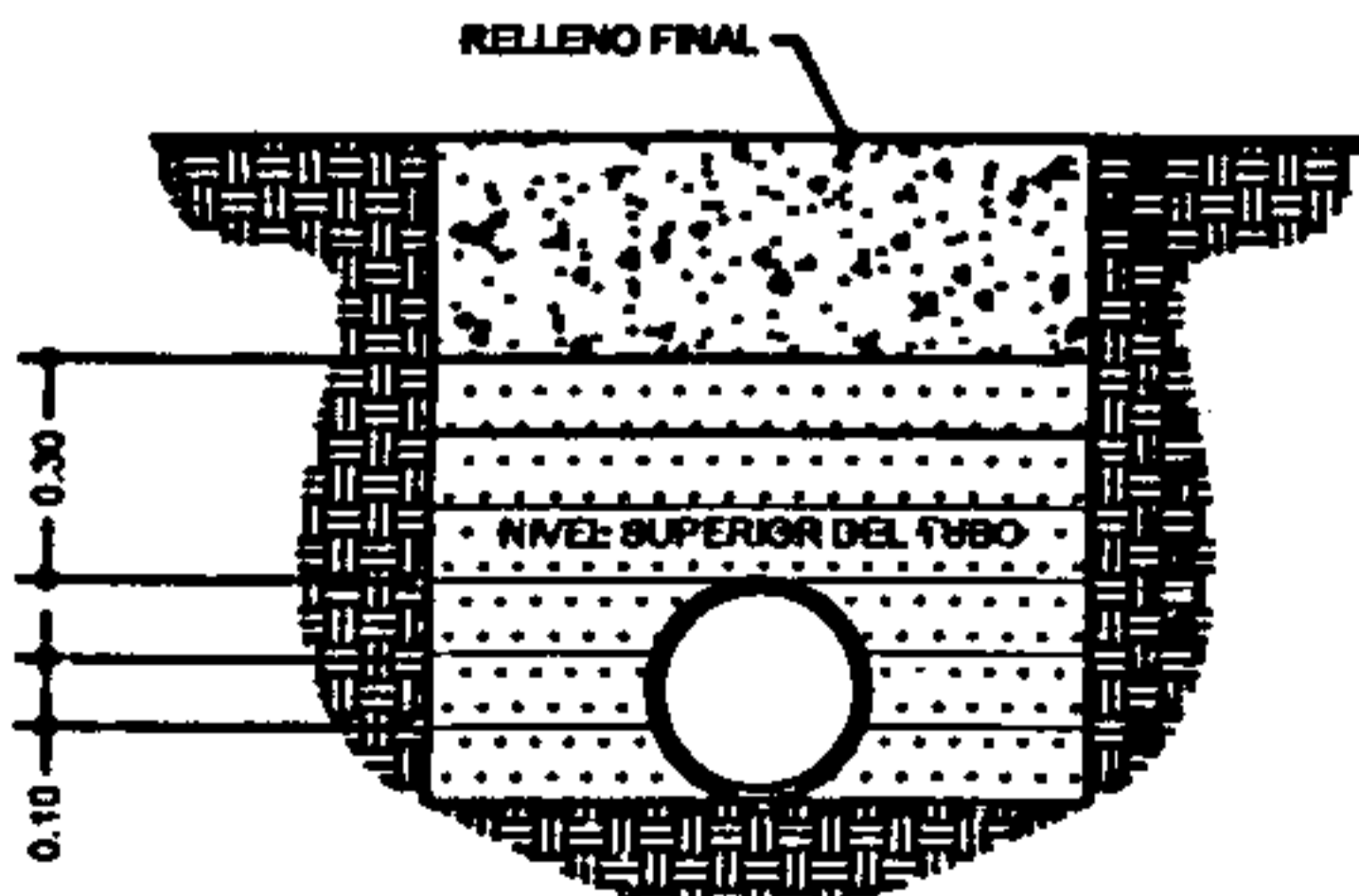
RELLENO DE LA ANIA:

RELLENO INICIAL:

MATERIAL ESCOGIDO LIBRE DE PIEDRAS Y MATERIAS ORGÁNICAS (NO DEBE USARSE TIERRA VEGETAL) APILANDO EN CAPAS DE 0.10 m. DE ESPESOR HASTA 0.20 m. POR ENCIMA DEL NIVEL SUPERIOR DEL TUBO.

RELLENO FINAL:

MATERIAL NO ESCOGIDO PERO DE ADECUADA CALIDAD EXCEN TO DE PIEDRAS GRANDES PARA EL CENTRO DE LA ANIA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

PROYECTO

ACUEDUCTO

REGIÓN V CENTRAL

DEPARTAMENTO ESCUINTLA

MUNICIPIO

MASAGUA

ALDEA

LAS GUACAS

CONTIENE

COLOCACIÓN DE LAS TUBERÍAS

DISEÑÓ

BORIS GARCÍA

CALCULÓ

BORIS GARCÍA

LEVANTÓ

DIBUJÓ

BORIS GARCÍA

FECHA

JULIO 2,003

ESCALA

INDICADA

CÓDIGO

HOJA No.

10/12

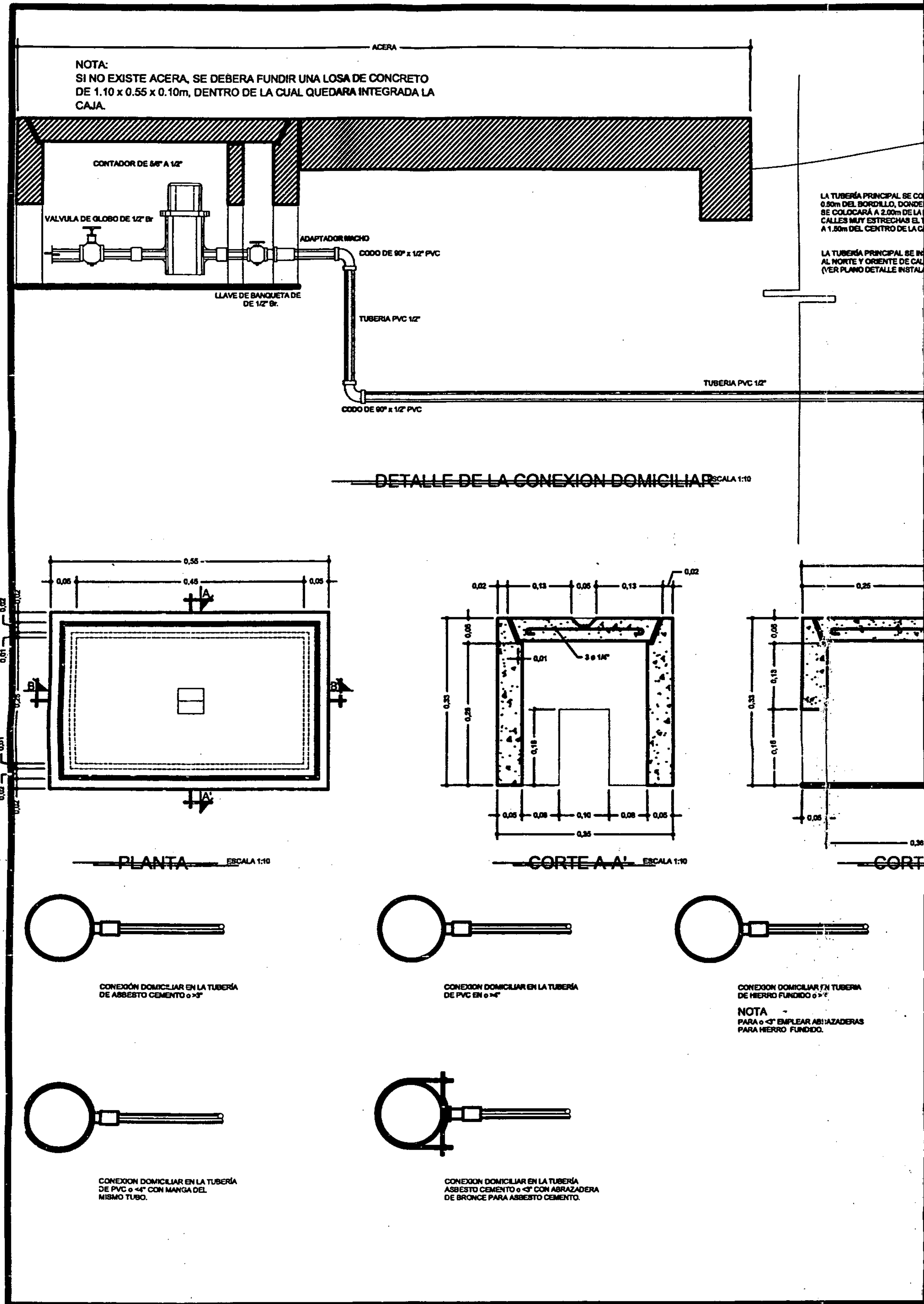
Vo Bo ALCALDE

SELLO ALCALDIA

Vo Bo E.P.S.

SELLOS E.P.S.

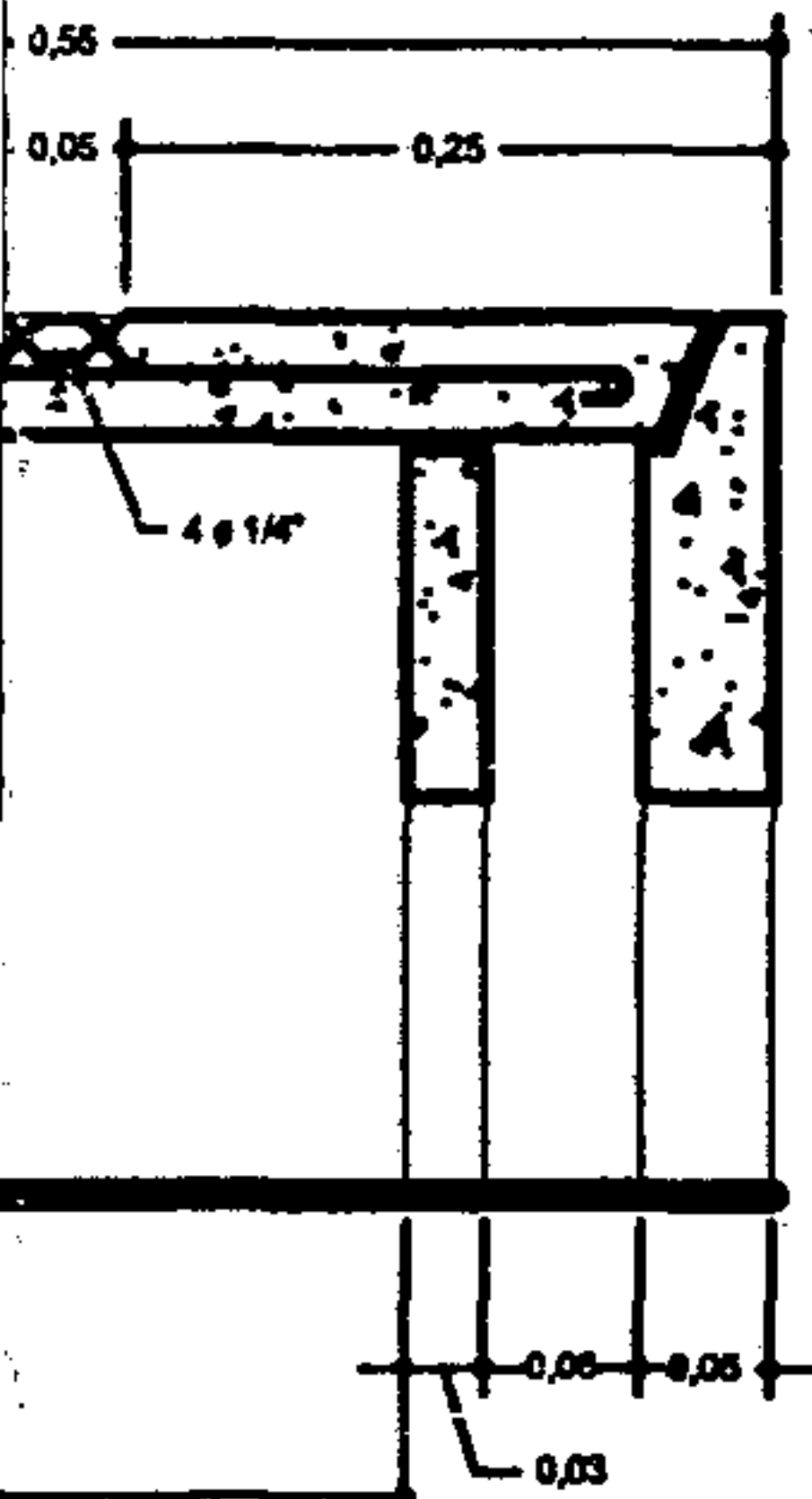
Figura 19. Conexion domiciliar y caja para contador.



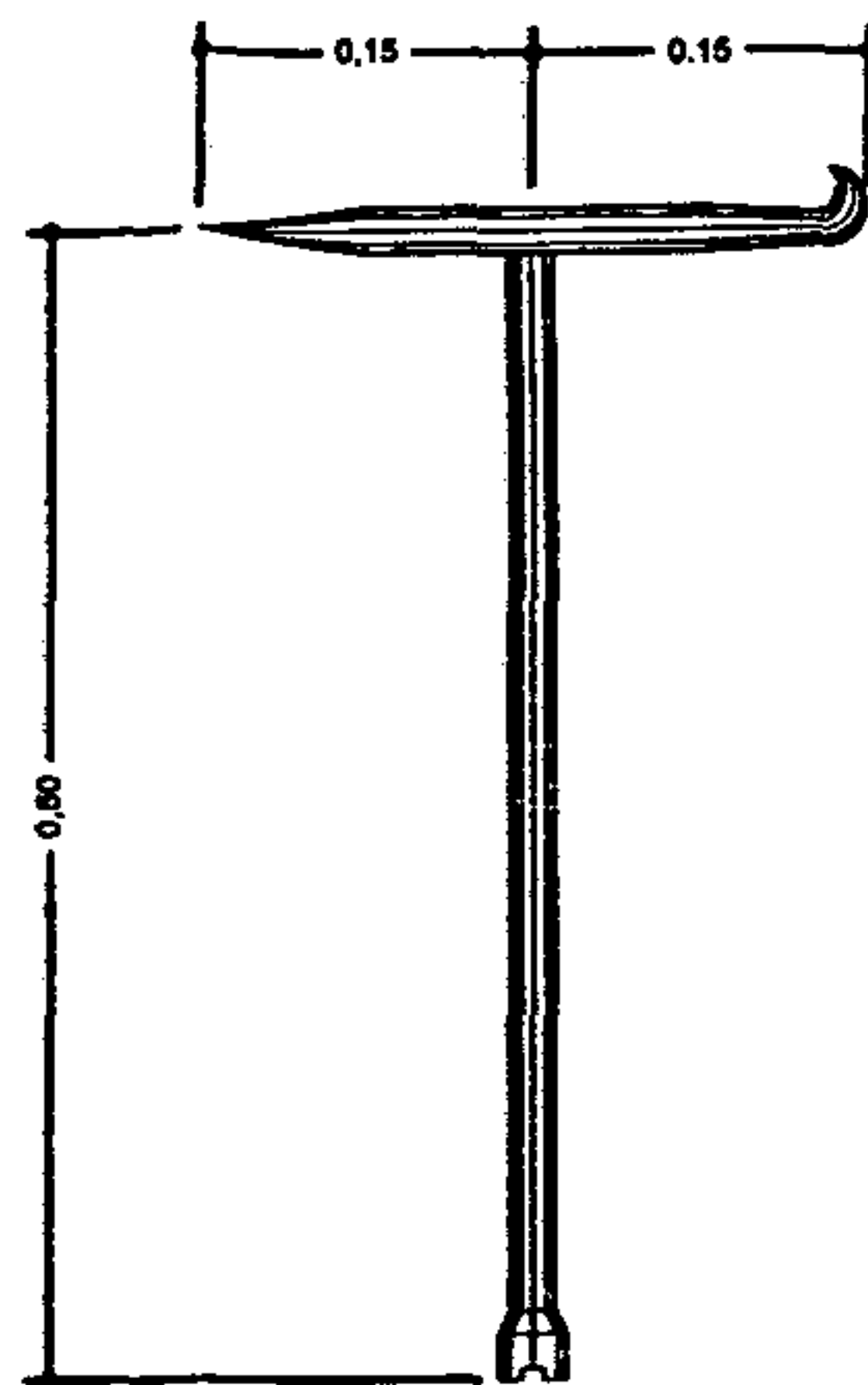
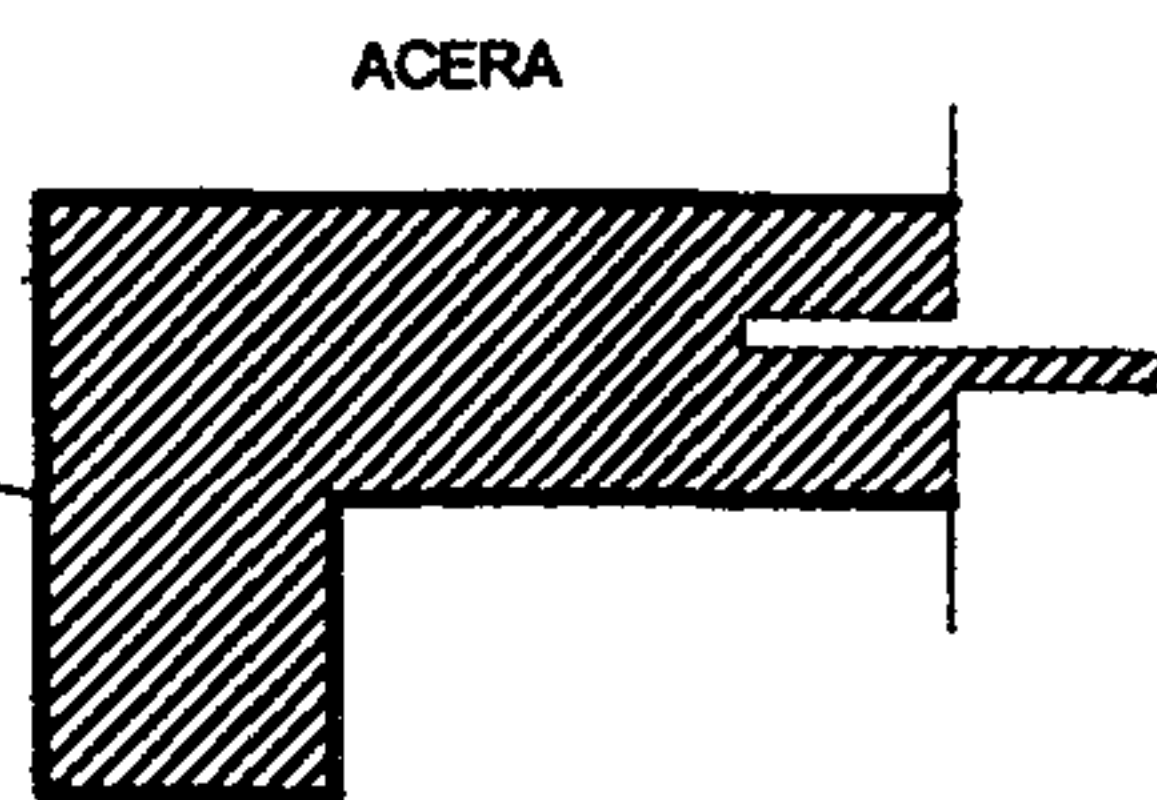
OCARÁ A  
NO LO HUBIERA  
PARED. EN  
UBO SE COLOCARÁ  
LLE.

TALARÁ, DE SER POSIBLE,  
ES Y AVENIDAS.  
CIONES DE TUBERÍA.)

TUBERIA PVC 1/2"  
ADAPTADOR MACHO 1/2"

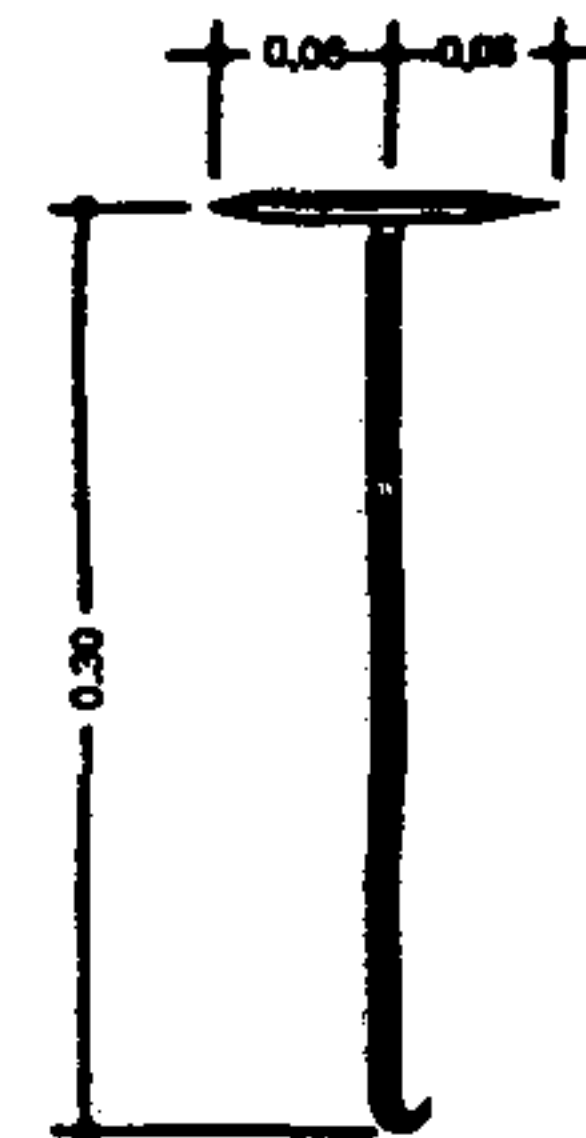


ESCALA 1:10

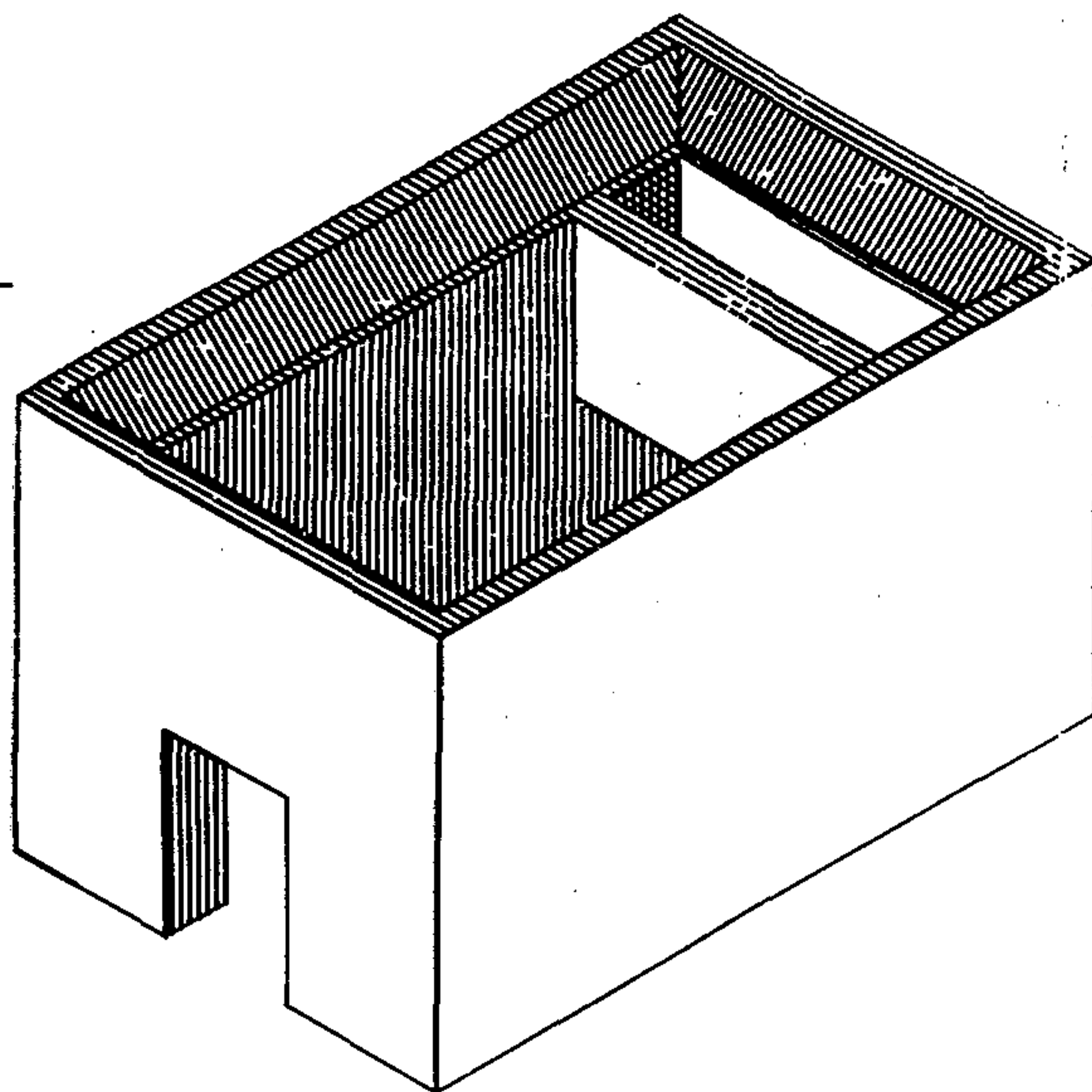


HERRAMIENTA PARA INTERROMPER EL SERVICIO  
DE AGUA Y PARA LEVANTAR LA TAPADERA DE  
LA CAJA DEL CONTADOR.

IMPORTANTE  
LA COPA DEBERA ESTAR DISEÑADA  
DE ACUERDO A LA LLAVE DE BANQUETA.



HERRAMIENTA PARA LEVANTAR LA  
TAPADERA DE LA CAJA DEL CONTADOR.



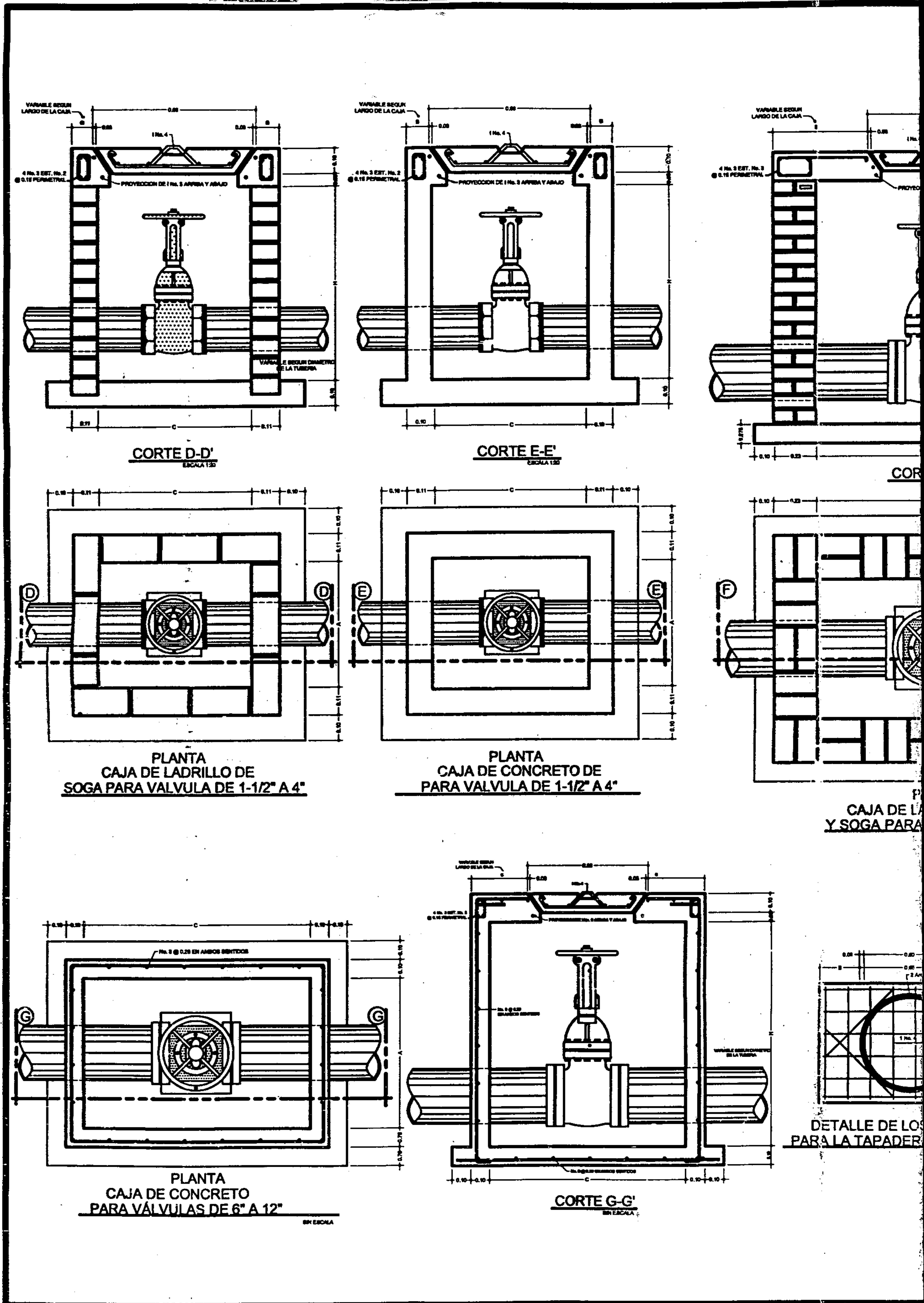
ISOMÉTRICO DE LA CAJA SIN ESCALA

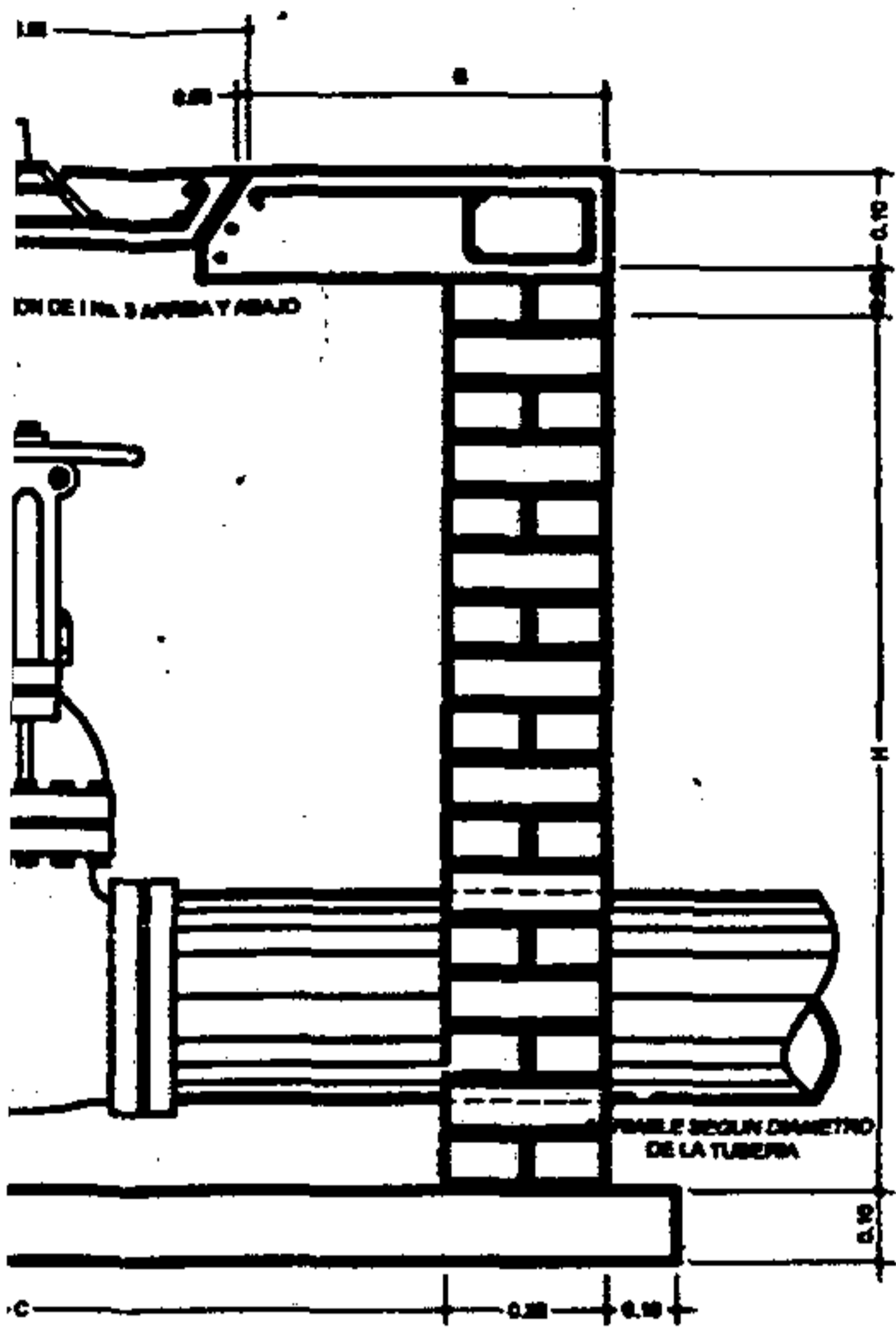
INSTRUCCIONES PARA EL INICIO DE SU OPERACION

- ANTES DE COLOCAR EL MEDIDOR, HAY QUE ENJUAGAR ABUNDANTEMENTE LA CAJERÍA INSTALANDO UNA DERIVACIÓN, EN LUGAR DEL MEDIDOR.
- AVERIGUAR EL SENTIDO DEL DERRAME DEL AGUA LA FLECHA SOBRE EL MEDIDOR FACILITA ESTA OPERACION.
- EL MEDIDOR SE COLOCARÁ HORIZONTALMENTE, CON EL CUADRANTE HACIA ARRIBA, COMO SE INDICA EN ESTE PLANO.
- PARA INICIAR SU FUNCIONAMIENTO, HAY QUE ABRIR LENTAMENTE LA VALVULA DE GLOBO, LOS GRIFOS PERMANECERÁN CERRADOS. LUEGO SE DEBERÁ ABRIR UN GRIFO LENTAMENTE, HASTA COMPROBAR EL VACIADO COMPLETO DE AIRE EN LA TUBERÍA Y DE MEDIDOR.
- EL MEDIDOR ESTA PREVISTO PARA CONTROLAR EL AGUA FRIA A TEMPERATURA HASTA DE 50 °C CONVIENE EVENTUALMENTE, PROTEGERLO CON UNA VALVULA ANTI-RETORNO O CHEQUE HORIZONTAL, QUE IMPIDA EL RETORNO DEL AGUA.
- PARA MEJOR OPERACION Y MANTENIMIENTO, EL MEDIDOR ESTÁ PREVISTO PARA FUNCIONAR SIN NINGUNA LUBRICACION.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.			
FACULTAD DE INGENIERÍA.		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE			
REGION V CENTRAL		DEPARTAMENTO ESCUINTLA	
MUNICIPIO MASAGUA			
ALDEA LAS GUACAS			
CONTIENE CONEXION DOMICILIAR Y CAJA PARA CONTADOR			
DISEÑO BORIS GARCÍA		CALCULÓ BORIS GARCÍA	
LEVANTÓ		DIBUJÓ BORIS GARCÍA	
FECHA JULIO 2003	ESCALA INDICADA	CÓDIGO	HOJA No. 11/12
Vo Bo ALCALDE		SELLO ALCALDIA	
Vo Bo E.P.S.		SELLOS E.P.S.	

Figura 20. Detalles de la caja para válvulas.





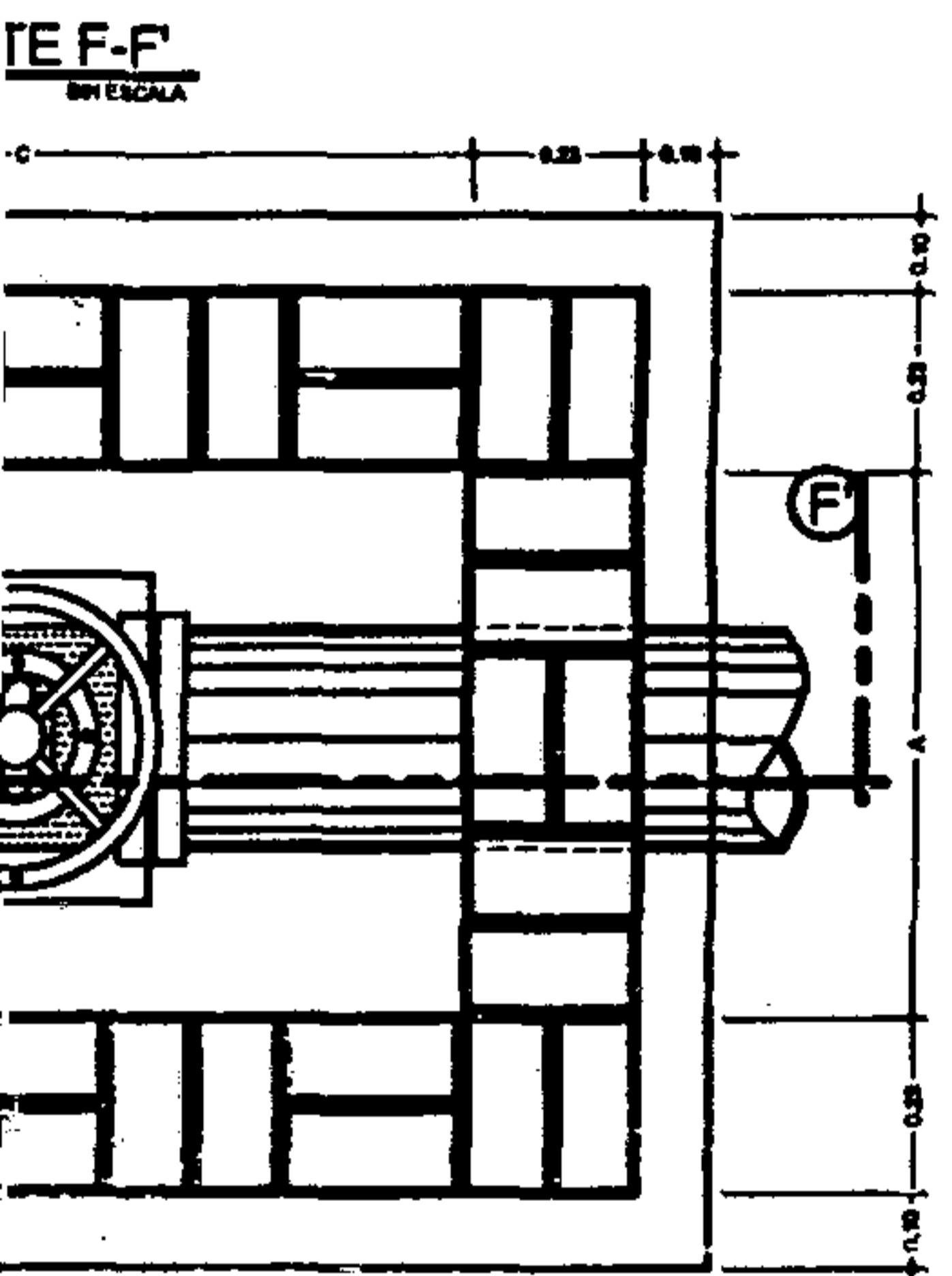
**DIMENSIONES PARA CAJAS DE VALVULAS  
CON UNIONES UNIVERSALES Y NIPLES**

DIMENSION	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
A	0.40	0.40	0.66	0.66	0.66	0.80	0.80	0.80	0.85
B caja de ladrillo	-	-	0.11	0.21	0.26	0.46	0.46	0.46	0.46
B caja de concreto	-	-	0.10	0.20	0.23	0.45	0.45	0.45	0.45
C	0.50	0.50	0.66	0.30	0.80	1.30	1.30	1.30	1.30
H	0.50	0.50	0.80	0.70	0.80	0.85	1.20	1.25	1.25

LA ALTURA (H) DE LAS CAJAS PUEDE VARIAR DEPENDIENDO DE LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA, POR LO QUE QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR.

B SE LE LLAMA A LA DIMENSION VARIABLE EN EL LARGO.  
B' SE LE LLAMA A LA DIMENSION VARIABLE EN EL ANCHO.

DIMENSION	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
B' caja de ladrillo	-	-	0.11	0.11	0.11	0.21	0.21	0.21	0.46
B' caja de concreto	-	-	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.45



1 m<sup>3</sup> DE CONCRETO 12 SACOS DE CEMENTO  
3.50 m<sup>2</sup> DE ARENA DE RIO  
2.78 m<sup>2</sup> DE PIEDRA

**CAJA DE CONCRETO PARA VALVULAS**

MATERIALES	Unidad	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Cemento	Lbs.	180	180	318	305	444	725	725	725	725
Arena de rio	m <sup>3</sup>	0.13	0.13	0.22	0.21	0.31	0.50	0.50	0.50	0.50
Piedra	m <sup>3</sup>	0.21	0.21	0.35	0.41	0.48	0.78	0.78	0.78	0.78
Hierro No. 3	Lbs.	25	25	147	151	177	272	272	272	272
Hierro No. 4	Lbs.	10	10	68	68	67	252	252	252	252

**CAJA DE LADRILLO Y CONCRETO PARA VALVULAS**

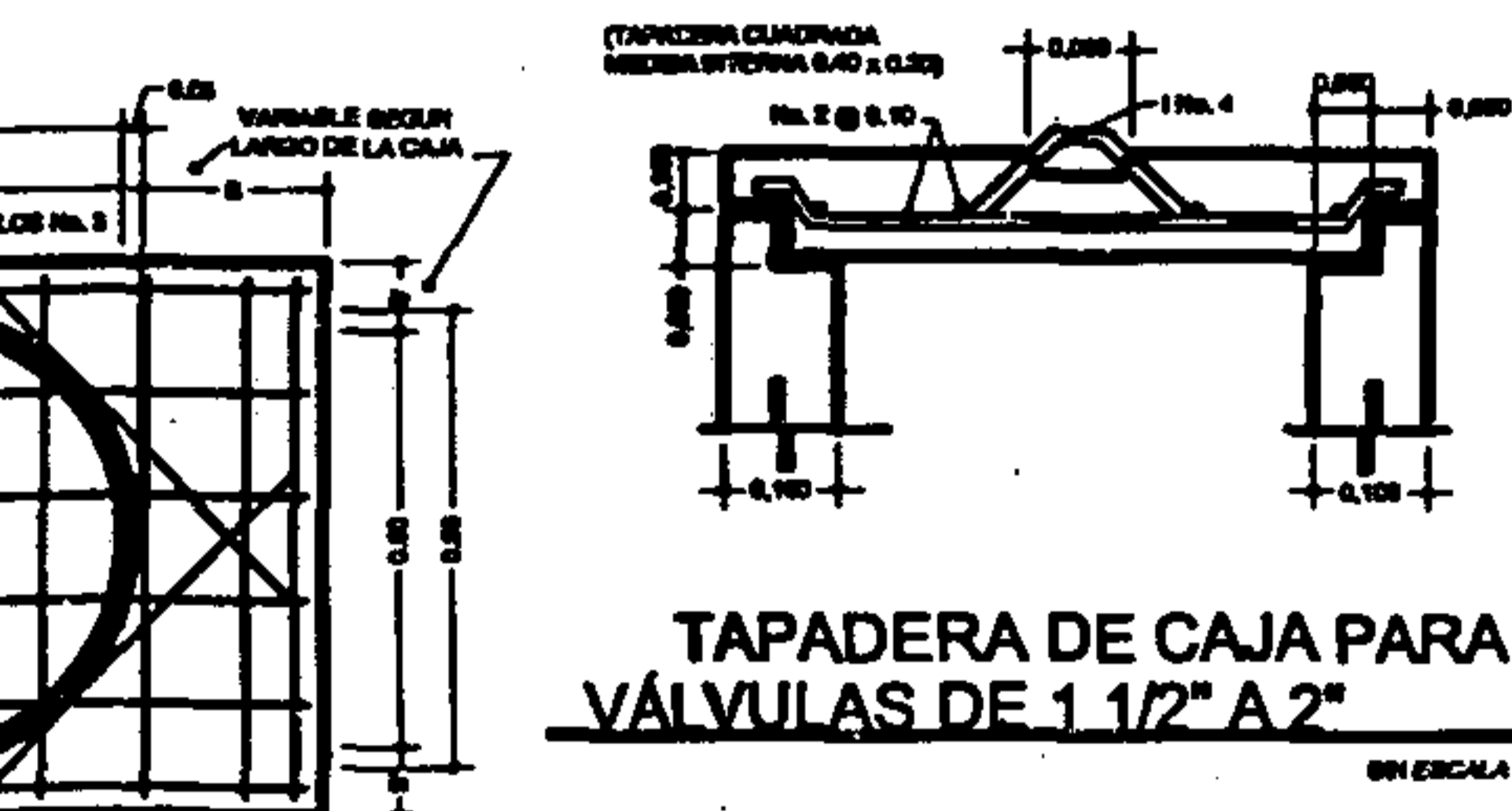
MATERIALES	Unidad	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Ladrillo Tipo 3	U.	68	68	111	141	171	282	282	282	282
Cal Hidratada	Lbs.	18	18	34	46	62	238	227	288	422
Arena Armada	m <sup>3</sup>	0.04	0.04	0.08	0.14	0.12	0.26	0.23	0.42	0.84
Cemento	Lbs.	101	101	171	150	216	372	372	372	372
Arena de Rio	m <sup>3</sup>	0.07	0.07	0.12	0.17	0.18	0.26	0.25	0.25	0.25
Piedra	m <sup>3</sup>	0.11	0.11	0.19	0.25	0.24	0.40	0.40	0.40	0.40
Hierro No. 3	Lbs.	25	25	147	151	177	272	272	272	272
Hierro No. 4	Lbs.	10	10	68	68	67	252	252	252	252

**NOTA:**

- LAS CAJAS DE VALVULAS SE RECOMIENDA COLOCARLAS DE 3.00 A 6.00 m. DE LA BOCANA DE LA TUBERIA.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- REPELLAR CON SABIETA LA PARTE INTERIOR DE LA CAJA.

**FRONTAL DE PUNTA  
DE VALVULAS DE 6" A 12"**

EN ESCALA



**TAPADERA DE CAJA PARA  
VALVULAS DE 1 1/2" A 2"**

EN ESCALA

**FRONTAL DE LA CAJA DE VALVULAS**

EN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA.

FACULTAD DE INGENIERIA.

EJERCICIO PROFESIONAL  
SUPERVISADO (E.P.S.)

PROYECTO

PROYECTO

REGION  
V CENTRAL

DEPARTAMENTO  
ESCUINTLA

MUNICIPIO  
MASAGUA

ALDEA  
LAS GUACAS

CONTIENE

DETALLES DE LA CAJA PARA VALVULAS

DISERNO

BORIS GARCIA

CALCULO

BORIS GARCIA

LEVANTO

DIBUJO

BORIS GARCIA

FECHA  
JULIO 2, 2003

ESCALA  
INDICADA

CODIGO

HOJA No.  
12/12

Vo Bo ALCALDE

SELLO ALCALDIA

Vo Bo E.P.S.

SELLOS E.P.S.