



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO  
PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA  
BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**

**Hans Estuardo Posadas Pop**  
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO  
PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA  
BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HANS ESTUARDO POSADAS POP**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballo Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

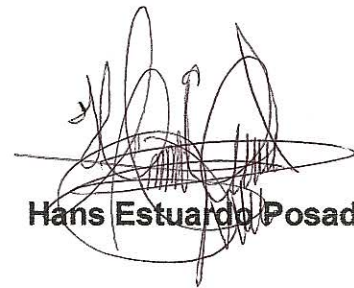
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hans Estuardo Posadas Pop', written over a circular stamp or seal that is mostly obscured by the ink.

**Hans Estuardo Posadas Pop**



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de mayo de 2012  
Ref.EPS.DOC.743.05.12

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 **Hans Estuardo Posadas Pop** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200615110**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA”**.

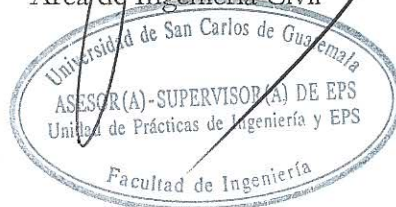
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/ra



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



Guatemala,  
11 de julio de 2012

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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hans Estuardo Posadas Pop, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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 INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,  
3 septiembre de 2012

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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hans Estuardo Posadas Pop, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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  
USA

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de septiembre de 2012  
Ref.EPS.D.756.09.12

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 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hans Estuardo Posadas Pop**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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. Sigrid Alfiza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Hans Estuardo Posadas Pop, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco




Guatemala, noviembre 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO PASALJÁ Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Hans Estuardo Posadas Pop, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en funciones



Guatemala, 22 de noviembre de 2012

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
<b>Mispadres</b>	Elva Yolanda Pop Ponce y José Gabriel Posadas Figueroa.
<b>Mihermana</b>	Kandy Rocío Posadas Pop.
<b>Misabuelos</b>	Elías Posadas(q.e.p.d.), Ofelina Figueroa, Ernesto Pop (q.e.p.d.), Adela Ponce(q.e.p.d.)
<b>Mifamiliaengeneral</b>	Con mucho afecto.
<b>Misamigos</b>	En especial a Darwin Espino, César Hernández, Randy Aroch y los hermanos Ávila Alarcón.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería.
<b>Mis padres</b>	Por su apoyo y consejos para poder realizar esta meta.
<b>Mi hermana</b>	Kandy Rocío, por su paciencia y confianza.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Juan Merck Cos, por toda la colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
<b>La Municipalidad de Esquipulas</b>	En especial a la Dirección Municipal de Planificación, por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en su localidad y el apoyo brindado.
<b>Mis tías</b>	Elsa Pop y Aura Pop, por su apoyo y confianza depositados en mi persona a lo largo de la carrera.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos para ser ingeniero civil.
<b>La Universidad de San Carlos</b>	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XXI
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de los caseríos, Pasaljá y Agua Buena .....	1
1.1.1. Aspectos generales .....	1
1.1.2. Antecedentes históricos.....	1
1.1.3. Localización .....	2
1.1.4. Situación demográfica .....	3
1.1.5. Aspectos económicos y actividades productivas .....	3
1.1.6. Extensión .....	3
1.1.7. Límites .....	3
1.1.8. Clima .....	4
1.1.9. Vías de acceso .....	4
1.1.10. Servicios públicos .....	5
1.1.11. Comercio .....	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Pasaljá y Agua Buena, municipio de Esquipulas, Chiquimula .....	5
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	6
1.2.2. Evaluación de las necesidades.....	7

1.2.3.	Priorización de las necesidades .....	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño de edificación escolar de dos niveles para el caserío Agua Buena .....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Investigación preliminar.....	10
2.1.2.1.	Terreno disponible.....	10
2.1.2.2.	Análisis de suelos y determinación de valor soporte.....	10
2.1.2.3.	Ubicación del edificio en el terreno.....	12
2.1.2.4.	Distribución de ambientes .....	12
2.1.2.5.	Altura del edificio .....	13
2.1.2.6.	Selección del sistema estructural a usar .....	13
2.1.3.	Análisis estructural .....	14
2.1.3.1.	Predimensionamiento estructural .....	14
2.1.3.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos .....	18
2.1.3.3.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles .....	19
2.1.3.3.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles .....	19
2.1.3.3.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	24

	2.1.3.3.3.	Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis numérico y comparación por medio de software .....	36
	2.1.3.3.4.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	45
	2.1.3.3.5.	Diagramas de momento y corte.....	47
2.1.4.		Diseño estructural .....	51
	2.1.4.1.	Diseño de losas .....	51
	2.1.4.2.	Diseño de vigas .....	62
	2.1.4.3.	Diseño de columnas .....	68
	2.1.4.4.	Diseño de cimientos .....	80
	2.1.4.5.	Diseño de gradas.....	88
2.1.5.		Elaboración de presupuesto .....	100
2.1.6.		Evaluación de impacto ambiental .....	102
2.2.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Pasaljá .....	106
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	106
	2.2.2.	Localización de fuentes de abastecimiento y aforos.....	107
	2.2.3.	Calidad del agua.....	108
	2.2.3.1.	Análisis físico-químico sanitario.....	108
	2.2.3.2.	Análisis bacteriológico .....	108
2.2.4.		Levantamiento topográfico .....	109
2.2.5.		Criterios de diseño.....	110
	2.2.5.1.	Período de diseño.....	110

2.2.5.2	Tasa de crecimiento poblacional .....	111
2.2.5.3	Dotación .....	112
2.2.5.4	Factores de consumo .....	112
2.2.6	Determinación de caudales .....	114
2.2.6.1	Caudal medio diario (Qm) .....	114
2.2.6.2	Caudal máximo diario (Qmáx.diario) ..	115
2.2.6.3	Caudal máximo horario (Qmáx.horario) .....	115
2.2.7	Parámetros de diseño .....	116
2.2.8	Diseño de los componentes del sistema .....	118
2.2.8.1	Captación .....	118
2.2.8.2	Línea de conducción .....	119
2.2.8.3	Tanque de almacenamiento .....	121
2.2.8.4	Línea de distribución .....	134
2.2.8.5	Red de distribución.....	135
2.2.8.6	Sistema de desinfección.....	142
2.2.9	Programa de operación y mantenimiento.....	143
2.2.10	Propuesta de tarifa .....	151
2.2.11	Elaboración de planos.....	152
2.2.12	Elaboración de presupuesto.....	152
2.2.13	Evaluación socioeconómica .....	153
2.2.13.1	Valor Presente Neto (VPN) .....	154
2.2.13.2	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	155
2.2.14	Evaluación de impacto ambiental.....	156
CONCLUSIONES.....		161
RECOMENDACIONES.....		163
BIBLIOGRAFÍA.....		165
APÉNDICE .....		167



ANEXOS..... 171



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización.....	2
2.	Área tributaria columna crítica.....	16
3.	Modelo matemático de marcos críticos X y Y.....	18
4.	Áreas tributarias para vigas.....	22
5.	Planta de segundo nivel, distribución de fuerzas por marco .....	34
6.	Planta de primer nivel, distribución de fuerzas por marco.....	35
7.	Carga horizontal sentido X marco 2 .....	35
8.	Carga horizontal sentido Y marco D.....	36
9.	Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco X .....	37
10.	Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco Y .....	37
11.	Diagrama de momentos en vigas por carga viva marco X .....	38
12.	Diagrama de momentos en vigas por carga viva marco Y .....	38
13.	Diagrama de momentos en vigas por carga de sismo marco X .....	39
14.	Diagrama de momentos en vigas por carga de sismo marco Y .....	39
15.	Diagrama de momentos en columnas por carga muerta marco X .....	40
16.	Diagrama de momentos en columnas por carga muerta marco Y .....	40
17.	Diagrama de momentos en columnas por carga viva marco X .....	41
18.	Diagrama de momentos en columnas por carga viva marco Y .....	41
19.	Diagrama de momentos en columnas por carga de sismo marco X .....	42
20.	Diagrama de momentos en columnas por carga de sismo marco Y .....	42
21.	Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco X utilizando SAP 2000 .....	43

22.	Diagrama de momentos en viga D-E por carga muerta marco X en el primer nivel, utilizando SAP 2000 .....	44
23.	Diagrama de envolvente momentos en vigas marco X.....	45
24.	Diagrama de envolvente de momentos en vigas marco Y.....	46
25.	Diagrama de envolvente momentos en columnas marco X.....	46
26.	Diagrama de envolvente de momentos en columnas marco Y.....	47
27.	Diagrama de corte en vigas marco X.....	49
28.	Diagrama de corte en vigas marco Y.....	49
29.	Diagrama de corte en columnas marco X.....	50
30.	Diagrama de corte en columnas marco Y.....	50
31.	Planta de losas .....	51
32.	Determinación de los momentos en losas .....	53
33.	Momentos no balanceados en losas.....	55
34.	Balanceo de momentos .....	56
35.	Momentos balanceados en losas del primer nivel .....	58
36.	Detalle de armado en losas .....	61
37.	Detalle de viga y secciones.....	68
38.	Detalle de columnas .....	79
39.	Corte simple en zapata .....	83
40.	Corte punzonante en zapata.....	84
41.	Detalle de armado de zapata .....	86
42.	Detalle de cimiento corrido de sección trapezoidal .....	88
43.	Planta módulo de gradas .....	89
44.	Sección transversal módulo de gradas .....	92
45.	Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría.....	95
46.	Captación.....	119
47.	Dimensiones del tanque (perfil de muro) .....	125
48.	Dimensiones del tanque (planta) .....	126
49.	Diagrama de momentos sobre losa del tanque.....	128

50.	Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro.....	130
51.	Área tributaria de losa sobre el muro .....	131

## TABLAS

I.	Espesores mínimos de viga según ACI.....	15
II.	Cargas vivas mínimas .....	21
III.	Centro de rigidez eje X.....	30
IV.	Centro de rigidez en el eje Y .....	30
V.	Fuerzas por marco eje X segundo nivel.....	32
VI.	Fuerzas por marco eje Y segundo nivel .....	33
VII.	Fuerzas por marco eje X primer nivel.....	33
VIII.	Fuerzas por marco eje Y primer nivel.....	34
IX.	Resumen de cálculo de momentos .....	55
X.	Resumen diseño de vigas a flexión.....	66
XI.	Peso de accesorios para método de Hunter .....	94
XII.	Diámetros mínimos de tubos para sub-ramales.....	96
XIII.	Unidades de Hunter de contribución de los aparatos sanitarios y diámetro nominal de los ramales de descarga.....	96
XIV.	Dimensiones de ramales de drenajes .....	97
XV.	Presupuesto de edificación escolar.....	100
XVI.	Cuadro de impactos ambientales.....	103
XVII.	Datos de aforo.....	107
XVIII.	Cálculo de momentos respecto al punto A.....	133
XIX.	Actividades periódicas para el mantenimiento de la línea de conducción .....	147
XX.	Actividades periódicas para el mantenimiento del tanque de almacenamiento .....	149
XXI.	Actividades periódicas para el mantenimiento de válvulas .....	150

XXII.	Actividades periódicas para el mantenimiento de la línea de distribución.....	151
XXIII.	Presupuesto de sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pasaljá .....	153
XXIV.	Cuadro de impactos ambientales .....	157

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Altura
<b>Hv</b>	Altura de viga
<b>A</b>	Área
<b>As</b>	Área de acero
<b>Av</b>	Área de la varilla
<b>At</b>	Área tributaria
<b>P`t</b>	Carga de trabajo
<b>Wm</b>	Carga muerta distribuida
<b>P</b>	Carga puntual
<b>CU</b>	Carga última
<b>CUT</b>	Carga última total

<b>Q</b>	Caudal
<b>Qd</b>	Caudal de diseño
<b>Qmáx</b>	Caudal máximo
<b>Qm</b>	Caudal medio
<b>CM</b>	Centro de masa
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>k</b>	Coefficiente de longitud efectiva
<b>Cu</b>	Cohesión
<b><math>\rho</math></b>	Cuantía de acero
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro
<b>V</b>	Esfuerzo de corte
<b>Vr</b>	Esfuerzo de corte resistido
<b>Fy</b>	Esfuerzo de fluencia para el acero
<b>t</b>	Espesor
<b>e</b>	Excentricidad



<b>FCU</b>	Factor de carga última
<b>FS</b>	Factor de seguridad
<b>Fa</b>	Fuerza activa sobre muro
<b>S</b>	Fuerza de sismo
<b>Hp</b>	Fuerza pasiva sobre muro
<b>I</b>	Inercia
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>long.</b>	Longitud
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>M</b>	Momento
<b>Mact</b>	Momento activo sobre muro
<b>MB</b>	Momento balanceado
<b>Mcm</b>	Momento por carga muerta
<b>Mcv</b>	Momento por carga viva

<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>Hf</b>	Pérdida de energía por fricción
<b>W</b>	Peso
<b>γ</b>	Peso específico
<b>Wc</b>	Peso específico del concreto
<b>Q</b>	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
<b>q</b>	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
<b>Rec</b>	Recubrimiento
<b>ψ</b>	Relación de empotramiento en columna
<b>E</b>	Relación de esbeltez en columna
<b>m</b>	Relación entre lado corto y lado largo en losas
<b>F'c</b>	Resistencia última del concreto
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>Vs</b>	Valor soporte

**Vol**

Volumen



## **GLOSARIO**

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas, etc.
<b>Aforo</b>	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
<b>Agregado</b>	Material granular, como arena, grava, piedra chancada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
<b>Análisis de agua</b>	Es el conjunto de parámetros, que tienen por objeto definir la calidad del agua, al relacionarlos con normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables y/o permisibles, para el uso benéfico, al cual se destine.
<b>Carga axial</b>	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.

<b>Carga estática</b>	También es llamada presión estática, y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompe presión, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
<b>Carga dinámica</b>	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Carga muerta</b>	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
<b>Carga viva</b>	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
<b>Cimiento corrido</b>	Es el que se construye debajo de un muro.

<b>Columna</b>	Elemento con una razón entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
<b>Consumo</b>	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
<b>Deflexión</b>	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
<b>Demanda</b>	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
<b>Desinfección</b>	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer sus necesidades, afectado por factores tales como el clima, condiciones socioeconómicas, tipo de abastecimiento.

**Estribo**

Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; por lo general barras, alambres o malla electro soldada de alambre, liso o estriado, ya sea sin dobleces o doblados en forma de L, de U o formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo con respecto a la armadura longitudinal. El término estribo se aplica normalmente a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término amarra a los que están en elementos sujetos a compresión.

**Excentricidad**

Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.

**Longitud de desarrollo**

Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.

**Módulo de elasticidad**

Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.



<b>Momento</b>	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
<b>Muro</b>	Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Piezométrica</b>	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
<b>Presión</b>	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
<b>Tanque</b>	Es un recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado a contener líquidos o gases.
<b>Topografía</b>	Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman planos topográficos.

**Viga**

Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.

**Zapata**

Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta dos fases que constituyen la estructura del mismo: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

La fase de investigación contempla lo que es una monografía de las comunidades Pasaljá y Agua Buena del municipio de Esquipulas en el departamento de Chiquimula. La cual describe las características principales de las mismas así como las necesidades que tienen y las de carácter prioritario.

La fase de servicio técnico profesional contempla el diseño de dos proyectos que se espera, contribuyan al desarrollo de las comunidades anteriormente mencionadas y mejore la calidad de vida de sus habitantes.

El primer proyecto es un edificio de dos niveles, ubicado en el caserío Agua Buena, destinado para el uso escolar, cuyo diseño arquitectónico satisface las necesidades de espacio, tanto de estudiantes como del personal docente. La estructura se diseñó tomando en cuenta los estándares del MINEDUC. El segundo proyecto es un sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pasaljá, el cual contará con los componentes típicos de un acueducto tales como: captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, línea y red de distribución, el proyecto beneficiará a 34 casa que se encuentran en la comunidad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Pasaljá y edificio escolar de dos niveles para el caserío Agua Buena, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Pasaljá y Agua Buena, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.
2. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) del caserío Pasaljá, sobre el mantenimiento del sistema de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

El presente informe contempla la planificación y desarrollo de los estudios técnicos realizados en el área rural del municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula, los cuales consisten en servicios de agua potable e infraestructura.

El primer capítulo contiene la parte descriptiva y monográfica del municipio, así como un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, describiéndolas y realizando una priorización.

En la segunda parte se describen los parámetros utilizados, normas y cálculos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Pasaljá y la edificación escolar para el caserío Agua Buena.

En el proceso del diseño del sistema de agua potable, se determinó que debido a las condiciones del terreno el sistema de abastecimiento sería por gravedad. La fuente de abastecimiento es un nacimiento superficial. Tomando en cuenta todos los parámetros, se realiza el diseño de la línea de conducción, del tanque de distribución y de la línea de distribución. La elaboración de un análisis socioeconómico del lugar se utilizó para la determinación de una tarifa mensual, conjuntamente con esto se presenta el estudio del costo total del proyecto.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de los caseríos, Pasaljá y Agua Buena**

Esquipulas paraje donde abundan las flores, oficialmente municipio de Esquipulas, cuyo nombre inicial fue Yzquipulas, ubicado en el departamento de Chiquimula, en la región oriental de Guatemala; la principal ciudad y capital del municipio es la ciudad de Esquipulas.

### **1.1.1. Aspectos generales**

El municipio de Esquipulas se encuentra ubicado al sureste del departamento de Chiquimula, al que se puede llegar por la Ruta Nacional 18. Limita al norte con los municipios de Jocotán y Camotán y la República de Honduras; al sur con el municipio de Concepción Las Minas y la República de El Salvador; al este con la República de Honduras; al oeste con los municipios de Quezaltepeque y Olopa. Cuenta con 20 aldeas y 147 caseríos, los cuales incluyen Pasaljá y Agua Buena.

### **1.1.2. Antecedentes históricos**

Pasaljá es un caserío que es parte de la aldea Timushán, el cual se formó hace aproximadamente 90 años, por gente que emigró de otras regiones de Esquipulas así como de otros municipios del departamento. El caserío Agua Buena pertenece a la aldea Las Peñas, es una comunidad relativamente nueva. El nombre Agua Buena se debe a que en el lugar existen varios nacimientos de

agua, que son aptos para el consumo humano y de buen caudal, por lo que los pobladores dicen que es una agua buena, de ahí el nombre del caserío.

### 1.1.3. Localización

El caserío Pasaljá se encuentra al noreste de la cabecera del municipio de Esquipulas, a una distancia de 41 kilómetros. El caserío Agua Buena está ubicado también al noreste a 22 kilómetros de la cabecera municipal.

Figura 1. Localización



Fuente: Municipalidad de Esquipulas.

#### **1.1.4. Situación demográfica**

En el caserío Pasaljá existen 34 casas y habitan 190 personas de las cuales 105 son de sexo masculino y 85 de sexo femenino. En Agua Buena habitan 138 personas, de las cuales 75 son de sexo masculino y 63 de sexo femenino. Están distribuidos en 26 casas.

#### **1.1.5. Aspectos económicos y actividades productivas**

La actividad económica en estas comunidades como en gran parte de la región oriental del país, está enfocada a la agricultura y ganadería, ambas actividades para venta y consumo familiar. Los principales productos agrícolas son: frijol, maíz, tomate y especialmente el café que se caracteriza por su calidad.

#### **1.1.6. Extensión**

El caserío Pasaljá cuenta con una extensión territorial de aproximadamente 7 kilómetros cuadrados. Agua Buena cuenta con una extensión territorial aproximada de 5,32 kilómetros cuadrados.

#### **1.1.7. Límites**

Pasaljá colinda al norte con el caserío Suyate; al este con el caserío Pericos; al noroeste con los caseríos: Malcinca y San Antonio Sulay; al oeste con el caserío el Mojón; al sureste con el caserío El Carrizal. Agua Buena colinda al norte con la aldea Rincón de María; al sur con el caserío El Palmar, al este con caserío Miramundo y El Palmar y al oeste con el caserío La Fortuna.

### **1.1.8. Clima**

Según la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de la región, ubicada en el barrio Las Cruces de la cabecera municipal de Esquipulas, con latitud 14° 33'22" y longitud 89° 20'31", la temperatura máxima absoluta registrada es de 36 grados centígrados registrada entre los meses de abril y mayo, por otra parte la temperatura mínima absoluta registrada es de 9 grados entre los meses de diciembre y enero, la humedad relativa promedio en la región es del 80%.

El clima tanto para Pasaljá como para Agua Buena es templado, con inviernos muy favorables para los cultivos agrícolas. El suelo en gran proporción de la tierra es arenoso y fértil, propicio para cultivos de café, maíz, frijol. El período de lluvia está comprendido entre los meses de junio a octubre.

### **1.1.9. Vías de acceso**

El acceso a la comunidad Pasaljá como la mayoría de comunidades del municipio es por la carretera que conduce hacia Chanmagua, encontrándose un desvío en la aldea Olopita, el cual es vía de acceso hacia otras comunidades, entre ellas El Mojón. También se puede llegar siguiendo la carretera principal y pasando por Chanmagua, Cafetales, Carrizal y Mango solo entre otras. Antiguamente había un desvío por la comunidad llamada Varales pero debido a un deslizamiento de tierra que destruyó la carretera, el acceso por este tramo quedó inhabilitado.

Para llegar al caserío Agua Buena también se toma la carretera que conduce a Chanmagua y desviarse por comunidades como Rincón de María y Las Peñas.

### **1.1.10. Servicios públicos**

El caserío Pasaljá cuenta con una escuela primaria, iglesia, cancha deportiva, telefonía celular, letrinas y un sistema informal de agua. Agua Buena cuenta con servicio de energía eléctrica, una escuela primaria, iglesia, cancha deportiva, telefonía celular y un sistema informal de agua.

### **1.1.11. Comercio**

Tanto para el caserío Pasaljá como para Agua Buena, los cultivos predominantes son el café, el maíz y el frijol, siendo el café el más importante de la región, ya que constituye un producto de comercialización, aunque los habitantes no son los propietarios de las grandes extensiones que forman las diferentes fincas, se puede decir que en cierta medida han dependido del cultivo del café como principal fuente de ingresos económicos, porque el que no tiene terreno propio ha trabajado en la preparación de las fincas para el cultivo y cosechas del producto. En lo que al cultivo de maíz y frijol se refiere éstos satisfacen la demanda familiar y comercializan parte de granos básicos, lo que sirve para la compra de la canasta básica alimenticia.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Pasaljá y Agua Buena, municipio de Esquipulas, Chiquimula**

En el trabajo de investigación sobre las necesidades de los caseríos Pasaljá y Agua Buena, se contó con el apoyo de las autoridades ediles para hacer un censo.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Dentro de las necesidades detectadas, se encontró que los pobladores piden la construcción de un sistema de agua potable, así como el mantenimiento de las carreteras que son vitales para mantener una conexión con la cabecera departamental.

#### Caserío Pasaljá

- Sistema de abastecimiento de agua: de las 34 casas que hay en el caserío, 15 se abastecen del vital líquido por medio de conexiones rudimentarias, que los vecinos han hecho con pequeñas fuentes que se encuentran cerca de sus terrenos, que tratan de compartir con las demás personas.
- Mejoramiento del sistema vial: debido a los fuertes inviernos, han ocurrido deslaves en una de las carreteras que dan acceso al caserío.
- Construcción de puente vehicular: en otra de las carreteras es necesaria la construcción de un puente, ya que en época de invierno, es casi imposible transitar por las crecidas de las quebradas, que en esa época prácticamente se vuelven ríos.

#### Caserío Agua Buena

- Cancha deportiva: para que la juventud y niñez puedan entretenerse de una manera sana.

- Sistema de alcantarillado sanitario: las aguas servidas corren por la superficie del suelo, esto genera contaminación y enfermedades en la población.
- Salón comunal: la comunidad está organizada por medio de un COCODE, por ello es necesario tener un salón donde puedan reunirse y realizar distintas actividades para la comunidad.
- Edificación escolar: en la comunidad existe escuela primaria, pero carecen de edificio para educación secundaria, además la población estudiantil en el caserío es numerosa y dado a la ubicación del mismo, estudiantes de otros caseríos asisten también al mismo establecimiento educativo.
- Sistema de abastecimiento de agua: a pesar de contar con buenas fuentes de agua, aún no se tiene un sistema formal que sea capaz de brindar un servicio constante a toda la población.

### **1.2.2. Evaluación de las necesidades**

Haciendo un análisis del listado de necesidades de cada una de las comunidades, se tienen como primordiales las siguientes, en su orden de importancia:

Pasaljá:

- Sistema de abastecimiento de agua potable
- Mejoramiento del sistema vial
- Construcción de puente vehicular

Agua Buena:

- Servicio de agua y el sistema de saneamiento
- Edificación escolar
- Salón comunal
- Cancha polideportiva

### **1.2.3. Priorización de las necesidades**

Tomando en cuenta la opinión de los miembros del comité de Pasaljá, la necesidad más importante es la del proyecto de abastecimiento de agua. Para la comunidad Agua Buena la construcción de un edificio escolar es de suma importancia, ya que los proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento los han gestionado por medio de otras organizaciones, donde prácticamente es un hecho que lleguen a concretarse.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de edificación escolar de dos niveles para el caserío Agua Buena**

El edificio de las escuelas, es un área importante de actividad en la construcción en muchos países en desarrollo. Los edificios de las escuelas se pueden organizar como los programas de gobierno o el apoyo de donantes, o por organizaciones no gubernamentales y las comunidades, ya veces por los propios padres.

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

El proyecto consiste en diseñar un edificio escolar que dé respuesta a las necesidades de la población estudiantil. Ello de acuerdo a recursos, materiales y normas de diseño. Tomando en cuenta el espacio disponible que brinda el terreno con el cual se cuenta. El edificio contará con 6 aulas, una dirección, salón de reuniones, servicios sanitarios y módulo de gradas, con sus respectivos servicios como: agua, energía eléctrica y drenajes. También se dejará un área disponible para que los estudiantes puedan tener un espacio de recreación.

El tipo de sistema estructural a utilizar es el de marcos dúctiles con nudos rígidos, compuestos éstos por vigas, columnas y losas planas de concreto reforzado.

## **2.1.2. Investigación preliminar**

En esta fase se hizo un recorrido por el caserío, en busca de un terreno que cumpliera con los requisitos para poder construir la escuela. Y con ayuda de los vecinos se localizó dicho predio.

### **2.1.2.1. Terreno disponible**

El terreno con el que se cuenta, fue adquirido por el comité del caserío Agua Buena y tiene un área total de 1 983,94 metros cuadrados equivalentes a 2 839,22 varas cuadradas, por lo que es un terreno con dimensiones bastante aceptables, además de ser prácticamente plano.

### **2.1.2.2. Análisis de suelos y determinación de valor soporte**

Previo a la planificación de un proyecto de estructuras, es necesario conocer el medio físico sobre el cual se ha de asentar la edificación, y conocer datos técnicos que reflejen las condiciones, en este caso del suelo, por tal motivo es necesario realizar el estudio de suelos respectivo, para conocer datos como el valor soporte del mismo (ver resultados en anexo 1).

Para el estudio de suelos del presente proyecto, se realizó una excavación a 2 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie cúbico que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna  $\theta = 17,46^\circ$

Cohesión  $C_u = 6,60 \text{ T/m}^2$

Densidad seca =  $1,84 \text{ T/m}^3$

Tipo de suelo = arcilla limosa color café con partículas de grava

Análisis de resultados

Para el cálculo de la capacidad de carga del suelo se hace uso de la ecuación de Dr. Karl Terzaghi.

Datos:

Base(supuesta) 1m

Desplante 2m

$\gamma_{\text{suelo}} = 1,84 \text{ t/m}^3$

Donde la capacidad de carga de cimentación se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$q_d = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_u = q_o - \gamma \cdot D_f$$

$$q_o = 1,3 C_u N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$$

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Donde:

$q_d$  = Valor soporte de diseño

$q_u$  = Valor soporte neto último

$q_o$  = Valor soporte último

Nq= Factor de flujo de carga

Nc= Factor de flujo de carga última

N<sub>γ</sub> = Factor de flujo del suelo

Fs = Factor de seguridad, en donde el mínimo a utilizar es 3 pero debido a incertidumbres y riesgos implicados tanto en las condiciones de la muestra a la hora de tomarla, como al momento de realizar la prueba de laboratorio, se usó un Fs = 5.

$$Nq = \text{Tan}^2 \left( 45 + \frac{17,46}{2} \right) * e^{\pi * \text{Tan} 17,46} = 4,98$$

$$Nc = (5-1) \text{Cot} 17,46 = 12,72$$

$$N_{\gamma} = 2(5+1) * \text{Tan} 17,46 = 3,77$$

$$q_0 = 1,3 * 6,6 * 12,72 + 2 * 1,84 * 4,98 + 0,4 * 1 * 3,77 = 128,97 \text{ t/m}^2$$

$$q_u = 128,97 \text{ T/m}^2 - 1,84 \text{ T/m}^2 * 2 = 125,29 \text{ t/m}^2$$

$$q_d = \frac{125,29}{5} = 25,06 \text{ t/m}^2$$

Por lo tanto el valor soporte de diseño del suelo es de 25,06t/m<sup>2</sup>

### **2.1.2.3. Ubicación del edificio en el terreno**

El terreno se ubica prácticamente en el centro de la comunidad, por lo que el acceso al mismo está al alcance de la mayoría de los pobladores del caserío. Con respecto a éste, la edificación se ubicará al noreste debido a la irregularidad del polígono que forma el terreno.

### **2.1.2.4. Distribución de ambientes**

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

De acuerdo a lo anterior, los ambientes quedarán distribuidos de la siguiente manera:

- Primer nivel: dirección y 3 aulas
- Segundo nivel: 3 aulas y salón de reuniones

Los servicios sanitarios se ubicarán fuera de la estructura pero siempre dentro del mismo terreno, debido a la irregularidad de éste.

#### **2.1.2.5. Altura del edificio**

Debido a las condiciones climáticas de la comunidad se optó por una altura de piso a cielo de cada nivel de 3,20 metros, esto para brindar un ambiente agradable a los usuarios de la edificación. Tomando en cuenta que la misma es de dos niveles.

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

Para la selección del sistema estructural a utilizar se deben tomar en cuenta varios factores que influyen en el criterio a seguir, tales como resistencia requerida, estética, economía, disponibilidad de materiales, técnicas de construcción y por qué no decirlo aspectos culturales.

Para este caso, debido a la magnitud de las cargas y tomando en cuenta que Guatemala se encuentra ubicado en una zona sísmica, se eligió el sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos, los cuales se componen por vigas, columnas y losas planas, sin muros de carga, que funciona como una unidad completa e independiente que resiste de una manera efectiva las fuerzas

delsismo, debido a que la resistencia al sismo es proporcional a la rigidez de los marcos.

### **2.1.3. Análisis estructural**

Es un procedimiento que se realiza con el fin de conocer el comportamiento de la estructura ante agentes externos que intervengan en ella, es decir para conocer el efecto de las cargas aplicadas, entre las cuales se tienen: cargas verticales o gravitacionales y cargas horizontales o laterales que son las generadas por la acción del sismo.

#### **2.1.3.1. Predimensionamiento estructural**

El predimensionamiento es asignarle medidas o dimensiones preliminares a los elementos estructurales, previo al análisis estructural, puede hacerse éste mediante procedimientos analíticos cortos o con base a experiencias adquiridas en proyectos similares. El procedimiento utilizado para este proyecto es el siguiente:

##### **Predimensionamiento de viga**

El criterio utilizado para el predimensionamiento de la viga se puede realizar con base a la longitud de la luz libre de ésta, para este caso se toma la viga de mayor longitud asumiendo que por cada metro tendrá ocho centímetros de altura. El ancho queda a criterio del diseñador pero no debe ser mayor que el ancho de la columna, para este caso el ancho será la mitad de la altura de la viga.

- Longitud de la viga= 6,45m
- $h_{\text{viga}}=8\% \text{Longitud de la viga}=0,08*6,45\text{m}=0,52\text{m}$

El ACI también propone el siguiente método el cual depende de las condiciones de continuidad de la viga.

Tabla I. **Espesores mínimos de viga según ACI**

	Espesor mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: ACI 318-2008. p. 132.

Para vigas con extremo continuo la ecuación es la siguiente:

$$h = \frac{\ell}{18,5}$$

$$h = \frac{6,45}{18,5} = 0,35$$

Haciendo un promedio entre los dos resultados se tiene:

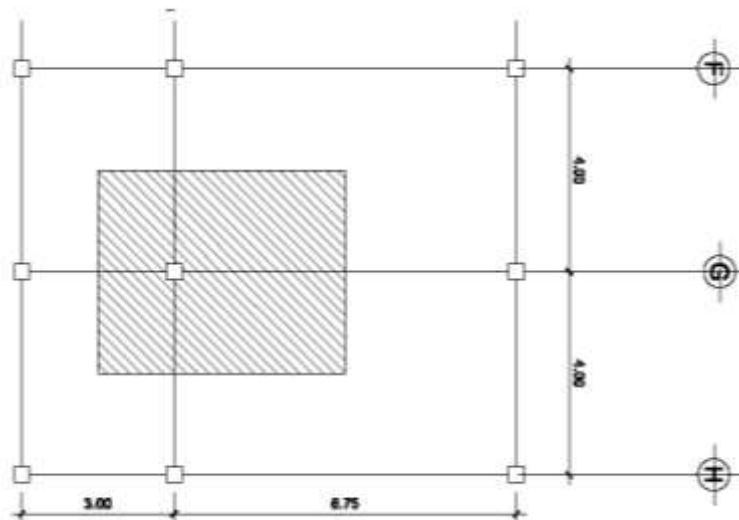
$$h = (0,35+0,52)/2 = 0,44\text{metros}$$

Se propone una viga con una altura de 0,50 m y 0,25 m de ancho.

#### Predimensionamiento de columnas

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de ésta se determina el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05 capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección, para cumplir con esta área requerida. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro, así como entre niveles.

Figura 2. **Área tributaria columna crítica**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.



Mediante la siguiente ecuación se calcula la sección de la columna:

$$P = 0,8(0,85 f'c * (Ag-As) + fy * As); \text{ Donde } As \text{ es de } 1\% \text{ a } 8\% \text{ de } Ag.$$

Considerando As como 1% de Ag, f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> y fy=2810 kg/cm<sup>2</sup> se obtiene:

$$P_u=44\,970 \text{ kg}$$

$$44\,970 \text{ kg} = 0,8(0,85 * 210 * (Ag - 0,01Ag) + 2\,810 * 0,01 * Ag)$$

Despejando Ag se obtiene

$$Ag = 274,45 \text{ cm}^2, \text{ para una sección cuadrada de } 17 \text{ cm} \times 17 \text{ cm}$$

Se propone una columna de 30\*30 cm

Predimensionamiento de losa

Se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Se trabaja con la losa de mayor dimensión.

Relación:

$$m = a / b < 0,5 \text{ losa trabaja en un sentido}$$

$$m = a / b > 0,5 \text{ losa trabaja en dos sentidos}$$

Donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa

C m para losa de mayor dimensión, con a = 6,45 m y b = 3,70 m

$$m = 3,7 \text{ m} / 6,45 \text{ m} = 0,57 > 0,5; \text{ losa trabaja en dos sentidos.}$$

Espesor de losa

$$t = \text{perímetro} / 180, \text{ donde } t = \text{espesor de losa}$$

$$t = \frac{2(6,45+3,7)}{180} = 0,1127$$

Se propone una losa de 12centímetros de espesor

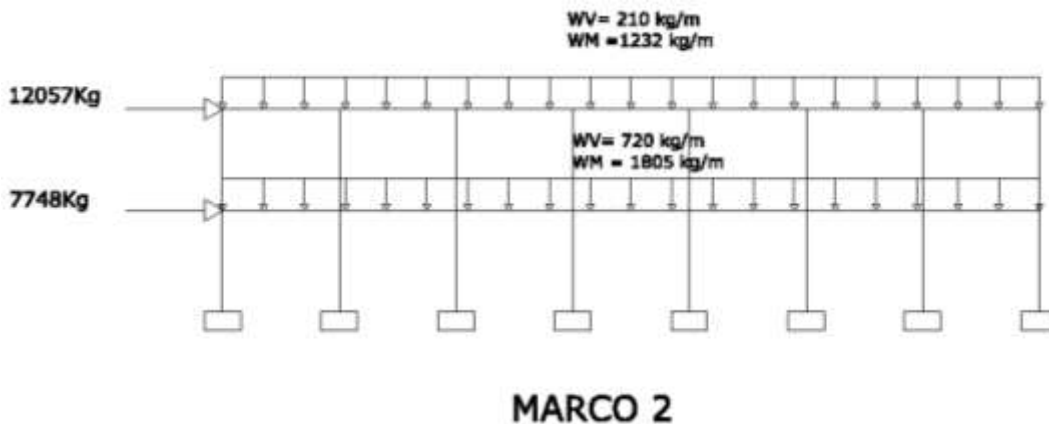
Predimensionamiento de cimientos

Para la cimentación se usarán zapatas aisladas. El predimensionamiento de éstas va implícito en el diseño de las mismas.

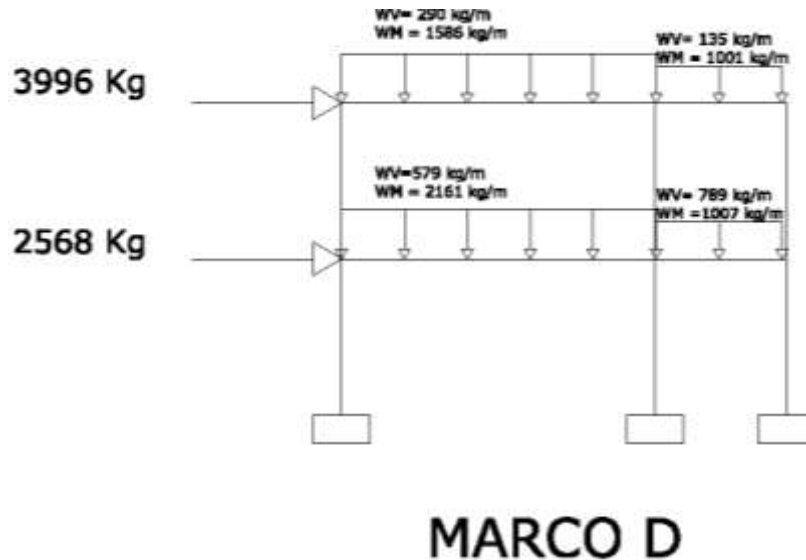
### 2.1.3.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles con nudos rígidos

El modelo matemático es un gráfico y representa la forma del marco dúctil y la carga que soporta. Estos sirven para realizar el análisis estructural. Por la simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos. Las figuras 2 y 3 muestran los modelos matemáticos para cada marco crítico en los ejes X e Y.

Figura 3. **Modelo matemático de marcos críticos X y Y**



Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### 2.1.3.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las estructuras están sometidas a varios tipos de cargas; para clasificarlas existen varios criterios; aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación

#### 2.1.3.3.1. Cargas verticales en marcos dúctiles

Las cargas verticales se dividen en: cargas vivas y cargas muertas. Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Las cargas muertas son aquellas que se

mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura.

Cargas Muertas de diseño:

- Peso del concreto  $2\,400\text{ kg/m}^3$
- Peso de acabados  $100\text{ kg/m}^2$
- Peso de pañuelos  $96\text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga  $60\text{ kg/m}^2$
- Peso de muros  $200\text{ kg/m}^2$

Cargas Vivas de diseño:

- En aulas  $200\text{ kg/m}^2$
- En pasillos  $500\text{ kg/m}^2$
- En techo inaccesible  $100\text{ kg/m}^2$

Tabla II. Cargas vivas mínimas

**NORMAS ESTRUCTURALES DE DISEÑO RECOMENDADAS PARA LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**  
**AGIES NR-2: 2000 DEMANDAS ESTRUCTURALES, CONDICIONES DEL SITIO Y NIVELES DE PROTECCIÓN**

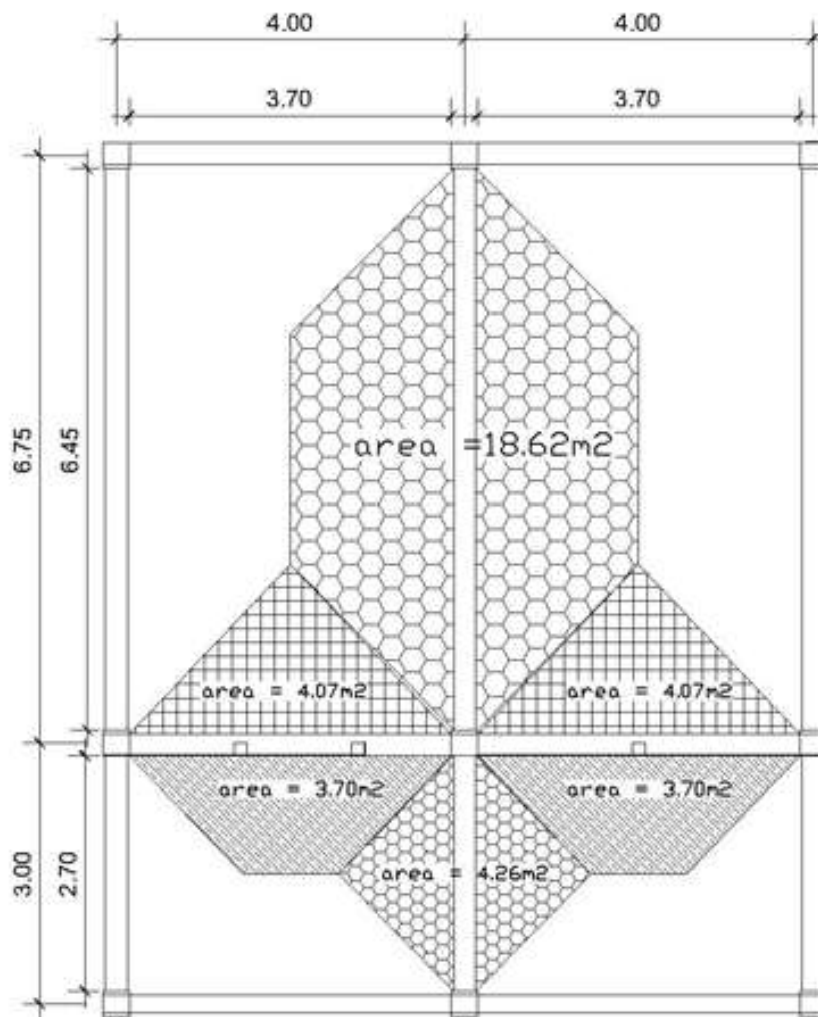
Tipo de ocupación o uso	$W_T$ (kg/m <sup>2</sup> )	$P_T$ (kg)
Vivienda	200	0
Oficina	250	800
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200	0
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350	800
Hoteles - alas de habitaciones	200	0
Hoteles - servicios y áreas públicas	500	800
Escaleras privadas	300	Ver 8.3.3(d)
Escaleras públicas o de escape	500	Ver 8.3.3(d)
Balcones, cornisas y marquesinas	300	0
Áreas de salida y/o escape	500	0
Vestíbulos públicos	500	0
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500	800
Salones de reunión		
Con asientos fijos	300	0
Sin asientos fijos	500	0
Escenarios y circulaciones	500	0
Instalaciones deportivas públicas		
Zonas de circulación	500	0
Zonas de asientos	400	0
Canchas deportivas ver nota	(a)	0
Aulas y escuelas	200	400
Bibliotecas		
Áreas de lectura	200	400
Depósito de libros	600	800
Almacenes		
Minoristas	350	800
Mayoristas	500	1200
Estacionamientos y garajes		
Automóviles	250	Ver 8.3.3(c)
Vehículos pesados	según vehículo	Ver 8.3.3(c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 8.3.3(c)
Corredores de circulación	500	Ver 8.3.3(c)
Servicio y reparación	500	Ver 8.3.3(c)
Bodegas		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1200	1200

**Cuadro 8.1 - Cargas vivas en edificaciones**

Fuente: Norma AGIES NR-2: 2000, p. 35.

Las cargas distribuidas en los marcos críticos, que se muestran en los modelos matemáticos, se calcularon con los valores de carga viva y carga muerta, así como con la geometría (áreas tributarias para vigas) de la planta de cada nivel. Para las cargas vivas se tomaron los valores correspondientes de la tabla II.

Figura 4. **Áreas tributarias para vigas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Marco rígido típico sentido X

Nivel 2

$$\begin{aligned} CM &= (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{pañuelos}} + W_{\text{sobrecarga}})/L_{\text{viga}} \\ CM &= [(0,12\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^3 \cdot 7,77\text{m}^2) + \\ & (0,25\text{m} \cdot 0,25\text{m}^2 \cdot 400\text{kg/m}^2 \cdot 3,7\text{m}) + \\ & \text{kg/m}^2 \cdot 7,77\text{m}^2) + (60 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,77\text{m}^2)]/3,7\text{m} \end{aligned} \quad (96)$$
$$= 4\,559,88 \text{ kg}/3,70\text{m} = 1\,232,40 \text{ kg/m.}$$

$$CV = W_{\text{losa}}/L_{\text{viga}}$$

$$CV = (100 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,77\text{m}^2)/3,70\text{m} = 210 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

$$\begin{aligned} CM &= (W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabs}} + W_{\text{sobrecarga}})/L_{\text{viga}} \\ CM &= [(0,12\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^3 \cdot 7,77\text{m}^2) + \\ & (0,25\text{m} \cdot 0,25\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,7\text{m}) + (200 \text{ kg/m}^2 \cdot 10,43\text{m}^2) + \\ & (100 \text{ Kg/m}^2 \cdot 7,77\text{m}^2) + (60 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,77\text{m}^2)]/3,7\text{m} \\ &= 6\,676,96 \text{ kg}/3,7\text{m} \\ &= 1\,804,60 \text{ kg/m.} \end{aligned}$$

$$CV = (W_{\text{aula}} + W_{\text{pasillo}})/L_{\text{viga}}$$

$$\begin{aligned} CV &= [(200 \text{ kg/m}^2 \cdot 4,07\text{m}^2) + (500 \text{ kg/m}^2 \cdot 3,70\text{m}^2)]/3,7 \text{ m} \\ &= 2664 \text{ kg}/3,7 \text{ m} = 720 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Para el marco típico en sentido Y se utilizó este procedimiento, los resultados son los mostrados en los modelos matemáticos para marcos de la figura 3.

### 2.1.3.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Las fuerzas horizontales a las que está expuesta una estructura son dos: de viento y de sismo. Por lo regular se considera sólo una de las dos, pues los fenómenos naturales causantes de éstas no se presentan simultáneamente. Para este caso, se tomará la fuerza de sismo, debido a que Guatemala es un país con alto riesgo sísmico. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas a los marcos del edificio se utilizó el método SEAOC, que se describe a continuación.

Método SEAOC - en edificio

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor, se usa la fórmula siguiente:

$$\text{Fórmula: } V = Z * I * C * K * S * W$$

Z: se le denomina coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica del globo terráqueo, para este caso 1.

I: depende de la importancia o la utilidad que se le vaya a dar a la estructura, después del sismo. En viviendas unifamiliares va a ser menor su coeficiente y para estructuras de uso público como hospitales, centros de comunicación, etc., el coeficiente será mayor; para este caso 1,3.

K: dependerá del tipo de estructura seleccionada si hay sistemas estructurales, para marcos dúctiles sin contraventeo se toma 0,67.



C: depende de la flexibilidad de la estructura, y se mide en base al periodo de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que necesita la estructura para completar una vibración, t está determinado por:

$$t = \frac{0,09 \cdot h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

h = altura del edificio (m)

b = lado del edificio paralelo a la acción del sismo que se está considerando.

Donde el factor C está dado por la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1}{15 \cdot \sqrt{T}}$$

Pero C debe ser  $\leq 0,12$ .

S: depende el tipo de suelo a cimentar (resonancia del suelo), comprendida entre:  $1 \leq S \leq 1,5$ , teniendo la limitación:

$C \cdot S \leq 0,14$ , para este caso se asume un valor de 1,5.

W: es la carga muerta total de la estructura + 25% de la carga viva total.

Cálculo de corte basal

Peso total de la estructura (W)

### Peso del segundo nivel

$$W \text{ losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12\text{m} * 284,42\text{m}^2 = 81912,96 \text{ kg}$$

$$W \text{ vigas} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,25\text{m} * 0,38\text{m} * 150,90\text{m} = 34405,20 \text{ kg}$$

$$W \text{ columnas} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,30\text{m} * 0,30\text{m} * 29,28\text{m} = 6324,48 \text{ kg}$$

$$W \text{ muros} = 200 \text{ kg/m}^2 * 109,13\text{m}^2 = 21825,80 \text{ kg}$$

$$W \text{ pañuelos} = 96 \text{ Kg/m}^2 * 284,42\text{m}^2 = 27304,32 \text{ kg}$$

$$W \text{ viva} = 0,25 * (284,42\text{m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) = 7110,50 \text{ Kg}$$

$$W \text{ nivel 2} = 178883,30 \text{ kg.}$$

### Peso del primer nivel

$$W \text{ losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12\text{m} * 284,42 \text{ m}^2 = 81912,96 \text{ kg}$$

$$W \text{ vigas} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,25\text{m} * 0,38\text{m} * 150,90\text{m} = 34405,20 \text{ kg}$$

$$W \text{ columnas} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,30\text{m} * 0,30\text{m} * 67,68\text{m} = 14618,88 \text{ kg}$$

$$W \text{ muros} = 200 \text{ kg/m}^2 * 249,76 \text{ m}^3 = 49952,20 \text{ kg}$$

$$W \text{ acabados} = 100 \text{ kg/ m}^2 * 284,42\text{m}^2 = 28442 \text{ kg}$$

$$W \text{ viva} = 0,25 * [(84,90 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/ m}^2 + 199,52\text{m}^2 * 200\text{Kg/ m}^2)]$$

$$W \text{ viva} = 20588,50 \text{ kg}$$

$$W \text{ nivel 1} = 229919,70 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total de la estructura} = 178883,30 \text{ kg.} + 229919,70 \text{ kg}$$

$$W \text{ total} = 408803 \text{ kg}$$

NOTA: el sismo actúa en dos direcciones por tal razón se evalúa éste en el eje X y Y, tomando en cuenta el valor crítico es decir el que sea mayor.

Período de vibración

$$T_x = \frac{0,09 \cdot 6,4}{\sqrt{28}} = 0,11$$

$$\rightarrow C = \frac{1}{15 \cdot \sqrt{0,11}} = 0,20$$

$$T_y = \frac{0,09 \cdot 6,4}{\sqrt{9,45}} = 0,19$$

$$\rightarrow C = \frac{1}{15 \cdot \sqrt{0,19}} = 0,15$$

$$C \cdot S_x = 0,20 \cdot 1,50 = 0,30$$

$$\rightarrow \text{usar } C \cdot S = 0,14$$

$$C \cdot S_y = 0,15 \cdot 1,5 = 0,23$$

$$\rightarrow \text{usar } C \cdot S = 0,14$$

$$V = 1 \cdot 1,30 \cdot 0,14 \cdot 0,67 \cdot W$$

$$V = 0,12 \cdot W = 49\,849,44 \text{ kg}$$

Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral se distribuye en los niveles de la estructura, mediante la siguiente ecuación se calcula la correspondiente a cada nivel.

$$f_i = \frac{(v-f_t) \cdot w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$

Donde:

$W_i$  = peso de cada nivel

$H_i$  = altura de cada nivel

$V$  = corte basal

$F_t$  = fuerza en la cúspide

$F_i$  = fuerza por nivel

La fuerza en la cúspide puede considerarse = 0, si  $T < 0,70$ , en caso contrario cuando  $T \geq 0,70$  se calcula mediante la ecuación:

$$F_t = 0,07 \cdot T \cdot V$$

Donde T es el período fundamental de la estructura. Como el período en ambos sentidos es < 0,70 entonces se considera  $F_t = 0$ .

Fuerza en el segundo nivel:

$$F_i = \frac{49\,849,44 \text{ kg} \cdot 6,40 \text{ m} \cdot 178\,883,30 \text{ kg}}{(3,2\text{m} \cdot 229\,919,70\text{kg}) + (6,4\text{m} \cdot 178\,883,30 \text{ kg})} = 30\,346,91 \text{ kg}$$

Fuerza en el primer nivel:

$$F_i = \frac{49\,849,44\text{kg} \cdot 3,20\text{m} \cdot 229\,919,70\text{kg}}{(3,2\text{m} \cdot 229\,919,70 \text{ kg}) + (6,4\text{m} \cdot 178\,883,30\text{Kg})} = 19\,502,53 \text{ kg}$$

Fuerzas por marco

La fuerza sísmica de cada nivel se distribuye en cada uno de los marcos que lo componen, dependiendo de la simetría estructural que exista. Si hay excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa los marcos con mayor excentricidad recibirán una fuerza mayor que los demás. En este caso existe asimetría en los marcos por lo que habrá torsión en la estructura.

Las siguientes ecuaciones son utilizadas para el cálculo:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2Ph}{AG}} \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$E = 15,100\sqrt{f'c} \quad G = 0.40E$$

Tomando en cuenta que todas las columnas tienen la misma rigidez ya que poseen las mismas características geométricas, se asume un valor de k, como variable, considerando que la posición del centro de rigidez depende de la rigidez relativa de cada marco, por lo tanto:

$$CR = \frac{\sum K_{marco} * Distancia}{\sum K_{marcos}}$$

Fuerza del marco por torsión

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez. El cálculo de la fuerza que llega a cada marco, se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión  $F_i''$  (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $F_i'$  (fuerza traslacional).

La excentricidad es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez, dando origen a fuerzas producidas por la acción del sismo, ya que el sismo actúa en el centro de rigidez, mientras el peso de la estructura actúa en el centro de masa, es por ello que se calcula la fuerza de incremento por torsión:

$$e = |CR - CM|$$

e mínima =  $0,05 * B$ , donde B es la base perpendicular al sentido de la fuerza

Donde:

CR = centro de rigidez de la estructura

CM = centro de masa de la estructura

Tabla III. **Centro de rigidez eje X**

Marco	No Columnas	Kc	Km	L	Km*L
A	3	K	3k	0	0
B	3	K	3k	4	12k
C	3	K	3k	8	24k
D	3	K	3k	12	36k
E	3	K	3k	16	48k
F	3	K	3k	20	60k
G	3	K	3k	24	72k
H	3	k	3k	28	84k
		Total	24k	Total	336k

Fuente: elaboración propia.

$$CR = 336/24 = 14$$

Tabla IV. **Centro de rigidez en el eje Y**

Marco	No Columnas	Kc	Km	L	Km*L
1	8	K	8k	9,75	78k
2	8	K	8k	3	24k
3	8	K	8k	0	0k
		Total	24	Total	102

Fuente: elaboración propia.

$$CR = 102/24 = 4,25$$

$$CR X = 14$$

$$CR Y = 4,25$$

Cálculo de centro de masa:

$$CM = \frac{\sum \text{Masa} * \text{Distancia del origen al centroide}}{\sum \text{Masa}}$$

$$CMx = 14m$$

$$CMy = 4,83m$$

$$eX = 14 - 14 = 0 \rightarrow \text{usar } e \text{ mínima} = 0,05 * 9,75 = 0,49m$$

$$e \text{ mínima} = 0,05 * 28m = 1,4m$$

$$eY = 4,83 - 4,25 = 0,58m \rightarrow \text{usar } e \text{ mínima} = 1,4m$$

Por la simetría de la estructura, los valores de centro de masa, centro de rigidez y excentricidad son los mismos para los dos niveles.

Como se puede apreciar existe excentricidad en los dos sentidos X e Y, las fuerzas por marco se distribuirán en función del porcentaje de rigidez que represente cada marco con respecto al piso, y la fuerza aplicada por el momento torsional que origina dicha excentricidad.

Las ecuaciones a utilizar son las siguientes:

$$F_m = F'_m + F''_m \quad F''_m = \frac{(e * F_i) * (K_i * d_i)}{(\sum K_i * d_i^2)} \quad m' = \frac{K_m * F_i}{\sum K_m}$$

Donde:

$F_m$  = Fuerza lateral de sismo por marco.

$F'_m$  = Fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos (fuerza traslacional).

$F''_m$  = fuerza por torsión (fuerza rotacional)

$K_m$  = rigidez de marco analizado

$\Sigma K_m$  = rigidez total del nivel (sumatoria de la rigidez de de los marcos del nivel)

$e$  = excentricidad

$F_i$  = fuerza por nivel

$d_i$  = distancia entre el CR de la estructura y el marco considerado

En las siguientes tablas se resume el cálculo de las fuerzas por marco en el sentido X y el sentido Y.

Tabla V. **Fuerzas por marco eje Xsegundo nivel**

MARCO	ey	Fi	Km	di	di <sup>2</sup>	Km*di <sup>2</sup>	Km*Di	FM'	FM''	FM
3	1,4	30346,91	8	-4,25	18,06	144,50	-34	10115,64	-3620,332	6495,30
2	1,4	30346,91	8	-1,25	1,56	12,50	-10	10115,64	-1064,804	9050,83
1	1,4	30346,91	8	5,5	30,25	242,00	44	10115,64	4685,137	14801
			24			399				30347,14

Fuente: elaboración propia.



**Tabla VI. Fuerzas por marco eje Ysegundo nivel**

MARCO	ex	Fi	Km	di	di <sup>2</sup>	Km*di <sup>2</sup>	Km*Di	FM'	FM''	FM
A	0,49	30346,91	3	-14	196	588	-42	3793,363	-309,791	3483,57
B	0,49	30346,91	3	-10	100	300	-30	3793,363	-221,279	3572,08
C	0,49	30346,91	3	-6	36	108	-18	3793,363	-132,767	3660,60
D	0,49	30346,91	3	-2	4	12	-6	3793,363	-44,255	3749,11
E	0,49	30346,91	3	2	4	12	6	3793,363	44,255	3837,62
F	0,49	30346,91	3	6	36	108	18	3793,363	132,767	3926,13
G	0,49	30346,91	3	10	100	300	30	3793,363	221,279	4014,64
H	0,49	30346,91	3	14	196	588	42	3793,363	309,791	4103,00
			24			2016				30346,75

Fuente: elaboración propia.

**Tabla VII. Fuerzas por marco eje Xprimer nivel**

MARCO	ey	Fi	Km	di	di <sup>2</sup>	Km*di <sup>2</sup>	Km*Di	FM'	FM''	FM
3	1,4	19502,53	8	-4,25	18,06	144,5	-34	6500,84	-2326,617	4174,23
2	1,4	19502,53	8	-1,25	1,56	12,5	-10	6500,84	-684,299	5816,54
1	1,4	19502,53	8	5,5	30,25	242	44	6500,84	3010,917	9512,00
			24			399				19502,77

Fuente: elaboración propia.

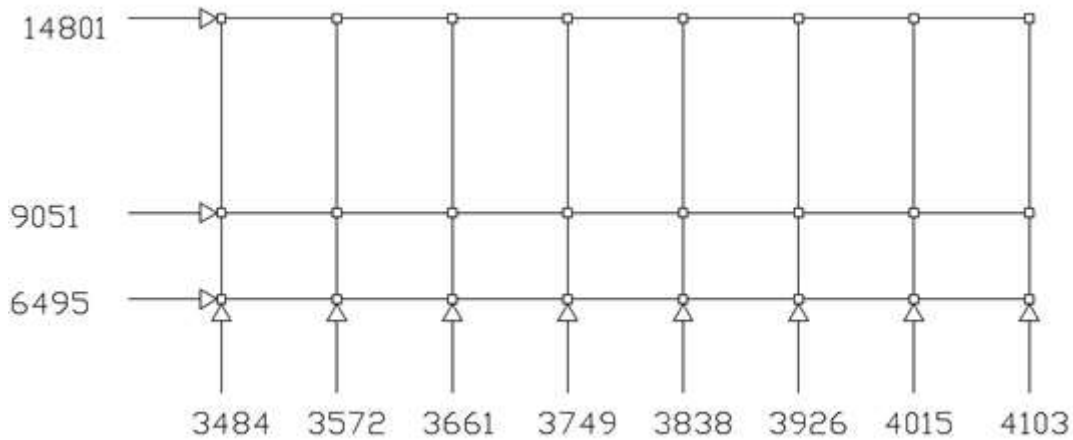
Tabla VIII. Fuerzas por marco eje Y primer nivel

MARCO	ex	Fi	Km	di	di <sup>2</sup>	Km*di <sup>2</sup>	Km*Di	FM'	FM''	FM
A	0,49	19 502,53	3	-14	196	588	-42	2 437,816	-199,088	2 238,73
B	0,49	19 502,53	3	-10	100	300	-30	2 437,816	-142,205	2 295,61
C	0,49	19 502,53	3	-6	36	108	-18	2 437,816	-85,323	2 352,49
D	0,49	19 502,53	3	-2	4	12	-6	2 437,816	-28,441	2 409,38
E	0,49	19 502,53	3	2	4	12	6	2 437,816	28,441	2 466,26
F	0,49	19 502,53	3	6	36	108	18	2 437,816	85,23	2 523,14
G	0,49	19 502,53	3	10	100	300	30	2 437,816	142,205	2 580,02
H	0,49	19 502,53	3	14	196	588	42	2 437,816	199,088	2 637,00
			24			2 016				19 502,63

Fuente: elaboración propia.

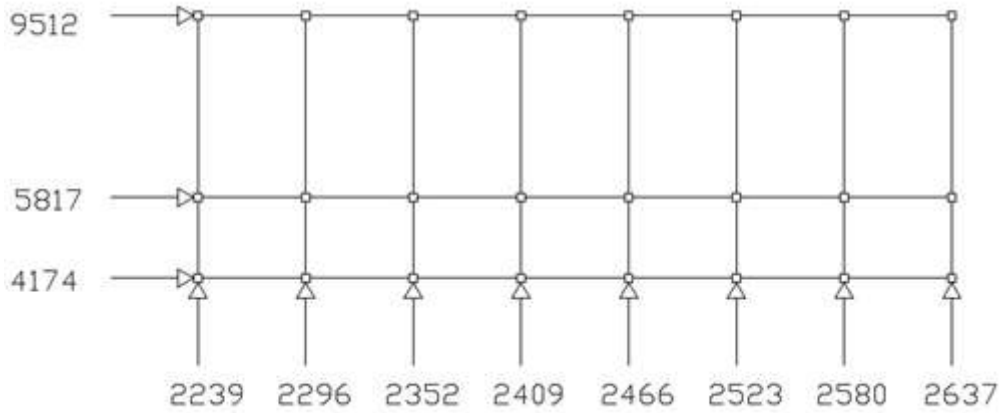
En las figuras 5 y 6 se muestra la distribución de las fuerzas por marco en cada planta.

Figura 5. Planta de segundo nivel, distribución de fuerzas por marco



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

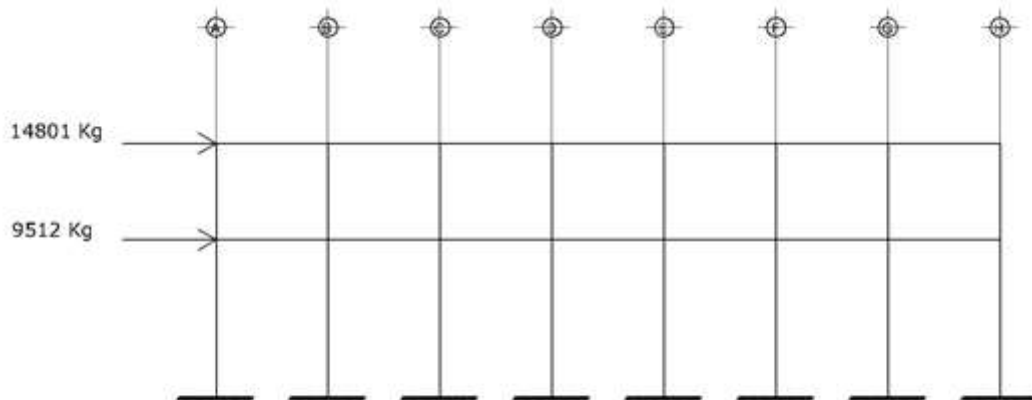
Figura 6. **Planta de primer nivel, distribución de fuerzas por marco**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

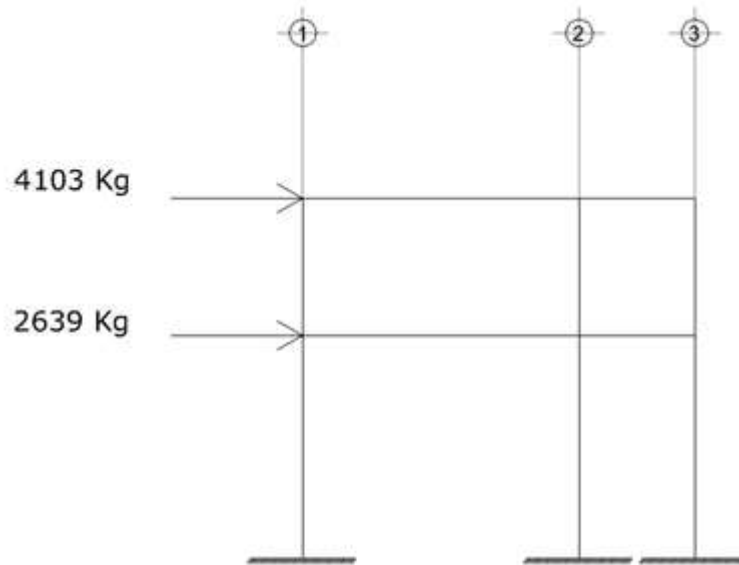
La carga horizontal de diseño es la mayor carga calculada en cada nivel, en las figuras 7 y 8 se muestran las cargas horizontales de diseño

Figura 7. **Carga horizontal sentido X marco 2**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 8. **Carga horizontal sentido Y marco D**



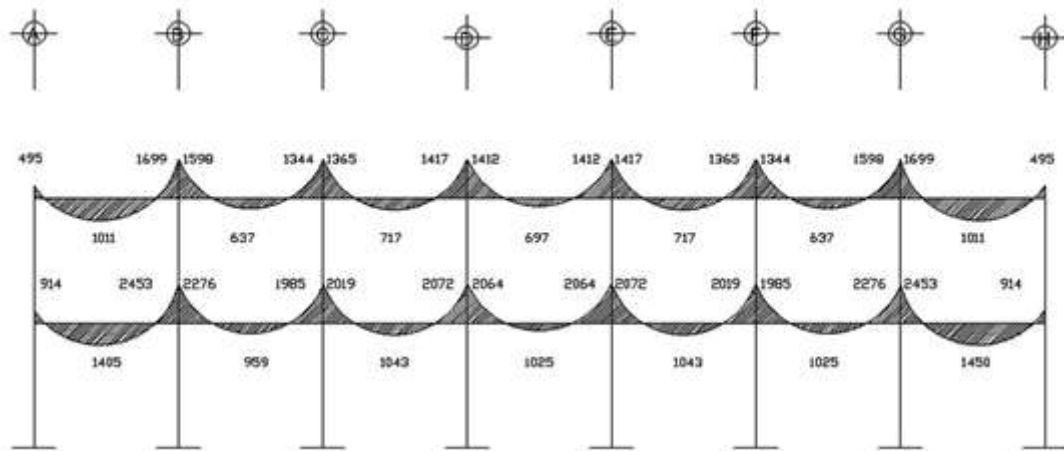
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### **2.1.3.3.3. Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis numérico y comparación por medio de software**

El análisis de marcos se realizó por medio del método de Kani el cual es un método iterativo, aplicable a vigas y marcos dúctiles con nudos rígidos, simétricos o asimétricos, sometidos a cualquier tipo de carga. De igual forma se realizó un análisis por medio del programa SAP 2000 versión 10, con el cual se analizó el marco X para carga muerta. Los resultados no variaron en más del 5 por ciento. Para efectos de diseño se tomaron los valores obtenidos con el

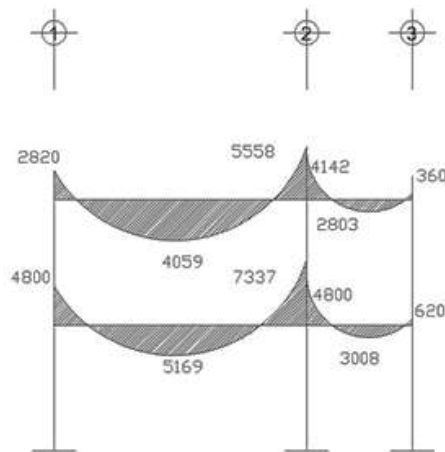
método de Kani. Los valores obtenidos del análisis estructural se representan en las figuras 9 a 20.

Figura 9. **Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco X**



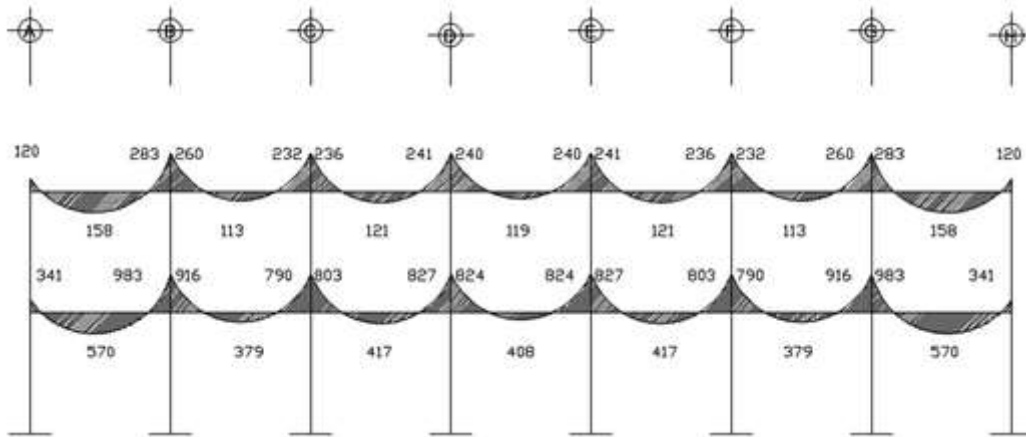
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 10. **Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco Y**



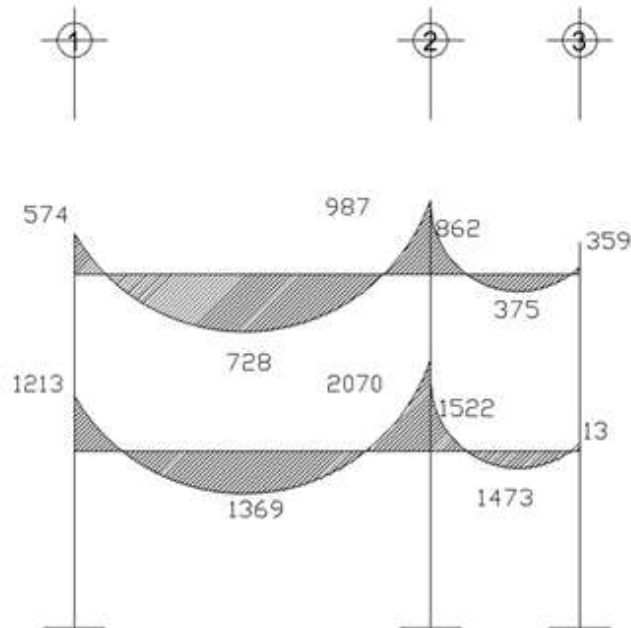
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 11. Diagrama de momentos en vigas por carga viva marco X



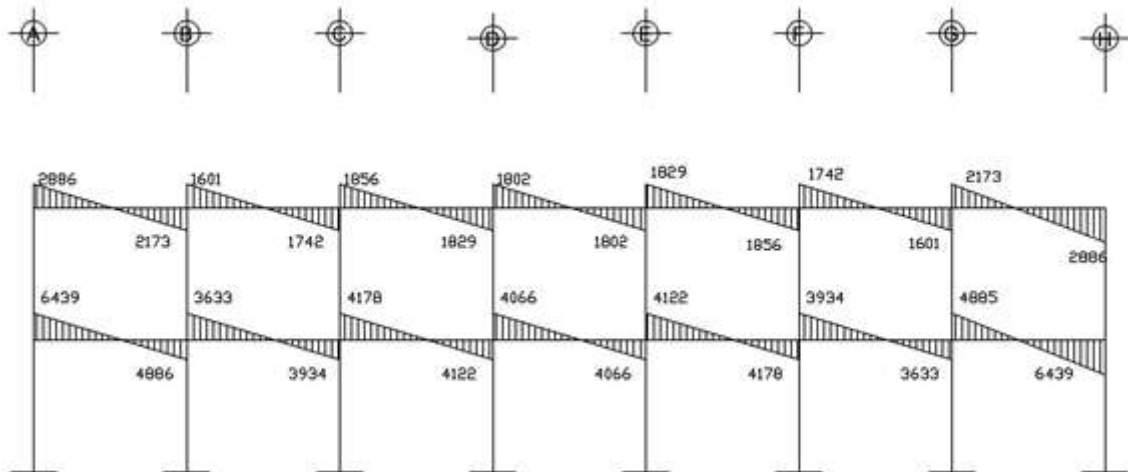
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 12. Diagrama de momentos en vigas por carga viva marco Y



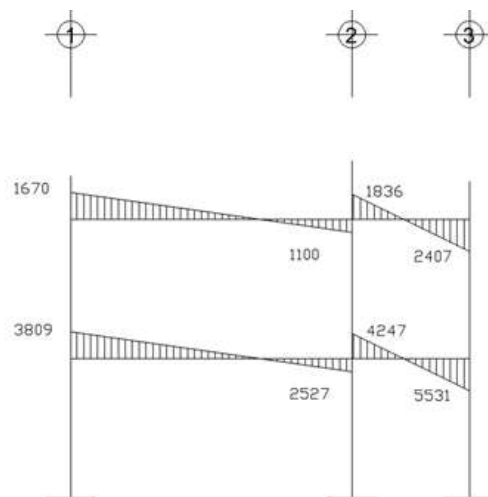
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 13. **Diagrama de momentos en vigas por carga de sismo marco X**



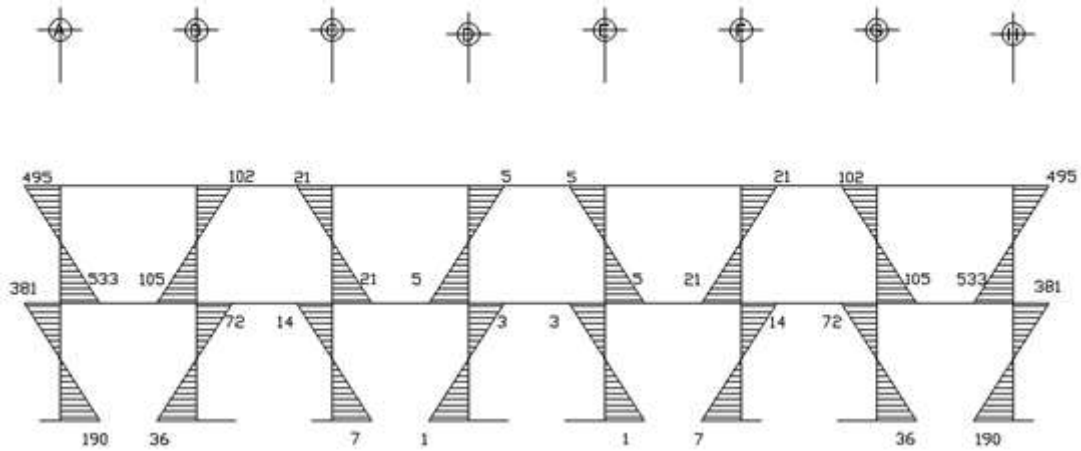
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 14. **Diagrama de momentos en vigas por carga de sismo marco Y**



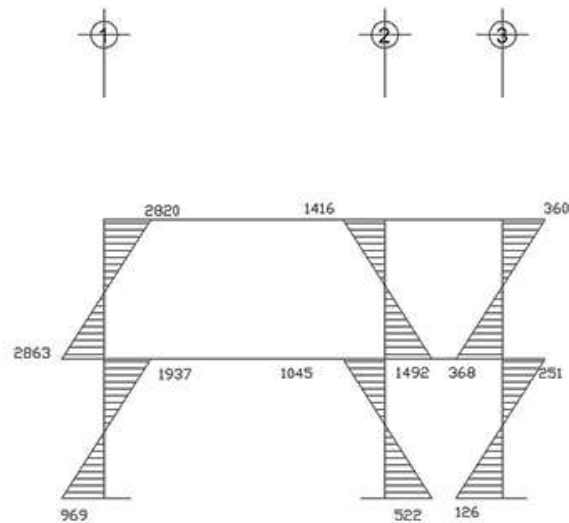
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 15. **Diagrama de momentos en columnas por carga muerta marco X**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

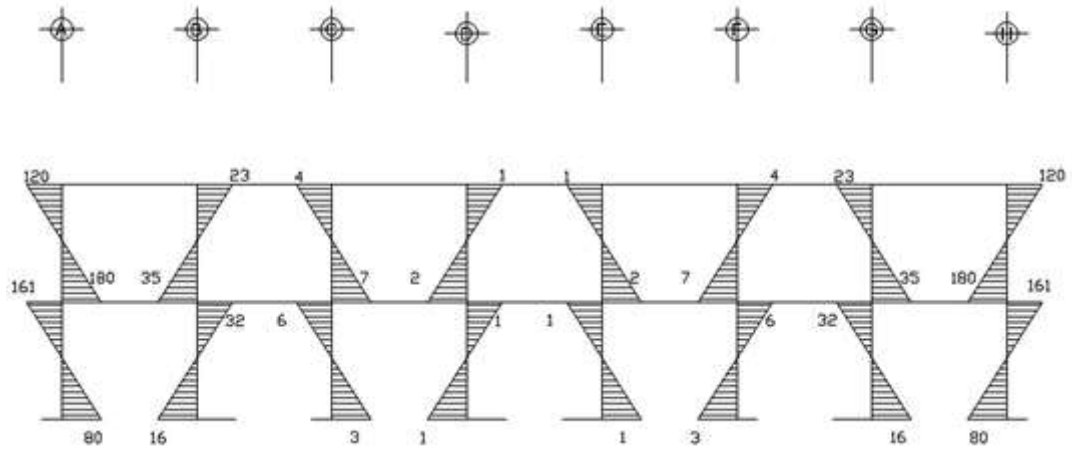
Figura 16. **Diagrama de momentos en columnas por carga muerta marco Y**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

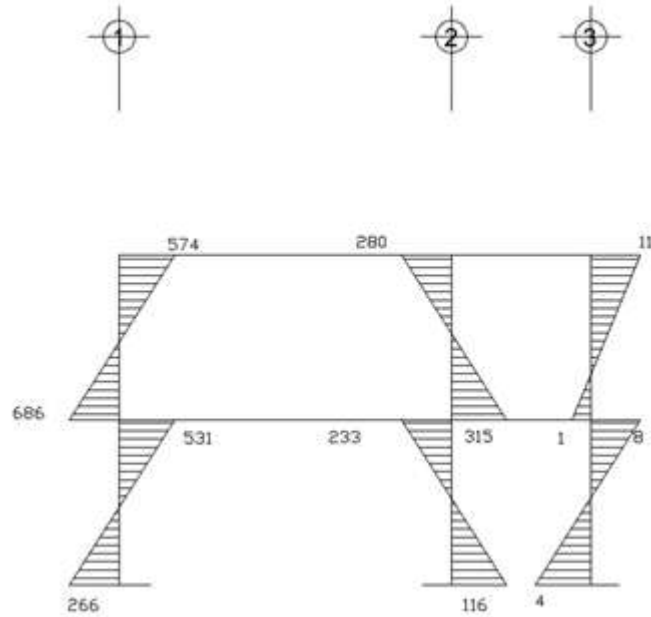


Figura 17. Diagrama de momentos en columnas por carga viva marco X



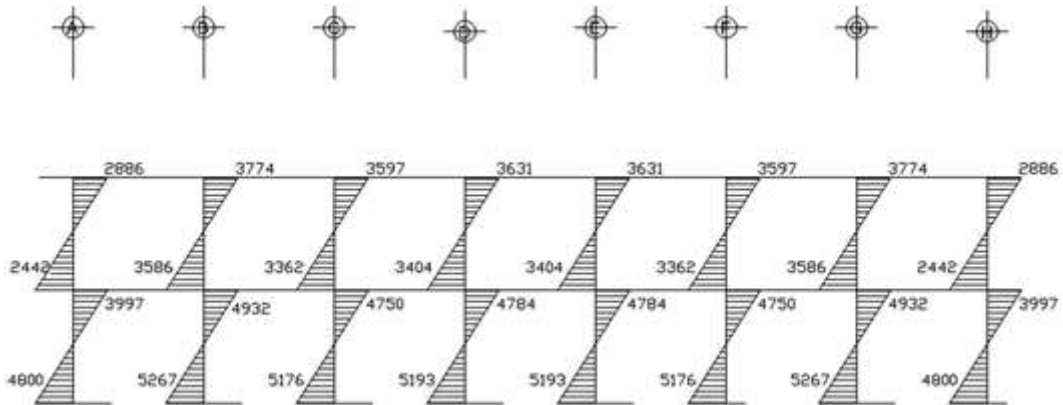
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 18. Diagrama de momentos en columnas por carga viva marco Y



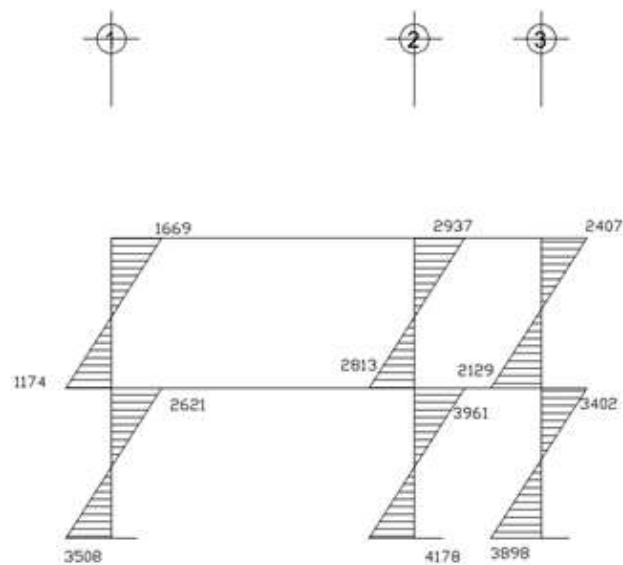
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 19. **Diagrama de momentos en columnas por carga de sismo marco X**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

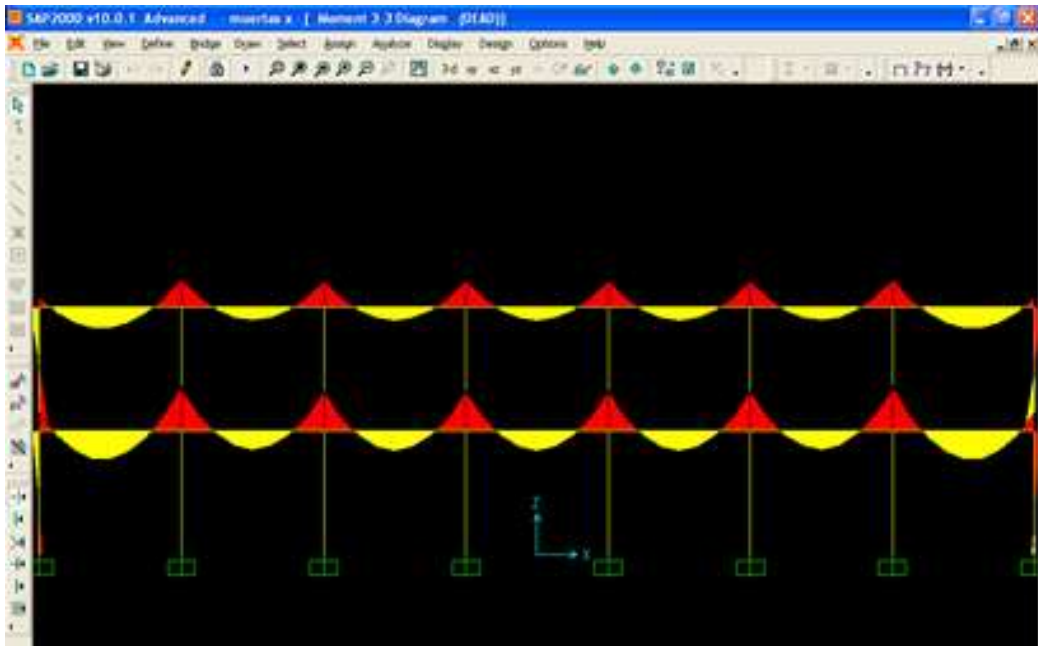
Figura 20. **Diagrama de momentos en columnas por carga de sismo marco Y**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

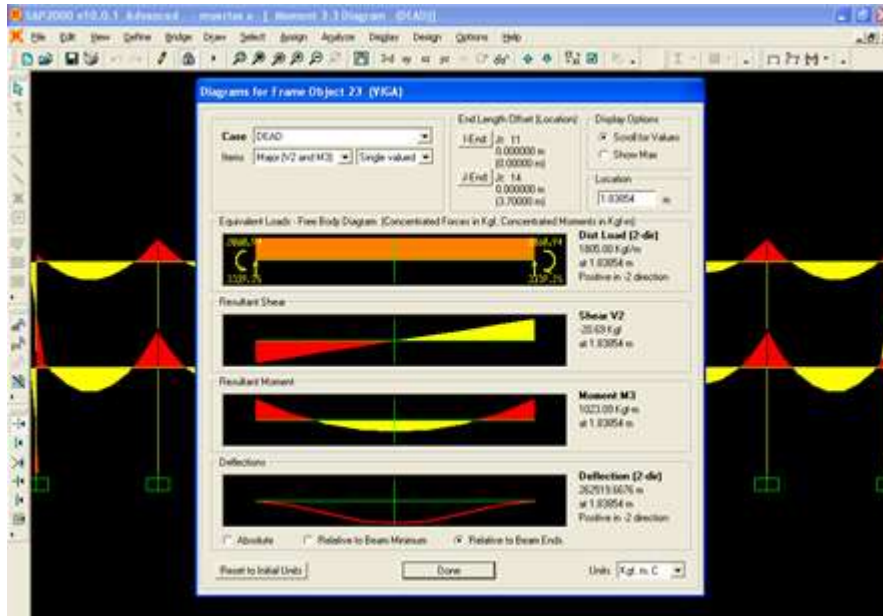
Las figuras 21 y 22 muestran los resultados obtenidos para carga muerta en el marco X con el programa SAP 2000 versión 10.

Figura 21. **Diagrama de momentos en vigas por carga muerta marco X utilizando SAP 2000**



Fuente: elaboración propia, con programa SAP 2000.

Figura 22. Diagrama de momentos en viga D-E por carga muerta marco X en el primer nivel, utilizando SAP 2000



Fuente: elaboración propia, con programa SAP 2000.

### Comparación de resultados

En la figura 22 se puede observar que los momentos obtenidos con SAP 2000 en los extremos (momentos negativos) de la viga D-E del primer nivel, tienen un valor de 2 060,94 kilogramos metros y de 1 023,09 kilogramos metros al centro (momento positivo) de la viga, mientras en la figura 9 (diagrama de momentos por carga muerta) se observa que para esa misma viga, los momentos negativos tienen un valor de 2 064 kilogramos metros y el momento positivo 1 025 kilogramos metros. Por lo tanto se toman como aceptables los resultados obtenidos, ya que la diferencia entre los dos análisis es mínima.

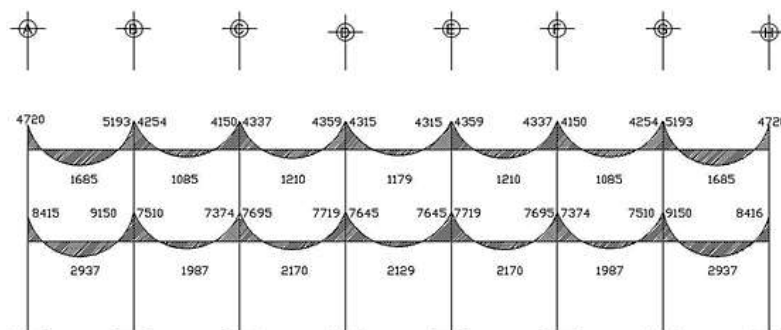
#### 2.1.3.3.4. Momentos últimos por envolvente de momentos

La envolvente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado. La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para diseño se toman los valores máximos.

- $M = 1,4MCM + 1,7MCMV$
- $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$
- $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$
- $M = 0,9MCM + 1,43MS$
- $M = 0,9MCM - 1,43MS$

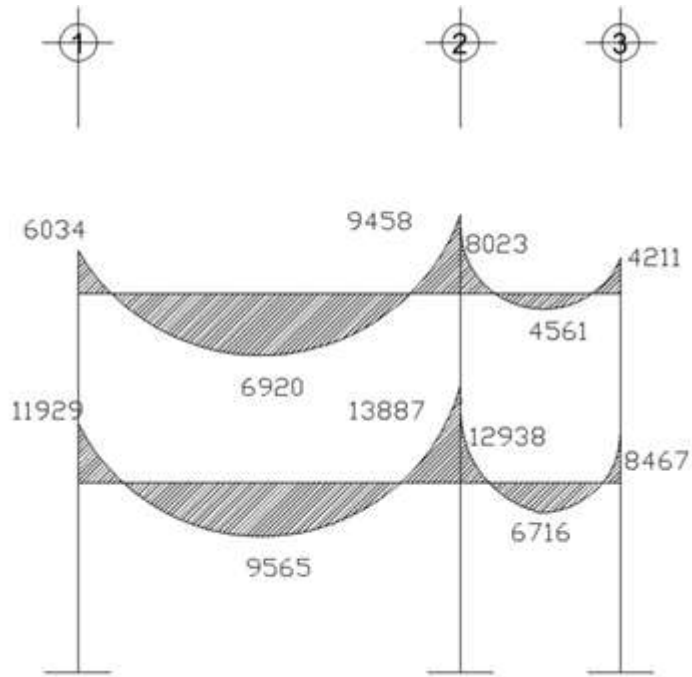
Los valores máximos obtenidos de la envolvente de momentos, tanto para vigas como para columnas en los ejes X e Y se ilustran en los diagramas correspondientes a las siguientes figuras:

Figura 23. Diagrama de envolvente momentos en vigas marco X



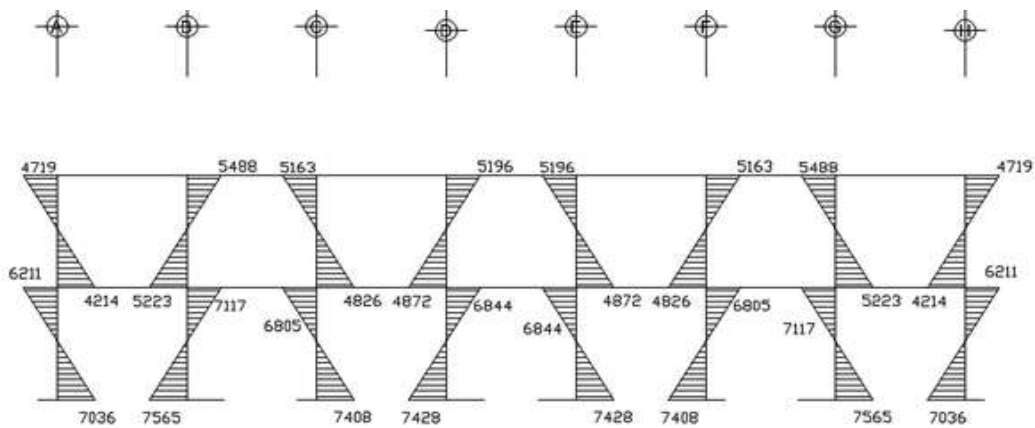
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 24. Diagrama de envolvente de momentos en vigas marco Y



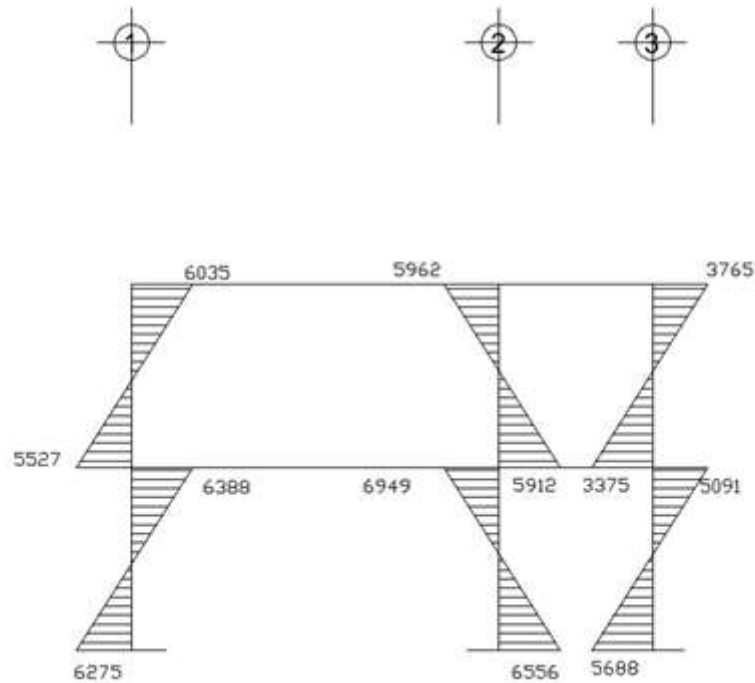
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 25. Diagrama de envolvente momentos en columnas marco X



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 26. Diagrama de envolvente de momentos en columnas marco Y



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### 2.1.3.3.5. Diagramas de momento y corte

Los diagramas de la envolvente de momentos han sido mostrados de la figura 21 a la figura 24. Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

Para el corte en vigas:

$$V_v = 0,75 * \left[ \frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87 \sum M_s}{L} \right]$$

Para el corte en columnas:

$$V_{col} = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Corte en marco crítico

Para la viga A-B del primer nivel marco 2:

$$V = 0,75 * \left[ \frac{1,4(1805\text{kg/m} * 3,7)}{2} + \frac{1,7(720\text{kg/m} * 3,7)}{2} + \frac{1,87(6439 + 4\ 886)}{3,7} \right]$$

$$V = 9497 \text{ kg}$$

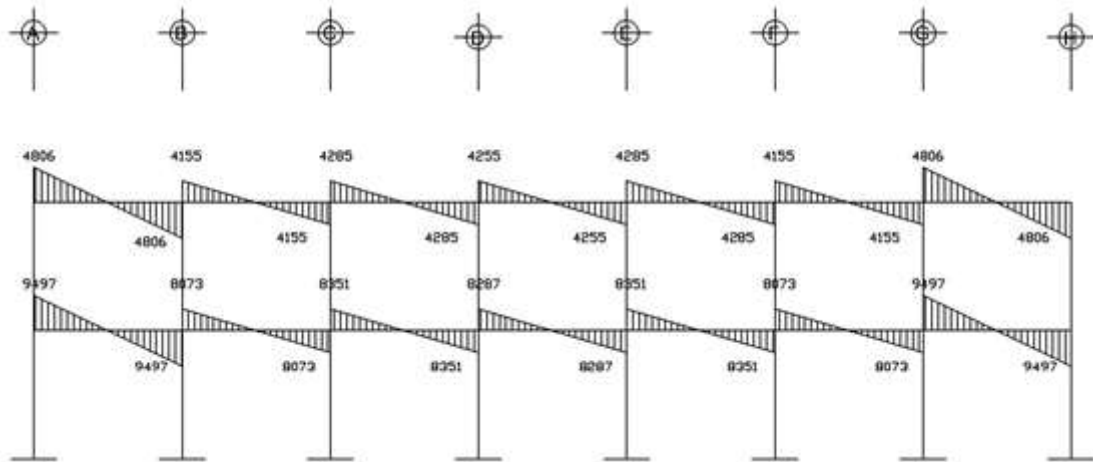
Para la columna A del primer nivel marco 2:

$$V_{col} = \frac{6211\text{kg}\cdot\text{m} + 7036\text{kg}\cdot\text{m}}{3,2\text{m}} = 4140 \text{ kg}$$

El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación se muestran los diagramas de corte para los marcos críticos:

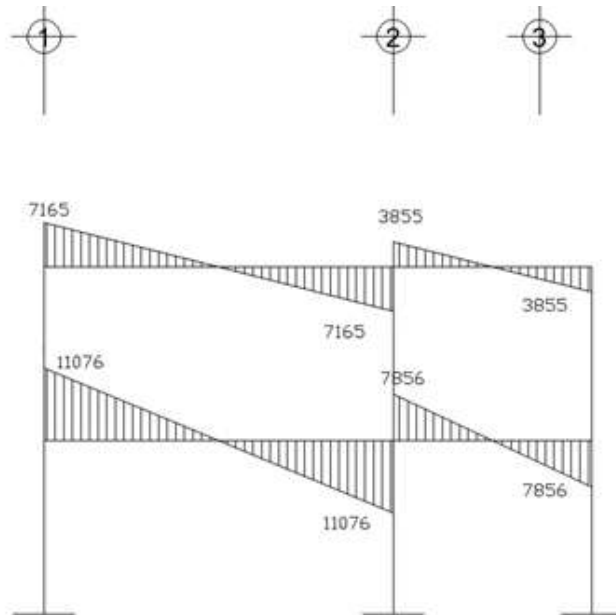


Figura 27. Diagrama de corte en vigas marco X



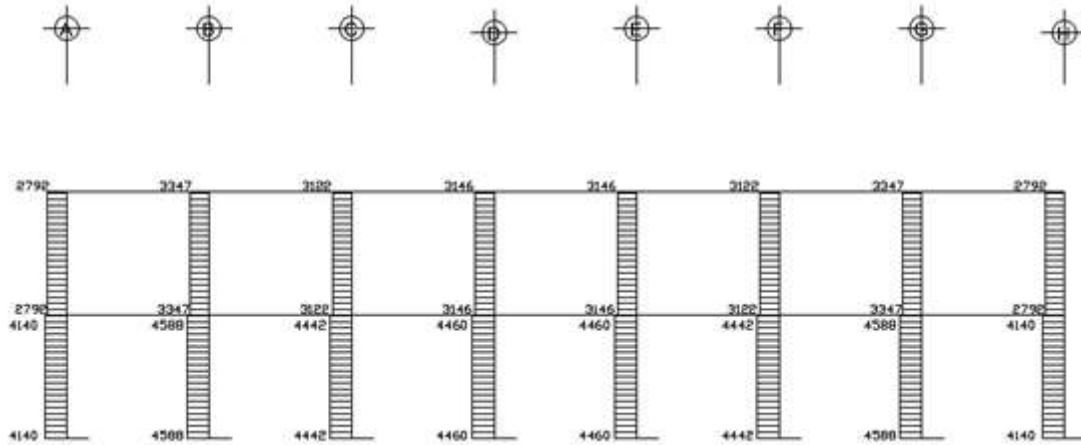
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 28. Diagrama de corte en vigas marco Y



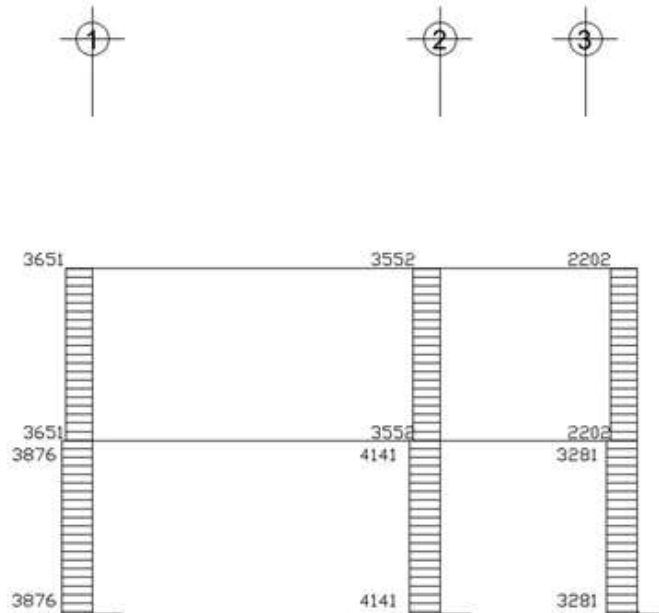
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 29. **Diagrama de corte en columnas marco X**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 30. **Diagrama de corte en columnas marco Y**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

## 2.1.4. Diseño estructural

Diseño estructural es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura; es ésta la parte de la edificación que se destina para soportar las cargas que se presentaran en su vida útil.

### 2.1.4.1. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en: cascarones ( $t < 0,09$ ), planas ( $0,09 < t < 0,12$ ) y nervuradas ( $t > 0,12$ ). Para diseñarlas, existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 ACI descrito en la sección siguiente.

Relación de lados de las losas:

Figura 31. **Planta de losas**

LOSA 1	LOSA 2	LOSA 3	LOSA 4	LOSA 5	LOSA 6	LOSA 7
LOSA 8	LOSA 9	LOSA 10	LOSA 11	LOSA 12	LOSA 13	LOSA 14

Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Losas 1-7

$$m = A/B = 3,8/6,65 = 0,57$$

Losas 8-14:

$$M = A/B = 2,7/3,80 = 0,72$$

Por lo tanto las losas serán diseñadas en dos sentidos ya que  $m > 0,5$  en ambos casos, para determinar los casos propuestos por método 3 del ACI se utilizaron las tablas del Anexo 4.

Losas del primer nivel

Datos:

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

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

$$\text{Peso del concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{acabados}} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de losa} = 0,12 \text{ m}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 200 \text{ kg/m}^2 (\text{salón})$$

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2 (\text{pasillo})$$

Integración de cargas:

$$CUT = 1,7CV + 1,4CM$$

Losas 1-7

$$CUT = 1,7(200 \text{ kg/m}^2) + 1,4(100 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 288 \text{ kg/m}^2)$$

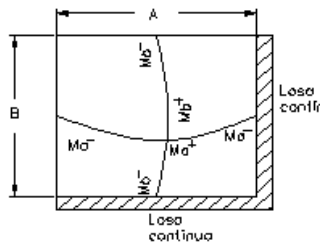
$$= 967,2 \text{ kg/m}^2$$

Losas 8-14:

$$\begin{aligned} \text{CUT} &= 1,7(500 \text{ kg/m}^2) + 1,4 (100 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 + 288 \text{ kg/m}^2) \\ &= 1477,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Cálculo de momentos:

Figura 32. **Determinación de los momentos en losas**



Momentos actuantes según coeficientes

$$M_a^+ = C_a^+(CVu)(a)^2 + C_a^+(CMu)(a)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+(CVu)(b)^2 + C_b^+(CMu)(b)^2$$

$$M_a^- = C_a^-(Cut)(a)^2$$

$$M_b^- = C_b^-(Cut)(b)^2$$

Fuente: elaboración propia.

Donde:

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$C_a^{+/-}$ ,  $C_b^{+/-}$  = factores dados por relación a/b

$M_a^-$ ,  $M_b^-$  = momentos negativos en losa

$M_a^+$ ,  $M_b^+$  = momentos positivos en losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$M_a^- = 1/3 * M_a^+$$

$$M_b^- = 1/3 * M_b^+$$

Losa 1:

m=1, caso 4 (ver tablas en anexo 4)

Momentos negativos:

$$Ma^- = Ca^-(Cut)(a)^2$$

$$Ma^- = 0,089(967,20)(3,8)^2 = 1243,01 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = Cb^-(Cut)(b)^2$$

$$Mb^- = 0,011(967,20)(6,65)^2 = 470,49 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(CMu)(a)^2$$

$$Ma^+ = 0,067(1,7*200)(3,8)^2 + 0,053(1,4*448)(3,8)^2 = 808,95 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(CMu)(b)^2$$

$$Mb^+ = 0,009(1,7*200)(6,65)^2 + 0,007(1,4*448)(6,65)^2 = 329,48 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos en lado de losa sin continuidad:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+ = 1/3 * (808.95 \text{ kg-m}) = 269.65 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+ = 1/3 * (329.48 \text{ kg-m}) = 109.82 \text{ kg-m}$$

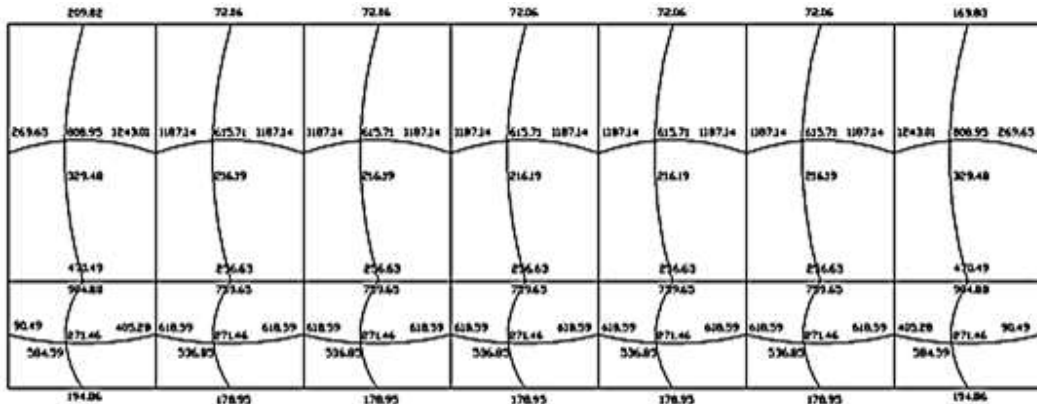
El procedimiento fue el mismo para el resto de las losas, a continuación se muestra el resumen en la siguiente tabla.

Tabla IX. Resumen de cálculo de momentos

Losa	A	B	m	Cas o	CVU	CM U	Ca Neg	CbNe g	Momento (-)		Ca Pos CV	Cb Pos CV	Ca Pos CM	Cb Pos CM	Momento (+)	
									MaNeg	Mb Neg					Ma Pos	Mb Pos
1 y 7	3,8	6.65	0,57	4	340	627	0,089	0,011	1 243,01	470.49	0,067	0,009	0,053	0,007	808,95	329.48
2 a 6	3,8	6.65	0,57	9	340	627	0,085	0,006	1 187,14	256.63	0,059	0,007	0,036	0,004	615,71	216.19
8 y 14	2,75	3,8	0,72	4	850	627	0,081	0,019	904.88	405.28	0,057	0,014	0,046	0,011	584,59	271.46
9 a 13	2,75	3,8	0,72	8	850	627	0,068	0,029	759.65	618.59	0,054	0,014	0,04	0,011	536,85	271.46

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Momentos no balanceados en losas

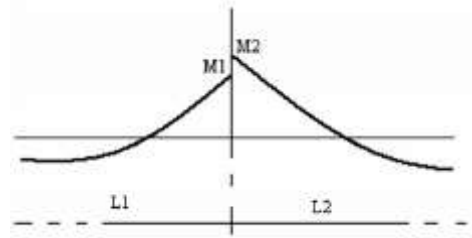


Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### Balance de momentos

Sí el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:

Figura 34. **Balanceo de momentos**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

$$M2 > M1$$

Sí  $M1 > 0,8 * M2$ ; entonces,  $MB = (M1 + M2) / 2$

Sí  $M1 < 0,8 * M2$ ; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas

$$K_1 = \frac{1}{L_1}, K_2 = \frac{1}{L_2}$$

$K_1, K_2$  = rigideces de losas a y b

$L_1, L_2$  = longitudes de losas

$D_1, D_2$  = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}, D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$MB = M1 + (M2 - M1) * D1$$

$$MB = M2 - (M2 - M1) * D2$$

MB = Momento balanceado.



Balance de momentos entre losas 1 y 2:

$$M2= 1\ 243,01$$

$$M1= 1\ 187,14$$

$$L1= 6,65\text{m}$$

$$L2= 6,65\text{m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0,8*M2=0,8*1\ 243,01= 994,41$$

Como  $M1 > 0,8M2$ , se balancea por promedio

Momento balanceado losas 1 y 2:

$$MB=1/2(1\ 243,01+1\ 187,14)=1\ 215,07\ \text{kg-m}$$

Balance de momentos entre losas 8 y 9

$$M2= 618,59$$

$$M1= 405,28$$

$$L1= 3,8\text{m}$$

$$L2= 3,8\text{m}$$

Verificando condición para balancear momentos:

$$0,8*M2=0,8*618,59= 494,87$$

Como  $0,8M2 > M1$ , se balancea por rigideces:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{3,8} = 0,26 \quad , \quad K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{3,8} = 0,26$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,26}{0,26 + 0,26} = 0,5 \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \frac{0,26}{0,26 + 0,26} = 0,5$$

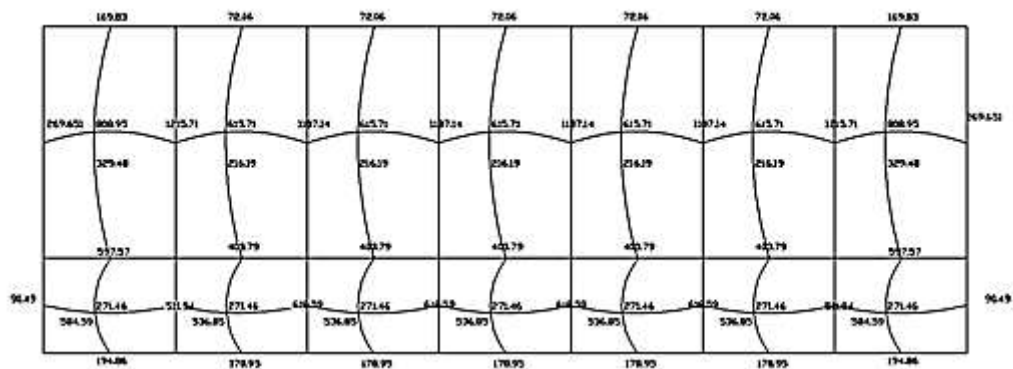
$$MB = 405,28 + (618,59 - 405,28) * 0,5 = 511,94 \text{ kg-m}$$

$$MB = 618,59 - (618,59 - 4105,28) * 0,5 = 511,94 \text{ kg-m}$$

El momento balanceado entre las losas 7 y 8 es 514,51 kg-m.

El procedimiento se aplicó para todas las losas, en ambos sentidos.

Figura 35. **Momentos balanceados en losas del primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### Diseño del armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo.

$f_y=2810\text{kg/cm}^2$   
 $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$   
Espesor de losa= 0,12m  
B=100cm (franja unitaria)  
Recubrimiento = 2,5 cm  
 $\varnothing\text{refuerzo} = 3/8''$

Acero mínimo:

$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$   
 $\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$   
b = franja unitaria.  
t = espesor de la losa.  
d = peralte efectivo.  
 $d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 9,023\text{ cm}$   
 $A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2810) * 100 * 9,023 = 4,53\text{ cm}^2$   
Separación para  $A_{s\text{mín}}$  con varillas No. 3  
 $4,53\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$   
 $0,71\text{cm}^2 \rightarrow S$

Aplicando una regla de tres:

$S=0,71*100/4,04= 15,67\text{cm}$   
La separación máxima que permite el ACI es  $2t$   
 $S_{\text{max}}=2*0,12=24\text{cm}$

Ya que la separación para tener acero mínimo es menor que la separación máxima, se ha de tomar como separación máxima  $S=15\text{ cm}$

Calculando el momento que resiste Asmín:

$$M_{Asmin} = \phi \left[ As \cdot fy \cdot \left( d - \frac{As \cdot fy}{1,7 \cdot f'c \cdot b} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[ 4,53 \cdot 2810 \cdot \left( 9,023 - \frac{4,53 \cdot 2810}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} \right) \right] = 99294,5 \text{ kg-cm}$$

El momento que resiste Asmin= 992,94 kg-m

Para los momentos menores a  $M_{Asmín}$ , se armarán con Asmín y S = 15cm. Para momentos mayores se armarán según indique el cálculo.

Calculando As para el momento negativo entre losa 1 y 2:

$$As = \frac{0,85f'c}{fy} \left[ b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{Mu \cdot b}{0,003825 \cdot f'c}} \right]$$

$$As = \frac{0,85 \cdot 210}{2810} \left[ 100 \cdot 9,023 - \sqrt{(100 \cdot 9,023)^2 - \frac{1215,71 \cdot 100}{0,003825 \cdot 210}} \right] = 5,60 \text{ cm}^2$$

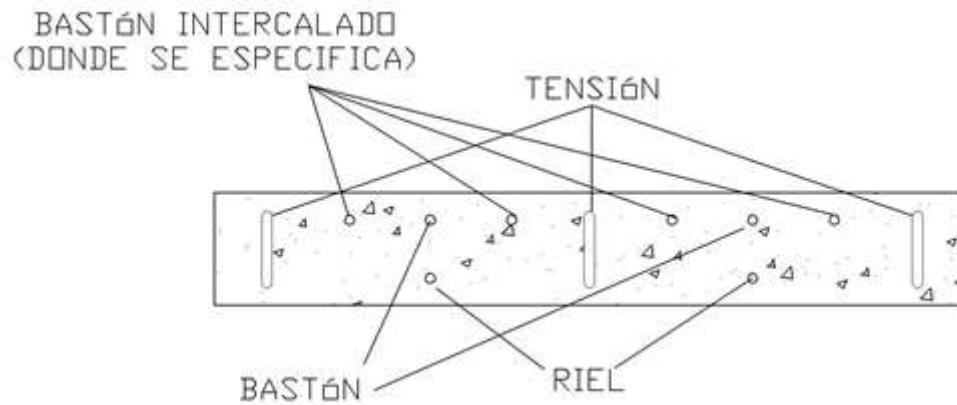
Calculando el espaciamiento requerido:

$$S = 0,71 \cdot 100 / 5,60 = 12,67 \text{ cm}$$

Este procedimiento se aplicó para los momentos en todas las losas con momentos mayores al que resiste Asmín (1 187,14 kg-m), dando como resultado una separación de 12,73 centímetros.

Para uniformizar el armado se colocaron bastones intercalados entre tensiones y los bastones y rieles (donde van juntos). Ver planos del apéndice1.

Figura 36. **Detalle de armado en losas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Revisión por corte:

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado

$$V_{max} = \text{CUT} \cdot L / 2$$

Para las losas de salón de clase

$$V_{max} = 967,2 \cdot 6,65 / 2 = 3\,215,94 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente:

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot 9,023 \cdot \sqrt{210} = 5890,54 \text{ kg}$$

Como  $V_{res} > V_{max}$ , el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

El diseño de las losas del segundo nivel es similar, ver planos en el apéndice.

#### 2.1.4.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes últimos actuantes, que resultan del análisis estructural. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas, a manera de ejemplo se diseña la viga crítica en el edificio, que es la viga A-B del marco 2 en el primer nivel.

Datos:

$$F_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\text{Sección} = 25 * 50 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$E_s = 2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = h - \text{rec} = 50\text{cm} - 4\text{cm} = 46\text{cm}$$

$$M(-)1 = 10\,425 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-)2 = 10\,680 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 2\,129 \text{ kg} - \text{m}$$

$$V_u = 9\,497 \text{ kg}$$

Calculando Asmín de la sección:

En ningún caso el refuerzo a flexión en una viga debe ser menor a éste, si en caso todas las vigas demandan un refuerzo menor al mínimo sería adecuado reducir la sección propuesta.

Acero mínimo:

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$\rho_{mín} = 14,1 / F_y$$

$$A_{smín} = (14,1/2810) * 25 * 46 = 5,77 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_{smáx}$  de la sección:

Si las secciones demandan un refuerzo mayor al  $A_{smáx}$ , será necesario rediseñar los elementos, a modo que sean capaces de resistir las cargas actuantes.

$$A_{smáx} = 0,5 * \rho_{bal} * b * d$$

Donde:

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0,85 f'_c}{f_y} * \frac{6115}{6115 + f_y}$$

Si  $f'_c \leq 281 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\beta_1 = 0,85$ ; entonces:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2810} * \frac{6115}{6115 + 2810} = 0,037$$

$$A_{smáx} = 0,5 * 0,037 * 25 * 46 = 21,27 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal solicitado

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c}} \right]$$

Calculando  $A_s$  para  $M(-)1 = 10425 \text{ kg-m}$ :

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2810} \left[ 25 \cdot 46 - \sqrt{(25 \cdot 46)^2 - \frac{10425 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210}} \right] = 9,59 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_s$  para  $M(-)2 = 10680 \text{ kg -m}$ :

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2810} \left[ 25 \cdot 46 - \sqrt{(25 \cdot 46)^2 - \frac{10680 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210}} \right] = 9,84 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_s$  para  $M(+) = 2937 \text{ Kg -m}$ :

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2810} \left[ 25 \cdot 46 - \sqrt{(25 \cdot 46)^2 - \frac{2937 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210}} \right] = 2,57 \text{ cm}^2$$

Para el armado final de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cap. 21:

Cama superior:

Colocar 2 varillas corridas como mínimo, con el área mayor de las opciones.

- $A_{s\text{mín}} = 5,77 \text{ cm}^2$
- $33\% A_s(-) \text{ mayor} = 3,25 \text{ cm}^2$



Por tanto, se usa  $A_{smín} = 5,77 \text{ cm}^2$

Usar 3 #5 corridas,  $A_S = 5,94 \text{ cm}^2$

Para cubrir los momentos negativos en las vigas, se completa el  $A_s$  requerido con bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros entre las barras no debe ser de 2 números consecutivos.

$M(-)1 = 10425 \text{ kg-m}$  requiere una  $A_s$  de 9,59 centímetros cuadrados, la diferencia es de 3,62 centímetros cuadrados, entonces se colocados bastones, 2#5.

$M(-)2 = 10680 \text{ kilogramos metros}$  requiere una  $A_s$  de 9,84 centímetros cuadrados la diferencia es de 3,9 centímetros cuadrados entonces se colocados bastones, 2#6.

Cama inferior:

Colocar 2 varillas corridas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{smín} = 5,77 \text{ cm}^2$
- 50 %  $A_s(-)$  mayor = 4,92  $\text{cm}^2$
- 50 %  $A_s(+)$  = 1,28  $\text{cm}^2$

Por tanto, se usa  $A_{smín} = 5,77 \text{ cm}^2$

Entonces se usa 3# 5 corridas,  $A_S = 5,94 \text{ cm}^2$

Los momentos positivos quedan cubiertos con el Asmín, por tanto no se usan bastones. La tabla siguiente muestra el armado de las vigas tanto en "X" como en Y.

Tabla X. Resumen diseño de vigas a flexión

EJE X																	
NIVEL	VIGA	MNE G 1	MNE G 2	MPOS	As Mo (-)1	As Mo (-)2	As Mo (+)	0.33As Mo (-)1	0.33As Mo (-)2	Asmin	Corridas (-)	Bastón (-)1	Bastón (-)2	50%As +	50%As (-)MA	As M(+)	BASTON (+)
2DO	CRITICA	5 193	5 193	1 685	4,61	4,61	1,46	1,52	1,52	5,77	3#5			0,73	1,92	3#5	
1ERO	A-B	10 425	10 680	2 937	9,59	9,84	2,57	3,16	3,25	5,77	3#5	2#5	2#5	1,28	4,92	3#5	
	Interna	9 011	9 011	2 170	8,21	8,21	1,89	2,71	2,71	5,77	2#6	1#6	1#6	0,94	4,10	3#5	
EJE Y																	
2DO	A-B	6 034	9 458	6 920	5,39	8,64	6,21	1,81	2,85	5,77	2#6		2#5	3,11	4,32	2#5	1#6
2DO	B-C	8 023	4 211	4 561	7,69	3,71	4,03	2,41	1,21	5,77	2#6	1#5	0,00	2,02	3,65	3#5	
1RO	A-B	11 929	13 887	9 565	11,1 0	13,1 1	8,75	3,63	4,30	5,77	2#6	2#6	2#6 +1#5	4,37	6,51	2#6+1 #7	
1RO	B-C	12 938	8 467	6 716	12,1 3	7,68	6,02	3,93	2,48	5,77	2#6	2#5+1 #6	1#5	3,01	5,96	2#5 + 1#6	

Fuente: elaboración propia.

### Diseño a corte

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_{res} > V_u$ , la viga necesita estribos solo por armado, a  $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30\text{cm}$

Si  $V_{res} < V_u$ , se diseñan estribos por corte

$$V_{res}=0,53*\phi*b*d*\sqrt{f'c}$$

$$V_{res}=0,53*0,85*25*46*\sqrt{210}=7507,62 \text{ kg}$$

$$V_u = 8540 \text{ kg}$$

Como  $V_u > V_{res}$ , se deben diseñar los estribos por corte:

$$S = \frac{2A_v*f_y*d}{V_u} = \frac{2*0,71*2810*46}{9497} = 19,33 \text{ cm}$$

$$S_{max}=46/2=23 \text{ cm}$$

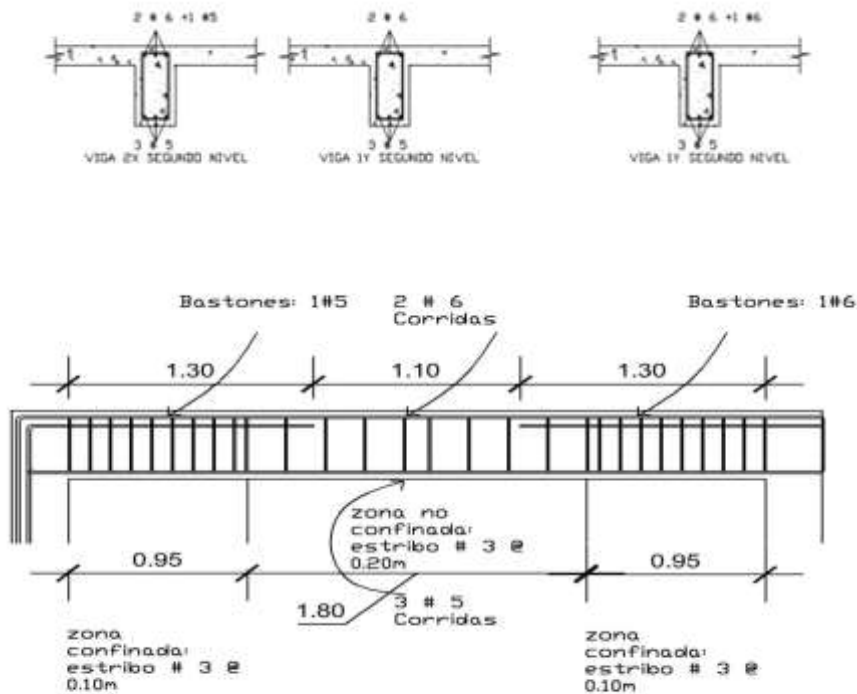
Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a  $2d$  (92 centímetros para este caso), la longitud a confinar para el diseño es 95 centímetros medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros, de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe exceder de:

- $d/4 = 11,50 \text{ cm}$
- $8 \phi_{var} \text{ longitudinal} = 12,72 \text{ cm}$
- $24 \phi_{var} \text{ transversal} = 22,86 \text{ cm}$
- $30 \text{ cm}$

Separación de estribos en zona confinada: 10 centímetros y 20 centímetros en zona noconfinada, con varilla No.3.

Figura 37. **Detalle de viga y secciones**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### 2.1.4.3. **Diseño de columnas**

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados de la envolvente de momentos para columnas. En el diseño de columnas, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta.

Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio escolar y se aplican en la columna del nivel 1.

Datos:

Sección col. = 30cm*30cm	Vy = 6949 Kg
Sección viga 1 = 25cm*50cm	L Columna = 3,20 m
Sección viga 2 = 25cm*50cm	L vigas = 8,28 m
Mx = 7 565 kg – m	Área tributa = 19,50m <sup>2</sup>
My = 6 949 kg – m	t losa = 0,12m
Vx = 4 588 kg	
Peso 2do nivel = 19 970,44 kg	

Cálculo del factor de carga última

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

- $CMU = 1,4(W_{acabados} + W_{losa} + W_{sobrecarga} + W_{muros})$
- $CMU = 1,4(100 + 288 + 60 + 200,29) = 1,4(648,29) = 907,61 \text{ kg/m}^2$

La carga viva a utilizar es proporcional a las cargas aplicadas y el área correspondiente, 5,4 metros cuadrados para uso de pasillos y 14,1 metros

cuadrados para uso de aulas dando como resultado 283,08 kilogramos por metro cuadrado.

$$CVU=1,7(Wviva)$$

$$CVU=1,7*(283,08)= 481,24 \text{ kg/m}^2$$

$$CU=CMU+CVU=907,61+481,24= 1\ 388,85 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU=\frac{1388,85}{648,29+283,08}=1,49$$

Cálculo de la carga axial:

$$P_u = (A T * CU) + (PP \text{ vigas} * F_{cu}) + P_{2do \text{ Nivel}}$$

$$P_u = (19,50*1\ 388,85)+(2\ 400*0,25*0,50*8,28*1,49) + (19\ 970,44)$$

$$P_u=50754\text{kg}$$

Esbeltez (E):

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas. En un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas en base esto.

Columnas cortas ( $E < 22$ ): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural. Columnas intermedias ( $22 > E > 100$ ): diseñarlas magnificando los momentos actuantes. Columnas largas ( $E > 100$ ): no construirlas.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

Extremo superior:  $\Psi = \Sigma K_{col} / \Sigma K_{vigas}$

Sentido X:

$$I_{col} = 0,30 * 0,30^3 / 12 = 0,000675$$

$$I_{vig} = 0,25 * 0,50^3 / 12 = 0,0026$$

$$K_{col} = 0,000675 / 3,2 = 0,000211$$

$$K_{vig \text{ izquierda}} = 0,0026 / 3,7 = 0,000703$$

$$K_{vig \text{ derecha}} = 0,0026 / 3,7 = 0,000703$$

$$\Psi_a = 2 * 0,000211 / (0,000703 + 0,000703) \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_a = 0,30$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior empotrado)}$$

$$\Psi_p = (0,30 + 0) / 2$$

$$\Psi_p = 0,15$$

Cálculo de K (factor de longitud efectiva):

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \sqrt{1 + \Psi_p}, \text{ si } \Psi_p > 2$$

Como  $\Psi_p < 2$ :

$$K = \frac{(20 - 0,15)}{20} * \sqrt{1 + 0,15} = 1,06$$

Esbeltez en columna:

$$E = \frac{K \cdot Lu}{\sigma}, \text{ donde } \sigma = 0,3 \cdot \text{lado}$$

$$\sigma = 0,3 \cdot 0,30 = 0,09$$

$$E = \frac{1,06 \cdot 2,82}{0,09} = 33,21$$

33,21 > 22 y < 100; Se clasifica como columna intermedia

Esbeltez de columna, sentido Y:

$$\Psi_p = 0,15$$

$$K = 1,07$$

$$E = 33,53 > 22 \text{ y } < 100; \text{ columna intermedia}$$

Según los resultados de esbeltez, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos:

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual



se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{C_{MU}}{C_u} = \frac{907,61}{1388,85} = 0,653$$

Cálculo del EI total del material

$$E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1+\beta_d)} = \frac{15100 \sqrt{210} \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 30^4}{2,5(1+0,653)} = 357,42 \text{ T-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kLu)^2} = \frac{3,1415 \cdot 357,42}{(1,06 \cdot 2,55)^2} = 394,79 \text{ T}$$

Magnificador de momentos:

$$\delta > 1 \text{ y } \phi = 0,70 \text{ si se usan estribos}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{50,75}{0,7 * 394,79}} = 1,22$$

Momento de diseño sentido X:

$$M_{dx} = \delta * M_u = 1,22 * 7\,565 \text{ kg-m} = 9\,229 \text{ kg-m}$$

Momento de diseño sentido Y:

$$\beta_d = 0,653$$

$$EI = 357,42 \text{ T-m}^2$$

$$P_{cr} = 387,45 \text{ Ton}$$

$$\delta = 1,23$$

$$M_{dy} = \delta * M_u = 1,23 * 6\,949 \text{ kg-m} = 8\,547 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal por el método Bresler:

Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios. El método Bresler consiste en aproximar el valor  $1/P'u$ , a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ( $P'o$ ), carga de falla para una excentricidad  $e_x$  ( $P'ux$ ) y carga de falla para una excentricidad  $e_y$  ( $P'uy$ ).

Límites de acero:

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites  $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$ , en zona sísmica.

$$A_{smín} = 0,01 (30 * 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06 (30 \cdot 30) = 54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado propuesto: } 8 \text{ varillas } \#7 = 31,04 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas, calculados con el programa JC Diseño Concreto del Ing. Julio Corado (ver Anexo 5).

Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = d/h = (30 - 2(4))/30 = 0,73$$

Valores de la curva:

$$P_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot A_g} = \frac{22,80 \cdot 2810}{0,85 \cdot 210 \cdot 900} = 0,399$$

Excentricidades:

$$e_x = M_{dx}/P_u = 9229/50754 = 0,182$$

$$e_y = M_{dy}/P_u = 8547/50754 = 0,168$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,182/0,30 = 0,606$$

$$e_y/h_y = 0,168/0,30 = 0,560$$

Con las diagonales se calculan los diagramas de interacción (anexo 5), de los cuales se obtuvieron los siguientes valores:  $K_x=0,44$ ,  $K_y=0,46$

Cargas

Carga resistente de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,44)(210)(30 \cdot 30) = 83160 \text{ kg.}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (0,46)(210)(30 \cdot 30) = 86940 \text{ kg.}$$

Carga axial resistente de la columna:

$$P'_o = \phi(0,85 \cdot f'_c(A_g - A_s) + A_s \cdot F_y)$$

$$P'_o = 0,70 (0,85 \cdot 210(900 - 31,04) + 31,04 \cdot 2810)$$

$$P'_o = 169632 \text{ kg.}$$

Carga resistente de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{83160} + \frac{1}{86940} - \frac{1}{169632}} = 56715 \text{ kg}$$

Como  $P_u = 50754 \text{ kg}$ , el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del  $A_{smax}$ , en caso de requerir mayor refuerzo que el permitido por  $A_{smax}$  será necesario aumentar la sección propuesta.

Cálculo del acero transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexo compresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, con el objetivo de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la

columna. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Comparar  $V_r$  con  $V_u$  con los siguientes criterios:

Si  $V_r > V_u$  se colocan estribos a  $S = d / 2$

Si  $V_r < V_u$  se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53\sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 26 = 5092 \text{ kg}$$

$$V_u = 6949 \text{ kg}$$

El corte resistente es menor que el actuante por tanto la columna necesita estribos por corte:

Usando estribos con varilla #3

$$S = \frac{2A_v f_y d}{V_u} = S = \frac{2 * 1,266 * 2810 * 26}{6949} = 14,92 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx}} = d/2 = 26/2 = 13 \text{ cm}$$

Dado que la separación solicitada por  $V_u$  es mayor que la máxima, se considera 10 centímetros de separación para facilitar el armado, pero para la zona de confinamiento si se necesita calcular el refuerzo transversal en ambos extremos de la columna.

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

- $L_u / 6 = 2,82 / 6 = 0,47 \text{ m}$
- Lado mayor de la columna = 0,30 m
- 45 cm

La longitud de confinamiento propuesta es 0,60m, en ambos extremos.

Cálculo de la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45((A_g / A_{ch}) - 1)(0,85 * f'_c / F_y)$$

$$\rho_s = 0,45((30^2 / 22^2) - 1)(0,85 * 210 / 2810) = 0,024$$

Es necesario chequear que  $\rho_s > 0,12f'_c/f_y$

$$\rho_s > 0,12 * 210 / 2810 = 0,009, \text{ chequea}$$

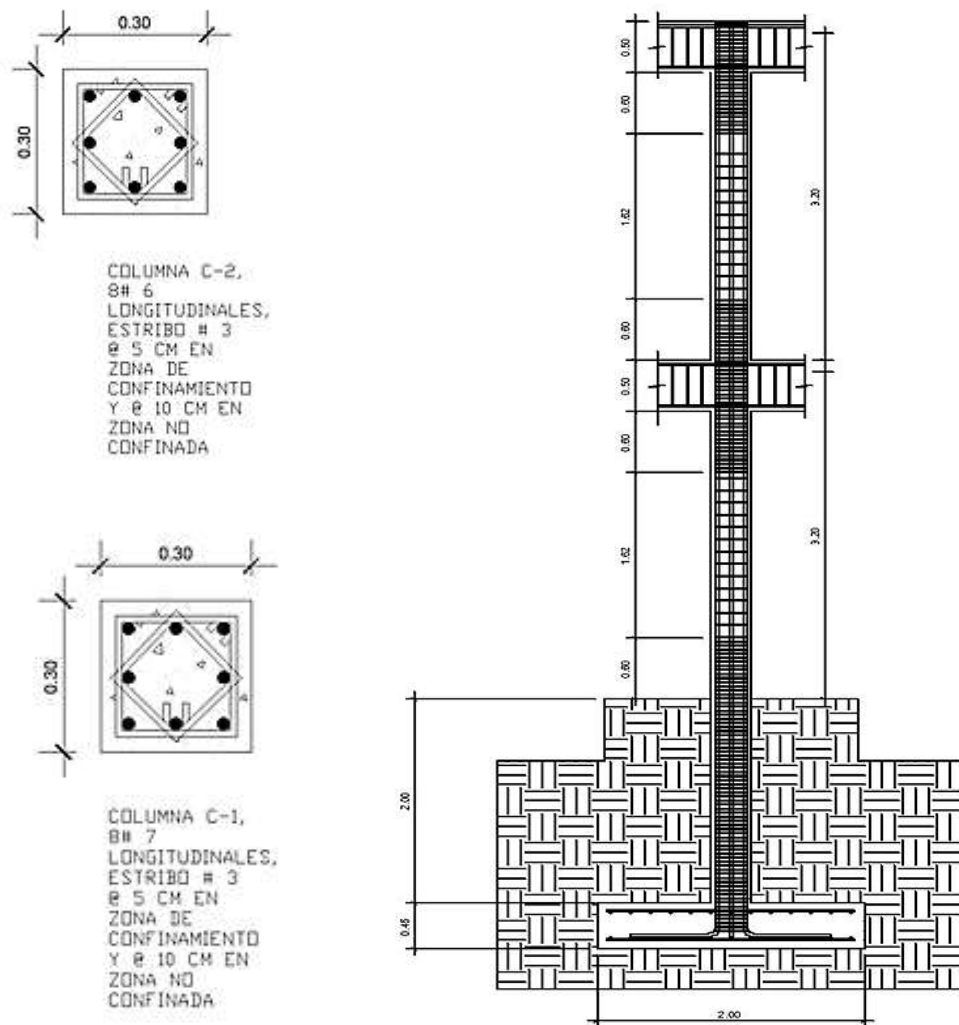
Calculando el espaciamiento en función de la cuantía volumétrica, utilizando varillas #3:

$$S = \frac{4A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{4 * 0,71}{0,024 * 22} = 5,37 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos #3 @ 5centímetros en la zona de confinamiento.

Este procedimiento se aplicó a las columnas del segundo nivel, dando como resultado también un refuerzo longitudinal de 8#6 y un refuerzo transversal #3 @ 5centímetros en la zona de confinamiento y @ 10 centímetros en el resto.

Figura 38. **Detalle de columnas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

#### 2.1.4.4. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a soportar todas las cargas de la estructura y transmitir las al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseña una zapata típica, concéntrica de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte así como el peso específico del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos:

$$M_x = 7\,565 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 6\,949 \text{ kg-m}$$

$$P_u = 50,75 \text{ T}$$

$$V_s = 25,06 \text{ T/m}^2$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,84 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 2 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

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

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

Cargas de trabajo:

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{50,75}{1,49} = 34,06 \text{ T}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{7,56}{1,49} = 5,07 \text{ T-m}$$

$$M't_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{6,95}{1,49} = 4,66 \text{ T-m}$$



Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 34,06}{25,06} = 2,04 \text{m}^2$$

Se propone usar una zapata de 2mX2m, para un área de zapata de 4 metros cuadrados y un espesor de 0,45 metros.

Revisión de presión sobre el suelo:

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}, \text{ donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que q no admite valores negativos, ni valores mayores que el valor soporte ( $V_s$ ), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{2 \cdot 2^2}{6} = 1,33$$

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 34,06 + (0,30 \cdot 0,30 \cdot 4,82 \cdot 2,4) + (4 \cdot 2 \cdot 1,84) + (4 \cdot 0,45 \cdot 2,40)$$

$$= 54,14 \text{ T}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{54,14}{4} + \frac{5,07}{1,33} + \frac{4,66}{1,33} = 20,88 \text{T/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{54,14}{4} - \frac{4,13}{1,33} - \frac{4,58}{1,33} = 6,22 \text{ T/m}^2$$

$q_{\max} = 20,88 \text{ T/m}^2$  cumple, no excede el Vs

$q_{\min} = 6,22 \text{ T/m}^2$  cumple, sólo compresiones

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,49 * 20,88 = 31,11 \text{ T/m}^2$$

Espesor de zapata

El espesor de la zapata se predimensiona, Tomando en cuenta que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0,15 m más el recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte y para este caso se propone  $t = 45 \text{ cm}$ .

Peralte efectivo:

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2 \text{ con un } t \text{ asumido} = 0,45 \text{ m}$$

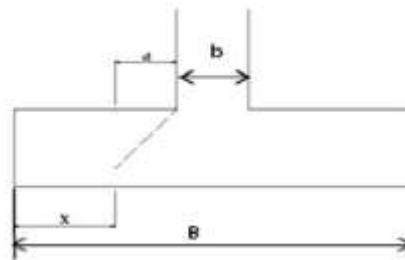
$$d = 45 - 7,5 - 2,54/2$$

$$d = 36,23 \text{ cm}$$

## Revisión de corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 39. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 2/2 - 0,30/2 - 0,3623 = 0,4877\text{m}$$

Corte actuante:

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 2 \cdot 0,4877 \cdot 31,11 = 30,34 \text{ T}$$

Corte resistente:

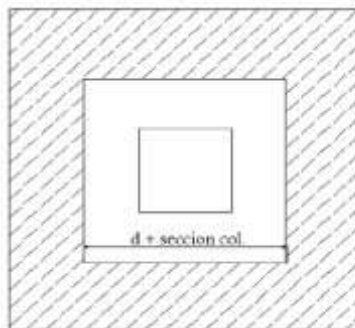
$$\begin{aligned} V_{res} &= 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 200 \cdot 36,23 \cdot \sqrt{210} \\ &= 47304 \text{kg} = 47,30 \text{ T} \end{aligned}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte simple.

Revisión de corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia  $d / 2$ , del perímetro de la columna.

Figura 40. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Corte actuante por punzonamiento:

$$d + \text{sección de columna} = 36,23 + 30 = 66,23 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (2 \cdot 2 - 0,6623 \cdot 0,6623) \cdot 31,11$$

$$V_{\text{act pun}} = 110,80 \text{ T}$$

Corte resistente a punzonamiento:

$$V_{\text{rpun}} = 1,06 \cdot \phi \cdot b_o \cdot d \cdot \sqrt{f'_c}, \quad b_o = 4(b_{\text{col}} + d)$$

$$b_o = 4(30 + 36,23) = 264,92 \text{ cm}$$

$$V_{\text{rpun}} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 264,92 \cdot 36,23 \cdot \sqrt{210} = 125,32 \text{ T}$$

$V_{\text{res}} > V_{\text{act}}$ , el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Diseño del refuerzo por flexión:

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{31110 * \left(\frac{2}{2} - \frac{0,30}{2}\right)^2}{2} = 11239 \text{ kg-m}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga:

$$A_s = \frac{0,85f'c}{f_y} \left[ b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u*b}{0,003825*f'c}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85*210}{2810} \left[ 100*36,23 - \sqrt{(100*36,23)^2 - \frac{11239*100}{0,003825*210}} \right] = 12,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 14,1*b*d/f_y = 14,1*100*36,23/2810$$

$A_{s\text{mín}} = 18,18\text{cm}^2$ , Por tanto colocar  $A_{s\text{mín}}$

Separación para  $A_{s\text{mín}}$  con varillas No. 6

$$18,17\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$2,85\text{cm}^2 \rightarrow S$$

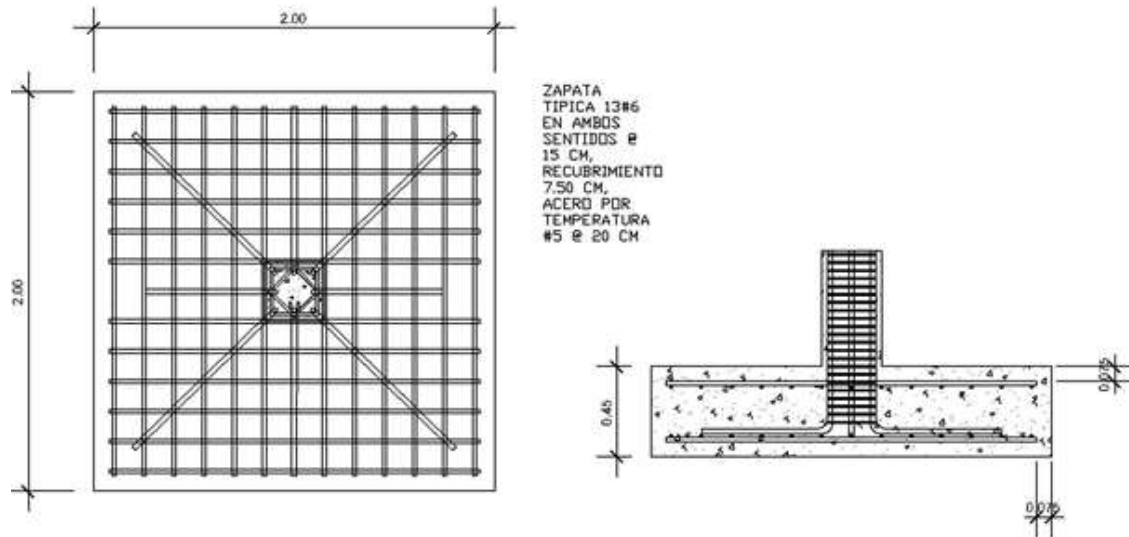
Aplicando una regla de tres:

$$S = 2,85*100/18,17 = 15,67\text{cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 15 centímetros en ambos sentidos en la cama inferior de la zapata.

As temperatura=  $0,002*b*t= 0,002*100*45= 9$  centímetros cuadrados, utilizando varillas #5 el espaciamiento es de 20 centímetros en ambos sentidos, en la cama superior de la zapata.

Figura 41. **Detalle de armado de zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Cimiento corrido:

Es el cimiento para los muros se calcula como una franja unitaria; se diseñaran para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución

adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se diseña un cimiento tipo trapezoidal, según las normas FHA, el cual funciona a la vez como solera de humedad, teniendo las dimensiones siguientes:

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

$$b = 16 \text{ cm}$$

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

Donde:

B = base mayor

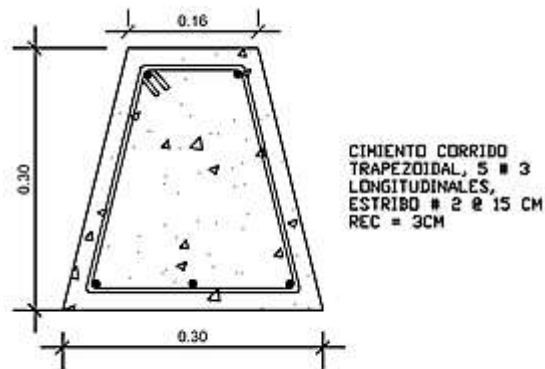
b = base menor

h = altura

El refuerzo a utilizar es el siguiente:

5 varillas No 3 longitudinales, estribos No 2 @ 15 cm

Figura 42. **Detalle de cimiento corrido de sección trapezoidal**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

#### 2.1.4.5. **Diseño de gradas**

El módulo de gradas se diseñó como una estructura independiente de los marcos, debido a que al ser independiente, tanto su inercia como período de vibración son distintos al de la estructura, de esta manera a la hora de que el sismo actúe, éste proporcionará la fácil evacuación del inmueble. Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella y si  $C$  = huella y  $H$  = contrahuella se deben cumplir los siguientes criterios.

La contrahuella máxima es  $C = 20$  cm

La huella mínima es  $H = 28$  cm

La altura disponible es = 3,32m

Se propone usar  $C = 18$  cm y  $H = 28$  cm

No de escalones =  $3,32/0,18 = 18,44$

Se construirán 18 escalones con  $c = 18$  cm



Cargas de diseño para una escalera

CM = PP (escalera) + PP (acabados);

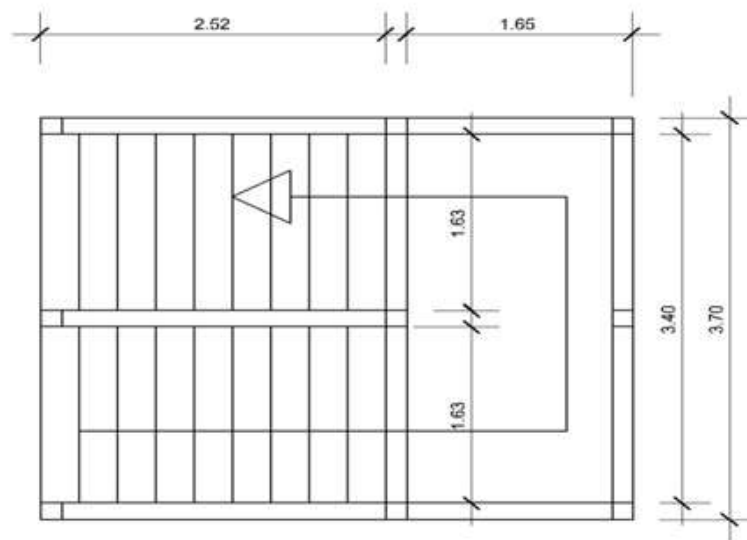
PP (escalera) =  $Wc = (t + c / 2)$

Espesor de la losa

$t = L / 24 = 2,52/24 = 0,10 \text{ m}$

$t = 10\text{cm}$

Figura 43. **Planta módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Integración de cargas

Peso propio de la escalera =  $\gamma c^*(t + c/2)$

Peso propio de la escalera =  $2\,400 (0,10 + 0,18 / 2) = 456 \text{ kg/m}^2$

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

Total =  $556 \text{ kg/m}^2$

Carga viva =  $500 \text{ kg/m}^2$

$Cu = 1,4CM + 1,7CV = 1,40 (556) + 1,70 (500) = 1\,628,40 \text{ kg/m}^2$

Tomando en cuenta que la longitud de la losa es inclinada se calcula la longitud:

$$\text{Longitud de la losa} = \sqrt{2,52^2 + 1,66^2} = 3,01\text{m}$$

Cálculo de los momentos actuantes en la losa:

Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, por lo tanto:

$$M(+)=\frac{WL^2}{9}=\frac{1\,628,40*3,01^2}{9}=1\,640\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{14}=\frac{1\,628,40*3,01^2}{14}=1\,054\text{ kg-m}$$

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

b = franja unitaria

t = espesor de la losa

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec min} - \varnothing/2 = 7,023\text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2\,810) * 100 * 7,023 = 3,52\text{ cm}^2$$

$$A_{sM(-)} = \frac{0,85*210}{2810} \left[ 100*7,023 - \sqrt{(100*7,023)^2 - \frac{1054*100}{0,003825*210}} \right] = 6,40\text{cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 4

$$6,40\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$1,27\text{cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 1,27 * 100 / 6,40 = 19,84 \text{ cm}$$

$$AsM(+)= \frac{0,85 * 210}{2 * 810} \left[ 100 * 7,023 - \sqrt{(100 * 7,023)^2 - \frac{1 * 640 * 100}{0,003825 * 210}} \right] = 10,4 \text{ cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 4

$$10,4\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$1,27\text{cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

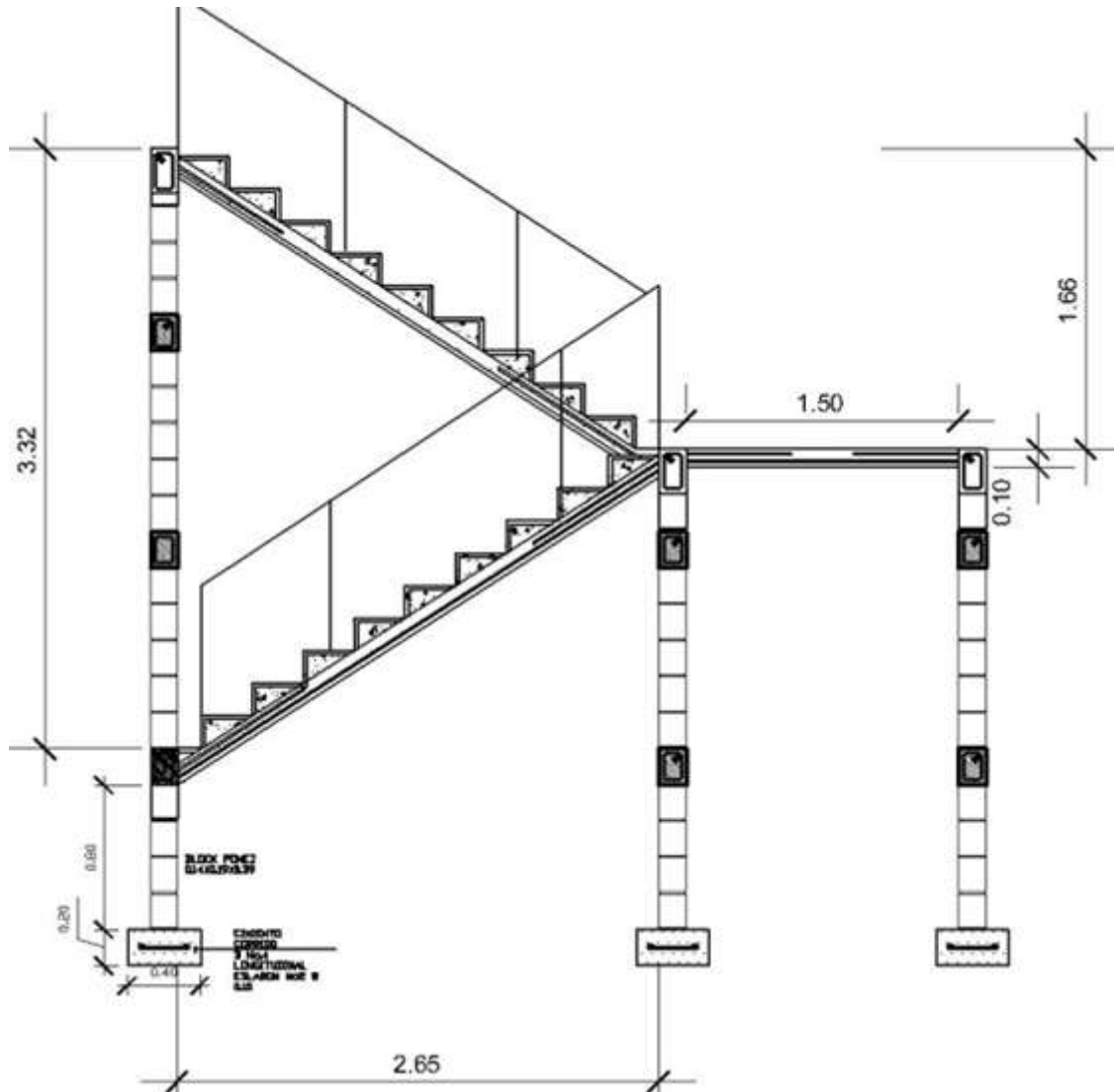
$$S = 1,27 * 100 / 10,4 = 12,21 \text{ cm}$$

Se escoge una separación de 10 cm.

$$As \text{ temperatura} = As = 0,002 * b * t = 0,002 (100) * (10) = 2,0\text{cm}^2$$

$$Smáx = 2 * t = 2 * 10 = 20 \text{ cm}; \text{ Varilla No. 3 @ } 0,20 \text{ m.}$$

Figura 44. Sección transversal módulo de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

La instalación eléctrica para iluminación cuenta con un circuito para aulas, uno para corredores y otro para los servicios sanitarios, el circuito para aulas tiene un máximo de ocho unidades (lámparas 2 x 40W tipo industrial). La instalación eléctrica de fuerza, cuenta con un circuito para aulas, uno para

corredores y otro para los servicios sanitarios, con un máximo de cinco unidades por circuito (tomacorrientes doble con placa metálica).

Todos los circuitos son iguales para cada local y cada nivel. El calibre del alambre utilizado en el diseño es 12, el cual tiene una capacidad para 20 amperios, cada circuito está protegido por un flipón de 20 amperios.

Datos:

8 lámparas de 2X40 watts

Voltaje = 120 v

Factor de seguridad = 0,95

$$\sum cu = 152 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$I = \frac{640 \text{ watts}}{(0,95) * (120 \text{ v})} = 5,61 \text{ A}$$

Cálculo del área del alambre:

$$A = \frac{2LI}{(\sum cu) * (e)} = \frac{(2) * (24,75 \text{ m}) * (5,61 \text{ A})}{(152 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2) * (3,6)} = 0,50 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi * r^2 \quad \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,50}{\pi}} = 0,40 \text{ mm}$$

Por lo tanto el radio es de 0,40 mm, para instalaciones eléctricas el mínimo recomendado es calibre 12, el cual tiene un área transversal mayor a la requerida, por lo tanto si es factible.

## Instalaciones hidráulicas

Agua potable: todo el sistema de agua potable será por medio de un circuito cerrado. La red principal debe estar por lo menos a 0,30 metros por debajo del nivel de piso, además se debe colocar sus respectivas llaves de paso, de globo y su contador.

Para alimentar todos los accesorios, se diseñó un solo circuito, basado en el método de Hunter, donde se deben tomar en cuenta los pesos o demandas de agua de los artefactos a ser usados en el proyecto, los cuales son 5 inodoros, 2 mingitorios y 4 lavamanos. Para encontrar el caudal necesario y con éste el diámetro del ramal de alimentación. El cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$Q = 0,30 * \sqrt{\sum P}$$

Tabla XI. **Peso de accesorios para método de Hunter**

Pieza o accesorio	Peso
Inodoro con caja de descarga	0,30
Lavado (lavamanos)	0,50
Llave de chorro	1,00

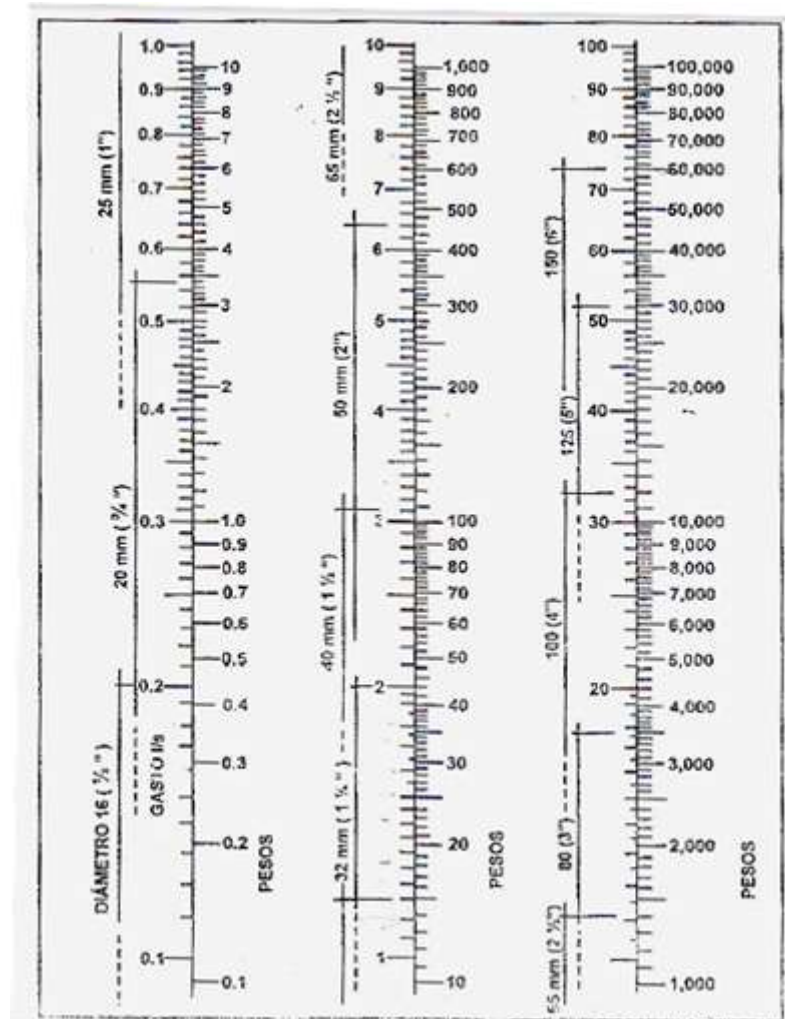
Fuente: elaboración propia.

$$Q = 0,30 * \sqrt{\sum [(7*0,30) + (4*0,50)]}$$

$$Q = 0,61 \text{ l/s}$$

Con el dato del caudal necesario para abastecer los accesorios, se procede a buscar el dato en el ábaco que se presenta en la siguiente figura.

Figura 45. **Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría**



Fuente: HARPERENRÍQUEZ, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Ábaco 1, p. 128.

Ya que se ha localizado el caudal (gasto), en la parte izquierda de la segunda columna, se indica que el ramal de alimentación debe ser de 1 pulgada de diámetro. Para los sub-ramales que alimentan los accesorios deberá ser la tubería de ½ pulgada de diámetro como mínimo, esto según la siguiente tabla.

Tabla XII. **Diámetros mínimos de tubos para sub-ramales**

ACCESORIO DE USO	DIÁMETRO (plg.)
Inodoro con caja sanitaria	½"
Lavamanos	½"
Llave de chorro	½"

Fuente: elaboración propia.

Drenaje sanitario: el edificio está conformado con baños y lavamanos, situados en el primer nivel. Se ubicarán 11 artefactos. El volumen de aguas negras para edificios comerciales sin cafeterías, gimnasio o regaderas es de 60 litros/persona/día, y para evacuar dicho volumen se deben colocar tuberías con una pendiente mínima del 1 por ciento y con diámetro mínimo, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XIII. **Unidades de Hunter de contribución de los aparatos sanitarios y diámetro nominal de los ramales de descarga**

APARATOS	UNIDADES	DIÁMETRO NOMINAL
Inodoro	6	4"
Lavamanos	2	1 ½"

Fuente: elaboración propia.



Las tuberías que recibirán los afluentes de los ramales de descargarecibenelnombre de ramal de drenaje y los diámetros se obtienen de lasiguientetablasegún las unidades de Hunter que lleguen a él.

Tabla XIV. **Dimensiones de ramales de drenajes**

DIÁMETRO NOMINAL	MÁXIMO DE UNIDADES
1"	1
1 ½"	3
2"	6
3"	20
4"	160
6"	620

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se utilizará tubería de 3" ya querecibiría un totalde 11 unidades.

Drenaje pluvial: para este proyecto se distribuirá la losa en cinco áreas de 38,4 metros cuadradoscada una, desnivel del 1,5 por ciento para conducir el agua hacia las bajadas deagua. Para eldisño de las bajadas de agua pluvial, se debe considerarla intensidad de lluviade la zona y tomar en cuenta que alcanza su nivelmáximo durante los primeros doce minutos.

Determinación del diámetro de la tubería

Datos:

Pendiente = 1,5%

Área tributaria = 38,4 m<sup>2</sup> = 0,00384 hectáreas

Tiempo para tramo inicial t = 12 minutos

PVC = 3 pulgadas

Coeficiente de rugosidad de PVC n = 0,010

Coeficiente para escorrentía para superficie de concreto C = 0,90

Intensidad de lluvia para la región de Esquipulas en 10 años

$$I = \frac{13630}{(t+31)^n}$$

Encontrando intensidad:

$$I = \frac{13\ 630}{(12+31)^{1.1}} = 217,61 \text{ mm/h}$$

Caudal de diseño:

$$q_{di} = \frac{0,90 \cdot 217,61 \cdot 0,00384}{360} = 0,002089 \text{ m}^3/\text{s} = 2,089 \text{ l/s}$$

Encontrando la velocidad de flujo de sección llena:

$$V = \frac{0,03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 \cdot (3)^{2/3} \cdot (1,5/100)^{1/2}}{0,010} = 0,87 \text{ m/s}$$

Área de sección de tubería:

$$A=5,067 \cdot E^{-10} \cdot D^2=5,067 \cdot E^{-10} \cdot (3)^2=0,00456 \text{ m}^2$$

Caudal de sección llena:

$$Q = A \cdot V = (0,00456) \cdot (0,87) = 0,0039 \text{ m}^3/\text{s}=3,96 \text{ l/s}$$

Como Q es mayor que  $q_{di}$  el diámetro de tubería es correcto.

- Elaboración de planos constructivos

Los planos elaborados son los siguientes:

- Planta amueblada
- Planta acotada
- Elevaciones
- Planta de cimientos y columnas
- Planta de losas y vigas
- Detalle y secciones de vigas
- Gradas y detalles estructurales
- Planta de acabados
- Instalaciones hidráulicas y drenaje
- Plano de iluminación
- Plano de fuerza

## 2.1.5. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se integró aplicando el criterio de precios unitarios, aplicando un 30 por ciento de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones realizadas en centros de distribución de la región y la mano de obra tanto calificada como no calificada; se tomó de los salarios que la municipalidad establece.

Tabla XV. Presupuesto de edificación escolar

PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO AGUA BUENA

UBICACIÓN: ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO						
No	RENLÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	m <sup>2</sup>	281,40	Q 16,00	Q	4 502,40
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	m <sup>2</sup>	281,40	Q 13,70	Q	3 855,18
2	CIMENTACIÓN					
2.1	EXCAVACIÓN Y RELLENO	m <sup>3</sup>	337,60	Q 65,00	Q	21 944,00
2.2	ZAPATAS	Unidad	24,00	Q 5 397,69	Q	129 544,59
2.3	CIMIENTO CORRIDO	ml	114,22	Q 225,29	Q	25 732,77
3	MUROS DE ESCUELA					
3.1	MUROS DE 0,15X0,20X0,40m	m <sup>2</sup>	459,65	Q 186,71	Q	85 821,69
3.2	SOLERAS					
3,2,1	Solera hidrófuga de 0,15x0,20 m	ml	102,31	Q 226,27	Q	23 150,13
3,2,2	Solera intermedia de 0,15x0,20 m	ml	204,62	Q 226,27	Q	46 300,25
3,2,3	Solera do corona 0,15x0,25 m	ml	102,31	Q 244,00	Q	24 963,26
4	ESTRUCTURAS					
4.1	COLUMNAS					
4,1,1	Columna tipo 1 (primer nivel)	Unidad	24,00	Q 6 098,24	Q	146 357,87
4,1,2	Columna tipo 2 (segundo nivel)	Unidad	24,00	Q 4 302,25	Q	103 253,91
	Columna tipo 3 (primer nivel)	Unidad	61,00	Q 737,93	Q	45 013,85
4,1,3	Columna tipo 3 (segundo nivel)	Unidad	54,00	Q 556,78	Q	30 066,15
4,1,4	Columna tipo 4	Unidad	9,00	Q 269,07	Q	2 421,62
4.2	VIGAS					
4,2,1	Viga tipo 1X	Unidad	21,00	Q 2 643,18	Q	55 506,75

Continuación de la tabla XV.

4,2,2	Viga tipo 2X	Unidad	6,00	Q 2 942,56	Q 17 655,38
4,2,3	Viga tipo 3X	Unidad	15,00	Q 2 663,98	Q 39 959,66
4,2,4	Viga tipo 1Y	Unidad	8,00	Q 4 672,24	Q 37 377,94
4,2,5	Viga tipo 2Y	Unidad	8,00	Q 1 950,45	Q 15 603,63
4,2,6	Viga tipo 3Y	Unidad	8,00	Q 6 679,61	Q 53 436,91
4,2,7	Viga tipo 4Y	Unidad	8,00	Q 2 113,70	Q 16 909,60
<b>5</b>	<b>TECHOS</b>				
5.1	LOSA TRADICIONAL				
5,1,1	Losa primer nivel	m <sup>2</sup>	285,76	Q 567,78	Q 162 248,37
5,1,2	Losa segundo nivel	m <sup>2</sup>	285,76	Q 543,12	Q 155 202,06
<b>6</b>	<b>INDEPENDIENTES</b>				
6.1	MÓDULO DE GRADAS	Global	1,00	Q 68 611,05	Q 68 611,05
6.2	ARTEFACTOS SANITARIOS				
6.2.1	Lavamanos	Unidad	4,00	Q 450,00	Q 1 800,00
6.2.2	Inodoros	Unidad	5,00	Q 600,00	Q 3 000,00
6.2.3	Mingitorios	Unidad	2,00	Q 600,00	Q 1 200,00
<b>7</b>	<b>ACABADOS</b>				
7.1	ACABADO DE PISO				
7,1,1	Piso cerámico	m <sup>2</sup>	285,76	Q 265,00	Q 75 726,40
7,1,2	Base de concreto para piso	m <sup>2</sup>	285,76	Q 330,25	Q 94 372,24
7.2	ACABADO DE MURO				
7,2,1	Repello	m <sup>2</sup>	1004,96	Q 35,00	Q 35 173,60
7,2,2	Cernido vertical	m <sup>2</sup>	821,03	Q 60,00	Q 49 261,80
7,2,3	Pintura	m <sup>2</sup>	821,03	Q 60,00	Q 49 261,80
7.3	ACABADO EN ESTRUCTURA				
7,2,1	Columnas	m <sup>2</sup>	184,32	Q 120,00	Q 22 118,40
7,2,2	Vigas	m <sup>2</sup>	114,68	Q 120,00	Q 13 761,60
7,2,3	Losas	m <sup>2</sup>	286,76	Q 120,00	Q 34 411,20
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE AGUA Y DRENAJE</b>				
8.1	DRENAJE PLUVIAL	Global	1,00	Q 10 070,84	Q 10 070,84
8.2	DRENAJE SANITARIO	Global	1,00	Q 20 365,00	Q 20 365,00
8.3	SISTEMA DE AGUA POTABLE	Global	1,00	Q 26 350,00	Q 26 350,00
<b>9</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
9.1	ILUMINACIÓN LÁMPARAS DE 2X40	Unidad	26,00	Q 610,00	Q 15 860,00
9.2	FUERZA	Unidad	20,00	Q 450,00	Q 9 000,00
<b>10</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				
10.1	PUERTAS	Unidad	10,00	Q 1 500,00	Q 15 000,00
	VENTANAS	m <sup>2</sup>	39,91	Q 600,00	Q 23 946,00
10.2	PORTÓN DE ACCESO	global	1,00	Q 9 700,00	Q 9 700,00
<b>11</b>	<b>OTROS</b>				

Continuación de la tabla XV.

11.1	BARANDAS	m <sup>2</sup>	20,58	Q 400,00	Q 8 232,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 834 049,89

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.6. Evaluación de impacto ambiental**

Impacto ambiental es cualquier alteración a las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales. En el siguiente cuadro, se identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto.

Tabla XVI. **Cuadro de impactos ambientales**

No	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental de acuerdo con la descripción del cuadro anterior	Lugares donde se espera que se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental: Indicar qué medidas se tomarán para evitar el impacto en el ambiente, trabajadores y/o comunidad
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento portland en la construcción del proyecto.	En lugares cercanos al lugar donde se construirá el proyecto	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario las áreas a excavar
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ruidos que puedan causar contaminación auditiva
		Vibraciones	No aplica	No aplica	Es una construcción nueva y de dimensiones pequeñas
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica por ser un proyecto de infraestructura
2	Agua	Abastecimiento de agua	Generación de gran cantidad de aguas residuales por el uso desmedido del agua.	En la comunidad que se va a abastecer.	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria, tanto para la construcción como para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de una dotación diaria y de control de acceso y de cuidado a las fuentes de agua.

Continuación de la tabla XVI.

		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: El porcentaje de retorno estipulado según la dotación asignada a cada persona.	En el ambiente de la comunidad que se va a abastecer	Conducir el agua residual hacia un punto de desfogue asignado, en donde no sea fuente de infecciones y contaminación.
		Aguas residuales especiales (generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias.)	Cantidad: No aplica	Descarga: no aplica	No aplica para esta construcción
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Las producidas por los materiales de construcción	En todas las áreas de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos y transportarlos al depósito de basura de la comunidad



Continuación de la tabla XVI.

		Desechos peligrosos (con algunas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales ( si van directo al suelo)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Modificación del relieve de la topografía del área	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna ( animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Ecosistema	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Diseñodel sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Pasaljá**

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el vital líquido.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

Debido a que las condiciones topográficas, ubicación y tipo de fuente del lugar son favorables, el tipo de sistema que se adopta para este proyecto es el de conducción por gravedad, el cual abastecerá a 34 viviendas incluyendo una iglesia y escuela.

Los componentes del sistema son los típicos de este tipo de proyectos: captación superficial, línea de conducción, tanque de distribución, sistema de desinfección, línea y red de distribución. Se tomó la determinación de captar el 100 por ciento del caudal de la fuente, de tal modo que el recurso hídrico sea aprovechado al máximo por la población en las distintas actividades que realizan.

La cantidad de personas beneficiadas en la comunidad es de 190 lo cual representa el 100 por ciento de la misma. El proyecto, por la ubicación de la comunidad, así como de la fuente se divide en dos ramales que abastecerán a 12 y 22 viviendas respectivamente.

### 2.2.2. Localización de fuentes de abastecimiento y aforos

La fuente se localiza aproximadamente a unos 2250 metros al noreste de la comunidad a una altura sobre el nivel del mar de 899 metros medida con un navegador GPS, Garmin etrex, la fuente no cuenta con nombre solamente la conocen como el nacimiento de agua.

El aforo a la fuente se realizó por el método volumétrico en el que se obtuvo un caudal de 0,80 litros por segundo, el cual se realizó el 27 de febrero de 2011, evidentemente en época de verano.

Tabla XVII. Datos de aforo

t1	23,53 s
t2	23,85 s
t3	23,41 s
t4	23,85 s
t5	23,30 s
T Promedio	23,608 s

Fuente: elaboración propia.

$$Q = \frac{V}{t} \quad V = 19 \text{ l}$$

$$Q = \frac{19 \text{ l}}{23,608 \text{ s}} \quad Q = 0,804 \text{ l/s}$$

$$Q = 0,80 \text{ l/s}$$

### **2.2.3 Calidad del agua**

El agua potable es el agua sanitariamente segura que es agradable a los sentidos. Sanitariamente segura significa que:

- No transmite enfermedades
- Está libre de concentraciones de minerales y materia orgánica
- Libre de sustancias tóxicas

Agradable a los sentidos significa que es:

- Inodora
- Incolora
- De sabor agradable

Para el análisis de la calidad del agua se practican los siguientes exámenes de laboratorio:

#### **2.2.3.1. Análisis físico-químico sanitario**

Este análisis se hace con el fin de determinar las características físicas del agua tales como el aspecto, el color, el sabor, su potencial de hidrógeno (PH) y su dureza. Dicho análisis no se practicó debido a que en el centro de salud de Esquipulas no lo realizan.

#### **2.2.3.2 Análisis bacteriológico**

El análisis bacteriológico se hace con la finalidad de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos el cual

pueden transmitir enfermedades. Éste indica el número de colonias de bacterias y además determina la presencia de e.colli, que se detecta fácilmente.

Para este proyecto, los resultados del examen bacteriológico se presentan en el anexo 6; el cual muestra que el agua no es apta para el consumo humano debido a que en la muestra se encontraron varias colonias de la bacteria e.colli, que se encuentra presente en el excremento. Esto se debe a que la fuente está expuesta a la intemperie y con ello es vulnerable a las excretas que generan los animales que circulan por el lugar.

Por tal razón se toma la decisión de agregar un sistema de desinfección al proyecto a base de hipoclorito de calcio, tomando en cuenta que se debe construir una caja de captación, el agua de la fuente estará protegida de agentes externos contaminantes, lo que garantizará que la población tendrá agua de calidad en sus hogares.

#### **2.2.4 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó tomando en cuenta la línea de conducción, área donde se ubicará el tanque de almacenamiento, área donde irán las obras de arte línea y red de distribución. El equipo utilizado fue un teodolito Sokia, estadal metálico de 4 metros y un GPS garmin e trex para determinar la cota inicial del proyecto.

Para los proyectos de acueductos rurales los levantamientos topográficos que se realizan consisten en dos de sus acciones principales que son: altimetría y planimetría.

- **Planimetría**

La planimetría es una rama de la topografía que busca representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia un norte para su orientación, ya sea éste real o arbitrario. Se llevó a cabo con el objeto de determinar la longitud del proyecto, así como de determinar elementos importantes que pueden influir en el mismo tales como; accidentes geográficos, carreteras, viviendas, etc. El método planimétrico utilizado en este proyecto fue el de conservación de azimut.

- **Altimetría**

La altimetría se lleva a cabo para determinar la diferencia de nivel o elevación entre uno o diferentes puntos de una determinada superficie, las cuales representan distancias verticales medidas a partir de un plan horizontal de referencia. Para este proyecto se utilizó el método taquimétrico, que consiste en un levantamiento con teodolito tanto para planimetría como para altimetría.

## **2.2.5 Criterios de diseño**

Para el diseño de sistemas de acueductos rurales, se toman en cuenta varios aspectos que son de fundamental importancia, los cuales se mencionan en los incisos del 2.2.5.1 al 2.2.5.5.

### **2.2.5.1 Período de diseño**

Es el lapso de tiempo durante el cual se espera que el proyecto brinde el servicio de forma satisfactoria. Este proyecto se diseña para un período de 21 años, tomando en cuenta las gestiones y asuntos legales que éste conlleve.

### 2.2.5.2 Tasa de crecimiento poblacional

Se define como una constante que indica el crecimiento de una población en determinado período de tiempo y que sirve como parámetro para calcular el valor de la población en un futuro. Para este caso se usó una tasa de crecimiento poblacional de 2,6 por ciento, dato que fue proporcionado por la municipalidad de Esquipulas.

Estimación de la población de diseño

La población de diseño es la población, con la que contará la comunidad al final del período de diseño que, como se dijo anteriormente es de 21 años. El cálculo de ésta se realizó por el método de crecimiento geométrico, por medio de la siguiente ecuación:

$$Pf = Po * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = Población futura (población de diseño)

Po = Población actual según censo realizado en E.P.S. 190 habitantes

r = tasa de crecimiento poblacional de 2,6 por ciento

n = periodo de diseño de 21 años

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$Pf = 190 * \left(1 + \frac{2,6}{100}\right)^{21}$$

Pf = 326 habitantes

### **2.2.5.3 Dotación**

Es una cantidad (volumen por unidad de tiempo) asignada a la unidad consumidora (habitante, cama de hospital, área de riego, lavado, etc.) y está expresada en: litros por habitante por día.

- (litros por habitante al día) para poblaciones
- (litros por cama al día) para hospitales

La dotación a asignar depende de las condiciones socioeconómicas de la población a servir, así como de las características naturales y climáticas de la comunidad. Para ésta se tomó una dotación de 100 litros por habitante al día, que es la utilizada para proyectos de este tipo en la municipalidad de Esquipulas.

### **2.2.5.4 Factores de consumo**

Para los sistemas públicos de abastecimiento de agua, el consumo está afectado por factores que varían en función del tiempo, las costumbres, la región, las condiciones climáticas, las condiciones económicas, etc.

Durante un día determinado el caudal mostrará variaciones continuamente, en horas diurnas, superando el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del mediodía y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

El uso de estos factores garantiza el buen funcionamiento del sistema, para cualquier época del año y a continuación se describen éstos.



### Factor de día máximo (FDM)

Se usa para diseñar las líneas de conducción e indica la posibilidad del uso simultáneo del servicio en un día determinado del año.

Según UNEPAR e INFOM recomiendan que el valor de éste oscile entre:

- Para poblaciones del área rural 1,2-1,8
- Para poblaciones urbanas 1,8-2,0
- Para el área metropolitana 2,0-3,0

Para este proyecto se utilizó un factor de 1,8.

### Factor de hora máximo (FHM)

Hay horas en el día en las que el consumo es máximo, debido al uso simultáneo del sistema por parte de la mayoría de los habitantes.

Para prever esta situación se hace uso del FHM, el cual se usará grande cuando las poblaciones sean pequeñas y pequeño cuando las poblaciones sean grandes, con este factor se calcula el caudal de distribución.

Según UNEPAR- INFOM se recomienda que FHM oscile entre:

- Para poblaciones del área rural 1,8 – 2,0
- Para poblaciones urbanas 2,0 – 3,0
- Para el área metropolitana 3,0 – 4,0

Para este proyecto se utilizó un factor de 2,0.

Factor de gasto

Se define como el consumo de agua por vivienda. Con este factor, el caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la red de distribución, según el número de viviendas que comprenden los tramos del proyecto a diseñar.

Factor de gasto (FG) =  $Q_d^*(l/s)/\text{Número de viviendas}$ .

## **2.2.6 Determinación de caudales**

Para calcular el caudal necesario para abastecer a la población se deben considerar varios parámetros de los cuales los más importantes se mencionarán a continuación. Los datos a tomar en cuenta son los siguientes:

### **2.2.6.1 Caudal medio diario (Qm)**

Es el caudal promedio que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa como el promedio de los consumos diarios en el período de un año. Es el resultado de multiplicar la dotación asignada por la cantidad total de habitantes que se hayan estimado para el final del período de diseño para luego dividirlo dentro de la cantidad de segundos que tiene un día, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{\text{Dot} \cdot P}{86\,400}$$

Donde:

$Q_m$  = Caudal medio en l/s

$Dot$  = 100l/hab/día

$P$  = Número de habitantes futuros

Sustituyendo valores queda:

$$Q_m = \frac{100 \cdot 326}{86\,400} = 0,38 \text{ l/s}$$

#### **2.2.6.2 Caudal máximo diario ( $Q_{\text{máx. diario}}$ )**

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo.

$$Q_{\text{máx. diario}} = Q_m \cdot FDM$$

$$Q_{\text{máx. diario}} = 0,38 \text{ l/s} \cdot 1,8$$

$$Q_{\text{máx. diario}} = 0,68 \text{ l/s} < 0,80 \text{ l/s (caudal de aforo)}$$

Para efectos de diseño se utilizó el caudal de aforo como caudal de conducción.

#### **2.2.6.3 Caudal máximo horario ( $Q_{\text{máx. horario}}$ )**

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima.

$$Q_{\text{máx.horario}} = Q_m * FHM$$

Entonces:

$$Q_{\text{máx.horario}} = 0,38 \text{ l/s} * 2$$

$$Q_{\text{máx.horario}} = 0,76 \text{ l/s}$$

### **2.2.7 Parámetros de diseño**

Entre los parámetros a tomar en cuenta están los anteriormente descritos en la secciones 2.2.4 a 2.2.6. Otros parámetros de gran importancia son los siguientes:

- Se recomienda usar un diámetro mínimo de 1½ pulgadas para la línea de conducción.
- Atendiendo razones económicas se puede aceptar diámetros de ¾ pulgada.
- Si se trata de agua con material en suspensión sedimentable o erosivo, la velocidad mínima debe ser menor a 0,4 y mayor a 3,0 metros por segundo.
- La tubería debe enterrarse a una profundidad mínima de 0,80 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).
- Para tuberías instaladas bajo calles de tránsito, la profundidad de colocación se calculará en función de las cargas vivas y muertas, el tipo

de suelo y la tubería a usar. En estos casos la profundidad de colocación no será menor de 1,20 metros.

- En terrenos inclinados, la tubería deberá protegerse mediante la construcción de muros que eviten el deslave.
- En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes, se podrá dejar la tubería aérea, para tal efecto se usará tubería metálica.
- Se deben instalar válvulas de aire, ventosas o chimeneas en los puntos más altos.
- Deben instalarse válvulas de limpieza en los puntos más bajos.
- De ser necesario se construirán anclajes en los cambios de dirección.

La presión estática se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. La presión dinámica se produce cuando hay flujo de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

La cota piezométrica es la presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa. La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería a utilizar, aunque hay que tomar en cuenta la calidad de los accesorios y las válvulas, para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio.

Las presiones en las redes de distribución van a depender de las diferentes alturas que tenga el terreno, tendrán los siguientes valores:

- Presión mínima 10 metros (presión de servicio)
- Presión máxima 40 metros (presión de servicio)

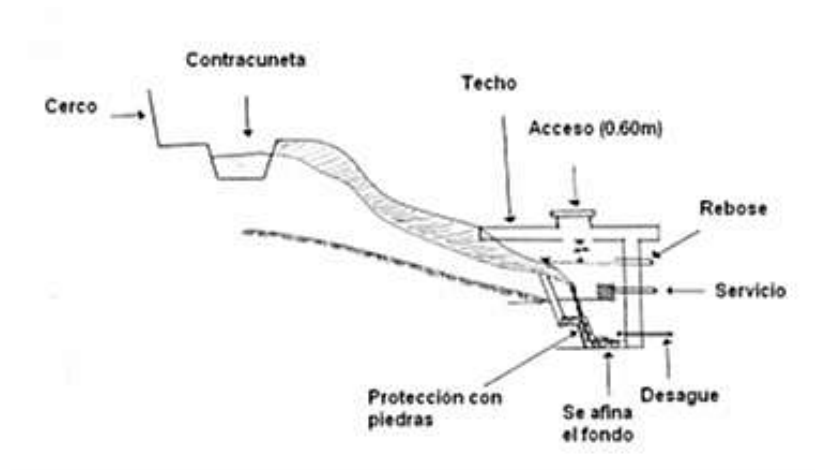
## **2.2.8 Diseño de los componentes del sistema**

Los componentes típicos de un sistema de abastecimiento de agua son los siguientes: captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, línea de distribución, red de distribución, obras hidráulicas y el sistema de desinfección. Dichos componentes se describen a continuación.

### **2.2.8.1 Captación**

La captación es una obra destinada, como su nombre lo indica a capturar o recolectar el agua proveniente de diversas fuentes para uso benéfico. El tipo de captación dependerá del tipo de la fuente, para este caso en donde la fuente es un manantial de brote definido, se construirá una captación típica, con concreto ciclópeo en las paredes y un filtro de piedra, con su respectiva tubería de limpieza y rebalse, así como la caja recolectora y caja desalida con su válvula de compuerta.

Figura 46. **Captación**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### 2.2.8.2 **Línea de conducción**

La conducción es la tubería, canales y túneles por donde se transporta el caudal de día máximo, desde la fuente hacia la planta de tratamiento y en caso de no existir ésta hacia los depósitos o tanques de almacenamiento.

Hay dos regímenes de conducción, que pueden ser: régimen libre, que se utiliza mediante canales o túneles y el régimen forzado, que es el de conducción por gravedad o por bombeo. Estos dos últimos, son los más utilizados para transportar el agua a los tanques de almacenamiento. Aunque es preferible utilizar la conducción por gravedad, ya que su costo es mucho más económico.

Debido a que las condiciones topográficas son favorables, el tipo de conducción que se adopta es por gravedad.

Para realizar el diseño de la línea de conducción, hay que determinar los diámetros con que se va a trabajar, y después hay que calcular las pérdidas con los diámetros antes encontrados. Estos cálculos se realizan por medio de la fórmula de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

D = Diámetro interno en pulgadas

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga disponible en metros

L = Longitud de la tubería en metros

C = Coeficiente de rugosidad del material (100 para tubería de metal y 150 para pvc)

Ejemplo de cálculo para el tramo de E-0 a E-17:

L = 459,77m

H<sub>f</sub> = 85,74m (diferencia de alturas entre los puntos)

C = 150

Q = 0,8 l/s

Cálculo de diámetro teórico:

$$D = \left( \frac{1743,811 * 459,77 * 1,05 * 0,8^{1,85}}{150^{1,85} * 85,74} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

D = 0,904 pulgadas



No existe un diámetro comercial igual al calculado anteriormente, por tal razón se usa un diámetro comercial cercano a éste; se propone usar diámetro comercial de 1 pulgada con un diámetro interno de 1,195.

Calculandopérdida (Hf) con D = 1" se obtiene

$$H_f = 22,05$$

Cota piezométrica:

CPZE-17 = Cota E-17 menos Hf del tramo E-0 a E-17

$$CPZE-17 = 899 - 22,05 = 876,95\text{m}$$

Presión dinámica:

PD = CPZ menos cota de E-17

$$PD = 876,95 - 813,26 = 63,69\text{m}$$

Cálculo de velocidad:

$$V = 1,974 * \frac{Q}{D_i^2}$$

$$V = 1,974 * \frac{0,8}{1,195^2} = 1,11 \text{ m/s}$$

0,4 < 1.11 < 3, está dentro del rango

### **2.2.8.3 Tanque de almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento tienen como fin principal cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, teniendo como objetivo almacenar

el agua durante las horas de bajo consumo y proporcionar los gastos requeridos a lo largo del día.

También se puede proporcionar agua durante algunas horas en un caso de emergencia, como por ejemplo cuando una tubería se rompe, o cuando se suspende el servicio de flujo del agua en una línea de conducción.

Todos los tanques de almacenamiento de concreto o de mampostería, deberán cubrirse con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección con tapa sanitaria, para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad. El acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación para poder realizar aforos cuando sea necesario.

Por razones económicas es recomendable que los tanques estén ubicados lo más cercano posible a la población a servir, pero tomando en consideración que su cota debe ser tal que permita mantener las presiones en la red dentro de los límites recomendados.

Para todos los tanques de almacenamiento deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La tubería de rebalse debe descargar libremente y su cota debe ser menor que la cota de la tubería de entrada.
- El nivel mínimo del agua en el tanque debe ser suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.

- El tubo de desagüe debe contar con su correspondiente válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Debe tener dispositivos de ventilación convenientemente protegidos, instalándolos uno por cada 30 metros cuadrados de superficie, como mínimo. Éstos consisten en dos codos de 90 grados, con malla en el extremo para impedir el paso de insectos.
- Debe tener escaleras interiores y exteriores en caso que las dimensiones excedan 1,20 metros de alto.
- Los extremos de las tuberías de rebose y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros similares.
- La relación de largo-ancho es de 1,5:1 a 2:1.

#### Cálculo del volumen del tanque

Para determinar el volumen del tanque de almacenamiento lo más adecuado es disponer de un estudio de demandas, en el cual se determinen los consumos y gráficamente los caudales de entrada y salida.

Hay que tomar en cuenta que si no es posible realizar algún estudio de demanda, hay que recurrir a las normas, las que indican que el volumen compensador debe estar entre un 25 por ciento y un 40 por ciento del volumen medio diario ó 25 por ciento  $Q_{med}$ .

$$Vol = \frac{0,40 * Q_{med} * 1 \text{ m}^3 * 86\,400 \text{ s/día}}{1\,000 \text{ l}}$$

Donde:

Vol = Volumen del tanque

Qdmáx = Caudal máximo diario

$$\text{Vol} = \frac{0,40 \cdot 0,38 \cdot 86\,400}{1\,000}$$

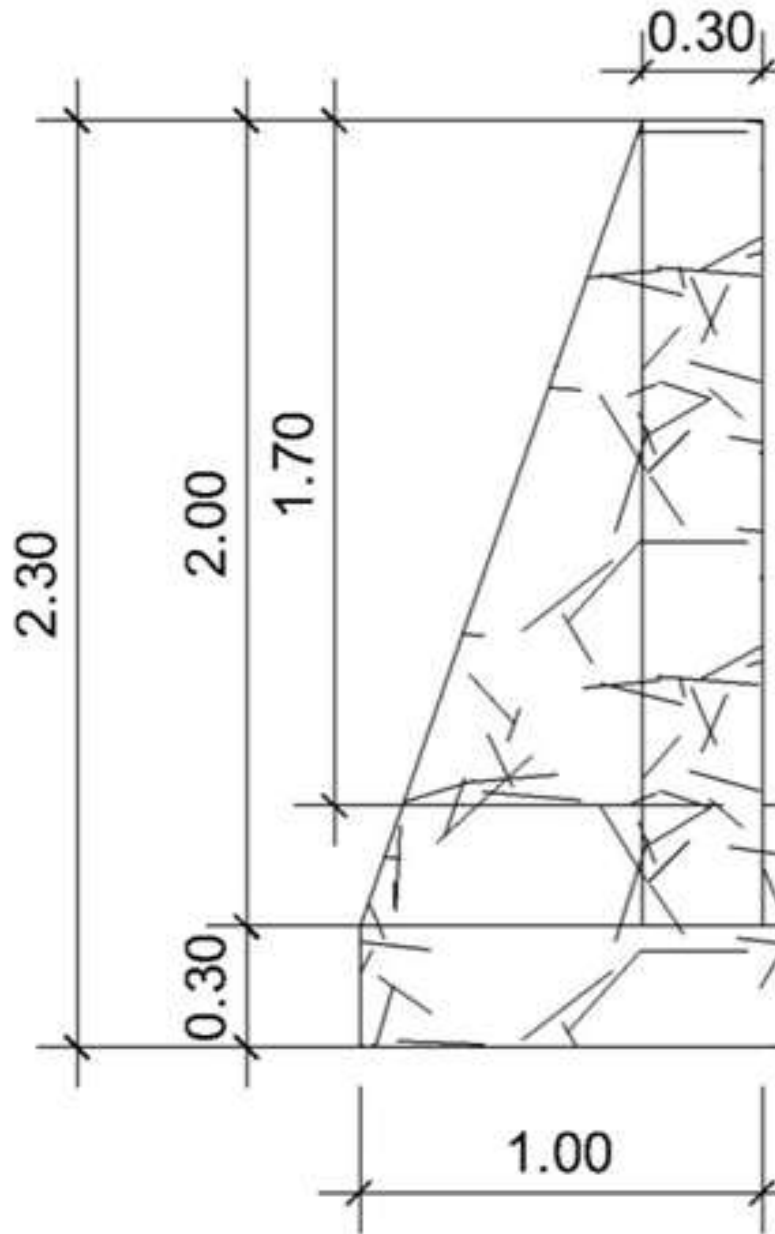
$$\text{Vol} = 13,13 \text{ m}^3$$

Se adopta un volumen de 15 metros cúbicos para el tanque de almacenamiento.

Diseño estructural del tanque

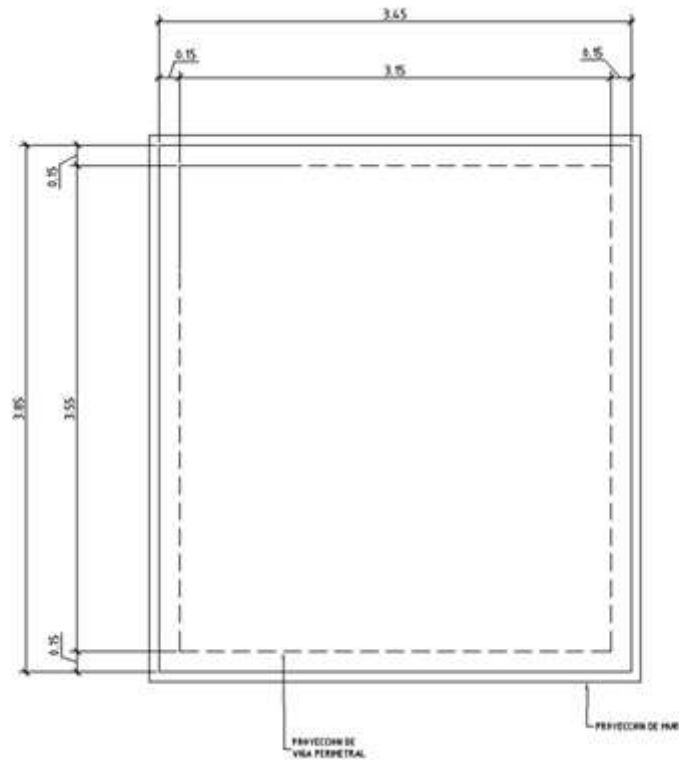
Los tanques de almacenamiento se construyen con muros de concreto ciclópeo o mampostería de piedra, debido a que es un material muy común en las comunidades rurales al mismo tiempo que es impermeable así como la considerable resistencia que muestra ante presiones laterales, también llevan una cubierta losa de concreto reforzado. Dependiendo de las características del terreno donde se vaya a construir, éstos pueden estar; totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. Para este caso se diseñó un tanque semienterrado.

Figura 47. Dimensiones del tanque (perfil de muro)



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Figura 48. Dimensiones del tanque (planta)



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

### Diseño de la losa del tanque

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 3000 \text{ PSI}$$

$$fy = 2810 \text{ kg/m}^2 = 40000 \text{ PSI}$$

$$a = 3,15\text{m}$$

$$b = 3,55\text{m}$$

$$\text{Sobre carga} = 89 \text{ kg/m}^2$$

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

$\gamma$  concreto = 2 400 kg/m<sup>3</sup>

Cálculo de espesor de losa:

$$t = \text{Perímetro}/180 = 13,4/180 = 0,074\text{m}$$

Se adopta  $t = 0,10 = 10$  cm.

$$m = a/b = 3,15/3,55 = 0,89 > 0,50 \quad \text{Losa en dos sentidos.}$$

Integración de cargas:

C.M. = carga muerta

C.V. = carga viva

$$C.M. = 2400 \cdot t + S.C.$$

$$C.M. = 240 \cdot 0,10 + 89 = 329 \text{ Kg/m}^2$$

$$C.V. = 200 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de cargas últimas:

$$C_u = 1,7C.V. + 1,4 C.M$$

$$C_u = 1,7 \cdot 200 + 1,4 \cdot 329$$

$$C_u = 800,6 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos según método 3 de ACI

La losa es clasificada como del caso 1, del método 3 del ACI, el cual clasifica los coeficientes para momentos negativos de las cargas últimas, así como de los momentos positivos para cargas vivas y muertas. Para el cálculo de los momentos se utiliza la siguiente ecuación

$$M_a (-) = 0 \text{ kg-m}$$

$$M_a (+) = 357,51 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 0 \text{ kg-m}$$

$$M_b (+) = 292,60 \text{ kg-m}$$

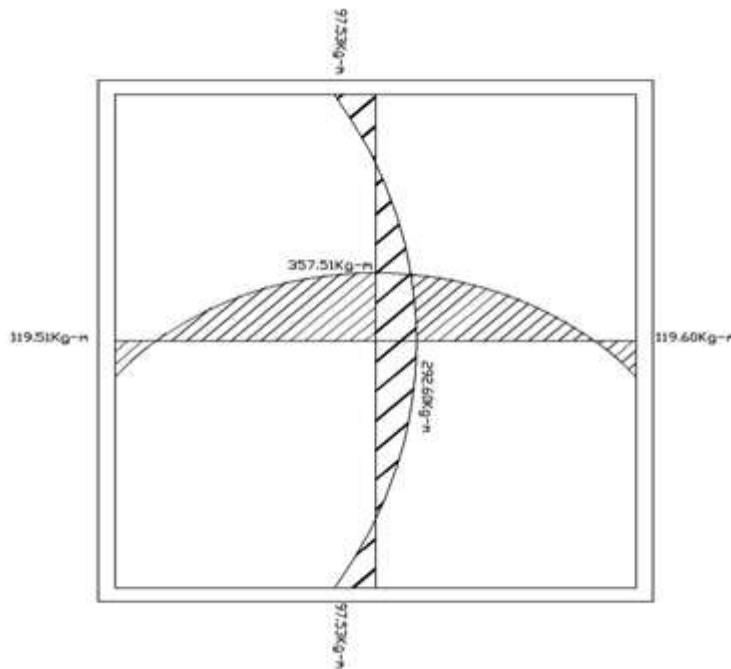
Los momentos en los extremos de la losa ya que son discontinuos, se toman como 1/3 de los momentos en el centro del claro.

$$M_a (-) = 357,51 \text{ kg-m}/3 = 119,17 \text{ kg-m}$$

$$M_b (-) = 292,60 \text{ Kg-m}/3 = 97,53 \text{ kg-m}$$

Entonces el diagrama de momentos en la losa queda de la forma como se ilustra en la figura 49.

Figura 49. **Diagrama de momentos sobre losa del tanque**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.



Cálculo del refuerzo requerido:

Peralte efectivo (d)

$$d = t - \text{rec} - \phi/2 = 10 - 2 - 1/2 = 7,5 \text{ cm}$$

Franja unitaria de ancho = 1m = 100cm

$$A_{s\text{mín}} = \left(\frac{14,1}{f_y}\right) * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 100 * 7,023 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = 3,52 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{máx}} = 2t = 2 * 0,10 = 0,20 = 20 \text{ cm}$$

Para  $A_{s\text{mín}}$  usando varillas No 3

$$3,52 \text{ cm}^2 - 100\text{cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 - S \quad \Longrightarrow \quad S = 20,17\text{cm} > S_{\text{máx}}$$

Usar No 3 @ 0,30 m

Calculando  $A_{s\text{mín}}$  con  $S = 0,2 \text{ m}$

$$A_{s\text{mín}} - 100\text{cm}$$

$$0,71 - 20\text{cm} \quad \Longrightarrow \quad A_{s\text{mín}} = 3,55 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento que resiste } A_s = 3,55 \text{ cm}^2$$

$$M_{A_{s\text{mín}}} = 605,43 \text{ kg-m}$$

Vigas perimetrales

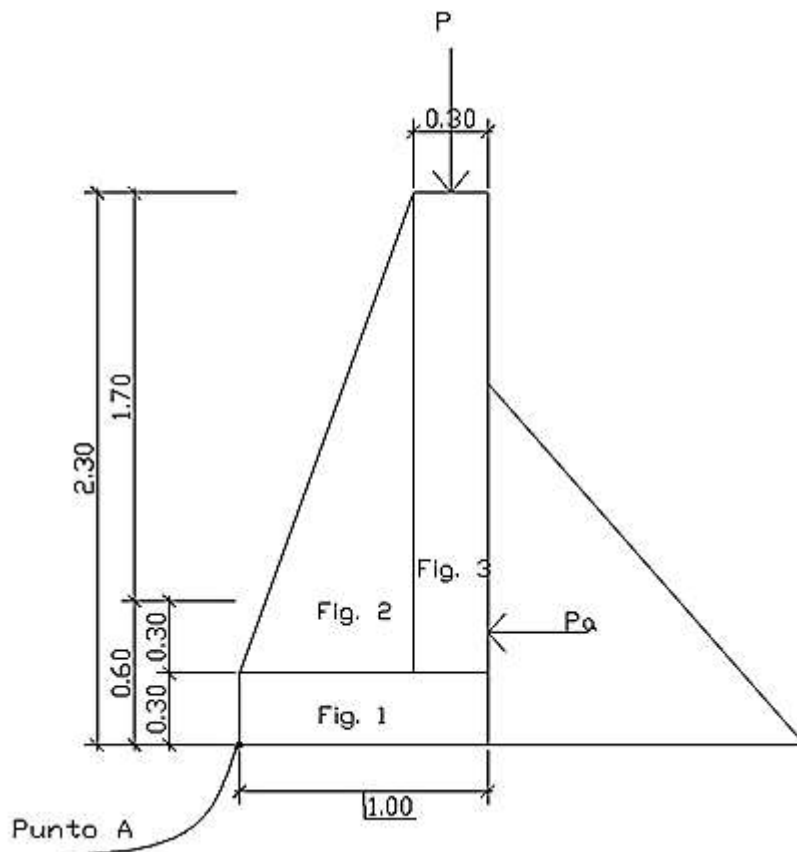
Estas vigas son las que están apoyadas en toda la longitud sobre el muro del tanque; los esfuerzos a los que éstas están sometidas son mayormente de compresión, por lo tanto no requiere un análisis detallado. Las cuales tendrán dimensiones de 15centímetros \*20 centímetros.

Diseño del muro del tanque

Con los siguientes datos:

Ángulo de fricción interna ( $\phi$ )	=	$30^\circ$
Peso específico del suelo	=	$1\,850\text{ kg/m}^3$
Peso específico del agua ( $\gamma_w$ )	=	$1\,000\text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto ( $\gamma_{con}$ )	=	$2\,400\text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto ciclópeo ( $\gamma_{cc}$ )	=	$2\,500\text{ kg/m}^3$
Valor soporte del suelo (asumido)	=	$15\,000\text{ kg/m}^3$

Figura 50. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

Determinación de la carga distribuida sobre el muro ( $W_{muro}$ )

$W_{muro} = \text{Peso de área tributaria de losa} + \text{Peso de viga perimetral}$

Peso de área tributaria de losa sobre muro ( $W_{at}$ )

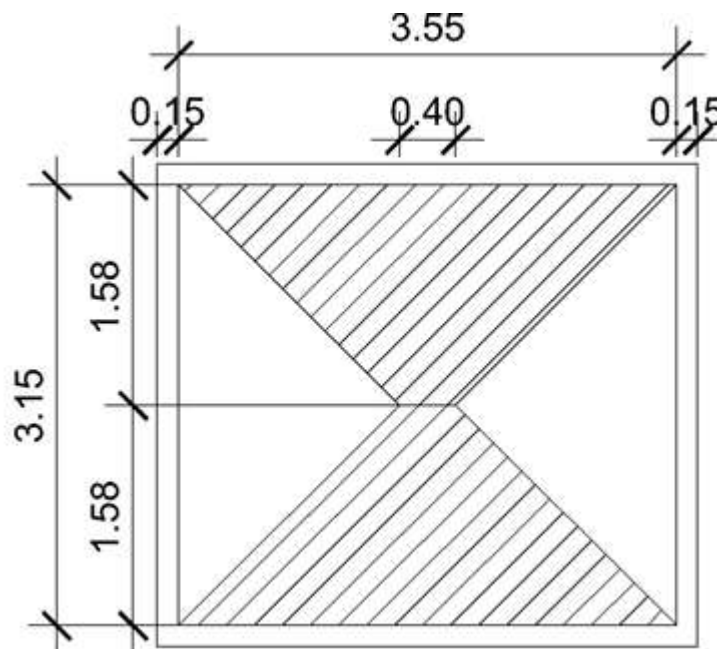
$W_{at} = C_u \cdot A_t$

Donde:

$C_u = \text{Integración de carga última (kg/m}^2\text{)}$

$A_t = \text{Área tributaria de la losa en (m}^2\text{)}$

Figura 51. **Área tributaria de losa sobre el muro**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2008.

De la figura 7 se obtiene:

$$A_t = \frac{B+b}{2} * h$$

$$A_t = \frac{3,55+0,40}{2} * 1,575$$

$$A_t = 3,11 \text{m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$W_{at} = 800,6 * 3,11 = 2 490,37 \text{ kg}$$

Peso de la viga perimetral (W viga perimetral)

$$W_{viga \text{ perimetral}} = \text{Vol. Viga} * \gamma_{\text{con}}$$

$$W_{viga \text{ perimetral}} = 0,15 * 0,20 * 3,85 * 2400$$

$$W_{viga \text{ perimetral}} = 277,2 \text{Kg} * 1,4 = 388,10 \text{ kg}$$

$$W_{\text{ sobre muro}} = 388,1 + 2 490,37 = 2 878,47 \text{ kg}$$

El peso para un metro lineal de muro es:

$$W_{\text{lineal}} = 2 878,47 \text{ kg} / 3,85 \text{m} = 747,65 \text{ kg/m}$$

Considerando este peso como una carga puntual P

$$P = 747,65 \text{Kg}$$

Momento ejercido por la carga P sobre el punto A es:

$$M_A = 747,65 \text{ kg} * (0,70 \text{ m} + 0,15 \text{ m}) = 635,50 \text{kg-m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$F_a = 1 000 \text{ kg/m}^3 * (1,5 \text{m})^2 / 2 * 1 \text{m} = 1125 \text{ kg}$$

Momento de volteo respecto del punto A es:

$$M_{act} = F_a * H / 3 = 1 125 * ((1,5/3) + 0,6) = 1 237,5 \text{ kg-m}$$

Tabla XVIII. **Cálculo de momentos respecto al punto A**

Figura	Área	$\Gamma$	$F = \text{Área} \cdot \gamma$ (Kg)	Brazo (m)	M (Kg-m)
1	0,7	2 500	1 750	0,47	822,5
2	0,6	2 500	1 500	0,85	1 275
3	0,45	2 500	1 125	0,75	843,75
			$\Sigma = 4 375$		$\Sigma = 2 941,25$

Fuente: elaboración propia.

Peso total (WT) = Pc+WR

$$WT = 4375 + 747,65 = 5122,65 \text{ kg}$$

Verificación de estabilidad contra volteo ( $F_{sv} > 1,5$ )

$$F_{sv} = \Sigma M + M_{losa}$$

$M_{volteo}$

$$F_{sv} = \frac{2\,941,25 + 635,50}{1\,237,50} = 2,89 > 1,5 \text{ ok}$$

Verificación de estabilidad contra deslizamiento ( $F_{sd} > 1,5$ )

$$H_p = \frac{C_p \cdot w \cdot h^2}{2}$$

Donde:

$H_p$  = fuerza pasiva

$C_p$  = coeficiente de presión pasiva

$W$  = peso específico del suelo

$H$  = altura de suelo

$$C_p = \frac{1 + \sin 30}{1 - \sin 30} = 3$$

$$H_p = \frac{3 \cdot 1850 \cdot 0,80^2}{2} = 1770 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = (0,5(5125 + 747,65) + 1776) / 1125 = 4,18 > 1,5 \text{ Ok}$$

Revisión de presiones sobre el suelo:

$$e = (3878,75 + 635,59 - 1237,50) / 5125 = 0,55 > 0,5$$

$$A = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ m}^2$$

$$I = 1 \cdot (1)^3 / 12 = 0,42 \text{ m}^4$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{R_v}{a} + \frac{R_{vec}}{I} = \frac{5122,65}{1} + \frac{5122,65(0,05) \cdot 0,75}{0,08}$$

$$= 7428 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{R_v}{a} - \frac{R_{vec}}{I} = \frac{5122,65}{1} - \frac{5122,65(0,05) \cdot 0,75}{0,08}$$

$$= 2721 \text{ kg/m}^2$$

El signo positivo de los esfuerzos indica que ambos son de compresión hacia el suelo. Como se puede observar ninguno es mayor que el valor soporte del suelo asumido de 15000 kilogramos por metro cuadrado, por lo tanto el diseño es aceptable.

#### 2.2.8.4 Línea de distribución

La red de distribución comprende un sistema de tuberías utilizado para hacer llegar el agua proveniente del tanque de distribución al consumidor.

Se distinguen dos tipos de redes de distribución:

- Red abierta
- Red cerrada

La red abierta es la que se diseña en forma de árbol. Se recomienda su utilización en aquellos casos en que la población es muy dispersa.

En la red cerrada, las tuberías forman circuitos y están intercomunicadas. Desde el punto de vista técnico funciona mejor que la anterior, ya que esta elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Este sistema utiliza un método elaborado por Hardy – Cross, el cual se basa en aproximaciones sucesivas por el cual se aplican sistemáticas correcciones a los flujos originales asumidos hasta que la red esté balanceada.

#### **2.2.8.5 Red de distribución**

En los sistemas rurales de agua potable, es muy frecuente utilizar redes abiertas, esto es debido a que las viviendas se encuentran dispersas y no en bloque como ocurre en el área urbana, es por ello que las condiciones de diseño de una red en un área rural son mucho más complejas.

Los ramales se diseñan utilizando la fórmula de Hazen & Williams, debiendo, posteriormente, verificar que las velocidades y las presiones se encuentran dentro de los rangos permisibles.

La diferencia fundamental que existe entre el diseño de la línea de conducción con la distribución, es el caudal de diseño, debido a que se hace necesario el cálculo y la comparación de caudales unitarios con

caudales simultáneos, en donde para el diseño se hace uso del caudal que sea mayor de estos dos.

#### Caudal de uso simultáneo

Es la probabilidad estadística del uso simultáneo de las conexiones domiciliarias, el caudal de uso simultáneo no debe ser menor de 0,20 litros por segundo, se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$Q_i = \sqrt{K \cdot N - 1}$$

Donde:

$Q_i$  = Caudal instantáneo en l/s

$K$  = Coeficiente, 0,15 para conexión predial y 0,20 para llena cántaros

$N$  = Número de viviendas

#### Caudal unitario

El caudal unitario que es el caudal de diseño de la red de distribución es igual que el caudal máximo horario o caudal de distribución, el cual se describió en el 2.2.6.3, en donde se obtuvo el siguiente valor:

$$Q_{\text{máx. horario}} = 0,76 \text{ l/s}$$

Con el caudal máximo horario se obtiene el caudal por vivienda, el cual sirve para poder determinar el caudal necesario para cierto tramo, se calcula con la siguiente expresión:



$$Q_v = \frac{Q_{dis}}{NoViviendas}$$

Donde:

$Q_v$  = Caudal por vivienda

$Q_{dis}$  = Caudal de diseño

Sustituyendo datos en la expresión anterior se tiene:

$$Q_v = \frac{0,76}{34} = 0,022 \text{ l/s}$$

Cálculo de diámetro de la tubería

Para determinar el diámetro de la tubería en la línea de conducción, se hace uso de la fórmula de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{1\,743,811 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

Donde:

$D$  = diámetro interno en plg

$H_f$  = pérdida de carga en m

$L$  = longitud de la tubería en m

$C$  = coeficiente de rugosidad del material (100 para tubería de metal y 150 para pvc)

## Velocidad del agua

La velocidad con que se conduce el agua en las tuberías es importante ya que muy poca velocidad origina acumulación de sedimentos y en caso contrario sí la velocidad es muy alta genera erosión en la tubería. Según las normas UNEPAR la velocidad mínima del agua en las tuberías será de 0,40 metros por segundo y podrá llegar hasta 3,00 metros por segundo. Para el cálculo de las velocidades en la línea de distribución se utiliza la siguiente fórmula:

$$V=1,974*\frac{Q}{\phi i^2}$$

Donde:

V = Velocidad del flujo en m/s

Q = Caudal en l/s

$\phi i$  = Diámetro interno de la tubería en pulgadas

## Cota piezométrica

La cota piezométrica sirve para representar gráficamente los cambios de presión en la tubería, por lo que para cada punto de la tubería, indica la pérdida de carga o de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del recipiente de alimentación, es decir, desde el tanque de distribución hasta el punto en estudio.

La cota piezométrica se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$C_p = C_i - H_f$$

Donde:

$C_p$  = Cota piezométrica m

$C_i$  = Cota de inicio de tramo en m

$H_f$  = Pérdida de carga en m

Presión estática

La presión estática se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie de agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan lastuberías de 160 libras por pulgada cuadrada = 112 metros columna de agua

La presión estática se calcula por la expresión:

$$PE = C_i - C_f$$

Donde:

PE = Presión estática en m

$C_i$  = Cota Inicial en m

$C_f$  = Cota final en m

A continuación se diseña el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución hacia el nodo E-62, con los siguientes datos:

CTD = 782,30 m

CE-62 = 766,80 m

$$Q = 0,76 \text{ l/s}$$

$$L = 509,82 \text{ m}$$

Cálculo de diámetro teórico:

$$D = \left( \frac{1\,743,811 * 509,82 * 1,05 * 0,76^{1,85}}{150^{1,85} * (782,30 - 766,80)} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,287'' = 1 \frac{1}{4}''$$

Se usa tubería de 1 ¼" con diámetro interno igual a 1,532"

Calculando pérdida (Hf) con D = 1" se obtiene:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 509,82 * 1,05 * 0,76^{1,85}}{150^{1,85} * 1,532^{4,87}} = 6,63 \text{ m}$$

Cota piezométrica:

$$C_p = 782,30 - 6,63 = 775,67 \text{ m}$$

Presión dinámica:

$$PD = 775,67 - 766,80 = 8,87 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de velocidad:

$$V = 1,974 * \frac{Q}{D_i^2}$$

$$V = 1,974 * \frac{0,76}{1,287^2} = 0,90 \text{ m/s}$$

0,4 < 0,90 < 3, está dentro del rango

## Obras hidráulicas

Se puede decir que las obras hidráulicas constituyen un conjunto de estructuras construidas con el objeto de manejar el agua, cualquiera que sea su origen, con fines de aprovechamiento o de defensa.

## Caja para válvulas

Sirven para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el sistema, tales como válvulas de compuerta, válvulas de paso, válvulas de aire, válvulas de limpieza y válvulas reguladoras de presión.

## Válvula de aire

El aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. Por lo tanto se hace necesario instalar válvulas de aire en la estación E-34.

## Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que hayan ingresado a la tubería, los cuales tienden a depositarse en los puntos más bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de compuerta, de diámetro igual al de la tubería que sirve. Se instalarán en las estaciones: E-11, E-20, E-58, E-1,7, E-2,2 y E-2,6.

## Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta sirven para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema de agua. Es completamente incorrecto utilizarla para regular el flujo. Son válvulas de mayor uso, y se emplean en el tanque de distribución, en cajas rompe presión, al inicio de ramales abiertos y en las conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas. Se instalarán dos válvulas al inicio de los ramales en E-1,1 y E-2,1.

### **2.2.8.6 Sistema de desinfección**

Para este sistema se propone usar un hipoclorador a base de tabletas de hipoclorito de calcio  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$  con no menos del 65 por ciento de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8 pulgadas, alto 1 1/4 pulgadas y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0,30 metros de diámetro y 0,90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0,7 y 1,5 partes por millón. La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1\*1 metros en planta y 1 metro de altura.

Según la Norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 partes por millón, es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_c = Q * D_c * 0,06$$

Donde:

$F_c$  = Flujo de cloro en g/h

$Q$  = Caudal de línea de conducción,  $Q = 0,80$  l/s = 48 l/min

$D_c$  = demanda de cloro, 2g/m<sup>3</sup>

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$F_c = 48 \text{ l/min} * 2 \text{ ppm} * 0,06 = 5,76 \text{ g/h}$$

$$5,76 \frac{\text{g}}{\text{h}} * \frac{24 \text{ h}}{\text{día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 1 \frac{\text{tableta}}{300 \text{ g}} = 13,82 \text{ tabletas/ mes}$$

### **2.2.9 Programa de operación y mantenimiento**

Manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable por gravedad del caserío Pasaljá, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

Descripción general

La población beneficiada con este tratamiento es el caserío Pasaljá (190 habitantes al 2011), del municipio de Esquipulas. La fuente estará constituida por las aguas de un nacimiento que se encuentra aproximadamente a 2 kilómetros

aguas arriba de la población. Se construirá una presa de mampostería. En la parte superior de la presa se encuentra un vertedero que constituye la toma de agua. La línea de conducción que transportará el agua captada desde la toma al tanque, de 1751,02m de longitud será, de 1" con el siguiente detalle de clase y longitud:

- 1 451,92 m de Tubo PVC C-160 ø 1"
- 299,10 m de Tubo PVC C-250 ø 1"

El tratamiento prevé de la instalación de un sistema de desinfección a base de hipoclorito de calcio (Hipoclorador), instalado en el tanque de almacenamiento. El tanque será de 15 metros cúbicos situado en el punto más alto de la población. El línea de distribución tendrá una longitud total de 1 641,25 metros lineales de tubería pvc. El proyecto contempla 34 conexiones domiciliarias incluyendo más 1 escuela y 1 iglesia.

### Operación

Se entiende por operación de un sistema al conjunto de acciones o actividades sobre el mismo que hacen que este funcione correctamente. La operación de este sistema es bastante sencilla ya el mismo funciona por gravedad. En la línea de conducción se instalarán válvulas de expulsión de aire y un dispositivo de limpieza. Estos últimos deben permanecer cerrados mientras el sistema se encuentra en operación.

A la entrada del tanque se cuenta con una, válvula para permitir el ingreso del agua desde la línea de conducción. Esta debe permanecer abierta para permitir el ingreso del líquido a la estructura de almacenamiento. Al inicio de la vida del proyecto, el consumo de agua de la población será menor al aporte de



la línea, por lo que se observará que se botará agua por el rebose; para evitar esto se debe cerrar parcialmente la entrada de agua para restringir su aporte; de este modo, no se desperdiciará el cloro.

La cloración se realizará mediante el preparado de una solución de agua y cloro dentro del hipoclorador. Debido a que el clorinador no tiene ninguna parte que se mueva, el flujo de cloro está directamente relacionado con el agua que entra a la unidad de y a la válvula que controla el flujo. El agua entra en contacto con las tabletas de hipoclorito de calcio. Las tabletas estarán acomodadas arriba de un plato tipo tamiz dentro del clorinador. El agua sale por la descarga después del contacto con la tableta. La cantidad de clorinación está controlada por el flujo de agua que entra por el clorinador. Flujos en grandes cantidades dan por resultado una gran cantidad de cloro.

El almacenamiento del hipoclorito de calcio debe ser en un lugar seco y ventilado. El tambor tiene que mantenerse debidamente tapado. El hipoclorito de calcio debe mantenerse alejado del fuego o cualquier producto que se encuentre encendido. En caso de incendio, el hipoclorito de calcio genera una liberación de oxígeno y debe ser apagado solamente con agua. Para utilizar el hipoclorito de calcio que se encuentra dentro del tambor deben utilizarse guantes de caucho limpios y además, como es costumbre con el uso de químicos debe enjuagarse las manos después del uso. Los tambores vacíos deben rociarse con agua. Además, antes de utilizar las tabletas de hipoclorito de calcio léase toda la etiqueta en el tambor.

A través del cierre y apertura de las válvulas instaladas, se podrá sectorizar la línea de distribución instalada. Es importante destacar que el sistema debe operar en lo posible con todas las válvulas abiertas para evitar sectores de agua estancada.

En las conexiones domiciliarias de cada lote se instalará una válvula de entrada. Se recomienda mantener ésta cerrada en los casos que el lote se encuentre desocupado. Se puede operar la misma cuando se necesita hacer reparaciones o ampliaciones en el interior de cada lote.

## Mantenimiento

Como en todo procedimiento de mantenimiento, es posible diferenciar entre acciones de mantenimiento preventivo y acciones de mantenimiento correctivo. Para ambas tareas se debe contar con información básica confiable, actualizada, fácilmente accesible y res guardable. Esta información se refiere al conocimiento físico de los componentes de la línea de distribución, de las conexiones domiciliarias y del historial de aquélla.

## Organización del mantenimiento

Si bien la diferencia fundamental entre el mantenimiento preventivo y el correctivo, es que el primero puede ser programado, ambos requieren que sus actividades estén organizadas previamente. El Fontanero debe estar provisto de planos, herramientas, repuestos, accesorios e insumos adecuados para realizar sus tareas. De todas las operaciones de mantenimiento de los sistemas, tanto preventivo como correctivo, es importante llevar un registro ordenado y de fácil acceso.

## Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo debe programarse con anterioridad a su ejecución y lo constituyen actividades que se repiten periódicamente con el objeto de mantener las instalaciones operables.

## Mantenimiento preventivo del sistema de agua potable

El mantenimiento preventivo de la presa y línea de conducción consistirá fundamentalmente en mantener las válvulas operables y las tuberías limpias, sobre todo libres de toda acumulación de arena que pueda ingresar al sistema.

Se destaca que el tipo de válvula instalada permite acceder a todas sus partes sin remover el cuerpo de la tubería. Para mantener las válvulas operables es importante que periódicamente éstas sean accionadas mediante su cierre y apertura; de este modo se evitará que queden pegadas. El período mínimo entre dos accionamientos es de 3 meses.

En la obra de toma: se deberá examinar periódicamente, y especialmente después de lluvias, que la reja se encuentre libre de hojas o materiales que puedan obturar la entrada al vertedero de la presa. Para su limpieza se podrá utilizar un rastrillo para rasquetear la superficie de la reja.

Tabla XIX. **Actividades periódicas para el mantenimiento de la línea de conducción**

Actividades	Acciones claves
Control del nivel de arena de la línea de conducción.	Abrir la válvula de limpieza y observar si el agua que sale contiene arena.
Limpieza de la línea de conducción.	En caso que el agua contenga arena, dejar salir agua por ese dispositivo de limpieza hasta que la misma salga limpia.

Fuente: elaboración propia.

En el tanque se debe examinar periódicamente el estado del tanque para evaluar la necesidad de su limpieza; para ello, indefectiblemente debe interrumpirse el servicio.

En caso que se observe el ingreso de arena, esto reflejará la necesidad de limpiar la línea de conducción y el tanque. Para la línea de conducción se deben realizar las tareas descritas anteriormente. En caso de necesidad de limpiar el tanque, en primer lugar se debe programar esta actividad y comunicar a los usuarios con la debida anticipación. Para efectuar la limpieza se debe vaciar el tanque, para ello se cierra la válvula de entrada de agua, la de alimentación a la línea de distribución y la llave del hipoclorador, y se abre la válvula de limpieza.

Una vez vaciado el tanque se debe acceder a su interior y remover y extraer toda la suciedad de las paredes y piso utilizando escoba o cepillo y pala. Luego se hace ingresar agua limpia a través de la línea de conducción para arrastrar el todo resto de suciedad hacia la salida de la tubería de limpieza. Una vez limpiadas las paredes y piso, se debe desinfectarlas mediante el uso de la misma solución clorada del hipoclorador; para ello sólo basta arrojar este líquido a las paredes. Luego se hace ingresar nuevamente agua limpia para que arrastre el cloro residual hacia la salida de la tubería de limpieza.

Para restablecer el servicio se debe cerrar la válvula de limpieza y abrir la de entrada de agua y la llave del hipoclorador, esperar a que el tanque se llene con el objeto de permitir que el cloro desinfecte el agua, por último abrir la válvula de alimentación a la línea de distribución.

Tabla XX. **Actividades periódicas para el mantenimiento del tanque de almacenamiento**

Actividades	Acciones claves
Inspección visual del tanque.	<p>Abrir la tapa del tanque y observar en su interior.</p> <p>Decidir si se procede a su limpieza.</p>
Limpieza del tanque	<p>Programar la limpieza y comunicar a la comunidad de la interrupción del servicio.</p> <p>Vaciar el tanque: cerrar la válvula de entrada de agua, la de alimentación a la línea de distribución y la llave del hipoclorador, abrir la válvula de limpieza.</p> <p>Acceder a su interior y remover y extraer toda la suciedad de las paredes y piso utilizando escobas o cepillo y pala.</p> <p>Hacer ingresar agua limpia a través de la línea de conducción para arrastrar todo el resto de suciedad hacia la salida de la tubería de limpieza.</p> <p>Desinfectar las paredes y pisos, usando solución clorada del hipoclorador, arrojando este líquido a las paredes.</p> <p>Se hace ingresar agua limpia para que arrastre el cloro residual hacia la salida de la tubería de limpieza.</p> <p>Restablecer el servicio.</p>
Restablecer el servicio	<p>Cerrar la válvula de limpieza y abrir la de entrada de agua y la llave del hipoclorador.</p> <p>Esperar a que el tanque se llene con el objeto de permitir que el cloro desinfecte el agua ingresada.</p> <p>Abrir la válvula de alimentación a la línea de distribución.</p>

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al mantenimiento de la red de distribución, se destaca que el tipo de válvula instalada permite acceder a todas sus partes sin remover el cuerpo de la tubería. No obstante, se instalarán en cada caja de válvulas juntas Dresser o uniones universales para poder extraer toda la válvula si así se requiere.

Para mantener las válvulas operables es importante que periódicamente éstas sean accionadas mediante su cierre y apertura; de este modo se evitará que las mismas queden pegadas. El período mínimo entre dos accionamientos es de 3 meses.

Tabla XXI. **Actividades periódicas para el mantenimiento de válvulas**

Actividades	Acciones claves
Mantener las válvulas operables.	Retirar la tapa de concreto y cerrar una válvula totalmente, luego abrirla girando en sentido contrario. Repetir la misma operación para cada válvula de la línea de distribución.

Fuente: elaboración propia.

Se aconseja que periódicamente se limpie la tubería mediante la apertura de los dispositivos de desagüe con el objeto de acelerar la velocidad de escurrimiento y permitir, de esta forma, que arrastre todas las incrustaciones o materiales sólidos ingresados a la línea de distribución.

Tabla XXII. **Actividades periódicas para el mantenimiento de la línea de distribución**

Actividades	Acciones Claves
Limpieza de la línea de distribución.	<p>Abrir la válvula de limpieza y observar si el agua que sale contiene arena.</p> <p>En caso que el agua contenga arena, dejar salir agua por ese dispositivo de limpieza hasta que la misma salga limpia.</p> <p>Repetir la operación en cada dispositivo.</p> <p>Mientras se realiza la tarea de limpieza, invertir los sentidos de flujo en las tuberías mediante el cierre de válvulas.</p>

Fuente: elaboración propia.

También es importante cambiar los sentidos de flujo en las tuberías mediante la apertura y cierre de válvulas en el momento de la limpieza de la misma, para posibilitar que toda el agua en su interior sea removida.

### **2.2.10 Propuesta de tarifa**

Para tener en operación y mantenimiento al sistema en el proyecto de abastecimiento de agua potable se propone una tarifa de treinta quetzales mensuales para toda la población beneficiada, esta tarifa es la que maneja la municipalidad de Esquipulas para proyectos de este tipo.

### **2.2.11 Elaboración de planos**

Se elaboran cuando el diseño ha sido aprobado por la comunidad y su construcción es inminente. Describe gráficamente qué se va a hacer. Los planos elaborados, para el presente proyecto, son los siguientes:

- Planta general del proyecto
- Planta de densidad de vivienda
- Planta- perfil de E-0 a E-20
- Planta - perfil de E-20 a E-32
- Planta -perfil de E-32 a E-47
- Planta - perfil de E47 a E-62
- Planta-perfil de E-62 a E-1.8
- Planta-perfil de E-62 a E-2.11
- Planta-perfil de E-2.11 a E-2.17
- Tanque de almacenamiento
- Válvulas, hipoclorador y conexiones domiciliarias

### **2.2.12 Elaboración de presupuesto**

El presupuesto se integró aplicando el criterio de precios unitarios, aplicando un 30 por ciento de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades.

Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones realizadas en centros de distribución de la región y la mano de obra tanto calificada como no calificada; se tomó de los salarios que la municipalidad establece.



Tabla XXIII. **Presupuesto de sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pasaljá**

PRESUPUESTO					
PROYECTO :	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE				
UBICACIÓN :	CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS,				
DEPARTAMENTO :	CHIQUIMULA				
FECHA :	NOVIEMBRE DE 2011				
No.	RENLÓN / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
1.0	RE PLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	3392.27	Q 1.00	3,392.27
2.0	EXCAVACION Y ZANJEO	M3	1085.52	Q 60.00	65,131.20
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1751.02 ML	ML	1751.02		
3.1	TUBERÍA DE CONDUCCION DE 1"	ML	1751.02	Q 33.55	Q 58,746.72
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 015M3	1	1	Q52,245.57	Q 52,245.57
5	RED DE DISTRIBUCIÓN	ML	1641.25		
5.1	TUBERÍA DE DISTRIBUCION DE 1 1/4"	ML	509.82	Q 37.58	Q 19,159.04
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE 3/4"	ML	10.49	Q 25.16	Q 263.93
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE 1/2"	ML	1,120.94	Q 20.37	Q 22,844.76
6	HIPOCLORADOR	Unidad	1	Q 5,612.70	Q 5,612.70
7	CONEXIONES DOMICILIARES	Unidad	34	Q 621.54	Q 21,132.36
8	VÁLVULA Y CAJA PARA VÁLVULA	Unidad	9	Q 1,376.05	Q 12,384.45
9	CAPTACIÓN	Unidad	1	Q 9,793.50	Q 9,793.50
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 270,706.50</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.13 Evaluación socioeconómica

La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

### 2.2.13.1 Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) es el procedimiento que nos permite calcular el valor presente (de donde surge su nombre) de una determinada suma de los flujos netos de caja actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital. El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del valor presente neto constituye una herramienta fundamental para la evaluación de proyectos como para la administración financiera para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia, cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que tiene en cuenta el valor tiempo del dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son a la fecha del inicio del proyecto.

Para el proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío Pasaljá, requiere la inversión inicial del costo total del proyecto siendo Q 270 706,50, teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente:

34 viviendas \* Q 30,00 \* 12 meses = Q 12 240,00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 10% anual para 20 años.

$$\text{VPN} = -Q 270 706,50 + Q 12 240,00 (P/A, 10\%, 20)$$

$$\text{VPN} = -Q 270 706,50 + Q 12 240,00 \left[ \frac{(1+0,10)^{20}-1}{0,10*(1+0,10)^{20}} \right]$$

$$\text{VPN} = -Q 270 706,50 + Q 12 240,00 * 8,5136$$

$$\text{VPN} = -Q 270 706,50 + Q 104 206,46$$

$$\text{VPN} = -Q 166 500,04$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, es decir que no produce utilidad alguna; puesto que es de carácter social y su objetivo es promover el desarrollo para el caserío Pasaljá, con el saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

### **2.2.13.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

Para encontrar el valor de la TIR, se calculan dos valores: uno positivo y uno negativo, para luego interpolar entre éstos y así encontrar la tasa de interés para la cual el VPN es igual a cero:

Tomando una tasa de interés igual a 10 por ciento se tiene:

$$\text{VPN} = -Q 166 500,04$$

Luego tomando una tasa de interés del -3 por ciento se tiene:

$$\text{VPN} = -Q 270 706,50 + Q 12 240,00 * 27,96$$

$$\text{VPN} = Q. 71 523,90$$

Con estos dos valores (uno positivo y un negativo), se procede a interpolar entre ambos para encontrar el valor de la TIR:

$$\begin{array}{r} -166\,500,04 \text{ _____ } 10\% \\ 0 \text{ _____ } X \\ 71\,523,90 \text{ _____ } -3\% \end{array}$$

Interpolando se tiene:

$$\frac{-166\,500,04 - 0}{-166\,500,04 + 71\,523,90} = \frac{10 - X}{10 + 3}$$
$$X = -12,79$$

Entonces el valor de la tasa interna de retorno (TIR) es de -12,79%, el cual es negativo debido a que es un proyecto de carácter social.

#### **2.2.14 Evaluación de impacto ambiental**

En el siguiente cuadro, se identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto:

Tabla XXIV. Cuadro de impactos ambientales

No	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental de acuerdo con la descripción del cuadro anterior	Lugares donde se espera que se generen los impactos ambientales	Manejo Ambiental: Indicar qué medidas se tomarán para evitar el impacto en el ambiente, trabajadores y/o comunidad
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Levantamiento de pequeñas cantidades de partículas de polvo y de cemento portland en la construcción del proyecto.	En lugares cercanos al lugar donde se construirá el proyecto	Dar un manejo adecuado al cemento y humedecer si es necesario las áreas a excavar
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ruidos que puedan causar contaminación auditiva
		Vibraciones	No aplica	No aplica	Es una construcción nueva y de dimensiones pequeñas
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica por ser un proyecto de infraestructura

Continuación de la tabla XXIV.

2	Agua	Abastecimiento de agua	Generación de gran cantidad de aguas residuales por el uso desmedido del agua.	En la comunidad que se va a abastecer.	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria, tanto para la construcción como para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de una dotación diaria y de control de acceso y de cuidado a las fuentes de agua.
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: El porcentaje de retorno estipulado según la dotación asignada a cada persona.	En el ambiente de la comunidad que se va a abastecer	Conducir el agua residual hacia un punto de desfogue asignado, en donde no sea fuente de de infecciones y contaminación.
		Aguas residuales especiales (generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias.)	Cantidad: No aplica	Descarga: no aplica	No aplica para esta construcción
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción

Continuación de la tabla XXIV.

		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga: No aplica	No aplica para esta construcción
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: las producidas por los materiales de construcción	En todas las áreas de construcción del proyecto	Recolectar todos los desechos sólidos producidos y transportarlos al depósito de basura de la comunidad
		Desechos peligrosos (con algunas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Descarga de aguas residuales ( si van directo al suelo)	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
		Modificación del relieve de la topografía del área	Cantidad: No aplica	Disposición: No aplica	No aplica para esta construcción
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Fauna ( animales)	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
		Ecosistema	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica	No aplica	No aplica para esta construcción

Fuente: elaboración propia.





## CONCLUSIONES

1. La edificación escolar es un proyecto orientado al desarrollo de la comunidad por medio de la educación, ya que gracias a éste los escolares tendrán un inmueble que se adapta a sus necesidades y que les permita llevar a cabo las actividades educativas en un ambiente cómodo tanto para alumnos como para catedráticos y demás personas que asistan al mismo. Por tales razones se puede decir que es un proyecto de gran relevancia y de necesidad justificada.
2. En la comunidad Pasaljáel proyecto de abastecimiento de agua potable también contribuirá al desarrollo de la misma, primordialmente porque gracias a éste, el agua llegará a la comunidad de una forma constante permitiendo que los usuarios puedan abastecerse del vital líquido, tanto para consumo propio como para el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias cotidianas.
3. El programa de EPS contribuye de gran manera al desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que por medio de éste se complementan los conocimientos adquiridos en los salones de clase y se amplía la visión del campo ingenieril. De igual forma se amplía el conocimiento de la realidad nacional y de las necesidades urgentes que se tienen, para este caso en el área rural. Por tanto es muy importante que el estudiante de Ingeniería Civil se integre al programa de EPS



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad de Esquipulas cumplir estrictamente las especificaciones contenidas en los planos, sin hacer modificaciones a los mismos, ya que muchos de los parámetros son mínimos, alterarlos afectará por completo el diseño.
2. Los presupuestos de los proyectos se verán afectados de manera directa de la fecha en la que se han de ejecutar los proyectos, por esta razón deberá actualizar los costos previo a la construcción de los proyectos.
3. Garantizar la adecuada supervisión técnica de los proyectos, para asegurarse de la calidad de obra y resguardar la integridad de los diseños.
4. Proteger la fuente de abastecimiento de agua manteniendo reforestada el área donde se encuentra la misma. De igual forma asegurar que esté fuera del alcance de cualquier tipo de ganado o de agentes externos que puedan contaminarla.
5. Cuando el acueducto esté en funcionamiento, brindarle el mantenimiento necesario para que el servicio sea óptimo y los usuarios siempre estén abastecidos del vital líquido.



## BIBLIOGRAFÍA

- 2.2.14.1.1.1.1 AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación. Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 150 p.
2. American Concrete Institute. *Código de diseño de concreto armado y comentarios. ACI-318-2008*. USA, ACI, 2008.
3. MCCORMAC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. 5a ed. México: Alfaomega, 2009. 804 p.
4. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 12 ed. Estados Unidos: McGraw-Hil, 1999. 738 p.
5. SUNÚN MONZÓN, Susana Yaneth. *Diseño del edificio escolar para el cantón La Vega y propuesta de mejoras al sistema de agua potable de la aldea San Lorenzo El Tejar, municipio de Pastores, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación. Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 170 p.



## **APÉNDICE**





## Apéndice1. Resumen de cálculo hidráulico: línea de conducción y red de distribución

Est.	P.O.	Desc.	DH (mts.)	Cota (mts.)	No Viv.	Q(L/s)	øNom. (plg)	Tubería PVC	ø Inter. (plg)	Coef. PVC	Hf. (mts.)	V (m/s)	C.P.	P.D. (m)
	0		0.00	899.00	0	0	0			0	0	0	0	0
0	19	Cond	543.94	773.86		0.8	1	160	1.195	150	26.09	1.11	872.91	99.05
19	25	Cond	299.10	762.02		0.8	1	250	1.195	150	14.34	1.11	858.57	96.55
25	47	Cond	907.98	782.30		0.8	1	160	1.195	150	43.54	1.11	815.03	32.73
47	62	Dist	509.82	766.80		0.76	1.25	160	1.532	150	6.63	0.64	775.67	8.87
		RAMAL 1												
62	1.1	Dist	34.46	756.96	12	0.264	0.5	160	0.716	150	2.57	1.02	773.09	16.14
1.1	1.2	Dist	39.93	745.30	12	0.264	0.5	160	0.716	150	2.98	1.02	770.11	24.81
1.2	1.3	Dist	13.96	741.04	12	0.264	0.5	160	0.716	150	1.04	1.02	769.07	28.02
1.3	1.4	Dist	13.76	735.34	12	0.264	0.5	160	0.716	150	1.03	1.02	768.04	32.69
1.4	1.5	Dist	44.68	718.50	12	0.264	0.5	160	0.716	150	3.34	1.02	764.70	46.19
1.5	1.6	Dist	33.52	711.27	11	0.242	0.5	160	0.716	150	2.13	0.93	762.57	51.30
1.6	1.7	Dist	70.85	700.73	9	0.198	0.5	160	0.716	150	3.11	0.76	759.46	58.73
1.7	1.8	Dist	86.58	698.67	4	0.088	0.5	160	0.716	150	0.85	0.34	758.61	59.94
		RAMAL 2												
62	2.1	Dist	10.49	762.94	22	0.484	0.75	315	0.926	150	0.69	1.11	774.98	12.04
2.1	2.2	Dist	29.70	745.03	22	0.484	0.5	315	0.716	150	6.81	1.86	768.17	23.15
2.2	2.3	Dist	50.47	735.13	22	0.484	0.5	315	0.716	150	11.57	1.86	756.60	21.47
2.3	2.4	Dist	28.00	733.93	22	0.484	0.5	315	0.716	150	6.42	1.86	750.18	16.25
2.4	2.5	Dist	78.78	711.15	22	0.484	0.5	315	0.716	150	18.07	1.86	732.11	20.96
2.5	2.6	Dist	17.62	707.34	21	0.462	0.5	315	0.716	150	3.71	1.78	728.40	21.06
2.6	2.7	Dist	5.49	704.34	21	0.462	0.5	315	0.716	150	1.15	1.78	727.25	22.90
2.7	2.8	Dist	81.58	691.99	21	0.462	0.5	315	0.716	150	17.17	1.78	710.08	18.09
2.8	2.9	Dist	23.46	689.42	19	0.418	0.5	315	0.716	150	4.10	1.61	705.98	16.56
2.9	2.10	Dist	46.87	685.42	19	0.418	0.5	315	0.716	150	8.20	1.61	697.78	12.37
2.10	2.11	Dist	35.21	680.64	19	0.418	0.5	315	0.716	150	6.16	1.61	691.63	10.99
2.11	2.12	Dist	34.50	678.83	17	0.374	0.5	315	0.716	150	4.91	1.44	686.72	7.88
2.12	2.13	Dist	44.68	669.55	17	0.374	0.5	315	0.716	150	6.36	1.44	680.36	10.81
2.13	2.14	Dist	165.38	629.84	10	0.264	0.5	315	0.716	150	12.36	1.02	688.00	38.16
2.14	2.15	Dist	54.87	620.44	8	0.176	0.5	315	0.716	150	1.94	0.68	666.06	45.62
2.15	2.16	Dist	35.65	613.09	6	0.132	0.5	315	0.716	150	0.74	0.51	665.32	52.23
2.16	2.17	Dist	50.94	601.90	5	0.11	0.5	315	0.716	150	0.75	0.42	664.57	62.67

Fuente: elaboración propia.



## **ANEXOS**



# Anexo 1. Ensayo de compresion triaxial



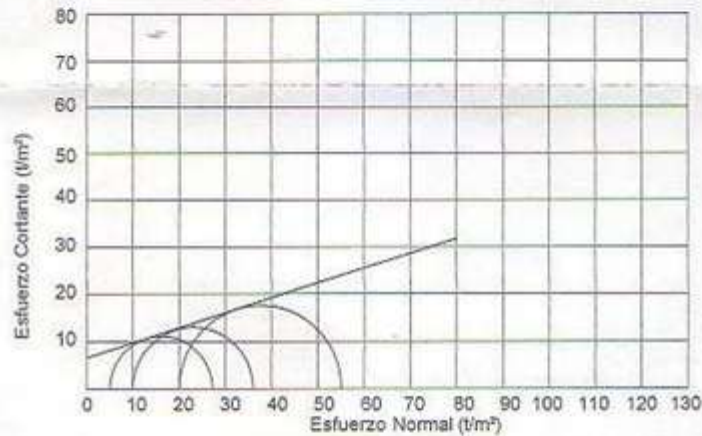
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 19142

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 145 S.S. O.T.: 26,119  
 INTERESADO: Hans Estuardo Posadas Pop.  
 PROYECTO: EPS-Diseño y planificación de edificación escolar.  
 UBICACIÓN: Aldea Las Peñas Escupulas.  
 Fecha: 12 de mayo de 2011  
 pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 17.46^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 6.60 t/m^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa color café con partículas de grava.  
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL ( $t/m^2$ )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q(t/m^2)$	22.28	28.05	35.14
PRESION INTERSTICIAL $u(t/m^2)$	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA $E_r$ (%)	3.0	5.0	7.0
DENSIDAD SECA ( $t/m^3$ )	1.57	1.57	1.57
DENSIDAD HUMEDA ( $t/m^3$ )	1.84	1.84	1.84
HUMEDAD (%H)	28.1	28.1	28.1

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CI/USAC

Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



## Anexo 2. Factores de capacidad de carga

▼ TABLA 3.4 Factores<sup>a</sup> de capacidad de carga

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_r$	$N_q/N_c$	$\tan\phi$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_r$	$N_q/N_c$	$\tan\phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

<sup>a</sup> Según Vesic (1973)

Fuente: BRAJA, M. Das, Principios de ingeniería de cimentaciones 1. p. 168.

Anexo 3. **Zonificación sísmica de Guatemala**



Fuente: AGIES NR-2: 2000, Pág. 12.

## Anexo 4. Coeficientes sísmicos

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

## Anexo 5. Coeficientes para losas en dos sentidos

**TABLA 12.3**

Coeficientes para momentos negativos en losas\*

$$M_{x,NEG} = C_{x,NEG} w^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{y,NEG} = C_{y,NEG} w^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{x,NEG}$ $C_{y,NEG}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

\* Un borde adurado indica que la losa continúa a través o se anclara empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la rotacional es despreciable.



Continuación del anexo 5.

**TABLA 124**  
**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas"**

$M_{x,y,a,t} = C_{x,y,t} w l^2$  donde  $w =$  carga muerta uniforme total  
 $M_{x,y,a,t} = C_{x,y,t} q l^2$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
$l_x$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{x,a,t}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{y,a,t}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{x,a,t}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{y,a,t}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{x,a,t}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{y,a,t}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{x,a,t}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{y,a,t}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{x,a,t}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{y,a,t}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{x,a,t}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{y,a,t}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{x,a,t}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{y,a,t}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{x,a,t}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{y,a,t}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{x,a,t}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{y,a,t}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{x,a,t}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{y,a,t}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{x,a,t}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{y,a,t}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Continuación del anexo 5.

**TABLA 125**  
**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas<sup>10</sup>**

$$M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$$

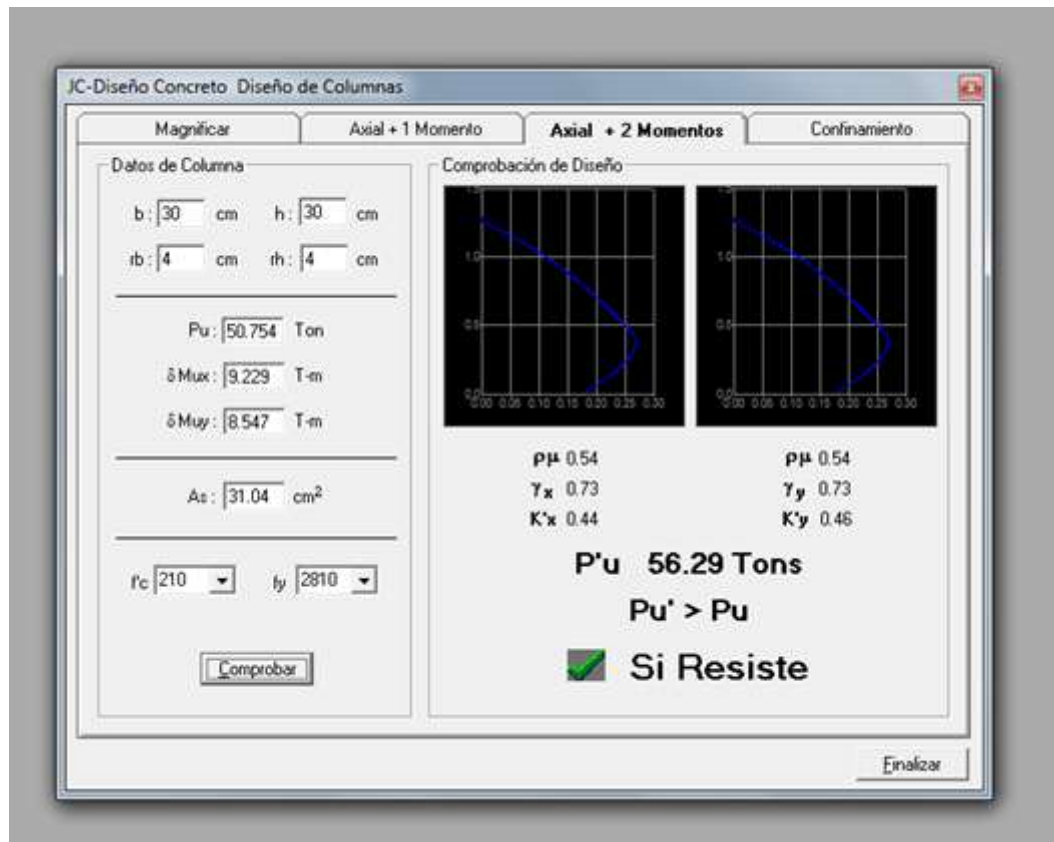
donde  $w$  = carga viva uniforme total

$$M_{x,y,z} = C_{x,y,z} w l^2$$


Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{x,y}$ 0.036	$C_{x,y}$ 0.027	$C_{x,y}$ 0.027	$C_{x,y}$ 0.032	$C_{x,y}$ 0.032	$C_{x,y}$ 0.035	$C_{x,y}$ 0.032	$C_{x,y}$ 0.028	$C_{x,y}$ 0.030
0.95	$C_{x,y}$ 0.040	$C_{x,y}$ 0.030	$C_{x,y}$ 0.031	$C_{x,y}$ 0.035	$C_{x,y}$ 0.034	$C_{x,y}$ 0.038	$C_{x,y}$ 0.036	$C_{x,y}$ 0.031	$C_{x,y}$ 0.032
0.90	$C_{x,y}$ 0.045	$C_{x,y}$ 0.034	$C_{x,y}$ 0.035	$C_{x,y}$ 0.039	$C_{x,y}$ 0.037	$C_{x,y}$ 0.042	$C_{x,y}$ 0.040	$C_{x,y}$ 0.035	$C_{x,y}$ 0.036
0.85	$C_{x,y}$ 0.050	$C_{x,y}$ 0.037	$C_{x,y}$ 0.040	$C_{x,y}$ 0.043	$C_{x,y}$ 0.041	$C_{x,y}$ 0.046	$C_{x,y}$ 0.045	$C_{x,y}$ 0.040	$C_{x,y}$ 0.039
0.80	$C_{x,y}$ 0.056	$C_{x,y}$ 0.041	$C_{x,y}$ 0.045	$C_{x,y}$ 0.048	$C_{x,y}$ 0.044	$C_{x,y}$ 0.051	$C_{x,y}$ 0.051	$C_{x,y}$ 0.044	$C_{x,y}$ 0.042
0.75	$C_{x,y}$ 0.061	$C_{x,y}$ 0.045	$C_{x,y}$ 0.051	$C_{x,y}$ 0.052	$C_{x,y}$ 0.047	$C_{x,y}$ 0.055	$C_{x,y}$ 0.056	$C_{x,y}$ 0.049	$C_{x,y}$ 0.046
0.70	$C_{x,y}$ 0.068	$C_{x,y}$ 0.049	$C_{x,y}$ 0.057	$C_{x,y}$ 0.057	$C_{x,y}$ 0.051	$C_{x,y}$ 0.060	$C_{x,y}$ 0.063	$C_{x,y}$ 0.054	$C_{x,y}$ 0.050
0.65	$C_{x,y}$ 0.074	$C_{x,y}$ 0.053	$C_{x,y}$ 0.064	$C_{x,y}$ 0.062	$C_{x,y}$ 0.055	$C_{x,y}$ 0.064	$C_{x,y}$ 0.070	$C_{x,y}$ 0.059	$C_{x,y}$ 0.054
0.60	$C_{x,y}$ 0.081	$C_{x,y}$ 0.058	$C_{x,y}$ 0.071	$C_{x,y}$ 0.067	$C_{x,y}$ 0.059	$C_{x,y}$ 0.068	$C_{x,y}$ 0.077	$C_{x,y}$ 0.065	$C_{x,y}$ 0.059
0.55	$C_{x,y}$ 0.088	$C_{x,y}$ 0.062	$C_{x,y}$ 0.080	$C_{x,y}$ 0.072	$C_{x,y}$ 0.063	$C_{x,y}$ 0.073	$C_{x,y}$ 0.085	$C_{x,y}$ 0.070	$C_{x,y}$ 0.063
0.50	$C_{x,y}$ 0.095	$C_{x,y}$ 0.066	$C_{x,y}$ 0.088	$C_{x,y}$ 0.077	$C_{x,y}$ 0.067	$C_{x,y}$ 0.078	$C_{x,y}$ 0.092	$C_{x,y}$ 0.076	$C_{x,y}$ 0.067

Fuente: NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. p. 378.

## Anexo 6. Diagrama de interaccion columna del primer nivel



Fuente: CORADO FRANCO, Julio, Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto. p. 78.




MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL.  
DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª Av, 1-66 Zona 1, Chiquimula  
TELÉFONO: 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO: dsachiquimula@intelnec.net.gt

GOBIERNO DE AMARO GUTIÉRREZ

RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

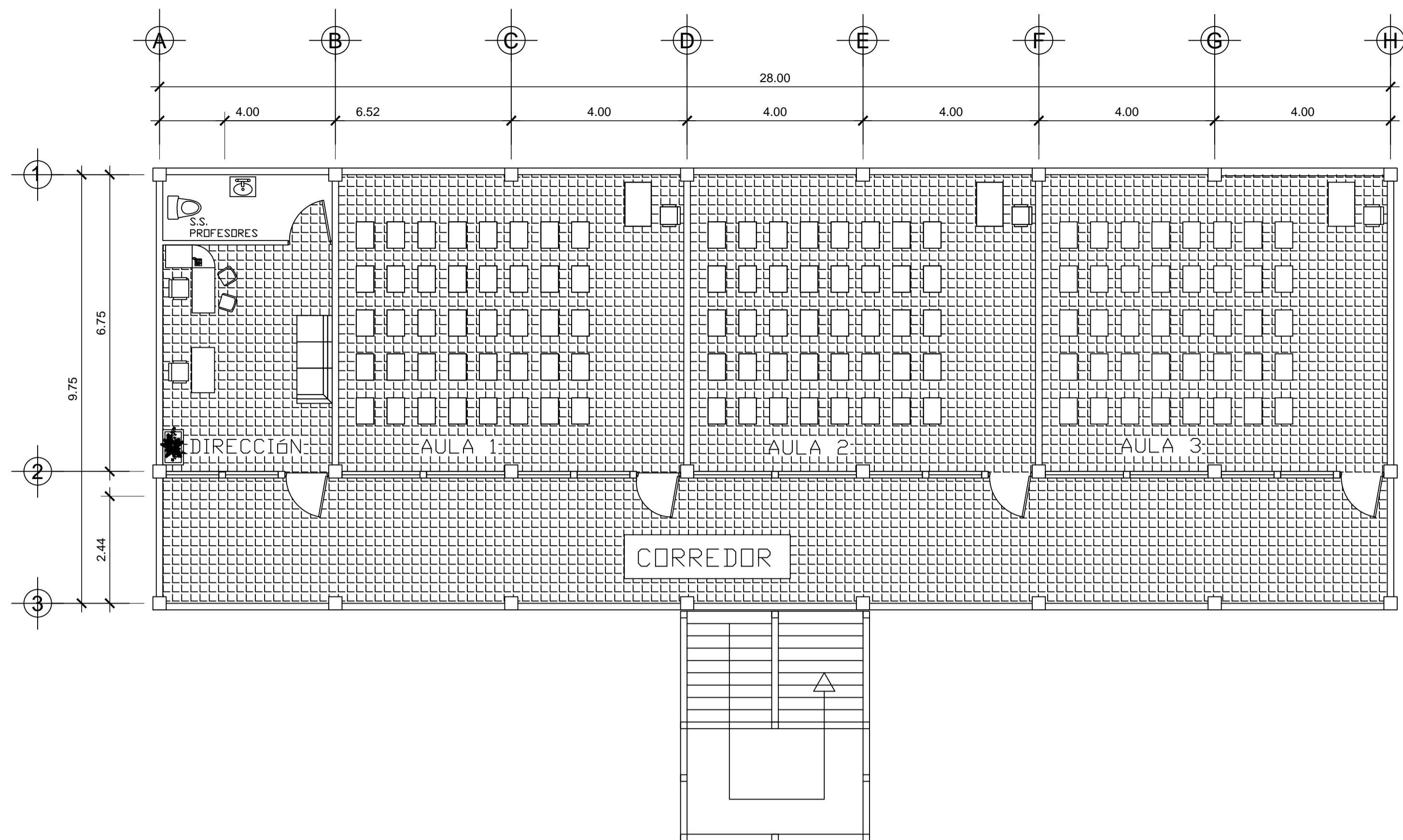
REGISTRO:	7795	Nº. DE MUESTRA: 601-2011.
COMUNIDAD:	CASERIO PASALAJÉ, ALDEA TIMUSHÁN	
MUNICIPIO:	ESQUIPULAS	
TIPO DE ACUEDUCTO:	FOR GRAVEDAD	
TIPO DE SERVICIO:	DOMICILIAR	
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE:	NACIMIENTO LA CEIBA	
UBICACIÓN DE LA FUENTE:	EN LA MISMA COMUNIDAD	
SITIO DE CAPTACIÓN:	EN EL NACIMIENTO	
FECHA DE CAPTACIÓN:	25-2-2011	HORA DE CAPTACIÓN: 11:04
SERVICIO DE SALUD:	CENTRO DE SALUD DE ESQUIPULAS	
FECHA DE SOLICITUD:	23-2-2011	
RESPONSABLE:	ESAU BARRERA	
CARGO:	TÉCNICO EN SALUD RURAL	
FECHA ANÁLISIS:	24-2-2011	
METODOLOGÍA:	MEMBRANAS FILTRANTES	
RESULTADOS:	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES, E. COLI	
COMENTARIOS:	AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 (COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS) Y EL MSPAS.	



PROF. FERNANDO JUANO GUERRA  
ANALISTA

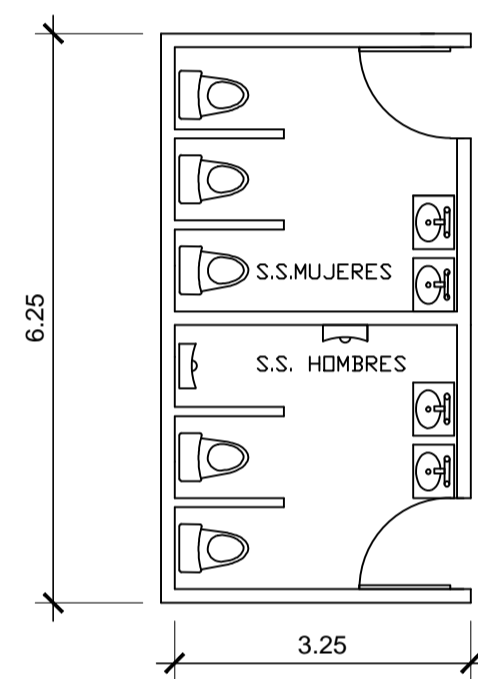
Fuente. Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social.





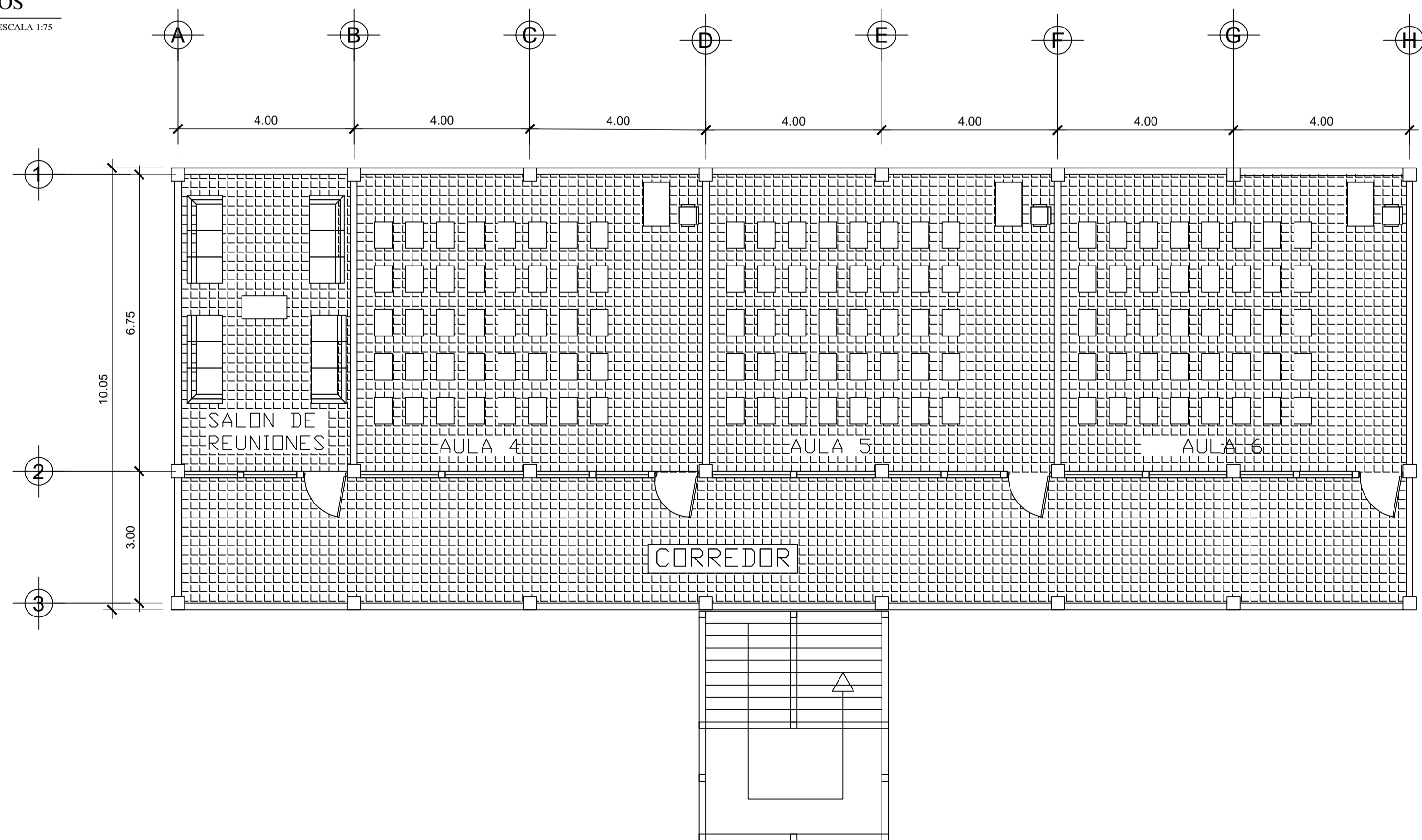
**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75



**SERVICIOS SANITARIOS**

ESCALA 1:75



**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

**CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA**

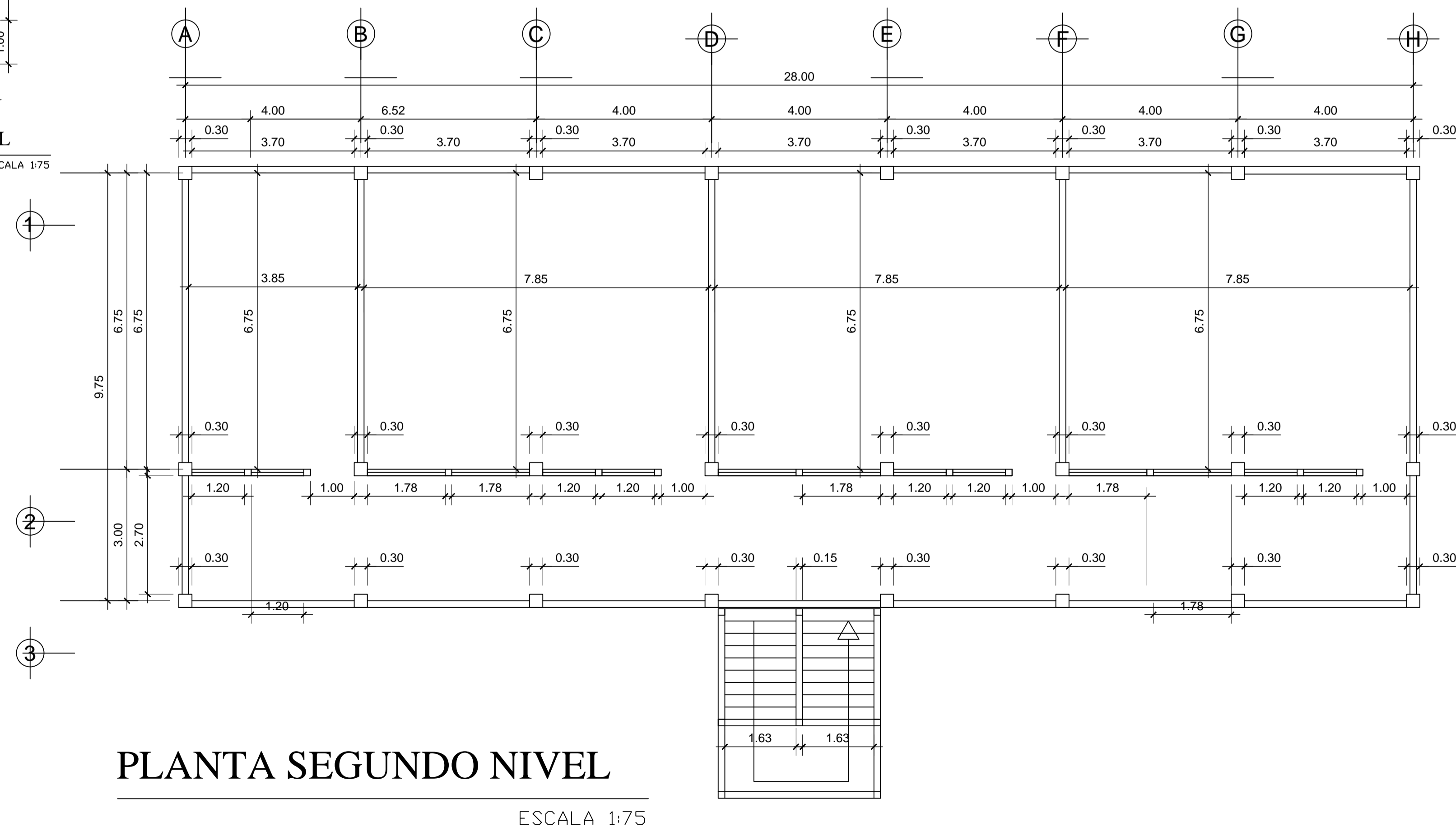
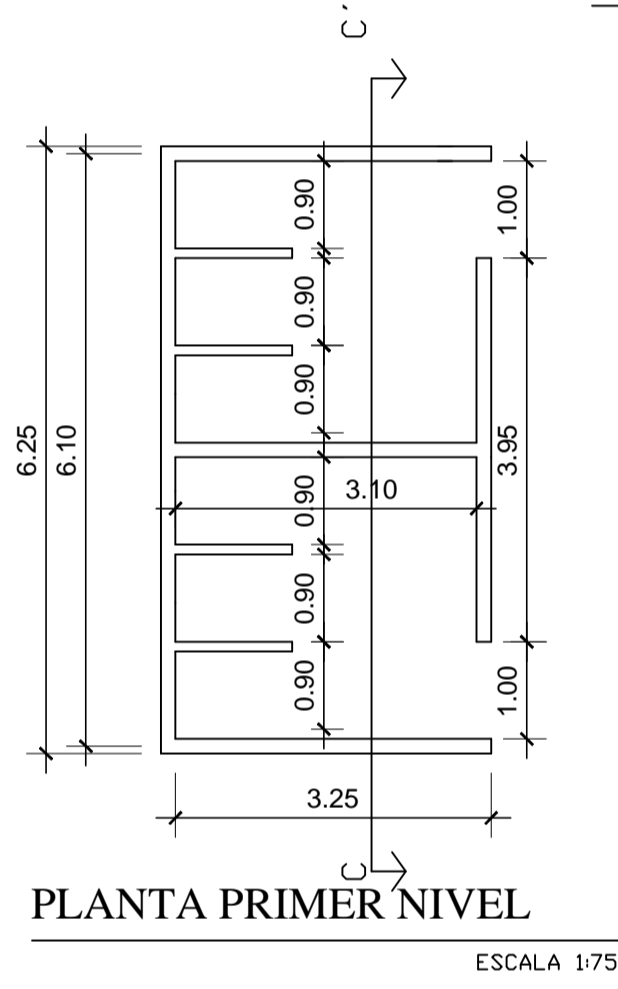
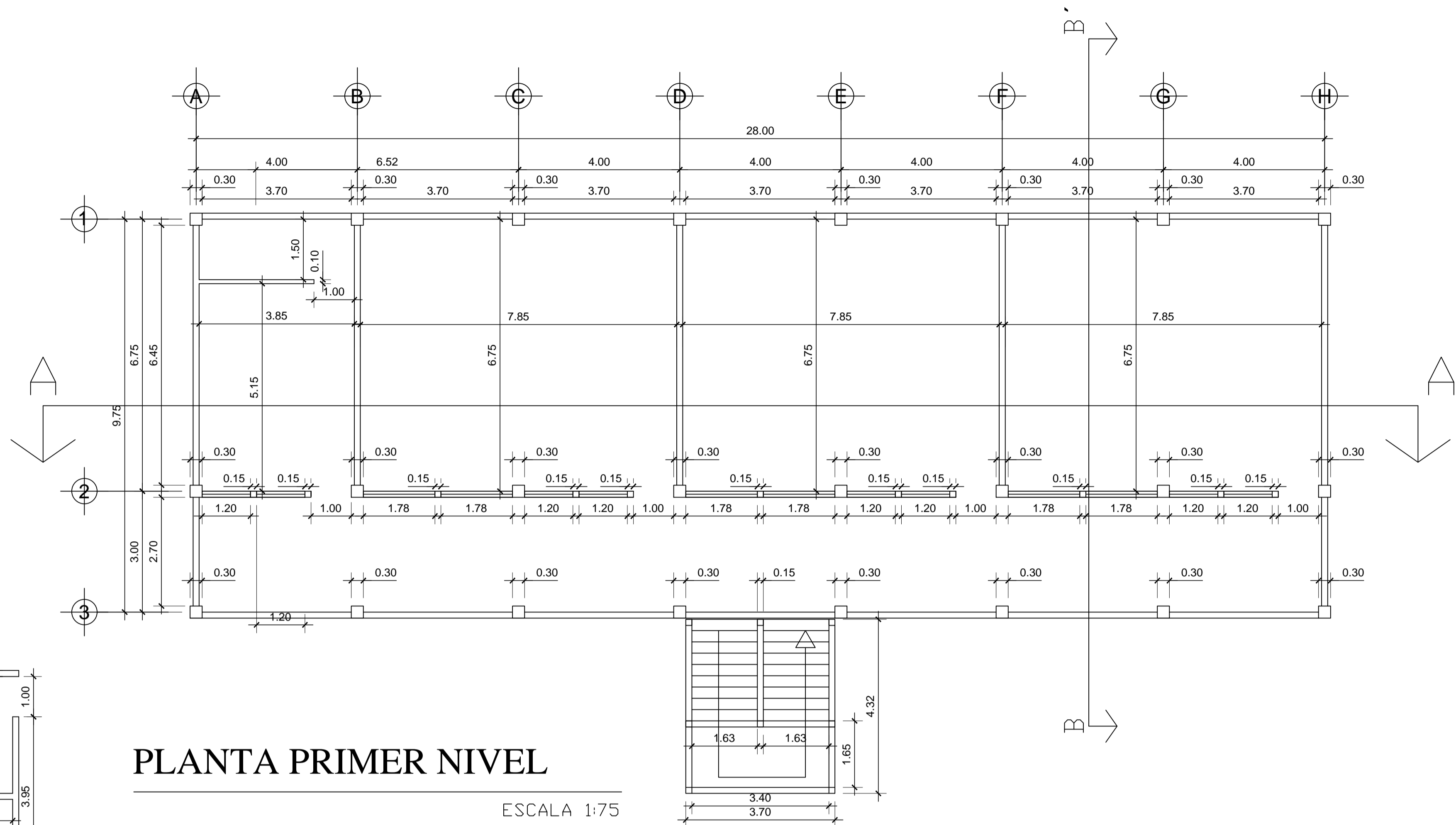
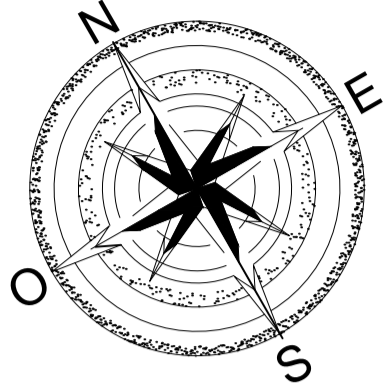
DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

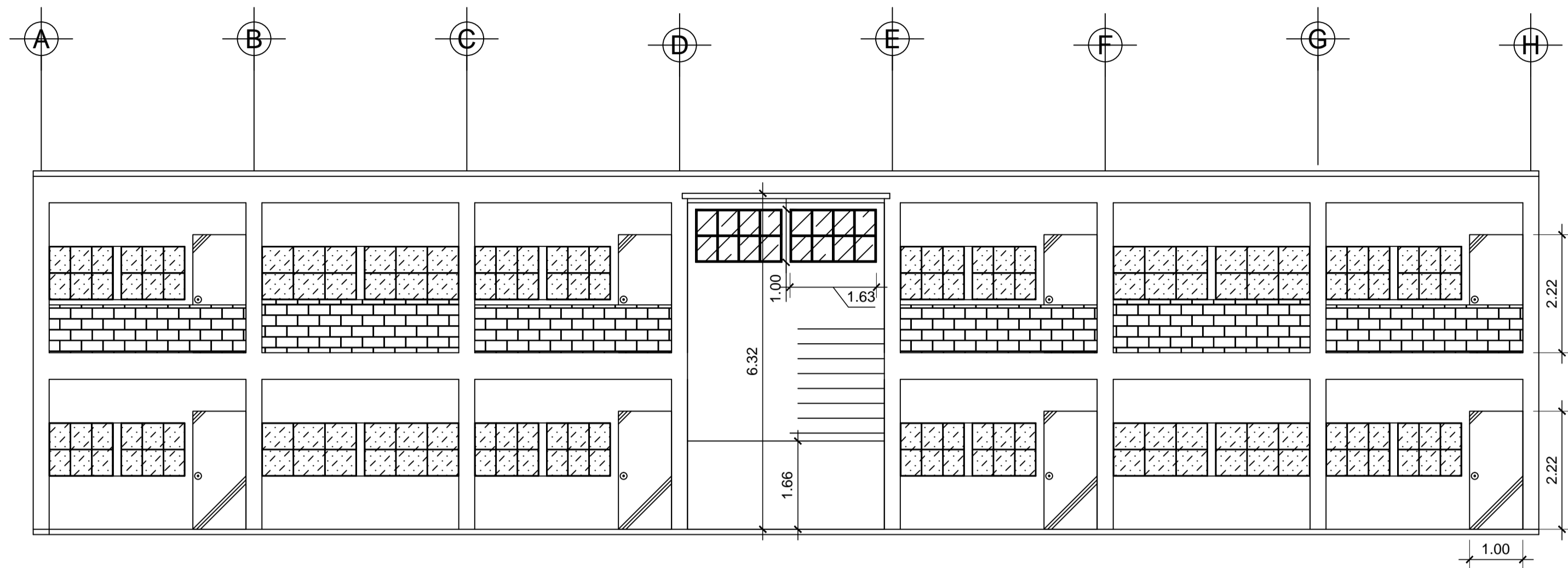
ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA

1  
11

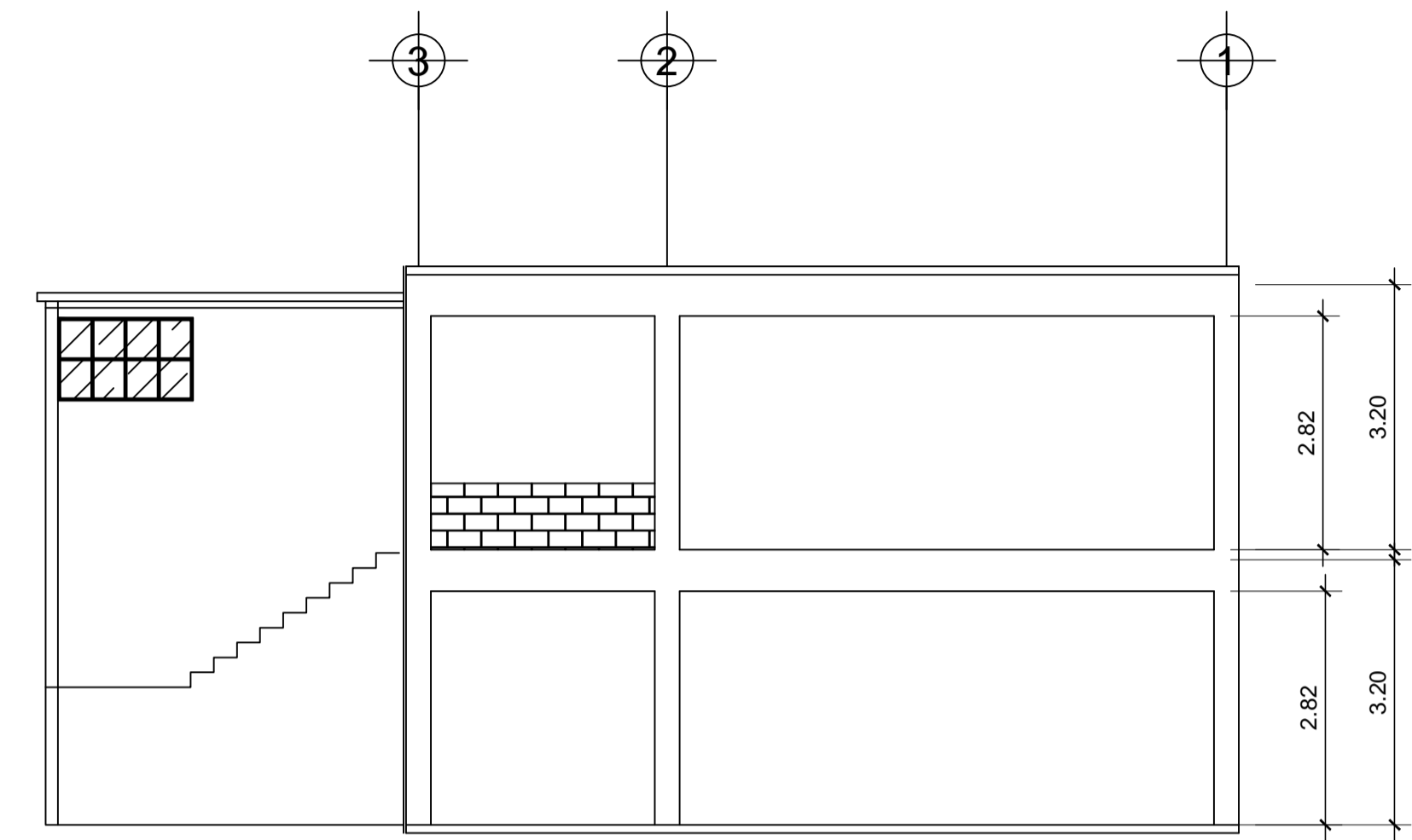


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA		
<b>CONTENIDO: PLANTA ACOTADA</b>		
DIBUJO:	HANS POSADAS	ESCALA: INDICADA
DISEÑO:	HANS POSADAS	FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
Vo.Bo. DIRECTOR DMP		ING. JUAN MERCK ASESOR EPS
HOJA <span style="font-size: 2em; border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span> / 11		



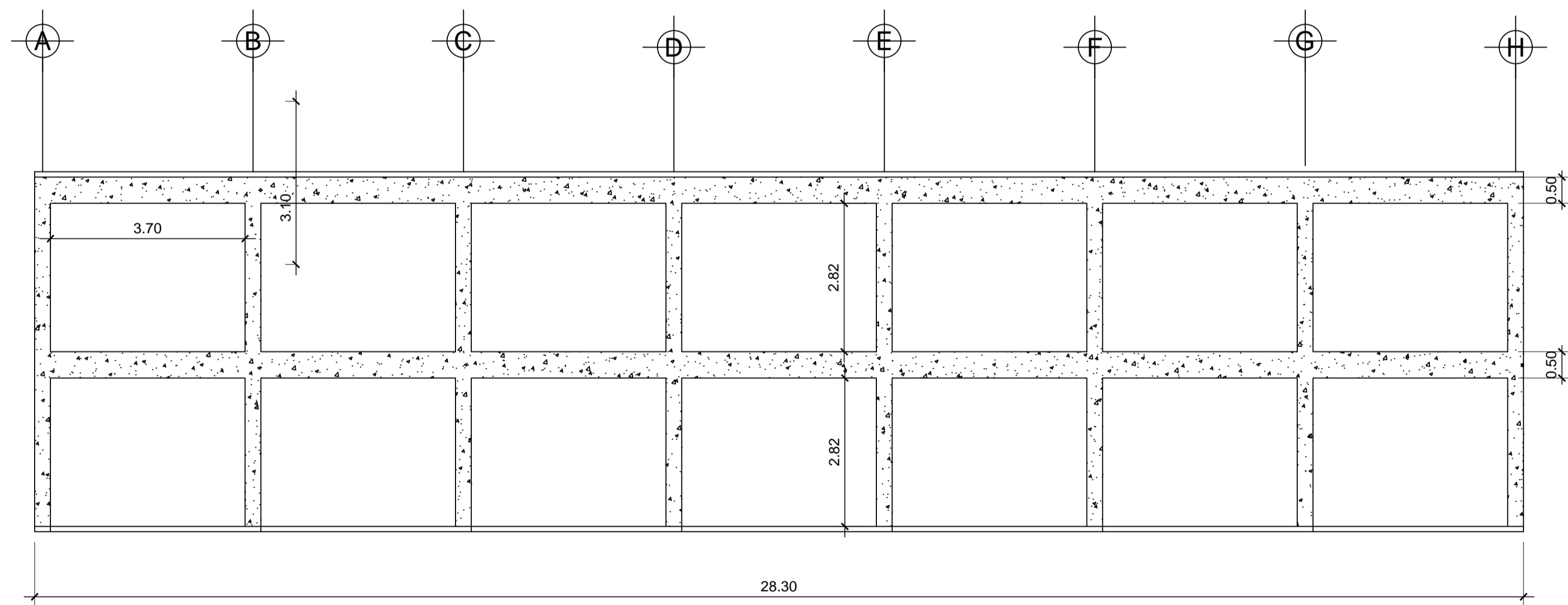
**ELEVACIÓN FRONTAL**

ESCALA 1:75



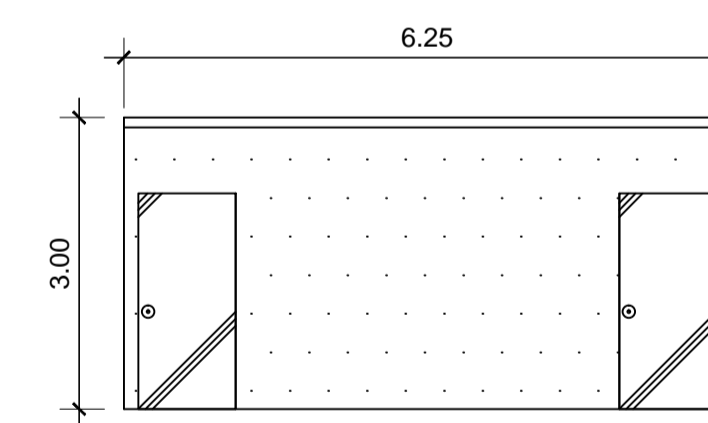
**ELEVACIÓN FRONTAL**

ESCALA 1:75



**SECCIÓN A-A'**

ESCALA 1:75



**ELEVACIÓN BAÑOS**

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: ELEVACIONES

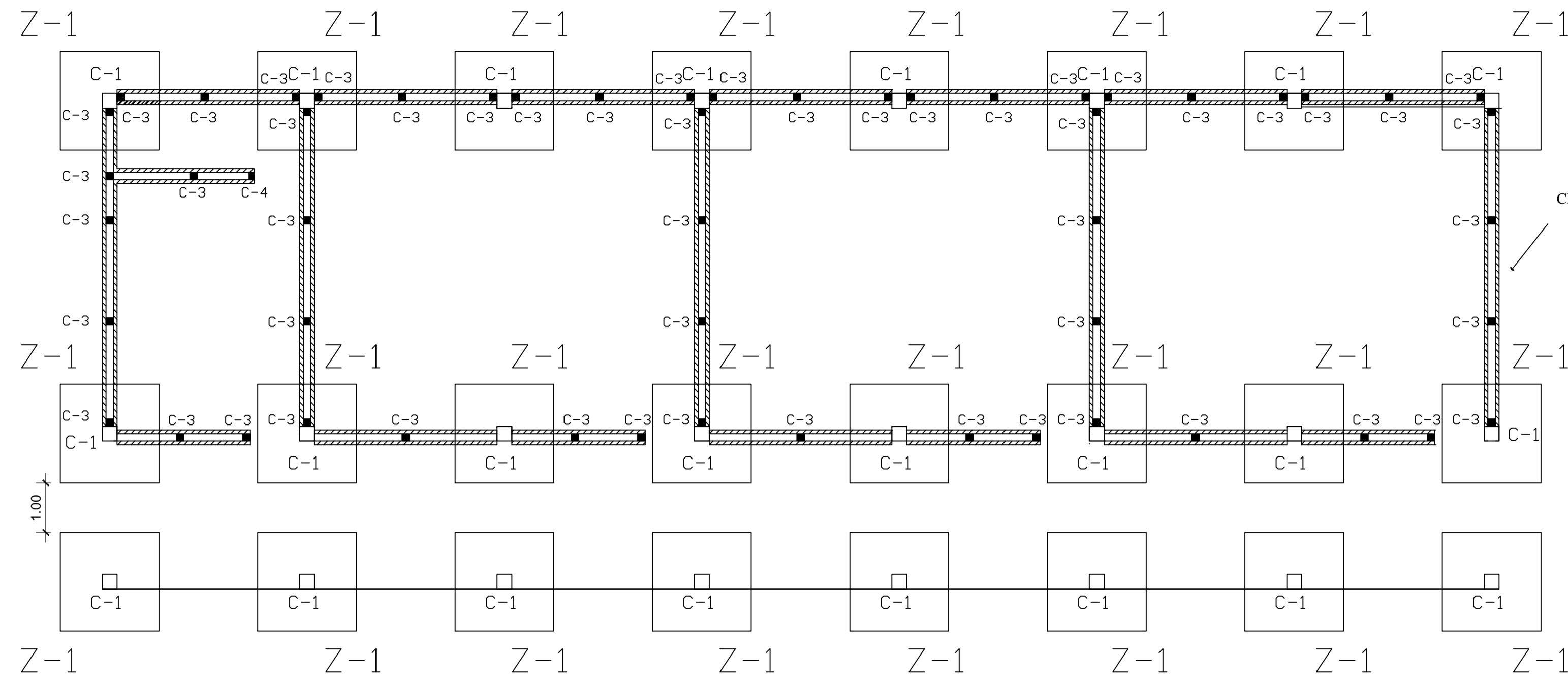
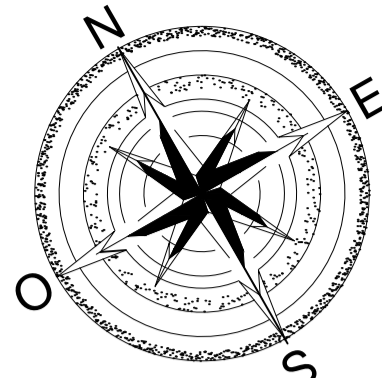
DIBUJO: HANS POSADAS	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: HANS POSADAS	FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

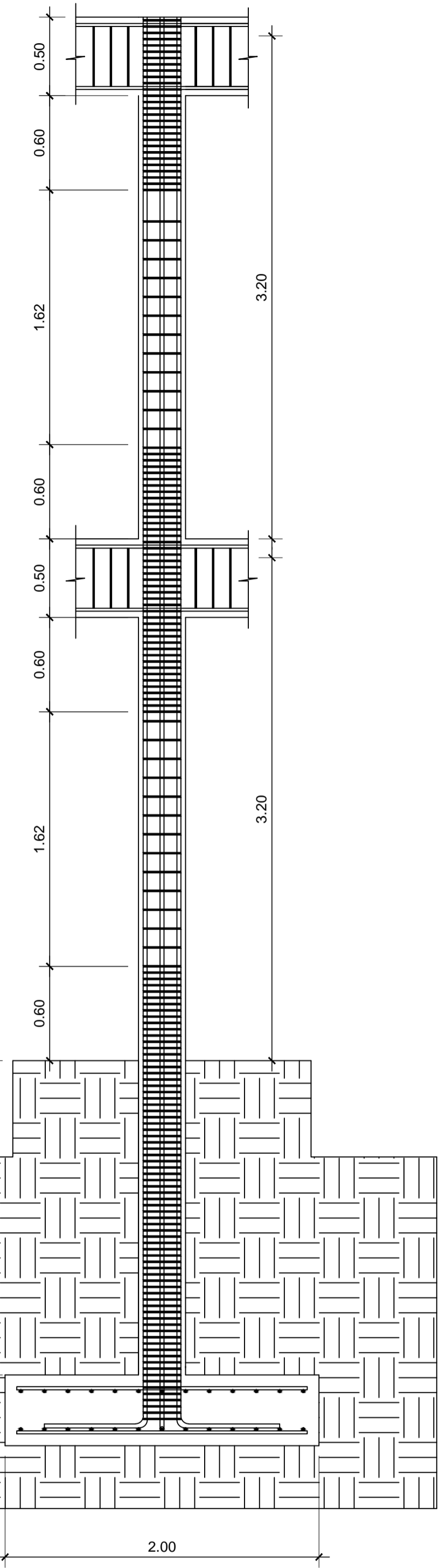
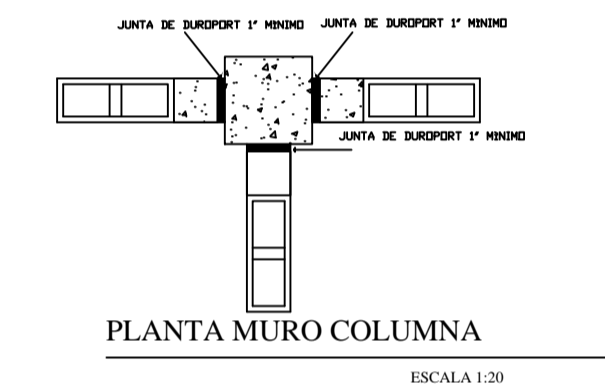
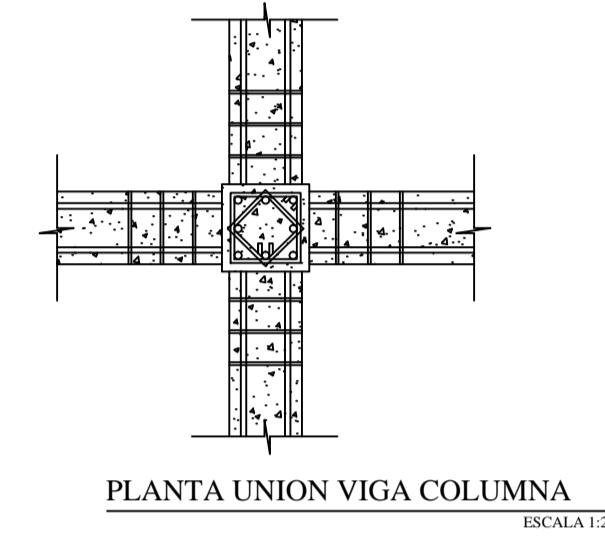
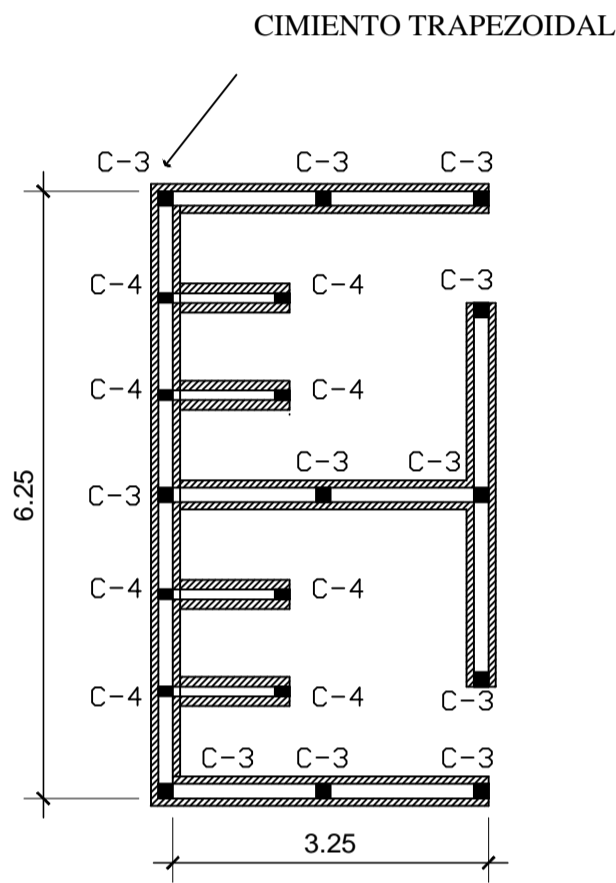
HOJA  
3  
11





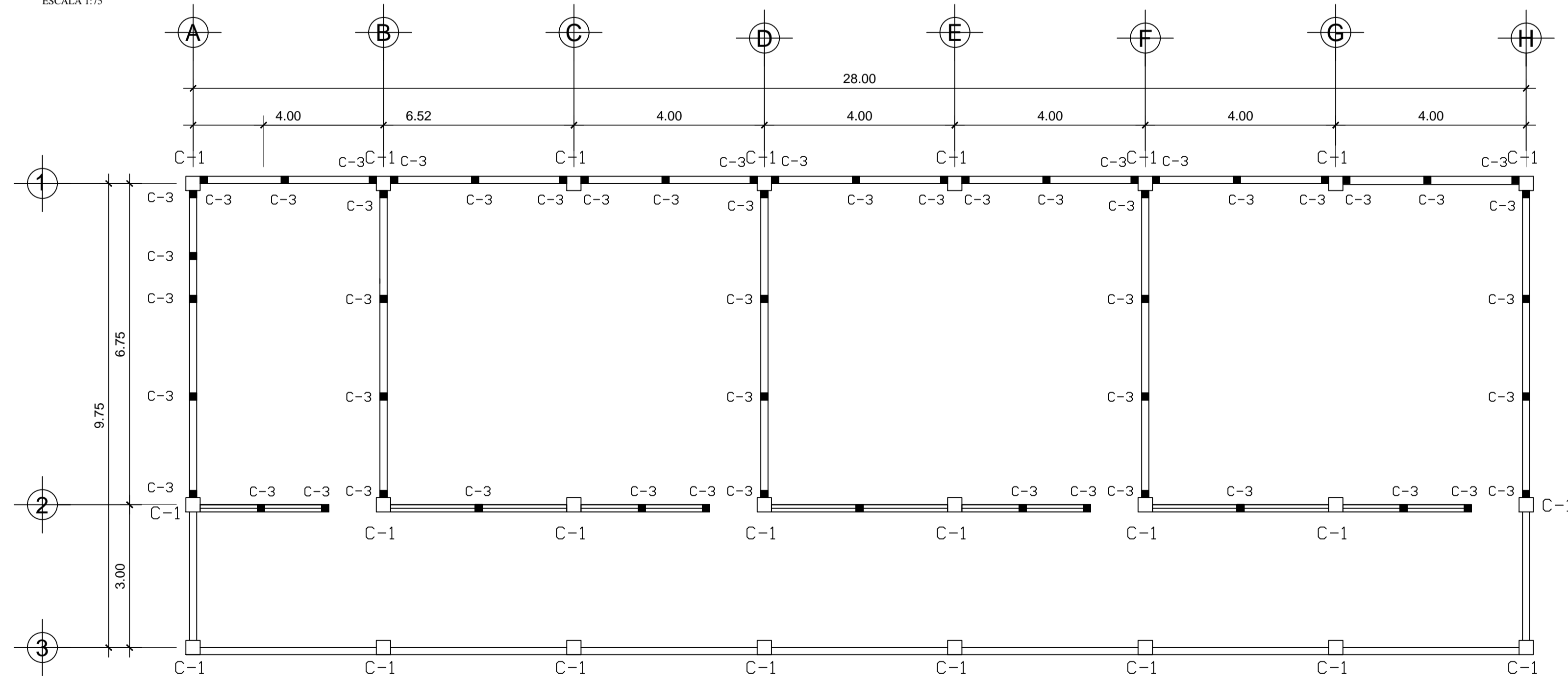
**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75



**DETALLE DE COLUMNA**  
ESCALA 1:25

**SERVICIOS SANITARIOS**  
ESCALA 1:75



**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

**CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS Y DETALLE DE COLUMNA**

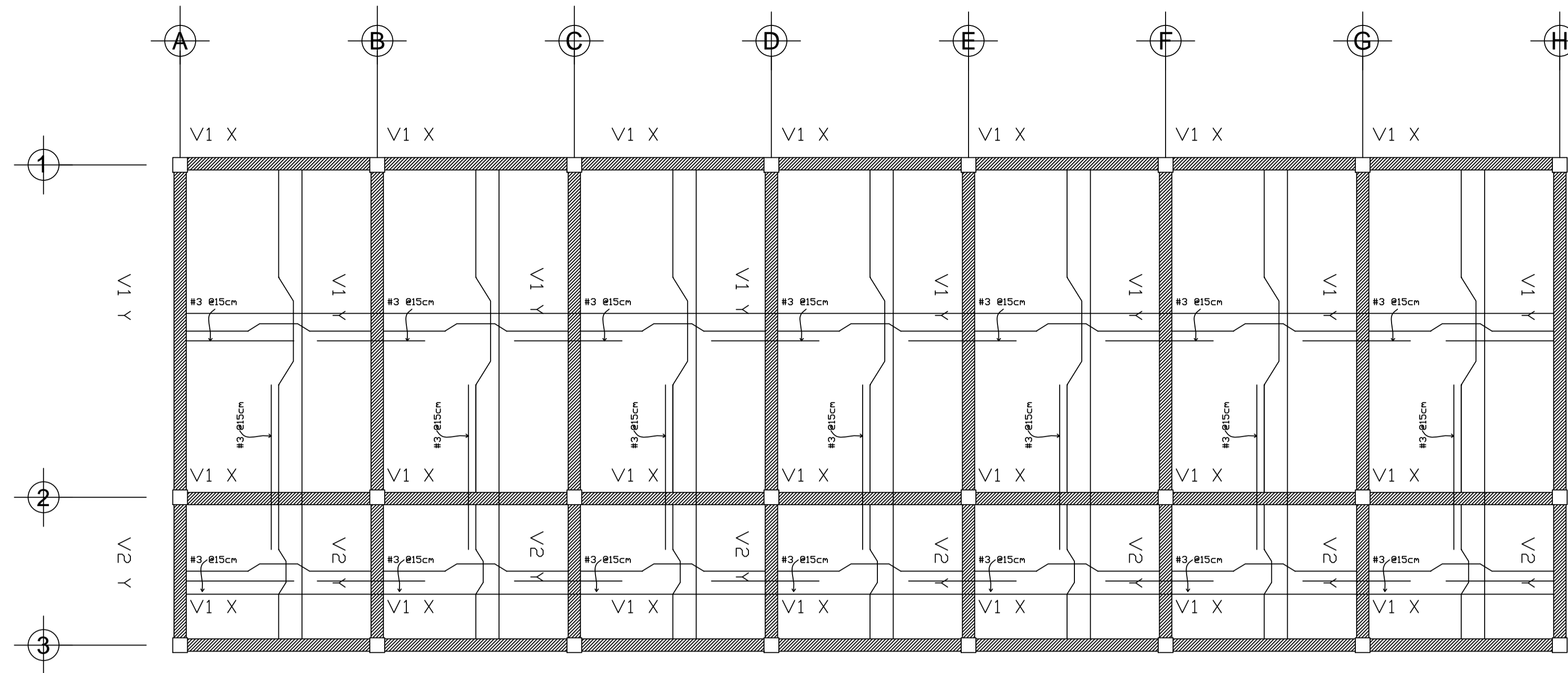
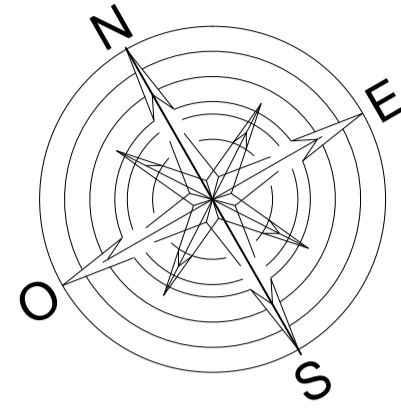
DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

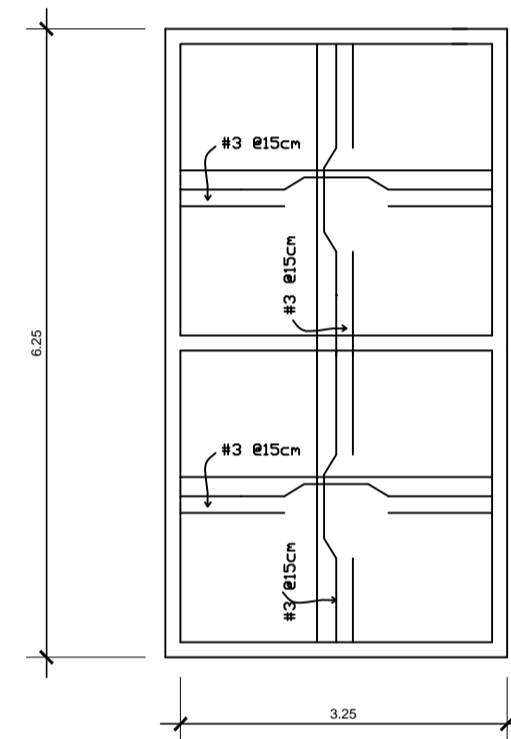
ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA  
**4**  
11



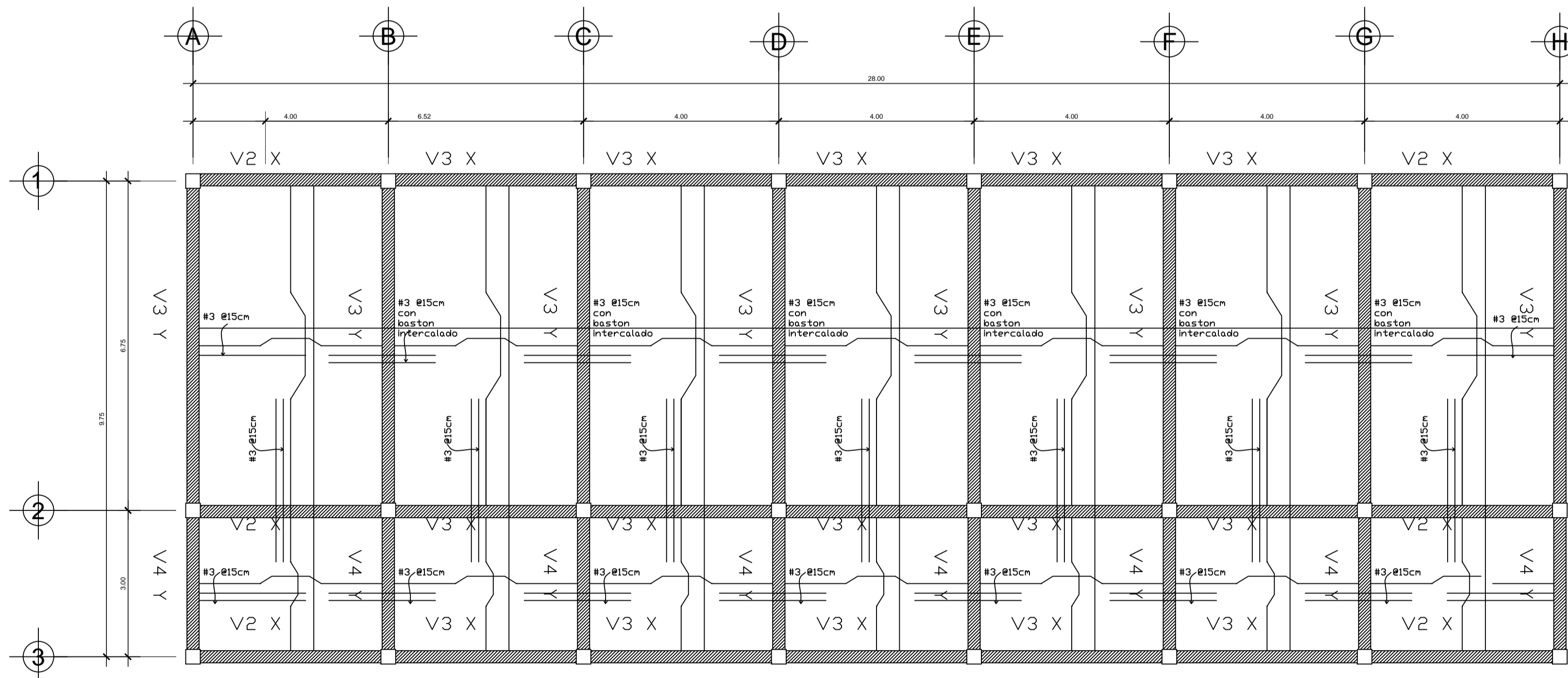
**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

ESCALA 1:75



**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75



**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: 75

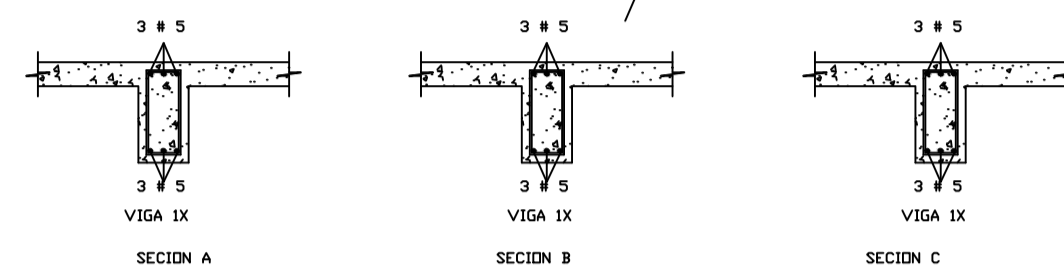
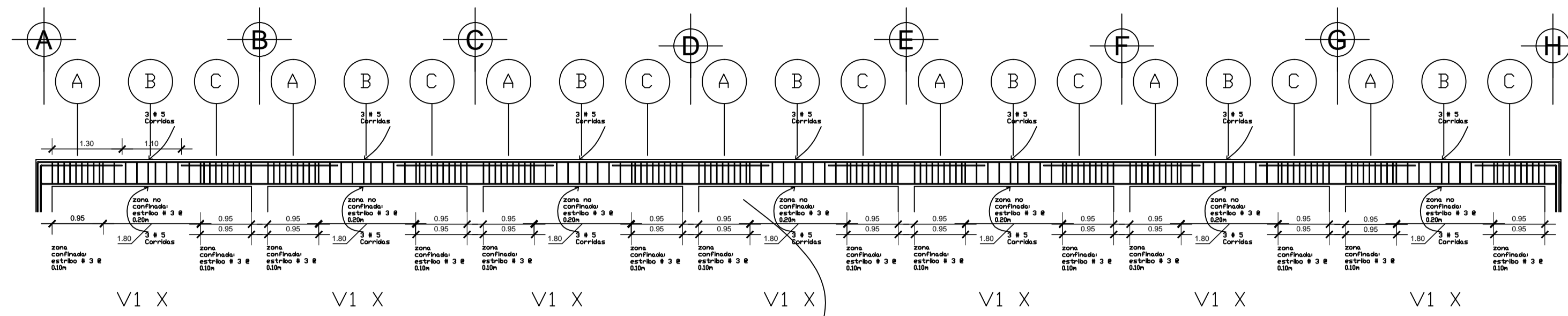
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vº.Bº. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

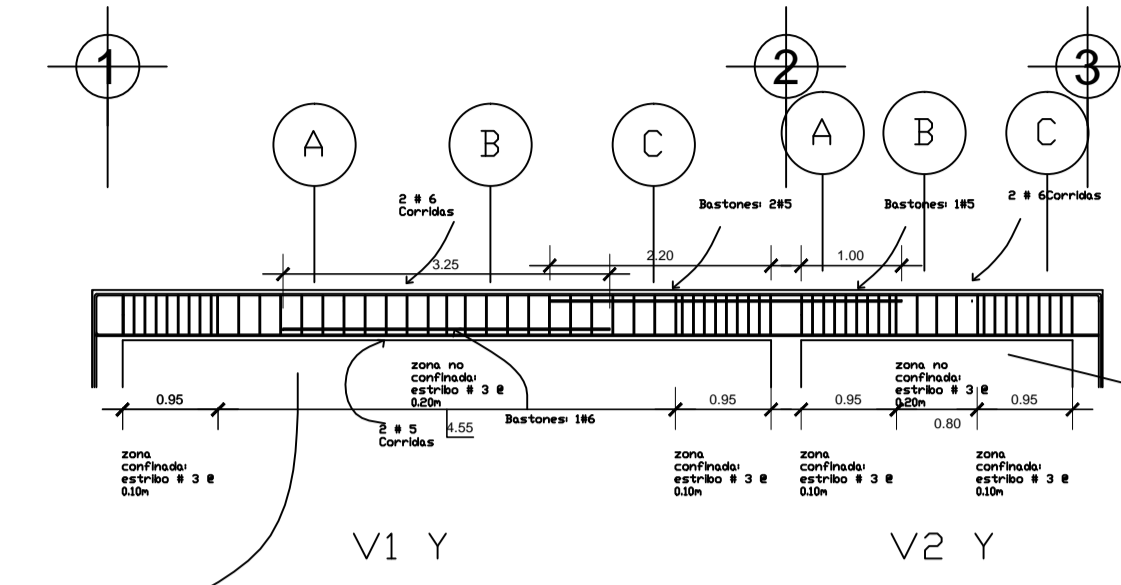
HOJA

5  
11



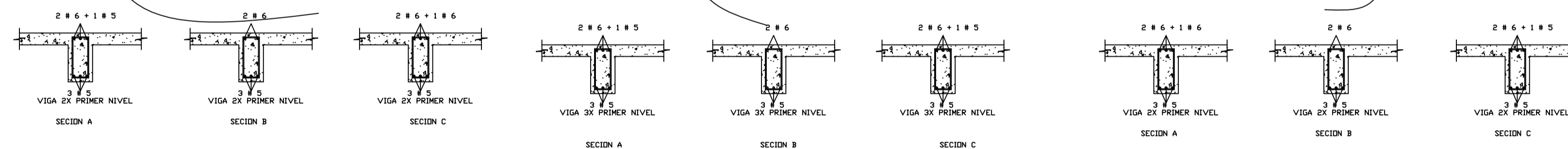
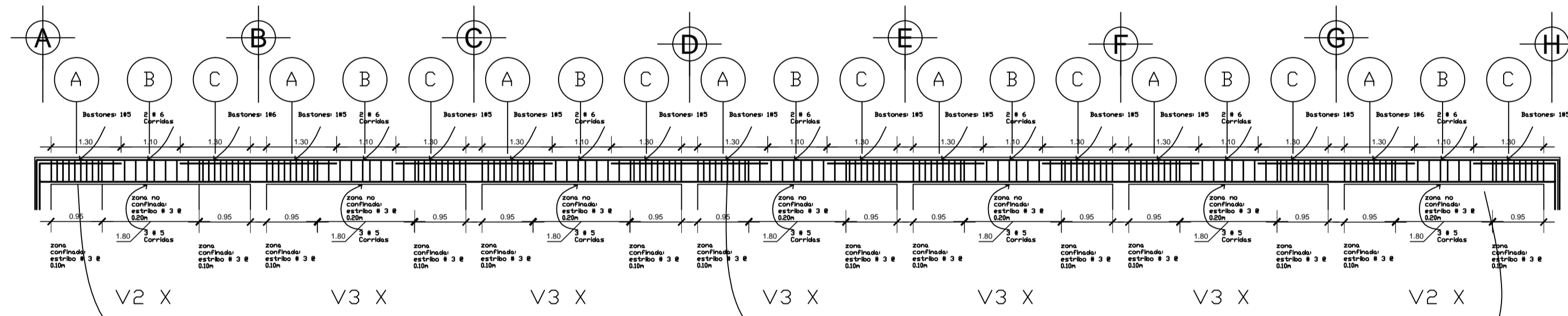
SECCIONES DE VIGAS

ESCALA 1:37.5



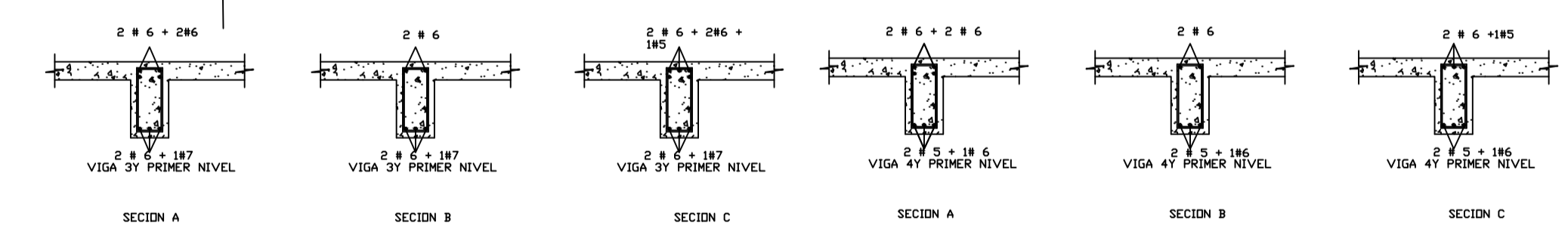
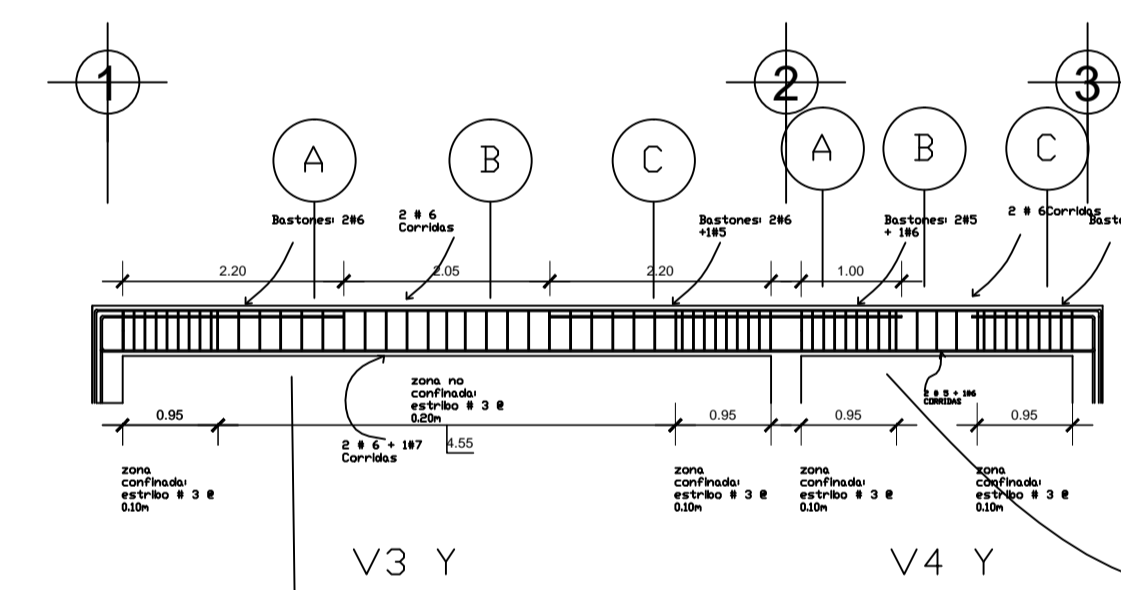
## SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:75



SECCIONES DE VIGAS

ESCALA 1:37.5



## PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: DETALLE Y SECCION DE VIGAS

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA

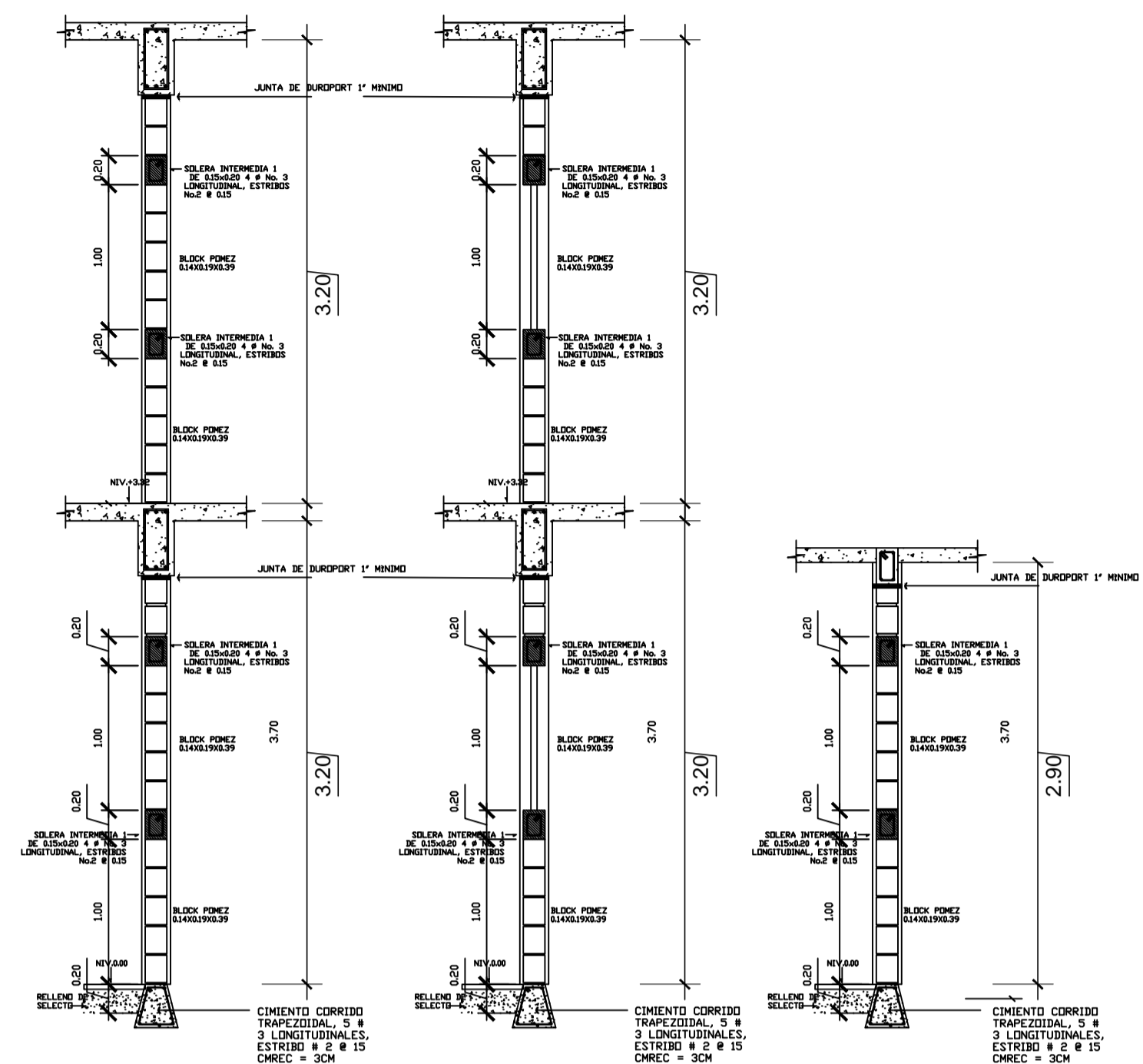
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

HOJA

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

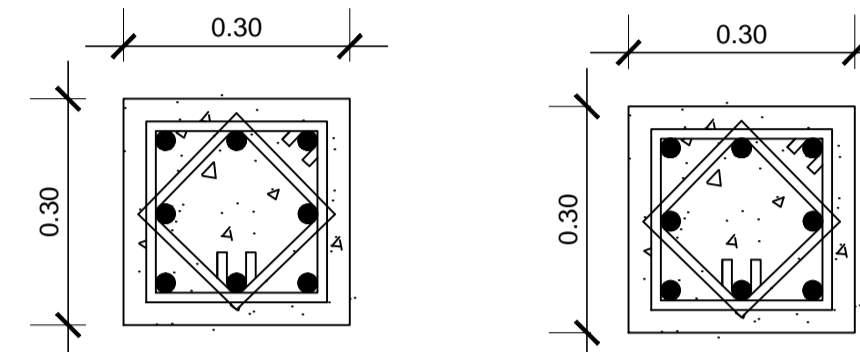
6  
11



CORTE MURO A-A'  
ESCALA 1:40

CORTE MURO B-B'  
ESCALA 1:40

CORTE MURO C-C'  
ESCALA 1:40

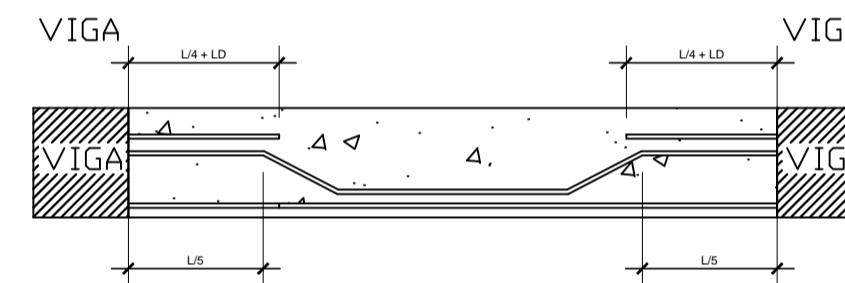


COLUMNA C-1,  
8# 7  
LONGITUDINALES,  
ESTRIBO # 3  
@ 5 CM EN  
ZONA DE  
CONFINAMIENTO  
Y @ 10 CM EN  
ZONA NO  
CONFINADA

COLUMNA C-2,  
8# 6  
LONGITUDINALES,  
ESTRIBO # 3  
@ 5 CM EN  
ZONA DE  
CONFINAMIENTO  
Y @ 10 CM EN  
ZONA NO  
CONFINADA

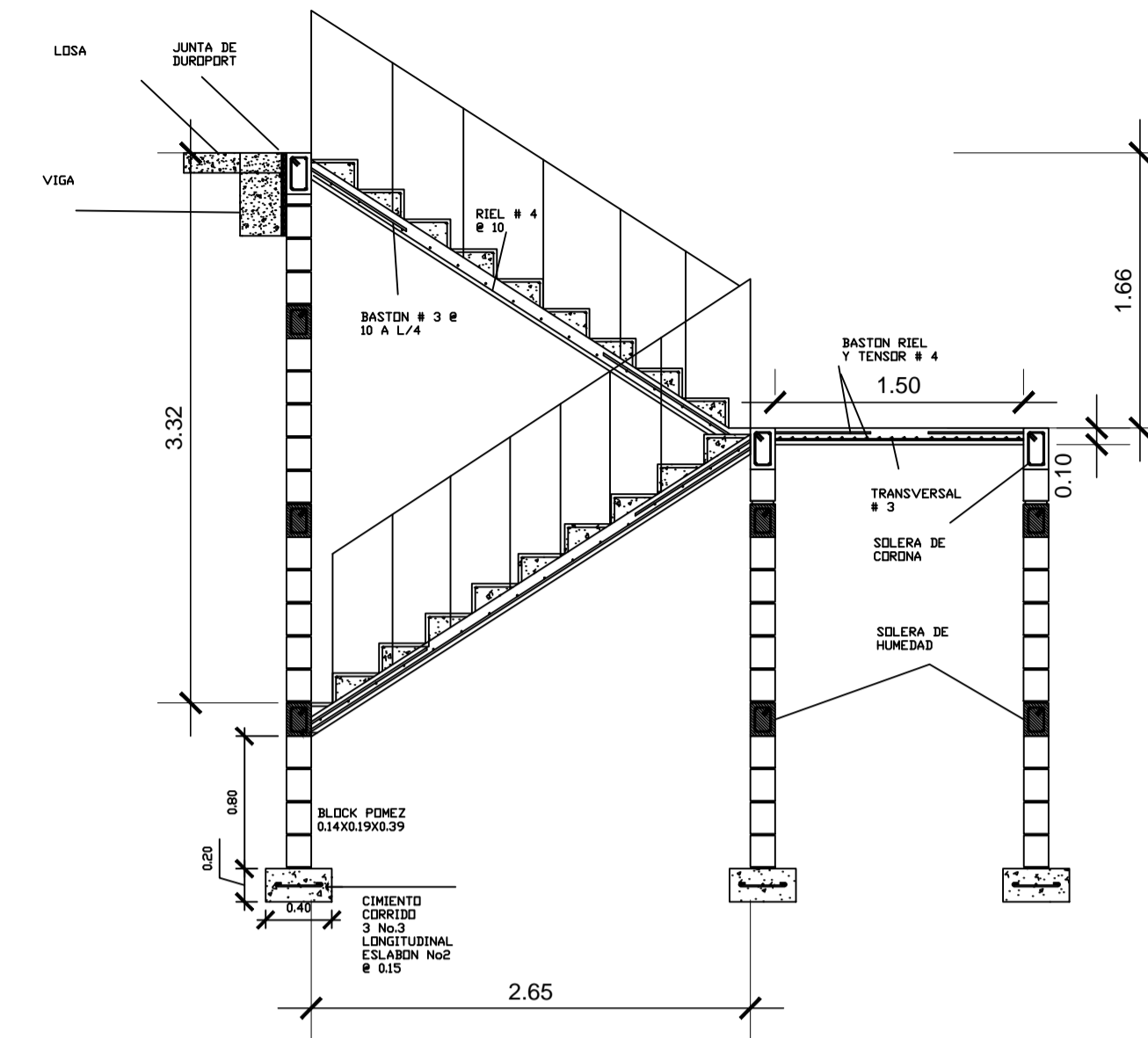
DETALLE DE COLUMNAS

ESCALA 1:10



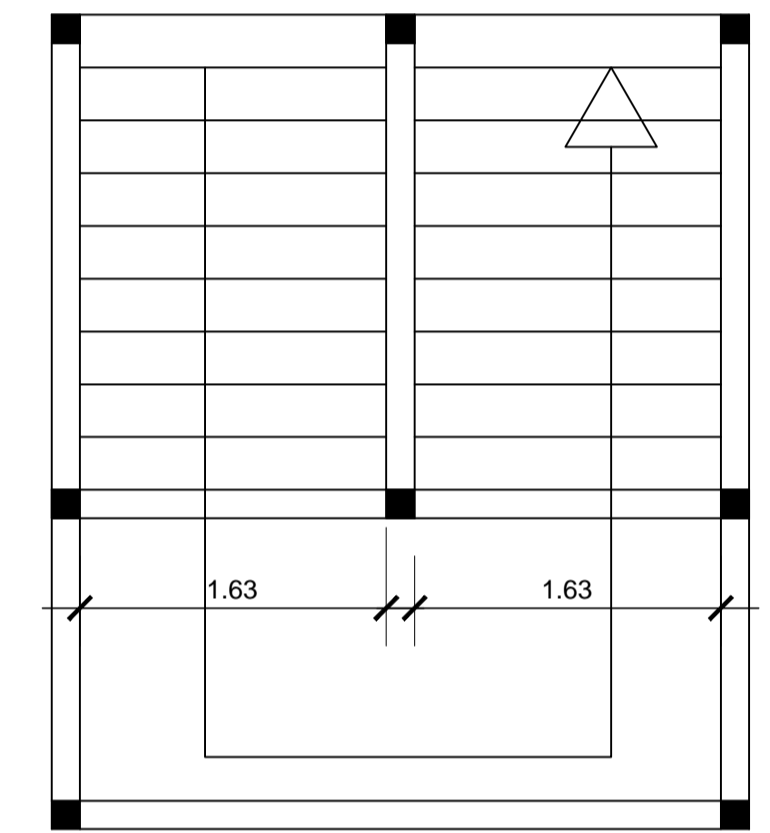
DETALLE DE ARMADO DE LOSAS

SIN ESCALA

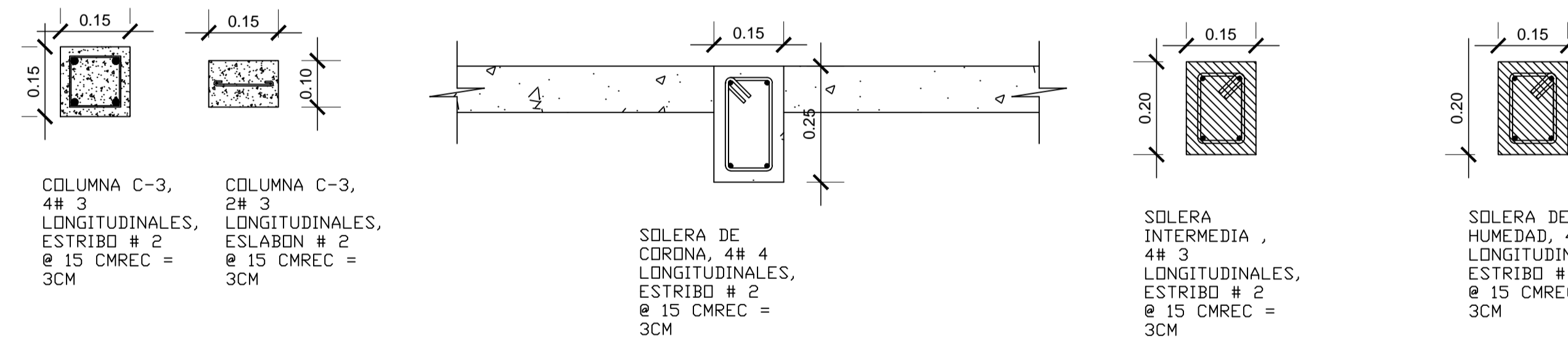


CORTE TRANSVERSAL MODULO DE GRADAS

ESCALA 1:40

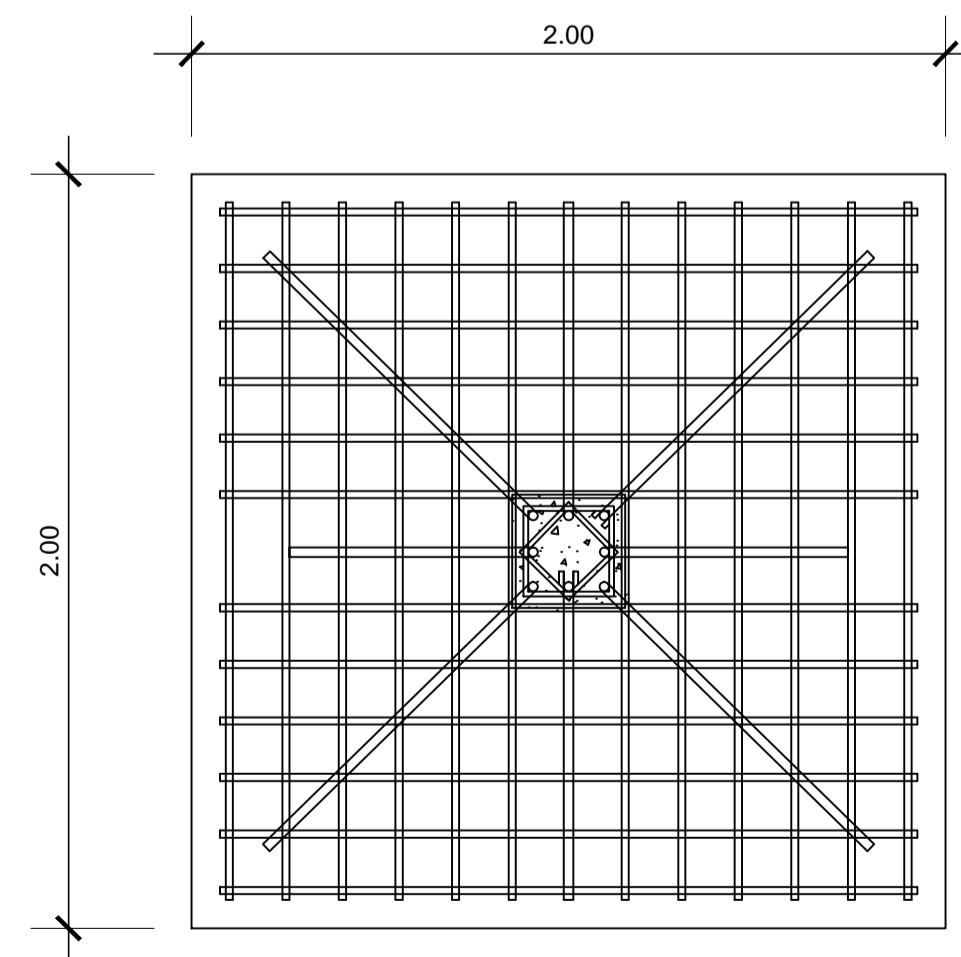


PLANTA MODULO DE GRADAS



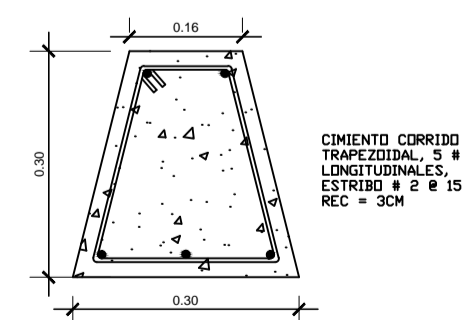
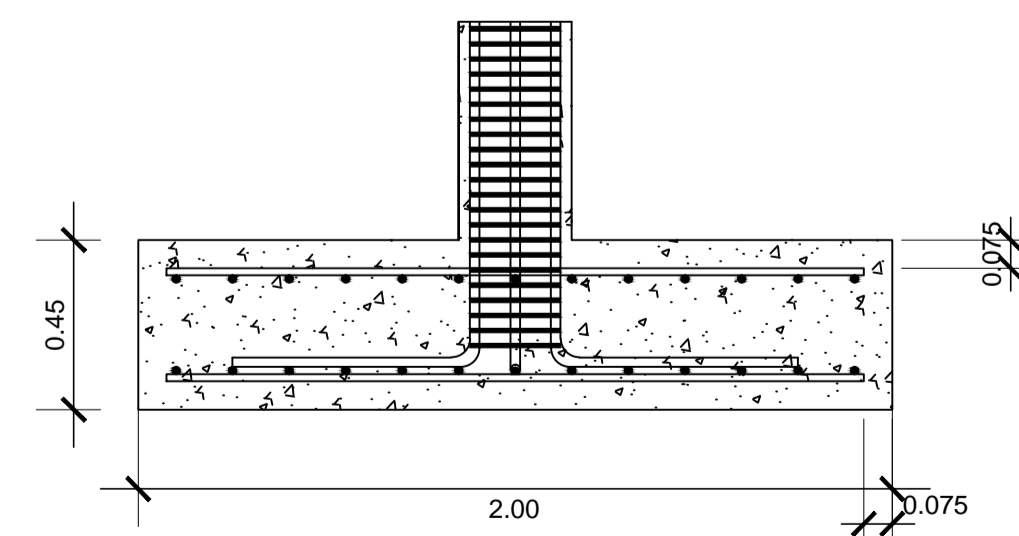
DETALLE DE COLUMNAS PARA MURO, SOLERAS Y CIMENTO CORRIDO

ESCALA 1:10



DETALLE DE ZAPATA TIPICA  
ESCALA 1:10

ZAPATA  
TIPICA 13#6  
EN AMBOS  
SENTIDOS @  
15 CM,  
RECUBRIMIENTO  
7.50 CM,  
ACERO POR  
TEMPERATURA  
#5 @ 20 CM



CIMENTO TRAPEZOIDAL

ESCALA 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: GRADAS Y DETALLES ESTRUCTURALES

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

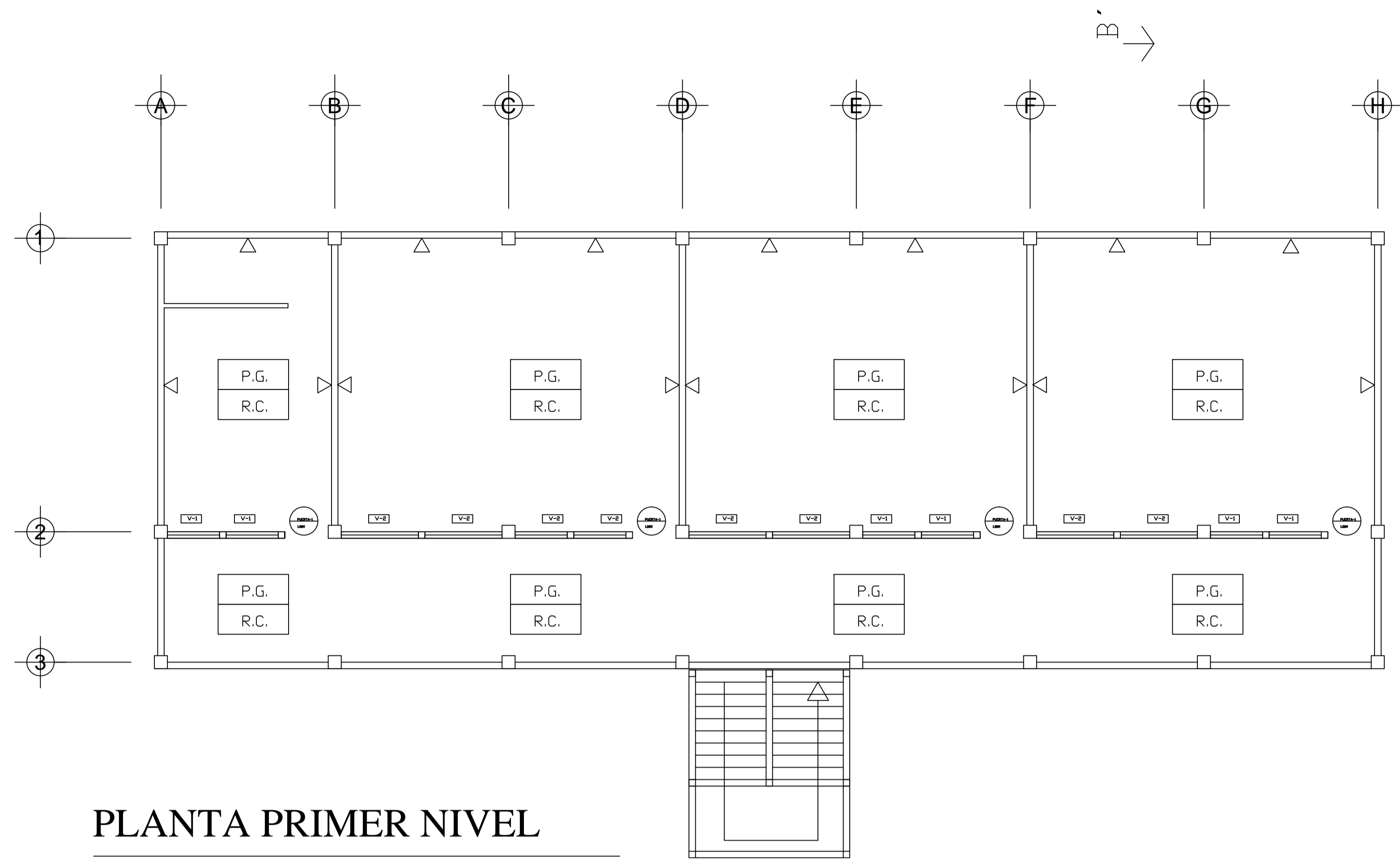
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

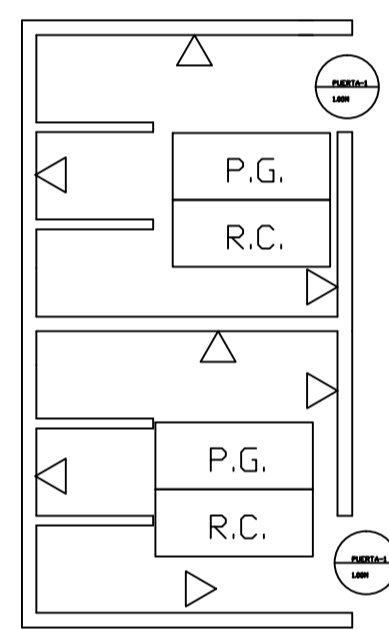
HOJA

7  
11



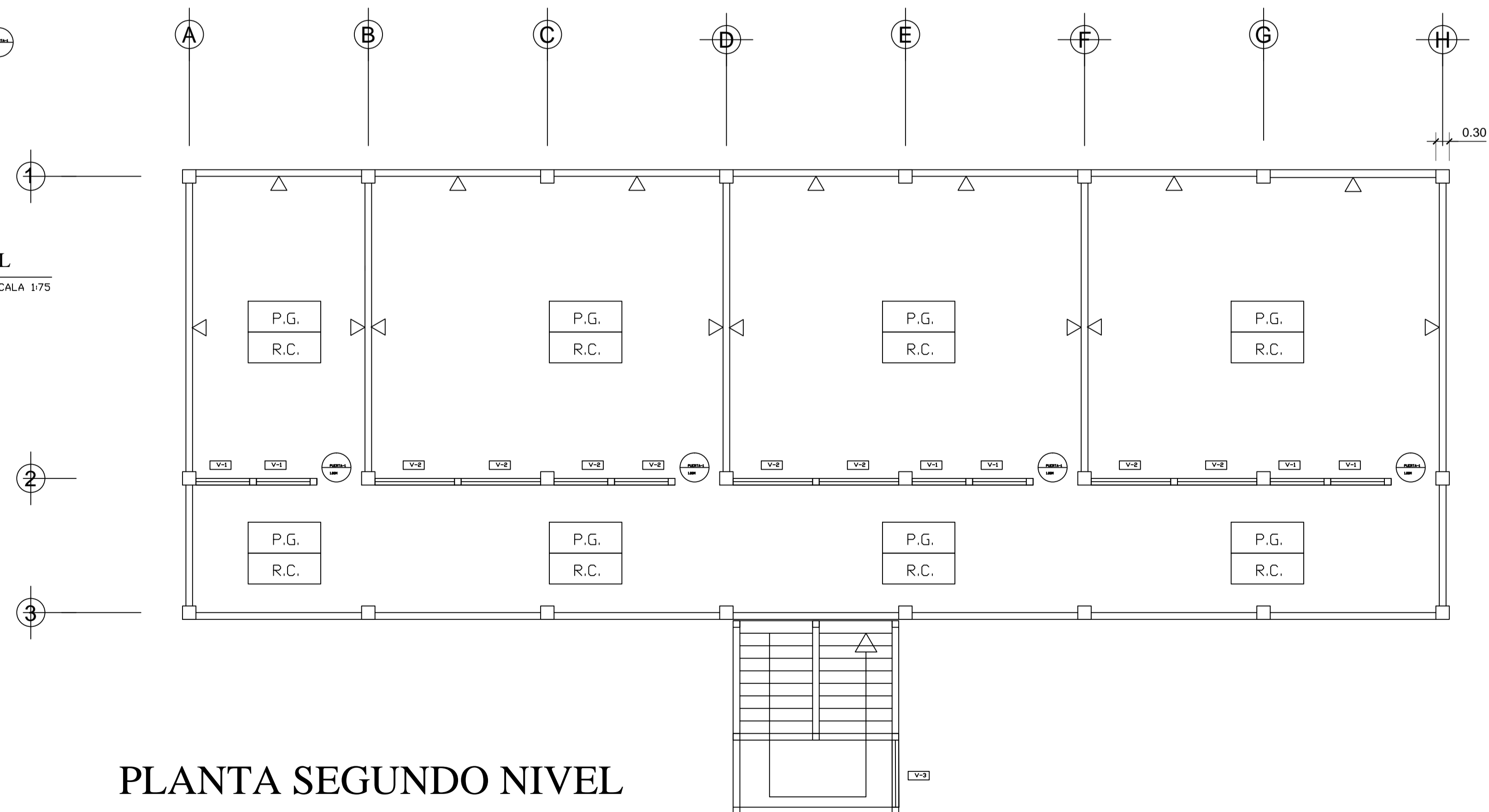
**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75



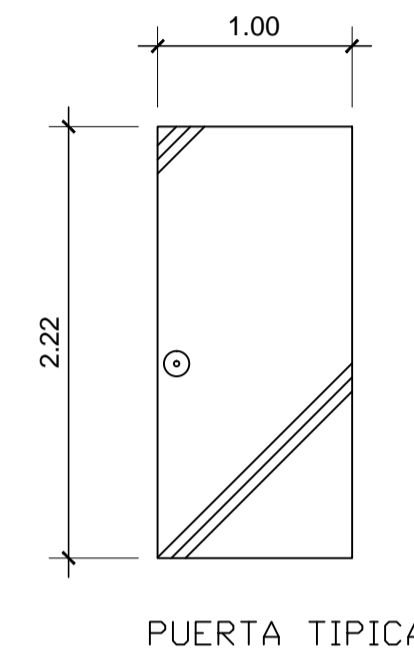
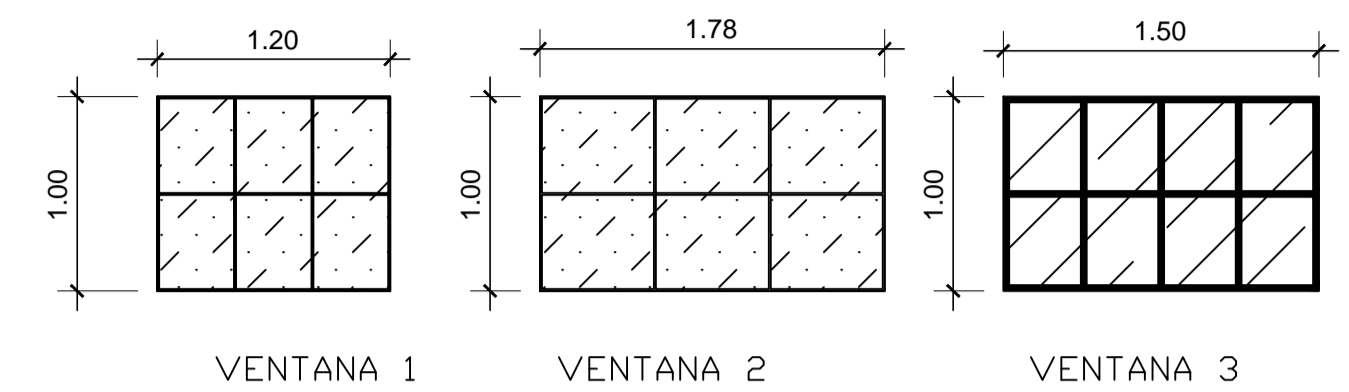
**PLANTA PRIMER NIVEL**

ESCALA 1:75



**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

ESCALA 1:75



**DETALLE DE VENTANAS Y PUERTAS**

SIN ESCALA

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	REFERENCIA
P.G.	PISO DE GRANITO
▷	REPELLO + CERNIDO
R.C.	REPELLO EN CIELO
⊖	TIPO DE PUERTA
V-1	TIPO DE VENTANA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

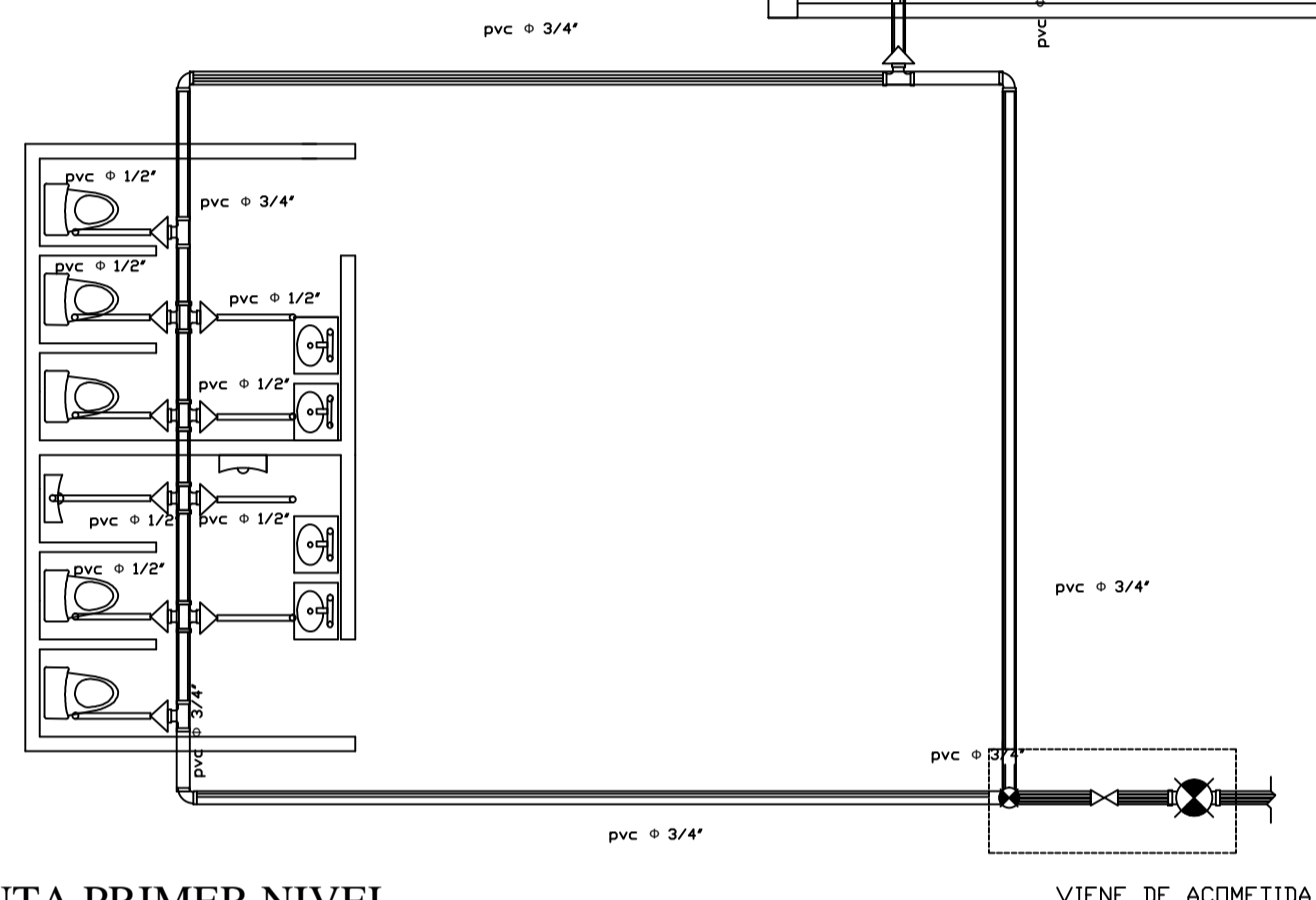
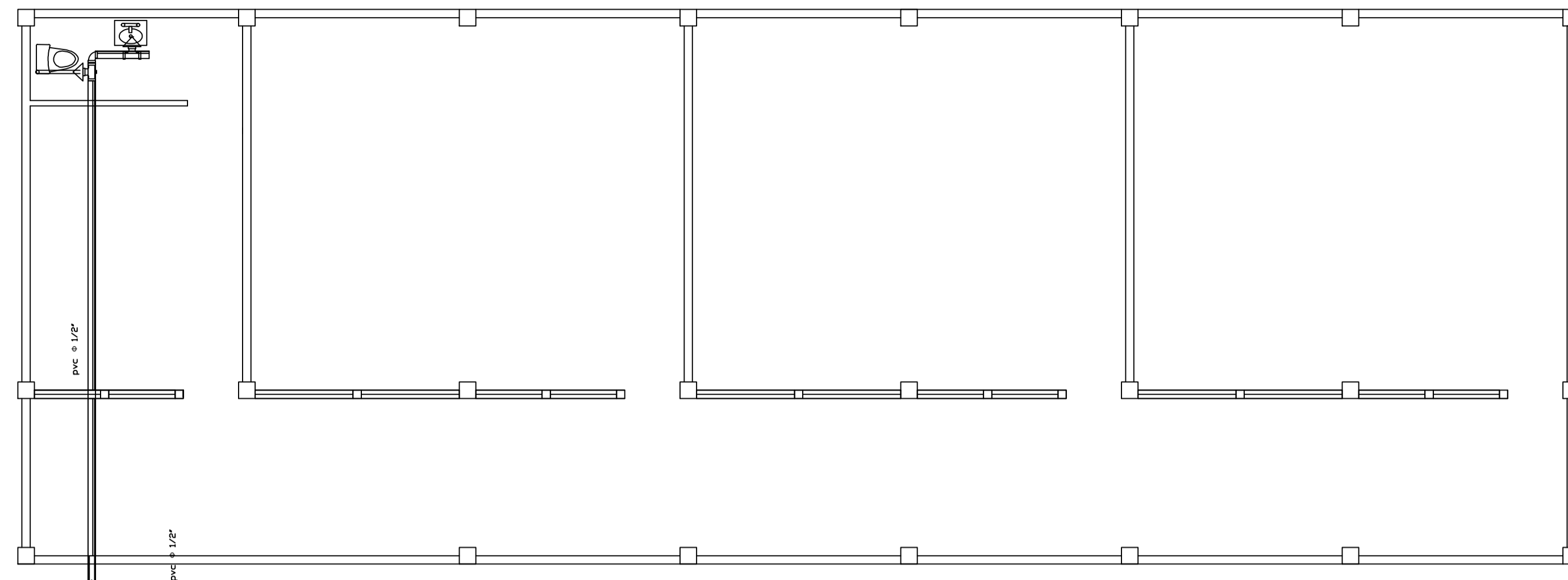
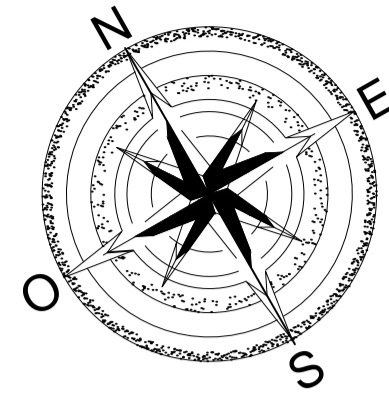
**CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS**

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

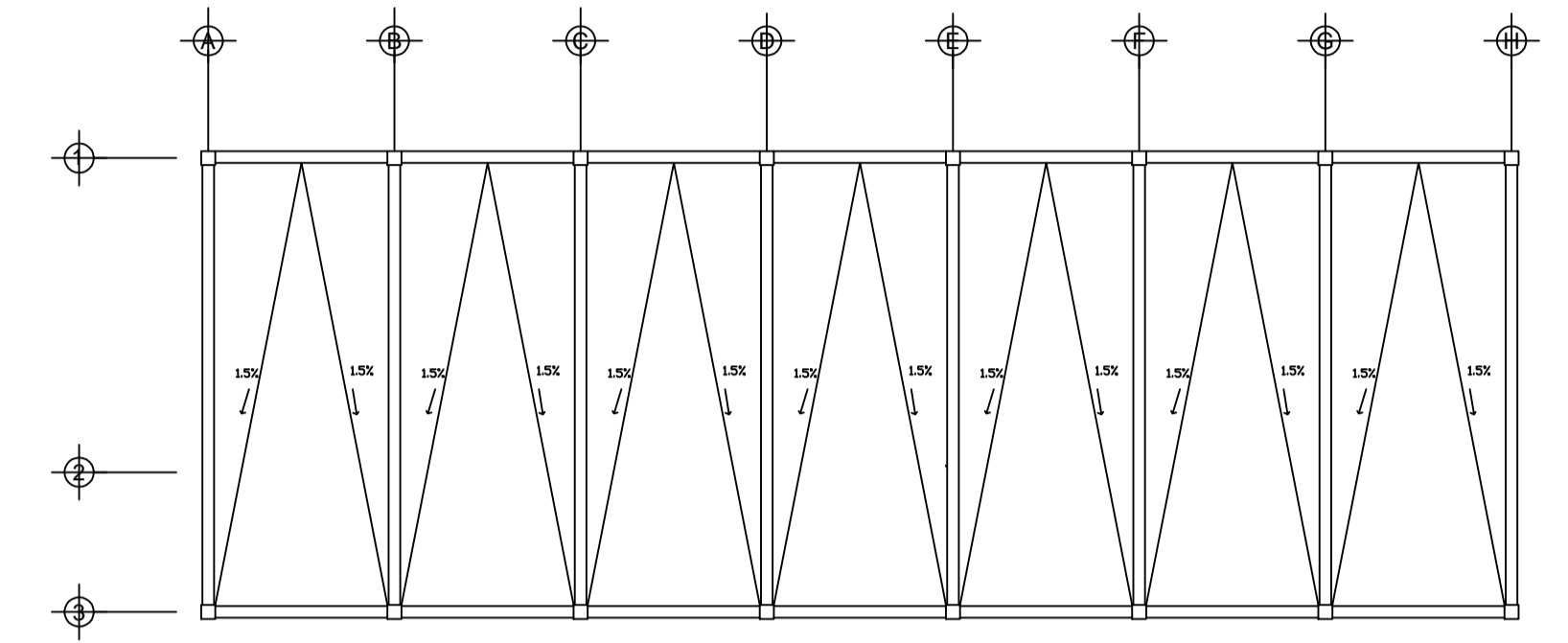
HOJA  
8  
11



PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:75

PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75

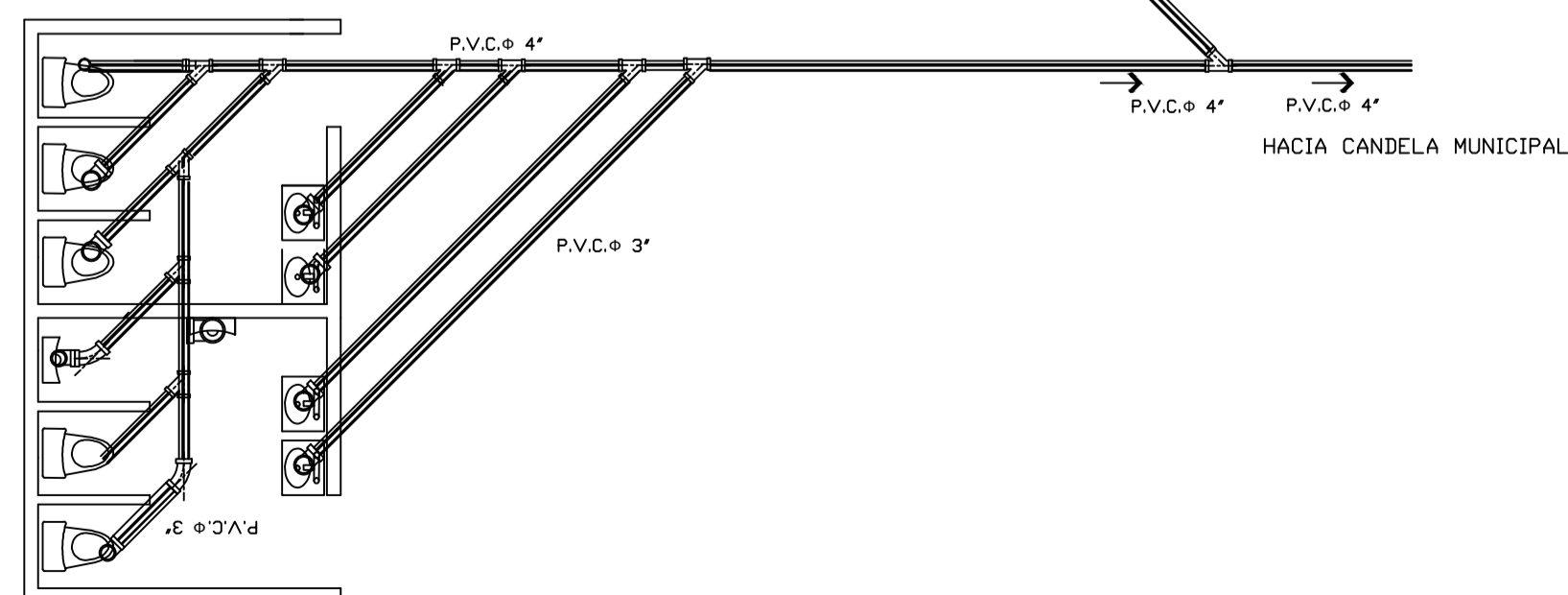
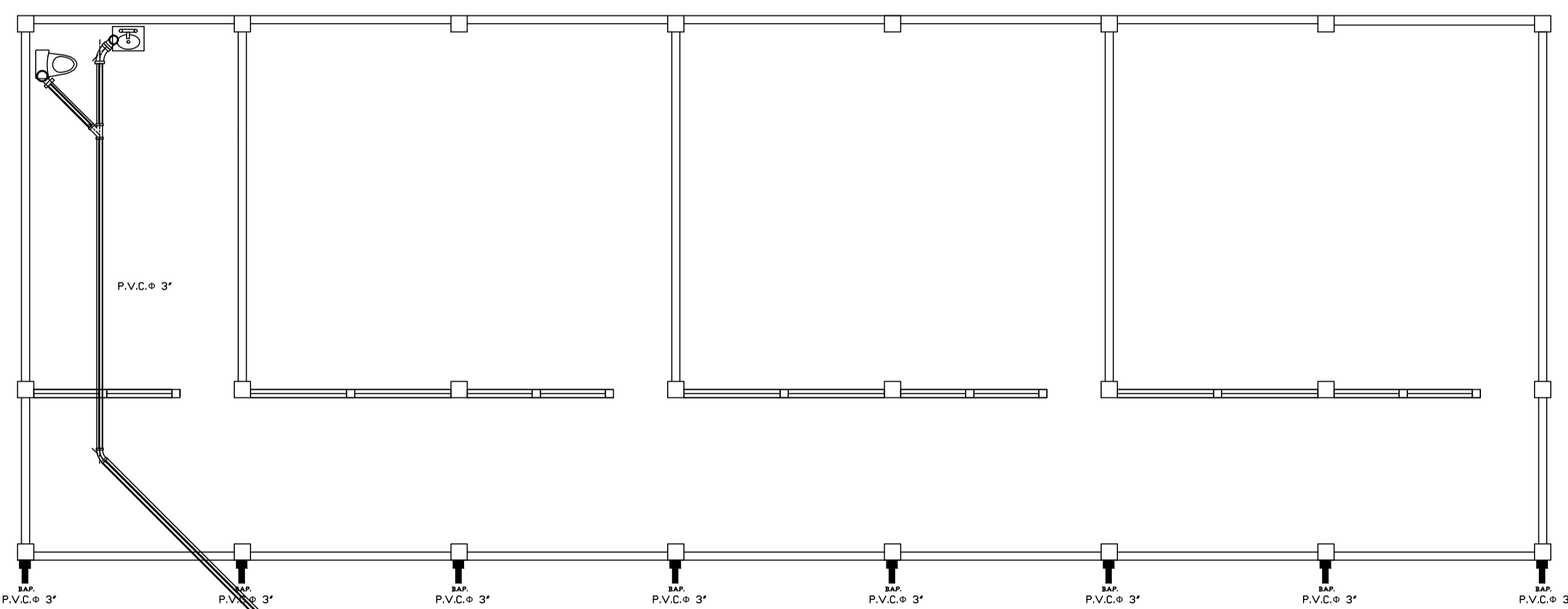


DETALLE DE PAÑUELOS

ESCALA 1:150

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICAS	
	TUBERÍA DE P.V.C. QUARTERO INCLICADO
	CODO 90° HORIZONTAL PVC
	CODO 90° VERTICAL PVC
	TEE PVC HORIZONTAL
	TEE 90° VERTICAL PVC
	CHORRO 1/2"
	REDUCIDOR 3/4" A 1"
	LLAVE DE PASO
	CHEQUE
	LLAVE DE COMPUERTA

NOMENCLATURA DE DRENAJES	
	REDUCIDOR DE P.V.C.
	CODO P.V.C. A 90° VERTICAL <math>\phi</math> INDICADO
	CODO P.V.C. A 45° VERTICAL <math>\phi</math> INDICADO
	TEE P.V.C. <math>\phi</math> INDICADO
	TEE P.V.C. <math>\phi</math> INDICADO
	INDICA PENDIENTE Y DIRECCION 1.5% PENDIENTE
	TUBERÍA DE AGUAS PLUVIALES PVC <math>\phi</math> INDICADO
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES PVC <math>\phi</math> INDICADO
	INDICA REPOSADERA
	CAJA UNION-REPOSADERA



PLANTA DE DRENAJES PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

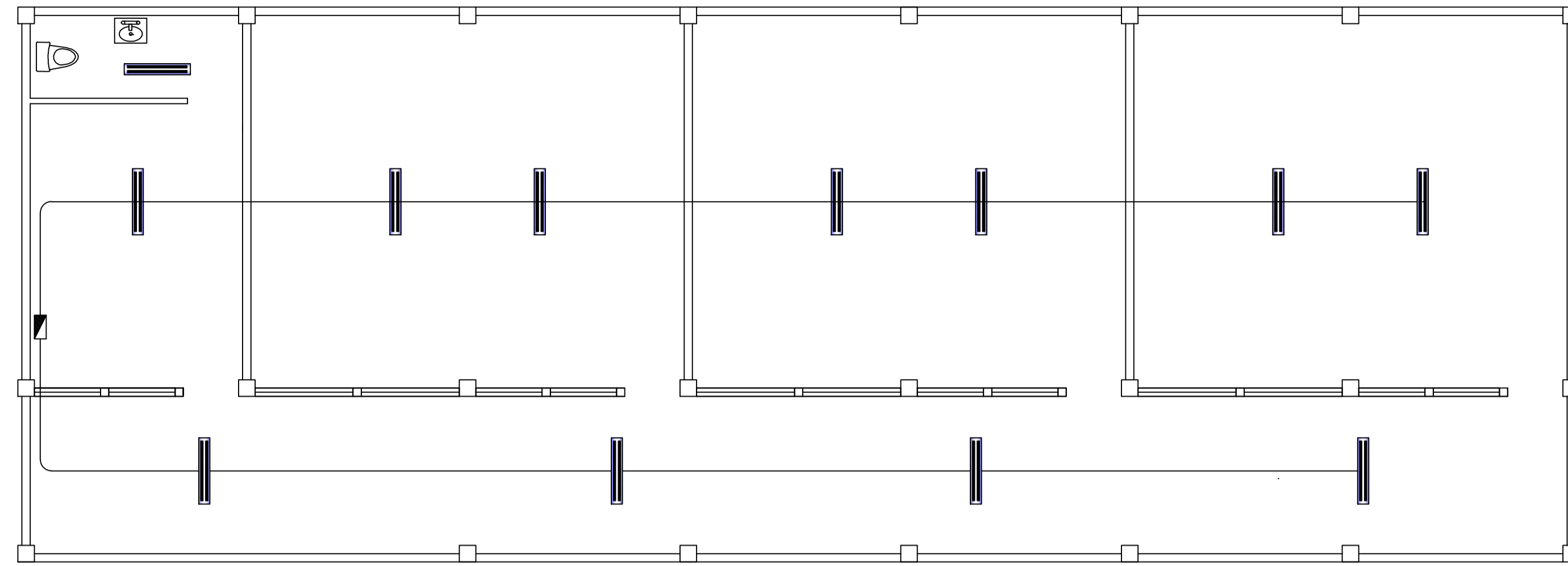
CONTENIDO: HIDRAULICAS Y DRENAJE

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

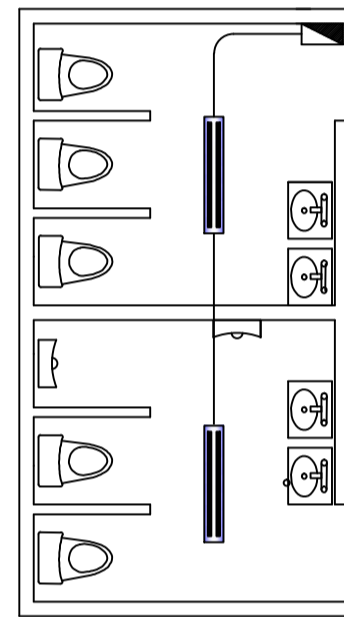
Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

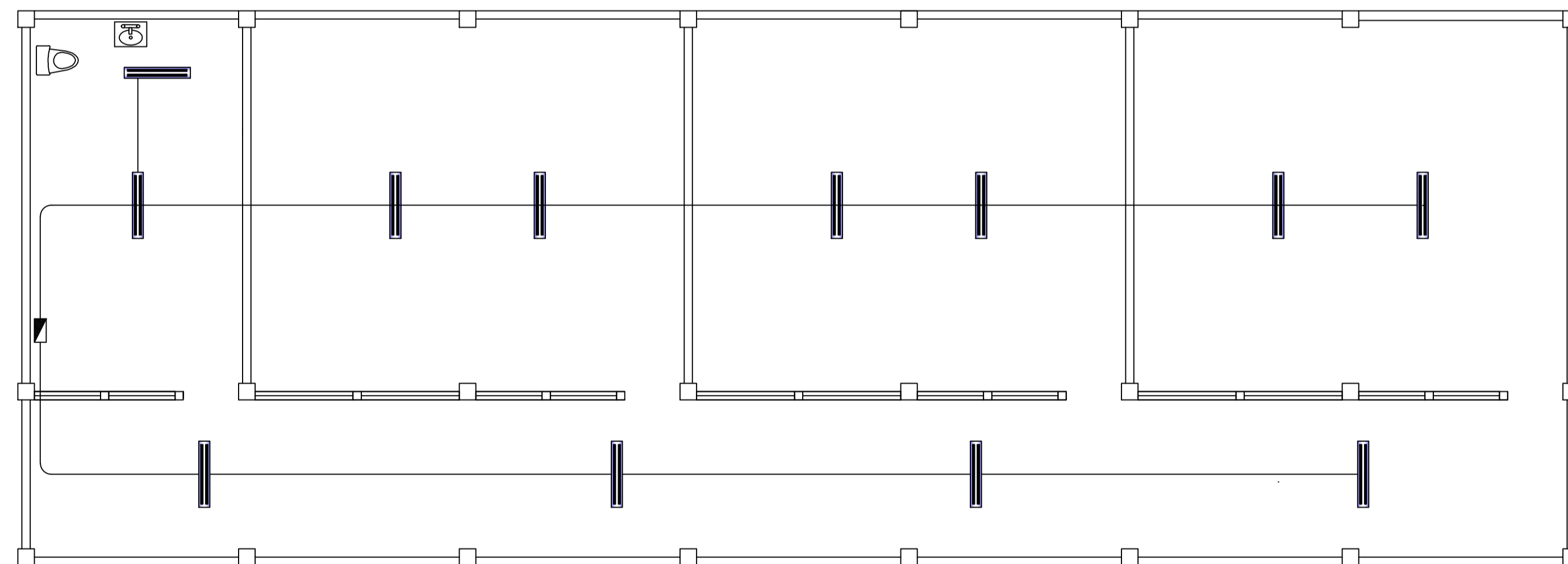
HOJA  
9  
11



PRIMER NIVEL



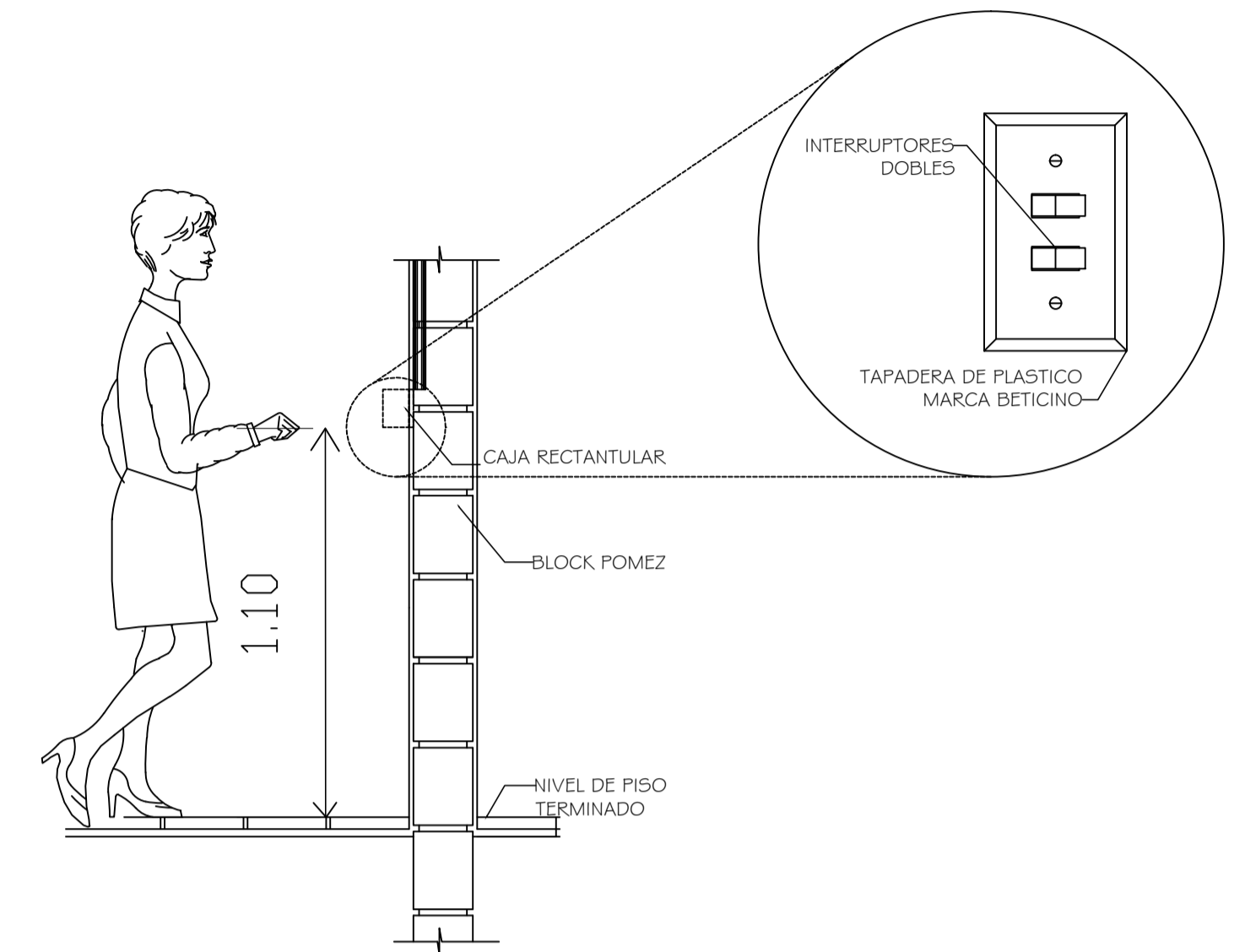
S. SANITARIOS



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESCALA 1:75



DETALLE INTERRUPTOR DE LUMINARIA

ESCALA: 5/E

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCION H= 1.80 S.N.P.T.		LINEA RETORNO No. 12, FORRADO
	LUMINARIA		INTERRUPTOR DOBLE H= 1.20 S.N.P.T.
	DUCTO ELECTRICO Ø 3/4"		INTERRUPTOR SIMPLE H= 1.20 S.N.P.T.
	LINEA VIVA No. 12, FORRADO		CURVA ELECTRICA Ø 3/4"
	LINEA NEUTRA No. 12, FORRADO		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

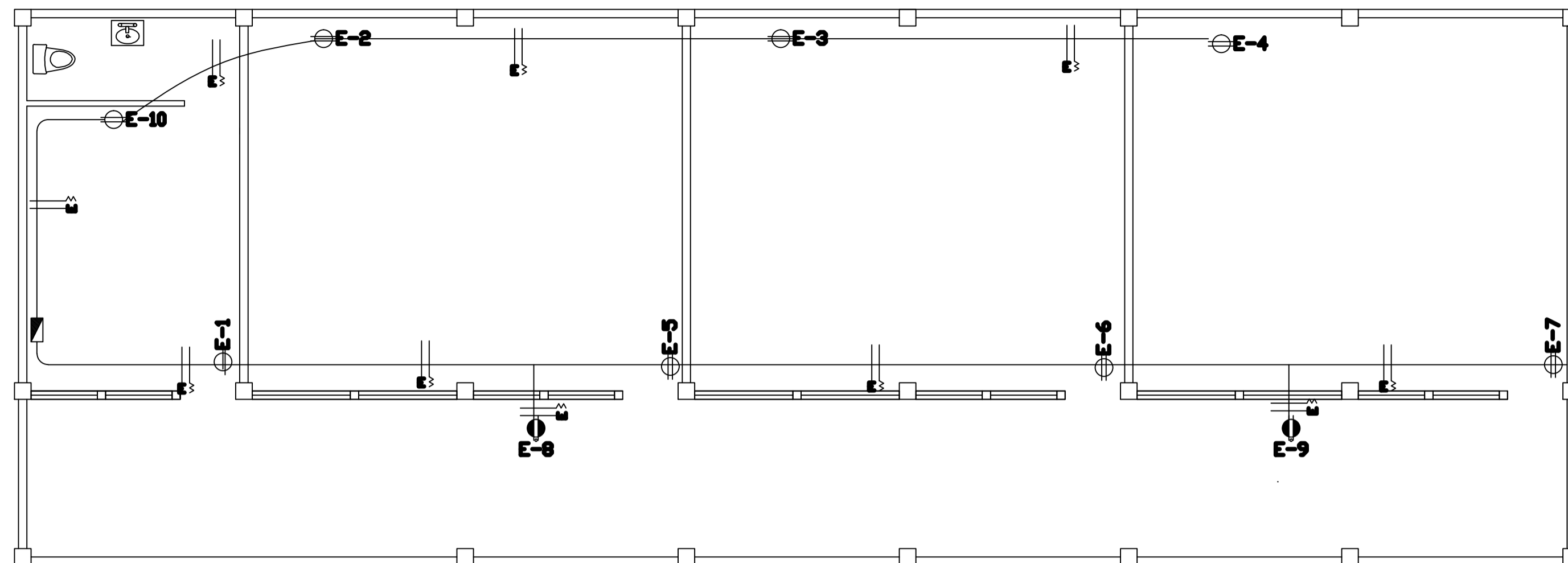
CONTENIDO: PLANO DE ILUMINACIÓN

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

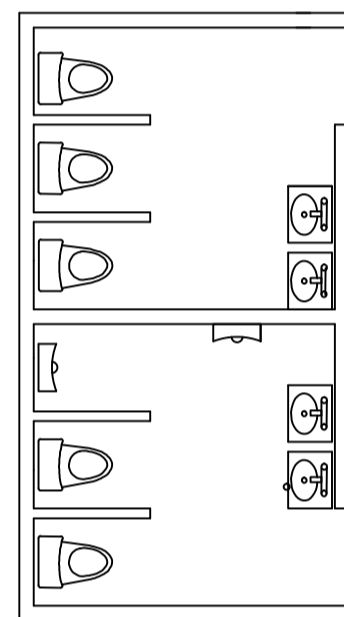
Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

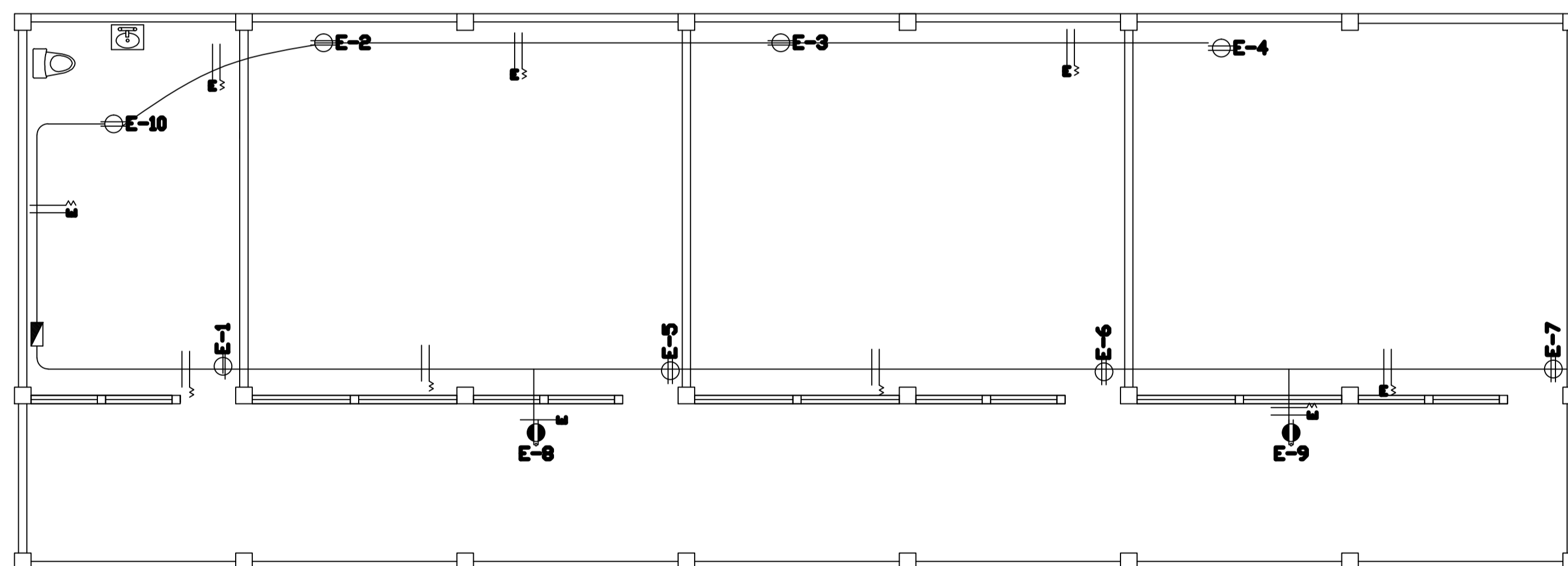
HOJA  
10/11



PRIMER NIVEL



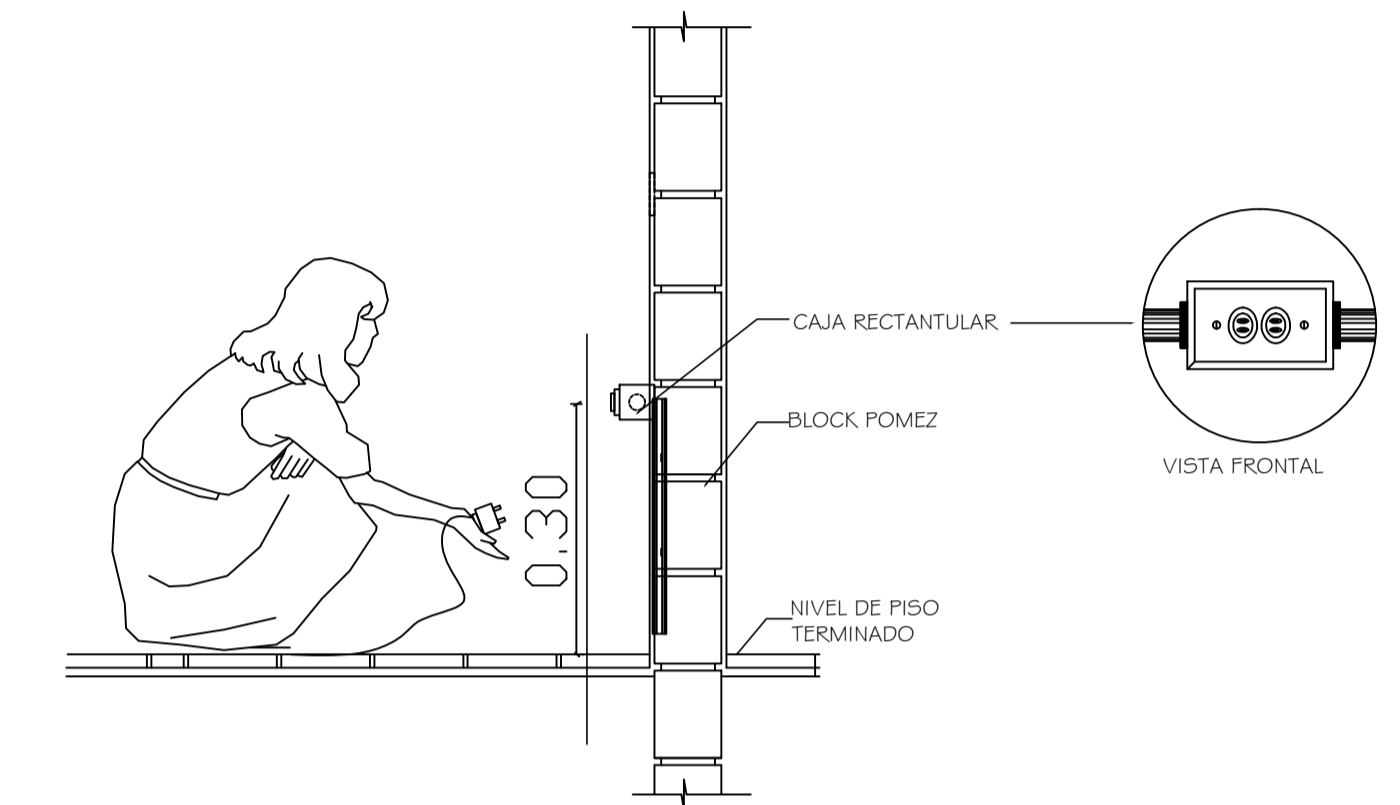
S. SANITARIOS



SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE FUERZA

ESCALA 1:75



DETALLE TOMARROCIENTE EN PARED

ESCALA: S/E

SIMBOLOGÍA DE FUERZA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCION H= 1.80 S.N.P.T.		CONDUCTOR POSITIVO
	DUCTO ELECTRICO Ø 3/4" EN MURO		CONDUCTOR NEUTRO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H= 0.30 S.N.P.T		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H= 1.20 S.N.P.T
	CURVA ELECTRICA Ø 3/4"		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES  
UBICACIÓN: CASERÍO AGUA BUENA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANO DE FUERZA

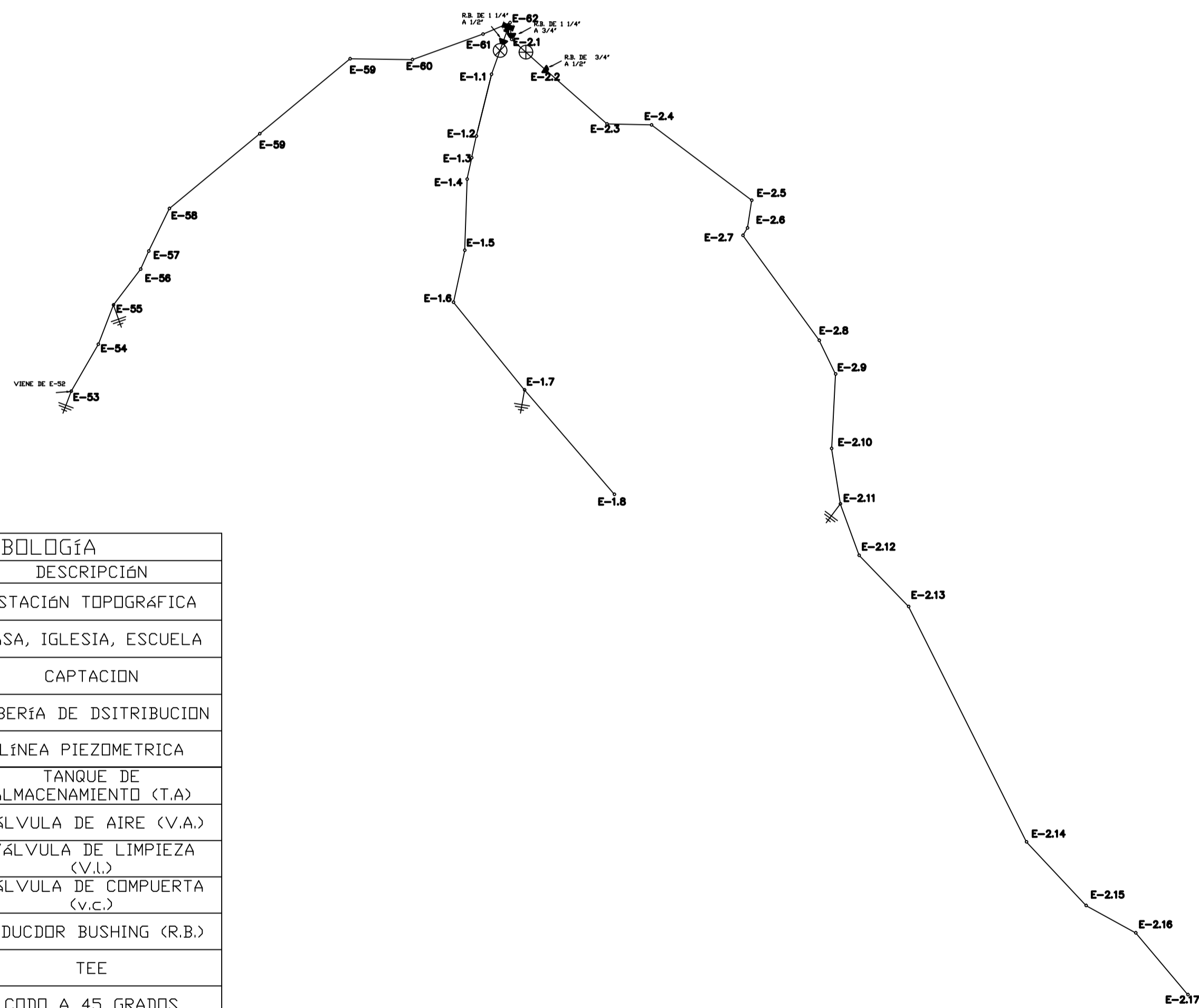
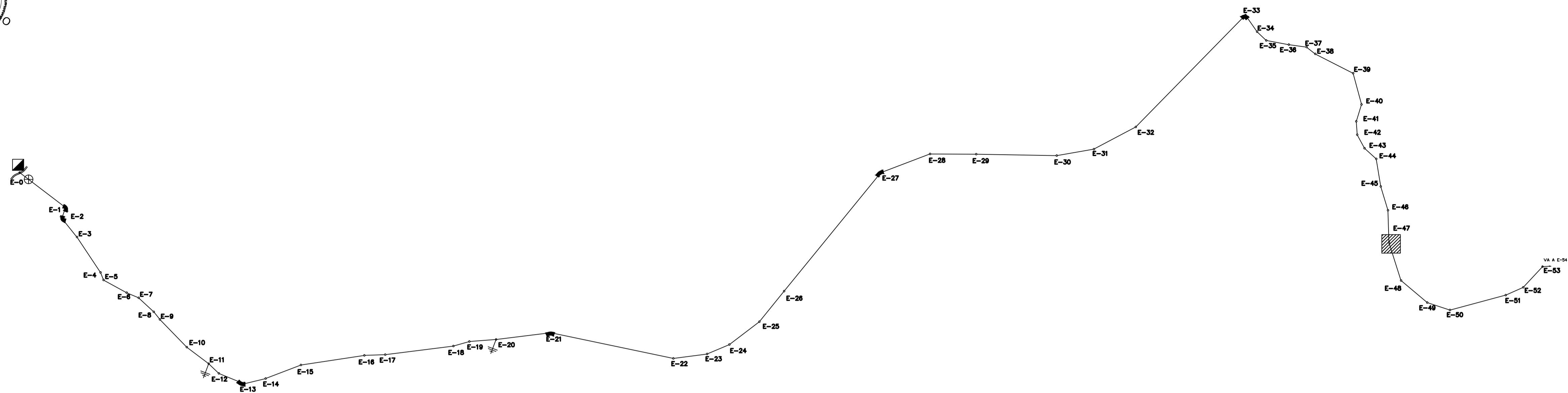
DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA  
11/11





SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

LÍNEA	AZIMUT	DIST. EN m.
0-1	275°25'23"	56.88
1-2	347°20'35"	11.24
2-3	289°28'23"	23.81
3-4	294°29'35"	41.98
4-5	306°21'11"	8.00
5-6	267°4'59"	25.99
6-7	261°13'59"	12.96
7-8	280°56'29"	20.25
8-9	289°31'23"	9.66
9-10	284°2'35"	37.99
10-11	275°11'35"	27.22
11-12	282°10'23"	13.8
12-13	260°26'35"	26.98
13-14	224°29'35"	21.77
14-15	217°15'11"	37.29
15-16	229°33'11"	63.34
16-17	236°19'23"	20.61
17-18	231°0'47"	67.76
18-19	222°12'11"	16.40
19-20	233°53'4"	26.50
20-21	231°7'59"	54.26

21-22	250°1'36"	123.66
22-23	230°44'19"	33.55
23-24	215°24'21"	23.92
24-25	200°53'28"	37.21
25-26	187°12'27"	38.78
26-27	187°26'4"	150.85
27-28	217°21'47"	51.93
28-29	238°25'52"	45.57
29-30	239°12'34"	79.47
30-31	228°20'5"	37.29
31-32	210°21'6"	46.70
32-33	192°39'1"	154.55
33-34	293°27'47"	20.00
34-35	281°29'35"	12.48
35-36	248°45'28"	22.65
36-37	246°13'23"	17.76
37-38	276°32'23"	10.80
38-39	265°14'35"	41.99
39-40	313°1'23"	31.82
40-41	345°32'35"	17.47
41-42	324°10'59"	13.19
42-43	299°52'53"	15.25

43-44	280°17'11"	15.55
44-45	318°53'18"	27.6
45-46	311°22'59"	24.42
46-47	326°24'11"	31.84
47-48	310°32'35"	39.33
48-49	278°18'11"	33.82
49-50	256°27'47"	23.55
50-51	223°13'23"	56.99
51-52	214°13'59"	18.98
52-53	191°10'59"	27.8
53-54	178°12'11"	33.98
54-55	169°19'23"	26.52
55-56	185°19'51"	28.26
56-57	172°21'11"	12.47
57-58	174°2'35"	29.65
58-59	198°32'35"	73.76
59-60	239°2'35"	39.10
60-61	218°15'11"	47.23
61-62	215°19'59"	18.37
62-2.1	322°49'29"	10.28
2.1-2.2	280°1'59"	29.70
2.2-2.3	279°33'47"	50.47

2.3-2.4	239°29'35"	28
2.4-2.5	275°9'47"	78.78
2.5-2.6	337°0'47"	17.62
2.6-2.7	359°4'59"	5.49
2.7-2.8	292°10'59"	81.58
2.8-2.9	302°24'47"	23.46
2.9-2.10	331°13'59"	46.87
2.10-2.11	319°12'7"	35.21
2.11-2.12	308°11'35"	34.5
2.12-2.13	284°13'59"	44.68
2.13-2.14	301°35'35"	165.38
2.14-2.15	285°4'59"	54.87
2.15-2.16	267°3'11"	35.65
2.16-2.17	288°9'47"	50.94
62-1.1	347°50'17"	34.46
1.1-1.2	342°0'11"	37.42
1.2-1.3	340°19'59"	13.25
1.3-1.4	340°12'47"	12.76
1.4-1.5	330°4'59"	44.77
1.5-1.6	340°26'35"	33.52
1.6-1.7	289°9'47"	70.85
1.7-1.8	287°30'11"	86.58

# PLANTA GENERAL DEL SISTEMA

ESCALA: 1/2500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

---

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

---

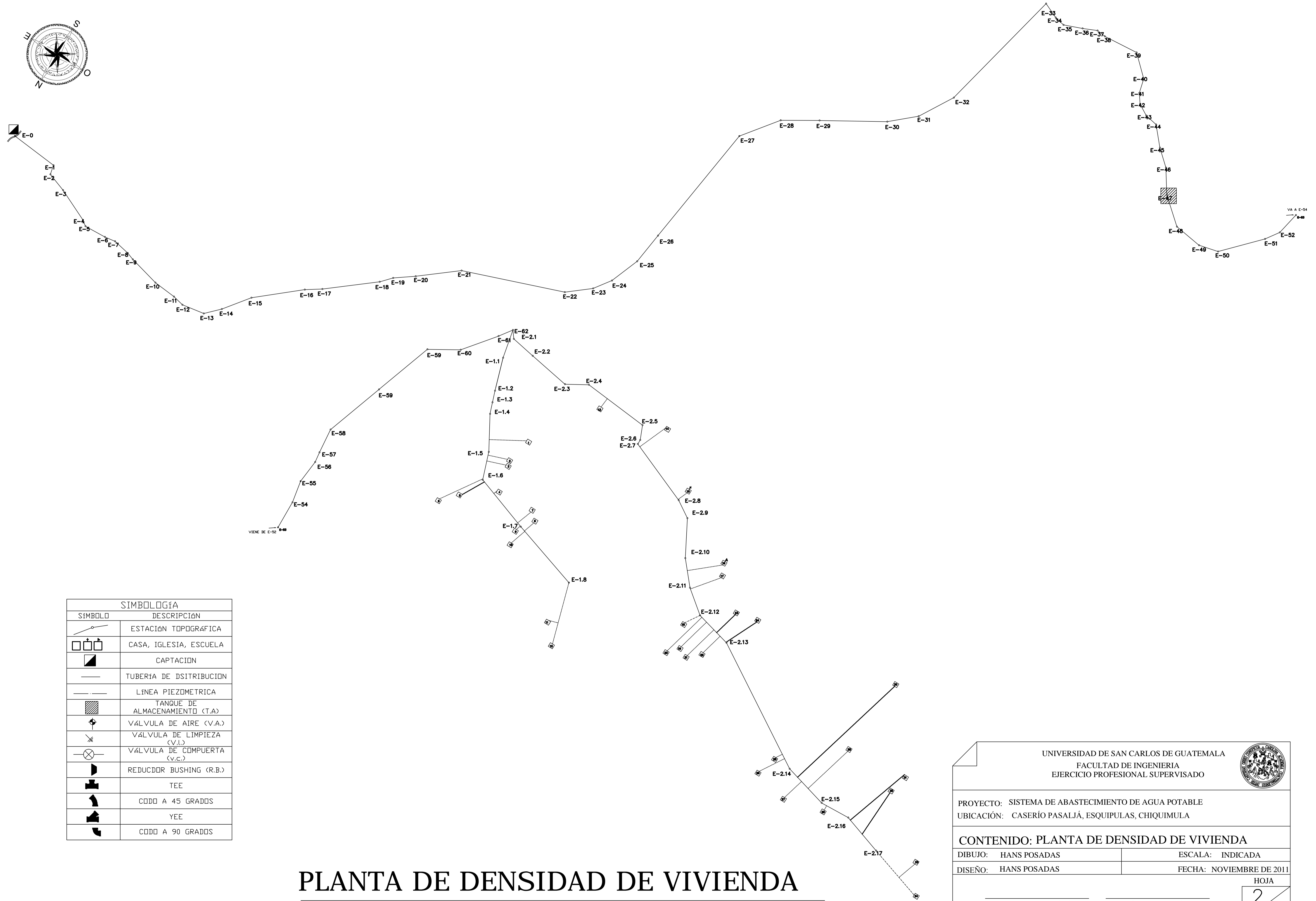
CONTENIDO: PLANTAGENERAL DEL SISTEMA

DIBUJO: HANS POSADAS	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: HANS POSADAS	FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA  
1  
11



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

# PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA: 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

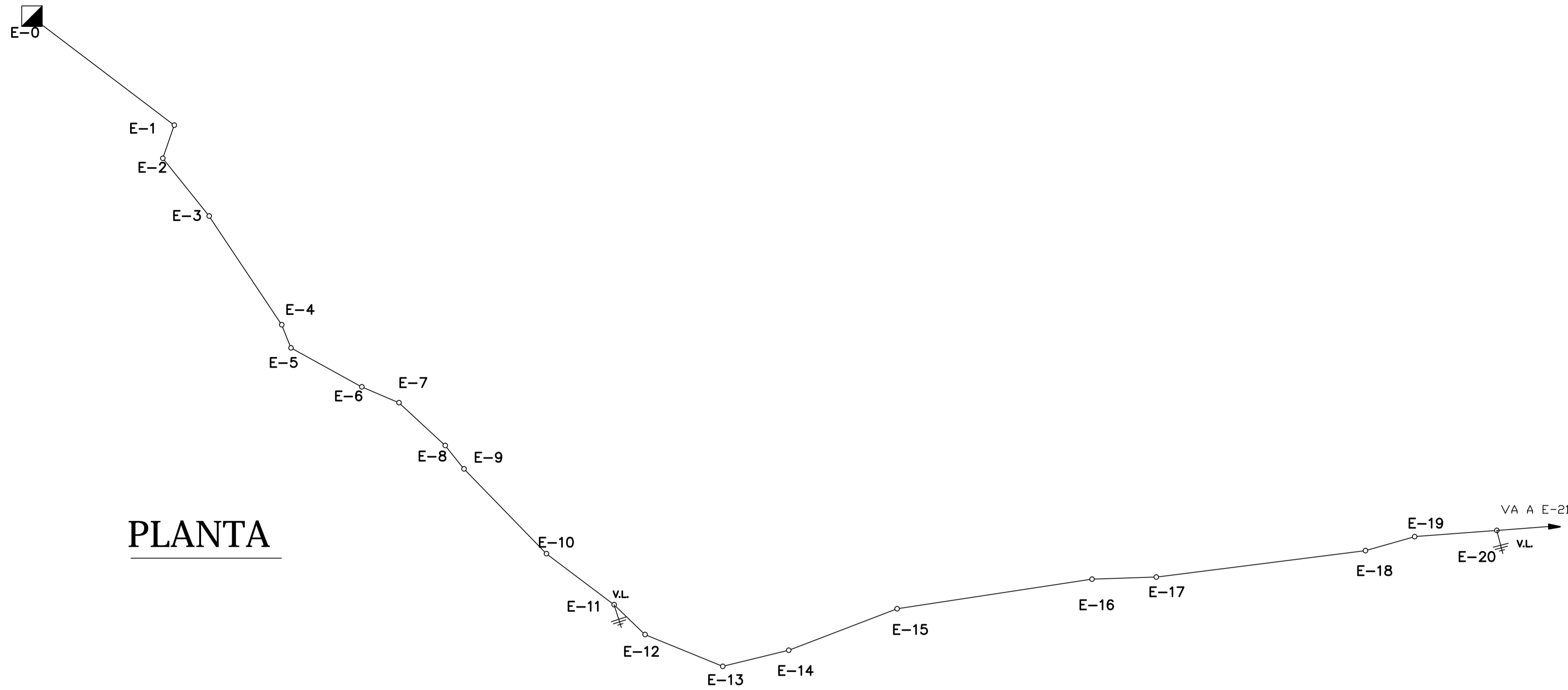
DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA  
DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

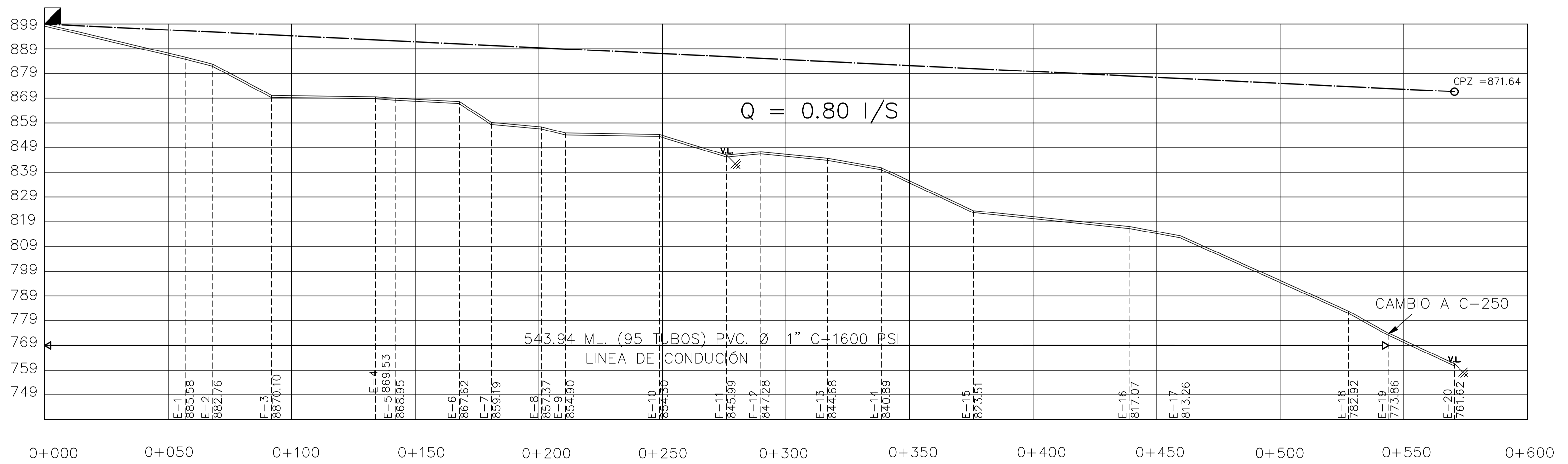
HOJA

2/11



**PLANTA**

**PERFIL**



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

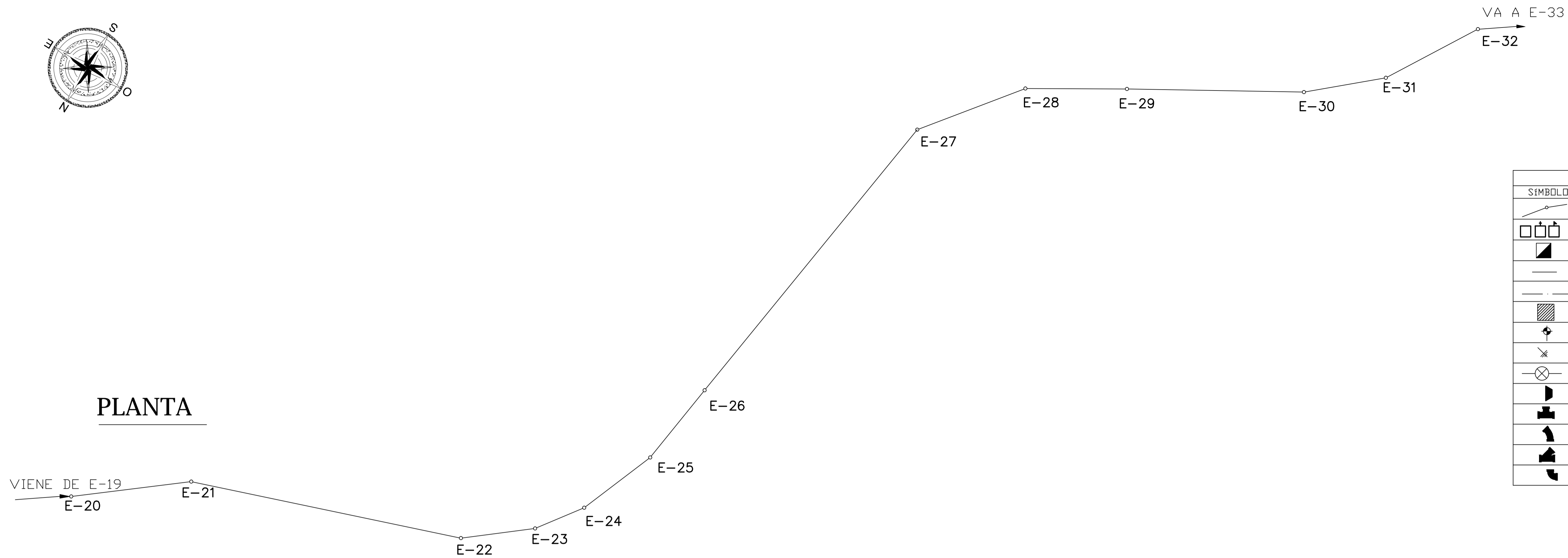
**PLANTA PERFIL DE E-0 A E-20**

ESCALA: 1/1000

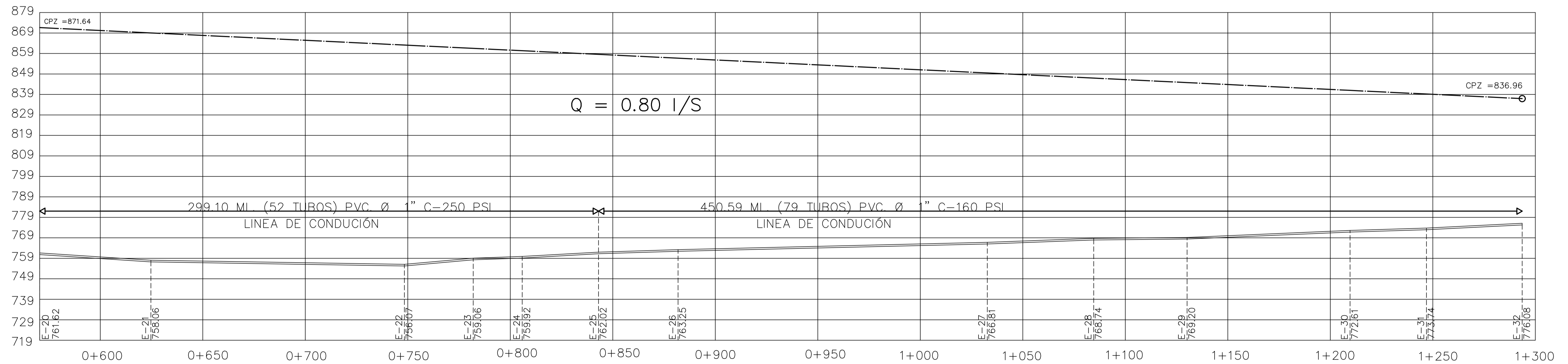
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-0 A E-20		
DIBUJO: HANS POSADAS		ESCALA: INDICADA
DISEÑO: HANS POSADAS		FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
Vo.Bo. DIRECTOR DMP		ING. JUAN MERCK ASESOR EPS
		HOJA <b>3</b> 11



# PLANTA



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCODR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS



# PERFIL

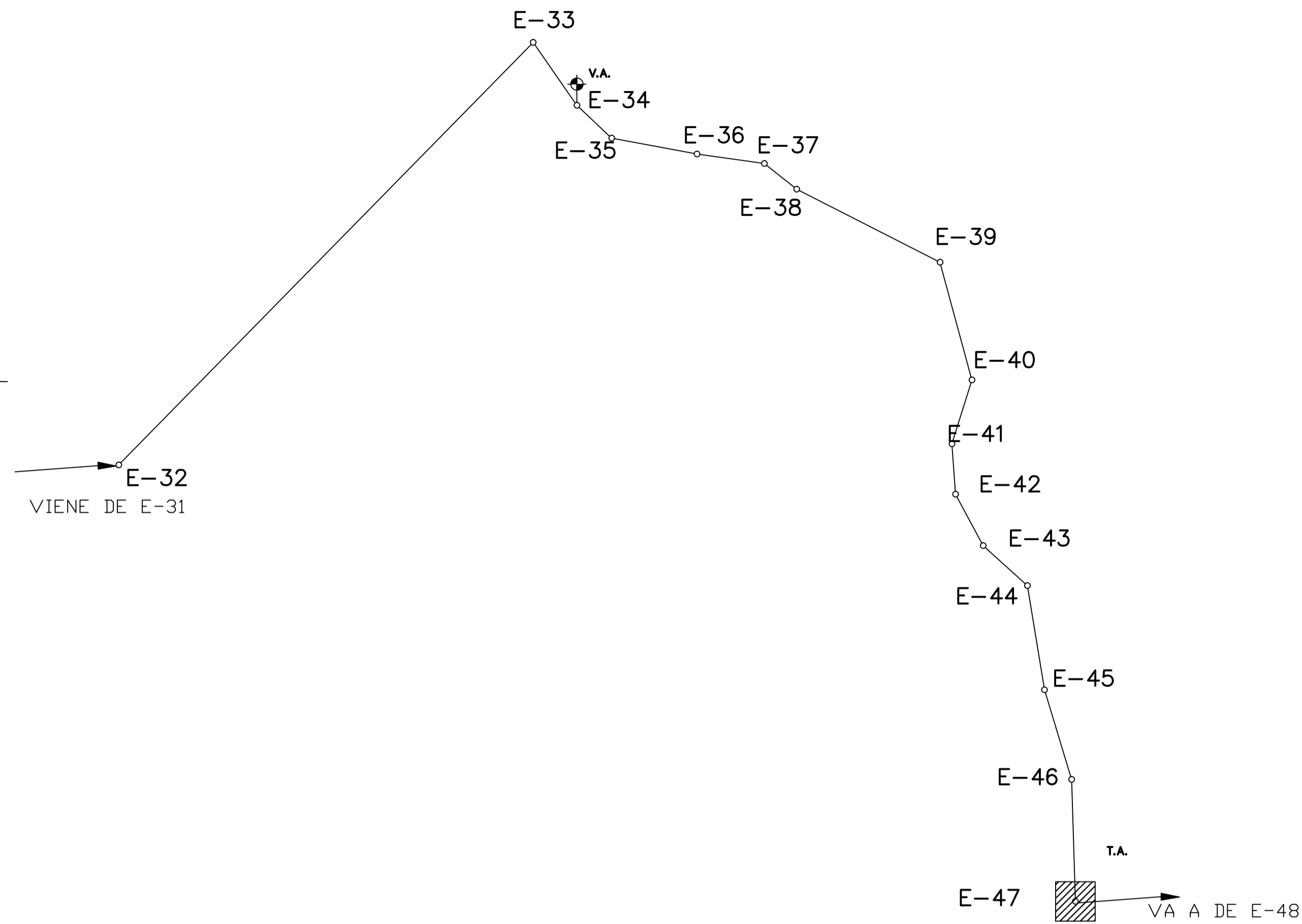
## PLANTA PERFIL DE E-20 A E-32

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA		
<b>CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-20 A E-32</b>		
DIBUJO: HANS POSADAS		ESCALA: INDICADA
DISEÑO: HANS POSADAS		FECHA: NOVIEMBRE DE 2011
Vo.Bo. DIRECTOR DMP		ING. JUAN MERCK ASESOR EPS
		HOJA <b>4</b> 11

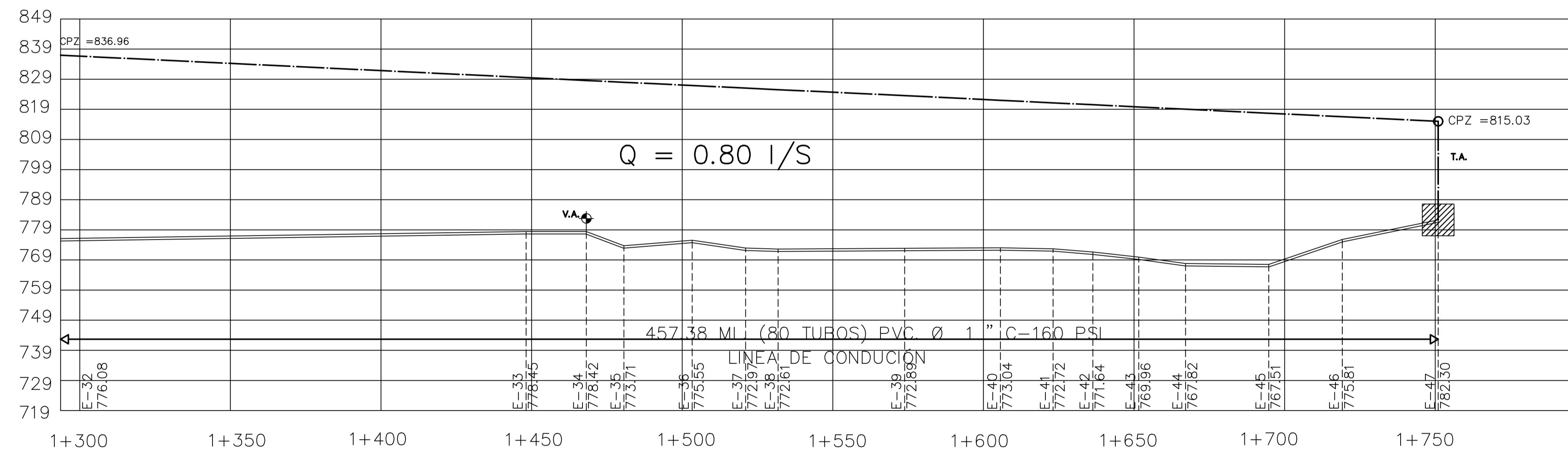


## PLANTA



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	CODO A 90 GRADOS

## PERFIL



## PLANTA PERFIL DE E-32 A E-47

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-32 A E-47

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

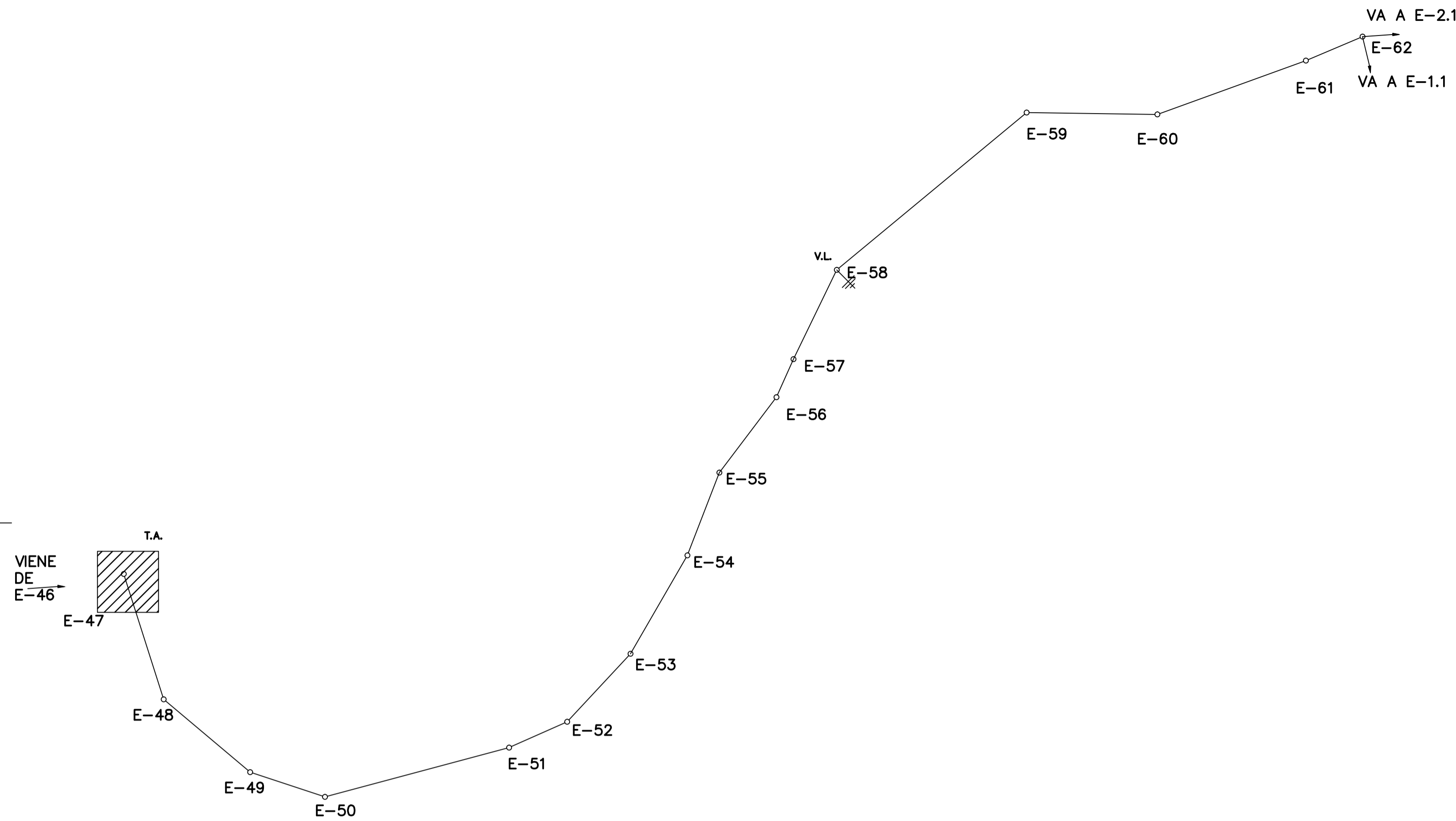
ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA

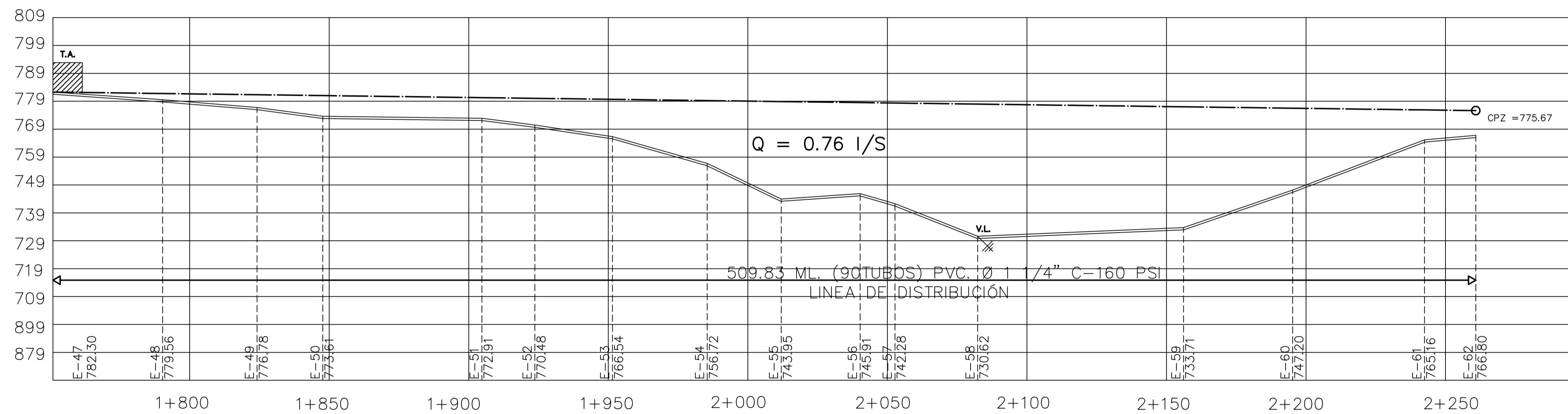
5  
11



## PLANTA



## PERFIL



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

# PLANTA PERFIL DE E-47 A E-62

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-47 A E-62

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

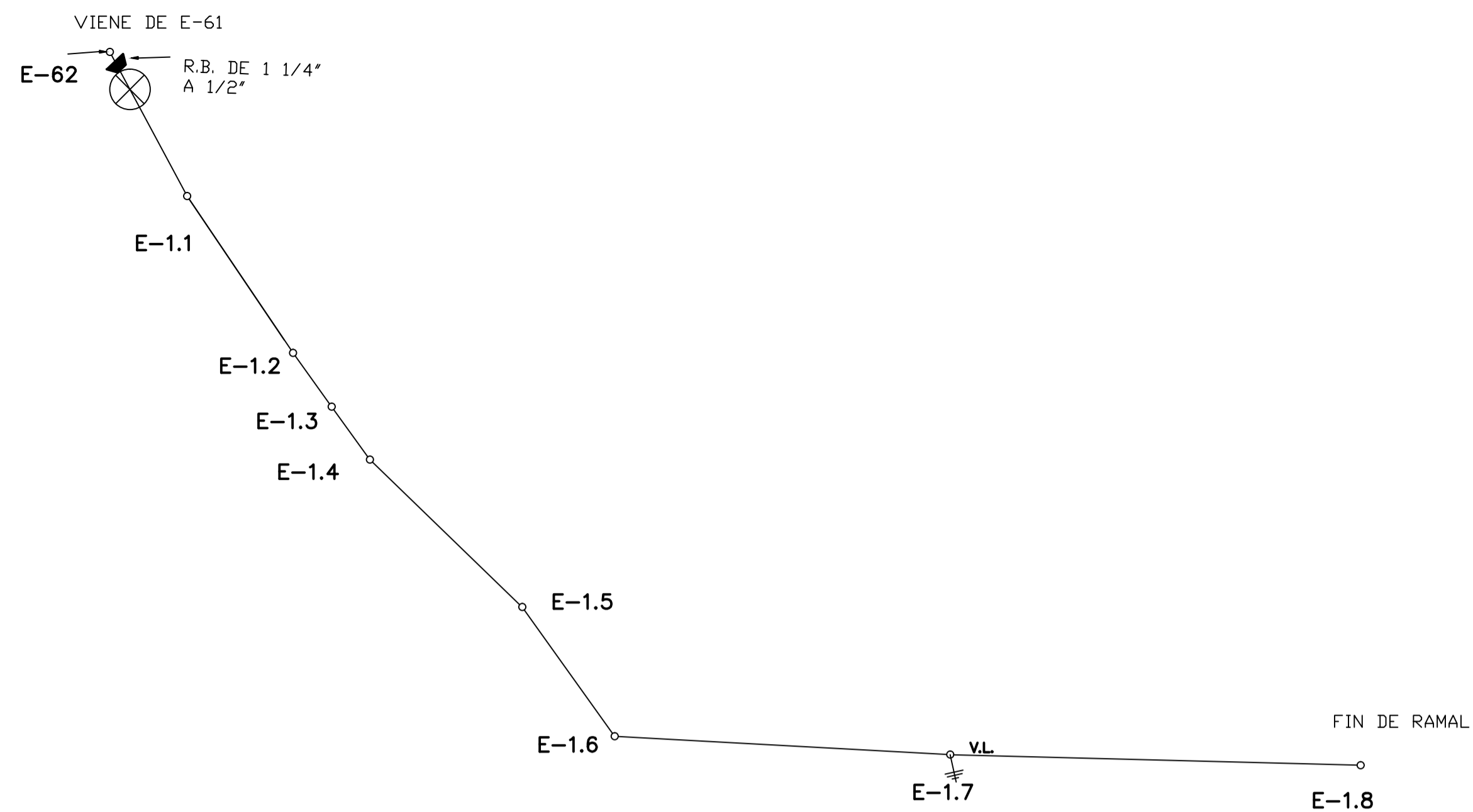
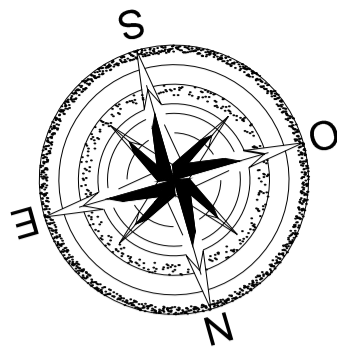
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA

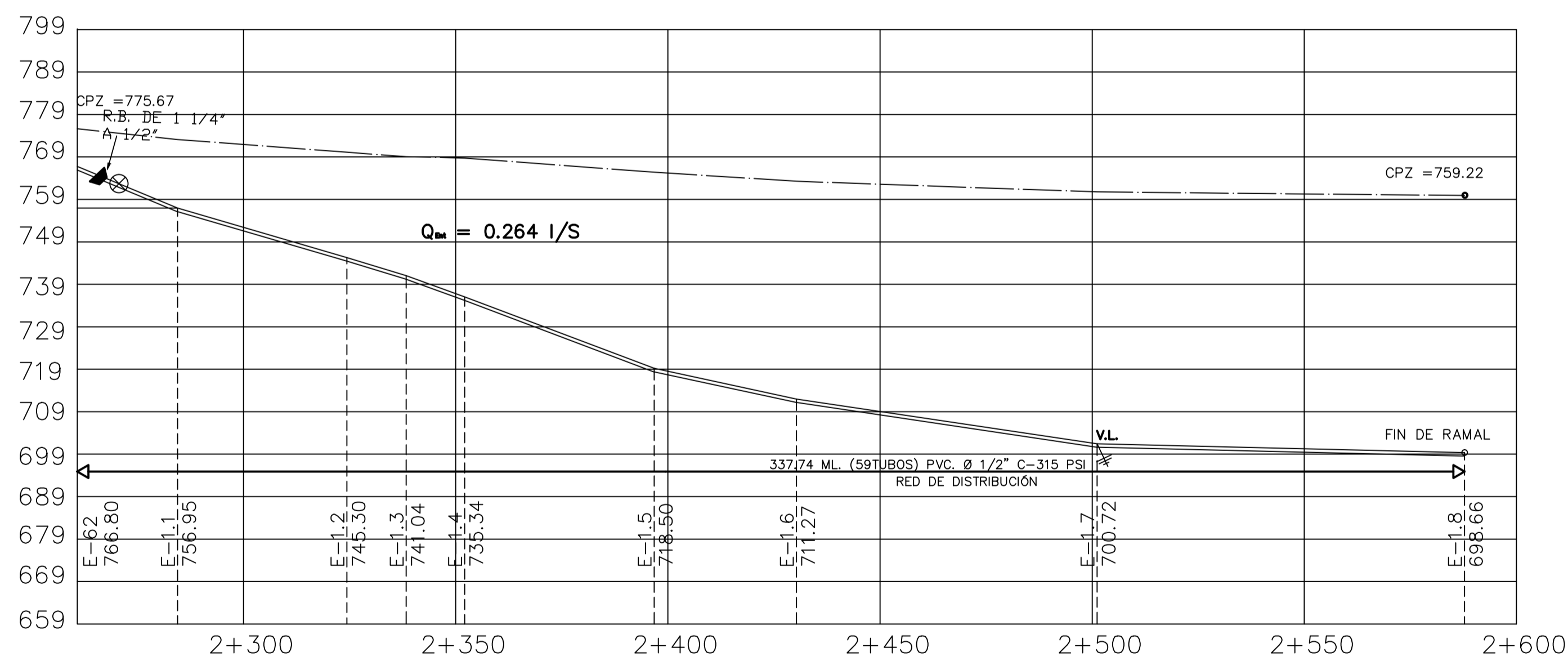
6  
11



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

# PLANTA

# PERFIL



## PLANTA PERFIL DE E-62 A E-1.8

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-62 A E-1.8

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

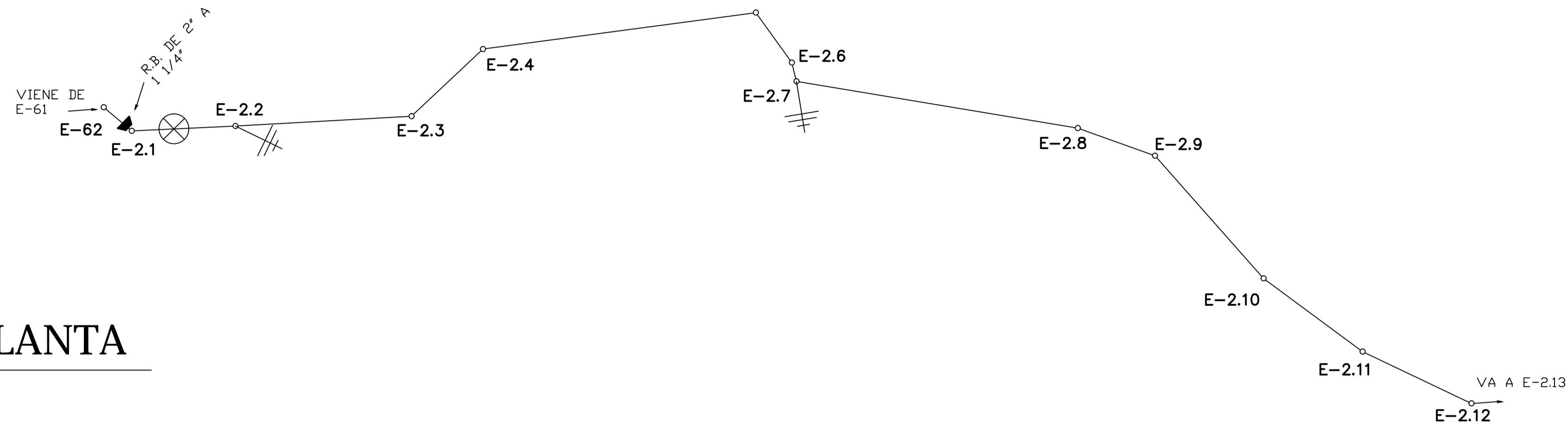
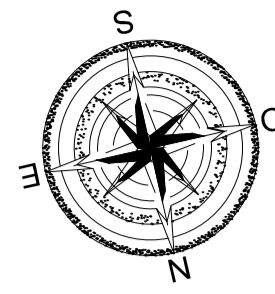
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA

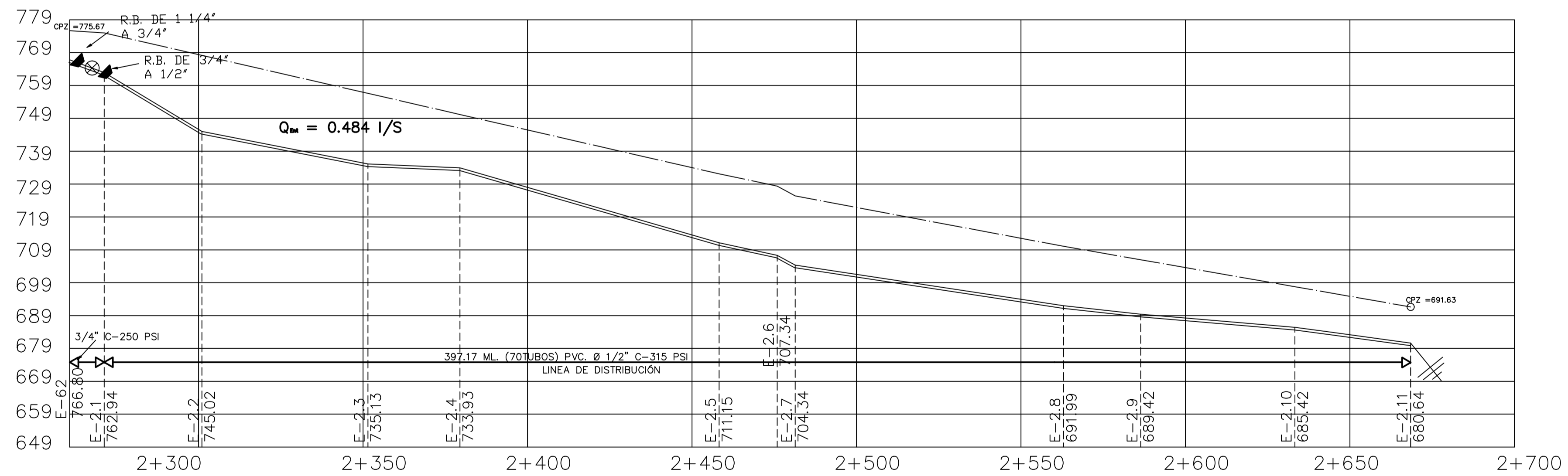
7  
11



**PLANTA**

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

**PERFIL**



**PLANTA PERFIL DE E-62 A E-2.11**

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-62 A E-2.11

DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

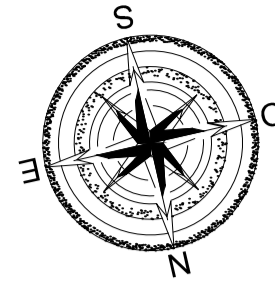
Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

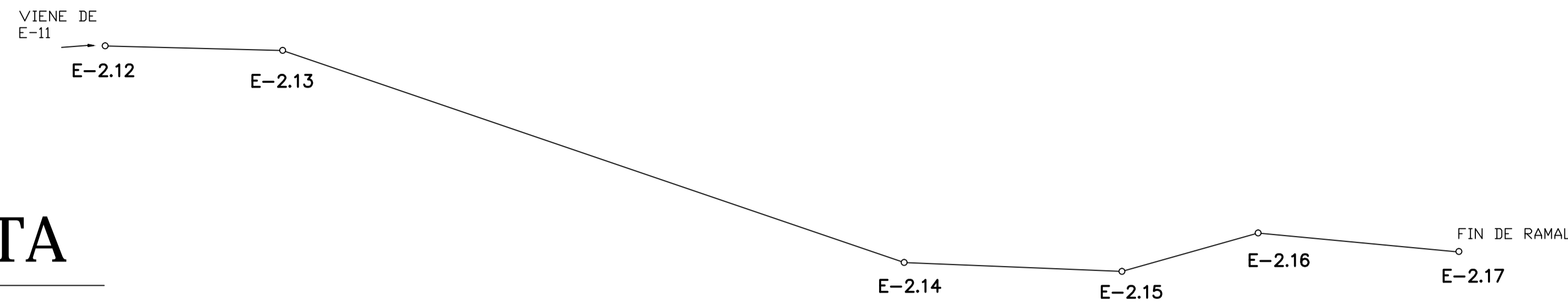
HOJA

8  
11



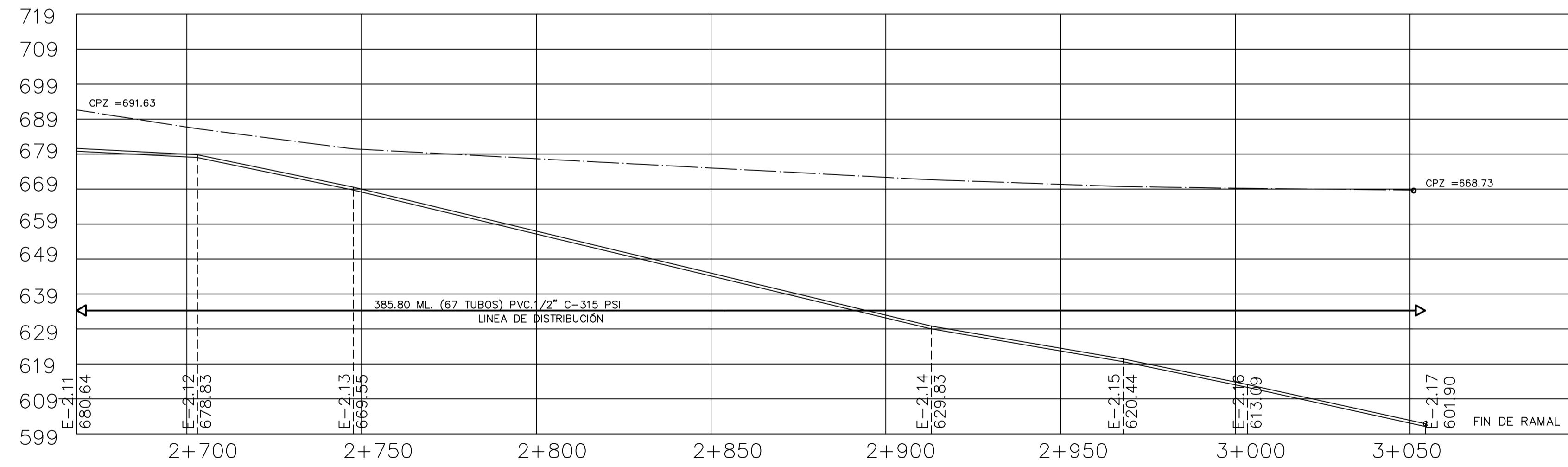


# PLANTA



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCTOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

# PERFIL



## PLANTA PERFIL DE E-2.11 A E-2.17

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE E-2.11 A E-2.17

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

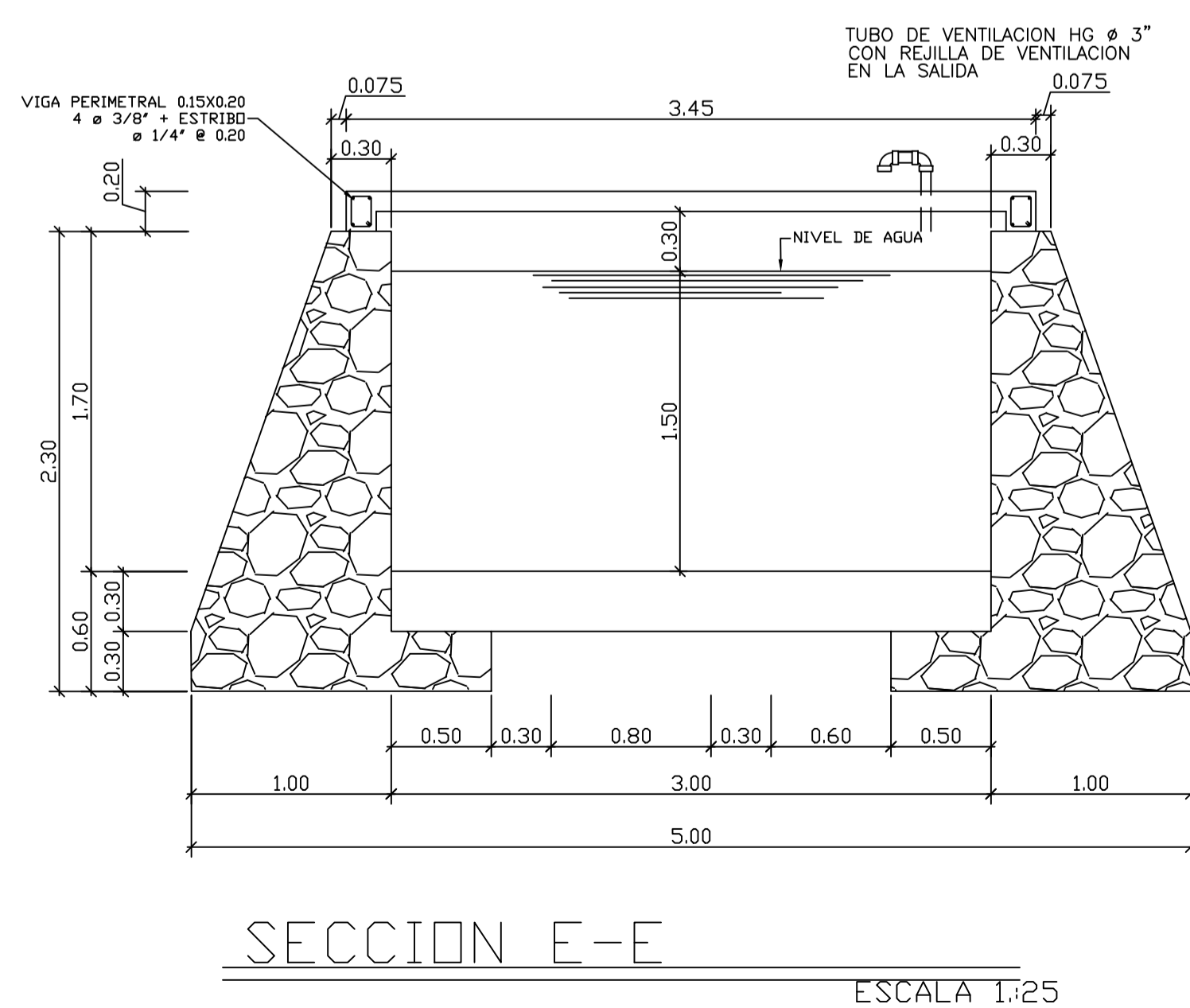
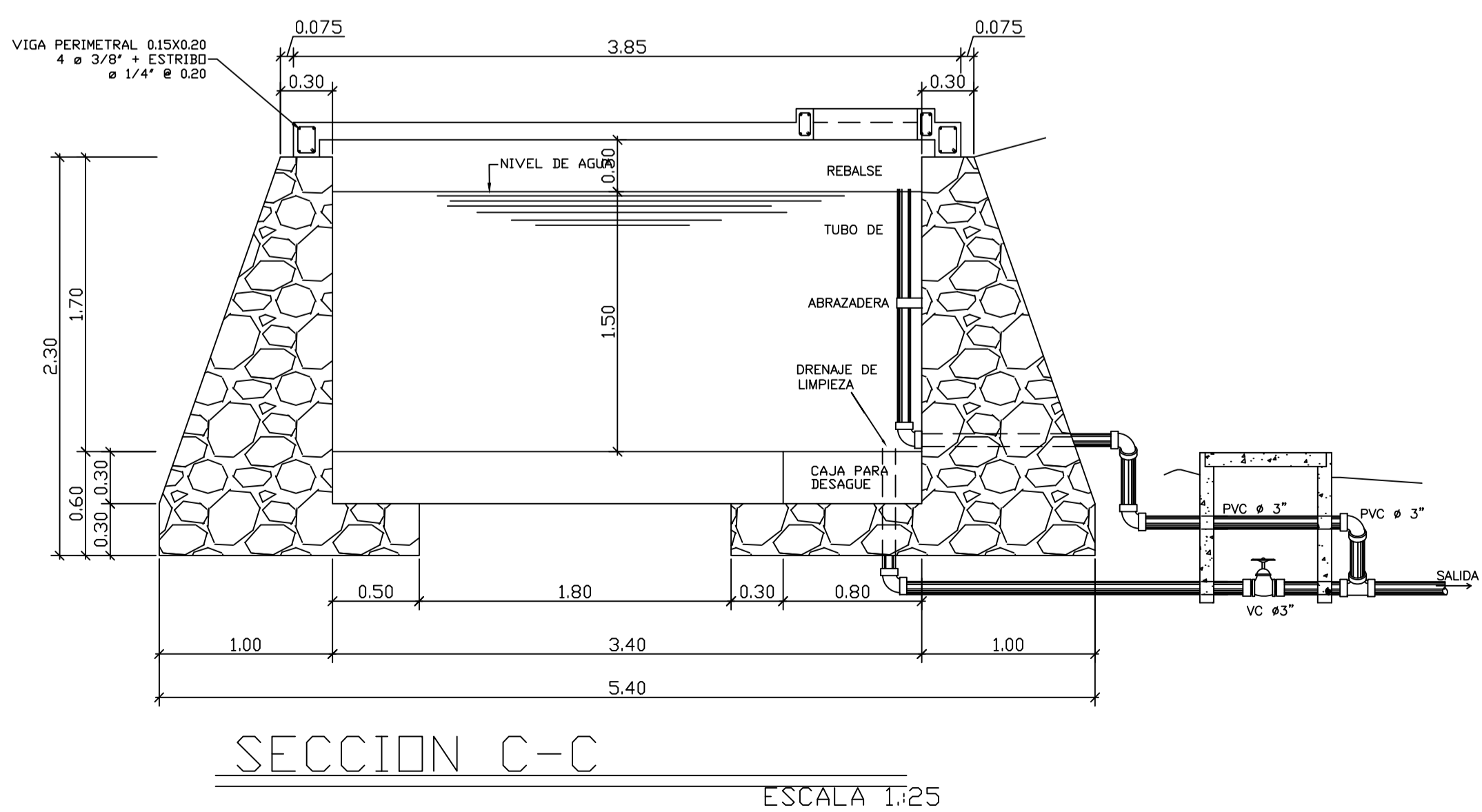
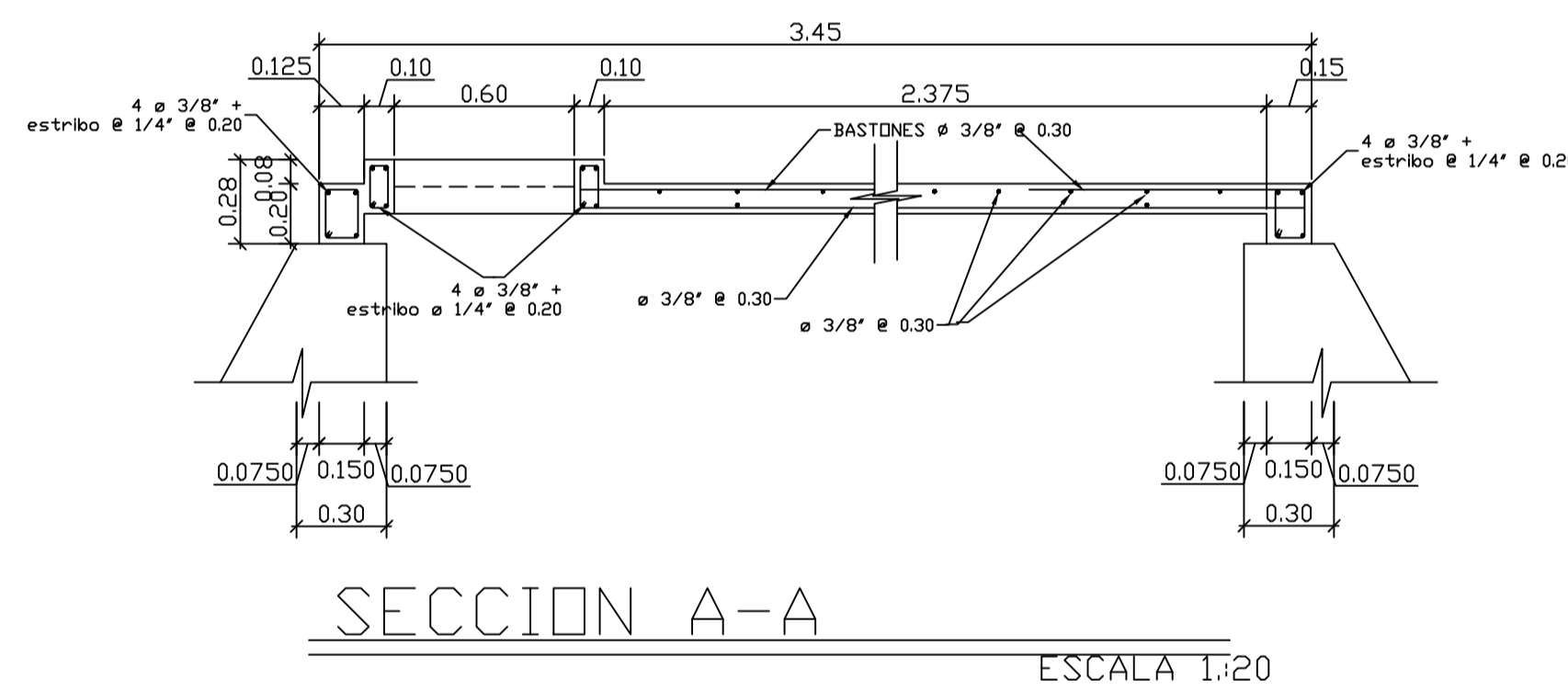
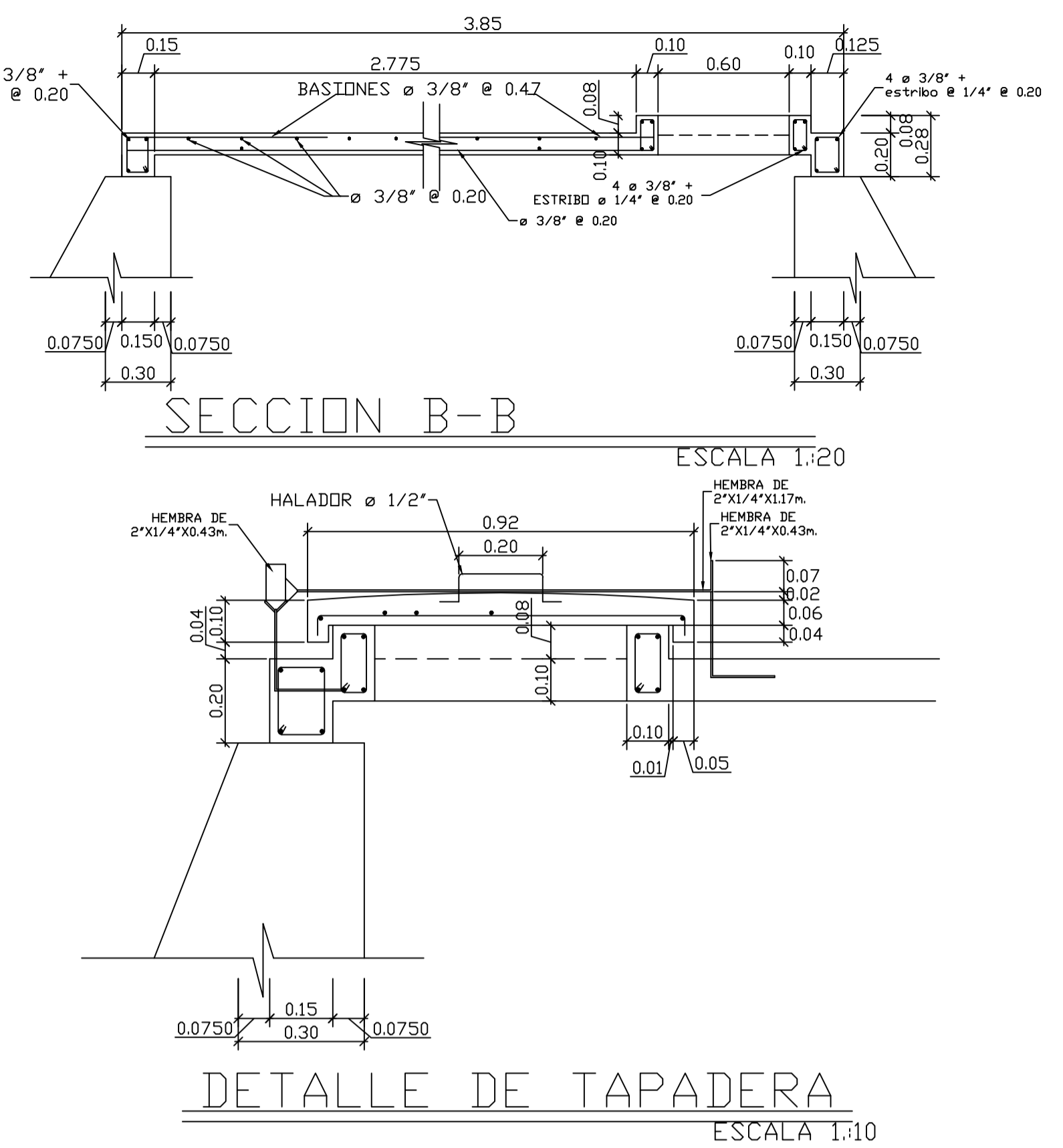
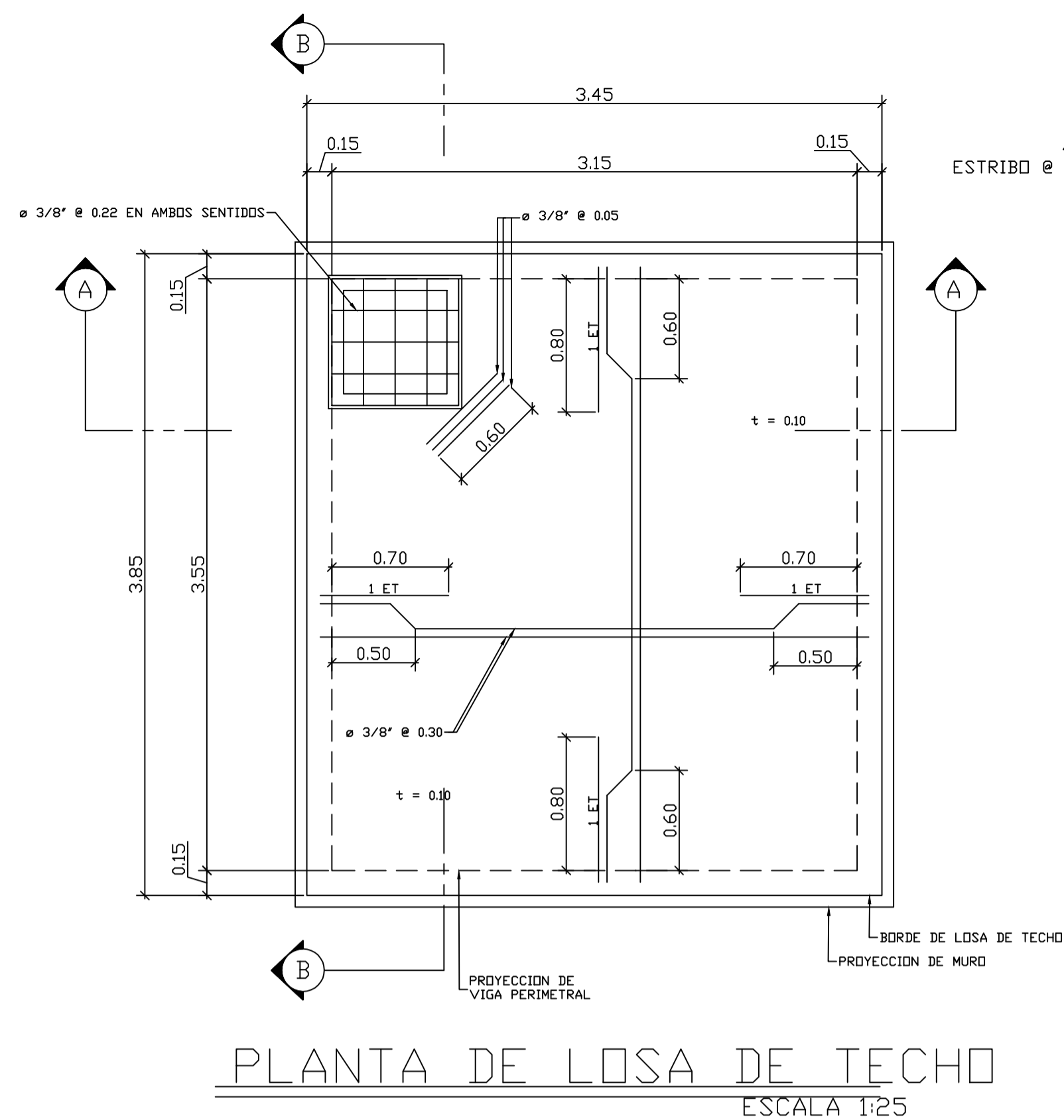
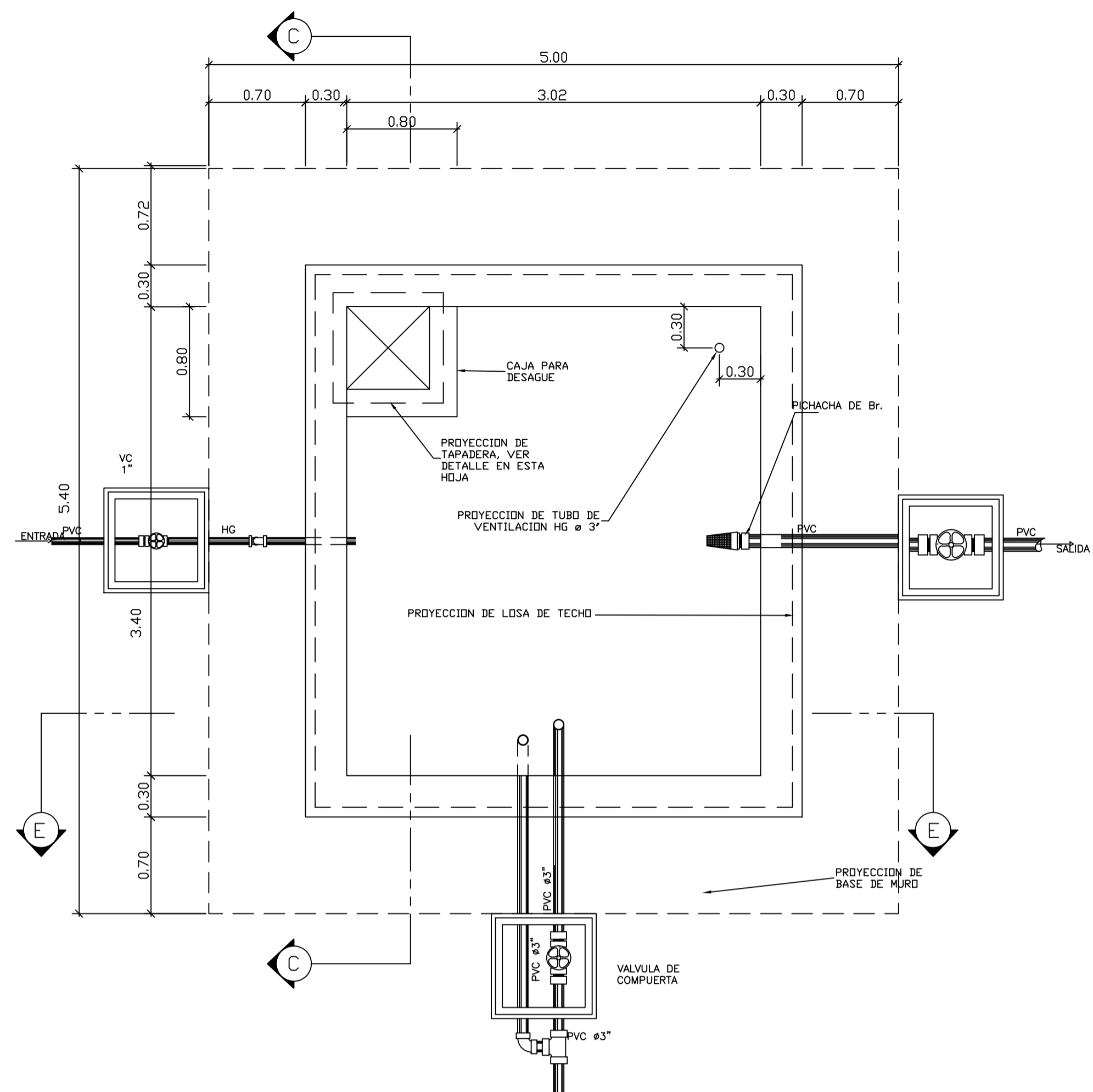
FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA

9  
11



NOTAS GENERALES:

MATERIALES:

1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/Pig<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS

2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm<sup>2</sup> (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615

3° VARIOS:

LOS MURDOS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.

4° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.

5° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.

6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.

7° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.

8° LOS MURDOS DE CONCRETO CICLÓPEO DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.

9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.

10° LOS MURDOS DE TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLÓPEO:  
67% CONCRETO CON F'C=210 PSI  
33% PIEDRA BOLA

11° EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACION: CASERIO PASALJA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 15M3

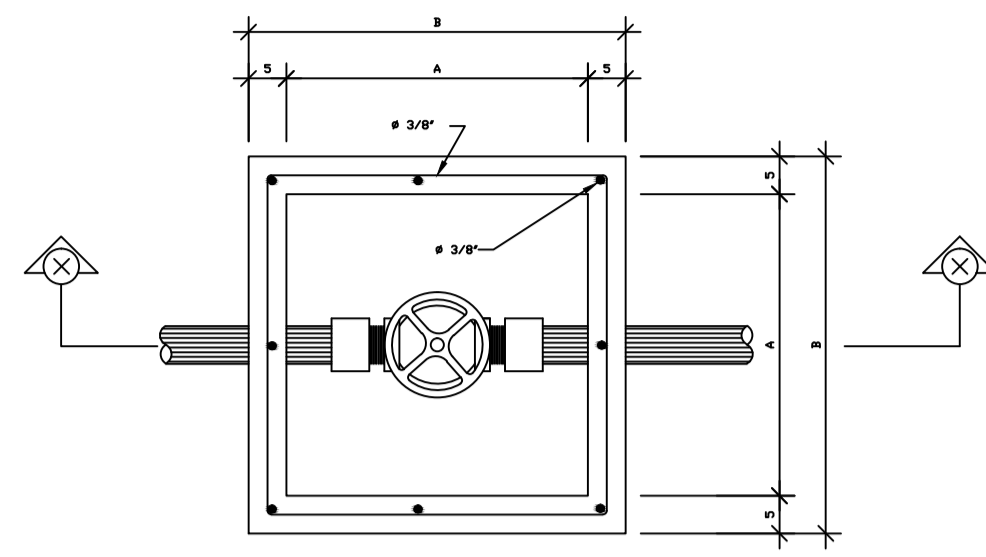
DIBUJO: HANS POSADAS ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

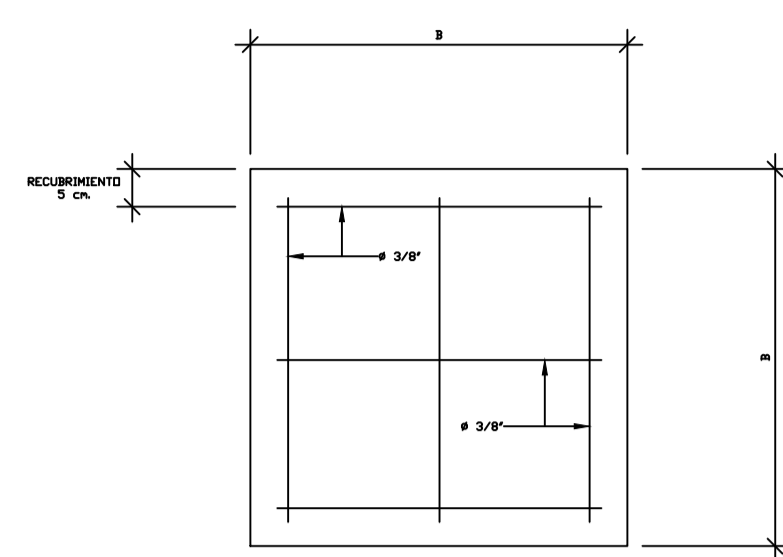
Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

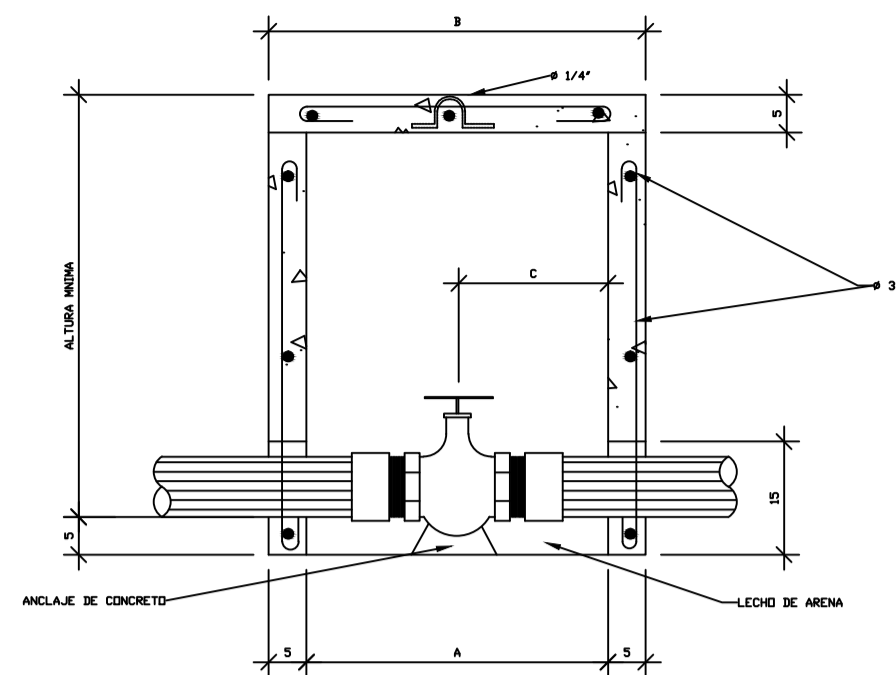
HOJA  
10  
11



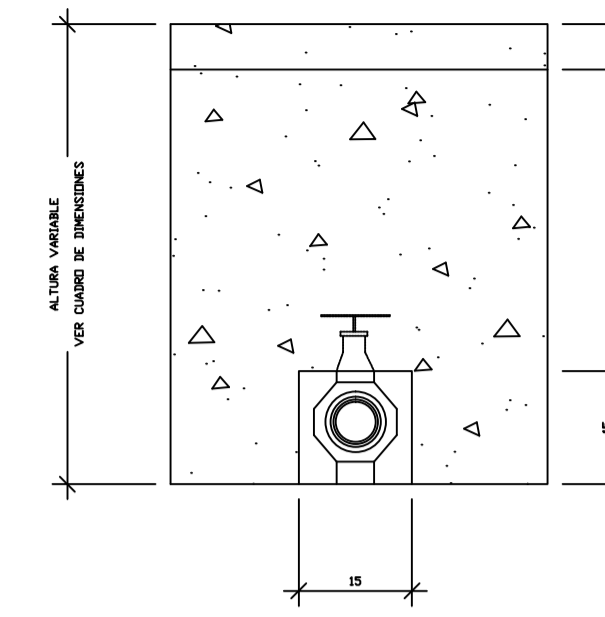
PLANTA  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



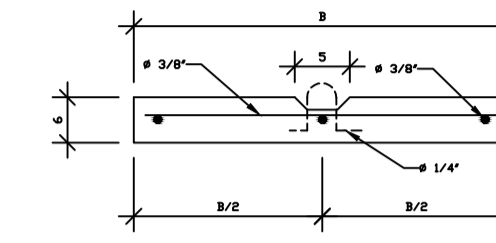
PLANTA  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



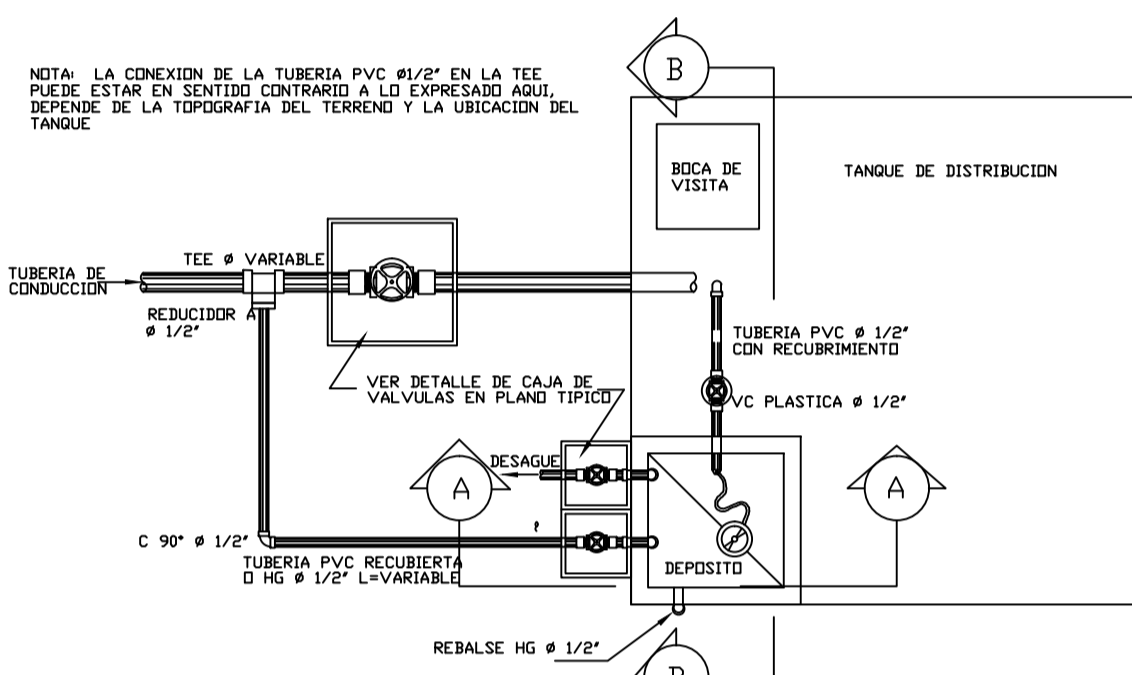
CORTE X-X  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



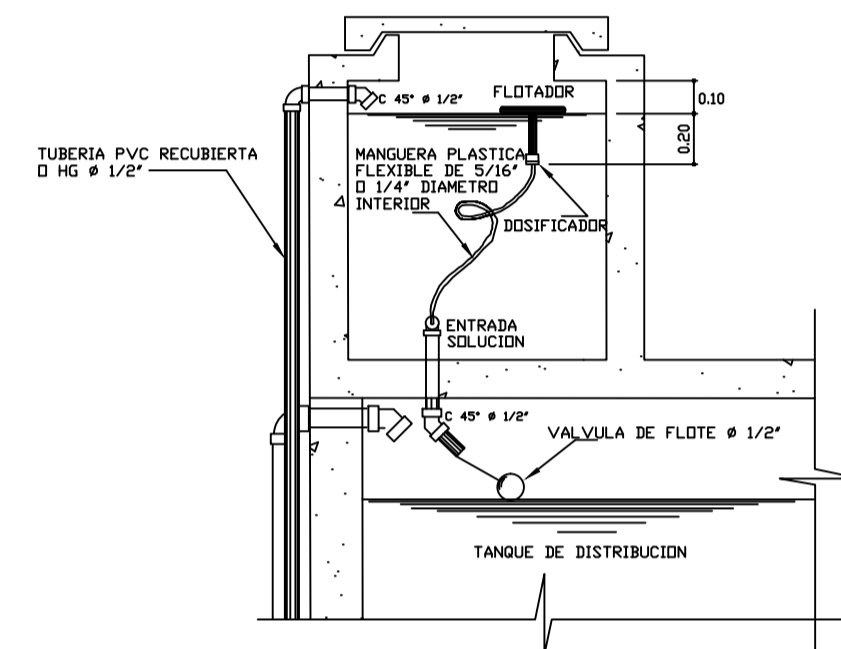
ELEVACION  
CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



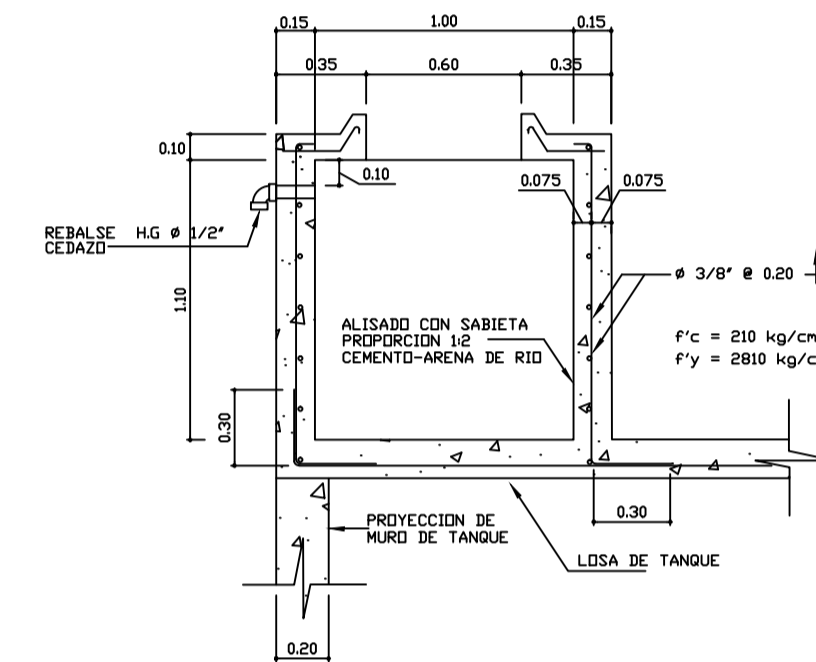
DETALLE  
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS  
ESCALA 1:5



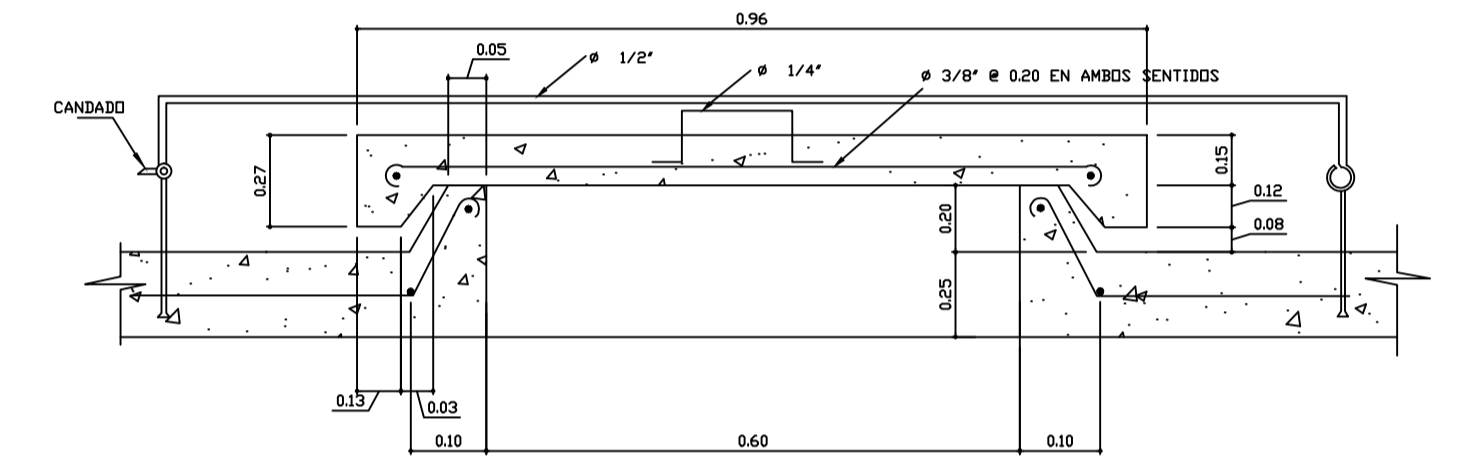
PLANTA DE HIPOCLORADOR  
SIN ESCALA



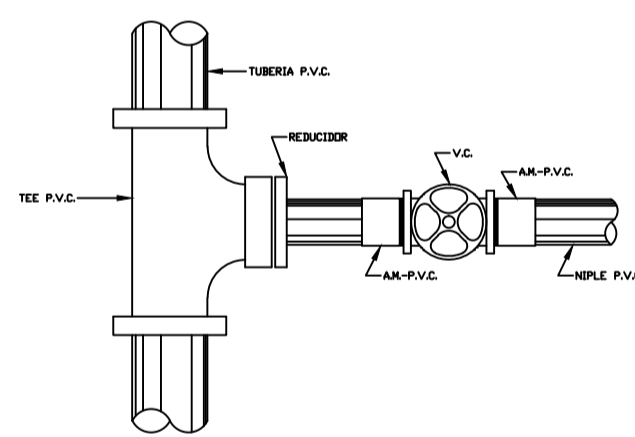
SECCION A-A  
SIN ESCALA



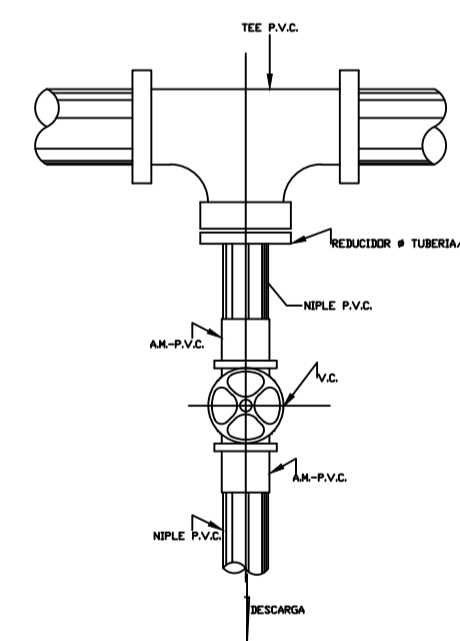
ARMADO DE MUROS  
SIN ESCALA



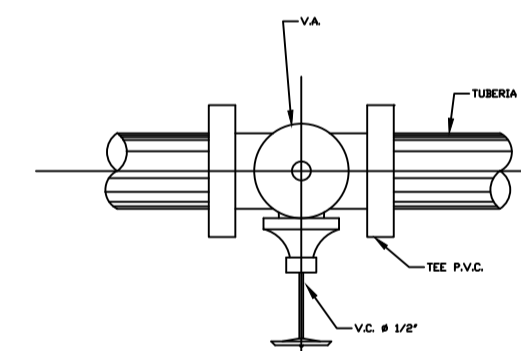
DETALLE DE TAPADERA



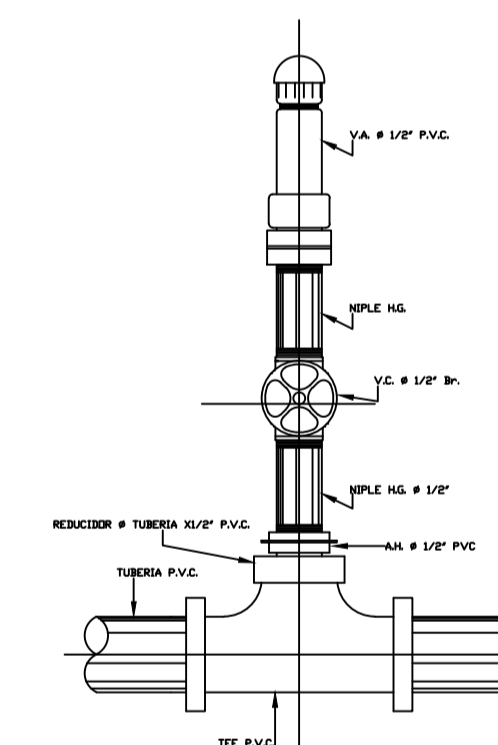
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA  
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



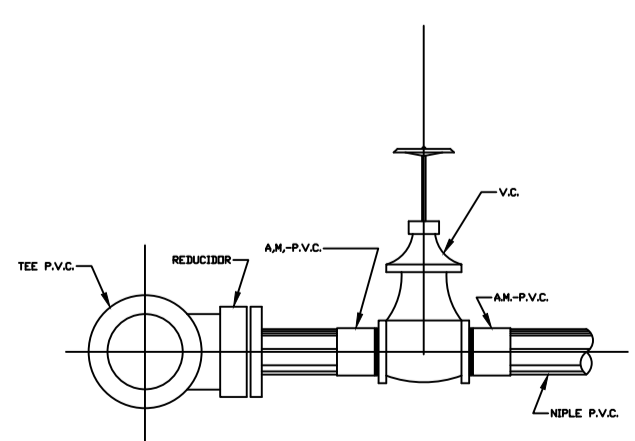
PLANTA  
VALVULA DE LIMPIEZA



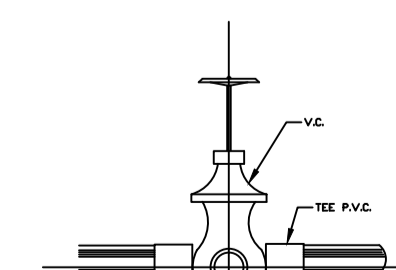
PLANTA  
VALVULA DE AIRE



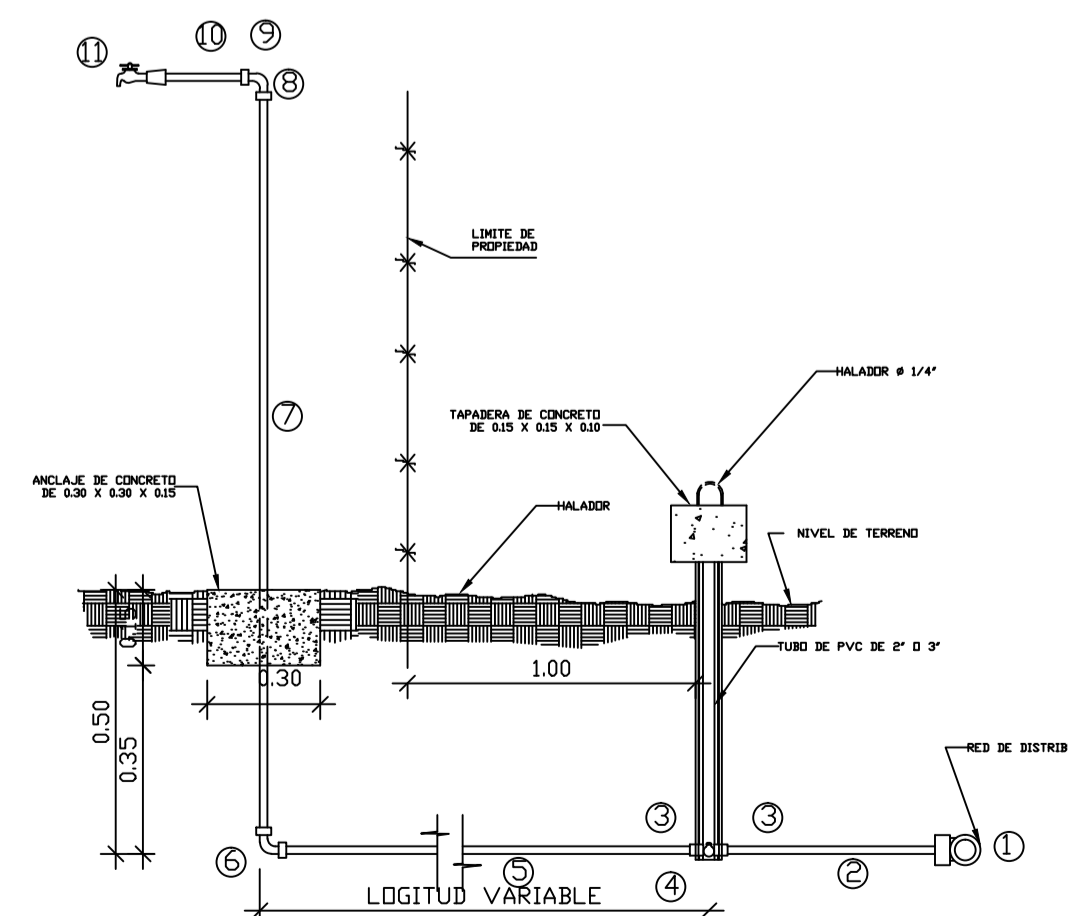
ELEVACION  
VALVULA DE AIRE



ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA  
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



ELEVACION  
VALVULA DE LIMPIEZA



ELEVACION  
CONEXION DOMICILIAR TÍPICA

REFERENCIA DE MATERIALES

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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: CASERÍO PASALJÁ, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

CONTENIDO: DETALLE DE VÁLVULA, CLORACION Y C. DOMICILIAR

DIBUJO: HANS POSADAS

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: HANS POSADAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

Vo.Bo. DIRECTOR  
DMP

ING. JUAN MERCK  
ASESOR EPS

HOJA  
11  
11