



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Carlos Alejandro Alegre Ordóñez
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos 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

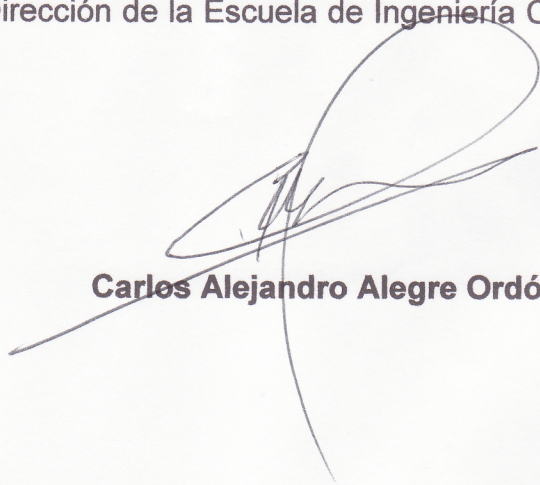
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 9 de noviembre de 2011.



Carlos Alejandro Alegre Ordóñez



Guatemala, 30 de julio de 2012
Ref.EPS.DOC.1033.07.12

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 **Carlos Alejandro Alegre Ordóñez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200714758**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ”**.

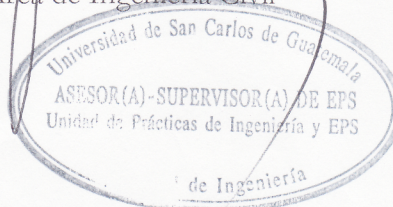
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. 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,
5 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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alejandro Alegre Ordóñez, 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
U.S.A.C.

/bbdeb.



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



Guatemala,
8 de agosto 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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alejandro Alegre Ordóñez, 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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 11 de septiembre de 2012
Ref.EPS.D.733.09.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

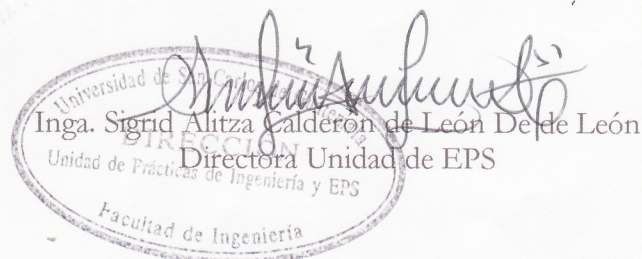
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Alejandro Alegre Ordóñez**, 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"



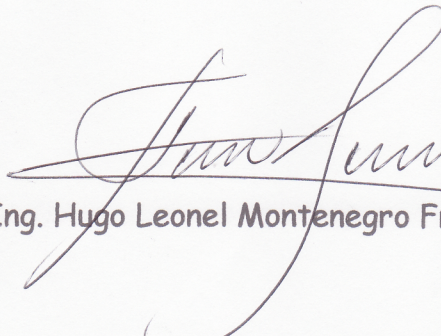
SACdL/ra




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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Alejandro Alegre Ordóñez, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2012

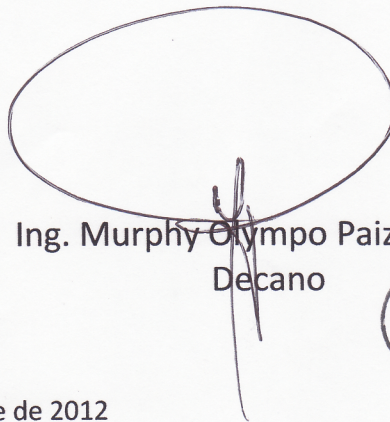
/bbdeb.

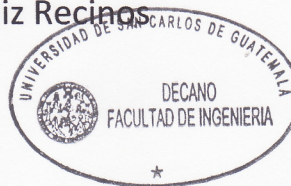


DTG. 515.2012

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alejandro Alegre Ordoñez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 18 de octubre de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Quien me ha dado la vida y me ha guiado durante su caminar.

Virgen María

Por tomarme de la mano y acompañarme siempre.

Mis padres

Carlos Heberto Alegre Vásquez y Marta Lidia Ordóñez Mendía, por ser mi guía e inspiración a seguir adelante.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Casa de estudios que me ha brindado conocimientos.

Facultad de Ingeniería

Que me permitió estar en sus aulas para instruirme.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi hermano

Heberto José Alegre Ordóñez, por demostrarme que la vida tiene muchas facetas.

Mis tíos

José Guillermo Ordóñez, Víctor Ordóñez, Olga Ordóñez y Ana María Ordóñez; Sonia Alegre, Marta Alegre y Rolando Alegre, por estar pendientes de mi bienestar y formación.

Mi novia

Flor Melina Zapeta, por su cariño y apoyo incondicional en todo momento.

Comunidad de Ruiz

Por brindarme la oportunidad de ayudarles con mi trabajo.

Dirección Departamental de Educación Sololá

Por permitirme dar apoyo en la educación nacional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala	1
1.1.1 Generalidades	1
1.1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.1.2. Accesos	2
1.1.1.3. Topografía.....	3
1.1.1.4. Población	3
1.1.1.5. Actividades económicas y productivas.....	4
Aspectos climáticos.....	4
1.1.1.7. Educación	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades y servicios básicos e infraestructura de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez.....	5
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	5
1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico.....	9
2.1.2.1.	Planimetría.....	10
2.1.2.2.	Altimetría.....	10
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar.....	10
2.1.4.	Partes de un sistema de alcantarillado sanitario.....	11
2.1.4.1.	Colector principal.....	11
2.1.4.2.	Pozos de visita.....	11
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias.....	12
2.1.5.	Período de diseño.....	13
2.1.6.	Población futura.....	13
2.1.7.	Determinación de cuadales.....	14
2.1.7.1.	Población tributaria.....	14
2.1.7.2.	Dotación de agua potable.....	14
2.1.7.3.	Factor de retorno.....	15
2.1.7.4.	Caudal sanitario.....	15
2.1.7.4.1.	Caudal domiciliar.....	15
2.1.7.4.2.	Caudal comercial.....	16
2.1.7.4.3.	Caudal industrial.....	16
2.1.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	16
2.1.7.4.5.	Caudal de infiltración.....	17
2.1.7.4.6.	Caudal medio.....	18

2.1.7.5.	Factor de caudal medio.....	18
2.1.7.6.	Factor de Harmond.....	18
2.1.7.7.	Caudal de diseño.....	19
2.1.8.	Fundamentos hidráulicos.....	19
2.1.8.1.	Ecuacion de Manning para flujo en canales.....	19
2.1.8.2.	Relaciones hidráulicas.....	20
2.1.9.	Parámetros de diseño hidráulico.....	20
2.1.9.1.	Coeficiente de rugosidad.....	20
2.1.9.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	21
2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	22
2.1.9.4.	Diámetro del colector.....	22
2.1.9.5.	Profundidad mínima del colector.....	23
2.1.9.5.1.	Ancho de zanja.....	23
2.1.9.5.2.	Volumen de excavación.....	24
2.1.9.5.3.	Cotas invert.....	24
2.1.10.	Ubicación de los pozos de visita.....	25
2.1.11.	Profundidad de los pozos de visita.....	25
2.1.12.	Características de las conexiones domiciliares.....	28
2.1.13.	Diseño hidráulico.....	28
2.1.14.	Ejemplo de diseño de un tramo.....	29
2.1.15.	Desfogue.....	32
2.1.15.1.	Ubicación.....	32
2.1.15.2.	Propuesta de tratamiento.....	33
2.1.15.2.1.	Diseño de fosas sépticas.....	33

2.1.15.2.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	35
2.1.16.	Elaboración de planos.....	35
2.1.17.	Elaboración de presupuesto.....	36
2.1.18.	Evaluación de impacto ambiental.....	38
2.1.19.	Evaluación socioeconómica.....	39
2.1.19.1.	Valor Presente Neto.....	39
2.1.19.2.	Tasa Interna de Retorno.....	41
2.2.	Diseño de edificación de dos niveles para la Dirección Departamental de Educación del departamento de Sololá.....	42
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	42
2.2.2.	Investigación preliminar.....	43
2.2.2.1.	Evaluación de edificación existente.....	43
2.2.2.2.	Terreno disponible.....	43
2.2.2.3.	Análisis de suelos.....	43
2.2.2.3.1.	Ensayo compresión triaxial.....	44
2.2.3.	Diseño arquitectónico.....	44
2.2.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	45
2.2.3.2.	Distribución de ambientes.....	45
2.2.3.3.	Altura de edificación.....	46
2.2.3.4.	Selección del sistema estructural a usar.....	46
2.2.4.	Análisis estructural.....	47
2.2.4.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	47
2.2.4.2.	Cargas de diseño.....	54

2.2.4.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	54
2.2.4.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	56
2.2.4.3.	Fuerzas sísmicas.....	56
2.2.4.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos.....	64
2.2.4.5.	Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani y comprobación por medio de software ETABS ®.....	65
2.2.4.5.1.	Método de Kani.....	65
2.2.4.5.2.	Comprobación por medio del programa ETABS ®.....	83
2.2.4.6.	Envolvente de momentos.....	84
2.2.4.7.	Diagramas de corte.....	89
2.2.4.8.	Diseño de losas.....	92
2.2.4.9.	Diseño de vigas.....	99
2.2.4.10.	Diseño de columnas.....	106
2.2.4.11.	Diseño de gradas.....	118
2.2.4.12.	Diseño de cimientos.....	121
2.2.4.12.1.	Diseño de pilotes.....	123
2.2.5.	Instalaciones.....	141
2.2.5.1.	Agua potable.....	141
2.2.5.2.	Drenajes.....	141
2.2.5.3.	Electricidad.....	141

2.2.6.	Elaboración de planos.....	142
2.2.7.	Elaboración de presupuesto.....	143
2.2.8.	Evaluación de impacto ambiental.....	145
CONCLUSIONES.....		147
RECOMENDACIONES.....		149
BIBLIOGRAFÍA.....		151
APÉNDICE.....		153
ANEXOS.....		169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación aldea Comunidad de Ruiz en mapa 1:50 000.....	2
2.	Tanque de distribución.....	6
3.	Centro de Salud Santa Bárbara.....	7
4.	Escuelas Oficial Rural Mixta Regional Comunidad de Ruiz.....	7
5.	Detalle de pozo de visita.....	12
6.	Detalle de conexión domiciliar.....	13
7.	Detalle partes de viga T.....	51
8.	Planta típica de primer y segundo nivel.....	52
9.	Elevación frontal.....	53
10.	Elevación lateral.....	53
11.	Cargas distribuidas eje X.....	64
12.	Cargas distribuidas eje Y.....	65
13.	Momentos producidos por carga muerta en vigas y columnas del eje Y.....	78
14.	Momentos producidos por carga viva en vigas y columnas del eje Y.....	79
15.	Momentos producidos por carga sísmica en el eje Y.....	79
16.	Momentos en vigas producidos por carga muerta en el eje X.....	80
17.	Momentos en vigas producidos por carga viva en el eje X.....	80
18.	Momentos en vigas producidos por carga sísmica en el eje X.....	81
19.	Momentos en columnas producidos por carga viva en el eje X.....	81
20.	Momentos en columnas producidos por carga muerta en el eje X.....	82
21.	Momentos en columnas producidos por carga sísmica en el eje X.....	82

22.	Envolvente de momentos en vigas sentido X.....	87
23.	Envolvente de momentos en vigas sentido Y.....	87
24.	Envolvente de momentos en columnas sentido X.....	88
25.	Envolvente de momentos en columnas sentido Y.....	88
26.	Diagrama de corte en vigas sentido X.....	90
27.	Diagrama de corte en columnas sentido X.....	90
28.	Diagrama de corte en vigas sentido Y.....	91
29.	Diagrama de corte en columnas sentido Y.....	91
30.	Detalle de colocación de viga T en el sentido X.....	98
31.	Detalle de colocación de viga T en el sentido Y.....	99
32.	Detalle de viga V-4 sentido X.....	106
33.	Diagrama de interacción columna primer nivel.....	112
34.	Diagrama de interacción columna segundo nivel.....	113
35.	Detalle de columna de primer y segundo nivel.....	117
36.	Sección transversal de columna de primer y segundo nivel.....	118
37.	Detalle de gradas.....	121
38.	Variación de valores máximos de N_c y N_q	129
39.	Área de influencia de pilotes.....	134
40.	Detalle de zapata concéntrica.....	138
41.	Detalle de zapata excéntrica.....	139
42.	Detalle de cimiento corrido.....	140

TABLAS

I.	Rugosidad de materiales.....	21
II.	Anchos de zanja.....	23
III.	Datos de diseño.....	29
IV.	Tabla de resumen de presupuesto.....	36
V.	Peralte mínimo de vigas.....	48

VI.	Integración de cargas primer nivel.....	55
VII.	Integración de cargas segundo nivel.....	55
VIII.	Peso por nivel + 25% CV.....	57
IX.	Fuerzas por nivel.....	58
X.	Rigideces por marco segundo nivel.....	60
XI.	Rigideces por marco primer nivel.....	60
XII.	Fuerzas actuantes por torsión por marco segundo nivel.....	62
XIII.	Fuerzas actuantes por torsión por marco primer nivel.....	63
XIV.	Medidas de viga T.....	95
XV.	Resumen de método 3 ACI.....	96
XVI.	Cuadro de resumen de armado de vigas.....	102
XVII.	Valores promedio de K.....	132
XVIII.	Tabla de resumen de presupuesto.....	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada cierta distancia
hn	Altura de alma
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
B	Ancho de viga T
bw	Ancho del alma de viga T
b	Ancho del elemento en sección
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
Asmax	Área de acero máximo
Asmin	Área de acero mínimo
Astemp	Área de acero por temperatura
Ag	Área gruesa, área total de la sección
Av	Área transversal de varilla
Az	Área zapata
P	Carga aplicada a la columna
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
PCR	Carga crítica de pandeo de Euler
Qp	Carga de punta de pilote
P'ux	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ex
P'uy	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ey
P'u	Carga de resistencia de la columna
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
CM	Carga muerta

Qs	Carga por fricción del pilote
CU	Carga última
Pu	Carga última
CV	Carga viva
Qcom	Caudal comercial
Qdis	Caudal de diseño
Qinf	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliario
Qi	Caudal industrial
Qci	Caudal por conexiones ilícitas
cm	Centímetro
n	Coefficiente de rugosidad
c	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas
Vmax	Corte máximo actuante
D	Diámetro de la tubería
a	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo
di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de la columna
q'	Esfuerzo efectivo
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
e	Excentricidad extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
Fcu	Factor de carga última
fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
φ	Factor de reducción
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i

km	Kilómetro
π	Letra phi, equivalente a 3,1416
lb	Libras
l/h/a	Litros por habitante por año
l/h/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
S	Longitud de ala de viga T
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
δ	Magnificador de momentos
PVC	Material a base de cloruro de polivinilo
ADS	Material a base de polietileno de alta densidad
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
E	Módulo de elasticidad del material
M	Momento
Mb	Momento balanceado
Md	Momento de diseño (magnificado)
M't	Momento efectivo de trabajo
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
MS	Momento inducido por la fuerza sísmica
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
Mx	Momento último actuando en el sentido X

My	Momento último actuando en el sentido Y
S	Pendiente
t'	Peralte de losa
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra
γ	Peso específico del concreto
PV	Pozo de visita
q	Presión sobre el suelo
qu	Presión última sobre el suelo
Q	Quetzal (moneda)
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
V/v	Relación de velocidades
m	Relación entre los claros de la losa a/b
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
Vr	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
Ki	Rigidez de un elemento
Σ	Sumatoria
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Aguas residuales	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso previsto para la estructura, usuarios, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.

Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cimiento corrido	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas.
Colector	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
Columna	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Columna en la cual además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes debido a la longitud del elemento en relación a su sección transversal.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y su capacidad de soportar cargas.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.

DDE	Diminutivo para Dirección Departamental de Educación.
Descarga	Lugar donde se depositan las aguas residuales que provienen de un colector.
Desfogue	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
Excentricidad	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
Fluencia	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar a su estado original luego de la aplicación de carga.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a banco de marca.
Pozo de visita	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías. Se utiliza para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
SEAOC	Structural Engineers Association of California, (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
Solera	Elemento estructural horizontal, que sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.
Valor Soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
Zapata	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

RESUMEN

Este documento contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala y Sololá, Sololá.

La primera sección contiene la fase de investigación donde se describe el aspecto monográfico de la aldea Comunidad de Ruiz en general, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.

La segunda sección contiene la fase de servicio técnico profesional, en la que se describen las características de los proyectos. El sistema de alcantarillado sanitario presenta el método de cálculo para la realización del diseño hidráulico. En cuanto a la edificación, se utilizaron códigos internacionales que regulan el diseño de las estructuras de concreto reforzado.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo con los planos y presupuestos respectivos.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala y la nueva edificación de la Dirección Departamental de Educación del departamento de Sololá.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de la aldea Comunidad de Ruiz sobre la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera Ingeniería Civil sensibiliza las necesidades que tienen los pobladores de diferentes regiones del país. Por medio del presente trabajo, se muestran necesidades existentes en dos comunidades diferentes: aldea Comunidad de Ruiz, en San Juan Sacatepéquez, Guatemala; quienes carecen de sistema de alcantarillado sanitario y Sololá, Sololá; cuya sede de la Dirección Departamental de Educación, requiere de mejoras en su estructura actual.

A estas necesidades se les aporta soluciones de carácter técnico contenidas en las fases de investigación y servicio técnico profesional.

Para la aldea Comunidad de Ruiz, se realizó el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, basándose en especificaciones técnicas correspondientes al tipo y características del proyecto.

Para la Dirección Departamental de Educación de Sololá, se realizó un estudio a las condiciones estructurales de la edificación actual; con ello se propone el diseño de una nueva edificación, en la misma ubicación de la actual, edificación con la cual se brindará un mejor y más adecuado servicio a los docentes de nivel primario y medio del departamento.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

En la monografía de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala; se describirán los datos relevantes de su ubicación, actividades comerciales y educativas que se desarrollan en dicha aldea.

1.1.1. Generalidades

Entre las generalidades de la aldea se encuentran:

1.1.1.1. Ubicación y localización

La aldea Comunidad de Ruiz se encuentra ubicada a 1 kilómetro del casco urbano de San Juan Sacatepéquez en el kilómetro 35 la Ruta Nacional 5, que conduce en dicho tramo, de la cabecera municipal a San Raymundo (ambos en el departamento de Guatemala).

Las coordenadas geográficas de la aldea son:

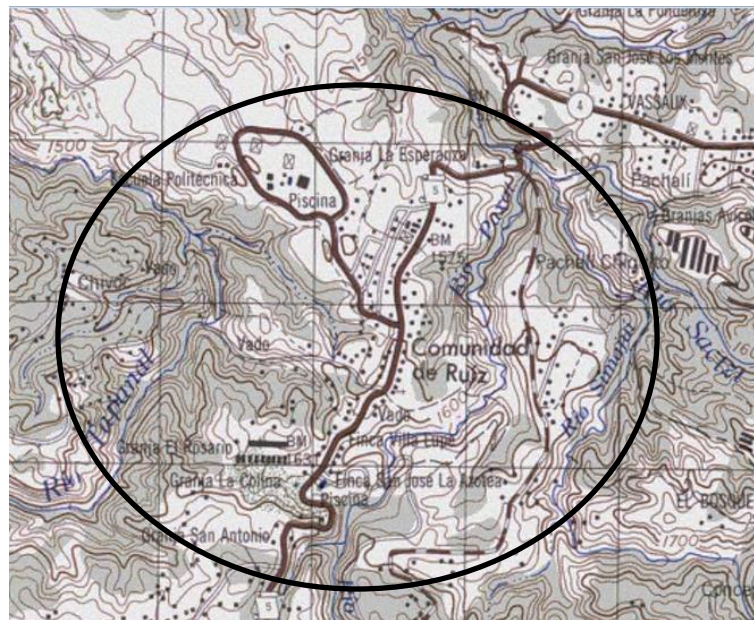
Latitud 14° 44' 42" N

Longitud 90° 46' 14" E

La aldea colinda al norte con la aldea Sacsuy, al sur con el casco urbano de la localidad, al este con el caserío Asunción Chivoc y al oeste con la aldea Comunidad de Zet.

La figura 1 muestra la ubicación de la aldea Comunidad de Ruiz en el mapa 1: 50 000 de San Juan Sacatepéquez.

Figura 1. **Ubicación aldea Comunidad de Ruiz en mapa 1:50 000**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.1.1.2. **Accesos**

El acceso hacia la aldea Comunidad de Ruiz, es por medio de la carretera RN-5 (Ruta Nacional 5), que comunica a San Juan Sacatepéquez con San Raymundo.

1.1.1.3. Topografía

La topografía del sector es montañosa, con pendientes pronunciadas, suelos diversos, barrancos, quebradas y lechos de ríos.

1.1.1.4. Población

Según información proporcionada por el COCODE de la aldea, la población asciende a la cantidad de 2 844 habitantes.

Mediante la fórmula de crecimiento geométrico:

$$Pf = Po (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población final

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = número de años

$$Pf = 2\ 844 * (1 + 0,034)^3 = 3\ 144 \text{ habitantes}$$

Con base en la proyección del crecimiento de la población, se tomará una población inicial de 3 144 habitantes para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

1.1.1.5. Actividades económicas y productivas

La mayoría de los habitantes de la aldea Comunidad de Ruiz se dedican a la albañilería. También, para consumo propio y venta, se dedican a la agricultura de maíz y frijol, siendo también característico el cultivo de flores.

La mayoría de los productos cultivados en la aldea, se comercializan en el mercado municipal de la cabecera; siendo este el punto más cercano de convergencia.

1.1.1.6. Aspectos climáticos

El clima de Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez es templado la mayor parte del tiempo, es poco frío en los cerros y lugares elevados. La altura media es 1 845 metros o 6 053 pies sobre el nivel del mar.

Según información de la Estación Suiza Contenta del INSIVUMEH, estación meteorológica más cercana a la aldea, ubicada a 14 kilómetros de distancia, con base en datos de los últimos 15 años, se muestra los siguientes aspectos sobre su clima:

- El patrón de lluvia varía entre 472,3 y 1 761,0 milímetros anuales.
- La temperatura media varía entre 12 y 23 °C. La temperatura máxima promedio 29 °C y la mínima promedio 1,6 °C. La temperatura máxima absoluta es 29 °C y la mínima absoluta es -5,0 °C.
- La humedad relativa media varía entre 60 y 90%. La humedad relativa máxima es 99% y la mínima es 40%.
- La nubosidad varía entre 3 y 8 octas.
- La velocidad del viento varía entre 1,2 y 9,1 kilómetros/hora.

1.1.1.7. Educación

La aldea cuenta con la Escuela Oficial Rural Mixta Regional Comunidad de Ruiz, la cual atiende cerca de 500 alumnos, dispuestos en los grados de pre-primaria a sexto primaria en jornada matutina; y en la mismas instalaciones para 700 alumnos de primero a tercero básico con el Instituto de Educación Básica INEB Comunidad de Ruiz.

Las instalaciones en los últimos años no han dado abasto para la demanda, por lo que el COCODE y los padres de familia se han dado a la tarea de construir nuevas instalaciones.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades y servicios básicos e infraestructura de la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez

La aldea Comunidad de Ruiz, cuenta con los siguientes servicios públicos tiene las siguientes necesidades:

1.2.1. Descripción de las necesidades

La aldea Comunidad de Ruiz, tiene las siguientes necesidades:

- Agua potable; a pesar de contar con este servicio, no satisface las necesidades de la población, se requiere de la culminación del proyecto para abastecer a 700 familias utilizando el pozo mecánico ya construido.

- Caminos; el estado actual de la carretera, donde se encuentra ubicada la aldea, está en malas condiciones. Además, la mayoría de sus callejones no cuentan con ningún tipo de pavimento.
- Escuela; la edificación existente en la actualidad no da abasto a la demanda de estudiantes, requiere de ampliación y remodelación para el efecto.
- Alcantarillado sanitario; la aldea cuenta únicamente en 2 de sus 11 sectores con este servicio de drenaje sanitario, el cual no está en funcionamiento debido a que el tratamiento de las aguas residuales no fue diseñado correctamente, lo que propició el colapso del mismo.

Figura 2. **Tanque de distribución**



Fuente: aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 3. **Centro de Salud Santa Bárbara**



Fuente: aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 4. **Escuela Oficial Rural Mixta Regional Comunidad de Ruiz**



Fuente: aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades

De acuerdo con las necesidades descritas anteriormente, se procede a su evaluación y priorización:

- Agua potable; el proyecto de abastecimiento de agua potable para 700 familias ya tiene construida una de sus fases, el pozo mecánico; por lo que es importante implementar la tubería de conducción para su funcionamiento.
- Escuela; la ampliación y remodelación de la edificación actual es un proyecto que conjuntamente con la municipalidad, lo tienen planificado realizar en el corto plazo.
- Alcantarillado sanitario; es el servicio que no existe en la aldea, ya que a pesar de tener dos sectores construidos, los mismos no están en funcionamiento. Los pobladores tienen diversos sistemas para depositar sus excretas (fosas sépticas propias, letrinas, a flor de tierra) y la mayoría de las mismas no cuentan con un sistema adecuado de tratamiento, creando con ello un foco latente de contaminación para la comunidad.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, cuenta con las siguientes partes:

2.1.1. Descripción del proyecto

Consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Comunidad de Ruiz, con una longitud de 7 095,28 metros, con base en especificaciones técnicas del INFOM, para un período de diseño de 27 años. Éste contará con tres desfogues.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado por 145 pozos de visita, la tubería es ADS N-12 Norma ASTM F949 de 6, 8 y 10 pulgadas, la cantidad de usuarios integrados al sistema es de 3 144 habitantes actualmente.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de relevancia para el proyecto.

2.1.2.1. Planimetría

Esta se realizó aplicando el método de conservación de azimut.

El equipo que se utilizó fue teodolito marca Wild serie T2, estadal de madera y plomada metálica.

2.1.2.2. Altimetría

Esta se realizó por medio del método de nivelación compuesta, el cual consiste en estimar la diferencia de niveles entre dos puntos. La misma se puede realizar con niveles de precisión.

Para realizar el mismo se utilizó el nivel de precisión marca Wild serie N2, estadal de madera y plomada metálica.

2.1.3. Descripción del sistema a utilizar

El sistema a utilizar en este proyecto es el de alcantarillado sanitario, el cual consiste en conducir las aguas residuales producidas en las viviendas mediante un sistema de tuberías llamadas alcantarillas, que trabajan como canales, llevándoles hasta una disposición común en la cual se les da un tratamiento adecuado para poder depositarle nuevamente en un cuerpo receptor.

Este sistema consta de varias partes, las cuales se describen detalladamente a continuación.

2.1.4 Partes de un sistema de alcantarillado sanitario

Son aquellos componentes que conforman un alcantarillado sanitario.

2.1.4.1. Colector principal

Es el conducto principal que transporta las aguas servidas desde las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea para tratamiento o a un cuerpo receptor.

2.1.4.2. Pozos de visita

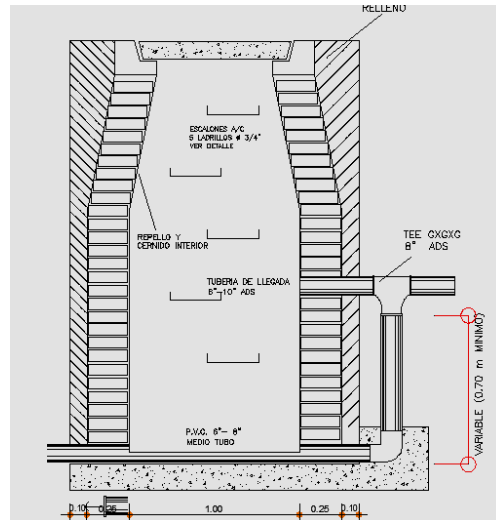
Son partes accesorias de un sistema de alcantarillado que se emplean como medio de inspección y limpieza.

Los mismos se colocan, según las normas generales para el diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal INFOM, cuando existe cambio de pendientes, de diámetros, cambios de dirección horizontal, a distancias no mayores de 100 metros en línea recta (en diámetros de hasta 24 pulgadas).

Los pozos tienen en su parte superior por un marco y una tapa de hierro fundido o de concreto, con una abertura neta de 0,50 a 0,60 metros. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable y sus paredes suelen construirse con ladrillo de barro cocido o con concreto.

El fondo de los mismos se construye usualmente de concreto, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal que forma la continuación del sistema.

Figura 5. Detalle de pozo de visita



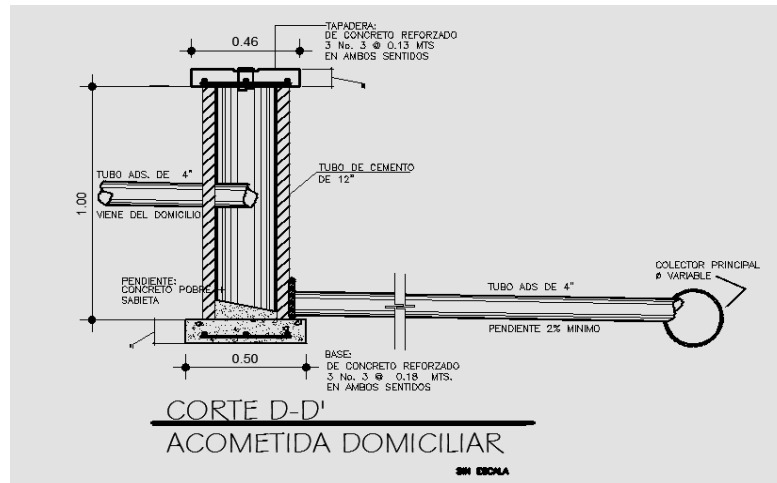
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.1.4.3. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que sirven para descargar las aguas servidas provenientes de las edificaciones al colector principal o a un punto de desagüe. Las mismas están compuestas de 1 tubo de concreto de 12 pulgadas, tapadera y fondo de concreto hidráulico, una conexión por medio de tubo de PVC a la edificación y una conexión al colector por medio de un tubo PVC (o ADS).

El tubo de concreto y su conexión a la vivienda se conocen como candela domiciliar.

Figura 6. Detalle de conexión domiciliar



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.1.5. Período de diseño

Según el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), es aceptable en un período entre 20 y 40 años a partir de la fecha en que se diseña. Según la ERIS (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria) y la OPS (Organización Panamericana para la Salud), se debe diseñar a 30 años. Aparte se debe de considerar un año más, el cual se supone será para obtener financiamiento y para construcción.

2.1.6. Población futura

Se determinará mediante el método geométrico, cuya fórmula es:

$$Pf = Po (1 + r)^n$$

Donde:

Población futura = Población inicial (1+tasa de crecimiento) ^ período de diseño en años

Para la aldea Comunidad de Ruiz, perteneciente a San Juan Sacatepéquez y según datos proporcionados por la municipalidad, se utilizó una tasa de 3,40% anual.

$$Pf = 3\ 144 * (1 + 0,034)^{27} = 7\ 754 \text{ habitantes}$$

2.1.7. Determinación de caudales

La misma se hace para determinar las necesidades requeridas por la población para su satisfacción personal.

2.1.7.1. Población tributaria

Se determinará mediante la fórmula geométrica, encontrando la población futura en base al número de viviendas y el número de habitantes por cada vivienda.

2.1.7.2. Dotación de agua potable

La cual está ligada a cuanto demanden las necesidades primarias de la población. Se define como la cantidad de agua que necesita una persona en un día para satisfacer sus demandas biológicas. La misma varía entre 50 y 300 litros/habitante/día.

Según datos proporcionados por la municipalidad, en el sector la dotación básica de 90 litros/habitante/día.

2.1.7.3. Factor de retorno

Relacionado a la cantidad de agua que puede regresar al sistema de alcantarillado después de su uso. El mismo se determina bajo el criterio del uso del agua de la población.

En ningún caso retorna el 100% al alcantarillado, ya que hay actividades en las cuales el agua se puede infiltrar en el suelo o bien puede evaporarse por acción solar. La misma varía entre 0,75 y 0,95.

Para este proyecto, se tomó un factor de retorno de 0,80.

2.1.7.4. Caudal sanitario

Se subdivide en:

2.1.7.4.1. Caudal domiciliar

Lo constituyen las actividades básicas, tal como la limpieza de alimentos, aseo personal, entre otros. Se relaciona directamente con la dotación de agua potable. Se calcula como:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dotación} * \# \text{ habitantes} * \text{factor de retorno}}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{90\text{l/h/d} * 7\ 754 \text{ hab} * 0,80}{86\ 400} = 6,46 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.2. Caudal comercial

Es el agua que ha sido utilizada por comercios, hoteles, restaurantes, oficinas, entre otros.

Debido a que en el lugar no hay ninguno de este tipo, no se toma en consideración.

2.1.7.4.3. Caudal industrial

Agua proveniente de todas las industrias existentes en el lugar, tal como procesadoras de alimentos, fábricas de textiles, tenerías, entre otras. Es usual no contar con la dotación de los mismos, razón por la cual se pueden asumir valores con base al tipo de industria, que varían entre 1 000 y 18 000 litros/industria/día.

Con base en información del uso de las propiedades en la aldea, se tomará un valor de 0,33 litros/segundo totales entre las procesadoras de alimentos (este considera todas las industrias que hay en la aldea, básicamente las mismas son avícolas de gallinas).

2.1.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Debido a que algunas viviendas no cuentan con sistema de alcantarillado pluvial, los pobladores conectan las aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario. Según las normas de INFOM se pueden asumir un porcentaje del caudal domiciliar.

En este caso, según observación y de acuerdo a la utilidad que los pobladores de la aldea dan al agua captada de lluvia, se asume:

$$Q_{ci} = 25\% Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 25\% * 6,46 \text{ l/s} = 1,62 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.5. Caudal de infiltración

Debido al tipo de material de la tubería, existe un porcentaje de infiltración. En este diseño, se utilizó tubería ADS, y el caudal de infiltración se calculó mediante la fórmula:

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * (L_{tub} + \# \text{ casas} * 6m)}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración

F_{inf} = Factor de infiltración (12 000 – 18 000 l/km/día)

L_{tub} = Longitud de tubería (en km)

$\# \text{ casas}$ = Número de casas por tramo

Para el caso de la aldea Comunidad de Ruiz, con base en datos utilizados para el diseño, el resultado es:

$$Q_{inf} = (12\ 000 * (0,1 + 7 * 0,006)) / 86\ 400 = 0,02 \text{ l/s}$$

2.1.7.4.6. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ci} + Q_{ind} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 6,46 + 0 + 1,62 + 0,33 + 0,02 = 8,43 \text{ l/s}$$

2.1.7.5. Factor de caudal medio

Es la relación entre el caudal medio y el número de habitantes futuros que se incluyan en el sistema, varía entre 0,002 y 0,005, si queda fuera de este rango, se asumen los valores más cercanos.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{\# \text{ habitantes futuros}}$$

$$f_{qm} = 8,43 / 7\,754 = 0,001$$

2.1.7.6. Factor de Harmond

Incrementa el caudal debido a la posibilidad que en determinado momento una gran cantidad de usuarios utilicen el sistema, lo cual congestionaría el flujo del agua. Es adimensional y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\# \text{ habitantes} / 1\,000}}{4 + \sqrt{\# \text{ habitantes} / 1\,000}}$$

$$FH = (18 + \sqrt{7\,754/1\,000}) / (4 + \sqrt{7\,754/1\,000}) = 3,06$$

2.1.7.7. Caudal de diseño

Es el producto de la multiplicación del factor de Harmond con el factor de caudal medio y el número de habitantes. Se expresa mediante la ecuación:

$$Q_{dis} = FH * f_{qm} * \# \text{ hab}$$

$$Q_{dis} = 3,06 * 0,002 * 7\,754 = 47,51 \text{ l/s}$$

2.1.8. Fundamentos hidráulicos

Para que exista un buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario que las tuberías no trabajen a presión, sino que trabajen como si fuesen canales por acción de la fuerza de gravedad. La rugosidad de las paredes de los canales (tubos) dependerá del tipo de material del que estén fabricados.

2.1.8.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

La ecuación de Manning es una ecuación experimental que toma en cuenta los factores que afectan el flujo de líquidos en un conducto. Toma en cuenta las variables de la rugosidad del material usado, pendiente y el radio hidráulico.

$$V = \frac{0,034 * D^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$\text{Velocidad (m/s)} = \frac{(0,034 * \text{diámetro en pulgadas}^{\frac{2}{3}} * \text{pendiente}^{\frac{1}{2}})}{\text{factor de rugosidad}}$$

2.1.8.2. Relaciones hidráulicas

- Relación q/Q : relación que determina qué porcentaje de caudal pasa con respecto al máximo posible, $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$.
- Relación v/V : relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena.
- Relación d/D : relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería.

Para hallar el valor de las relaciones v/V y d/D se utilizan las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q .

2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico

Son aquellos necesarios para diseñar de forma adecuada, la red de alcantarillado a utilizar y las características para su colocación. Con los parámetros de diseño hidráulico se busca optimizar el funcionamiento del alcantarillado sanitario.

2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar las mismas pruebas.

Dichas pruebas sirven para determinar un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería, manejando parámetros de rugosidad para materiales ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de sistemas de alcantarillados sanitarios. Entre estos parámetros, se mencionan:

Tabla I. **Rugosidad de materiales**

Material	Factor de rugosidad
Concreto	0,011 – 0,016
Hierro galvanizado	0,013 – 0,015
PVC	0,006 – 0,011

Fuente: Manual de bolsillo para instalación de tubos ADS. p 26.

2.1.9.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario, como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia, el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = V \times A \qquad A = \frac{\pi}{4} D^2$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

V = velocidad en m/s

A = área de la tubería en m²

2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas

Las normas generales para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal INFOM, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3 m/s
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,60 m/s

Las casas fabricantes de tubería para sistema de alcantarillado sanitario, establecen que los límites son: 0,40 metros/segundo como velocidad mínima y 5,00 metros/segundo como velocidad máxima.

2.1.9.4. Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular y se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya.

Las normas del INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8 pulgadas, en el caso de tubería de concreto, y de 6 pulgadas para tubería de PVC.

Para conexiones domiciliarias, se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto, y 4 pulgadas para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

En este proyecto, se utilizarán los requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad ADS.

2.1.9.5. Profundidad mínima del colector

La profundidad de la línea principal o colector, se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico.

Así mismo, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de los accidentes fortuitos.

2.1.9.5.1. Ancho de zanja

Para alcanzar la profundidad a la cual se encuentra el colector, se deben de hacer excavaciones en las distancias (indicadas por los pozos de visita) y dirección determinadas en la topografía de la red general.

La profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y requerimientos de la tubería a utilizar. A continuación se muestra una tabla de anchos de zanja aconsejables, en función de diámetro y alturas de excavación:

Tabla II. Anchos de zanja

Diámetro de tubería en pulgadas	Ancho de zanja		
	Profundidad 0 a 2 m	Profundidad 2 a 4 m	Profundidad 4 a 6 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80

Fuente: GARCÍA, Nery. Método práctico de presupuestos en construcción. p. 17.

2.1.9.5.2. Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería. Está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y del ancho de zanja, por lo cual depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y de la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales en metros cúbicos.

La fórmula para determinar el volumen de excavación, se define de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{H1 + H2}{2} \times d \times z$$

Donde:

$$\text{Vol} = ((\text{profundidad pozo 1} + \text{profundidad pozo 2})/2) * \text{distancia ente pozos} * \text{ancho de zanja}$$

2.1.9.5.3. Cotas invert

Es la cota o altura a la parte inferior de la tubería. Se trabaja conjuntamente con la rasante del pozo de visita para determinar la profundidad del mismo.

Esta se obtiene con la pendiente de la tubería y la distancia del tramo entre pozos, tomando las siguientes especificaciones:

- La cota invert de salida se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la invert de entrada.

- Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo es menor que el diámetro de la tubería de salida, la invert de salida estará colocada por debajo, una dimensión igual a la diferencia entre diámetros.

2.1.10. Ubicación de los pozos de visita

Ya que se tiene delimitado y determinado donde se ubicará el alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayor de 100 m
- En curvas no más de 30 m

2.1.11. Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$\text{HPV} = \text{cota del terreno al inicio} - \text{cota invert de salida del tramo}$$

Al realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes, se deben tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 centímetros debajo de la cota invert de entrada.

$$\phi A = \phi B$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita entre una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi A < \phi B$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada} - ((\phi B > \phi A) \times 0,0254)$$

- Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota invert de salida estará 3 centímetros debajo de la cota más baja que entre, y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi A = \phi B = \phi C$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada A} - 0,03$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada B} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.

- Cuando ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi A = \phi B \quad \phi C > \phi A, \phi C > \phi B$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada A} - ((\phi C - \phi A) \times 0,0254)$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada B} - ((\phi C - \phi B) \times 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi A \neq \phi B \quad \phi C > \phi A, \phi C > \phi B$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada A} - ((\phi C - \phi A) \times 0,0254)$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada B} - ((\phi C - \phi B) \times 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida será para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 centímetros, se toma el valor menor.

$$\phi C = \phi B \quad \phi A \neq \phi B, \phi C > \phi A$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada B} - 0,03$$

$$C \text{ Invert de salida} = C \text{ Invert de entrada A} - ((\phi C - \phi A) \times 0,0254)$$

- Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.

2.1.12. Características de las conexiones domiciliarias

La tubería para éstas conexiones será de 4 pulgadas de ADS, o de 6 pulgadas si es de concreto, presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45°, a favor de la corriente del caudal interno del colector; es decir, con las características que ya se han planteado anteriormente.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 metro desde el nivel del suelo.

Por lo tanto, en este proyecto, se utilizará tubo ADS de 4 pulgadas, así como silleta “Y” o “T” de 6 pulgadas x 4 pulgadas; para la candela se utilizará un tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro.

2.1.13. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas que establece el INFOM. En este proyecto, se beneficiará el mayor porcentaje de las viviendas actuales de los sectores de la aldea.

2.1.14. Ejemplo de diseño de un tramo

Con la meta de hacer más fácil el cálculo, se optó por utilizar una hoja electrónica para la cual se presentan las bases generales de diseño. Se presenta como ejemplo el tramo entre los pozos 21 y 22:

Tabla III. Datos de diseño

Datos generales	
Tipo de sistema	Alcantarillado
Período de diseño	27 años
Población actual	3 144 habitantes
Población futura	7 754 habitantes
Tasa de crecimiento	3,40 %
Tipo de tubería	ADS, Norma ASTM F949
Dotación	90 l/h/d
Factor de retorno	0,80
Densidad de habitantes/vivienda	6 hab/vivienda
Velocidad de diseño	$0,6 < V \leq 3$ m/s
Factor de caudal medio	0,002
Coefficiente de rugosidad ADS	0,010
Altura mínima de pozo	0,75 m
Conexión domiciliar	D = 4" pendiente mínima

Fuente: elaboración propia.

Pendiente del terreno

$$S\% = \frac{CT\ 1 - CT\ 2}{DH\ 1 - 2} \times 100$$

$$S = (9\,938,05 - 9\,932,37) * 100 / 68,82 = 8,26\%$$

No. de viviendas

$$\text{Locales} = 8$$

$$\text{Acumuladas} = 80 + 8 = 88 \text{ casas}$$

No. de habitantes a servir

$$P_o = 6 \text{ hab/viv} * 88 \text{ viv} = 528 \text{ hab}$$

$$P_f = 528 * (1 + 0,34)^{27} = 1\,302 \text{ hab}$$

Factor de Harmond

$$\text{FH actual} = (18 + (528 / 1\,000)^{0,5}) / (4 + (528 / 1\,000)^{0,5}) = 3,962$$

$$\text{FH futuro} = (18 + (1302 / 1\,000)^{0,5}) / (4 + (1302 / 1\,000)^{0,5}) = 3,723$$

Caudal de diseño

$$\text{Actual: } q \text{ dis} = 3,962 * 0,002 * 528 = 4,53 \text{ l/s}$$

$$\text{Futuro: } q \text{ dis} = 3,723 * 0,002 * 1302 = 10,5 \text{ l/s}$$

Sección llena

$$D = 6'' \quad S\% = 8,26\%$$

Velocidad

$$V = 0,034\,29 * 6^{2/3} * (8,26/100)^{1/2} / 0,01 = 3,254 \text{ m/s}$$

Área

$$A = \pi \cdot D^2 / 4 = \pi \cdot 0,1524^2 / 4 = 0,01824 \text{ m}^2$$

Caudal

$$Q = A \cdot V = 3,254 \cdot 0,01824 \cdot 1000 = 59,36 \text{ l/s}$$

Chequeo

Actual:

$$Q > q_{\text{dis}} \quad q_{\text{dis}}/Q = 4,53/59,36 = 0,07633$$

$$v/V = 0,5909 \quad v = 0,5909 \cdot 3,254 = 1,92 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,187$$

Futuro:

$$Q > q_{\text{dis}} \quad q_{\text{dis}}/Q = 10,5/59,36 = 0,16707$$

$$v/V = 0,7426 \quad v = 0,7426 \cdot 3,254 = 2,46 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,285$$

Cotas invert

$$\text{PV 21: CIS} = \text{CIE} - 0,03 \quad \text{CIS} = 9936,64 - 0,03 = 9936,61 \text{ m}$$

$$\text{PV 22: CIE} = \text{CIS} - \text{DH} \cdot \text{S} \quad \text{CIE} = 9936,61 - 68,82 \cdot 0,0826 = 9930,93 \text{ m}$$

Altura de pozos

$$\text{PV 21: } h_{21} = \text{CT} - \text{CIS}_{21} \quad h_{21} = 9938,05 - 9936,61 = 1,44 \text{ m}$$

$$\text{PV 22: } h_{22} = \text{CT} - \text{CIS}_{22} \quad h_{22} = 9932,37 - 9930,90 = 1,47 \text{ m}$$

El procedimiento descrito se aplicó para todos los tramos del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, siendo su variante el diámetro y los datos característicos de cada punto de acuerdo a la topografía. El resumen se presenta en el apéndice.

2.1.15. Desfogue

El desfogue de este proyecto se hará por medio de cuatro puntos diferentes, debido a la topografía del lugar y a la ubicación de las viviendas en la aldea. El detalle sobre ubicación de los desfogues en la aldea se ve en planos en el apéndice.

2.1.15.1. Ubicación

Los desfogues se definieron con base en la topografía y densidad de vivienda. Para el sector 1 (que se divide en dos fases,) ubicado en el lado este de la aldea, el desfogue se ubica desembocando en el río el Tapanal.

Para el sector 4, ubicado en el lado este de la aldea, se propone un desfogue que se comunicará con el río el Tapanal.

El sector 2, ubicado en el lado oeste de la aldea, se propone un desfogue que desembocará en el río Paxol, el cual se encuentra contaminado por las aguas servidas del municipio de San Juan Sacatepéquez.

El sector 3 se conectará en la red ya existente.

2.1.15.2. Propuesta de tratamiento

Se propone hacer tratamiento por medio de fosas sépticas.

2.1.15.2.1. Diseño de fosas sépticas

El diseño de la fosa séptica depende principalmente de la cantidad de viviendas a servir. Es recomendable que una fosa séptica no de servicio a más de 60 viviendas simultáneamente. Su diseño es el siguiente:

No. de viviendas = 60

No. de habitantes por vivienda = 6

Dotación por habitante = 90 l/h/d

Factor de retorno = 0,80

Caudal habitante/día = $90 * 0,80 = 72,0$ l/h/d

60 viviendas * 6 habitantes/vivienda = 360 habitantes

El volumen de líquidos se calcula para un período de retención de 24 horas. Por lo que:

$$\text{Vol. líq.} = (360 \text{ hab} * 72 \text{ l/h/d} * 1 \text{ día}) / 1000 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Vol. líq.} = 25,92 \text{ m}^3$$

Cada fosa séptica se limpiará cada 5 años y el volumen de lodos por persona será de 40 litros/habitante/año. Para calcular el volumen de lodos:

$$\text{Vol. lodos} = (40 \text{ l/h/a} * 360 \text{ hab} * 5 \text{ años}) / 1000 \text{ l/m}^3 = 72,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. total} = \text{Vol. líquidos} + \text{Vol. lodos} = \text{Volumen de la fosa séptica}$$

$$\text{Vol. total} = 25,92 + 72,0 = 97,92 \text{ m}^3 = \text{Volumen de la fosa séptica}$$

Para determinar las dimensiones de la fosa, se toma como referencia una relación longitud ancho de 2:1, el alto se propone de acuerdo a que no sea muy profunda para dificultar su construcción ni muy pequeña para que demande gran área superficial. Utilizando una profundidad de 2,50 metros, se propone:

$$\text{Volumen} = \text{ancho} * \text{alto} * \text{largo}$$

$$\text{Si el largo} = 2 \text{ veces el ancho}$$

$$\text{Volumen} = \text{alto} * 2 \text{ ancho}^2$$

$$100 = 2,5 * 2 \text{ ancho}^2$$

Ancho = 4,47 se toma ancho = 4,75 m (incremento como factor de seguridad)

$$\text{Con ello el largo será de } 2 * 4,75 = 9,50 \text{ m}$$

Las dimensiones de la fosa séptica serán:

$$\text{Largo} = 9,50 \text{ m} \quad \text{Ancho} = 4,75 \text{ m} \quad \text{Profundidad} = 2,50 \text{ m}$$

Las paredes se diseñaron con muros de gravedad de concreto ciclópeo, el techo de las fosas sépticas serán losas de concreto armado.

El detalle se ve en los planos en el apéndice.

2.1.15.2.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Para este proyecto, debido a la cercanía del nivel freático y de los cuerpos receptores al lugar de ubicación de las fosas sépticas, no se incorporarán pozos de absorción en el sistema de tratamiento.

2.1.16. Elaboración de planos

Se elaboraron 19 planos (apéndice), los cuales especifican detalladamente el sistema. Se enumeran a continuación:

- Planta de curvas de nivel y microcuencas
- Planta de densidad de vivienda
- Libreta topográfica
- Planta-perfil tramo 1
- Planta-perfil tramo 2
- Planta-perfil tramo 3
- Planta-perfil tramo 4
- Planta-perfil tramo 5
- Planta-perfil tramo 6
- Planta-perfil tramo 7
- Perfiles ramales tramo 1, hoja 1
- Perfiles ramales tramo 1, hoja 2
- Perfiles ramales tramo 3
- Perfiles ramales tramo 4
- Perfiles ramales tramo 6
- Perfiles ramales tramo 8
- Planta-perfil tramo PTAR

- Detalle de pozos de visita y de acometidas domiciliarias
- Detalle de fosa séptica y pozos de absorción

2.1.17. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 10% de imprevistos y 20% de costos indirectos (en los cuales se incluye administración, supervisión y utilidades).

Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. La mano de obra calificada y no calificada se referenció a precios utilizados por la municipalidad local en proyectos similares.

Tabla IV. **Tabla de resumen de presupuesto**

PRESUPUESTO					
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ					
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA					
JUNIO DE 2012					
No.	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1.0	LIMPIEZA, CHAPEO Y DESMONTE	M L	7095.28	Q 8.76	Q62,154.65
2.0	REPLANTEO TOPOGRAFICO Y TRAZO	M L	7095.28	Q 11.65	Q82,660.01
3.0	EXCAVACIÓN	M3	11446.82	Q 136.72	Q1,565,009.23
4.0	POZOS DE VISITA	Unidad	145		
4.1	POZO DE VISITA DE 0.74 a 0.98 m	Unidad	72	Q 2,317.35	Q166,849.20
4.2	POZO DE VISITA DE 1.00 a 1.47 m	Unidad	21	Q 3,104.13	Q65,186.70
4.3	POZO DE VISITA DE 1.50 A 1.72 m	Unidad	6	Q 3,556.11	Q21,336.65
4.4	POZO DE VISITA DE 2.00 A 2.48 m	Unidad	4	Q 4,778.13	Q19,112.50
4.5	POZO DE VISITA DE 2.50 a 2.69 m	Unidad	3	Q 5,179.88	Q15,539.65
4.6	POZO DE VISITA DE 3.00 a 3.33 m	Unidad	6	Q 6,251.24	Q37,507.45

Continuación de la tabla IV.

4.7	POZO DE VISITA DE 3.50 a 3.98 m	Unidad	7	Q 7,289.12	Q51,023.84
4.8	POZO DE VISITA DE 4.00 a 4.48 m	Unidad	3	Q 8,126.12	Q24,378.36
4.9	POZO DE VISITA DE 4.50 a 4.99 m	Unidad	4	Q 8,963.12	Q35,852.47
4.10	POZO DE VISITA DE 5.00 a 5.32 m	Unidad	7	Q 9,582.50	Q67,077.47
4.11	POZO DE VISITA DE 5.50 a 5.85 m	Unidad	3	Q10,469.71	Q31,409.14
4.12	POZO DE VISITA DE 6.00 a 6.32 m	Unidad	3	Q11,256.49	Q33,769.48
4.13	POZO DE VISITA DE 6.64 m	Unidad	2	Q11,792.17	Q23,584.34
4.14	POZO DE VISITA DE 7.16 m	Unidad	1	Q12,662.65	Q12,662.65
4.15	POZO DE VISITA DE 7.81 a 7.94 m	Unidad	2	Q13,968.37	Q27,936.73
4.16	POZO DE VISITA DE 8.31 m	Unidad	1	Q14,587.75	Q14,587.75
5.0	COLECTOR PRINCIPAL	M L	7095.28		
5.1	COLECTOR ADS DIAMETRO 6"	ML	5589.22	Q 68.31	Q381,807.20
5.2	COLECTOR ADS DIAMETRO 8"	ML	1189.46	Q 112.66	Q133,999.62
5.3	COLECTOR ADS DIAMETRO 10"	ML	316.60	Q 220.32	Q69,752.04
6.0	ACOMETIDAS DOMICILIARES	Unidad	436		
6.1	ACOMETIDAS DOMICILIARES	Unidad	436	Q 2,564.78	Q1,118,244.08
7.0	PRUEBA DE TUBERÍA	M L	7095.28		
7.1	PRUEBA DE TUBERÍA	M L	7095.28	Q 13.31	Q94,438.18
8.0	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M 3	11446.82		
8.1	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M 3	11446.82	Q 150.39	Q1,721,510.15
9.0	FOSAS SÉPTICAS	Unidad	9	Q96,287.67	Q866,589.03
10.0	REPARACIÓN CARPETA RODADURA	ML	4216.75		
10.1	REPARACIÓN CARPETA RODADURA	ML	4216.75	Q 133.10	Q561,249.43
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q7,305,228.01

EL COSTO DEL PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:

SIETE MILLONES TRES CIENTOS CINCO MIL DOSCIENTOS VEINTE Y OCHO CON 01/100 QUETZALES

Fuente: elaboración propia.

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental

Para realizar el estudio de impacto ambiental se utilizó la matriz de Leopold, en la cual es posible clasificar los impactos adversos significativos, no significativos y los benéficos significativos con base en el proyecto.

Los parámetros componentes de la matriz de Leopold son:

- Transformación y modificación del suelo
 - Modificación del hábitat
 - Alteración de la hidrología
 - Movimientos de tierra y nivelación del terreno

- Construcción
 - Caudal
 - Uso de maquinaria
 - Erosión
 - Nuevas plantaciones
 - Acuíferos

- Recursos
 - Acuíferos subterráneos
 - Aprovechamiento forestal

- Alteración
 - Arquitectónica (construcciones)
 - Alteración superficie terrestre

- Tratamiento químico
 - Fertilizantes y abonos
 - Control de la vegetación silvestre

La matriz de Leopold de este proyecto se encuentra en el apéndice.

2.1.19. Evaluación socioeconómica

Se subdivide en valor presente neto y tasa interna de retorno.

2.1.19.1. Valor Presente Neto

O Valor Actual Neto. Es una alternativa para la toma de decisiones de la inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, no hacer así malas inversiones que en el futuro provoquen pérdidas.

El Valor Actual Neto puede desplegar tres posibles respuesta, las cuales pueden ser:

- $VAN < 0$; cuando VAN es negativo y muy grande alejado de cero, indica que el proyecto no es rentable.
- $VAN = 0$; cuando VAN es cero, indica que se está generando el porcentaje de utilidad que se desea.
- $VAN > 0$; cuando VAN es positivo, indica que la opción es rentable y que incluso podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

$$P = F \times \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \quad P = A \times \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right)$$

Donde:

P= valor de pago único en el valor inicial a la operación (valor presente).

F= valor de pago único al final de período de la operación (valor de pago futuro).

A= valor de pago uniforme en un período determinado (valor de pago constante o renta) de ingreso.

I= tasa de interés de cobro por la operación (tas de unidad por la inversión a una solución).

n= período de tiempo que se pretende que dure la operación.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto=	Q 7 305 228,01
Costo de mantenimiento =	Q 160 000,00 / anual
Vida útil =	27 años
Tasa de interés =	10% anual
Ingreso inicial por conexión=	Q 560,00 / vivienda 560*524= Q 293 440,00
Ingresos anuales =	Q 15 / vivienda / mes 15*524*12 = Q94 320,00

Se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos:

$$VPN1 = -7\,305\,228,01 + 293\,440 - 160\,000 \times \frac{(1 - 0,1)^{27} - 1}{0,1 \times (1 - 0,1)^{27}} + 94\,320 \times \frac{(1 - 0,1)^{27} - 1}{0,1 \times (1 - 0,1)^{27}}$$

$$VPN1 = 3\,626\,389,99$$

$$VPN2 = -7\,305\,228,01 + 293\,440 - 160\,000 \times \frac{(1 + 0,1)^{27} - 1}{0,1 \times (1 + 0,1)^{27}} + 94\,320 \times \frac{(1 + 0,1)^{27} - 1}{0,1 \times (1 + 0,1)^{27}}$$

$$VPN2 = -7\,618\,488,83$$

$$VPN = VPN1 + VPN2 = 3\,626\,389,99 - 7\,618\,488,83 = -3\,992\,098,84$$

El VPN es negativo, debido a que no produce ganancia a ninguna institución, ya que es un proyecto de carácter social que beneficiará a 7 144 personas a futuro en la aldea Comunidad de Ruiz.

2.1.19.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$TIR = VPN \text{ beneficios} - VPN \text{ gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así interpolar de la siguiente manera:

Tasa 1	VPN+
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN-

$$TIR = \left(\frac{(i1 - i2)(0 - VPN(-))}{VPN(+) - VPN(-)} \right) + i2$$

$$TIR = \left(\frac{(-10 - 10) \times (0 - (-7\,395\,228,01))}{3\,626\,389,99 - (-7\,395\,228,01)} \right) + 10 = 3,55\%$$

La tasa interna de retorno es 3,55%; lo cual indica que el proyecto no es rentable, debido a que es menor a la tasa.

El proyecto se considera de tipo social, razón por la cual se contempla la relación costo contra beneficiarios.

2.2. Diseño de edificación de dos niveles para la Dirección Departamental de Educación del departamento de Sololá

El diseño de una edificación mediante el sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos para una institución tiene el proceso que se describe a continuación.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un edificio para albergar las instalaciones de la Dirección Departamental de Educación de Sololá.

La edificación constará con dos niveles, en los cuales se tendrán diez oficinas (acordes a los ambientes necesarios en la DDE). Tendrá un módulo de gradas con acceso a la terraza.

La estructura será a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, los cuales tendrán divisiones de ladrillo tubular y tabla yeso. Utilizará sistema de vigas nervuradas como cubierta y entrepiso, piso cerámico, puertas de madera y ventanas de metal y vidrio.

El diseño de la edificación se realizará para satisfacer las demandas del personal de la Dirección Departamental de Educación de Sololá, ya que la

edificación actual se encuentra en malas condiciones estructurales, además no es suficiente para albergar la cantidad de personas que laboran en ella.

2.2.2. Investigación preliminar

Previo a iniciar el diseño para la edificación, se informa sobre la situación actual.

2.2.2.1. Evaluación de edificación existente

La edificación existente tiene un área de 485,24 metros cuadrados, la cual según trabajadores de la institución, fue construida en 1997. Dicha edificación presenta fallas de corte inducidas por asentamientos mayores a los permisibles, además de deflexiones en su losa de hasta 4,1 centímetros (según ACI el mayor permitido es 2,5 centímetros); por lo cual se propone su demolición y construcción de un nuevo edificio.

2.2.2.2. Terreno disponible

El terreno dispone de un área de 750,13 metros cuadrados.

2.2.2.3. Análisis de suelos

Para el análisis de suelos, se propone realizar un estudio de compresión triaxial.

2.2.2.3.1. Ensayo compresión triaxial

Consiste en obtener una muestra inalterada de 1 pie cúbico del suelo en el que se pretende cimentar para determinar su valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

El valor soporte de un suelo es la capacidad del suelo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. El cálculo del valor soporte se realizó con la ecuación de capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1,3cN_c + qN_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

Para su cálculo, se utilizaron los siguientes datos, obtenidos en laboratorio como resultado del ensayo compresión triaxial:

Ángulo de fricción interna= 17,02°

Cohesión = 0,0

Base de la zapata= 2,55 m

Desplante = 2,0 m

Peso específico del suelo= 1,46 ton/m³

N_c = 4,78 N_q = 12,35 N_w = 3,54

$$q_u = 1,3 \cdot 0 \cdot 4,78 + 1,46 \cdot 2,0 \cdot 12,35 + 0,4 \cdot 1,46 \cdot 2,55 \cdot 3,54 = 19,16 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{con un FS} = 3 \quad q_u = 6,39 \text{ ton/m}^2$$

2.2.3. Diseño arquitectónico

Se refiere a darle la forma adecuada, y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para que el lugar sea cómodo y funcional para su uso, tomando en cuenta iluminación, ventilación y

distribución. El nuevo edificio tendrá 801,3 metros cuadrados de construcción, distribuidos en dos niveles.

2.2.3.1. Ubicación del edificio en el terreno

Debido a los resultados del estudio de compresión triaxial, las condiciones del suelo permiten que la nueva edificación se construya en el lugar en que se encuentra la actual.

Además, es la solución arquitectónica a la edificación contigua, que también es parte de las instalaciones de la institución.

2.2.3.2. Distribución de ambientes

La distribución, se hizo de forma que resuelva los requerimientos solicitados por los trabajadores de la institución, así como la disposición de las oficinas para atención a los usuarios del mismo, quedando de la siguiente manera:

- Planta primer nivel
 - Recepción
 - Bodega / almacén
 - Archivo general
 - DTP
 - DIGEEX
 - Certificaciones
 - Coordinación
 - Entrega educativa
 - Baños

- Planta segundo nivel
 - Dirección
 - Secretaría
 - Jurado
 - DIPLAN
 - DEFOSE
 - Comunicación social

En la parte posterior del edificio hay lugar para parqueo de 5 automóviles, con acceso a las instalaciones.

2.2.3.3. Altura de edificación

La altura de piso a cielo en los ambientes será de 3,10 metros, ello para proporcionar una temperatura adecuada en los ambientes y para confort de los ocupantes, además será suficiente para poder ventilar e iluminar con luz natural todos los ambientes según sea requerido.

2.2.3.4. Selección del sistema estructural a usar

Para elegir el mismo, se considera el uso que se le dará a la edificación: debe de cumplir los requisitos de funcionalidad, la estructura debe soportar las cargas a la que será sometida.

Además debe obedecer a circunstancias prácticas y económicas.

De acuerdo a las eventos sísmicos, hay sistemas que se desempeñan mejor que otros, por ello se busca un equilibrio entre los aspectos previamente mencionados.

Para esta edificación, la estructura se diseñará en base a marcos dúctiles con nudos rígidos (vigas y columnas de concreto reforzado), losas nervuradas en 2 sentidos de concreto reforzado, muros de mampostería de ladrillo tubular y paneles de tabla yeso para delimitar ambientes.

2.2.4. Análisis estructural

Es el estudio de la estructura que considera los efectos producidos por las fuerzas actuantes sobre un determinado sistema estructural, determinando las condiciones de cada parte del sistema para satisfacer las demandas inducidas.

Para inducir un equilibrio en el sistema estructural, el mismo debe ser estable. Para que sea estable, las partes del sistema deben ser de un material que impida el deterioro y/o destrucción de las mismas, por ello este material no debe ser llevado más allá de su resistencia límite al momento que actúen las fuerzas.

El equilibrio entonces, da lugar a un estudio que involucra procesos matemáticos y métodos derivados de ensayos de laboratorio practicados a los materiales de construcción.

Para este proyecto, el análisis de marcos se realizó por el método de Kani y se hizo una comprobación con ETABS 9.

2.2.4.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionar los elementos estructurales es dar medidas preliminares a los mismos para que puedan soportar las cargas a los cuales serán sometidos.

Para este efecto se recurre a experiencias previas en obras similares o bien con métodos analíticos cortos.

Con estos datos, se calcularán los efectos externos sobre la estructura. Para este proyecto se aplicaron los siguientes:

- Vigas

El ACI, para el caso de vigas rectangulares, considera peraltes mínimos, de acuerdo a rigideces adecuadas sin grandes deflexiones (las deflexiones son permisibles hasta 2,5 centímetros sin que se considere que el elemento ha fallado a compresión).

La tabla V, muestra el peralte de viga, dependiendo de la luz (L) que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador. Para este proyecto, se calcula la viga crítica, que es la de mayor longitud a rostros internos (en este caso con una luz de 7,5 metros).

Tabla V. **Peralte mínimo de vigas**

	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.			
Vigas	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Fuente: Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI (318-08). Sección 9.5.2.1.

En este proyecto:

$$L/21 = 7,0/21 = 0,333$$

Comparándole con un criterio de 8% de la luz crítica: $0,08 * 7,5 = 0,6$

Proponiéndose con un criterio intermedio, una sección de la viga: 35 x 50 cm

- Columnas

Se basa en la carga aplicada y el área tributaria para luego determinar la sección. Por simetría, se utilizará la de mayor área tributaria para que sea típica a todas las columnas en cada nivel.

Recomendaciones para dimensionar columnas:

- Columnas rectangulares: el lado menor debe tener 30 centímetros y el área total mínima es de 900 centímetros cuadrados.
- Columnas circulares: por lo menos 30 centímetros de diámetro.

Se utiliza la fórmula:

$$P = 0,8 \times (0,225 \times f'c \times Ag + fy \times As)$$

Donde:

P = carga axial (determinada por áreas tributarias) = 40 248 Kg

$f'c$ = 281 kg/cm²

fy = 2 810 kg/cm²

Ag = área gruesa de la sección

As = área de acero: $1\% Ag \leq As \leq 6\% Ag$

Para este proyecto:

$$40\,248 = 0,8 \cdot (0,225 \cdot 210 \cdot A_g + 2810 \cdot 0,01 \cdot A_g)$$

$$A_g = 550,89 \text{ cm}^2$$

Para efecto de diseño, tomando en consideración la base de la viga de 35 centímetros, se propone una sección de columna de 45 x 45 centímetros.

- Losa

Para losas que trabajan en dos sentidos, se pre dimensiona el peralte de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene.

Para este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados; tomando las medidas críticas se tiene:

$$\text{Espesor de losa} = \text{perímetro} / 180$$

$$= 2 \times (6,0 + 7,5) / 180$$

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

El máximo peralte que se puede utilizar con losa plana es 0,12 metros, por ello se propone usar losa nervurada en 2 sentidos.

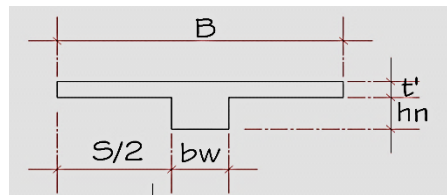
En el sistema de vigas nervuradas, se consideran vigas T que se diseñan para que trabajen en dos sentidos.

Las mismas dependen del alma y del ala, ya que su diseño dependerá del centroide en donde esté trabajando.

Para el predimensionamiento de las vigas T, se tomará el siguiente criterio:

$$\begin{aligned} h_n < 3.5 b_w & \quad B = S + b_w \\ 12t' < S < 75 \text{ cm} & \quad b_w \geq 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Figura 7. **Detalle partes de viga T**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Con ello se asumen los valores de b_w , B y h_n .

Los dos lados de $S/2$ se conocen como bovedillas.

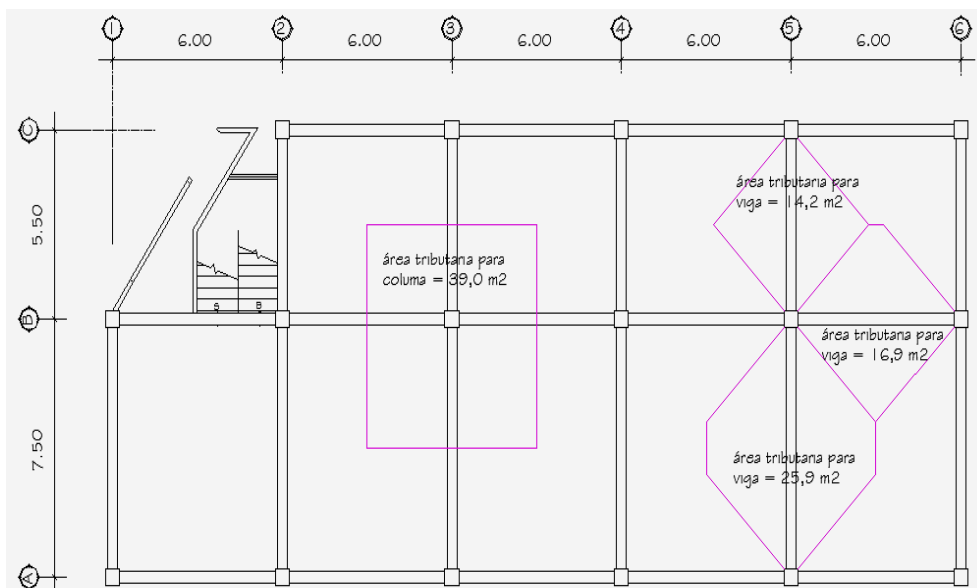
Para el caso de este proyecto, para que las bovedillas estén llenas, se utilizarán blocks sap de dimensiones 10,0 x 20,0 x 52,0 centímetros con lo cual se limitarán los datos anteriores a $S = 50,0$ centímetros en el sentido X y $S = 60,0$ centímetros en el sentido Y.

El valor de B debido a la posición de los blocks sap, será 75,0 centímetros en el sentido X y 65,0 centímetros para el sentido Y.

Los valores de t' y de b_w será de 5 y 15 centímetros respectivamente en ambos sentidos.

La vista en planta de la estructura, muestra que la distribución estructural en planta se muestra en la figura 8.

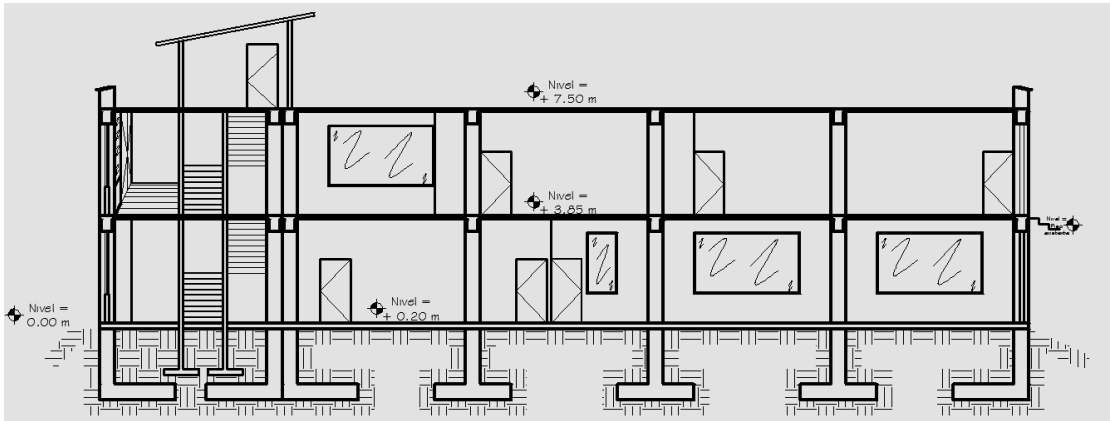
Figura 8. **Planta típica de primer y segundo nivel**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Además, en las elevaciones frontal y lateral, se muestra la altura a la que se encuentra el piso en cada nivel. También se muestra como podría aprovecharse el lugar que ocupa la azotea para usos diversos.

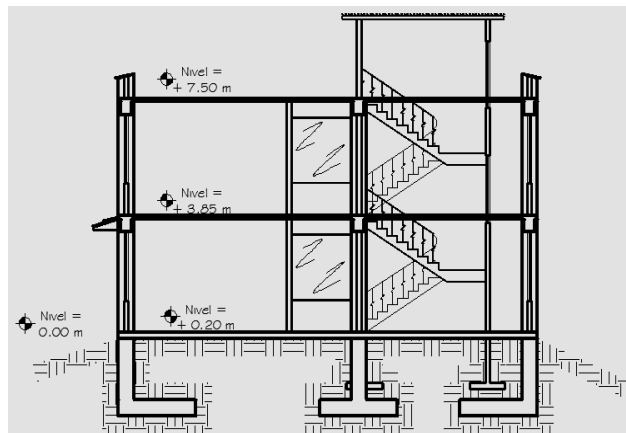
Figura 9. **Elevación frontal**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Las figuras 9 y 10 muestran la distribución estructural de la estructura en elevación.

Figura 10. **Elevación lateral**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.2. Cargas de diseño

De acuerdo con la dirección de aplicación, existen dos tipos de cargas que pueden actuar en una estructura: cargas verticales y cargas horizontales.

2.2.4.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Llamadas también cargas por gravedad, se subdividen a su vez en carga viva y carga muerta. La carga viva es una carga ocasional, no es constante; se representa por medio del peso de personas, mobiliario, equipo, y maquinaria entre otros.

La carga muerta, es aquella carga constante, permanente e inamovible dentro de una estructura; está constituida generalmente por el peso propio de sus elementos.

Para este proyecto, de acuerdo a AGIES, los valores usados en este caso para cargas verticales son:

Carga muerta (CM)

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

peso de acabados = 50 kg/m^2

peso de muros = 150 kg/m^2

Carga viva (CV)

entrepiso = 350 kg/m^2

en techo = 350 kg/m^2

En este proyecto, la integración de cargas se hizo por nivel, se consideró en la misma el efecto de los elementos estructurales, los muros fabricados con ladrillos tubulares, ventanales, efecto por bovedillas y divisiones entre espacios fabricadas con tabla yeso.

La forma de integrar las cargas se muestra en las tablas VI y VII a continuación:

Tabla VI. Integración de cargas primer nivel

ELEMENTO	b (m)	a (m)	h o L (m)	γ (kg/m3)	peso/m2	cantidad	W (kg)
Cimientos	2.00	2.00	0.50	2400	-	15.0	72000.00
Cimiento corrido	0.20	0.40	137.00	2400	-	-	26304.00
Columnas	0.45	0.45	7.25	2400	-	15	52852.50
Vigas	0.35	0.55	137.00	2400	-	-	63294.00
Losa	0.05	13.00	24.00	2400	-	-	37440.00
Nervios	0.19	0.10	1292.00	2400	-	-	58915.20
Tabiques X.1	24.00	4.50	-	-	150	2	32400.00
Tabiques X.2	24.00	2.00	-	-	150	2	14400.00
Tabiques Y	13.00	4.50	-	-	150	5	43875.00
Ventanales	3.35	2.00	-	-	15	8	53.60
Acabados	24.00	13.00	-	-	50	-	15600.00
Sobrecarga	24.00	13.00	-	-	50	-	15600.00
						W total	432734.30

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Integración de cargas segundo nivel

ELEMENTO	b (m)	a (m)	h o L (m)	γ (kg/m3)	peso/m2	cantidad	W (kg)
Columnas	0.45	0.45	1.75	2400	-	15	12757.50
Vigas	0.35	0.55	137.00	2400	-	-	63294.00
Losa	0.05	13.00	24.00	2400	-	-	37440.00
Nervios	0.19	0.10	1292.00	2400	-	-	58915.20
Tabiques X.1	24.00	0.50	-	-	150	2	3600.00
Tabiques X.2	24.00	1.50	-	-	150	2	10800.00
Tabiques Y	13.00	1.50	-	-	150	5	14625.00
Ventanales	3.35	1.50	-	-	15	8	40.20
Acabados	24.00	13.00	-	-	50	-	15600.00
Sobrecarga	24.00	13.00	-	-	50	-	15600.00
						W total	232671.90

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de acción de la gravedad. Son producidas por efectos de sismo, viento o impacto, por lo cual son puramente dinámicas (a diferencia de las verticales que son estáticas). Para efectos de análisis estructural, se considera solo una de las anteriores, ya que los fenómenos que les provocan no ocurren simultáneamente.

Los edificios que se diseñan en Guatemala, toman el fenómeno sismo como patrón, ya que el país se considera como zona sísmica. En este proyecto, se utilizará el método SEAOC para encontrar las fuerzas producidas por efecto de sismo.

2.2.4.3. Fuerzas sísmicas

Se calculan por medio del método SEAOC, el cual permite calcular el corte basal de una estructura. El corte basal es la fuerza sísmica transmitida por el suelo al edificio en su base. Se calcula por la siguiente fórmula:

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

Donde:

Z = coeficiente de zonificación (en Guatemala Z = 1)

C = coeficiente natural de vibración

$t = 0,09 * \text{altura del edificio} / (\sqrt{\text{base edificio}})$

$C = 1 / (15 * \sqrt{t})$

Si $C * S > 0,14$, entonces $C * S = 0,14$

I = coeficiente de importancia, por su uso en un evento sísmico (para este proyecto I = 1,25)

K = coeficiente del sistema estructural, por ser marcos dúctiles con nudos rígidos (para este proyecto = 0,67)

S = coeficiente del tipo de suelo, S = 1,50

W = peso de la estructura + 25% del total de carga viva

El valor de C se calcula en sentido X e Y de la siguiente forma:

$$t_x = (0,09 * 9 / (24^{0,5})) = 0,165 \quad C_x = 1 / (15 * (0,165^{0,5})) = 0,164$$

$$t_y = (0,09 * 9 / (13^{0,5})) = 0,225 \quad C_y = 1 / (15 * (0,225^{0,5})) = 0,141$$

El producto C * S en cada sentido queda:

$$C_x * S = 0,164 * 1,5 = 0,246 \quad \text{usar } C_x * S = 0,14$$

$$C_y * S = 0,141 * 1,5 = 0,211 \quad \text{usar } C_y * S = 0,14$$

Tabla VIII. **Peso por nivel + 25% CV**

NIVEL	Peso (kg)	25% CV (kg)	Total (kg)	Total (Ton)
1	432734.30	23400	456134.30	456.1343
2	232671.90	23400	256071.90	256.0719
			W total	712.21

Fuente: elaboración propia.

La tabla VIII muestra un cuadro de resumen del peso de la estructura por nivel y le suma 25% de carga viva.

El corte basal de la estructura queda:

$$V_b = Z * C * S * I * K * W$$

$$V_{bx} = V_{by} = 1 * 0,14 * 1,25 * 0,67 * 723,71 = 83,51 \text{ Ton}$$

Con base en la altura de cada nivel, se procede a calcular la fuerza actuante en cada uno de ellos (en este proyecto son dos niveles), por medio de la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V_b - F_t) * W_i h_i}{\sum (W_i h_i)}$$

Donde:

V = corte basal

F_t = fuerza de techo. Si t < 0,25 segundos (período de vibración), entonces

F_t = 0 (en este proyecto, t_x = 0,165 y t_y = 0,225, entonces F_t = 0)

W = peso propio de la estructura + 25% CV

W_i = peso propio de la estructura por nivel + 25% CV por nivel

h_i = altura desde nivel de piso hasta nivel considerado

Tabla IX. **Fuerzas por nivel**

Nivel	W _i	h _i	W _i *h _i	Sentido X		Sentido Y	
				F _i	V _i	F _i	V _i
2	256.0719	6.6	1690.0745	45.466344	45.466	45.466344	45.466
1	456.1343	3.1	1414.0163	38.039833	83.506	38.039833	83.506
	712.2062		3104.0909				

Fuente: elaboración propia.

A partir de las fuerzas por nivel, se calculan las fuerzas por marco, la división de la fuerza de piso F_i es proporcional a la rigidez de los marcos.

La rigidez de cada marco se calcula mediante la fórmula:

$$R_i = \frac{48 E}{h_i \times \left(\frac{4 \times h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_f + h_s}{\sum K_{vf}} + \frac{h_i + h_s}{\sum K_{vi}} \right)}$$

Donde:

R_i = rigidez del marco

E = módulo de elasticidad del concreto

h_i = altura de nivel propio en que se calcula (cm)

h_f = altura de nivel inferior al que se calcula (cm)

h_s = altura de nivel superior al que se calcula (cm)

K_{ci} = inercia de columna * número de columnas / longitud de columna del nivel en que se calcula

K_{vf} = inercia de viga * número de vigas / longitud de viga del nivel inferior al que se calcula

K_{vi} = inercia de viga * número de vigas / longitud de viga del nivel en que se calcula

La rigidez se calcula para cada marco en cada sentido. Como ejemplo se usan los datos del marco A del sentido X:

$$R_i = \frac{48 E}{h_i \times \left(\frac{4 \times h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_f + h_s}{\sum K_{vf}} + \frac{h_i + h_s}{\sum K_{vi}} \right)}$$

$$h_i = 350 \text{ cm} \quad h_f = 350 \text{ cm} \quad h_s = 0,0 \text{ cm}$$

$$I_{\text{viga}} = 1/12 * 35 * 50 = 302 817,08 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = 1/12 * 45 * 45 = 341 718,75 \text{ cm}^4$$

$$\sum K_{ci} = 341 718,75 * 5 / 300 = 5 695,30 \text{ cm}^4$$

$$\sum K_{vf} = 302 817,08 * 4 / 600 = 2 018,78 \text{ cm}^4$$

$$\sum K_{vi} = 302 817,08 * 4 / 600 = 2 018,78 \text{ cm}^4$$

$$R_i = 48 * E / (350 * ((4*350/5 695,30)+(350/2 018,78)+(350/2 018,78))= 0,231 E$$

De la misma manera se hizo con los demás marcos en ambos sentidos en ambos niveles. Las tablas X y XI muestran estos resultados:

Tabla X. Rigideces por marco segundo nivel

SENTIDO X							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
A	5695.3	3235.0694	3235.0694	350.0	350.0	0.0	0.2967
B	5695.3	3235.0694	3235.0694	350.0	350.0	0.0	0.2967
C	5695.3	3235.0694	3235.0694	350.0	350.0	0.0	0.2967

SENTIDO Y							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
1	3417.2	1529.3056	1529.3056	350.0	350.0	0.0	0.1581
2	3417.2	1529.3056	1529.3056	350.0	350.0	0.0	0.1581
3	3417.2	1529.3056	1529.3056	350.0	350.0	0.0	0.1581
4	3417.2	1529.3056	1529.3056	350.0	350.0	0.0	0.1581
5	3417.2	1529.3056	1529.3056	350.0	350.0	0.0	0.1581

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Rigideces por marco primer nivel

SENTIDO X							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
A	5695.3	3235.0694	3235.0694	0.0	550.0	350.0	0.1129
B	5695.3	3235.0694	3235.0694	0.0	550.0	350.0	0.1129
C	5695.3	3235.0694	3235.0694	0.0	550.0	350.0	0.1129

SENTIDO Y							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
1	3417.2	1529.3056	336.16162	0.0	550.0	350.0	0.0246
2	3417.2	1529.3056	336.16162	0.0	550.0	350.0	0.0246
3	3417.2	1529.3056	336.16162	0.0	550.0	350.0	0.0246
4	3417.2	1529.3056	336.16162	0.0	550.0	350.0	0.0246
5	3417.2	1529.3056	336.16162	0.0	550.0	350.0	0.0246

Fuente: elaboración propia.

Con base en las rigideces calculadas, se procede a calcular el centro de rigidez y el corte actuante por efecto de torsión en cada uno de los marcos, mediante las siguientes fórmulas:

Se tomó como referencia la intersección en los ejes 1 y C para colocar las coordenadas (0,0) del sistema.

$$V_d = V_{ib} \cdot R_i / \sum R_i \quad B_t = \sum R_i \cdot y_i / \sum R_i$$

$$A_{it} = A_i - A_t \quad V_{ia} = R_i \cdot B_{it} / \sum (R_i \cdot B_{it}^2 + R_i \cdot A_{it}^2) \cdot M_{ta}$$

$$e_c = A_t - A_{cm} \quad M_{ta} = V_a \cdot e_b \quad V_t = V_d + V_{ia}$$

edis, el mayor valor absoluto entre $1,5 \cdot e_c + 0,1 \cdot b$ y $e_c - 0,1 \cdot b$

Como ejemplo se usan los datos del marco A del sentido X:

$$R_i = 0,231 \quad y_i = 13,0 \quad V_x = 46,405$$

$$R_i \cdot y_i = 0,231 \cdot 13,0 = 3,01$$

$$V_d = 46,405 \cdot 0,231 / 0,694 = 15,468$$

$$Y_t = 4,28 / 0,694 = 6,167$$

$$Y_{it} = 13,0 - 6,167 = 6,833$$

$$R_i \cdot Y_{it} = 0,231 \cdot 6,833 = 1,582$$

$$R_i \cdot (Y_{it})^2 = 0,231 \cdot 6,833^2 = 10,807$$

$$e_c = 6,167 - 13,0 / 2 = -0,333$$

edis = mayor valor absoluto entre:

$$1,5 \cdot -0,333 + 0,1 \cdot 13 = 0,8$$

$$-0,333 - 0,1 \cdot 13 = -1,633$$

$$M_{tx} = 46,405 \cdot 1,633 = 75,794$$

$$V_{ix} = 1,582 \cdot 75,794 / (19,711 + 43,187) = 1,91$$

$$V_t = 15,468 - 1,91 = 17,374$$

17,374 toneladas actúan horizontalmente en el marco A segundo nivel.

Las tablas XII y XIII muestran las fuerzas actuantes por marco por nivel por sentido, así como los valores necesarios para el cálculo de los mismos:

Tabla XII. **Fuerzas actuantes por torsión por marco segundo nivel**

SENTIDO X										
MARCO	Ri	yi	Ri * yi	Vx	Vd	Yit	Ri * Yit	Ri * (Yit) ²	Vix	Vt
A	0.297	13.0	3.86	45.466	15.155	6.833	2.028	13.855	1.8320	16.98749
B	0.297	5.5	1.63	45.466	15.155	-0.667	-0.198	0.132	-0.1787	14.97671
C	0.297	0.0	0.00	45.466	15.155	-6.167	-1.830	11.284	-1.6533	13.50214
	0.890		5.49					25.271		45.46634
Yt=	4.99/0.810	6.167		edis, mayor valor absoluto entre			0.800		Mtx =	74.262
ec=	6.167 - 13/2	-0.3333					-1.633			
SENTIDO Y										
MARCO	Ri	xi	Ri * xi	Vy	Vd	Xit	Ri * Xit	Ri * (Xit) ²	Viy	Vt
1	0.158	0.0	0.00	45.466	9.093	-12.000	-1.897	22.767	-1.2595	7.83380
2	0.158	6.0	0.95	45.466	9.093	-6.000	-0.949	5.692	-0.6297	8.46354
3	0.158	12.0	1.90	45.466	9.093	0.000	0.000	0.000	0.0000	9.09327
4	0.158	18.0	2.85	45.466	9.093	6.000	0.949	5.692	0.6297	9.72300
5	0.158	24.0	3.79	45.466	9.093	12.000	1.897	22.767	1.2595	10.35274
	0.791		9.49					56.918		45.46634
Xt=	8.21/0.684	12.000		edis, mayor valor absoluto entre			1.200		Mty =	54.560
ec=	12-24/2	0.0000					-1.200			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Fuerzas actuantes por torsión por marco primer nivel

SENTIDO X											
MARCO	Ri	yi	Ri * yi	Vx	Vd	Yit	Ri * Yit	Ri * (Yit) ²	Vix	Vt	
A	0.113	13.0	1.47	38.040	12.680	6.833	0.772	5.274	2.5964	15.27631	
B	0.113	5.5	0.62	38.040	12.680	-0.667	-0.075	0.050	-0.2533	12.42664	
C	0.113	0.0	0.00	38.040	12.680	-6.167	-0.697	4.295	-2.3431	10.33688	
			0.339			2.09				9.619	38.03983
Yt=	1.85/0.300	6.167	edis, mayor valor absoluto entre				0.800	Mtx =			62.132
ec=	6.167 - 13/2	-0.3333					-1.633				
SENTIDO Y											
MARCO	Ri	xi	Ri * xi	Vy	Vd	Xit	Ri * Xit	Ri * (Xit) ²	Viy	Vt	
1	0.025	0.0	0.00	38.040	7.608	-12.000	-0.295	3.540	-0.7291	6.87885	
2	0.025	6.0	0.15	38.040	7.608	-6.000	-0.148	0.885	-0.3646	7.24341	
3	0.025	12.0	0.30	38.040	7.608	0.000	0.000	0.000	0.0000	7.60797	
4	0.025	18.0	0.44	38.040	7.608	6.000	0.148	0.885	0.3646	7.97252	
5	0.025	24.0	0.59	38.040	7.608	12.000	0.295	3.540	0.7291	8.33708	
			0.123			1.48				8.850	38.03983
Xt=	1.51/0.126	12.000	edis, mayor valor absoluto entre				1.200	Mty =			45.648
ec=	12-24/2	0.0000					-1.200				

Fuente: elaboración propia.

De esta forma, las coordenadas del centro de rigidez son (12,0; 6,167); lo que muestra que la excentricidad existe únicamente en el eje Y (las coordenadas del centro geométrico son (12,0; 7,5); la coordenada en X es la misma que en el centro de rigidez).

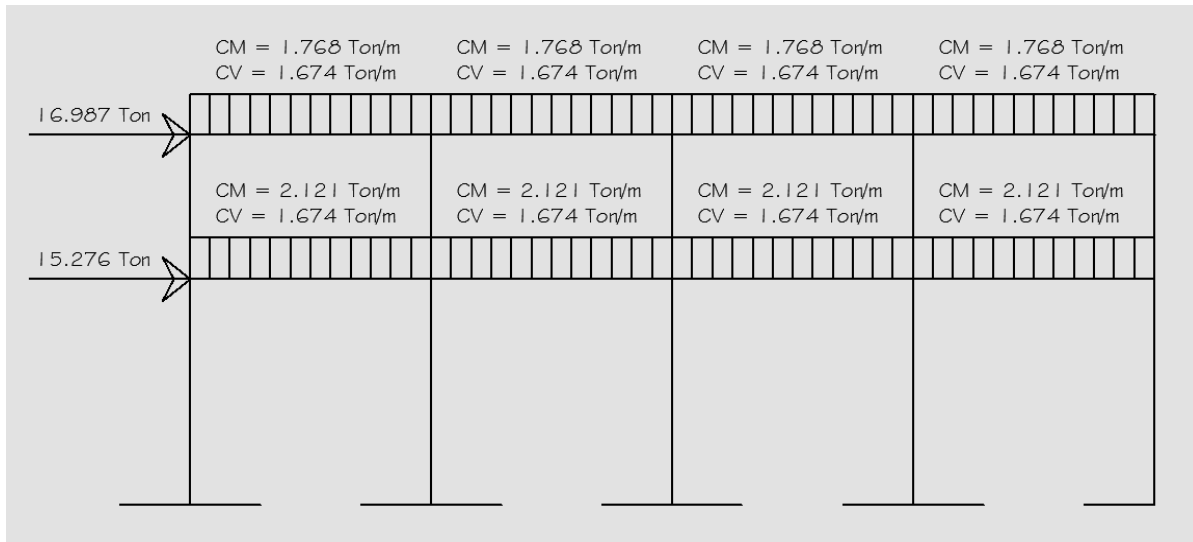
2.2.4.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Se generan a partir de la distribución de las fuerzas cortantes en cada uno de los niveles en cada uno de los marcos de la estructura calculada, al unir el efecto de las cargas horizontales (sismo), y las cargas verticales (carga viva y carga muerta).

El modelo matemático de la estructura considera las combinaciones de carga más críticas, tomando las cargas verticales en los marcos centrales, y las fuerzas cortantes de los marcos de borde.

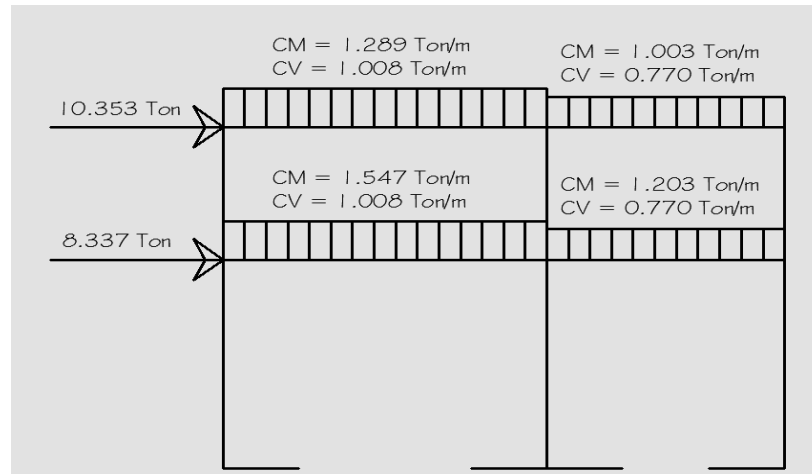
La distribución de cargas aplicadas en el modelo matemático se muestra en las figuras 11 y 12.

Figura 11. Cargas distribuidas eje X



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 12. Cargas distribuidas eje Y



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.5. Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani y comprobación por medio de software ETABS®

A continuación, se describe el método de Kani para el cálculo de momentos actuantes en la estructura y el software ETABS® como comprobación de los resultados obtenidos con el método de Kani.

2.2.4.5.1. Método de Kani

La presente descripción del método de Kani es aplicable únicamente en miembros de sección constante; no incluye casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- Cálculo de momentos fijos (MFik); se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (Ms); se calculan cuando hay cargas verticales.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- Determinación de fuerzas de sujeción (H); se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$H = FM_{NIVELn}$ (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Qn); se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Cálculo de momentos de piso (Mn); se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = (Q_n * h_n) / 3 \quad h_n = \text{altura del piso "n"}$$

- Cálculo de rigideces de los elementos (kik)

$$k_{ik} = I / L_{ik} \quad I = \text{inercia del elemento}$$

$L = \text{longitud del elemento}$

- Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \sum i_n)$$

- Cálculo de factores de corrimiento (v_{ik}); se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v_{ik} = -3/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}); las influencias de giro se calculan de acuerdo al efecto de ladeo.

$$\begin{array}{ll} M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) & \text{sin ladeo} \\ M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{in})) & \text{con ladeo} \end{array}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}); se calcula cuando existe ladeo.

$$\begin{array}{ll} M''_{ik} = v_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) & \text{ladeo por asimetría} \\ M''_{ik} = v_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) & \text{ladeo por fuerza horizontal} \end{array}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$\begin{array}{ll} M_{ik} = M_{Fik} + 2 M'_{ik} + M'_{ki} & \text{sin ladeo} \\ M_{ik} = M_{Fik} + 2 M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} & \text{con ladeo} \end{array}$$

- Ejemplo del método de Kani – carga muerta – marco Y

Se describe el método de Kani para la carga muerta en el marco Y.

- Cálculo de momentos fijos (M_{Fik}); $M_F = \pm w l^2 / 12$

$$MF_{AB} = -1,673 \cdot 7.5^2 / 12 = -7,842 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{AB} = -7,842 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{BA} = 7,842 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{BC} = -3,516 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{CB} = 3,516 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{DE} = -9,410 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{ED} = 9,410 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{EF} = -4,220 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$MF_{FE} = 4,220 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

- Cálculo de momentos de sujeción $M_s = (MF_{ik})$

$$\text{Nudo A} = MF_{AB} = -7,842 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo B} = MF_{BA} + MF_{BC} = 7,842 - 3,516 = 4,326 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CB} = 3,516 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DE} = -9,410 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo E} = MF_{ED} + MF_{EF} = 9,410 - 4,220 = 5,190 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo F} = MF_{FE} = 4,220 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

- Cálculo de rigideces de los elementos (Kik)

Inercia de elementos rectangulares $I = bh^3/12$

$$I_{\text{viga}} = 35 \cdot 50^3 / 12 = 364\,583,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = 45 \cdot 45^3 / 12 = 341\,718,75 \text{ cm}^4$$

Inercia relativa

$$I_{\text{viga}} = 364\,583,33 / 341\,718,75 = 1,067$$

$$I_{\text{columna}} = 341\,718,75 / 341\,718,75 = 1,00$$

Rigidez $K = I/L$

Rigidez de columnas de primer nivel	$K = 1/5,5 = 0,182$
Rigidez de columnas de segundo nivel	$K = 1/3,5 = 0,286$
Rigidez de vigas de 7,5 m de longitud	$K = 1,067/7,5 = 0,142$
Rigidez de vigas de 5,5 m de longitud	$K = 1,067/5,5 = 0,194$

- Cálculo de factores de corrimiento (ν_{ik})

Nivel 2

$$\nu_2 = -3/2 * (K \text{ columnas} / \sum K \text{ columnas}) = -3/2 * (0,286 / (3 * 0,286)) = -0,5$$

Nivel 1

$$\nu_1 = -3/2 * (K \text{ columnas} / \sum K \text{ columnas}) = -3/2 * (0,182 / (3 * 0,182)) = -0,5$$

- Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{AB} = -1/2 * (K_{AB} / (K_{AB} + K_{AD})) = -1/2 * (0,142 / ((0,142 + 0,286))) = -0,166$$

$$\mu_{AD} = -1/2 * (K_{AD} / (K_{AB} + K_{AD})) = -1/2 * (0,286 / ((0,142 + 0,286))) = -0,334$$

$\mu_{BA} = -0,114$	$\mu_{BC} = -0,156$	$\mu_{BE} = -0,230$
$\mu_{CB} = -0,202$	$\mu_{CF} = -0,298$	$\mu_{DA} = -0,234$
$\mu_{DE} = -0,117$	$\mu_{DG} = -0,149$	$\mu_{EB} = -0,178$
$\mu_{ED} = -0,088$	$\mu_{EF} = -0,121$	$\mu_{EH} = -0,113$
$\mu_{FC} = -0,216$	$\mu_{FE} = -0,147$	$\mu_{FI} = -0,137$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}), primera iteración

Nudo D

$$M'_{DG} = \mu_{DG} * (MSD + (M'_{ED} + M'_{AD} + M'_{GD})) = -0,149 * (-6,042 + 0 + 0 + 0)$$

$$M'_{DG} = 0,901$$

$$M'_{DE} = 0,705$$

$$M'_{DA} = 1,415$$

Nudo A

$$M'_{AD} = \mu_{AD} * (MSA + (M'_{DA} + M'_{BA})) = -0,334 * (-5,035 + 1,415 + 0)$$

$$M'_{AD} = 1,208$$

$$M'_{AB} = 0,602$$

Nudo B

$$M'_{BA} = \mu_{BA} * (MSB + (M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB})) = -0,114 * (-2,928 + 0,602 + 0 + 0)$$

$$M'_{BA} = -0,404$$

$$M'_{BE} = -0,811$$

$$M'_{BC} = -0,550$$

Nudo C

$$M'_{CB} = \mu_{CB} * (MSC + (M'_{BC} + M'_{FC})) = -0,202 * (-2,106 + (-0,550) + 0)$$

$$M'_{CB} = -0,315$$

$$M'_{CF} = -0,463$$

Nudo F

$$M'_{FC} = \mu_{FC} * (MSF + (M'_{CF} + M'_{EF} + M'_{IF})) = -0,216 * (-2,528 + (-0,463) + 0 + 0)$$

$$M'_{FC} = -0,446$$

$$M'_{FE} = -0,302$$

$$M'_{FI} = -0,284$$

Nudo E

$$M'_{ED} = \mu_{ED} * (MSE + (M'_{FE} + M'_{BE} + M'_{DE} + M'_{HE})) =$$

$$M'_{ED} = -0,088 * (3,514 - 0,302 - 0,811 + 0,705)$$

$$M'_{ED} = -0,275$$

$$M'_{EF} = -0,375$$

$$M'_{EB} = -0,552$$

$$M'_{EH} = -0,351$$

Al terminar el primer ciclo de iteraciones, se procede a realizar la segunda iteración con base en los resultados de la primera.

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M''_{ik}), segunda iteración

Nudo D

$$M'_{DG} = \mu_{DG} * (MSD + (M'_{ED} + M'_{AD} + M'_{GD})) =$$

$$-0,149 * (-6,042 + 0,901 + 0,795 + 1,415)$$

$$M'_{DG} = 0,762$$

$$M'_{DE} = 0,596$$

$$M'_{DA} = 1,197$$

Nudo A

$$M'_{AD} = \mu_{AD} * (MSA + (M'_{DA} + M'_{BA})) = -0,334 * (-5,035 + 1,197 - 0,404)$$

$$M'_{AD} = 1,416$$

$$M'_{AB} = 0,705$$

Nudo B

$$M'_{BA} = \mu_{BA} * (MSB + (M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB})) = -0,114 * (-2,928 + 0,705 - 0,552 - 0,315)$$

$$M'_{BA} = -0,316$$

$$M'_{BE} = -0,636$$

$$M' BC = -0,431$$

Nudo C

$$M'CB = \mu_{CB} * (M_{SC} + (M'BC + M'FC)) = -0,202 * (-2,106 - 0,431 - 0,446)$$

$$M' CB = -0,249$$

$$M' CF = -0,366$$

Nudo F

$$M'FC = \mu_{FC} * (M_{SF} + (M'CF + M'EF + M'IF)) = -0,216 * (-2,528 - 0,366 - 0,375 + 0)$$

$$M' FC = -0,386$$

$$M' FE = -0,262$$

$$M' FI = -0,246$$

Nudo E

$$M' ED = \mu_{ED} * (M_{SE} + (M'FE + M'BE + M'DE + M'HE)) =$$

$$M' ED = -0,088 * (3,514 - 0,262 - 0,636 + 0,596)$$

$$M' ED = -0,284$$

$$M' EF = -0,388$$

$$M' EB = -0,571$$

$$M' EH = -0,363$$

Nota: en este ejemplo se necesitaron 9 iteraciones, las cuales no se describen todas por razones de espacio.

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M''_{ik}), segunda iteración

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M''_{ik}$$

Vigas:

$$MAB = MF AB + 2M'AB + M'BA$$

$$MAB = -5,035 + 2 \cdot 0,698 - 0,320 = -3,958 \cdot 1000 = -3\,958,237 \text{ Kg-m}$$

$$MBA = MF BA + 2M'BA + M'AB$$

$$MBA = -2,928 + 2 \cdot (-0,320) + 0,698 = 5,093 \cdot 1000 = 5\,092,879 \text{ Kg-m}$$

Columnas:

$$MAD = MF AD + 2M'AD + M'DA$$

$$MAD = 0 + 2 \cdot 1,403 + 1,153 = 3,958 \cdot 1000 = 3\,958,237 \text{ Kg-m}$$

$$MDA = MF DA + 2M'DA + M'AD$$

$$MDA = 0 + 2 \cdot 1,153 + 1,403 = 3,798 \cdot 1000 = 3\,798,472 \text{ Kg-m}$$

- Ejemplo del método de Kani – carga viva – marco Y

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por esa razón, este inciso no se detalla, y se limita a mostrar los resultados en la figura 14.

- Ejemplo del método de Kani – carga sísmica – marco Y

- Determinación de fuerzas de sujeción:

$$\text{Nivel 2} = 8,006 \text{ ton} \quad h_2 = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Nivel 1} = 6,867 \text{ ton} \quad h_1 = 5,5 \text{ m}$$

- Determinación de la fuerza cortante en el piso (Q_n):

$$Q \text{ nivel 2} = 8,006 \text{ ton}$$

$$Q \text{ nivel 1} = 8,006 + 6,867 = 14,873 \text{ ton}$$

- Cálculo de momentos de piso (Mn):

$$M \text{ nivel 2} = (8,006 \cdot 3,5) / 3 = 9,34 \text{ ton-m}$$

$$M \text{ nivel 1} = (14,873 \cdot 5,5) / 3 = 27,27 \text{ ton-m}$$

Las rigideces, los factores de giro y los factores de corrimiento que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza sísmica.

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''ik), primera iteración:

Nivel 2

$$M'' \text{ nivel 2} = V \text{ nivel 2} (M \text{ nivel 2} + (M'AD + M'DA + M'BE + M'EB + M'CF + M'FC))$$

$$M'' \text{ nivel 2} = -0,5 \cdot (9,34 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -4,67 \text{ ton-m}$$

Nivel 1

$$M'' \text{ nivel 1} = V \text{ nivel 1} (M \text{ nivel 1} + (M'DG + M'GD + M'EH + M'HE + M'FI + M'IF))$$

$$M'' \text{ nivel 1} = -0,5 \cdot (27,27 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -13,63 \text{ ton-m}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'ik), primera iteración

Nudo D

$$M' DG = \mu DG \cdot (MSD + (M'ED + M'AD + M'GD + M'' \text{ nivel 2} + M'' \text{ nivel 1})) =$$

$$M' DG = -0,149 \cdot (0 + 0 + 0 + 0 - 4,67 - 13,63) = 2,729$$

$$M' DE = 2,135$$

$$M' DA = 4,288$$

Nudo A

$$M' AD = \mu AD * (MSA + (M'DA + M'BA + M''nível2)) = -0,334 * (0 + 4,288 - 4,67)$$

$$M' AD = 0,128$$

$$M' AB = 0,064$$

Nudo B

$$M' BA = \mu BA * (MSB + (M'AB + M'EB + M'CB + M''nível2)) =$$

$$M' BA = -0,114 * (0 + 0,064 + 0 + 0 - 4,67) = 0,527$$

$$M' BE = 1,058$$

$$M' BC = 0,718$$

Nudo C

$$M' CB = \mu CB * (MSC + (M'BC + M'FC + M''nível2)) = -0,202 * (0 + 0,717 + 0 - 4,67)$$

$$M' CB = 0,799$$

$$M' CF = 1,177$$

Nudo F

$$M' FC = \mu FC * (MSF + (M'CF + M'EF + M'IF + M''nível2 + M''nível1)) =$$

$$M' FC = -0,216 * (0 + 1,177 + 0 + 0 - 4,67 - 13,63) = 3,699$$

$$M' FE = 2,511$$

$$M' FI = 2,354$$

Nudo E

$$M' ED = \mu ED * (MSE + (M'FE + M'BE + M'DE + M'HE + M''nível2 + M''nível1)) =$$

$$M' ED = -0,088 * (0 + 2,511 + 1,058 + 2,135 + 0) = 1,115$$

$$M' EF = 1,520$$

$$M' EB = 2,239$$

$$M' EH = 1,425$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}), segunda iteración:

Nivel 2

$$M'' \text{ nivel 2} = V \text{ nivel 2} (M \text{ nivel 2} + (M'AD+M'DA+M'BE+M'EB+M'CF+M'FC))$$

$$M'' \text{ nivel 2} = -0,5*(9,34+0,128+4,288+1,058+2,239+1,177+3,699) = -10,96 \text{ ton-m}$$

Nivel 1

$$M'' \text{ nivel 1} = V \text{ nivel 1} (M \text{ nivel 1} + (M'DG+M'GD+M'EH+M'HE+M'FI+M'IF))$$

$$M'' \text{ nivel 1} = -0,5*(27,27+2,729+0+1,425+0+2,354+0) = -16,89 \text{ ton-m}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}), primera iteración

Nudo D

$$M' DG = \mu DG*(MSD+(M'ED+M'AD+M'GD+M''nivel2+M''nivel1)) =$$

$$M' DG = -0,149*(0+1,115+0,128+0-10,96-16,89) = 3,967$$

$$M' DE = 3,104$$

$$M' DA = 6,234$$

Nudo A

$$M' AD = \mu AD*(MSA+(M'DA+M'BA+M''nivel2)) = -0,334*(0+4,288+0,527-10,96)$$

$$M' AD = 1,403$$

$$M' AB = 0,699$$

Nudo B

$$M' BA = \mu BA*(MSB+(M'AB+M'EB+M'CB+M''nivel2)) =$$

$$M' BA = -0,114(0+0,698+1,058+0,799+10,96) = 0,827$$

$$M' BE = 1,660$$

$$M' BC = 1,127$$

Nudo C

$$M'CB = \mu_{CB} * (MSC + (M'BC + M'FC + M''nive12)) = -0,202 * (0 + 1,127 + 3,699 - 10,96)$$

$$M' CB = 1,241$$

$$M' CF = 1,828$$

Nudo F

$$M'FC = \mu_{FC} * (MSF + (M'CF + M'EF + M'IF + M''nive12 + M''nive11)) =$$

$$M' FC = -0,216 * (0 + 1,828 + 1,520 + 0 - 10,96 - 16,89) = 5,292$$

$$M' FE = 3,593$$

$$M' FI = 3,367$$

Nudo E

$$M' ED = \mu_{ED} * (MSE + (M'FE + M'BE + M'DE + M'HE + M''nive12 + M''nive11)) =$$

$$M' ED = -0,088 * (0 + 3,593 + 1,660 + 3,104 + 0 - 10,96 - 16,89) = 1,725$$

$$M' EF = 2,353$$

$$M' EB = 3,465$$

$$M' EH = 2,205$$

Se muestran a continuación, los resultados finales:

- Resultados de los análisis de Kani - marco Y

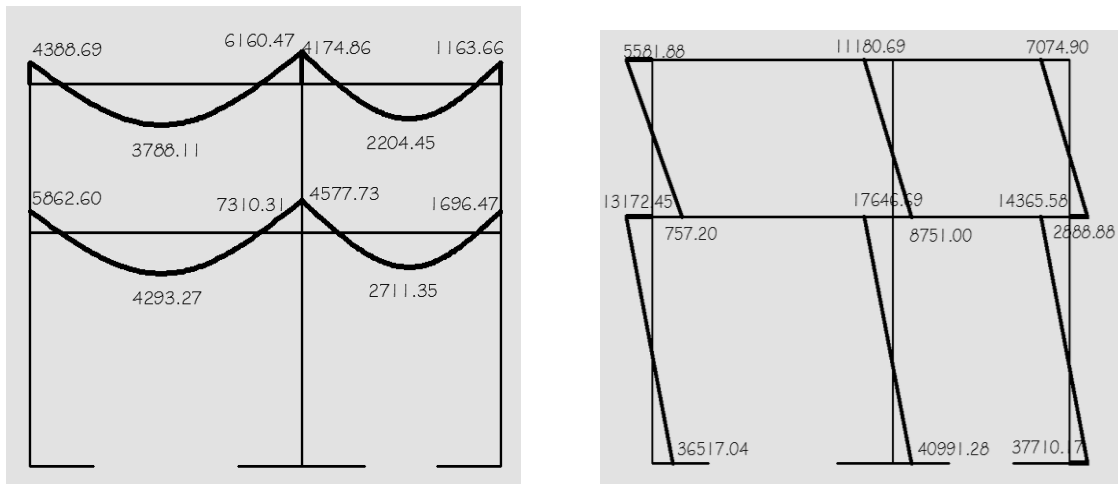
Previamente se realizó el cálculo de momentos positivos en cada viga y se muestran igualmente en las figuras.

El cálculo de momento positivo en vigas se realiza con la siguiente fórmula:

$$M+ = wl^2/8 - (M1+M2)/2 = 1\,546,70 \cdot 7,5^2/8 - (5\,862,60 + 7\,301,31)/2 = 4\,293,27 \text{ kg} - \text{m}$$

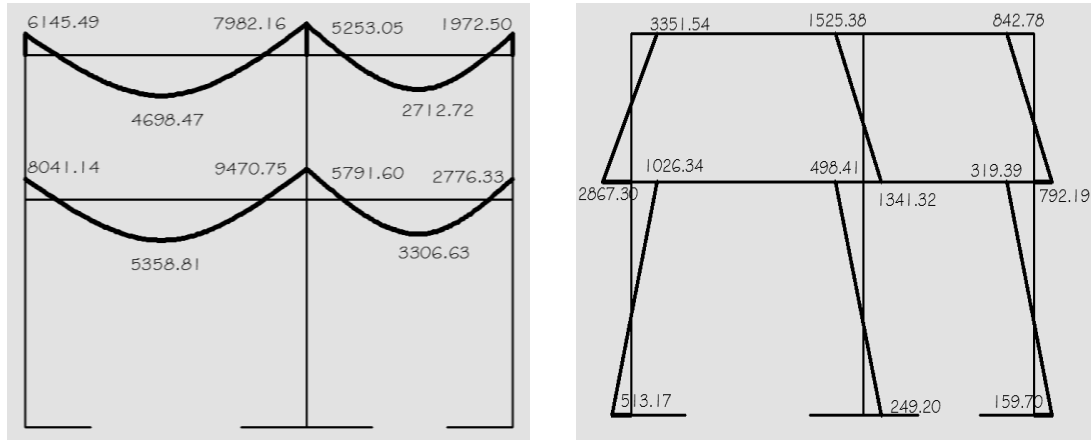
Los resultados obtenidos para el eje Y se muestran en las figuras 13 a 15.

Figura 13. **Momentos producidos por carga muerta en vigas y columnas del eje Y**



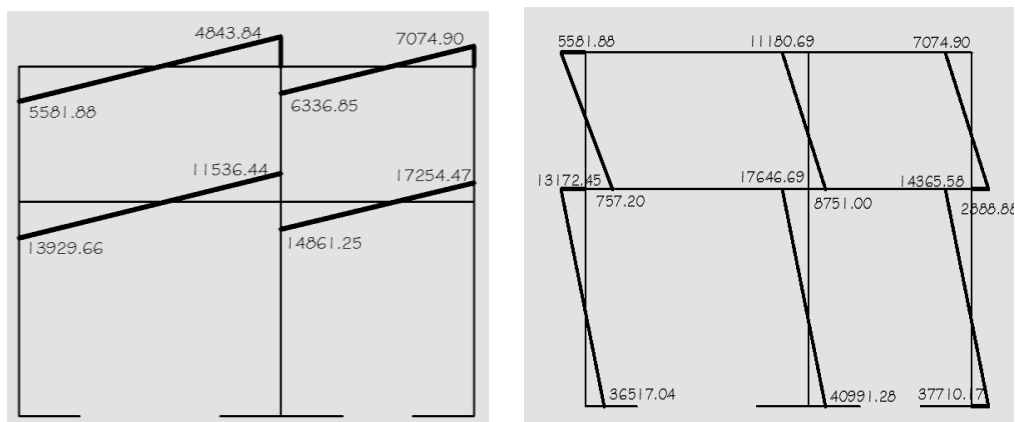
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 14. **Momentos producidos por carga viva en vigas y columnas del eje Y**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 15. **Momentos producidos por carga sísmica en el eje Y**

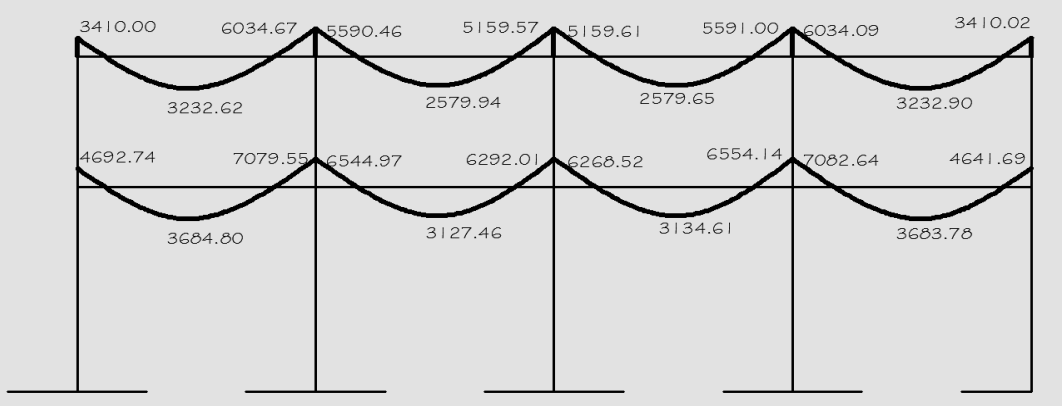


Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Resultados de los análisis de Kani - sentido X

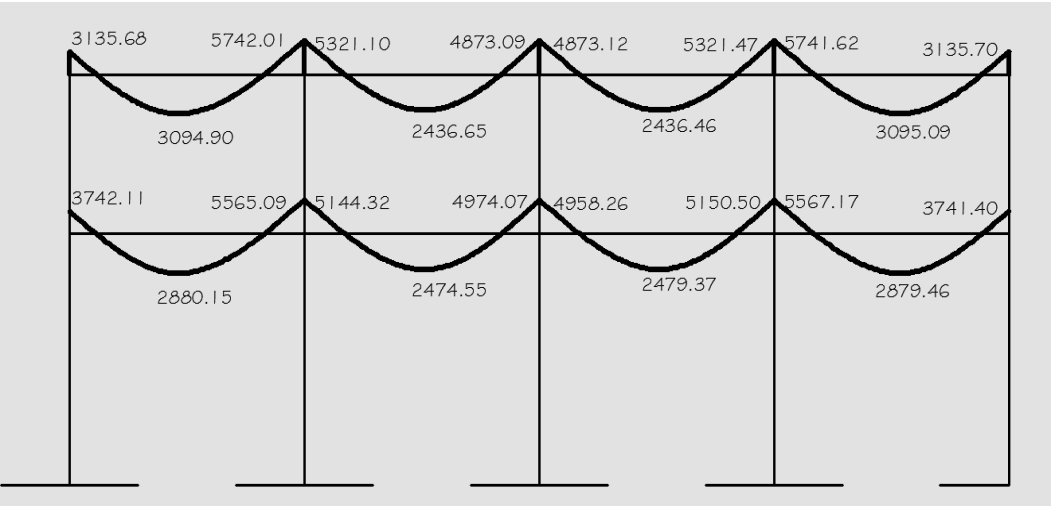
Los resultados del análisis estructural para el sentido X se muestran en las figuras 16 a 21.

Figura 16. Momentos en vigas producidos por carga muerta en el eje X



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 17. Momentos en vigas producidos por carga viva en el eje X



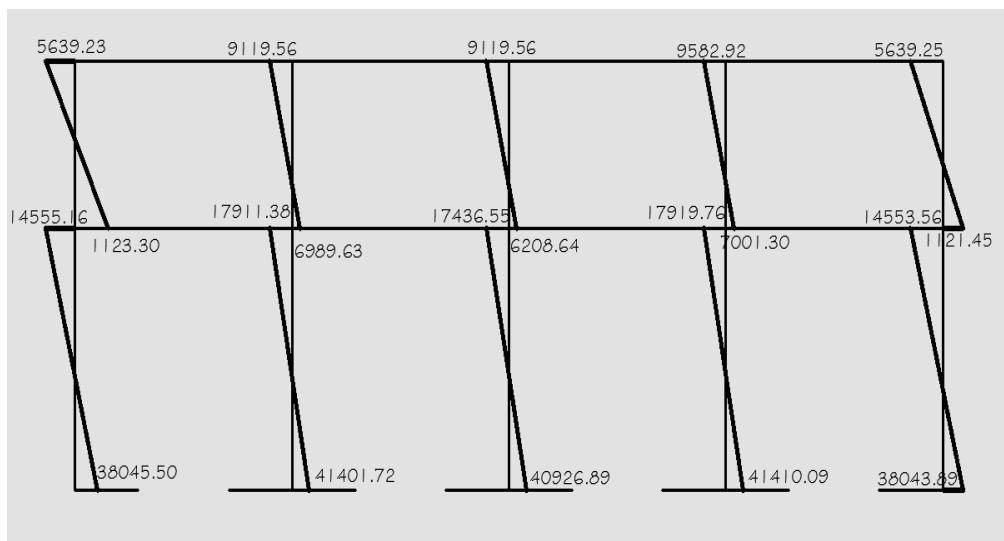
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 18. **Momentos en vigas producidos por carga sísmica en el eje X**



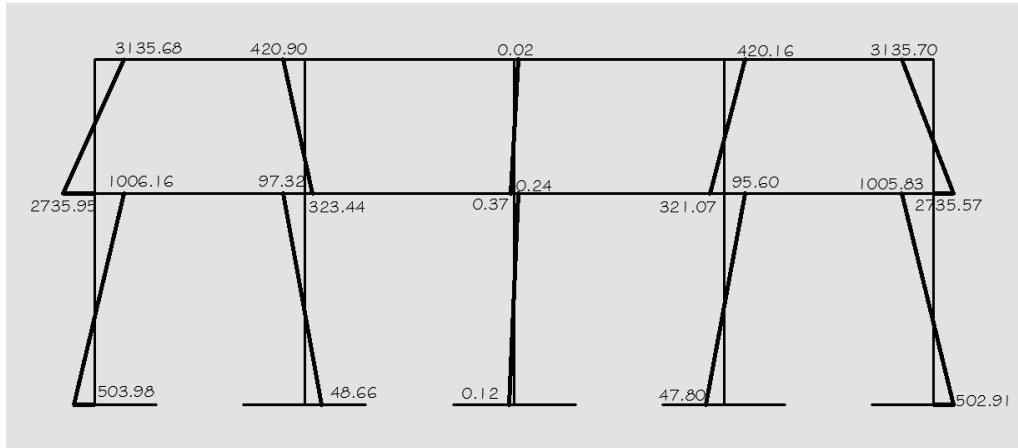
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 19. **Momentos en columnas producidos por carga muerta en eje X**



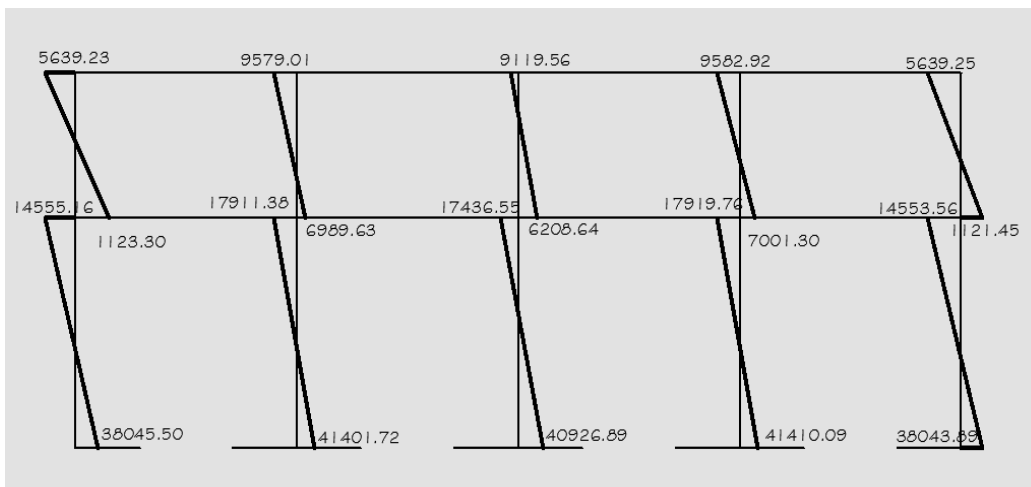
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 20. Momentos en columnas producidos por carga viva en el eje X



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 21. Momentos en columnas producidos por carga sísmica en eje X



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.5.2. Comprobación por medio del programa ETABS®

ETABS 9 es un programa integrado que permite la creación de modelos, modificación, ejecución de análisis, optimización del diseño y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz. ETABS 9 es un programa de análisis elástico lineal y de segundo orden de estructuras, por medio del método de elementos finitos, que incluye un post-procesador gráfico para la presentación de resultados.

El método de los elementos finitos es una de las más importantes técnicas de simulación y la más utilizada en las aplicaciones industriales. En el análisis estructural, el método puede ser entendido como una generalización de estructuras al análisis de sistemas continuos. El principio del método consiste en la reducción del problema con infinitos grados de libertad, en un problema finito en el que intervenga un número finito de variables asociadas a puntos característicos (nodos).

Las incógnitas del problema dejan de ser funciones matemáticas del problema cuando, pasan a ser los valores de dichas funciones en un número infinito de puntos. Se supone que el comportamiento mecánico de cada parte o elemento en los que se subdivide, queda definido por un número finito de parámetros (grados de libertad) asociados a los puntos, que en dicho momento se une al resto de los elementos de su entorno (nodos).

Para definir el comportamiento en el interior de cada elemento se supone que dentro del mismo, todo queda perfectamente definido a partir de lo que sucede e los nodos a través de una adecuada función de interpolación. El

desarrollo del método como una herramienta de análisis fue iniciado esencialmente con el advenimiento de las computadoras electrónicas digitales.

Antes de efectuar el análisis estructural, el programa permite ingresar las diferentes combinaciones que establece el reglamento de construcciones de concreto reforzado para determinar la carga de diseño crítica.

Definido el modelo matemático y las combinaciones correspondientes a los marcos dúctiles eje B y eje 4, paralelos al eje X y eje Y respectivamente, se realizó el análisis estructural por medio del programa ETABS 9, como una comprobación de los resultados del método de Kani, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 2% en los elementos medidos a ejes (vigas) y 4% en los elementos en los que el programa calcula los esfuerzos al rostro (columnas), se diseñó con los valores obtenidos del método numérico, como se mostró en las figuras de la 13 a la 21.

2.2.4.6. Envoltente de momentos

El proceso de análisis puede considerarse como un problema de optimización, ya que lo ideal sería satisfacer los requisitos de esfuerzos actuantes y restricciones de desplazamientos por medio de los elementos estructurales más esbeltos posibles para minimizar el costo del sistema estructural.

Eso implica realizar el mismo proceso en forma sucesiva, tantas veces como sea necesario para lograr una la estructura segura y económica deseable en la ingeniería.

Para este proyecto se diseñará con base en las fuerzas obtenidas del análisis, luego se procederá a revisar si satisfacen las restricciones de esfuerzos y desplazamientos para los que fue calculada. El análisis mencionado consiste en llevar a cabo el cálculo de las fuerzas correspondientes, para cada una de las cinco combinaciones de carga a las que será sometido cada marco.

En las siguientes combinaciones se utilizan factores asignados a cada carga y que tienen influencia en el grado de precisión requerido, para el cual generalmente se puede calcular el efecto de la carga y la variación de la misma que puede esperarse durante la vida de la estructura. Debido a ello, a las cargas muertas, se les asigna un factor de carga menor que a las cargas vivas, dado que estas se determinan con mayor precisión y son menos variables.

Los factores con que se multiplican a las cargas de servicio se hacen con el fin de responder a los efectos de la carga excesiva de tales fuentes posibles, como pueden ser las sobrecargas y las suposiciones simplificadas en el análisis estructural.

El reglamento ACI 318-2008, sección 9.2.1., proporciona los factores de carga para las combinaciones específicas. Y toma en consideración la probabilidad de ocurrencia simultánea al asignar los factores, aunque solo incluyen las más probables generalmente. Por ello, el diseñador no debe suponer que estén cubiertos todos los casos; debe estudiar bien su proyecto.

Se tomarán en consideración las diversas combinaciones de carga a fin de determinar la condición de diseño más crítica, y así se diseñará con la resistencia que se requiere para resistir las cargas afectadas por su factor de carga correspondiente.

Las combinaciones de carga son:

$$C1 = 1,2*CM+1,6*CV$$

Y considerando los efectos de sismo (actuando tanto en una dirección como en la contraria):

$$C2 = 1,2*CM+CV+1,4*CS$$

$$C3 = 1,2*CM+CV-1,4*CS$$

$$C4 = 0,9*CM+1,4*CS$$

$$C5 = 0,9*CM-1,4*CS$$

Donde:

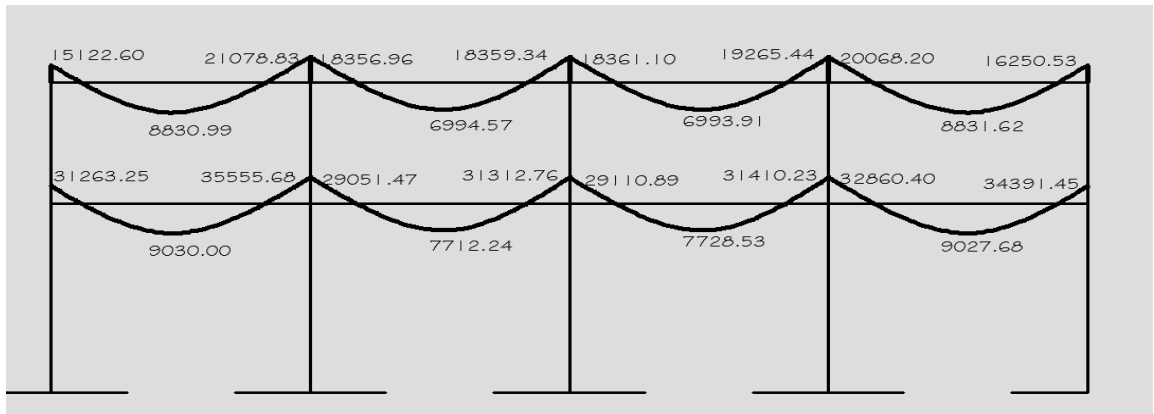
CM = carga muerta

CV = carga viva

CS = carga de sismo

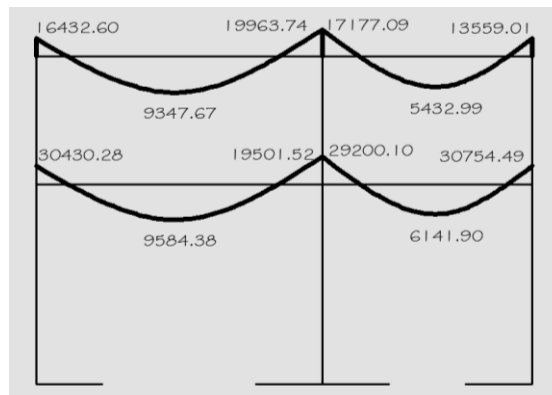
Considerando los efectos de sismo se tiene que el signo de la carga lateral dinámica (S) depende de la dirección en la que esté trabajando el sismo. Si en la combinación anterior se incluye el valor total de la carga viva, en la siguiente se tomará el valor cero, para determinar la condición crítica. A continuación se muestran los diagramas obtenidos de la envolvente para cada marco:

Figura 22. **Envolvente de momentos en vigas sentido X**



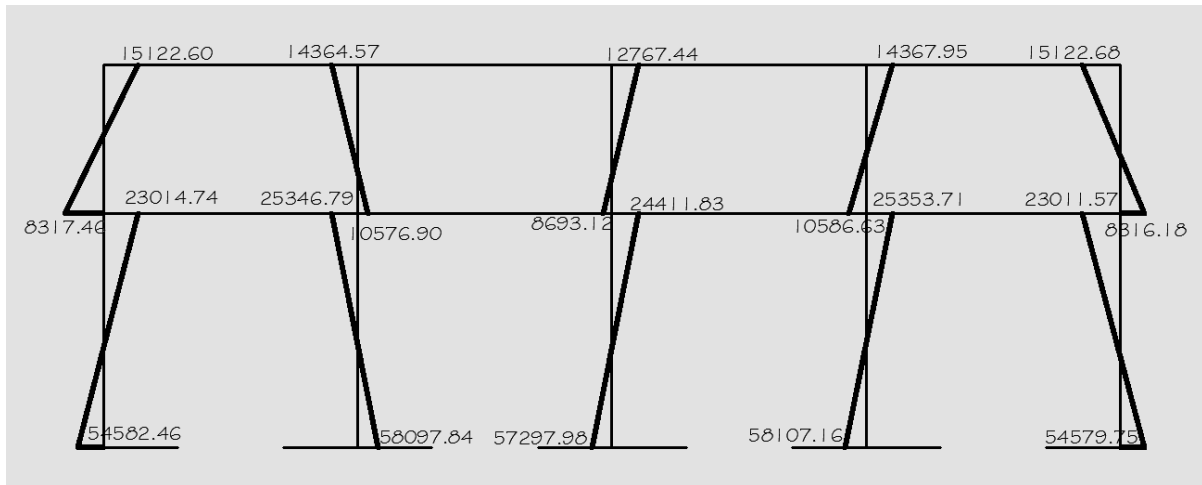
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 23. **Envolvente de momentos en vigas sentido Y**



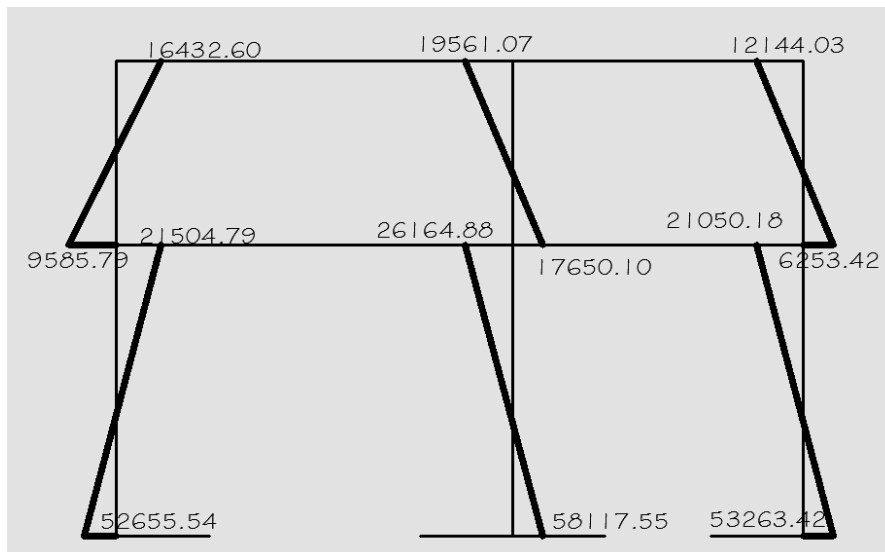
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 24. **Envolvente de momentos en columnas sentido X**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 25. **Envolvente de momentos en columnas sentido Y**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.7. Diagramas de corte

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

Para el corte en vigas:

$$V_v = 1,2 \cdot W_{cm} \cdot L/2 + W_{cv} \cdot L/2 + 1,4 \cdot \sum M_s/L$$

Para el corte en columnas:

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

Corte en marco crítico:

Para la viga F-G del primer nivel en el sentido X:

$$V = (1,2 \cdot 2121 \cdot 6,0/2 + 16740 \cdot 6,0/2 + 1,4 \cdot (15678 + 13434)/6,0) = 18179,48 \text{ Kg}$$

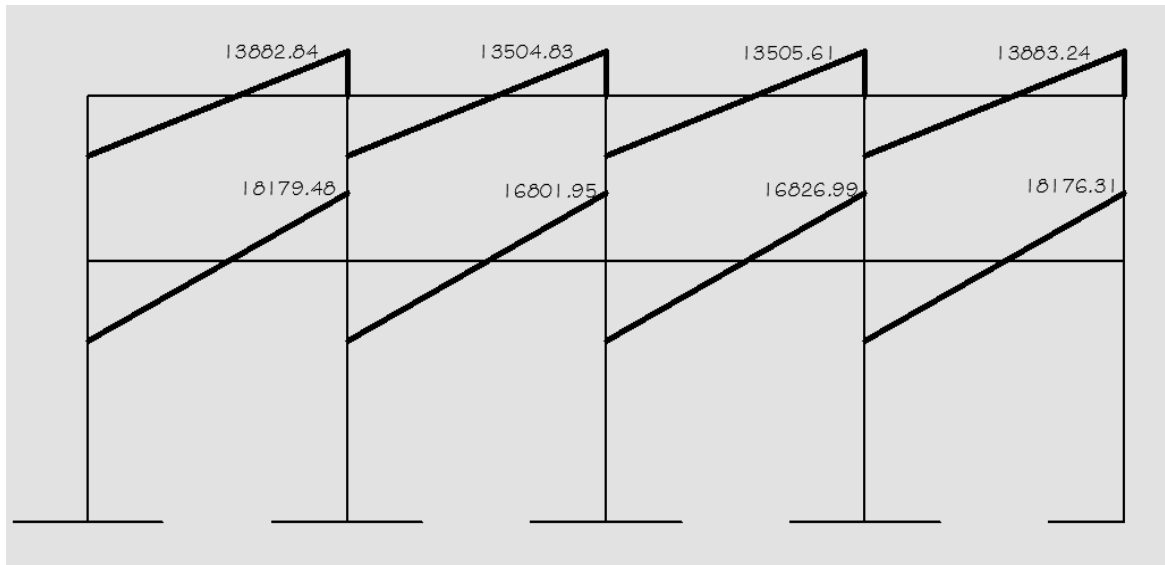
Para la columna B-E del segundo nivel en el sentido Y:

$$V_{col} = -26706,65 / 3,10 = -8615,05 \text{ Kg}$$

El procedimiento para los demás elementos fue el mismo para vigas y columnas en los marcos críticos A y B en el sentido X y 4 y 5 en el sentido Y. el signo negativo en el cálculo indica la dirección en que la fuerza de corte actúa en el elemento.

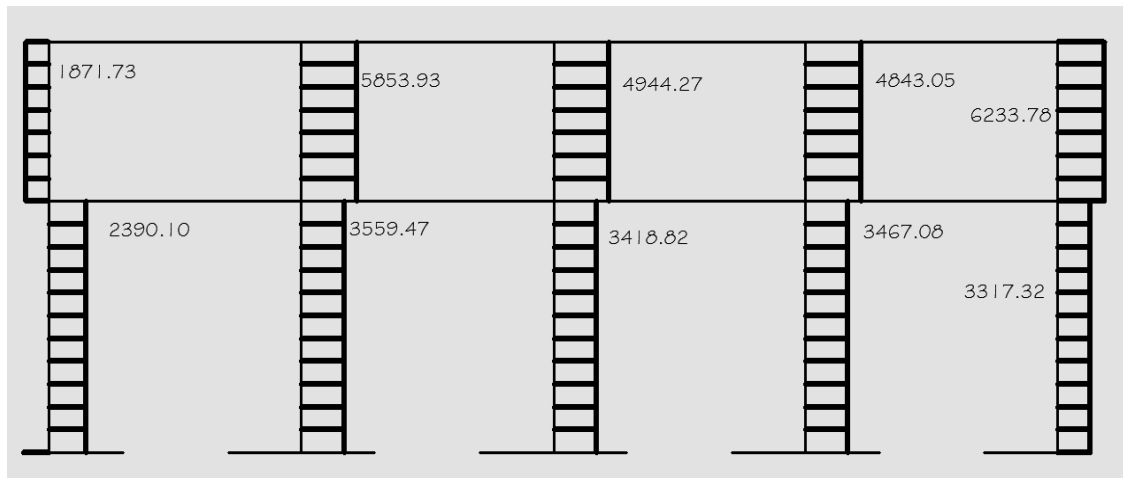
A continuación se presentan los diagramas de corte para los marcos críticos (indicado en las figuras de la 26 a la 29):

Figura 26. Diagrama de corte en vigas sentido X



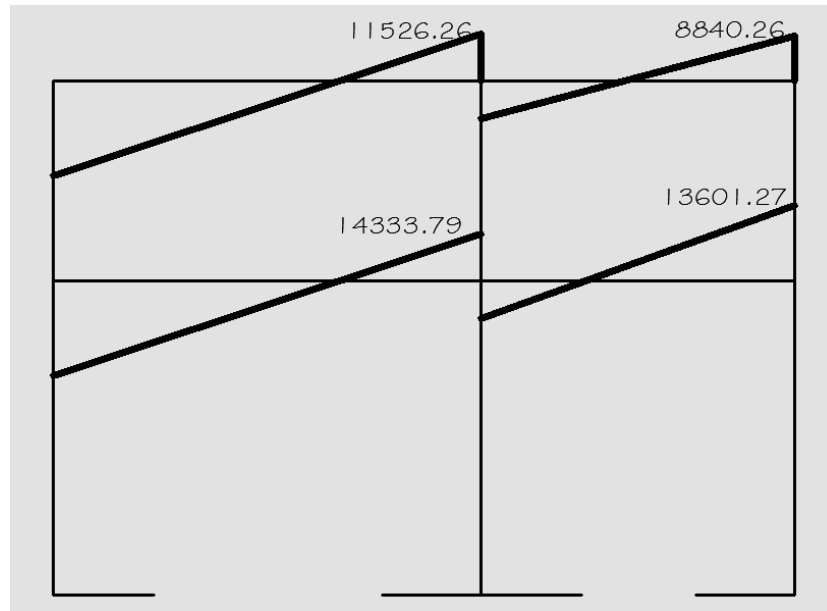
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 27. Diagrama de corte en columnas sentido X



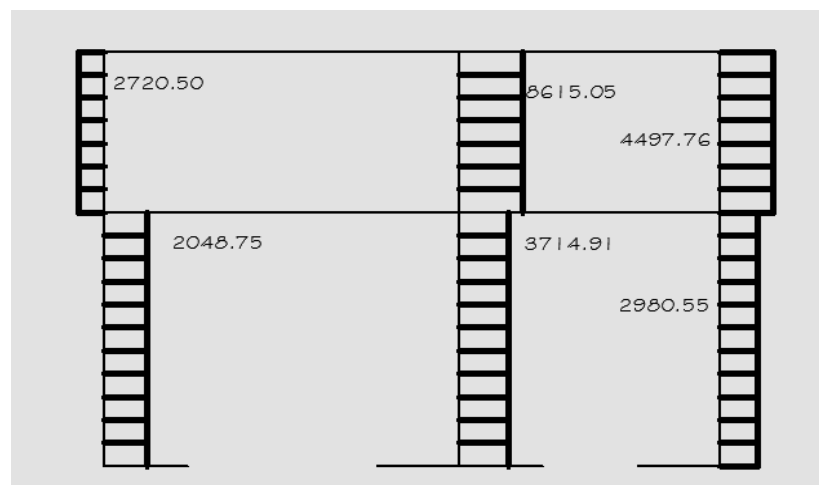
Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 28. Diagrama de corte en vigas sentido Y



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 29. Diagrama de corte en columnas sentido Y



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Se procede ahora al dimensionamiento estructural, que es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para calcular el esfuerzo de los elementos estructurales (vigas, columnas, vigas T y cimentación). El diseño de los elementos de concreto armado serán con base en el código ACI 318-2008 y con las siguientes propiedades: concreto con resistencia 281 kilogramos/centímetro cuadrado (4 000 psi), acero estructural con resistencia 2 810 kilogramos/centímetro cuadrado (grado 40) (a excepción del acero longitudinal de las columnas, que será de 4 200 kilogramos/centímetro cuadrado o grado 60).

Se explicará a continuación en cada uno de los elementos estructurales que conforman este proyecto, su concepto y el procedimiento para diseñarle.

2.2.4.8. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales, que sirven como diafragmas, además de proporcionar superficies planas y útiles, estas pueden ser de cubierta o entrepiso. En el diseño de las losas, según el criterio de sus apoyos, se aplicó el método 3 ACI.

Para este proyecto, como en se indica previamente, se utilizaron vigas t, ya que las mismas permiten grandes luces sin tener grandes peraltes.

El mismo se inicia determinando la relación entre el lado corto y el lado largo de la losa, con lo cual se determina si la misma trabaja en una o en dos direcciones. Si la relación es mayor que 0,5, la losa trabaja en dos direcciones.

Losa 1

$$m = a/b = 5,5 / 6,0 = 0,917 \quad \text{trabaja en dos direcciones}$$

Losa 2

$$m = a/b = 6,0 / 7,5 = 0,80 \quad \text{trabaja en dos direcciones}$$

En este proyecto, el espesor de la losa, mediante fórmula, excede 12 centímetros; y por ello se propone utilizar un sistema de losas nervuradas. El sistema de losas nervuradas permite trabajar luces mayores que con losas tradicionales, y esto es otro motivo para utilizarle en este proyecto.

La modulación de los nervios en este sistema, se hace por medio de proponer la sección a utilizar, siempre que la misma cumpla con los requisitos siguientes:

$$\begin{aligned} h_n < 3.5 \text{ bw} & \quad B = S + \text{bw} \\ 12t' < S < 75 \text{ cm} & \quad \text{bw} \geq 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Se usa como ejemplo los nervios cuya longitud es 5,50 metros. Propuesta:

$$\begin{aligned} \text{Con: } B &= 75 \text{ cm} & t' &= 5 \text{ cm} & S &= 12 * t' = 60 \text{ cm} \\ L / B &= 5,5 / 0,75 = 7,33 & & & & \text{se analiza para 7 y 8 nervios} \end{aligned}$$

Chequeo de 8 nervios

$$\begin{aligned} B &= L / n = 5,5 / 8 = 0,69 \\ \text{bw} &= B - S = 0,69 - 0,60 = 0,09 \\ &\text{no cumple porque } \text{bw} \leq 0,10 \text{ m} \end{aligned}$$

Chequeo de 7 nervios

$$\begin{aligned} B &= L / n = 5,5 / 7 = 0,79 \\ \text{bw} &= B - S = 0,79 - 0,69 = 0,10 \end{aligned}$$

Aún cuando se cambie S a 0,69, cumple porque es menor que 0,75 m

$$\text{Con } h_n = 0,10 \text{ m} \quad h_n < (3,5 \text{ bw} = 0,583) \quad \text{Cumple}$$

En la presente modulación, los resultados son:

$$S = 69 \text{ cm} \quad B = 79 \text{ cm} \quad bw = 10 \text{ cm} \quad t' = 5 \text{ cm} \quad (\text{ver figura 1})$$

De igual forma se hizo con las vigas de longitud 6,0 y 7,5 metros.

Se procede a determinar cuales son las cargas que actuarán en cada uno de los nervios, mediante su peso propio y por carga viva:

Carga losa	$0,05 \times 0,79 \times 2400 = 94,29 \text{ kg/m}$
Carga nervio	$0,10 \times 0,10 \times 2400 = 22,97 \text{ kg/m}$
Sobrecarga	$0,79 \times 50 = 39,29 \text{ kg/m}$
Carga muerta	156,54 kg/m
Carga viva	350,00 kg/m

Usando la losa de relación 0,80 (luces de 6,0 y 7,5 metros), se tiene:

Caso 8 del método 3 ACI; las vigas nervuradas se diseñan simplemente apoyadas, el momento positivo se calcula mediante la fórmula:

$$c * w * l^2$$

Donde:

C = coeficiente de método 3 ACI

W = carga distribuida sobre unidad de área mayorada

L^2 = longitud de la viga T elevada al cuadrado

El área de acero se calcula mediante:

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

Donde:

As = área de acero

f'c = resistencia del concreto

fy = resistencia del acero

b = ancho de viga T

d = peralte de losa

Mu = momento último

El área de acero calculada, se tiene que verificar contra los mínimos y máximos. Si el valor calculado es menor que el mínimo, se toma éste; si supera el máximo, hay que cambiar la sección de la viga T.

$$As_{min} = \frac{14,1}{f_y} \times b \times d$$

$$As_{max} = 0,5 \times \rho_{bal} \times b \times d$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 \times 0,85 \times f'c}{f_y} \times \frac{6\ 115}{6\ 115 + f_y}$$

Tabla XIV. **Medidas de viga T**

bw	15.0	d'	3.0
hn	10.0	d	12.0
t'	5.0	fy	2810.0
S	60.0	f'c	281.0
B	75.0	L	6.0
La/Lb		0.8	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a las fórmulas y medidas anteriores, los valores de As min y As max son:

$$As_{min} = 14,1 \times 75 \times 12 / 2810 = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = (0,85 \times 0,85 \times 281 / 2\ 810) \times (6\ 115 / (6\ 115 + 2810)) = 22,28 \text{ cm}^2$$

Y utilizando el método 3 ACI, el cálculo queda de la siguiente manera:

Tabla XV. **Resumen de método 3 ACI**

	C	W	L²	M	As	
M-	0.055		36.000	265.421	0.985	cm ²
M+ CM	0.032	196.200	36.000	226.022	0.748	cm ²
M+ CV	0.044	420.00	36.000	665.28	2.225	cm ²

Fuente: elaboración propia.

El momento negativo, se calculó como 1/3 del total de los momentos positivos. Se procede a calcular el centroide de la figura (c).

Utilizando el momento más crítico:

$$a = A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f'_c \cdot b) \quad c = a / 0,85$$

$$M+ = 796,26 \text{ kg-m} \quad A_s = 2,67 \text{ cm}^2$$

$$a = 2,09 \cdot 2 \cdot 810 / (0,85 \cdot 281 \cdot 75) = 2,09$$

$$c = 2,09 / 0,85 = 2,46 \text{ cm}$$

Como $t' > c$ ($5 > 2,46$) se diseña como viga rectangular

De acuerdo al resultado del mismo, se procederá a calcular las vigas como vigas T o como vigas de sección rectangular. Como el acero mínimo es mayor que cualquiera de las solicitudes, el armado de todas las vigas T se propone utilizando 2 varillas # 6 en la cama inferior.

En la cama superior se propone colocar bastones de acuerdo a su longitud de desarrollo, utilizando 2 varillas # 6; y en el resto de la losa, se coloca acero por temperatura:

$$As_{temp} = 0,002 \times b \times t$$

Donde:

b = franja unitaria longitudinal de 100 cm

t = peralte de la losa, en este proyecto es de 5 cm

$$As_{temp} = 0,002 * 100 * 5 = 1 \text{ cm}^2$$

Se propone 1 # 3 @ 0,25 m

En este caso, para evitar la formaleta de la viga T, se propone utilizar block sap en las bovedillas de dimensión 52 x 20 x 10 centímetros. Por ello en el detalle se logra apreciar la colocación de los mismos, de acuerdo al sentido X o Y. También se considera el efecto del corte en las vigas T, el mismo se calcula por la fórmula:

$$V_u = \frac{W_u \times l}{2}$$

Donde:

V_u = corte último

W_u = carga última

L = longitud de la viga

Utilizando el valor crítico de la viga T de luz 7,5 metros:

$$V_u = 556,2 * 7,5 / 2 = 2 085,75 \text{ kg}$$

El corte máximo que resiste el concreto es:

$$V_c = 0.53 \times A_c \times \sqrt{f'_c}$$

Donde:

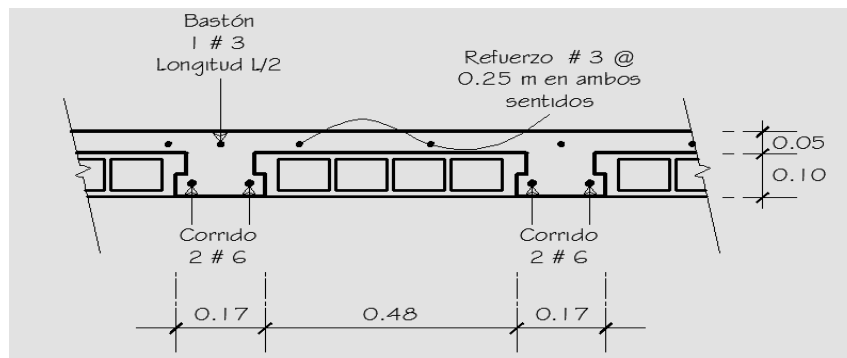
Ac = área de concreto

$$V_c = 0,53 * (75*5+10*15) * \sqrt{281} = 4\ 664,32 \text{ kg}$$

Como $V_c > V_u$ no necesita refuerzo por corte

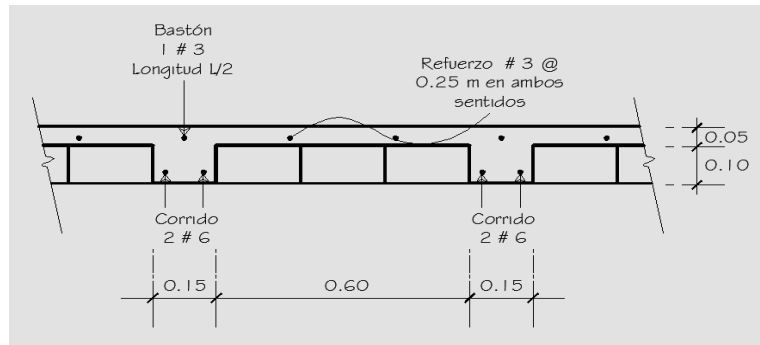
Se usarán eslabones # 2 en donde sea necesario para armar

Figura 30. **Detalle de colocación de viga T en el sentido X**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 31. **Detalle de colocación de viga T en el sentido Y**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.9. **Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales horizontales que reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas. Trabajan fundamentalmente a flexión y en este proyecto, se diseñaron por el método de resistencia última, que se basa en la suposición de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última, utilizando cargas mayoradas y reduciendo la resistencia de los materiales por medio del factor de reducción (ϕ), que varía según las condiciones en que esté trabajando el miembro estructural (flexión o corte).

Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas. Como ejemplo, se diseña la viga crítica del edificio, esta es la viga D-E del sentido Y.

Datos

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

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

$$\text{Sección} = 35 \times 50 \text{ cm}$$

Recubrimiento = 3,5 cm

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

$M1(-) = 30\,430,28 \text{ kg-m}$

$M(+)= 9\,584,38 \text{ kg-m}$

$M2(-) = 19\,501,52 \text{ kg-m}$

$V_u = 14\,333,79 \text{ kg}$

Las fórmulas descritas en vigas t son también aplicables en este caso. Inicialmente se revisa el acero mínimo de la sección:

$$A_s \text{ min} = 14,1 \cdot 35 \cdot 51,5 / 2\,810 = 9,04 \text{ cm}^2$$

Y de igual forma, se calcula el valor del área de acero máximo en la sección (β_1 es 0,85 en todos los casos que se utilice un $f'_c \leq 281$ kilogramos/centímetro cuadrado):

$$p_{bal} = (0,85 \cdot 0,85 \cdot 281 / 2\,810) \cdot ((6\,115 / (6\,115 + 2\,810))) = 0,005017$$

$$A_s \text{ max} = 0,5 \cdot 0,005017 \cdot 35 \cdot 51,5 = 44,61 \text{ cm}^2$$

Para el momento actuante, el refuerzo solicitado sería, de acuerdo a cada momento:

$$A_s \text{ M1(-)} = (0,85 \cdot 281 / 2\,810) \cdot ((35 \cdot 51,5) - ((35 \cdot 51,5)^2 - (30\,430,28 \cdot 35 / (0,003825 \cdot 281))))^{0,5} = 25,48 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ M (+)} = (0,85 \cdot 281 / 2\,810) \cdot ((35 \cdot 51,5) - ((35 \cdot 51,5)^2 - (9\,584,38 \cdot 35 / (0,003825 \cdot 281))))^{0,5} = 7,54 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ M2(-)} = (0,85 \cdot 281 / 2\,810) \cdot ((35 \cdot 51,5) - ((35 \cdot 51,5)^2 - (19\,501,52 \cdot 35 / (0,003825 \cdot 281))))^{0,5}$$

$$(19\,501,52 \cdot 35 / (0,003825 \cdot 281))^{0,5} = 15,79 \text{ cm}^2$$

Las áreas de acero calculadas se encuentran dentro de los límites, por lo que se puede armar con ellos, además debe cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el Código ACI-318 en el capítulo 21:

- Cama superior:

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

As mín	9,04 cm ²
33 % As (-) mayor	8,41 cm ²

En este caso será necesario colocar el As mín, el cual se cubre con 2 # 6 + 1 # 8 corridas, As = 10,77 centímetros cuadrados.

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el As requerido colocando bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros entre las barras no puede exceder 2 números consecutivos.

Para el M2(-) = 19 501,52 kilogramo-metro lo que demanda 15,79 centímetros cuadrados; si ya están cubiertos 10,77 centímetros cuadrados, queda por cubrir 5,02 centímetros cuadrados equivalente a 1 # 8.

Para el M1(-) = 30 430,28 kilogramo-metro, lo que demanda 25,48 centímetro cuadrado; si ya están cubiertos 10,77 centímetros cuadrados, queda por cubrir 14,72 centímetros cuadrados equivalente a 3 # 8.

- Cama inferior:

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

As mín	9,04 cm ²
50 % As (+)	3,77 cm ²
50 % As (-) mayor	12,74 cm ²

En este caso será necesario colocar 12,74 centímetro cuadrado, equivalente a 1 # 6 + 2 # 8 corridos. Este refuerzo cubre las demandas del momento positivo, que con un valor de 9 584,38 kilogramo-metro necesita 7,54 centímetros cuadrados de área de acero.

Este procedimiento se aplicó a todas las vigas. Se presenta en las siguientes tablas un cuadro de resumen del diseño de las vigas:

Tabla XVI. Cuadro de resumen de armado de vigas

VIGA		M	MOMENTO	As	ACERO CORRIDO															
					Cama superior			Cama inferior				# Varillas corridas			Bastones					
					As mín	33% M-	USAR	As mín	50% M-	50% M+	USAR	#5	#6	#8	As -As corrido	#5	#6	#8		
SENTIDO X	AB	M1-	15122.60	12.09	9.04	5.66	9.04	9.04	8.57	3.47	9.04	2	1	1.32	1					
		M+	8830.99	6.94													2	1	0.00	
		M2-	21078.83	17.14																2
	BC	M1-	18356.96	14.81	9.04	4.89	9.04	9.04	7.41	2.73	9.04	2	1	4.04			1			
		M+	6994.57	5.47														2	1	0.00
		M2-	18359.34	14.81																
	CD	M1-	17449.12	14.04	9.04	5.14	9.04	9.04	7.79	2.73	9.04	2	1	3.27			1			
		M+	6993.91	5.47														2	1	0.00
		M2-	19265.44	15.58																
	DE	M1-	20068.20	16.27	9.04	5.37	9.04	9.04	8.14	3.47	9.04	2	1	5.50		2				

Continuación de la tabla XVI.

		M+	8831.62	6.94								2	1	0.00			
		M2-	16250.53	13.03								2	1	2.26		1	
	FG	M1-	31263.25	26.25	9.04	10.00	10.00	9.04	15.15	3.55	15.15	2	1	15.49		1	3
		M+	9030.00	7.10									3	0.00			
		M2-	35555.68	30.29								2	1	19.53		2	3
	GH	M1-	29051.47	24.22	9.04	8.68	9.04	9.04	13.15	3.02	13.15	2	1	13.45			3
		M+	7712.24	6.04									3	0.00			
		M2-	31312.76	26.30								2	1	15.53		1	3
	HI	M1-	29028.21	24.20	9.04	8.71	9.04	9.04	13.19	3.03	13.19	2	1	13.43			3
		M+	7728.53	6.05									3	0.00			
		M2-	31410.23	26.39								2	1	15.62		1	3
	IJ	M1-	32860.40	27.74	9.04	9.63	9.63	9.04	14.59	3.55	14.59	2	1	16.97		1	3
		M+	9027.68	7.10									3	0.00			
		M2-	34391.45	29.19								2	1	18.42		2	3
						A - E USAR 2 # 6 + 1 # 8					A - E USAR 2 # 6 + 1 # 8						
						F - J USAR 2 # 6 + 1 # 8					F - J USAR 3 # 8						

VIG A	M	MOMENTO	As	Cama superior			Cama inferior				# Varillas corridas			Bastones				
				As min	33% M-	USAR	As min	50% M-	50% M+	USAR	#5	#6	#8	As -As corrido	#5	#6	#8	
SENTIDO Y	AB	M1-	16432.60	13.18	9.04	5.34	9.04	9.04	8.09	3.68	9.04	2	1	2.42		1		
		M+	9347.67	7.35									2	1	0.00			
		M2-	19963.74	16.18								2	1	5.42		2		
	BC	M1-	17177.09	13.81	9.04	4.56	9.04	9.04	6.91	2.11	9.04	2	1	3.04			1	
		M+	5432.99	4.23									2	1	0.00			
		M2-	13559.01	10.79								2	1	0.02		1		
	DE	M1-	30430.28	25.48	9.04	8.41	9.04	9.04	12.74	3.77	12.74	2	1	14.72			3	
		M+	9584.38	7.54									1	2	0.00			
		M2-	19501.52	15.79								2	1	5.02			1	
EF	M1-	29200.10	24.36	9.04	8.51	9.04	9.04	12.89	2.40	12.89	2	1	13.59			3		
	M+	6141.90	4.79									1	2	0.00				
	M2-	30754.49	25.78								2	1	15.01			3		
					A - B USAR 2 # 6 + 1 # 8					A - B USAR 2 # 6 + 1 # 8								
					B - C USAR 2 # 6 + 1 # 8					B - C USAR 2 # 6 + 1 # 8								

Continuación de la tabla XVI.

D - E USAR 2 # 6 + 1 # 8	D - E USAR 1 # 6 + 2 # 8
E - F USAR 2 # 6 + 1 # 8	E - F USAR 1 # 6 + 2 # 8

Fuente: elaboración propia.

Para diseñar las vigas a corte, se compara el corte resistente con el corte último.

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

$$V_{res} = 0,53 \times 0,85 \times 35 \times 51,5 \times \sqrt{281} = 13\,612,04 \text{ kg}$$

$$V_u = 18\,179,48 \text{ kg}$$

$V_u > V_{res}$, se diseñan los estribos por corte:

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_u}$$

$$S = 2 * 0,71 * 2810 * 51,5 / 18\,179,48 = 11,3 \text{ cm}$$

El mismo se aproxima a 11 cm

Por medio de relación de triángulos semejantes, se determina la zona de confinamiento:

$$X / 13\,612,04 = 3,0 / 18\,179,48 \quad X = 2,25 \text{ m}$$

La zona donde se confina quedaría $3,0 - 2,25 = 0,75 \text{ m}$

Según el ACI, en marcos dúctiles se deben confinar en extremos de vigas, en una zona de $2d$ (103 centímetros para este proyecto) se debe confinar con el menor espaciamiento entre:

$d/4 =$	$51,5 / 4 =$	$12,875 = 12 \text{ cm}$
$8 \phi \text{ var long} =$	$8 * 2,85 =$	$22,8 = 23 \text{ cm}$
$24 \phi \text{ var trans} =$	$24 * 0,71 =$	$17,04 = 17 \text{ cm}$
Por reglamento		30 cm

Para la zona donde no es necesario confinar, se utiliza el espaciamiento máximo:

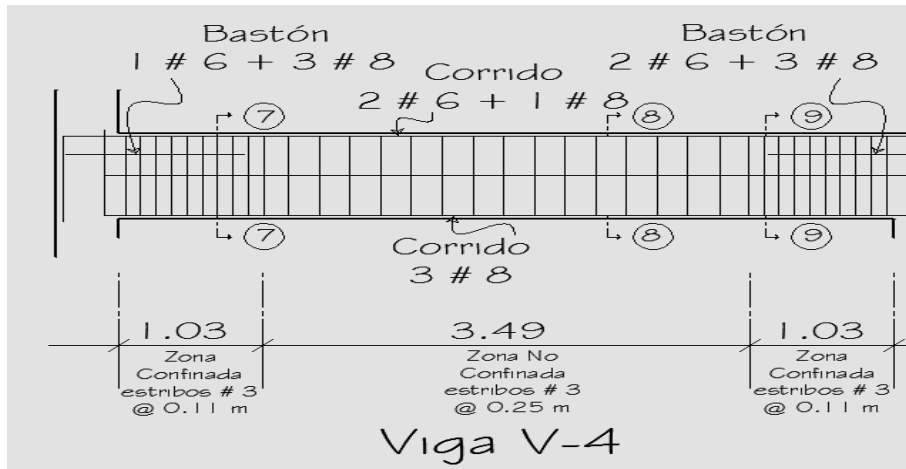
$$S_{\max} = d/2 = 51,5/2 = 25,75 = 25 \text{ cm}$$

Todas las zonas de confinamiento calculadas quedan menores a 103 centímetros, razón por la cual todas las vigas tendrán una zona de confinamiento de 103 centímetros de largo, en la cual se colocarán estribos # 3 ubicados a cada 12 centímetros (a excepción de la viga de ejemplo, que tendrá estribos # 3 a cada 11 centímetros), y estribos # 3 ubicados a cada 25 centímetros en la zona no confinada.

Este detalle se puede apreciar en la figura 32, en la cual se muestra una viga continua, conformada por la viga V-4 (la que se utilizó en el ejemplo).

Debe notarse las distancias de zona confinada y no confinada y el espaciamiento entre estribos.

Figura 32. **Detalle de viga V-4 sentido X**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.10. **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 del análisis estructural.

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 aplicada a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas de la estructura.

Datos en columnas de primer y segundo nivel

Sección de columna = 45*45 cm

Sección de viga 2 = 35*55 cm

Sección de viga 1 = 35*55 cm

My1 = 40 991,28 kg-m

My2 = 11 180,69 kg-m

Vx = 6 233,78 kg

Vy = 8 615,05 kg

área tributaria = 39,0 m²

Mx1 = 41 410,09 kg-m

Mx2 = 9 582,92 kg-m

longitud de columna 1 = 5,10 m

longitud de columna 2 = 3,10 m

longitud de vigas = 6,50 m

Se comienza calculando el factor de carga última por medio de la siguiente ecuación:

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

CMU= 1,2 (W acabados + W losa + W sobrecarga + W muros)

CMU = 1,2 * (50+360+75+50) = 642,0

CVU = 1,6 *(W carga viva)

CVU = 1,6*350 = 560,0

CU = CMU + CVU = 642 + 560 = 1 202

$$FCU = 1 202 / (350 + 535) = 1,36$$

Se procede a calcular la carga axial:

$$Pu = (At \times CU) + (PP \text{ vigas} \times Fcu)$$

$$Pu = (39 * 1 202) + ((6 + 3,75 + 2,75) * 2 400 * 0,55 * 0,35 * 1,36) + 48 158,51 = 102 167,02$$

kg

Posteriormente, se clasifica la columna según su esbeltez. La meta de esta clasificación es ubicarle en un rango para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarle en base a 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 mide el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

$$\Psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{vigas}}$$

$$I_{col} = 0,45 * 0,45^3 / 12 = 0,005208$$

$$I_{viga} = 0,35 * 0,50^3 / 12 = 0,003028$$

$$K_{col \text{ 1er nivel}} = 0,005208/4,90 = 0,000947$$

$$K_{col \text{ 2do nivel}} = 0,005208/3,10 = 0,001488$$

$$K_{viga \text{ izquierda}} = 0,003028/6 = 0,000505$$

$$K_{viga \text{ derecha}} = 0,003028/6 = 0,000505$$

Segundo nivel

$$\Psi_a = 0,000947/(2*0,000505) = 0,9382 \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (extremo inferior colocado al suelo)}$$

$$\Psi_{prom} = 0,4691$$

Primer nivel

$$\Psi_a = 0,001488/(2*0,000505) = 1,4743 \text{ (extremo superior)}$$

$$\Psi_b = 0,001488/(2*0,000505) = 1,4743 \text{ (extremo inferior)}$$

$$\Psi_{prom} = 1,4743$$

Se calcula el factor de longitud efectiva K:

$$K = \frac{20 - \Psi_{prom}}{20} \times \sqrt{(1 + \Psi_{prom})} \quad \text{si } \Psi_p < 2$$

$$K = 0.9 \times \sqrt{(1 + \Psi_{prom})} \quad \text{si } \Psi_p > 2$$

En este proyecto, $\Psi < 2$:

$$\text{Primer nivel} \quad K = ((20-1,4743)/20) \times \sqrt{(1+1,4743)} = 1,1836$$

$$\text{Segundo nivel} \quad K = ((20-0,4691)/20) \times \sqrt{(1+0,4691)} = 1,4570$$

Se calcula la esbeltez:

$$E = \frac{K \times Lu}{\sigma} \quad \sigma = 0.3 \times \text{lado}$$

$$\sigma = 0.3 * 0.45 = 0,135$$

$$\text{Primer nivel} \quad E = (1,1836 * 3,10) / 0,135 = 27,39$$

$$\text{Segundo nivel} \quad E = (1,4570 * 3,10) / 0,135 = 33,87$$

Ambas columnas son intermedias, hay que magnificar momentos

Al hacer 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 laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con la meta 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.

Se utilizará como ejemplo el sentido X, los resultados del sentido Y se calculan de forma similar para el factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = \frac{C_{MU}}{C_u}$$

Primer nivel	$\beta_d = 642 / (480+642) = 0,572$
Segundo nivel	$\beta_d = 504 / (480+504) = 0,506$

Cálculo del EI total del material:

$$E_c = 15\,100 \times \sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c \times I_g}{2,5(1 + \beta_d)}$$

Primer nivel	$EI = (15\,100 \times \sqrt{281} \times (45^4/12)) / (2,5 \times (1+0,572)) = 2\,200,66 \text{ ton-m}^2$
Segundo nivel	$EI = (15\,100 \times \sqrt{281} \times (45^4/12)) / (2,5 \times (1+0,506)) = 2\,297,12 \text{ ton-m}^2$

Cálculo de la carga crítica por nivel:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times EI}{(k \times lu)^2}$$

Primer nivel $P_{cr} = (2\,200,66 \times 3,1416^2) / (1,18 \times 3,10)^2 = 1\,613,24 \text{ ton}$
 Segundo nivel $P_{cr} = (2\,297,12 \times 3,1416^2) / (1,46 \times 3,10)^2 = 1\,111,28 \text{ ton}$

Se calcula el magnificador de momentos:

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}$$

Primer nivel $\delta = 1 / (1 - (95\,774,98 / (0,7 \times 1\,613,24))) = 1,093$
 Segundo nivel $\delta = 1 / (1 - (44\,962,49 / (0,7 \times 1\,111,28))) = 1,061$

Se calculan los momentos de diseño:

$$M_u = M \times \delta$$

Primer nivel $M_{ux} = 14\,645,21 \times 1,093 = 16\,002,40$
 Segundo nivel $M_{ux} = 8\,662,92 \times 1,061 = 9\,194,36$

Primer nivel $M_{uy} = 17\,418,60 \times 1,093 = 19\,060,36$
 Segundo nivel $M_{uy} = 12\,072,17 \times 1,061 = 12\,832,34$

El acero longitudinal se calcula por el método de Bressler. Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla. El método de Bressler 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 por una excentricidad e_y ($P'uy$).

Los límites de para acero según el ACI están en función del área gruesa A_g de la columna de la siguiente forma:

$$1\% A_g < A_s < 6\% A_g \text{ (zona sísmica)}$$

$$A_s \text{ min} = 0,01 \cdot 45 \cdot 45 = 20,25 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ max} = 0,06 \cdot 45 \cdot 45 = 121,5 \text{ cm}^2$$

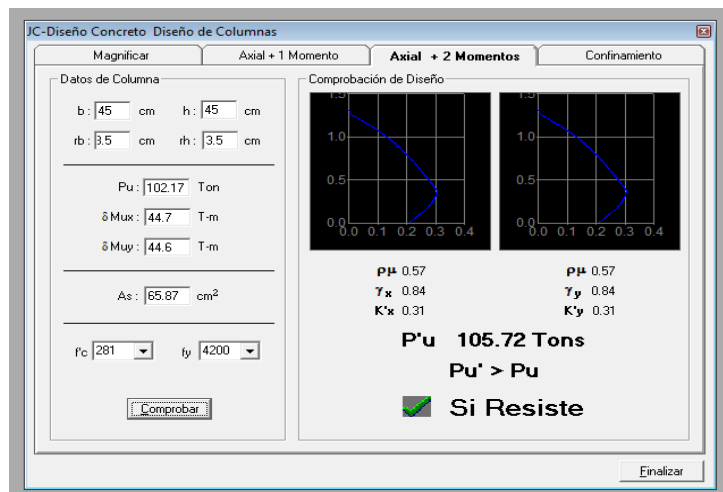
Con base en esos límites se propone un armado:

Primer nivel 4 # 12 + 4 # 8 equivalente a 65,87 cm² (3,25%)

Segundo nivel 8 # 6 equivalente a 22,80 cm² (1,13%)

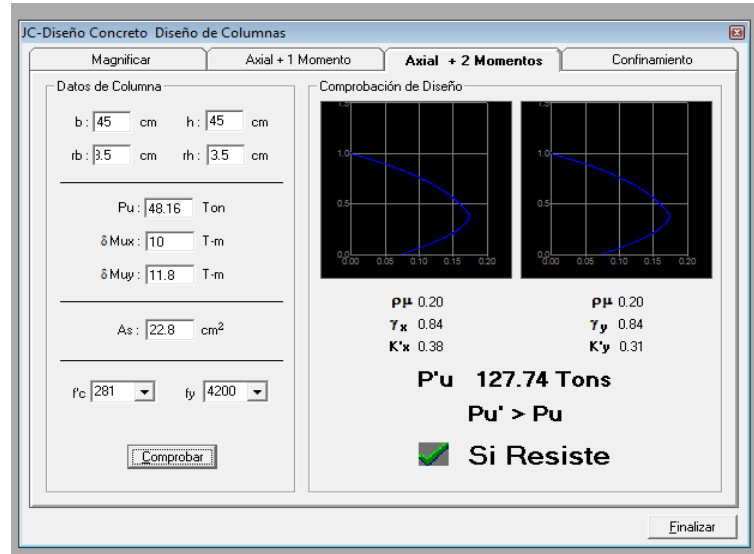
Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas, los cuales fueron calculados con el software JC-Diseño Concreto de JC Corado. Los diagramas son:

Figura 33. Diagrama de interacción columna primer nivel



Fuente: elaborado con JC-Diseño Concreto.

Figura 34. Diagrama de interacción segundo nivel



Fuente: elaborado con JC-Diseño Concreto.

Valor de la gráfica $\gamma_x = \gamma_y = 0,84$

Valores de la curva

$$K_x 1 = 0,38 \quad K_x 2 = 0,31 \quad K_y 1 = 0,31 \quad K_y 2 = 0,31$$

Se procede a calcular las cargas resistentes de la columna a una excentricidad e:

Primer nivel	$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = 0,38 \cdot 281 \cdot 45 \cdot 45 =$	216 229,50 kg
Segundo nivel	$P'_{ux} = K_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h = 0,31 \cdot 281 \cdot 45 \cdot 45 =$	176 397,75 kg
Primer nivel	$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = 0,31 \cdot 281 \cdot 45 \cdot 45 =$	176 397,75 kg
Segundo nivel	$P'_{uy} = K_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h = 0,31 \cdot 281 \cdot 45 \cdot 45 =$	176 397,75 kg

Carga axial resistente de la columna:

$$P'o = \phi \times (0.85 \times f'c \times (Ag - As) + As \times fy)$$

Primer nivel $0,7 \times (0,85 \times 281 \times (2\ 025 - 65,87) + (65,87 \times 4\ 200)) = 512\ 214,87$

Segundo nivel $0,7 \times (0,85 \times 281 \times (2\ 025 - 22,80) + (22,80 \times 4\ 200)) = 401\ 789,83$

Carga resistente de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}}$$

Primer nivel $P'u = 1 / ((1/216\ 229,50) + (1/176\ 397,75) - (1/512\ 214,87)) = 119\ 883,71\ \text{kg}$

Segundo nivel $P'u = 1 / ((1/176\ 397,75) + (1/176\ 397,75) - (1/401\ 789,83)) = 113\ 005,21\ \text{kg}$

Se verifica la condición:

$$P'u > \frac{Pu}{0,7}$$

Primer nivel $119\ 883,71 > (102\ 196,02/0,7)$

Segundo nivel $113\ 005,21 > (48\ 158,51/0,7)$

Ambos casos cumplen

Ya que en ambos casos $P'u > Pu/0,7$; entonces el armado de la columna propuesto es adecuado. En el caso contrario, sería necesario aumentar el acero por debajo del As_{max} , en caso de requerir mayor esfuerzo que el permitido por el As_{max} , será necesario aumentar la sección propuesta.

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarles de ductilidad con la meta 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 las mismas.

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

Calculando el corte resistente:

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

$$V_r = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{281} \times 45 \times 37,5 = 12\,913,50 \text{ kg}$$

$$V_u = 8\,615,05 \text{ kg}$$

Como $V_r > V_u$, se usa estribos a $d/2$

$$d/2 = 38/2 = 19 \text{ cm}$$

De igual forma, se calcula la zona de confinamiento, escogiendo la longitud mayor de las siguientes opciones:

$$L_u / 6 = 2,95/6 = 49,17 \text{ cm}$$

$$\text{Lado mayor de columna} = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Por reglamento} = 45 \text{ cm}$$

Para este proyecto se usará una longitud de 50 cm.

Se calcula ahora la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(0,85 \times \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 * ((45^2/38^2)-1) * (0,85 * 281/4 200) = 0,0103$$

El cálculo de ρ_s se chequea mediante:

$$\rho_s > 0,12 \times \frac{f'_c}{f_y}$$

$$0,12 * 281/4 200 = 0,00803 \quad \text{chequea}$$

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

$$S = \frac{4 A_v}{\rho_s \times L_n}$$

$$S = 4 * 0,71 / (0,0103 * 50) = 5,63 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocan estribos # 3 @ 5,5 centímetros en la zona de confinamiento. Por tener varillas en las caras de la columna, se colocará estribos rotados a 45° según el reglamento ACI.

Los armados quedan de la siguiente manera:

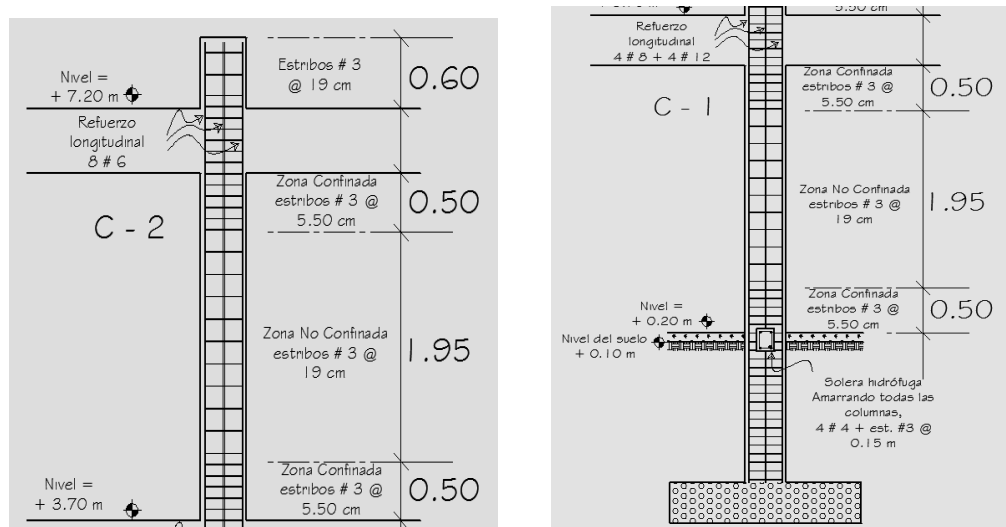
Primer nivel 4 # 8 + 4 # 12 longitudinal + estribos # 3 @ 5,5 cm en zona confinada y 19 cm en el resto.

Segundo nivel 8 # 6 longitudinal + estribos # 3 @ 5,5 cm en zona confinada y 19 cm en el resto.

En la figura 35, se muestra el detalle de las columnas de primer y segundo nivel. En la figura 36, se muestra el detalle transversal de las columnas C1 para el primer nivel y C2 para el segundo nivel.

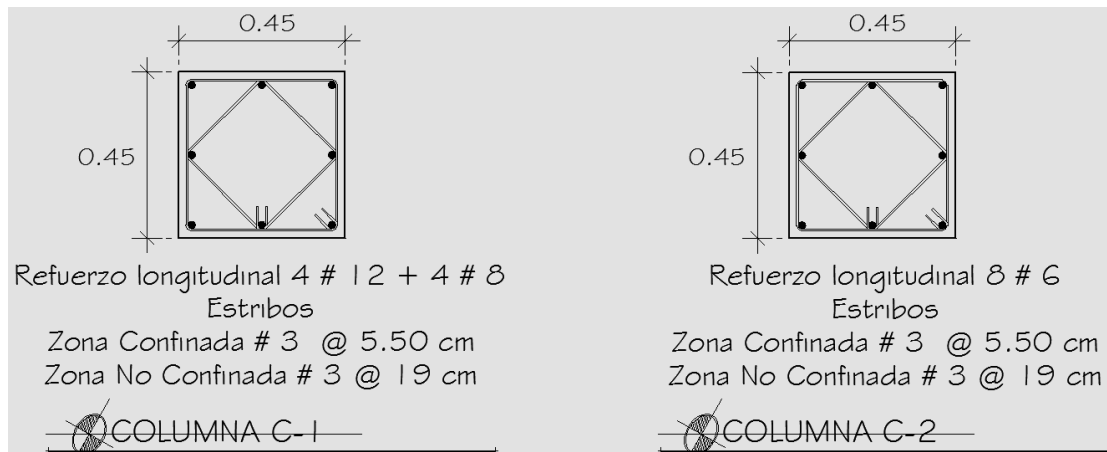
En ambas figuras, notar el detalle del refuerzo longitudinal y como el refuerzo transversal de la zona de confinamiento permanece constante en el interior de la viga, hasta llegar a la zona de confinamiento de la columna superior.

Figura 35. **Detalle de columna de primer y segundo nivel**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 36. **Sección transversal de columna de primer y segundo nivel**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.11. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella (C) y contrahuella (H), cumpliendo con los siguientes criterios:

$$C < 20 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm; } C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Carga de diseño para una escalera:

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

$$PP(\text{escalera}) = Wc = t + c/2$$

Para determinar el número de escalones se utiliza:

$$H/C_{\max}$$

$$H/C_{\max} = 3,5/0,1825 = 19,17 \text{ escalones}$$

Para utilizar 19 escalones, se chequea:

$$C = 18,42 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 27 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 18,42 + 27 = 63,84 \leq 64 \text{ cm}$$

$$C + H = 18,42 + 27 = 45,42 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 18,42 \cdot 27 = 497,34 \text{ cm}^2$$

Como todo chequea, se tienen 19 contrahuellas de 18,42 cm, 17 huellas de 27 cm y un descanso de 1,62 m.

Para calcular el espesor de la losa, se utiliza:

$$t = L/20$$

Para ello, se debe de tomar en cuenta que L es una longitud inclinada:

$$L = \sqrt{(2,25^2 + 1,60^2)} = 2,76 \text{ m}$$

$$t = 2,76/20 = 0,138 \approx 0,14 \text{ m}$$

Se inicia por integrar cargas:

Peso propio	$\gamma_c \cdot (t+c/2)$	$2400 \cdot (0,14+0,1842/2)$	$556,8 \text{ kg/cm}^2$
Acabados	60 kg/cm^2		
Total	$616,80 \text{ kg/cm}^2$		

Carga viva	400 kg/cm ²		
Carga última	1,2CM + 1,6CV	1,2*616,8+1,6*400	1 380,16 kg/cm ²

Se calculan los momentos actuantes en la losa. Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, según el código ACI:

$$M(-) = w \cdot l^2 / 9 = 1\,380,16 \cdot 2,76^2 / 9 = 1\,168,17 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = w \cdot l^2 / 12 = 1\,380,16 \cdot 2,76^2 / 12 = 750,96 \text{ kg-m}$$

Se chequean el área de acero para cada momento y se corrobora contra el mínimo, mediante las mismas fórmulas usadas en vigas:

$$As_{\min} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot (14 - 3,5 - 0,148) / 2\,810 = 5,23 \text{ cm}^2$$

$$As_{M(-)} = 4,54 \text{ cm}^2$$

$$As_{M(+)} = 2,90 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de 1 # 3 @ 13 cm en el sentido longitudinal, con bastones de 1,00 m de longitud @ 13 cm

Se calcula el acero por temperatura para el refuerzo en el sentido transversal:

$$As_{\text{temp}} = 0,002 \cdot b \cdot d = 0,002 \cdot 100 \cdot 10,43 = 2,09 \text{ cm}^2$$

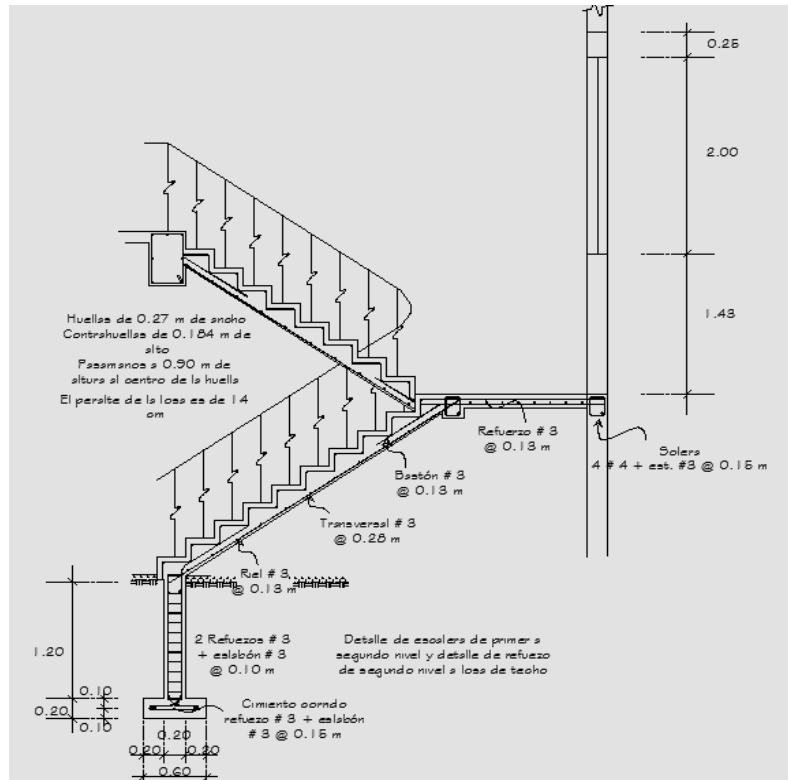
Lo cual sería 1 # 3 @ 30 cm

$$S_{\max} = 2 \cdot t = 2 \cdot 14 = 28 \text{ cm}$$

Se propone refuerzo por temperatura 1 # 3 @ 28 cm

El detalle transversal de las gradas se muestra en la figura 37.

Figura 37. Detalle de gradas



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.4.12. Diseño de cimientos

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores, transmitiéndoles 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 proyecto se utilizarán zapatas y pilotes para cargar columnas, y cimiento corrido para cargar los muros de mampostería. El material más adecuado es el concreto reforzado.

Datos:

$M_x = 58,11 \text{ ton-m}$	$\text{desplante} = 2 \text{ m}$
$M_y = 58,12 \text{ ton-m}$	$F_{cu} = 1,36$
$P_u = 60,26 \text{ ton}$	$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ ton/m}^3$
$V_s = 6,39 \text{ ton/m}^2$	$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
$P_{\text{suelo}} = 1,32 \text{ ton/m}^3$	$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Se calculan las cargas de trabajo:

$$P't = P_u / F_{cu} = 60,26 / 1,36 = 44,36 \text{ ton}$$
$$M't_x = M_x / F_{cu} = 58,11 / 1,36 = 42,78 \text{ ton-m}$$
$$M't_y = M_y / F_{cu} = 58,12 / 1,36 = 42,79 \text{ ton-m}$$

Se pasa al predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 P't}{V_s}$$

$$A_z = 1,5 * 44,36 / 9,58 = 10,42 \text{ m}^2$$

Considerando una zapata cuadrada de 3,25 * 3,25 metros se cubre un área de 10,56 metros cuadrados; se propone para chequeo una sección de 2,55*2,55 metros, la cual cubre un área de 6,5 metros cuadrados, ya que en distancias mayores a esta haría falta espacio entre zapatas, lo que sugiere realizar otro tipo de cimentación.

Se procede a revisar la transmisión de cargas aplicadas al suelo por medio de la superficie de contacto. Ello se hace por medio de la fórmula:

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

$$S_x = S_y = 2,55^3 / 6 = 2,76$$

El valor de q no debe ser negativo (trabaja a tensión) ni mayor al valor soporte. Se calcula Pcg por medio de la integración de cargas:

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

$$P = 44,84 + 2,09 + 11,96 + 10,92 = 69,36 \text{ ton}$$

Se procede a calcular los valores de q:

$$q_{\max} = 69,81/2,55^2 + 42,78/2,76 + 42,79/2,76 = 41,63 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\min} = 69,81/2,55^2 - 42,78/2,76 - 42,79/2,76 = -20,30 \text{ ton/m}^2$$

El suelo no tiene capacidad para resistir las cargas a las que se ve sometido, razón por la cual se decide revisar la sección por corte y por punzonamiento y utilizar pilotes para cimentar.

2.2.4.12.1. Diseño de pilotes

Los pilotes son elementos hechos de acero, concreto y/o madera, usados para construir cimentaciones profundas.

Para este caso, es necesario usar este tipo de cimentación, para garantizar la seguridad estructural del puente a pesar del costo adicional que represente.

Teoría de cálculo en la transferencia de carga

Existen diferentes tipos de pilotes, dependiendo del tipo de carga a soportar, de las condiciones del subsuelo y de la localización del nivel freático. Considerando que el tipo de suelo donde se ubicará el puente tiene poca capacidad de carga y no es cohesivo, se eligieron pilotes prefabricados de concreto reforzado.

Estos se fabrican usando un refuerzo ordinario y su sección transversal es cuadrada u octagonal; se refuerza para que resista el momento flexionante desarrollado durante su manipulación y transporte, además de la carga vertical y el momento flexionante causado por la carga lateral.

Los pilotes son fabricados a longitudes deseadas y curado antes de transportarlos a los sitios de trabajo.

De acuerdo a los resultados del estudio de suelos realizado en el lugar, no se encuentra un estrato rocoso, ni suelo compacto y/o duro a una profundidad razonable.

Estas particularidades encontradas en el suelo, influyeron en la elección de pilotes, para resistir las cargas transmitidas del puente hacia el suelo.

El mecanismo de los pilotes para transferir carga al suelo, serán de dos maneras:

Carga de punta: en este caso, la capacidad última de resistencia de carga de los pilotes, depende por completo de la capacidad de carga del material (suelo) subyacente; estos son llamados pilotes de carga de punta, en la

mayoría de estos casos, la longitud necesaria del pilote debe ser establecida lo más preciso, además los pilotes se prolongan unos cuantos metros dentro del estrato duro.

Carga por fricción: cuando no se tiene una capa de roca o material duro a una profundidad razonable, para este tipo de condición en el subsuelo, los pilotes se hincan en el material más blando a profundidades específicas.

Estos se denominan pilotes de fricción, por que la mayor parte de la resistencia se deriva de la fricción superficial, la longitud de estos pilotes depende de la resistencia cortante del suelo, de la carga aplicada y del tamaño del pilote.

Las ecuaciones para estimar la capacidad última de carga de un pilote, se logra por una simple ecuación, como la suma de la carga tomada en la punta del pilote, más la resistencia total por fricción (fricción superficial) generada en la interfaz suelo-pilote o:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Donde:

Q_p = carga tomada en la punta del pilote

Q_s = carga tomada por la fricción superficial desarrollada en los lados del pilote (causada por la resistencia cortante entre el suelo y el pilote).

Si Q_s es muy pequeña, entonces $Q_u \approx Q_p$. Sin embargo, si el valor de Q_p es relativamente pequeño $Q_u \approx Q_s$, lo cual depende del tipo de suelo y su ángulo de fricción.

Capacidad de carga de la punta, Q_p

La capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, de acuerdo con las ecuaciones de Terzaghi, es:

$$q_u = 1,3cN_c + q N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

(para cimentaciones cuadradas superficiales)

Similarmente, la ecuación general de capacidad de carga para cimentaciones superficiales (para carga vertical) está dada como:

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

Por lo tanto, la capacidad última de carga se expresa como

$$q_u = c N_c^* + q N_q^* + \gamma B N_\gamma^*$$

Donde N_c^* , N_γ^* y N_q^* son factores de capacidad de carga, que incluyen los factores necesarios de forma y profundidad.

Las cimentaciones con pilotes son profundas. Sin embargo, la resistencia última por área unitaria desarrollada en la punta del pilote, se expresa por una ecuación similar, en forma, a la descrita anteriormente, aunque los valores de N_c^* , N_γ^* y N_q^* serán diferentes.

La nomenclatura usada para el ancho de un pilote es D . Al sustituir D por B en la ecuación anterior resulta:

$$q_u = cN_c^* + qN_q^* + \gamma DN_\gamma^*$$

Dado que el ancho "D" de un pilote es relativamente pequeño, el término γDN_γ^* se cancela del lado derecho de la ecuación sin introducir un serio error, por lo tanto la ecuación se reduce a:

$$q_u = cN_c^* + q'N_q^*$$

El término q fue reemplazado por q' en la ecuación, para indicar un esfuerzo vertical efectivo. Por consiguiente, la carga de punta de pilotes es:

$$Q_p = A_p * q_p = A_p (cN_c^* + q'N_q^*)$$

Donde:

A_p = área de la punta del pilote, (pies²)

c = cohesión del suelo que soporta la punta del pilote

q_p = resistencia unitaria de punta, (klb/pies²)

q' = esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta del pilote (klb/pies²)

N_c^* , N_q^* = factores de capacidad de carga

Resistencia por fricción, Q_s

La resistencia por fricción o superficial de un pilote se expresa como:

$$Q_s = (f(0) + f(L'))/2 * p * L' + f(L') * p (L - L')$$

Donde:

p = perímetro de la sección del pilote (pie)

ΔL = longitud incremental del pilote sobre la cual p y f se consideran constantes (pie)

f = resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad z (klb/pies²)

Debe subrayarse que en el campo, para movilizar plenamente la resistencia de punta (Q_p), el pilote debe desplazarse de 10% a 25% del ancho (o diámetro) del pilote.

Existen numerosos estudios y métodos que tratan sobre la determinación de los valores de Q_p y Q_s , pero en este diseño solo se tomarán los proporcionados por Meyerhof (1976); ya que son los que más se adaptan a las condiciones y características del proyecto.

Método de Meyerhof

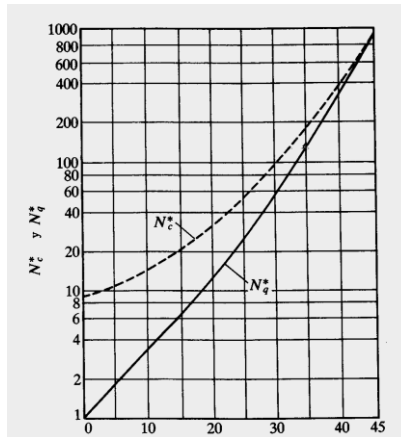
La capacidad de carga de punta de un pilote (Q_p) en arena, generalmente crece con la profundidad de empotramiento, en el estrato de apoyo y alcanza un valor máximo, para una relación de empotramiento de $L_b/D = (L_b/D)_{cr}$.

En un suelo homogéneo L_b , es igual a la longitud real L de empotramiento del pilote; es decir, $L = L_b$. De acuerdo con Meyerhof (1976), los factores de capacidad de carga crecen con L_b/D y alcanzan un valor máximo en $L_b/D \approx 0,5 (L_b/D)_{cr}$.

En la mayoría de los casos, la magnitud de L_b/D para pilotes es mayor que $0,5 (L_b/D)_{cr}$, por lo que los valores máximo de N_c^* y N_q^* , serán aplicables para el cálculo de q_p en todos los pilotes.

La variación de esos valores máximo de N_c^* y N_q^* con el ángulo de fricción ϕ , se muestra en la figura 38.

Figura 38. Variación de valores máximos de N_c y N_q



Fuente: DAS, Braja. Principio de ingeniería de cimentaciones. p. 586.

Donde:

L = longitud de empotramiento del pilote

L_b = longitud de empotramiento del pilote en estrato de apoyo

Para pilotes en arena, $c = 0$ la ecuación de capacidad por punta toma la forma simplificada, el resultado se expresa en [klb];

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^*$$

Sin embargo, Q_p no debe exceder el valor límite $A_p q_l$, o sea:

$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^* \leq A_p q_l$$

La resistencia de punta límite es q_l (kilo libra/pie cuadrado) = $1000Nq^*\tan\Phi$; donde Φ = ángulo de fricción del suelo en el estrato de apoyo.

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot q' N_q^* \text{ (en klb)}$$

Datos

$D = 2$ pie = diámetro o ancho del pilote

$q' = 1\,959,36$ lb/pie² = 1,959 klb/pie²

$\phi = 17^\circ$

$L = 19,68$ pies

$N_q^* = 9,321$ de la figura 36

$$Q_p = A_p \cdot q' N_q^* = (0,6 \cdot 3,28)^2 \cdot (1,959) \cdot (9,321) = 70,72 \text{ klb}$$

Q_p , no debe exceder el valor límite $A_p q_l$, o sea $Q_p = A_p \cdot q' N_q^* \leq A_p q_l$; y la resistencia en la punta límite es q_l (klb/pie²) = $1000Nq^*\tan\phi$;

$$Q_p = A_p q_l = A_p N_q^* \tan \phi \text{ (klb/pie}^2\text{)} = (3,87) \cdot (9,321) \cdot (\tan 17^\circ)$$

$Q_p = 11,05$ klb > 70,72 klb, por lo que no cumple con la condición, se toma el menor valor para diseñar

Resistencia por fricción

Se señaló que la resistencia por fricción (Q_s) en arena se expresa como

$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

La resistencia unitaria por fricción f es difícil de estimar. Al calcular f deben tenerse en cuenta varios factores importantes, como:

- La naturaleza de la instalación del pilote. Para los hincados en arena, la vibración causada durante el hincado del pilote, ayuda a densificar el suelo a su alrededor. Es decir, que la zona de densificación o compactación de la arena, que rodea al pilote, es aproximadamente 2,5 veces el diámetro del pilote.
- Se ha observado que la naturaleza de la variación de la fricción unitaria f , en campo se comporta de la siguiente manera; crece con la profundidad más o menos linealmente hasta una profundidad de L' y permanece luego constante. La magnitud de la profundidad crítica L' es de entre 15 y 20 diámetros del pilote. Una estimación conservadora sería $L' \approx 15D$.
- A profundidades similares, la fricción unitaria superficial en arena suelta es mayor, para un pilote de alto desplazamiento que para un pilote de bajo desplazamiento.
- A profundidades similares, los pilotes perforados o hincados parcialmente con chorro de agua a gran presión, tendrán una fricción unitaria superficial menor que en el caso de pilotes hincados.

Considerando los factores anteriores, se da una relación aproximada para f como sigue:

$$\text{Para } z = 0 \text{ a } L' \quad f = K \sigma_v' \tan \delta$$

$$\text{y para } z = L' \text{ a } L \quad f = f_z = L'$$

Donde:

K = coeficiente efectivo de la tierra

σ_v' = esfuerzo vertical efectivo a la profundidad bajo consideración

δ = ángulo de fricción entre suelo y pilote

En realidad, la magnitud de K varía con la profundidad. Es aproximadamente el coeficiente K_p , de presión pasiva de Rankine en la parte superior del pilote y menor que el coeficiente, K_o , de la presión en reposo a una profundidad mayor. Con base en los resultados disponibles actualmente, los siguientes valores promedio de K son recomendados para usarse en la siguiente ecuación.

Tabla XVII. **Valores promedio de K**

Tipo de pilote	K
Perforado	$\approx K_o = 1 - \text{sen}\phi$
Hincado, de bajo desplazamiento	$\approx K_o = 1 - \text{sen}\phi$ a $1,4 K_o = 1,4(1 - \text{sen}\phi)$
Hincado, de alto desplazamiento	$\approx K_o = 1 - \text{sen}\phi$ a $1,8 K_o = 1,8(1 - \text{sen}\phi)$

Fuente: elaboración propia.

Los valores de δ , dados por varios investigadores parecen estar en el rango de $0,5\phi$ a $0,8\phi$. En diversas referencias bibliográficas, dedicadas al estudio de suelos, explican que el rango de la Gravedad Específica de un suelo, está en función de las características del mismo.

Cálculo de la resistencia por fricción del pilote, Q_s

$$Q_s = [(f_z = 0 + f_z = L')/2] pL' + f_z = L' p(L - L')$$

Datos:

p = perímetro del pilote

$K = 1,3$ $\delta = 0,65\Phi$

$L' \approx 15D = 15(2 \text{ pie}) = 30 \text{ pies}$ (se usa 13,1 pies, debido a que es la longitud total).

$$\text{Por lo tanto, } f = K\sigma_v \tan \delta = (1,3)(2,039 \text{ klb/pie}^2) \times \tan(0,8 \times 13,65) = 1,0288 \text{ klb/pie}^2$$

$$Q_s = \phi(fz = 0 + fz = L')/2 \times pL' + fz = L' p(L - L')$$

$$Q_s = (0 + 0,448)/2 \times (\pi \times 3,28) + (13,12) (\pi \times 3,28)(13,12 - 13,12)$$
$$Q_s = 53,65 + 0 = 53,65 \text{ klb}$$

Teniendo la acción de la carga de fricción y la carga de punta, se procede a sumarles para determinar la cantidad de pilotes.

$$Q_{adm} = p + s$$

$$Q_{adm} = 11,05 + 53,65 = 64,70 \text{ klb}$$

Y haciendo la relación para número de pilotes, queda:

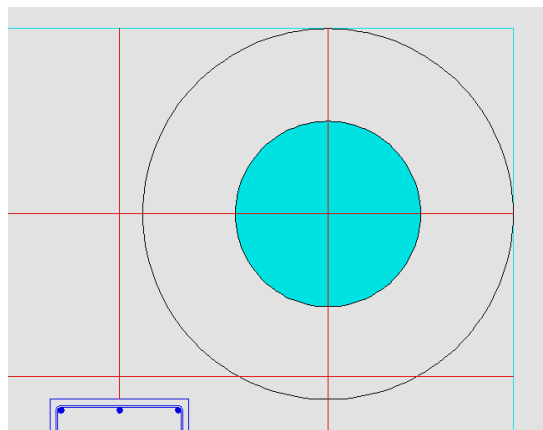
$$N = \frac{\text{Carga total}}{Q_{adm}}$$

$$N = 60,26 \times 2,201 / 64,7 = 3,79 \text{ pilotes}$$

Se usarán 4 pilotes de 4 m de longitud

Para la revisión, se debe de tomar en cuenta que la estructura está apoyada sobre pilotes, por lo que la zona de revisión será alrededor del área de influencia de los mismos, a una distancia igual a $d/2$ desde la cara exterior del pilote:

Figura 39. **Área de influencia de pilotes**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Cada uno de los pilotes, reciben una carga puntual axial, con la cual se hace la revisión de corte y punzonamiento en el área de influencia de pilotes. La fuerza actuante en cada pilote se calcula mediante la fórmula:

$$P_i = \frac{R}{N} \pm \frac{M_x d_x}{\sum d^2_x} \pm \frac{M_y d_y}{\sum d^2_y}$$

Donde:

P_i = carga actuante por pilote

R = carga axial actuante en la columna

N = número de pilotes

M_x = momento actuante en el sentido X

M_y = momento actuante en el sentido Y

dx = distancia al centroide del pilote desde el centriode de la zapata en dirección de X

dy = distancia al centroide del pilote desde el centriode de la zapata en dirección de Y

$\sum d^2x$ = sumatoria de distancias al cuadrado en X desde el centroide de zapata

$\sum d^2y$ = sumatoria de distancias al cuadrado en Y desde el centroide de zapata

El pilote que se ubica en la dirección donde actúan los momentos, es el pilote crítico (recibe más carga), y es con el cual se chequean y diseñan las secciones de la zapata.

$$P_{cr} = 60,26/4 + 57,23/4 + 65,89/4 = 27,15 \text{ ton}$$

Esfuerzo secante

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna en zapatas tradicionales, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. En pilotes, el esfuerzo secante (equivalente del corte), actúa en la zona de influencia.

Tras varios tanteos, se utiliza un peralte de 41 centímetros:

$$d = \text{peralte} - \text{recubrimiento} - \text{diámetro de varilla}/2$$

$$d = 41 - 8 - 1,98/2 = 32,01 \text{ cm}$$

Esfuerzo secante	$V_u / (b_o d) = 27,15 \cdot 1\,000 / ((\pi \cdot (32,01 + 60)) \cdot 32,01)$ 2,93 kg/cm ²
Esfuerzo columna	$V_u / (b_o d) = 27,15 \cdot 1\,000 / ((4 \cdot (45 + 60)) \cdot 32,01)$ 2,02 kg/cm ²
Esfuerzo admisible	$1,06 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{f'_c} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{281} =$ 15,10 kg/cm ²

Como esfuerzo admisible > actuante y admisible > columna, resiste esfuerzos de corte

Punzonamiento como viga

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, en una zapata tradicional.

El efecto en pilotes, se chequea como si el mismo trabajase como una franja unitaria (o viga), en la cual hay uno o varios pilotes. El mismo es el siguiente:

Esfuerzo actuante	$N \cdot P_{max} / (b_o d) = 2 \cdot 27,15 \cdot 1\,000 / ((\pi \cdot (32,01 + 60)) \cdot 32,01) =$ 6,65 kg/cm ²
Esfuerzo admisible	$0,53 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{281} =$ 7,55 kg/cm ²

Como esfuerzo admisible > actuante, resiste esfuerzos de punzonamiento

Diseño del refuerzo

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

$$M_u = V_u * x$$

$M_u =$ Corte último pilote crítico * distancia a la cara más cercana de columna

$$M_u = 27,15 * 1\ 000 * 0,65 = 17\ 645,96 \text{ kg-m}$$

$$A_s = (0,85 * 281 / 2\ 810) * ((100 * 32,01) - ((100 * 32,01)^2 - (17\ 645,96 * 100 / (0,003825 * 281)))^{0,5} = 22,75 \text{ cm}^2$$

Revisando el acero mínimo:

$$A_{s \text{ min}} = 14,1 * 100 * 32,01 / 2\ 810 = 16,06 \text{ cm}^2$$

Para determinar el espaciamiento, se utiliza una regla de tres:

22,75 cm ²	100
1,98 cm ²	X

$$X = 1,98 * 100 / 22,75 = 8,7 \text{ cm}$$

Colocar 1 # 5 @ 8 cm en ambos sentidos

En la cama superior (ubicada 30 centímetros arriba de la cama inferior), se utiliza acero por temperatura:

$$A_{s \text{ temp}} = 0,002 \times b \times t$$

$$As_{temp} = 0,002 * 100 * 63 = 15,7 \text{ cm}^2$$

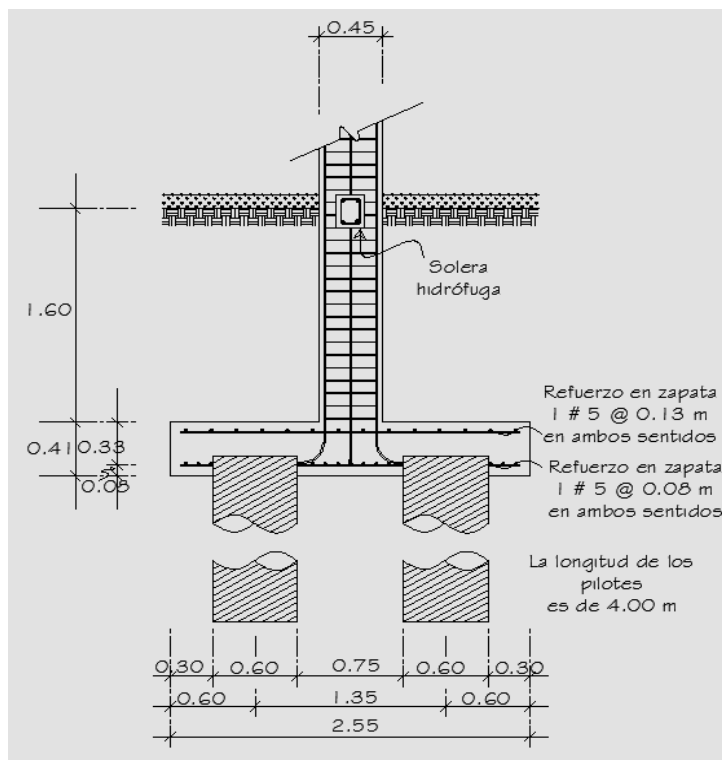
Para determinar el espaciamiento, se utiliza una regla de tres:

$$\begin{array}{rcl} 15,70 \text{ cm}^2 & 100 & \\ 1,98 \text{ cm}^2 & X & \end{array}$$

$$X = 1,98 * 100 / 15,70 = 12,61 \text{ cm}$$

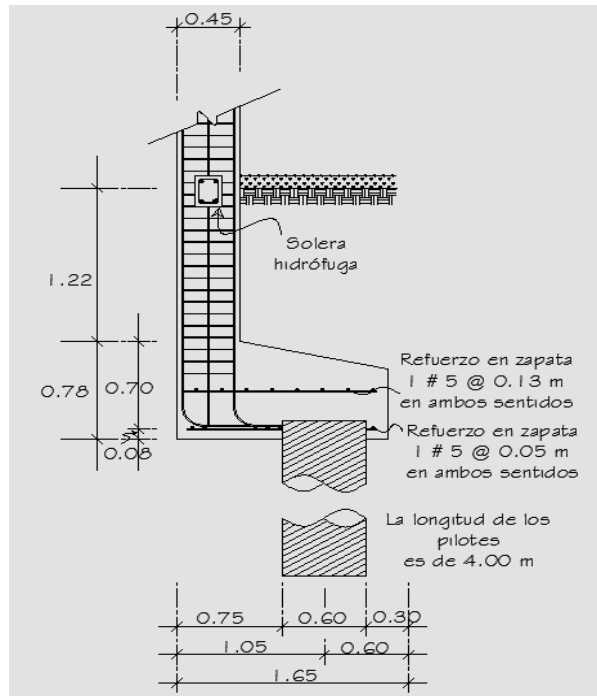
Colocar 1 # 5 @ 13 cm en ambos sentidos

Figura 40. **Detalle de zapata concéntrica**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Figura 41. **Detalle de zapata excéntrica**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

Cimiento corrido

Es el cimiento que se le coloca a los muros de carga. Para este caso, debido a que los muros no son de carga sino divisiones de tabiques, se utilizará exclusivamente para el cimiento de gradas.

Éste se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo a la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes y tienen una altura aproximada de 5,0 metros.

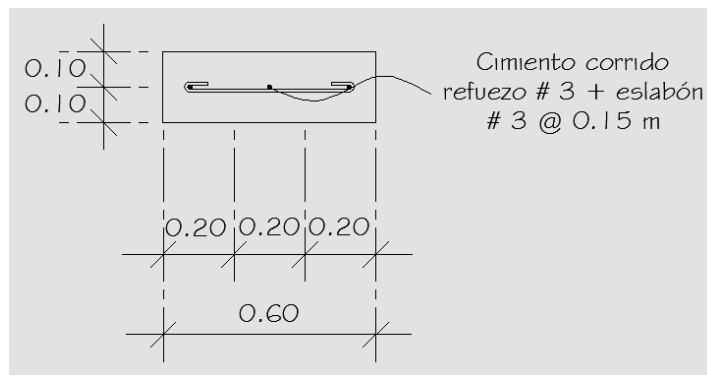
Por medio de la teoría de Meyerhof para zapatas, utilizando una excentricidad de 1% de la longitud total, una carga por muros y sobrepeso de 2,34 tonelada/metro en franjas unitarias y con las características del suelo, además de acuerdo con FHA se propone colocar cimiento corrido de 20 x 40 centímetros a un desplante de 1,40 metros.

Según FHA, el refuerzo mínimo para cimientos corridos es:

- Viviendas de un nivel: 2 # 3 + eslabones # 3 @ 30 cm ó # 2 @ 15 cm
- Viviendas de dos niveles: 3 # 3 + eslabones # 3 @ 30 cm ó # 2 @ 15 cm

Para este proyecto, se propone utilizar un cimiento corrido de 20 x 40 centímetros con refuerzo 3 # 3 con eslabones # 2 @ 15 centímetros, a una profundidad de 1,40 metros según el tipo de suelo.

Figura 42. **Detalle de cimiento corrido**



Fuente: elaborado con AUTOCAD 2010.

2.2.5. Instalaciones

Las instalaciones en los edificios pueden ser variables de acuerdo al uso que se les vaya a dar.

Para este proyecto se subdividen en agua potable, drenajes y electricidad (que se subdivide en fuerza eléctrica e iluminación). La instalación telefónica se propone colocar en forma paralela a la fuerza eléctrica con salidas en todas las oficinas y el servicio de internet se propone sea inalámbrico.

2.2.5.1. Agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, con tubería PVC ϕ $\frac{3}{4}$ pulgada, y los abastos por medio de tubería PVC ϕ $\frac{1}{2}$ pulgada. Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

2.2.5.2. Drenajes

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos. Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

2.2.5.3. Electricidad

El sistema de electricidad contará con dos tableros de distribución de 12 flipones de los cuales 1 se utilizarán para instalaciones de iluminación y 1 para las instalaciones de fuerza, dejando los flipones restantes para posibles ampliaciones.

La instalación eléctrica para iluminación cuenta con 4 circuitos en el primer nivel y 4 en el segundo nivel, cada circuito tiene un máximo de 14 unidades (lámparas 2 x 40 tipo industrial).

La instalación eléctrica de fuerza, cuenta con 6 circuitos en el primer nivel, 6 circuitos en el segundo nivel y 1 circuito en la terraza. Cada circuito de fuerza tiene como máximo 7 tomacorrientes dobles con placa metálica.

El circuito de fuerza está diseñado para aparatos de oficina, los cuales no deben exceder la capacidad del diseño. La implementación de otros aparatos o de aire acondicionado requiere de un diseño diferente.

Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

2.2.6. Elaboración de planos

Se elaboraron 11 planos (apéndice), los cuales especifican detalladamente la edificación. Se enumeran a continuación:

- Plantas de distribución y acotadas
- Fachadas y secciones, detalle de muros
- Detalle de zapatas, soleras, gradas y juntas de construcción
- Planta de cimentación y columnas
- Plano y secciones de vigas
- Planta de vigas, losas y columnas y detalle de vigas T
- Instalaciones de agua potable
- Instalaciones de drenaje sanitario y pluvial
- Instalaciones de iluminación
- Instalaciones de fuerza eléctrica

- Detalles y distribución de puertas y ventanas

2.2.7. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 10% de imprevistos y 20% de costos indirectos (en los cuales se incluye administración, supervisión y utilidades).

Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

La mano de obra calificada y no calificada se referenció a precios utilizados por la entidad en proyectos similares.

Tabla XVIII. **Tabla de resumen de presupuesto**

PRESUPUESTO					
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES					
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN					
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ					
JUNIO DE 2012					
No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUB-TOTAL
1.0	DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTE	M 2	493.15	Q1,068.79	Q527,075.27
2.0	NIVELACIÓN	M 2	480.00	Q27.75	Q13,320.00
3.0	TRAZO	M L	360.00	Q33.28	Q11,979.00
4.0	PILOTES	UNIDAD	59	Q2,244.59	Q132,430.86
5.0	ZAPATAS	UNIDAD	17	Q9,620.50	Q163,548.56
6.0	COLUMNAS PLANTA BAJA	M L	85.00	Q1,551.73	Q131,897.34
7.0	CIMIENTO CORRIDO	M L	6.50	Q334.54	Q2,174.52
8.0	SOLERA HIDRÓFUGA	M L	170.00	Q260.29	Q44,248.98
9.0	SOLERA INTERMEDIA	M L	689.00	Q212.30	Q146,277.63
10.0	SOLERA DE CORONA	M L	68.00	Q215.11	Q14,627.76

Continuación de la tabla XVIII.

11.0	VIGAS PRIMER NIVEL	M L	157.50	Q3,460.42	Q545,015.82
12.0	GRADAS PRIMER NIVEL Y RAMPA	GLOBAL	1	Q25,264.53	Q25,264.53
13.0	LOSA PRIMER NIVEL	M 2	357.00	Q473.03	Q168,870.02
14.0	COLUMNAS SEGUNDO NIVEL	M L	59.50	Q1,336.08	Q79,496.51
15.0	VIGAS SEGUNDO NIVEL	M L	157.50	Q4,714.40	Q742,517.49
16.0	GRADAS SEGUNDO NIVEL Y TECHO	GLOBAL	1	Q30,112.29	Q30,112.29
17.0	LOSA SEGUNDO NIVEL	M 2	357.00	Q464.36	Q165,776.69
18.0	DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1	Q49,061.56	Q49,061.56
19.0	DRENAJE AGUAS NEGRAS	GLOBAL	1	Q40,141.28	Q40,141.28
20.0	AGUA POTABLE	GLOBAL	1	Q23,196.11	Q23,196.11
21.0	ARTEFACTOS SANITARIOS	UNIDAD	32		
21.1	Inodoros	Unidad	14	Q 1,788.72	Q25,042.14
21.2	Lavamanos	Unidad	14	Q 1,616.65	Q22,633.16
21.3	Urinales	Unidad	4	Q 3,539.89	Q14,159.56
22.0	ELECTRICIDAD	GLOBAL	1		
	Acometida eléctrica (incluye varilla de cobre)	GLOBAL	1	Q16,865.10	Q16,865.10
	Fuerza (incluye cableado y colocación de placas)	UNIDAD			Q87,508.75
	Iluminación (incluye cableado y colocación de lámparas e interruptores)	UNIDAD			Q57,796.32
22.0	LEVANTADO DE PAREDES LADRILLO TUBULAR	M 2	991.97	Q443.97	Q440,405.05
23.0	PISO CERÁMICO	M 2	714.00	Q312.33	Q223,006.46
24.0	DIVISIONES TABLA YESO	M 2	126.00	Q290.16	Q36,559.91
25.0	AZULEJOS	M 2	214.00	Q332.58	Q71,172.68
26.0	REPELLO + CERNIDO	M 2	801.02	Q165.25	Q132,368.80
27.0	VENTANAS DE ALUMINIO	M 2	126.85	Q361.15	Q45,811.52
28.0	PUERTAS (HOJAS) DE CEDRO	UNIDAD	35	Q5,658.95	Q198,063.12
29.0	PINTURA	M 2	986.3	70.58	Q69,613.05
30.0	LIMPIEZA GENERAL	GLOBAL	1	Q23,958.00	Q23,958.00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Q4,521,995.86	

EL COSTO DEL PROYECTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:
CUATRO MILLONES QUINIENTOS VEINTE Y UNO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO CON 86/100 QUETZALES

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Evaluación de impacto ambiental

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Impactos ambientales de la construcción de edificaciones

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el consumo eléctrico, hay que señalar que la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

Medidas de mitigación

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área.
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres.
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Enterrar las bolsas (de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.

CONCLUSIONES

1. El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, contribuirá al saneamiento ambiental del sector, ya que en la actualidad las aguas servidas corren a flor de tierra, provocando la proliferación de enfermedades, malos olores, insectos y en general mal ornato. El proyecto beneficiará directamente a 3 124 personas actualmente y 7 144 a futuro a un costo de Q. 7 305 228,01.
2. El diseño estructural para la edificación para la Dirección Departamental de Educación de Sololá, se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo al uso de la misma, considerando efectos de sismo y características del suelo. El proyecto beneficiará a los trabajadores de la institución y a los docentes de nivel primario y medio del departamento de Sololá a un costo de Q. 4 521 995,86
3. Los proyectos contenidos en este trabajo de graduación, son el resultado de la participación directa de los beneficiarios juntamente con la Unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considerando que se lleven a realización en el menor plazo posible, dándoles el mantenimiento y uso adecuado para asegurar un servicio eficiente durante su vida útil.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:

1. Capacitar a los pobladores de aldea Comunidad de Ruiz, sobre como brindar mantenimiento y operación al sistema de alcantarillado sanitario, para que posea funcionamiento adecuado y durabilidad.

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala y a la Dirección Departamental de Educación de Sololá:

2. Garantizar la supervisión técnica de los proyectos durante el período de construcción demanda un profesional de la ingeniería civil, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, garantizando de esa manera su funcionabilidad y durabilidad.
3. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a variar en el tiempo debido a factores económicos y de inflación de precios para materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318-2008*. California: ACI, 2008. 518 p.
2. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: International Thomson, 2001. 880 p.
3. EVERARD, Noel. *Diseño de concreto armado*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1986. 349 p.
4. MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a ed. México: Limusa, 1998. 336 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
6. ROMÁN CUTZÁN, Mónica Alejandra. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores y puente vehicular en la cabecera municipal de Guanagazapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 149 p.
7. TOCAY AJCUC, Douglas Orlando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para un sector de la cabecera municipal y edificio escolar de dos niveles para la aldea Santiago Zamora, municipio de San*

Antonio Aguas Calientes, departamento de Sacatepéquez. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 125 p.

8. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 178 p.

9. TOLEDO MIRANDA, Byron Augusto. *Diseño de puente vehicular de 70 m de luz con dos apoyos (pilas) intermedios en la aldea San Vicente, municipio de Cabañas, departamento de Zacapa.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 146 p.

10. URIZAR MONZÓN, Ronald Enrique. *Diseño de la edificación de dos niveles para guardería, colonia Santa Anita, aldea Boca del Monte, municipio de Villa Canales, Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 155 p.

APÉNDICE

Matriz de Leopold

Acciones.	Transformación y modificación del suelo.							Construcción.						Recursos.			Alteración.			Tratamiento químico.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Condiciones del medio.																						
1. Arboles																						
2. Arbustos																						
3. A. protegidos																						
4. Insectos																						
5. Mamífero																						
6. Reptiles			1/5																			
7. Aves			1/5																			
8. Anfibios																						
9. Cosecha																						
10. Monte			1/5																			
11. Caminos								5/10	7/7													
12. Rec. Agua																						
13. Uso industrial																						
14. Nuev. Comul.																						
15. Paisaje			2/7					1/10														
16. Arquitectura									4/7							4/7						
17. Desmontes																						
18. Turismo																						
19. Empleo																						
20. Salud																						
21. Morfología																						
22. Tierra			1/7					1/3									1/3					
23. Calidad de aire																						
24. vibraciones																						
25. Cambio de caudal			1/5																			
26. Calidad del agua			3/5																			
27. Agua superficial			1/5																			
28. Acuíferos			1/5																			
29. Inundaciones			2/3																			
30. Erosión																						
31. Sedimentación			3/5																			
32. Grietas																						

Fuente: elaboración propia.

Cuadro de resumen de diseño hidráulico

De	A	E	PO	Cota terreno		DH (m)	S (%)	# Casas	H.a. a servir		FH	Qt (L/s)		D pulg tubo	S	Sec. Lena		gQ	wI	d/D		Velocidades		Cota Invert.		Altura Pozo Inicio	Ancho zanja m3	Etc				
				Inicio	Final				A	F		A	F			A	F			A	F	A	F	Inicio	Final							
PV1	PV2	E1	E1	1000	990.59	115.38	8.14	2	12	30	4.407	4.356	1.145	0.792	6	0.081	3.23	58.93	0.019	0.047	0.196	0.259	0.033	0.05	0.63	0.83	999.29	998.84	0.75	0.75	66.31	
PV2	PV3	E1	R1	998.59	997.07	75.34	4.68	3	5	30	74	4.355	4.277	0.283	0.6855	6	0.047	2.449	44.67	0.063	0.0163	0.28	0.3645	0.057	0.086	0.89	998.84	988.29	0.78	0.75	44.92	
PV3	PV3.1	R1		997.07	996.17	16.75	35.21	0	5	30	74	4.355	4.277	0.283	0.6855	6	0.332	6.719	122.56	0.0066	0.207	0.2701	0.036	0.654	1.39	1.81	996.26	990.36	0.81	0.75	10.36	
PV3.1	PV3.2			996.17	995.62	9.25	27.36	5	10	60	148	4.288	4.193	0.5586	1.34	6	0.274	5.283	108.04	0.0052	0.0724	0.267	0.9494	0.053	0.079	1.58	2.03	990.33	985.36	0.84	0.75	58.51
PV3.2	PV3.3			995.62	995.16	29.97	3.48	1	11	66	163	4.289	4.719	0.6131	1.4786	6	0.085	2.111	38.51	0.0159	0.0883	0.37	0.482	0.088	0.134	0.78	1.02	995.33	994.29	0.87	0.75	19.89
PV3.3	PV15	E4		995.16	994.555	73.96	12.99	2	13	78	192	4.272	4.154	0.7217	1.7311	6	0.13	4.081	74.44	0.0097	0.0233	0.371	0.4137	0.069	0.105	1.29	1.69	994.26	994.65	0.90	0.75	63.21
PV4	PV4.1	E3		995.33	997.66	39.33	29.88	3	3	18	44	4.386	4.325	0.771	0.4159	6	0.297	6.188	112.51	0.0015	0.0037	0.18	0.2364	0.028	0.044	1.11	1.46	994.39	997.91	0.75	0.75	22.57
PV4.1	PV4.2			997.66	996.98	37.3	20.59	2	5	30	74	4.355	4.277	0.283	0.6855	6	0.205	5.138	93.72	0.003	0.0073	0.222	0.2923	0.04	0.061	1.14	1.50	997.89	9965.20	0.78	0.75	22.24
PV4.2	PV4.1	E3		996.98	994.97	72.25	23.54	5	10	60	148	4.288	4.193	0.5586	1.34	6	0.235	5.493	101.21	0.0056	0.0134	0.27	0.3508	0.054	0.081	1.48	1.93	996.17	9948.16	0.81	0.75	59.50
PV5	PV5.1	E4		997.74	997.29	70	16.36	8	8	48	118	4.318	4.223	0.448	1.0263	6	0.22	5.311	96.87	0.0046	0.0112	0.254	0.331	0.049	0.074	1.35	1.76	997.99	9962.59	0.75	0.75	##
PV5.1	PV5.2			997.29	996.6	33.88	31.73	1	20	120	296	4.221	4.061	1.0972	2.6163	6	0.27	5.883	107.32	0.0102	0.0244	0.322	0.4211	0.071	0.108	1.90	2.48	996.54	9953.45	0.75	0.75	##
PV5.2	PV2	E1		996.6	994.44	6	36	0	20	120	296	4.221	4.061	1.0972	2.6163	6	0.088	2.286	40.79	0.0289	0.0641	0.433	0.5618	0.113	0.172	0.97	1.26	995.42	9953.18	0.75	0.75	10.07
PV6	PV6.1	E5	R4	9978.86	9968.83	67.81	17.91	10	10	60	148	4.288	4.193	0.5586	1.34	6	0.179	4.791	87.40	0.0064	0.0154	0.28	0.3645	0.057	0.086	1.34	1.75	9978.23	9966.08	0.75	0.75	38.91
PV6.1	PV5.1	R4		9968.83	9967.29	25.26	-1.8	1	6	15	44.54	4.307	0.576	1.409	6	0.138	4.206	76.72	0.0008	0.0018	0.172	0.2221	0.027	0.04	0.72	0.93	9966.05	9962.57	0.78	0.75	52.38	
PV7	PV7.1	E5		9975.78	9967.42	68.68	12.13	7	7	42	104	4.329	4.239	0.3938	0.9512	6	0.121	3.943	71.93	0.0055	0.0132	0.267	0.346	0.053	0.08	1.05	1.37	9975.03	9966.67	0.75	0.75	38.53
PV7.1	PV11	E10		9967.42	9959.19	68.68	11.95	8	15	90	222	4.256	4.131	0.8297	1.9963	6	0.12	3.914	71.40	0.0116	0.0278	0.337	0.4391	0.076	0.115	1.32	1.72	9966.64	9959.41	0.78	0.75	52.67
PV8	PV9	E7	E8	9973.78	9970.09	45.68	8.08	1	6	15	44.54	4.307	0.576	1.409	6	0.09	3.397	61.96	0.0009	0.0023	0.154	0.2035	0.023	0.035	0.52	0.69	9973.03	9968.97	0.75	0.75	33.39	
PV9	PV10	E9	E9	9970.09	9960.22	85.36	11.57	3	4	24	59	4.389	4.298	0.2272	0.5512	6	0.116	3.861	70.24	0.0032	0.0078	0.229	0.2984	0.042	0.063	0.88	1.15	9966.89	9960.02	1.20	0.75	77.72
PV10	PV11	E9	E10	9960.22	9958.19	32.98	3.17	1	4	24	59	4.389	4.298	0.2272	0.5512	6	0.062	2.014	36.75	0.0062	0.015	0.277	0.3545	0.056	0.086	0.56	0.71	9958.99	9957.96	1.23	0.75	30.40
PV11	PV12	E10	E11	9958.19	9954.44	47.01	10.09	1	19	114	281	4.228	4.09	1.0439	2.4911	6	0.107	3.586	65.60	0.0159	0.038	0.37	0.4788	0.088	0.133	1.33	1.73	9957.99	9953.18	1.26	0.75	44.92
PV12	PV13	E11	E12	9954.44	9953.35	67.82	4.56	1	40	240	592	4.118	3.953	2.1409	5.0459	6	0.046	2.417	44.10	0.0485	0.1144	0.517	0.6844	0.15	0.228	1.25	1.61	9953.19	9950.06	1.29	0.75	66.33
PV13	PV14	E12	E13	9953.35	9948.97	28.43	8.37	1	41	246	607	4.114	3.93	2.1921	5.1643	6	0.084	3.275	59.75	0.0067	0.0084	0.475	0.6132	0.131	0.199	1.56	2.01	9950.03	9947.65	1.32	0.75	28.44
PV14	PV15	E13	E14	9948.97	9945.55	57.23	5.88	1	52	312	770	4.071	3.87	2.7514	6.6514	6	0.06	2.788	50.49	0.0545	0.0279	0.534	0.6861	0.158	0.241	1.48	1.90	9947.62	9944.20	1.35	0.75	59.54
PV15	PV20	E4	E15	9945.55	9940.28	68.76	7.66	3	68	408	1006	4.018	3.798	3.551	8.279	6	0.077	3.135	57.18	0.0621	0.0448	0.556	0.7118	0.169	0.257	1.74	2.23	9944.17	9938.90	1.38	0.75	81.43
PV16	PV18	E9	E17	9966.91	9951.01	55.63	26.59	2	2	12	30	4.407	4.356	1.145	0.792	6	0.29	6.097	111.22	0.001	0.0025	0.159	0.211	0.024	0.036	0.97	1.29	9966.16	9960.03	0.75	0.75	31.29
PV17	PV18	E16	E17	9957.14	9951.01	44.65	13.75	8	8	48	118	4.318	4.223	0.448	1.0263	6	0.137	4.198	76.58	0.0069	0.0141	0.273	0.3563	0.055	0.083	1.15	1.50	9956.39	9950.26	0.75	0.75	29.47
PV18	PV19	E17	E16	9951.01	9946.98	24.78	16.23	1	9	54	133	4.308	4.207	0.5039	1.2168	6	0.162	4.582	83.22	0.0061	0.0146	0.277	0.359	0.056	0.084	1.26	1.64	9950.01	9945.97	1.01	0.75	19.05
PV19	PV20	E16	E15	9946.98	9940.28	34.85	19.23	3	12	72	178	4.28	4.166	0.6675	1.6265	6	0.192	4.985	90.57	0.0074	0.0177	0.293	0.3885	0.061	0.092	1.45	1.89	9945.94	9939.24	1.04	0.75	36.84

De	A	E	PO	Cotaterreno		DH (m)	S (%)	# Casas		Hab. a servir		FH		Qd (L/s)		D pulg	S tubo	Sec. Llena V (m/s)	Q (L/s)	q/Q		wV		d/D		Velocidades		Cota Invert		Altura Pozo Inicial	Ancho zanja m3	Etc.
				Inicio	Final			A	Ac	A	F	A	F	A	F					A	F	A	F	Entrada	Salida							
P/20	P/21	E15	E20	9940.28	9936.033	2867	7.77	1	80	480	1784	3.983	3.752	4.142	9.62	6	0.078	3.157	57.58	0.0719	0.1671	0.579	0.7426	0.181	0.277	1.83	2.34	9938.87	9936.64	1.41	0.75	30.62
P/21	P/22	E20	E21	9938.05	9932.368	66.82	8.26	8	88	528	1302	3.962	3.723	4.531	10.5	6	0.083	3.254	59.36	0.0763	0.1769	0.591	0.7545	0.187	0.285	1.92	2.46	9936.61	9930.93	1.44	0.75	75.04
P/22	P/22	R6.1	E21	9928.45	9922.368	68.3	-5.65	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.02	1.601	29.21	0.0089	0.0142	0.243	0.37	0.042	0.064	0.39	0.59	9927.70	9926.32	0.75	0.75	57.67
P/22	P/23	E21	E22	9932.37	9931.852	28.15	1.83	0	91	546	1347	3.954	3.713	4.677	10.83	6	0.018	1.533	27.96	0.1673	0.3874	0.743	0.9684	0.277	0.432	1.14	1.44	9930.90	9930.38	1.47	0.75	31.34
P/23	P/24	E22	E23	9931.85	9930.392	39.48	3.7	2	94	564	1391	3.947	3.703	4.822	11.16	6	0.037	2.178	39.72	0.1214	0.2809	0.676	0.8579	0.235	0.362	1.47	1.87	9930.35	9928.89	1.50	0.75	56.40
P/24	P/24	R6	E23	9929.53	9930.392	22.38	-3.84	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.03	1.961	35.77	0.0048	0.0116	0.257	0.3368	0.05	0.076	0.50	0.66	9928.78	9928.11	0.75	0.75	25.68
P/24	P/25	E23	E24	9930.39	9929.253	73.35	1.55	6	103	618	1524	3.925	3.675	5.254	12.13	6	0.007	0.947	17.28	0.3041	0.7021	0.877	1.0828	0.378	0.618	0.83	1.03	9928.08	9927.57	2.31	0.75	110.73
P/25	P/26	E24		9929.25	9927.762	65	2.29	10	113	678	1672	3.903	3.645	5.731	13.2	6	0.008	1.013	18.47	0.3103	0.7147	0.882	1.0866	0.382	0.625	0.89	1.10	9927.54	9927.02	1.71	0.75	60.68
P/26	P/27		E25	9927.76	9926.288	65.17	2.29	5	118	708	1746	3.882	3.631	5.988	13.73	6	0.023	1.717	31.32	0.1985	0.4385	0.77	0.9678	0.236	0.464	1.32	1.66	9926.99	9925.49	0.77	0.75	39.21
P/27	P/28	E25		9926.27	9926.56	50	-4.59	5	123	738	1820	3.881	3.617	6.204	14.26	8	0.003	0.751	24.36	0.2547	0.5854	0.778	0.9752	0.301	0.472	0.58	0.73	9925.44	9925.29	0.83	0.75	77.48
P/28	P/29		E26	9926.56	9930.924	51.53	-4.59	2	125	750	1850	3.877	3.612	6.299	14.47	8	0.003	0.751	24.36	0.2586	0.594	0.839	1.0429	0.347	0.555	0.63	0.78	9925.26	9925.10	3.30	0.75	176.87
P/29	P/30	E26	E27	9930.92	9929.977	39.94	2.37	2	127	762	1879	3.873	3.607	6.393	14.68	8	0.003	0.751	24.36	0.2624	0.6027	0.843	1.0464	0.35	0.56	0.63	0.79	9925.07	9924.95	5.85	0.75	163.31
P/30	P/31	E27	E28	9929.98	9928.539	60.15	2.39	2	129	774	1909	3.869	3.601	6.497	14.89	8	0.003	0.713	23.11	0.2807	0.6443	0.858	1.0625	0.362	0.584	0.61	0.76	9924.92	9924.76	5.05	0.75	199.90
P/31	P/31.1	R6.1	R9	9940.73	9933.948	51.21	13.25	8	8	48	118	4.318	4.223	0.449	1.063	6	0.133	4.122	75.19	0.006	0.0144	0.273	0.359	0.055	0.084	1.13	1.48	9939.98	9933.20	0.75	0.75	29.38
P/31	P/31	R9	E28	9933.95	9928.539	85.9	6.3	7	15	90	222	4.256	4.131	0.83	1.986	6	0.063	2.841	51.82	0.016	0.0383	0.37	0.482	0.088	0.134	1.05	1.37	9933.17	9927.76	0.78	0.75	147.80
P/31	P/32	E28	E29	9928.54	9926.264	24.36	9.34	2	146	876	2161	3.836	3.559	7.279	16.66	8	0.004	0.867	28.13	0.2888	0.5921	0.839	1.0422	0.347	0.554	0.73	0.90	9924.73	9924.63	3.81	0.75	49.96
P/32	P/32.1	R10.2	R10	9941.26	9929.551	70.74	16.55	11	11	66	163	4.289	4.179	0.613	1.474	6	0.165	4.606	84.02	0.0073	0.0175	0.292	0.3805	0.061	0.092	1.35	1.75	9940.51	9928.80	0.75	0.75	40.59
P/32	P/32	R10	E29	9929.55	9926.264	64.82	5.07	6	17	102	252	4.241	4.11	0.937	2.24	6	0.051	2.55	46.51	0.0201	0.0482	0.396	0.5147	0.088	0.149	1.01	1.31	9928.77	9925.48	0.78	0.75	59.32
P/32	P/33	E29		9926.26	9920.85	61.95	8.74	3	166	996	2456	3.801	3.515	8.201	18.7	8	0.072	3.68	119.35	0.0687	0.1567	0.572	0.7274	0.177	0.287	2.10	2.68	9924.60	9920.14	1.66	0.75	55.68
P/33	P/34		E30	9920.85	9913.858	80	8.74	4	170	1020	2516	3.794	3.506	8.384	19.11	8	0.09	4.115	133.44	0.0628	0.1432	0.558	0.7149	0.17	0.259	2.30	2.94	9920.11	9912.91	0.74	0.75	51.31
P/34	P/38	E30	E31	9913.86	9908.923	79.59	6.2	8	178	1068	2634	3.781	3.49	8.748	19.91	8	0.082	3.445	110.75	0.079	0.1798	0.597	0.7574	0.19	0.432	2.04	2.59	9912.88	9907.95	0.97	0.75	54.14
P/35	P/36	E35	E34	9922.79	9920.62	41.68	5.21	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.062	2.586	47.16	0.0024	0.0059	0.207	0.2733	0.063	0.055	0.54	0.71	9922.04	9919.87	0.75	0.75	23.91
P/36	P/37	E34	E33	9920.62	9917.22	41.47	8.2	7	9	54	133	4.308	4.207	0.504	1.214	6	0.082	3.242	59.14	0.0085	0.0205	0.308	0.4072	0.066	0.1	1.00	1.30	9919.84	9916.44	0.78	0.75	24.73
P/37	P/38	E33	E32	9917.22	9915.497	30.17	5.71	2	11	66	163	4.289	4.179	0.613	1.474	6	0.057	2.705	49.35	0.0124	0.0299	0.342	0.4463	0.078	0.118	0.93	1.20	9916.41	9914.69	0.81	0.75	18.67
P/38	P/39	E32	E31	9915.5	9908.923	36.66	17.93	3	14	84	207	4.264	4.142	0.776	1.859	6	0.179	4.795	87.46	0.0089	0.0213	0.311	0.4037	0.067	0.101	1.49	1.94	9914.66	9908.08	0.84	0.75	25.35

De	A	E	PO	Cotaterreno		DH (m)	S (%)	# Casas		Hab. a servir			FH			Qd (L/s)			D pulg	S tubo	V (m/s)	Sec. Llana Q (L/s)	g/Q		v/W		d/D		Velocidades			Cota Invert		Altura Pozo Inicial	Ancho zanja m3	Exc.
				Inicio	Final			A	Ac	A	F	A	F	A	F	A	F	A					F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F			
PV39	PA40	E31	E52	9908.92	9911.37	79.6	-4.09	2	194	1164	2871	3.76	4.41	3.46	9.47	21.51	8	0.003	0.8	25.94	0.3622	0.8232	0.922	1.118	0.418	0.695	0.74	0.89	9907.92	9907.72	1.00	0.75	105.34			
PV40.1	PA40	R19	E62	9917.51	9911.37	79.6	7.71	2	12	12	30	4.41	3.46	0.11	0.28		8	0.007	3.45	0.002	0.0049	0.196	0.2569	0.033	0.05	0.62	0.81	9916.76	9910.82	0.75	0.75	132.47				
PA40	PA41	E62		9911.37	9912.41	68	-1.53	4	200	1200	2960	3.75	3.45	9.74	22.1		8	0.004	0.823	26.69	0.365	0.8281	0.922	1.1177	0.418	0.694	0.76	0.92	9907.69	9907.44	3.69	0.75	221.64			
PA41	PA41	E62	E63	9912.41	9913.44	68.98	-1.49	8	208	1248	3078	3.74	3.43	10.1	22.89		8	0.004	0.846	27.42	0.3683	0.8347	0.924	1.1196	0.42	0.7	0.78	0.95	9907.41	9907.15	5.00	0.75	292.98			
PA42.1	PA42	R20	E63	9914.48	9913.44	25.99	3.99	4	4	24	59	4.37	4.3	0.23	0.55		6	0.04	2.261	41.24	0.055	0.0134	0.27	0.348	0.054	0.08	0.61	0.79	9913.73	9912.69	5.00	0.75	88.92			
PA42	PA43	E63	E64	9913.44	9913.28	21.98	0.72	0	212	1272	3137	3.73	3.43	10.28	23.28		8	0.004	0.867	28.13	0.3653	0.8275	0.922	1.1177	0.418	0.694	0.80	0.97	9907.12	9907.03	6.32	0.75	103.89			
PA43.1	PA43	R21	E64	9914.43	9913.28	32.59	3.53	4	4	24	59	4.37	4.3	0.23	0.55		6	0.035	2.127	36.80	0.059	0.0142	0.273	0.359	0.055	0.094	0.58	0.76	9913.68	9912.53	0.75	0.75	85.92			
PA43	PA44	E64	E65	9913.28	9912.86	28.37	1.48	2	218	1308	3226	3.72	3.42	10.54	23.87		8	0.004	0.867	28.13	0.3748	0.8484	0.922	1.1177	0.418	0.694	0.80	0.97	9907.00	9906.89	6.28	0.75	130.67			
PA44.1	PA44	R22	E65	9912.69	9912.86	56.99	-0.3	5	5	30	74	4.35	4.28	0.28	0.69		6	0.02	1.601	29.21	0.097	0.0235	0.317	0.4162	0.069	0.106	0.51	0.67	9911.94	9910.80	0.75	0.75	144.33			
PA44	PA45	E65	E66	9912.86	9911.66	49.52	2.43	11	234	1404	3463	3.7	3.39	11.25	25.42		8	0.005	0.94	30.49	0.369	0.8335	0.925	1.1191	0.421	0.698	0.87	1.05	9906.86	9906.62	6.00	0.75	205.53			
PA45	PA46	E66	E67	9911.66	9909.38	67.45	3.38	8	242	1452	3561	3.69	3.38	11.6	26.19		8	0.005	0.97	31.45	0.369	0.8326	0.925	1.1191	0.421	0.698	0.90	1.09	9906.59	9906.26	5.06	0.75	207.85			
PA46	PA47	E67	E68	9909.38	9910.67	46.97	-2.74	0	242	1452	3561	3.69	3.38	11.6	26.19		8	0.005	0.97	31.45	0.369	0.8326	0.925	1.1191	0.421	0.698	0.90	1.09	9906.59	9906.26	5.06	0.75	207.85			
PA47.2	PA47.1	R23.1	R23	9915.65	9915.62	44.99	0.53	5	5	30	74	4.35	4.28	0.28	0.69		6	0.015	1.397	25.30	0.0112	0.0271	0.334	0.4333	0.075	0.113	0.46	0.60	9915.10	9914.43	0.75	0.75	33.17			
PA47.1	PA47	R23	E68	9915.62	9910.67	46.59	10.62	7	12	72	178	4.28	4.17	0.67	1.6		6	0.106	3.689	67.29	0.0099	0.0238	0.319	0.4162	0.07	0.106	1.18	1.54	9914.40	9909.45	1.22	0.75	103.50			
PA47	PA48	E68	E69	9910.67	9912.35	39.13	-4.3	0	254	1524	3759	3.67	3.36	12.13	27.34		8	0.006	1.017	32.99	0.3677	0.8287	0.923	1.1177	0.419	0.694	0.94	1.14	9905.96	9905.75	4.71	0.75	166.46			
PA48.1	PA48	R24	E69	9917.86	9912.35	75.67	7.28	7	7	42	104	4.33	4.24	0.39	0.95		6	0.073	3.056	55.74	0.0071	0.0171	0.289	0.3778	0.06	0.091	0.88	1.15	9917.11	9911.80	0.75	0.75	209.58			
PA48	PA48.2	E69		9912.35	9912.32	105	0.03	0	261	1566	3862	3.67	3.35	12.44	28		8	0.005	0.97	31.45	0.3654	0.8903	0.941	1.1301	0.437	0.735	0.91	1.10	9905.72	9905.19	6.64	0.75	543.24			
PA48.2	PA49		E70	9912.32	9912.92	104.69	-0.57	9	270	1620	3955	3.66	3.33	12.83	28.85		8	0.005	0.97	31.45	0.4078	0.9174	0.95	1.1343	0.445	0.754	0.92	1.10	9905.16	9904.64	7.16	0.75	607.51			
PA49	PA50	E70	P10	9912.92	9912.2	62.26	1.15	3	273	1638	4040	3.65	3.33	12.96	29.14		8	0.005	0.97	31.45	0.4119	0.9263	0.951	1.1353	0.447	0.76	0.92	1.10	9904.61	9904.30	8.31	0.75	379.28			
PA52.7	PA52.6	R26.2	R26.1	9917.76	9918.85	52.55	-2.09	6	6	36	89	4.34	4.26	0.34	0.82		6	0.015	1.367	25.30	0.0134	0.0324	0.351	0.457	0.081	0.123	0.49	0.63	9917.01	9916.22	0.75	0.75	67.29			
PA52.6	PA52.5	R26.1	R26	9918.85	9918.37	82	0.59	4	10	60	148	4.3	4.19	0.56	1.34		6	0.006	0.871	15.89	0.0351	0.0646	0.421	0.5478	0.108	0.165	0.37	0.48	9916.19	9915.70	2.68	0.75	164.80			
PA52.5	PA52	R26	E73	9918.37	9913.29	91.87	5.52	4	14	84	207	4.26	4.14	0.78	1.86		6	0.036	2.148	39.19	0.0198	0.0474	0.394	0.5125	0.097	0.148	0.85	1.10	9915.67	9912.36	2.69	0.75	128.74			
PA52.4	PA52.3	R25.3	R25.2	9919.07	9918.99	24.39	0.29	5	5	30	74	4.35	4.28	0.28	0.69		6	0.01	1.132	20.65	0.0137	0.0332	0.354	0.4616	0.082	0.125	0.40	0.52	9918.32	9918.07	0.75	0.75	15.57			
PA52.3	PA52.2	R25.2	R25.1	9918.99	9918.32	29.99	2.23	6	11	66	163	4.29	4.18	0.61	1.47		6	0.022	1.692	30.86	0.0199	0.0478	0.396	0.5168	0.098	0.15	0.67	0.87	9918.04	9917.37	0.95	0.75	21.75			
PA52.2	PA52.1	R25.1	R25	9918.32	9916.52	26.75	6.73	4	15	90	222	4.26	4.13	0.83	1.99		6	0.067	2.937	53.58	0.0155	0.0371	0.367	0.45	0.087	0.12	1.08	1.32	9917.34	9915.54	0.98	0.75	20.00			
PA52.1	PA52	R25	E73	9916.52	9913.29	26.53	12.18	7	22	132	326	4.21	4.06	1.2	2.87		6	0.122	3.951	72.07	0.0167	0.0388	0.375	0.4885	0.09	0.136	1.48	1.92	9915.51	9912.28	1.01	0.75	20.44			
PA54	PA53	ESC	E74	9923.89	9918.63	123.23	4.07	4	4	24	59	4.37	4.3	0.92	2.26		6	0.041	2.285	41.69	0.0221	0.0543	0.409	0.5335	0.103	0.158	0.93	1.22	9923.14	9917.88	0.75	0.75	74.15			
PA53	PA52	E74	E73	9918.63	9913.29	132.52	4.02	1	5	30	74	4.35	4.28	0.98	2.4		6	0.04	2.271	41.43	0.0236	0.0579	0.416	0.5438	0.106	0.163	0.95	1.23	9917.85	9912.51	0.78	0.75	90.55			
PA52	PA51	E73	E72	9913.29	9912.36	44.59	2.08	4	45	270	666	4.1	3.91	3.09	7.35		6	0.021	1.634	29.81	0.1037	0.2465	0.647	0.8277	0.218	0.338	1.06	1.35	9912.25	9911.32	1.04	0.75	35.35			
PA51	PA50	E72	P10	9912.36	9912.2	45.96	0.35	3	48	288	710	4.09	3.89	3.24	7.7		6	0.004	0.67	12.22	0.2663	0.6288	0.846	1.0566	0.352	0.575	0.57	0.71	9911.29	9911.19	1.07	0.75	165.15			

De	A	E	PO	Cota terreno		DH (m)	S (%)	# Casas		Hab. a servir		FH		Qd (L/s)		D puig	S tubo	Sec. Llana		qQ		vW		dD		Velocidades		Cota Invert		Altura Pozo Inicial	Ancho zanja m3	Exc.
				Inicio	Final			A	Ac	A	F	A	F	A	F			A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F			
P150	P155	P10	P11	9912.20	9903.94	71.72	11.52	0	321	1926	4760	3.6	3.27	15.01	33.6	10	0.05	3.56	180.33	0.083	0.186	0.636	0.765	0.195	0.292	2.16	2.72	9904.27	9900.68	7.94	0.75	368.4
P155	P156	P11	P12	9903.94	9894.35	50.56	18.98	0	321	1926	4760	3.6	3.27	15.01	33.6	10	0.086	4.67	236.51	0.063	0.142	0.56	0.709	0.171	0.255	2.61	3.31	9898.18	9893.83	5.76	0.75	204.3
P156	P157	P12		9894.35	9884.43	60	16.53	0	321	1926	4760	3.6	3.27	15.01	33.6	10	0.09	4.77	241.94	0.062	0.139	0.556	0.702	0.169	0.251	2.65	3.35	9893.33	9883.93	5.01	0.75	225.1
P157	P158		P13	9884.43	9875.87	51.75	16.53	0	321	1926	4760	3.6	3.27	15.01	33.6	10	0.09	4.77	241.94	0.062	0.139	0.556	0.702	0.169	0.251	2.65	3.35	9879.43	9874.78	4.99	0.75	118.8
P158	P159	P13	PTAR	9875.87	9869.97	82.57	7.15	0	321	1926	4760	3.6	3.27	15.01	33.6	10	0.071	4.25	215.58	0.07	0.156	0.574	0.726	0.178	0.268	2.44	3.09	9874.75	9868.85	1.13	0.75	388.4
P159	P157	E83	E84	9919.59	9921.77	93.72	-2.32	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.016	1.43	26.12	0.065	0.0169	0.283	0.367	0.058	0.088	0.405	0.526	9918.84	9917.34	0.75	0.75	183
P156	P157	C351	E84	9921.77	9921.77	75.8	-0.08	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.04	2.26	41.31	0.094	0.0101	0.247	0.3223	0.047	0.071	0.559	0.73	9920.56	9917.53	1.15	0.75	159.4
P157	P158	E84		9921.77	9920.8	30	3.23	3	9	54	133	4.308	4.207	0.504	1.214	6	0.015	1.39	26.3	0.0199	0.048	0.396	0.5147	0.098	0.148	0.549	0.714	9917.31	9916.86	4.46	0.75	94.8
P158	P158.1			9920.8	9919.83	30	3.23	2	11	66	163	4.288	4.179	0.613	1.474	6	0.01	1.13	20.65	0.0297	0.0713	0.445	0.5794	0.118	0.181	0.534	0.656	9916.83	9916.53	3.97	0.75	82.12
P158.1	P158.2		C360	9919.83	9918.26	48.65	3.23	2	13	78	192	4.272	4.154	0.722	1.731	6	0.0085	1.04	19.04	0.0379	0.0909	0.48	0.6223	0.133	0.204	0.501	0.65	9916.5	9916.09	3.33	0.75	101
P158.2	P159	C360	E82	9918.26	9920.2	86.19	-2.26	0	13	78	192	4.272	4.154	0.722	1.731	6	0.009	1.07	19.59	0.0368	0.0883	0.475	0.6169	0.131	0.165	0.511	0.663	9916.06	9915.28	2.2	0.75	231.3
P159	P159	C347	E82	9922.36	9920.2	29.91	7.45	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.0745	3.09	55.37	0.03	0.0074	0.226	0.2923	0.041	0.061	0.697	0.903	9921.21	9919.05	1.15	0.75	66.16
P159	P160	E82	E81	9920.2	9916.32	52.65	7.38	2	18	108	266	4.294	4.1	0.991	2.366	6	0.009	1.07	19.59	0.0506	0.1207	0.523	0.6745	0.153	0.234	0.582	0.724	9915.25	9914.78	4.95	0.75	128.8
P160	P161	E81	E80	9916.32	9913.63	29.73	9.05	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.0965	3.41	62.13	0.0018	0.0045	0.192	0.2502	0.032	0.048	0.654	0.852	9914.75	9912.06	1.57	0.75	35.34
P161.2	P161.1	C342	R30	9914.06	9913.75	15	2.08	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.045	2.4	43.81	0.0026	0.0064	0.215	0.2797	0.038	0.057	0.516	0.672	9913.31	9912.64	0.75	0.75	10.65
P161.1	P161	R30	E80	9913.75	9913.63	9.98	1.23	0	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.041	2.29	41.82	0.0027	0.0067	0.218	0.2829	0.039	0.058	0.501	0.649	9912.61	9912.2	1.14	0.75	10.27
P161	P162	E80	PTAR	9913.63	9909.77	67.9	5.67	0	20	120	296	4.221	4.081	1.097	2.616	6	0.05	2.53	46.18	0.0238	0.0566	0.207	0.5417	0.036	0.062	0.525	1.372	9912.03	9908.63	1.6	0.75	76.22
P165	P164	C339	C337	9916.76	9911.08	102.82	5.52	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.0552	2.66	46.55	0.0035	0.0086	0.233	0.3075	0.043	0.066	0.62	0.818	9916.01	9910.33	0.75	0.75	58.99
P164	P163	C337	E79	9911.08	9910.03	25.91	4.05	0	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.0405	2.28	41.55	0.0041	0.01	0.247	0.3223	0.047	0.071	0.582	0.734	9910.3	9909.25	0.78	0.75	15.45
P163	P162	E79	PTAR	9910.03	9908.77	27.99	0.92	0	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.03	1.96	35.77	0.0048	0.0116	0.257	0.3368	0.05	0.076	0.504	0.66	9908.22	9908.38	0.81	0.75	23.13

De	A	E	PO	Cota terreno		DH (m)	S (%)	# Casas		Hb. a servir		FH		Od (L/s)		D pulg	S tubo	Sec. Llena		qQ		wV		d/D		Velocidades		Cota Invert		Altura Pozo		Ancho zanja	Exc. m3
				Inicio	Final			A	Ac	A	F	A	F	V (m/s)	Q (L/s)			A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F		
PV65	PV65.1	E37		9916.31	9917.37	27.93	-3.79	2	2	12	30	4.407	4.366	0.115	0.279	6	0.023	1.717	31.32	0.0037	0.0089	0.286	0.3105	0.044	0.067	0.41	0.53	9915.56	9914.92	0.75	33.95		
PV65.1	PV66		E38	9917.37	9918.36	30	-3.29	3	5	30	74	4.355	4.277	0.283	0.686	6	0.01	1.132	20.65	0.0137	0.0332	0.354	0.4616	0.082	0.125	0.40	0.52	9914.89	9914.59	2.48	70.66		
PV66	PV67	E38	E39	9918.36	9918.3	23.78	0.25	3	8	48	118	4.318	4.223	0.449	1.083	6	0.007	0.947	17.28	0.026	0.0627	0.428	0.5578	0.111	0.17	0.41	0.53	9914.56	9914.39	3.80	68.98		
PV67.1	PV67	R11	E39	9921.83	9918.3	52.24	6.76	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.068	2.944	53.71	0.0021	0.052	0.2	0.2635	0.034	0.052	0.59	0.78	9921.08	9917.55	0.75	91.79		
PV67	PV68	E39	E40	9918.3	9917.29	15.81	6.35	0	10	60	148	4.288	4.193	0.559	1.344	6	0.009	1.074	19.59	0.0285	0.0686	0.441	0.5716	0.116	0.177	0.47	0.61	9914.36	9914.22	3.94	41.72		
PV68.1	PV68	R12	E40	9920.99	9917.29	49.8	7.42	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.074	3.084	56.26	0.002	0.005	0.2	0.2602	0.034	0.051	0.62	0.80	9920.24	9916.54	0.75	71.97		
PV68	PV69	E40	E41	9917.29	9916.6	14.68	4.75	0	12	72	178	4.28	4.166	0.688	1.603	6	0.008	1.013	18.47	0.0381	0.0868	0.473	0.6132	0.13	0.199	0.48	0.62	9914.19	9914.07	3.10	31.14		
PV69.1	PV69	R13	E41	9919.62	9916.6	25.74	11.75	6	6	36	89	4.341	4.257	0.339	0.819	6	0.117	3.881	70.79	0.0048	0.0116	0.257	0.3388	0.05	0.076	1.00	1.31	9918.87	9915.85	0.75	31.68		
PV69	PV70	E41	E42	9916.6	9917.05	30	-1.5	0	18	108	266	4.294	4.1	0.991	2.366	6	0.006	0.877	16.00	0.0619	0.1479	0.556	0.7165	0.169	0.26	0.49	0.63	9914.04	9913.96	2.55	64.88		
PV70	PV71	E42	E43	9917.05	9917.81	67.8	-1.43	5	23	138	340	4.203	4.055	1.256	2.989	6	0.005	0.801	14.60	0.086	0.2047	0.613	0.786	0.199	0.307	0.49	0.63	9913.83	9913.49	3.21	192.26		
PV71	PV72	E43	E44	9917.81	9919.01	28.36	-4.24	1	24	144	355	4.197	4.046	1.309	3.113	6	0.005	0.801	14.60	0.086	0.2131	0.613	0.786	0.199	0.307	0.49	0.63	9913.46	9913.32	4.35	107.12		
PV72.1	PV72	R14	E44	9920.55	9919.01	41.58	3.69	4	4	24	59	4.369	4.299	0.227	0.551	6	0.037	2.176	39.70	0.0057	0.0139	0.27	0.3536	0.054	0.082	0.59	0.77	9919.80	9918.26	0.75	100.94		
PV72.2	PV72	R15	E44	9913.08	9919.01	50.27	-11.81	3	3	18	44	4.386	4.325	0.171	0.416	6	0.05	2.532	46.18	0.0037	0.009	0.24	0.3105	0.045	0.067	0.61	0.79	9912.33	9909.82	0.75	122.03		
PV72	PV73	E44	E45	9919.01	9918.19	61.96	1.33	3	31	186	459	4.159	3.983	1.676	3.968	6	0.004	0.716	13.06	0.1283	0.3038	0.688	0.877	0.242	0.276	0.49	0.63	9913.29	9913.04	5.72	253.25		
PV73	PV74	E45	E46	9918.19	9919.3	114.71	3.74	2	33	198	488	4.15	3.979	1.78	4.209	6	0.007	0.947	17.28	0.103	0.2436	0.644	0.8251	0.216	0.336	0.61	0.78	9913.01	9912.21	5.18	286.48		
PV74	PV75	E46	E47	9913.9	9919.39	41.39	-0.22	2	35	210	518	4.14	3.966	1.883	4.45	6	0.007	0.913	16.65	0.1131	0.2672	0.653	0.8467	0.227	0.352	0.60	0.77	9912.18	9911.91	1.72	83.37		
PV75	PV76	E47	E48	9913.99	9915.52	47.56	-3.22	4	39	234	577	4.122	3.941	2.09	4.927	6	0.006	0.877	16.00	0.1306	0.308	0.691	0.8794	0.245	0.38	0.61	0.77	9911.88	9911.60	2.11	108.08		
PV76.1	PV76	R16	E48	9912.93	9915.52	21.55	-11.99	4	4	24	59	4.369	4.299	0.227	0.551	6	0.025	1.79	32.66	0.007	0.0169	0.289	0.3762	0.06	0.09	0.52	0.67	9912.18	9911.65	0.75	38.00		
PV76	PV77	E48	E49	9915.52	9915.39	22.98	0.55	0	43	258	636	4.106	3.918	2.294	5.4	6	0.006	0.842	15.36	0.1494	0.3516	0.718	0.9121	0.261	0.409	0.60	0.77	9911.57	9911.44	3.95	68.38		
PV77.1	PV77	R17	E49	9917.5	9915.39	41.64	5.06	1	1	6	15	4.634	4.397	0.058	0.141	6	0.078	3.162	57.68	0.001	0.0024	0.159	0.2073	0.024	0.036	0.50	0.66	9916.75	9913.50	0.75	73.90		
PV77	PV78	E49	E50	9915.39	9916.4	53.99	-1.86	6	50	300	740	4.078	3.881	2.65	6.219	6	0.005	0.801	14.60	0.1815	0.4259	0.759	0.9592	0.288	0.455	0.61	0.77	9911.41	9911.14	3.98	187.66		
PV78.1	PV78	R18	E50	9916.16	9916.4	22.11	-1.07	2	2	12	30	4.407	4.366	0.115	0.279	6	0.09	3.397	61.96	0.0018	0.0045	0.192	0.2535	0.022	0.049	0.65	0.86	9915.41	9913.42	0.75	50.05		
PV78	PV79	E50	E51	9916.4	9916.07	44.78	0.73	3	55	330	814	4.06	3.856	2.912	6.798	6	0.007	0.97	17.70	0.164	0.3841	0.738	0.9343	0.274	0.43	0.72	0.91	9911.11	9910.78	5.29	178.05		
PV79	PV80	E51	PTAR	9916.07	9915.42	6.39	-10.17	2	57	342	843	4.054	3.846	3.003	7.028	6	0.102	3.61	65.86	0.0466	0.1067	0.536	0.6607	0.145	0.22	1.83	2.35	9910.75	9910.10	5.32	25.48		

De	A	E	PO	Cota terreno		DH (m)	S (%)	# Casas		Hab. a servir		HI		Qd (L/s)		D pulg	S tubo	Sec. Llena		qQ		vW		dD		Velocidades		Cota Invert		Altura Pozo		Esc zarp m3
				A	Ac			A	F	A	F	A	F	V (m/s)	Q (L/s)			A	F	A	F	A	F	A	F	Inicial	Final					
P/00	P/09	C/05	E50	9907.59	9910.038	94.26	-3.21	4	4	24	59	4.369	4.299	0.227	0.551	6	0.03	1.961	35.77	0.0063	0.0154	0.271	0.3672	0.657	0.087	0.53	0.72	9906.83	9904.00	0.75	1.00	348.09
P/09	P/08	E50	E59	9910.61	9908.402	68.36	3.23	6	10	60	148	4.288	4.193	0.559	1.344	6	0.04	2.264	41.31	0.0135	0.0325	0.351	0.4593	0.81	0.79	1.04	9903.97	9901.24	6.64	1.00	463.92	
P/02	P/01	C/78	E51	9911.6	9909.78	55.7	3.26	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.033	2.045	37.31	0.0031	0.0075	0.226	0.2923	0.941	0.061	0.46	0.60	9910.85	9909.03	0.75	1.00	42.61
P/01	P/08	E51	E59	9909.78	9908.402	90.79	1.52	8	10	60	148	4.288	4.193	0.559	1.344	6	0.015	1.365	25.45	0.022	0.0528	0.406	0.5294	0.102	0.156	0.57	0.74	9909.00	9907.62	0.78	1.00	330.16
P/08	P/07.1	E59		9908.4	9902.243	2.66	231.55	1	21	126	311	4.215	4.072	1.15	2.741	8	0.8	12.268	397.84	0.0029	0.0069	0.218	0.236	0.039	0.059	2.68	3.51	9900.59	9898.46	7.81	1.00	16.36
P/07.1	P/07		E58	9902.24	9896.084	2.66	231.56	0	21	126	311	4.215	4.072	1.15	2.741	8	0.9	13.012	421.97	0.0027	0.0065	0.215	0.2329	0.038	0.058	2.79	3.68	9897.76	9895.37	4.48	1.00	6.96
P/07	P/06	E58	P/06	9896.08	9890.208	14.41	40.78	0	21	126	311	4.215	4.072	1.15	2.741	8	0.43	8.894	291.67	0.0038	0.0094	0.243	0.3165	0.047	0.069	2.19	2.85	9895.34	9889.14	0.75	1.00	10.79
P/06	P/02	E53	E54	9911.17	9907.571	37.12	9.69	2	2	12	30	4.407	4.356	0.115	0.279	6	0.097	3.524	64.28	0.0018	0.0043	0.188	0.2467	0.031	0.047	0.66	0.87	9910.42	9906.83	0.75	1.00	28.40
P/02	P/03	E54	E55	9907.58	9903.712	38.72	9.96	4	6	36	89	4.341	4.257	0.339	0.819	6	0.1	3.577	65.25	0.0062	0.0125	0.264	0.3424	0.052	0.078	0.94	1.22	9906.80	9902.93	0.78	1.00	30.78
P/03	P/04	E55	E56	9903.71	9900.388	31.94	10.41	4	10	60	148	4.288	4.193	0.559	1.344	6	0.104	3.652	66.63	0.0084	0.0202	0.305	0.3961	0.065	0.089	1.11	1.45	9902.90	9899.58	0.81	1.00	26.35
P/04	P/05	E56	E57	9900.39	9898.464	55.7	19.61	3	13	78	192	4.272	4.194	0.722	1.731	6	0.196	5.014	91.47	0.0079	0.0189	0.298	0.3883	0.063	0.085	1.50	1.95	9895.55	9888.62	0.84	1.00	47.62
P/05	P/06	E57	P/06	9898.46	9890.208	37.55	-1.98	1	14	84	207	4.264	4.142	0.716	1.859	6	0.03	1.961	35.77	0.0217	0.052	0.406	0.5273	0.102	0.155	0.80	1.03	9895.59	9887.47	0.87	1.00	

Fuente: elaboración propia.

CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Consumo de corriente eléctrica

CIRCUITO	TIPO	UNIDADES	ELEMENTO	CONSUMO UNITARIO (AMPERIOS)	CONSUMO TOTAL (AMPERIOS)	CALIBRE AWG	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (AMPERIOS)
A	Iluminación	14	Foco	0.36	5.04	12	15
B	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
B	Iluminación	4	Foco	0.36	1.44	12	15
C	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
C	Iluminación	3	Ojo de buey	1.2	3.6	12	15
C	Iluminación	1	Foco	0.36	0.36	12	15
D	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
D	Iluminación	3	Ojo de buey	1.2	3.6	12	15
E	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
E	Iluminación	4	Foco	0.36	1.44	12	15
F	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
F	Iluminación	4	Foco	0.36	1.44	12	15
G	Iluminación	11	Foco	0.36	3.96	12	15
H	Iluminación	4	Lámpara colgante	2.5	10	12	15
H	Iluminación	2	Foco	0.36	0.72	12	15
I	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
J	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
K	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
L	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
M	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
N	Fuerza	5	Tomacorrientes	1.25	6.25	10	20
Ñ	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
O	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
P	Fuerza	5	Tomacorrientes	1.25	6.25	10	20

Continuación de la tabla.

Q	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
R	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
S	Fuerza	5	Tomacorrientes	1.25	6.25	10	20
T	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20

Fuente: elaboración propia.

Al sumar la última columna, el total es 485 amperios, por lo que se colocarán dos interruptores termomagnéticos principales de 250 amperios. Ningún circuito supera los 20 amperios, lo que permite colocar en la red, flipones de 20 amperios.

Calibre y tamaño de la tubería en función de la corriente eléctrica

Tamaño del tubo			1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	4"	4.1/2"	5"	6"
Letras del tipo	calibre	Amperes													
TW, T, RUH	14	15	6	11	19	33	45	75	106						
RUW	12	20	5	9	15	26	35	58	83	128					
XHHW (14 a 8)	10	30	4	7	11	20	27	44	64	99	132				
RHW Y RHH	8	40	2	4	6	11	15	24	35	44	72	93			
RHW Y RHH	14		6	10	16	29	40	65	93	143	192				
Sin cubierta externa	12		4	8	13	24	32	53	76	117	157				
THW	10		4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
THW	8		1	4	6	11	15	25	36	56	75	96	121	152	
TW	6	55	1	2	4	7	10	16	23	36	43	62	78	97	141
T	4	70	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
THW	3	80	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
RUW (6 a 2)	2	95	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	73
RUW (6 a 2)	1	110		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
FEPH (6 a 2)	0	125		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
RHW y RHH sin cubierta externa	00	145		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41
RHH sin cubierta externa	000	163		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
RHH sin cubierta externa	0000	195			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
RHH sin cubierta externa	250	215			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
RHH sin cubierta externa	300	240			1	1	1	2	3	5	7	9	11	14	20
RHH sin cubierta externa	350	260				1	1	1	3	4	6	8	10	12	13
RHH sin cubierta externa	400	280				1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
RHH sin cubierta externa	500	320				1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
RHH sin cubierta externa	600	355					1	1	1	3	4	5	6	7	11
RHH sin cubierta externa	700	385					1	1	1	2	3	4	5	7	10
RHH sin cubierta externa	750	400					1	1	1	2	3	4	5	6	9

Fuente: MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a. ed. México: Limusa. p 76

Para determinar el calibre y el diámetro de la tubería, se utiliza la tabla anterior, en la cual se muestran los calibres y diámetros de la tubería en función de la corriente eléctrica.

CÁLCULO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Diámetro de los subramales

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores de 10m	Diámetro mínimo
Lavatorio	1/2	1/2	1/2
Bidet	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	3/4	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Grifo de cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con Tanque	1/2	1/2	1/2
Inodoro con Válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Urinario con Tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con Válvula	1 - 1/2 - 2	1	1

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. p 54.

Se procede a realizar el cálculo por medio del método de Hunter. Para este caso, se toman las unidades Hunter:

Lavamanos 2 UH

Inodoro 5 UH
 Mingitorio 3 UH

Y con estos datos, se calcula el diámetro de la tubería por cada tramo, siendo el mismo acumulativo al continuar la tubería, iniciando desde el punto más lejano desde el tanque elevado.

Gasto probable de acuerdo a Unidades Hunter

No. Unidades	Gasto probable de tanque	No. Unidades	Gasto probable de tanque
3	0.20	18	0.83
4	0.26	20	0.89
5	0.38	22	0.96
6	0.42	24	1.04
7	0.46	26	1.11
8	0.49	28	1.19
9	0.53	30	1.26
10	0.57	32	1.31
12	0.63	34	1.36
14	0.70	36	1.42
16	0.76	38	1.46

Fuente: VENTURA, M. *Instalaciones sanitarias e hidráulicas*.p 26.

Como ejemplo, se muestra el cálculo para lavamanos en los servicios sanitarios:

- Baño de hombres
 - 3 lavamanos 6 UH
 - Corresponde según la tabla XXIII a un caudal de 0,42 l/s
 - Se usa un factor de probabilidad de descarga de 0,6 = 0,252 l/s

Como $Q = A V$, entonces $A = Q / V$, y la velocidad máxima es 2,6 m/s $A = 0,000097 \text{ m}^2$ y como $A = \pi \cdot D^2 / 4$ el diámetro D queda 0,43 pulg, con lo que se propone utilizar tubería de 3/4" debido a su conexión en el circuito y a las pérdidas localizadas.

De manera similar, se hizo el cálculo en cada uno de los subramales, y después se hizo el cálculo en ramales acarreado las pérdidas de los subramales. La tabla XXIV muestra el resumen de las tuberías a utilizar.

Resumen de tubería de agua potable

ARTEFACTO	UH	D
Lavamanos baño de hombres	6	3/4"
Inodoros baño de hombres	15	1"
Lavamanos baño de mujeres + Mingitorios	12	3/4"
Inodoros baño de mujeres	15	1"
Baños privados	7	3/4"
Conducción	36	1 1/2"

Fuente: elaboración propia.

CÁLCULO DE TUBERÍA PARA SISTEMA SANITARIO

- **Cálculo de las derivaciones simples**

Utilizando la tabla XXV, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario. Dependiendo de la clase de instalación, se toma de la siguiente manera:

Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Lavamanos	1	1 ¼"
Inodoro con tanque	4	3"
Ducha	2	1 ¼"
Tina	3	1 ¼"
Lavadero de cocina	3	1 ¼"
Lavadero de ropa	3	1 ¼"
Drenaje de piso	3	3"

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011. p 105.

Con base en la tabla anterior y de acuerdo a las unidades mueble de la cantidad de artefactos en cada tramo de drenaje sanitario, se determinaron los diámetros a utilizar en la edificación.

Resumen de tubería de drenaje sanitario

ARTEFACTO	UM	D
Lavamanos	3	2"
Inodoros	4	3"
Mingitorios	2	2"
Bajadas de aguas negras BAN	7	4"

Fuente: elaboración propia.

CÁLCULO DE TUBERÍA PARA SISTEMA PLUVIAL

Se colocaron 6 bajadas de agua pluvial para drenar la losa de cubierta del edificio. El cálculo de su diámetro se hace por medio del método racional. Al ser un techo de concreto, se asume una relación entre esorrentía y cantidad de lluvia en el área C de 0,9, con un tiempo de concentración t de 5 minutos y una frecuencia de ocurrencia de 20 años, se calcula:

$$I = \frac{6889,1}{t + 39,5}$$

$$I = 6\,889,1 / (5+39,5) = 154,81 \text{ mm/hora}$$

El área de influencia máxima en las bajadas de agua pluvial es de 63,92 m². Se calcula:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = 0,9*154,81*0,0064/360 = 0,0025 \text{ m}^3/\text{s} = 2,5 \text{ l/s}$$

Se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{0,5}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería PVC, se estima un coeficiente de rugosidad n=0,009. Se estima una pendiente de 1%, queda:

$$D = (691\,000*0,0025*0,009/0,01^{0,5})^{3/8} = 6,61 \text{ cm} = 2,61 \text{ pulg} \approx 3 \text{ pulg.}$$

Debe de utilizarse tubería de 3 pulg, razón por la cual las 6 bajadas de agua pluvial serán de ese diámetro y los canales en el piso serán de 4 pulg al inicio y de 6 pulg al reunir más de dos cajas reposaderas.

ANEXOS

Datos estación Suiza Contenta

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1997	T.MEDIA	°C				22	19.6	20	20.4	19.6				20	20.3
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1998	T.MEDIA	°C	21	21.2	21	23	20	18.1	18.7	18	16.1	14.5	15	14.3	18.4
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1999	T.MEDIA	°C	12	20.1	20.5	21.6	20.9	18.6	18.2	19.3	18.5	17.2	16.5	20.2	18.6
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2000	T.MEDIA	°C	19.1	19.7	21.2	21.5	21.1	20.5	20	21.7	20		17.8	17.2	20
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2001	T.MEDIA	°C	18.5		20.1	20.7	19.8	19.6	19.2	18.3	18.1	18	18.3	19.1	18.5
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2002	T.MEDIA	°C	18.9	18.4	18.6	20.2	18.3	18.4	18.7	18.8	18.6	19.6	17.3	17.1	18.6
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2003	T.MEDIA	°C	17.5	18	20.5	21.1	19.2	18.8	19	19.6	19.8	18.6	18.1	14.7	18.7
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2004	T.MEDIA	°C	14.9	17.6	17.3	18						16.9	14.2	12.8	16
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2005	T.MEDIA	°C	12	14.2	15.9	17.8	18.6	17.6	17	17	17	16	14.5	15	16.1
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2006	T.MEDIA	°C	14	14	15	16	18	17.1	18	17.6	17	16.2	15.4	15.4	16.1
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2007	T.MEDIA	°C	16	17	16	17	18	17	17.5	17.6	17.5	15	15.7	16	16.7
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2008	T.MEDIA	°C	14.6	15.4	16.2	17.2	18	17	17	17	18	16	15.3	16	16.5
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2009	T.MEDIA	°C	15	14.8	14.3	17	17.4	17.4	17.6	17.7	18.9	17.5	16.5	15.5	16.6
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2010	T.MEDIA	°C	15.2	16	17.1	18	18.2	17.8	17.8	17.5	17.2	16.4	15.5	14	16.7
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2011	T.MEDIA	°C	15	15	15.1	17	17.8	17		17.6	17.2	15.9	15.5	15	19.3

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	NOV	DEC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1997	T.MAXRR	°C	20.4	20.5	20.4	20.2	20.6	20.7	20.6	20.1	20	20.4	19.7	20.5	20.4	20.4
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1998	T.MAXRR	°C	19.9	20.3	21	20.5	20.7	20.3	21.2	21.4	21.1	21.2			21.2	20.8
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	1999	T.MAXRR	°C	20.3	21.2	21.6	21.3	21.3	20.6	20.7	21.1	20.8	21.1	21.3	19.9	21	21
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2000	T.MAXRR	°C	19.1	19.7	21.2	21.5	21.1	20.5	20.5	21.7	21.4	21	20.5	18.9	20.6	20.6
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2001	T.MAXRR	°C	20		22.3	22.9	21.5	21.5	21.1	20.8	20.7	20.9	20.9	21.1	21.2	21.2
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2002	T.MAXRR	°C	20.9	22	21.5	23.7	20.5	21.2	21.4	21	20.6	21.4	20.1	20.2	21.2	21.2
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2003	T.MAXRR	°C	20.5	21.2	23.3	23.7	22.2	22	21.8	22.3	23.3	22.1	21	20	22	22
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2004	T.MAXRR	°C	19.5	22.8	21.6	23.7						23.9	21.6	21.3	22.1	22.1
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2005	T.MAXRR	°C	20.3	21.8	24	24.5	23.2	22.9	22.7	22.5	22.3	21.3	20.3	21.4	22.3	22.3
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2006	T.MAXRR	°C	20	22	22	23.1	23	22.3	23	24	23.4	23	22	21	22.4	22.4
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2007	T.MAXRR	°C	22	23	22	24	28	22	22	22.5	22	21.4	21	22	22.7	22.7
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2008	T.MAXRR	°C	20.5	21.5	22	24	24	21	22	23	23	20	20.1	21	21.8	21.8
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2009	T.MAXRR	°C	21	21	22	27	23	23.2	22.7	23	24.1	23	22	21	22.8	22.8
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2010	T.MAXRR	°C	22	23	24.7	25	23.6	23.1	23.2	22.8	22.3	21.9	21.4	21.3	22.9	22.9
161101	SUIZA CONT	43708	903940	2105	2011	T.MAXRR	°C	22	22.5	22.1	24	24	22	23	23.3	23	20.7	21.5	20.7	21.5	22.4

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1997	TMINPR	°C	6.8	6	5.9	7.3	5	9.4	9.7	9.5	9.7	8.1		7.9	7.8	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1998	TMINPR	°C	4.9	3.8	5.4	6.9	8.5	8.7	8.8	10.5	5	7.2	5.7	2.3	6.5	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1999	TMINPR	°C	2.3	5.2	4.8	8.7	10.5	9.3	9.3	10.4	10.7	9.5	5.7	5	7.6	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2000	TMINPR	°C	2.6	2.6	3.8	6.3	9.2	10.1	9.3	8.2	9	7.6	5.4	2	6.3	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2001	TMINPR	°C	1.6		1.9	4.8	9.2	8.5	7.4	7	7.4	7.2	4.7	5.9	1.9	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2002	TMINPR	°C	4.7	4.8	6	8.4	8	9.2	8.8	8.4	8.2	8.6	5.7	5.6	7.4	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2003	TMINPR	°C	5.2	4.1	5.6	6	8.7	9.6	9.4	8.8	8.6	8.7	4.9	1.9	6.8	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2004	TMINPR	°C	3.4	2.9	3.3	4.9	7					7.6	6.5	6	5.2	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2005	TMINPR	°C	3.2	4	5.5	7.6	9.5	10.5	9.6	9.7	10.7	9.8	7	6.3	7.8	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	TMINPR	°C	6	6	6	7	9	10	10	9.4	9.5	10	6.3	8	8.1	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	TMINPR	°C	6	5	7	9	9	11	11	11	11	11	11	8.6	6.5	8.8
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	TMINPR	°C	6.4	7	8	9	10	11	10	10	13	11	7.2	7	9.1	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	TMINPR	°C	6	6.4	5.2	8.5	11.5	11	11.3	11	11.3	11	9	7	9.1	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	TMINPR	°C	6.7	8.5	8.1	11	12.4	11.8	11.6	12.1	11.8	4	9.4	4.8	9.4	
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	TMINPR	°C	6	6.3	6	8	10.5	11	11	11	11	11	10	7.8	5.8	8.7

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1997	TMAXAB	°C	22	22	25	27	25	23	23	22	22	22		23	27
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1998	TMAXAB	°C	23.5	25	25	27	25	22	23	26	24	23	20	20	27
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1999	TMAXAB	°C	22	22.5	23	25	23	22	22	23.5	22	21	22	22	25
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2000	TMAXAB	°C	22.5	22	23	23	24	22	20	22	24	20	23	21	24
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2001	TMAXAB	°C	23		24	24	23	23	22	22	22	22	22	22	24
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2002	TMAXAB	°C	22	22	24	25	23.5	23	21.4	22.4	22.5	22	21	21	25
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2003	TMAXAB	°C	23	23	23.3	23.7	25.5	24	23	23	25.5	23.5	23	22	25.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2004	TMAXAB	°C	22	25.2	25	27						28	24.5	25	28
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2005	TMAXAB	°C	24.5	24	26	27.5	25.5	25	25	25	24.5	24.5	22.5	24.5	27.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	TMAXAB	°C	24.5	25	25.5	26	24.5	25	25.5	25	25	25	25	25	26
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	TMAXAB	°C	25	25	26	27.5	27	25	24	24.5	24	23	25	25.5	27.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	TMAXAB	°C	23.5	24.5	25	26.5	27.5	25	25	26	26	23	24.5	24	27.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	TMAXAB	°C	25	25.5	24.5	27	26	26	24	26	26.5	25	25	25	27
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	TMAXAB	°C	26	26.5	29	28	27	25	26	26	25	23.5	25	25	29
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	TMAXAB	°C	29	24.5	26	27	26	25	26	26	25	24	25	24	29

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1997	TMINAB	°C	5	4	3	4.5	5	7	8.5	8	8.5	5.5		3.5	3
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1998	TMINAB	°C	1	1	0.5	4	5	7	6	8	5	5	1.5	0	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1999	TMINAB	°C	0	2.5	3	4	6.5	8	8	9	9	3	2	2.5	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2000	TMINAB	°C	0	0	0	2.5	5	6.5	7	6.5	7	4	4	1	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2001	TMINAB	°C	0		0.5	1	9	8	7	6	7	5	4	3.5	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2002	TMINAB	°C	1	3	4	8	8	8	7	7	7	8	2	4	1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2003	TMINAB	°C	3	2	3	0	7	8.5	8	6	7.5	6.5	1	-4	-4
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2004	TMINAB	°C	1	5	0	0						4	0	0	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2005	TMINAB	°C	-0.5	-1	5.5	4	5	8	7.5	6	8	4	1	2	-1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	TMINAB	°C	0.5	0.5	0.5	1.5	7	8	6.5	6	5.5	7.5	0.5	2	0.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	TMINAB	°C	2	1	3.5	5.5	6	8	8.5	7	5.5	4	4	2	1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	TMINAB	°C	2.5	2.5	4	5	7	9	7	8	7.5	6	2	3	2
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	TMINAB	°C	0.5	-5	1	5	9	9	8	8	9	7	5	5	-5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	TMINAB	°C	3	5	2	8	7	9	9	10	10	4	4	0	0
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	TMINAB	°C	9	4	1	3	7	7	9	8	8	4	3	4	1

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	HRMED	%				70	75	77	76	81	89	89	89	90	82
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	HRMED	%	86	82	79	78	78	84	82	86	86	88	85	80	83
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	HRMED	%	83	81	79	77	84	88	87	84	86	87	81	78	83
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	HRMED	%	72	71	72	73	80	80	79	76	79	74	76	76	76
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	HRMED	%	73	76	67	75	80	79	82	83	82	83	81	78	78
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	HRMED	%	60	76	76	74	80	85	85	83	85	85	80	82	79
CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE <td>FEB</td> <td>MAR</td> <td>ABR</td> <td>MAY</td> <td>JUN</td> <td>JUL</td> <td>AGO</td> <td>SEP</td> <td>OCT</td> <td>NOV</td> <td>DIC</td> <td>ANUAL</td>	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	HRMAX	%				70	75	77	76	81	89	89	89	90	90
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	HRMAX	%	89	89	80	96	96	96	96	98	98	97	99	98	99
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	HRMAX	%	89	89	98	97	98	98	98	98	98	97	95	95	99
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	HRMAX	%	83	93	94	95	96	94	92	92	92	92	92	93	96
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	HRMAX	%	90	92	91	93	92	91	93	94	92	96	95	96	96
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	HRMAX	%	86	96	96	95	93	95	95	96	96	96	96	97	97

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	HRMIN	%				70	75	77	76	81	89	89	89	90	70
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	HRMIN	%	64	52	47	44	49	57	42	59	58	66	59	46	42
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	HRMIN	%	51	50	48	44	52	67	66	57	65	68	56	53	44
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	HRMIN	%	53	52	47	51	67	61	60	62	58	58	63	62	47
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	HRMIN	%	64	64	48	58	69	70	74	76	74	61	58	49	48
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	HRMIN	%	40	44	44	43	81	62	60	57	61	65	53	54	40

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	NUBOSI	OCTAS				4	6	7	6	5	6	5	6	6	6
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	NUBOSI	OCTAS	5	5	5	5	6	5	6	7	7	7	6	4	6
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	NUBOSI	OCTAS	6	6	5	5	6	6	7	6	7	7	6	4	6
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	NUBOSI	OCTAS	5	6	4	5	6	6	6	7	5	6	5	3	5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	NUBOSI	OCTAS	5	5	4	6	6	6	7	8	7	6	6	4	6
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	NUBOSI	OCTAS	3	5	5	5	6	7	7	7	7	7	6	5	6

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1997	LLUVIA	MM	11.8	9.1	1.7	24.8	64.9	273.2	55.2	101.3	399.7	67.2		0	1008.9
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1998	LLUVIA	MM	0	0	4.3	0	71	272.8	291.2	272.4	186.5	365.1	298.7	0	1761
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	1999	LLUVIA	MM	0	0	8	17	70.4	362	398.4	274.4	221.5	92.3	3.1	7.4	1454.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2000	LLUVIA	MM	0	0	23.5	20	188	232	97.8	177.9	180.8	24.2	2.5	4.4	951.1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2001	LLUVIA	MM	0		2.3	0	94.3	89.2	239.5	161.5	41.8	56.7	11.2	11.3	707.8
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2002	LLUVIA	MM	0	0	0	0	60	119.9	55.1	85	102.7	44.6	5	0	472.3
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2003	LLUVIA	MM	0	13	2.3	27.5	229.7	231.7	241	103.5	271.5	145.3			1265.5
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2004	LLUVIA	MM	4.4	6.9	6.9	35.3						197.1	10	1.2	261.8
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2005	LLUVIA	MM	1.5	0	4	23	151.6	186.9	344.1	174.2	157.6	99.9	9.6	11.7	1164.1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	LLUVIA	MM	9.3	2.1	2.2	53.7	204.5	361.5	169.5	150.7	208.3	221.2	34.4	18.9	1436.3
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	LLUVIA	MM	7.7	0	0	9.3	32.5	217.5	241.6	197	245.3	88.7	14.5	4.6	1058.7
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	LLUVIA	MM	1.3	5.4	4	9.5	108	432.8	367.9	171.7	282.7	124.5	0	0	1507.8
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	LLUVIA	MM	0	6.2	1.9	4.7	137.9	187.7	99.8	151.6	121.6	69.5	123.5	38.9	943.3
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	LLUVIA	MM	0.6	0	0.3	40.5	307.5	227.6	222.7	353.9	253.4	62.5	19.1	9	1297.1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	LLUVIA	MM	0.9	5.6	6.9	19.3	17.8	270.7	314.2	282.8	98	279.2	20.4	2.1	1317.9

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIEMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	LLUVIA	DAS				8	16	20	2	18	17	17	0	6	104
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	LLUVIA	DAS	6	0	0	4	6	19	17	17	23	16	5	4	117
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	LLUVIA	DAS	2	3	1	5	10	25	24	21	21	18	0	0	130
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	LLUVIA	DAS	0	5	1	2	18	19	15	17	13	13	8	3	114
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	LLUVIA	DAS	1	0	1	8	18	18	23	29	24	7	19	2	150
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	LLUVIA	DAS	2	4	3	5	9	24	24	22	23	16	9	2	143

CLAVE	ESTACIÓN	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIABLE	DIEMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2006	VELO.VEN	KMH	8	5	6	8	6	3.8	2	5.3	6.6	4.3	8	9.1	6
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2007	VELO.VEN	KMH	8.5	6.9	6.3	6.5	7.7	6	8.6	7.7	7.6	6.8	7.5	6.3	7.2
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2008	VELO.VEN	KMH	7.5	4.1	3.5	4	3.2	4.3	3.5	4	4.1	4.9	5.2	3.9	4.4
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2009	VELO.VEN	KMH	3.9	3.6	2.7	2.6	2.5	3.1	3.2	3	3.1	3	3.4	2.5	3.1
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2010	VELO.VEN	KMH	2.6	2.3	2.2	1.8	1.9	2.1	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.3	1.9
161101	SUIZA CONT	143708	903940	2105	2011	VELO.VEN	KMH	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	1.4	1.9	1.2	1.3

Fuente: INSIVUMEH. 2012.

Ensayo de compresión triaxial



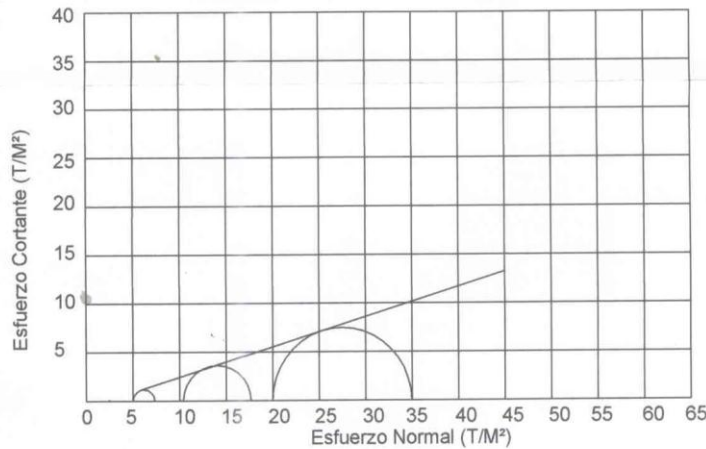
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0274 S.S. O.T.: 30,286

INTERESADO: Carlos Alejandro Alegre Ordoñez
PROYECTO: EPS- Diseño de Edificación de dos Niveles para la Dirección Departamental de Educación
Ubicación: Cabecera Municipal de Sololá
Fecha: 04 de septiembre del 2012
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 17.48$ COHESIÓN: $C_u = 0 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena arcillo-limosa con presencia de grava
DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

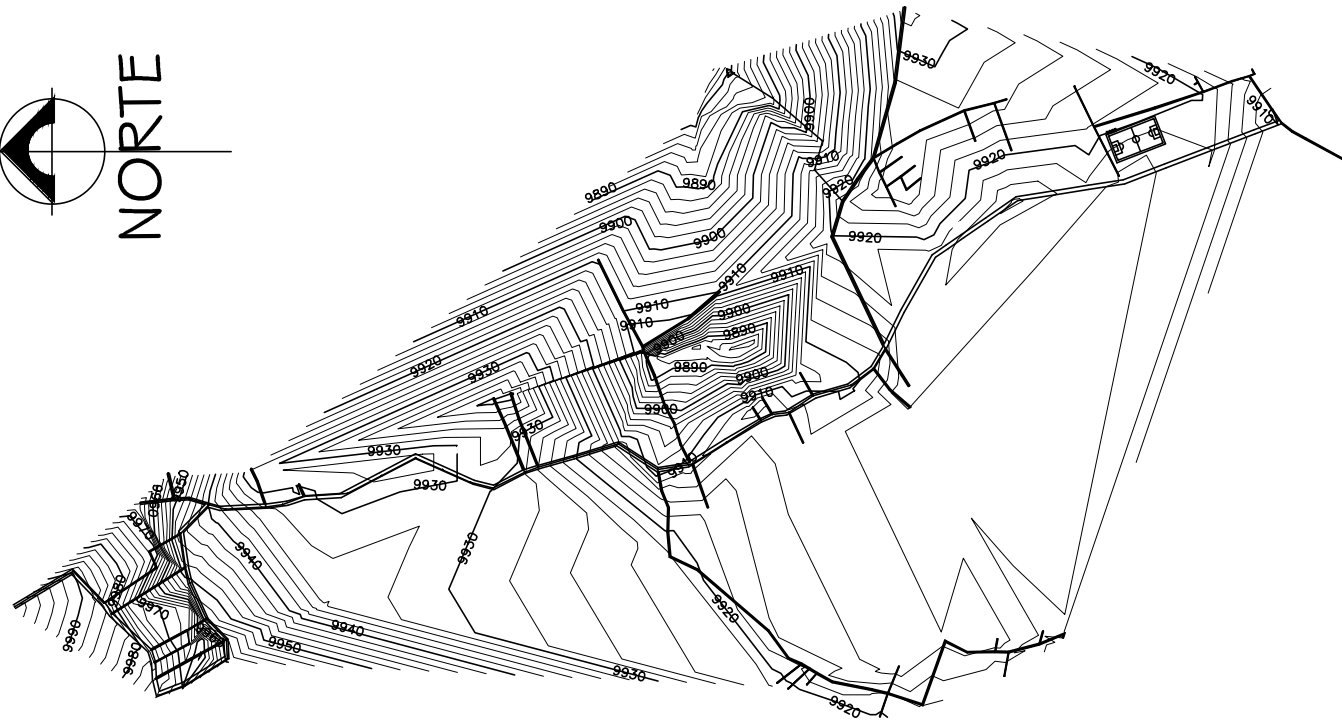
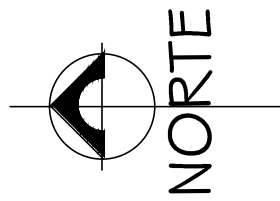
PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	15.69	25.96	28.39
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	1.5	2.5	3.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.12	1.12	1.12
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.55	1.55	1.55
HUMEDAD (%)	40.4	40.4	40.4

Atentamente,
Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC

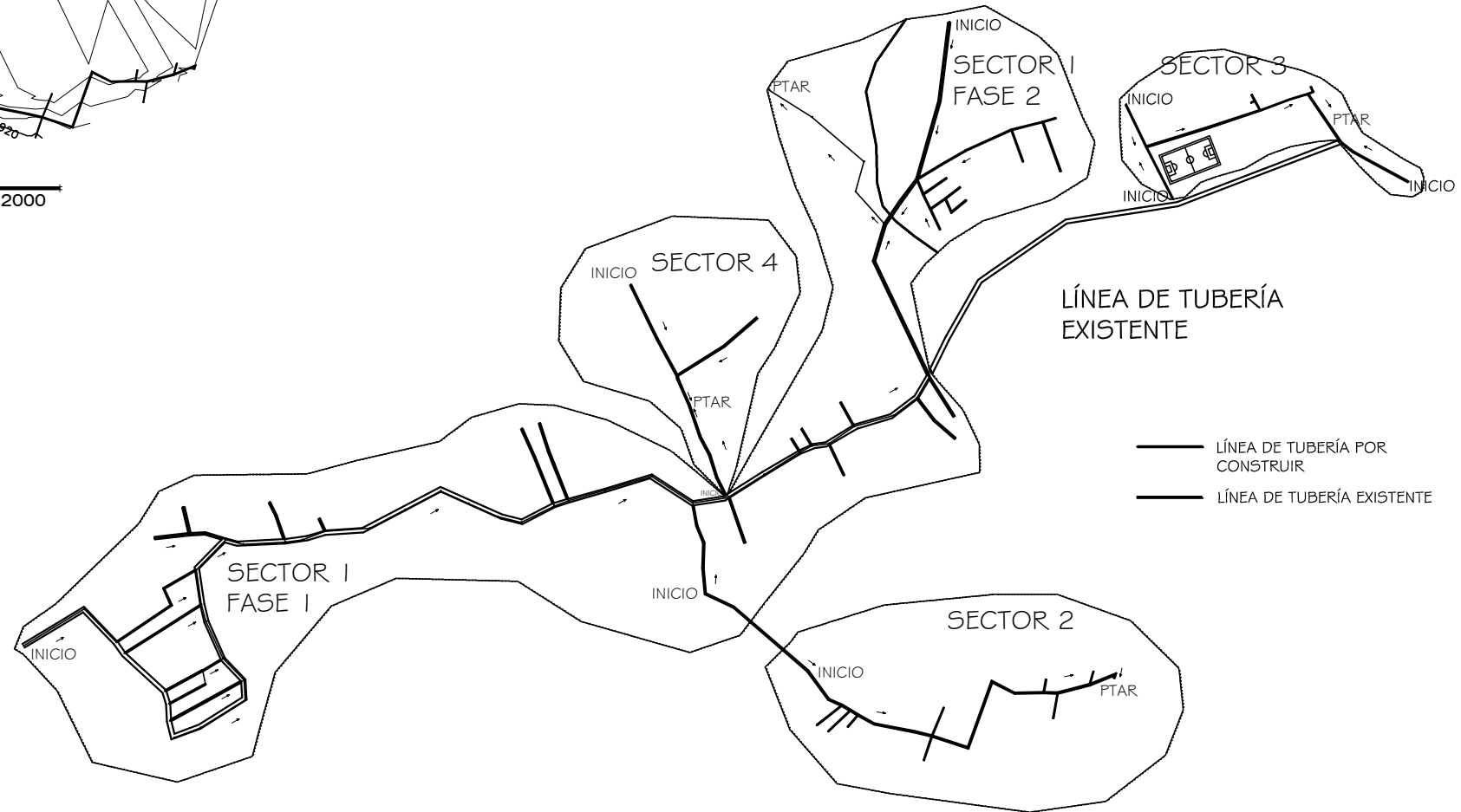
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ ESCALA: 1/12000



PLANTA DE MICROCUENCAS
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ ESCALA: 1/10000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA DE CURVAS DE NIVEL Y MICROCUENCAS

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

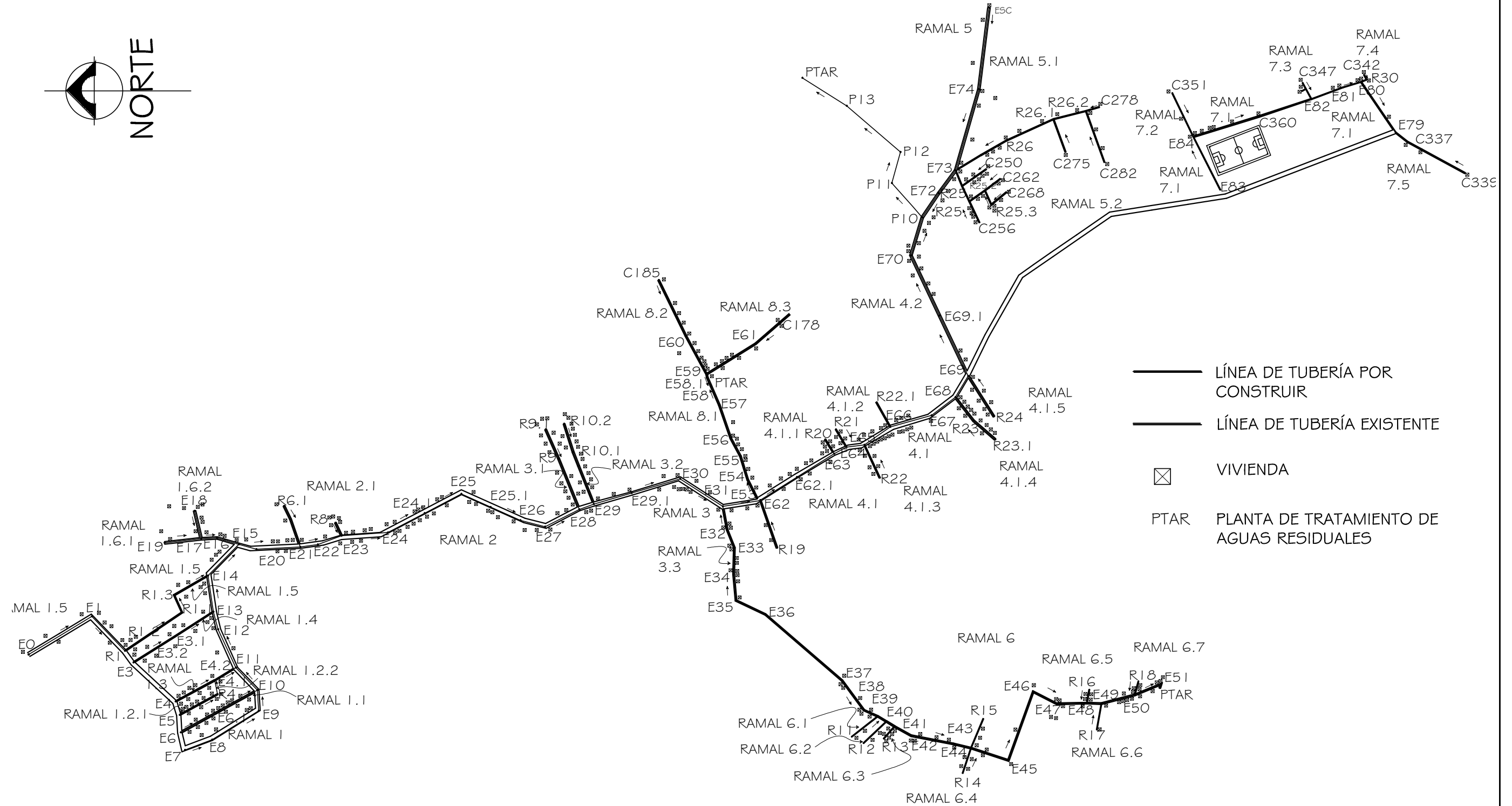
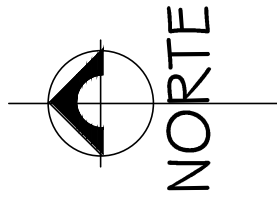
FECHA:
JUNIO 2012

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal
de Planificación
Arg. Salvador Hernández


Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
1 / 19



- LÍNEA DE TUBERÍA POR CONSTRUIR
- - - LÍNEA DE TUBERÍA EXISTENTE
- ⊠ VIVIENDA
- PTAR PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ ESCALA: 1/7000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA	DISEÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA: JUNIO 2012	Director Dirección Municipal de Planificación Arg. Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos	HOJA: 2
	CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA: INDICADA			19

E	P.O.	ÁNGULO	D.H.
E0	NORTE	0°0'0"	
E0	E1	148°52'41"	115.58
E1	E2	229°20'29"	49.88
E2	R1	219°38'43"	25.59
E2	E3	226°36'11"	47.53
E3	R2	147°53'21"	39.34
E3	E4	222°45'24"	90.13
E4	R3	151°35'48"	45.57
E4	E5	252°49'50"	21.92
E5	R4	151°26'5"	67.81
E5	E6	266°42'40"	27.36
E5	R5	152°6'36"	94.69
E6	E7	256°35'31"	28.28
E7	E8	159°30'43"	45.68
E8	E9	148°2'35"	85.36
E9	E10	86°55'47"	32.58
E10	E11	46°43'16"	47.01
E10	R5.1	331°1'5"	45.79
E11	R3.1	334°6'35"	36.39
E11	E12	40°40'0"	67.82
E12	E13	74°47'20"	28.43
E13	R2.1	31°37'28"	53.13
E13	E14	81°36'45"	57.23
E14	R1.1	331°17'30"	30.80
E14	E15	134°29'24"	68.76
E15	E16	16°31'48"	34.85
E15	E20	195°16'21"	28.67
E16	E17	357°18'28"	24.78
E17	E18	76°48'22"	44.65
E17	E19	353°34'11"	55.63
E20	E21	177°9'28"	68.82
E21	R6	70°49'6"	46.21
E21	R6.1	68°28'36"	69.43
E21	E22	172°31'46"	28.15
E22	R7	246°0'54"	180.98
E22	E23	158°53'30"	39.48
E23	R8	65°21'22"	22.31
E23	R8.1	64°9'40"	29.40
E23	R8.2	73°31'30"	21.99
E23	E24	176°8'4"	73.35
E24	E25	152°19'33"	130.28
E25	E26	204°6'27"	101.53
E27	C79	199°13'59"	5.59
E27	E28	153°21'44"	60.12
E28	R9	67°56'37"	85.73
E28	E29	159°42'29"	24.36
R9	R9.1	66°3'37"	50.76
E29	R10	68°10'29"	64.73
E29	E30	163°43'33"	140.86
R10	R10.1	68°31'22"	23.16
R10.1	R10.2	72°15'32"	46.64
E30	E31	212°50'38"	79.59

E	P.O.	ÁNGULO	D.H.
E31	E32	259°32'5"	36.66
E31	E53	171°4'59"	56.63
E32	E33	247°59'42"	30.17
E33	E34	271°33'52"	41.47
E34	E35	264°46'54"	41.68
E35	E36	205°23'38"	51.19
E36	E37	220°43'30"	158.94
E37	E38	233°37'29"	57.93
E38	E39	203°59'52"	23.78
E39	R11	322°1'7"	52.24
E39	E40	210°33'35"	15.81
E40	R12	316°36'53"	49.80
E40	E41	211°29'10"	14.68
E41	R13	310°56'13"	25.74
E41	E42	209°8'43"	30.00
E42	E43	191°2'58"	67.80
E43	E44	193°32'43"	28.36
E44	R14	288°31'37"	41.58
E44	R15	112°40'15"	50.27
E44	E45	198°10'29"	61.96
E45	E46	109°45'57"	114.71
E46	E47	207°4'55"	41.39
E47	E48	178°54'24"	47.56
E48	R16	100°20'40"	21.55
E48	E49	181°49'28"	22.98
E49	R17	280°9'11"	41.64
E49	E50	165°23'42"	53.99
E50	E51	157°45'19"	44.78
E50	E52	101°13'13"	2.88
E51	PTAR	287°34'43"	6.39
E52	R18	105°54'8"	18.93
E53	E54	62°54'29"	36.95
E53	E62	160°3'33"	3.19
E54	E55	72°55'39"	38.53
E55	E56	61°44'42"	31.77
E56	E57	70°52'29"	54.62
E57	E58	66°28'16"	46.83
E58	E59	78°38'45"	5.29
E59	E60	61°28'46"	68.32
E59	E61	148°7'0"	90.78
E61	PTAR	139°9'1"	70.58
E62	R19	249°31'12"	79.60
E62	E63	147°50'3"	136.98
E63	R20	58°25'27"	25.99
E63	E64	151°42'32"	21.98
E64	R21	58°52'9"	32.59
E64	E65	172°56'18"	28.37
E65	R22	244°56'29"	56.99
E65	E66	145°27'22"	49.54
E66	R22.1	60°48'14"	44.97
E66	E67	164°20'55"	67.48
E67	E68	142°42'40"	46.99

E	P.O.	ÁNGULO	D.H.
E68	R23	232°13'12"	46.59
E68	E69	120°58'59"	39.17
E69	R24	237°37'21"	75.67
E69	E75	116°11'14"	69.24
E69	E70	64°35'18"	209.80
R23	R23.1	220°50'19"	45.00
E70	E71	86°49'29"	11.99
E70	E72	114°5'27"	106.98
E72	R24	231°1'15"	10.77
E72	E73	126°33'49"	44.60
E73	R25	247°43'12"	26.53
E73	R26	149°31'45"	91.87
E73	E74	105°59'56"	132.63
E74	ESC	97°4'49"	129.23
R25	C250	145°6'25"	46.55
R25	R25.1	244°27'38"	26.75
R25.1	C256	244°35'26"	36.98
R25.1	R25.2	145°0'52"	30.00
R25.2	C262	142°44'59"	30.40
R25.2	R25.3	246°4'41"	24.39
R25.3	C268	140°35'15"	31.00
R26	R26.1	155°35'11"	82.00
R26.1	C275	249°55'39"	55.18
R26.1	R26.2	165°44'49"	52.55
R26.2	C278	163°33'47"	22.29
R26.2	C282	250°3'42"	85.91
E75	E76	119°37'18"	107.97
E76	R27	156°59'30"	27.19
E76	R28	148°30'39"	58.15
E76	E77	145°23'29"	170.33
E77	E78	171°5'54"	183.60
E78	R29	358°37'9"	62.11
E78	E79	159°5'4"	284.90
E78	E83	51°34'18"	14.66
E79	C337	218°4'22"	23.99
E79	C339	210°21'14"	126.69
E79	ESC	339°43'7"	117.51
E79	E80	55°44'24"	95.90
E80	R30	195°16'4"	9.98
E80	E81	343°20'20"	29.85
R30	C341	80°34'3"	6.18
R30	C342	70°9'0"	15.00
E81	E82	339°34'45"	52.79
E82	C347	61°34'38"	28.91
E83	E84	63°1'59"	93.72
E84	C351	64°11'43"	75.80
E84	C360	162°50'34"	108.65
E72	P10	304°14'3"	45.96
P10	P11	48°35'22"	71.72
P11	P12	105°26'50"	50.56
P12	P13	40°36'10"	111.75
P13	P14	28°51'47"	82.50
P14	PTAR	119°47'2"	4.69



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
LIBRETA TOPOGRÁFICA

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

FECHA:
JUNIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal
de Planificación
Arg. Salvador Hernández

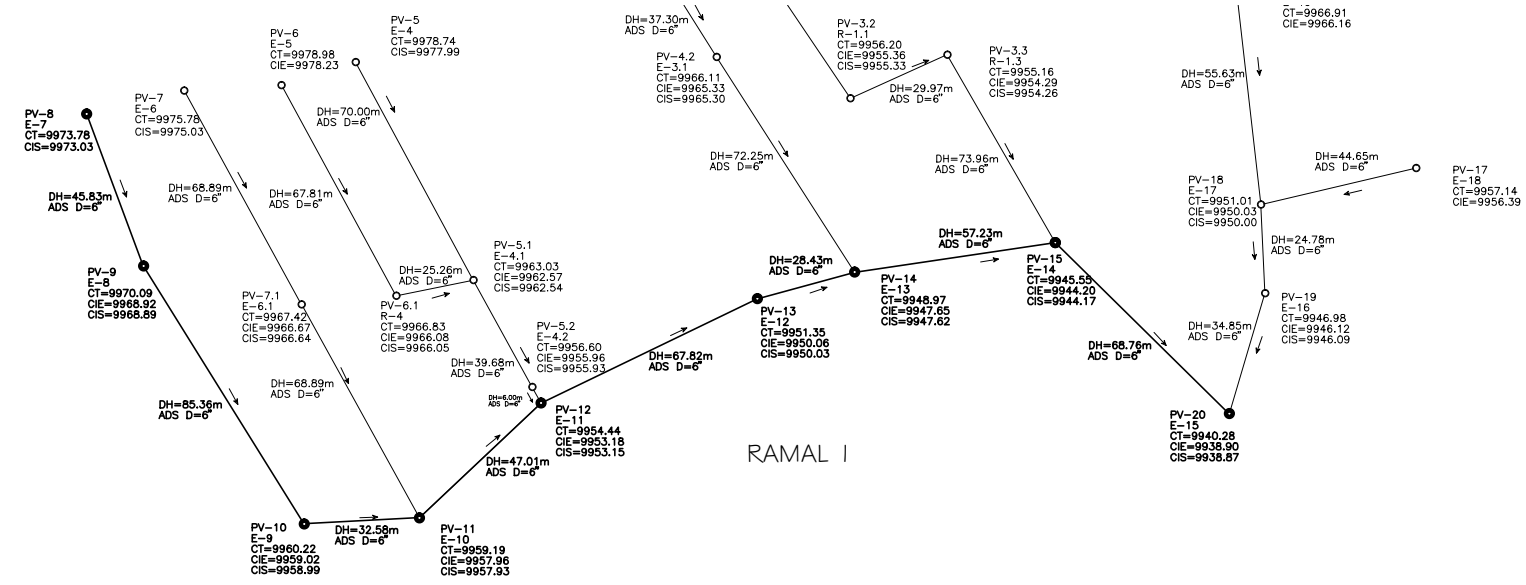
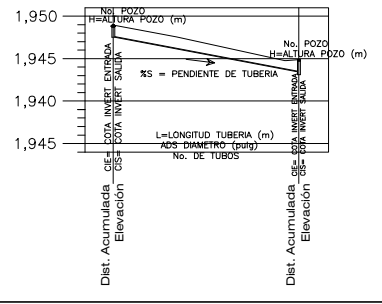
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
3
19

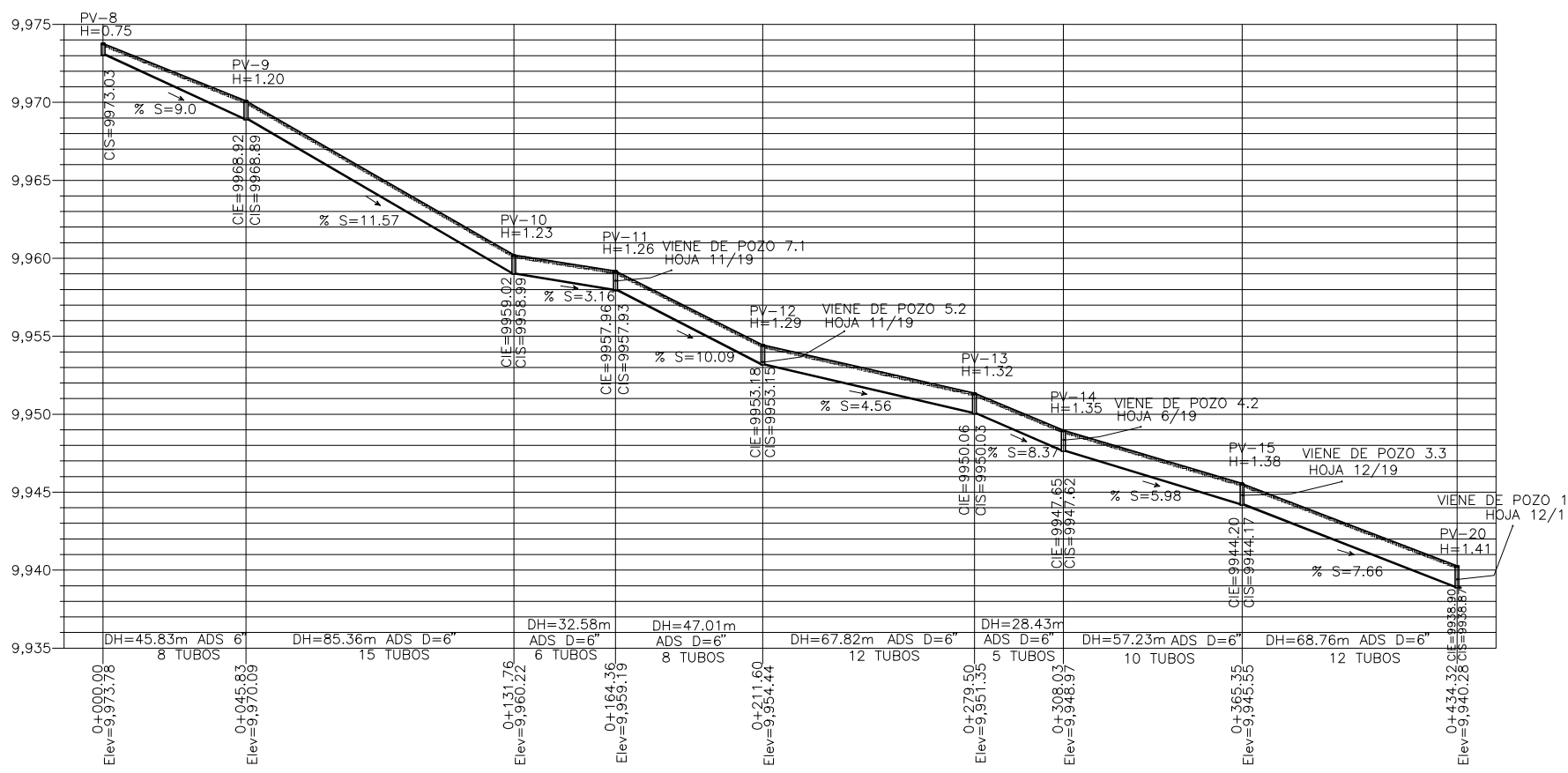


SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-1.2 ASTM F949
—	Superficie del terreno



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 1 ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL 1
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



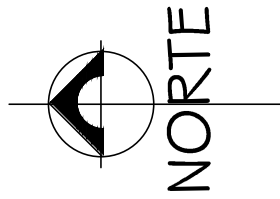
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL RAMAL I

DISÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA: JUNIO 2012
CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA: INDICADA

Director Dirección Municipal de Planificación Arg. Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos
---	--

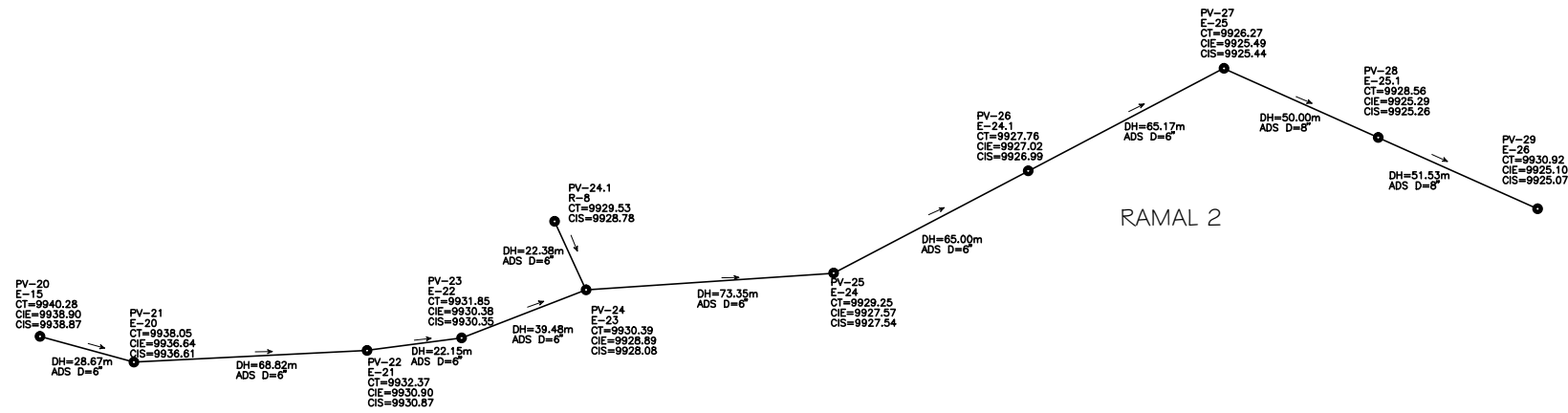
HOJA: 4 / 19



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
	Superficie del terreno

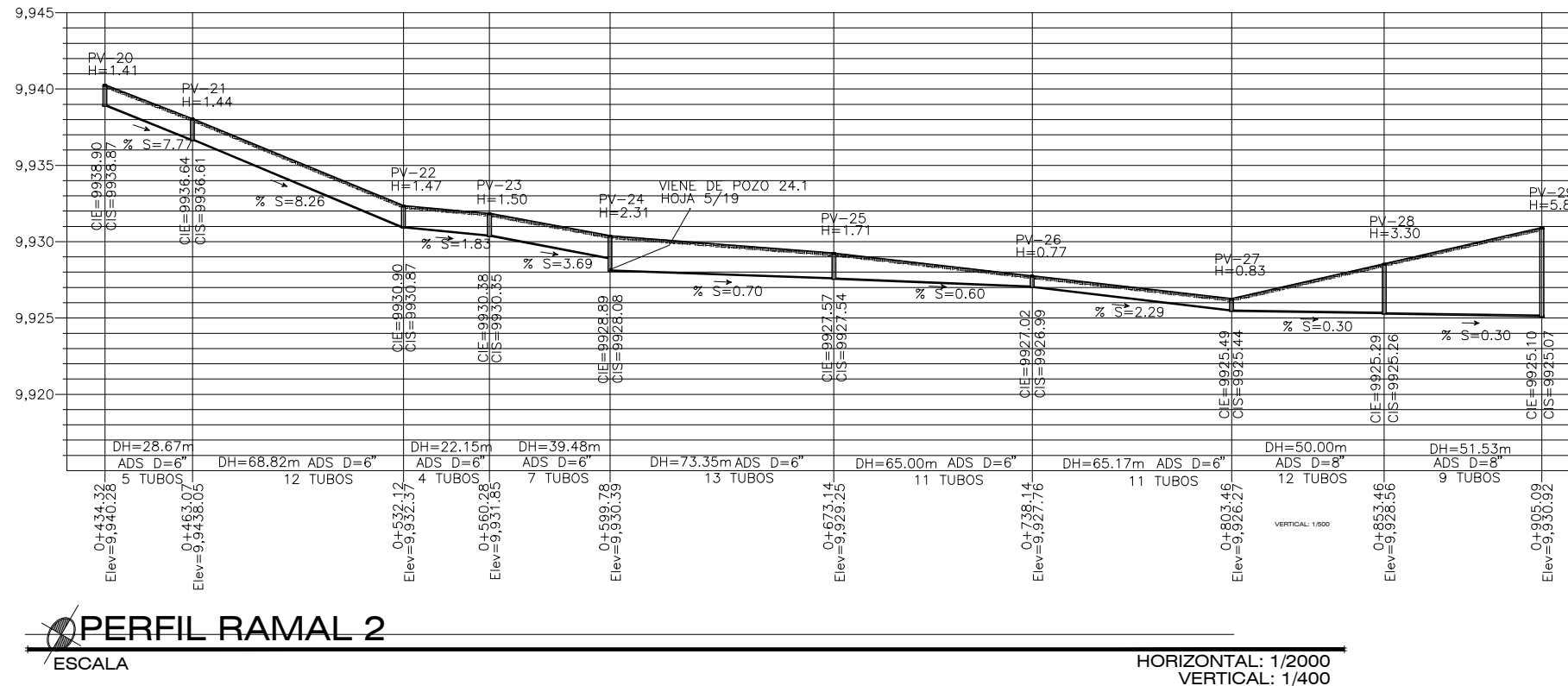
Dist. Acumulada	Elevación	Dist. Acumulada	Elevación
-----------------	-----------	-----------------	-----------



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA

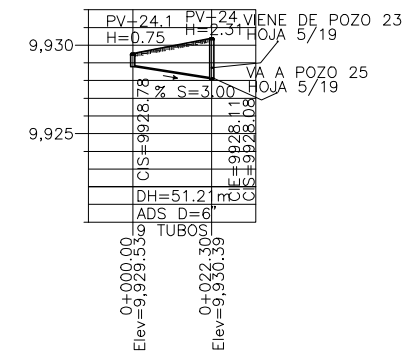
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 2

ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL 2
ESCALA

HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



RAMAL 2.1
DRENAJE COMUNIDAD RUIZ HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL RAMAL 2

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

FECHA:
JUNIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

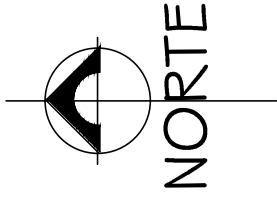
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal
de Planificación
Ing. Salvador Hernández

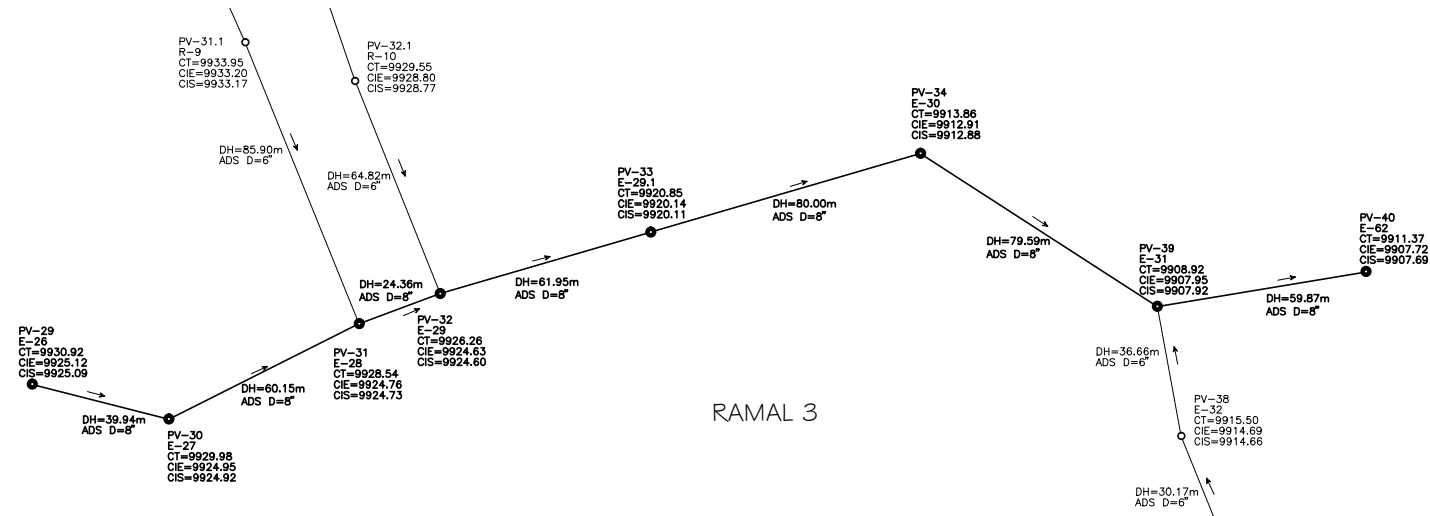
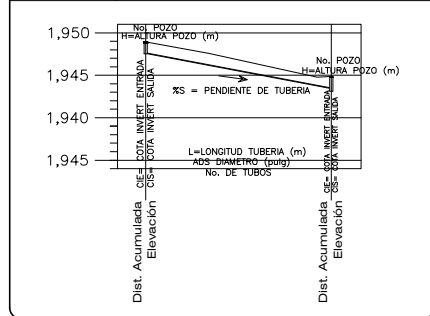
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
5 / 19

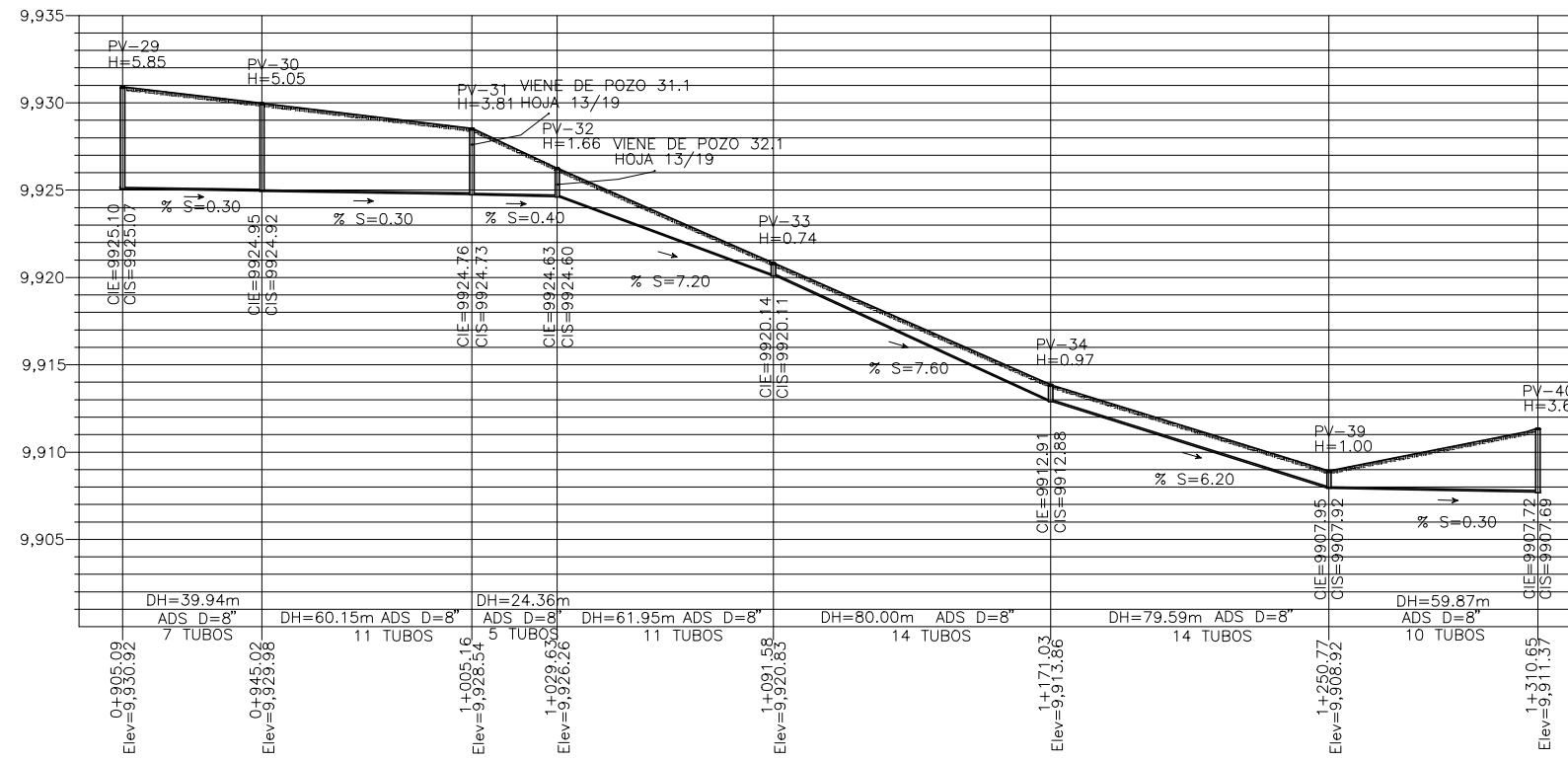


SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E	Estación
D	Diametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
—	Superficie del terreno



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 3 ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL 3
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



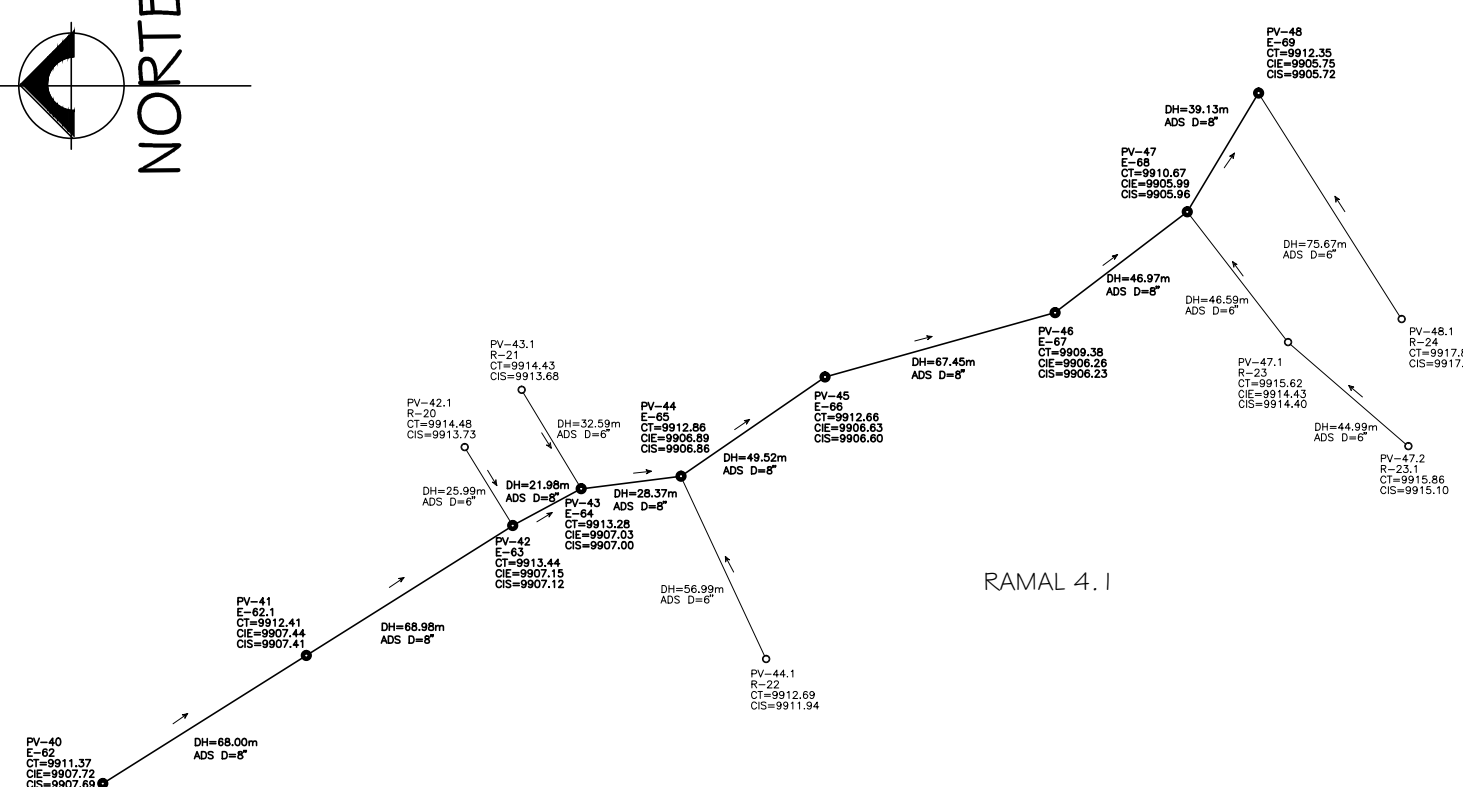
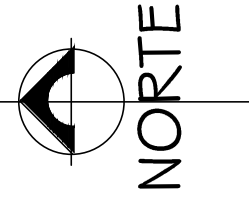
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL RAMAL 3

DISEÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA: JUNIO 2012
CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA: INDICADA

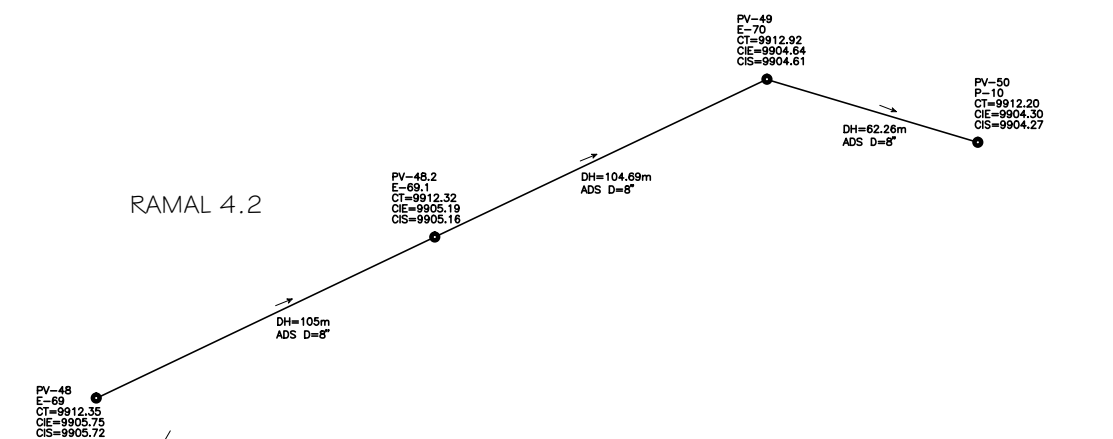
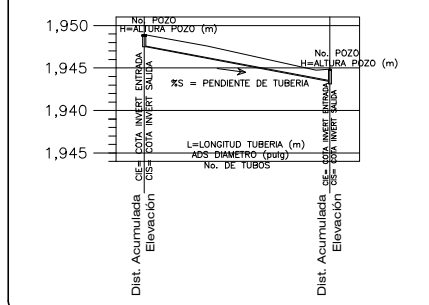
Director Dirección Municipal de Planificación Arg. Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos
---	--

HOJA: 6 / 19

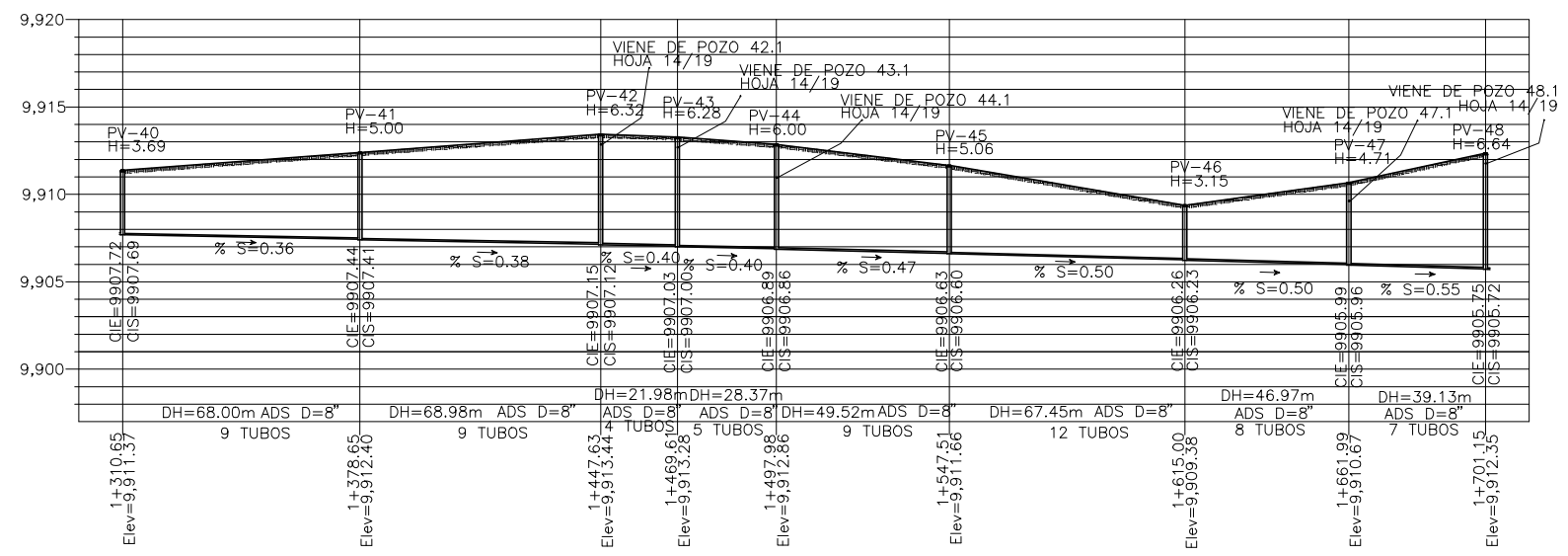


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 4.1 ESCALA: 1/2000

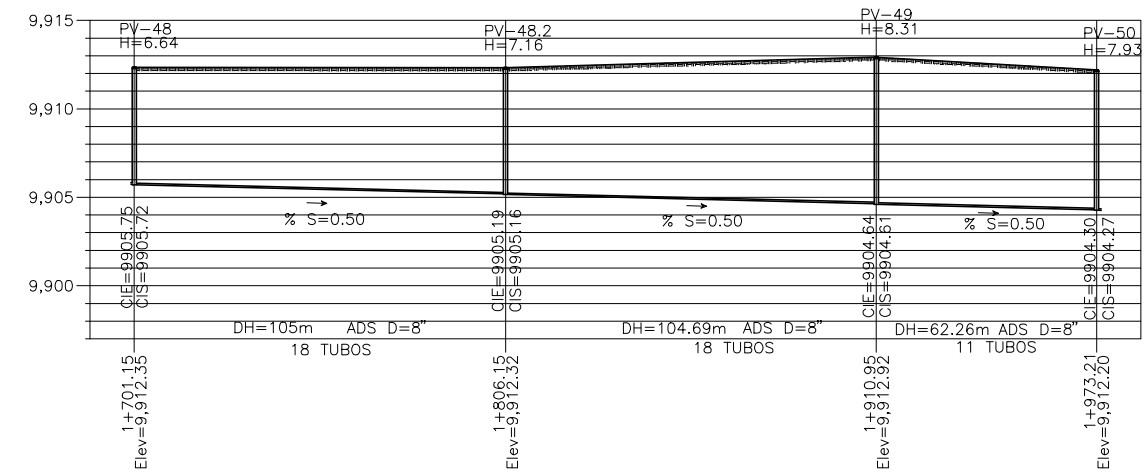
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Dímetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
—	Superficie del terreno



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 4.2 ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL 4.1
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 4.2
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL RAMAL 4

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

FECHA:
JUNIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal de Planificación
Arq. Salvador Hernández

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

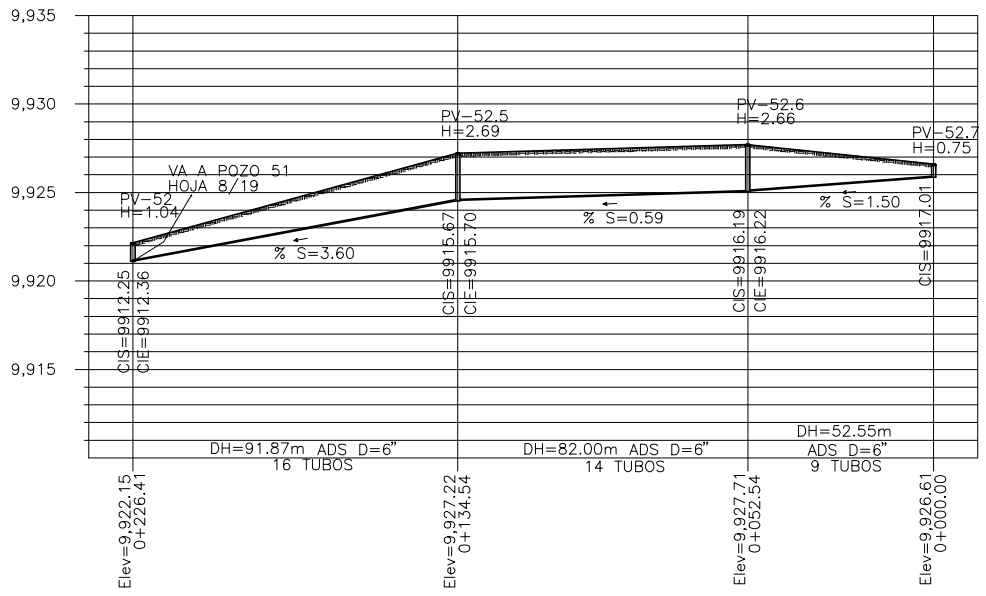
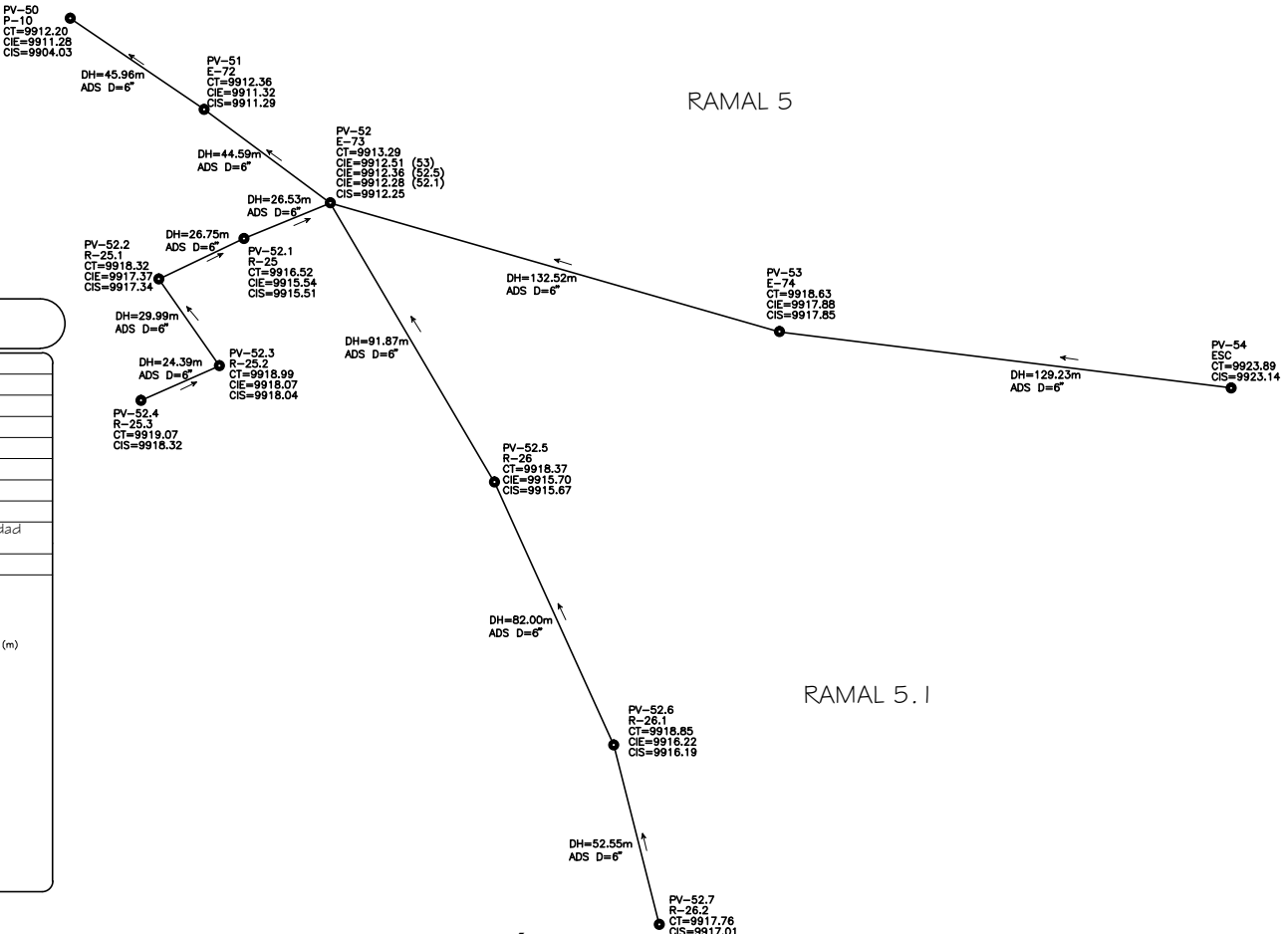
HOJA:
7 / 19



SIMBOLOGÍA

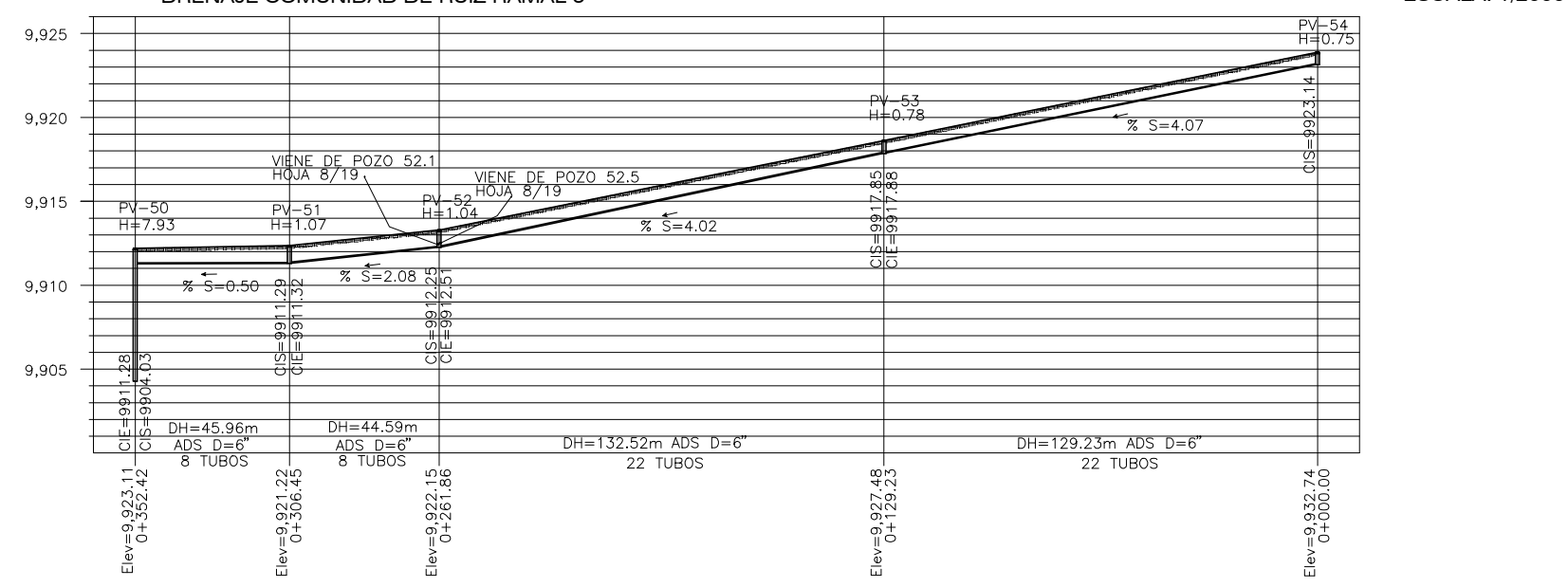
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N.12 ASTM F949
	Superficie del terreno

NO. POZO	H=ALTIURA POZO (m)	NO. POZO	H=ALTIURA POZO (m)
POZO 52.1	1.04	POZO 52.5	0.75
POZO 52.2	0.98	POZO 52.3	0.75
POZO 52.3	0.75	POZO 52.4	0.75
POZO 52.4	0.75	POZO 52.6	0.75
POZO 52.5	0.75	POZO 52.7	0.75
POZO 52.6	0.75	POZO 52.7	0.75

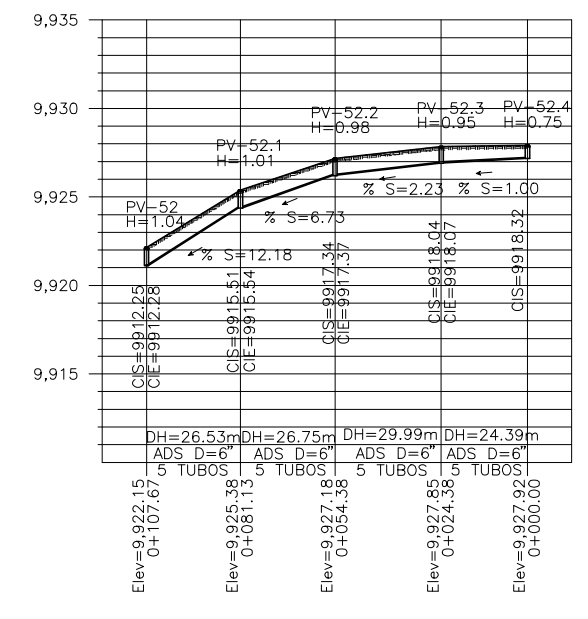


PERFIL RAMAL 5.1
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA



PERFIL RAMAL 5
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1400



PERFIL RAMAL 5.2
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



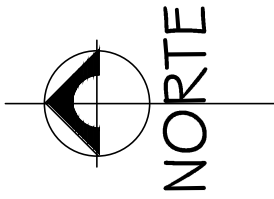
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL RAMAL 5

DISÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 FECHA: JUNIO 2012
 CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS
 ESCALA: INDICADA

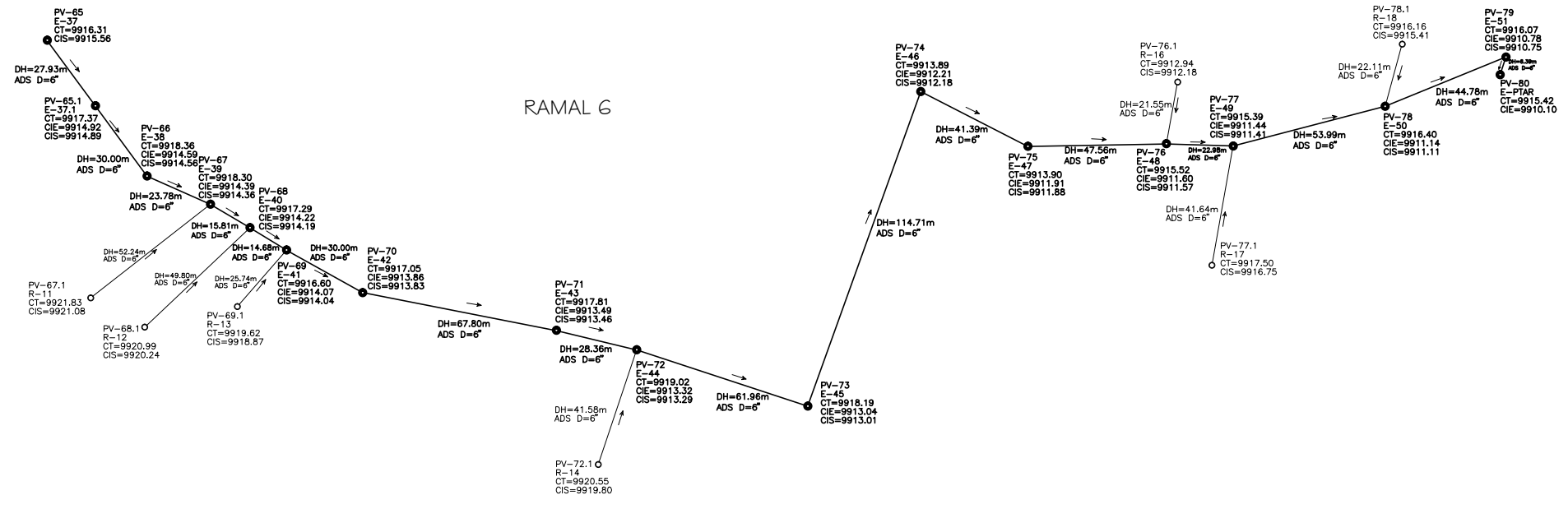
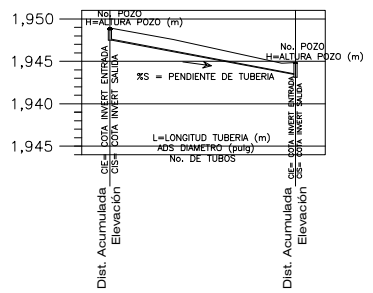
Director: Dirección Municipal de Planificación
 Asesor-Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

HOJA: 8 / 19



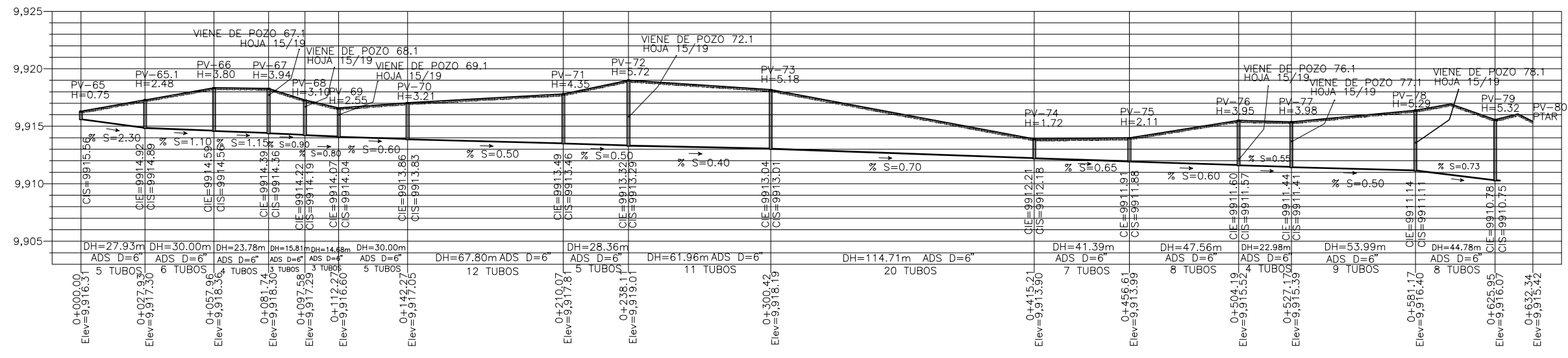
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Díametro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
—	Superficie del terreno



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 6

ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL 6
ESCALA

HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



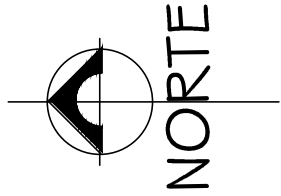
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL RAMAL 6

DISÑO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA:	JUNIO 2012
CALCULO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN:	Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA:	INDICADA

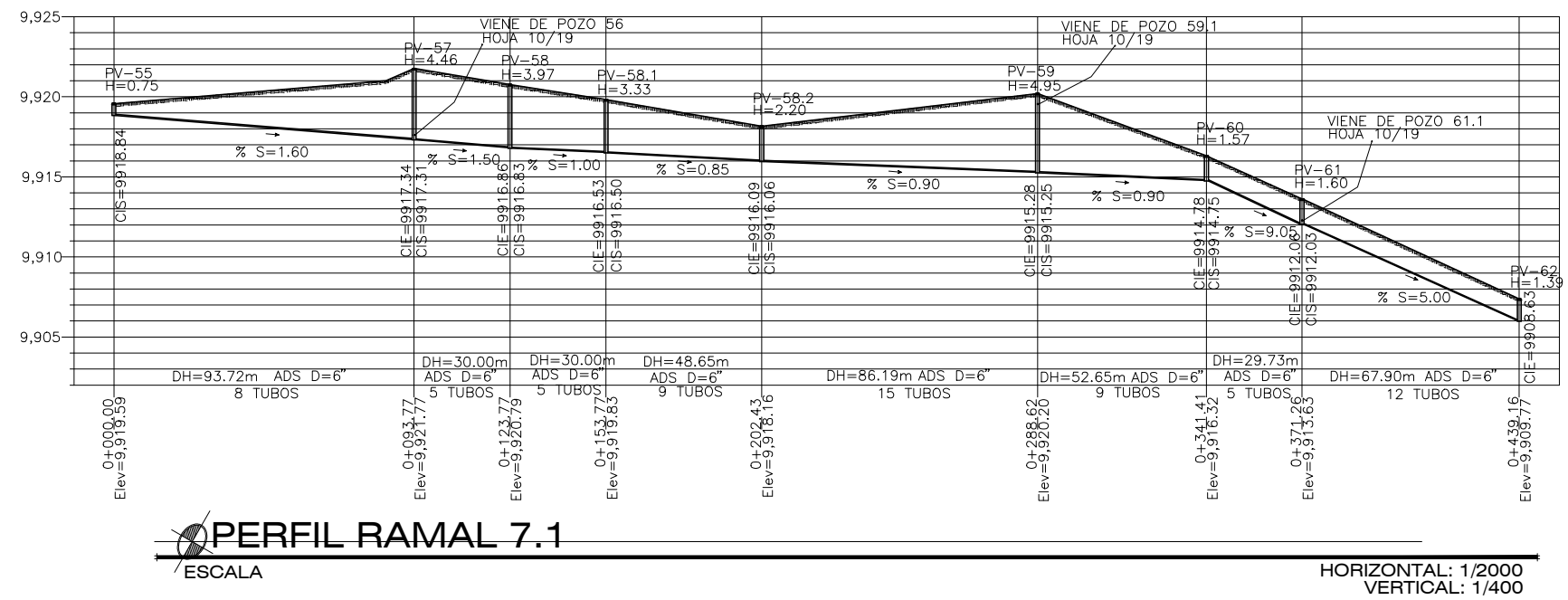
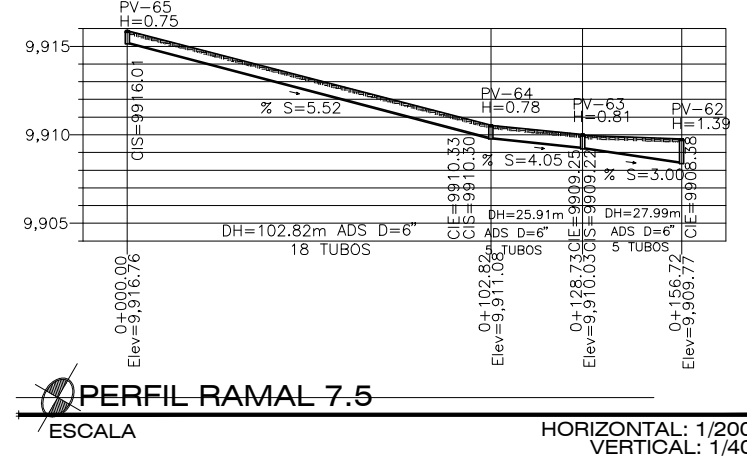
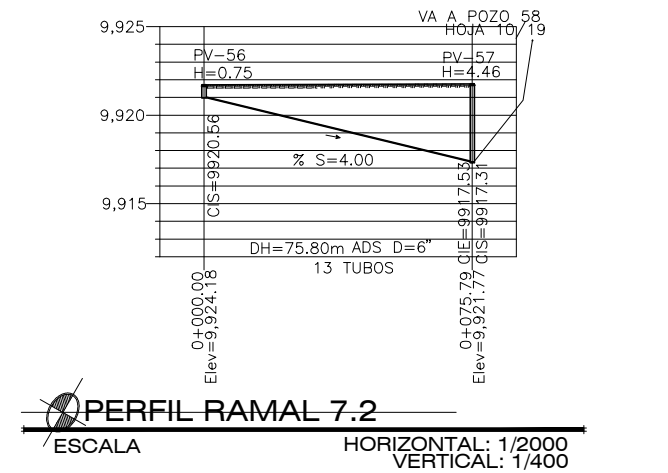
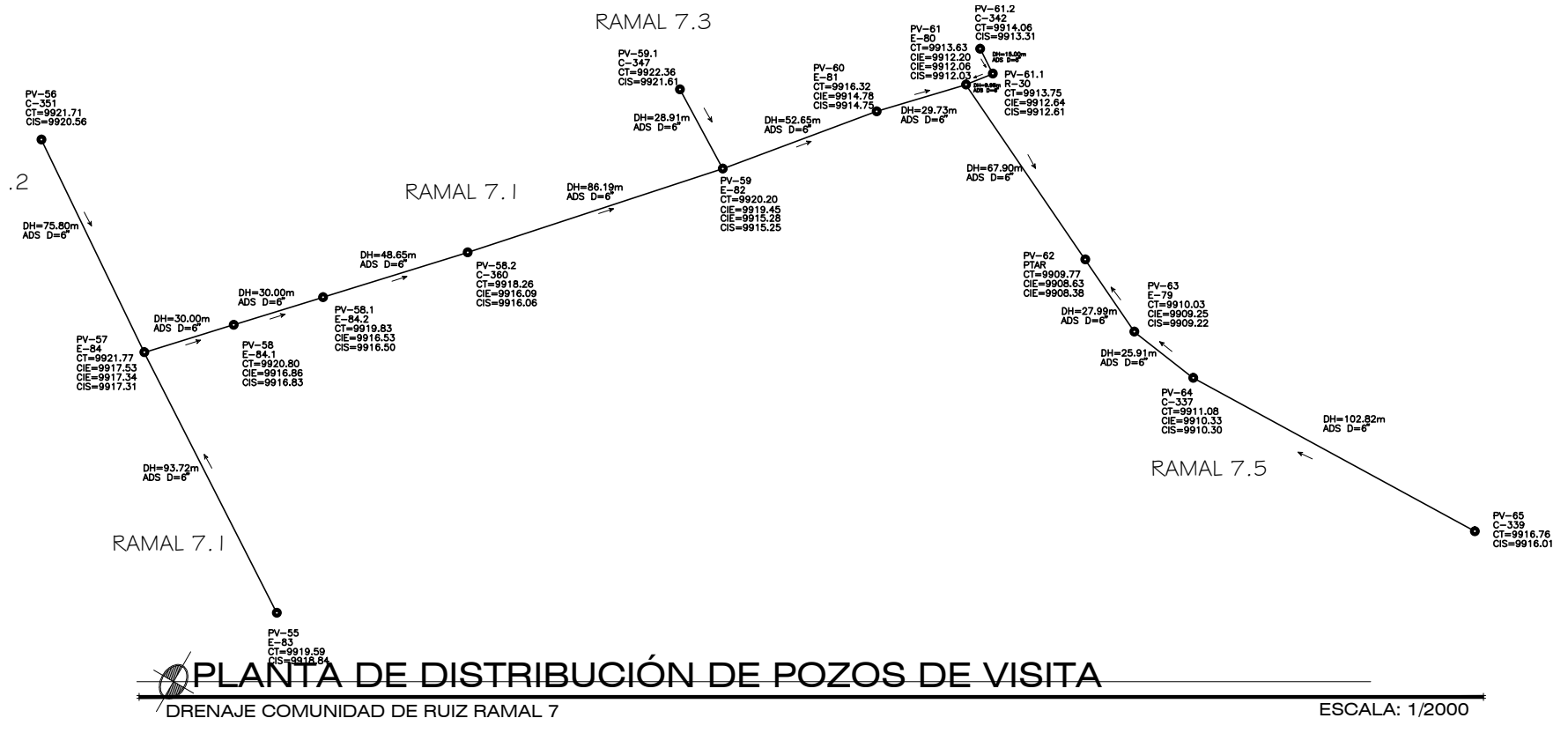
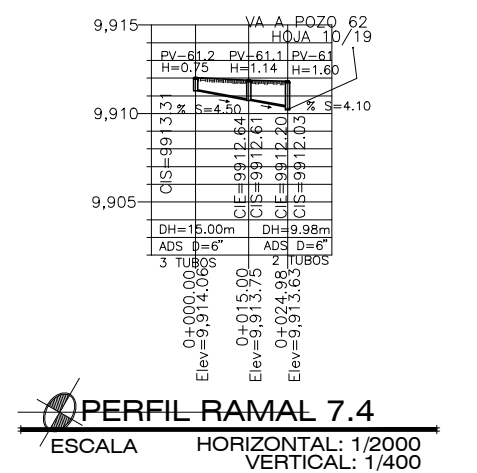
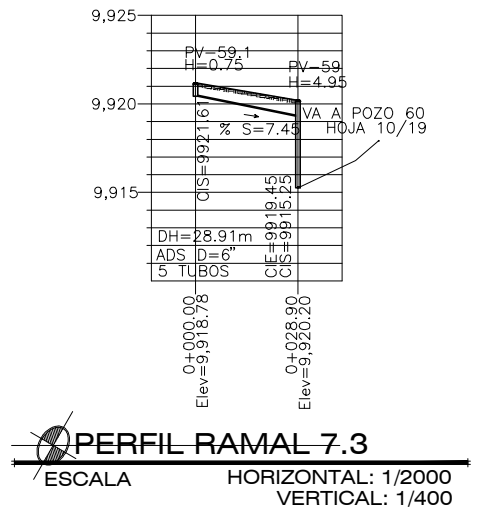
Director Dirección Municipal de Planificación Arq Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos
---	--

HOJA:	9 / 19
-------	--------



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Dímetro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
	Superficie del terreno



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL RAMAL 7

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

FECHA:
JUNIO 2012

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal de Planificación
Arg. Salvador Hernández

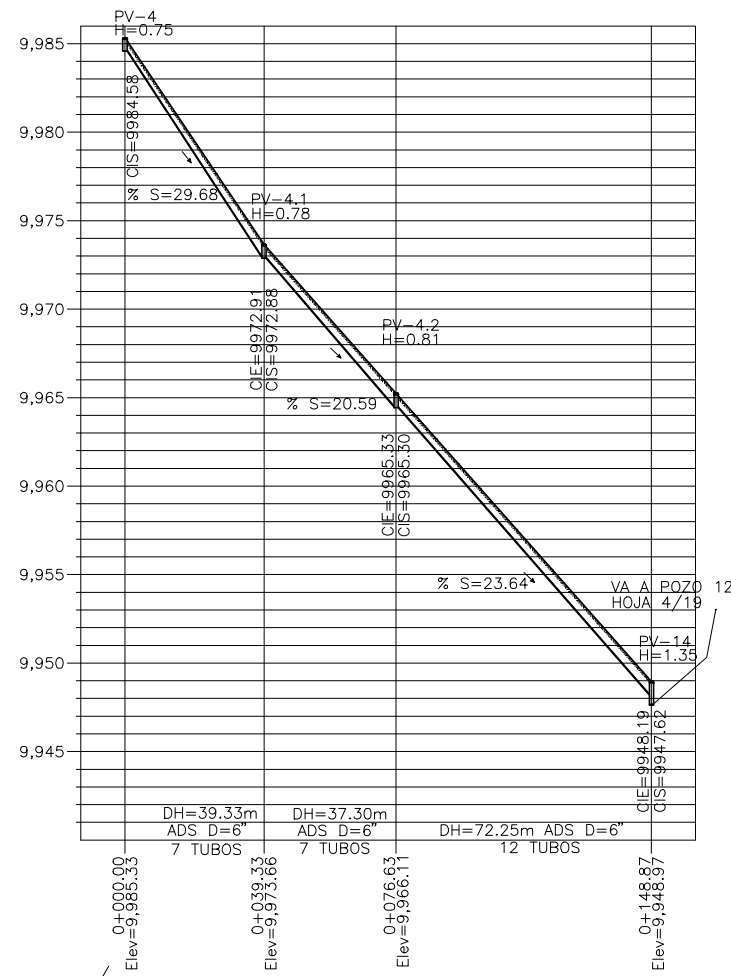
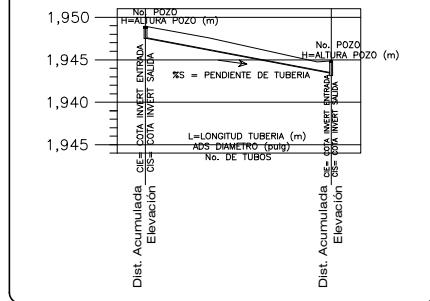
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
10 / 19

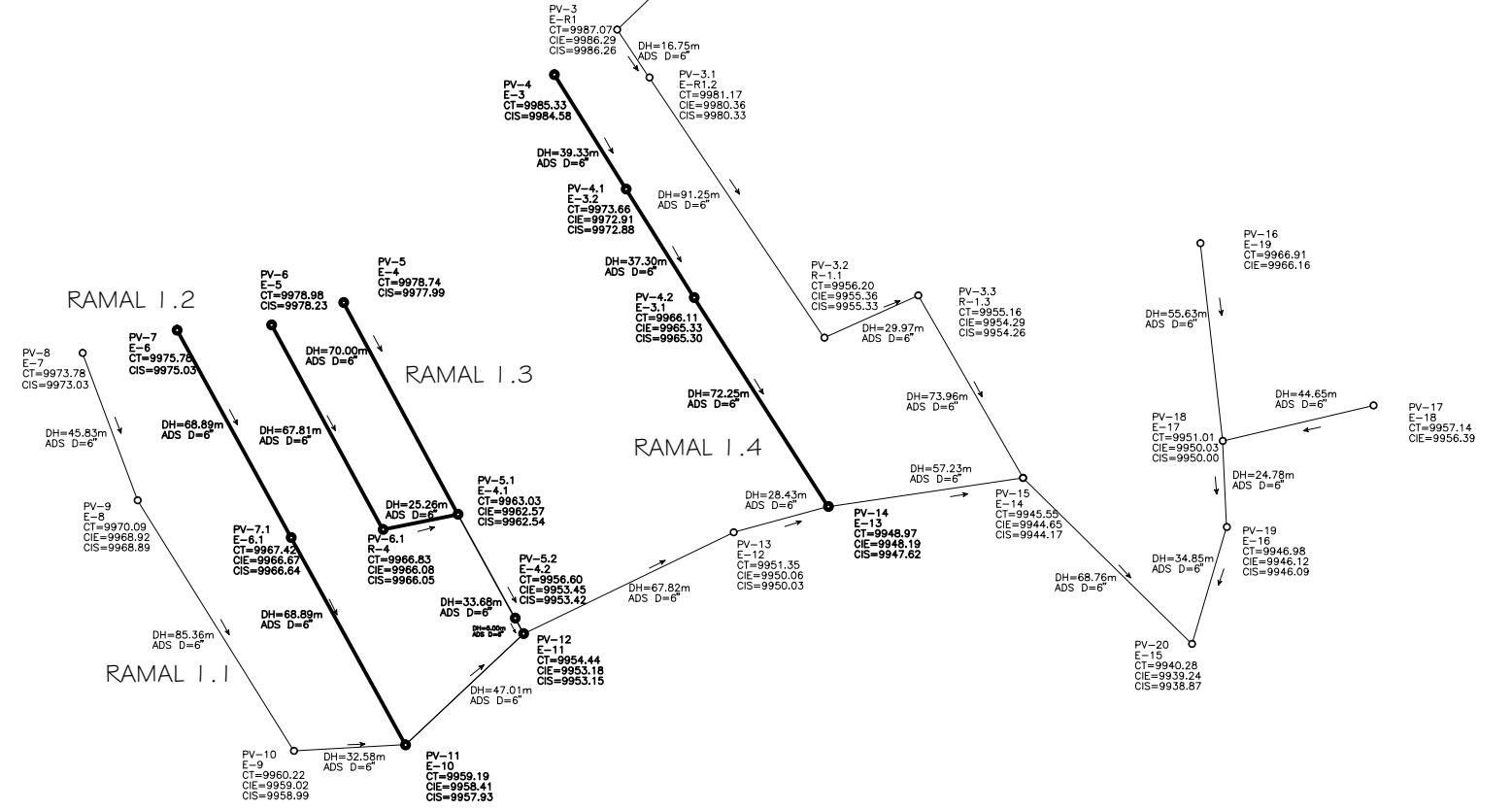


SIMBOLOGÍA

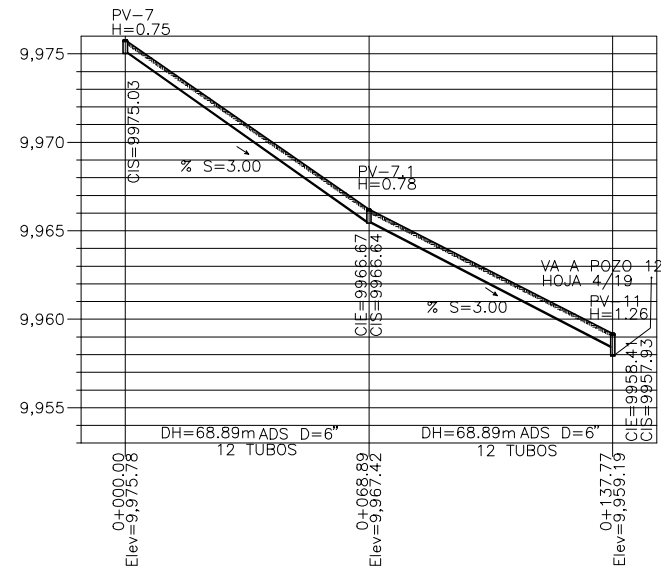
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Dímetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N.12 ASTM F949
—	Superficie del terreno



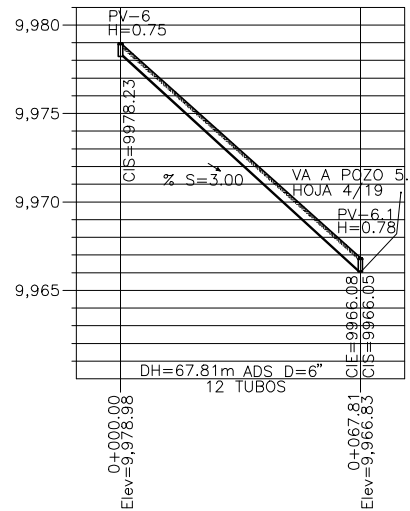
PERFIL RAMAL 1.4
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



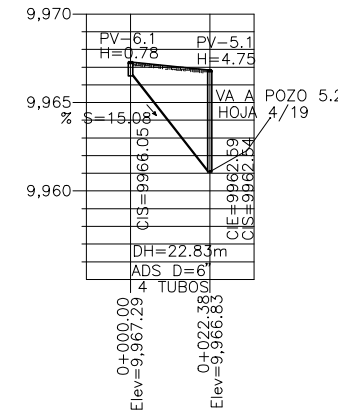
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
 DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 1 ESCALA: 1/2000



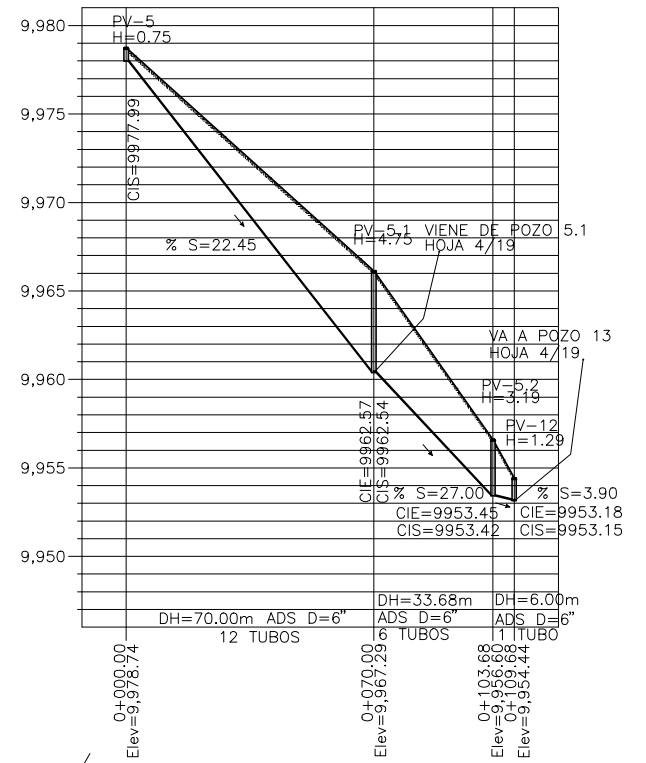
PERFIL RAMAL 1.1
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 1.2.1
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 1.2.2
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 1.3
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400

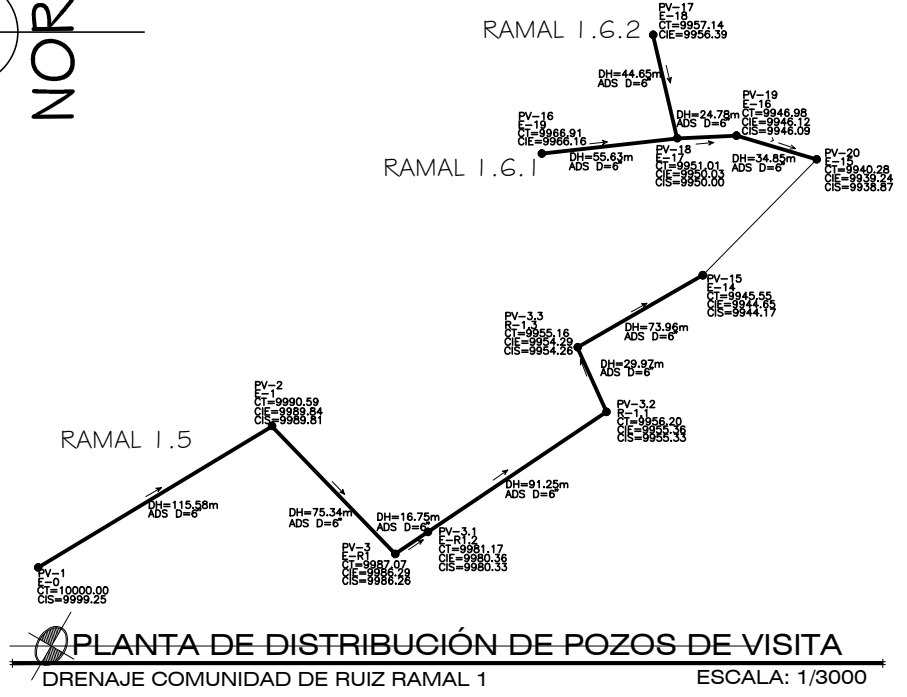
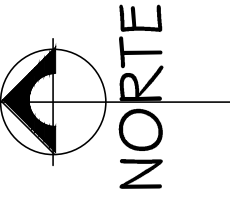


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 CONTENIDO: PERFILES RAMALES DEL RAMAL I, HOJA I

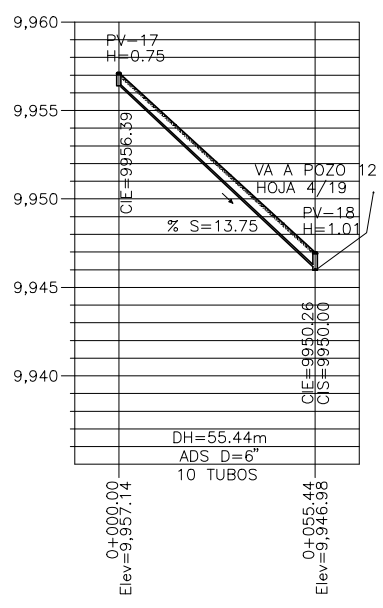
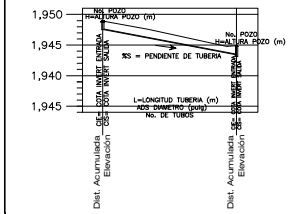
DISÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 FECHA: JUNIO 2012
 CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
 REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS
 ESCALA: INDICADA

Director: Dirección Municipal de Planificación
 Asesor-Supervisor: Ing. Juan Merck Cos
 HOJA: 11/19

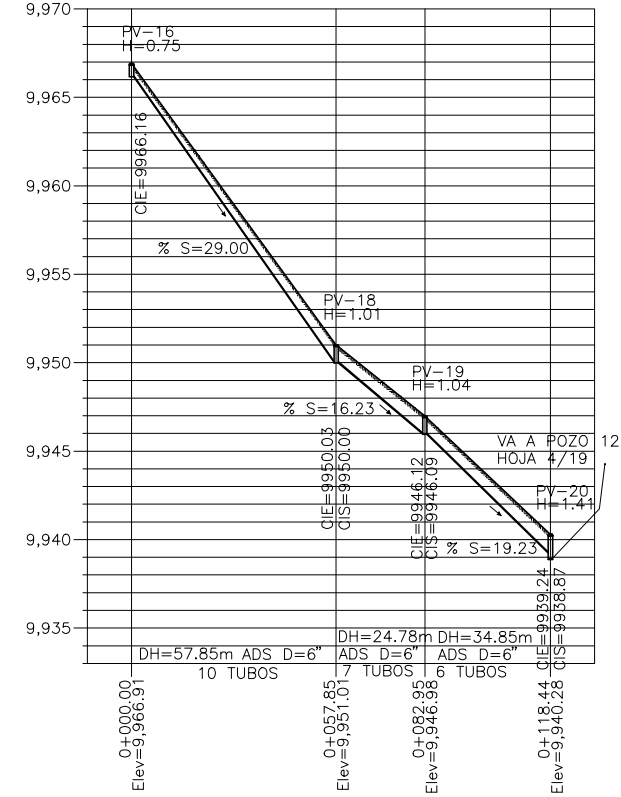


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 1
ESCALA: 1/3000

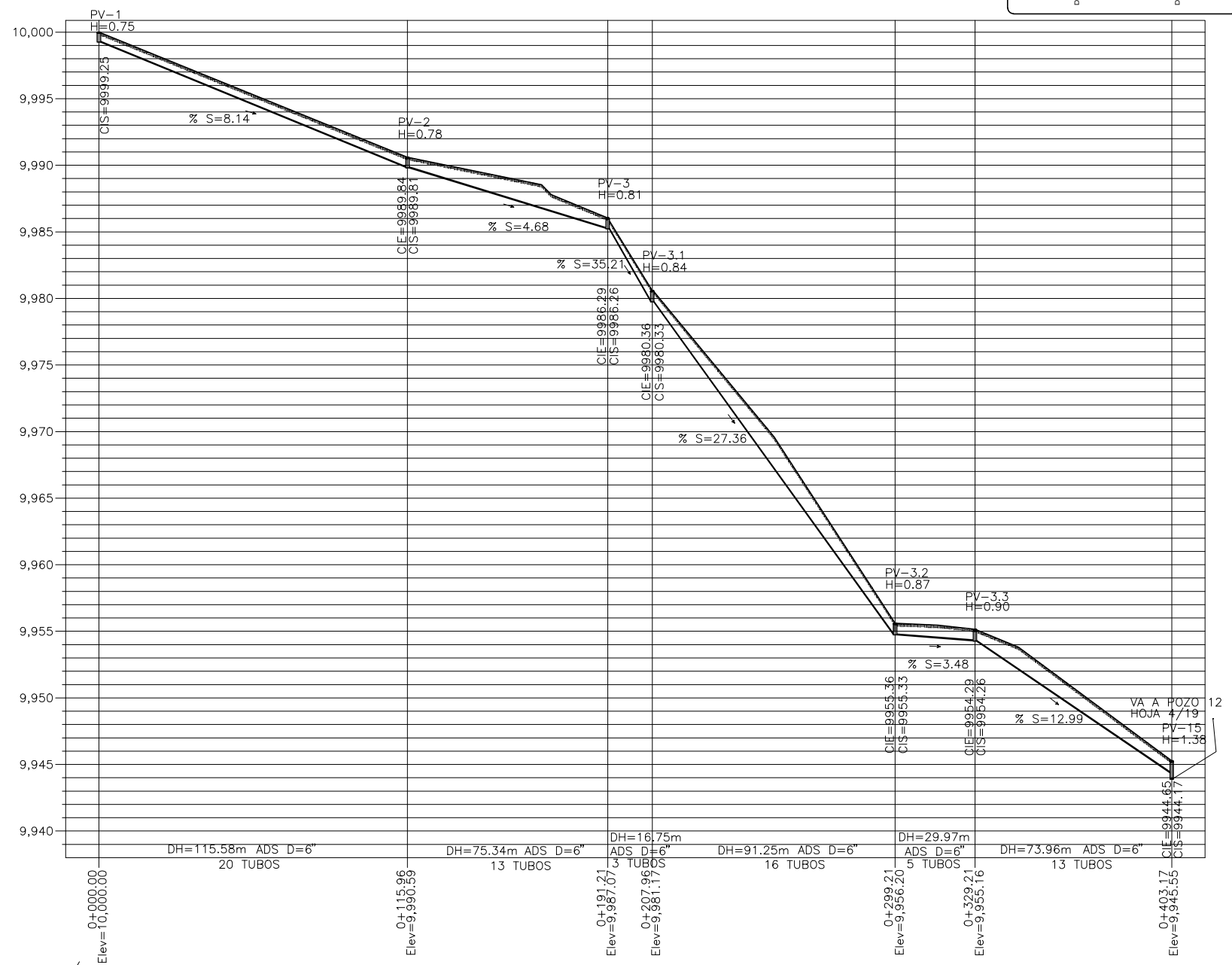
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F849
	Superficie del terreno



PERFIL RAMAL 1.6.2
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 1.6.1
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 1.5
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



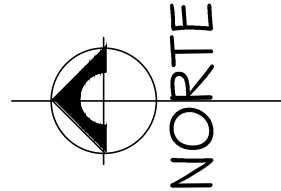
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO: PERFILES RAMALES DEL RAMAL 1, HOJA 2

DISEÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
FECHA: JUNIO 2012
CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS
ESCALA: INDICADA

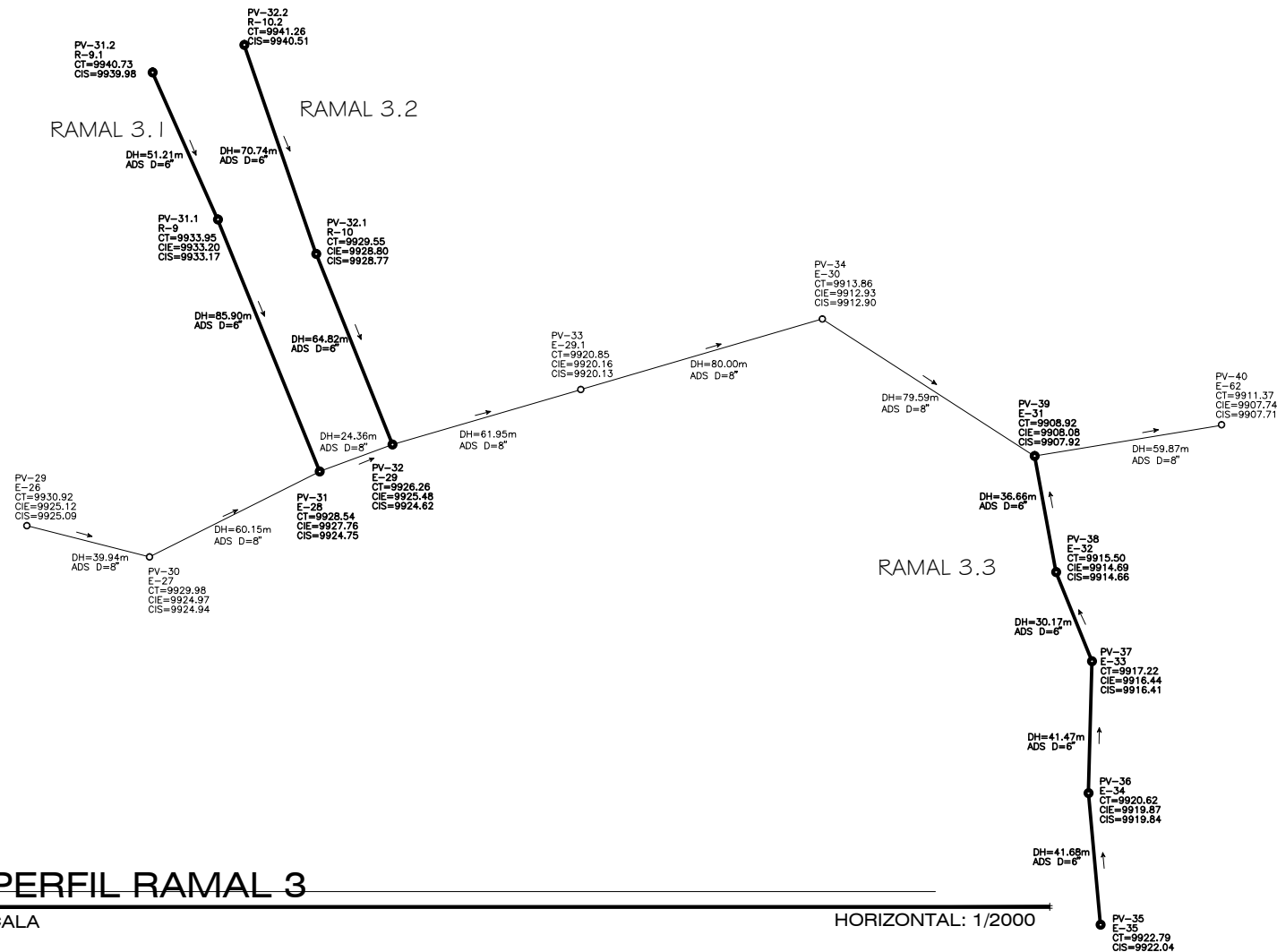
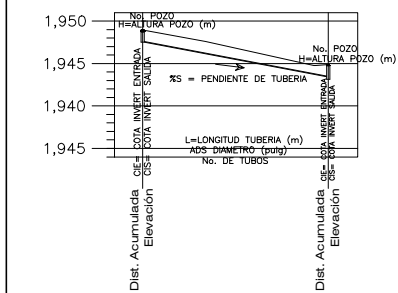
Director: Dirección Municipal de Planificación
Asesor-Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

HOJA: 12 / 19



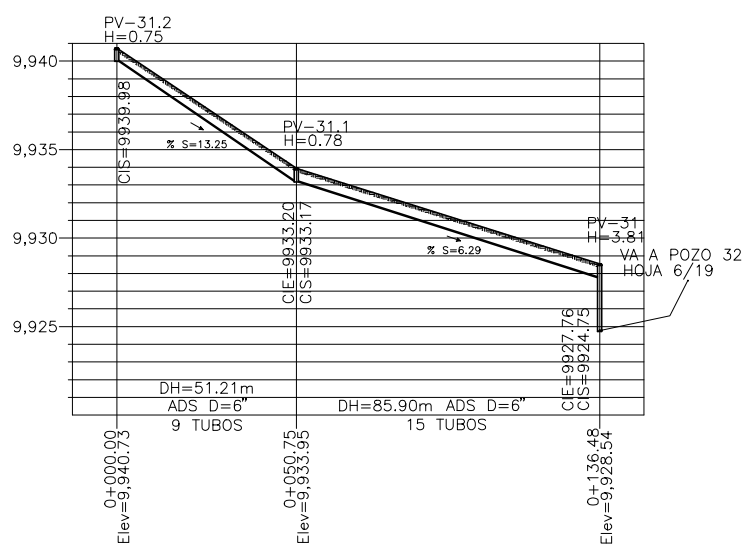
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
	Superficie del terreno



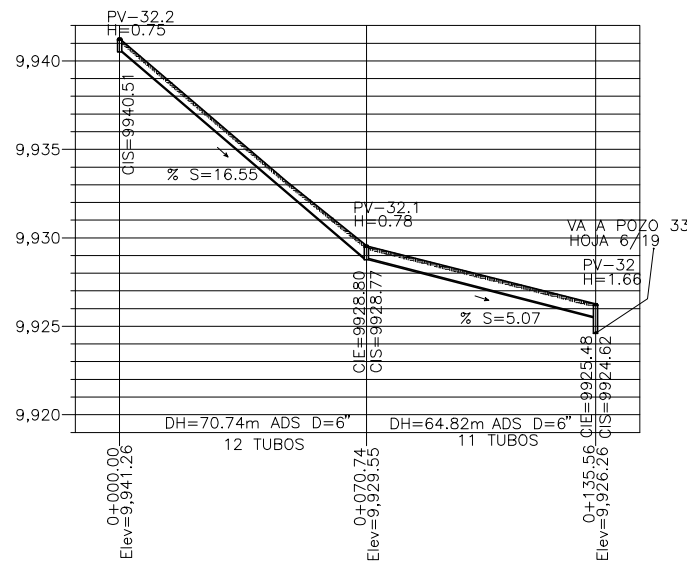
PERFIL RAMAL 3

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



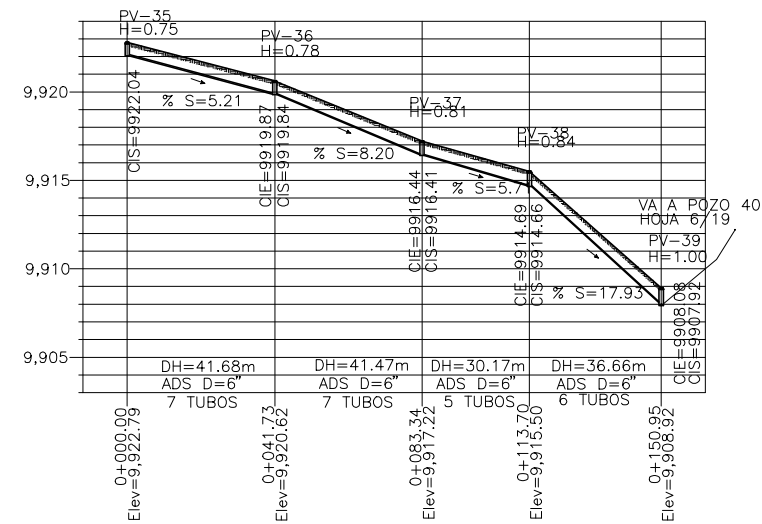
PERFIL RAMAL 3.1

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 3.2

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 3.3

ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
PERFILES - RAMALES DEL RAMAL 3

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

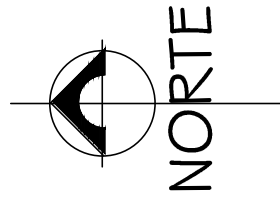
FECHA:
JUNIO 2012

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal de Planificación
Ing. Salvador Hernández

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

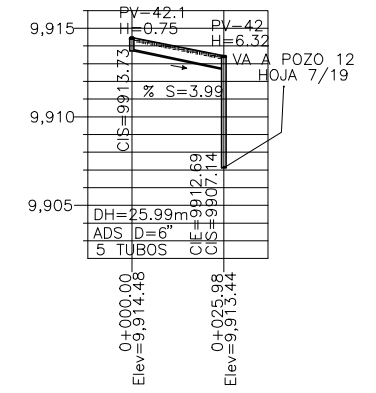
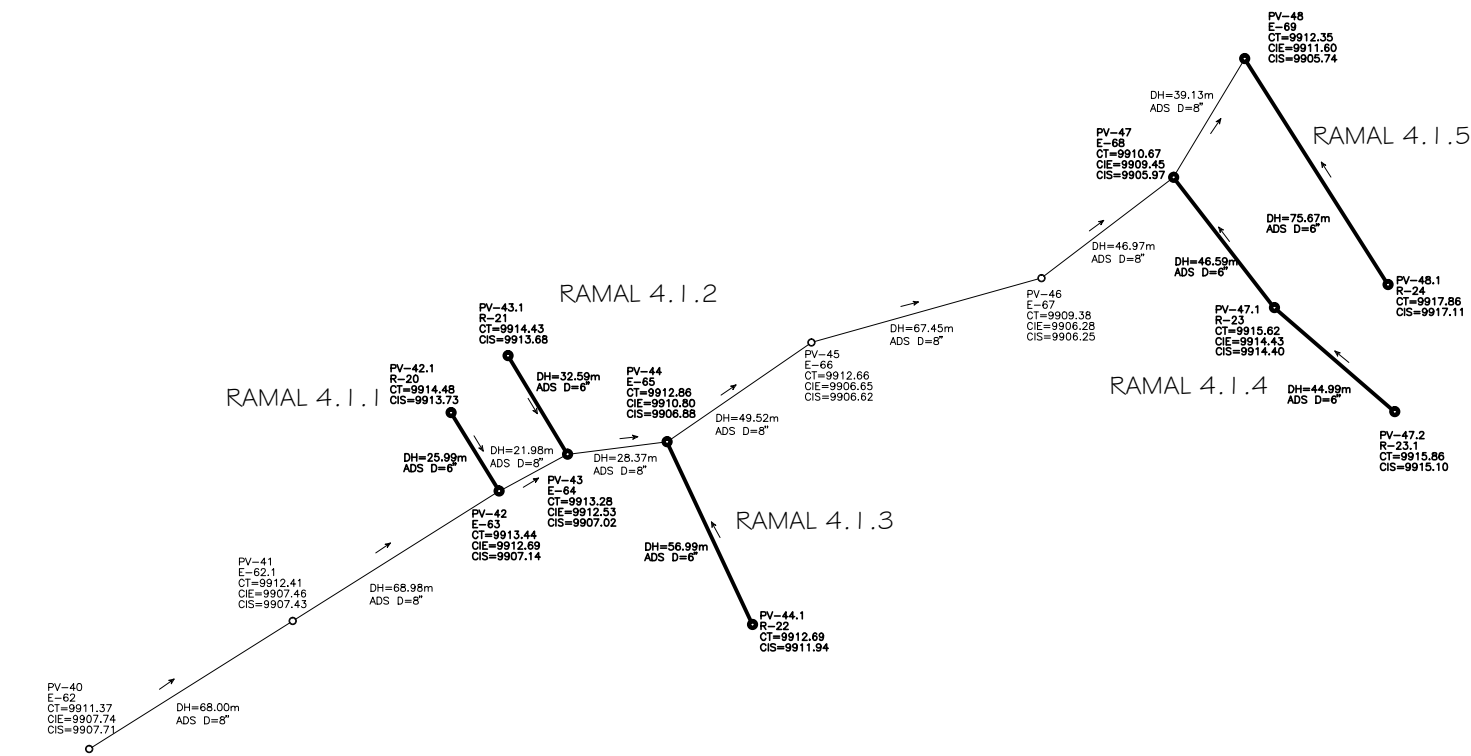
HOJA:
13 / 19



SIMBOLOGÍA

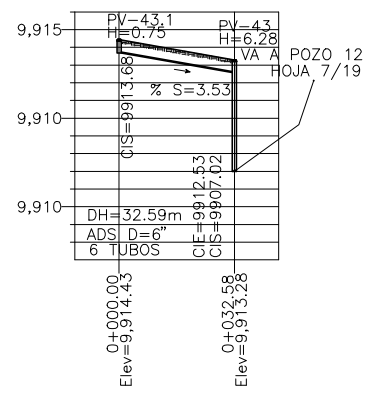
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
—○—	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Dímetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
=====	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
=====	Superficie del terreno

1,950	NO. POZO	NO. POZO
1,945	RAMAL TUBERIA (m)	RAMAL TUBERIA (m)
1,940	H=ALTIMETRIA	H=ALTIMETRIA
1,935	% S = PENDIENTE DE TUBERIA	% S = PENDIENTE DE TUBERIA
1,930	L=LONGITUD TUBERIA (m)	L=LONGITUD TUBERIA (m)
1,925	ADS DIAMETRO (pulg)	ADS DIAMETRO (pulg)
1,920	No. DE TUBOS	No. DE TUBOS
1,915	Dist. Acumulada Elevation	Dist. Acumulada Elevation

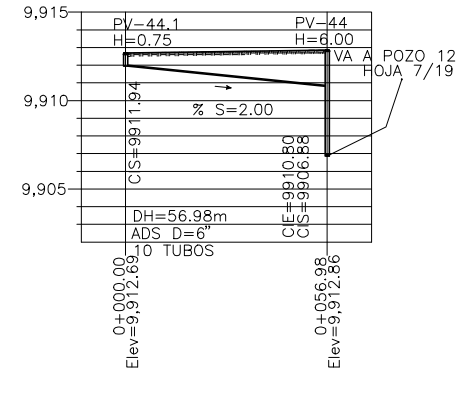


PERFIL RAMAL 4.1.1
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 VERTICAL: 1/400

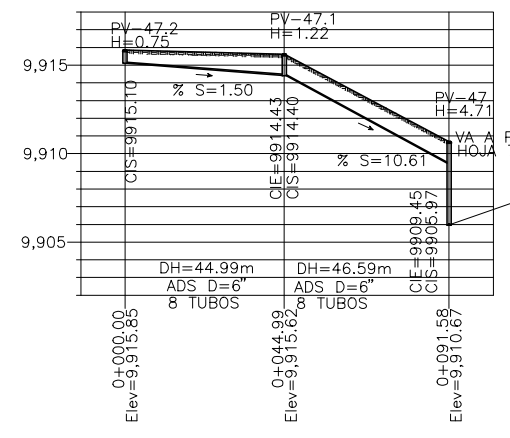
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
 DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 4.1 ESCALA: 1/2000



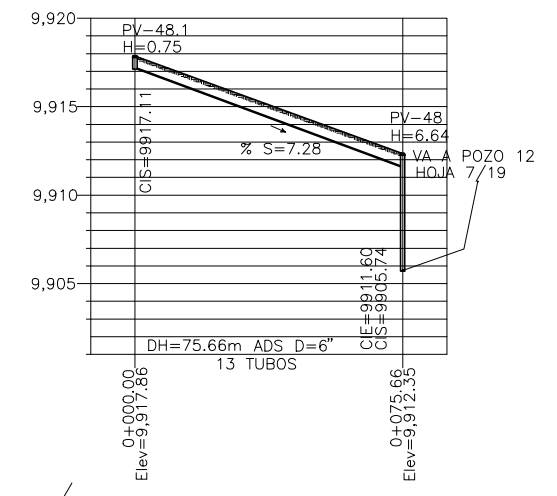
PERFIL RAMAL 4.1.2
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 4.1.3
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 4.1.4
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 4.1.5
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 VERTICAL: 1/400



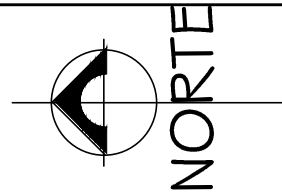
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO:	PERFILES - RAMALES DEL RAMAL 4.1

DISÑO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA:	JUNIO 2012
CÁLCULO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN:	Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA:	INDICADA

Director	Asesor-Supervisor
Dirección Municipal de Planificación	Ing. Juan Merck Cos
Arg. Salvador Hernández	

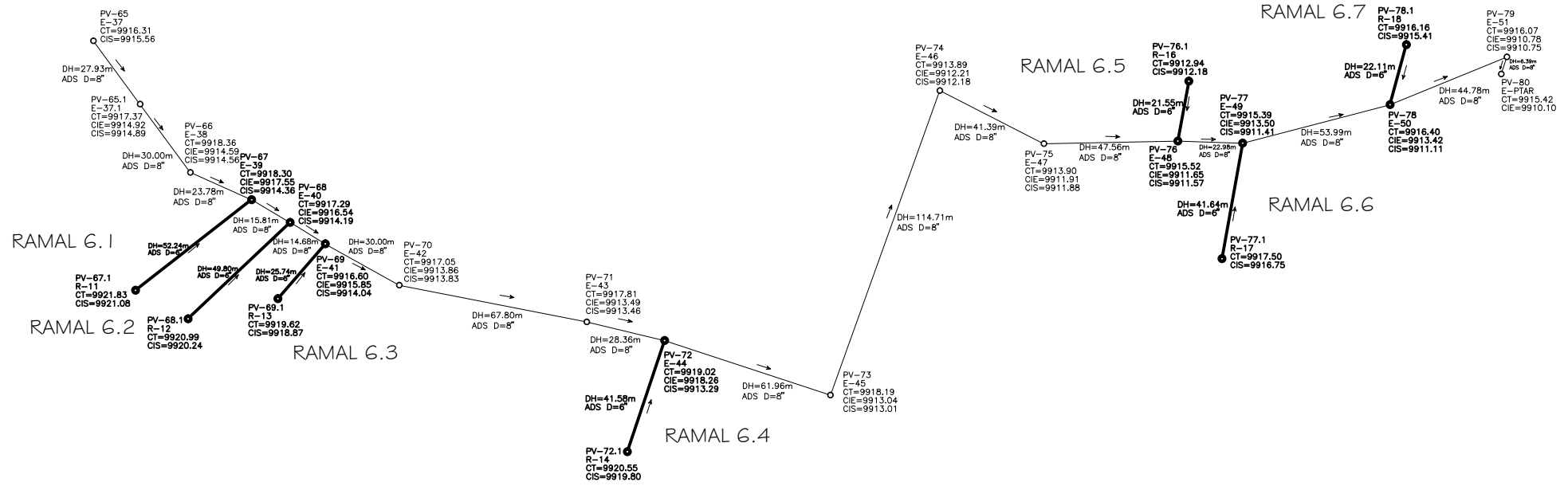
HOJA:	14 / 19
-------	---------



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pozo de visita
	Ramal del drenaje
	Dirección del flujo
	Estación
	Diametro de tubería
	Pozo de visita No.
	Cota del terreno
	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
	Superficie del terreno

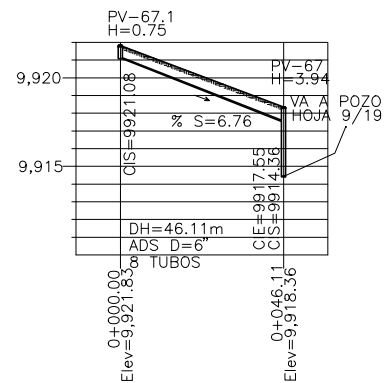
Dist. Acumulada	Elevación	No. POZO	Altura POZO (m)
0+000.00	9,921.83		
0+046.11	9,918.36		
0+092.24	9,920.24		
0+138.36	9,917.55		
0+184.49	9,914.89		
0+230.61	9,917.29		
0+276.74	9,914.19		
0+322.86	9,917.81		
0+368.99	9,913.49		
0+415.11	9,913.46		
0+461.24	9,919.02		
0+507.36	9,918.29		
0+553.49	9,913.04		
0+600.00	9,913.01		



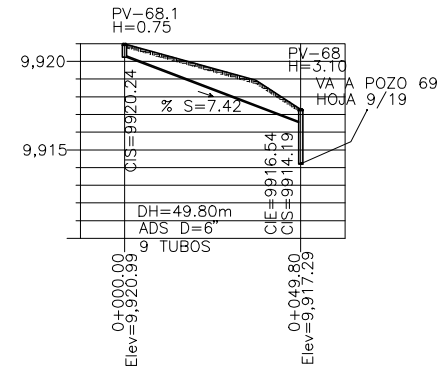
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA

DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL 6

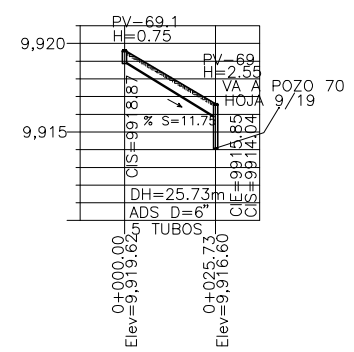
ESCALA: 1/2000



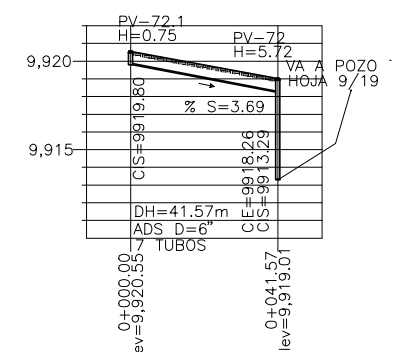
PERFIL RAMAL 6.1
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



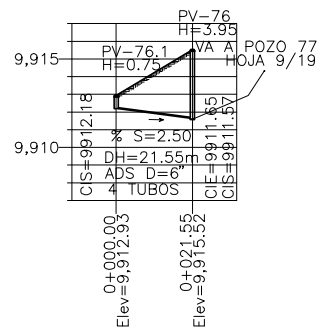
PERFIL RAMAL 6.2
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



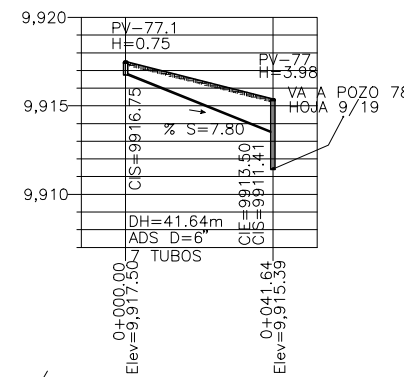
PERFIL RAMAL 6.3
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



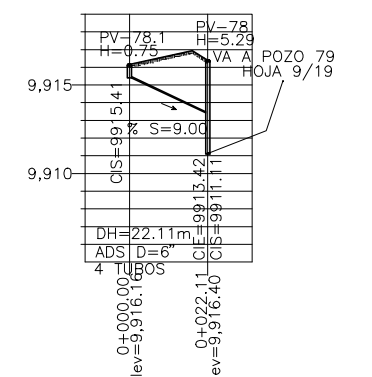
PERFIL RAMAL 6.4
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 6.5
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 6.6
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



PERFIL RAMAL 6.7
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
VERTICAL: 1/400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO: PERFILES - RAMALES DEL RAMAL 6

DISEÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS

FECHA: JUNIO 2012
ESCALA: INDICADA

Director: Dirección Municipal de Planificación
Asesor-Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

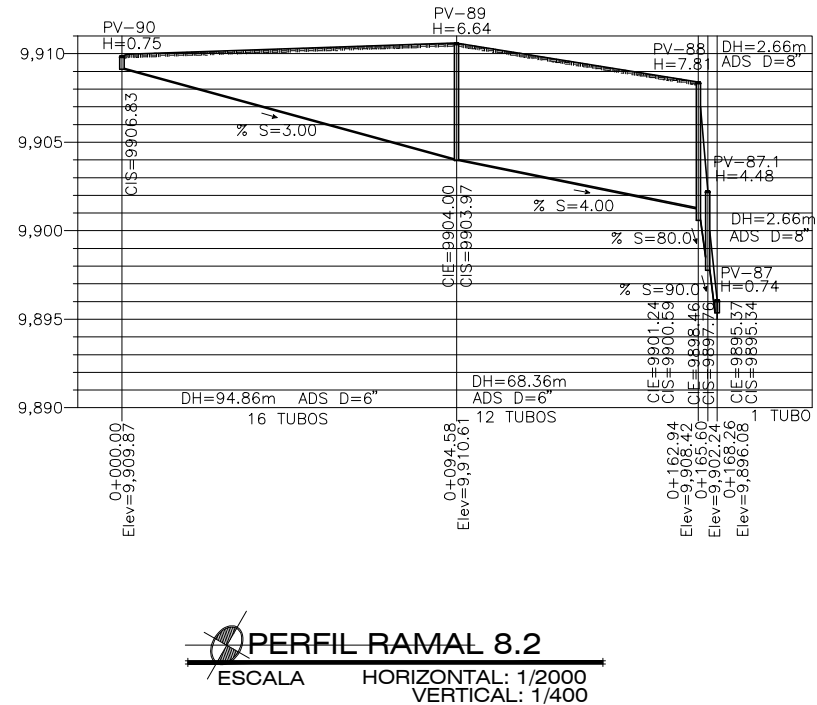
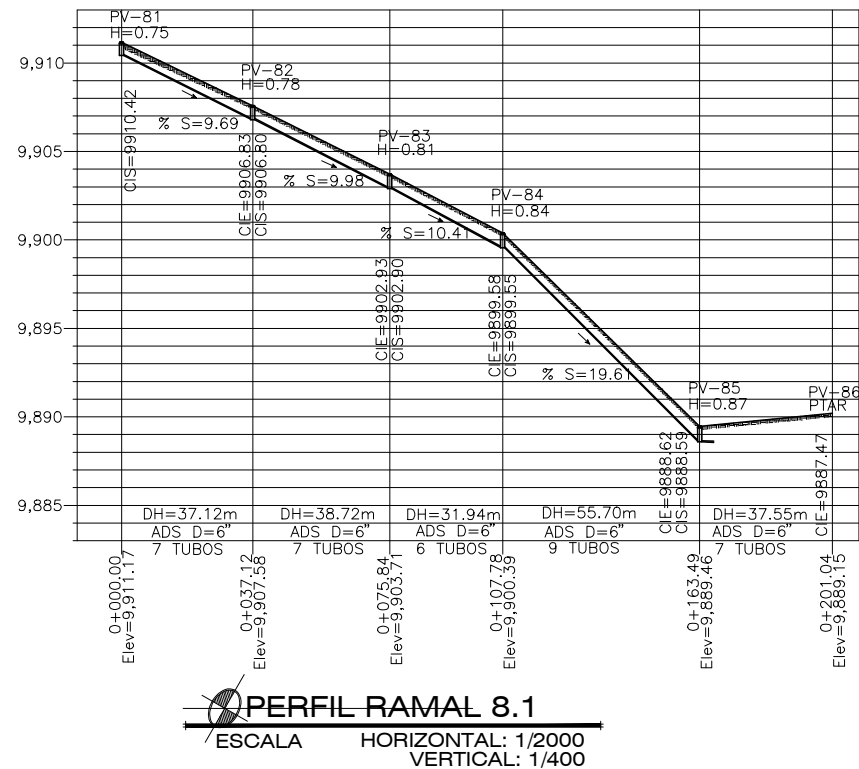
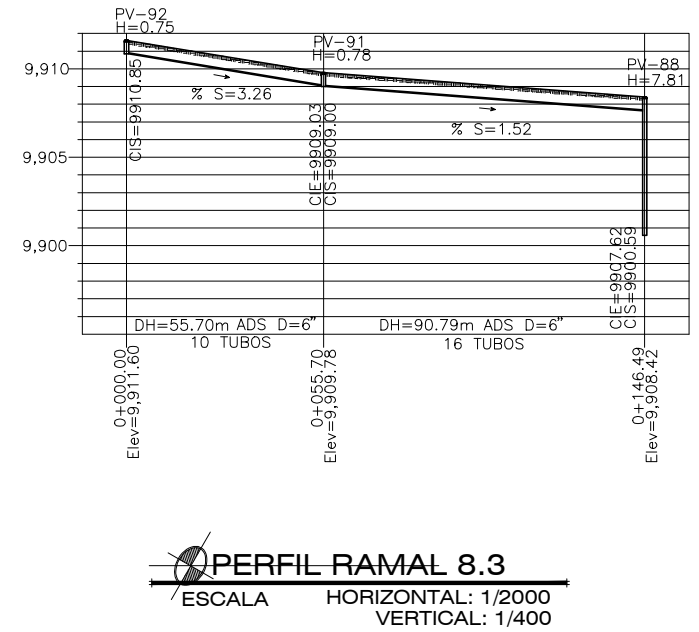
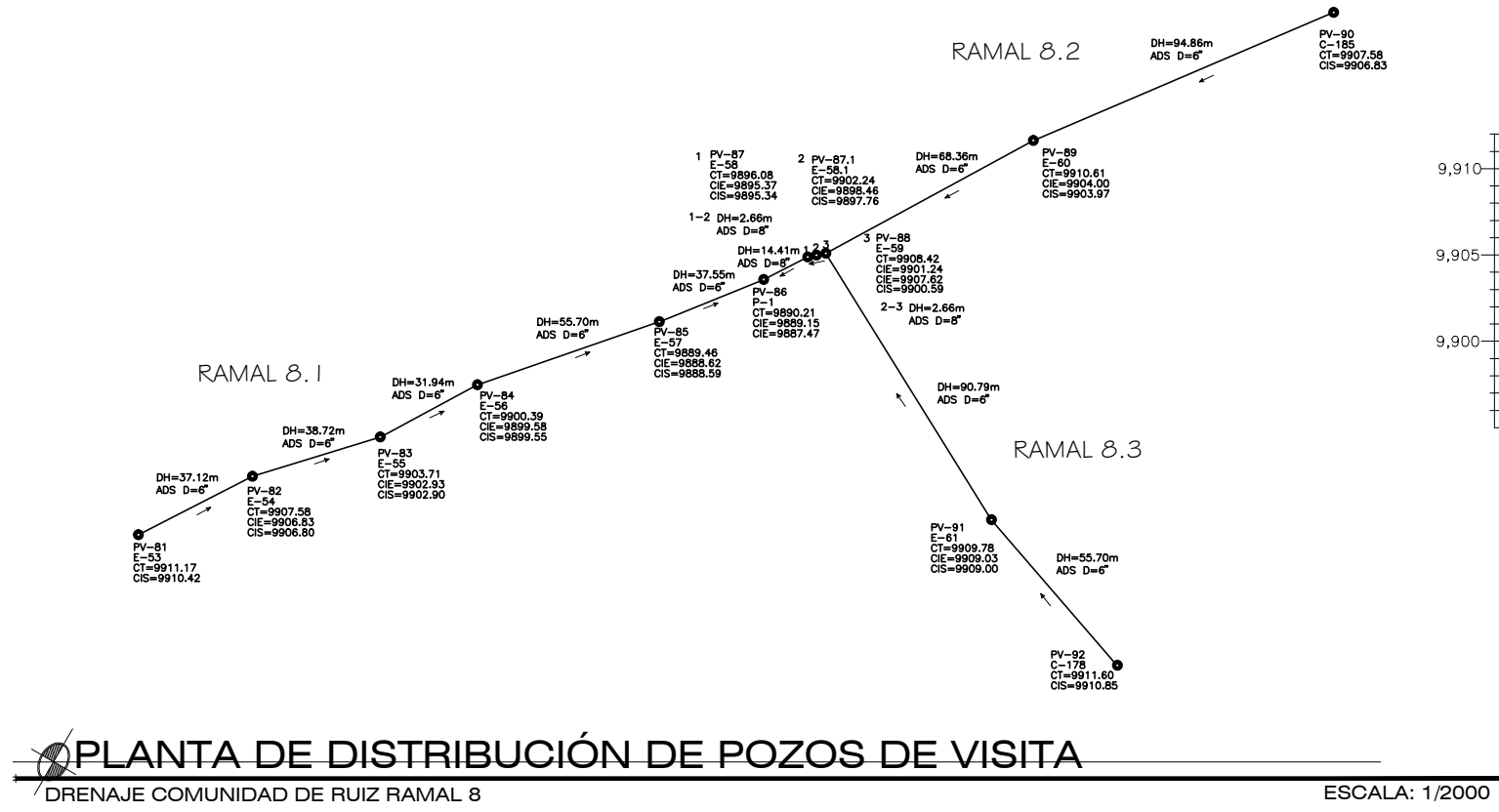
HOJA: 15 / 19



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Dímetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
=====	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N.12 ASTM F949
-----	Superficie del terreno

<p>No. POZO</p> <p>H=ALTIURA POZO (m)</p> <p>XS = PENDIENTE DE TUBERIA</p> <p>L=LONGITUD TUBERIA (m)</p> <p>ADS=DIAMETRO (pulg)</p> <p>No. DE TUBOS</p> <p>Dist. Acumulada Elevación</p>	<p>No. POZO</p> <p>H=ALTIURA POZO (m)</p> <p>XS = PENDIENTE DE TUBERIA</p> <p>L=LONGITUD TUBERIA (m)</p> <p>ADS=DIAMETRO (pulg)</p> <p>No. DE TUBOS</p> <p>Dist. Acumulada Elevación</p>
--	--



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL DEL RAMAL 8

DISEÑO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA:	JUNIO 2012
CÁLCULO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN:	Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA:	INDICADA

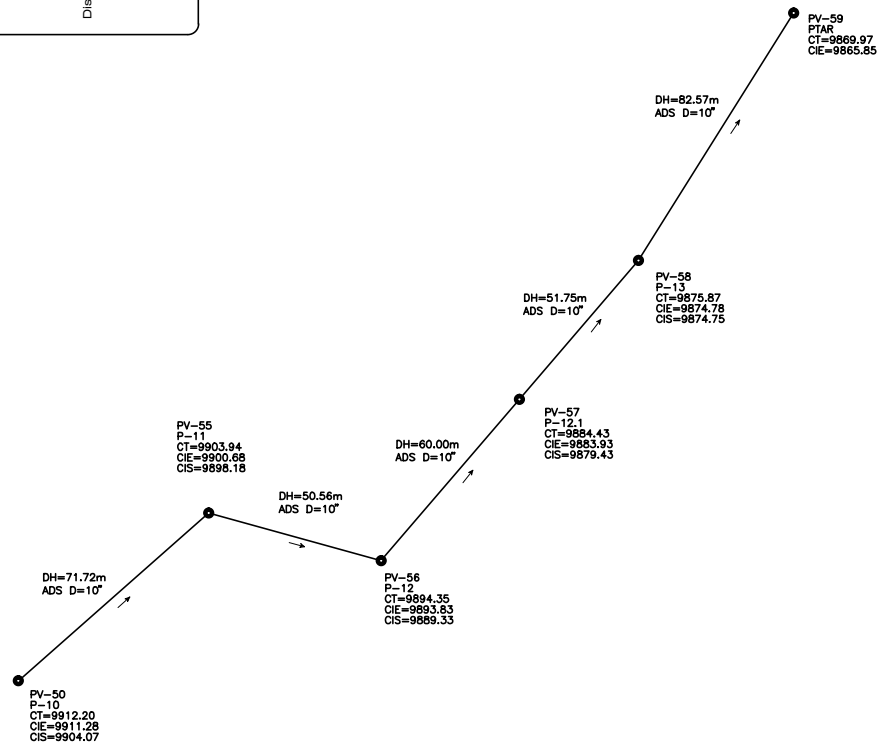
Director Dirección Municipal de Planificación Arq. Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos
---	--

HOJA:	16 / 19
-------	---------

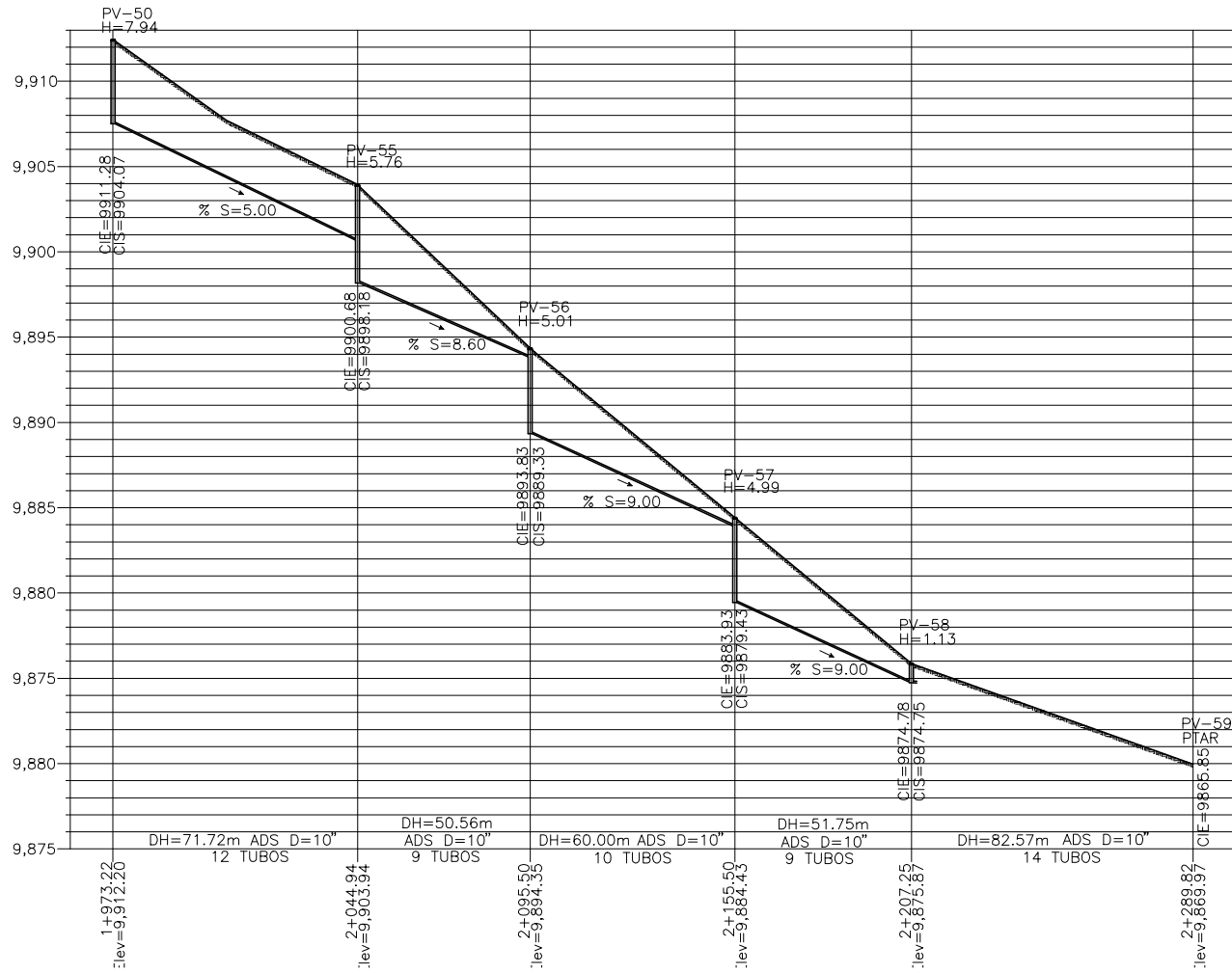


SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Pozo de visita
○	Ramal del drenaje
→	Dirección del flujo
E-	Estación
D	Dímetro de tubería
PV-	Pozo de visita No.
CT	Cota del terreno
—	Tubería de Polietileno de Alta Densidad ADS N-12 ASTM F949
—	Superficie del terreno



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE POZOS DE VISITA
DRENAJE COMUNIDAD DE RUIZ RAMAL PTAR ESCALA: 1/2000



PERFIL RAMAL PTAR
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000 VERTICAL: 1/400



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

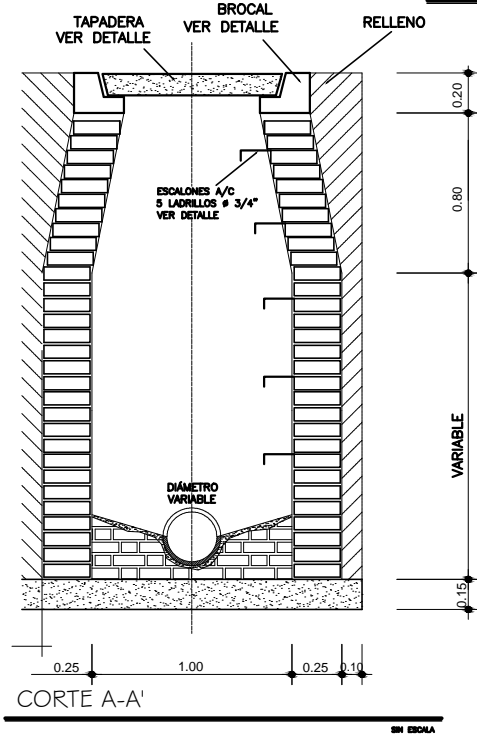
PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL DEL RAMAL PTAR

DISEÑO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA:	JUNIO 2012
CÁLCULO:	CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN:	Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA:	INDICADA

Director Dirección Municipal de Planificación Arg. Salvador Hernández	Asesor-Supervisor Ing. Juan Merck Cos
---	--

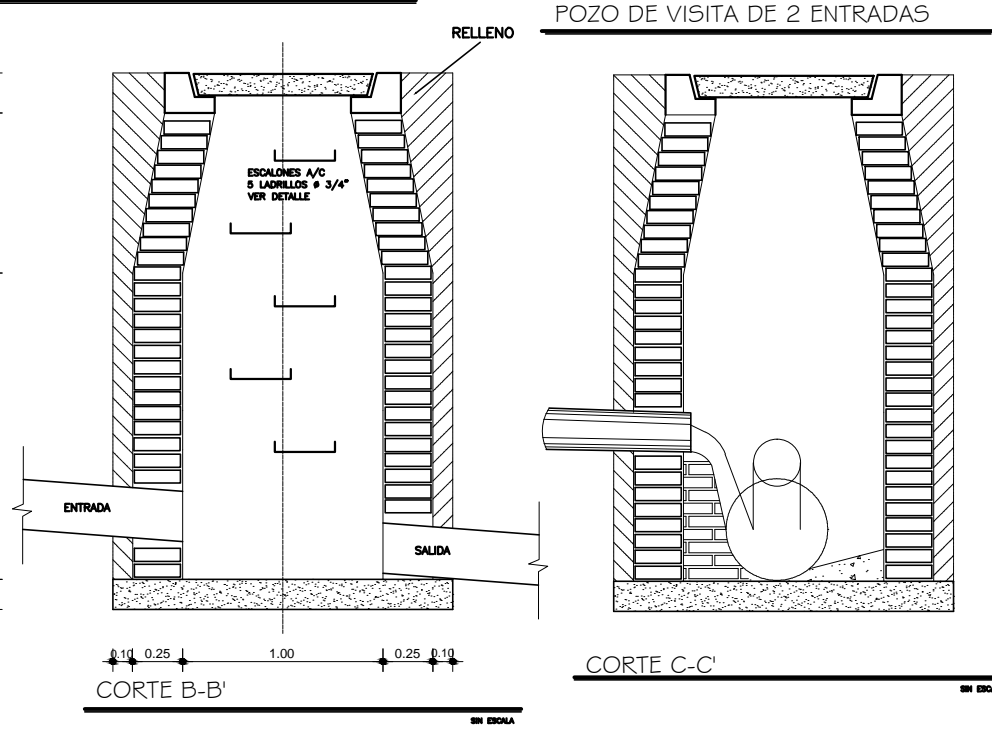
HOJA:	17 / 19
-------	---------

POZO DE VISITA TÍPICO



CORTE A-A'

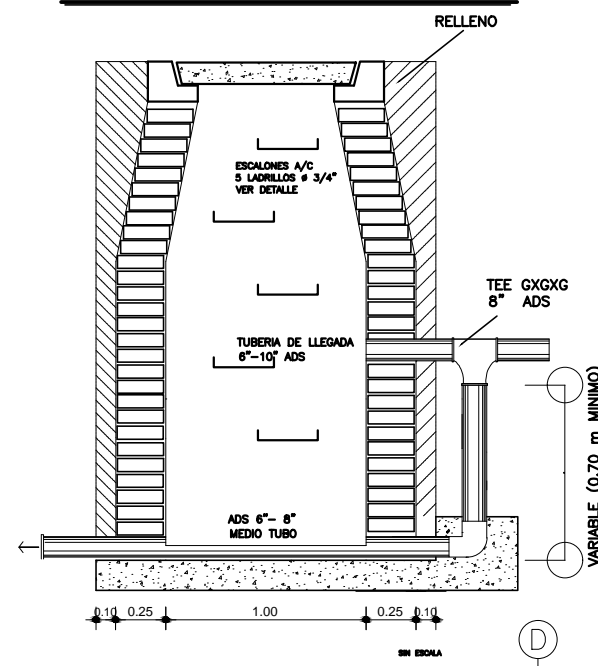
POZO DE VISITA DE 2 ENTRADAS



CORTE B-B'

CORTE C-C'

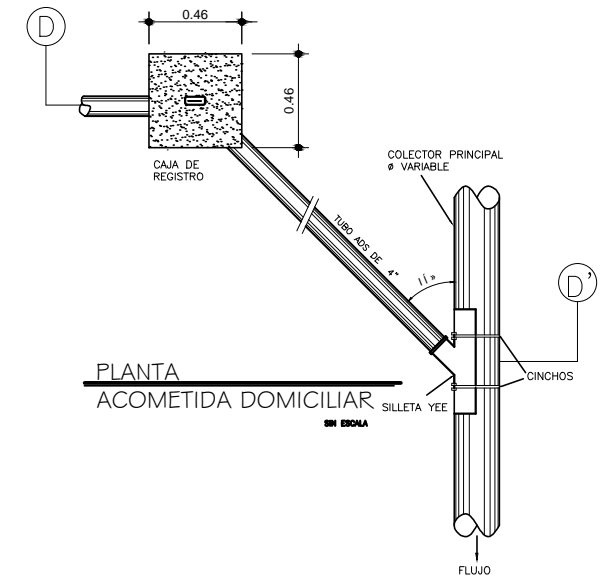
DETALLE PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 3 M



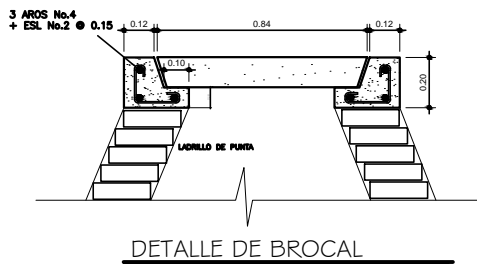
CORTE D-D'

ESPECIFICACIONES:

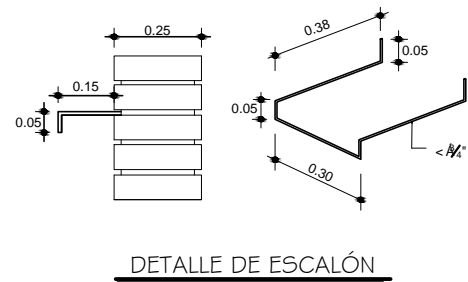
- a) El acero debera tener un $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
- b) El concreto debera tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- c) Relacion agua/cemento maxima permisible 29.3 lt/saco cemento
- d) El agregado grueso debera tener un minimo de $D = 1/2"$ y un maximo de $1 1/2"$.
- e) El ladrillo a usar en pozos de visita sera de barro cocido tipo tayuyo de 6.5 x 1 x 2.3 cm
- f) Se usara mortero (sabieta) para pegar ladrillos en proporción 1:2 (cemento - arena de rio)
- g) La tubería ADS N-12 debera cumplir con la norma ASTM F949
- h) Toda la tubería se colocara alineada y con el desnivel indicado en planos



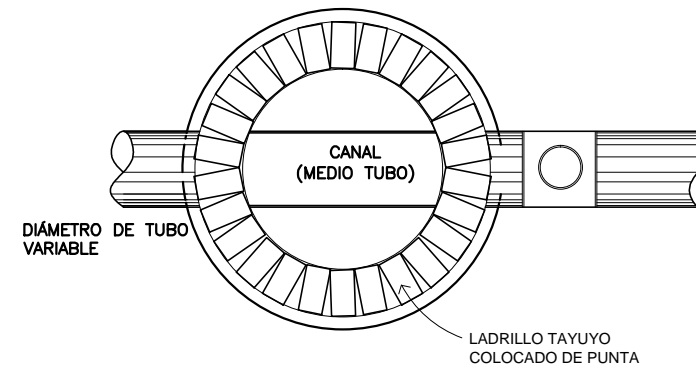
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR



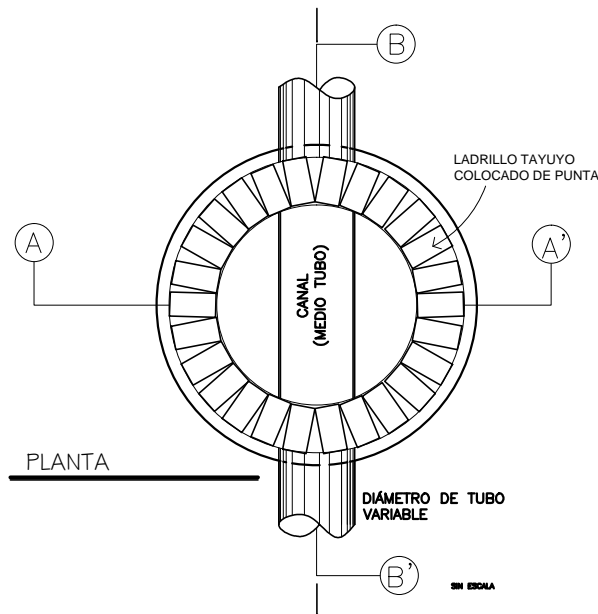
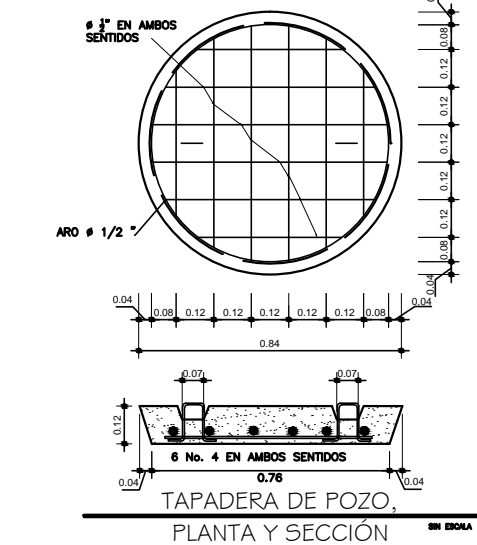
DETALLE DE BROCAL



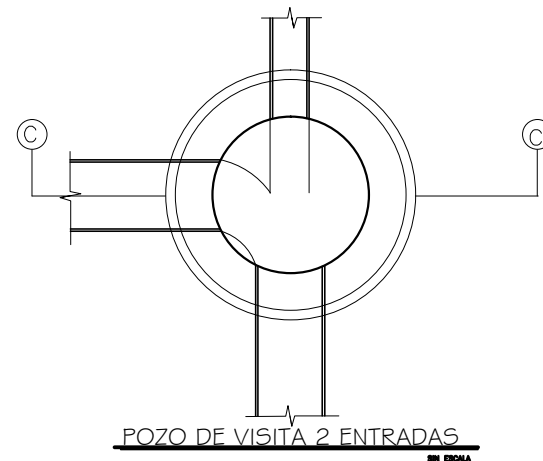
DETALLE DE ESCALÓN



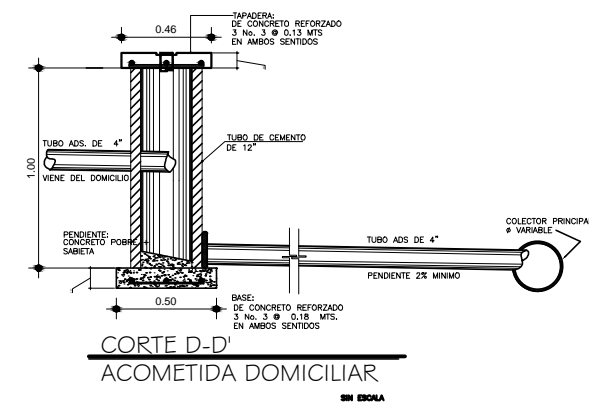
PLANTA CAIDA MAYOR A 0.70M EN POZO DE VISITA



PLANTA



POZO DE VISITA 2 ENTRADAS



CORTE D-D' ACOMETIDA DOMICILIAR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:
DETALLE DE POZOS DE VISITA Y DE ACOMETIDAS DOMICILIARES

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

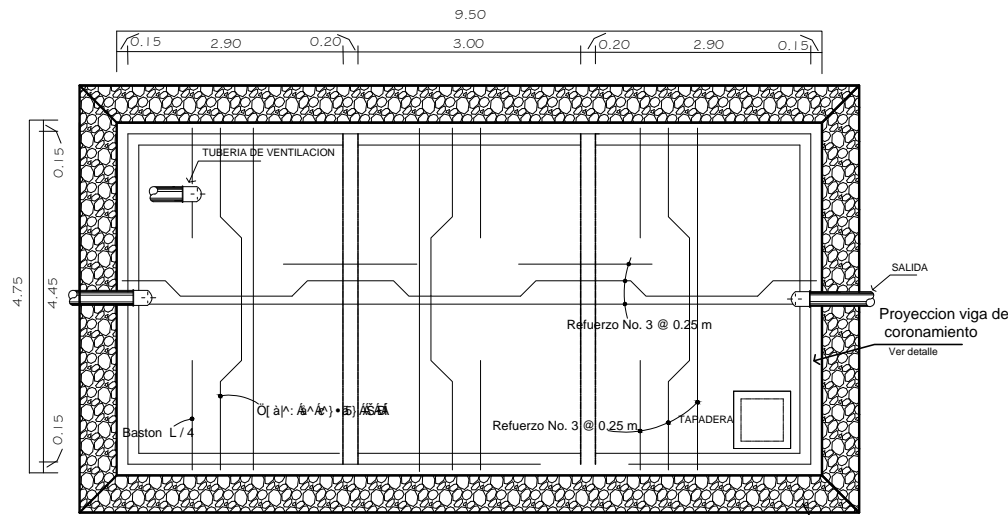
FECHA:
JUNIO 2012

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Municipal de Planificación
Arg. Salvador Hernández

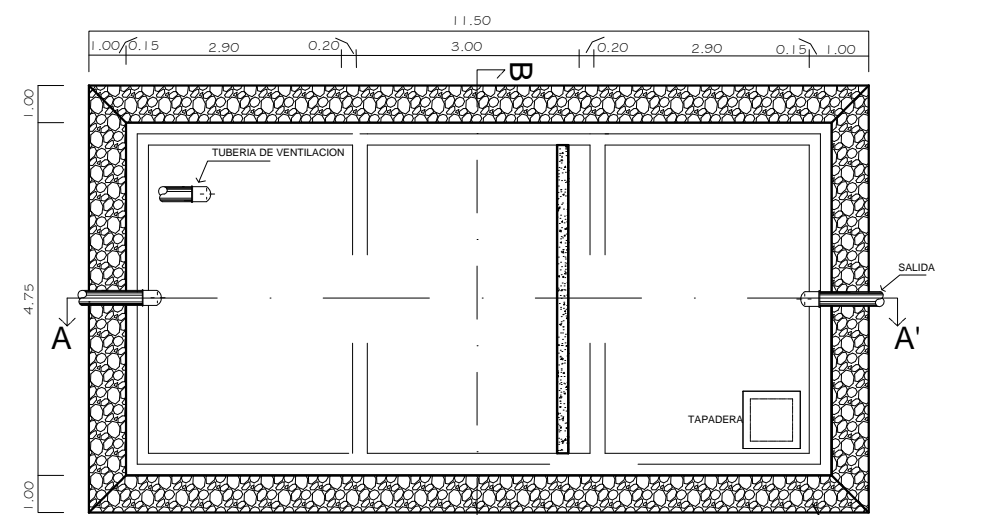
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
18 / 19



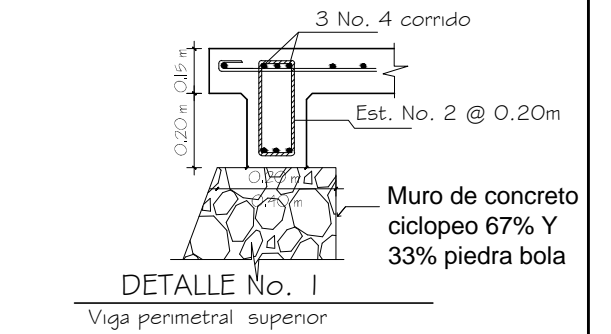
PLANTA Armado de losa superior

SIN ESCALA



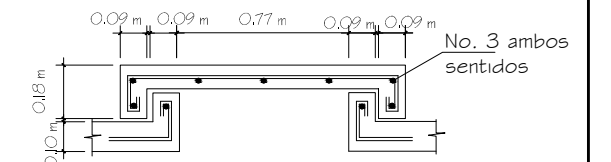
PLANTA FOSA SEPTICA

SIN ESCALA



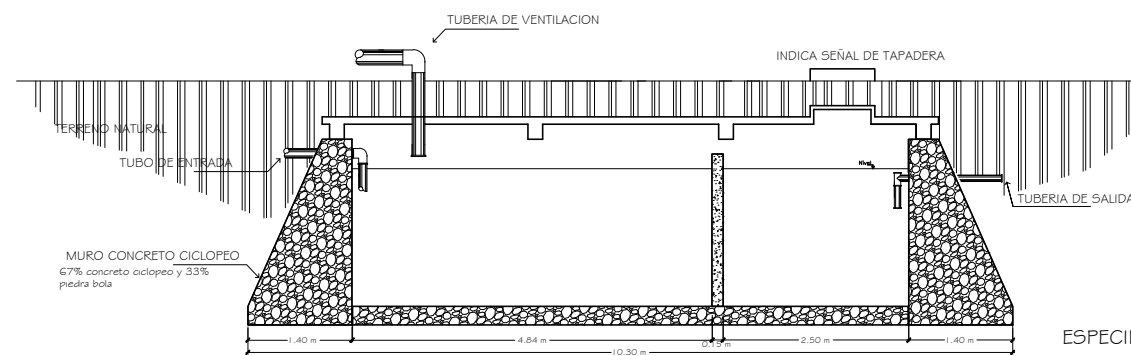
DETALLE No. 1

Viga perimetral superior



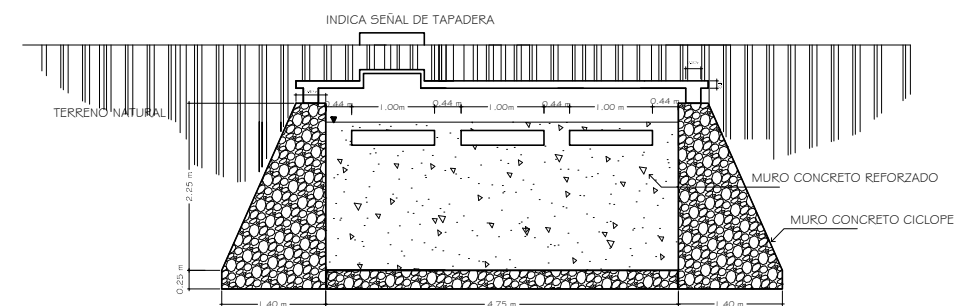
DETALLE No. 2

Tapadera de ingreso



SECCION LONGITUDINAL A - A'

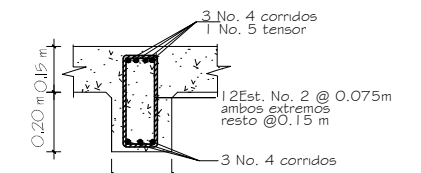
Fosa de concreto ciclopeo



SECCION TRANSVERSAL B - B'

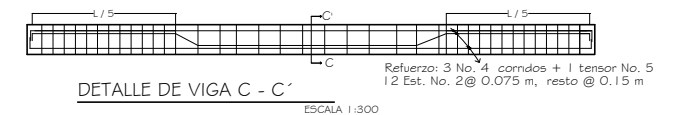
ESPECIFICACIONES:

- a) El acero debera tener un $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
- b) El concreto debera tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- c) El terreno bajo el piso de la fosa debera ser perfectamente compactado
- d) Los muros de piedra deberán impermeabilizarse en sus caras interiores por medio de una capa de sabieta de cemento arena 1:2 alisada
- e) Los muros serán 67% de concreto ciclopeo y 33% de piedra bola



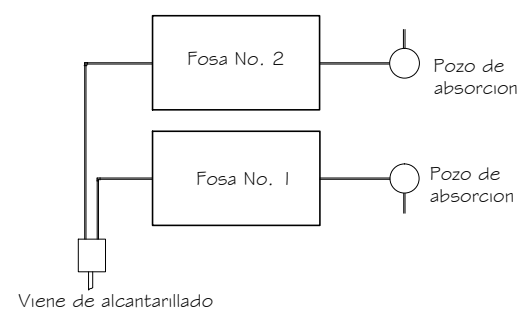
DETALLE No. 3

Viga de centro C - C'



DETALLE DE VIGA C - C'

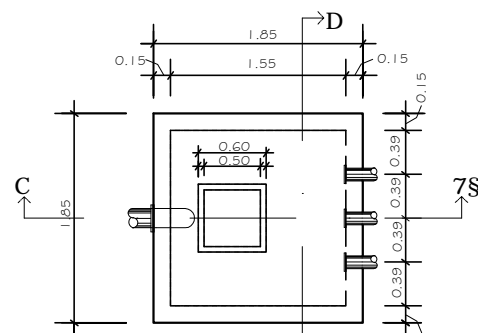
ESCALA 1:300



ESQUEMA DE DESFOGUE

BATERIA DE FOSAS

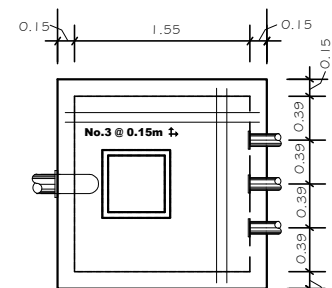
SIN ESCALA



PLANTA

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

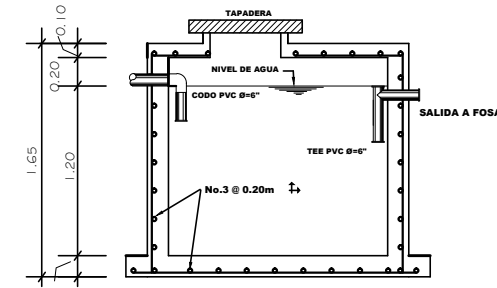
SIN ESCALA



PLANTA ARMADO DE LOSA

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

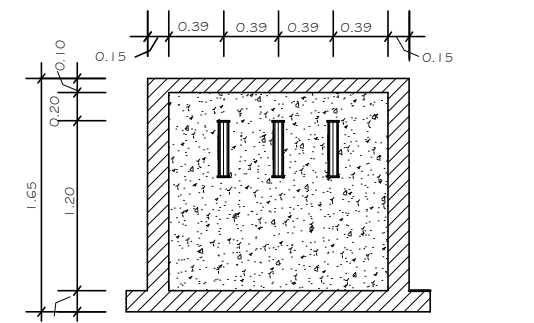
SIN ESCALA



SECCION C - C'

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

SIN ESCALA



SECCION D - D'

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

SIN ESCALA



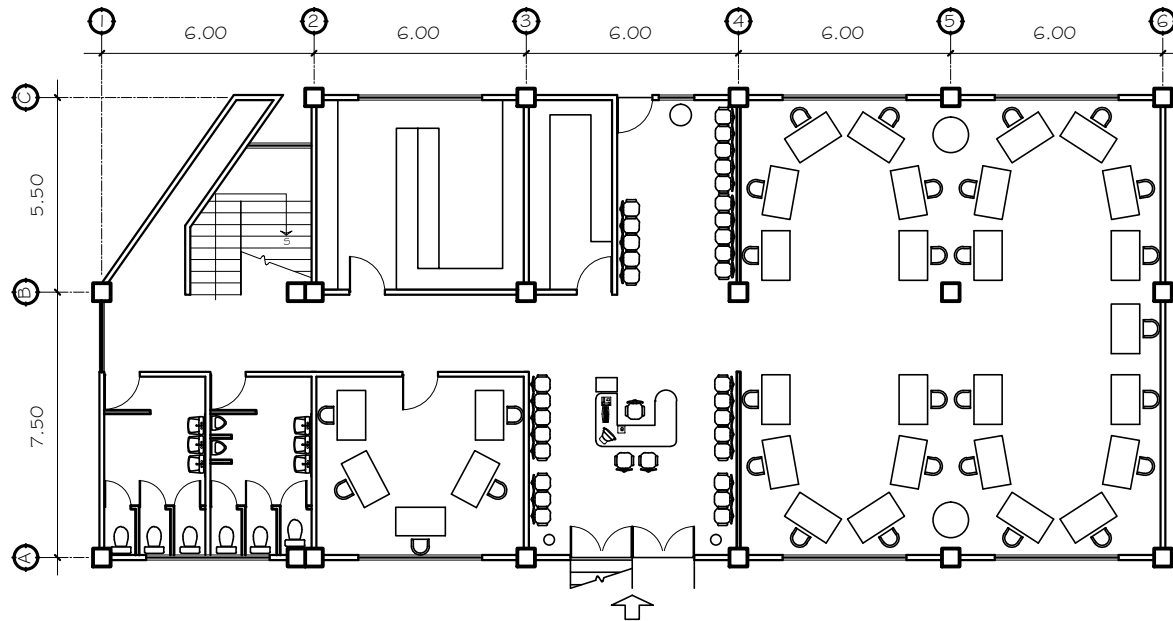
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
CONTENIDO: DETALLE DE FOSA SÉPTICA Y POZOS DE ABSORCIÓN

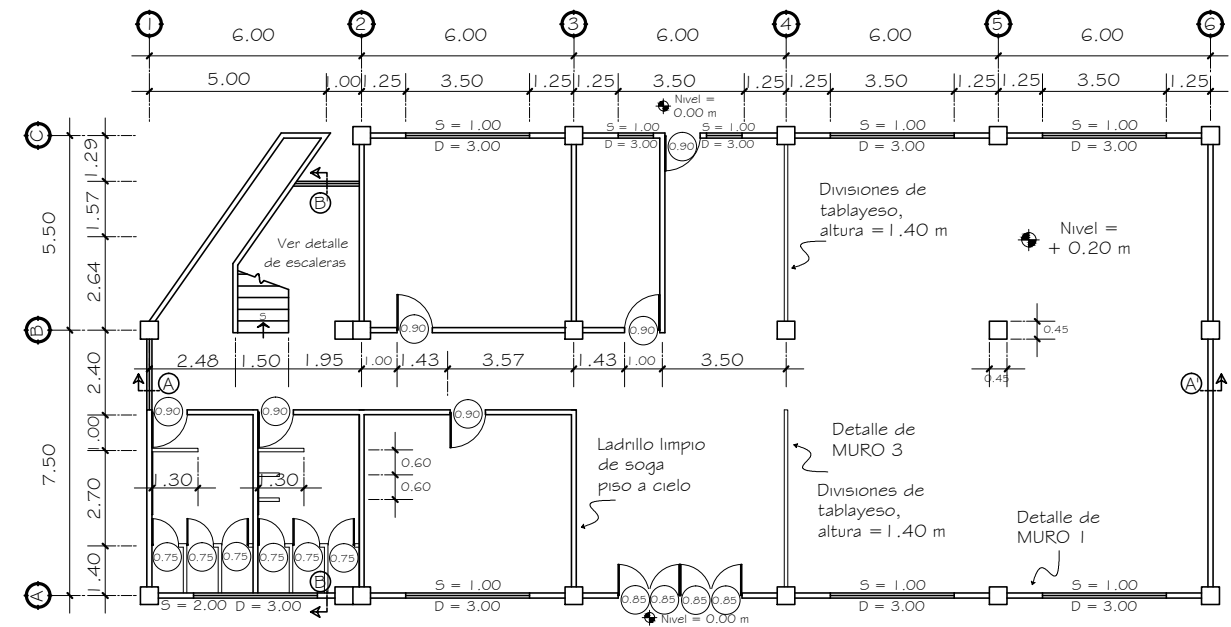
DISENO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
FECHA: JUNIO 2012
CALCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS
ESCALA: INDICADA

Director: Dirección Municipal de Planificación, Arq. Salvador Hernández
Asesor-Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

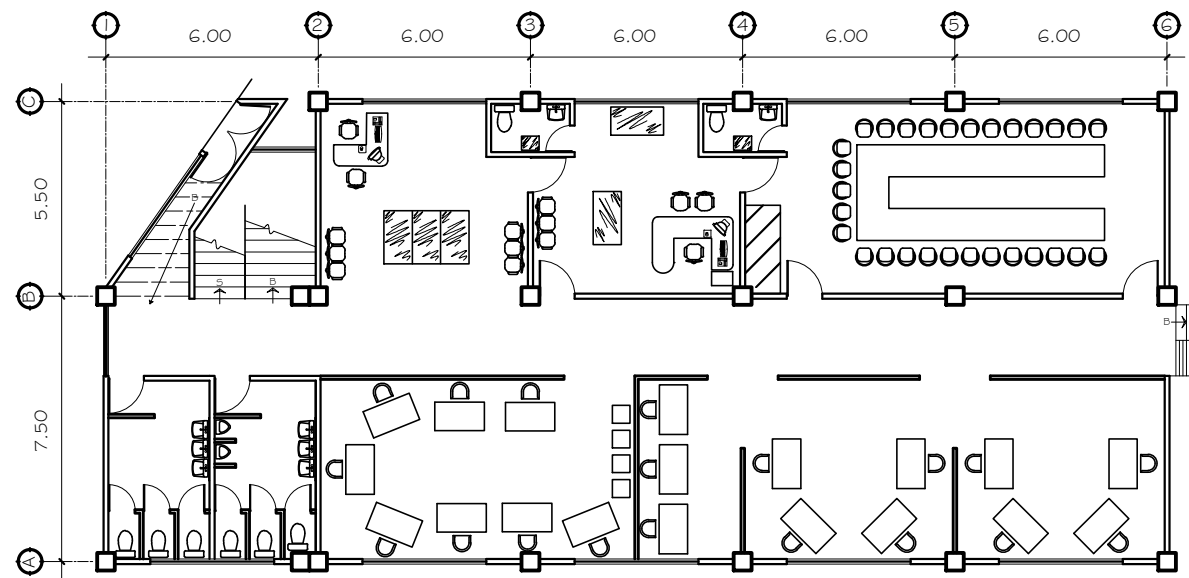
HOJA: 19 / 19



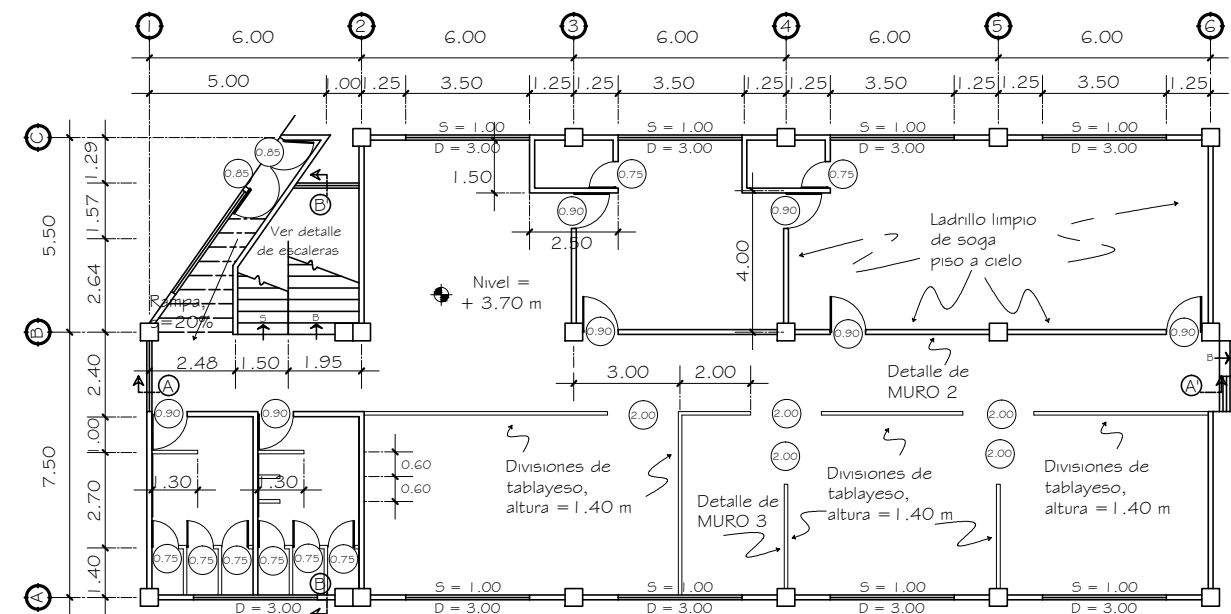
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL
DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ
CONTENIDO:
PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN Y ACOTADAS

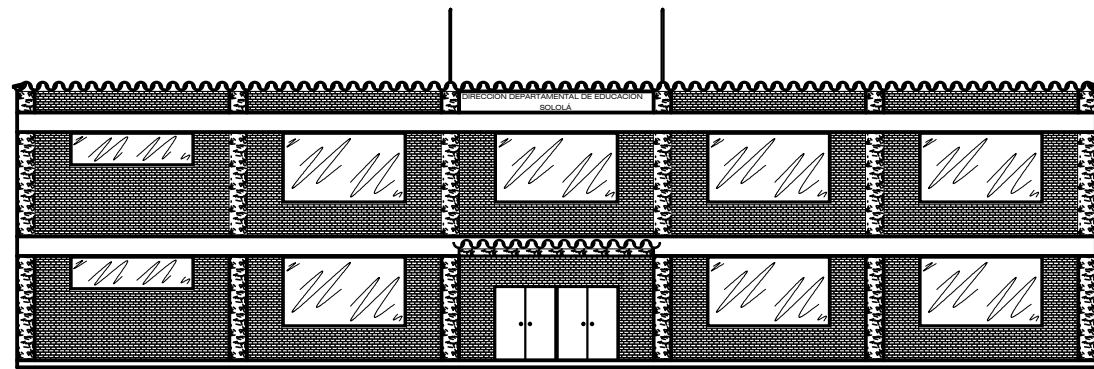
DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

FECHA:
JULIO 2012
ESCALA:
1 / 100

Director
Dirección Departamental
de Educación
Lic. Moisés Esquina
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

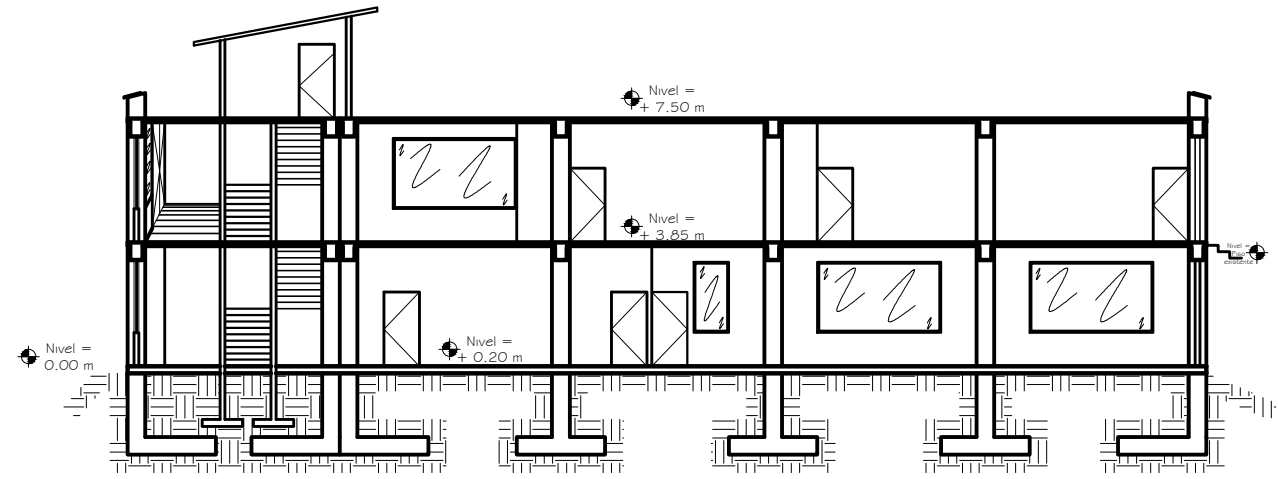
HOJA:
1 / 1



ELEVACIÓN FRONTAL

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ

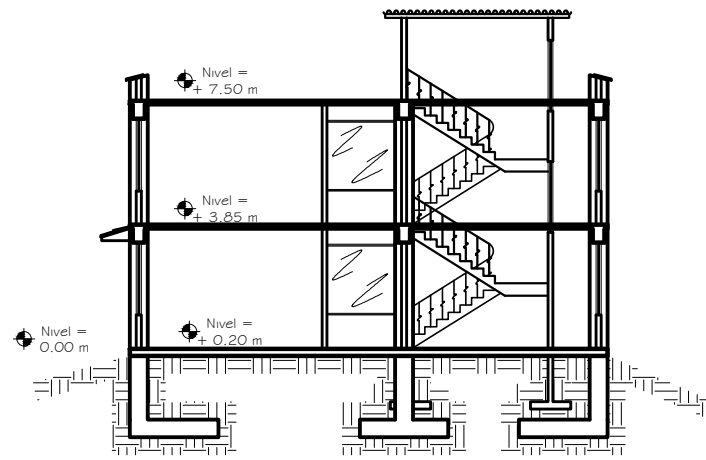
ESCALA: 1/200



CORTE A - A'

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ

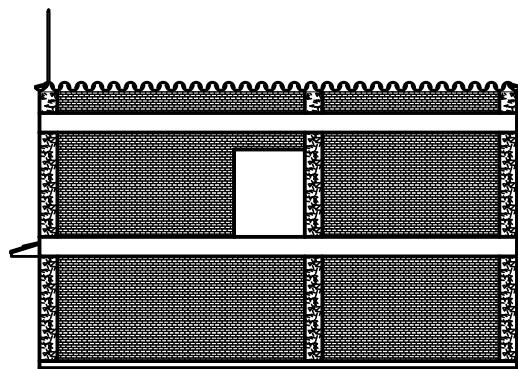
ESCALA: 1/200



CORTE B - B'

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ

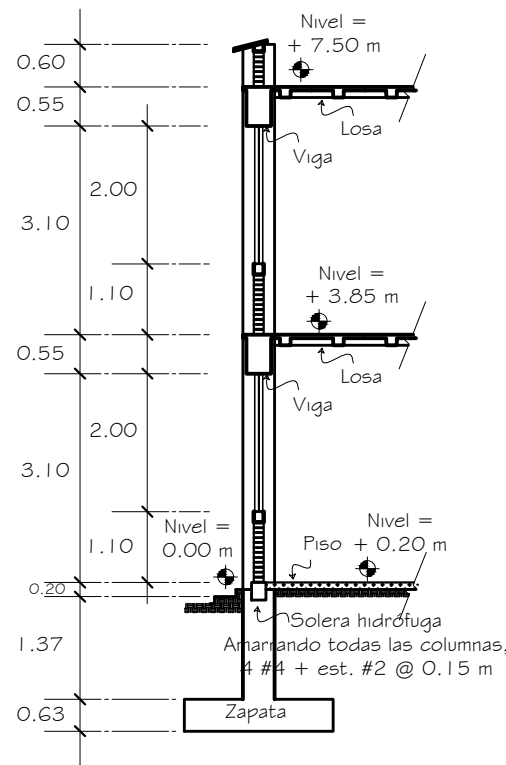
ESCALA: 1/200



ELEVACIÓN LATERAL

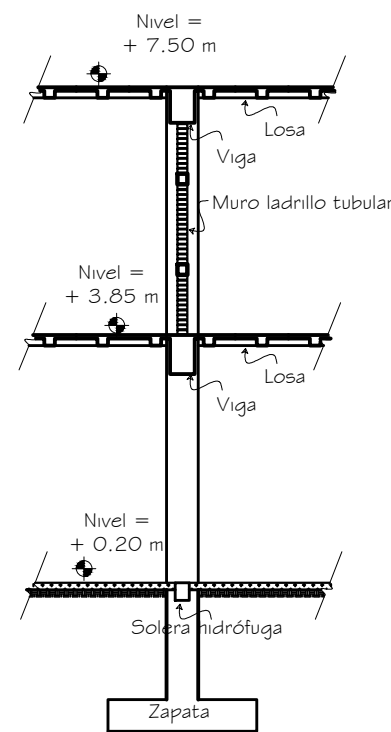
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ

ESCALA: 1/200



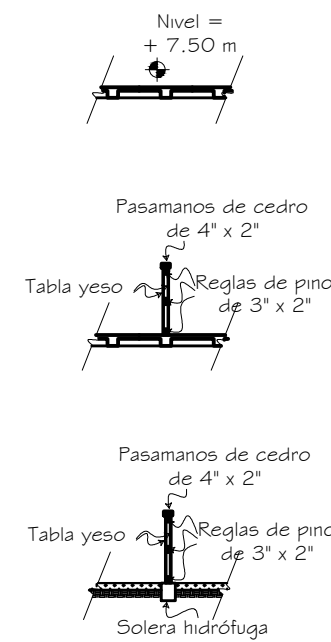
DETALLE DE MUROS 1

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



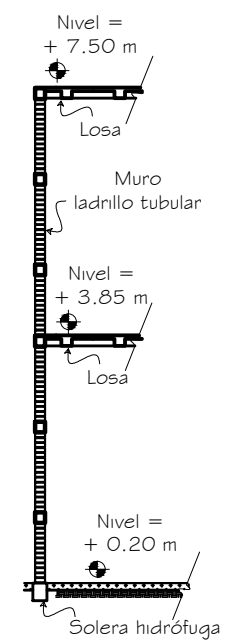
DETALLE DE MUROS 2

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



DETALLE DE MUROS 3

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



DETALLE DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
FACHADAS Y SECCIONES, DETALLE DE MUROS

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

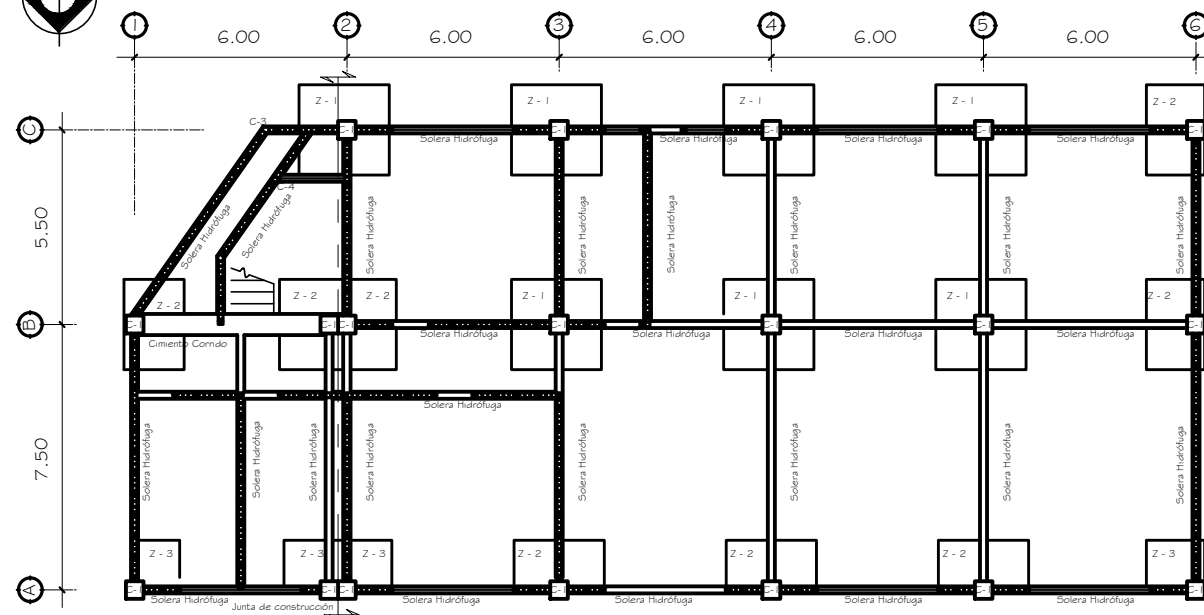
FECHA:
JULIO 2012

ESCALA:
INDICADA

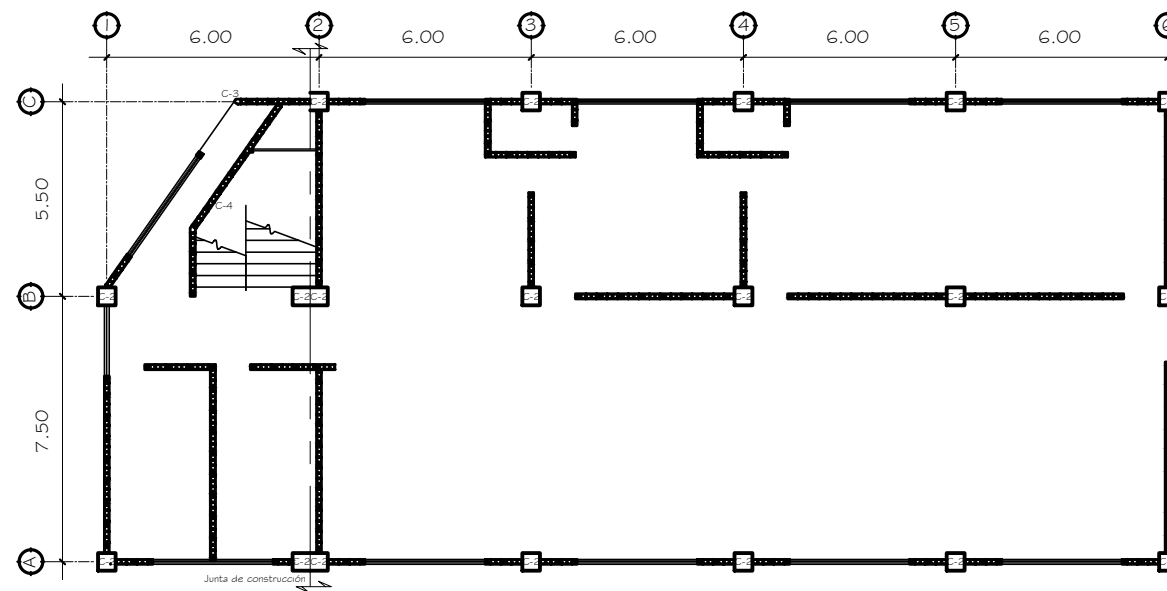
Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Msael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
2 / 11



PLANTA DE COLUMNAS Y ZAPATAS PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200

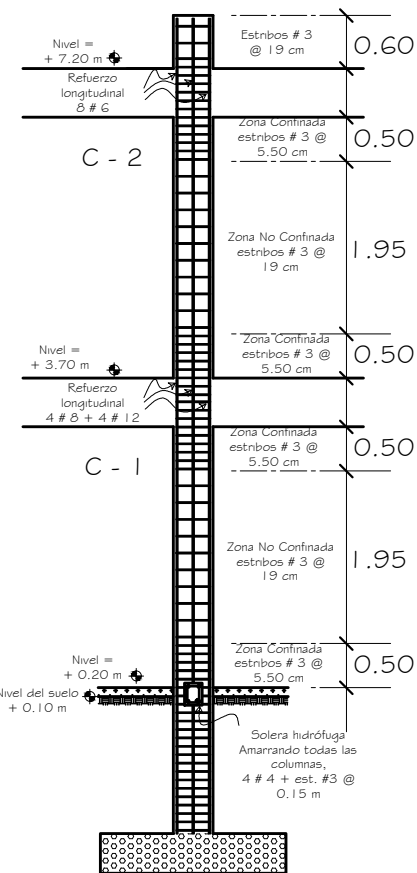
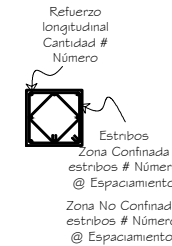


PLANTA DE COLUMNAS SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200

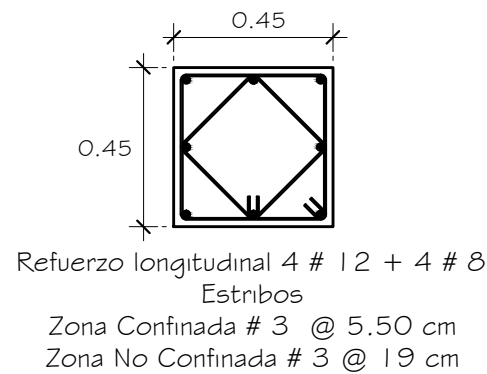
ESPECIFICACIONES

Para los elementos estructurales se utilizará concreto de resistencia 28.1 Kg/cm² (4000 psi).
El acero estructural será de grado 40 (28.10 Kg/cm²) para zapatas, vigas y losas.
El acero estructural será de grado 60 (4200 Kg/cm²) para columnas.
La sección de las vigas es de 35 cm de base y 55 cm de altura.
La sección de las columnas es de 45 cm de lado.
La losa será nervada, con refuerzo en ambos sentidos.
El recubrimiento para vigas, columnas y nervios de losa es de 3.5 cm.
El recubrimiento para zapatas es de 7.5 cm.
Los pilotes están incrustados 15 cm entre la zapata y son circulares de 60 cm de diámetro y 4 m de largo.

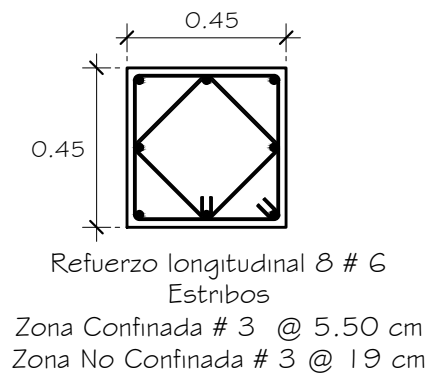
SIMBOLOGIA



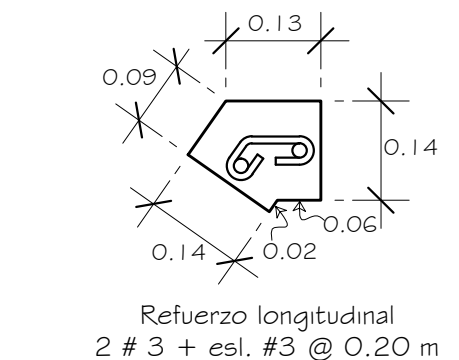
DETALLE DE COLUMNAS
ESCALA: 1/80



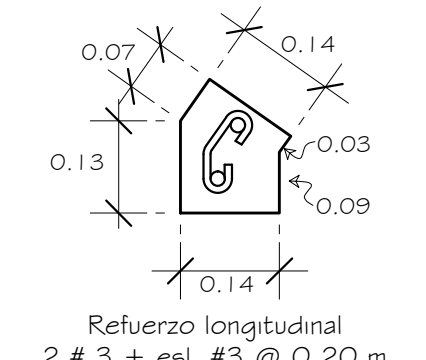
COLUMNA C-1
ESCALA: 1/20



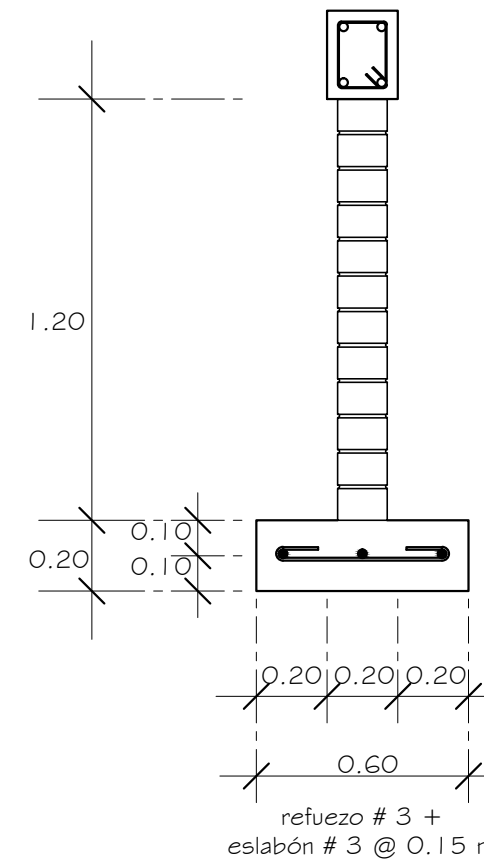
COLUMNA C-2
ESCALA: 1/20



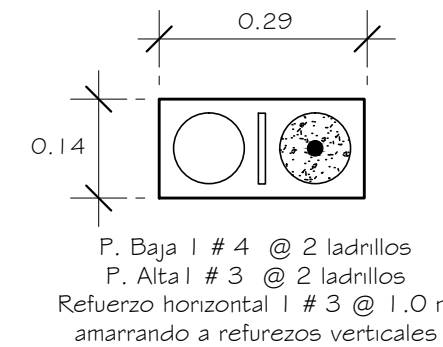
COLUMNA C-3
ESCALA: 1/10



COLUMNA C-4
ESCALA: 1/10



DETALLE DE CIMENTO CORRIDO
ESCALA: 1/20



DETALLE DE PIN
ESCALA: 1/10

NOTA
Al momento de demoler la construcción existente es necesario realizar un ensayo sondeo dinámico SPT, para corroborar la cimentación de la cimentación de la estructura.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

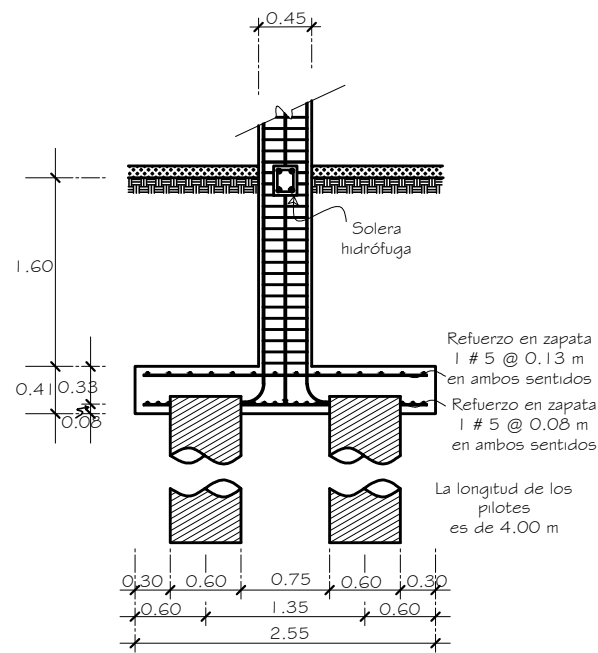
FECHA:
JULIO 2012

ESCALA:
INDICADA

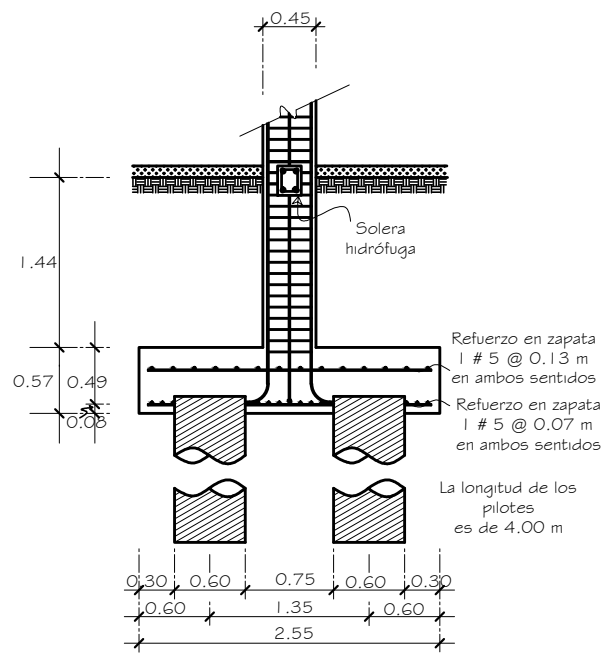
Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Msael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

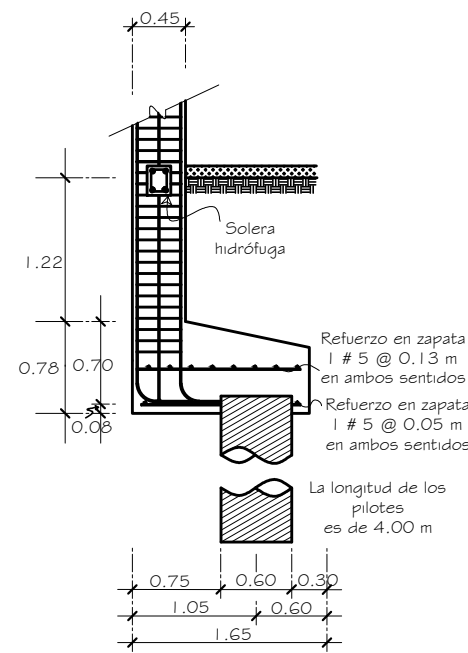
HOJA:
3 / 11



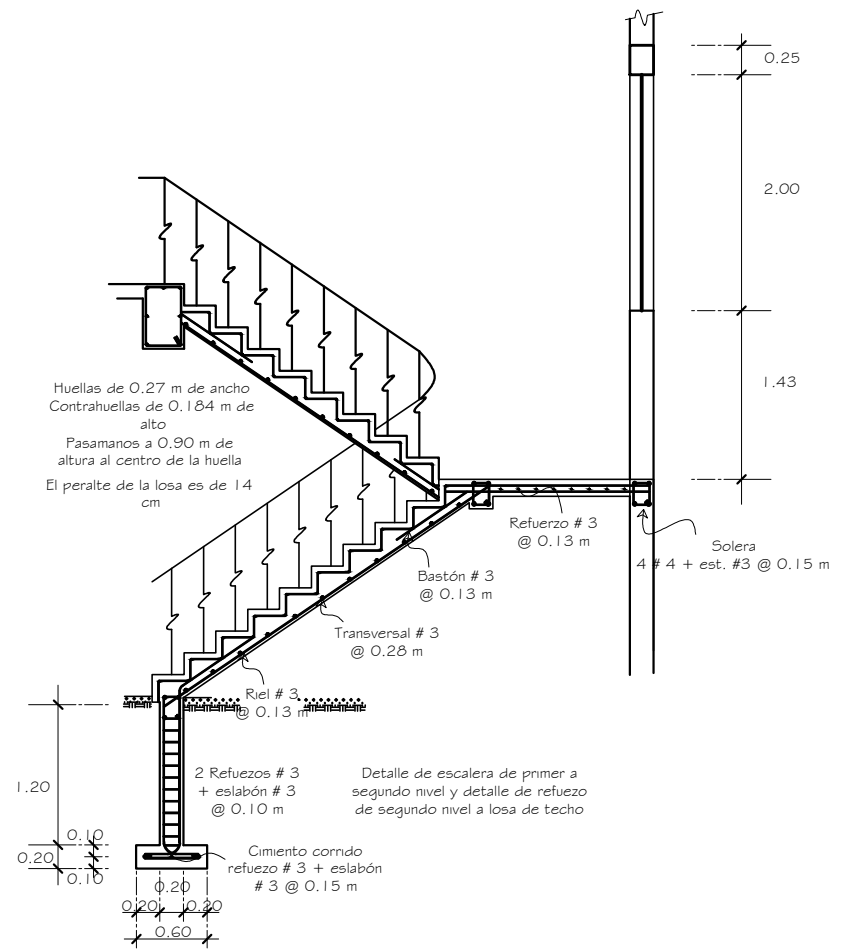
ELEVACIÓN ZAPATA Z - 1
ESCALA 1/60



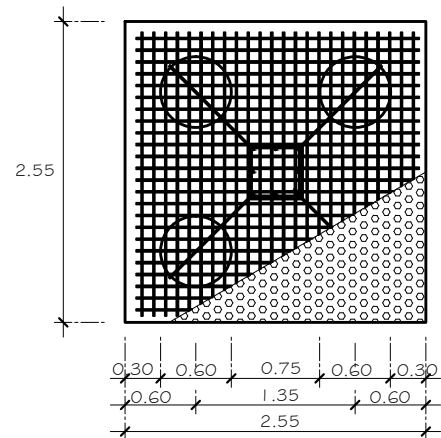
ELEVACIÓN ZAPATA Z - 2
ESCALA 1/60



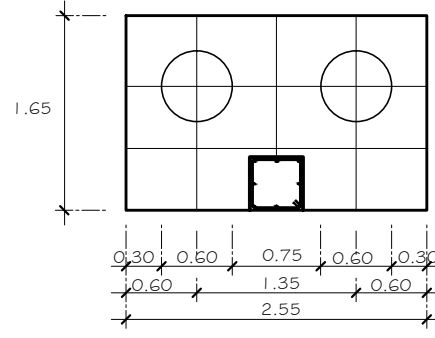
ELEVACIÓN ZAPATA Z - 3
ESCALA 1/60



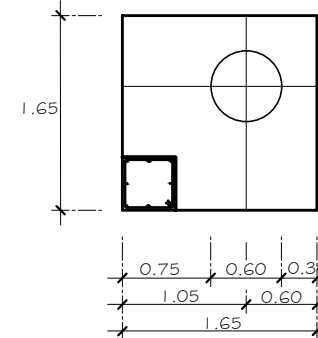
DETALLE DE GRADAS
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ
ESCALA: 1/60



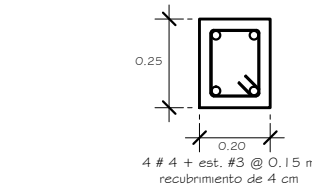
PLANTA ZAPATA Z - 1
ESCALA 1/60



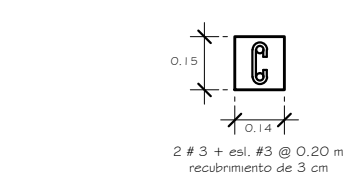
PLANTA ZAPATA Z - 2
ESCALA 1/60



PLANTA ZAPATA Z - 3
ESCALA 1/60



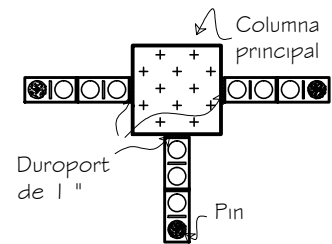
SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA 1/20



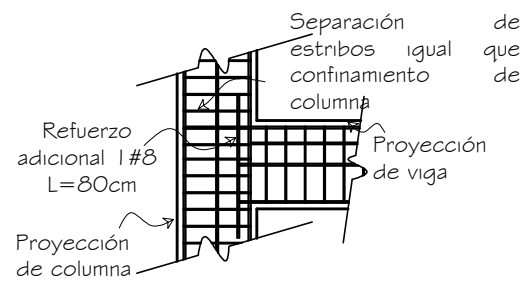
SOLERA INTERMEDIA
ESCALA 1/20



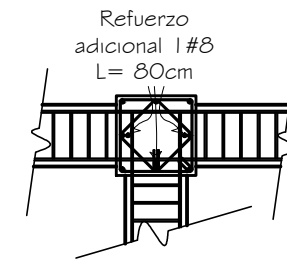
ELEVACIÓN JUNTA MURO VIGA COLUMNA
ESCALA 1/40



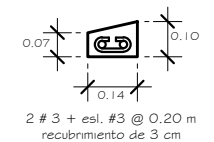
PLANTA JUNTA MURO VIGA COLUMNA
ESCALA 1/40



ELEVACIÓN NUDO
ESCALA 1/40



PLANTA NUDO
ESCALA 1/40



SOLERA DE REMATE EN TECHO
ESCALA 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL
DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ
CONTENIDO:
DETALLE DE ZAPATAS, SOLERAS, GRADAS Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

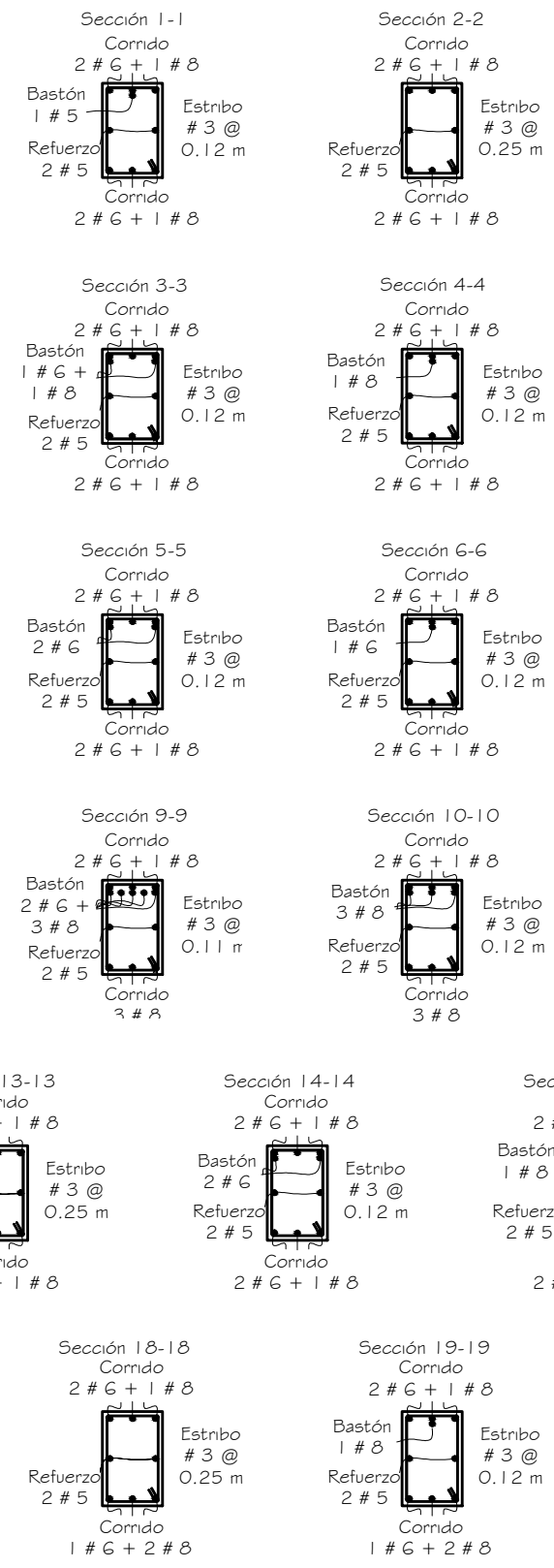
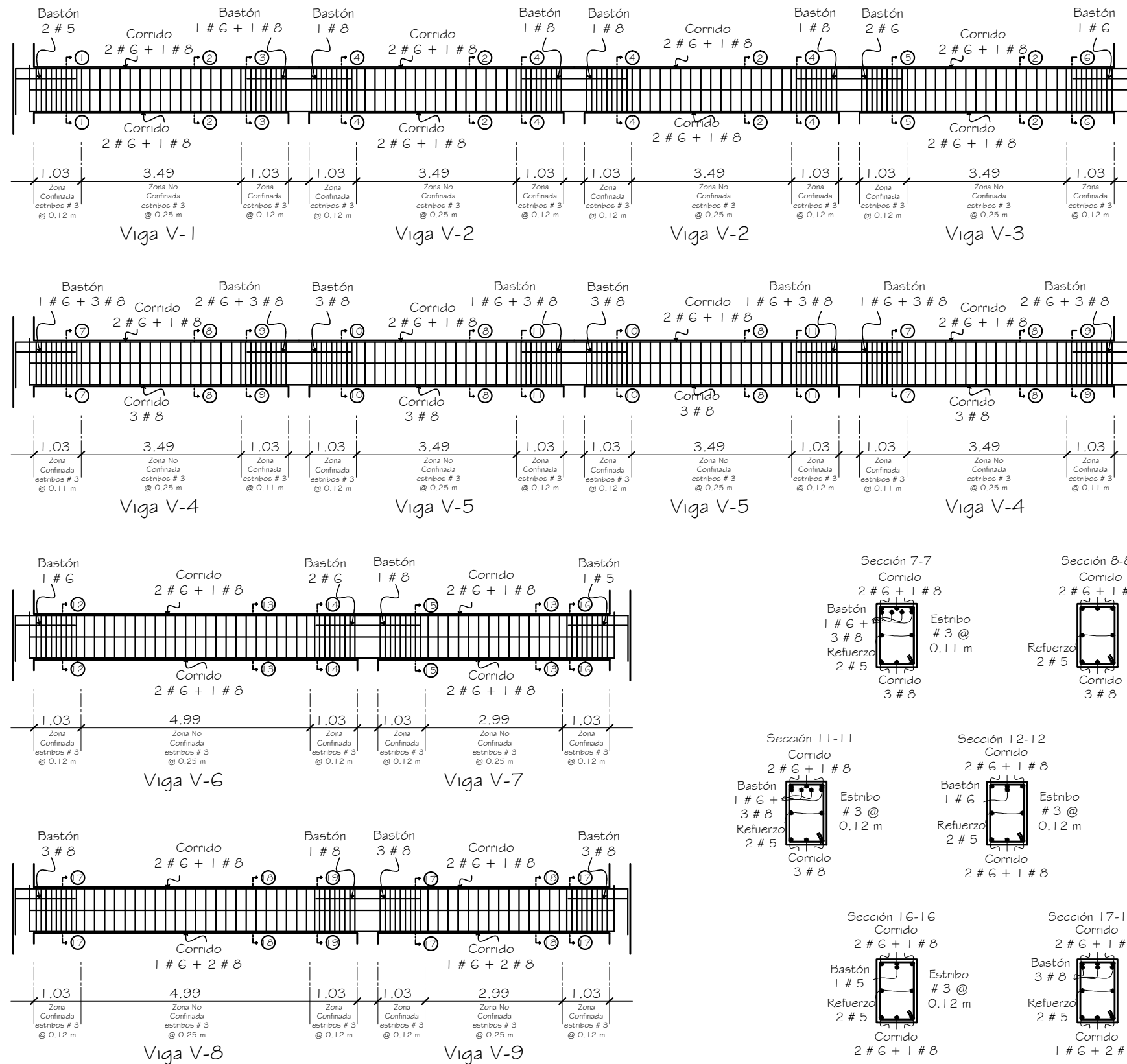
DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

FECHA:
JULIO 2012
ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Departamental
de Educación
Lic. Msael Esquina
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
4
11



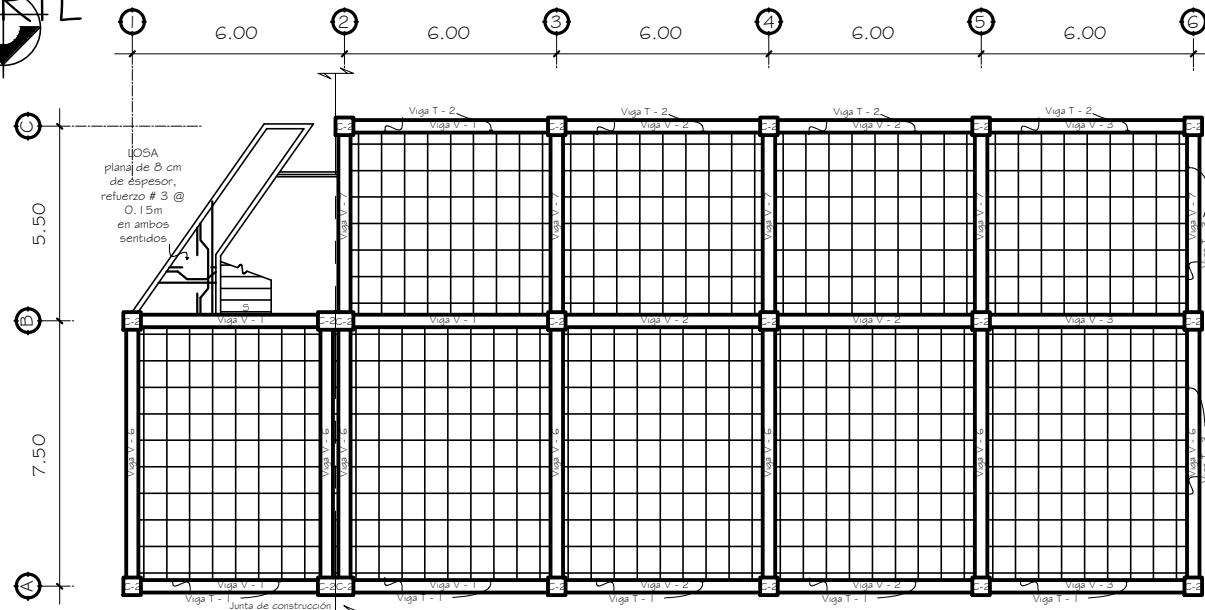
ESPECIFICACIONES	
Para los elementos estructurales se utilizará concreto de resistencia 281 kg/cm ² (4000 psi).	
El acero estructural será de grado 40 (2810 Kg/cm ²) para zapatas, vigas y losas.	
El acero estructural será de grado 60 (4200 Kg/cm ²) para columnas.	
La sección de las vigas es de 35 cm de base y 55 cm de altura.	
La sección de las columnas es de 45 cm de lado.	
La losa será nervada, con refuerzo en ambos sentidos.	
El recubrimiento para vigas, columnas y nervos de losa es de 3.5 cm.	
El recubrimiento para zapatas es de 7.5 cm.	
Los pilotes están incrustados 15 cm entre la zapata y son circulares de 60 cm de diámetro y 4 m de largo.	
SIMBOLOGÍA	
Corrido Cant. # No.	Bastón Cant. # No.
Estribo Cant. # No.	Refuerzo Cant. # No.
Sección X-X Corrido Cantidad # Número	
Bastón Cantidad # Número	
Refuerzo Cantidad # Número	
Estribo Cantidad # Número	
Espaciamiento @	

DETALLE LONGITUDINAL DE VIGAS
 DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ

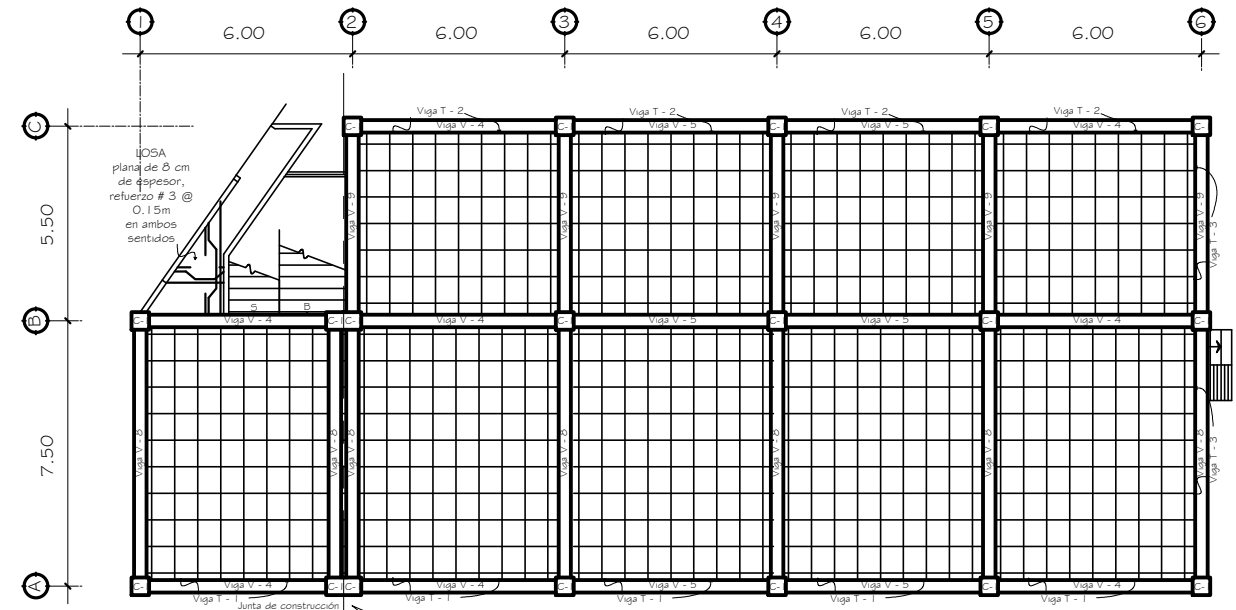
ESCALA HORIZONTAL: 1/100
 ESCALA VERTICAL: 1/25

DETALLE TRANSVERSAL DE VIGAS
 ESCALA: 1/40

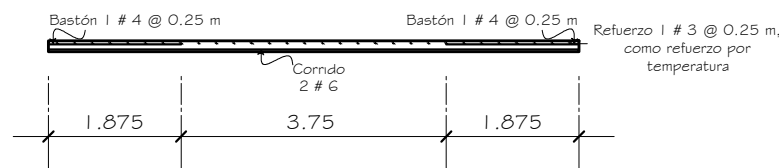
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ	DISEÑO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	DIBUJO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	FECHA: JULIO 2012	HOJA: 5 / 11
	CONTENIDO: PLANO Y SECCIONES DE VIGAS	CÁLCULO: CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ	REVISIÓN: Ing. JUAN MERCK COS	ESCALA: INDICADA	



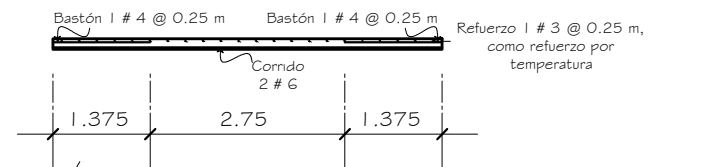
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS DE ENTREPISO
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



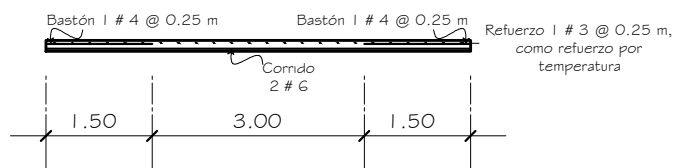
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS DE CUBIERTA
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



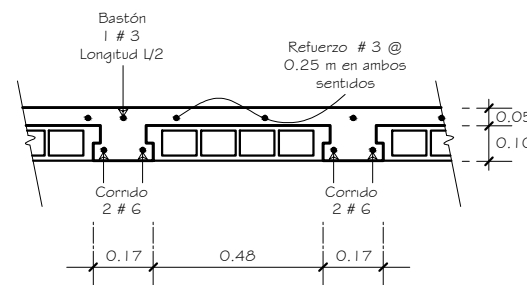
DETALLE DE VIGA T-1
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



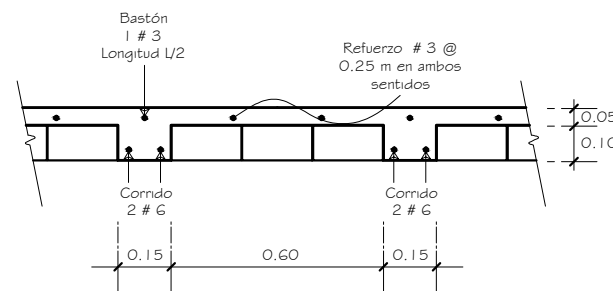
DETALLE DE VIGA T-2
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



DETALLE DE VIGA T-3
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/100



SECCIÓN DE VIGAS T-1 Y T-2
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/40



SECCIÓN DE VIGA T-3
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/40

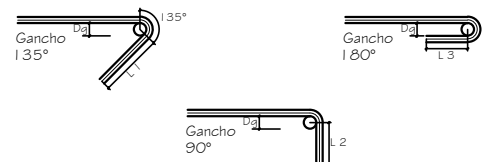
Longitud de desarrollo mínimo en cm

Vanilla No.	Ldh (1)	2.5*Ldh (2)	3.5*Ldh (3)
3	11	27	38
5	18	45	63
6	22	54	75
8	30	75	105

1. Cimientos, vigas, losas y columnas.
2. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30m. Cimientos, vigas, losas y columnas.
3. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30m. Columnas.

GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	--	0.25	0.10
8	0.16	--	0.35	0.10



ESPECIFICACIONES

Para los elementos estructurales se utilizará concreto de resistencia 281 Kg/cm² (4000 psi).
El acero estructural será de grado 40 (2810 Kg/cm²) para zapatas, vigas y losas.
El acero estructural será de grado 60 (4200 Kg/cm²) para columnas.
La sección de las vigas es de 35 cm de base y 55 cm de altura.
La sección de las columnas es de 45 cm de lado.
La losa será nervada, con refuerzo en ambos sentidos.
El recubrimiento para vigas, columnas y nervos de losa es de 3.5 cm.
El recubrimiento para zapatas es de 7.5 cm.
Los pilotes están incrustados 15 cm entre la zapata y son circulares de 60 cm de diámetro y 4 m de largo.

SIMBOLOGÍA

Refuerzo en ambos sentidos
Número @ Espaciamiento
Corrido
Cantidad # Número
Refuerzo en losas # Número @ Espaciamiento



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ
CONTENIDO:
PLANTA DE VIGAS, LOSAS Y COLUMNAS Y DETALLES DE VIGAS T

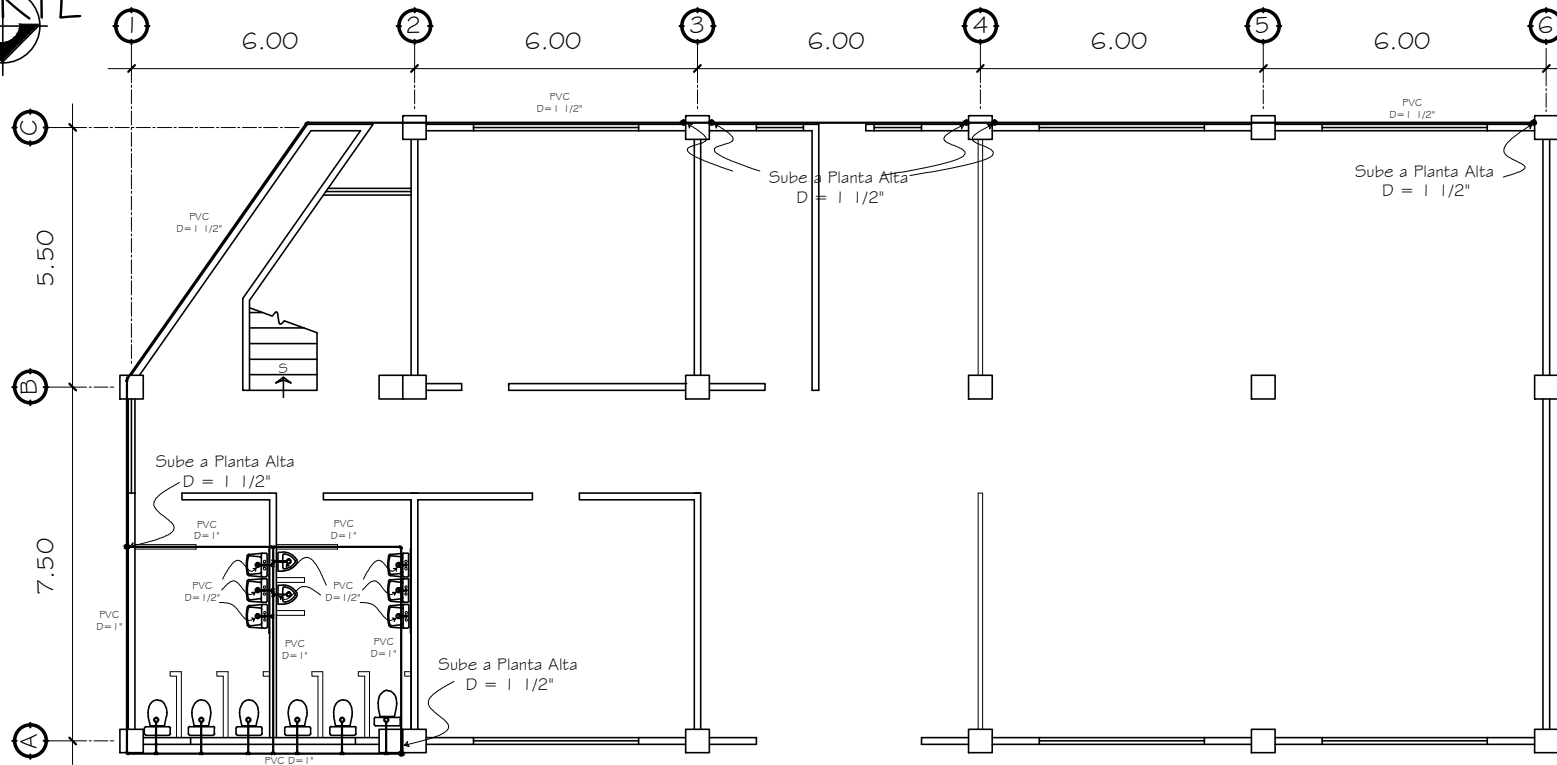
DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ
CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

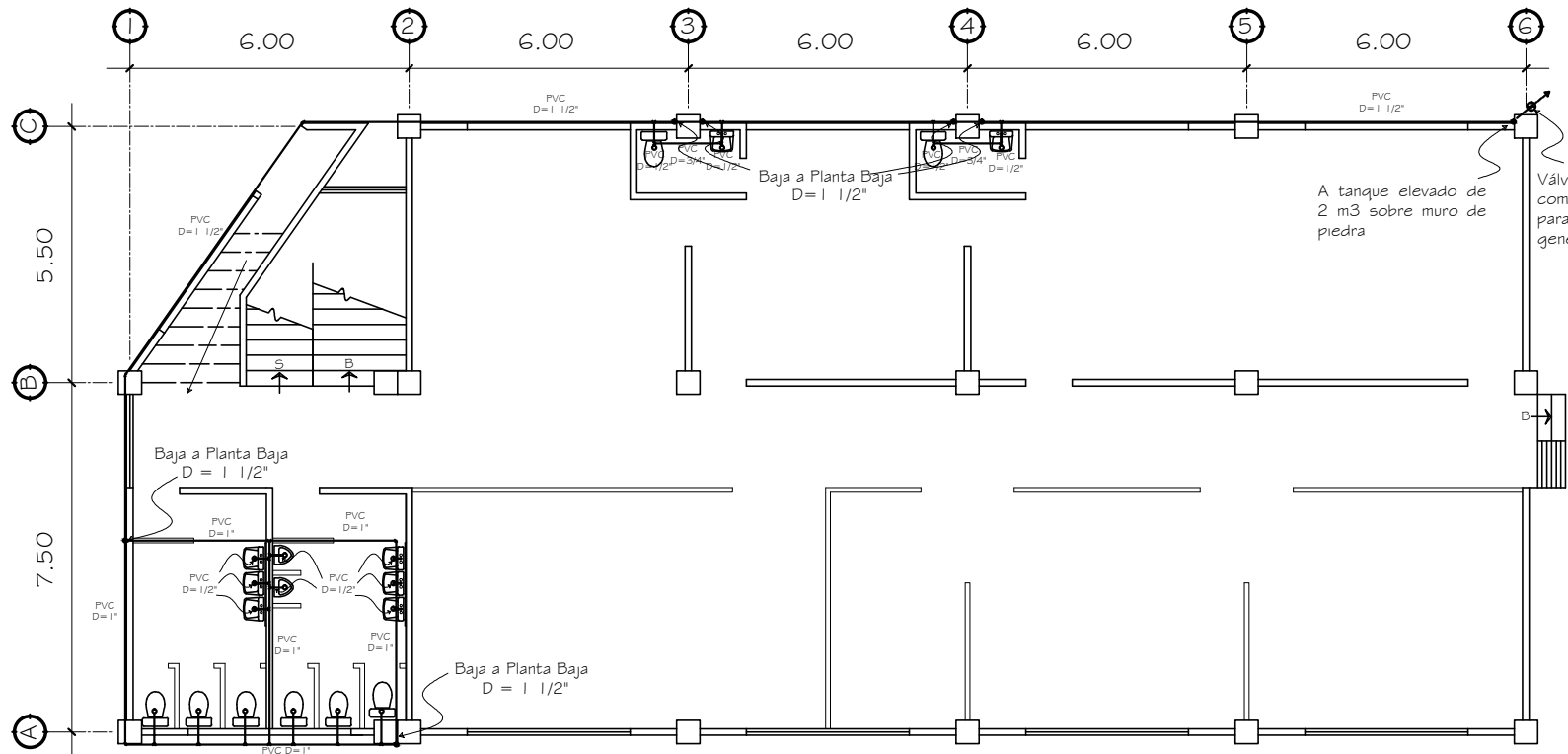
FECHA:
JULIO 2012
ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Misael Esquina
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

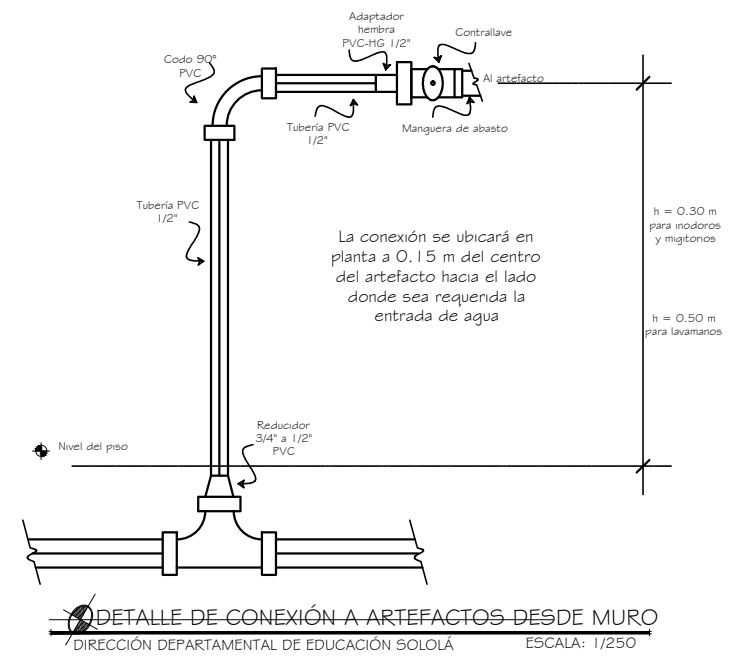
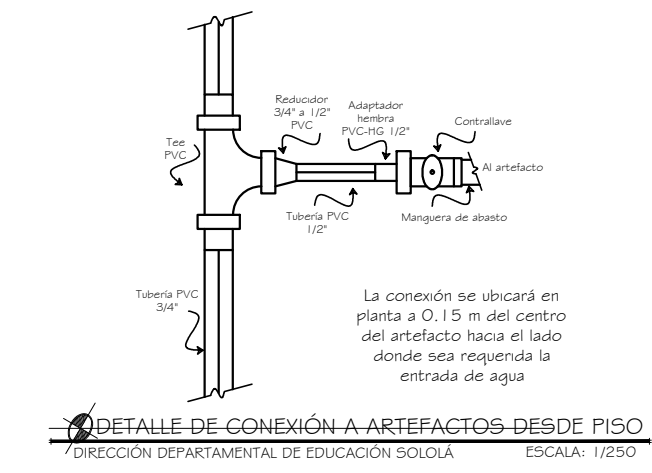
HOJA:
6 / 11



INSTALACIONES AGUA POTABLE PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



INSTALACIONES AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	Tubería PVC D=variable
⊥	Tee PVC
⌋	Codo PVC 90° vista horizontal
⌏	Codo PVC 45°
⌞	Yee PVC
⊕	Válvula de compuerta
⊖	Inodoro
⊗	Lavamanos
⊙	Migtono

ESPECIFICACIONES	
AGUA POTABLE	
La tubería es PVC que cumpla con la norma ASTM D -2441.	
La presión de trabajo debe de ser 350 psi.	
La tubería se encuentra 0.70 m debajo del nivel 0.00.	
Las uniones tubería - accesorios PVC se harán con cemento solvente de secado rápido.	
En uniones de rosca se utilizará cinta teflón.	
El circuito principal debe ser cerrado con tubería PVC de D=3/4" y las esperas para artefactos (ramales) de D=1/2".	
Al colocar la tubería, se realizarán pruebas necesarias para comprobar 150 psi de presión durante 24 horas.	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

FECHA:
JULIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

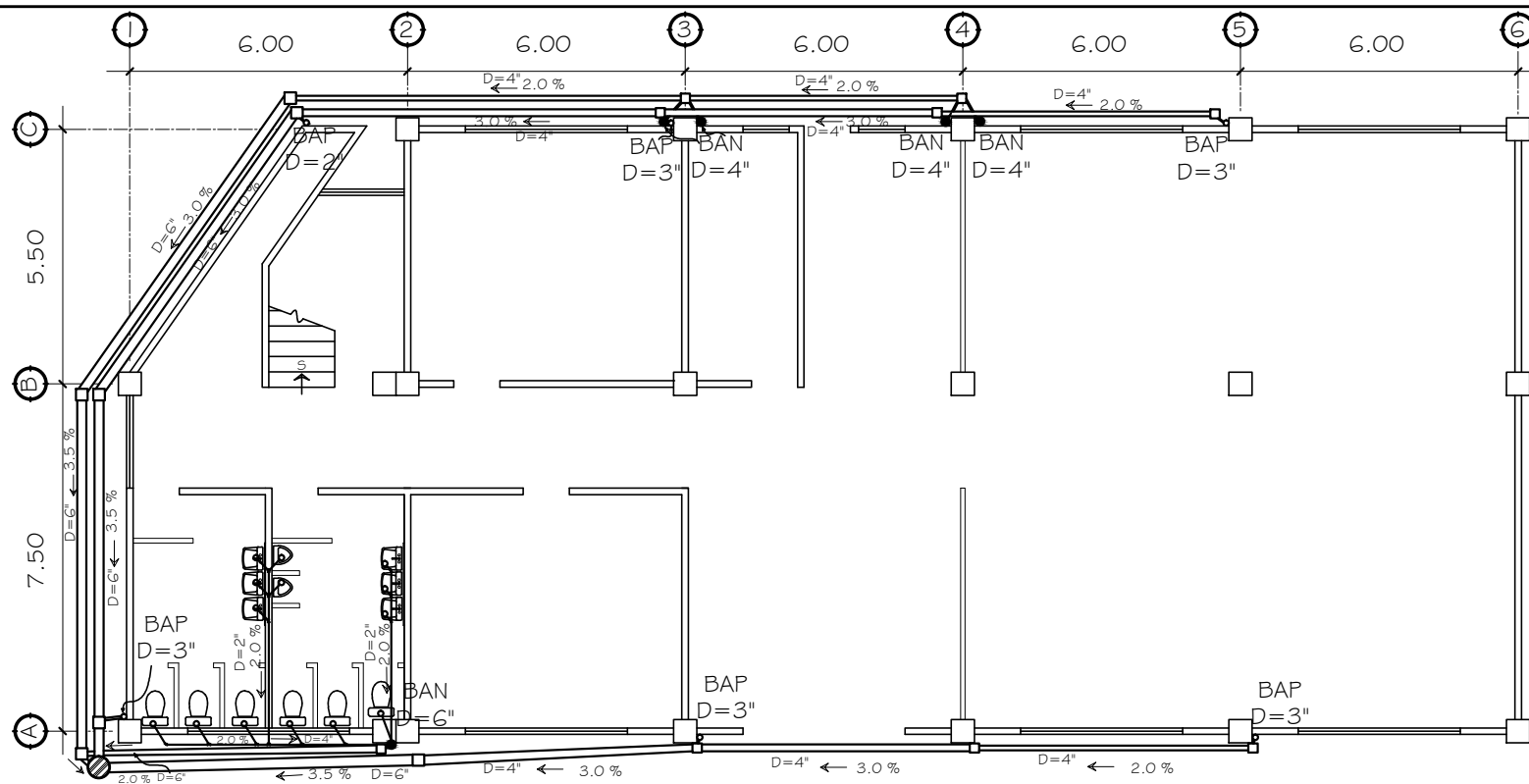
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

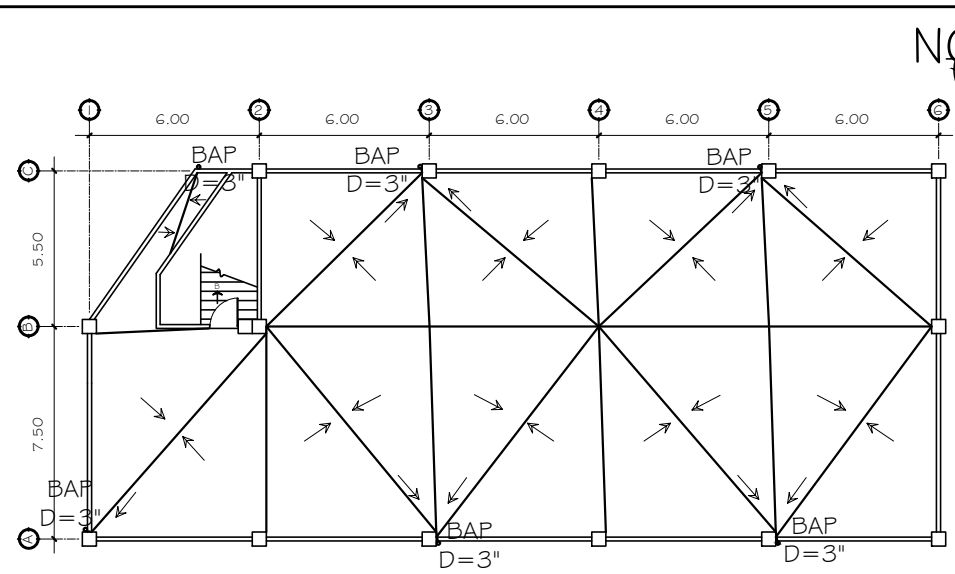
Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Msael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

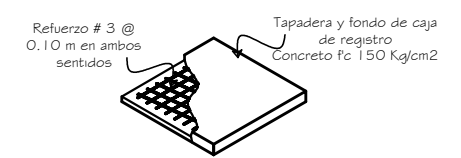
HOJA:
7 / 11



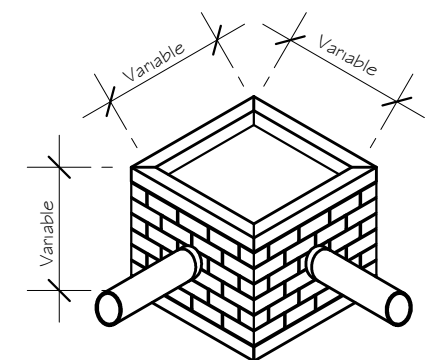
INSTALACIONES DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



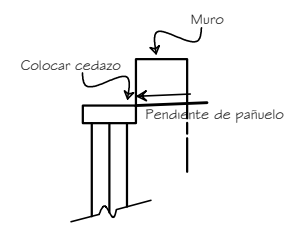
PLANTA DE PAÑUELOS
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/250



DETALLE DE TAPADERA Y FONDO
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



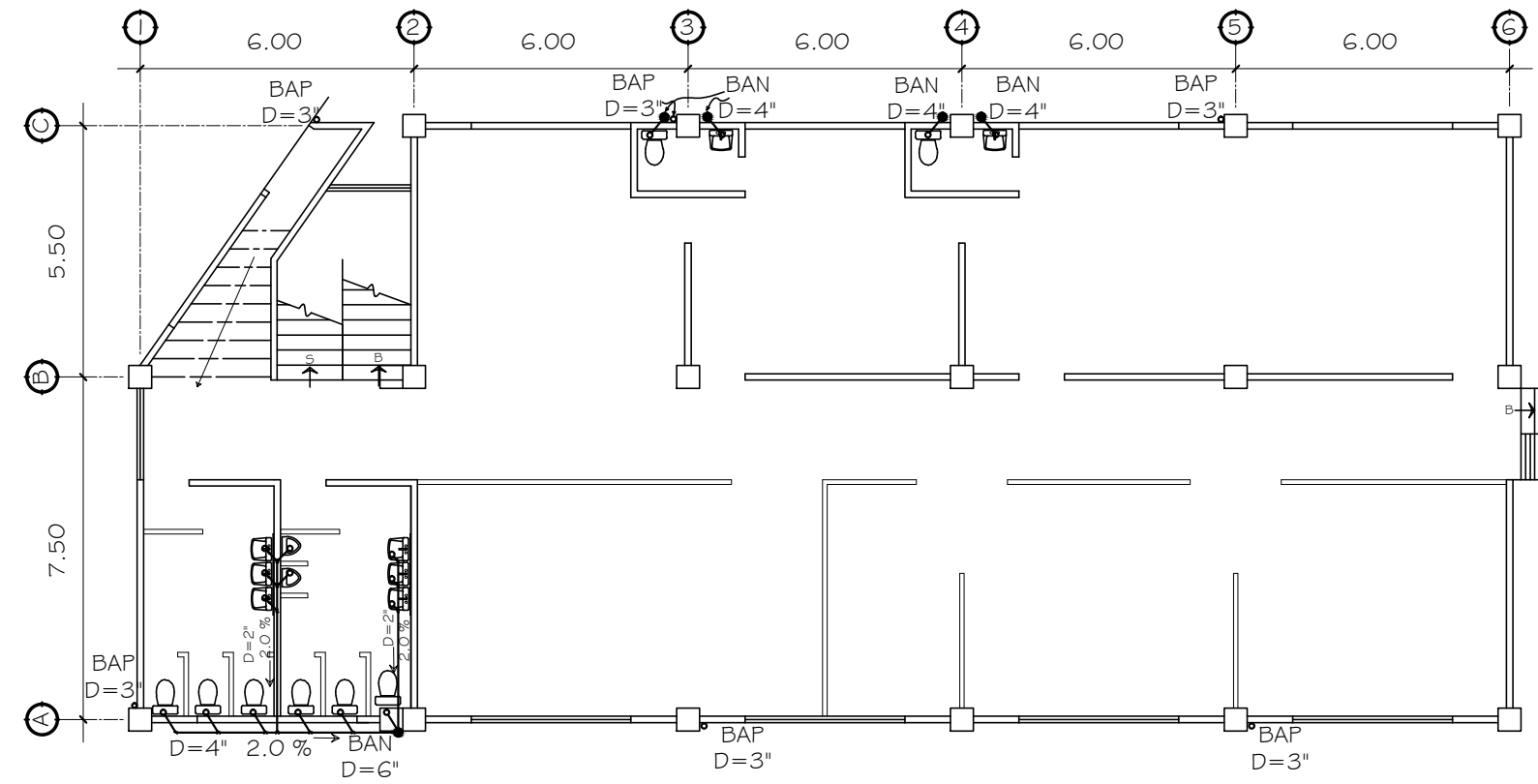
DETALLE DE ENTRADA DE BAP
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	BAP Bajada de Agua Pluvial
●	BAN Bajada de Aguas Negras
⊥	Tee PVC
└─┘	Codo PVC 90° vista horizontal
└─┘	Codo PVC 45°
└─┘	Yee PVC
—	Tubería PVC para drenaje aguas negras
—	Tubería PVC para drenaje agua pluvial
□	Caja reposadera
⊙	Candela municipal

ESPECIFICACIONES

DRENAJE
La tubería es PVC que cumpla con la norma C5 256-63/SDR 26.
La presión de trabajo debe de ser 160 psi para drenaje.
La tubería se encuentra 0.80 m debajo del nivel 0.00.
Los accesorios serán de PVC.
Para las BAP se permite usar tubería PVC de 80 psi.
No colocar tubería en interior de muros ni columnas.



INSTALACIONES DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
INSTALACIONES DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

FECHA:
JULIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

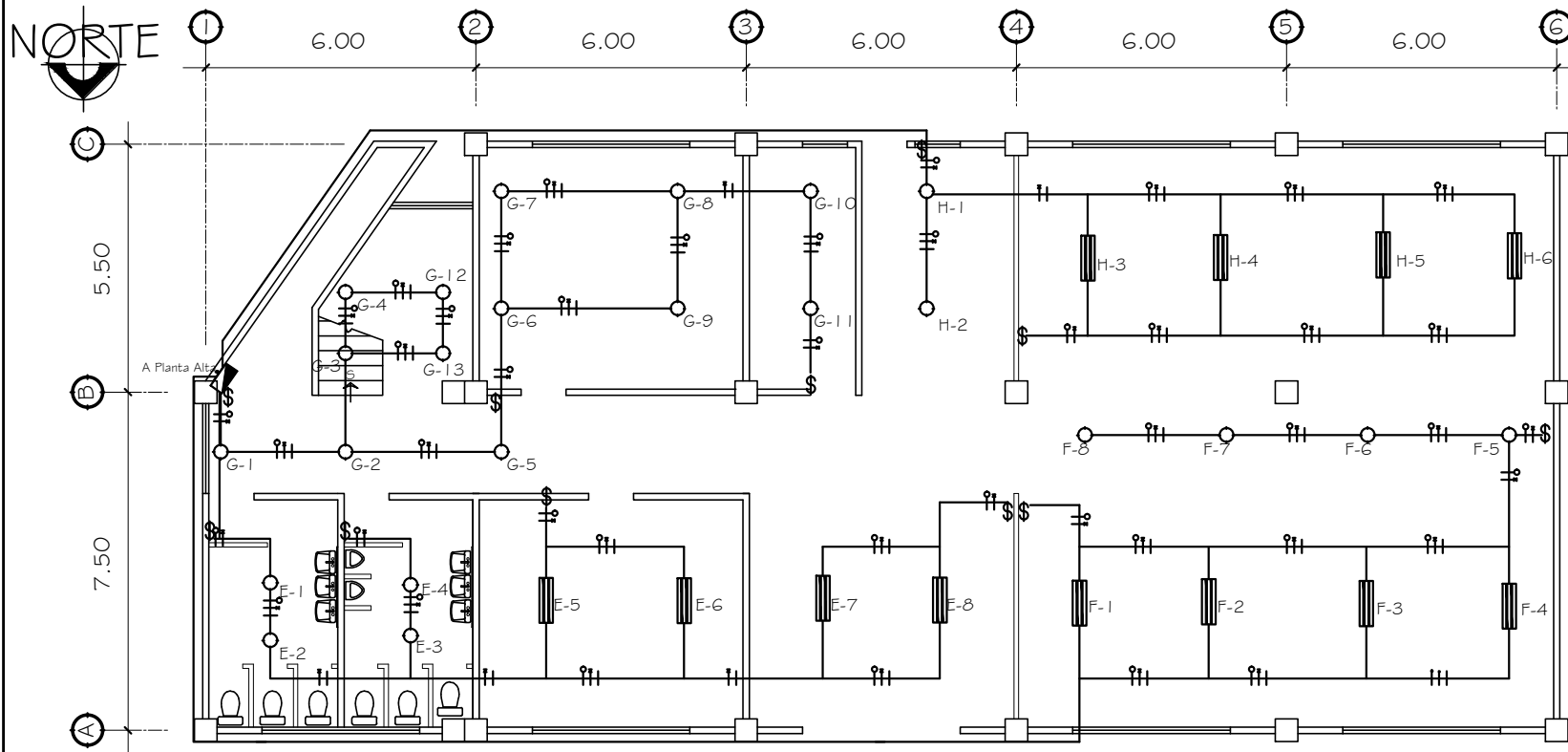
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

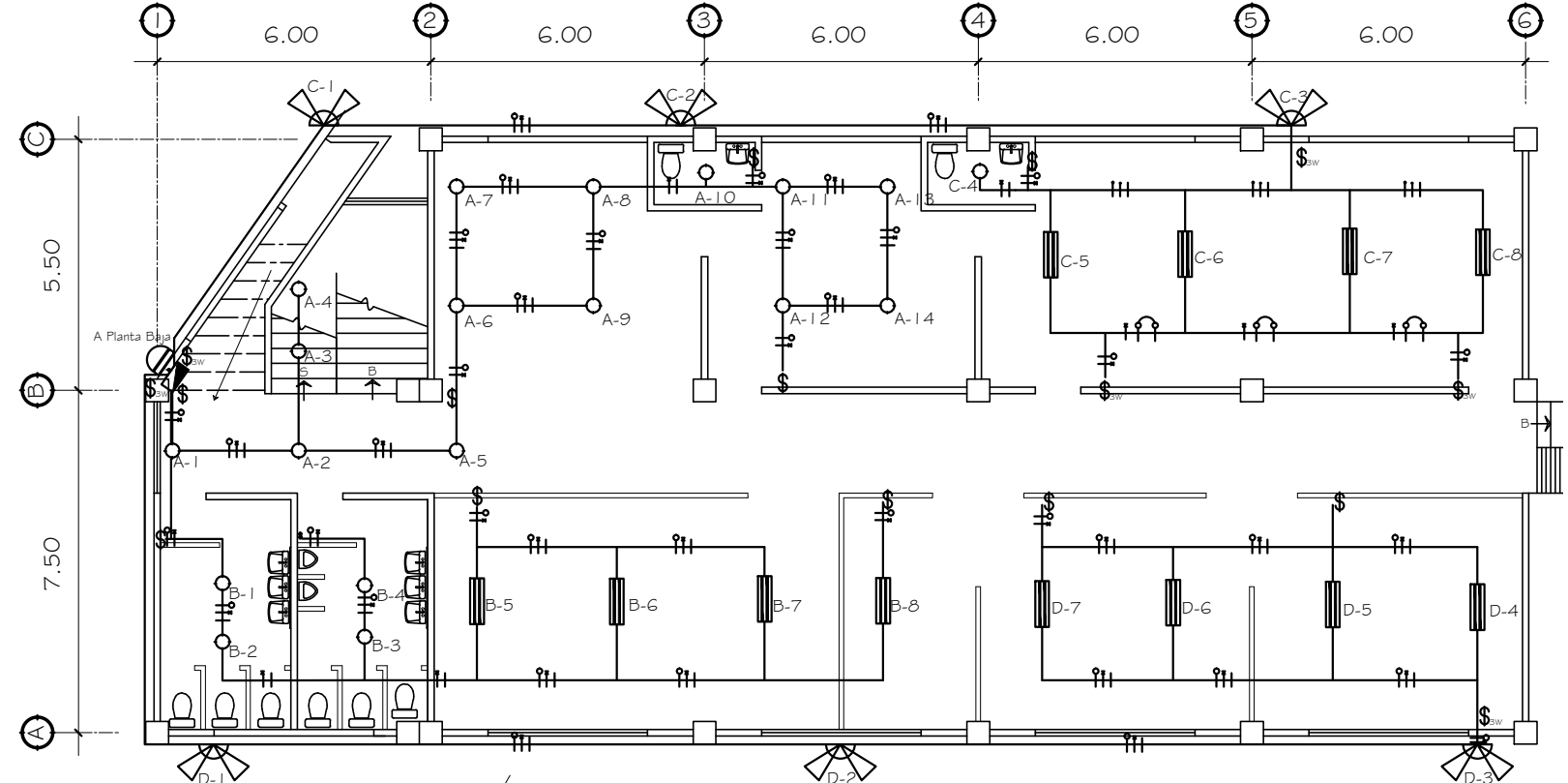
Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Misael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

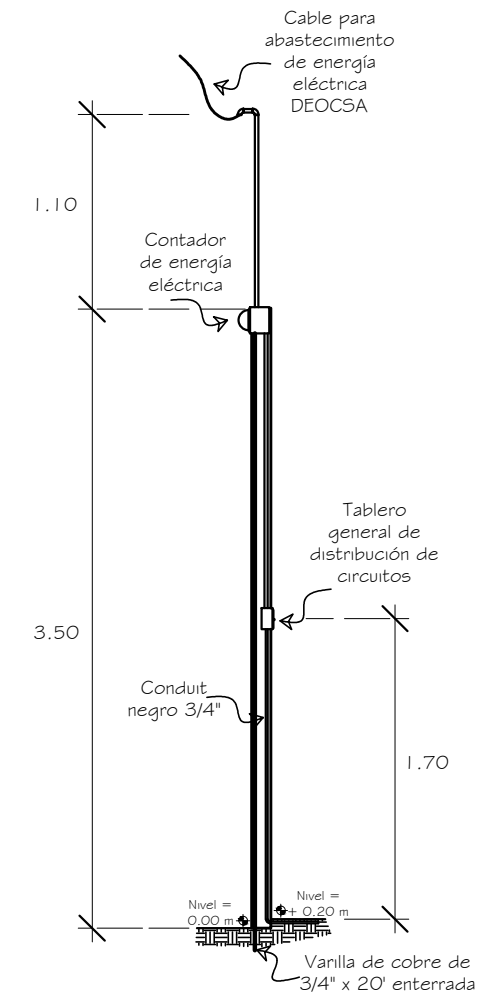
HOJA:
8 / 11



PLANTA ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



PLANTA DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/150



DETALLE DE ACOMETIDA
DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/40

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución de circuitos
	Contador eléctrico
	Conductor puente three way
	Alambre retorno # 12 AWG
	Conductor positivo # 12 AWG
	Conductor neutro # 12 AWG
	PVC eléctrico de D= 3/4"
	Interruptor simple h 1.20
	Interruptor three way
	Lámpara en cielo + plafonera
	Lámpara tubular 2 x 40 en cielo
	Reflector doble

ESPECIFICACIONES	
El tablero de distribución es de circuitos 120/240 V	
60 ciclos c.a. carga normal de 3060 W barras 50 Amp. y filipones de 30 Amp.	
El color de los alambres será: rojo - positivo, negro - negativo, blanco - retorno.	
La tubería de acometida es HG D= 1-1/2" longitud L/4 m + codo 1 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.	
La tubería de iluminación será PVC eléctrico de 3/4".	
El calibre de los conductores será THW # 12 AWG.	
No colocar tubería en interior de muros ni columnas.	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

FECHA:
JULIO 2012

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓNEZ

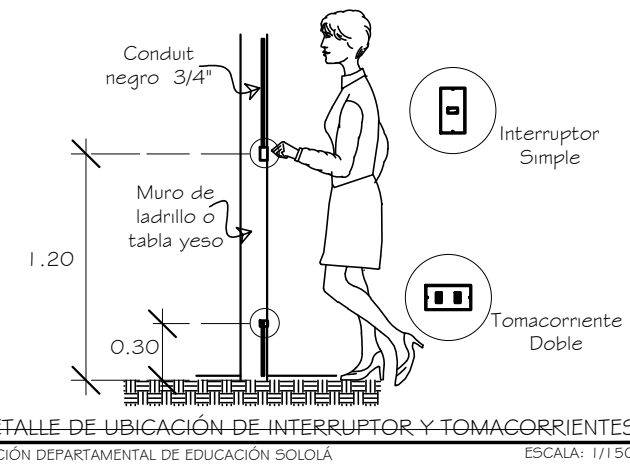
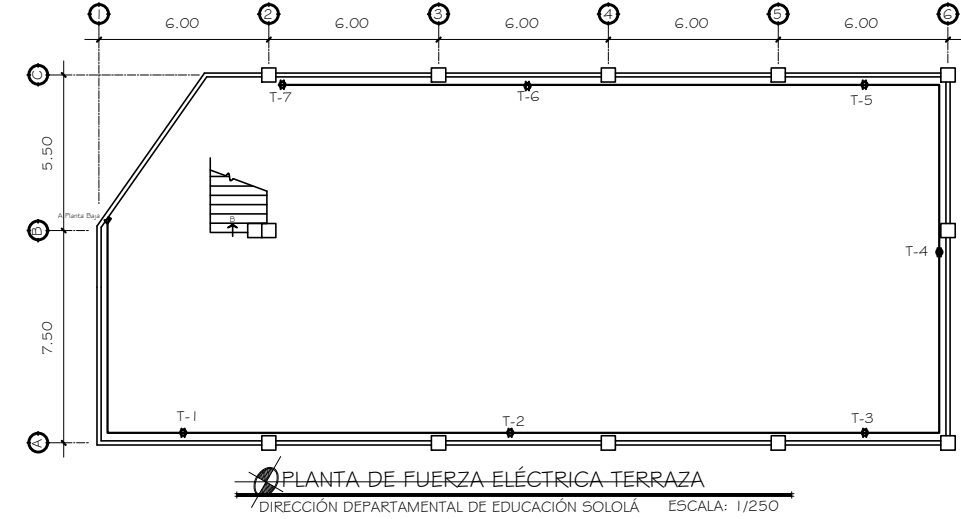
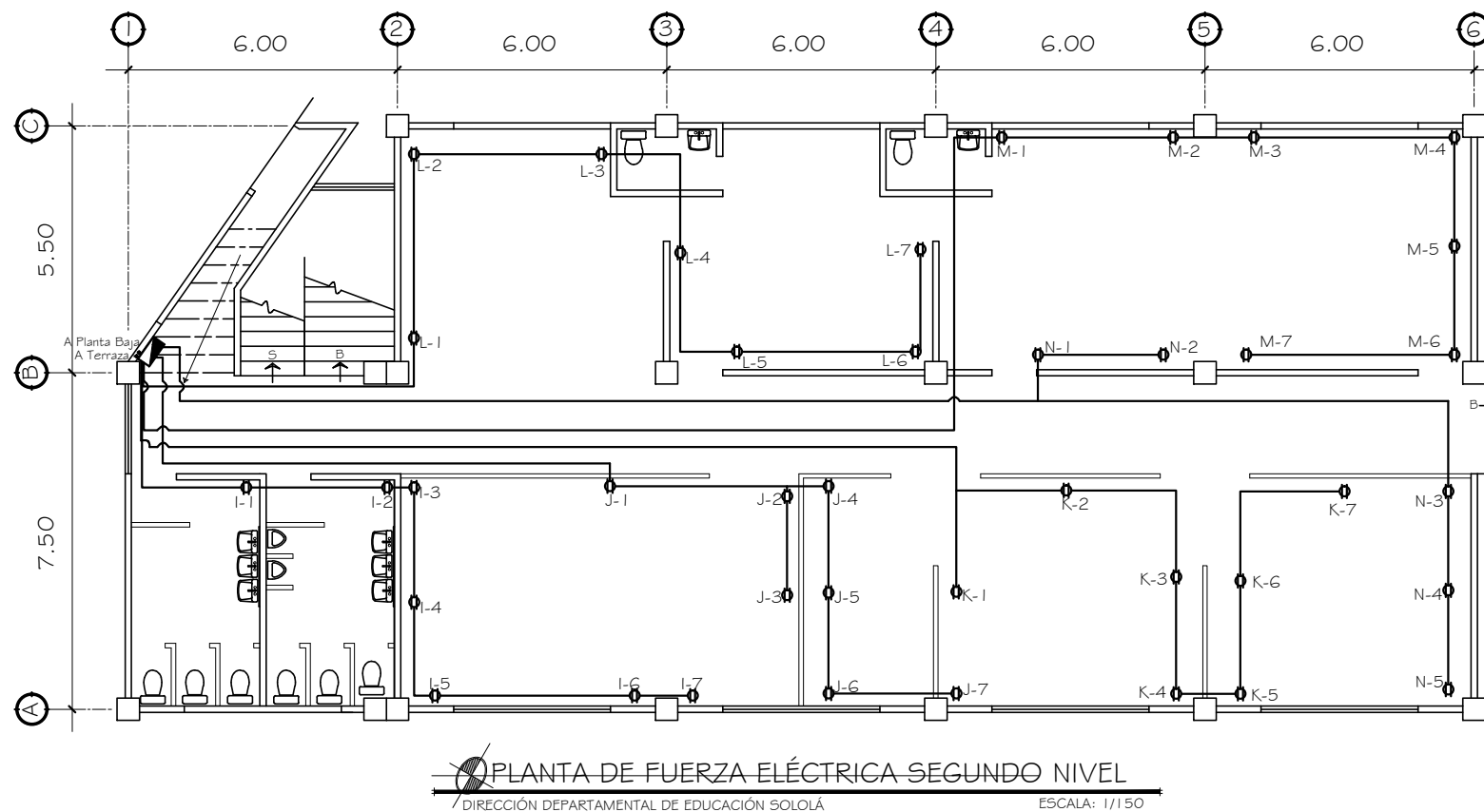
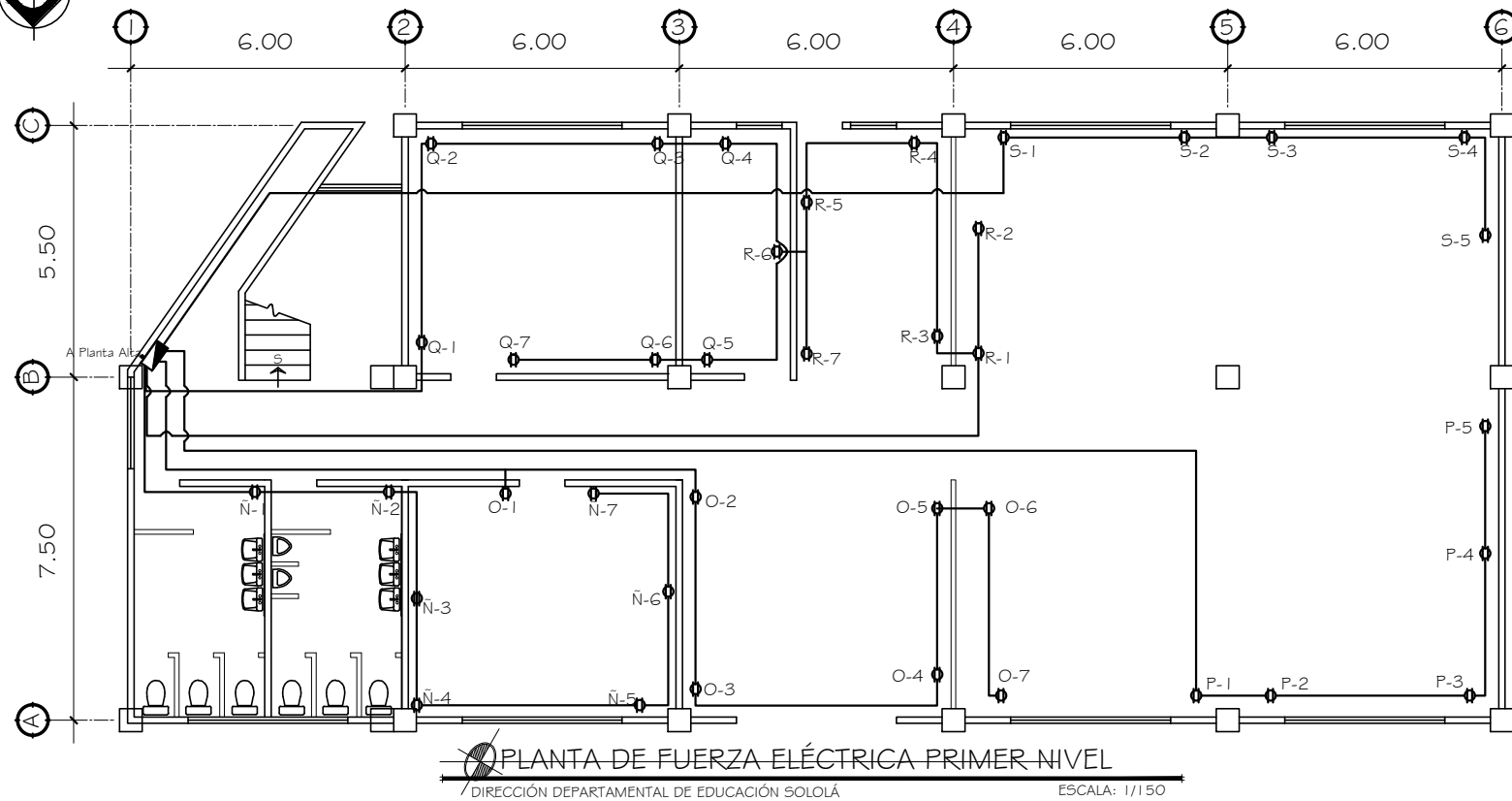
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Msael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
9 / 11



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Tablero de distribución de circuitos
	Tomacorrientes doble 240 V
	Poliducto de D = 3/4"
	Bajada - Subida de poliducto

ESPECIFICACIONES

El tablero de distribución es de circuitos 120/240 V
60 ciclos c.a. carga normal de 3060 W barras 50 Amp.
y filpones de 20 Amp.
El color de los alambres será: rojo - positivo,
negro - negativo, blanco - retorno.
El calibre de los conductores será THW # 12 AWG.
La tubería de fuerza será poliducto de D=3/4".
No colocar cajas de PVC en los tomacorrientes y usar
placa metálica.
No colocar tubería en interior de muros ni columnas.

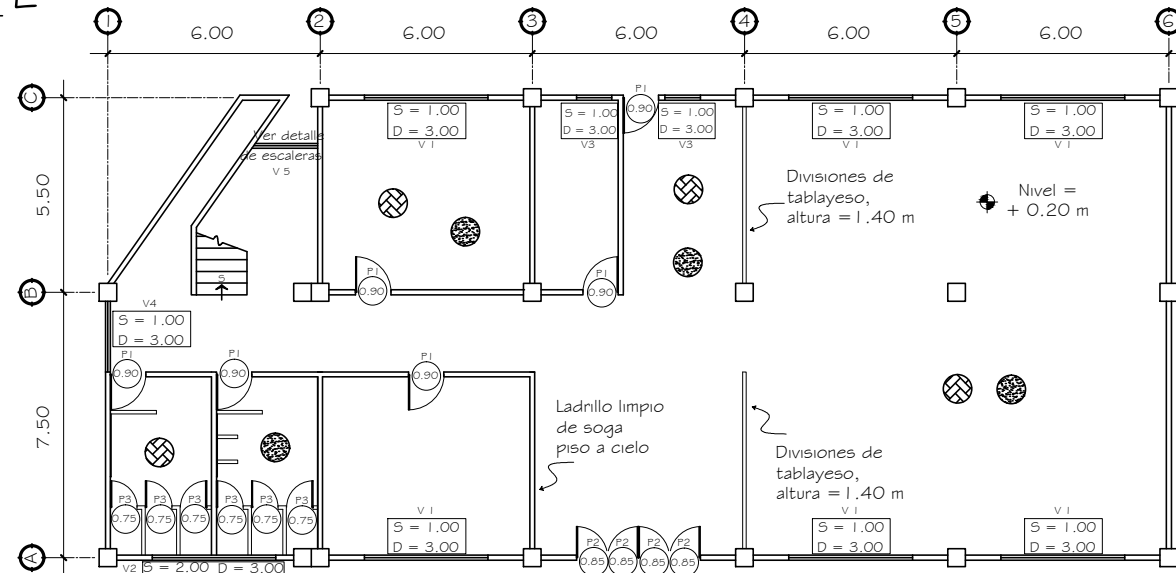


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL
DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ
CONTENIDO:
INSTALACIONES DE FUERZA ELÉCTRICA

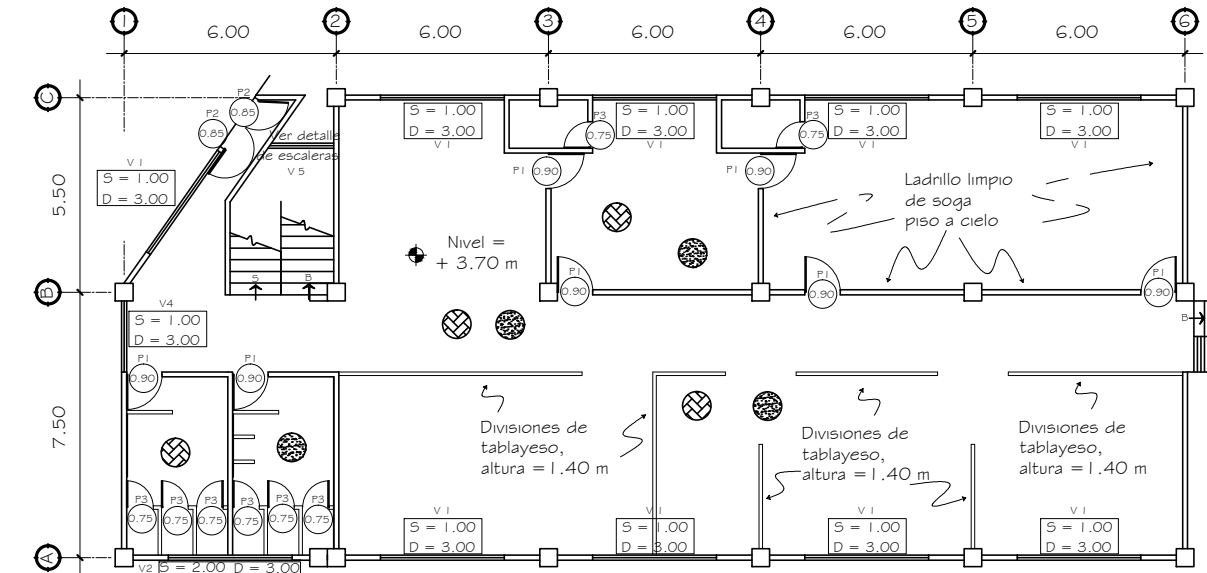
DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
FECHA:
JULIO 2012
CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO
ALEGRE ORDÓÑEZ
REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS
ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Departamental
de Educación
Lic. Msael Esquina
Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos
HOJA:
10
11



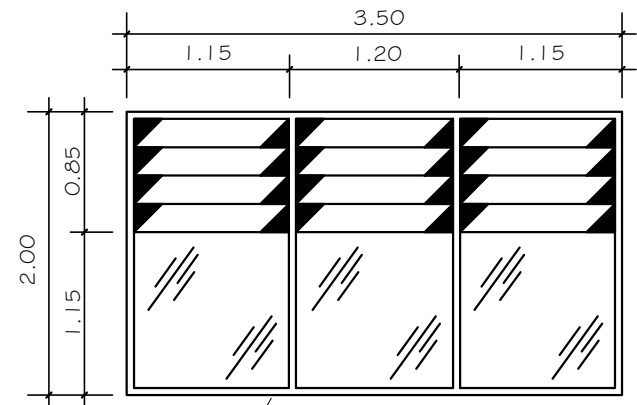
PLANTA DE PUERTAS Y VENTANAS PRIMER NIVEL

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



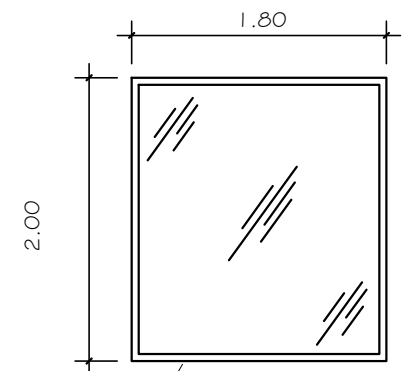
PLANTA DE PUERTAS Y VENTANAS SEGUNDO NIVEL

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



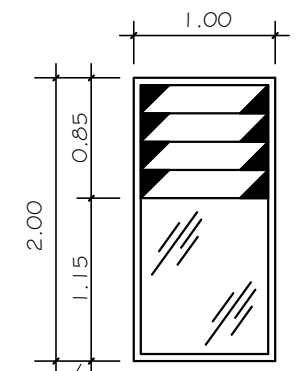
VENTANA V 1

ESCALA: 1/50



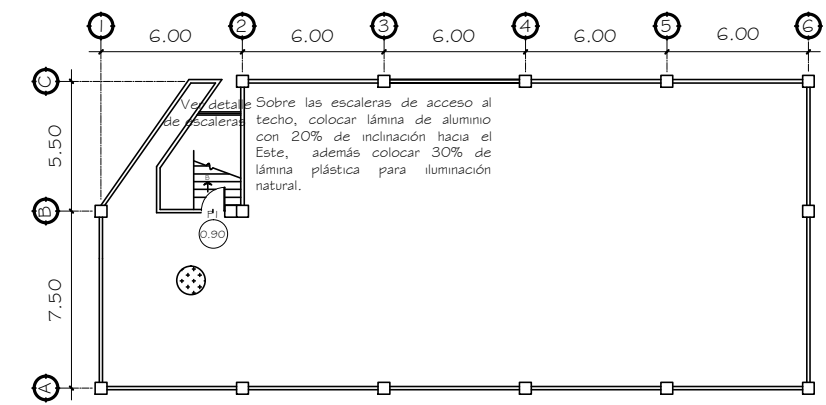
VENTANA V 5

ESCALA: 1/50



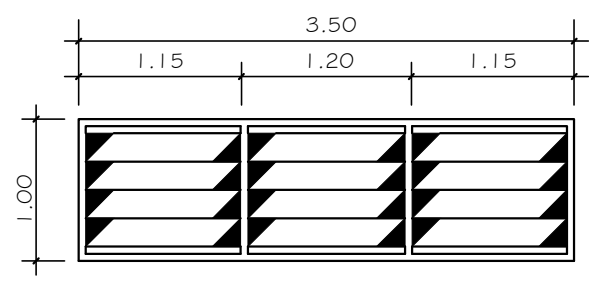
VENTANA V 3

ESCALA: 1/50



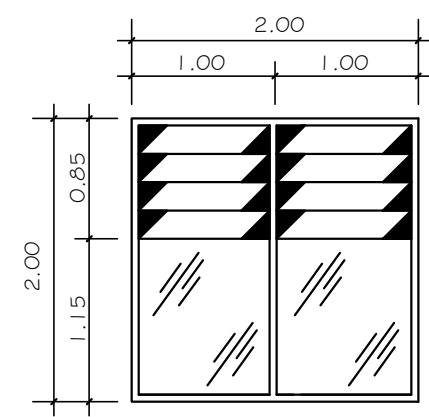
PLANTA DE PUERTAS Y VENTANAS DE CUBIERTA

DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN SOLOLÁ ESCALA: 1/200



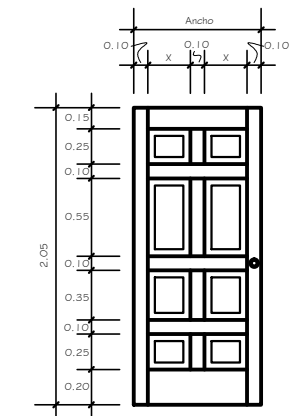
VENTANA V 2

ESCALA: 1/50



VENTANA V 4

ESCALA: 1/50



PUERTA TÍPICA

ESCALA: 1/50

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Puerta
	Ventana
	Puerta tipo, ancho de puerta
	Ventana tipo, sillar, dintel
	Indica piso de concreto
	Indica piso cerámico de primera calidad de marca nacional
	Acabado en cielo: cerrado remolnizado blanco
El levantado de muros será con ladrillo tubular expuesto, limpio en ambos caras y sellador.	
Todas las columnas serán talladas con acabado martelado y las soleras serán talladas con blanqueado	

PLANILLA DE PUERTAS					
Tipo	Ancho	X	Alto	Unidad	Material
P1	0.90	0.30	2.10	14	Cedro
P2	0.85	0.275	2.10	6	Cedro
P3	0.75	0.225	2.10	14	Plywood

PLANILLA DE VENTANAS					
Tipo	Sillar	Dintel	Ancho	Alto	Unidad
V 1	1.00	3.00	3.50	2.00	15
V 2	2.00	3.00	3.50	1.00	2
V 3	1.00	3.00	1.00	2.00	2
V 4	1.00	3.00	2.00	2.00	2
V 5	ver detalle de gradas		1.80	2.00	2
Material: Marcos de aluminio + vidrio polanzado de 8 mm de espesor					



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE EDUCACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

CONTENIDO:
DETALLE Y DISTRIBUCIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS

DISEÑO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

CÁLCULO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

DIBUJO:
CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

REVISIÓN:
Ing. JUAN MERCK COS

FECHA:
JULIO 2012

ESCALA:
INDICADA

Director
Dirección Departamental de Educación
Lic. Msael Esquina

Asesor-Supervisor
Ing. Juan Merck Cos

HOJA:
11