



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y  
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ,  
CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**

**Luis Roberto Alfaro De Arcia**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2011



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO  
Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ,  
CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCIA**  
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento 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 EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO  
Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ,  
CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha julio de 2011.



Luis Roberto Alfaro De Arcia





Guatemala 25 de julio de 2011.

Ref.EPS.DOC.927.07.11.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

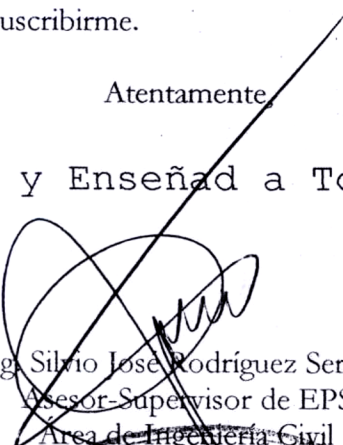
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Roberto Alfaro de Arcia** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200611308**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ"**.

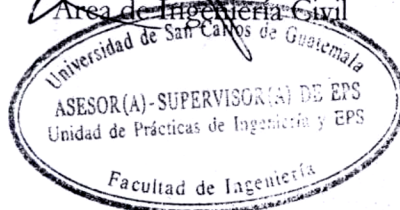
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
SJRS/ra







Guatemala, 25 de julio de 2011.  
Ref.EPS.D.617.07.11

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

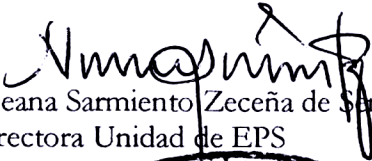
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Roberto Alfaro de Arcia**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

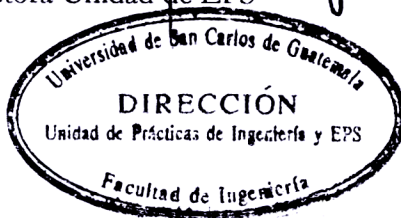
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
17 de agosto de 2011

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Roberto Alfaro De Arcia, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
30 de agosto de 2011.

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Roberto Alfaro De Arcia, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Luis Roberto Alfaro de Arcia, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DIRECTOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.







DTG. 471.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA ESCUELA PÚBLICA EN EL CASERÍO EL PARAÍSO Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS LOS MORALES Y CHUACRUZ, CABECERA DEPARTAMENTAL DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Luis Roberto Alfaro De Arcia**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 9 de noviembre de 2011

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	La entidad creadora del todo, el big bang del universo.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo incondicional durante estos años.
<b>Moyra Del Valle</b>	Por su inagotable paciencia, en especial en los momentos que más es necesaria.
<b>Mis amigos</b>	Por estar allí en los momentos en que los necesitaba, aunque no lo supieran.
<b>Gabriela Ramírez</b>	Sin su ayuda, cuidados y apoyo aún seguiría en R1.
<b>Shigueru Miyamoto</b>	Gracias por la gran historia de sabiduría, valor y poder; y en especial por arruinar cualquier otra historia que lea después de su obra maestra.
<b>Linus Torvalds &amp; Richard Stallman</b>	Por brindarme un espacio en el cual pueda ser libre, expresar mis pensamientos y sobretodo, un lugar en el que puedo aprender y crecer como persona.
<b>Richard Garfield</b>	Por todos esos años llenos de acertijos, estrategias y buenas amistades.
<b>Ing. Mario Corzo</b>	Por devolverme el deseo de estudiar ingeniería civil.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
LISTA DE SÍMBOLOS.....	III
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Características físicas.....	1
1.1.1. Localización y colindancias.....	1
1.1.2. Ubicación geográfica.....	1
1.1.3. Topografía.....	4
1.1.4. Clima.....	4
1.1.5. Tipo de vivienda.....	5
1.1.6. Población actual.....	5
1.2. Características de infraestructura.....	6
1.2.1. Vías de acceso.....	6
1.2.2. Servicios públicos.....	6
1.3. Aspectos socio-culturales.....	7
1.3.1. Origen de la comunidad.....	7
1.3.2. Actividad económica.....	8
1.3.3. Idioma y religión.....	9
1.3.4. Organización de la comunidad.....	10

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	13
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para los caseríos Chuacruz y Los Morales, cabecera departamental de Sololá, departamento de Sololá.....	13
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2.	Localización de la fuente.....	13
2.1.3.	Calidad del agua.....	14
2.1.3.1.	Análisis físico-químico.....	14
2.1.3.2.	Análisis bacteriológico.....	14
2.1.4.	Aforos.....	15
2.2.	Levantamiento topográfico.....	15
2.2.1.	Planimetría.....	16
2.2.2.	Altimetría.....	17
2.3.	Criterios de diseño.....	18
2.3.1.	Dotación y tipo de servicio.....	18
2.3.1.1.	Dotación.....	18
2.3.1.2.	Tipo de servicio .....	19
2.3.2.	Estudio de población.....	19
2.3.2.1.	Tasa de crecimiento .....	19
2.3.2.2.	Período de diseño.....	19
2.3.2.3.	Población actual.....	20
2.3.2.4.	Población futura.....	20
2.3.3.	El caudal y sus variaciones.....	21
2.3.3.1.	Caudal medio diario (cmd).....	21
2.3.3.2.	Caudal máximo diario (CMD).....	22
2.3.3.3.	Caudal máximo horario (CMH).....	22
2.3.3.4.	Caudal de bombeo (Qb).....	23
2.3.3.5.	Caudal de vivienda.....	23



	2.4.11.1.2.	Sistema unitario.....	60
	2.2.11.1.3.	Sistema diferencial.....	61
	2.4.11.2.	Cálculo de tarifa.....	61
	2.4.11.2.1.	Gastos de administración.....	61
	2.4.11.2.2.	Gastos de operación.....	62
	2.4.11.2.3.	Gastos por mantenimiento.....	62
	2.4.11.2.4.	Gastos de desinfección.....	63
	2.4.11.2.5.	Gastos por energía eléctrica. .	63
	2.4.11.3.	Propuesta tarifaria.....	63
2.5 .		Diseño de la edificación de dos niveles para la escuela pública El Paraíso, cabecera departamental de Sololá, departamento de Sololá.....	65
	2.5.1.	Descripción del proyecto.....	65
	2.5.2.	Investigación preliminar.....	65
	2.5.2.1.	Terreno disponible.....	65
	2.5.2.2.	Análisis del suelo.....	65
	2.5.2.3.	Ensayo triaxial.....	66
	2.5.3.	Diseño arquitectónico.....	67
	2.5.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	68
	2.5.3.2.	Distribución del ambiente.....	68
	2.5.3.3.	Altura del edificio.....	69
	2.5.3.4.	Selección del sistema estructural a usar.....	69
	2.5.4.	Análisis estructural.....	70
	2.5.4.1.	Predimensionamiento estructural .....	70
	2.5.4.2.	Cargas de diseño.....	71
	2.5.4.2.1.	Cargas horizontales y verticales. .	72
	2.5.4.2.2.	Corte basal .....	72
	2.5.4.3.	Análisis numérico por el método de Kanni.....	83



2.5.4.4.	Diagramas de momentos.....	89
2.5.4.5.	Diseño estructural utilizando SAP.....	91
2.5.5.	Diseño estructural.....	92
2.5.5.1.	Losas.....	92
2.5.5.2.	Vigas.....	94
2.5.5.3.	Columnas.....	102
2.5.5.4.	Cimentaciones.....	107
2.5.6.	Instalaciones eléctricas.....	115
2.5.7.	Instalaciones hidráulicas y sanitarias.....	117
2.5.8.	Planos constructivos.....	118
2.5.9.	Evaluación de impacto ambiental.....	119
2.5.10.	Presupuesto.....	127
2.5.10.1.	Materiales y mano de obra.....	127
2.5.10.2.	Costo total del proyecto.....	141
2.5.10.3.	Costo por metro cuadrado.....	142
CONCLUSIONES.....		139
RECOMENDACIONES.....		140
BIBLIOGRAFÍA.....		143
APÉNDICES .....		145
ANEXO.....		199



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Mapa de ubicación.....	3
2.	Dimensiones de loza del tanque de almacenamiento.....	34
3.	Armado final de loza del tanque de distribución.....	36
4.	Ubicación del edificio en el terreno.....	63
5.	Diagrama de ejes del edificio.....	72
6.	Diagrama de sobrecargas en el eje 5.....	78
7.	Diagrama de sobrecargas en el eje A.....	78
8.	Diagrama de <i>Kanni</i> , marco típico eje Y, carga muerta.....	81
9.	Momentos en vigas por carga muerta, eje X.....	84
10.	Momentos en columnas por carga muerta, eje X.....	84
11.	Momentos en vigas por carga viva, eje X.....	85
12.	Momentos en columnas por carga viva, eje X.....	86
13.	Momentos en vigas por carga de sismo, eje X.....	86
14.	Momentos en columnas por carga de sismo, eje X.....	86
15.	Ubicación de losas.....	87
16.	Gráfica de momentos por fuerzas horizontales.....	90
17.	Gráfica de momentos por fuerzas verticales.....	90
18.	Envolvente de momentos.....	91
19.	Armado final de viga.....	97
20.	Área tributaria de columna.....	97
21.	Diagrama de armado de columna.....	98
22.	Diagrama de interacción carga momento.....	99
23.	Armado final de columna.....	101

24.	Dimensiones de zapata.....	102
25.	Área de cortante en la zapata.....	106
26.	Área de punzonamineto en zapata.....	107
27.	Armado final de zapata.....	109

## TABLAS

I.	Resumen del costo mensual de la tubería.....	26
II.	Resumen del costo mensual de la energía eléctrica.....	27
III.	Resumen del costo total de la tubería.....	27
IV.	Formulario de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	41
V.	Presupuesto.....	50
VI.	Cronograma de ejecución.....	56
VII.	Cuadro resumen.....	57
VIII.	Integración de costos.....	62
IX.	Cortante por nivel.....	73
X.	Cortante por marco, eje Y.....	74
XI.	Cortante por marco, eje X.....	74
XII.	Centro de masa.....	76
XIII.	Centro de rigidez.....	77
XIV.	Sobrecarga por eje.....	80
XV.	Coefficientes de empotramiento.....	82
XVI.	Momentos positivos y negativos por carga muerta.....	86
XVII.	Momentos críticos.....	95
XVIII.	Área de acero.....	97
XIX.	Combinaciones de barras a utilizar.....	98
XX.	Formulario de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	117
XXI.	Materiales y mano de obra.....	126
XXII.	Costo total del proyecto.....	140

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$A_s$	Área de acero
$A_c$	Área de concreto
CDT	Carga dinámica total
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
$Q_b$	Caudal de bombeo
$Q_v$	Caudal de vivienda
$q_i$	Caudal instantáneo
CMD	Caudal máximo diario
CMH	Caudal máximo horario
cmd	Caudal medio diario
V	Corte basal
$\rho$	Cuantía de acero
$\phi$	Diámetro
$\Delta h$	Diferencia de altura
S	Espaciamiento
M	Momento
W	Peso
$Pf_n$	Población futura



## GLOSARIO

<b>Amplificador de momentos</b>	Factor de seguridad obtenido a partir de la evaluación de los efectos de esbeltez de las columnas.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.
<b>Cimentación</b>	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravita sobre ella, la cual transmite sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Material de construcción, compuesto por cemento, arena y piedra bola.
<b>Concreto reforzado</b>	Material de construcción que se obtiene de una mezcla cuidadosamente proporcional de cemento, arena, piedra y agua, esto se combina con el refuerzo de acero.
<b>Corte basal</b>	Consiste fundamentalmente en reemplazar el efecto de sismo en un edificio por fuerzas horizontales equivalentes; esto se logrará hallando una fuerza en la base del edificio.

<b>Dotación</b>	Volumen de agua consumida por un habitante en un día.
<b>Envolvente de momentos</b>	Diagrama de momentos donde se colocan los momentos producidos en la estructura por las combinaciones de cargas.
<b>Esfuerzo</b>	Magnitud de una fuerza por unidad de área.
<b>Estructura</b>	Ordenamiento de un conjunto de elementos encargados de resistir los efectos de las fuerzas externas de un cuerpo físico.
<b>Formaleta</b>	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se construye, hasta que alcance su resistencia necesaria.
<b>Longitud de desarrollo</b>	Es la mínima medida de una varilla anclada al concreto, para evitar que falle por adherencia.
<b>Momento último</b>	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual asegura que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas internas actuantes con un cierto como el peso margen de seguridad.



## RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño del proyecto de agua potable para las comunidades de Chuacruz y Los Morales, y el diseño del edificio para la escuela pública del caserío El Paraíso, ambos del municipio de Sololá, departamento de Sololá.

Este documento consta de dos capítulos:

En el primero, se incluye la información obtenida durante la fase de investigación, conteniendo la monografía de las comunidades beneficiadas, sus aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política, etc.

El segundo, contiene la fase del Servicio Técnico Profesional, el cual está conformado de dos secciones, la primera es el diseño del sistema de agua potable y la segunda es el diseño del edificio para la escuela pública; dichas secciones cuentan con una descripción de la situación actual del proyecto y métodos de diseño.

También se describen los aspectos técnicos, que intervienen en el diseño, los criterios utilizados, el presupuesto de cada uno de los proyectos y en la parte final se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer soluciones técnicas para resolver los problemas de acceso al agua potable y a un centro de estudios adecuado, en el municipio de Sololá.

### **Específicos**

1. Realizar el diseño del sistema de agua potable en los caseríos Chuacruz y Los Morales, cantón El Tablón, municipio de Sololá, departamento de Sololá, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
2. Diseñar el edificio para la escuela pública El Paraíso, aldea Los Encuentros, municipio de Sololá, departamento de Sololá, para mejorar las condiciones de aprendizaje de los estudiantes.



## INTRODUCCIÓN

Con la ayuda de la Oficina Municipal de Obras Públicas, se determinaron las principales necesidades del municipio de Sololá, Sololá, las cuales son:

- El diseño de un sistema de agua potable para los caseríos Chuacruz y Los Morales, cantón El Tablón, Sololá, el sistema con el que contaban fue destruido durante la tormenta Ágatha; además de ya haber sobrepasado el período de diseño estimado de 20 años.
- El diseño de un edificio para ampliar la escuela pública del caserío El Paraíso, aldea Los Encuentros, Sololá, actualmente las aulas con las que se cuenta no son suficientes para la población estudiantil, viéndose en la necesidad de hacer divisiones provisionales en las aulas para impartir dos clases simultáneamente, lo cual dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La construcción de estos proyectos servirá para mejorar el nivel y calidad de vida de las poblaciones beneficiadas, logrando con ello un desarrollo económico y social del municipio de Sololá.

En la primera parte de este trabajo de graduación se presenta la monografía de las comunidades beneficiadas; en la segunda, se describe la fase de servicio técnico profesional, la cual incluye con el diseño, planos y presupuestos de los proyectos, necesarios para solventar las necesidades antes mencionadas.



# 1. INVESTIGACIÓN

## 1.1. Características físicas

### 1.1.1. Localización y colindancias

El departamento de Sololá se encuentra a 140 kilómetros de la ciudad capital, colinda al norte con los departamentos de Quiché y Totonicapán; al este con el departamento de Quetzaltenango; al oeste con el departamento de Chimaltenango y al sur con el departamento de Suchítepequez.

### 1.1.2. Ubicación geográfica

El caserío Los Morales, cantón El Tablón se encuentra en el área noreste del municipio de Sololá a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera municipal y a 135 kilómetros de la ciudad capital. El caserío Los Morales se sitúa a 2 340 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitudinales 14° 48' 38" norte y longitudinales 91° 09' 30" oeste. <sup>1</sup>

El caserío los Morales colinda al norte con el caserío Chuacruz Pujujil I, al oeste con el caserío Santa María, al sur con el municipio de Concepción y al este con caserío El Potrero, todas ellas pertenecientes al departamento de Sololá.

---

1. Fuente: SIG Manctzolojya', 2009

El caserío Chuacruz, cantón Pujujil I se encuentra en el área noreste del municipio de Sololá a una distancia de 10 kilómetros de la cabecera municipal, situado a 2 380 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitudinales 14° 49' 15" norte y longitudinales 91° 09' 25" oeste. <sup>2</sup>

El caserío Chuacruz colinda al norte con las aldeas Chopén y Los Encuentros, al oeste con el caserío Vasconcelos, al sur con cantón El Tablón y al este con el caserío El Progreso; todas estas comunidades pertenecientes al municipio de Sololá.

El caserío El Paraíso, aldea Los Encuentros, se encuentra en el área noreste del municipio de Sololá a una distancia de 15 kilómetros de la cabecera municipal, situada a 2 400 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitudinales 14° 52' 31" norte y longitudinales 91° 08' 19" oeste. <sup>3</sup>

El caserío el Paraíso colinda al norte con el departamento de Quiché y la aldea Los Encuentros, al oeste con el caserío San José las Islas, al sur con cantón El Tablón y al este con el cantón Pujujil I.

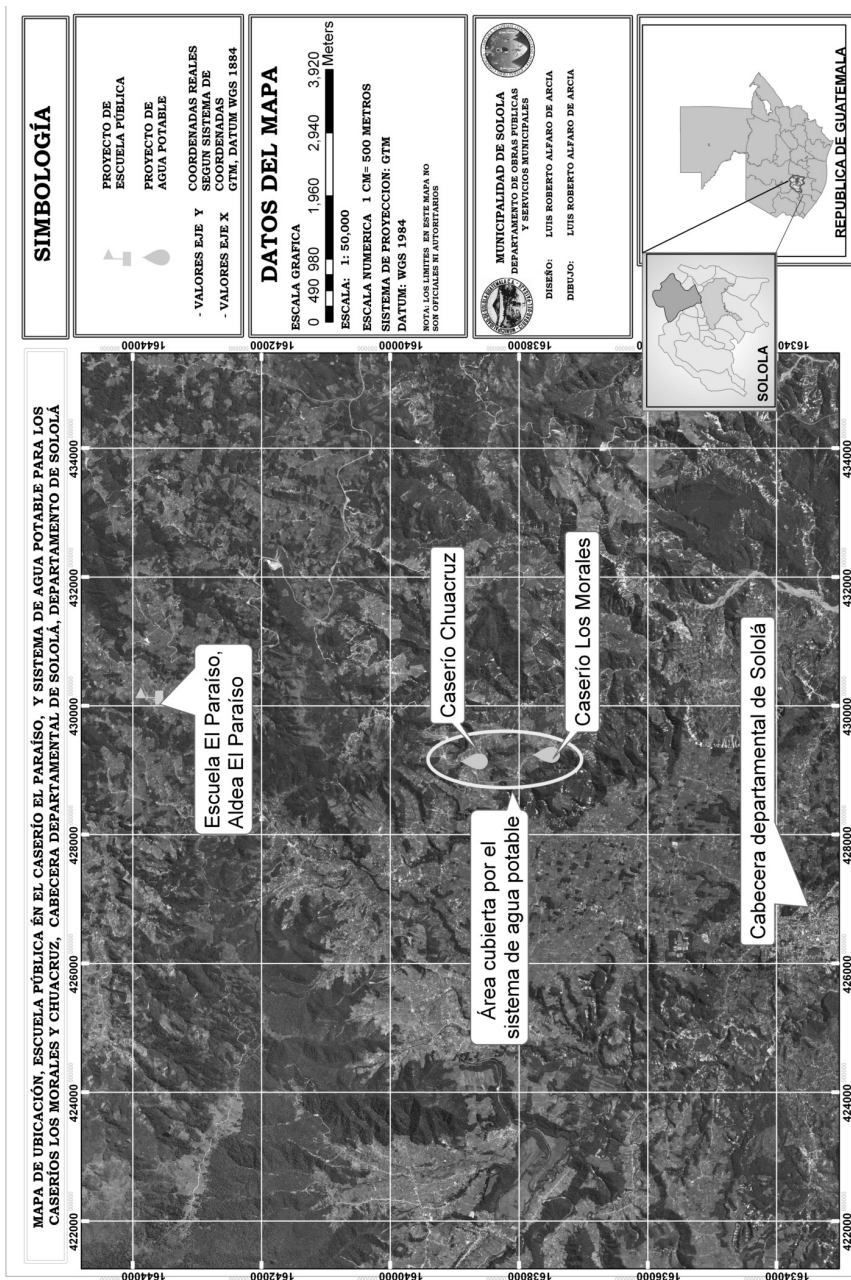
---

2. Fuente: SIG Manctzolojya' 2009

3. Fuente: SIG Manctzolojya' 2009



Figura 1. Mapa de Ubicación



Fuente: elaboración propia.

### **1.1.3 Topografía**

El municipio de Sololá se caracteriza por tener una topografía muy irregular y quebrada, es un área muy montañosa, cubierta por cosechas y bosques, en su mayoría, lo cual es posible debido a que el suelo es muy fértil.

A pesar de que existen caminos hacia todas las comunidades, es necesario hacer largas caminatas por veredas para poder llegar al nacimiento de agua potable, como en el caso de los caseríos Chuacruz y Los Morales.

### **1.1.4 Clima**

Las características climatoógicas más importantes del municipio de Sololá, de acuerdo al Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología son:

- Altura sobre el nivel del mar: 2 340 msnm
- Temperatura mínima promedio: 9°C
- Temperatura máxima promedio: 22°C
- Precipitación media anual: 1 012 mm
- Humedad: 75%
- Nubosidad: 6 octas.
- Velocidad promedio del viento: 4.7 km/h
- Tensión de vapor: 10,10 mm/Hg
- Temperatura punto de rocío: 10,9°C

### **1.1.5. Tipo de vivienda**

Las viviendas en los caseríos Chuacruz, Los Morales y El Paraíso se encuentran semi dispersas, distribuidas en su mayoría a lo largo del camino de acceso principal. La tipología de las viviendas es en un 95% de paredes de adobe o bajareque, con techo de lámina de zinc, piso de tierra y cemento en su minoría. La mayoría cuenta con un diseño arquitectónico de 2 ambientes, un dormitorio y una cocina.

### **1.1.6. Población actual**

En los caseríos Chuacruz Los Morales, en relación con la población, las mujeres representan el 47,07% y los hombres, el 52,93%. La población es mayoritariamente joven con edades menores de 20 años, distribuidos de la siguiente forma: 10,97% de niños y niñas menores de 1 año, 28,72% de 1 a 9 años, y 27,07% de 9 a 20 años. En resumen, se puede decir que la población es mayoritariamente masculina y joven. <sup>4</sup>

---

4. Fuente: Centro de salud, municipio de Sololá, 2010

## **1.2. Características de infraestructura**

### **1.2.1. Vías de acceso**

La entrada a las comunidades Chuacruz y Los Morales, se encuentra sobre la carretera principal hacia la cabecera departamental de Sololá, en el kilómetro 130, al lado del cementerio Xajaxac. El camino, en su mayoría es asfaltado y en buen estado, pero desde el cementerio hay que recorrer 6 km. en un camino de terracería que durante la época lluviosa puede resultar difícil de transitar.

La carretera Interamericana pasa justo al medio del caserío El Paraíso, y frente a la escuela pública, cuyo diseño se presenta en este documento, en el kilómetro 125. Dicha escuela se encuentra a 500 metros del puesto de cuarentena entre los departamentos de Sololá y Quiché.

### **1.2.2. Servicios públicos**

Los caseríos Chuacruz y Los Morales cuentan con servicio de transporte público, energía eléctrica, escuela primaria y secundaria. Sin embargo aún no se dispone del servicio de drenajes sanitarios, y de agua potable con el que se contaba anteriormente, pues fue destruido durante la tormenta Ágatha, por lo cual en el presente documento se presenta un nuevo diseño del sistema de agua potable, para poder suplir la necesidad de la comunidad.

El caserío El Paraíso cuenta con los servicios de un Centro de Salud, agua potable, transporte público, energía eléctrica y una escuela primaria y secundaria, sin embargo el edificio de esta escuela se encuentra en mal estado,

además de ser insuficiente para atender al número de alumnos que actualmente hay en el establecimiento, por lo cual se presenta un diseño adecuado para prestar los servicios requeridos por los usuarios de dicha escuela.

### **1.3. Aspectos socio-culturales**

#### **1.3.1. Origen de la comunidad**

La comunidad del caserío Chuacruz fue inscrita legalmente en el 1960, y su nombre surge debido a dos situaciones:

- Por la ubicación de un Altar Maya que lo adornan tres figuras en forma de Cruz, el cual ha sido visitado por personas provenientes de diferentes regiones.
- La comunidad es atravesada por cuatro caminos que forman una Cruz, los que conducen a las comunidades de Los Morales, Pujujil, Cooperativa y Montañas.

La comunidad fue reconocida legalmente como “Caserío Chuacruz” desde 1960; se cree que ha sido el primer caserío legalizado del cantón Pujujil. Desde su formación, el Caserío Chuacruz pertenece al Cantón Pujujil I municipio y departamento Sololá.

La asignación del nombre de la comunidad Los Morales, fue debido a que gran parte de los fundadores, son de apellido “Morales”, por esa razón los pobladores decidieron nombrarlo “Los Morales”, en señal de gratitud.

La comunidad empezó a poblarse en el año 1982. Los primeros habitantes provenían de lugares cercanos al cantón El Tablón y se asentaron en el lugar por motivo de violencia y para que los niños y las niñas no se retiraran de un lugar donde pudieran estudiar.

Desde su formación, Los Morales pertenece al cantón El Tablón del municipio y departamento de Sololá, ha sido reconocida como comunidad en el año 1983, gracias a las gestiones de líderes e integrantes del Comité Pro-mejoramiento.

### **1.3.2 Actividad económica**

Los caseríos Chuacruz y Los Morales se dedican principalmente a la agricultura de: maíz, trigo, papa, zanahoria, repollo y otras hortalizas. Los productos de la agricultura generalmente se comercializan en el mercado de mayoreo de Sololá; las cosechas también son vendidas a intermediarios que llegan a la comunidad a recoger la mercadería en camiones, para luego venderlos en la Central de Mayoreo (CENMA) de la ciudad capital, o en algunos mercados de la costa del país.

En un número mucho menor, se producen tejidos típicos, los cuales son utilizados para hacer cortes o venderlos como artesanías en el mercado de Sololá los días de plaza.

El caserío El Paraíso se dedica principalmente a la agricultura de maíz, trigo, papa, zanahoria, repollo y otras hortalizas. Los productos de la agricultura generalmente se comercializan en el mercado de mayoreo de Sololá; las cosechas también son vendidas a intermediarios que llegan a la comunidad a

recoger los productos agrícolas en camiones, para luego venderlos en el Centro de Mayoreo de la ciudad capital o en otros mercados de aldeas cercanas.

Debido a la cercanía a Los Encuentros, algunas personas trabajan en el comercio en dicha zona, vendiendo comida o víveres a los viajeros, pero esta actividad es poco representativa de la comunidad, en comparación con la agricultura.

### **1.3.3. Idioma y religión**

En la comunidades del departamento de Sololá se habla el idioma español así como el quiché, siendo este último el más utilizado por los pobladores en su vida cotidiana.

La espiritualidad y religiosidad de las comunidades se presentan de forma variada, existiendo expresiones enraizadas en la cosmovisión del pueblo maya, representadas por los Ajq'ij o guías espirituales, lugares sagrados o altares ceremoniales, y valores y expresiones cotidianas que permanecen en la mayoría de las familias y que constituyen el sustento de la identidad cultural propia de dichas comunidades; pero también existen expresiones religiosas cristianas como la evangélica y la católica, las cuales son representadas en la comunidad por los feligreses, las iglesias y capillas, los catequistas, pastores y agrupaciones relacionadas.

#### **1.3.4. Organización de la comunidad**

De forma generalizada, las comunidades del municipio de Sololá cuentan con una estructura básica de organización compuesta de la siguiente forma:

Alcalde comunitario:

Es la persona elegida por la comunidad mediante asambleas y consultas, quien por un período específico de un año, representa la autoridad comunal, promoviendo y liderando asambleas, movilizaciones, resolución de conflictos y acciones sociopolíticas en beneficio de su comunidad, interrelacionado con las diversas expresiones de organización local y municipal, especialmente con la Municipalidad Indígena, con quien constituye una asamblea de autoridades, a nivel municipal.

COCODE:

Estructura comunitaria que impulsa la participación de la población en la planificación y ejecución del desarrollo y en la gestión pública a nivel local. Los COCODES forman parte del Sistema de Consejos de Desarrollo que funciona a nivel nacional.

Según el decreto 11-2002 del Congreso de la República, Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, su objetivo primordial es el de organizar y coordinar la administración pública a través de la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios, teniendo como una de sus funciones la de promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización



de necesidades, problemas y sus soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.

Comités y comisiones:

Estas instancias cumplen diversas funciones, y son creadas de acuerdo con las necesidades de cada comunidad; su fin es gestionar proyectos de mejoramiento para las comunidades; entre los comités y comisiones existentes están:

- Comité de agua
- Comité de caminos
- Comité de energía eléctrica
- Comisión de la mujer

Junta escolar o consejo de padres de familia:

La junta escolar es una organización civil con personalidad jurídica, que está integrada por padres y madres de niños y niñas inscritas en la escuela y por los maestros y maestras, cuyo objetivo es interactuar efectivamente en el proceso educativo de una comunidad determinada, y apoyar allí, la descentralización de los recursos económicos en la prestación de los servicios de apoyo de los centros educativos oficiales.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del sistema de agua potable para los caseríos Chuacruz y Los Morales, cabecera departamental de Sololá, departamento de Sololá**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto se diseñó con una fuente de agua que tiene un caudal de 2,7 l/s, la cual debe ser bombeada hasta el tanque de almacenamiento; éste cuenta con un volumen de 126 m<sup>3</sup> y desde allí se provee, por medio de una red de distribución por gravedad, a 112 conexiones prediales.

#### **2.1.2. Localización de la fuente**

La fuente se encuentra localizada a 550 metros del tanque y está a *160 m* bajo el nivel de éste; por lo cual es necesario bombear el agua para que pueda llegar hasta el tanque.

En el diseño de la línea de bombeo, fue necesario tomar en cuenta que el nacimiento está en la ladera de una montaña que ya ha sufrido deslaves con anterioridad; por lo cual se posicionó la caseta de bombeo fuera del área de peligro por deslave.

### **2.1.3. Calidad del agua**

La calidad del agua se determina a través de los requerimientos mínimos exigidos por la norma COGUANOR NGO 29001, en la cual se estipula la realización de los análisis físico-químico y bacteriológico.

#### **2.1.3.1. Análisis físico-químico**

En este análisis se determinan factores físicos como color, olor, temperatura, turbiedad y sabor; también propiedades químicas tales como el contenido de minerales, cloro residual y el ph.

El resultado del laboratorio<sup>5</sup> indica que desde el punto de vista de la calidad física y química el agua, cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

#### **2.1.3.2. Análisis bacteriológico**

A través de este análisis se determina la potabilidad del agua, así como la presencia de organismos que puedan producir enfermedades si son consumidos. Para esto se realizan dos pruebas:

- Determinación del número de bacterias que se desarrollan en un cultivo durante un período de 24 horas, a temperatura de 30°C y 20°C.
- Determinación de la presencia de coliformes, las cuales son de origen intestinal y son una clara indicación de contaminación fecal.

---

5. Ver apéndice

El resultado del laboratorio indica<sup>6</sup> que: "Bacteriológicamente, el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua".

#### **2.1.4. Aforos**

El aforo consiste en medir la cantidad de agua que se produce en un tiempo determinado, llamado caudal. Para esto se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en usar un recipiente de volumen conocido, y medir el tiempo en que éste se llena; luego de hacer dicha medida varias veces, se hace un promedio de los tiempos.

El nacimiento que abastece a este proyecto, tiene un caudal de 6.6 Lt/s, con lo cual se determina que el agua es suficiente para suplir la demanda de la población.

## **2.2. Levantamiento topográfico**

La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y contorno de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Además de estas mediciones de campo, la topografía incluye el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones, así como la elaboración de los diagramas y planos necesarios.

---

6. Ver apéndice

El levantamiento topográfico se realizó con ayuda del personal de la municipalidad y una cuadrilla de topografía conformada por los integrantes del COCODE y otros miembros de las comunidades beneficiadas.

Para el diseño del proyecto se efectuó el levantamiento por medio de poligonales abiertas, haciendo un levantamiento planimétrico y altimétrico.

### **2.2.1. Planimetría**

Cuando se hace un levantamiento topográfico despreciando la curvatura de la tierra, se está haciendo un levantamiento planimétrico. Un levantamiento planimétrico puede realizarse cuando se tienen áreas pequeñas por medir, pues se considera la tierra plana, con el fin de obviar los errores introducidos en las mediciones a causa de la curvatura de la tierra, de acuerdo al libro Topografía de James Steward.

Para determinar la distancia horizontal entre dos puntos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D.H.=100 \Delta h \sin(2 \alpha)$$

Donde:

D.H.= Distancia horizontal[m]entre dos puntos

$\Delta h$ = Diferencia[m] entre los hilos superior e inferior

$\alpha$ = Ángulo vertical

Para el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito electrónico marca Foif Dt-105C, con precisión de 5"
- Estacas de madera
- Trompos de madera
- Pintura de aceite color rojo para rotular
- Cinta métrica de 100 metros
- Estadal
- Trípode

### **2.2.2. Altimetría**

La altimetría es la medición de diferencia de niveles que existe entre un par de puntos. Para ello es necesario medir dicha diferencia de forma directa o indirecta. En este proyecto se utilizó el método taquimétrico, el cual consiste en tomar, por medio de hilos del retículo del teodolito, la medición de un hilo superior, hilo medio y de un hilo inferior, además de un ángulo vertical; luego se utiliza la siguiente fórmula para calcular la diferencia de nivel:

$$D.N. = 100 \Delta h \left( \frac{1}{2} \sin(2\alpha) \right)$$

Donde:

D.N. = Diferencia de nivel

$\Delta h$  = Diferencia [m] entre los hilos superior e inferior

$\alpha$  = Ángulo vertical

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito electrónico marca Foif Dt-105C, con precisión de 5”
- Estacas de madera
- Pintura de aceite color rojo para rotular
- Cinta métrica de 100 metros
- Estadal
- Trípode

## **2.3. Criterios de diseño**

### **2.3.1. Dotación y tipo de servicio**

La dotación y tipo de servicio se ha establecido en función de distintos parámetros, entre los que se puede destacar:

- Capacidad de la fuente
- Costumbres de la población
- Situación socioeconómica de la población
- Clima

#### **2.3.1.1. Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada persona por día; está expresada en litros/habitante/día (l/hab/día), siguiendo las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal -INFOM-.



Al no existir un estudio de demanda, se tomó una dotación de 90 lt/hab/día<sup>7</sup> pues el proyecto pertenece a un área rural de clima frío, como recomiendan las normas del INFOM.

### **2.3.1.2. Tipo de servicio**

El tipo de servicio será una conexión predial, que es la colocación de un chorro fuera de la vivienda, pero ubicado dentro de la propiedad en la que esta se encuentra. Se optó por este sistema de abastecimiento siendo el adecuado para la población rural, además la fuente no podría abastecer un sistema de conexiones intradomiciliarias con opción a varios servicios.

## **2.3.2. Estudio de población**

### **2.3.2.1. Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento poblacional es la medida en la cual aumenta una población en un cierto período de tiempo; generalmente se expresa como un porcentaje. Según datos del Instituto Nacional de Estadística -INE- la tasa de crecimiento poblacional para el departamento de Sololá es de 3,175%.

### **2.3.2.2. Período de diseño**

Para el diseño de este proyecto se utilizó un período de diseño de 22 años, debido a que se consideraron dos años de gestión y construcción del sistema y veinte años de servicio óptimo.

---

7. Según inciso 4.3 de "Guía para el diseño INFOM-UNEPAR"

### **2.3.2.3. Población actual**

Durante el levantamiento topográfico se realizó un censo para determinar el número de beneficiarios del proyecto; actualmente se cuenta con 212 familias, con un promedio de 5 habitantes por vivienda, dando un total de 1060 habitantes. Estos datos fueron recolectados durante el levantamiento topográfico.

### **2.3.2.4. Población futura**

Debido a que el diseño del tanque, línea de conducción y línea de distribución deben de ser capaces de abastecer a la población durante los próximos 22 años, es necesario calcular una estimación de la población que podría haber en las comunidades; esto se realiza por medio de métodos estadísticos, entre los cuales se encuentra el método geométrico, el cual se utilizó para este proyecto, pues se ajusta de mejor manera a estas comunidades.

Para el cálculo de la población futura, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Pf_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

$Pf_n$  = Población futura en n años

$P_o$  = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Número de años transcurridos

Tomando en cuenta que la tasa de crecimiento es 3.175%, la población futura será:

$$Pf_{22}=1\ 060(1+0,03175)^{22}$$

$$Pf_{22}=1\ 060(1,989017051)$$

$$Pf_{22}=2\ 108,358$$

Por lo tanto se tomará una población de 2 109 personas.

### **2.3.3. El caudal y sus variaciones**

#### **2.3.3.1. Caudal medio diario (cmd)**

El caudal medio diario -cmd- es el promedio de los consumos diarios registrados durante un año, cuando no se tiene un registro, este se puede tomar como el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se registren al final del período de diseño.

$$cmd = \frac{\text{Dotación} \times P_f}{86\ 400}$$

De tal modo que el caudal medio diario es:

$$cmd = \frac{90\ \text{l/hab/día} \times 2\ 109\ \text{hab}}{86\ 400\ \text{s/día}}$$

$$cdm = 2,196\ \text{l/s}$$

También debe incluirse el cmd de las escuelas, iglesias y cementerios del lugar; asignándole a cada uno una dotación de acuerdo a su función:

Escuela:

$$cmd = \frac{20\ \text{l/alumno/día} \times 512\ \text{alumnos}}{86\ 400\ \text{s/día}}$$

$$cdm = 0,12\ \text{l/s}$$

Iglesia

$$cmd = \frac{5 \text{ l/persona/día} \times 550 \text{ personas}}{86\,400 \text{ s/día}}$$

$$cmd = 0,032 \text{ l/s}$$

Entonces el *cmd* total es la suma de los caudales medios diarios:

$$cmd = 2,196 \text{ l/s} + 0,12 \text{ l/s} + 0,032 \text{ l/s}$$

$$cmd = 2,347 \text{ l/s}$$

### 2.3.3.2. Caudal máximo diario (CMD)

El consumo máximo diario es el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo entre 1,2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 personas y 1,5 para poblaciones futuras menores a 1 000 personas.

$$CMD = f_{dm} \times cmd$$

Debido a que este proyecto cuenta con más de 1,000 habitantes, se tomará 1.2 como factor.

$$CMD = 1,2 \times 2,347 \text{ l/s}$$

$$CMD = 2,816 \text{ l/s}$$

### 2.3.3.3. Caudal máximo horario (CMH)

El consumo máximo horario se determina multiplicando el consumo medio diario por un factor de hora máxima entre 2,0 y 3,0, tomándose 2,0 para poblaciones futuras mayores a 1 000 personas y 3,0 para poblaciones futuras menores a 1 000 personas.

$$CHM = f_{hm} \times cmd \text{ l/s}$$

Debido a que este proyecto cuenta con más de 1 000 habitantes, se tomará 2,0 como factor:

$$CHM=2,0 \times 2,347 \text{ l/s}$$

$$CHM=4,694 \text{ l/s}$$

#### 2.3.3.4. Caudal de bombeo (Qb)

El caudal de bombeo se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q_b = \frac{CMD \times 24}{N}$$

Donde:

$Q_b$  = Caudal de bombeo

CDM = Caudal Maximo Diario

N = Horas de bombeo

En el proyecto se tomó un período de 12 horas diarias de bombeo, de tal modo caudal de bombeo es de:

$$Q_b = \frac{2,816 \text{ l/s} \times 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 5,632 \text{ l/s}$$

#### 2.3.3.5. Caudal de vivienda

El caudal de vivienda se obtiene dividiendo el caudal de hora máximo, dentro del número total de viviendas:

$$Q_v = \frac{CHM}{\text{No. viviendas}}$$

De modo que al tener 422 viviendas y un CHM de 4,69 l/s se obtiene:

$$Q_v = \frac{4,69 \text{ l/s}}{422}$$

$$Q_v = 0,0111 \text{ l/s}$$

### 2.3.3.6. Caudal instantáneo

También conocido como caudal de uso simultáneo, está basado en la probabilidad de que todas las personas de un ramal utilicen el servicio al mismo tiempo, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$q_i = k \sqrt{n-1}$$

Donde:

$q_i$  = Caudal instantáneo, no menor a 0,2 l/s

$k$  = 0,15 para conexiones prediales

$n$  = Número de conexiones

En el caso del ramal Ajú, al tener 66 conexiones, se tiene el siguiente caudal instantáneo:

$$q_i = 0,15 \sqrt{66-1}$$

$$q_i = 1,23$$

## 2.4. Diseño hidráulico

### 2.4.1. Planteamiento general del sistema

El proyecto se abastecerá de una fuente de agua, la cual será conducida a un tanque de bombeo de 4 m<sup>3</sup>, desde el cual será bombeada hasta un tanque de almacenamiento de 126 m<sup>3</sup>, ubicado en el punto más alto del proyecto, desde donde el agua será distribuida por un sistema de gravedad.

## 2.4.2. Tipo de tubería

La tubería de la línea de distribución será de Policloruro de vinilo (PVC) la cual se ve sujeta a la norma ASTM D-1784, con un coeficiente de rugosidad  $c=150$  y resistencia de presión hasta 160 psi; la tubería en la línea de conducción será de hierro galvanizado (HG) cédula 40, sujeta a la norma ANSI/ASTM A 120-79, con un coeficiente de rugosidad  $c=100$  y presiones de hasta 700 psi. Las velocidades estarán dentro de 0,6m/s y 3 m/s, encontrándose a una profundidad de 0,80 m; la presión de servicio deberá de estar entre 10 m.c.a. y 40 m.c.a.

## 2.4.3. Diseño de línea de conducción

### 2.4.3.1. Diseño de tubería

Para el diseño de la línea de impulsión se determina el diámetro económico de la siguiente forma:

1. Cálculo de los posibles diámetros a utilizar:

$$\Phi = \sqrt{\frac{1.974 \times Q_b}{v}}$$

$$\Phi_1 = \sqrt{\frac{1.974 \times 5,632}{0,6}} = 4,31 \text{ pulgadas}$$

$$\Phi_2 = \sqrt{\frac{1.974 \times 5,632}{2}} = 2,35 \text{ pulgadas}$$

De modo que las tuberías a analizar son de 2 ½", 3" y 4"

2. Cálculo de los costos de tubería por mes para las tuberías calculadas anteriormente.

$$A = \frac{r \times (r+1)^n}{(r-1)^n - 1}$$

Donde:

A = Amortización

r = Tasa de interés

n = Número de meses en el que se desea pagar la tubería

3. Costo por longitud de tubería

$$C = \text{Longitud total} \times \text{precio unitario}$$

4. Costo total:

$$C_t = A \times C$$

Tabla I. **Resumen del costo mensual de la tubería**

Diámetro	Longitud	Tasa de interés mensual	N	Precio Unitario por tubo	Amortización	No, Tubos	Total [Q]
2 ½	577,5	0,01	120	885	0,014347095	97	1231,626357
3	577,5	0,01	120	1 560	0,014347095	97	2171,002391
4	577,5	0,01	120	1 710	0,014347095	97	2379,752621

Fuente: Unión FENOSA

5. Determinar la potencia de la bomba

$$\text{Pot} = \frac{Q \times h}{76 \times e}$$

Donde:

Pot = Potencia de la bomba [hp]

Q = Caudal [lt/s]

h = Pérdidas por fricción, se calcula con la fórmula de Hazen-Williams

e = Eficiencia de la bomba, se usará 0,6



6. Determinar el costo mensual de la energía requerida.

$$E = \text{Pot} \times 0.746 \times \text{Horas de bombeo} \times \text{costo de bombeo}$$

Tabla II. **Resumen del costo mensual de la energía eléctrica**

Diámetro	Hf	Pot [hp]	Kilovatios	Horas de bombeo	Energía por mes	Costo Kw/h	Total [Q]
2 ½	46,94	27	20 142	360	7 251,12	0,84	6 090,9408
3	17,05	23	17 158	360	6 76,88	0,84	5 188,5792
4	4,73	21	15 666	360	5 639,76	0,84	4 737,3984

Fuente: elaboración propia.

7. Determinar el costo total:

Tabla III. **Resumen del costo total de la tubería**

Diámetro	Costo total
2 ½	7 322,57
3	7 359,58
4	7 117,15 ← Diámetro económico

Fuente: elaboración propia.

#### 2.4.3.1.1. Sobrepresión por golpe de ariete

El golpe de ariete es un incremento en la presión, producido por un cierre brusco de alguna válvula o un corte en la energía eléctrica; por lo tanto hay que asegurarse que la tubería sea capaz de soportar dicha sobrepresión. La sobrepresión por golpe de ariete se calcula de la siguiente manera:

$$P = \frac{a \times v}{g}$$

Donde:

P = Sobrepresión

a = Celeridad

v = Velocidad de servicio

g = Gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

La celeridad se calcula de la siguiente forma:

$$a = 1 \frac{420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} + \frac{D_i}{e}}}$$

Donde:

k = Módulo de elasticidad volumétrica del agua (20 700 kg/cm<sup>2</sup>)

E = Módulo de elasticidad del material (2 100 000 kg/cm<sup>2</sup>)

D<sub>i</sub> = Diámetro interno

e = Espesor de la pared del tubo

$$a = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{20\,700}{2\,100\,000} + \frac{10,57402}{0,655}}}$$

$$a = 1\,318,93$$

Entonces:

$$P = \frac{1\,318,93 \times 0,09943277}{9,81}$$

$$P = 13,37 \text{ m.c.a.}$$

La presión crítica de la tubería es la carga dinámica total más la sobrepresión; la carga dinámica total se calcula en función del tipo de bomba que se emplee, en este caso será una bomba sumergible; por lo tanto la carga dinámica total es:

Diferencia de niveles

$$H_d = 160 \text{ m.c.a}$$

Pérdida de impulso

$$H_f = 4,73 \text{ m.c.a}$$

Pérdidas de velocidad en tubería de impulsión

$$H_v = 0,02 \text{ m.c.a}$$

Pérdidas menores por accesorios

$$H_m = 0,95 \text{ m.c.a}$$

$$CDT = H_d + H_f + H_v + H_m$$

$$CDT = 160 \text{ m.c.a} + 4,73 \text{ m.c.a} + 0,02 \text{ m.c.a} + 0,95 \text{ m.c.a}$$

$$CDT = 165,71 \text{ m.c.a}$$

La presión crítica es :

$$\text{Presión crítica} = 165,71 \text{ m.c.a} + 13,37 \text{ m.c.a}$$

$$\text{Presión crítica} = 179,07 \text{ m.c.a} \approx 255 \text{ psi}$$

#### **2.4.3.2. Diseño de equipo de bombeo a utilizar**

Para el diseño de la bomba se tomarán en cuenta los siguientes parámetros:

$$\text{Caudal de bombeo} = 5,63 \text{ l/s}$$

$$\text{Horas de bombeo} = 12 \text{ horas}$$

$$\text{Volumen de tanque de succión} = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{Porcentaje de almacenamiento} = 30 \%$$

#### 2.4.3.2.1. Potencia de la bomba

La potencia de la bomba se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Pot} = \frac{\text{CDT} \times Q_b}{76 \times e}$$

Donde:

CDT = Carga dinámica total

$Q_b$  = Caudal de bombeo

e = Eficiencia del equipo

Entonces la potencia de la bomba es:

$$\text{Pot} = \frac{165,71 \text{ m.c.a.} \times 5,632 \text{ l/s}}{76 \times 0,6}$$

$$\text{Pot} = 21 \text{ hp}$$

Debido a la potencia de la bomba, se recomienda que ésta funcione con energía eléctrica trifásica.

#### 2.4.3.2.2. Especificaciones de la bomba

La bomba que se utilizará en este proyecto tiene las siguientes especificaciones:

- Equipo de impulsión de 5,63 l/s
- Motor sumergible Franklin de 20 HP a 450 RPM
- Gabinete de metal con llave T1 para controles eléctricos
- Flipón de seguridad de 3x100 amperios, 240v
- Arrancador magnético F-90 con protección térmica 40-70 amp.
- Protector de falla de fase y monitor de voltaje
- Flipón de mandos 2x4 amp.
- Guardanivel con electrodos contra bombeo en seco

- Pararrayos rural
- Selector Auto-Off-Manual
- Luz piloto 220v
- Válvula de compuerta de 3" Br.
- Válvula de cheque de 3" HF resorte
- Funda de enfriamiento de motor de 6"

#### 2.4.4. Diseño de la línea de distribución

Para el diseño de los ramales<sup>8</sup> es necesario verificar que la tubería propuesta, en este ramal es de 2", cumpla tanto con la presión de servicio y con el valor de la velocidad máxima y mínima establecidas.<sup>9</sup>:

El valor de las pérdidas de carga en un tramo dado se calculan con la siguiente ecuación:

$$H_f = \left[ \frac{1743,811 \times L \times Q}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \right]$$

Donde:

L= Longitud del tramo

Q=El mayor de los caudales entre  $q_i$  y  $Q_v$ , pero no menor a 0,2l/s

C= Coeficiente de rugosidad de la tubería

D= Diámetro de la tubería

1. La velocidad se encontrará dada por:

$$v = \frac{1,974 Q}{\phi^2}$$

8. Ver cálculos anexos

9. Ver sección "2.4.2 Tipo de Tubería"

2. En el caso del ramal Ajú se tienen tres tramos:

- Desde tanque hasta Caja rompe-presión (CRP)

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 \times 156 \text{ m} \times 1,2 \text{ l/s}}{150^{1,85} \times 2^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 1,25 \text{ m}$$

$$v = \frac{1,974 \text{ l/s}}{2^2} = 0,6 \text{ m/s}$$

- Desde CRP hasta casa más alta

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 \times 520,27 \text{ m} \times 1,2 \text{ l/s}}{150^{1,85} \times 2^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 4,16 \text{ m}$$

$$v = \frac{1,974 \text{ l/s}}{2^2} = 0,6 \text{ m/s}$$

- Desde casa más alta hasta final del ramal

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 \times 250,93 \text{ m} \times 1,2 \text{ l/s}}{150^{1,85} \times 2^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 2,00 \text{ m}$$

$$v = \frac{1,974 \text{ l/s}}{2^2} = 0,6 \text{ m/s}$$

Al tener ya calculadas las pérdidas de carga, y saber que las velocidades son adecuadas, es posible graficar la cota piezométrica<sup>10</sup> en cada tramo y así comprobar que las presiones estén dentro de los límites establecidos.

---

10. Ver planos anexos

#### 2.4.5. Sistema de desinfección

Debido a que los estudios de laboratorio demostraron que el agua del sistema es apta para el consumo, necesitará únicamente de un sistema de desinfección básico, el cual es la cloración; esto con el fin de garantizar la potabilidad de ésta. La concentración de cloro en el tanque de distribución debe ser tal que garantice una concentración de cloro residual en la última casa entre 0,5 y 0,7 partes por millón.

#### 2.4.6. Volumen tanque de almacenamiento

El cálculo del volumen del tanque de almacenamiento se hace de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{CMH}{1\ 000 \times 86\ 400} \times \text{Porcentaje de almacenamiento}$$

Donde :

CMH=Caudal de hora máximo

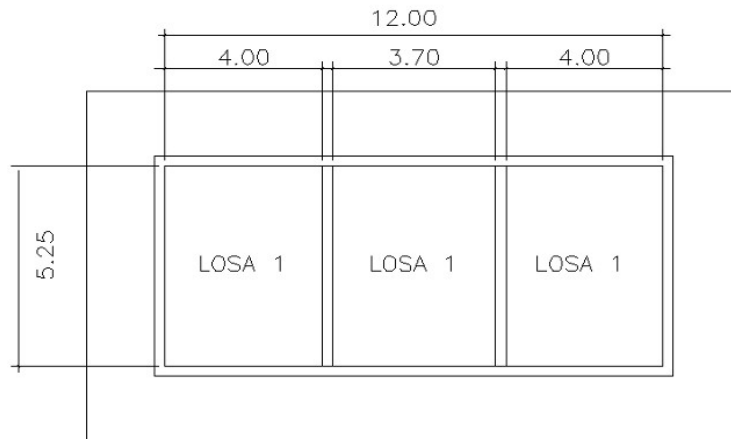
De modo que el volumen del tanque es:

$$V = \frac{4,694\ \text{l/s} \times 86\ 400}{1\ 000} \times 30''$$

$$V = 121,67\ \text{m}^3$$

Las dimensiones del tanque serán 2 m de altura, 5,25 m de largo y 12 m de ancho, con un volumen total de 126 m<sup>3</sup>.

Figura 2. **Dimensiones de losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia.

El diseño del tanque se hará utilizando el método No.3 del ACI.

Parámetros de diseño para la losa del tanque:

Carga viva = 80 kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga = 25 kg/m<sup>2</sup>

$f'c = 3\ 000\ \text{psi}$

$f'y = 60\ 000\ \text{psi}$

$f'c = 60/3$

Recubrimiento = 1"

Predimensionamiento:

Dimensiones propuestas para vigas

$h = 0,15\ \text{m}$

$b = 0,1\ \text{m}$

Dimensiones de losas

$P = 0,15\ \text{m}$

Largo = 5,25 m

Ancho = 4 m



## Integración de Cargas

Carga Viva

$$CV = 80 \text{ kg/m}^2$$

Carga Muerta

$$W_{\text{losa}} = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga Última} = 1,4 \text{ Carga muerta} + 1,7 \text{ Carga viva}$$

$$\text{Carga Última} = 675 \text{ kg/m}^2$$

Con una relación de los lados  $m = l_a/l_b = 4/5,25 = 0,76$ , los cálculos de los momentos son:

Momentos negativos:

$$M_a = 0,069 \times 675 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 745,20 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,022 \times 675 \text{ kg/m}^2 \times (5,25 \text{ m})^2 = 409,30 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

Por carga muerta

$$M_a = 0,028 \times 385 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 172,48 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,009 \times 385 \text{ kg/m}^2 \times (5,25 \text{ m})^2 = 95,50 \text{ kg-m}$$

Por carga viva:

$$M_a = 0,045 \times 80 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 57,6 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,014 \times 80 \text{ kg/m}^2 \times (5,25 \text{ m})^2 = 30,87 \text{ kg-m}$$

Total:

$$M_a = 230,08 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 126,37 \text{ kg-m}$$

Para el cálculo del acero de la losa, se utilizará el momento mayor, utilizando un gráfico que relaciona el momento último  $M_u/(\Phi bd^2)$  y la cuantía de acero  $\rho$ .

$$M_{\text{máx}} = 745,20 \text{ kg-m} = 248,35 \text{ lb/in}^2$$

Del gráfico de interacción se obtiene:

$$\rho = 0,0042$$

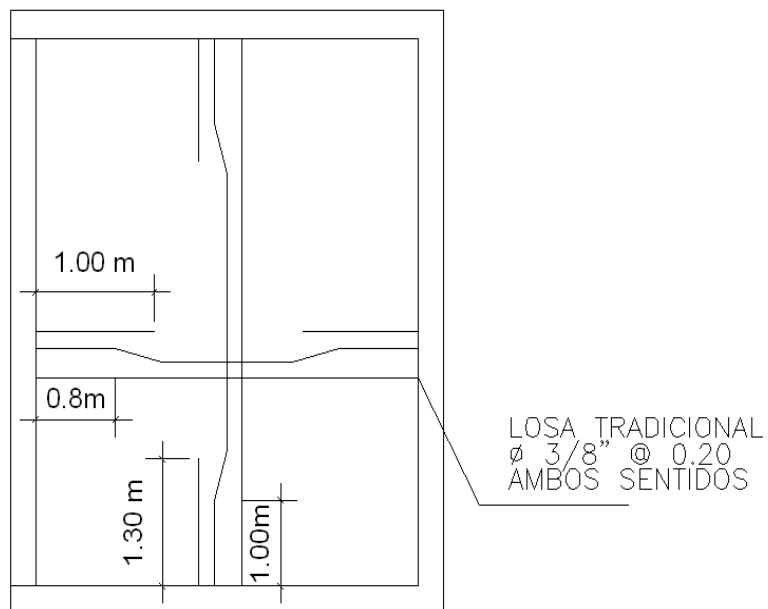
$$A_s = 0,0042 \times 5,91 \text{ in} \times 12 \text{ in} = 0,30 \text{ in}^2/\text{ft}$$

Distribución:

Barras No. 4 @ 20 cm

El armado final de la losa es:

Figura 3. **Armado final de losa del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de los muros del tanque se realizaron los siguientes chequeos:

Volteo:

$$\frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_{act}} = \frac{9911.7 \text{ kg-m}}{1248 \text{ kg-m}}$$

$$\Sigma \frac{M_R}{\Sigma M_{act}} = 7.95 > 1.5 \text{ OK}$$

Deslizamiento

$$\frac{\Sigma F_R}{\Sigma M_{act}} = \frac{\beta \Sigma W}{F_{agua}} = \frac{8478 \text{ kg}}{1248 \text{ kg-m}} = 3,54 > 1,5 \text{ OK}$$

Presiones

$$P_{max} = \frac{W_T}{L \times B} + \frac{W_T \times e}{S} = 5786 \text{ kg/m}^2 < 16,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{min} = \frac{W_T}{L \times B} - \frac{W_T \times e}{S} = 3634 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ kg/m}^2$$

Por lo tanto, las dimensiones del tanque y de los muros son adecuadas, pues resisten los esfuerzos a los que estarán sometidos.

## **2.4.7. Obras hidráulicas**

### **2.4.7.1. Caja de captación**

Estas cajas son diseñadas para que garanticen el libre flujo del agua proveniente del manantial; dicha caja debe ser construida con material impermeable, generalmente mampostería y garantizar que el agua de lluvia ingrese a ésta. El área en la que se encuentra esta caja debe ser protegida con un cerco para impedir el paso de animales y el ingreso de personas.

#### **2.4.7.2. Válvulas de limpieza**

Estas válvulas se colocan en los puntos donde la tubería es cóncava hacia abajo, para permitir la descarga de sedimentos acumulados en ésta. Deben colocarse en los puntos convexos de la tubería, protegidos por una caja de mampostería, con paredes de 15 centímetros de espesor y tapadera de concreto.

#### **2.4.7.3. Válvula de aire**

Estas válvulas sirven para liberar el aire acumulado entro de la tubería; deben ser de bronce y adaptadas para tubería p.v.c. Deberán colocarse en los puntos convexos de la tubería, protegidos por una caja de mampostería, con paredes de 15 centímetros de espesor y tapadera de concreto.

#### **2.4.7.4. Cajas rompe presión**

En ciertas ocasiones la presión piezométrica que la tubería puede alcanzar en un tramo dado, es mayor a la que esta resiste; por lo cual es necesario colocar una caja rompe-presión en algún punto de dicho tramo, con el fin de reducir la presión hasta cero, y de este modo subdividir el tramo en segmentos más pequeños, en los cuales la presión sea adecuada tanto para la tubería como para los servicios.

#### **2.4.7.5. Conexión predial**

Es el conjunto de tuberías y accesorios que van desde la línea de distribución hasta el predio donde se encuentra la casa.

Está compuesta por:

- abrazadera domiciliar
- reductor bushing a ½"
- llave de cheque de ½"
- contador
- llave de compuerta ½"
- llave de chorro de ½"
- 2 codos p.v.c. De ½"
- caja para válvulas de cemento de 0,2 x 0,20 x 0,30 m
- caja para contador de cemento de 0,3 x 0,3 x 0,5 m

#### **2.4.8. Estudio socioeconómico**

##### **2.4.8.1. Valor presente neto**

El valor presente neto es un método para analizar la rentabilidad de un proyecto a largo plazo. Esto consiste en hacer una comparación entre el valor de la inversión y los ingresos que dicho proyecto produzca en un tiempo dado.

El valor presente neto (VPN) puede ser positivo, negativo o igual a cero. En el caso que el VPN sea positivo, la empresa producirá ganancias; de ser

igual a cero, el proyecto no producirá ni pérdidas ni ganancias; por último, de ser negativo, el proyecto producirá pérdidas, no se logrará recuperar nunca la inversión inicial.

Una empresa nunca debe de invertir en un proyecto con un VPN negativo, pues esto causará pérdidas de sus recursos; sin embargo, cuando se trata un proyecto de bienestar social, es aceptable que sea negativo el VPN, pues el bienestar social que producirá no es mensurable económicamente.

En el proyecto de agua potable para los caseríos Chuacruz y Los Morales, la inversión no se podrá recuperar en el período de diseño del proyecto, por lo cual tiene un valor presente neto negativo, sin embargo, al tratarse de un proyecto de bienestar social, se justifica su ejecución, con base en los beneficios que traerá a dichas comunidades.

#### **2.4.8.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa de interés que causará que el VPN sea cero, es decir, que los egresos y los ingresos de una empresa sean iguales. La TIR es un factor indicador de la rentabilidad de un proyecto; a mayor sea la TIR mayor será la rentabilidad. La TIR se calcula por medio de la siguiente fórmula e iteraciones:

$$i = \left( \frac{\text{resultado de la 1era prueba}}{\text{valor presente}} \right) \times 100$$

$$i = (\text{última tasa trabajada}) + \left( \frac{\text{resultado de la última prueba}}{\text{valor presnete}} \right) \times 100$$

$$\text{TIR} = \left( \frac{\text{tasa anterior}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{resultado tasa anterior}}{\text{tasa anterior} - \text{ultima tasa}} \right) \times \left( \frac{\text{diferencia tasas}}{\text{trabajadas}} \right)$$

## 2.4.9. Evaluación de impacto ambiental

A continuación se presenta el formulario para la evaluación de impacto ambiental, requerido por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Tabla IV. Formulario de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
REPÚBLICA DE GUATEMALA

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o subinciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>

Continuación tabla IV.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li><li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li><li>• <b>Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</b></li></ul>	
<b>I. INFORMACIÓN LEGAL</b>	
<b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> <b>Proyecto de agua potable por bombeo</b>	
<b>I.2. Información legal:</b> <b>A Nombre del Proponente o Representante Legal:</b> <b><u>Municipalidad de Sololá</u></b> <b>B) De la empresa:</b> Razón social: <b><u>“Municipalidad de Sololá”</u></b> Nombre Comercial: <b><u>“Municipalidad de Sololá”</u></b>	



Continuación tabla IV.

<b>I. INFORMACIÓN LEGAL</b>	
<p>No. de Escritura Constitutiva: Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No.----- Folio No.---- Libro No---- Patente de Comercio Registro No.----- Folio No.---- Libro No.----- No. de Finca, Folio y Libro donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>No. De Finca. ----- Folio No. ----- Libro No. ----- de ----- <b>Número de Identificación Tributaria (NIT): -----</b></p>	
<p><b>I.3 Teléfono Fax _ Correo electrónico:</b></p>	
<p><b>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:</b> <b>Terreno comunal, Caserío Chuacruz, cantón El Tablón,</b> <b>Cabecera departamental de Sololá</b></p> <p><b>Especificar Coordenadas UTM o Geográficas</b></p>	
<p><b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</b></p>	<p><b>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</b></p>
<p>Latitud.</p>	<p><b>X = 14.635790°</b></p>
<p>Longitud.</p>	<p><b>Y= -90.5522° Huso 15</b></p>
<p><b>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)</b> <u>Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá, cabecera departamental de Sololá</u></p>	



Continuación tabla IV.

<b>II. INFORMACION GENERAL</b>		
DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
<b>Terreno baldío</b>	<b>norte</b>	<b>inmediata</b>
<b>Terreno baldío</b>	<b>este</b>	<b>inmediata</b>
<b>Terreno baldío</b>	<b>sur</b>	<b>inmediata</b>
<b>II.5 Dirección del viento:</b> <u>Norte a sur</u>		
<b>II.7 Datos laborales</b>		
<p>a Jornada de trabajo: Diurna ( x )    Nocturna (   )    Mixta* (   )</p> <p>Horas extras: -----    Número de empleados por jornada: <u>10</u></p> <p>Total empleados: <u>10</u></p> <p><u>*La jornada mixta no comprende a los empleados de oficina, y es aplicada solo en el caso cuando se tiene algún pedido grande que entregar. Los turnos son rotativos.</u></p>		

Continuación tabla IV.

<b>II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>						
<b>Tipo</b>	<b>sí/ no</b>	<b>Cantidad / (mes, día, hora)</b>	<b>Proveedor</b>	<b>uso</b>	<b>Especificaciones u observaciones</b>	<b>Forma de almacenar</b>
<b>Servicio público</b>	no					
<b>Pozo</b>	No					
<b>Agua superficial</b>	Sí	100 lt/día		Limpieza, servicios sanitarios		Cisterna
<b>otro</b>	No					
<b>gasolina</b>	Si	1gal/día	Shell Texaco	Maquinaria	El combustible se compra tres veces por semana y se almacena en bodega.	Contenedor en bodega.
<b>diesel</b>	No					
<b>bunker</b>	No					
<b>GLP</b>	No					
<b>otra</b>	No					
<b>solubles</b>	No					
<b>No solubles</b>	Sí	2 lt/mes	Shell Texaco	Maquinaria	Se compra mensualmente o cuando sea necesario.	Se almacena en bodega.



Continuación tabla IV.

<b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</b>
<p>c) Generación propia:</p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SÍ <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? <u>Utilización de focos ahorradores.</u> <b>Apagar equipos y focos cuando no se estén utilizando.</b></p>
<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>
<p><b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b></p> <p>a <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio.</p> <p>b <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores.</p> <p>c <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores.</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar qué o cuáles serían las actividades riesgosas:</p>
<p><b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b></p> <p>a) inundación ( )                      b) explosión ( )</p>

Continuación tabla IV.

<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	
c) deslizamientos ( )	d) derrame de combustible ( )
e) fuga de combustible ( )	f) Incendio ( x )
Otro ( )	
Detalle la información explicando el porqué?	
<b>Cada vez que se maneja y/o almacena combustible, existe un riesgo de incendio. Este riesgo se minimiza dando un adecuado manejo al combustible.</b>	
<b>VI.3 Riesgos ocupacionales:</b>	
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
<input checked="" type="checkbox"/>	No existen riesgos para los trabajadores.
<b>VI.4 Equipo de protección personal</b>	
VI.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?	
Sí ( x )    NO ( )	
VI.5 Detallar qué clase de equipo de protección se proporciona:	
<u>maskarilla y guantes.</u>	
VI.6 ¿Qué medidas ha realizado ó qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? <u>No se presenta ningún peligro para la salud de los pobladores y/o trabajadores</u>	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## 2.4.10. Presupuesto

Tabla V. Presupuesto



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>EPESISTA:</b>		
<b>LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCIA</b>	<b>Carné: 2006-11308</b>	
<b>PROYECTO: Agua potable</b>		
<b>Caceríos Chuacruz y Los Morales</b>		
<b>MUNICIPALIDAD DE SOLOLÁ</b>		
<b>DEPARTAMENTO DE SERVICIOS PÚBLICOS Y OBRAS MUNICIPALES</b>		
<b>EPS 2010</b>	<b>UBICACIÓN:</b> SOLOLA - SOLOLA	<b>ALTIPLANO</b> GUATEMALA, ENERO 2011

	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminar</b>	Construccion de bodega 10mx5m	Q 4,00	jornal	Q 125,00	Q 500,00	
		Mano de obra no calificada	Q 6,00	jornal	Q 75,00	Q 450,00	
							<b>Q 950,00</b>
<b>2</b>	<b>Tanque de succión</b>						
		Trazo	Q 8,00	ml	Q 15,00	Q 120,00	
		Excavacion	Q 20,30	m3	Q 5,00	Q 101,50	
		Formaleteado	Q 20,30	m3	Q 5,00	Q 101,50	
		Fundicion	Q 1,96	m3	Q 5,00	Q 9,81	
		Mano de obra no calificada	Q 2,00	jornal	Q 75,00	Q 150,00	
							<b>Q 482,81</b>
<b>3</b>	<b>Caceta de bombeo</b>						
		Trazo	Q 40,00	ml	Q 15,00	Q 600,00	
		zanjeo	Q 40,00	m3	Q 5,00	Q 200,00	
		Formaleteo y fundicion de cimientos	Q 40,00	m3	Q 10,00	Q 400,00	
		Levantado de muros	Q 40,00	m2	Q 20,00	Q 800,00	
		Colocación de puerta	Q 1,00	unidad	Q 100,00	Q 100,00	
		Formaleteado de losa	Q 17,64	m2	Q 50,00	Q 882,00	
		Armadura de losa	Q 17,64	m2	Q 50,00	Q 882,00	
		Fundicion de losa	Q 17,64	m2	Q 15,00	Q 264,60	
		Desencofrado de losa	Q 17,64	m2	Q 10,00	Q 176,40	
		Mano de obra no calificada	Q 12,00	jornal	Q 75,00	Q 900,00	
							<b>Q 5 205,00</b>
<b>4</b>	<b>Línea de conduccion</b>						
		Trazo	Q 743,15	ml	Q 3,00	Q 2 229,45	
		Anclajes	Q 97,00	unidades	Q 75,00	Q 7 275,00	
		Colocación de tubería HG de 4"	Q 743,15	ml	Q 2,50	Q 1 857,88	
		Prueba de presión	Q 1,00	global	Q 500,00	Q 500,00	
		Mano de obra no calificada	Q 15,00	jornales	Q 75,00	Q 1 125,00	
							<b>Q 12 987,33</b>



Continuación tabla V.



<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
EPESISTA:	
<b>LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCIA</b>	<b>Carné: 2006-11308</b>
<b>PROYECTO: Agua potable</b>	
<b>Caceríos Chuacruz y Los Morales</b>	

<b>MUNICIPALIDAD DE SOLOLÁ</b>	
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS PÚBLICOS Y OBRAS MUNICIPALES	
<b>EPS 2010</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
	SOLOLA - SOLOLA
	<b>ALTIPLANO</b>
	GUATEMALA, ENERO 2011

	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminar</b>	Lamina galvanizada 12'x8'	Q 22,00	unidad	Q 30,00	Q 660,00	
		Clavos 2"	Q 3,00	libras	Q 4,20	Q 12,60	
		Parales 3"x3"x8"	Q 20,00	unidad	Q 35,00	Q 700,00	
		Candado para interperie 60 mm	Q 1,00	unidad	Q 150,00	Q 150,00	
							Q 1 522,60
<b>2</b>	<b>Tanque de succión</b>						
		Cemento UGC	Q 18,00	sacos	Q 70,00	Q 1 260,00	
		Arena de río	Q 1,18	m3	Q 175,00	Q 205,95	
		Piedrín 3/4	Q 1,18	m3	Q 225,00	Q 264,79	
		Hierro 3/8	Q 12,00	varillas	Q 32,00	Q 384,00	
							Q 2 114,74
<b>3</b>	<b>Caceta de bombeo</b>						
		Cemento UGC	Q 41,00	sacos	Q 70,00	Q 2 870,00	
		Arena de río	Q 2,72	m3	Q 175,00	Q 476,81	
		Piedrín 3/4	Q 49,61	m3	Q 225,00	Q 11 161,80	
		Hierro 3/8	Q 78,00	varillas	Q 32,00	Q 2 496,00	
		Hierro 1/4	Q 24,00	unidades	Q 15,00	Q 360,00	
		Puerta de metal con chapa ( 0.8mx2m)	Q 1,00	unidades	Q 1 200,00	Q 1 200,00	
							Q 18 564,61
<b>4</b>	<b>Linea de conduccion</b>						
		Tubería HG de 4" cédula 40	Q 124,00	unidad	Q 1 710,00	Q 212 040,00	
		copla HG de 4"	Q 123,00	unidad	Q 1 710,00	Q 210 330,00	
		Codo hg de 45°	Q 12,00	unidad	Q 25,00	Q 300,00	
		Codo HG de 4" 90°	Q 13,00	unidad	Q 30,00	Q 390,00	
		Pegamento para tubería galvanizada	Q 4,00	galón	Q 75,00	Q 300,00	
							Q 423 360,00

Continuación tabla V.

No.	MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
5	Línea de distribución	Trazo	Q 2 341,96	ml	Q 3,00	Q 7 025,87	
		Zanjeo	Q 1 873,57	m3	Q 15,00	Q 28 103,49	
		Colocación de tubería PVC	Q 1 873,57	ml	Q 2,00	Q 3 747,13	
		Prueba de presión	Q 4,00	global	Q 500,00	Q 2 000,00	
		Relleno de zanja	Q 1 873,57	m3	Q 15,00	Q 28 103,49	
		Mano de obra no calificada	Q 25,00	jornal	Q 75,00	Q 1 875,00	
6	Caja rompepresión	Trazo	Q 5,00	unidad	Q 25,00	Q 125,00	
		Excabacion	Q 5,00	unidad	Q 50,00	Q 250,00	
		Fundición de fondo	Q 5,00	unidad	Q 50,00	Q 250,00	
		Levantado de paredes	Q 20,00	unidad	Q 25,00	Q 500,00	
		Fundicion de tapadera	Q 5,00	unidad	Q 75,00	Q 375,00	
		Tallado	Q 5,00	unidad	Q 50,00	Q 250,00	
		Mano de obra no calificada	Q 8,00	jornal	Q 75,00	Q 600,00	
						<b>Q 2 350,00</b>	
7	Caja para válvulas	Trazo	Q 32,00	unidad	Q 25,00	Q 800,00	
		Excabacion	Q 32,00	unidad	Q 50,00	Q 1 600,00	
		Levantado de paredes	Q 128,00	unidad	Q 25,00	Q 3 200,00	
		Fundición de tapadera	Q 32,00	unidad	Q 75,00	Q 2 400,00	
		Tallado	Q 32,00	unidad	Q 50,00	Q 1 600,00	
		Mano de obra no calificada	Q 40,00	jornal	Q 75,00	Q 3 000,00	
						<b>Q 12 600,00</b>	
8	Equipo de bombeo	de 4" en acero inoxidable;	Q 1,00	global	Q 45 809,00	Q 45 809,00	
							<b>Q 45 809,00</b>
9	Tanque de distribución	Nivelacion	Q 65,00	m2	Q 50,00	Q 3 250,00	
		Trazo	Q 1,00	global	Q 250,00	Q 250,00	
		Excavacion	Q 37,26	m3	Q 15,00	Q 558,90	
		Formaleta para muros	Q 193,20	m2	Q 80,00	Q 15 456,00	
		Fundicion de muros	Q 78,66	m3	Q 100,00	Q 7 866,00	
		Desencofrado de muros	Q 193,20	m2	Q 10,00	Q 1 932,00	
		Fundición de piso	Q 63,00	m2	Q 10,00	Q 630,00	
		Formaleta para vigas	Q 45,00	ml	Q 30,00	Q 1 350,00	
		Armado de vigas	Q 45,00	ml	Q 25,00	Q 1 125,00	
		Fundición de vigas	Q 2,03	m3	Q 150,00	Q 303,75	
		Desencofrado de vigas	Q 45,00	ml	Q 10,00	Q 450,00	
		Formaleta de losa	Q 21,00	m2	Q 50,00	Q 1 050,00	
		Armado de losa	Q 21,00	m2	Q 50,00	Q 1 050,00	
		Fundición de losa	Q 21,00	m2	Q 15,00	Q 315,00	
		Desencofrado de losa	Q 21,00	m2	Q 10,00	Q 210,00	
						<b>Q 35 796,65</b>	

Continuación tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN	MATERIALES					SUB-TOTAL	TOTAL
		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNITARIO			
5	Línea de distribución	Tubería PVC de 2" 160 PSI	Q 888,00	tubos	Q 188,58	Q 167 459,04		
		Tubería pvc de 1" 160 PSI	Q 184,00	tubos	Q 74,07	Q 13 628,88		
		Pegamento para tubo pvc	Q 1,00	galón	Q ,00	Q ,00		
		Wipe	Q 5,00	libras	Q 15,00	Q 75,00		
		"T" de 2"	Q 14,00	unidad	Q 61,84	Q 865,76		
		Codo P.V.C. 45°	Q 34,00	unidad	Q 22,17	Q 753,78		
		Codo P.V.C. 90°	Q 30,00	unidad	Q 19,02	Q 570,60		
		Válvula de aire	Q 13,00	unidad	Q ,00	Q ,00		
		Válvula de limpieza	Q 19,00	unidad	Q ,00	Q ,00		
							<b>Q 183 353,06</b>	
6	Caja rompedresión	Cemento UGC	Q 57,00	sacos	Q 70,00	Q 3 990,00		
		Arena de río	Q 2,81	m3	Q 175,00	Q 491,40		
		Piedra bola	Q 2,50	m3	Q 225,00	Q 561,60		
		Candado	Q 5,00	unidades	Q 150,00	Q 750,00		
		Hierro de 3/4	Q 11,00	varillas	Q 32,00	Q 352,00		
		Hierro de 1/4	Q 17,00	varillas	Q 15,00	Q 255,00		
							<b>Q 6 400,00</b>	
7	Caja para válvulas	Cemento UGC	Q 318,00	sacos	Q 70,00	Q 22 260,00		
		Arena de río	Q 15,90	m3	Q 175,00	Q 2 782,08		
		Piedra bola	Q 14,13	m3	Q 225,00	Q 3 179,52		
		Candado	Q 32,00	unidades	Q 150,00	Q 4 800,00		
		Hierro de 3/4	Q 69,00	varillas	Q 32,00	Q 2 208,00		
		Hierro de 1/4	Q 106,00	varillas	Q 15,00	Q 1 590,00		
							<b>Q 36 819,60</b>	
8	Equipo de bombeo							
9	Tanque de distribución	Cemento UGC	Q 596,08	sacos	Q 70,00	Q 41 725,53		
		Arena de río	Q 29,80	m3	Q 175,00	Q 5 215,69		
		Piedrín 3/4"	Q 5,16	m3	Q 225,00	Q 1 161,84		
		Piedra bola	Q 41,07	m3	Q 225,00	Q 9 240,08		
		Hierro 1/2	Q 155,93	varillas	Q 45,00	Q 7 016,63		
		Hierro 1/4	Q 46,88	varillas	Q 15,00	Q 703,13		
		Codos hg de 1 1/2"	Q 4,00	unidades	Q 225,00	Q 900,00		

Continuación tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN	MATERIALES					SUB-TOTAL	TOTAL
		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.UNITARIO			
10	Acometida eléctrica							
11	Conexión domiciliar	Válvula de chorro de 1/2" Br	Q 422,00	Unidad	Q 40,00	Q 16 880,00		
		Adaptador Macho de 1/2" PVC	Q 2 532,00	Unidad	Q 2,50	Q 6 330,00		
		Válvula ANTIFRAUDE 1/2" Br.	Q 422,00	Unidad	Q 125,00	Q 52 750,00		
		Válvula de cheque	Q 422,00	Unidad	Q 65,00	Q 27 430,00		
		Medidor domiciliar de chorro múltiple ARAD	Q 422,00	Unidad	Q 350,00	Q 147 700,00		
		Copla PVC de 1/2"	Q 844,00	unidad	Q 3,50	Q 2 954,00		
		Tee de varias medidas" PVC lisa	Q 422,00	unidad	Q 75,00	Q 31 650,00		
		Reducidor de varias medidas" a 1/2" PVC	Q 422,00	unidad	Q 52,00	Q 21 944,00		
		Bástago HG 1/2" con base de concreto	Q 422,00	unidad	Q 175,00	Q 73 850,00		
		Caja para válvula medidor de 50*20*30 cm	Q 422,00	unidad	Q 75,00	Q 31 650,00		
		Cemento solvente 1/4 de galón	Q 29,00	unidad	Q 125,00	Q 3 625,00		
		Rollo de teflón de 3/4"	Q 211,00	unidad	Q 6,00	Q 1 266,00		
		Thiner	Q 28,13	galón	Q 50,00	Q 1 406,50		
		Wipe	Q 422,00	libras	Q 15,00	Q 6 330,00		
								Q 425 765,50
	<b>TOTAL</b>							<b>Q 1 163 863,00</b>



Tabla VI. Cronograma de ejecución

<b>CRONOGRAMA EJECUCIÓN</b>												
<b>PROYECTO: Agua potable</b>											<b>FECHA:</b>	
<b>Caseríos Chuacruz y Los Morales</b>											GUATEMALA, ENERO 2011	
<b>No.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Mes 6</b>	<b>INVERSION</b>				
1	Preliminar	■										Q 3 288,56
2	Tanque de succion		■									Q 3 454,73
3	Caceta de bombeo			■								Q 31 613,58
4	Linea de conducción	■										Q 580 341,94
5	Linea de districción		■									Q 338 096,69
6	Caja rompepresión			■								Q 11 637,50
7	Caja para válvulas			■								Q 65 728,07
8	Equipo de bombeo						■					Q 60 925,97
9	Tanque de distribución			■								Q 135 340,19
10	Acometida eléctrica				■							Q 99 284,50
11	Conexión domiciliar					■						Q 650 457,12
<b>TOTAL</b>												<b>Q 1 980 168,84</b>

Fuente:Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá

Tabla VII. Cuadro resumen

<b>CUADRO RESUMEN</b>	
<b>PROYECTO: Agua potable</b>	
Caseríos Chuacruz y Los Morales	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
MATERIALES	Q 1 163 863,00
MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 313 885,76
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 11 100,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 1 488 848,75</b>
	<b>TOTAL DE LA OBRA</b>
	<b>Q 1 980 168,84</b>
	<b>Total de conexiones:</b>
	<b>422.00</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	Q 148 884,88
UTILIDAD	Q 148 884,88
FIANZAS	Q 74 442,44
SUPERVISIÓN	Q 119 107,90
<b>TOTAL</b>	<b>Q 491 320,09</b>
	<b>Total por conexión</b>
	<b>Q 4 692,34</b>

Fuente:Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá

## **2.4.11. Propuesta de tarifa**

### **2.4.11.1. Tipos de tarifas**

Con el fin de garantizar la sostenibilidad del funcionamiento del proyecto de agua potable, es necesario establecer una tarifa que cubra los gastos mínimos de este para su operatividad. Para determinar la tarifa pueden utilizarse tres sistemas:

- Sistema uniforme
- Sistema unitario
- Sistema diferencial

#### **2.4.11.1.1. Sistema uniforme**

Este sistema consiste en que a toda la población se le cobra la misma tarifa independientemente del consumo que se tenga, y se calcula dividiendo el gasto mensual total dentro del número de conexiones.

#### **2.4.11.1.2. Sistema unitario**

Este consiste en fijar un precio por unidad de volumen de agua, y luego la tarifa mensual a pagar sería dicho precio por el volumen consumido.



### **2.2.11.1.3. Sistema diferencial**

Este sistema se presenta en dos variaciones distintas, la primera consiste en asignar una tarifa por volumen de agua, pero dicha tarifa disminuirá al aumentar el consumo de agua; es decir, a mayor consumo de agua, menor será el precio por unidad de volumen de agua.

La otra variación, que es la más común en Latinoamérica, consiste en que a mayor consumo de agua, mayor será el precio por unidad de volumen.

En el proyecto se utilizará el sistema uniforme, de acuerdo con las preferencias de la comunidad; sin embargo, debido a la existencia de contadores, el COCODE tendrá la posibilidad de cobrar una cantidad extra a quien haga uso indebido del agua.

### **2.4.11.2. Cálculo de tarifa**

#### **2.4.11.2.1. Gastos de administración**

Esto estará a cargo del COCODE, o en su defecto por un comité designado para tal propósito. Dicho comité se encargará de la recolección de los pagos de las tarifas.

Debido a que en la comunidad, los miembros del comité se turnan para realizar este tipo de actividades, no se considera un sueldo para ellos, pues en la comunidad es considerado como un aporte que deben realizar todos los miembros, en algún momento. Sin embargo si se tomará en cuenta un 5% del total de los pagos, con el fin de cubrir los gastos de oficina que se puedan dar.

#### **2.4.11.2.2. Gastos de operación**

Consiste en el operador de la bomba y el fontanero de la misma. El operador será el encargado de hacer funcionar la bomba en el horario indicado y también tiene a su cargo velar por la desinfección del agua; el operador será un trabajador fijo. Para el operador de la bomba se considerará un salario de Q60.00 diarios, un factor de prestaciones de 1,32 y una bonificación de Q2,50 al día, dando un total de Q1 875,00 al mes.

El fontanero estará encargado de revisar el sistema y de hacer mantenimiento preventivo y correctivo al equipo; él se presentará al proyecto una vez por semana. Se le pagaran Q60,00 diarios, dando un total de Q240,00 mensuales, debido a que estará contratado por servicios profesionales; por lo cual no se considerarán prestaciones.

#### **2.4.11.2.3. Gastos por mantenimiento**

Se estima que la vida útil del equipo de bombeo es de 10 años, por lo cual al pasar este tiempo será necesario sustituirlo. Actualmente el equipo tiene un valor de Q25 000,00 y se espera que el precio dentro de diez años sea del doble, debido a la inflación, por lo tanto debe de ahorrarse mensualmente una cantidad de Q417,00 mensuales para poder hacer el cambio de equipo de bombeo al final de su vida útil.

#### **2.4.11.2.4. Gastos de desinfección**

En estos gastos se tomará en cuenta el costo del hipoclorito de calcio que se utilizará mensualmente; la cantidad de hipoclorito esta en función del caudal de bombeo, y se calcula de la siguiente forma:

$$5,63\text{l/s} \times 28\,800\text{s} = 163\,166\text{l} = 163,17\text{g}$$

$$\frac{163,27}{0,65} = 251,18\text{g/día}$$

De donde se obtiene que el costo mensual será:

$$251,18\text{g/día} \times Q0,03/\text{g} \times 30\text{días} = Q226$$

#### **2.4.11.2.5. Gastos por energía eléctrica**

Los gastos por energía eléctrica, según los cálculos en 2.4.3.1, es de Q5 639,76.

#### **2.4.11.3. Propuesta tarifaria**

La tarifa propuesta se compone de un porcentaje destinado a mantener el proyecto en funcionamiento, y un porcentaje destinado al reemplazo del equipo de bombeo y a realizar las reparaciones que sean necesarias durante el período de diseño del proyecto. Tomando en cuenta los factores antes mencionados, se presenta esta tabla resumen que incluye los gastos mensuales:

Tabla VIII. **Integración de costos**

Descipcion	Costo mensual
Gastos de administración	Q 420,00
Gastos de operación	Q 2 115,00
Gastos por mantenimiento	Q 417,00
Gastos de desinfección	Q 226,00
Gastos por electricidad	Q 5 639,76
TOTAL	Q 8 817,76

Fuente: elaboración propia.

Si se divide el total de los costos mensuales dentro del número de servicios, se obtendrá la tarifa mínima para el mantenimiento del proyecto:

$$\text{Tarifa mínima} = \frac{Q8817,76}{422 \text{ servicios}} \approx Q21,00 \text{ por servicio}$$

## **2.5 . Diseño de la edificación de dos niveles para la escuela pública El Paraíso, cabecera departamental de Sololá, departamento de Sololá**

### **2.5.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en diseñar un edificio para la escuela del caserío El Paraíso, Aldea Los Encuentros, Sololá. El objetivo de dicho edificio es proporcionar un espacio adecuado para los estudiantes, debido a que actualmente las aulas con que cuenta la escuela son insuficientes.

### **2.5.2. Investigación preliminar**

#### **2.5.2.1. Terreno disponible**

La escuela El Paraíso cuenta con un terreno de 1000 m<sup>2</sup>; sin embargo debido a que dicho terreno ya está siendo utilizado, será necesario demoler un antiguo edificio que se encuentra en mal estado y construir en el lugar en el que este se encuentra; de modo que el terreno que se utilizará es de 265m<sup>2</sup>.

#### **2.5.2.2. Análisis del suelo**

Al realizar cualquier tipo de obra de ingeniería civil, es muy importante considerar la clase de suelo que se tiene, pues de esto dependerá el diseño final de la estructura.

### 2.5.2.3. Ensayo triaxial

El ensayo triaxial es utilizado para conocer las propiedades físicas de un suelo; entre ellas la más importante es el *valor soporte*, pues dicho valor será el utilizado para el diseño de la cimentación.

Del ensayo realizado a la muestra de suelo de la escuela pública El Paraíso, se obtuvieron los siguientes datos:

- Ángulo de fricción interna  $\phi = 19,61^\circ$
- Cohesión CU = 0,05 ton/m<sup>2</sup>
- Descripción del suelo = Arcilla limosa color café
- Densidad seca = 0,72 ton/m<sup>3</sup>
- Desplante = 2,00 m (profundidad a la que se tomó la muestra)

Con los valores anteriores, se procede a calcular los distintos factores que intervienen en el valor soporte del suelo:

Factor de flujo de carga última ( $N_c$ ) :

$$N_c = \cot \phi \times (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(0,3422 \text{ rad}) \times (7,14125 - 1)$$

$$N_c = 17,24 \text{ Ton/m}$$

Factor de flujo del suelo ( $N_y$ ) :

$$N_y = 2 \times (N_q + 1) \times \tan(\phi)$$

$$N_y = 2 \times (+1) \times \tan(0,3422)$$

$$N_y = 0 \rightarrow \text{El suelo es arcilla}$$

Capacidad portante última ( $q_o$ ) :

$$q_o = 0.4 \times \gamma_{\text{suelo}} \times B + 1.3 CN + \gamma_{\text{suelo}} \times D \times N_q$$

$$q_o = 0 + 1.3 \times 0.05 \text{ Ton/m}^2 \times 17.2403 \text{ Ton/m}^2 + 1.7 \text{ ton/m}^2 \times 2 \text{ m}$$

$$q_o = 25.2 \text{ Ton/m}^2$$

Capacidad portante neta última ( $q_{on}$ ) :

$$q_{on} = q_o - \gamma_{\text{suelo}} \times D$$

$$q_{on} = 25.4 \text{ Ton/m}^2 - 1.7 \text{ Ton/m}^2 \times 2 \text{ m}$$

$$q_{on} = 22 \text{ Ton/m}^2$$

Valor soporte ( $V_s$ ) :

$$V_s = q_{on} \text{ o ve e factor de seguridad}$$

$$V_s = \frac{22 \text{ Ton/m}^2}{1.5}$$

$$V_s = 14.7 \text{ Ton/m}^2$$

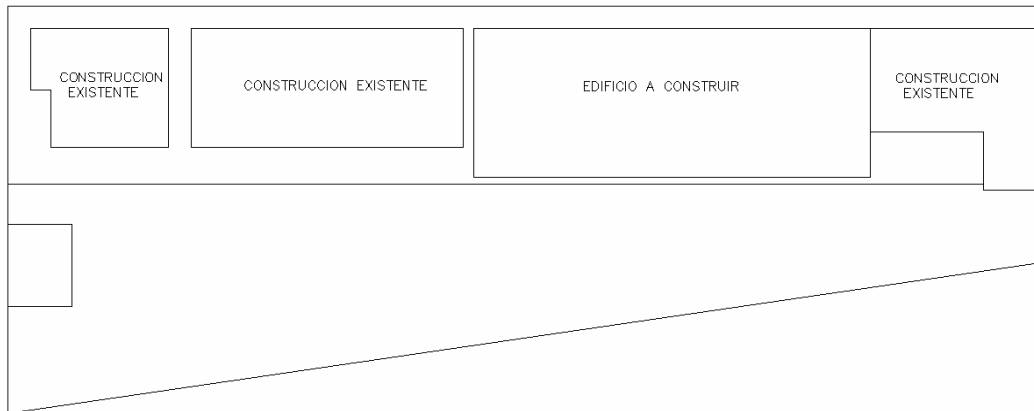
### 2.5.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en aprovechar de mejor manera el espacio disponible, con el fin de crear ambientes cómodos para que las personas puedan realizar sus actividades. El diseño arquitectónico está sujeto a criterios estéticos, prácticos y estructurales.

### 2.5.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio se encuentra ubicado en el terreno como se muestra en el diagrama siguiente:

Figura 4. Ubicación del edificio en el terreno



Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3.2. Distribución del ambiente

Al momento de distribuir el área disponible entre los ambientes necesarios, se dio prioridad a las aulas, pues estas necesitan cumplir con un área mínima por alumno la cual está dada de la siguiente forma:

1,35m<sup>2</sup>/alumno ← area rural

1,50m<sup>2</sup>/alumno ← area urbana

Debido a que el promedio de estudiantes por aula en la escuela El Paraíso es de 30, el área mínima por salón es de 39 m<sup>2</sup>, sin embargo, se destinará un área por salón 52m<sup>2</sup> por salón, pues la población estudiantil podría incrementarse en el futuro.



En el segundo nivel se tomó en cuenta la necesidad de una oficina para el director y un espacio para que los alumnos puedan consultar los libros de una pequeña biblioteca que la escuela posee, mientras que en el primer nivel se destinó un espacio para almacén o cocina, pues la actual es muy pequeña.

### **2.5.3.3. Altura del edificio**

Debido al poco espacio disponible, fue necesario diseñar dos niveles, con el fin de poder aprovechar mejor el área y poder satisfacer la demanda de salones de clases necesarios.

La altura libre en cada aula es de 3,0 metros; se tomó esa dimensión buscando obtener la mejor iluminación y ventilación posible dentro de los ambientes. La altura total del edificio será 6,23 metros a partir del nivel del suelo.

### **2.5.3.4. Selección del sistema estructural a usar**

El sistema estructural se refiere a la combinación de elementos que darán forma y resistencia a la estructura. El sistema estructural debe de escogerse de acuerdo con criterios como: uso de la estructura, costo, materiales disponibles, facilidad de construcción y otros.

Para el diseño de este proyecto, se utilizó el sistema de marcos dúctiles, nodos rígidos y losas planas apoyadas en los bordes. Para la construcción se utilizará concreto reforzado y muros de block pómez, de 35 kg/cm<sup>2</sup>, que servirán como divisiones entre los ambientes; sin embargo no tendrán función estructural.

#### **2.5.4. Análisis estructural**

El análisis estructural es la fase del diseño en la cual se definen la forma y proporción de materiales que conformen los elementos estructurales. Se comienza con un predimensionamiento, luego por métodos matemáticos se calculan los efectos de las cargas sobre estos elementos, la cuales son llamadas fuerzas internas, y por último se obtiene un diseño estructural final.

##### **2.5.4.1. Predimensionamiento estructural**

Para poder estimar las acciones de las cargas en los elementos estructurales, primero es necesario hacer una estimación de las dimensiones de dichos elementos, esto es conocido como predimensionar.

##### **Predimensionamiento de vigas**

Para el predimensionamiento de vigas se utilizó la tabla 9.5(a) del ACI-318-2005, capítulo 9. en la cual se propone que para vigas continuas en ambas direcciones, la altura mínima será:

$$h = \frac{l}{21}$$

En el presente caso se tiene una luz máxima de 6,5 metros; entonces el peralte mínimo es:

$$h = \frac{6,5 \text{ m}}{21} = 31 \text{ cm}$$

Sin embargo, por cuestiones constructivas se utilizará una altura de 45 cm, y una base de 30 centímetros, pues resulta más fácil preparar las simbras

para dichas dimensiones; además que al tener un mayor área de concreto se necesitará una menor área de acero, resultando en una estructura más económica, debido a que Guatemala no es un país productor de acero.

#### Predimensionamiento de columnas

De acuerdo con el ACI-318-2005 capítulo 21.4.1.1 la dimensión menor de un elemento sometido a flexión y carga axial, no debe ser menor a 30 centímetros, tomando en cuenta que por motivos de construcción la base de la columna debe ser mayor que la base de la viga; para permitir que el acero longitudinal de las vigas sea continuo, se propone una sección de 35 centímetros x 35 centímetros.

#### Predimensionamiento de losas

El predimensionamiento de las losas, al tratarse de losas en dos direcciones, se hizo a partir de la siguiente ecuación,

$$\text{Peralte} = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$
$$\text{Peralte} = \frac{4 \text{ m} + 4 \text{ m} + 6,5 \text{ m} + 6,5 \text{ m}}{180}$$
$$\text{Peralte} = 11 \text{ cm} \rightarrow \text{Peralte} = 13 \text{ cm}$$

#### **2.5.4.2. Cargas de diseño**

Las cargas de diseño, como su nombre lo indica, son aquellas que se supone actuarán en la estructura cuando esta ya esté construída, y por lo tanto se utilizan como referencia para diseñar los elementos.

### 2.5.4.2.1. Cargas horizontales y verticales

Las fuerzas verticales son aquellas que actúan por efecto de la gravedad. Entre estas están las cargas vivas y las cargas muertas.

Las cargas vivas consideradas para este proyecto fueron tomadas del UBC 97, tabla 16-A, y son:

- Aulas 200 kg/m<sup>2</sup>
- Pasillos 400 kg/m<sup>2</sup>
- Techo 200 kg/m<sup>2</sup>
- Oficina 200 kg/m<sup>2</sup>

Las cargas laterales, son fuerzas inducidas a la estructura durante un sismo, creando un cortante (corte basal) e induciendo momentos en los elementos estructurales.

### 2.5.4.2.2. Corte basal

Para este proyecto, el corte basal se calculará de acuerdo con UBC-97, el cual indica que se debe calcular 4 veces el corte basal, tomando en cuenta lo siguiente:

$$1.- V = \left( \frac{C_v I}{R T} \right) W$$

$$2.- V_{\max} = \left( \frac{2,5 C_a I}{R} \right) W$$

$$3. -V_{\min} = 0.11 C_a I W$$

$$4. -V_{\min} = \frac{0.8 Z N_r I}{R}$$

Donde:

$$C_v = 0.64 N_v$$

$N_v$  = Factor de cercanía a la fuente

$Z$  = Factor de zona sísmica

$R$  = Factor de sistema estructural

$I$  = Factor de categoría destino

Aplicando las ecuaciones anteriores, y tomando en consideración que el período para los cálculos, será el menor entre el eje x y el eje y, ya que este será el crítico en la estructura, se obtiene:

$$1. -V = \frac{0,64 \times 1,6 \times 1}{8,5 \times 0,030 \times 0,28} W = 0,42 W$$

$$2. -V_{\max} = \frac{2,5 \times 0,53 \times 1}{8,5} W = 0,15 W$$

$$3. -V_{\min} = \frac{0,11 \times 0,53 \times 1}{8,5} = 0,05 W$$

$$4. -V_{\min} = \frac{0,8 \times 0,4 \times 1,6 \times 1}{8,5} = 0,06 W$$

De los factores anteriores se tomará  $V=0,15 W$  como el corte basal en el sentido X y Y.

Cálculo del peso de la estructura:

El peso de la estructura es la sumatoria de los pesos de los elementos constituyentes del edificio.

Primer nivel:

$$W_{\text{columnas}} = 14\,994 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losas}} = 81\,120 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 33\,264 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 15\,600 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 46\,170 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 191\,148 \text{ kg}$$

Segundo nivel:

$$W_{\text{columnas}} = 7\,497 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losas}} = 81\,120 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 33\,264 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 15\,600 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 11\,400 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 129\,331 \text{ kg}$$

Sumando el peso del primer y segundo nivel, se obtiene el peso total de la estructura:

$$W_{\text{estructura}} = 191\,148 \text{ kg} + 129\,331 \text{ kg} = 340\,479 \text{ kg} \approx 341 \text{ ton}$$

Por lo tanto el corte basal será:

$$V = 0,15 W$$

$$V = 0,15 \times 341 \text{ ton} = 51,15 \text{ ton} \Rightarrow V = 52 \text{ ton}$$

Corte por nivel:

Las fuerzas causadas por el corte basal, son distribuidas entre todos los niveles y marcos del edificio, en función de la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{(V - F_t) W_i h_i}{\sum W_i h_i}$$

DONDE:

$F_i$  = Corte por nivel

$V$  = Corte basal

$F_t$  = Fuerza adicional en la cúspide

$W_i$  = Peso del nivel

$h_i$  = Altura del nivel

$F_t = 0.07TV$ , si  $T > 0,25$

$F_t = 0$ , si  $T < 0,25$

En el caso de este edificio,  $T > 0,28$ , y al aplicar la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

Tabla IX. **Cortante por nivel**

Nivel	$W_n$ (kg)	$h$ (m)	$W_n \cdot h$	$V_b$ (kg)	Cortante por nivel (Kg)
2	149 331,00	6,00	895 986,00	52 000,00	25 492,00
1	191 148,00	3,00	573 444,00	52 000,00	16 316,00
			1 469 430,00		41 808,00

Fuente: elaboración propia.

Cortante por marco:

Así como el cortante total del edificio se divide entre cada nivel, el cortante de cada nivel se reparte entre los marcos que lo soportan. El cálculo

del cortante por marco se obtiene dividiendo el cortante del nivel, dentro del número de marcos.

Tabla X. **Cortante por marco, eje Y**

Marco	Fuerza Nivel 2	Fuerza Nivel 1
1	5098.49	3263.11
2	5098.49	3263.11
3	5098.49	3263.11
4	5098.49	3263.11
5	5098.49	3263.11

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Cortante por marco, eje X**

Marco	Fuerza Nivel 2	Fuerza Nivel 1
A	8 497,49	5 438,51
B	8 497,49	5 438,51
C	8 497,49	5 438,51

Fuente: elaboración propia.

### Sobrecarga debida a la excentricidad

Las fuerzas descritas anteriormente, son las fuerzas que se aplican a cada marco, según ejes. Sin embargo al no existir simetría estructural, se da un fenómeno conocido como excentricidad que es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

La importancia de la excentricidad radica en que esta funciona como un *brazo* para las fuerzas actuantes, causando así un *momento torcional* en el edificio, el cual puede ser expresado como una *sobrecarga* en los ejes.



## Centro de masa

El centro de masa se calcula de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i A_i}{A}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum \bar{Y}_i A_i}{A}$$

Donde:

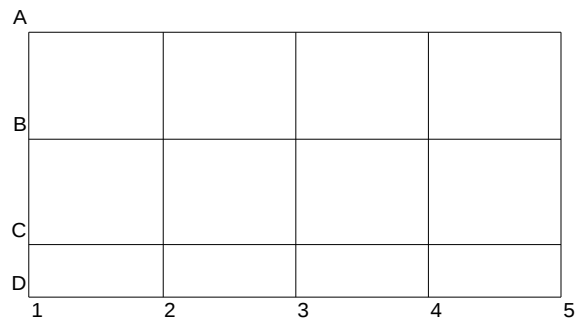
$\bar{X}$  = Coordenada x del centro de masa

$\bar{Y}$  = Coordenada y del centro de masa

A = área del elemento

De acuerdo con el diagrama siguiente, se calculó el centro de masa de la estructura:

Figura 5. **Diagrama de ejes del edificio**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Centro de masa

Componente	X (Centroidal)	Y (Centroidal)	Área (m <sup>2</sup> )	X*A	Y*A
Losa	13,00	3	260,00	3 380,00	780,00
Columna A1	0,00	8	0,12	0,00	0,98
Columna A2	6,50	8	0,12	0,80	0,98
Columna A3	13,00	8	0,12	1,59	0,98
Columna A4	19,50	8	0,12	2,39	0,98
Columna A5	26,00	8	0,12	3,19	0,98
Columna B1	0,00	4	0,12	0,00	0,49
Columna B2	6,50	4	0,12	0,80	0,49
Columna B3	13,00	4	0,12	1,59	0,49
Columna B4	19,50	4	0,12	2,39	0,49
Columna B5	26,00	4	0,12	3,19	0,49
Columna C1	0,00	0	0,12	0,00	0,00
Columna C2	6,50	0	0,12	0,80	0,00
Columna C3	13,00	0	0,12	1,59	0,00
Columna C4	19,50	0	0,12	2,39	0,00
Columna C5	26,00	0	0,12	3,19	0,00
Viga A	13,00	8	0,14	1,76	1,08
Viga B	13,00	4	0,14	1,76	0,54
Viga C	13,00	0	0,14	1,76	0,00
Viga 1	0,00	3	0,14	0,00	0,41
Viga 2	6,50	3	0,14	0,88	0,41
Viga 3	13,00	3	0,14	1,76	0,41
Viga 4	19,50	3	0,14	2,63	0,41
Viga 5	26	3	0,14	3,51	0,41
			262,92	3 417,93	791,00

$$\bar{X} = 13 \text{ m}$$

$$\bar{Y} = 3,0085 \text{ m}$$

Fuente: elaboración propia

Centro de rigidez:

El centro de rigidez se calcula de forma similar al centro de masa. La rigidez de cada elemento estará en función de la sección de estos. Debido a que los elementos verticales y horizontales tienen la misma sección, se puede simplificar el cálculo asumiendo una rigidez *unitaria* para todos los elementos.

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i k_i}{A} \quad \bar{Y} = \frac{\sum \bar{Y}_i k_i}{A}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Coordenada x del centro de masa

$\bar{Y}$  = Coordenada y del centro de masa

A = área del elemento

Tabla XIII. Centro de rigidez

Componente	X (Centroidal)	Y (Centroidal)	Rigidez (k)	X*k	Y*k
Columna A1	0	8	1	0	8
Columna A2	6.5	8	1	6.5	8
Columna A3	13	8	1	13	8
Columna A4	19.5	8	1	19.5	8
Columna A5	26	8	1	26	8
Columna B1	0	4	1	0	4
Columna B2	6.5	4	1	6.5	4
Columna B3	13	4	1	13	4
Columna B4	19.5	4	1	19.5	4
Columna B5	26	4	1	26	4
Columna C1	0	0	1	0	0
Columna C2	6.5	0	1	6.5	0
Columna C3	13	0	1	13	0
Columna C4	19.5	0	1	19.5	0
Columna C5	26	0	1	26	0
Viga A	13	8	1	13	8
Viga B	13	4	1	13	4
Viga C	13	0	1	13	0
Viga 1	0	3	1	0	3
Viga 2	6.5	3	1	6.5	3
Viga 3	13	3	1	13	3
Viga 4	19.5	3	1	19.5	3
Viga 5	26	3	1	0	3
			23	273	87

$$\bar{X} = 11,87 m$$

$$\bar{Y} = 3,78 m$$

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la excentricidad:

La excentricidad real ( $e_r$ ) se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$e_r = |\text{Centro de masa} - \text{Centro de rigidez}|$$

Es importante mencionar que la excentricidad real de una estructura, en cada uno de los ejes, no debe sobrepasar al *15% de la longitud* en dicho eje. De lo contrario, será necesario crear muros de corte para modificar la excentricidad de la estructura.

Excentricidad real en X

$$e_{rx} = 13\text{m} - 11,87\text{m}$$

$$e_{rx} = 1,13\text{m} < 3,95\text{m} \Rightarrow \text{cumple}$$

Excentricidad real en Y

$$e_{ry} = 3,78\text{m} - 3,01 = 0,77\text{m}$$

$$e_{ry} = 0,77\text{m} < 1,55\text{m} \Rightarrow \text{cumple}$$

Cálculo de la excentricidad de diseño:

Para el diseño de una estructura, no se utiliza la excentricidad real encontrada anteriormente, sino que se utiliza una excentricidad de diseño la cual se calcula de la siguiente manera:

$$e = 1,5 e_r + 0,1 b$$

Donde:

$e_x$  = Excentricidad de diseño

$b$  = base del edificio

Usando la ecuación anterior, la excentricidad es:

Excentricidad en X:

$$e_x = 1,5 \times 1,13 + 0,1 \times 26 = 4,33 \text{ m}$$

$$e_y = 1,5 \times 0,77 + 0,1 \times 8 = 1,96 \text{ m}$$

Nótese que para el cálculo se utilizó la distancia entre columnas externas, y no el área cubierta por la losa, pues únicamente los elementos verticales son los que están involucrados en el momento torsional de la estructura.

Torsión:

Debido a la excentricidad en una estructura, es necesario aumentar el cortante que se aplica a cada eje en un porcentaje del cortante del eje perpendicular, de la siguiente forma:

$$\text{Torsión}_x = 100\%V \times e_x + 0,3V \times e_y$$

$$\text{Torsión}_x = 1 \times 52\,000 \text{ kg} \times 4,33 + 0,3 \times 52\,000 \text{ kg} \times 1,96$$

$$\text{Torsión}_x = 255\,787,37 \text{ kg}$$

$$\text{Torsión}_y = 100\%V \times e_y + 0,3V \times e_x$$

$$\text{Torsión}_y = 1 \times 52\,000 \text{ kg} \times 1,96 + 0,3 \times 52\,000 \text{ kg} \times 4,33$$

$$\text{Torsión}_y = 169\,536,36 \text{ kg}$$

Determinación de la sobrecarga:

Para determinar la sobrecarga que actuará en cada marco, debido a la excentricidad de la estructura, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \frac{\text{Torsión}}{J} \times \text{Rigidez del eje}$$

Donde:

$\Delta V$  = Sobrecarga

$J$  = Momento rotacional

El momento rotacional se calcula de la siguiente manera:

$$j = \sum ky_i x^2 + kx_i y^2$$

Donde:

$k$  = Rigidez del elemento

$X$  = Distancia  $x$  desde el centro de masa hacia el elemento

$Y$  = Distancia  $y$  desde el centro de masa hacia el elemento

En el caso de esta estructura, el momento rotacional es  $J = 1448$ , por lo tanto, la sobrecarga es:

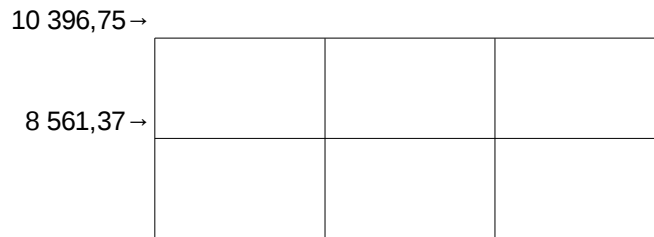
Tabla XIV. **Sobrecarga por eje**

Marco	T	r	J	K	$\Delta V$
A	169 536,37	4,22	1 448,00	5,00	2 470,45
B	169 536,37	0,22	2 046,49	5,00	91,13
C	169 536,37	3,78	2 046,49	5,00	1 565,72
1	255 787,37	11,87	2 046,49	3,00	4 450,83
2	255 787,37	3,57	2 046,49	3,00	1 338,63
3	255 787,37	1,13	2 046,49	3,00	423,71
4	255 787,37	7,63	2 046,49	3,00	2 860,98
5	255 787,37	14,13	2 046,49	3,00	5 298,26

Fuente: elaboración propia

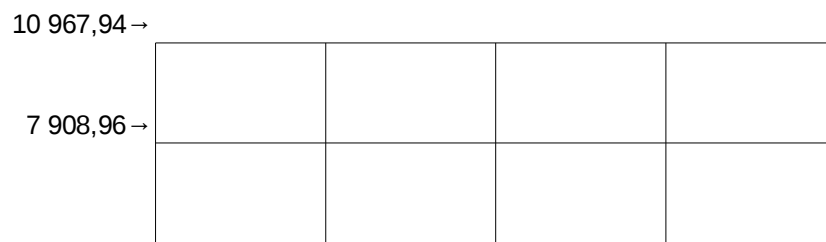
Teniendo las sobrecargas, el diagrama de los cortantes por nivel en el eje 5, es el siguiente:

Figura 6. **Diagrama de sobrecargas en el eje 5**



Fuente: elaboración propia

Figura 7. **Diagrama de sobrecargas en el eje A**



Fuente: elaboración propia

### 2.5.4.3. Análisis numérico por el método de Kanni

Para analizar las fuerzas internas de los elementos de un marco pueden utilizarse distintos métodos de cálculo, los cuales pueden ser exactos o inexactos; los métodos inexactos sirven para tener una aproximación rápida pero no muy precisa, mientras que los métodos exactos requieren de un proceso matemático más refinado, pero ofrecen una alta exactitud respecto de las fuerzas que actuarán realmente en los elementos.

El método de *Kanni* es un método exacto, basado en iteraciones, por lo cual se tendrá la exactitud que se desee, mientras las hipótesis fundamentales y los datos básicos lo permitan. En síntesis, los pasos involucrados para la aplicación del método de *Kanni* a un marco dado son:

1. Calcular los coeficientes de giro ( $\mu_i$ ) de cada nudo.

$$\mu_i = \frac{-1}{2} \times \frac{K}{\sum K}$$

Donde:

$\mu_i$  = Coeficiente de giro

K = Rigidez del elemento

$\sum K$  = Sumatoria de rigideces en el nudo

En el caso del nudo A del eje típico X se tiene:

$$\mu_{cf} = \frac{-1}{2} \times \frac{0,00057}{0,00057 + 0,00042} = -0,29$$

$$\mu_{ca} = \frac{-1}{2} \times \frac{0,00042}{0,00057 + 0,00042} = -0,21$$

$$\sum \mu = -0,5$$

De forma similar se obtiene los coeficientes de todos los nudos del eje X:

Tabla XV. **Coefficientes de empotramiento**

NODO C			NODO F			NODO I		
DE	A	$\mu$	DE	A	$\mu$	DE	A	$\mu$
C	F	-Q 0,29	F	C	-Q 0,18	I	F	-Q 0,29
C	B	-Q 0,21	F	E	-Q 0,13	I	H	-Q 0,21
			F	I	-Q 0,18			

NODO B			NODO E			NODO H		
DE	A	$\mu$	DE	A	$\mu$	DE	A	$\mu$
B	A	-Q 0,15	E	B	-Q 0,14	H	G	-Q 0,15
B	C	-Q 0,15	E	F	-Q 0,11	H	I	-Q 0,15
B	E	-Q 0,20	E	H	-Q 0,14	H	E	-Q 0,20

Fuente: elaboración propia.



2. Calcular los momentos de empotramiento ( $M_{ij}^F$ ) y colocarlos en un diagrama adecuado.

$$M_{ij}^F = \frac{WL^2}{12}$$

Donde:

$M_{ij}^F$  = Momento de empotramiento de i hacia j

W = Carga distribuida

L = Longitud de la viga

Para el nodo C se tendrá:

$$M_{cf} = -M_{fc} = \frac{1\,068 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 4\text{m}^2}{12} = 1\,424 \text{ kg-m}$$

3. Calcular los momentos de fijación ( $\bar{M}_i$ ) de cada nudo

$$\bar{M}_i = \sum_j M_{ij}^F$$

En el caso del nodo C, al no haber ningún otro momento que actúe en él, el momento de fijación es:

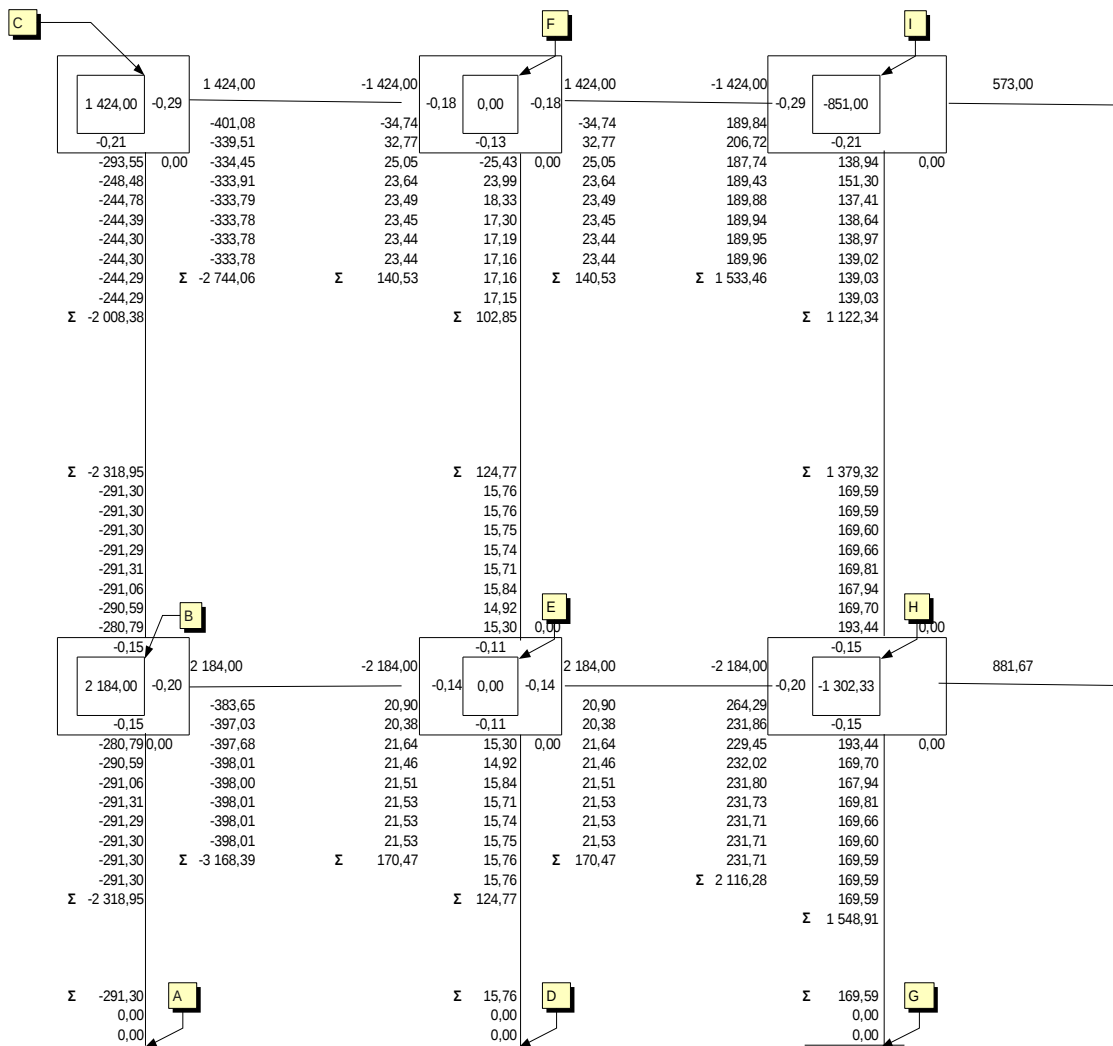
$$\bar{M}_c = 1\,424 \text{ kg-m} - 0$$

$$\bar{M}_c = 1\,424 \text{ kg-m}$$

4. Adoptar una secuencia de recorrido de los nudos para realizar las iteraciones, empezando por el mayor momento de fijación para acelerar la convergencia.
5. Aplicar la ecuación de la iteración a cada nudo y escribir en el diagrama los resultados que constituyen para ese ciclo los valores de ( $M_{ij}^2$ ). Dichos valores se convierten en ( $M_{ij}^0$ ) al pasar al nudo opuesto.

6. Al concluir de recorrer los nudos se tiene concluido un ciclo y se repite el paso 4 una y otra vez, hasta obtener la convergencia con la exactitud deseada en todos los nudos.

Figura 8. Diagrama de *Kanni*, marco típico eje Y, carga muerta



Fuente: elaboración propia.

7. Aplicar las siguientes ecuaciones para obtener los momentos finales:

$$M_{ij} = M_{ij}^F + 2 \times M_{ij}^0 + M_{ji}^0$$

$$M_{ji} = M_{ji}^F + 2 \times M_{ji}^0 + M_{ij}^0$$

En el caso del nodo C se tiene:

$$M_{ca} = 1\,424 + 2 \times -333,78 + 23,44$$

$$M_{ca} = 779,89 \text{ kg-m}$$

$$M_{ac} = -1\,424 + 2 \times 23,44 + (-333,78)$$

$$M_{ac} = -1\,710,90 \text{ kg-m}$$

$$M_{cb} = 0 + 2 \times (-244,29) + (-291,30)$$

$$M_{cb} = -779,88 \text{ kg-m}$$

$$M_{bc} = 0 + 2 \times (-291,30) + (-244,29)$$

$$M_{bc} = -826,89 \text{ kg-m}$$

8. Comprobar que la sumatoria de los momentos sea igual a cero.

$$\sum M_c = M_{ca} + M_{ac}$$

$$\sum M_c = 779,89 - 779,89$$

$$\sum M_c = 0$$

9. Calcular los momentos positivos de cada viga, utilizando la siguiente ecuación:

$$M_{ab}^+ = \frac{wl^2}{8} - \frac{(M_{ab}^- + M_{ba}^-)}{2}$$

Donde:

$M_{ab}^+$  = Momento positivo en el tramo ab

w = Carga distribuida

l = Longitud del tramo

$M_{ab}^-$  = Momento negativo de a hacia b

$M_{ba}^-$  = Momento negativo de b hacia a

Para el nodo C se tiene:

$$M_{cf}^+ = \frac{1\,068 \times 4^2}{8} - \frac{779,89 + (-1\,710,90)}{2}$$

$$M_{cf}^+ = 1\,670,49 \text{ kg-m}$$

Aplicando el mismo proceso al resto de los nodos, se obtiene la siguiente tabla con los valores de los momentos tanto negativos como positivos, por carga muerta, en el eje y.

Tabla XVI. **Momentos positivos y negativos por carga muerta**

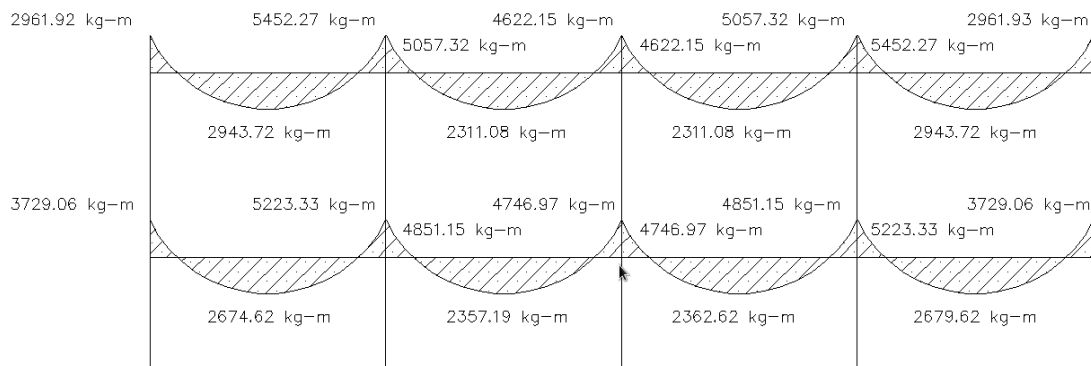
Desde nodo	Hasta nodo	M- [kg-m]	M+ [kg-m]
A	B	-291,30	
B	A	-873,91	
B	C	-826,90	
C	D	-779,89	
D	E	15,76	
E	D	31,51	
E	F	48,67	
F	E	50,07	
G	H	169,59	
H	G	339,18	
H	I	478,21	
I	H	447,65	
B	E	1 409,51	2 711,28
E	B	-2 538,95	
E	H	2 458,77	3 655,86
H	E	-1 699,05	
C	F	779,89	1 670,49
F	C	-1 710,90	
F	I	1 660,83	2 456,09
I	F	-1 020,65	

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.4.4. Diagramas de momentos

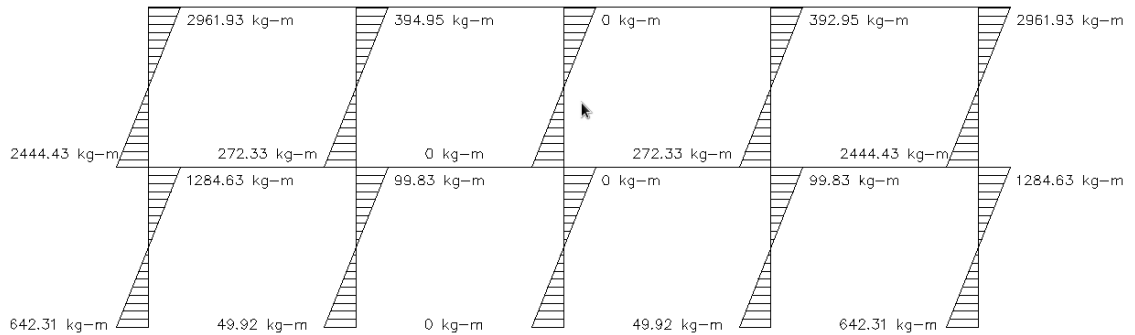
A continuación se presentan los diagramas de momentos debidos a carga muerta, carga viva y carga lateral, para el marco típico del eje X

Figura 9. Momentos en vigas por carga muerta, eje X



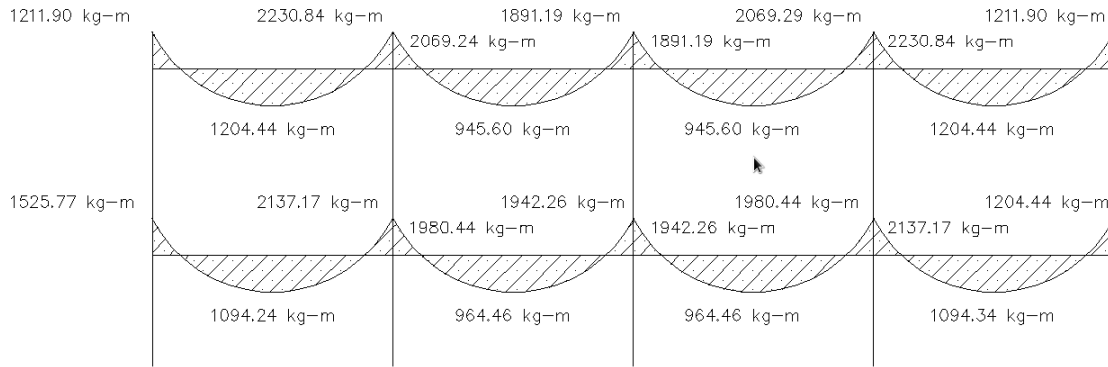
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Momentos en columnas por carga muerta, eje X



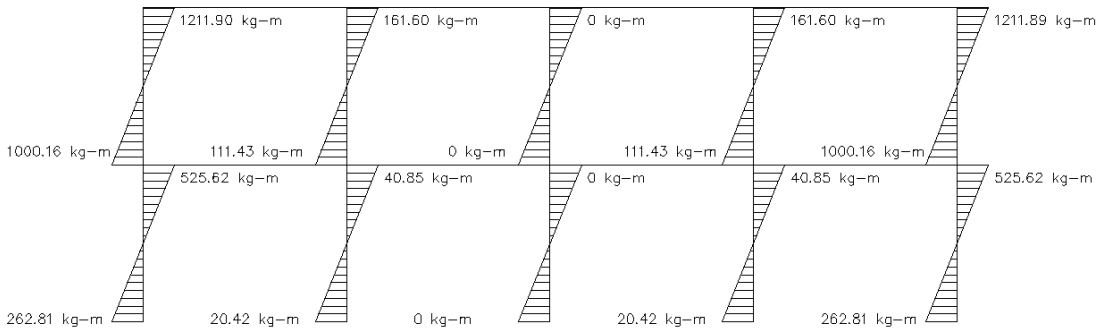
Fuente: elaboración propia

**Figura 11. Momentos en vigas por carga viva, eje X**



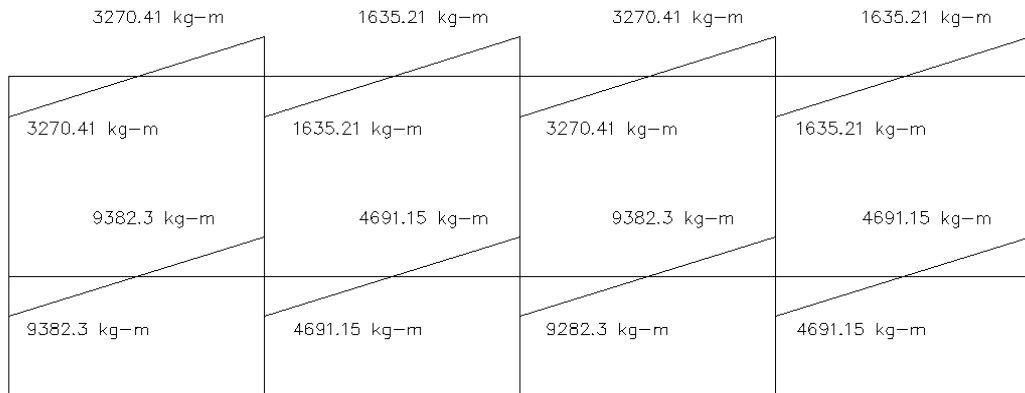
Fuente: elaboración propia.

**Figura 12. Momentos en columnas por carga viva, eje X**



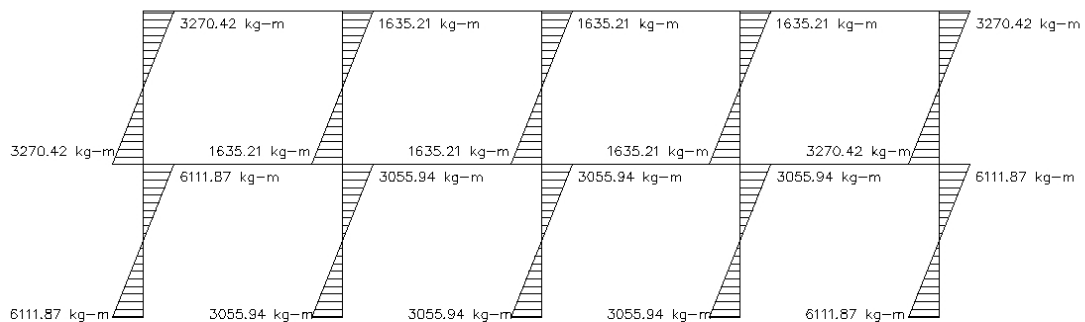
Fuente: elaboración propia.

**Figura 13. Momentos en vigas por carga de sismo, eje X**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 14. Momentos en columnas por carga de sismo, eje X**



Fuente: elaboración propia.

### 2.5.4.5. Diseño estructural utilizando SAP

SAP2000 es un programa de análisis estructural que es muy usado para el diseño de obras de ingeniería civil. El presente proyecto fue modelado y calculado en SAP2000, y al comparar los resultados obtenidos, se concluyó que el resultado es aceptable pues la diferencia es menor al 6%.

## 2.5.5. Diseño estructural

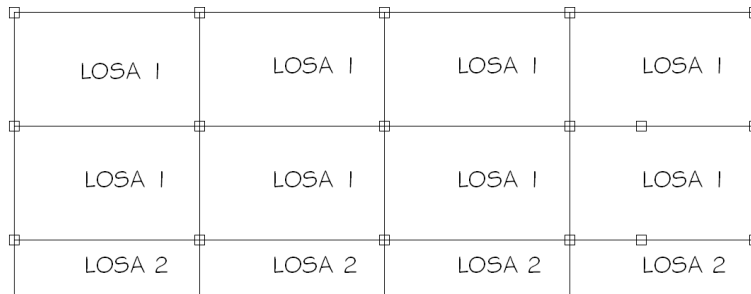
### 2.5.5.1. Losas

Dependiendo de la geometría de la losa, esta puede trabajar en uno o dos sentidos. Para saber cómo trabajará una losa se utiliza la siguiente ecuación:

$$m = \frac{\text{lado corto}}{\text{lado largo}}$$

Si el valor de  $m$  es mayor a 0,5, la losa trabajará en dos sentidos, de lo contrario trabajara en uno solo. En este edificio se tienen las siguientes losas:

Figura 15. **Ubicación de losas**



Fuente: elaboración propia.

Nótese que las losas de los bordes se consideraron continuas, pues la rigidez de la viga es muy alta en relación a la rigidez de la losa.

Cálculo del factor de relación  $m$

Losa 1

$$m = \frac{4\text{m}}{6,5\text{m}} = 0,62 \rightarrow \text{Trabaja en dos sentidos}$$

$$m = \frac{2\text{m}}{6,5} \quad m = 0,3 \rightarrow \text{Trabaja en un sentido}$$



Para el diseño de las losas en dos direcciones se utilizó el método 3 del ACI 193, también conocido como el método de los coeficientes, mientras que el diseño de losas en una dirección se realizó igual que el diseño de una viga.

Losas en dos direcciones:

Carga:

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta} = 372 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1,4 \times \text{Carga muerta} + 1,7 \times \text{Carga viva}$$

$$\text{Carga última} = 860,8 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de los momentos:

El cálculo de los momentos se hace utilizando la siguiente ecuación:

$$M_i = c_i W L_i^2$$

Donde :

$M_i$  = Momento en la dirección i

$c_i$  = Factor de distribución para el lado i

W = Carga última

L = longitud en dirección i

Momentos negativos:

$$M_a = 0,074 \times 860,8 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 1019,19 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,017 \times 860,8 \text{ kg/m}^2 \times (6,5 \text{ m})^2 = 618,27 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

Por carga muerta

$$M_a = 0,068 \times 372 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 404,74 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,016 \times 372 \text{ kg/m}^2 \times (6,5 \text{ m})^2 = 251,47 \text{ Kg-m}$$

Por carga viva:

$$M_a = 0,049 \times 200 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 = 57,6 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 0,012 \times 200 \text{ kg/m}^2 \times (5,25 \text{ m})^2 = 30,87 \text{ Kg-m}$$

Total:

$$M_a = 561,54 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 352,87 \text{ kg-m}$$

Para el cálculo del acero de la losa, se utilizará el momento mayor, utilizando un gráfico que relaciona el momento último  $M_u/(\Phi b d^2)$  y la cuantía de acero  $\rho$ .<sup>11</sup>

$$M_{\max} = 745,20 \text{ kg-m} = 248,35 \text{ lb/in}^2$$

Del gráfico de interacción carga-momento<sup>12</sup>, se obtiene:

$$\rho = 0,009$$

$$A_s = 0,009 \times 12 \text{ in} \times 5,12 \text{ in} = 0,55 \text{ in}^2/\text{ft}$$

Distribución:

Barras No. 5 @ 20 cm

### 2.5.5.2. Vigas

Para el diseño de las vigas se hará el uso de la *envolvente de momentos*, la cual no es más que una serie de combinaciones de los momentos encontrados en 2.5.4.3. Para el cálculo de vigas se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Calcular las ecuaciones de los momentos en vigas debido a fuerzas horizontales:

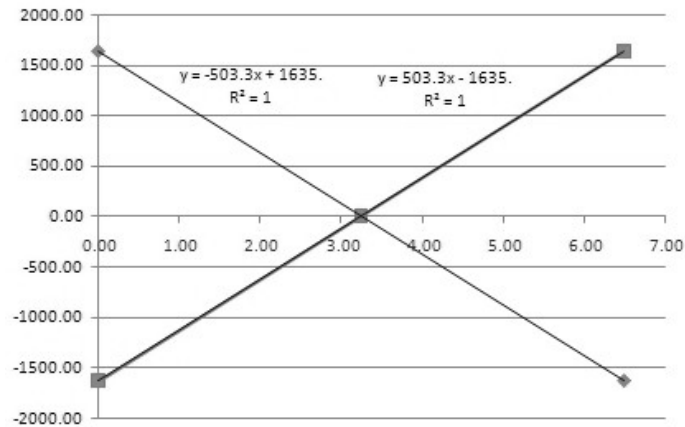
---

11. Nilsson; Diseño Estructural, Tabla A1, página 190

12. Nilsson; Diseño Estructural, Tabla A1, página 190

Para eso se tomaron los valores obtenidos de Kani y se graficaron en una hoja de cálculo, para poder obtener las ecuaciones.

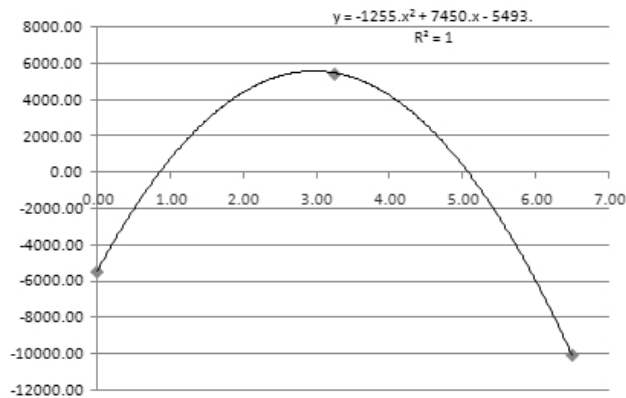
Figura 16. **Gráfica de momentos por fuerzas horizontales**



Fuente: elaboración propia.

2. Calcular la ecuación de los momentos debidos a cargas verticales: al igual que con las cargas horizontales, se graficaron los valores obtenidos y a partir de estos, la ecuación del momento por carga última.

Figura 17. **Gráfica de momentos por fuerzas verticales**



Fuente: elaboración propia.

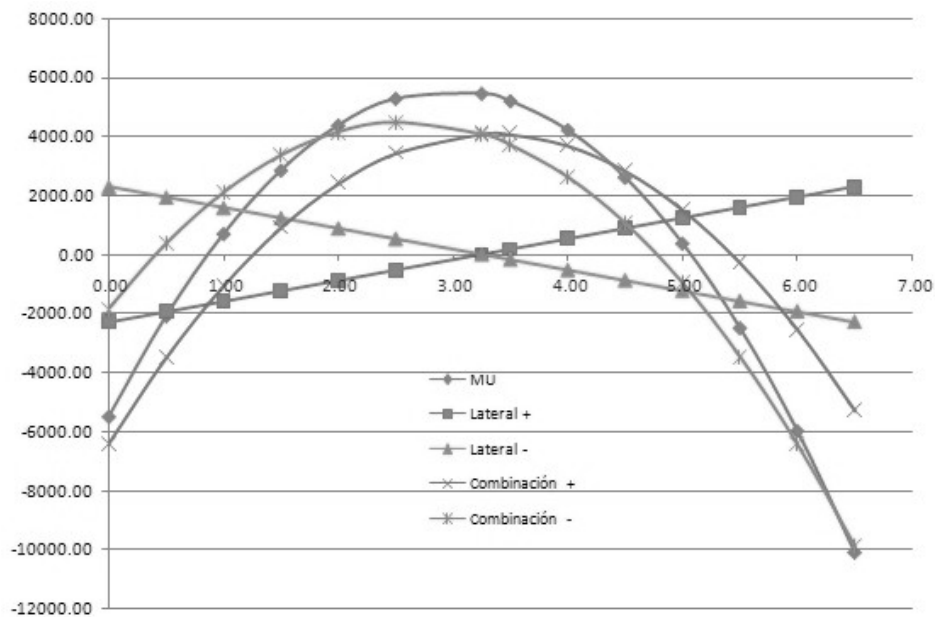
3. Calcular las distintas combinaciones de cargas y graficarlas.

Las combinaciones de momentos a graficar son:

- Momento último ( $M_u$ )
- $1,4 \times$  Carga lateral ( $CI^+$ )
- $-1,4 \times$  Carga lateral ( $CI^-$ )
- $0,75 M_u + CI^+$
- $0,75 M_u + CI^-$

En el caso de la viga C-F se tiene:

Figura 18. **Envolvente de momentos**



Fuente: elaboración propia.

4. Determinar los momentos críticos positivos y negativos, en los extremos y al medio de la viga.

Tabla XVII. Momentos críticos

Momentos críticos	
Posición	Momento máximo
Extremo izquierdo arriba	2 952,26 kg-m
Extremo izquierdo abajo	-5 119,76 kg-m
Centro	3 600 kg-m
Extremo derecho arriba	2 952,26 kg-m
Extremo derecho abajo	-6 901,96 kg-m

Fuente: elaboración propia.

5. Calcular la cuantía de acero balanceada:

$$\rho_{\text{balanceado}} = \frac{0,85^2 \times f'c}{f'y} \times \frac{6120}{6120 + f'y}$$

En el caso de esta viga se tiene:

$$\rho_{\text{balanceado}} = \frac{0,85^2 \times 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \times \frac{6120}{6120 + 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{\text{balanceado}} = 0,0285$$

6. Calcular la cuantía que se utilizará, para zonas sísmicas:

$$\rho = \frac{\rho_{\text{balanceado}}}{2}$$

$$\rho = \frac{0,0285}{2} = 0,014$$

7. Calcular el área de acero máxima que se puede utilizar:

$$A_{\text{smax}} = \rho_{\text{balanceado}} \times b \times d \times 0,5$$

$$A_{\text{smax}} = 0,0285 \times 30 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \times 0,5$$

$$A_{\text{smax}} = 19,92 \text{ cm}^2$$

8. Calcular el área de acero a utilizar:

$$A_s = b \times h \times \rho$$

Donde:

$A_s$  = Área de acero

$b$  = Base de la viga

$h$  = Peralte de la viga

$\rho$  = Cuantía de acero para zonas sísmicas

En el caso de la viga  $e-f$  se tiene:

$$A_s = 30 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \times 0,014$$

$$A_s = 17,098 \text{ cm}^2$$

9. Calcular el momento último que es capaz de resistir el área de acero encontrada en el paso anterior.

$$M_u = 0,9 A_s \times f'c \times y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Donde:

$d$  = Peralte efectivo

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'c \times b}$$

En el caso de la viga del análisis, el valor del momento último es:

$$a = \frac{17,098 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2}{0,85 \times 280 \text{ kg/cm}^2 \times 0,30 \text{ cm}}$$

$$a = 10,057 \text{ cm}$$

$$M_u = 0,9 \times 17,098 \text{ cm}^2 \times \left( 40 \text{ cm} - \frac{10,057 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_u = 2\,273\,578,109 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 2\,273,578109 \text{ kg-m}$$

10. Después de comprobar que el valor obtenido del  $M_u$  es mayor que el valor absoluto de todos los momentos obtenidos en el inciso 4, se procede a encontrar un área de acero proporcional para cada uno de los momentos del paso 4; el área se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_{si} = \frac{A_s}{M_u} \times |M_{ui}|$$

Donde:

$A_{si}$  = Área de acero para resistir el momento  $i$

$M_{ui}$  = Momento último  $i$

Para la viga  $e-f$  se calcularon las siguientes áreas de acero:

Tabla XVIII. **Área de acero**

Mu (kg-m)	Mu (kg-cm)	As (cm <sup>2</sup> )
2 952,26	295 226,25	2,22
-5 119,76	-511 976,00	3,85
3 600,00	360 000,00	2,71
2 952,26	295 226,25	2,22
-6 901,96	-690 196,00	5,19

Fuente: elaboración propia

11. Distribuir las barras de acero para cubrir las áreas de acero necesarias. Esto consiste en encontrar una combinación de barras de acero, cuya suma sea igual o mayor al área de acero encontrada en el paso 9. A continuación se presenta la combinación de barras para la viga  $e-f$ :

Tabla XIX. **Combinaciones de barras a utilizar**

MU (kg-m)	MU (kg-cm)	As (cm <sup>2</sup> )	Barras No. 4		Barras No. 6	
			Necesarias	A utilizar	Necesarias	A utilizar
2 952,26	295 226,25	2,22	1,76	2,00		
-5 119,76	-511 976,00	3,85		2,00	1,35	2,00
3 600,00	360 000,00	2,71	2,15	3,00		
2 952,26	295 226,25	2,22	1,76	2,00		
-6 901,96	-690 196,00	5,19		2,00	1,82	2,00

Fuente: elaboración propia

11. Calcular el cortante de la viga.

El cortante se calcula con la siguiente ecuación:

$$\tau_{\text{actuante}} = \frac{V_u}{b \times d}$$

Donde:

$\tau_{\text{actuante}}$  = Cortante actuante kg/cm<sup>2</sup>

$V_u$  = Cortante máximo en los extremos del elemento

$b$  = Base de la viga

$h$  = Peralte de la viga

Para el diseño se utilizará el cortante máximo (8 867,64 kg), obtenido a partir de los momentos últimos, por lo cual el cortante actuante será:

$$\tau_{\text{actuante}} = \frac{8\,867,64 \text{ kg}}{30 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}} = 6,57 \text{ kg/cm}^2$$

12. Calcular el cortante resistente del elemento:

$$\tau_{\text{resistente}} = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'c}$$

$$\tau_{\text{resistente}} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\tau_{\text{resistente}} = 7,54 \text{ kg/cm}^2$$



Debido a que el cortante resistente es mayor al cortante actuante, se tomará en cuenta el concreto para ayudar a resistir el cortante, y el espaciamiento será:

$$S = 0,85 \times 2 A_{s\text{barra}} \times \frac{f'y}{b \times V_u}$$

Donde:

S = Espaciamiento entre los estribos

$A_{s\text{barra}}$  = Area transversal de los estribos

El refuerzo se hará con hierro no. 3, por lo cual el espaciamiento de los estribos será:

$$S = \frac{0,85 \times 2 \times 0,71 \text{ cm}^2 \times 4 \text{ 200 kg/cm}^2}{30 \text{ cm} \times 6,57 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S = 25,72 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

13. Calcular el espaciamiento en el área de confinamiento de acuerdo con capítulo 21 del ACI-318-05, el cual dice que se debe de tomar el espaciamiento menor entre:

$$S = \frac{\phi_{\text{longitudinal}}}{4}$$

$$S = 8 \times \phi_{\text{longitudinal}}$$

$$S = 24 \times \phi_{\text{transversal}}$$

$$S = b$$

En la viga *c-f* se tiene:

$$S = \frac{3/8''}{4} = 10 \text{ cm}$$

$$S = 8 \times 1/2'' \approx 10,16 \text{ cm}$$

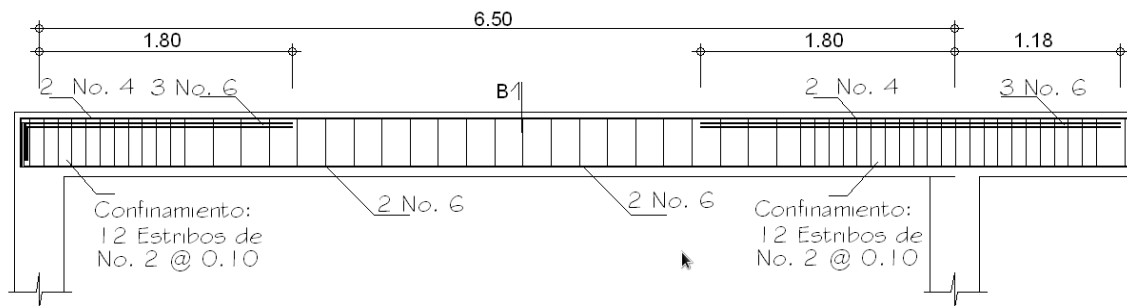
$$S = 24 \times 3/8'' = 22,86 \text{ cm}$$

$$S = 30 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se tomará un espaciamiento de 10 centímetros en el área de confinamiento, y un espaciamiento de 20 centímetros en el resto, por cuestiones constructivas.

Este mismo análisis se realizó en todas las vigas del edificio, pero, por cuestiones constructivas, se decidió hacer una distribución uniforme en los elementos, teniendo un armado final de la viga c-f de la siguiente manera:

Figura 19. Armado final de viga



Fuente: elaboración propia

### 2.5.5.3. Columnas

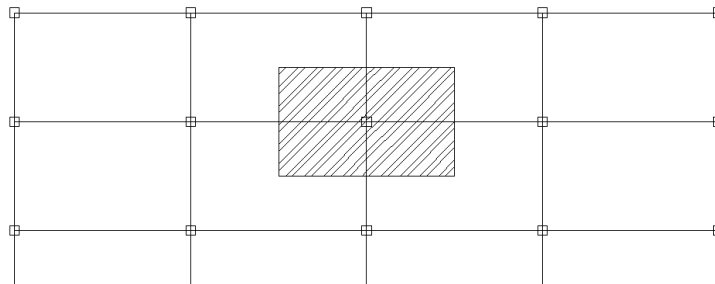
Las columnas son los elementos por medio de los cuales las vigas transmiten la fuerza hacia el suelo, por esta razón, las vigas se ven sometidas no solamente a fuerzas verticales, sino a fuerzas horizontales también.

Esta combinación de fuerzas provoca los efectos de flexión y compresión en el elemento. Para el diseño del edificio, se decidió diseñar una columna crítica, tomando la máxima fuerza vertical actuante y el máximo momento que se verá sometida.

Los pasos para determinar la sección y el armado de la columna son:

1. Determinar el área tributaria, en este caso es de 6,5 m<sup>2</sup>:

Figura 20. Área tributaria de columna



Fuente: elaboración propia

2. Determinar la carga total que actuará en el elemento:  
Esta será igual a la sumatoria de las cargas vivas y muertas actuantes dentro del área tributaria; nótese que para el primer nivel, la carga última será la suma de las cargas del segundo nivel más las del primero.

NIVEL 2:

$$CM=13\ 073\text{ kg}$$

$$CV=10\ 001\text{ jg}$$

$$C_u=20\ 689,1\text{ kg}$$

NIVEL 1:

$$CM=15\ 353\text{ kg}$$

$$CV=10\ 001\text{ kg}$$

$$C_u=33\ 425,1\text{ kg}$$

$$P_u=64\ 114,2\text{ kg}$$

Donde:

$P_u$ =Carga de diseño de la columna

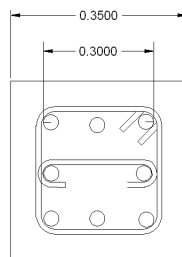
3. Determinar el momento actuante en el eje X y Y:

Los momentos se pueden obtener directamente de los gráficos del método de *Kanni*, en 2.5.4.4. En este caso los momentos en el eje X y Y no presentaron una diferencia mayor al 20%, por lo cual ambos sentidos se diseñarán considerando únicamente el mayor de los dos.

$$M_u = 5\,493,34 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

4. Determinar el valor de  $\gamma$  y de la excentricidad  $e$

Figura 21. Diagrama de armado de columna



Fuente: elaboración propia.

$$\gamma h = 0,3$$

$$\gamma = \frac{0,3}{0,35} = 0,85$$

$$e = \frac{M_u}{P_n}$$

$$e = \frac{5\,493,34 \text{ kg} \cdot \text{m}}{64\,114,2 \text{ kg}}$$

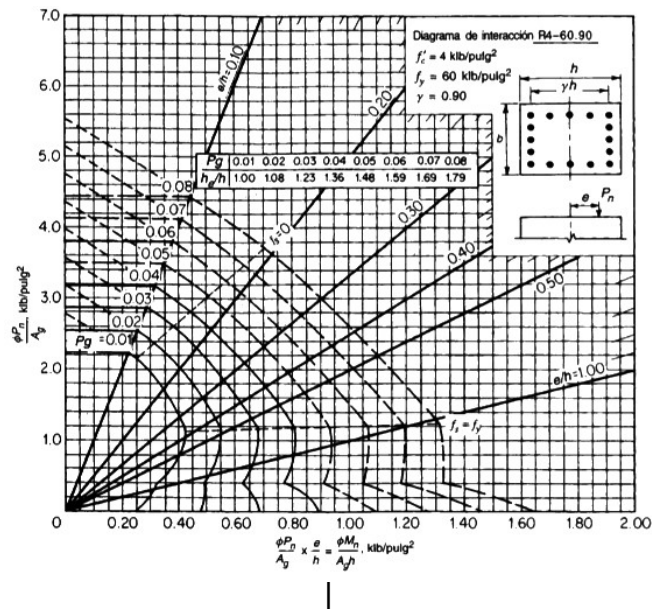
$$e = 0,086 \text{ m}$$

5. Determinar el valor  $e/h$

$$\frac{e}{h} = \frac{0,086}{0,35} = 0,24$$

6. Utilizar los valores obtenidos para localizar en una gráfica de relación Carga-Momento el momento resistente de la columna<sup>13</sup>; se utilizó  $\rho=0.01$  debido a que resulta más económico.

Figura 22. Diagrama de interacción Carga-momento



Fuente: elaboración propia

$$\frac{\phi M_n}{A_{gH}} = 0,38 \frac{\text{Klb}}{\text{in}^2}$$

$$\phi M_n = 0,38 \times 189,88 \text{ in}^2 \times 13,78''$$

$$\phi M_n = 994 287,63 \text{ lb-in.}$$

$$\phi M_n = 11 365,7 \text{ kg}$$

$$\phi M_n \gg M_u \rightarrow \text{El diseño es adecuado}$$

13. Nilson; Diseño de estructuras de concreto. Página 698

7. Calcular el área de acero.

$$A_s = A_g \times \rho$$

Donde:

$A_s$  = Área de acero

$A_g$  = Área gruesa de la columna

$$A_s = 35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} \times 0,01$$

$$A_s = 12,25 \text{ cm}^2$$

8. Calcular la carga axial resistente

$$P_n = (0,85)(\phi \times 0,85 f'_c b d + \phi f_y A_s)$$

$$P_n = (0,85)(0,70 \times 0,85 \times 280 \text{ kg/cm}^2 \times 35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}) \\ + (0,85)(0,70 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 \times 12,25 \text{ cm}^2)$$

$$P_n = 200 \text{ ton}$$

$P_n \gg P_u \rightarrow$  El diseño es adecuado

9. Diseñar los estribos

$$V_{resistente} = 0,85 \times 0,53 \sqrt{f'_c} b d$$

$$V_{resistente} = 0,85 \times 0,53 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} \times 35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$$

$$V_{resistente} = 7\,997,24 \text{ kg}$$

Debido a que el  $V_{actuante} = 2\,687 \text{ kg}$ , se cumple que el cortante resistente es mayor al doble del cortante resistente, por lo tanto los estribos se colocarán solo para darle forma a la columna, y la separación será la menor entre<sup>14</sup>:

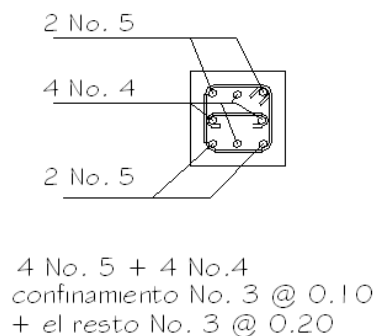
---

14. ACI-3128-2005, Capítulo 7.10.5.2

1. – 16 veces el diámetro longitudinal= 20,32 cm
  2. – 48 veces el diámetro del estribo= 30,48cm
  3. – El lado menor de la columna=35 cm
- Espaciamiento de los estribos=20cm

#### 10. Armado final de la columna

Figura 23. **Armado final de columna**



Fuente: elaboración propia

### 2.5.5.4 Cimentaciones

El objetivo de la cimentación es lograr que las columnas y muros transmitan las fuerzas hacia el terreno, de modo tal que este sea capaz de soportarlos sin que se produzcan asentamientos, o en caso de que se den, estos sean tolerables.

Las cimentaciones se pueden dividir en dos grupos:

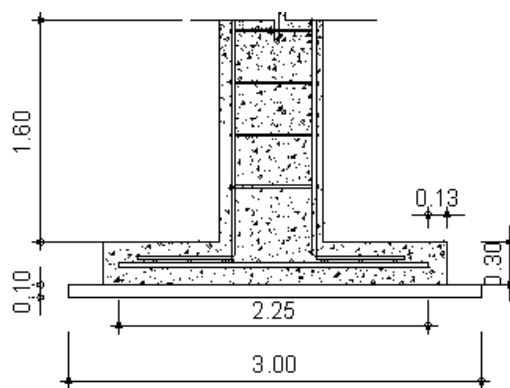
- Cimentaciones superficiales: son aquellas en las que los elementos verticales descansan directamente sobre el terreno de cimentación, ensanchando su sección transversal para poder distribuir de mejor

manera los esfuerzos; entre estas cimentaciones están: zapatas aisladas, zapatas combinadas, cimiento corrido, losas de cimentación, etc.

- Cimentaciones profundas: estas son aquellas cimentaciones en las cuales los elementos verticales no están apoyados directamente sobre el suelo de la cimentación, sino que en lugar de ello, se apoyan en elementos que transmiten los esfuerzos hasta el suelo que los resistirá; dichos elementos pueden ser pilotes o cajones de cimentación. Este tipo de cimentaciones es necesario cuando la profundidad a la que se encuentra el suelo soportante es muy profunda.

Para el diseño de este proyecto se utilizó una cimentación superficial consistente en zapatas aisladas de concreto reforzado, las cuales serán cuadradas y con el mismo armado en ambos sentidos, para mayor facilidad constructiva.

Figura 24. **Dimensiones de zapata**



Fuente: elaboración propia



Datos de diseño:

$P_u = 64\,114,2 \text{ kg}$

$M_u = 5\,493,34 \text{ kg-m}$

$V_s = 20 \text{ ton/m}^2$

Densidad seca del suelo = Densidad seca =  $0,72 \text{ ton/m}^3$

Es necesario mencionar que el valor soporte del suelo se tomó como 20 ton/m en lugar de 14,7 ton/m, pues por consejo del asesor se hizo una *cama de concreto* para apoyar la zapata, con lo cual el área sobre la que se distribuyen los esfuerzos es mucho mayor, y además se mejora la calidad del suelo.

Para el diseño de las zapatas se siguieron los siguientes pasos:

1. Predimensionamiento de la zapata:

$$\text{Área} = \frac{P_u}{V_s}$$

$$\text{Área} = \frac{64,1 \text{ ton}}{20 \text{ ton/m}^2} \approx 3,2 \text{ m}^2$$

Por tanto se propone utilizar una zapata cuadrada con dimensiones 2,5 m x 2,5 m y un peralte de 0,3 m.

2. Integración de carga  $P_z$  para el diseño:

$$P_z = P_u + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cemento}}$$

Donde:

$P_z =$  Carga de diseño de zapata

$P_u =$  Carga última de columna

$P_{\text{suelo}} =$  Carga debido al peso del suelo sobre la zapata

$P_{\text{cemento}} =$  Carga debido al peso propio de la zapata

Entonces se tiene:

$$P_z = 64\,114,2\text{kg} + (9,8\text{m}^3 \times 720\text{kg/m}^3) + (1,9\text{m}^3 \times 2\,400\text{kg/m}^3)$$

$$P_z = 75\,730\text{kg} \approx 75,73\text{ton}$$

3. Revisión de presión sobre el suelo:

Esta revisión se hace con el fin de comprobar de que no existan presiones en la zapata que excedan el valor soporte del suelo, o que existan presiones negativas, para lo cual se debe satisfacer lo siguiente:

$$\sigma_{\text{mínimo}} = \frac{P_z}{A_z} - \frac{M_{ux}}{\frac{l_x^3}{6}} - \frac{M_{uy}}{\frac{l_y^3}{6}} > 0 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{mínimo}} = \frac{75,73\text{ ton}}{6,25\text{m}} - \frac{5,5\text{ ton-m}}{\frac{(2,5\text{m})^3}{6}} - \frac{5,5\text{ ton-m}}{\frac{(2,5\text{m})^3}{6}}$$

$$\sigma_{\text{mínimo}} = 7,9 \text{ ton/m}^2 > 0 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Las dimensiones son adecuadas}$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = \frac{P_z}{A_z} + \frac{M_{ux}}{\frac{l_x^3}{6}} + \frac{M_{uy}}{\frac{l_y^3}{6}} < 20 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = \frac{75,73\text{ ton}}{6,25\text{m}} + \frac{5,5\text{ ton-m}}{\frac{(2,5\text{m})^3}{6}} + \frac{5,5\text{ ton-m}}{\frac{(2,5\text{m})^3}{6}}$$

$$\sigma_{\text{máximo}} = 16,34 \text{ ton/m}^2 < 20 \text{ ton/m}^2 \rightarrow \text{Las dimensiones son adecuadas}$$

Debido a que el esfuerzo no excede el valor soporte del suelo, ni existen esfuerzos a tensión en la zapata, las dimensiones propuestas son adecuadas y se puede proseguir con el diseño de la zapata.

4. Determinación de la reacción neta del suelo:

Debido a que los esfuerzos en las esquinas de la zapata no son iguales, a causa de los efectos combinados, es necesario calcular la reacción neta

$(\sigma_n)$  que el suelo causa a la zapata, la cual se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\sigma_n = F_{cu} \times \sigma_{\text{maximo}}$$

Donde:

$F_{cu}$  = Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{Cu}{CM + Cv}$$

$$F_{cu} = \frac{54\,114,2 \text{ kg}}{28\,426 \text{ kg} + 20\,002 \text{ kg}} = 1,12$$

$$\sigma = 1,12 \times 16,34 \text{ ton/m}^2 = 18,26 \text{ ton/m}^2$$

5. Chequeo por cortante simple:

El cortante crítico en la zapata, se produce a una distancia  $d$  a partir de la columna, y paralela al rostro de esta; dicha distancia  $d$  es igual al peralte efectivo de la zapata, el cual se calcula así:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

Donde:

$d$  = Peralte efectivo

$t$  = Peralte propuesto de la zapata (40 cm)

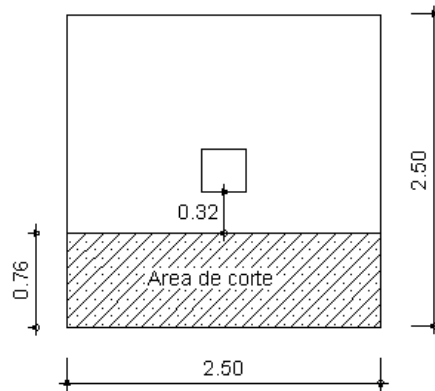
$\phi$  = Diámetro de la barra de refuerzo (No.5)

$$d = 0,4 - 0,075 - \frac{1,59}{2}$$

$$d = 0,32 \text{ cm}$$

6. Calcular el área de cortante ( $A_c$ )

Figura 25. Área de cortante en la zapata



Fuente: elaboración propia

$$A_c = 0,76 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$$

$$A_c = 1,9 \text{ m}^2$$

7. Calcular el cortante actuante ( $V_{actuante}$ )

$$V_{actuante} = A_c \times \sigma_n$$

$$V_{actuante} = 1,9 \text{ m}^2 \times 18,26 \text{ ton/m}^2$$

$$V_{actuante} = 34,7 \text{ ton}$$

8. Calcular el cortante Resistente ( $V_{resistente}$ )

$$V_{resistente} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f'_c} \times b d$$

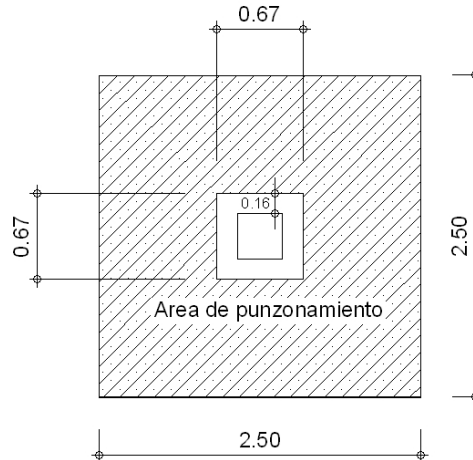
$$V_{resistente} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^3} \times 250 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$$

$$V_{resistente} = 52,23 \text{ ton}$$

$$V_{resistente} \gg V_{actuante} \rightarrow \text{Las dimensiones propuestas son adecuadas}$$

9. Calcular el área de punzonamiento

Figura 26. Área de punzonamiento en zapata



Fuente: elaboración propia

$$A_{\text{punzonamiento}} = 2,5\text{ m} \times 2,5\text{ m} - (0,67\text{ m} \times 0,67\text{ m})$$

$$A_{\text{punzonamiento}} = 5,8\text{ m}^2$$

10. Calcular el cortante actuante ( $V_{\text{actuante}}$ )

$$V_{\text{actuante}} = A_{\text{punzonamiento}} \times \sigma_n$$

$$V_{\text{actuante}} = 5,8\text{ m}^2 \times 18,25\text{ ton/m}^2$$

$$V_{\text{actuante}} = 105,85\text{ ton}$$

11. Calcular el cortante resistente ( $V_{\text{resistente}}$ )

$$V_{\text{resistente}} = 0,85 \times 1,10 \times \sqrt{f'_c} \times \beta_0 \times d$$

Donde:

$\beta_0$  = Perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$V_{\text{resistente}} = 0,85 \times 1,10 \times \sqrt{210\text{ kg/cm}^2} \times 268\text{ cm} \times 32\text{ cm}$$

$$V_{\text{resistente}} = 116,2\text{ ton}$$

$$V_{\text{resistente}} \gg V_{\text{actuante}} \rightarrow \text{Las dimensiones son adecuadas}$$

$$M_{\text{actuante}} = \frac{\sigma_n \times l^2}{2}$$

Donde:

l=Distancia desde el rostro de la columna hasta el extremo de la zapata

$$M_{\text{actuante}} = \frac{18,25 \text{ ton/m}^2 \times 1,08 \text{ m}}{2}$$

$$M_{\text{actuante}} = 9,9 \text{ ton} - \text{m}$$

12. Determinación del momento actuante en la zapata

13. Calcular el área de acero para resistir el momento actuante

$$A_s = \left[ b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_{\text{actuante}} \times b}{0,003825 \times f'_c}} \right] \times 0,85 \times \frac{f'_c}{f'_y}$$

$$A_s = \left[ 100 \text{ cm} \times 32 \text{ cm} - \sqrt{(100 \text{ cm} \times 32 \text{ cm})^2 - \frac{9 \text{ 900 kg} - \text{m} \times 100 \text{ cm}}{0,003825 \times 210 \text{ kg/cm}^3}} \right] \times 0,85 \cdot \frac{210 \text{ kg/cm}^3}{2810 \text{ kg/cm}^3}$$

$$A_s = 12,63 \text{ cm}^2$$

14. Calcular el acero mínimo por temperatura

$$A_{s \text{ temperatura}} = 0,002 \times b \times d$$

$$A_{s \text{ temperatura}} = 0,002 \times 100 \text{ cm} \times 32 = 6,4 \text{ cm}^2$$

15. Calcular el espaciamiento del acero, para lo cual se utiliza el mayor entre el acero por temperatura y el acero por momento:

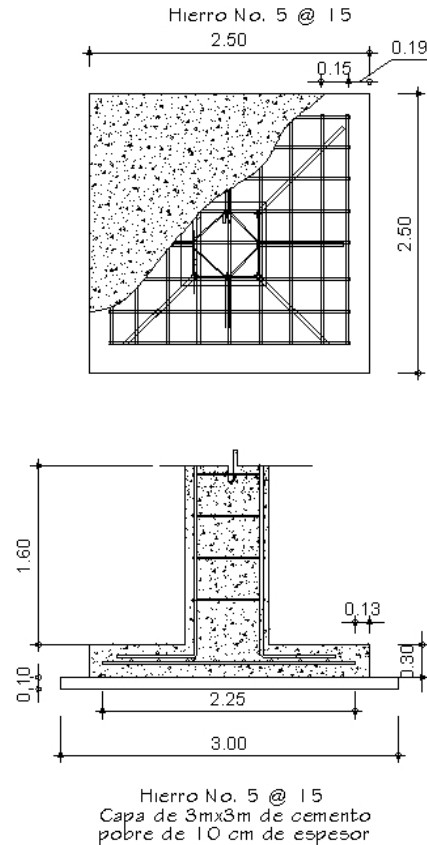
$$S = \frac{A_{\text{barrilla}}}{A_s}$$

$$S = \frac{1,98 \text{ cm}^2}{12,63 \text{ cm}^2}$$

$$S = 0,15 \text{ m}$$

## 16. Armado final

Figura 27. Armado final de zapata



Fuente: elaboración propia

### 2.5.6. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son fundamentales en un edificio escolar, pues a pesar de que en la actualidad no se impartan clases en jornada nocturna puede ser que en un futuro esto cambie, y en ese momento se vuelve indispensable la energía eléctrica. En el diseño de este edificio se hicieron distintos circuitos eléctricos, los cuales tienen un máximo de 10 unidades (lámparas, tomacorrientes, etc) en cada uno, con el fin de garantizar la seguridad y buen funcionamiento de la instalación.

Para determinar el número de circuitos mínimo, se siguieron los siguientes pasos:

1. Determinar de la cantidad total de *watts* necesarios, usando como base el requerimiento de 20 *watts/m<sup>2</sup>*:

$$W = 2 \times 10 \text{ m} \times 26 \text{ m} \times 20 \text{ watts/m}^2 = 10\,400 \text{ watts}$$

2. Determinar la corriente a 110 voltios con alimentación monofásica:

$$I = \frac{10\,400 \text{ watts}}{110 \text{ voltios}} = 94,55 \text{ Amperios}$$

3. Debido a que la corriente permisible en un conductor número 12 AWG es de 20 amperios<sup>15</sup>, el número de circuitos mínimo es de:

$$\text{Número de circuitos} = \frac{94,44 \text{ amperios}}{20 \text{ amperios/circuito}}$$

$$\text{Número de circuitos} = 4,7 \approx 5 \text{ circuitos}$$

Para el cálculo del número de lámparas por aula, y de la potencia de estas, se siguieron los siguientes pasos:

1. Cálculo de *watts* necesarios en cada aula:

$$W_{\text{aula}} = 4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 20 \text{ watts/m}^2$$

$$W_{\text{aula}} = 640 \text{ watts}$$

2. Asumiendo que se colocarán 8 lámparas en cada aula<sup>16</sup>, la potencia de cada una debe de ser de:

$$W_{\text{lampara}} = \frac{640 \text{ watts}}{8_{\text{lamparas}}} = 80 \text{ watts}$$

---

15. Enriquez Harper, El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales, Capítulo 2, Tabla 2.9, Editorial Limusa, Mexico 1995

16. Ver plano anexo



De acuerdo a los cálculos anteriores, las lámparas deberían de ser de 80 *watts*, sin embargo, en el mercado únicamente se encuentran disponibles lámparas de 75 *watts*, además la diferencia entre ambas no es significativa, por lo cual se usarán lámparas de 75 *watts* en los salones, las lámparas deberán de ser blanco frío, de acuerdo a las recomendaciones del Capítulo 3 del ABC de las instalaciones eléctricas residenciales.

Para el cálculo del calibre de la instalación de fuerza se realizaron los mismos pasos que para el cálculo de la instalación de iluminación, con la única variante de que la potencia necesaria es de 1000 *watts*<sup>17</sup>, pues se considera que en el aula el consumo eléctrico será mínimo, pues únicamente se utilizará algún aparato como un radio, una computadora o un televisor, por lo cual como mínimo deben de colocarse 4 circuitos con alambre AWG 12.

### **2.5.7. Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

En toda escuela es necesario tener en cuenta las obras hidráulicas y sanitarias, con el fin de garantizar las personas puedan suplir sus necesidades en un lugar higiénico. Lo mínimo con lo que puede contar una escuela es:

- Servicios sanitarios
- Lavamanos
- Chorros (para riego u otros usos)
- Lavatrastos en la cocina

La escuela pública El Paraíso cuenta ya con todos estos servicios, por lo cual no se tomaron en cuenta en el diseño del edificio.

---

17. Enriquez Harper, El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales, Capítulo 4.2, Editorial Limusa, Mexico 1995

### **2.5.8. Planos constructivos**

Es importante tener en cuenta que existe una diferencia entre planos de diseño, que son los que se presentan en esta tesis, y los planos de construcción.

Los planos de diseño son concebidos de forma teórica en la oficina, y en ellos se detalla cómo debe realizarse una obra; sin embargo, al hacer la ejecución de la obra en campo, muchas veces es necesario hacer arreglos como cambiar el lugar por el cual pasarán las tuberías, redimensionar cimientos debido a cambios inesperados en el suelo, y otros ajustes que pudieran darse, los cuales están permitidos si el supervisor así lo indica.

Para dejar constancia de dichos cambios se hacen los planos constructivos, pues estos indican cómo fue que se construyó realmente la obra.

### 2.5.9. Evaluación de impacto ambiental

A continuación se presenta el formulario para la evaluación de impacto ambiental, requerido por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Tabla XX. **Formulario de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
REPÚBLICA DE GUATEMALA

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o subinciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>

Continuación tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <u><a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></u></li><li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li><li>• <b>Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</b></li></ul>	
<b>I. INFORMACIÓN LEGAL</b>	
<b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> <b>Proyecto de agua potable por bombeo</b>	
<b>I.2. Información legal:</b> <b>A Nombre del Proponente o Representante Legal:</b> <b><u>Municipalidad de Sololá</u></b> <b>c) De la empresa:</b> Razón social: <b><u>“Municipalidad de Sololá”</u></b> Nombre Comercial: <b><u>“Municipalidad de Sololá”</u></b>	

Continuación tabla XX.

I. INFORMACIÓN LEGAL	
<p>No. de Escritura Constitutiva: Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No.----- Folio No.---- Libro No---- Patente de Comercio Registro No.----- Folio No.---- Libro No.----- No. de Finca, Folio y Libro donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. No. De Finca. ----- Folio No. ----- Libro No. ----- de ----- <b>Número de Identificación Tributaria (NIT): -----</b></p>	
<p><b>I.3 Teléfono Fax _ Correo electrónico:</b></p>	
<p><b>I.5 Dirección de donde se ubicará el proyecto:</b> <b>Terreno comunal, Caserío Chuacruz, cantón El Tablón,</b> <b>Cabecera departamental de Sololá</b></p> <p><b>Especificar Coordenadas UTM o Geográficas</b></p>	
<p><b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</b></p>	<p><b>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</b></p>
<p>Latitud.</p>	<p><b>X = 14.635790°</b></p>
<p>Longitud.</p>	<p><b>Y= -90.5522° Huso 15</b></p>
<p><b>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)</b> <u>Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá, cabecera departamental de Sololá</u></p>	



Continuación tabla XX.

<b>II. INFORMACIÓN GENERAL</b>		
DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
<b>Terreno baldío</b>	<b>norte</b>	<b>inmediata</b>
<b>Terreno baldío</b>	<b>este</b>	<b>inmediata</b>
<b>Terreno baldío</b>	<b>sur</b>	<b>inmediata</b>
<b>II.5 Dirección del viento:</b> <u>Norte a sur</u>		
<b>II.7 Datos laborales</b>		
<p>a Jornada de trabajo: Diurna ( x )    Nocturna (   )    Mixta* (   )</p> <p>Horas extras: -----    Número de empleados por jornada: <u>10</u></p> <p style="padding-left: 100px;">Total empleados: <u>10</u></p> <p><u>*La jornada mixta no comprende a los empleados de oficina, y es aplicada solo en el caso cuando se tiene algún pedido grande que entregar. Los turnos son rotativos.</u></p>		

Continuación tabla XX.

<b>II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>						
<b>Tipo</b>	<b>sí/ no</b>	<b>Cantidad / (mes, día, hora)</b>	<b>Proveedor</b>	<b>uso</b>	<b>Especificaciones u observaciones</b>	<b>Forma de almacenar</b>
<b>Servicio público</b>	no					
<b>Pozo</b>	No					
<b>Agua superficial</b>	Sí	100 lt/día		Limpieza, servicios sanitarios		Cisterna
<b>otro</b>	No					
<b>gasolina</b>	Si	1gal/día	Shell Texaco	Maquinaria	El combustible se compra tres veces por semana y se almacena en bodega.	Contenedor en bodega.
<b>diesel</b>	No					
<b>bunker</b>	No					
<b>GLP</b>	No					
<b>otra</b>	No					
<b>solubles</b>	No					
<b>No solubles</b>	Sí	2 lt/mes	Shell Texaco	Maquinaria	Se compra mensualmente o cuando sea necesario.	Se almacena en bodega.



Continuación tabla XX.

<b>III. TRANSPORTE</b>
<p>III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p style="padding-left: 40px;">d) Número de vehículos -----</p> <p style="padding-left: 40px;">e) Tipo de vehículo -----</p> <p style="padding-left: 40px;">f) Sitio para estacionamiento y área que ocupa -----</p>
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>
<p><b>IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES</b></p> <p>En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información,</p> <p style="padding-left: 40px;">indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).</p>
<b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</b>
<p><b>CONSUMO</b></p> <p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr): <u>500 KW/día</u></p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p style="padding-left: 20px;">d) Sistema público: <u>DEOGSA</u></p> <p style="padding-left: 20px;">e) Sistema privado: _</p>

Continuación tabla XX.

<b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</b>	
f) Generación propia:	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SÍ <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
<u>Utilización de focos ahorradores.</u>	
<b>Apagar equipos y focos cuando no se estén utilizando.</b>	
<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	
<b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b>	
a <input checked="" type="checkbox"/>	la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio.
b <input type="checkbox"/>	la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores.
c <input type="checkbox"/>	la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores.
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar qué o cuáles serían las actividades riesgosas:	
<b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b>	
a) inundación ( )	b) explosión ( )

Continuación tabla XX.



<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	
c) deslizamientos ( )	d) derrame de combustible ( )
e) fuga de combustible ( )	f) Incendio ( x )
Otro ( )	
Detalle la información explicando el porqué?	
<b>Cada vez que se maneja y/o almacena combustible, existe un riesgo de incendio. Este riesgo se minimiza dando un adecuado manejo al combustible.</b>	
<b>VI.3 Riesgos ocupacionales:</b>	
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
<input checked="" type="checkbox"/>	No existen riesgos para los trabajadores.
<b>VI.4 Equipo de protección personal</b>	
VI.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?	
Sí ( x )    NO ( )	
VI.5 Detallar qué clase de equipo de protección se proporciona:	
<u>maskarilla y guantes.</u>	
VI.6 ¿Qué medidas ha realizado ó qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? <u>No se presenta ningún peligro para la salud de los pobladores y/o trabajadores</u>	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## 2.5.10. Presupuesto

### 2.5.10.1. Materiales y mano de obra

Tabla XXI. Materiales y mano de obra

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA					
		FACULTAD DE INGENIERÍA					
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO					
							
<b>PROYECTO: ESCUELA PÚBLICA EL PARAÍSO</b>							
<b>UBICACIÓN: Caserío El Paraíso, Aldea Los Encuentros, Sololá</b>							
<b>REGLÓN</b>							
No.	PRIMER NIVEL			Precio Unitario			Total de Renglón
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>		<b>Sub-Total</b>		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Demolición de estructura existente	1,00	global	Q 1 000,00	Q 1 000,00		
	Nivelación	300,00	m <sup>2</sup>	Q 9,00	Q 2 700,00		
	Trazo, Estaqueado	300,00	m <sup>2</sup>	Q 15,00	Q 4 500,00		
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>Q 8 200,00</b>		
	<b>Materiales</b>						
	Regla de 2" x 3" x 9 pies	36,00	unidad	Q 18,50	Q 666,00		
	Estacas Regla 2" x 3" x 9 pies	12,00	unidad	Q 22,30	Q 267,60		
	Hilo de Pescar 100mts	1,00	rollo	Q 15,75	Q 15,75		
	Bailarina 4 tiempos	2,00	día	Q 210,00	Q 420,00		
	Gasolina	6,00	galon	Q 35,00	Q 210,00		
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 1 579,35</b>		<b>Q 9 779,35</b>
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>				
	<b>ZAPATAS DE 2.5X2.5X0.3 + BASE CONCRETO POBRE 3X3X0.10</b>	<b>16,00</b>	<b>unidades</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>		<b>Total de Renglón</b>
	<b>MATERIALES</b>						
	Cemento	394,00	sacos	Q 70,00	Q 27 580,00		
	Arena de Rio	22,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 3 850,00		
	Piedrín	33,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 7 425,00		
	Hierro No. 5	105,00	varillas	Q 95,00	Q 9 975,00		
	Alambre de amarre	30,00	libras	Q 7,00	Q 210,00		
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 49 040,00</b>		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundic	273,00	m <sup>2</sup>	Q 20,00	Q 5 460,00		
	Mano de obra no calificada	273,00	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 2 730,00		
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 8 190,00</b>		<b>Q 57 230,00</b>

Continuación tabla XXI.

3	COLUMNAS	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
3.1	COLUMNAS tipo C-1 0.35*0.35	15	unidades			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	53,00	sacos	Q 70,00	Q 3 710,00	
	Arena de río	3,00	m³	Q 175,00	Q 525,00	
	Piedrín	5,00	m³	Q 225,00	Q 1 125,00	
	Hierro No. 5	54,00	varilla	Q 95,00	Q 5 130,00	
	Hierro No. 4	54,00	varilla	Q 57,00	Q 3 078,00	
	Hierro No. 3	78,75	varilla	Q 32,00	Q 2 520,00	
	Alambre de amarre	16,62	libras	Q 7,00	Q 116,31	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Clavos 2"	2,00	libras	Q 7,00	Q 14,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 16 518,31</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	45,00	ml	Q 100,00	Q 4 500,00	
	Mano de obra no calificada	45,00	ml	Q 20,00	Q 900,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 5 400,00</b>	<b>Q 21 918,31</b>
3.2	COLUMNAS TIPO C-2 0.15x0.15	16,00	unidades			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	12,00	sacos	Q 70,00	Q 840,00	
	Arena de río	1,00	m³	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	1,00	m³	Q 225,00	Q 225,00	
	Hierro No. 3	41,00	varilla	Q 32,00	Q 1 312,00	
	Hierro No. 2	36,00	varilla	Q 12,00	Q 432,00	
	Alambre de amarre	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Clavos	3,00	libras	Q 7,00	Q 21,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 347,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, f	48,00	ml	Q 50,00	Q 2 400,00	
	Mano de obra no calificada	48,00	ml	Q 20,00	Q 960,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 3 360,00</b>	<b>Q 6 707,00</b>
4	LEVANTADO DE MURO	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
4.1	MURO DE BLOCK PARA PERIMETRO Y DIVISIONES	206,50	m²			
	<b>Materiales</b>					
	Block (0.14X0.19X0.39) 35KG	2 711,00	unidad	Q 5,00	Q 13 555,00	
	<b>Mortero</b>					
	Arena de río	5,00	m²	Q 150,00	Q 750,00	
	Cemento	63,00	sacos	Q 66,00	Q 4 158,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 18 463,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (levantado	206,50	m²	Q 40,00	Q 8 260,00	
	Mano de obra no calificada	206,50	m²	Q 10,00	Q 2 065,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 10 325,00</b>	<b>Q 28 788,00</b>

Continuación tabla XXI.

4.2	SOLERA INTERMEDIA 20x15 PROP. 1:2:3		U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		60	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	18,00	sacos	Q 70,00	Q 1 260,00	
	Arena de Rio	1,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	40,00	varilla	Q 32,00	Q 1 280,00	
	Hierro No. 2	34,00	varilla	Q 15,00	Q 510,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de amarre	5,23	libras	Q 7,00	Q 36,62	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 4 011,62</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	60,00	ml	Q 50,00	Q 3 000,00	
	Mano de obra no calificada	60,00	ml	Q 20,00	Q 1 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 4 200,00</b>	<b>Q 8 211,62</b>
4.3	SOLERA SILLAR 20x15 PROP. 1:2:3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		45,50	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	15,00	sacos	Q 70,00	Q 1 050,00	
	Arena de Rio	1,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	31,00	varilla	Q 32,00	Q 992,00	
	Hierro No. 2	26,00	varilla	Q 15,00	Q 390,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de amarre	8,00	libras	Q 7,00	Q 56,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 413,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	45,50	ml	Q 50,00	Q 2 275,00	
	Mano de obra no calificada	45,50	ml	Q 20,00	Q 910,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 3 185,00</b>	<b>Q 6 598,00</b>
4.4	SOLERA FINAL 20x15 PROP. 1:2:3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		60,00	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	18,00	sacos	Q 70,00	Q 1 260,00	
	Arena de Rio	1,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	40,00	varilla	Q 32,00	Q 1 280,00	
	Hierro No. 2	47,00	varilla	Q 15,00	Q 705,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de amarre	7,23	libras	Q 7,00	Q 50,62	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 4 220,62</b>	

Continuación tabla XXI.

	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	60,00	ml	Q 50,00	Q 3 000,00	
	Mano de obra no calificada	60,00	ml	Q 20,00	Q 1 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 4 200,00</b>	<b>Q 8 420,62</b>
<b>5</b>	<b>VIGAS</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>	<b>Total de Renglón</b>
<b>5,1</b>	<b>VIGA TIPO 1 0.45x0.30</b>	<b>20,00</b>	<b>ml</b>			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	107,00	sacos	Q 70,00	Q 7 490,00	
	Arena de río	6,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 1 050,00	
	Piedrín	9,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 2 025,00	
	Hierro No.6	4,00	varilla	Q 140,00	Q 560,00	
	Hierro No. 4	17,00	varilla	Q 57,00	Q 969,00	
	Hierro. No. 3	34,00	varilla	Q 32,00	Q 1 088,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de Amarre.	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 13 524,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	20,00	ml	Q 90,00	Q 1 800,00	
	Mano de obra no calificada	20,00	ml	Q 50,00	Q 1 000,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 2 800,00</b>	<b>Q 16 324,00</b>
<b>5,2</b>	<b>VIGA TIPO 2 0.45x0.30</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>	<b>Total de Renglón</b>
		<b>20,00</b>	<b>ml</b>			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	27,00	sacos	Q 70,00	Q 1 890,00	
	Arena de río	2,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 350,00	
	Piedrín	3,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 675,00	
	Hierro No.6	5,00	varilla	Q 140,00	Q 700,00	
	Hierro No. 4	17,00	varilla	Q 57,00	Q 969,00	
	Hierro. No. 3	34,00	varilla	Q 32,00	Q 1 088,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de Amarre.	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 6 014,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	20,00	ml	Q 90,00	Q 1 800,00	
	Mano de obra no calificada	20,00	ml	Q 50,00	Q 1 000,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 2 800,00</b>	<b>Q 8 814,00</b>

Continuación tabla XXI.

5.3	VIGA TIPO 3 0.45x0.3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		104	ml			
<b>Materiales</b>						
	Cemento	133,00	sacos	Q 70,00	Q 9 310,00	
	Arena de río	7,00	m³	Q 175,00	Q 1 225,00	
	Piedrín	11,00	m³	Q 225,00	Q 2 475,00	
	Hierro No.6	67,00	varilla	Q 140,00	Q 9 380,00	
	Hierro No. 4	35,00	varilla	Q 57,00	Q 1 995,00	
	Hierro. No. 3	174,00	varilla	Q 32,00	Q 5 568,00	
	Alambre de Amarre.	27,00	libras	Q 7,00	Q 189,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 30 142,00</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	104,00	ml	Q 90,00	Q 9 360,00	
	Mano de obra no calificada	104,00	ml	Q 50,00	Q 5 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 14 560,00</b>	<b>Q 44 702,00</b>
5.4	Viga de Voladizo 0.45x0.3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		10,00	ml			
<b>Materiales</b>						
	Cemento	13,00	sacos	Q 70,00	Q 910,00	
	Arena de río	1,00	m³	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m³	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No.6	6,00	varilla	Q 140,00	Q 840,00	
	Hierro No. 4	9,00	varilla	Q 57,00	Q 513,00	
	Hierro. No. 3	17,00	varilla	Q 32,00	Q 544,00	
	Alambre de Amarre.	3,00	lbs	Q 7,00	Q 21,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 453,00</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	10,00	ml	Q 90,00	Q 900,00	
	Mano de obra no calificada	10,00	ml	Q 50,00	Q 500,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 1 400,00</b>	<b>Q 4 853,00</b>



Continuación tabla XXI.

6	LOSA TRADICIONAL 13cm DE ESPESOR		U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón	
	Área	260.00					m <sup>2</sup>
	Volumen	33.80					m <sup>3</sup>
	Cemento	320,00	sacos	Q 70,00	Q 22 400,00		
	Arena	17,00	m <sup>3</sup>	Q 150,00	Q 2 550,00		
	Piedrín	26,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 5 850,00		
	Hierro No. 5	306,00	varilla	Q 95,00	Q 29 070,00		
	Alambre de amarre	48,00	libras	Q 7,00	Q 336,00		
	Paral 4"x4"	6,00	docenas	Q 300,00	Q 1 800,00		
	Tabla de 10 pies	85,00	tabla	Q 30,00	Q 2 550,00		
	Clavo de 2"	10,83	libras	Q 8,00	Q 86,67		
	Clavo de 3"	10,83	libras	Q 8,00	Q 86,67		
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 64 729,33</b>		
	<b>Mano de obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	260,00	m <sup>2</sup>	Q 150,00	Q 39 000,00		
	Mano de obra no calificada	260,00	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 13 000,00		
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 52 000,00</b>	<b>Q 116 729,33</b>	
<b>SEGUNDO NIVEL</b>							
7	COLUMNAS		U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón	
7.1	Cant.	0.35*0.35	unidades				
	<b>Materiales</b>						
	Cemento	53,00	sacos	Q 70,00	Q 3 710,00		
	Arena de río	3,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 525,00		
	Piedrín	5,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 1 125,00		
	Hierro No. 5	54,00	varilla	Q 95,00	Q 5 130,00		
	Hierro No. 4	54,00	varilla	Q 57,00	Q 3 078,00		
	Hierro No. 3	78,75	varilla	Q 32,00	Q 2 520,00		
	Alambre de amarre	16,62	libras	Q 7,00	Q 116,31		
	Tabla de 10 pies	60,00	tabla	Q 30,00	Q 1 800,00		
	Clavos 2"	8,00	libras	Q 7,00	Q 56,00		
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 18 060,31</b>		
	<b>Mano de obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	45,00	ml	Q 100,00	Q 4 500,00		
	Mano de obra no calificada	45,00	ml	Q 20,00	Q 900,00		
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 5 400,00</b>	<b>Q 23 460,31</b>	

Continuación tabla XXI.

7.2	COLUMNAS TIPO C-2 0.15x0.15	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		16	unidades			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	12,00	sacos	Q 70,00	Q 840,00	
	Arena de río	1,00	m³	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	1,00	m³	Q 225,00	Q 225,00	
	Hierro No. 3	41,00	varilla	Q 32,00	Q 1 312,00	
	Hierro No. 2	36,00	varilla	Q 15,00	Q 540,00	
	Alambre de amarre	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
	Clavos	3,00	libras	Q 7,00	Q 21,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 155,00</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	48,00	ml	Q 50,00	Q 2 400,00	
	Mano de obra no calificada	48,00	ml	Q 20,00	Q 960,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 3 360,00</b>	<b>Q 6 515,00</b>
<b>8</b>	<b>LEVANTADO DE MURO</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>			
<b>8.1</b>	<b>MURO DE BLOCK PARA PERÍMETRO Y DIVISIONES</b>	<b>206,50</b>	<b>m²</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>	<b>Total de Renglón</b>
	<b>Materiales</b>					
	Block (0.14X0.19X0.39) 35KG	2 711,00	unidad	Q 5,00	Q 13 555,00	
	<b>Mortero</b>					
	Arena de río	5,00	m²	Q 150,00	Q 750,00	
	Cemento	63,00	sacos	Q 66,00	Q 4 158,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 18 463,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (levantado)	206,50	m²	Q 40,00	Q 8 260,00	
	Mano de obra no calificada	206,50	m²	Q 10,00	Q 2 065,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 10 325,00</b>	<b>Q 28 788,00</b>

Continuación tabla XXI.

8.2	SOLERA INTERMEDIA 20x15 PROP. 1:2:3		U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		60	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	18,00	sacos	Q 70,00	Q 1 260,00	
	Arena de río	1,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	40,00	varilla	Q 32,00	Q 1 280,00	
	Hierro No. 2	34,00	varilla	Q 15,00	Q 510,00	
	Tabla de 10 pies	10,00	tabla	Q 30,00	Q 300,00	
	Alambre de amarre	5,23	libras	Q 7,00	Q 36,62	
		1,54				
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 4 011,62</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	60,00	ml	Q 50,00	Q 3 000,00	
	Mano de obra no calificada	60,00	ml	Q 20,00	Q 1 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 4 200,00</b>	<b>Q 8 211,62</b>
8.3	SOLERA SILLAR 20x15 PROP. 1:2:3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		45,50	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	15,00	sacos	Q 70,00	Q 1 050,00	
	Arena de río	1,00	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m <sup>3</sup>	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	31,00	varilla	Q 32,00	Q 992,00	
	Hierro No. 2	26,00	varilla	Q 15,00	Q 390,00	
	Alambre de amarre	8,00	libras	Q 7,00	Q 56,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 113,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	45,50	ml	Q 50,00	Q 2 275,00	
	Mano de obra no calificada	45,50	ml	Q 20,00	Q 910,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 3 185,00</b>	<b>Q 6 298,00</b>

Continuación tabla XXI.

8.4	SOLERA FINAL 20x15 PROP. 1:2:3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		60	ml			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	18,00	sacos	Q 70,00	Q 1 260,00	
	Arena de río	1,00	m³	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m³	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No. 3	40,00	varilla	Q 32,00	Q 1 280,00	
	Hierro No. 2	47,00	varilla	Q 15,00	Q 705,00	
	Alambre de amarre	7,23	libras	Q 7,00	Q 50,62	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 920,62</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	60,00	ml	Q 50,00	Q 3 000,00	
	Mano de obra no calificada	60,00	ml	Q 20,00	Q 1 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 4 200,00</b>	<b>Q 8 120,62</b>
<b>9</b>	<b>VIGAS</b>	<b>Cant.</b>	<b>U.</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>	<b>Total de Renglón</b>
<b>9.1</b>	<b>VIGA TIPO 1 0.45x0.30</b>	<b>20,00</b>	<b>ml</b>			
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	107,00	sacos	Q 70,00	Q 7 490,00	
	Arena de río	6,00	m³	Q 175,00	Q 1 050,00	
	Piedrín	9,00	m³	Q 225,00	Q 2 025,00	
	Hierro No.6	4,00	varilla	Q 140,00	Q 560,00	
	Hierro No. 4	17,00	varilla	Q 57,00	Q 969,00	
	Hierro. No. 3	34,00	varilla	Q 15,00	Q 510,00	
	Alambre de amarre.	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 12 646,00</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	20,00	ml	Q 90,00	Q 1 800,00	
	Mano de obra no calificada	20,00	ml	Q 50,00	Q 1 000,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 2 800,00</b>	<b>Q 15 446,00</b>

Continuación tabla XXI.

9.2	VIGA TIPO 2 0.45x0.30	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		20	ml			
<b>Materiales</b>						
	Cemento	27,00	sacos	Q 70,00	Q 1 890,00	
	Arena de río	2,00	m³	Q 175,00	Q 350,00	
	Piedrín	3,00	m³	Q 225,00	Q 675,00	
	Hierro No.6	5,00	varilla	Q 140,00	Q 700,00	
	Hierro No. 4	17,00	varilla	Q 57,00	Q 969,00	
	Hierro. No. 3	34,00	varilla	Q 15,00	Q 510,00	
	Alambre de Amarre.	6,00	libras	Q 7,00	Q 42,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 5 136,00</b>	
<b>Mano de obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	20,00	ml	Q 90,00	Q 1 800,00	
	Mano de obra no calificada	20,00	ml	Q 50,00	Q 1 000,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 2 800,00</b>	<b>Q 7 936,00</b>
9.3	VIGA TIPO 3 0.45x0.3	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
		104,00	ml			
<b>Materiales</b>						
	Cemento	133,00	sacos	Q 70,00	Q 9 310,00	
	Arena de río	7,00	m³	Q 175,00	Q 1 225,00	
	Piedrín	11,00	m³	Q 225,00	Q 2 475,00	
	Hierro No.6	67,00	varilla	Q 140,00	Q 9 380,00	
	Hierro No. 4	35,00	varilla	Q 57,00	Q 1 995,00	
	Hierro. No. 3	174,00	varilla	Q 32,00	Q 5 568,00	
	Alambre de Amarre.	27,00	libras	Q 7,00	Q 189,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 30 142,00</b>	
<b>Mano de obra</b>						
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	104,00	ml	Q 90,00	Q 9 360,00	
	Mano de obra no calificada	104,00	ml	Q 50,00	Q 5 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 14 560,00</b>	<b>Q 44 702,00</b>

Continuación tabla XXI.

9.4	Viga de voladizo 0.45x0.3	Cant. 10	U. ml	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
	<b>Materiales</b>					
	Cemento	13,00	sacos	Q 70,00	Q 910,00	
	Arena de río	1,00	m³	Q 175,00	Q 175,00	
	Piedrín	2,00	m³	Q 225,00	Q 450,00	
	Hierro No.6	6,00	varilla	Q 140,00	Q 840,00	
	Hierro No. 4	9,00	varilla	Q 57,00	Q 513,00	
	Hierro. No. 3	17,00	varilla	Q 32,00	Q 544,00	
	Alambre de amarre.	3,00	lbs	Q 7,00	Q 21,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 3 453,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	10,00	ml	Q 90,00	Q 900,00	
	Mano de obra no calificada	10,00	ml	Q 50,00	Q 500,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 1 400,00</b>	<b>Q 4 853,00</b>
<b>10</b>	<b>LOSA TRADICIONAL 13cm DE ESPESOR</b>		<b>U.</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Sub-Total</b>	<b>Total de Renglón</b>
	<b>Área</b>	<b>260,00</b>	<b>m³</b>			
	<b>Volumen</b>	<b>33,80</b>	<b>m³</b>			
	Cemento	320,00	sacos	Q 70,00	Q 22 400,00	
	Arena	17,00	m³	Q 150,00	Q 2 550,00	
	Piedrin	26,00	m³	Q 225,00	Q 5 850,00	
	Hierro No. 5	306,00	varilla	Q 95,00	Q 29 070,00	
	Alambre de amarre	48,00	libras	Q 7,00	Q 336,00	
	Paral 4"x4"	6,00	docenas	Q 300,00	Q 1 800,00	
	Tabla de 10 pies	85,00	tabla	Q 30,00	Q 2 550,00	
	Clavo de 2"	10,83	libras	Q 8,00	Q 86,67	
	Clavo de 3"	10,83	libras	Q 8,00	Q 86,67	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 64 729,33</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundición desencofrado)	260,00	m2	Q 150,00	Q 39 000,00	
	Mano de obra no calificada	114,16	m2	Q 50,00	Q 5 708,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 44 708,00</b>	<b>Q 109 437,33</b>

Continuación tabla XXI.

11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
	ILUMINACIÓN					
	Lamparas fluorescentes 2.00*0.40	36,00	unidad	Q 250,00	Q 9 000,00	
	Caja rectangular	15,00	unidad	Q 4,00	Q 60,00	
	Interruptor simple	10,00	unidad	Q 20,00	Q 200,00	
	Alambre solido calibre 12 Color rojo	2,00	rollo	Q 225,00	Q 450,00	
	Alambre sólido calibre 12 Color amarillo	2,00	rollo	Q 225,00	Q 450,00	
	Alambre solido calibre 12 Color blanco	2,00	rollo	Q 225,00	Q 450,00	
	Alambre solido calibre 12 Color negro	2,00	rollo	Q 225,00	Q 450,00	
	Polyducto de 3/4"	90,00	ml	Q 4,00	Q 360,00	
	<b>FUERZA</b>					
	Caja rectangular	14,00	unidad	Q 3,50	Q 49,00	
	Tomacorriente 110 v	14,00	uniad	Q 8,10	Q 113,40	
	Alambre sólido calibre 12 Color rojo	1,00	rollo	Q 200,00	Q 200,00	
	Alambre solido calibre 12 Color amarillo	1,00	rollo	Q 200,00	Q 200,00	
	Polyducto de 3/4"	74,00	ml	Q 2,00	Q 148,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 12 130,40</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (instalación completa)	36,00	unidad	Q 125,00	Q 4 500,00	
	Mano de obra no calificada	36,00	unidad	Q 75,00	Q 2 700,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 7 200,00</b>	<b>Q 19 330,40</b>

Continuación tabla XXI.

12	ACABADOS	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
	REPELLO	19	ml			
	Cemento UGC 3000	6,00	sacos	Q 62,00	Q 372,00	
	Arena amarilla	9,50	m <sup>3</sup>	Q 180,00	Q 1 710,00	
	Cal	12,00	sacos	Q 25,00	Q 300,00	
	Regla de 2" x 3" x 9 pies	2,00	uniad	Q 27,75	Q 55,50	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 2 437,50</b>	
	Mano de obra calificada	960,00	m <sup>2</sup>	Q 20,00	Q 19 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 19 200,00</b>	<b>Q 21 637,50</b>
	<b>CERNIDO</b>					
	Cal	12,00	sacos	Q 25,00	Q 300,00	
	Arena Blanca	9,50	m <sup>3</sup>	Q 180,00	Q 1 710,00	
	Regla de 2" x 3" x 9 pies	3,00	Unidad	Q 27,75	Q 83,25	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 2 093,25</b>	
	Mano de obra calificada	960,00	m <sup>2</sup>	Q 20,00	Q 19 200,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 19 200,00</b>	<b>Q 21 293,25</b>
13	Piso	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
			ml			
	Piso de granito tipo a 0,20 x 0,20	500,00	m <sup>2</sup>	Q 71,00	Q 35 500,00	
	Estuque	2,00	sacos	Q 38,00	Q 76,00	
	Pegamix	34,00	sacos	Q 45,00	Q 1 530,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 37 106,00</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (colocación y pulido)	500,00	m <sup>2</sup>	Q 35,00	Q 17 500,00	
	Mano de obra no calificada	500,00	m <sup>2</sup>	Q 15,00	Q 7 500,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 25 000,00</b>	<b>Q 62 106,00</b>



Continuación tabla XXI.

14	MODULO DE GRADAS	Cant. 16	U. m <sup>2</sup>	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
	Cemento	25,00	sacos	Q 70,00	Q 1 750,00	
	Arena de rio	2,00	m <sup>2</sup>	Q 175,00	Q 350,00	
	Piedrin	3,00	m <sup>2</sup>	Q 225,00	Q 675,00	
	Hierro no.3	29,00	varilla	Q 32,00	Q 928,00	
	Clavos.	2,00	libras	Q 2,00	Q 4,00	
	Alambre.	4,00	libras	Q 7,00	Q 28,00	
	Baranda de metal + instalacion	1,00	Global.	Q 6 000,00	Q 6 000,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 9 735,00</b>	
	<b>Mano de obra</b>					
	Mano de obra calificada (armado, fundicion desencofrado)	16,00	m <sup>2</sup>	Q 600,00	Q 9 600,00	
	Mano de obra no calificada	16,00	m <sup>2</sup>	Q 90,00	Q 1 440,00	
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 11 040,00</b>	<b>Q 20 775,00</b>
15	PUERTAS Y VENTANAS	Cant.	U.	Precio Unitario	Sub-Total	Total de Renglón
	<b>PUERTAS</b>					
	Puerta prensada + Instalación Y Chapa yale	10,00	unidad	Q 2 200,00	Q 22 000,00	
	<b>VENTANAS</b>					
	Ventana Tipo 1	143,00	m <sup>2</sup>	Q 300,00	Q 42 900,00	
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 64 900,00</b>	
	<b>Mano de Obra</b>					
	Mano de obra calificada (instalación)	143,00	m <sup>2</sup>	Q 75,00	Q 10 725,00	
	Mano de obra no calificada	143,00	m <sup>2</sup>	Q 25,00	Q 3 575,00	
				<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>Q 14 300,00</b>	<b>Q 79 200,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>						
				TOTAL DE MATERIALES		Q 513 687,24
				TOTAL MANO DE OBRA		Q 313 498,00
				<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>Q 827 185,24</b>



Fuente: Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá

Nota: Precio de material puesto en Sololá.

### 2.5.10.2. Costo total del proyecto

El costo total del proyecto es la sumatoria de los costos directos y los costos indirectos;

Tabla XXII. Costo total del proyecto

			
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b>			
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>			
<b>PROYECTO: ESCUELA PÚBLICA EL PARAÍSO</b>			
<b>UBICACIÓN: Caserío El Paraíso, Aldea Los Encuentros, Sololá</b>			
		Total de materiales	Q513,687.24
		Total de mano de obra	Q313,498.00
		<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Q827,185.24</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		Gastos Administrativos (8%)	Q66,174.82
		Gastos de Operación (6 %)	Q49,631.11
		Fianzas (6%)	Q49,631.11
		Supervisión (8%)	Q66,174.82
		Utilidad (6%)	Q49,631.11
		<b>SUBTOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>Q281,242.98</b>
		<b>SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS+INDIRECTOS</b>	<b>Q1,108,428.23</b>
		<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q1,108,428.23</b>

Fuente: Oficina de obras municipales, Municipalidad de Sololá

### 2.5.10.3. Costo por metro cuadrado

El costo por metro cuadrado se obtiene al dividir el valor total de la obra dentro el total de metros cuadrados a construir:

$$\text{Costo por m}^2 = \frac{\text{Q1 108 428,23}}{2 \times 26,35\text{m} \times 10,35\text{m}}$$

$$\text{Costo por m}^2 = \text{Q2 032,15}$$



## CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) da la oportunidad a los estudiantes de poner a prueba el conocimiento teórico en un ambiente laboral real, y así mismo, ayudar al desarrollo de las comunidades de los distintos departamentos de Guatemala.
2. El proyecto de agua potable en los caseríos Chuacruz y Los Morales, municipio de Sololá, Sololá, beneficiará a más de 400 familias, proveyendo acceso al agua potable durante todo el año.
3. El sistema de agua potable ayudará a disminuir los riesgos de contraer enfermedades gastrointestinales causadas por el consumo de agua contaminada.
4. El nuevo edificio de la escuela pública El Paraíso, Aldea los Encuentros, municipio de Sololá, Sololá, proporcionará un ambiente adecuado para el proceso de enseñanza y aprendizaje



## RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar exámenes físicos y químicos al agua para asegurar que la calidad de esta sea la adecuada para el consumo humano.
2. Se debe proteger el área donde se encuentra el nacimiento de agua potable, para evitar que éste se contamine por la acción de personas o animales.
3. Se debe inspeccionar regularmente la tubería del sistema de agua potable, con el fin de prevenir fugas u otras averías mayores.
4. Se debe pensar en un plan para evitar que el ciclo escolar se vea interrumpido durante el período que demore la construcción del nuevo edificio de la escuela pública El Paraíso.





## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Código de construcción para el hormigón armado (ACI-318 2005)*. Estados Unidos: ACI-2005. 490 p.
2. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento*. Guatemala: MSPAS, 98 p.
3. \_\_\_\_\_. *Guía técnica: manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano*. Guatemala: 2009, 105 p.
4. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 11ª ed. México: McGraw-Hill, 1998, 520 p.
5. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de redes de distribución de sistemas rurales de abastecimiento de agua*. Perú: OPS 2005, 85 p.
6. Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales. *Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR 1997 86 p.



## APÉNDICE: Diseño Hidráulico

**Tabla I. Diseño ramal Chuacruz**

Diseño Ramal Chuacruz	
AÑO ACTUAL	2011
INSTITUCIÓN :	Municipalidad de Sololá
NÚMERO DE HABITANTES ACTUALES:	165
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:	33
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	5 Hab / vivienda

Cálculo de POBLACIÓN futura	
PERÍODO DE DISEÑO:	22 Años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO:	3,18 %
POBLACIÓN FUTURA:	329,00 Habitantes
VIVIENDAS FUTURAS:	66,00
AÑO DE PERÍODO DE DISEÑO:	2 033,00

Caudales	
Caudal de vivienda	0,01
Caudal instantaneo	0,85

Cota tanque	1 000,00
Cota casa mas alta (B-18)	985,21
Cota ultima casa (B-28)	954,20
Cota CRP	980,00
Cota casa mas baja (B-7)	945,72

Tramo desde tanque hasta casa má alta				
L	Q	C	$\phi$	Utilizar
1055.36	0,85	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diametro	Hf			
	2	4,38 No. Tubos		176,00
Velocidad		0,42		

Continua Tabla I.

Tramo de casa mas alta a ultima casa				
L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
552,96	0,85	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf			
	2	2,29 No. Tubos		93,00
Velocidad		0,42		

Tramo desde tanque hasta CRP				
L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
103	0,85	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf			
	2	0,43 No. Tubos		18,00
Velocidad		0,42		

Tramo desde CRP a ultima casa				
L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
574,3	0,85	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf			
	2	2,38 No. Tubos		96,00
Velocidad		0,42		

Fuente: elaboración propia

**Tabla II. Diseño ramal central**

Diseño Hidráulico Ramal Central	
AÑO ACTUAL	2 011,00
INSTITUCIÓN :	Municipalidad de Sololá
NÚMERO DE HABITANTES ACTUALES:	210,00
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:	42,00
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	5,00 Hab / vivienda

Cálculo de POBLACIÓN futura		
PERÍODO DE DISEÑO:	22,00	Años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO:	3,18	%
POBLACIÓN FUTURA:	418,00	Habitantes
VIVIENDAS FUTURAS:	84,00	
AÑO DE PERÍODO DE DISEÑO:	2 033,00	

Caudales	
Caudal de vivienda	0,01
Caudal instantaneo	0,96
Cota tanque	1 000,00
Cota primer casa	972,00
Diferencia	28,00
Cota ultima casa	922,41

Tramo desde tanque hasta CRP				
L	Q	C	$\phi$	Utilizar
82,28	0,96	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	0,43	14,00		
Velocidad	0,47			

Tramo de CRP a ultima casa				
L	Q	C	$\phi$	utilizar
341,65	0,96	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	1,78	57,00		
Velocidad	0,47			

Tabla III. **Diseño ramal Aju**

Diseño hidraulico ramal Aju	
AÑO ACTUAL	2 011,00
INSTITUCIÓN :	Municipalidad de Sololá
NÚMERO DE HABITANTES ACTUALES:	165,00
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:	33,00
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	5,00 Hab / vivienda

Cálculo de POBLACIÓN futura		
PERÍODO DE DISEÑO:	22,00	Años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO:	3,18	%
POBLACIÓN FUTURA:	329,00	Habitantes
VIVIENDAS FUTURAS:	66,00	
AÑO DE PERÍODO DE DISEÑO:	2 033,00	

Caudales	
Caudal de vivienda	0,01
Caudal instantaneo	1,21

Cota final	925,37
Cota inicial	1 000,00
Diferencia	74,63
Cota ultima casa	930,29
Cota de CRP	968,11

Tramo desde tanque hasta CRP				
L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
156,00	1,21	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	1,25		26,00	

Continua tabla III.

Tramo de CRP a casa mas alta				
------------------------------	--	--	--	--

L	Q	C	$\phi$	Utilizar
520,57	1,21	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Díámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	4,16		87,00	
Velocidad	0,60			

Tramo de casa mas alta a final				
--------------------------------	--	--	--	--

L	Q	C	$\phi$	Utilizar
250,93	1,21	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Díámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	2,00		42,00	
Velocidad	0,60			

Fuente: elaboración propia



Tabla IV. **Diseño ramal Mendoza**

Diseño hidraulico ramal Mendoza	
AÑO ACTUAL	2011
INSTITUCIÓN :	Municipalidad de Sololá
NÚMERO DE HABITANTES ACTUALES:	210
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:	42
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	5 Hab / vivienda

Cálculo de POBLACIÓN futura	
PERÍODO DE DISEÑO:	22,00 Años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO:	3,18 %
POBLACIÓN FUTURA:	418,00 Habitantes
VIVIENDAS FUTURAS:	84,00
AÑO DE PERÍODO DE DISEÑO:	2 033

Caudales	
Caudal de vivienda	0,01
Caudal instantaneo	0,96
Cota inicial	1 000,00
Cota CRP1	981,43
Cota CRP2	959,19
Cota ultima casa	924,54

Tramo desde tanque hasta CRP1				
-------------------------------	--	--	--	--

L	Q	C	$\phi$	Utilizar
223,61	0,96	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf			
2,00	1,17	No. Tubos	38,00	

Continua tabla IV.

Tramo de CRP1 hasta CRP2				
--------------------------	--	--	--	--

L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
98,43	0,96	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	0,51	17,00		
Velocidad	0,47			

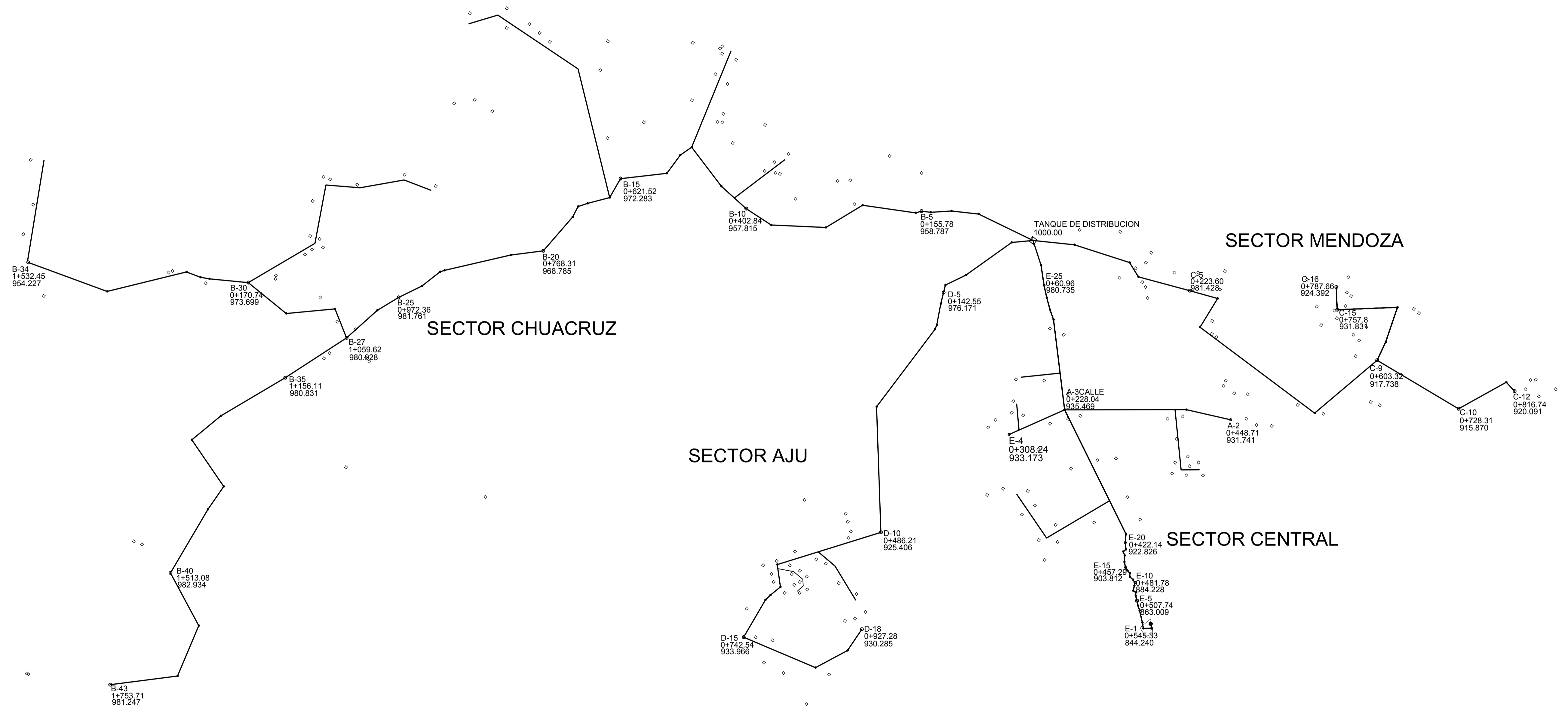
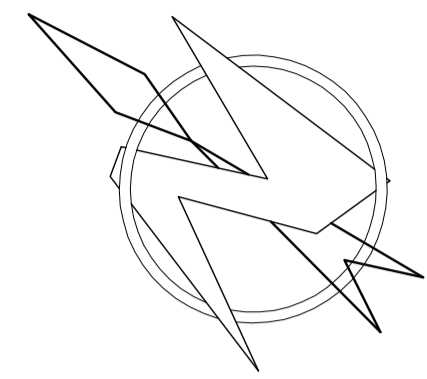
Tramo de CRP a ultima casa				
----------------------------	--	--	--	--

L	Q	C	$\varphi$	Utilizar
494,71	0,96	150,00	2,00	2,00
Cálculo de pérdidas:				
Diámetro	Hf	No. Tubos		
2,00	2,58	83,00		
Velocidad	0,47			

Fuente: elaboración propia


## APENDICE: Planos

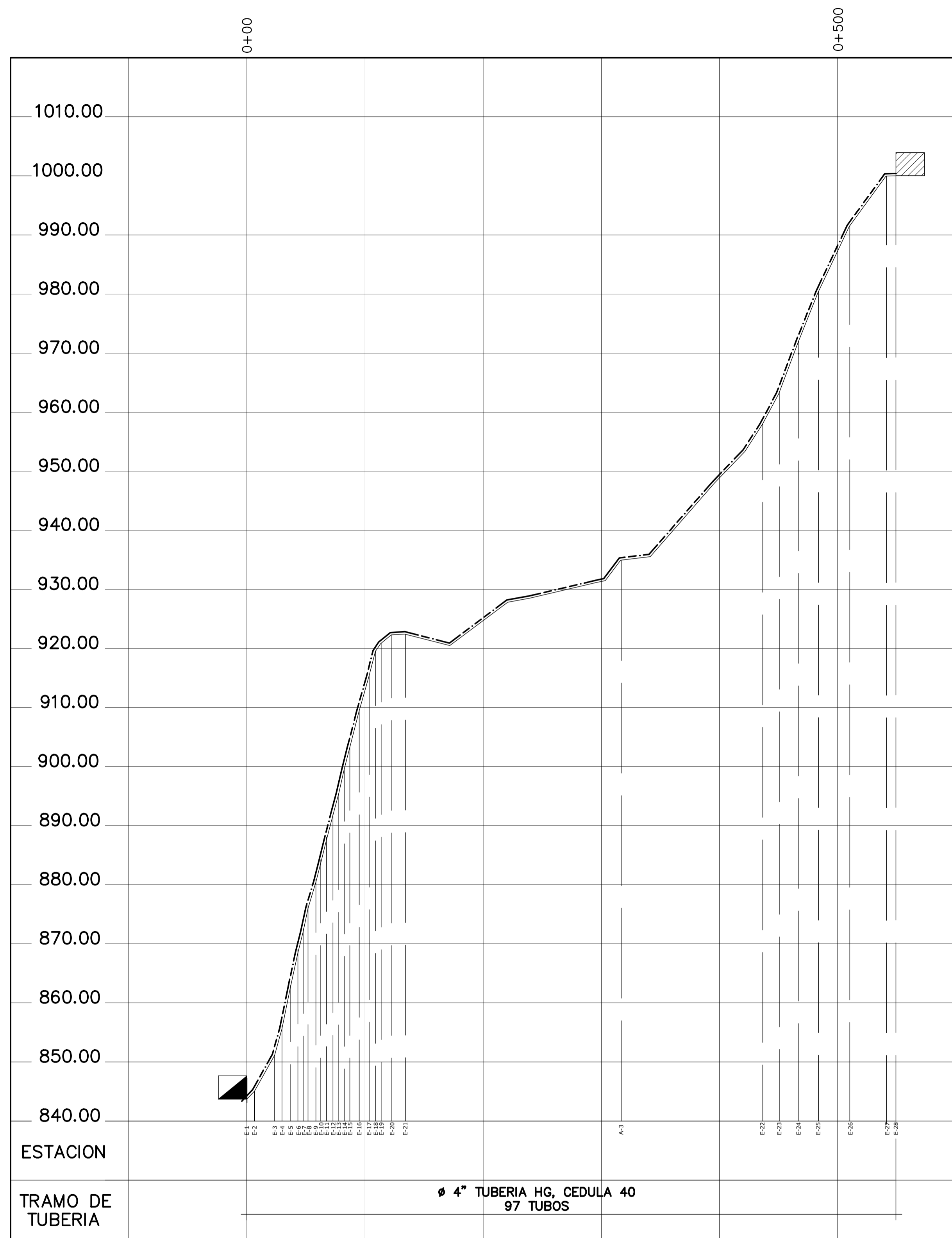




**PLANTA GENERAL CACERIO CHUACRUZ Y LOS MORALES, ALDEA EL TABLON**

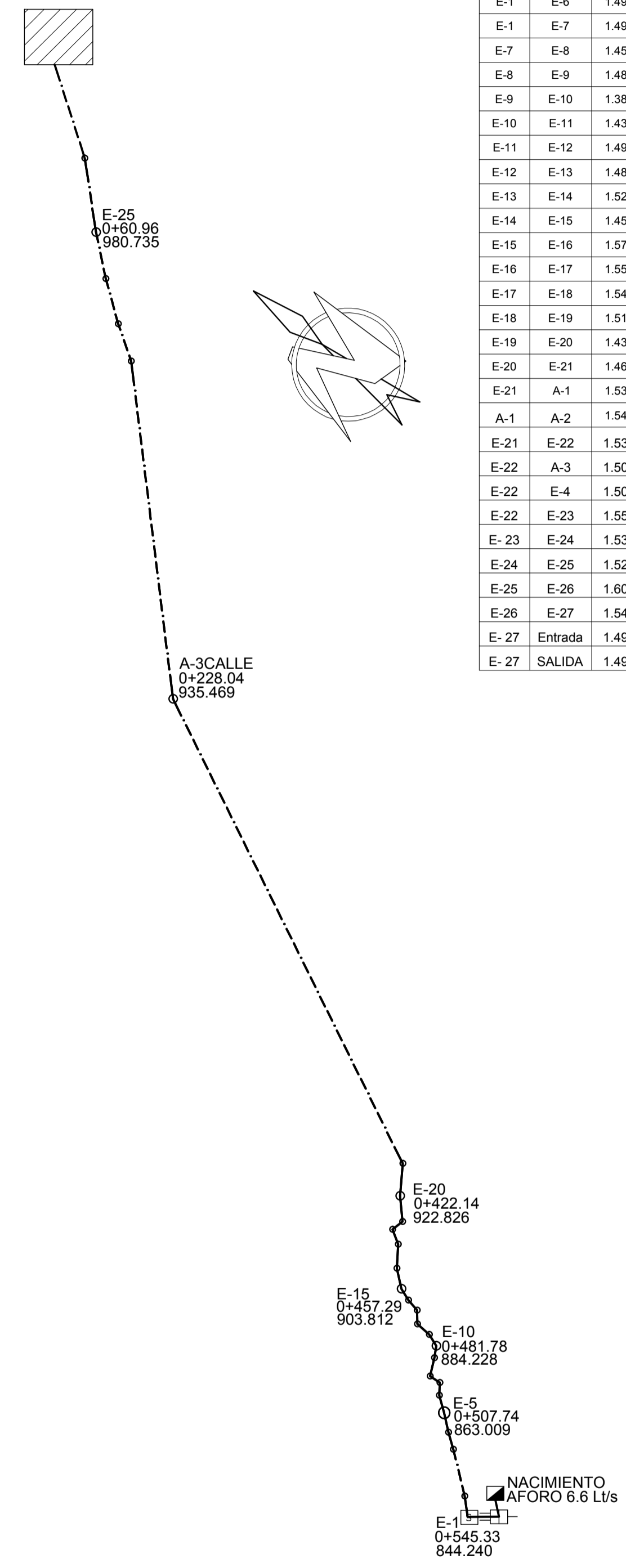
ESCALA 1:3000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA	PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACRUZ Y LOS MORALES, ALDEA EL TABLON	ESCALA: 1:3000
	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: ENERO 2011
DISEÑO Y CALLEO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 1/10	
PBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		
ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERBANO JEFE DE PROYECTOS DE EPS		



## PERFIL SECTOR CENTRAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2500  
ESCALA VERTICAL 1:500



## PLANTA SECTOR CENTRAL

ESCALA 1:1500

DATOS DE CAMPO (metros)					ANG. HOR			ANG. VER			OBSERVACIONES
EST	PO	ALT. INS.	HS	HI	G	M	S	G	M	S	
BM1	BM2	1.370	0.495	0.400	90	58	0	91	7	15	Caja de captacion
E-1	E-1	1.370	0.355	0.300	319	22	15	86	17	55	E-1
E-1	E-2	1.490	1.355	1.200	49	30	25	79	56	35	E-2
E-1	E-3	1.490	0.840	0.500	43	53	35	75	16	5	E-3
E-1	E-4	1.490	0.725	0.300	42	32	0	70	56	50	E-4
E-1	E-5	1.490	0.750	0.200	42	9	10	64	41	55	E-5
E-1	E-6	1.490	0.980	0.300	41	30	45	60	23	20	E-6
E-1	E-7	1.490	1.370	0.600	42	34	0	58	19	10	E-7
E-7	E-8	1.450	0.326	0.250	356	11	15	47	54	15	E-8
E-8	E-9	1.480	0.388	0.300	65	37	20	59	54	40	E-9
E-9	E-10	1.385	0.460	0.400	61	16	20	57	18	20	E-10
E-10	E-11	1.430	0.630	0.550	20	44	45	49	45	50	E-11
E-11	E-12	1.490	0.435	0.350	4	15	5	54	46	25	E-12
E-12	E-13	1.485	0.415	0.350	51	15	40	59	9	50	E-13
E-13	E-14	1.520	0.325	0.250	11	34	30	51	46	45	E-14
E-14	E-15	1.450	0.470	0.400	20	6	10	55	21	10	E-15
E-15	E-16	1.570	0.625	0.400	39	51	25	50	43	35	E-16
E-16	E-17	1.555	0.628	0.500	55	49	15	54	32	40	E-17
E-17	E-18	1.545	0.590	0.500	31	12	10	51	53	50	E-18
E-18	E-19	1.510	0.445	0.400	104	24	10	87	2	25	E-19
E-19	E-20	1.430	0.892	0.800	46	31	35	84	18	10	E-20
E-20	E-21	1.465	0.415	0.300	56	59	0	94	52	0	E-21
E-21	A-1	1.535	2.730	0.900	78	14	0	86	35	30	A-1
A-1	A-2	1.540	2.600	2.000	155	8	0	90	58	45	A-2
E-21	E-22	1.535	4.000	0.970	33	36	20	82	59	50	E-22
E-22	A-3	1.505	3.240	2.000	225	14	30	100	29	15	A-3
E-22	E-4	1.505	4.000	2.340	253	24	45	98	20	20	A-4
E-22	E-23	1.555	0.855	0.700	33	10	5	71	24	55	E-23
E-23	E-24	1.535	0.510	0.300	36	54	0	62	28	30	E-24
E-24	E-25	1.520	0.810	0.600	40	18	55	63	15	50	E-25
E-25	E-26	1.600	0.710	0.400	43	45	40	67	21	55	E-26
E-26	E-27	1.545	2.240	1.900	46	56	5	73	4	20	E-27
E-27	Entrada	1.490	1.580	1.500	350	22	15	89	17	5	ENTRADA
E-27	SALIDA	1.490	1.380	1.300	336	22	15	94	33	5	SALIDA TANQUE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

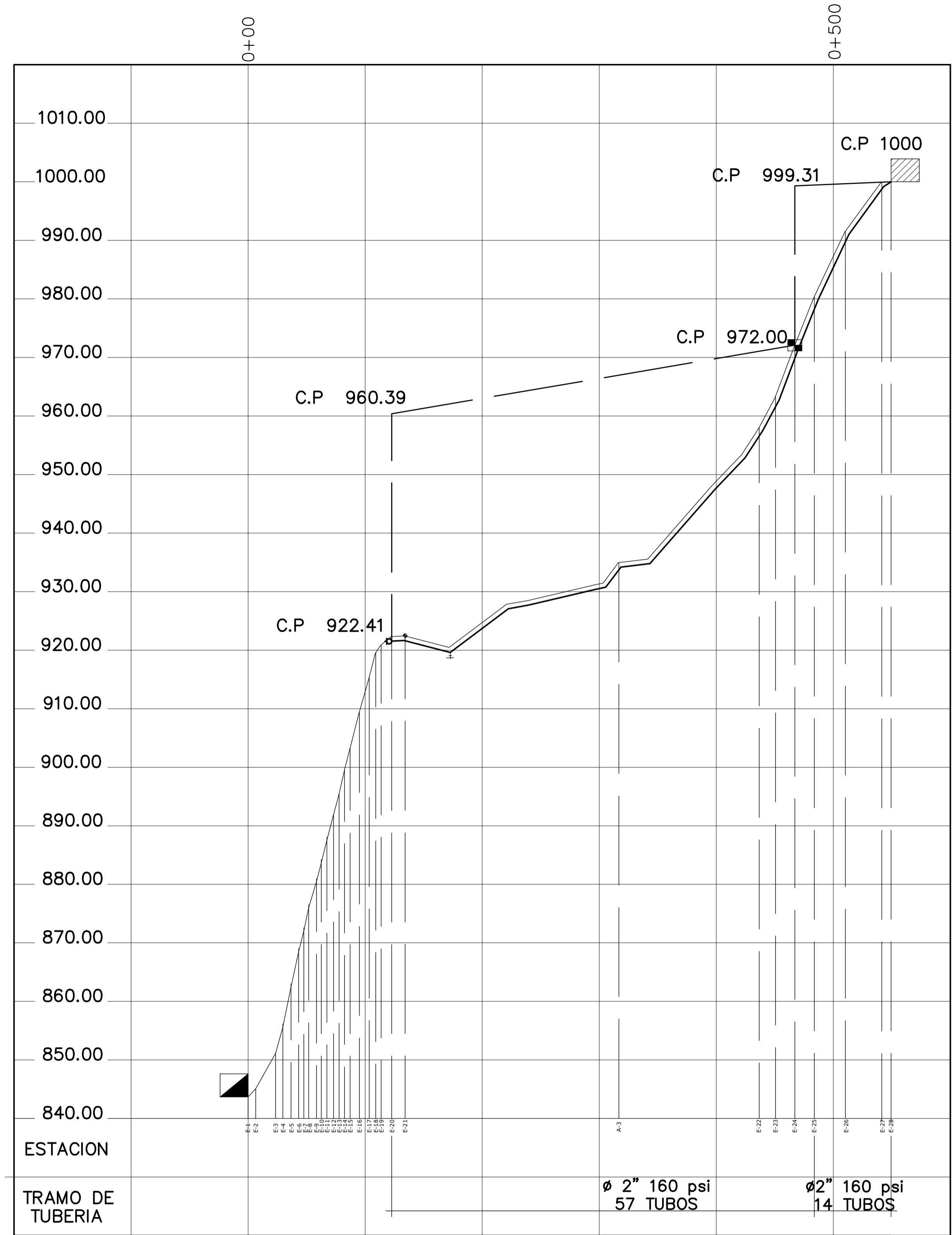
PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN ESCALA: INDICADA

CONTENIDO: PERFIL Y PLANTA DE SECTOR CENTRAL, CONDUCCIÓN FECHA: ENERO 2011

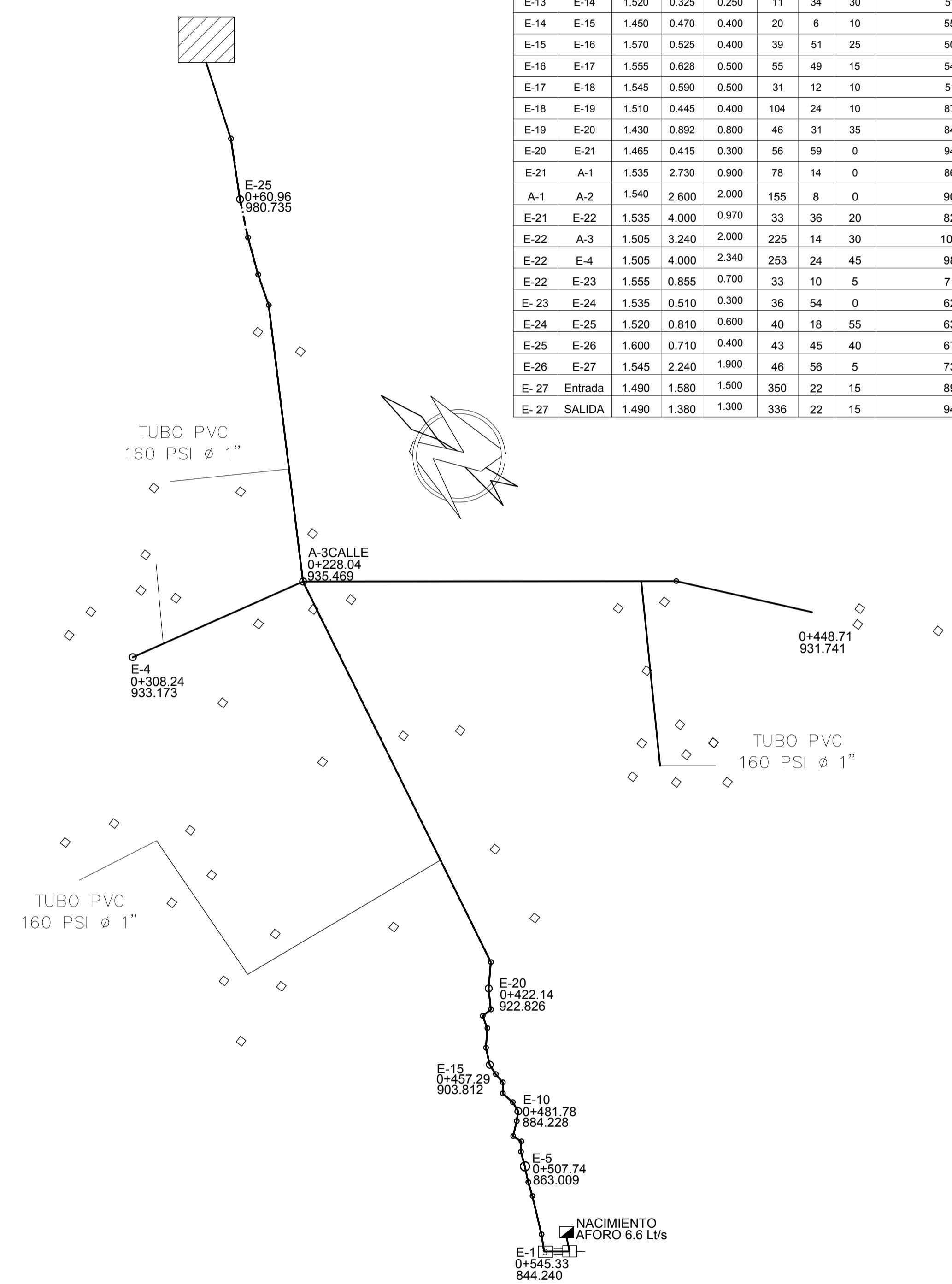
PREPADO Y CALLEO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA PLANO No. 2/10

PELLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA

ING. RAÚL JOSÉ RODRÍGUEZ VILLARDO  
ASESOR SUPERVISOR EPS



**PERFIL SECTOR CENTRAL**  
 ESCALA HORIZONTAL 1:2500  
 ESCALA VERTICAL 1:500



**PLANTA SECTOR CENTRAL**  
 ESCALA 1:1500

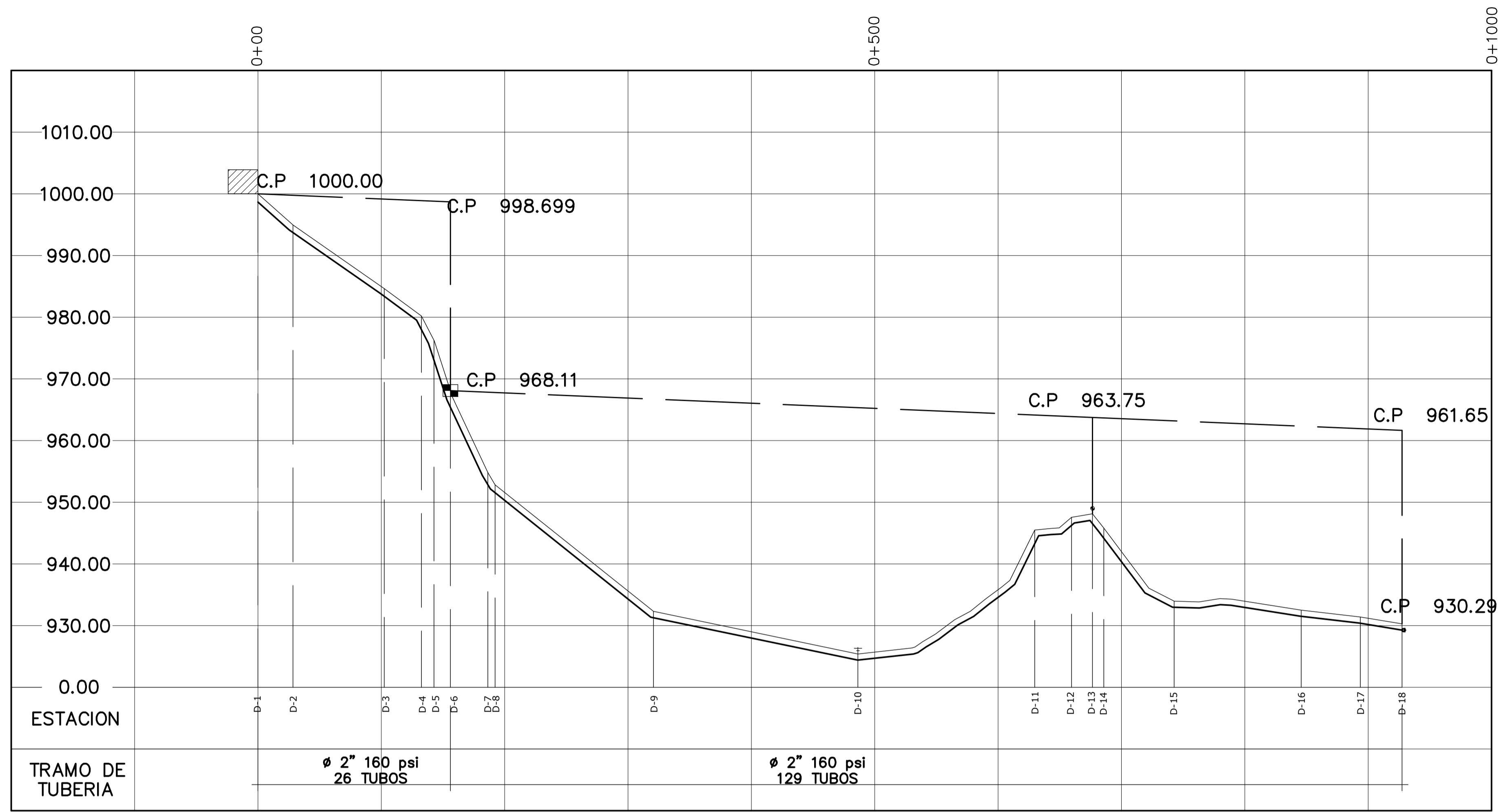
DATOS DE CAMPO (metros)					ANG. HOR			ANG. VER			OBSERVACIONES
EST	PO	ALT. INS.	HS	HI	G	M	S	G	M	S	
BM1	BM2	1.370	0.495	0.400	90	58	0	91	7	15	Caja de captacion
BM1	E-1	1.370	0.355	0.300	319	22	15	86	17	55	E-1
E-1	E-2	1.490	1.355	1.200	49	30	25	79	56	35	E-2
E-1	E-3	1.490	0.840	0.500	43	53	35	75	16	5	E-3
E-1	E-4	1.490	0.725	0.300	42	32	0	70	56	50	E-4
E-1	E-5	1.490	0.750	0.200	42	9	10	64	41	55	E-5
E-1	E-6	1.490	0.980	0.300	41	30	45	60	23	20	E-6
E-1	E-7	1.490	1.370	0.600	42	34	0	58	19	10	E-7
E-7	E-8	1.450	0.326	0.250	356	11	15	47	54	15	E-8
E-8	E-9	1.480	0.388	0.300	65	37	20	59	54	40	E-9
E-9	E-10	1.385	0.460	0.400	61	16	20	57	18	20	E-10
E-10	E-11	1.430	0.630	0.550	20	44	45	49	45	50	E-11
E-11	E-12	1.490	0.435	0.350	4	15	5	54	46	25	E-12
E-12	E-13	1.485	0.415	0.350	51	15	40	59	9	50	E-13
E-13	E-14	1.520	0.325	0.250	11	34	30	51	46	45	E-14
E-14	E-15	1.450	0.470	0.400	20	6	10	55	21	10	E-15
E-15	E-16	1.570	0.525	0.400	39	51	25	50	43	35	E-16
E-16	E-17	1.555	0.628	0.500	55	49	15	54	32	40	E-17
E-17	E-18	1.545	0.590	0.500	31	12	10	51	53	50	E-18
E-18	E-19	1.510	0.445	0.400	104	24	10	87	2	25	E-19
E-19	E-20	1.430	0.892	0.800	46	31	35	84	18	10	E-20
E-20	E-21	1.465	0.415	0.300	56	59	0	94	52	0	E-21
E-21	A-1	1.535	2.730	0.900	78	14	0	86	35	30	A-1
A-1	A-2	1.540	2.600	2.000	155	8	0	90	58	45	A-2
E-21	E-22	1.535	4.000	0.970	33	36	20	82	59	50	E-22
E-22	A-3	1.505	3.240	2.000	225	14	30	100	29	15	A-3
E-22	E-4	1.505	4.000	2.340	253	24	45	98	20	20	A-4
E-22	E-23	1.555	0.855	0.700	33	10	5	71	24	55	E-23
E-23	E-24	1.535	0.510	0.300	36	54	0	62	28	30	E-24
E-24	E-25	1.520	0.810	0.600	40	18	55	63	15	50	E-25
E-25	E-26	1.600	0.710	0.400	43	45	40	67	21	55	E-26
E-26	E-27	1.545	2.240	1.900	46	56	5	73	4	20	E-27
E-27	Entrada	1.490	1.580	1.500	350	22	15	89	17	5	ENTRADA
E-27	SALIDA	1.490	1.380	1.300	336	22	15	94	33	5	SALIDA TANQUE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN ESCALA INDICADA  
 CONTENIDO: PERFIL Y PLANTA DE SECTOR CENTRAL, DISTRIBUCIÓN FECHA: ENERO 2011

PREPARED Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA PLANO No. 3/10  
 PBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA

ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO  
 ASesor SUPERVISOR DE EPS

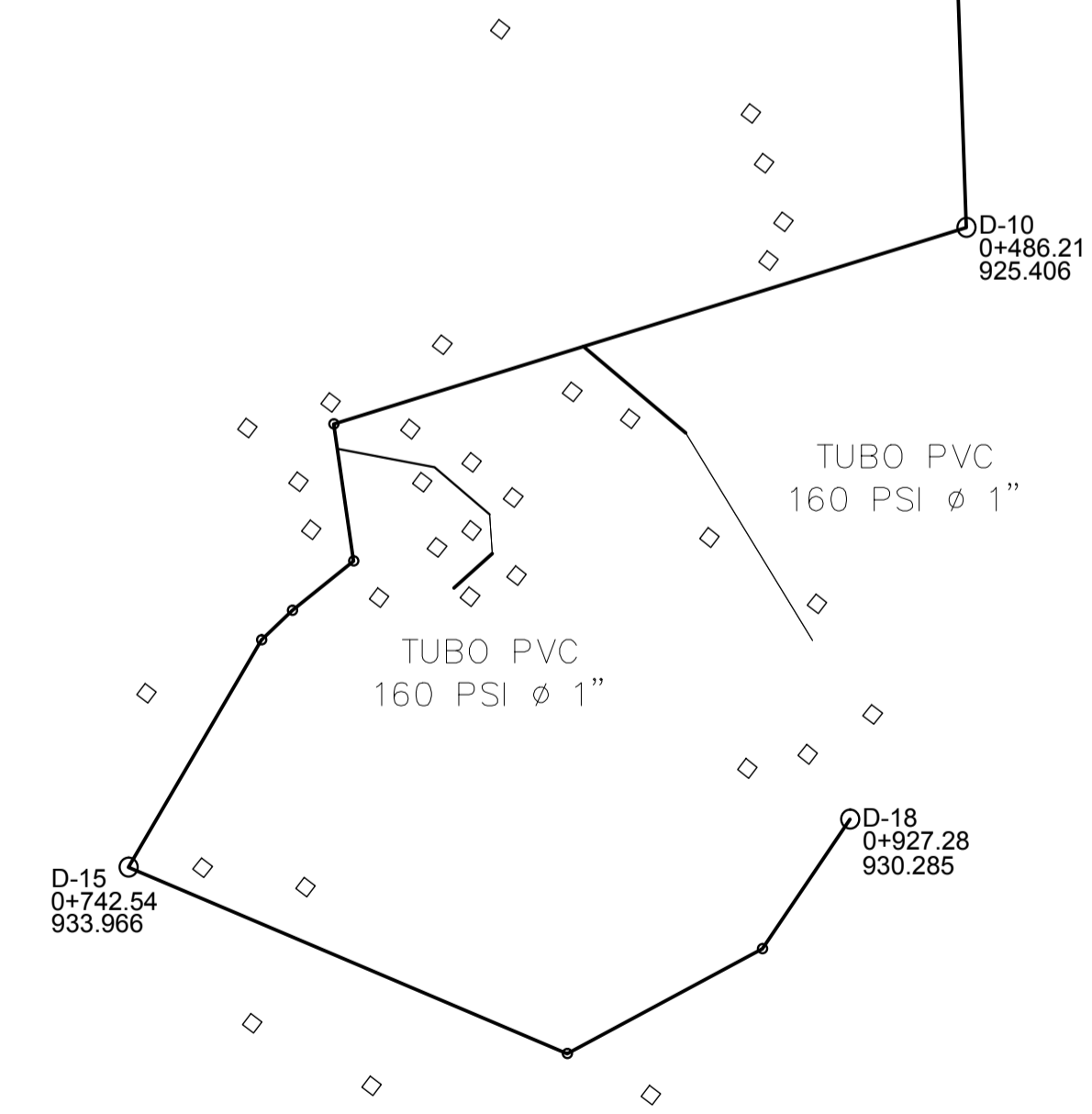


**SECTOR AJU**

**PERFIL SECTOR AJU**

ESCALA HORIZONTAL 1:2500  
ESCALA VERTICAL 1:500

DATOS DE CAMPO (metros)					ANG. HOR			ANG. VER			OBSERVACIONES
EST	PO	ALT. INS.	HS	HI	G	M	S	G	M	S	
salida	C-1	1.51	2.49	2.20	316	48	0	98	35	10	C-1
C-1	C-2	1.53	0.86	0.10	286	49	50	98	47	45	C-2
C-2	C-3	1.49	1.21	0.90	296	20	0	99	21	10	C-3
C-3	C-4	1.51	1.92	1.80	245	50	40	110	59	35	C-4
C-3	C-5	1.51	2.94	2.20	245	28	0	116	10	10	C-5
C-3	C-6	1.51	3.62	3.30	246	8	45	116	25	15	C-6
C-3	C-7	1.51	3.27	2.60	244	37	10	116	26	25	C-7
C-3	C-8	1.51	2.18	0.20	261	49	20	105	8	30	C-8
C-3	C-9	1.51	4.00	0.54	246	54	55	99	13	10	C-9
C-3	C-10	1.51	1.76	0.30	305	1	45	82	7	50	C-10
C-3	C-11	1.51	1.64	0.10	293	44	45	81	48	10	C-11
C-3	C-12	1.52	1.37	1.20	283	19	15	88	58	5	C-12
C-12	C-13	1.53	0.31	0.20	278	28	40	112	25	30	C-13
C-12	C-14	1.48	0.80	0.20	262	34	20	103	0	40	C-14
C-12	C-15	1.48	1.43	0.40	165	18	50	91	8	40	C-15
C-15	C-16	1.51	0.93	0.50	312	58	20	93	38	15	C-16
C-15	C-17	1.51	1.18	0.70	114	5	35	91	58	45	C-17
C-17	C-18	1.49	0.44	0.10	86	16	15	93	59	50	C-18



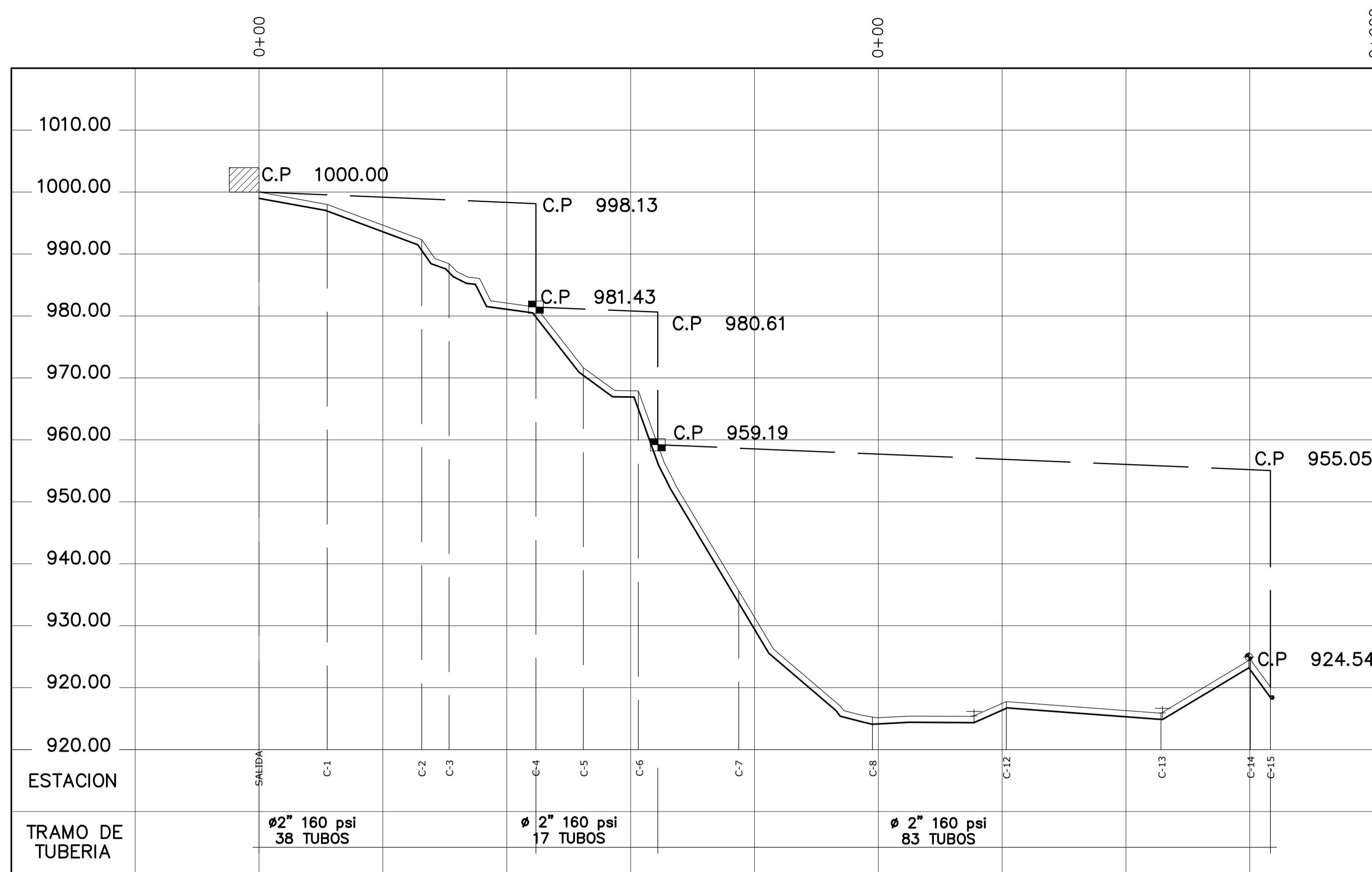
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN  
CONTENIDO: PERFIL Y PLANTA DE SECTOR CENTRAL  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2011

DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANTILLA: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 4/10

ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO  
ASESOR AUTÓNOMO DE EPS

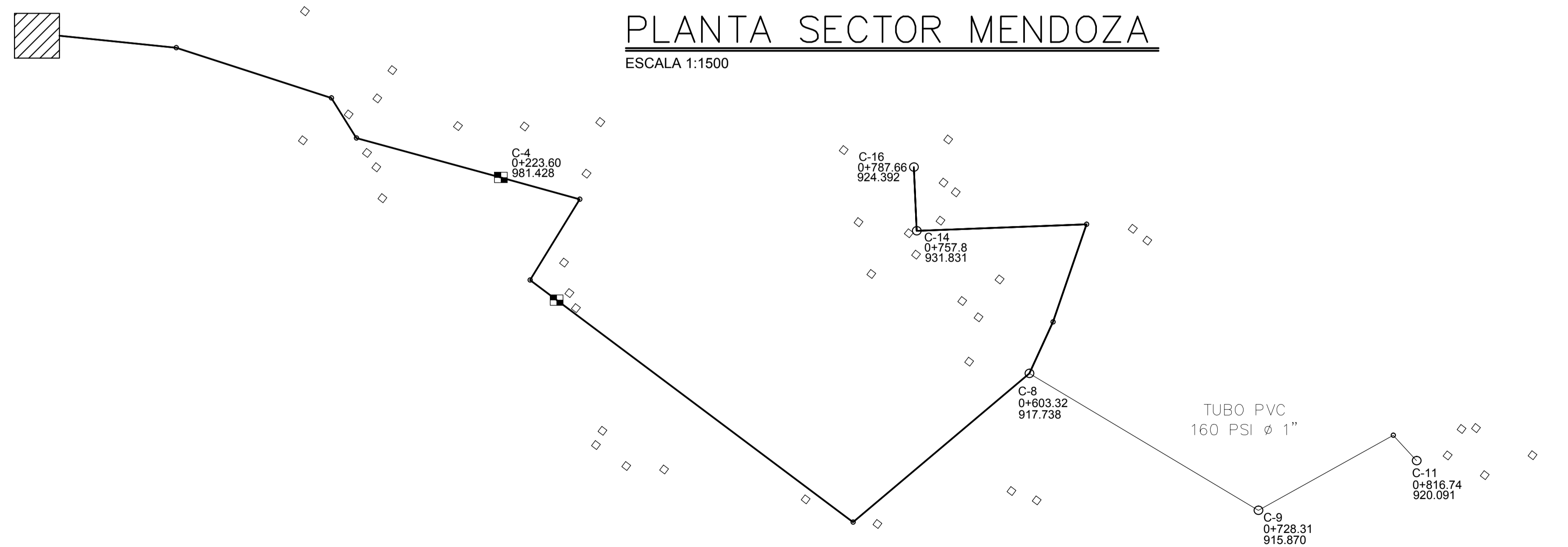




EST	PO	DATOS DE CAMPO (metros)			ANG. HOR			ANG. VER			OBSERVACIONES
		ALT. INS.			G	M	S	G	M	S	
SALIDA	D-1	1.545	2.75	2.20	148	10	30	91	4	40	D-1
D-1	D-2	1.545	0.87	0.10	160	14	10	95	2	10	D-2
D-2	D-3	1.545	0.33	0.10	200	14	15	99	29	15	D-3
D-3	D-4	1.545	1.21	0.50	157	32	5	96	19	30	D-4
D-4	D-5	1.545	1.61	1.20	157	44	30	105	3	10	D-5
D-5	D-6	1.540	2.15	1.70	263	52	0	92	19	50	D-6
D-6	D-7	1.540	2.14	0.10	179	8	15	105	41	55	D-7
D-7	D-8	1.540	1.88	0.80	102	7	0	89	49	10	D-8
D-8	D-9	1.540	2.85	1.60	173	9	5	90	31	50	D-9
D-9	D-10	1.540	2.88	2.10	124	52	10	86	9	35	D-10
D-10	D-11	1.510	0.67	0.50	9	35	40	77	24	35	D-11
D-8	D-12	1.550	0.47	0.20	77	8	25	91	15	40	D-12
D-12	D-13	1.545	1.19	0.40	356	3	25	80	27	20	D-13
D-12	D-14	1.545	0.99	0.50	71	11	40	96	25	30	D-14
D-12	D-15	1.545	0.61	0.30	157	15	55	102	56	10	D-15

## PERFIL SECTOR MENDOZA

ESCALA HORIZONTAL 1:2500  
ESCALA VERTICAL 1:500

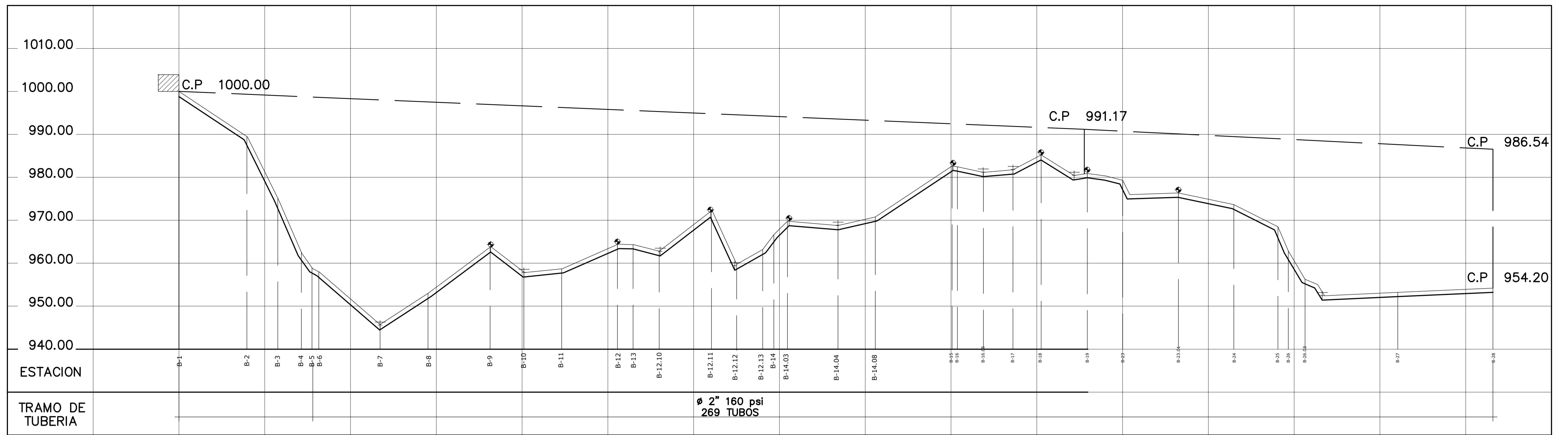


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHIACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN  
CONTENIDO: PERFIL Y PLANTA DE SECTOR CENTRAL  
FECHA: ENERO 2011

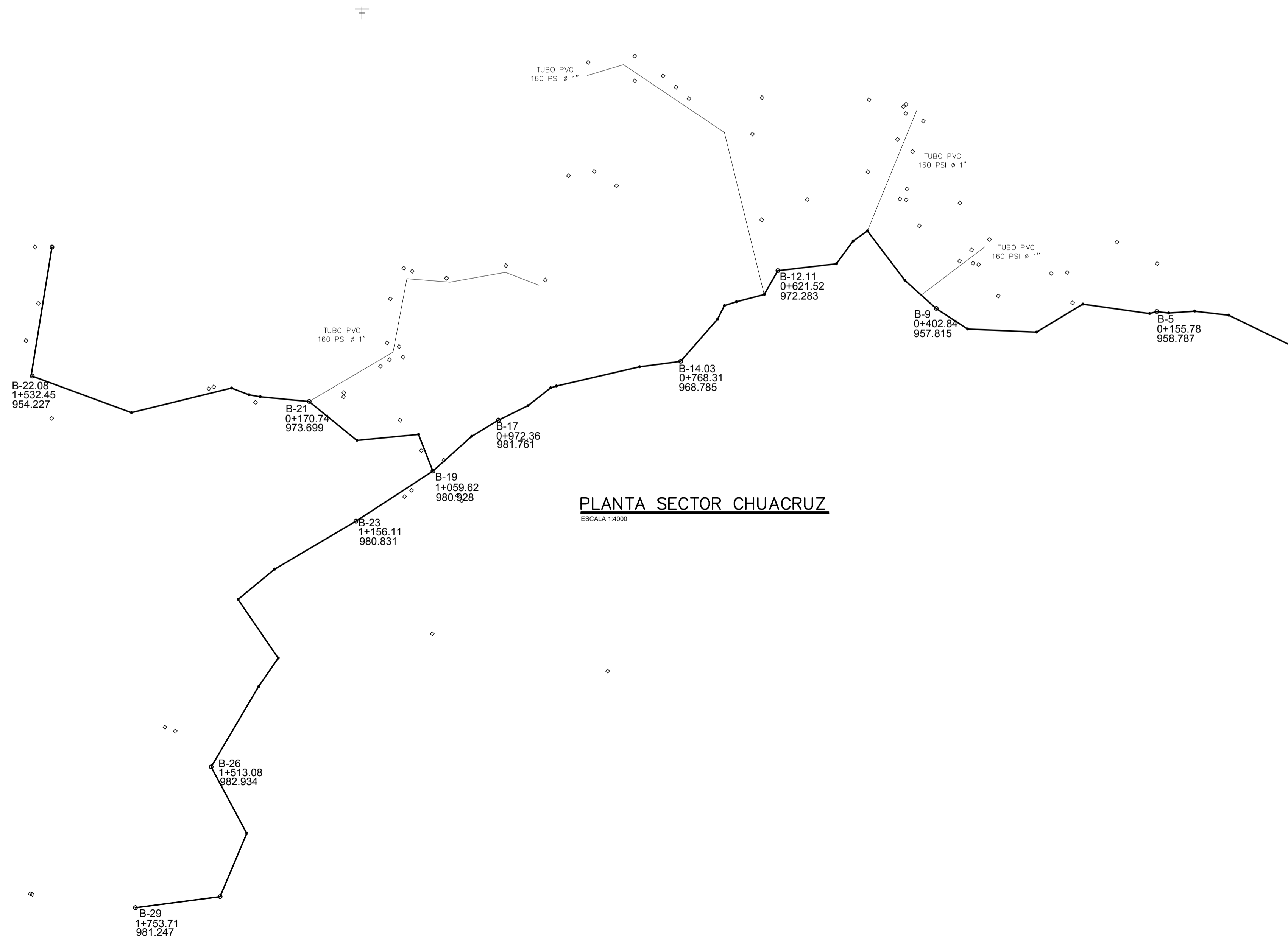
PREPADO Y CALIFICADO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
DISEÑADO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 5/10

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO  
ASESOR AUTORIZADO EPS



# PERFIL SECTOR CHUACRUZ

ESCALA HORIZONTAL 1:2500  
ESCALA VERTICAL 1:500



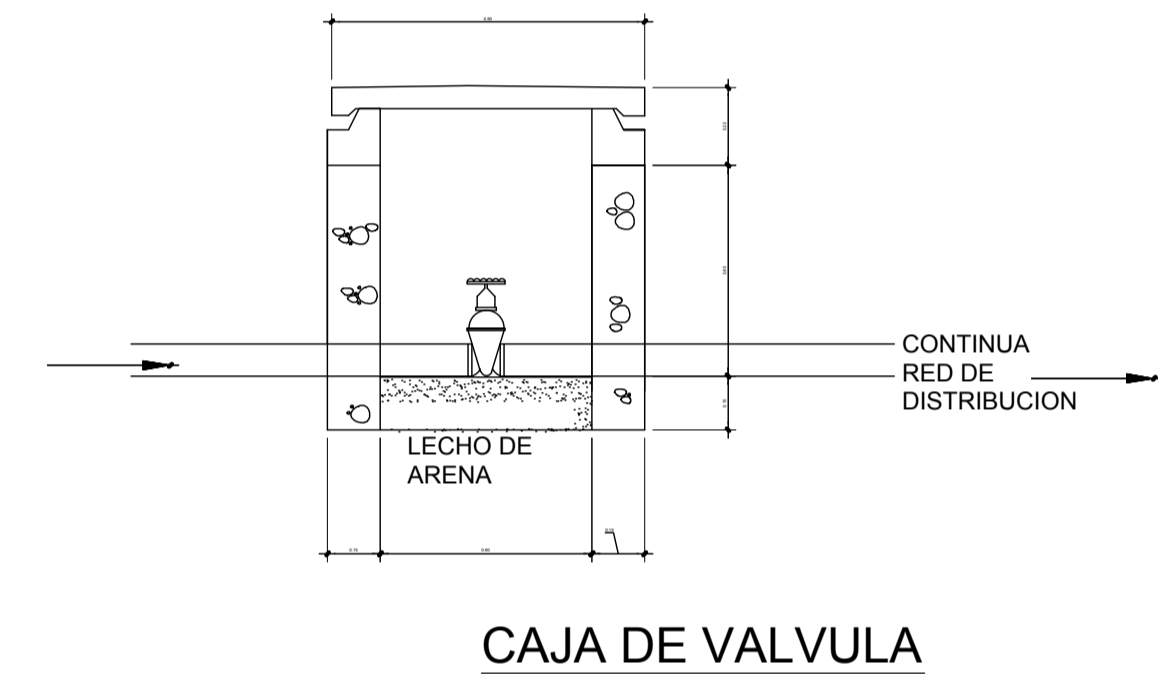
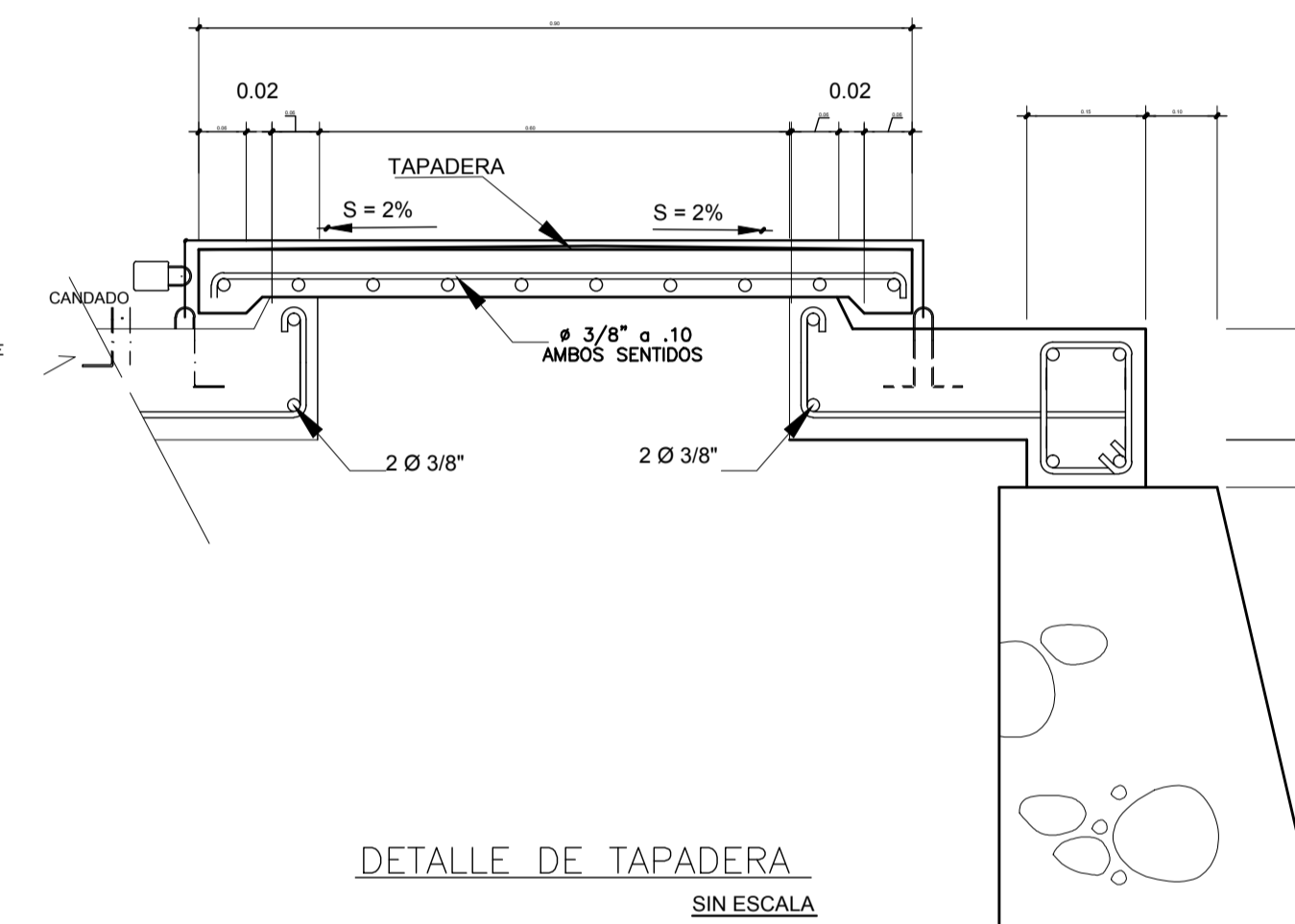
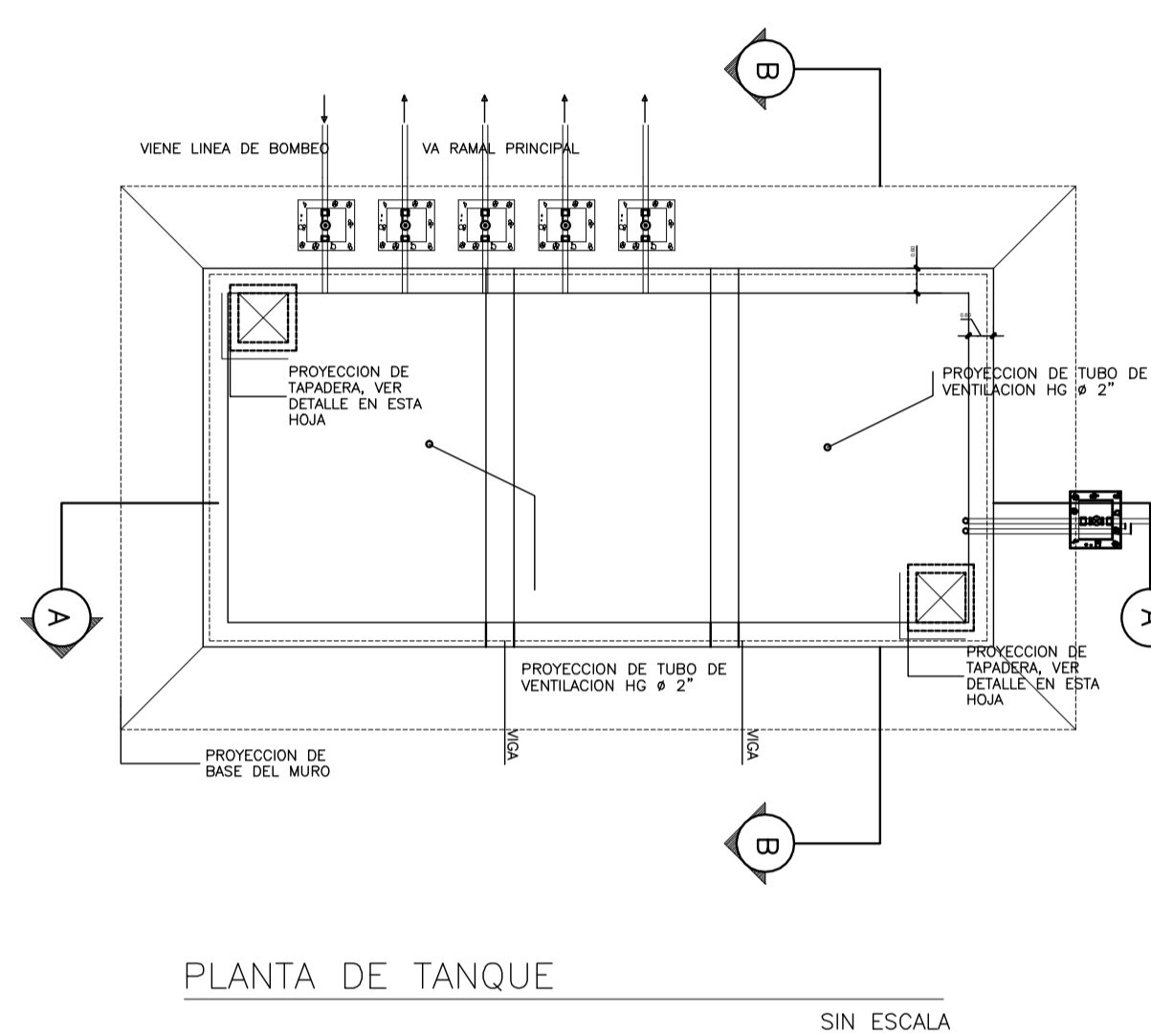
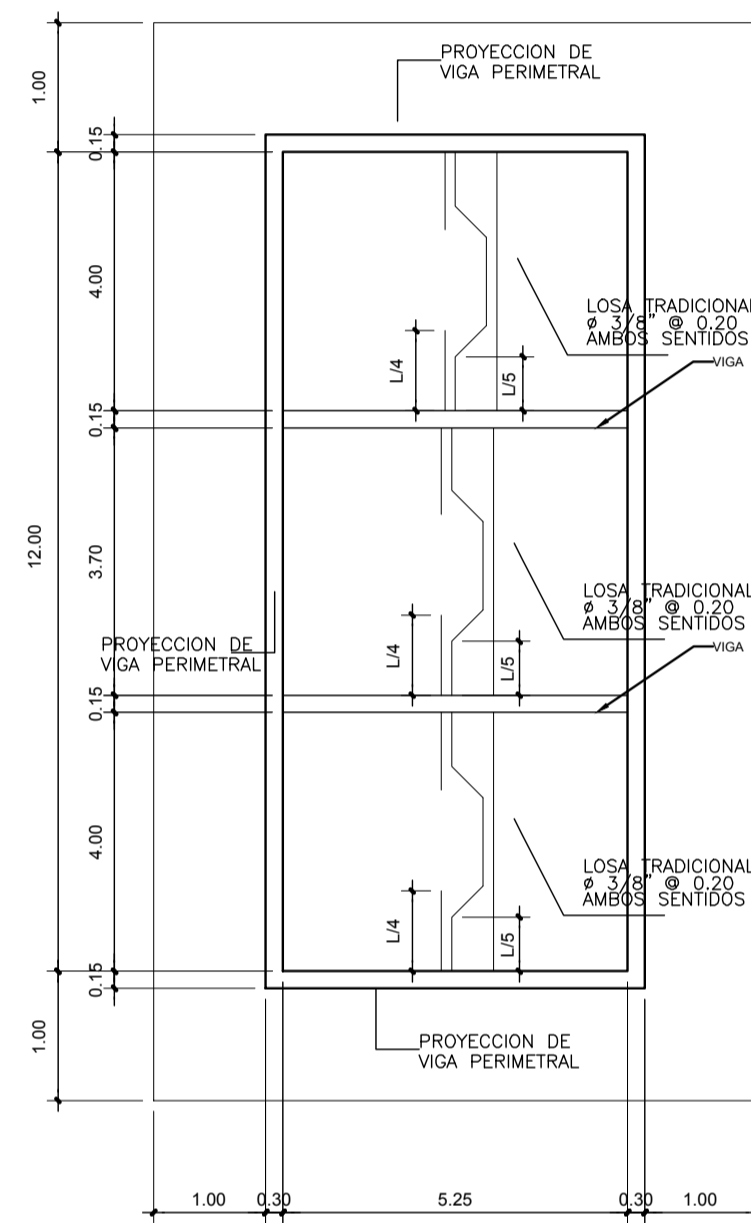
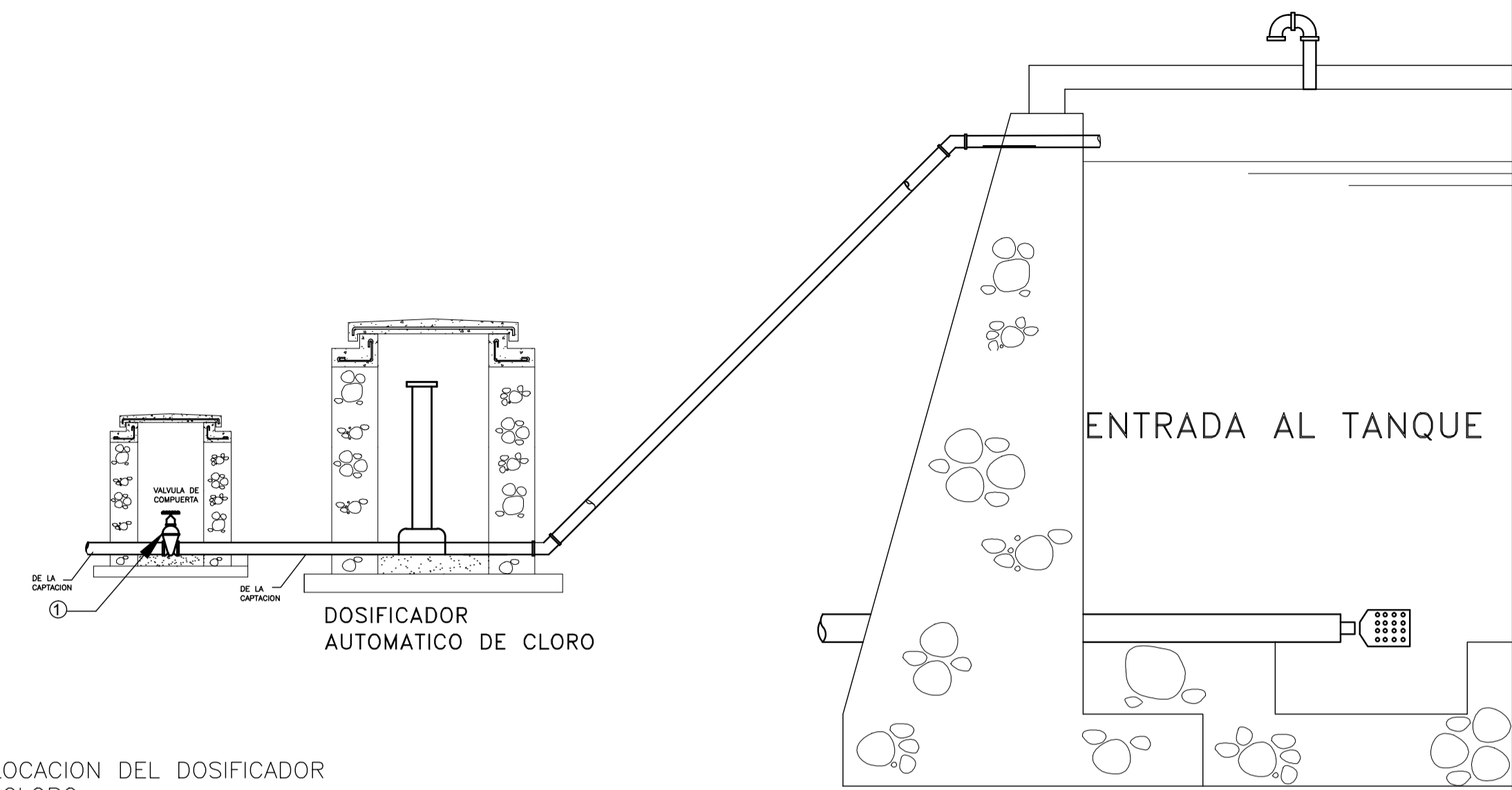
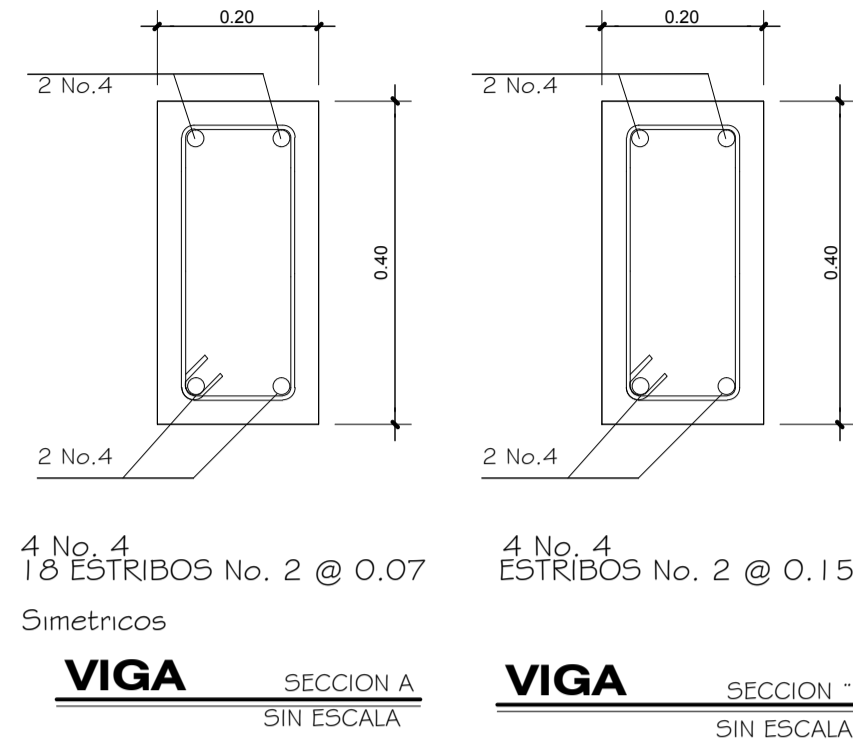
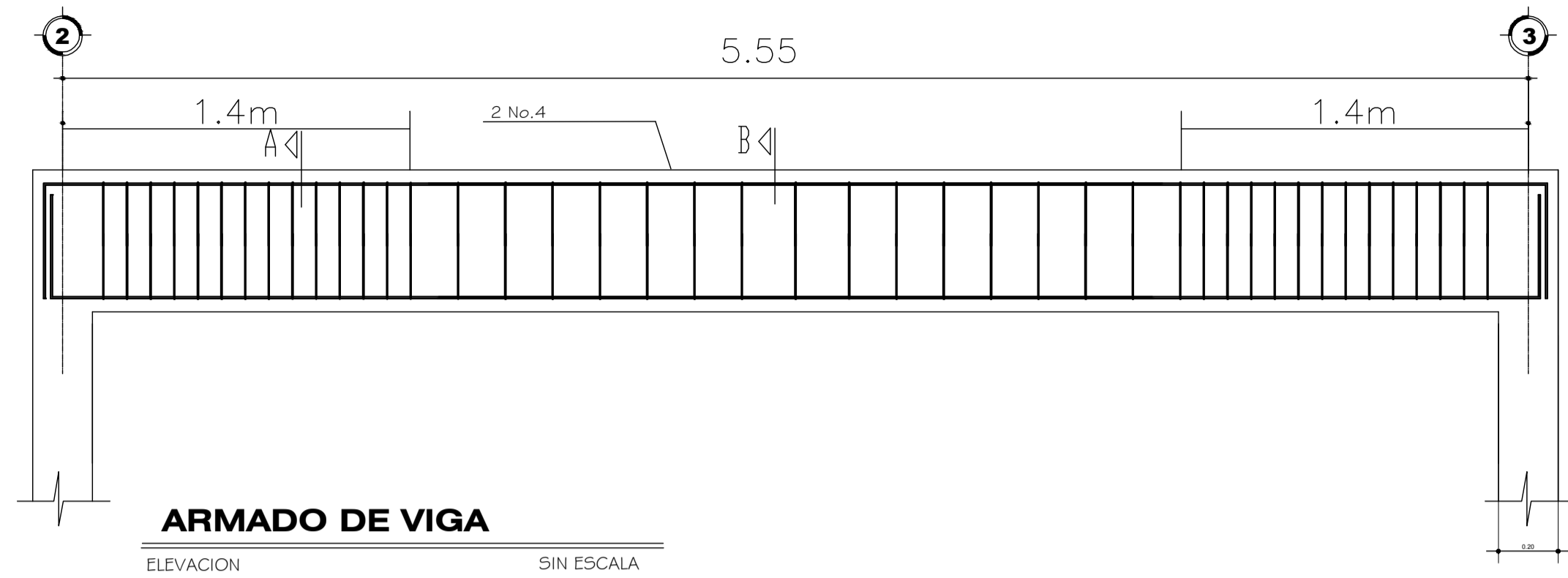
DATOS DE CAMPO (metros)			ANG. HOR				ANG. VER				OBSERVACIONES	
EST	PO	ALT. (m)	G	S	G	M	S	G	M	S		
B-1	B-2	1.500	3.00	2.38	348	M	13	S	96	50	40	B-2
B-2	B-3	1.530	1.63	1.20	328		47	S	113	40	25	B-3
B-3	B-4	1.275	0.90	0.54	318		28	S	119	13	0	B-4
B-4	B-5	1.490	0.84	0.80	329		33	S	109	38	30	B-5
B-5	B-6	1.550	1.78	1.70	305		58	S	94	10	0	B-6
B-6	B-7	1.470	1.63	0.80	330		29	S	100	15	30	B-7
B-7	B-8	1.530	1.26	0.00	310		2	S	81	58	25	B-8
B-8	B-9	1.530	4.00	2.45	320		33	S	84	51	10	B-9
B-9	B-10	1.530	3.00	1.11	329		55	S	85	52	20	B-10
B-10	B-11	1.530	4.00	1.60	341		2	S	85	11	30	B-11
B-11	B-12	1.530	4.00	1.93	173		10	S	92	44	40	B-12
B-12	B-13	1.530	0.88	0.70	287		13	S	40	92	36	B-13
B-12	B-10	1.535	0.70	0.40	268		42	S	30	94	52	B-10
B-12	B-12.11	1.535	1.20	1.86	280		24	S	10	93	4	B-12.11
B-12	B-12.12	1.535	1.20	0.20	291		14	S	85	92	49	B-12.12
B-12	B-12.13	1.535	3.48	2.10	294		48	S	89	57	10	B-12.13
B-12	B-14	1.535	1.81	0.30	295		37	S	15	89	20	B-14
B-13	B-14	1.620	0.48	0.30	259		18	S	40	83	3	B-14
B-13	B-14.03	1.620	0.89	0.30	273		20	S	55	91	58	B-14.03
B-13	B-14.04	1.620	0.10	0.91	283		34	S	20	90	58	B-14.04
B-13	B-14.8	1.620	1.80	0.90	290		49	S	25	89	32	B-14.8
B-13	B-15	1.620	2.80	1.65	299		44	S	25	85	50	B-15
B-13	B-16	1.570	1.20	1.20	303		42	S	35	94	37	B-16
B-13	B-16.5	1.595	0.71	0.40	294		11	S	35	94	20	B-16.5
B-13	B-17	1.595	0.70	0.10	290		32	S	10	91	34	B-17
B-17	B-18	1.495	0.43	0.10	291		4	S	89	20	10	B-18
B-18	B-19	1.050	1.95	1.40	280		24	S	15	94	22	B-19
B-18	B-18.1	1.050	1.95	1.40	280		24	S	15	94	22	B-18.1
B-18	B-18.1	1.050	1.95	1.40	280		24	S	15	94	22	B-18.1
B-18	B-20	1.540	0.81	0.40	30		45	S	25	93	24	B-20
B-18	B-20.3	1.485	1.45	0.80	316		49	S	30	92	56	B-20.3
B-18	B-21	1.485	1.90	0.70	339		5	S	92	50	0	B-21
B-18	B-22	1.570	1.72	1.20	327		52	S	40	95	50	B-22
B-22	B-22.1	1.505	1.85	1.70	332		9	S	116	20	80	B-22.1
B-22	B-22.2	1.505	0.88	0.50	339		2	S	40	114	22	B-22.2
B-22	B-22.6	1.505	1.48	1.10	315		15	S	10	96	44	B-22.6
B-22	B-22.8	1.505	2.81	0.40	327		28	S	50	93	23	B-22.8
B-19	B-23	1.520	1.27	0.30	294		17	S	5	90	30	B-23
B-23	B-23.1	1.530	4.00	3.01	291		43	S	92	28	0	B-23.1
B-23	B-24	1.530	1.88	0.40	288		43	S	20	89	58	B-24
B-24	B-25	1.485	1.20	0.50	197		54	S	15	89	45	B-25
B-25	B-26	1.490	1.74	0.40	263		53	S	45	89	51	B-26
B-25	B-26.3	1.510	2.10	1.20	82		48	S	55	96	58	B-26.3
B-25	B-27	1.510	1.90	0.80	204		9	S	89	42	10	B-27
B-27	B-28	1.535	2.72	2.00	295		8	S	89	8	40	B-28

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

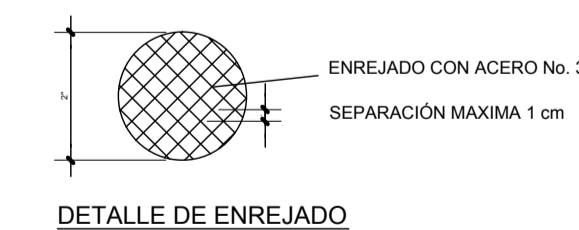
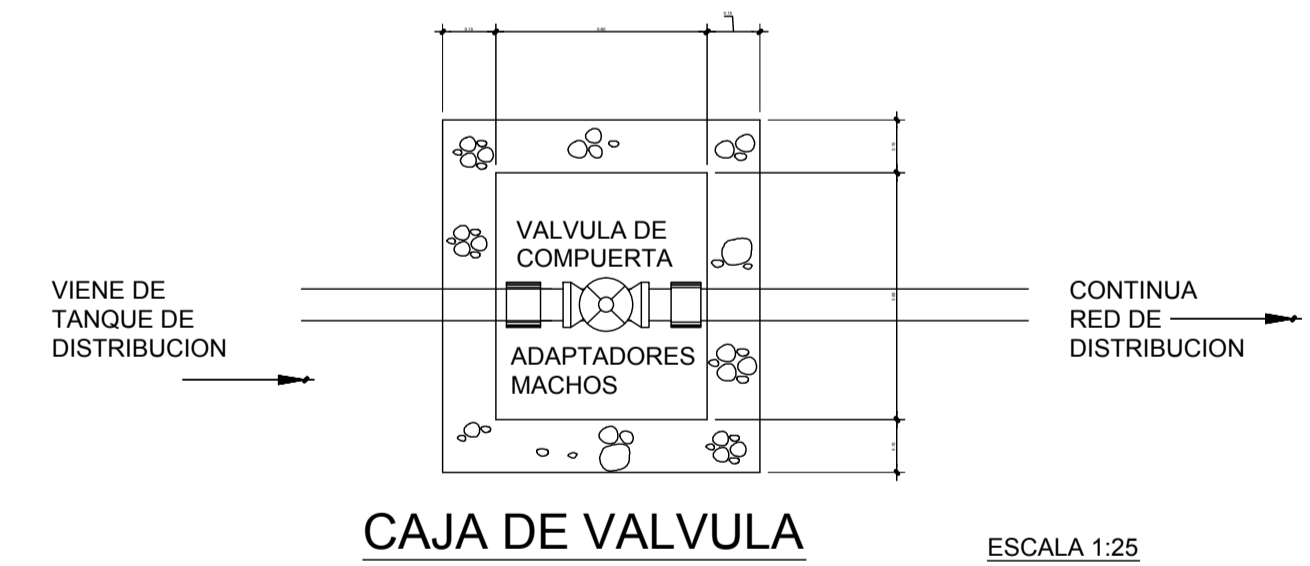
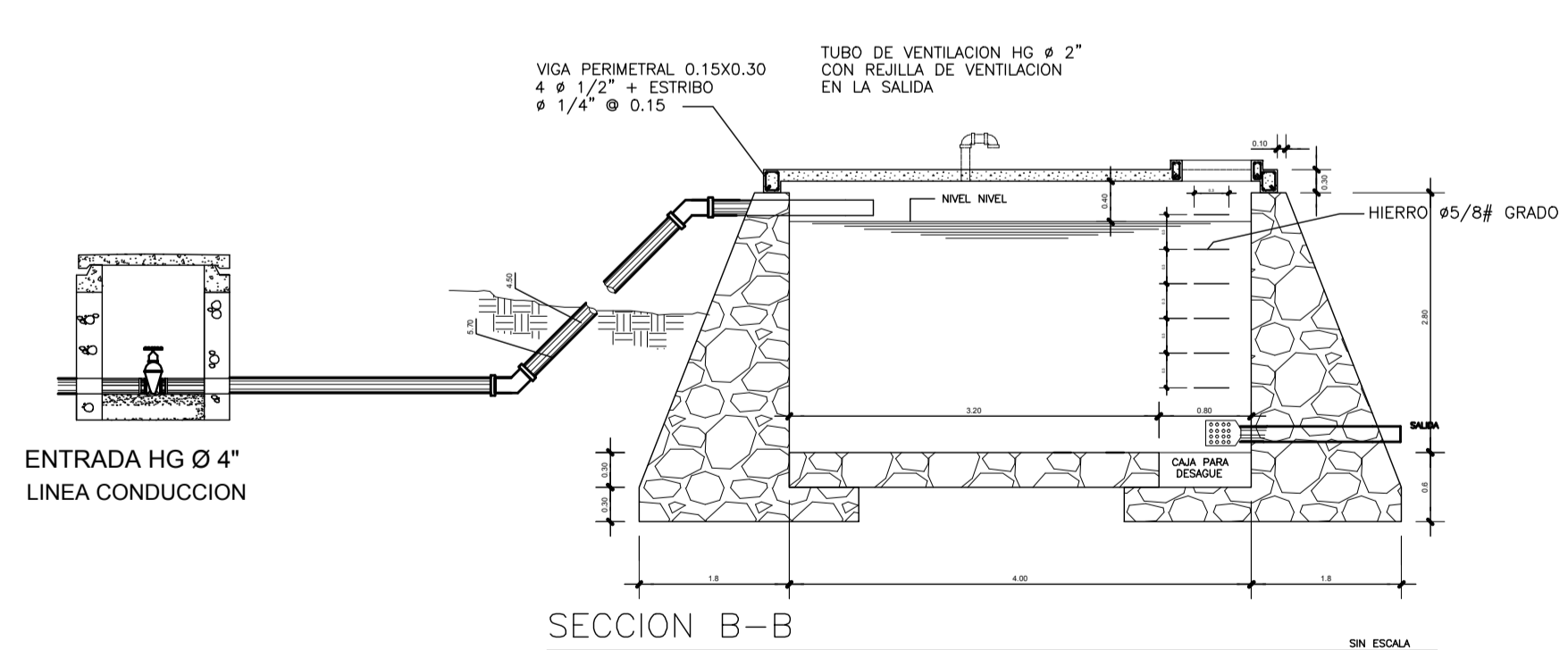
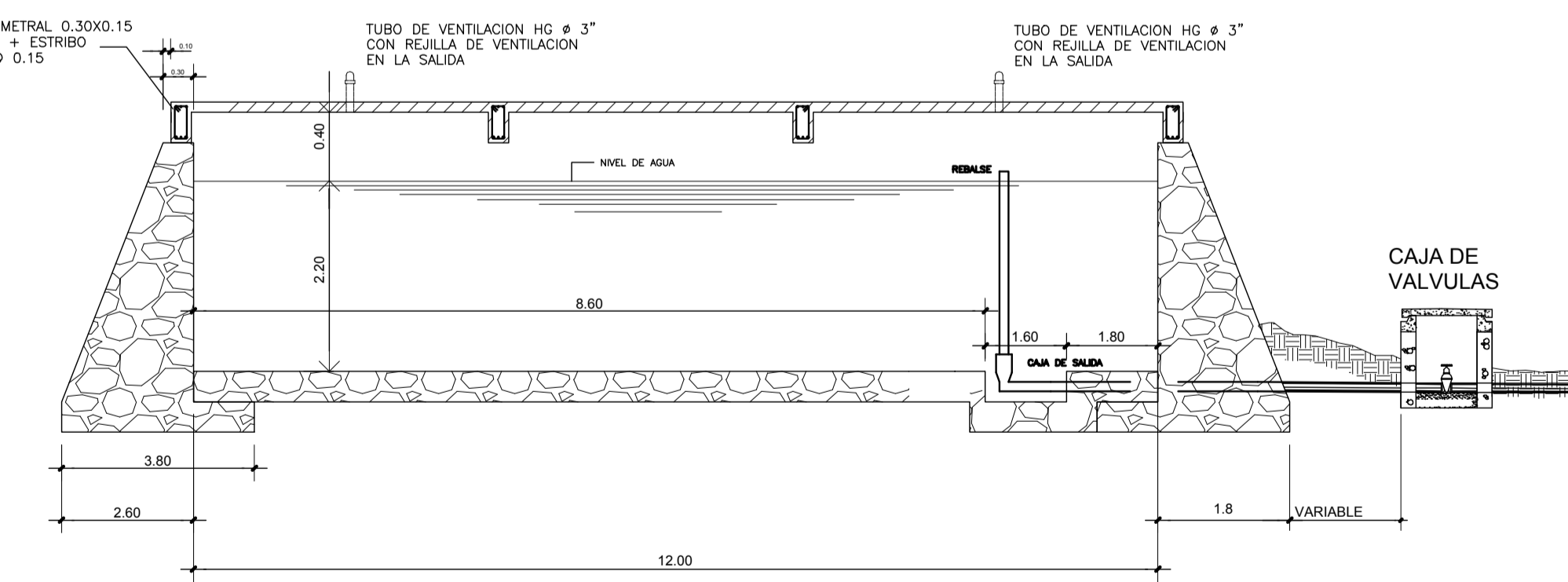
PROYECTO:	AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACRUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PERFIL Y PLANTA DE SECTOR CENTRAL	FECHA:	ENERO 2011

DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No.:	6/10
PELLO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		

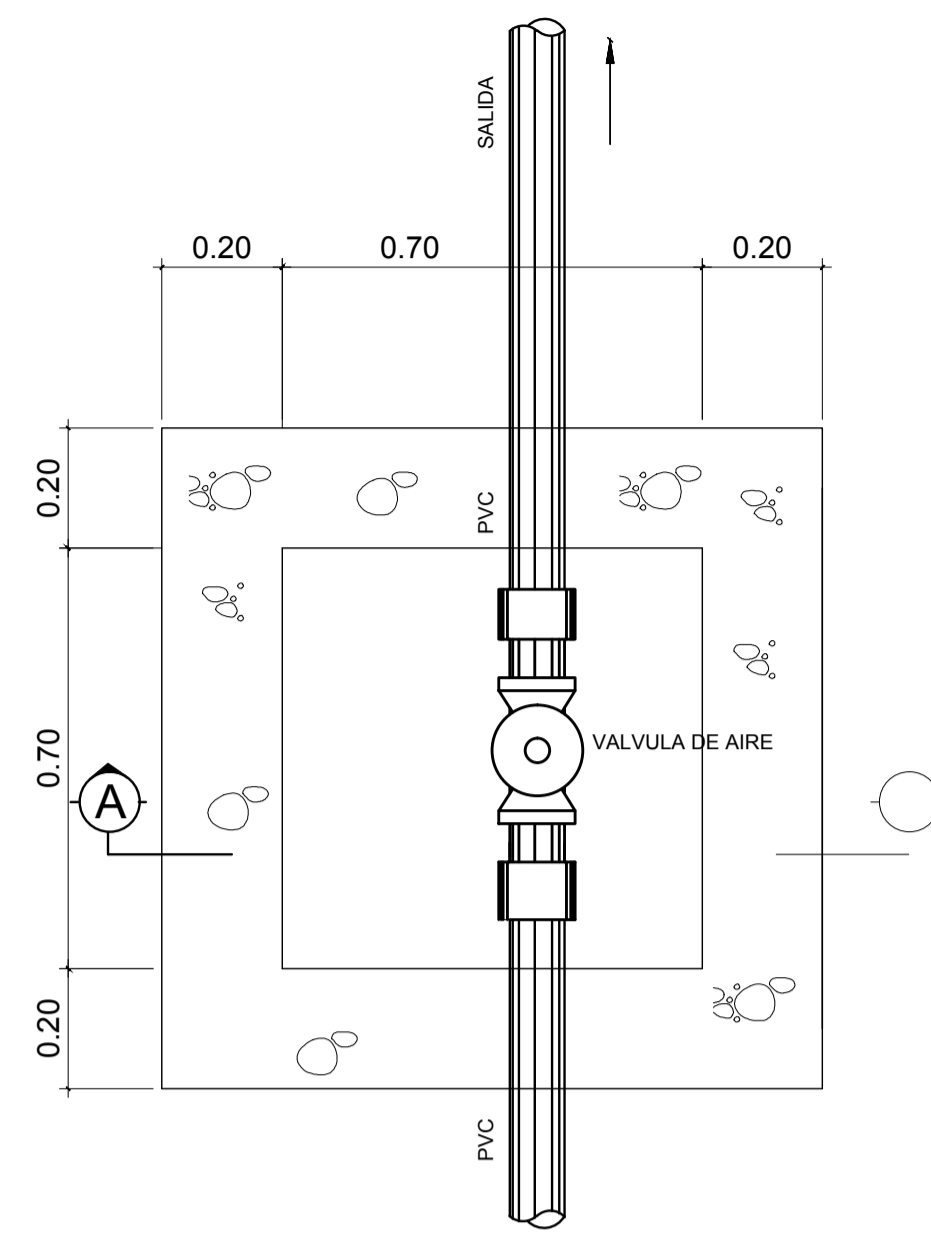
ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO  
ASESOR AUTÓNOMO DE EPS



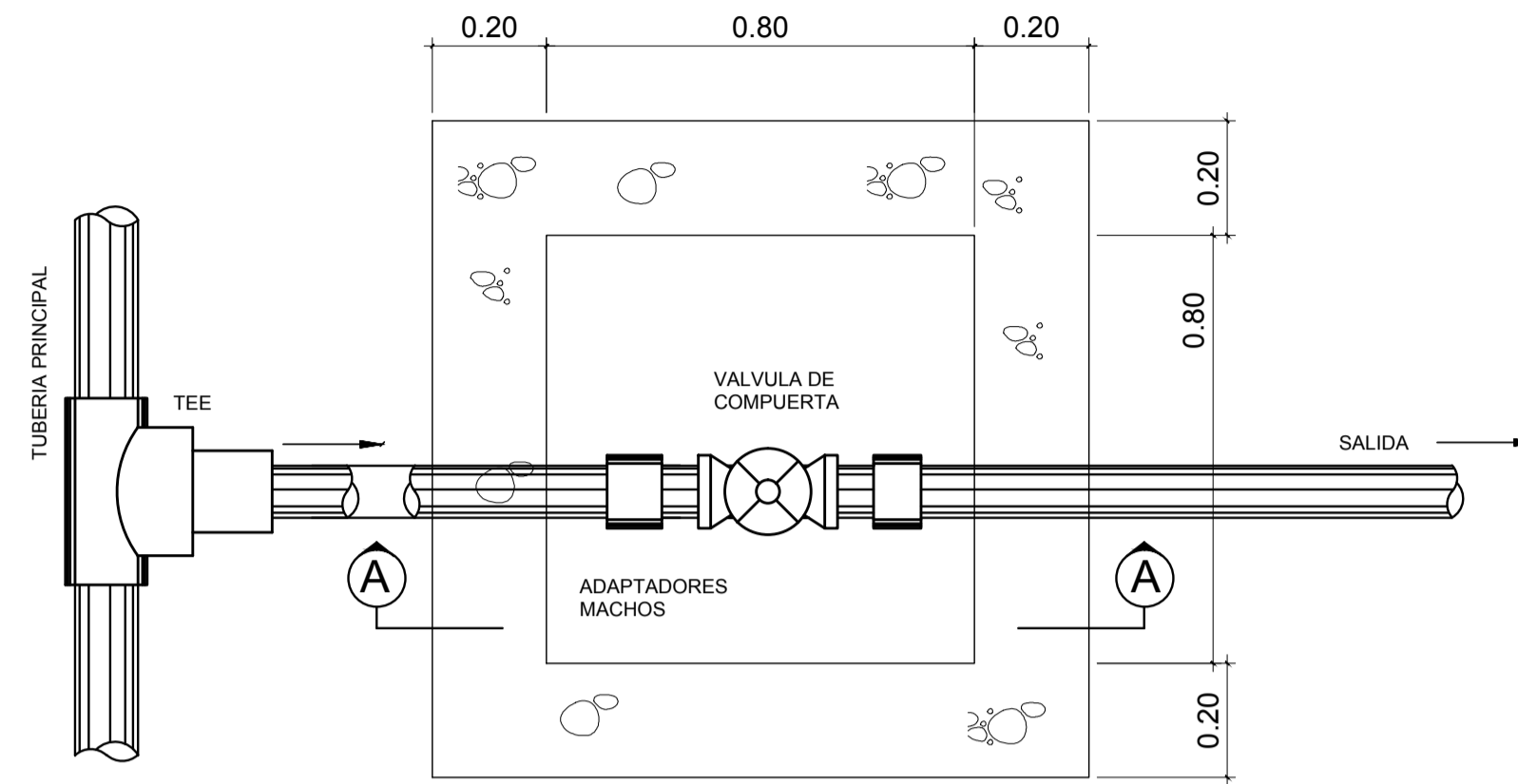
**PLANTA DE LOSA DE TECHO** SIN ESCALA  
VIENE DE TANQUE DE DISTRIBUCION



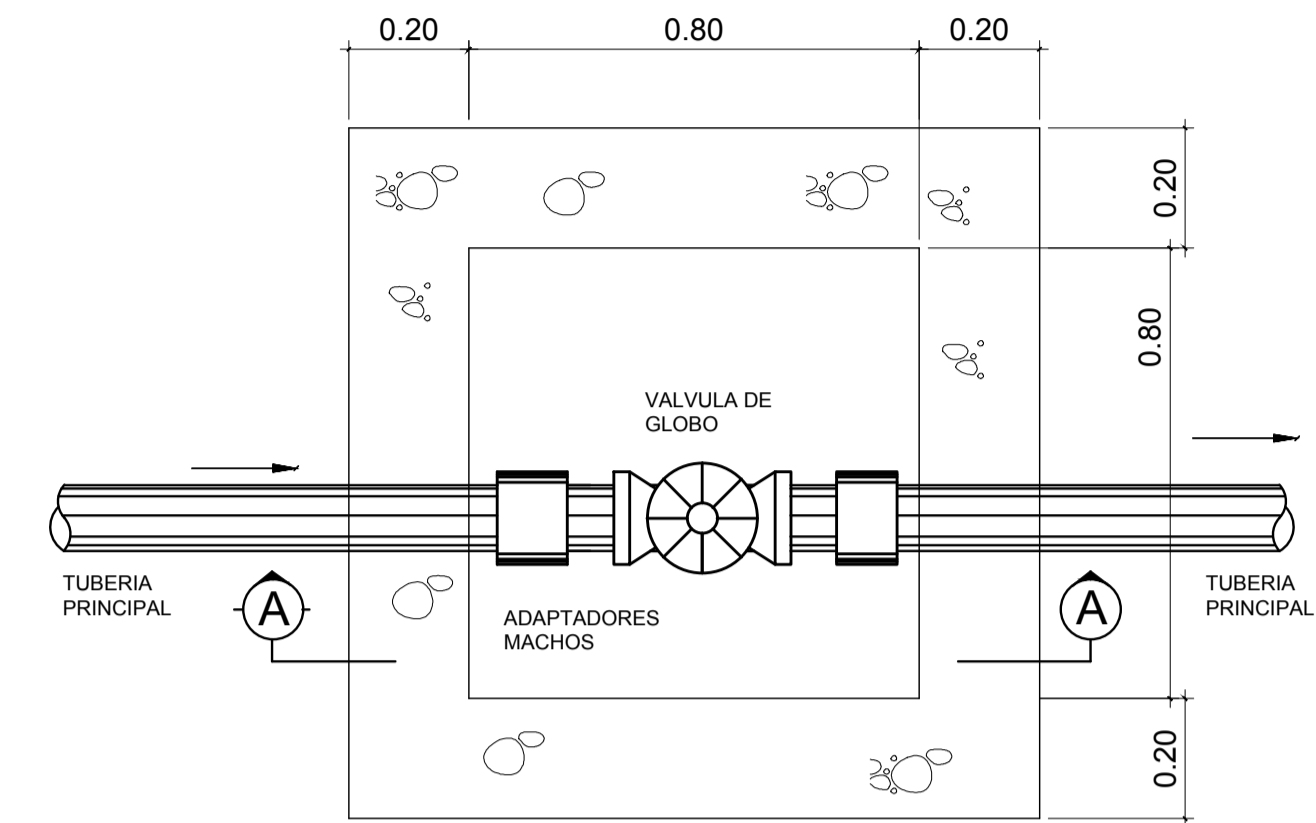
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA</p>		
<p>PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TARRÓN</p>	<p>ESCALA: SIN ESCALA</p>	
<p>CONTENIDO: DETALLES</p>	<p>FECHA: ENERO 2011</p>	
<p>DISEÑO Y CÁLCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA</p>	<p>PLANO No. 7/10</p>	
<p>PROYECTO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA</p>	<p>ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERBANO ASESOR AUTORIZADO EPS</p>	



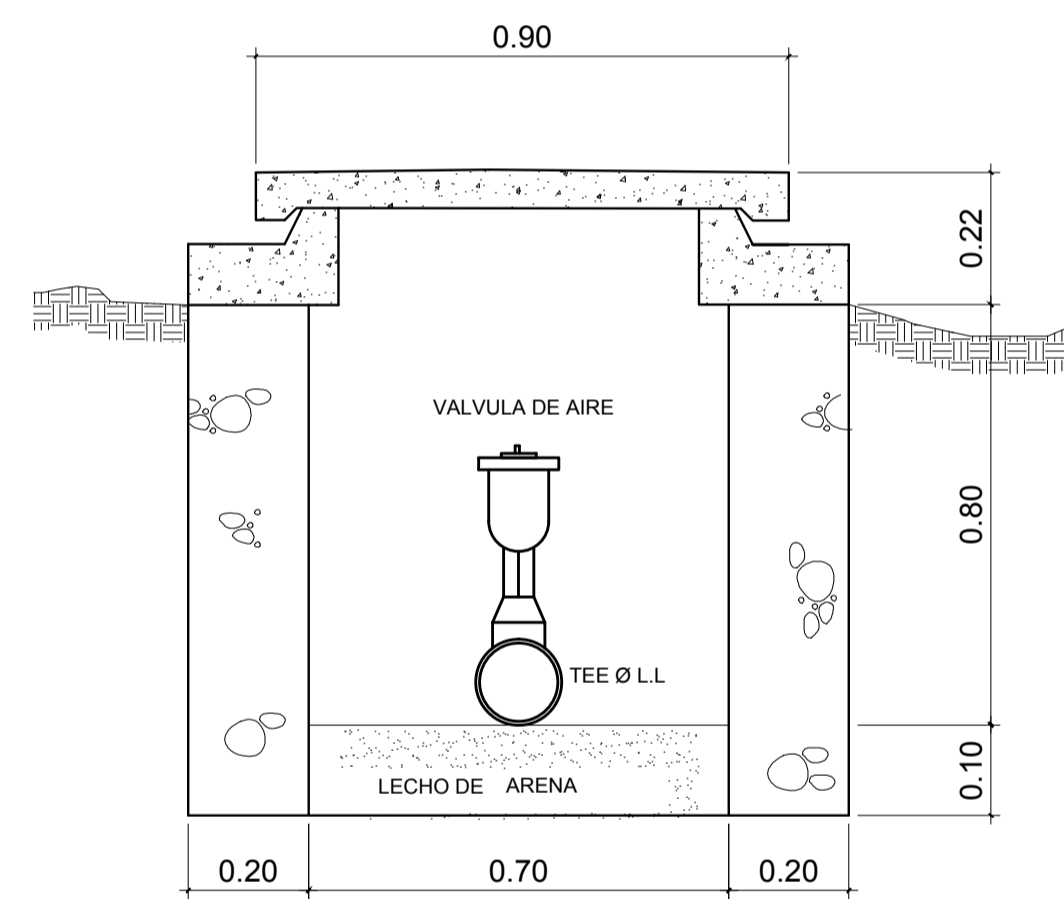
**VALVULA DE AIRE**  
SIN ESCALA



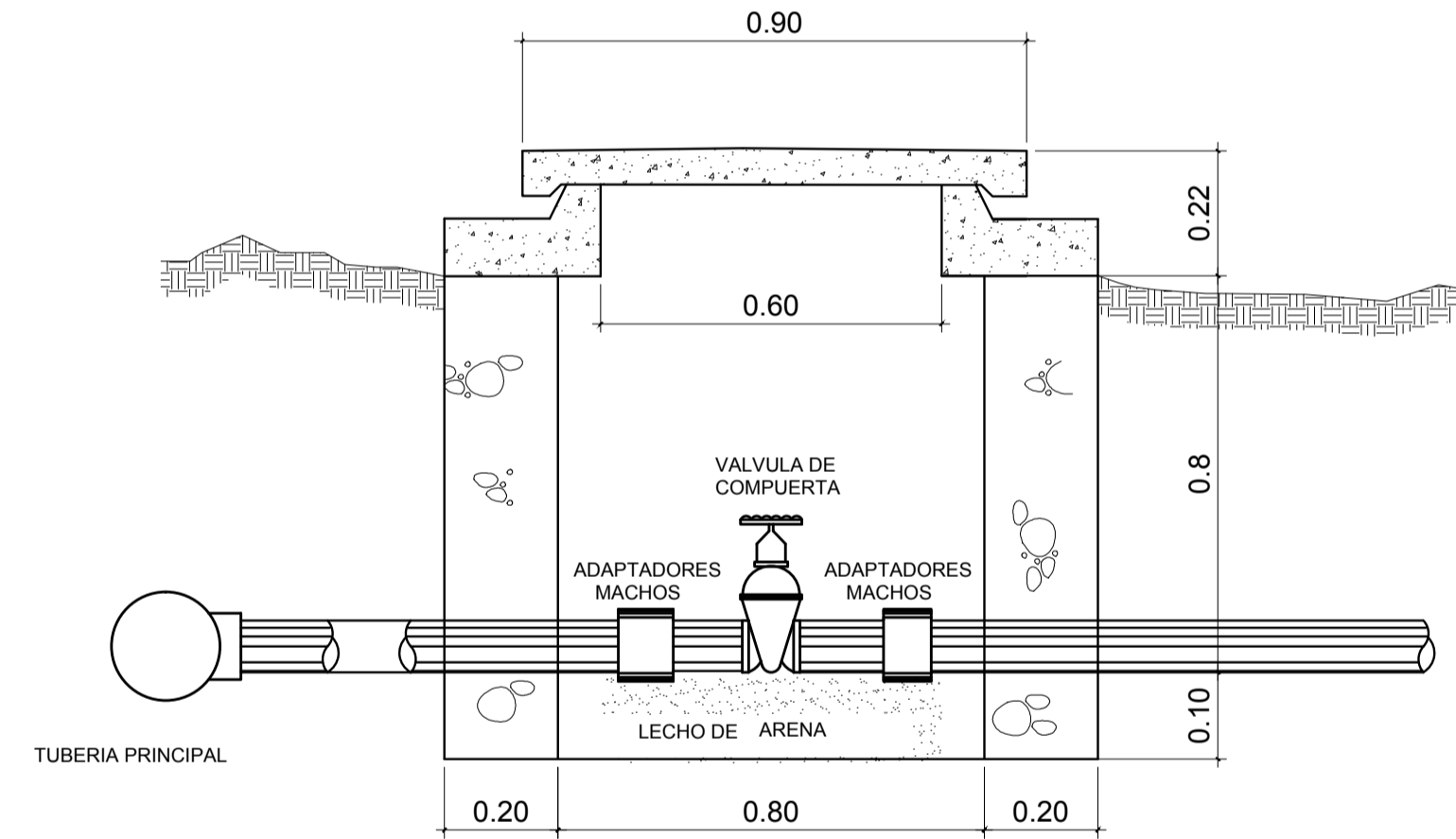
**VALVULA DE LIMPIEZA**  
SIN ESCALA



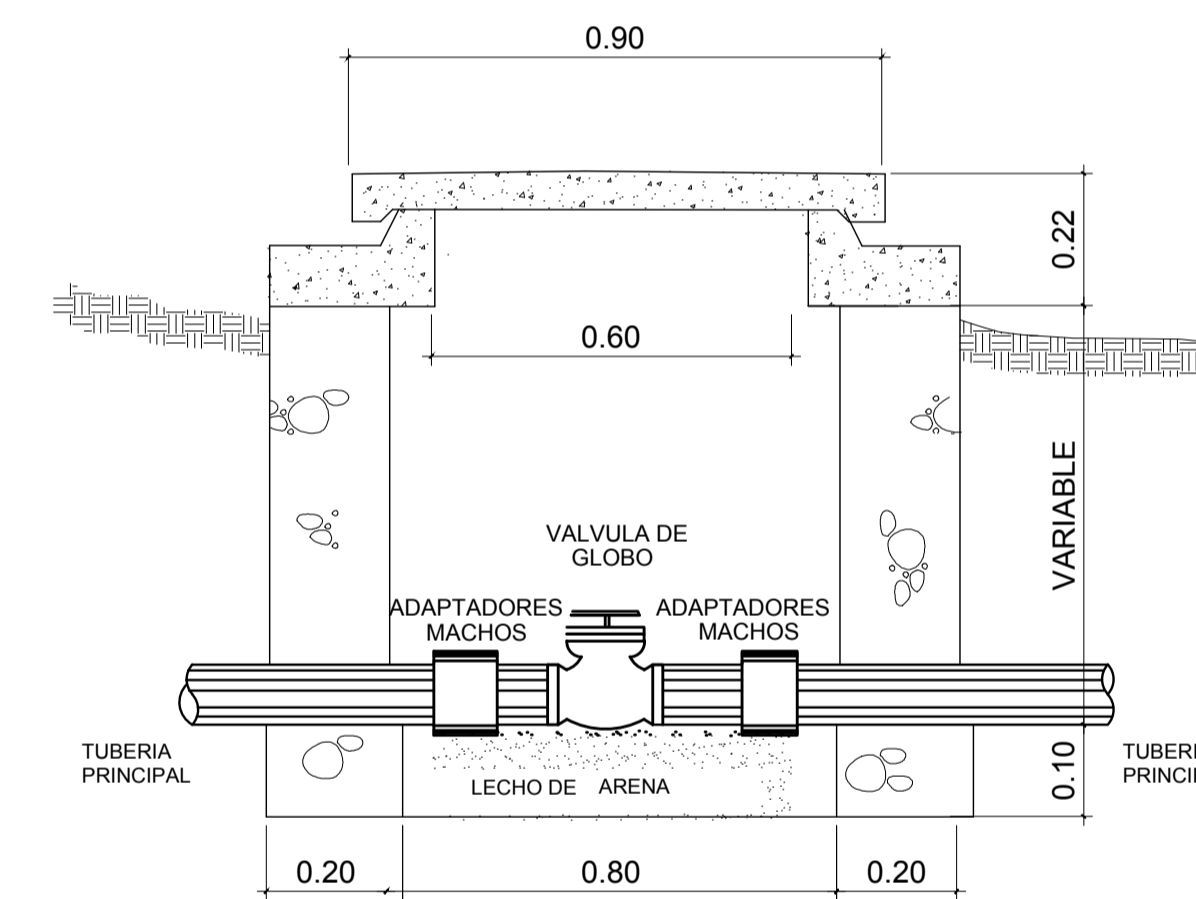
**VALVULA DE ENTRADA O SALIDA**  
SIN ESCALA



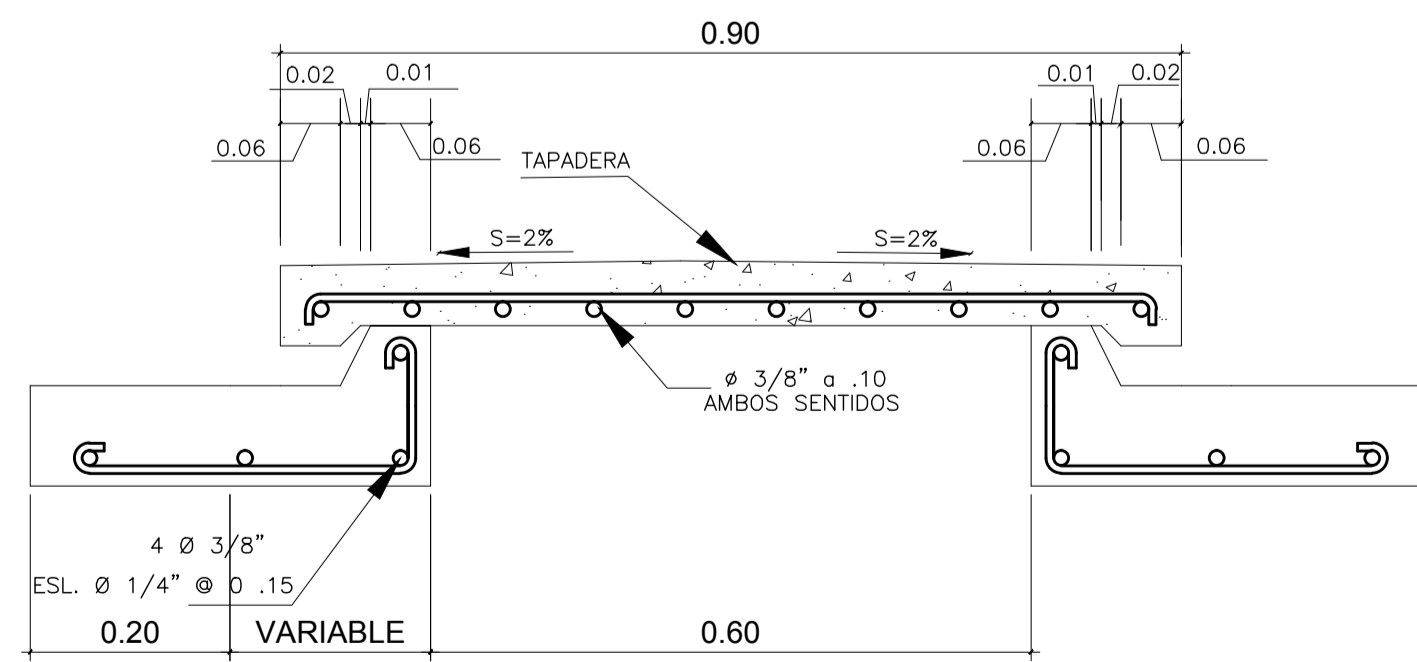
**VALVULA DE AIRE SECCION A-A**  
SIN ESCALA



**VALVULA DE LIMPIEZA SECCION A-A**  
SIN ESCALA



**VALVULA DE ENTRADA O SALIDA SECCION A-A**  
SIN ESCALA

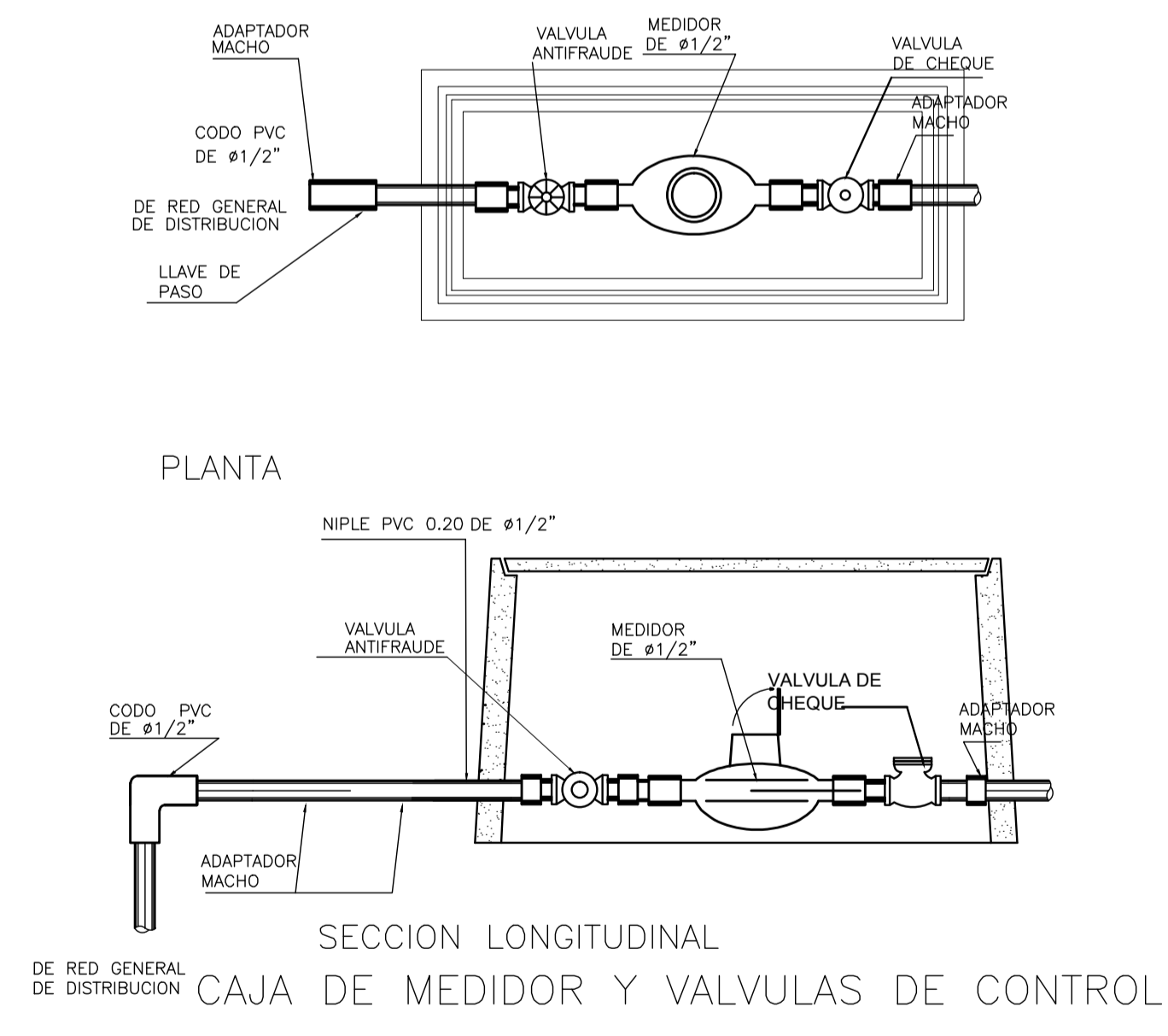
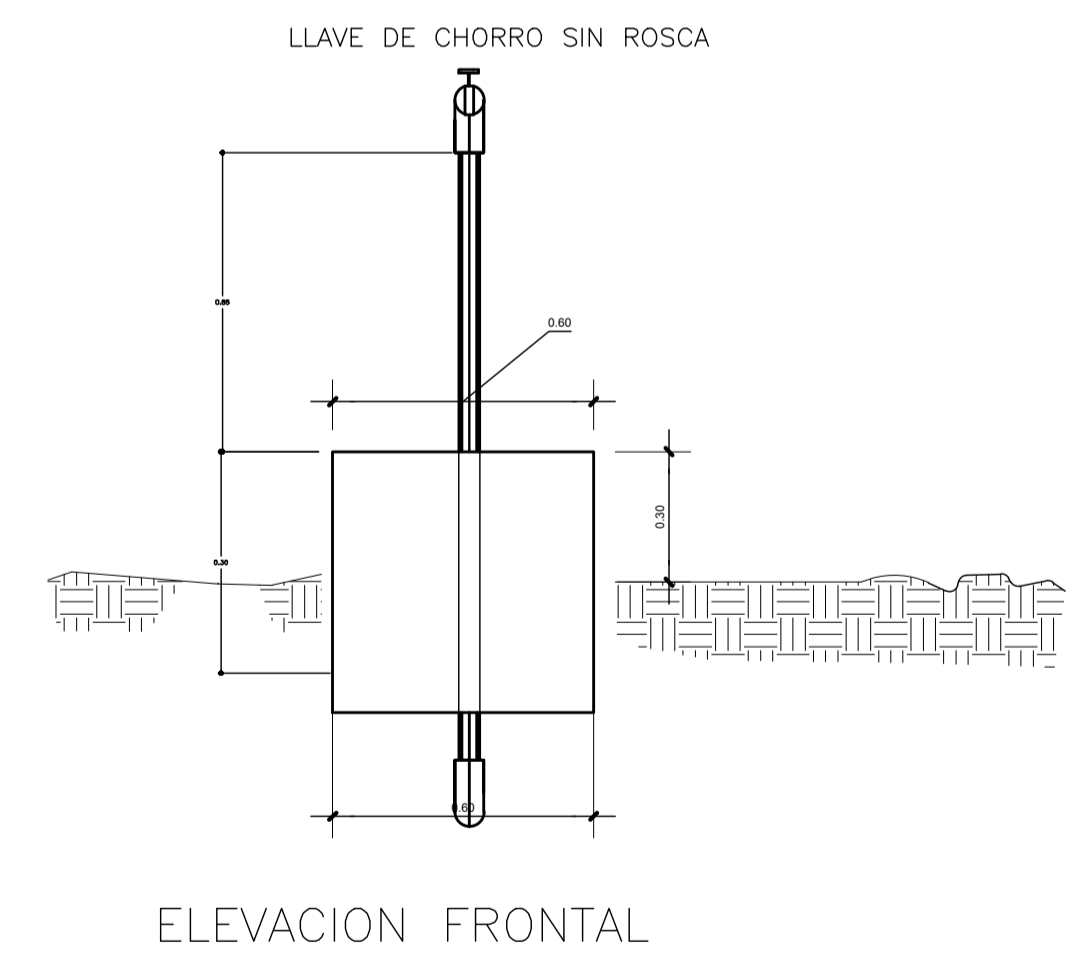
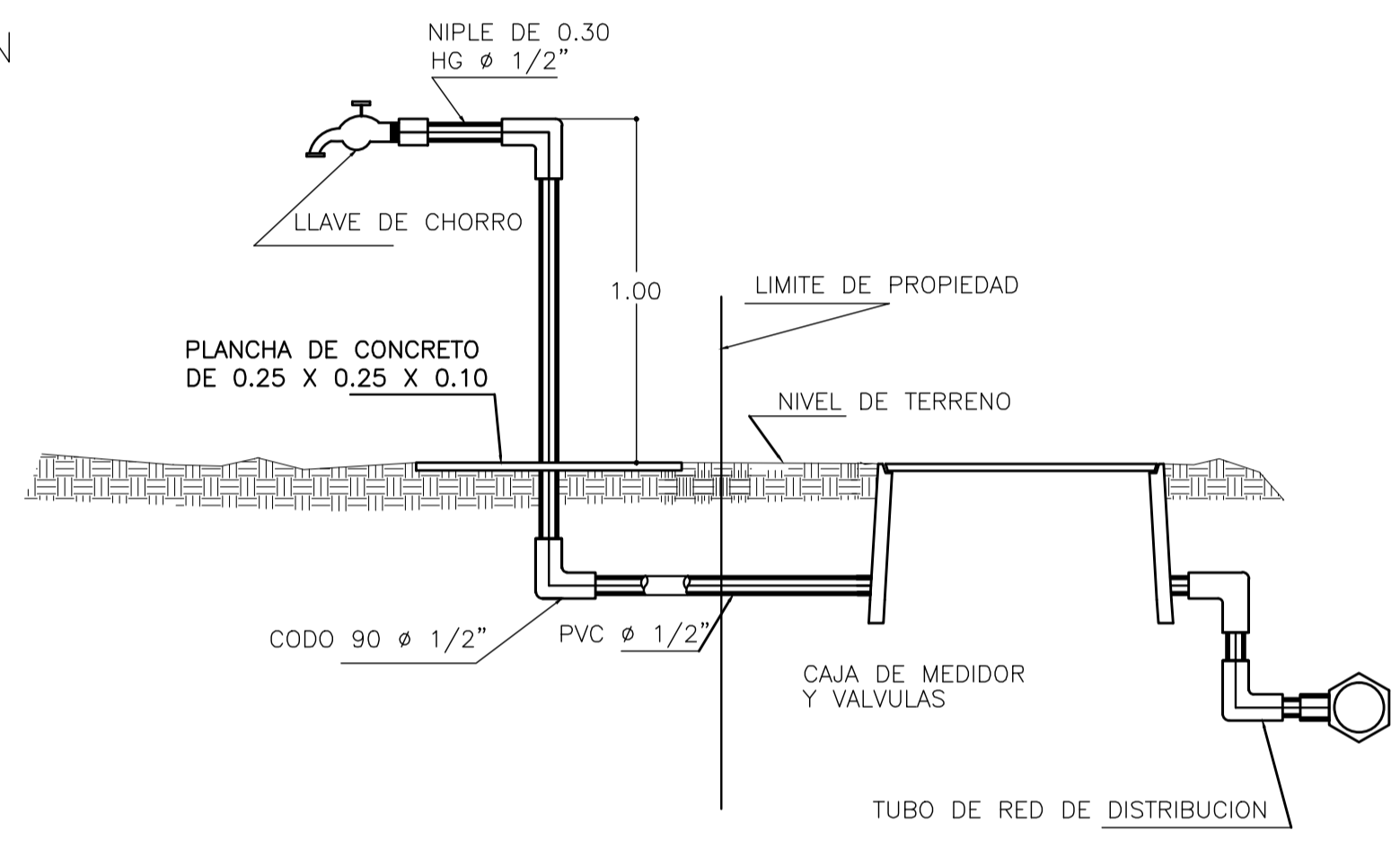
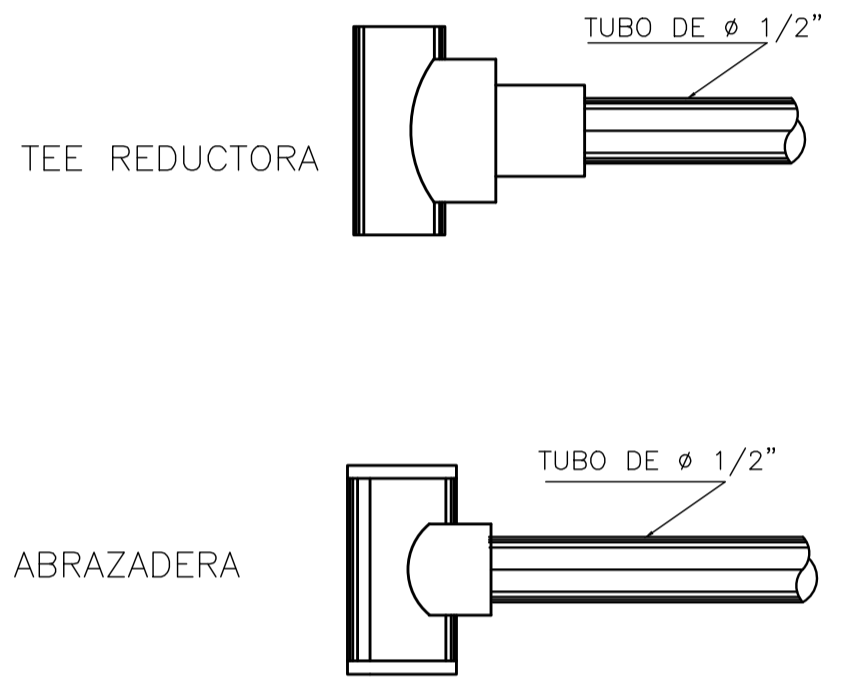
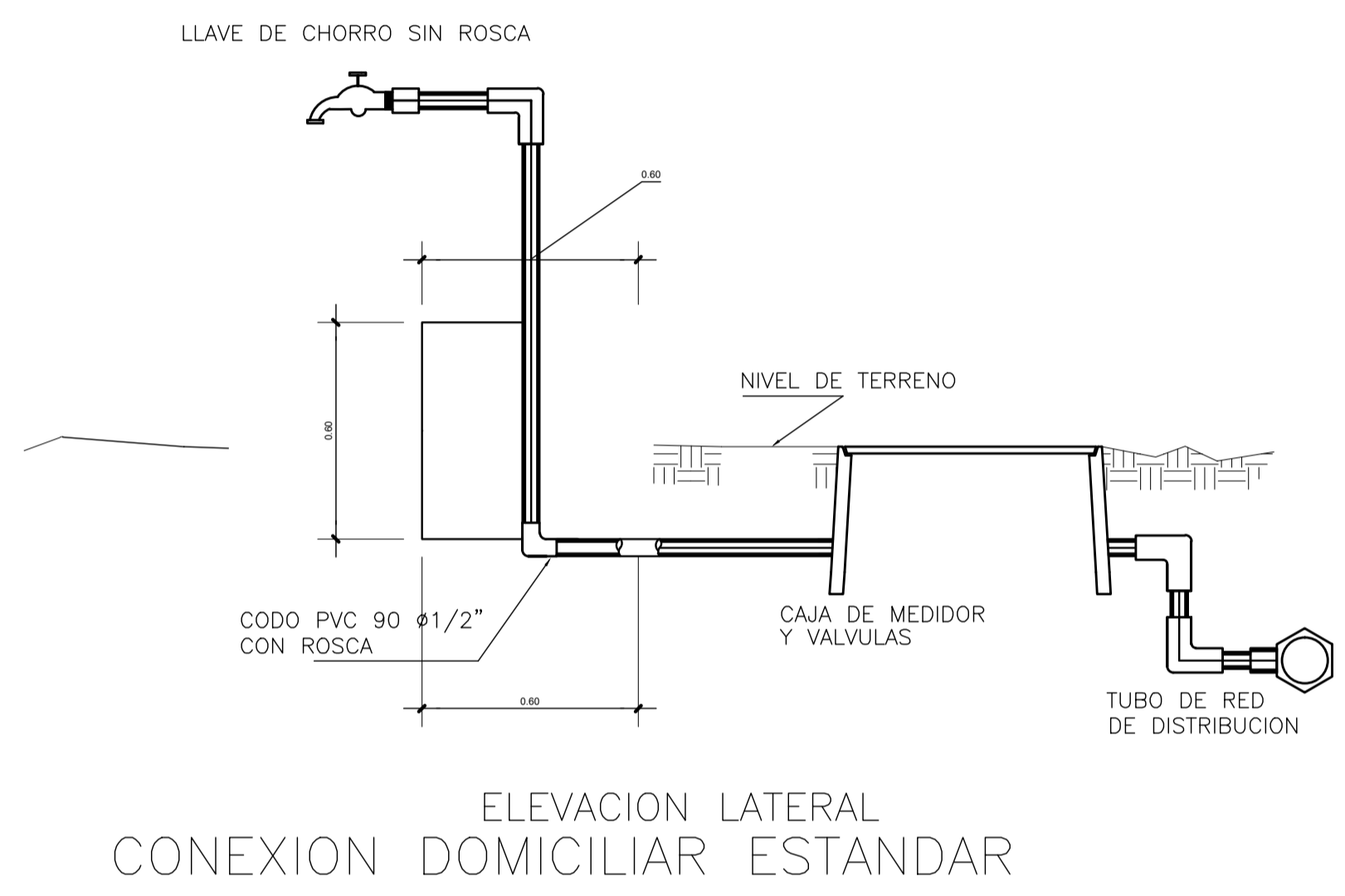
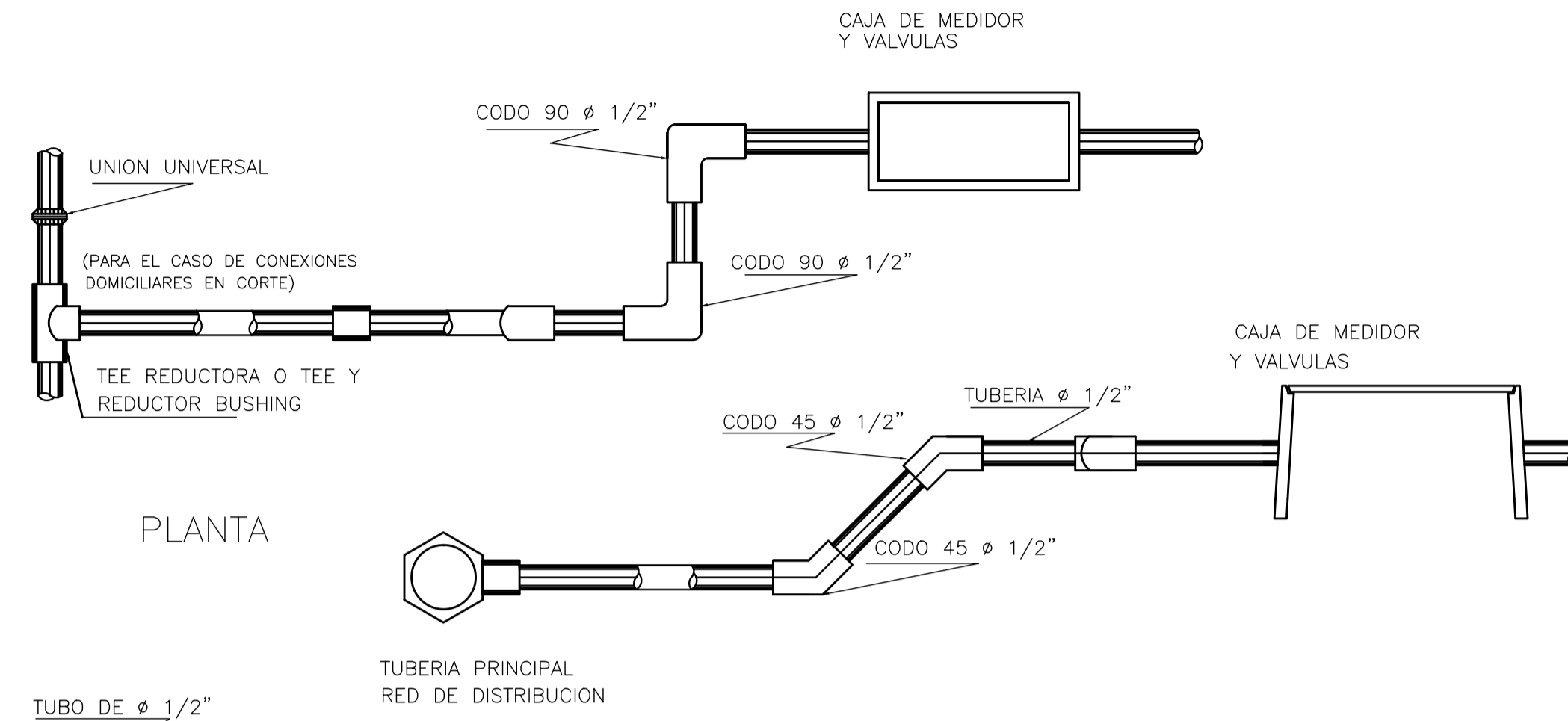
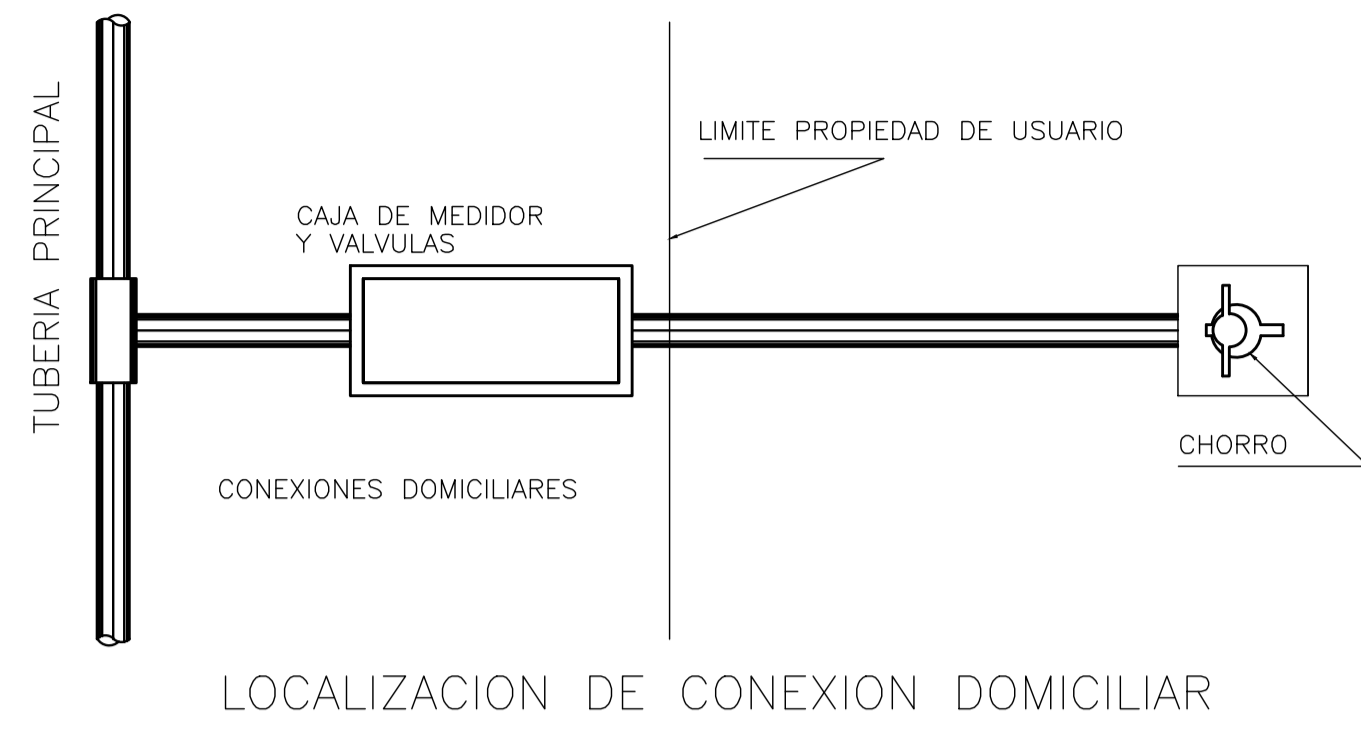



**DETALLE DE TAPADERA**  
SIN ESCALA

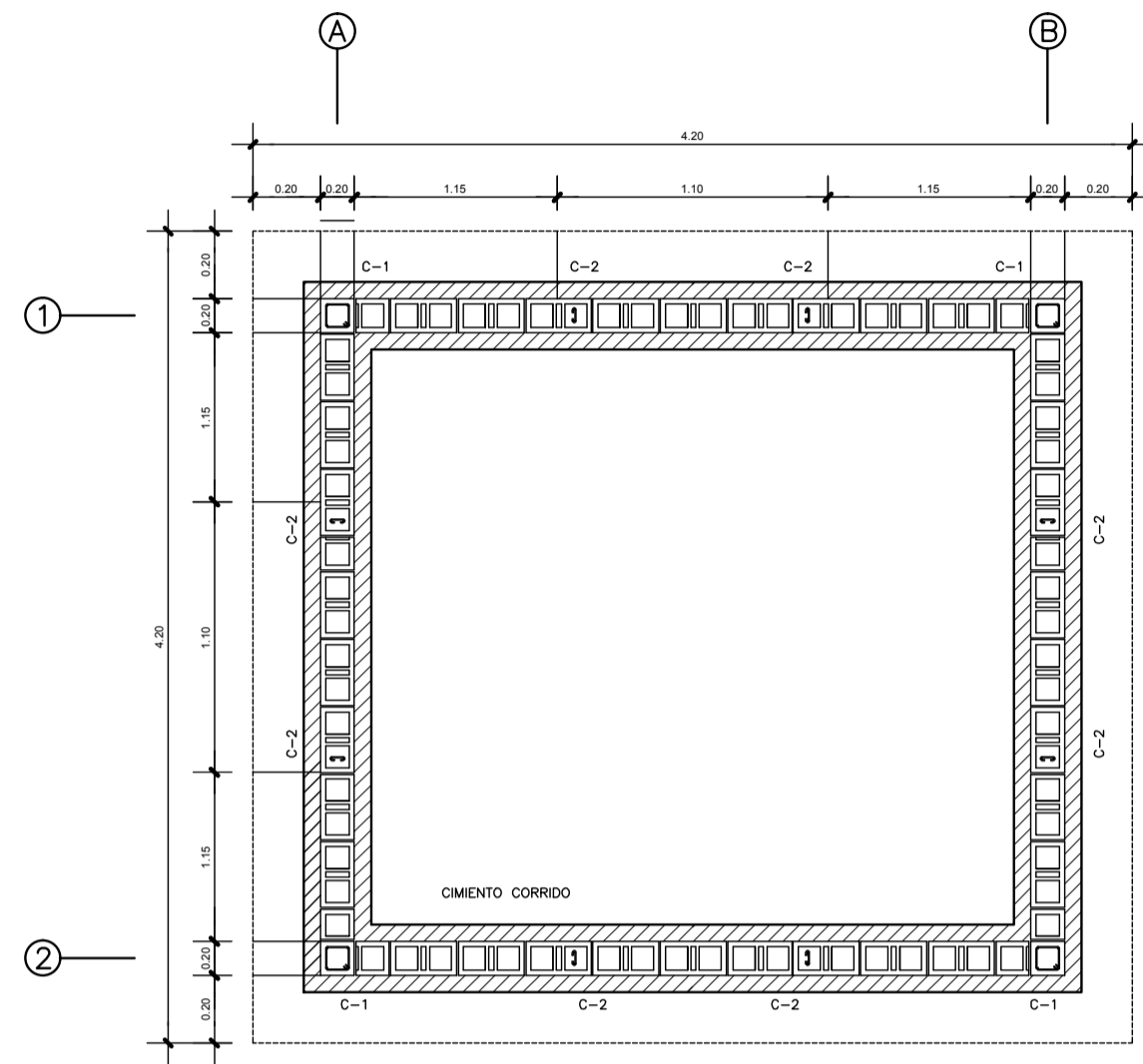
**NOTA:**

- EL NIPLE Y LA VALVULA DE AIRE SERÁN DE 4"
- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33 % DE MORTERO  
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA, PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

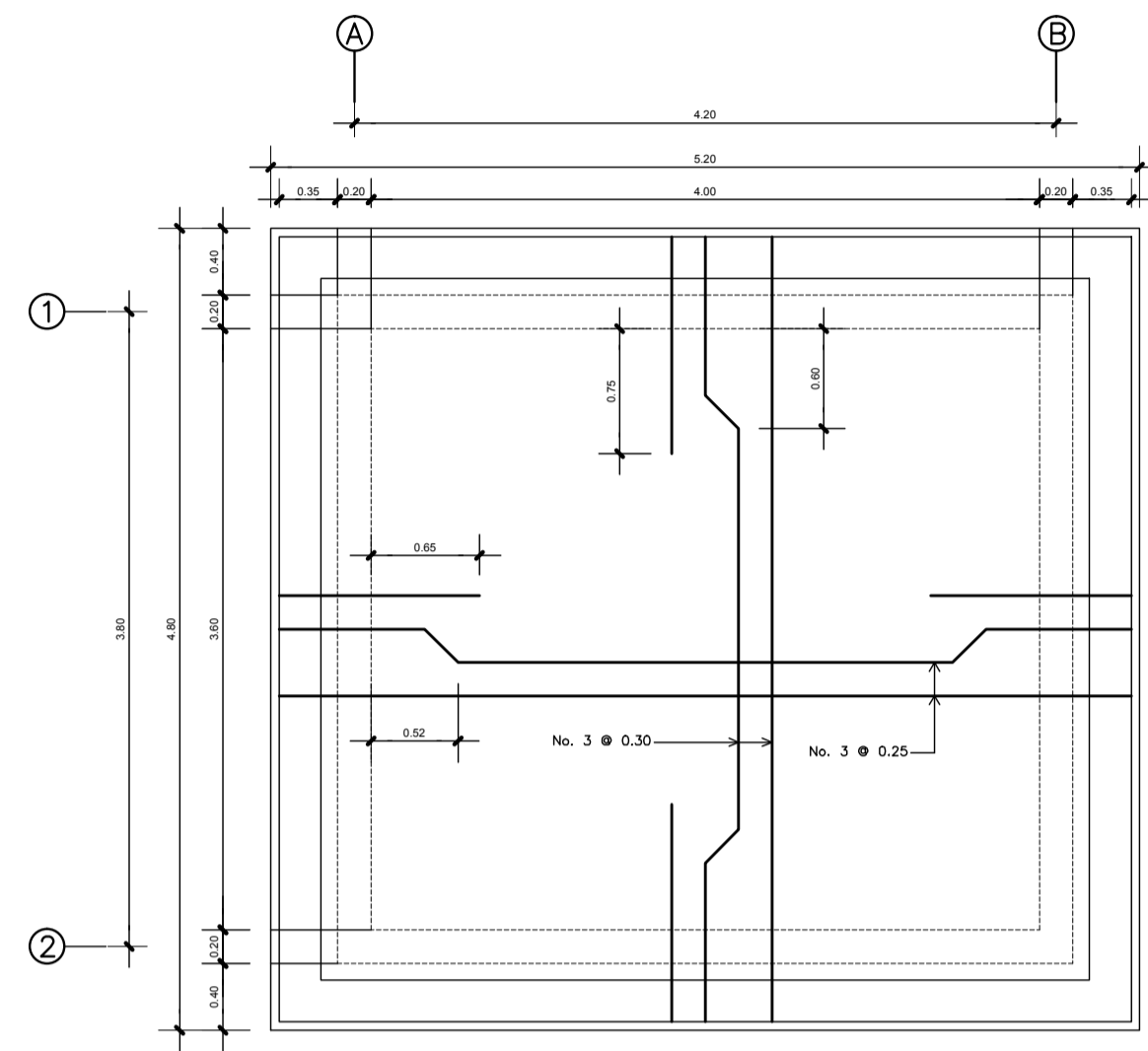
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA		
PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN	ESCALA: SIN ESCALA	FECHA: ENERO 2011
CONTENIDO: DETALLES		
DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 8/10	
PBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		
ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO ASESOR AUTORIZADO EPS		



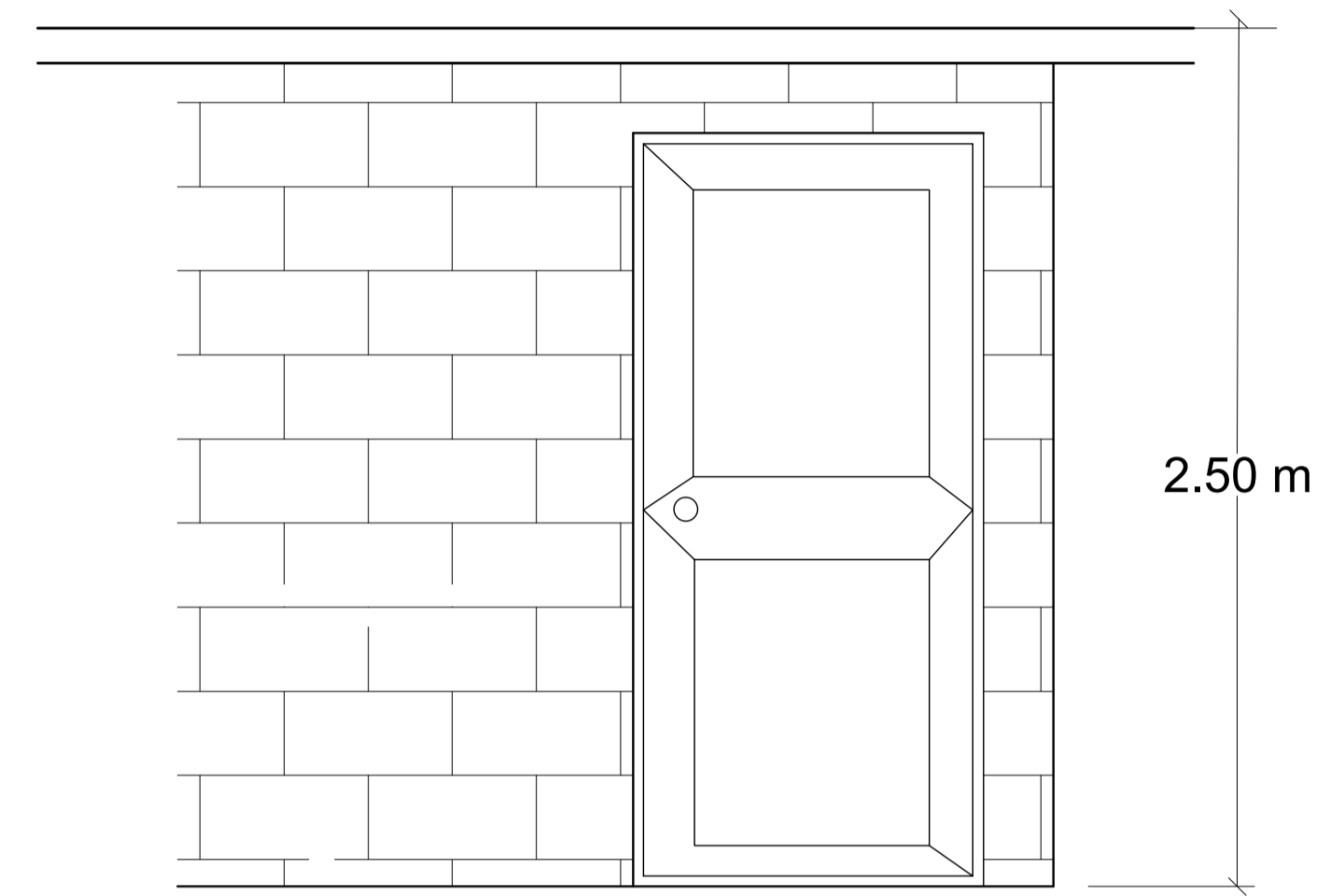
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA		
PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN	ESCALA: SIN ESCALA	
CONTENIDO: DETALLES	FECHA: ENERO 2011	
DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 9 / 10	
PEBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		
ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERANO ASesor ASISTENTE DE EPS		



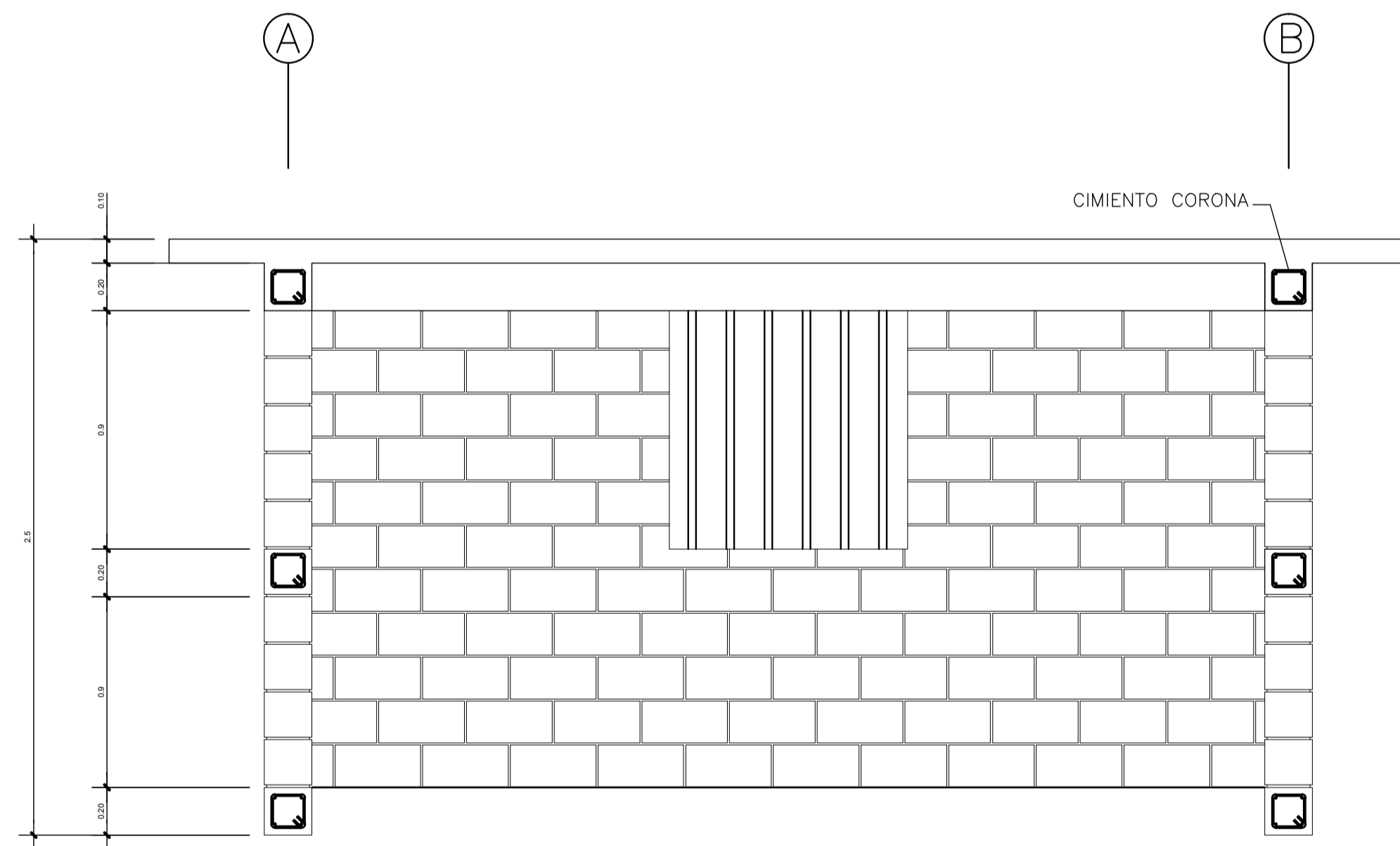
PLANTA DE CIMENTACION  
SIN ESCALA



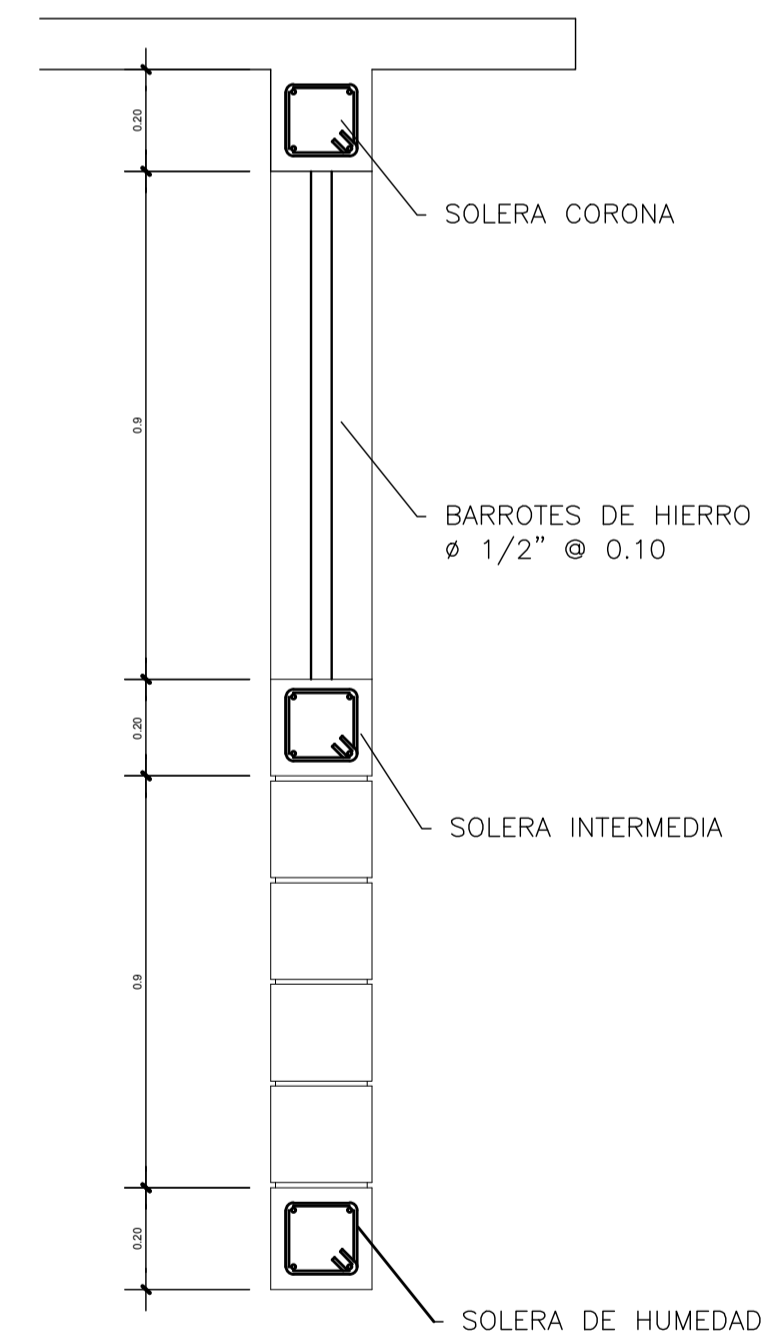
PLANTA DE LOSA  
SIN ESCALA



FACHADA FRONTAL  
SIN ESCALA



SECCION A  
SIN ESCALA



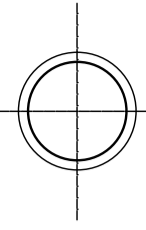
DETALLE DE MURO  
SIN ESCALA

COLUMNAS  
C-1 0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20  
C-2 0.20 x 0.20, 2 No.3, EST. No.2 @ 0.20

SOLERAS  
CORONA 0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20  
INTERMEDI 0.20 x 0.20, 2 No.3, EST. No.2 @ 0.20  
HUMEDAD 0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20

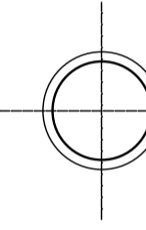
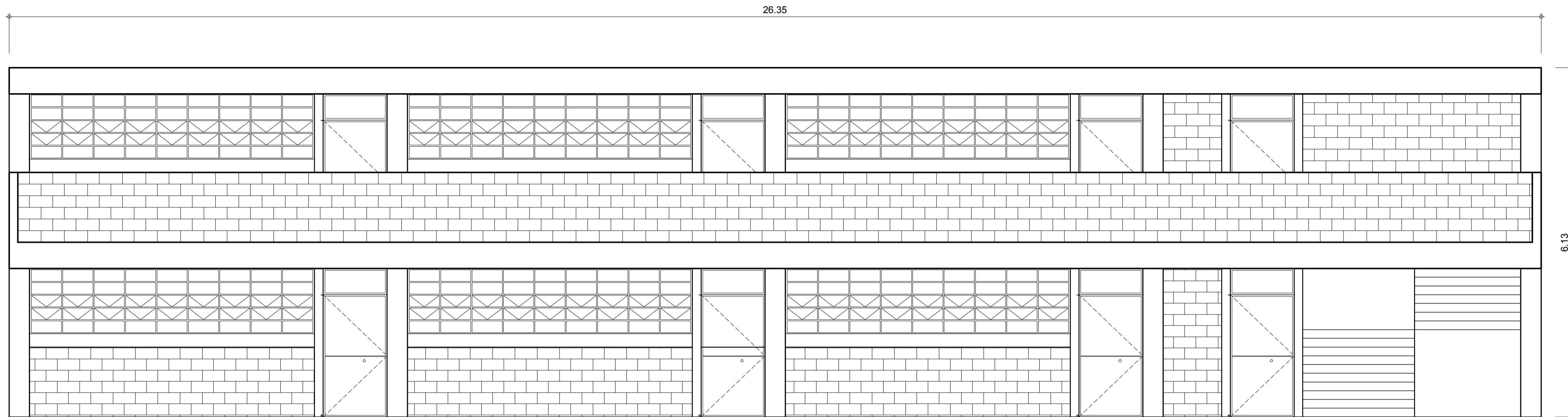
CIMENTO  
CIMENTO CORRIDO 0.40 x 0.20, 3 No., EST. No.2 @ 0.15

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA		
PROYECTO: AGUA POTABLE, CASERIOS CHUACUZ Y LOS NORIALES ALBA EL TABLÓN	ESCALA: SIN ESCALA	
CONTENIDO: DETALLES	FECHA: ENERO 2011	
DISEÑO Y CÁLCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 10 / 10	
PÉPLIO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		
ING. SALVO JOSÉ RODRÍGUEZ ZERBANO ASesor ASISTENTE DE EPS		



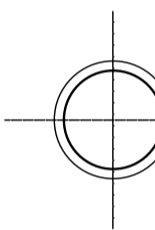
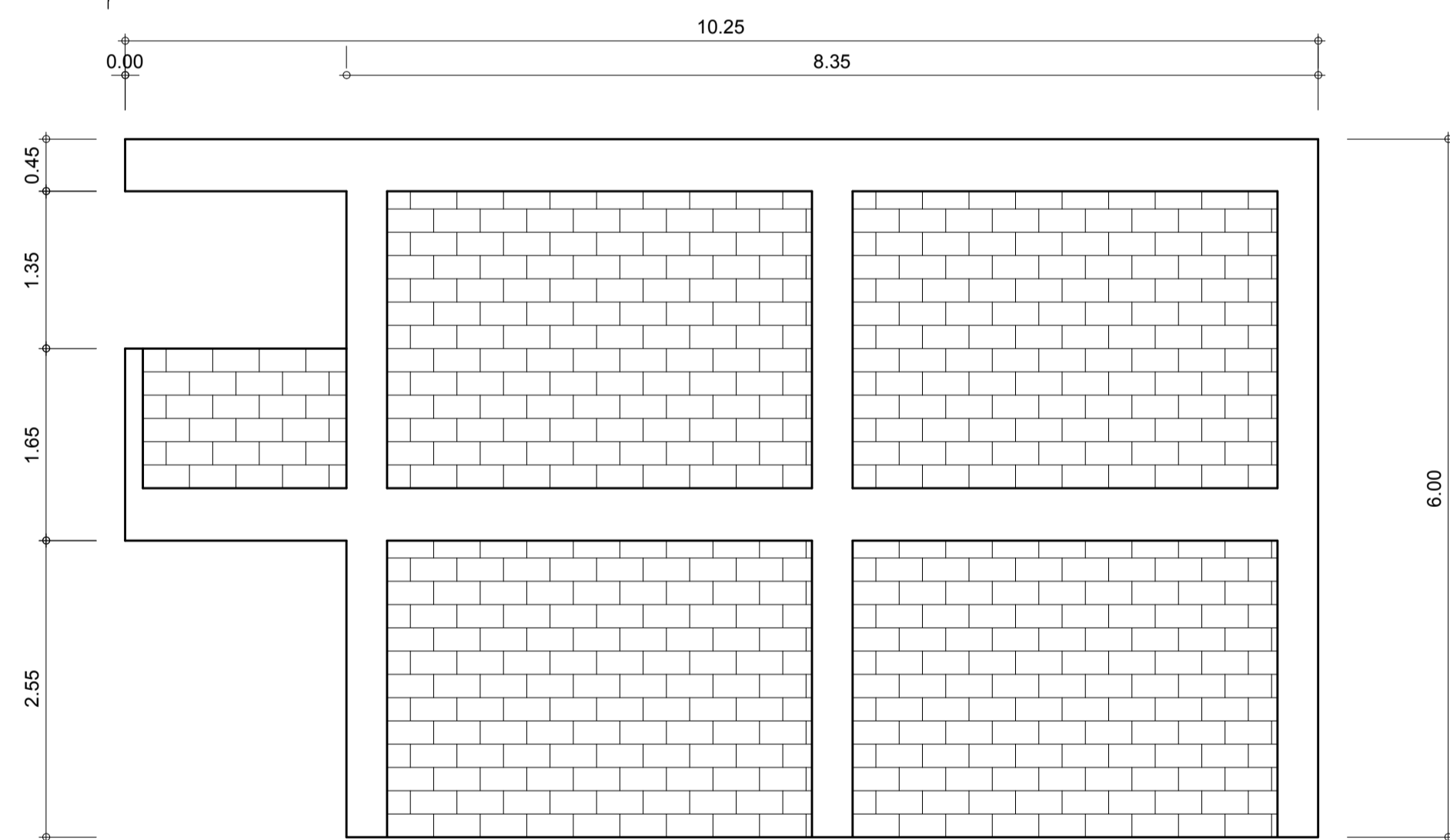
# FACHADA FRONTAL

ESCALA 1:50



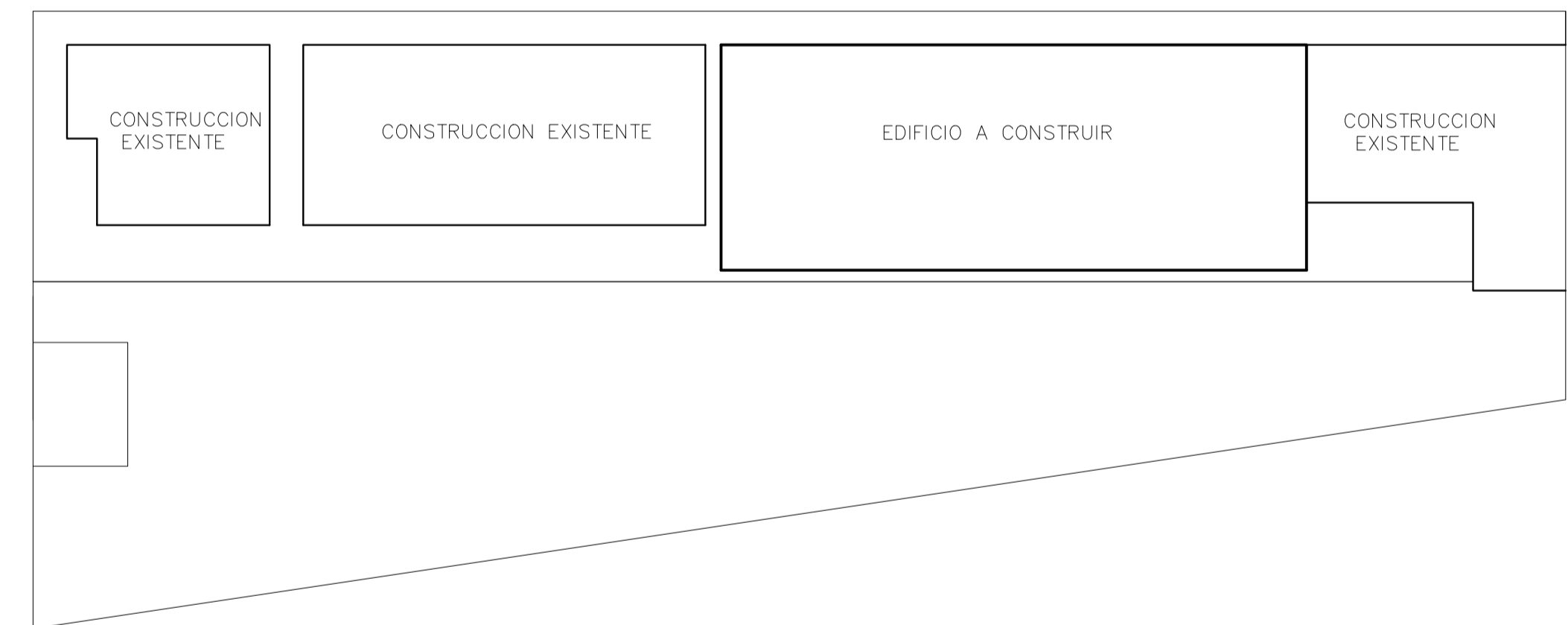
# FACHADA LATERAL

ESCALA 1:50



# UBICACIÓN DEL EDIFICIO EN EL TERRENO

ESCALA 1:250



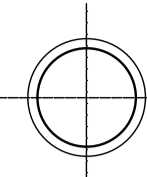
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA



PROYECTO:	AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO CABERIO EL PARAISO, ALFAJES ENCIENTROS, SOCLA	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	LOCALIZACION Y FACHADAS	FECHA:	ENERO 2011

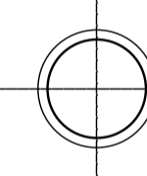
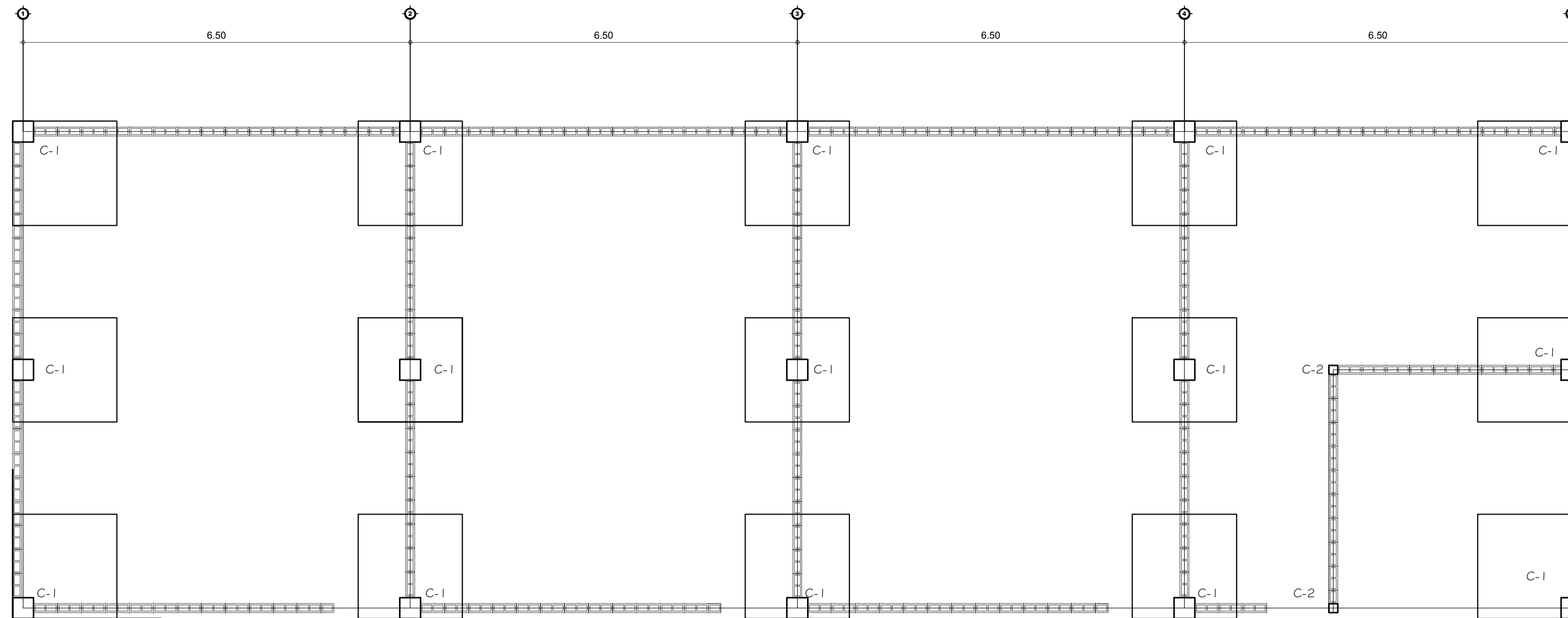
DISEÑO Y CALLEJO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No.	1
PIBULO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		II

Ing. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRANO  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



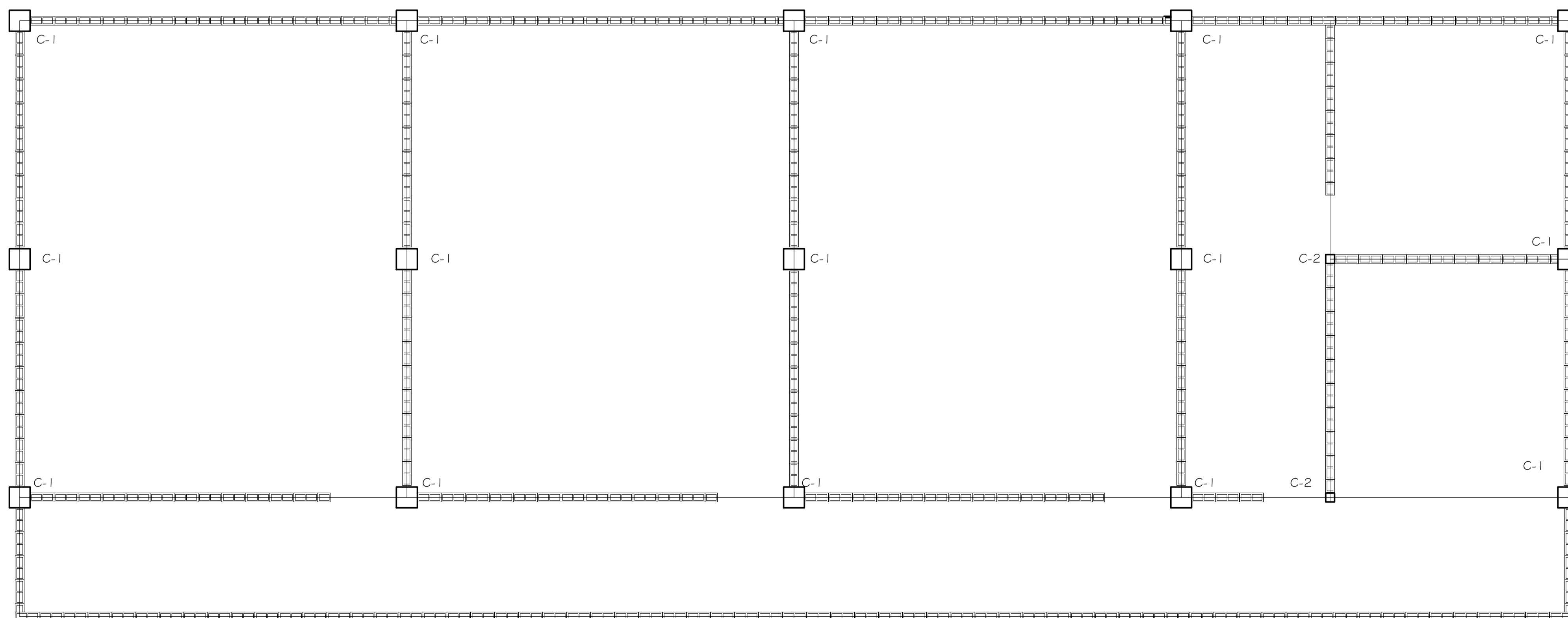
# LOCALIZACION DE MUROS, COLUMNAS Y ZAPATAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1:50



# LOCALIZACION DE MURO SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

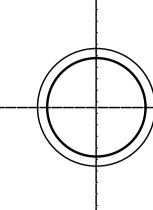


PROYECTO:	AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO CABERIO EL PARAISO, ALPALOS ENCUENTROS, SOCLA	ESCALA:	1:50
CONTENIDO:	LOCALIZACION DE MUROS	FECHA:	ENERO 2011

DISEÑO Y CALCULO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No.	2
PIBULO:	LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		11

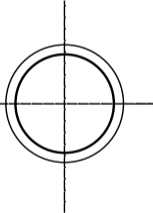
Ing. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRANO  
 ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS





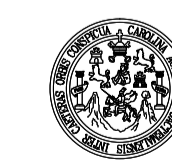
# LOCALIZACION DE VIGAS Y LOSAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1:50



# LOCALIZACION DE VIGAS Y LOSAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

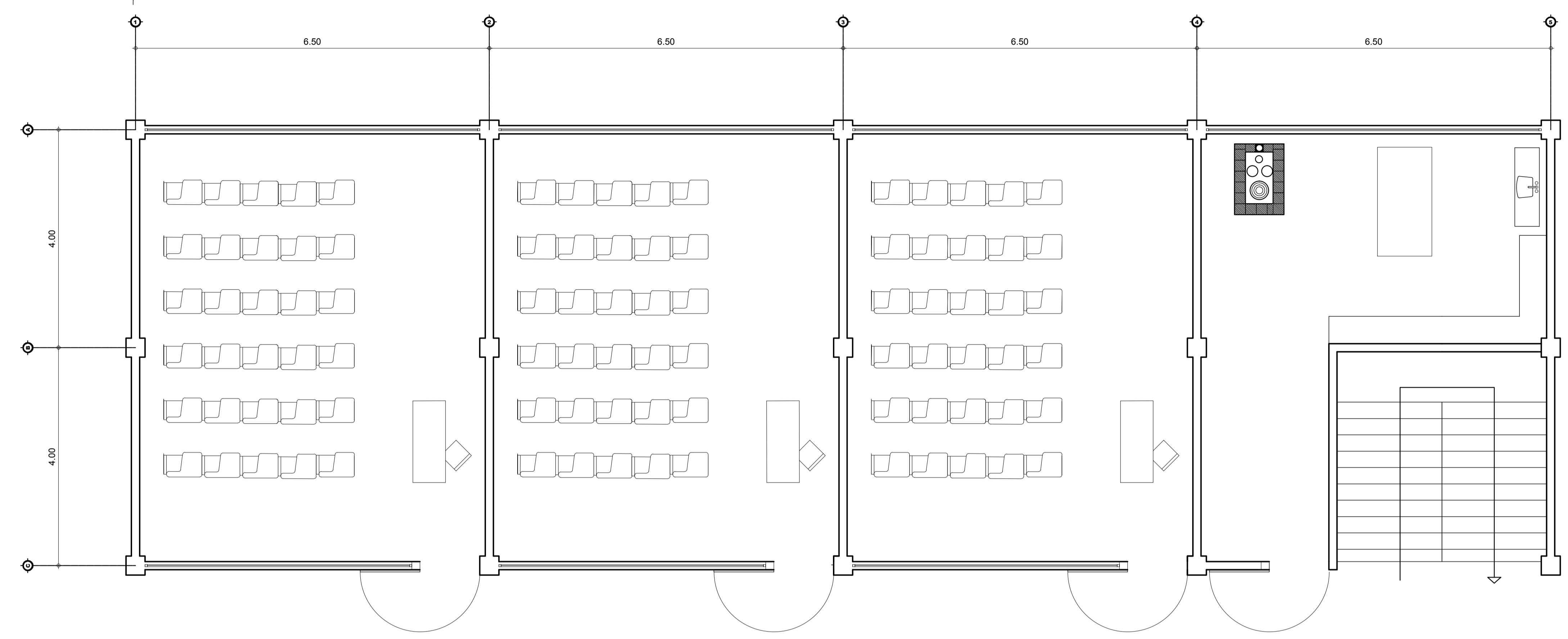


PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO  
CABERIO EL PARAISO, ALFAROS ENCINEROS, SOCLA  
CONTENIDO: LOCALIZACION DE VIGAS Y LOSAS  
ESCALA: 1:50  
FECHA: ENERO 2011

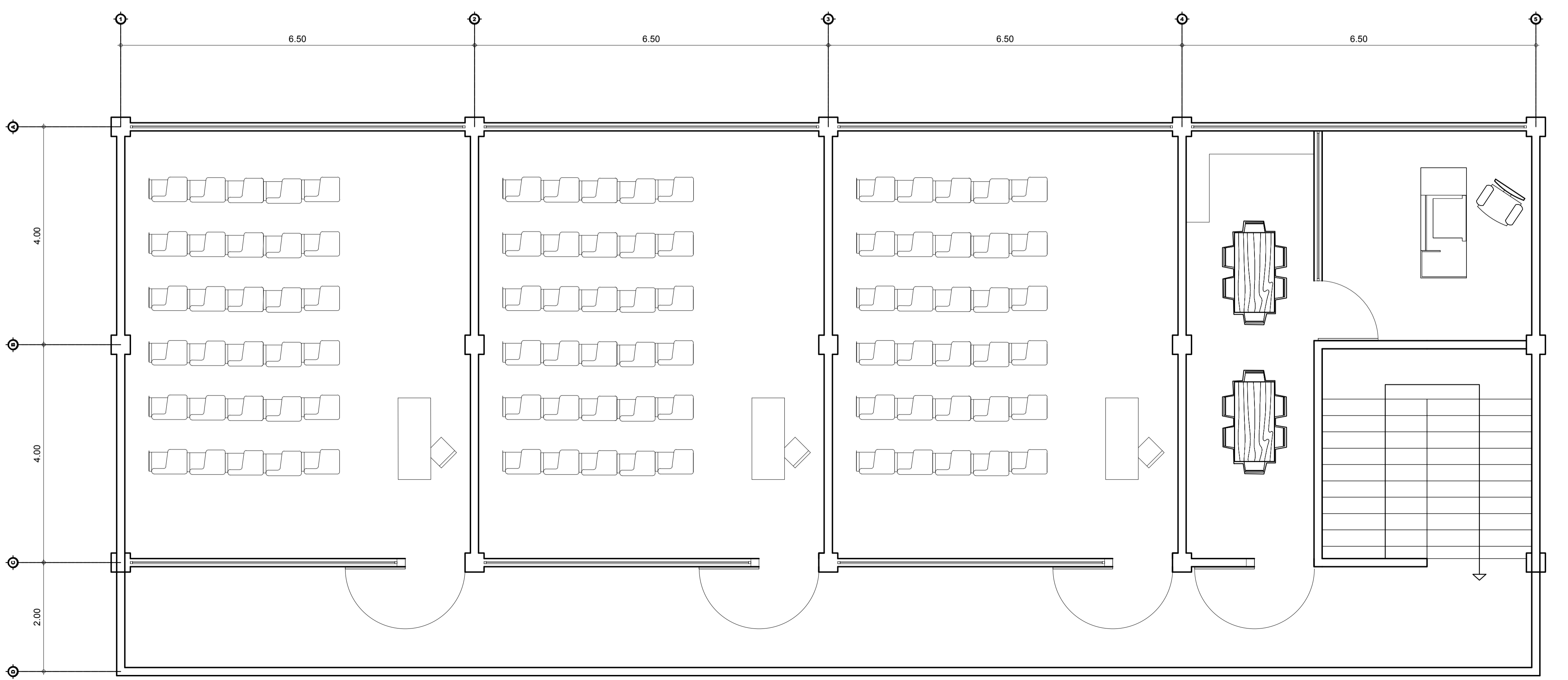
DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 3


Asesor y Supervisor de EPS  
Ing. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRANO

**PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL**  
 ESCALA 1:50

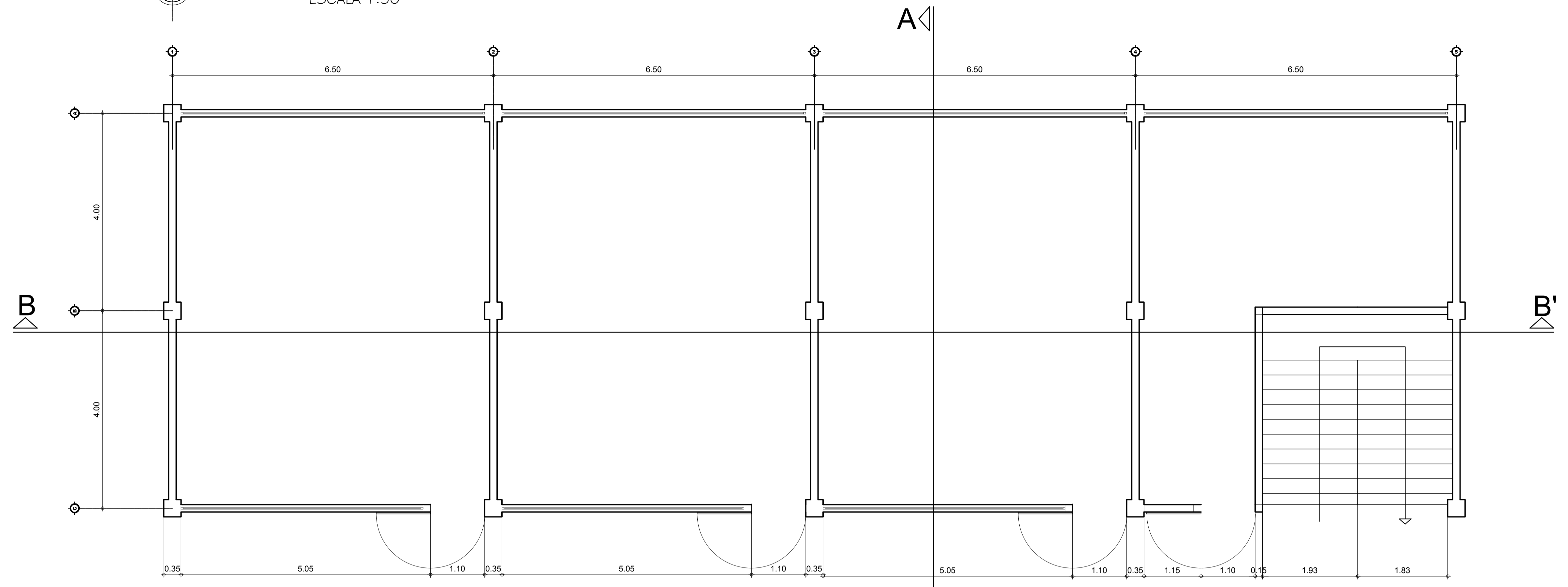


**PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL**  
 ESCALA 1:50

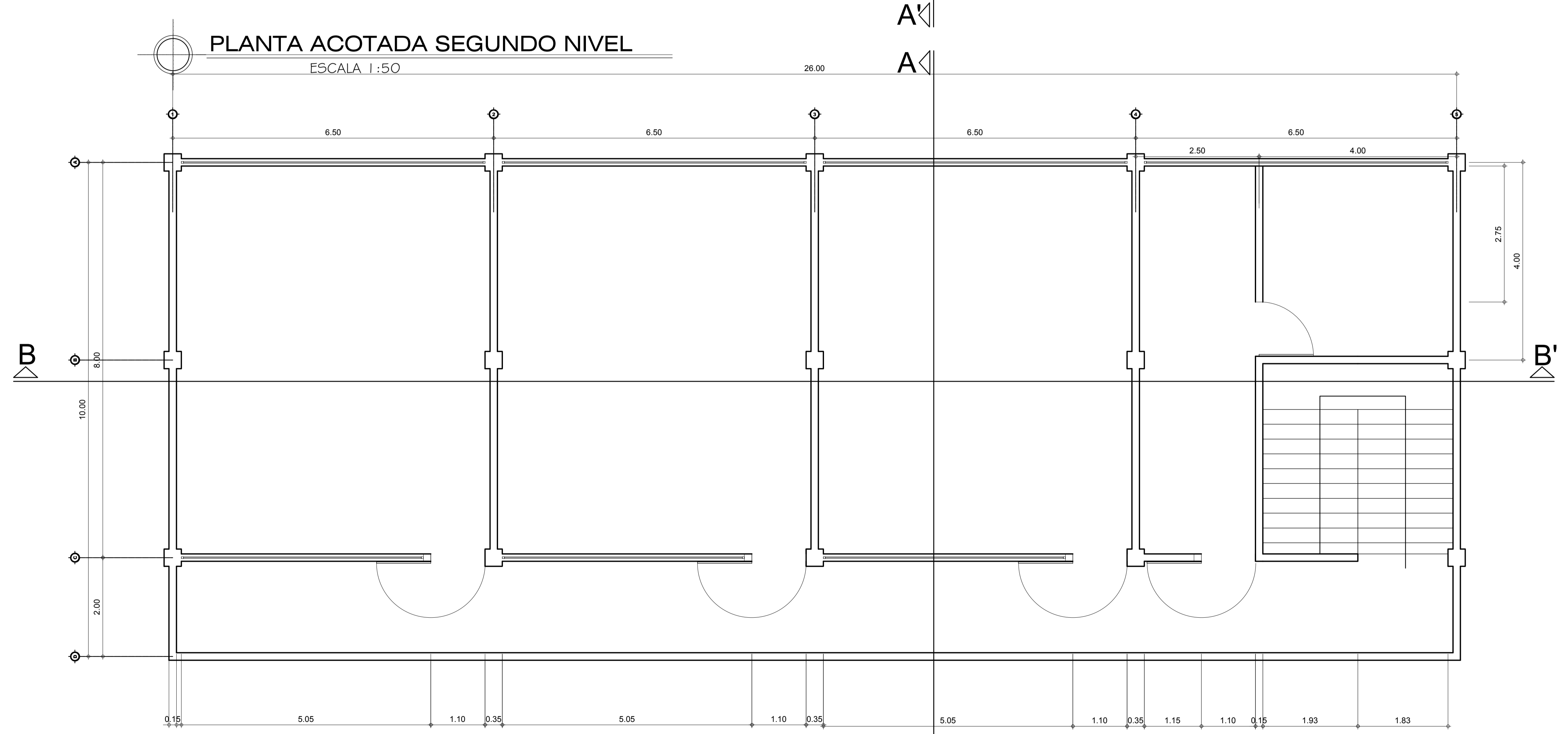



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA	
PROYECTO: CASERIO EL PARAISO, ALFALOS ENCINEROS, SOCLA	ESCALA: 1:50
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA	FECHA: ENERO 2011
DISEÑO Y CALLEJO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 4
PBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	
Ing. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRANO ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS	

**PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL**  
 ESCALA 1:50



**PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL**  
 ESCALA 1:50

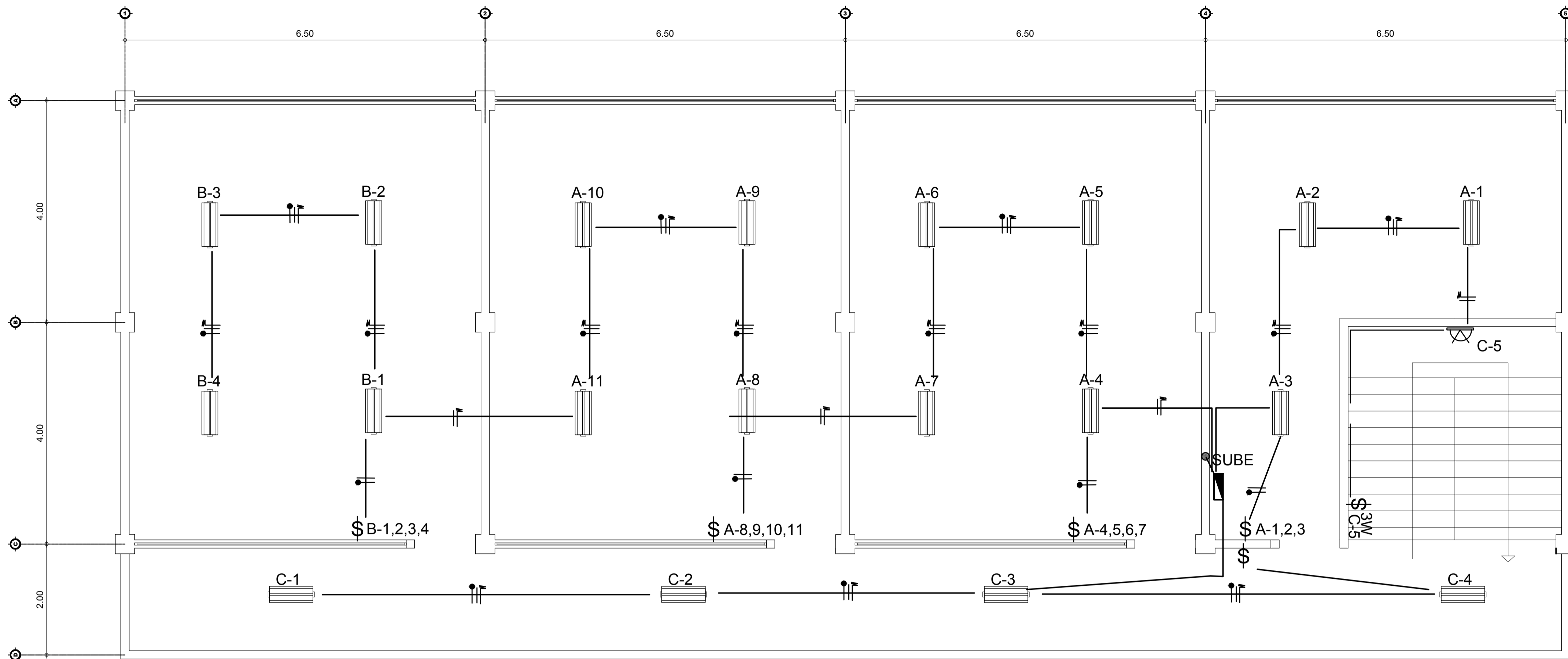


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA		
PROYECTO: CASERIO EL PARAISO, ALPA LOS INGENIEROS, SOCLA	ESCALA: 1:50	FECHA: ENERO 2011
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA		
DISEÑO Y CALLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA	PLANO No. 5	II
PBLLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA		
Ing. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ GERRANO ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS		



# ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL

ESCALA 1:50

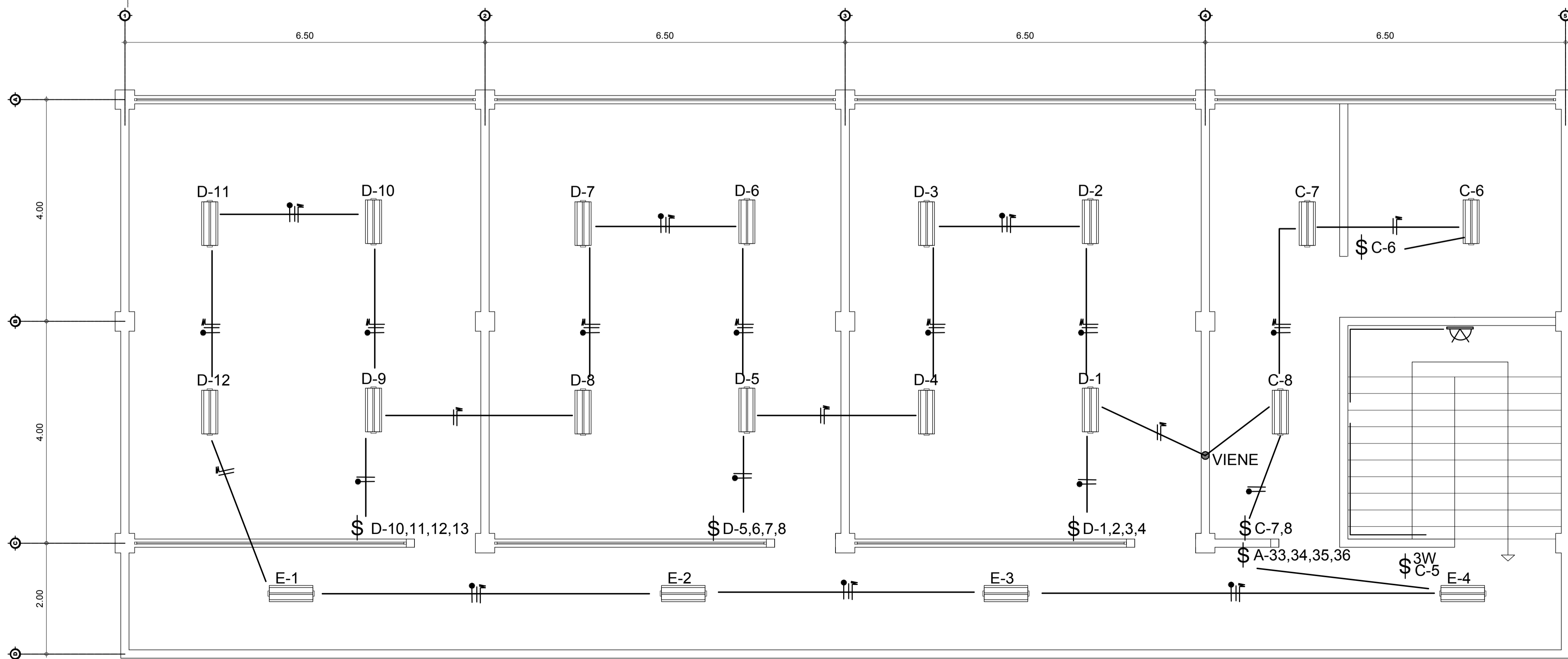


## NOMENCLATURA DE INSTALACION ELECTRICA

SIGNIFICADO	
	CONTADOR
	CAJA DE FLIPONES
	GASNEON DOBLE FLUORECENTE DE 40WTS.
	LAMPARA EN PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR THREE WAY SIMPLE
	PUNTE
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	LINEA DE RETORNO
	POLIDUCTO EN CIELO DE 1/2
	TUBERIA DE ACOMETIDA
<b>A-1</b>	CIRCUITO Y UNIDAD No. INDICADO

# ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50



## ESPECIFICACIONES:

- EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA DE 12 CON FORRO THWNN.
- TODOS LOS CONDUCTORES DEBEN DE SER MARCADOS EN LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION INDICANDO A QUE CIRCUITO PERTENECEN, PEGANDOLES ETIQUETAS LEGIBLES.
- LA ACOMETIDA SERA DE ACUERDO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO DE LA EMPRESA ELECTRICA.
- LAS CAJAS PARA LAMPARAS SERAN OCTOGONALES TIPO INDUSTRIAL CON LOS AGUJEROS Y CONECTORES QUE DEMANDE EL TUBO.
- LOS INTERRUPTORES A INSTALARSE SERAN PLASTICO DE LA MISMA MARCA Y CALIDAD.
- LAS PLACAS SERAN COLOCADAS HASTA QUE TODO EL SISTEMA HAYA SIDO REVISADO Y APROVADO POR EL SUPERVISOR.
- LOS INTERRUPTORES IRAN AUNA ALTURA DE 1.00 MTS. SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO
- TODA LA TUBERIA DE INSTALACION DE ILUMINACION Y DE FUERZA SERA DE P.V.C. ELECTRICO Y SI NO SE INDICA OTRA COSA EL DIAMETRO DE LA TUBERIA SERA DE Ø 1/2 CON CAPACIDAD PARA 3 CONDUCTORES.
- EL TABLERO DE DISTRIBUCION SERA DE TIPO EMPOTRABLE CON LA CAJA DE LAMINA DE ACERO CON ESMALTE AL HORNO, TENDRA PUERTA EMBISAGRADA CON REGISTRO LA ALTURA DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION SERA DE 1.70 METROS.
- LOS FLIPONES SERAN DE 20 AMPERIOS CADA UNO CON UN PROMEDIO DE 12 A 15 UNIDADES POR CIRCUITO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA



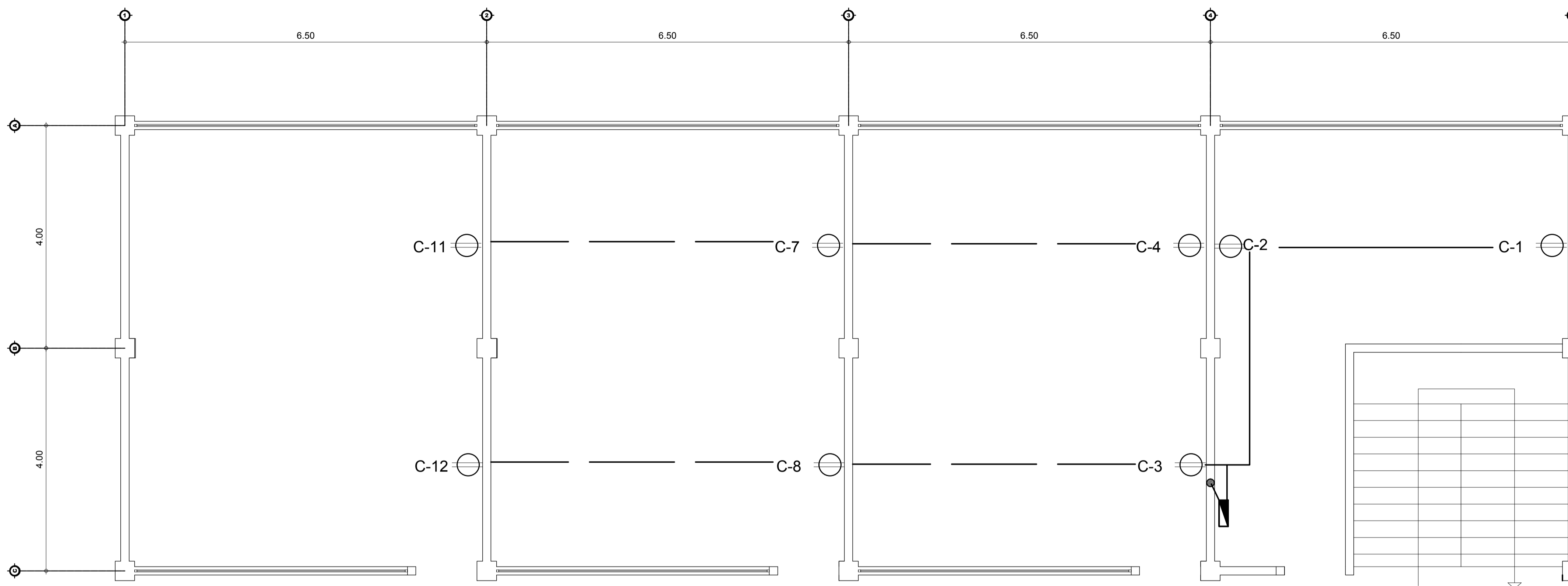
PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO  
CASERIO EL PARAISO, ALPALCOS INGENIEROS, SOCLA  
CONTENIDO: PLANTA INSTALACION ILUMINACION  
ESCALA: 1:50  
FECHA: ENERO 2011

PREPADO Y CALLEO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PUEBLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 7/11

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRÓN  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS

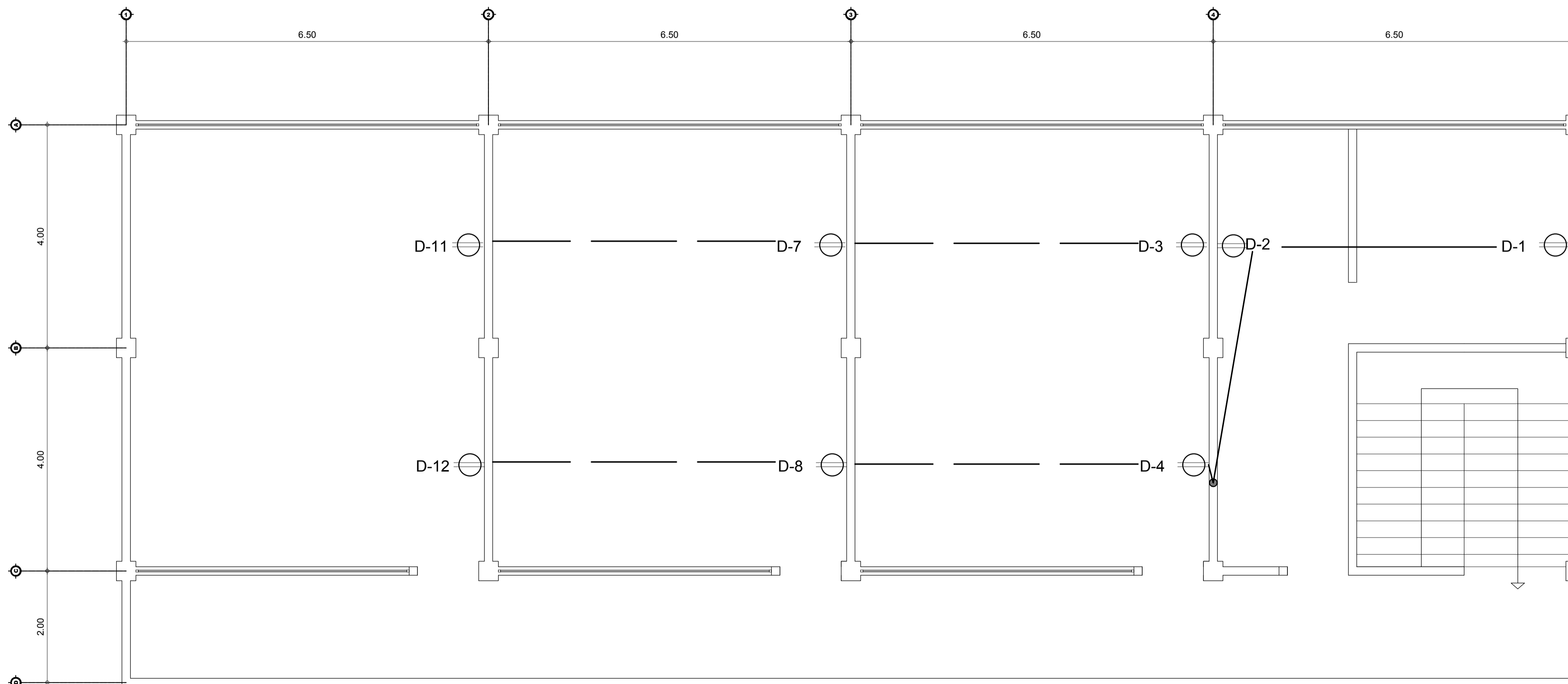
# FUERZA PRIMER NIVEL

ESCALA 1:50



# FUERZA SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50



## NOMENCLATURA DE INSTALACION ELECTRICA

SIGNIFICADO	
	CAJA DE FLIPONES
	POLIDUCTO EN TIERRA
	TOMACORRIENTE 110 VOLTIOS
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	CIRCUITO Y UNIDAD No. INDICADO

## ESPECIFICACIONES:

- EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERA DE 14 CON FORRO THWNN.
- TODOS LOS CONDUCTORES DEBEN DE SER MARCADOS EN LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION INDICANDO A QUE CIRCUITO PERTENECEN, PEGANDOLES ETIQUETAS LEGIBLES.
- LA ACOMETIDA SERA DE ACUERDO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO DE LA EMPRESA ELECTRICA.
- LAS CAJAS PARA INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES Y REGISTROS, SERAN RECTANGULARES Y CUADRADAS TIPO INDUSTRIASL, CON LOS AGUJEROS Y CONECTORES DEL TAMAÑO QUE DEMANDE EL TUBO.
- LOS INTERRUPTORES A INSTALARSE SERAN PLASTICO DE LA MISMA MARCA Y CALIDAD.
- LAS PLACAS SERAN COLOCADAS HASTA QUE TODO EL SISTEMA HAYA SIDO REVISADO Y APROVADO POR EL SUPERVISOR.
- LOS INTERRUPTORES IRÁN AUNA ALTURA DE 1.00 MTS. SOBRE EL NIVEL DEL PISO TERMINADO
- TODA LA TUBERIA DE INSTALACION DE ILUMINACION Y DE FUERZA SERA DE P.V.C. ELECTRICO Y SI NO SE INDICA OTRA COSA EL DIAMETRO DE LA TUBERIA SERÁ DE  $\varnothing \frac{1}{2}$  CON CAPACIDAD PARA 3 CONDUCTORES.
- EL TABLERO DE DISTRIBUCION SERA DE TIPO EMPOTRABLE CON LA CAJA DE LAMINA DE ACERO CON ESMALTE AL HORNO, TENDRA PUERTA EMBISAGRADA CON REGISTRO LA ALTURA DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION SERA DE 1.70 METROS.
- LOS FLIPONES SERAN DE 20 AMPERIOS CADA UNO CON UN PROMEDIO DE 12 A 15 UNIDADES POR CIRCUITO.



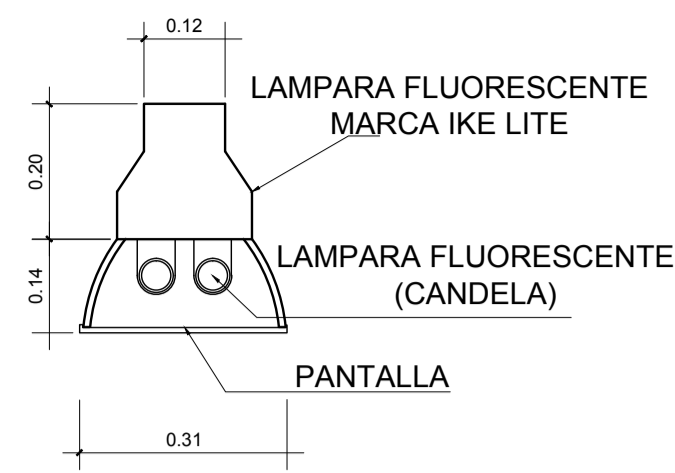
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA



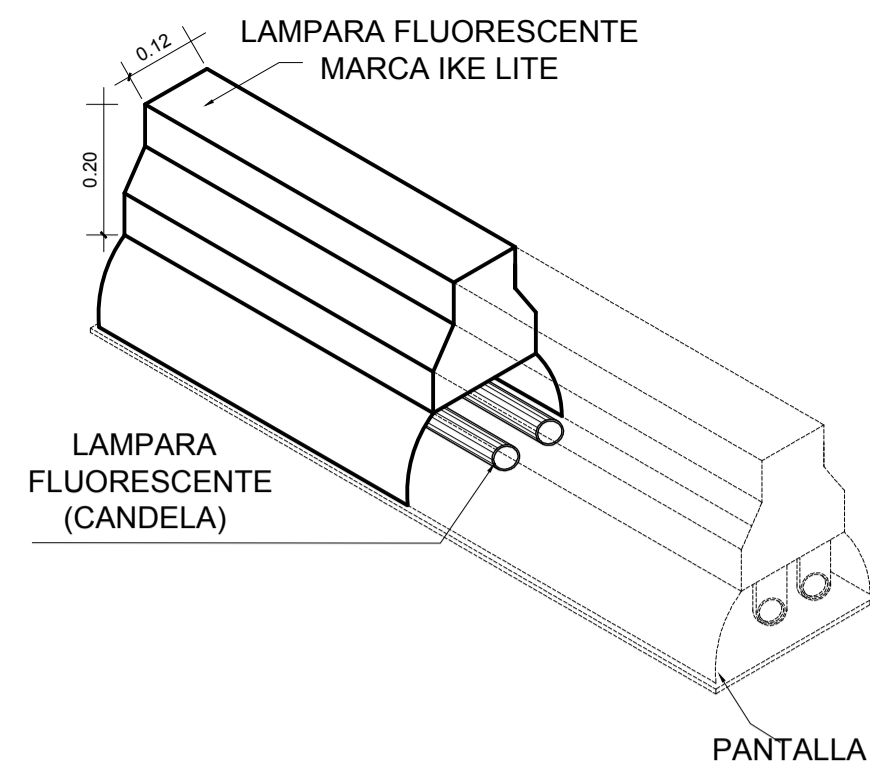
PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO  
CABERIO EL PARAISO, ALFAROS INGENIEROS, SOCLA  
CONTENIDO: PLANTA INSTALACION FUERZA  
ESCALA: 1:50  
FECHA: ENERO 2011

DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PUEBLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 8

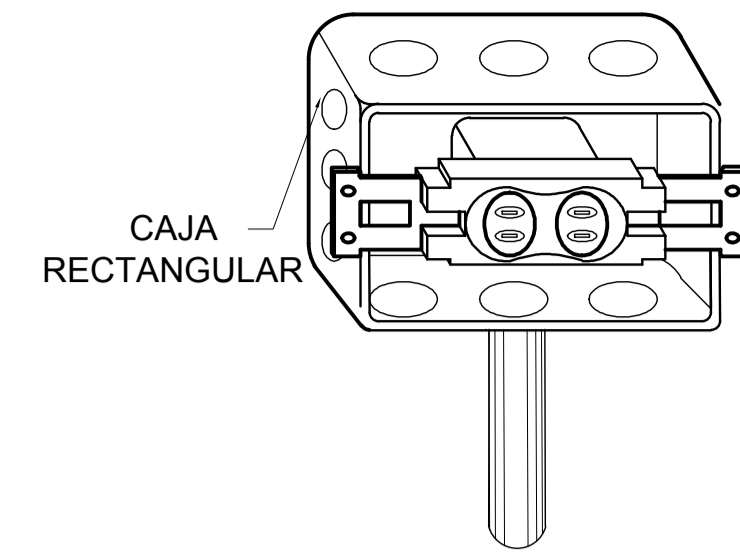
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRAND  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



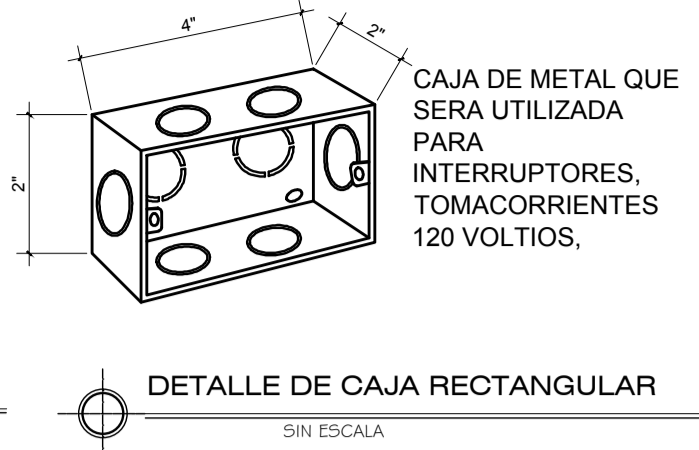
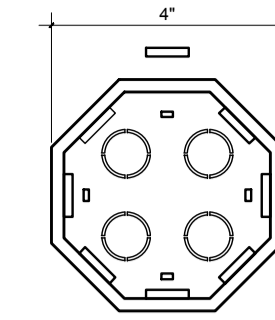
CORTE TRANSVERSAL LAMPARA FLUORESCENTE  
SIN ESCALA



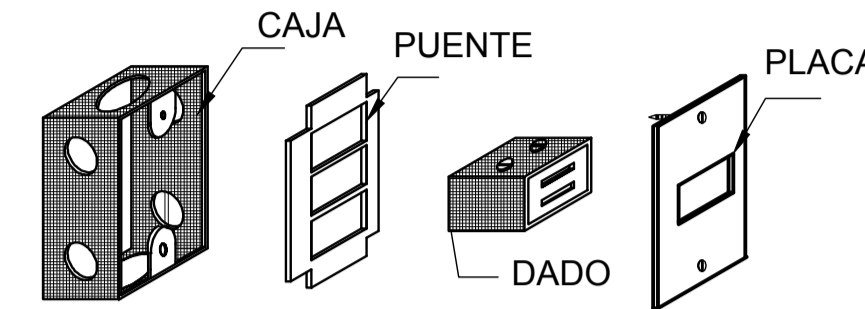
DETALLE LAMPARA FLUORESCENTE  
SIN ESCALA



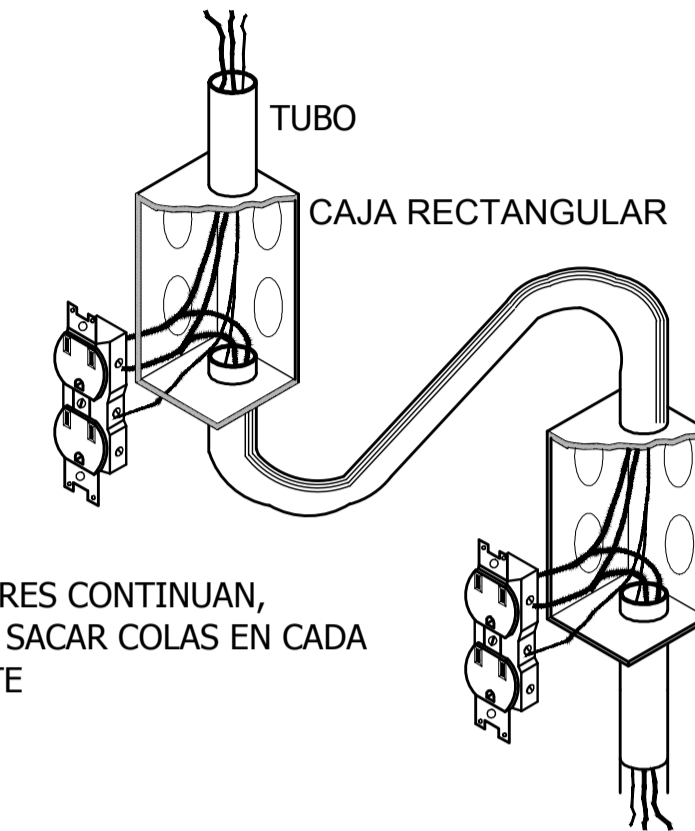
DETALLE DE CAJA OCTOGONAL  
SIN ESCALA



DETALLE DE CAJA RECTANGULAR  
SIN ESCALA

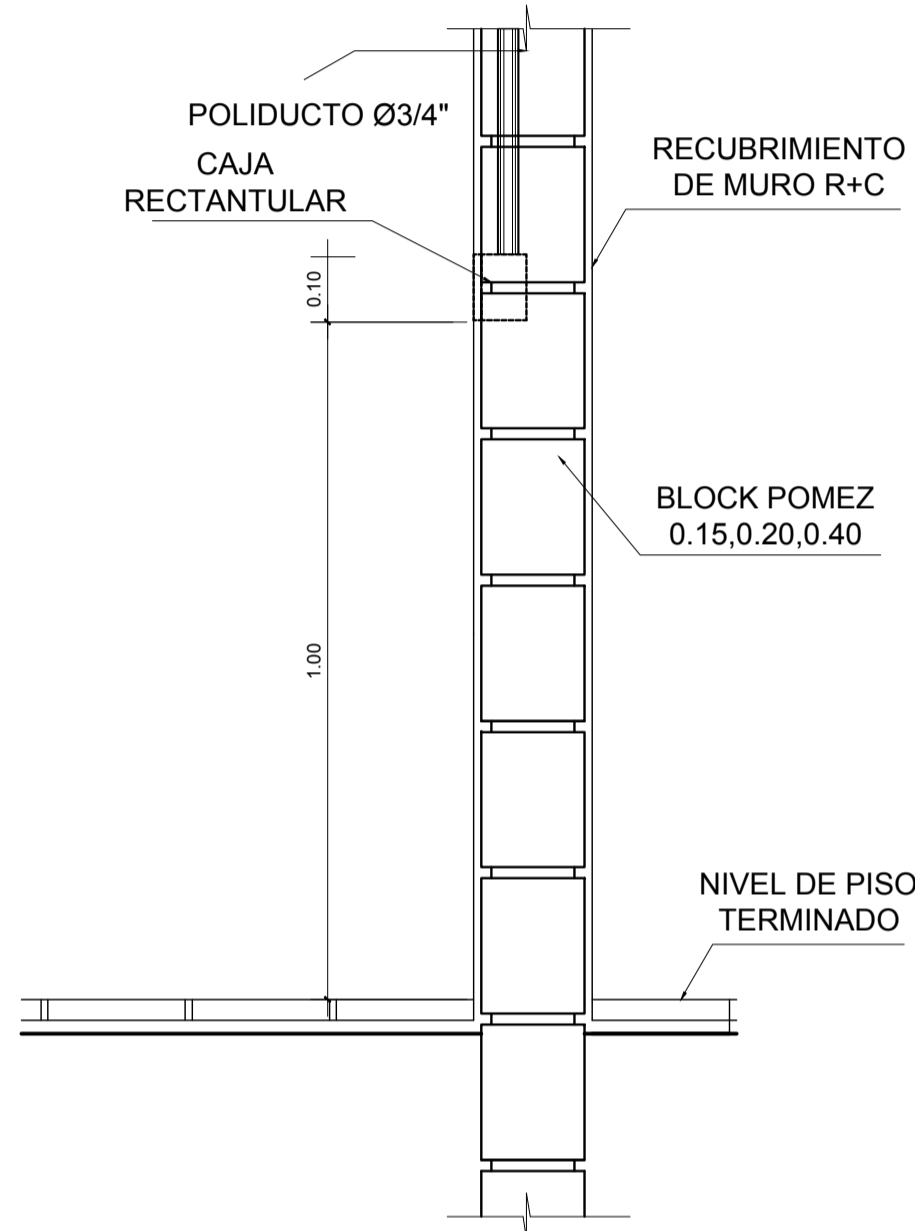


DETALLE DE ARAMADO DE TOMACORRIENTES  
SIN ESCALA

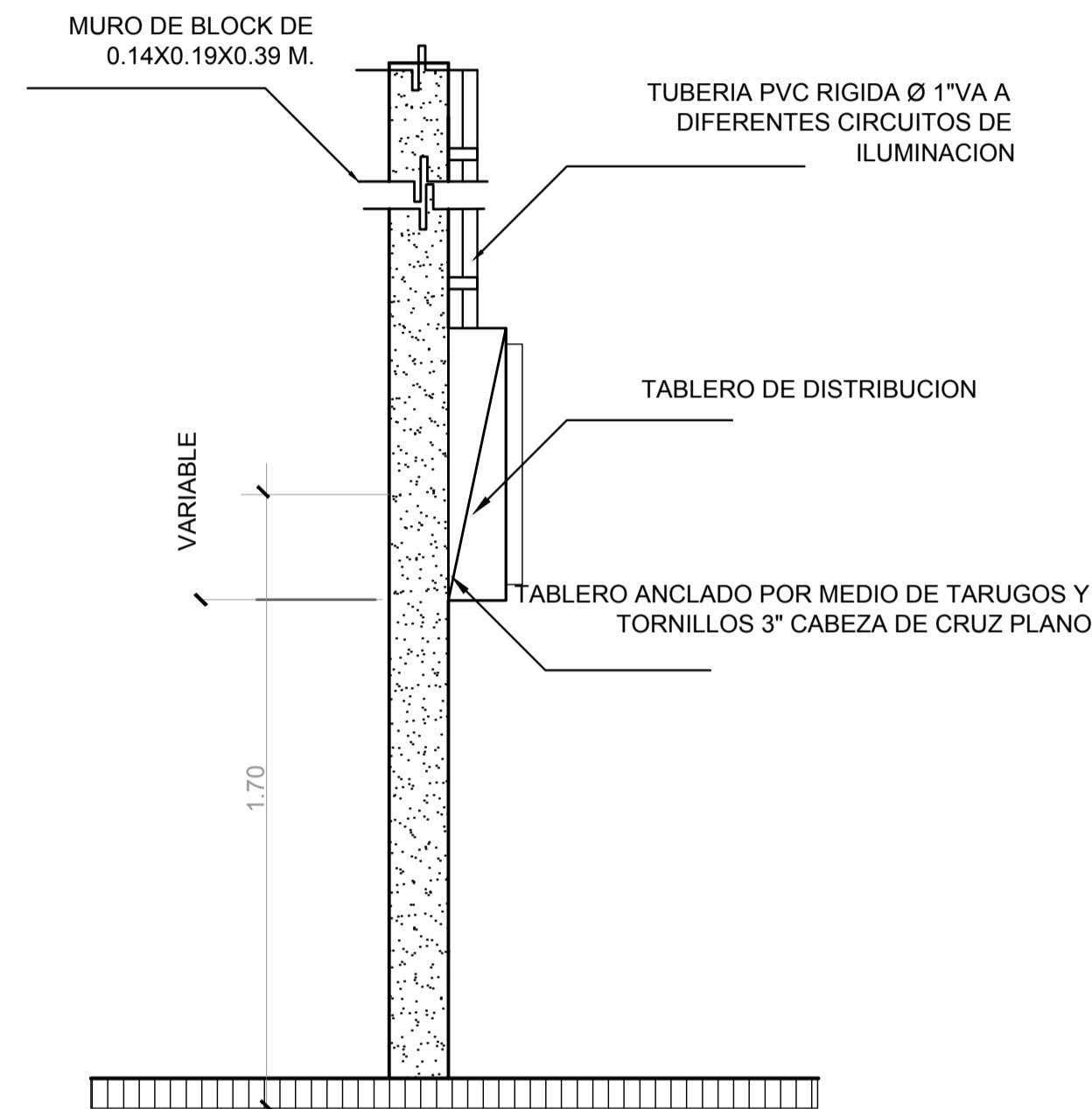


LOS CONDUCTORES CONTINUAN, NO SE CORTAN, SACAR COLAS EN CADA TOMACORRIENTE

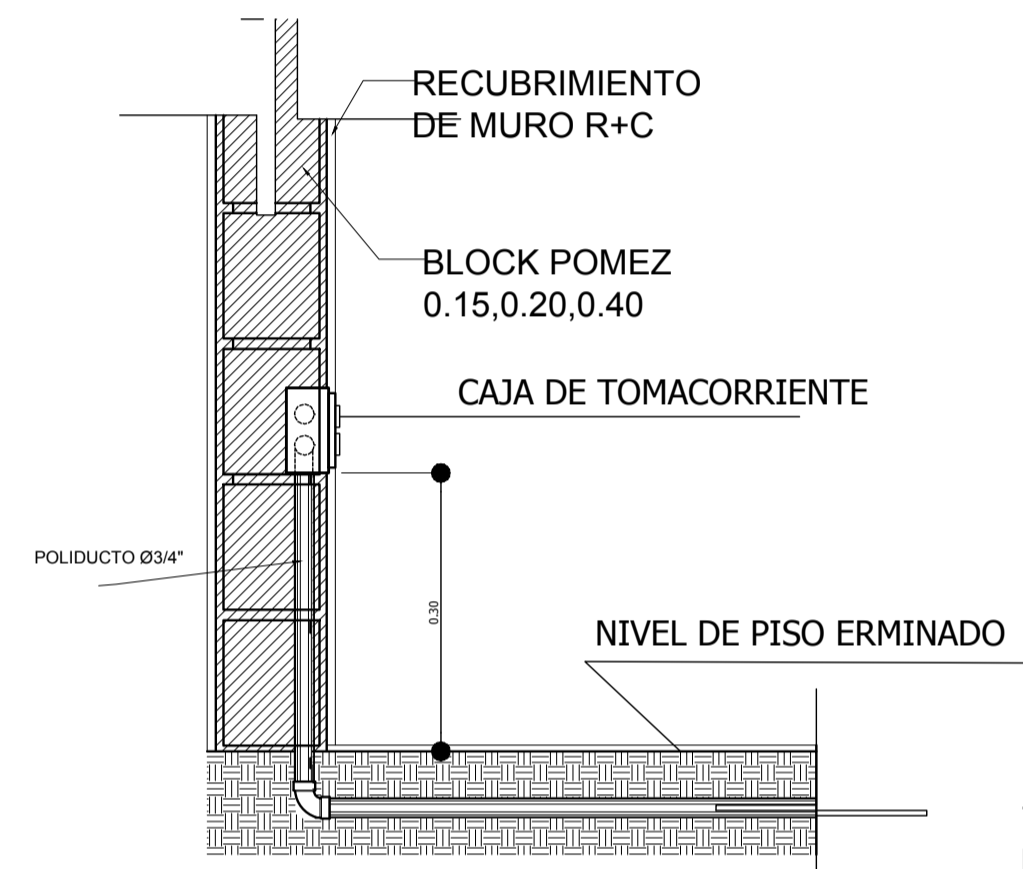
DETALLE DE CONEXION DE TOMACORRIENTE  
SIN ESCALA



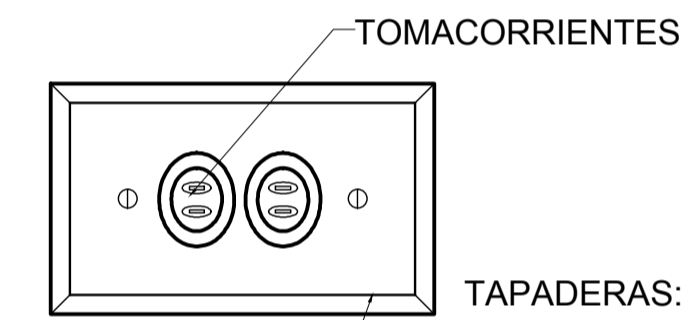
DETALLE INTERRUPTOR  
SIN ESCALA



DETALLE TABLERO DE DISTRIBUCION  
SIN ESCALA

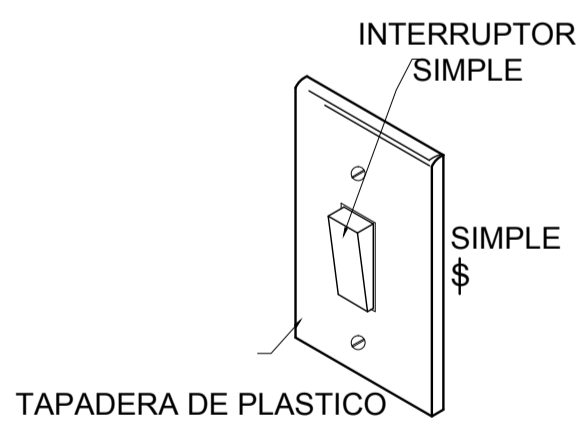


DETALLE DE TOMACORRIENTE  
SIN ESCALA

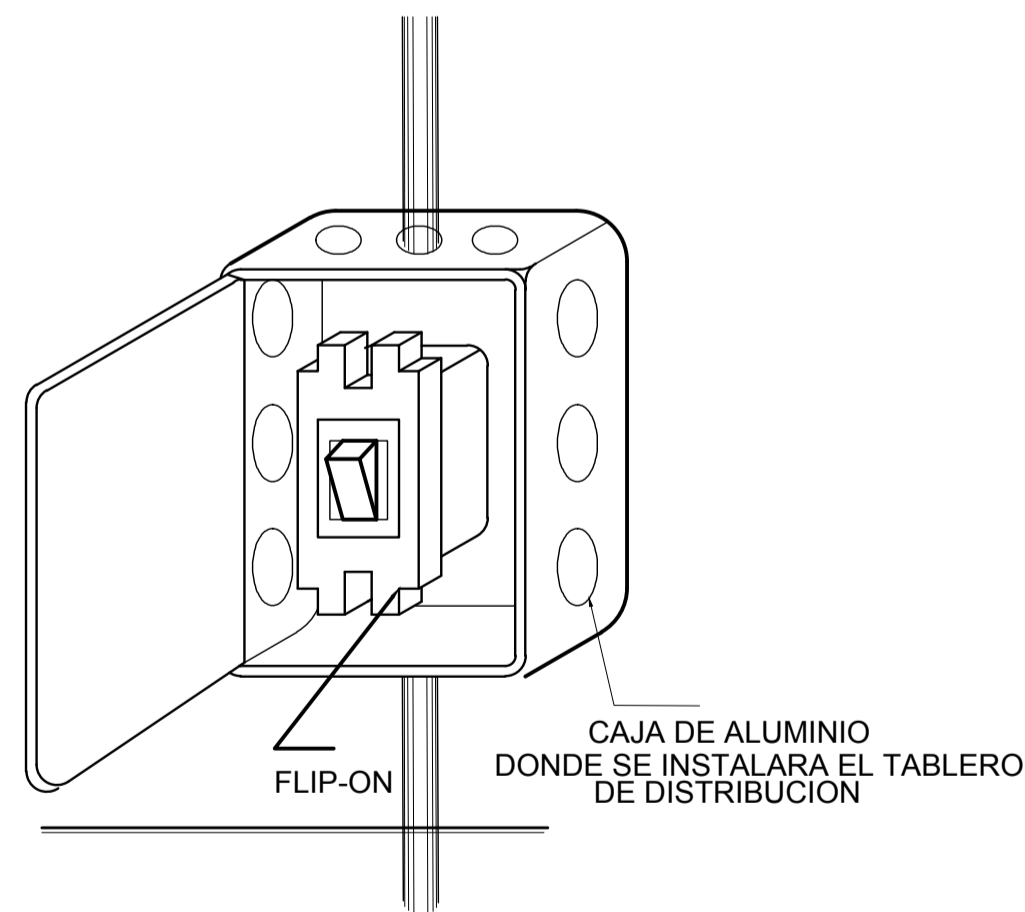


TAPADERA DE PLASTICO MARCA BETICINO SE UTILIZA PARA LA INSTALACION DEL TOMACORRIENTE, Y SIRVE PARA PROTEGER LA INSTALACION Y DARLE UNA MEJOR VISTA PUESTO QUE HAY DE VARIOS DISEÑO Y TAMAÑOS

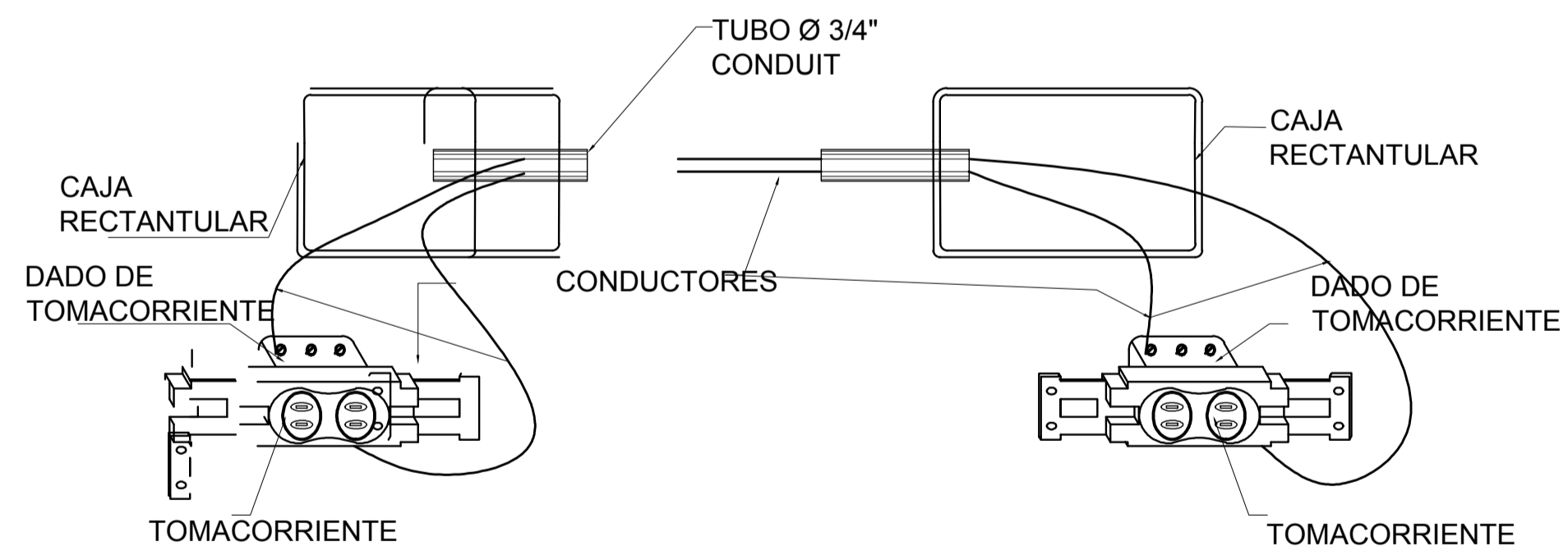
DETALLE DE TOMACORRIENTE  
SIN ESCALA



DETALLE INTERRUPTOR  
SIN ESCALA



DETALLE TABLERO DE DISTRIBUCION  
SIN ESCALA



DETALLE TABLERO DE DISTRIBUCION  
SIN ESCALA

SIN ESCALA



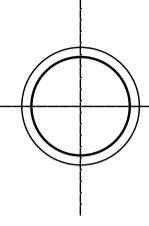
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA



PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO  
CABERIO EL PARAISO, ALPALCOS ENGENIEROS, SOCLA  
CONTENIDO: DETALLES INSTALACIONES  
ESCALA: 1:50  
FECHA: ENERO 2011

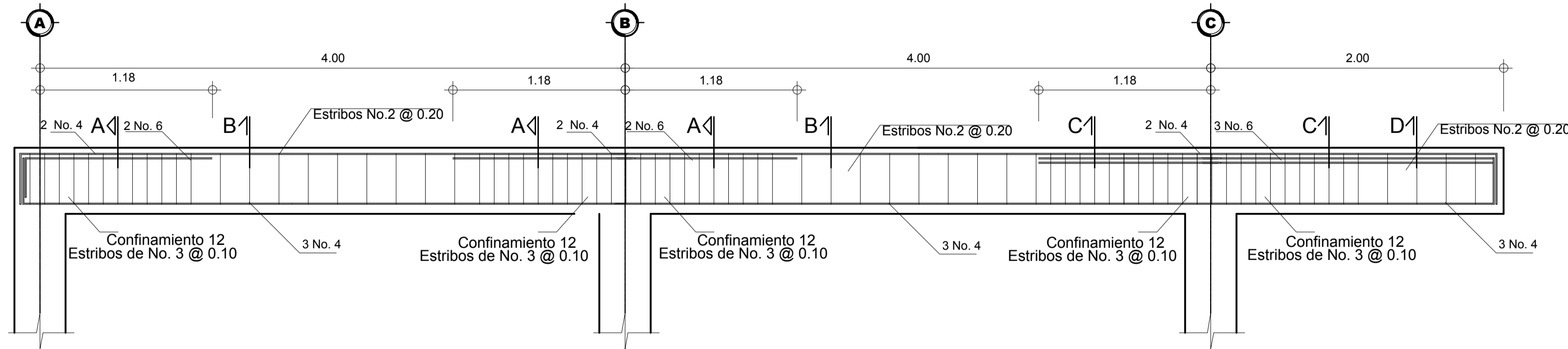
DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PLANO No. 9

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRANO  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



# DETALLE ARMADO DE VIGAS Y COLUMNAS

ESCALA 1:50



## ARAMDO DE VIGA 1

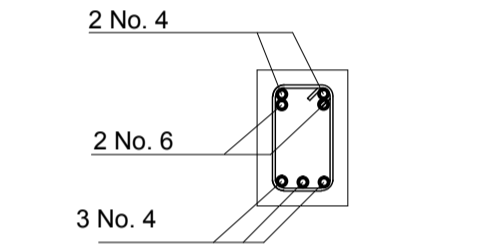
ELEVACION

## ARAMDO DE VIGA 2

ELEVACION

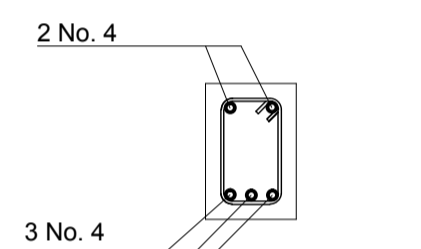
## ARAMDO DE VOLADIZO

ELEVACION



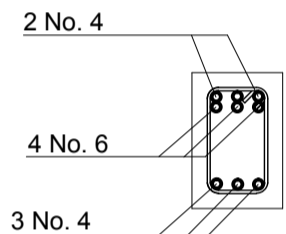
2 No. 4 + 2 No. 6 + 3 No. 4  
12 Estribos No. 3 @ 0.10  
+ el resto No. 3 @ 0.20

**VIGA 1 Y 2** SECCION A  
ESCALA 1:25



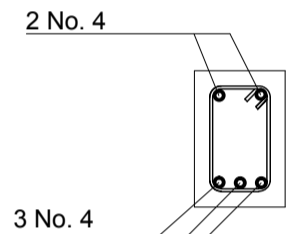
2 No. 4 + 2 No. 6 + 3 No. 4  
12 Estribos No. 3 @ 0.10  
+ el resto No. 3 @ 0.20

**VIGA 1 Y 2** SECCION B  
ESCALA 1:25



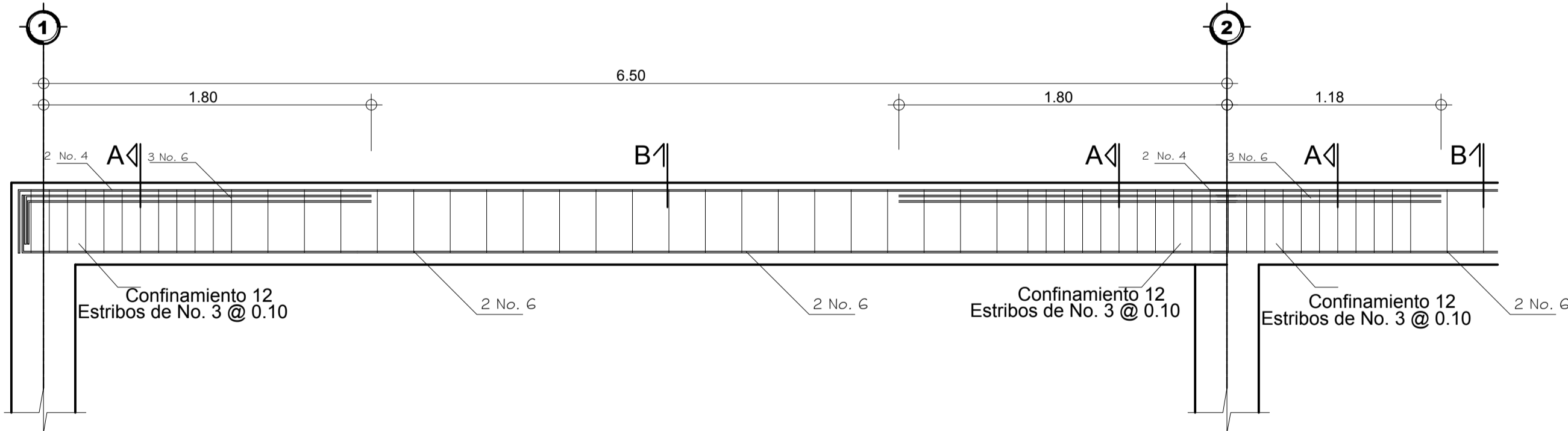
2 No. 4 + 4 No. 6 + 3 No. 4  
12 Estribos No. 3 @ 0.10  
+ el resto No. 3 @ 0.20

**VIGA 2 Y VOLADIZO** SECCION C  
ESCALA 1:25



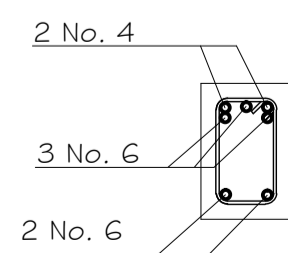
2 No. 4 + 4 No. 6 + 3 No. 4  
12 Estribos No. 3 @ 0.10  
+ el resto No. 3 @ 0.20

**VIGA 2 Y VOLADIZO** SECCION D  
ESCALA 1:25



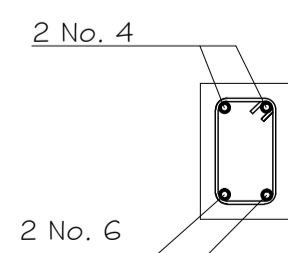
## ARAMDO DE VIGA 3

ELEVACION



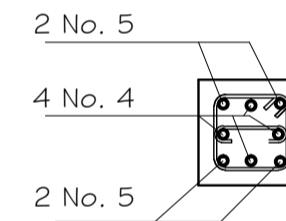
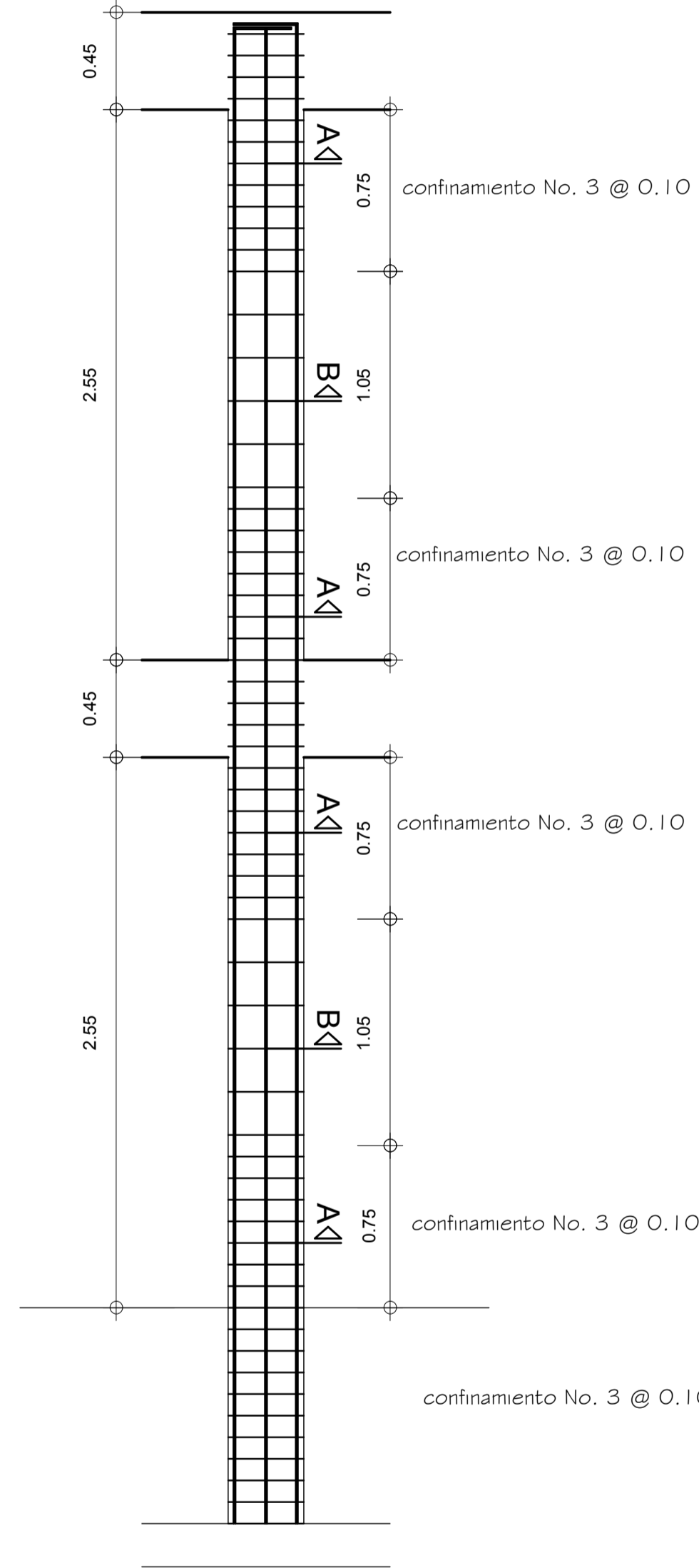
2 No. 4 + 3 No. 6 + 2 No. 6  
12 Estribos No. 2 @ 0.10  
+ el resto No. 2 @ 0.20

**VIGA 3** SECCION A  
ESCALA 1:25



2 No. 4 + 3 No. 6 + 2 No. 6  
12 Estribos No. 2 @ 0.10  
+ el resto No. 2 @ 0.20

**VIGA 3** SECCION B  
ESCALA 1:25



4 No. 5 + 4 No. 4  
confinamiento No. 3 @ 0.10  
+ el resto No. 3 @ 0.20

**COLUMNA C-1** SECCION B  
ESCALA 1:25



Columna 0.15m x 0.15m  
4 No. 3  
estribo No. 2 @ 0.15m

**COLUMNA C-2**  
ESCALA 1:25

## ARAMDO DE COLUMNA C-1

ELEVACION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA



PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO  
CASERIO EL PARAISO, ALFALOS ENCIENROS, SOCLA

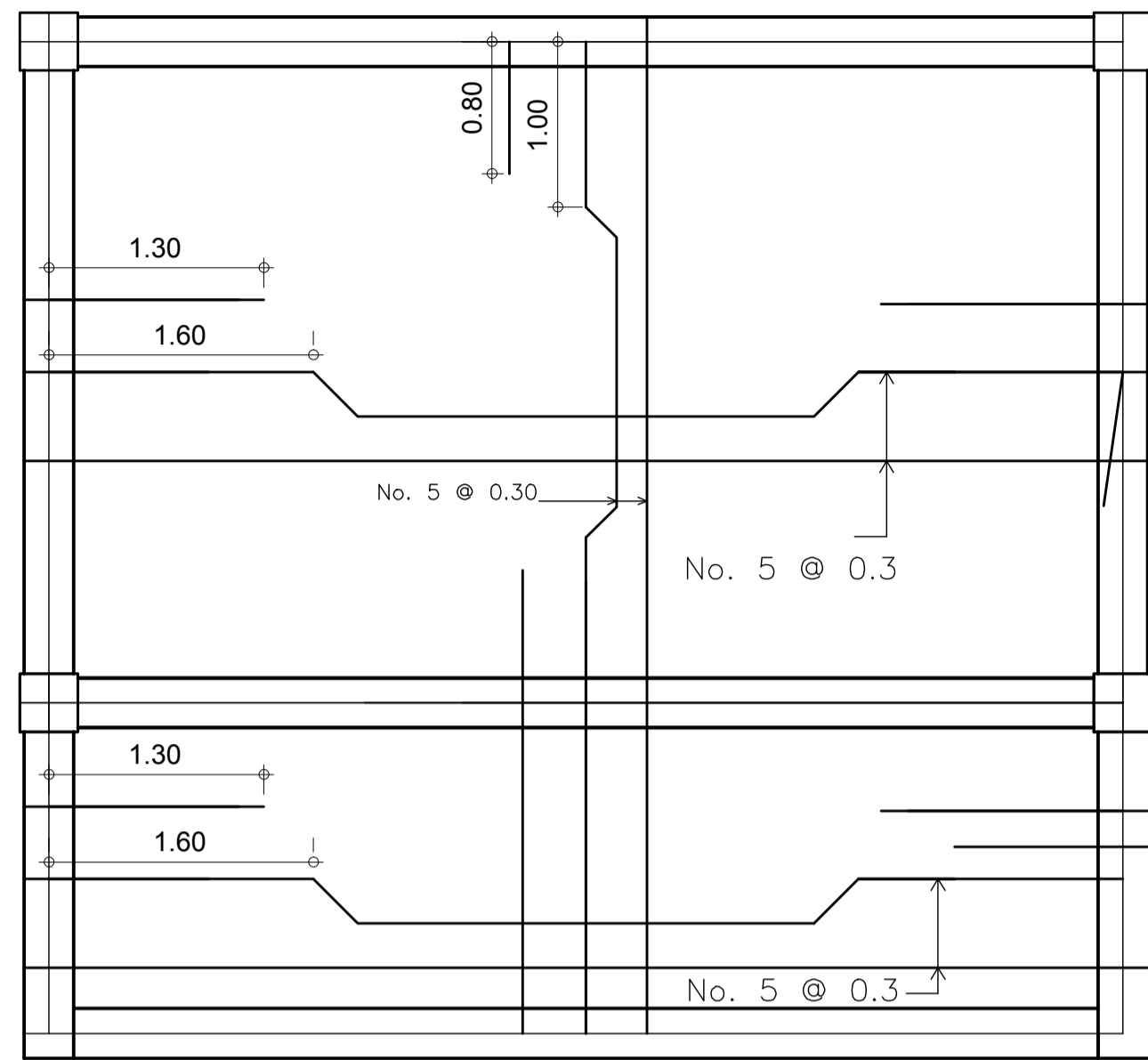
ESCALA: 1:25  
FECHA: ENERO 2011

DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA  
PUBLO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA

PLANO No. 10

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRÓN  
ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS



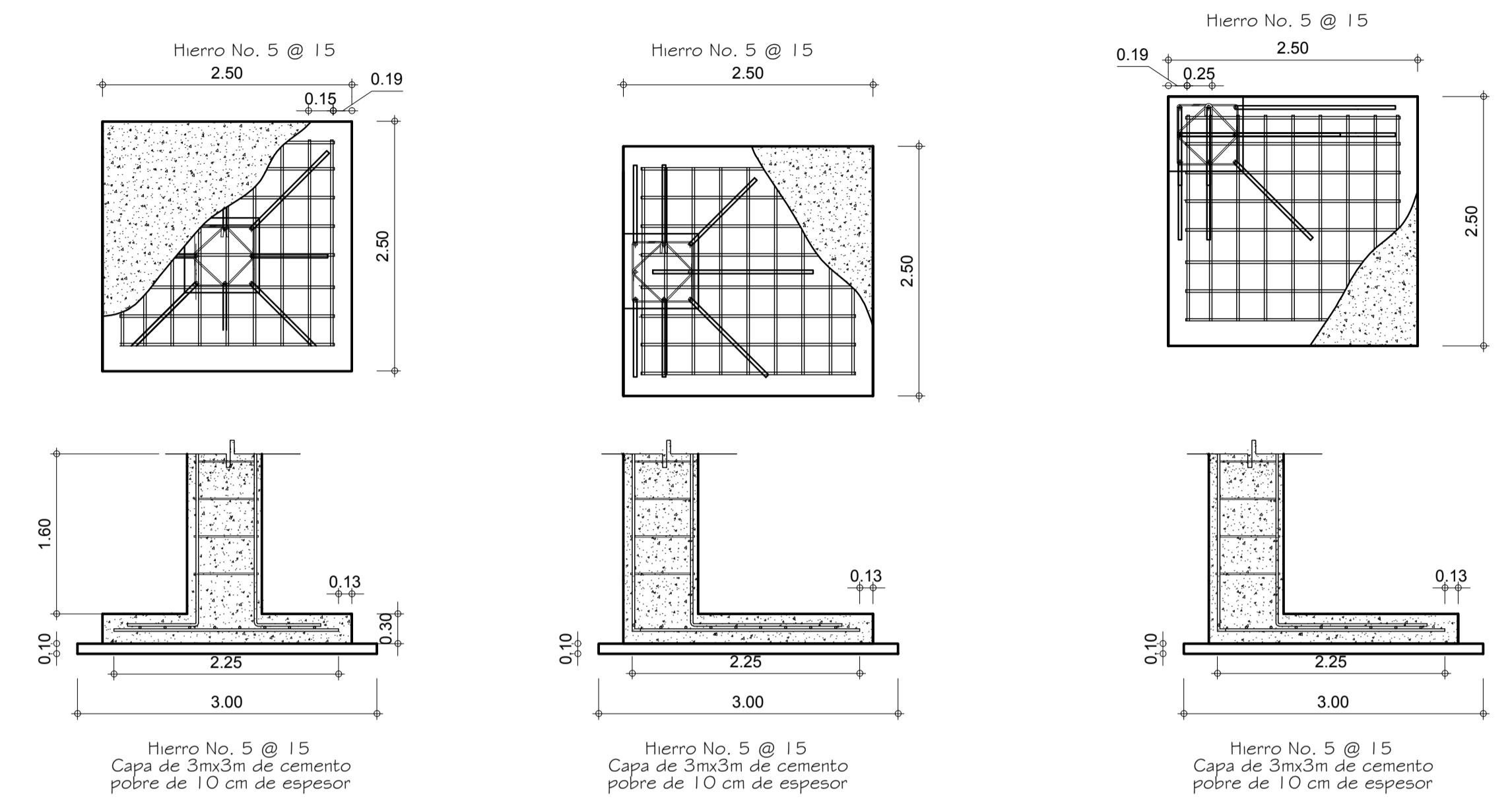


LOSA 1

LOSA 2

**DETALLE DE ZAPATAS**  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50

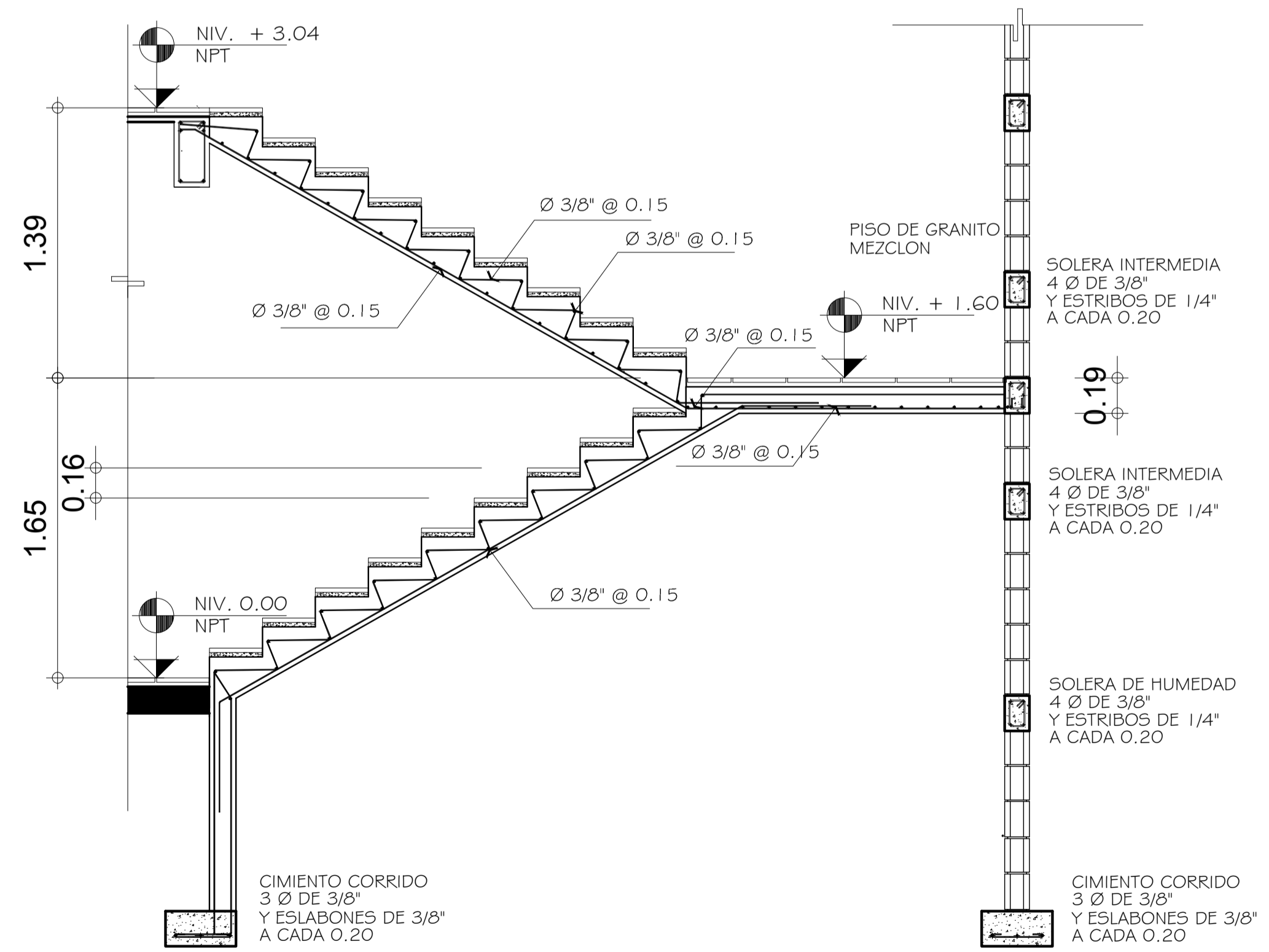
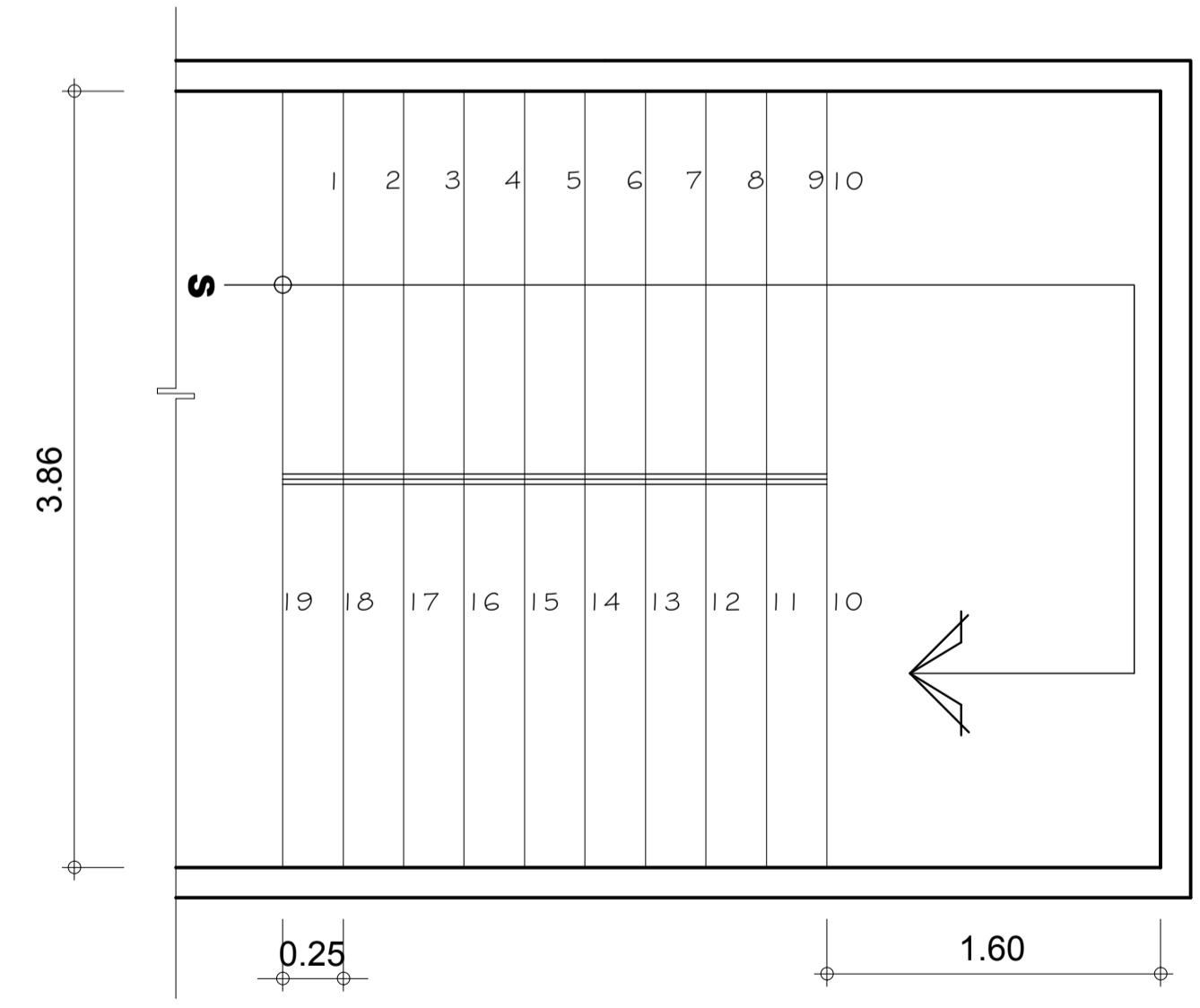


**ZAPATA TIPO 1**  
CASO 1

**ZAPATA TIPO 1**  
CASO 2

**ZAPATA TIPO 1**  
CASO 3

**DETALLE DE ARMADO DE LOSA**  
ESCALA 1:50



**DETALLE DE ARMADO DE GRADAS**  
ESCALA 1:50

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA</p>		
<p>PROYECTO: AMPLIACION ESCUELA EL PARAISO CABERIO EL PARAISO, ALPALCOS ENGENIEROS, SOCLA</p>	<p>ESCALA: 1:50</p>	<p>FECHA: ENERO 2011</p>
<p>CONTENIDO: PLANTA INSTALACION ILUMINACION</p>		
<p>DISEÑO Y CALCULO: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA</p>	<p>PLANO No. 11</p>	
<p>PROBLEMA: LUIS ROBERTO ALFARO DE ARCA</p>		
<p>ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ BARRAND ASESOR Y SUPERVISOR DE EPS</p>		

ANEXO: Ensayos de laboratorio