



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA
LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**

Mynor Esaú García Ixpatá

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA
LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MYNOR ESAÚ GARCÍA IXPATÁ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

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. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
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. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA
CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA
LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 25 de agosto de 2011.


Mynor Esau García Ixpatá



Guatemala, 25 de agosto de 2014
Ref.EPS.DOC.909.08.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mynor Esaú García Ixpatá** con carné No. **200511762**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ.**

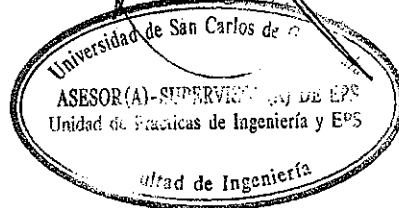
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
1 de septiembre de 2014

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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Esaú García Ixpatá, con Carnet No. 200511762, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

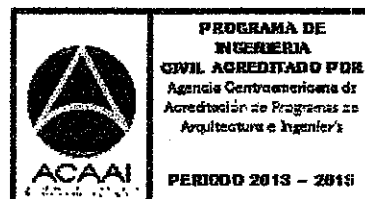
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de **134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua**





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
24 de septiembre de 2014

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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Esaú García Ixpatá, con Carnet No. 200511762, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



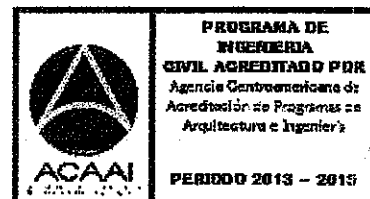
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 30 de septiembre de 2014
Ref.EPS.D.562.09.14

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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mynor Esaú García Ixpatá**, carné **200511762**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Esaú García Ixpatá, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.598-2014

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 AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, MUNICIPIO DE RABINAL, BAJA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Esaú García Ixpatá**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE


Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en Funciones

Guatemala, noviembre de 2014



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y permitirme lograr alcanzar este sueño.
Mis padres	César Rubén García González y Teresa Ixpatá Tum.
Mis hermanos	César Josué y Evelyn Dalila García Ixpatá.
Mis abuelos	Francisco Alejandro García (q.e.p.d.), María Luisa González Sánchez, Alejandro Ixpatá Ixpatá y Manuela de Jesús Tum.
Mi familia en general	Por brindarme su total apoyo en la carrera.
Mis amistades	Por compartir conmigo este logro.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la sabiduría y la capacidad para vencer los obstáculos que la vida me ha presentado, y por otorgarme la bendición de lograr este triunfo.
- Mis padres** Por demostrarme siempre que las metas se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, por estar a mi lado en todo momento y por ser el mejor ejemplo a seguir, por ser unos excelentes padres. Este logro principalmente es de ellos.
- Mis hermanos** Por darme el impulso que necesite para luchar por mis metas, gracias por su cariño y apoyo, por sobre todas las cosas.
- Mis abuelos** Por brindarme la ayuda en los momentos más difíciles de mi formación profesional, por darme los consejos y enseñarme cuáles son los senderos de la vida que puedo recorrer.
- Ing. Silvio Rodríguez** Por asesorarme durante la revisión del presente trabajo y darnos sus consejos durante la realización del EPS.

**La Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme la oportunidad de culminar mi crecimiento personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Rabinal, Baja Verapaz.....	1
1.1.1. Aspectos físicos.....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. División política.....	2
1.1.1.3. Clima.....	3
1.1.1.4. Hidrografía.....	3
1.1.1.5. Orografía.....	4
1.1.1.6. Producción agrícola.....	4
1.1.1.7. Población.....	5
1.1.2. Aspectos de infraestructura.....	5
1.1.2.1. Servicios públicos.....	6
1.1.2.2. Vías de acceso.....	7
1.1.2.3. Organización comunitaria.....	7

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC	9
2.1.	Sistema de agua potable.....	9
2.2.	Descripción del proyecto	9
2.3.	Localización de la fuente.....	10
2.4.	Calidad del agua.....	10
	2.4.1. Análisis fisicoquímico.....	10
	2.4.2. Análisis bacteriológico	10
2.5.	Aforos.....	11
2.6.	Levantamiento topográfico.....	11
	2.6.1. Planimetría.....	12
	2.6.2. Altimetría.....	12
2.7.	Período de diseño.....	12
2.8.	Cálculo de población	13
	2.8.1. Población actual.....	13
	2.8.2. Población futura.....	13
2.9.	Requerimiento de diseño.....	14
	2.9.1. Caudal de diseño.....	14
	2.9.2. Base de diseño	15
	2.9.3. Dotación.....	16
2.10.	Caudal y sus variaciones.....	16
	2.10.1. Caudal medio diario.....	17
	2.10.2. Caudal máximo diario.....	17
	2.10.3. Caudal máximo horario.....	18
2.11.	Diseño hidráulico.....	19
	2.11.1. Diseño y tipo de tubería.....	19
	2.11.2. Diseño de la línea de conducción.....	20
	2.11.3. Tanque de almacenamiento.....	23
	2.11.4. Volumen tanque de almacenamiento	25

2.11.5.	Sistema de desinfección.....	38
2.11.6.	Diseño de la línea de distribución.....	39
2.11.7.	Diseño de la red de distribución	40
2.12.	Obras hidráulicas.....	45
2.12.1.	Cajas de captación.....	45
2.12.2.	Cajas rompe presiones.....	46
2.12.3.	Pasos aéreos.....	46
2.13.	Válvulas.....	47
2.13.1.	Válvula de aire.....	47
2.13.2.	Válvula de limpieza.....	47
2.14.	Operación y mantenimiento.....	47
2.15.	Propuesta de tarifa.....	48
2.16.	Elaboración de planos.....	50
2.17.	Elaboración de presupuesto.....	50
2.18.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	51
2.19.	Evaluación socioeconómica.....	56
2.19.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	56
2.19.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	58
3.	DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC.....	63
3.1.	Descripción del proyecto.....	63
3.2.	Descripción del espacio disponible.....	63
3.3.	Estudio de suelos.....	63
3.3.1.	Análisis de resultados.....	64
3.4.	Infraestructura requerida para el centro educativo.....	66
3.5.	Criterios generales.....	67
3.6.	Criterios de conjunto.....	67
3.7.	Criterios de iluminación.....	68

3.8.	Instalaciones	69
	3.8.1. Instalaciones eléctricas	70
	3.8.2. Instalaciones hidráulicas.....	74
3.9.	Otros criterios.....	76
3.10.	Espacios educativos.....	77
3.11.	Análisis estructural.....	77
	3.11.1. Predimensionamiento estructural.....	78
	3.11.2. Análisis de cargas.....	81
	3.11.3. Integración de cargas verticales en marcos rígidos.....	81
	3.11.4. Integración de cargas horizontales en marcos rígidos.....	84
	3.11.4.1. Fuerza por nivel.....	86
	3.11.4.2. Fuerza por marco	87
	3.11.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de un software, y comprobación por un método de análisis estructural numérico.....	93
	3.11.6. Envolvente de momentos	102
	3.11.7. Diagrama de corte y momentos.....	105
3.12.	Diseño estructural	109
	3.12.1. Diseño de losas.....	110
	3.12.2. Diseño de vigas.....	117
	3.12.3. Diseño de columnas.....	123
	3.12.4. Diseño de nudos	131
	3.12.5. Diseño de cimientos.....	133
	3.12.6. Diseño de cimiento corrido.....	140
	3.12.7. Diseño de gradas.....	141

3.13.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	146
3.14.	Planos constructivos.....	148
3.15.	Presupuesto.....	148
CONCLUSIONES.....		151
RECOMENDACIONES.....		153
BIBLIOGRAFÍA.....		155
APÉNDICES.....		157
ANEXOS.....		165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Rabinal, Baja Verapaz.....	2
2.	Diagrama de refuerzo.....	32
3.	Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro.....	33
4.	Planta típica de edificio	79
5.	Planta de centro de masa y rigidez.....	89
6.	Marco eje B, cargas horizontales	92
7.	Marco eje 4, cargas horizontales	93
8.	Marco eje B, cargas verticales y horizontales	94
9.	Marco eje 4, cargas verticales y horizontales	94
10.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X ETABS	95
11.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X KANI.....	95
12.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje X.....	96
13.	Diagrama de momentos en vigas carga viva eje X	97
14.	Diagrama de momentos en columnas carga viva eje X.....	97
15.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje X.....	98
16.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje X.....	98
17.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje Y.....	99
18.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje Y.....	99
19.	Diagrama de momento en vigas carga viva eje Y.....	100
20.	Diagrama de momentos en columnas carga viva eje Y.....	100
21.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje Y.....	101
22.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje Y.....	101
23.	Diagrama de momentos últimos en vigas eje X.....	105

24.	Diagrama de momentos últimos en columnas eje X.....	106
25.	Diagrama de cortes últimos en vigas eje X.....	106
26.	Diagrama de cortes últimos en columnas eje X.....	107
27.	Diagrama de momentos últimos en vigas eje Y.....	107
28.	Diagrama de momentos últimos en columnas eje Y.....	108
29.	Diagrama de cortes últimos en vigas eje Y.....	108
30.	Diagrama de cortes últimos en columnas eje Y.....	109
31.	Planta de distribución de losas.....	110
32.	Planta de distribución de momentos en losa.....	113
33.	Planta de distribución de momentos balanceados en losa.....	115
34.	Diagrama de momento y corte en viga eje B.....	118
35.	Detalle de armado de viga tipo 2.....	122
36.	Sección de columnas típicas de nivel.....	129
37.	Detalle de armado de columnas típicas.....	130
38.	Elevación de zapata.....	134
39.	Diagrama de esfuerzo cortante.....	136
40.	Diagrama de esfuerzo corte punzonante.....	137
41.	Diagrama de esfuerzo flexionante.....	138
42.	Detalle de armado de zapata planta.....	139
43.	Detalle de elevación armado de zapata.....	139
44.	Detalle de armado de cimiento corrido.....	140
45.	Dimensiones de escalera.....	142
46.	Distribución de carga y momentos en gradas.....	143
47.	Detalle de armado de escalera.....	145
48.	Boleta de identificación y evaluación riesgo para escuelas.....	146

TABLAS

I.	Producción agrícola e industrial.....	4
II.	Población	5
III.	Servicios de salud en el municipio.....	7
IV.	Valores comunes del coeficiente de fricción C	20
V.	Calculo de momentos que soportan los muros	34
VI.	Cantidad necesaria de cloro para la desinfección	38
VII.	Presupuesto de sistema de agua potable	51
VIII.	Medidas de mitigación de impactos ambientales para proyectos de agua potable	54
IX.	Presión máxima permisible del suelo	66
X.	Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido Y.....	91
XI.	Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido X.....	92
XII.	Balance de momentos.....	115
XIII.	Cuadro de resumen de armado de viga	122
XIV.	Presupuesto de escuela	148

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hi	Altura de nivel
Hn	Altura total de la estructura
bw	Ancho del alma o diámetro de la sección circular
Ø	Ángulo de fricción interna
Ag	Área bruta de la sección
As	Área de acero a tracción o compresión
Asmáx	Área de acero máxima
Asmín	Área de acero mínima
A	Área de la sección
Az	Área de la zapata en contacto con el suelo
Av	Área de varilla
Ash	Área total del acero transversal
Alosa	Área tributaria de la losa
b	Base del elemento estructural
qu	Capacidad de carga última
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
qdisño	Carga de diseño
Pu	Carga de diseño última
q	Carga de viento
CM	Carga muerta
W	Carga muerta sísmica total de la estructura
Po'	Carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura

CT	Carga total sin mayorar
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio diario anual
Cmx, y	Centro de masa en "X" y "Y"
Crx, y	Centro de rigidez en "X" y "Y"
C	Coeficiente de fricción
f	Coeficiente de momento negativo
	resistencia inherente y capacidad de ductilidad
Ct	Coeficiente para pórticos de concreto reforzado resistente a momentos y estructuras arriostradas excéntricamente
Ca	Coeficiente sísmico
Cv	Coeficiente sísmico
Cu	Cohesión
c	Contrahuella
Vr	Cortante resistente
Vu	Cortante último
V	Corte máximo actuante
pb	Cuantía de acero balanceado
ρ_{máx}	Cuantía de acero máxima
ρ_{mín}	Cuantía de acero mínima
ε_c	Deformación unitaria del concreto
df	Desplante de la base del suelo a la zapata
Δ_{máx}	Desplazamiento de respuesta inelástica máxima
Δ_s	Desplazamiento lateral provocado por flexión y corte

D	Dotación asignada a los consumidores
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
Vb	Esfuerzo de corte basal
Ft	Esfuerzo de corte basal, concentrado en la cúspide
Fb	Esfuerzo del acero
hx	Espaciamiento máximo horizontal
t	Espesor del elemento analizado
E	Estación
e	Excentricidad
ex, y	Excentricidad en "X" y "Y"
δ	Factor de amplificación de momentos
δns	Factor de amplificación del momento no sísmico
Fcu	Factor de carga última
Nv	Factor de cercanía a la fuente
Na	Factor de cercanía a la fuente de origen
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máximo
I	Factor de importancia sísmica
K	Factor de longitud efectiva
Ψ	Factor de modificación para la resistencia a tracción
Φ	Factor de reducción
FS	Factor de seguridad
Z	Factor de zona sísmica
β₁	Factor que depende del valor de f'c del concreto
Nc, q, γ	Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna
Fcs, qs, γs	Factores de forma que dependen del tamaño de la zapata

Fci, qi, yi	Factores que dependen de la inclinación a la cual se aplica la carga
Fcd, qd, yd	Factores que dependen de la profundidad de la zapata
Fm	Fuerza de marco
F	Fuerza de nivel
Fi	Fuerza de piso
Fi''	Fuerza o corte inducido por sismo
Fi'	Fuerza o corte traslacional
Fx	Fuerza por nivel
gpm	Galones por minuto
Hg	Hierro galvanizado
H	Huella
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
a	Lado corto de losa
psi	Libras por pulgada cuadrada (lb/in ²)
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
Lcostanera	Longitud de costanera
m	Metros
mca	Metros columna de agua
m/s	Metros por segundo
G	Módulo de cortante
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
S	Módulo de sección
Mb	Momento balanceado

Ig	Momento de inercia de la sección total del concreto
M	Momento flexionante
M-	Momento negativo
Mn	Momento nominal
M+	Momento positivo
Mu	Momento último
N	Número de columnas en el marco
n	Número de habitantes estimados por vivienda
h	Peralte del elemento analizado
d	Peralte efectivo
dx	Peralte efectivo de la zapata
Hf	Pérdida de carga por fricción en tuberías
bo	Perímetro de corte de punzonamiento
P	Perímetro de la losa
T	Período de vibración elástico fundamental de la estructura
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{suelo}	Peso específico del suelo
Wi	Peso por nivel
ft	Pie
Pf	Población final
Ψ_m	Promedio de Ψ_A y Ψ_B
in	Pulgada
r	Radio de giro
μ	Relación de Poisson
$\gamma_{x, y}$	Relación de secciones en sentido "X" y "Y"
Ei	Relación entre rigideces y brazo de cada marco
Pn	Resistencia axial nominal
Pn máx	Resistencia axial nominal máxima

f'c	Resistencia específica a la compresión del concreto
fy	Resistencia específica a la fluencia del acero
U	Resistencia requerida para soportar las cargas mayoradas o momentos y fuerzas internas
EI	Rigidez a la flexión de un elemento en compresión
s	Segundo
So	Separación del acero transversal
t	Tonelada
ρμ	Valor de la curva del diagrama de Bressler
Vs	Valor soporte de suelo

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de agua de una fuente.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
AISC	American Institute of Steel Construction (Instituto Americano de Construcción en Acero).
Amenaza natural	Fenómenos naturales, como sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos y sequías, que pueden transformarse en desastres y afectar los sistemas de vida y las estructuras físicas y sociales.
Análisis estructural	Estudio que abarca el cálculo para determinar el comportamiento de una estructura, a través de los diagramas de momentos, corte y deflexión.
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales).

Bases de diseño	Especificaciones técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Carga axial	Fuerza que es aplicada en el centro geométrico de la sección transversal de un miembro.
Carga de servicio	Todas las cargas estáticas o transitorias, que se imponen a la estructura o elemento estructural, debido al uso de la edificación sin factores de cargas.
Carga gravitacional	Cargas que actúan hacia abajo y que son causadas por la aceleración de la gravedad, actuando sobre la masa de los elementos, generando las cargas muertas y vivas.
Carga mayorada	Carga que es multiplicada por un factor, dando siempre un incremento a la carga original.
Cargas	Fuerzas y otras acciones resultantes del peso de los materiales de construcción, los ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, movimiento diferencial y restricciones a la deformación.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
Centro de masa	Punto en el cual se concentra la masa de una estructura.

Centro de rigidez	Punto en el cual se concentra la rigidez de la estructura.
Consumo	Cantidad de agua real que utiliza una persona.
Corte traslacional	Fuerza que tiene por efecto desplazar a una estructura de su posición original.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea.
Diagrama de momentos	Dibujo por el cual se representan los efectos de las cargas.
Diseño	Planificación sobre algún proyecto determinado.
Estribo	Pieza de acero de forma rectangular.
Estructura	Distribución y orden de las partes importantes de una edificación.
Factor de carga última	Factor que determina las cargas de servicio.
Factor de reducción	Coeficiente menor que la unidad empleado, para reducir la resistencia nominal y convertirla en resistencia de diseño.

Flexión	Encorvamiento transitorio que experimenta un elemento por una fuerza que lo deforma elásticamente.
IBC	International Building Code (Código Internacional de la Edificación).
Letrina	Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina.
Masa	Magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo.
Medidas de mitigación	Serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Momento	Magnitud que resulta de la multiplicación de una fuerza por una distancia a un punto referente.
Pórtico	Parte de una estructura compuesto por columnas y vigas.
Predimensionar	Efecto de colocarle dimensiones a los miembros estructurales de forma parcial.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.

Recubrimiento mínimo	Espesor de concreto medido entre la parte externa del refuerzo hasta la cara exterior cercana del elemento.
Resistencia	Propiedad que tiene un elemento para soportar una carga o fuerza.
Riesgo	Proximidad de un daño; mantiene una relación con la amenaza y la vulnerabilidad.
Rigidez	Propiedad de un elemento que no permite que se doble.
Sillar	Construcción de block o piedra, usualmente de forma paralelepípedo rectangular.
Tamiz	Cedazo muy tupido.
UBC	Uniform Building Code (Código Uniforme de la Edificación).
Vulnerabilidad	La susceptibilidad de que un elemento o conjunto de elementos sea dañado por la ocurrencia de un evento sobrenatural.

RESUMEN

El municipio de Rabinal, departamento de Baja Verapaz, posee áreas que carecen de servicios básicos para la población, en el presente trabajo de graduación se diagnóstica, analiza y prioriza las necesidades de servicios básicos y de infraestructura, aportando soluciones de carácter técnico contenidas en la: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

A través de la investigación monográfica y el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de la población, se determinó necesario que un sector de la aldea Chichupac posea un sistema de agua potable, por lo que se realizó el diseño del mismo, basándose en especificaciones técnicas correspondientes al tipo y características del proyecto.

En escuela Xococ, fue necesaria la implementación de infraestructura, por lo que se llevó a cabo, el diseño de un edificio escolar de dos niveles para recibir a más estudiantes.

OBJETIVOS

General

Proporcionar soluciones técnicas a través de proyectos de infraestructura para cubrir las necesidades básicas de las comunidades y contribuir así, al progreso y desarrollo municipal con los diseños del sistema de agua potable para la aldea Chichupac y el edificio escolar de dos niveles para la aldea Xococ, municipio de Rabinal, Baja Verapaz.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, del municipio de Rabinal, Baja Verapaz.
2. Capacitar a los miembros de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Rabinal, Baja Verapaz en todo lo relacionado al mantenimiento, reparaciones de edificios educativos y sistemas de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de Rabinal del departamento de Baja Verapaz.

La primera sección contiene la fase de investigación donde se describe el aspecto monográfico del municipio en general, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal, realizando una priorización.

La segunda sección contiene la fase de servicio técnico profesional, en la que se describen las características de los proyectos. El sistema de agua potable presenta el método de cálculo para la realización del diseño hidráulico.

En cuanto al edificio escolar de dos niveles 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.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Rabinal, Baja Verapaz

Rabinal es uno de los 8 municipios que integran el departamento de Baja Verapaz. Es la comunidad más rica en *folklore* a nivel general, pues en ella se observa una diversidad de artesanías y bailes tradicionales como el Rabinal Achí. Este es el único baile-drama prehispánico que aún subsiste en América. Además se encuentran leyendas y se practican costumbres muy propias de la comunidad.

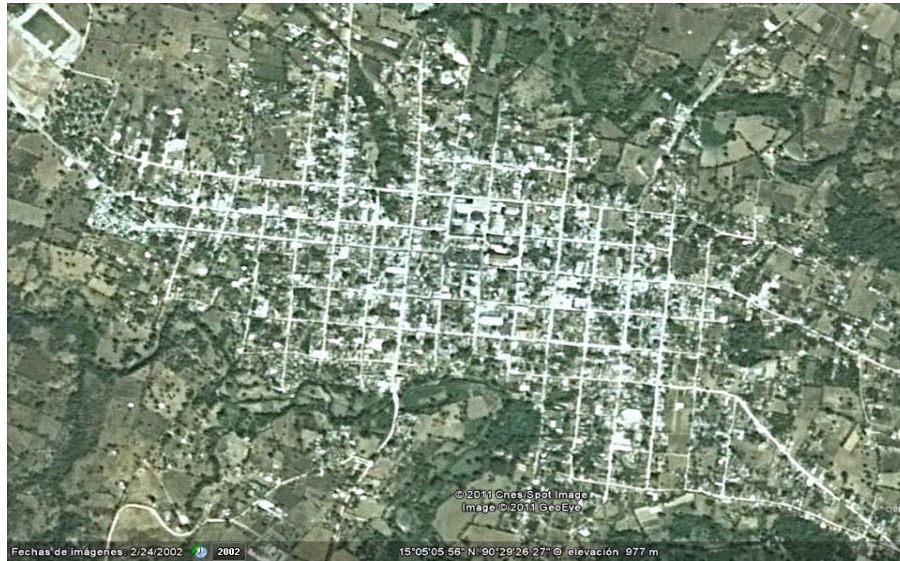
1.1.1. Aspectos físicos

Sobre el lugar central dominado por una gran iglesia colonial, los vendedores instalan sus mercancías bajo el amplio ramaje de una ceiba, para ofrecer sus productos. La construcción de su iglesia parroquial inicia en los primeros meses de 1540 a cargo de los frailes Pedro de Angulo y Luis Cáncer de la orden de los dominicos, el material usado en su construcción consiste en piedras (lajas) que procedían de la ciudadela situada en el cerro de Kaj-Yup al norte del pueblo.

1.1.1.1. Ubicación y localización

Rabinal, municipio del departamento de Baja Verapaz, se encuentra ubicado a 178 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 28 kilómetros de su cabecera departamental, y cuenta con una extensión de 504 kilómetros cuadrados.

Figura 1. **Localización del municipio de Rabinal, Baja Verapaz**



Fuente: Google Earth, programa satelital. Consulta: 10 de agosto 2,011.

Las coordenadas geográficas del municipio son las siguientes:
latitud: 15° 05' 04", longitud: 90° 29' 32"

1.1.1.2. División política

Colinda al norte con el municipio de Chicamán (Quiché), al Este con el municipio de San Miguel Chicaj (Baja Verapaz), al sur con los municipios de El Chol y Granados (Baja Verapaz) y al oeste con el municipio de Cubulco (Baja Verapaz). Se comunica por medio de una carretera municipal, contando también con caminos de herradura y veredas de terracería, los cuales unen los poblados entre sí.

1.1.1.3. Clima

El municipio pertenece a la zona de vida bosque seco subtropical, con áreas de clima semicálido seco y en menor medida templado durante el transcurso del año; en verano es totalmente seco con temperaturas que alcanzan los 30,50 grados Celsius y 16,00 grados Celsius como temperatura media y su precipitación es de 900 milímetros con un promedio de 90 días de lluvia.

Se tomaron datos de la estación meteorológica más cercana a la región llamada Cubulco, que está situada en el municipio del mismo nombre, cuyos datos de localización son los siguientes, latitud 15° 06' 32,00", longitud -90° 36' 51,00", altitud 944 metros sobre el nivel del mar. Es una estación que maneja datos climatológicos, sinópticos y aeronáuticos. Los datos recaudados son los correspondientes al 2010, año que lo catalogaron como atípico por tener datos por encima del promedio, con una intensidad de lluvia total de 1 556,00 milímetros, como dato de referencia se puede tomar el promedio de los 10 años últimos donde se han obtenido 1 178,80 milímetros, estando el promedio del 2010 muy por encima de los demás datos y la humedad relativa media es del 60 por ciento.

1.1.1.4. Hidrografía

El componente hidrográfico del municipio está constituido por los ríos Rabinal, Negro, Sajcap y Chiac. En el caso urbano de Rabinal se encuentran varios ríos, dentro de los cuales se pueden mencionar el río Sajcap y el Pachica, que corren al norte del área urbana; los ríos Pantulul y San Rafael, que van por el sur. Dichos ríos también actúan como un límite físico al crecimiento territorial.

1.1.1.5. Orografía

El territorio de Rabinal presenta una vasta planicie en donde se asienta la cabecera municipal. El municipio tiene una variedad de topografía, la cual es muy quebrada (montañosa), dentro de estas se pueden mencionar sierras, montañas, valles, cumbres y cerros.

1.1.1.6. Producción agrícola

La mayor parte de sus habitantes se dedica a la agricultura, cuenta con magníficos profesionales y artesanos. Los principales productos cultivados son: café, maíz, frijol, aguacate, hortalizas y árboles frutales, entre otros.

Tabla I. **Producción agrícola e industrial**

Actividad	Total	Urbano	Rural
Agricultura	41,16	39,74	44,62
Comercio	8,71	8,7	6,74
Industria manufacturera	21,67	21,67	21,65
Construcción	7,9	6,39	11,57
Servicios comunales	9,36	9,54	8,9
Administración pública y defensa	3,43	3,43	1,81
Transporte	3,29	3,29	2,21
Financieras, seguros	2,82	3,33	1,58
Enseñanza	0,86	1,07	0,34
Minas y canteras	0,07	0,07	0,08
Otros	0,23	0,29	0,09

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las mujeres además de atender sus oficios domésticos, se dedican a la elaboración de tejidos típicos de vistosos colores y diseños, como güipiles, fajas, monteras, y otros, que son muy apreciados en el mercado nacional e internacional. El comercio lo hace directamente con la capital y lugares circunvecinos.

1.1.1.7. Población

Su población según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2002, es de 8,515 habitantes. La distribución de habitantes por sexo en el municipio de Rabinal es de la siguiente manera:

Tabla II. **Población**

Año	Hombres	Mujeres	Total
2002	4,048	4,467	8,515

Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

Al igual que muchos de los municipios de Baja Verapaz, el de Rabinal sufre de cierta debilidad institucional, relacionada sobre todo con la disponibilidad de recursos humanos, técnicos o financieros. Más allá de la cantidad de recursos disponibles, el nivel de organización interna de la municipalidad y la vocación de servicio de los empleados municipales representan elementos importantes a tomar en cuenta.

1.1.2.1. Servicios públicos

Sobre los servicios públicos existentes en Rabinal, es importante destacar que apesar de sus deficiencias se cuenta con los servicios básicos. Se describen a continuación algunos datos relevantes acerca de los servicios con los que cuenta el municipio que son los siguientes:

- Sistema de agua: el análisis de los servicios de abastecimiento de agua indica que el agua entubada, recibe tratamiento de potabilización. Se tiene una cobertura del 90 por ciento en la adecuada disposición de excretas en las viviendas del municipio.

Es abastecida por:

- 4 pozos mecánicos
 - 2 nacimientos de agua
 - Drenaje: aproximadamente el 90 por ciento posee servicio de drenaje sanitario.
- Desechos sólidos: para el manejo de la basura y otros desechos, cuenta con una planta de tratamiento. Además, cuenta con el servicio del tren de aseo cubriendo un 50 por ciento en la localidad.
 - Energía eléctrica: en referencia al número de viviendas, según el estudio realizado un 98 por ciento de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

Tabla III. **Servicios de salud en el municipio**

Tipos de servicios	Número de servicios
Puesto de salud	1
Clínicas médicas particulares	5
Farmacias	18
Comadronas adiestradas	25

Fuente: indicadores del 2010. Jefatura de Salud, Baja Verapaz.

1.1.2.2. Vías de acceso

Al municipio de Rabinal se puede acceder por la ruta nacional número 17 (de asfalto), desde Guatemala pasa por El Rancho y Salamá. También está la ruta nacional número 5 (de terracería), que pasa por Granados y El Chol.

1.1.2.3. Organización comunitaria

En el municipio se conformaron los Consejos Comunitarios de Desarrollo de acuerdo al Decreto 11-2002 del Congreso de la República. Existen 38 COCODES en el área rural y 11 en el área urbana, integrados por la asamblea comunitaria y el órgano de coordinación, encabezado por el alcalde auxiliar de cada comunidad.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC

2.1. Sistema de agua potable

El suministro de agua potable al consumidor es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad.

En Guatemala existen muchas comunidades y poblados que no cuentan con el servicio de agua potable, lo cual provoca el estancamiento del desarrollo económico de esas regiones, ya que las actividades agrícolas, artesanales y lácteas no son garantizadas y sus productos podrían no comercializarse en cualquier época del año.

2.2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la introducción de agua potable para la aldea Chichupac, Rabinal; beneficiando con esto a 42 familias.

El sistema propuesto está constituido por 1 773 metros de línea de conducción, 4 260 metros de línea de distribución tubería PVC, 1 captación, 11 caja rompe presión, 2 cajas de válvulas de aire, 2 cajas de válvulas de limpieza, 1 tanque de distribución y conexiones de tipo predial; el sistema será por gravedad.

2.3. Localización de la fuente

Para dotar de agua a la aldea Chichupac, se hizo un recorrido de 15 kilómetros donde se ubicó la fuente que abastecerá el sistema, siendo esta tipo de aguas de manantiales.

2.4. Calidad del agua

En Guatemala la norma de calidad usada actualmente es la Norma Coguanor NGO 29001, en la cual se contempla con detalle los análisis que deben realizarse al agua para que califique como agua potable. En esta norma se especifica que al análisis que debe realizarse al agua para que sea potable, es un análisis químico sanitario y el examen bacteriológico.

2.4.1. Análisis físico químico

El análisis químico sanitario demostró que el agua es potable, y la Norma Coguanor NGO 29001, indica que estas determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano como lo demuestra el informe que se muestra en el anexo.

2.4.2. Análisis bacteriológico

Conforme el informe que se muestra en el anexo, se concluye que el agua es potable. Este resultado garantiza que el agua no requiere de tratamiento para su consumo más que el de la desinfección a base de cloro, como se vera en la sección 2.11.5., y que se usa para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales y tuberías del sistema.

2.5. Aforos

El aforo se realizó en época de estiaje. El método utilizado para aforar el nacimiento fue el volumétrico; procediendo a realizar tres aforos y sacando un promedio se logro obtener el caudal, obteniendo un caudal de aforo total de 0,55 litros por segundo.

$$Q = \frac{V}{T} \text{ (l/s)}$$

Donde :

V = volumen del recipiente conocido en litros

T = tiempo de llenado en segundos

Q = el caudal expresado en litros por segundo

2.6. Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable, define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto, medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno. Dicha topografía se compone de planimetría y nivelación; los cuales se pueden realizar con teodolito y nivel de precisión, respectivamente, si se trata de un levantamiento de primer orden, el cual se emplea cuando la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad, es menor o igual a 10 metros por kilómetro. Si la diferencia de alturas es mayor y la topografía no es muy complicada, se puede desarrollar un levantamiento de segundo orden, empleando únicamente teodolito para la planimetría y nivelación; lo que se conoce como método taquimétrico.

Después de haberse realizado un caminamiento tentativo en una hoja cartográfica, y hecho un recorrido en las comunidades en estudio para conocer

las condiciones topográficas del lugar, la dispersión de viviendas, el posible recorrido de la línea de descarga y la línea de distribución; se determinó factible realizar un levantamiento de segundo orden, debido a que la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad lo permite.

2.6.1. Planimetría

Para representar la proyección del terreno de las comunidades sobre un plano horizontal imaginario, se adoptó el método de conservación de azimut; para ello se consideró un norte arbitrario como referencia; realizando mediciones máximas de 110 metros, entre estaciones y para distancias menores de 20 metros se empleo una cinta métrica.

2.6.2. Altimetría

Debido a que las diferencias de nivel entre la comunidad y la fuente respecto al lugar donde se ubicará el tanque de distribución, la nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes, como en los sitios donde posiblemente se construirán obras complementarias.

2.7. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones, y debe tomarse en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales y equipo utilizado, calidad de la construcción y se debido mantenimiento.

El período de diseño que recomiendan instituciones como UNEPAR es de 20 años, esto no significa que dentro de ese tiempo el sistema deje de funcionar, el sistema sigue funcionando pero con un porcentaje de deficiencia que esta en función del mantenimiento que se le efectúe al mismo, en este caso se adoptó un periodo de diseño de 21 años.

2.8. Cálculo de población

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo, es por eso que para determinar la población de diseño, se deben considerar factores de crecimiento poblacional, tales como servicios existentes, facilidades de ampliación, actividades productivas, comunicaciones, tasa de natalidad y mortalidad, migración y emigración.

2.8.1. Población actual

Debido a que en la mayoría de comunidades se carece de esta información, se han desarrollado modelos de pronóstico para poder determinar la población futura. La población actual se estimó a la hora de realizar el levantamiento topográfico (contando el número de casas a beneficiar y preguntando cuántos habitantes tiene cada una). Dicho conteo determinó que actualmente existen 42 viviendas y una población de 138 habitantes.

2.8.2. Población futura

Aunque existen varios métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico, por considerarse el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones de países en vías de desarrollo.

En los proyectos estudiados se utilizó la tasa de crecimiento departamental de Rabinal, la cual es del 4 por ciento, ya que en el Instituto Nacional de Estadística (INE) no se cuenta con suficiente información sobre la misma.

Cálculo del crecimiento poblacional utilizando el método geométrico:

Pf = población actual * (1+ tasa de crecimiento anual)^{período de diseño}

$$Pf = 138 * \left(1 + \frac{4}{100}\right)^{21} = 315 \text{ habitantes}$$

2.9. Requerimiento de diseño

Son parámetros que determinan un grado de seguridad o que dictamina lo conservador que se quiere hacer con el cálculo del sistema. En el diseño de una red de distribución de agua se deben de tener en cuenta una serie de normas, que ayudarán a definir con mayor exactitud los factores más importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

2.9.1. Caudal de diseño

Los caudales de diseño son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable. Habiendo considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal máximo horario y el caudal simultáneo, utilizando el mayor de los 2 y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

2.9.2. Bases de diseño

La cantidad de agua que se consume en las comunidades varía tanto durante el día como durante el año. No se consume la misma cantidad de agua en la mañana como en la tarde ni tampoco en los meses de verano como en los de invierno. Es por ello que el diseño de abastecimiento de agua debe estar listo para cubrir esa variación de demandas, y de ahí surgen los conceptos de los factores de variación. Estos son principalmente:

- Factor de día máximo de 1,2 a 2
- Factor de hora máxima de 1,5 a 4

Factor de día máximo (Fdm). El factor de día máximo compensa la variación en el consumo de agua por parte de la comunidad en un tiempo determinado y se calcula tabulando los datos de consumo durante un año.

Según UNEPAR el factor de día máximo está entre 1,2 y 1,5 para poblaciones menores a 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, en este caso se usa 1,7, ya que la población no aumentará los 1 000 habitantes mientras se construye la obra.

Factor de hora máxima (Fhm). El factor de hora máxima sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo. Este factor se debe calcular tabulando los datos de consumo horarios; según UNEPAR este valor varía entre 2,0 a 3,0, para poblaciones menores a 1 000 habitantes, y 2,0 para poblaciones mayores a 1 000 y como la población no sobrepasará los 1 000 habitantes cuando se construya el proyecto se usará el factor de 2,5 para mayor certeza.

2.9.3. Dotación

La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona, se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día) . La dotación debe cubrir las necesidades de consumo de la persona sin afectar sus actividades personales y laborales.

Para poder dotar de agua a una comunidad, se deben tener en cuenta algunos factores importantes como son: clima, nivel de vida, actividad productiva y tipo de abastecimiento.

Según las especificaciones de la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR), señala que a los servicios de conexión intradomiciliarios, con opción a varios grifos por vivienda, se les calcule la dotación entre un parámetro de 60 a 120 litros, en este caso en particular se considera que el proyecto se realizara en área rural y para clima frío.

Se determinó una dotación de 100 litros habitante día para la aldea Chichupac y es una dotación adecuada para el caudal que proporciona el nacimiento.

2.10. Caudal y sus variaciones

Durante el día el caudal dado por una red pública varía continuamente: en horas diurnas supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

2.10.1. Caudal medio diario

Es el consumo de agua promedio diario que se le proporciona a la población futura, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} * \text{dotación}}{86\ 400\ \text{s}} \text{ (l/s)}$$

Donde:

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

$$Q_m = \frac{315\text{hab} * 100 \frac{\text{l}}{\text{hab}} / \text{día}}{86\ 400\ \text{s/día}} = 0,37 \text{ (l/s)}$$

2.10.2. Caudal máximo diario

Es el máximo consumo en un día registrado durante un año, regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población; el valor que se obtiene es utilizado para el diseño de la línea de conducción, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_{md} = Q_m * F_{dm} \text{ (l/s)}$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario o caudal de conducción

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

F_{dm} = factor día máximo

El caudal de conducción para el aldea Chichupac es el siguiente:

$$Q_{md} = 0,37 \text{ (l/s)} * 1,2 = 0,45 \text{ (l/s)}$$

2.10.3. Caudal máximo horario

Es el máximo consumo en una hora observado en el período de un año; utilizado para el diseño de diámetro de tubería en la red de distribución. El valor del factor de hora máxima varía con la densidad de población y depende de la condición económica de la misma, además de saber que el factor de hora máxima es inversamente proporcional al tamaño de la población, esto quiere decir que a mayor población el valor del factor hora máxima disminuye y a menor población se incrementa, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_{mh} = Q_m * F_{hm} \left(\frac{1}{s} \right)$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario o caudal de distribución

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

F_{hm} = factor hora máxima

El caudal de distribución para el aldea Chichupac es el siguiente:

$$Q_{mh} = 0,37 \text{ (l/s)} * 2,0 = 0,74 \text{ (l/s)}$$

2.11. Diseño hidráulico

Son todos los elementos que conforman el sistema de la línea de conducción, red de distribución, captaciones y tuberías en cuyo diseño se deben determinar las longitudes y los diámetros, para poder ajustar las pérdidas a las alturas disponibles hasta las obras hidráulicas.

2.11.1. Diseño y tipo de tubería

Debido a que el agua proviene de un nacimiento que esta aproximadamente 250,00 metros sobre la ubicación del tanque de distribución, se considera como un proyecto de conducción por gravedad, en cuyo diseño se deben determinar las longitudes y los diámetros, para poder ajustar las pérdidas a las alturas disponibles.

Estas pérdidas se pueden conocer por medio de la fórmula de Hazen & Williams, la cual es una de las más empleadas para el cálculo hidráulico de tuberías forzadas, utilizada para cualquier material entre 0,05 y 3,50 metros de diámetro y es válida únicamente para agua. Su formulación es la siguiente.

$$H_f = \left[\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}} \right]$$

Donde:

Q = caudal (lt/s)

L = longitud de la tubería (m)

∅ = diámetro de la tubería (in)

H_f = pérdida de carga (m)

C = coeficiente de fricción (ver tabla)

Tabla IV. **Valores comunes del coeficiente de fricción C**

MATERIAL	C
Acero galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico (P.V.C.)	150

Fuente: AGUILAR RUÍZ, Pedro. Apuntes sobre el curso de *Ingeniería Sanitaria I*. p. 41.

Cuando se requiere consultar las normas para el diseño de acueductos en el área rural, hay que acudir a la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Las normas de diseño proporcionan rangos de valores a ser utilizados, cuando no se dispone de información para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua, es decir, indican algunos parámetros, pero en todo caso es el criterio del diseñador el que debe prevalecer.

2.11.2. Diseño de la línea de conducción

Para fines de este diseño, se estableció con tubería de PVC, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites estimados por sus fabricantes, y solo se utilizará tubería de HG donde existan pasos aéreos o pasos de zanjón.

Todo el proyecto funcionará por gravedad. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, se determinará el diámetro mínimo que satisfaga las condiciones tanto topográficas como hidráulicas.

Se aplica la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1\,743,811141 * L * Q_{md}^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$V = \frac{1,973525241 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

V = velocidad de la tubería

L = longitud de la tubería + 5 % por la topografía del terreno

Q_{md} = caudal de día máximo, o caudal de conducción (L/seg)

D = diámetro de tubería (plg)

C_f = calidad de la tubería. Para PVC se usará C=150

Diseño de la línea de conducción para la aldea Chichupac entre las estaciones 0-46.

Datos:

E-0 a E-46

E-0, cota 1 000,00 m

E-46, cota 865,50 m

Longitud (+5%) = 1 063,71 m

Caudal (Q_{md}) = 0,45 l/s

C = 150

H_f = 109,5 m

Aplicando la fórmula de Hazen-Williams, para obtener el diámetro teórico y seguidamente sustituir valores se obtiene el resultado siguiente: Sustituyendo:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 * l * Qmd^{1,85}}{Hf * C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 * 1063,71 * 0,45^{1,85}}{109,5 * 150^{1,85}}} = 0,82$$

Luego se verifica la Hf para diámetros comerciales inferior y superior:

Diámetro comercial 1 = 1 pulg. Entonces Diámetro interno 1 = 1,00

Diámetro comercial 2 = 3/4 pulg. Entonces Diámetro interno 2 = 0,75

$$Hf1 = \frac{1743,811141 * 1063,71 * 0,45^{1,85}}{1,00^{4,87} * 150^{1,85}} = 39,9$$

$$Hf2 = \frac{1743,811141 * 1063,71 * 0,45^{1,85}}{0,75^{4,87} * 150^{1,85}} = 161,98$$

Longitud diámetro 1 = 457,26

Longitud diámetro 2 = 606,45

No. de tubos de diámetro 1 = 77

No. de tubos de diámetro 2 = 102

Hf Real 1 = 17,15 m

Hf Real 2 = 92,35 m

Sumatoria de pérdidas = 109,50 mca

Cota piezométrica 1 = 982,85 m

Cota piezométrica 2 = 890,50 m

Verificación de la velocidad:

Velocidad diámetro 2 (3/4"):

$$V = \frac{1,973525241 * Qmd}{D^2}$$

$$V = \frac{1,973525241 * 0,45}{0,75^2} = 1,58 \text{ m/s} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Velocidad Diámetro 1 (1"):

$$V = \frac{1,973525241 * 0,45}{1,0^2} = 0,89 \text{ m/s} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Presión dinámica: cota piezométrica 2 (890,50 m) – cota terreno final (865,50 m) = 25 metros.

Resumen: se usaran 77 tubos PVC de 250 libras por pulgada cuadrada con diámetro de 1 pulgada. y 102 tubos PVC de 250 libras por pulgada cuadrada con diámetro de ¾ de pulgada.

2.11.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de distribución juegan un papel importante en el diseño de un sistema de distribución de agua, tanto para el funcionamiento hidráulico del sistema como para el almacenamiento del agua y así poder brindar un eficiente servicio.

Estos pueden ser construidos con mampostería de piedra, concreto ciclópeo o concreto armado, siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos sanitarios:

- Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua y polvo del exterior, con pendiente para drenar el agua de lluvia.
- El tubo de ventilación tendrá la abertura exterior hacia abajo, con rejilla, para impedir la entrada de vectores como insectos y polvo.
- Escotilla de visita para inspección de limpieza, ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
- El diámetro mínimo de la tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada al tanque.
- El tubo de salida se colocará al lado opuesto del tubo de entrada, para que el agua circule en el tanque.
- Contará con escaleras interiores y exteriores, si el tanque excede de 1,2 metros de alto. La superficie del terreno, alrededor del tanque, tendrá una pendiente que permita drenar hacia fuera el agua superficial, sobresaliendo las paredes por lo menos 30 centímetros, de la superficie del terreno.

2.11.4. Volumen tanque de almacenamiento

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar sistemas por gravedad 25 a 40 por ciento del consumo medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65 por ciento. Entonces, en este caso se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimiento de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40 por ciento del consumo medio diario estimado en este proyecto.

Cuando el suministro de agua se considere seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema. Resumiendo, el volumen total del tanque será:

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes, el 40 por ciento del consumo medio diario de la población, el cual no considera reservas para eventualidades.
- Para poblaciones entre 1 000 y 5 000 habitantes, el 40 por ciento del consumo medio diario, más un 10 por ciento para eventualidades.
- En poblaciones mayores de 5 000 habitantes el 45 por ciento del consumo medio diario, más un 10 por ciento para eventualidades.

- En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la del 40 al 65 por ciento de un día de consumo medio, salvo en los casos en que se necesite proveer una capacidad adicional para contingencias o incendios.

$$Q_m = 0,37 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86\,400 \text{ segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ litros}$$

Para efecto del diseño se asume un 31 por ciento del consumo máximo diario para tal efecto se utiliza la fórmula siguiente:

Cálculo de volumen

$$\text{Vol} = \frac{Q_m * 86\,400}{1\,000} * \frac{31\%}{100}$$

$$\text{Vol} = \frac{0,37 * 86\,400}{1\,000} * \frac{31\%}{100}$$

$$\text{Vol} = 9,91 \text{ m}^3$$

Para efectos de diseño, el volumen del tanque será de 10 metros cúbicos y conforme la geología del terreno, se construirá de concreto cíclope con especificaciones en el plano constructivo.

Datos utilizados para el diseño:

$F'c$ = resistencia a la compresión del concreto (210 kg/cm²)

Fy = esfuerzo de fluencia del acero grado 40 (2 810 kg/cm²)

Γ_c = peso específico del concreto (2 810 kg/m³)

Γ_s = peso específico del suelo (1,30 ton/m³)

Vs = valor soporte del suelo (20 ton/m²)

Γ_a = peso específico del agua (1 ton/m³)

Φ = coeficiente de rozamiento (18,7 °)

Dimensiones del tanque:

Capacidad del tanque = 9,91 m³

Para comenzar se asume una altura del nivel de agua de 1,50 metros.

Entonces:

$$\frac{9,91}{1,50} = 6,61 \text{ m}$$

$$\sqrt{6,61} = 2,57 \text{ m} \cong 2,60 \text{ m}$$

Las dimensiones del tanque serán; (2,60 m * 2,60 m * 1,50 m) = 10,14 m³

Diseño estructural de la cubierta. La estructura de cubierta se diseñará, con una losa de concreto reforzada y con las siguientes dimensiones que se mostrarán a continuación.

Dimensiones de la losa. Las dimensiones de la losa se muestran a continuación:

Longitud = 3,05 m

Ancho = 3,05 m

Haciendo uso del Código ACI (American Concrete Institute) y el método 3 que dice:

Coeficiente de momentos

- Cálculo del coeficiente de momentos (m) a usar en el Código ACI, que es la relación entre el lado menor y lado mayor.

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3,05}{3,05} = 1$$

Espesor de la losa

- Cálculo del espesor de la losa (t)

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = 2 * \frac{3,05 + 3,05}{180} = 0,067 \text{ m} \approx 0,10 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

Integración de cargas

- Cálculo de carga

Carga muerta

Es el peso propio de toda la estructura.

$$CM = PpLosa + \text{sobre peso}$$

$$PpLosa = 2400 \text{ kg/m}^3 * t * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sobre peso} = 60 \text{ kg/m (acabados)}$$

$$CM = 240 \text{ kg/m} + 60 \text{ kg/m} = 300 \text{ kg/m}$$

$$CM = 300 \text{ kg/m}$$

Carga viva. Son las fuerzas externas que actúan en la estructura.

$$CV = 100 \text{ kg/m}$$

Cargas últimas. Es la sumatoria de cargas vivas y muertas afectadas por un factor de seguridad. El factor para carga muerta es un 40 por ciento más, y para la carga viva un 70 por ciento.

$$CMu = 300 \text{ kg/m} * 1,40 = 420 \text{ kg/m}$$

$$CVu = 100 \text{ kg/m} * 1,70 = 170 \text{ kg/m}$$

$$Cu = CMu + CVu$$

$$CU = 420 \text{ Kg/m} + 170 \text{ Kg/m}$$

$$Cu = 420 \text{ kg/m} + 170 \text{ kg/m} = 590 \text{ kg/m}$$

Momentos que actúan en la losa. Los momentos pueden ser positivos o negativos, conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo a la posición de giro. En este caso los momentos analizados tanto del lado A como del lado B serán los mismos debido a que las dimensiones de ambos lados son iguales.

$$M(+)_A = A^2 * (Ca_{CM} * C_{Mu} + Ca_{Cv} * C_{Vu})$$

$$M(+)_A = (3,05)^2 * ((0,036 * 420 \text{ kg/m}) + (0,036 * 170 \text{ kg/m}))$$

$$M(+)_A = 339,84 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_A = 339,84 \text{ kg-m} / 3$$

$$M(-)_A = 113,28 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_B = B^2 * (Cb_{CM} * C_{Mu} + Cb_{Cv} * C_{Vu})$$

$$M(+)_B = 339,84 \text{ kg-m}$$

$$M(-)_B = 339,84 \text{ kg-m} / 3$$

$$M(-)_B = 113,28 \text{ kg-m}$$

Acero mínimo y espaciamiento

Cálculo de acero mínimo ($A_{smín}$):

$$A_{smín} = 40\% \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

Donde:

$$b = 1,00 \text{ franja unitaria}$$

$$d = t - \text{recubrimiento}$$

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} = 7,5 \text{ cm}$$

$$A_{smin.} = 0,40 \left(\frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 * 7,5 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 1,504 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento:

Proponemos varilla numero 3 grado 40

$$1,504 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm} / 1,5041 \text{ cm}^2$$

$$S = 47,20 \text{ cm}$$

$$\text{Pero } S_{max.} = 3 * t$$

$$S_{max} = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 30 \text{ cm}$$

Cálculo de la nueva área de acero mínimo con un espaciamiento máximo:

$$A_{smin} \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 30$$

$$A_{smin.} = \frac{100 * 0,71}{30} = 2,36 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo.

$$\text{Momento } A_{smin} = (\Phi * A_{smin} * F_y) [A_{smin} * F_y] / 1,7 * F'_c * b$$

$$\text{Momento } A_{smín} = (0,9 * 2,36 * 2810) \left(7,5 - \frac{[2,36 * 2810]}{1,7 * 210 * 100} \right)$$

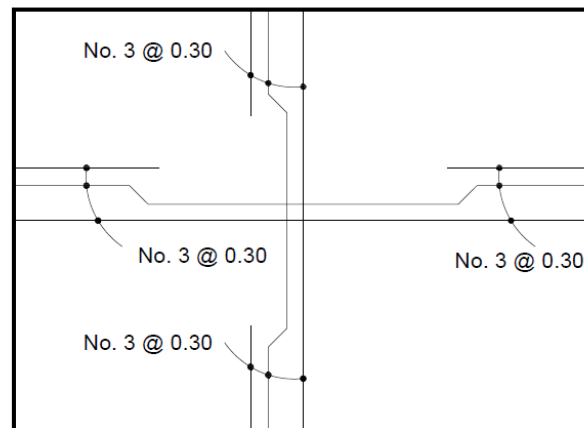
$$\text{Momento } A_{smín} = 685,036 \text{ kg-m}$$

Se puede observar que el momento que resiste el área de acero mínimo, es mayor que los momentos que actúan sobre la losa, por lo tanto se propone el siguiente armado: se usa varillas número 3 G40 @ 0,30 metros.

Detalle de refuerzo

Detalle de refuerzo para la losa se presenta a continuación:

Figura 2. **Diagrama de refuerzo**

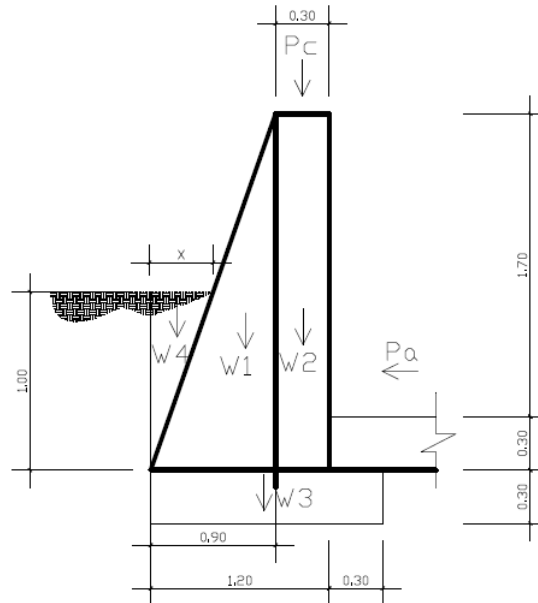


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Diseño estructural del muro. Por las características geográficas del terreno se diseñará muros de gravedad, para la construcción del tanque de almacenamiento.

Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro. Para una mejor visualización se presenta un corte transversal del muro:

Figura 3. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Donde:

$\rho_{\text{agua}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ (peso específico del agua)

$C_f = 0,60$ (coeficiente de fricción)

$\text{Base} = C_f * H$

$\text{Base} = 0,60 * 2,00 \text{ m}$

$\text{Base} = 1,20 \text{ m}$

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

$\Gamma_s =$ peso específico del suelo ($1,30 \text{ ton/m}^3$)

$V_s =$ valor soporte del suelo (20 ton/m^2)

$\Gamma_a =$ peso específico del agua (1 ton/m^3)

$\Phi =$ coeficiente de rozamiento ($18,7^\circ$)

$\Gamma_{cc} =$ peso específico del concreto ciclópeo ($2\,300 \text{ kg/m}^3$)

A continuación se presenta una tabla con los datos de la integración de las cargas:

Para encontrar la distancia X que forma la figura 2, se realiza por semejanza de triángulos, procediendo de la siguiente forma:

$$\frac{x}{1m} = \frac{0,90mt}{2,00mt}$$

Donde $X = 0,45$ m

Tabla V. **Cálculo de momentos que soportan los muros**

Fig.	$W_r(\text{kg}) = R_o \cdot \text{muro}(\text{kg/m}^3) \cdot A(\text{m})$	Brazo (m)	$M_r(\text{kg-m})$
1	$2\,300 * 0,5 * 0,90 * 2,00 = 2\,070$	$(0,3+0,3)+1/3*0,9 = 0,9$	1 863,00
2	$2\,300 * 0,30 * 2,00 = 1\,380$	$(0,3)+(0,3/2) = 0,45$	621,00
3	$2\,300 * 1,50 * 0,30 = 1\,035$	$1,50/2 = 0,75$	776,25
4	$1\,300 * 0,50 * 0,45 * 1,00 = 292,50$	$(0,60)+2/3*0,45 = 0,90$	263,25
	$\Sigma W_r = 4\,777,50$ kg		$\Sigma M_r = 3\,523,50$ kg-m

Fuente: elaboración propia.

Cargas de la losa y de la viga hacia el muro. Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga del lado menor sobre el muro.

$$l\text{osa} = c_u * A / L$$

$$W_{\text{losa}} = 590 \text{ gk} * 3,05 \text{ m}^2 / 3,05 \text{ m}$$

$$W_{\text{losa}} = 590 \text{ kg/m}$$

Carga uniforme distribuida que ejerce la viga sobre el muro.

$$W_{\text{viga}} = f'c * b * h$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,20 * 0,20 \text{ m}$$

$$W_{\text{viga}} = 96 \text{ kg/m}$$

Suma de cargas uniformemente distribuidas (W_{lv}).

$$W_{lv} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$$

$$W_{lv} = 590 \text{ kg/m} + 96 \text{ kg/m}$$

$$W_{lv} = 686,00 \text{ kg/m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria (P_c).

$$P_c = 686,00 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$P_c = 686,00 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual P_c (M_c).

$$M_c = 686,00 \text{ kg} * ((0,5 * 0,3 \text{ m}) + 0,30 \text{ m})$$

$$M_c = 308,70 \text{ kg-m}$$

Carga total (W_t).

$$W_t = 4\,777,50 \text{ kg} + 308,70 \text{ kg}$$

$$W_t = 5\,086,20 \text{ kg}$$

Presión activa.

$$Pa = \Gamma_s * \frac{1}{3} * \frac{H^2}{2}$$

$$Pa = 1\,300 \text{ kg/m}^3 * 1/3 * (1,60)^2 / 2$$

$$Pa = 564,67 \text{ kg}$$

Chequeo del muro contra volteo.

$$Mv = Pa * \frac{H}{3}$$

$$Mv = 564,67 \text{ kg} * \left(\frac{1}{3} * 1 \text{ m} + 0,60 \text{ m}\right)$$

$$Mv = 527,02 \text{ kg-m}$$

Verificación contra volteo:

$$FS = \frac{Mr}{Mv}$$

$$FS = 3\,523,50 \text{ kg} - \text{m} / 527,02 \text{ kg} - \text{m}$$

$$FS = 6,68$$

6,68 > 1,5 verifica contra volteo

Chequeo del muro contra deslizamiento.

Ff = Wt * coeficiente de fricción

$$Ff = 4\,777,50 \text{ kg} * 0,60$$

$$Ff = 2\,866,50 \text{ kg}$$

$$Fs = \frac{Ff}{Pa}$$

$$Fs = 2\,866,50 \text{ kg} / 564,67 \text{ kg}$$

$$Fs = 5,07$$

5,07 > 1,5 verifica contra deslizamiento.

Chequeo de presiones.

$$X = \frac{Mr - Mv}{Wt}$$

$$X = \frac{3523,50 \text{ kg} - m - 527,02 \text{ kg} - m}{5\ 086,20 \text{ kg}}$$

$$X = 0,589 \text{ m}$$

$$e = \left(\frac{B}{2}\right) - x$$

$$e = \left(\frac{1,50 \text{ m}}{2}\right) - 0,589 \text{ m}$$

$$e = 0,16 \text{ m}$$

Cálculo de presión sobre el suelo.

$$P = \left(\frac{Wt}{A}\right) * \left(1 + 6 * \left(\frac{e}{b}\right)\right)$$

$$P = \left(\frac{5\ 086,20 \text{ kg}}{1,53 \text{ m} * 1 \text{ m}}\right) * \left(1 + 6 * \left(\frac{0,16}{1,5}\right)\right)$$

$$P_{\max} = 5\ 572,58 \text{ kg/m}^2 < \text{valor soporte del suelo}$$

$$P_{\min} = 1\ 209,01 \text{ kg/m}^2 > 0$$

Como $5\ 572,58 \text{ kg/m}^2 < 21\ 000 \text{ kg/m}^2$ el suelo resiste la presión del muro.

Habiendo revisado todos los aspectos de seguridad para el muro y cumpliendo con los factores de seguridad, se concluye que las dimensiones que adoptaron el muro por gravedad son adecuadas.

2.11.5. Sistema de desinfección

La mayoría de agua que se encuentra en los ríos, lagos y mares de Guatemala está contaminada; es por ello que el agua que se va a utilizar para el abastecimiento de una población es de vital importancia desinfectarla. Uno de los métodos más utilizado en Guatemala, por su accesibilidad económica, es la desinfección por medio del cloro. Un sistema que es rudimentario, pero muy práctico, en el caso de soluciones individuales, es el empleo de un tanque en el cual, se tiene un dosificador que actúa por gravedad con la dosis necesaria para la desinfección.

Tabla VI. **Cantidad necesaria de cloro para la desinfección**

VOLUMEN DEL TANQUE Y CANTIDAD DE ONZAS DE CLORO	
Volumen del tanque en m ³	Cantidad de onzas de cloro
10	Una onza
15	Onza y media
20	Dos onzas
25	Dos onzas y media
30	Tres onzas
40	Cuatro onzas
50	Cinco onzas

Fuente: OPS / OMS División de Salud y Ambiente, Guatemala.

La forma de presentación del cloro consiste en tabletas de tricloro, que tienen un tamaño de 3 pulgadas de diámetro, por una pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 por ciento y un 10 por ciento de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas, por tanto, se deben aplicar 1,5 tabletas cada 20 días, con el objetivo de evitar que bacterias y otros microorganismos puedan ocasionar daños a la salud de la población consumidora.

2.11.6. Diseño de la línea de distribución

La línea de distribución comprende las tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias. Debido a que es una red de distribución abierta, se compone de un ramal principal y ramales secundarios.

- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
- La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
- Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliarias, aunque se podrían instalar llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.
- Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

2.11.7. Diseño de la red de distribución

El diseño de la red de distribución se efectuará teniendo en cuenta analizarlo por nudos, debido a las grandes distancias que existen entre las viviendas y las condiciones de topografía del lugar. Se consideran los siguientes factores:

- Caudal de diseño: tal como se explico en el inciso 2.11.6.
- Presión estática en la tubería: se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías es de 160 libra pulgada cuadrada = 90 metros columna de agua, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 libras pulgada cuadrada.

En la línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 metros columna de agua, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.

- Presión dinámica en la tubería: cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o

pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 metros columna de agua, que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 metros columna de agua, siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 metros columna de agua, pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

- Línea piezométrica: es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería. Esto indica, para cada punto de la tubería, 3 elementos: la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, que representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

La distancia entre la línea piezométrica y la tubería, que representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería. La pendiente de la línea piezométrica, que representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

- Verificación de velocidades: en todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0,60 hasta 3 metros por segundo máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobre presión, que se debe al golpe de ariete.
- Descripción de la conexión domiciliar: esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o bien un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Hoy en día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua).

Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ pulgadas de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Las conexiones domiciliarias estarán compuestas por los siguientes accesorios:

- Contador.
- Tees PVC
- Reducidores PVC
- Niples (tubo) PVC longitud variable.
- Adaptador macho de PVC
- Llave de paso de bronce
- Tubo PVC longitud y diámetro variable
- Codo PVC 90°
- Niple HG
- Tubería PVC Ø 2" o 3"
- Adaptador hembra PVC
- Válvula de chorro

Importante considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1\,743,811141 * L * Qd^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$V = \frac{1,973525241 * Qd}{D^2}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

V = velocidad de la tubería (m/s)

L = longitud de la tubería + 5% por la topografía del terreno

Q_d = caudal de hora máximo, o caudal de distribución (l/s)

D = diámetro interno de tubería (pulg)

C = calidad de la tubería. Para PVC se usará C=150

Ejemplo de diseño para la aldea Chichupac: se diseñará el tramo entre las estaciones 79-99 del ramal 1.

Datos:

E-79 a E-99

E-79 = cota 747,40 m

E-99 = cota 684,32 m

Longitud (+5%) = 550,31

Caudal (Qd) = 0,76 l/s

C = 150

Hf = 63,08

Aplicando Hazen-Williams para obtener diámetro teórico.

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811141 * l * Qc^{1,85}}{Hf * C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811141 * 550,31 * 0,76^{1,85}}{63,08 * 150^{1,85}}} = 0,98 \text{ pulg}$$

Luego se verifica la Hf para el diámetro comercial:

Diámetro comercial = 1 pulg

Diámetro interno = 1,195 pulg

$$Hf = \frac{1\,743,811141 * 550,31 * 0,76^{1,85}}{1,195^{4,87} * 150^{1,85}} = 23,13 \text{ m}$$

Verificación de velocidad

$$V = \frac{1,973525241 * 0,76}{1,195^2} = 1,06 \text{ m/s} \quad \text{OK} \quad 0,4 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Cota piezométrica inicial = 747,40 m

Cota piezométrica final = 724,27 m

Presión dinámica: 39,95 m

Número de tubos de diámetro 1" = 92

Nota: los cálculos se hicieron en hoja electrónica, se presentan en el apéndice.

2.12. Obras hidráulicas

Son obras accesorias que sirven para complementar el paso de la tubería y cumplen distintas funciones. Son llamadas también obras de arte por el trabajo que llevan en su elaboración.

2.12.1. Cajas de captación

Es una estructura realizada con el fin de coleccionar agua de las fuentes, y asegurar, bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación del caudal previsto el tipo de obra que se utilice está en función de las características de la fuente y según el tipo de esta, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Fuente de ladera concentrada: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.

- Fuente de fondo concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.
- Fuente de fondo difuso: es la captación de una fuente subterránea con afloramientos verticales en una zona extensa.

Las fuentes del proyecto son de tipo brote definido en ladera, por lo que se diseñaron captaciones típicas.

2.12.2. Cajas rompe presiones

Este accesorio sirve para que la presión estática en un punto específico del tramo de conducción o distribución, se pueda volver a un valor de cero. Esto se hace con la finalidad de no utilizar tubería de mayor resistencia (en línea de conducción), y así poder optimizar costos, como también para mantener los parámetros de presión máximo y mínimo en la red de distribución, con el fin de no dañar los accesorios en las viviendas.

En este caso se ubicó una caja en la estación E-46 de la línea de distribución (estas caja incluyen flote).

2.12.3. Pasos aéreos

Los pasos elevados son utilizados principalmente para poder pasar la tubería sobre accidentes geográficos especiales (barrancos, ríos, otros.). En este caso se utilizan para pasar sobre depresiones fuertes de terreno y ríos, los cuales son elaborados mediante anclajes y cables.

2.13. Válvulas

Son elementos que complementan el sistema de agua potable y su función primordial es reducir parcialmente o totalmente el flujo de agua que se transporta en determinada sección de tubería evitando la circulación de agua, ya sea para hacer reparaciones en el sistema o cualquier otra eventualidad en este caso se instalaran válvulas de limpieza, válvulas de aire y válvulas de control.

2.13.1. Válvula de aire

Estas válvulas se utilizan debido a que el aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que se acumule puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua.

2.13.2. Válvula de limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería la arena que haya ingresado a la misma, la cual tiende a depositarse en los puntos más bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de compuerta, de diámetro igual al de la tubería que sirve, pero nunca puede ser menor de 2 pulgadas.

2.14. Operación y mantenimiento

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un fondo

para operar el sistema y darle mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa que cada una de las viviendas como usuarios deben cancelar, en función del costo de operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva.

2.15. Propuesta de tarifa

La tarifa que se implemente por la prestación del servicio de agua en la aldea Chichupac, debe cubrir como mínimo los costos anuales relacionados con la administración, operación y mantenimiento del sistema, así como también el pago del salario del fontanero.

- Costo de operación (O)

Este costo es el representado por el pago mensual de la persona encargada de la inspección y el buen funcionamiento del sistema. Este se calcula en base al salario mínimo que se gana en la actualidad en la localidad.

Pago por día de trabajo = Q 30,00

Prestaciones = 5 %

Salario mensual = (Q 30,00/día x 30 días/mes) x 1,05 = Q 945,00

El salario mensual del encargado es de Q 945,00.

- Costo de mantenimiento (M)

Este gasto se da cuando se requiere hacer reparaciones en el sistema y para comprar materiales que se hayan deteriorado con el tiempo. Se estima por medio del cuatro por millar del costo total del proyecto.

$$(M) = \frac{0,004 * \text{costo total del proyecto}}{\text{período de diseño del proyecto}} = \frac{0,004 * Q 1 202 951,19}{252 \text{ meses}} = Q 19,19/\text{mes}$$

- Costo de tratamiento (T)

Es el costo de la compra del cloro utilizado para la desinfección del agua. La cantidad de cloro que se utilizará es la obtenida de la tabla XIV, que ha dado un resultado de 1 onzas.

T = costo de la onza de hipoclorito * onzas a utilizar en el mes

$$T = Q 10,00 * 1 \text{ onzas} = Q 10,00/\text{mes}$$

- Costo de administración (A)

Este es el costo que se da por gastos administrativos que pueden ser: viáticos, papelerías, otros. Además, se tiene para cualquier tipo de imprevistos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema, este se considera como el 25 por ciento de la suma de los costos anteriores.

$$A = 25\% \times (O + M + T) = 0,25 \times (Q 945,00 + Q 19,19 + Q 10,00) = Q 243,55$$

El costo mensual que representan los gastos administrativos es de Q 243,55.

- Cálculo de la tarifa

La tarifa se calcula haciendo la sumatoria de los costos anteriores divididos entre el número de viviendas a beneficiar con el proyecto.

$$\text{Tarifa} = \frac{O + M + T + A}{\text{No. de viviendas}} = \frac{945,00 + 19,19 + 10,00 + 243,55}{42 \text{ viviendas}} = \text{Q } 28,99/\text{mes}$$

La tarifa se fijará en Q 29,00 mensuales por casa, se espera con esto poder cubrir todos los gastos que se puedan dar durante el uso del sistema.

2.16. Elaboración de planos

Se elaboraron los planos de planta general, densidad de vivienda, planta perfil de la línea de conducción y red de distribución, detalles de tanque de distribución, obras de arte, pasos aéreos. Ver planos en apéndice.

2.17. Elaboración de presupuesto

En la integración del presupuesto se consideró los costos directos, los costos indirectos no consideraron queda a consideración de las autoridades municipales.

Tabla VII. Presupuesto de sistema de agua potable

No.	DESCRIPCION DE RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Replanteo Topográfico y Trazo	6,033.00	ml	Q 1.29	Q 7,782.57
1.2	Descripción de mano de obra	4,471.80	m ²	Q 1.51	Q 6,755.10
TOTAL DE RENGLON					Q 14,537.67
2.0	LINEA DE CONDUCCIÓN				
2.1	Capatación	1.00	Global	Q 16,436.94	Q 16,436.94
2.2	Tubería de Conducción	1,773.00	ml	Q 152.36	Q 270,129.00
2.3	Válvula de Limpieza + Caja	2.00	Unidad	Q 1,054.79	Q 2,109.57
2.4	Válvula de Aire + Caja	2.00	Unidad	Q 1,048.35	Q 2,096.70
TOTAL DE RENGLON					Q 290,772.22
3.0	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
3.1	Tanque de Distribución 10M ³	1.00	Global	Q 78,772.37	Q 78,772.37
TOTAL DE RENGLON					Q 78,772.37
4.0	LINEA DE DISTRIBUCIÓN				
4.1	Tubería de Distribución	4,260.00	ml	Q 148.29	Q 631,733.50
4.2	Caja Rompe Presión	11.00	Unidad	Q 10,568.17	Q 116,249.88
4.3	Conexiones Predial	46.00	Unidad	Q 1,356.32	Q 62,390.95
4.4	Caja para Contro de Caudal	10.00	Unidad	Q 849.46	Q 8,494.61
TOTAL DE RENGLON					Q 818,868.93
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 1,202,951.19

Fuente: elaboración propia.

2.18. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

En cualquier construcción de ingeniería que se realice, ya sea sistema de abastecimiento de agua potable, escuelas, entre otras, se debe de considerar de que sea cualquier tipo de construcción ocasionará un impacto de carácter positivo, negativo, irreversible o negativo con posibles mitigaciones en forma directa los ambientes (social, físico, biológico). Por tal motivo el Congreso de la República con el Decreto No. 68-86 (reformado por el Decreto del Congreso No. 1-93).

Indica que para todo proyecto, obra, industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o

notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos especializados. El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental.

- Impactos ambientales

Componente social: habitantes de la aldea Chichupac, Rabinal, Baja Verapaz, recibirán directamente el impacto ya que se tendrá que acarrear los materiales utilizados para la construcción de los tanques de captación, tanques de alimentación, tanque de distribución, la línea de ramales, la línea de conducción la línea de impulsión entre otros ya que la carretera únicamente atraviesa una parte de la comunidad.

Estética: esto refiere a la contaminación que se produce por la construcción y se afectada el medio ambiente. Se debe de recordar que en dicha aldea existe vegetación por lo cual hay que evitar que con la construcción de elementos grandes como los tanques, las cajas no se produzca contaminación en el paisaje.

Amenaza naturales: se debe de construir cualquier elemento de ingeniería en un lugar fuera de peligro de los deslizamientos, ya que podrían provocar daños irreparables. Además debemos de recordar que Guatemala es un país altamente sísmico por lo que cualquier construcción puede verse afectado por este fenómeno natural.

- Medidas de mitigación

Para mitigar la contaminación debemos de tener en cuenta que en la construcción se debe de regir a lo siguiente:

- Diseñar y construir adaptándose a el entorno natural del terreno
- Conocer o recorrer el terreno donde se diseñara el edificio
- Las bolsas de cemento o cualquier otro material, enterrarlas evitar quemarlas
- Trasladar los materiales evitando los días festivos o de plaza
- Limpiar el área después de cada día de trabajo
- Evitar dejar tablas, estacas, palas, o cualquier otro elemento en el espacio utilizado para moverse dentro de la obra
- Poseer una bodega que sea de fácil acceso
- Evitar los materiales de mala calidad
- Poseer un botiquín de primero auxilios en el proyecto
- Realizar un plan de educación ambiental

En operación debemos de reducir riesgos de la siguiente manera:

- Evaluación ambiental permanente del área
- Capacitación permanente a operadores del sistema
- Mantenimiento preventivo

Tabla VIII. **Medidas de mitigación de impactos ambientales para proyectos de agua potable**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	Humedecer periódicamente el terreno. Transportar el material de excavación.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos	Mantener contenedores para un adecuado almacenamiento temporal. Recuperar y reutilizar las excavaciones. Retirar, transportar y disponer los residuos sobrantes en lugares autorizados.
Ruidos y/o vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías, en horarios diurnos.

Suelo	Cambios en la estructura físico-química del suelo	No realizar directamente en el suelo las mezclas para las obras de concreto.
Vegetación y fauna	Remoción y afección de la cobertura vegetal	Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Incremento en los niveles de seguridad	Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en la etapa de ejecución y operación. Instalar cercos perimetrales en las áreas de trabajo. Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con la alarma de reversa.
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos.

Fuente: Dirección Municipal de Planificación de Rabinal, Baja Verapaz.

- Riesgos y vulnerabilidad

La importancia de la educación ambiental en Guatemala y la posibilidad de sufrir algún daño natural o por descuido es ello lo que vuelve necesario el estudio de vulnerabilidad en las obras de estructura que se planifiquen, así como poseer una respuesta a las emergencias, ya sea en gran magnitud o en pequeña escala, por lo que se tendrá que solicitar ayuda a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) para elaborar el estudio o de los riesgos que considera dicha institución, a manera de evitar desastres.

- Recomendaciones

Entre los procesos que se deben seguir en el sector manera de reducir los desastres se encuentran.

- Organizar una directiva de medio ambiente de la aldea que velará por la seguridad de los comunitarios y evitar la contaminación de cualquier tipo, proveniente de la construcción del sistema de abastecimiento.
- Poner en claro a los comunitarios cuales son los riesgos que se tienen.
- Capacitar al personal encargado en la aldea y al Comité de Agua de la comunidad, para que sepan que hacer al momento de un desastre o de la contaminación y también como evitar dichos acontecimientos.

- Crear una comisión que sea la encargada de velar por la seguridad de los niños y evitar la contaminación de cualquier tipo dentro de la infraestructura.

2.19. Evaluación socioeconómica

La evaluación de los proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generan, para ello se utilizarán los métodos matemáticos de Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

2.19.1. Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto es una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, también significa algo muy importante en lo relacionado a la administración financiera. Cuando se calcula este valor se debe de considerar una tasa de interés superior a la tasa de interés de oportunidad, para que se tenga un margen de seguridad que cubrirá liquidez, inflación, o desviaciones que no se tengan previstas. El valor presente neto viene dado por:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{In - En}{(1 + i)^n}$$

Donde:

In = ingresos

En = egresos

N = número de períodos considerado

i = tasa de interés de oportunidad

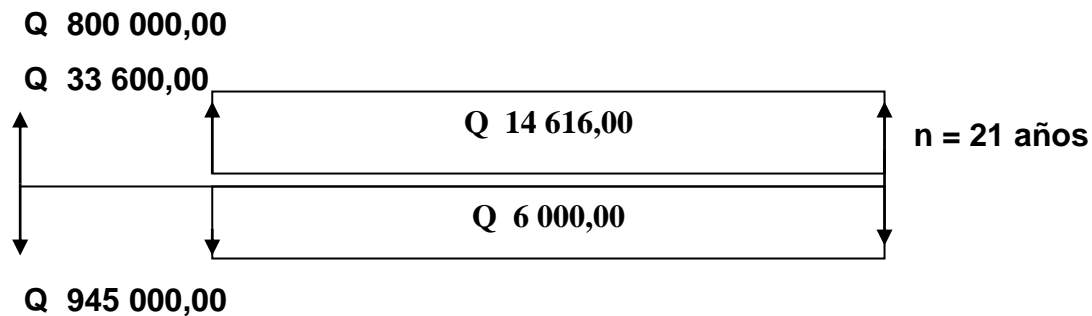
Para el sistema de agua potable para la aldea Chichupac se tiene:

La Municipalidad de Rabinal pretende invertir Q 945 000,00 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua potable para la aldea Chichupac.

Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 500,00. Se estima tener los siguientes ingresos: el Consejo de Desarrollo Departamental aportará Q 800 000,00 para la construcción del proyecto, por la instalación de la acometida se hará un pago único de Q 800,00 por vivienda, también se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 29,00. Suponiendo una tasa del 13 por ciento al final de los 21 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 945 000,00
Ingreso inicial	(Q 800,00/viv)(42 viv)	Q 33 600,00
	Consejo de Desarrollo	Q 800 000,00
Costos anuales	(Q 500,00/mes)(12 meses)	Q 6 000,00
Ingreso anual	(Q 29,00/viv)(42 viv)(12 meses)	Q 14 616,00
Vida útil, en años		21 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13 por ciento.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

$$VPN = -945\,000,00 + 33\,600,00 + 800\,000,00 - 6\,000 * (1 + 0,13)^{21} + 14\,616,00 * (1 + 0,13)^{21}$$

$$VPN = 789,70$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que este es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

2.19.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Esta tasa interna de retorno se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial del proyecto. Este método es el más utilizado para comparar alternativas de inversión. Es la tasa interna de retorno la que sirve como una tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a

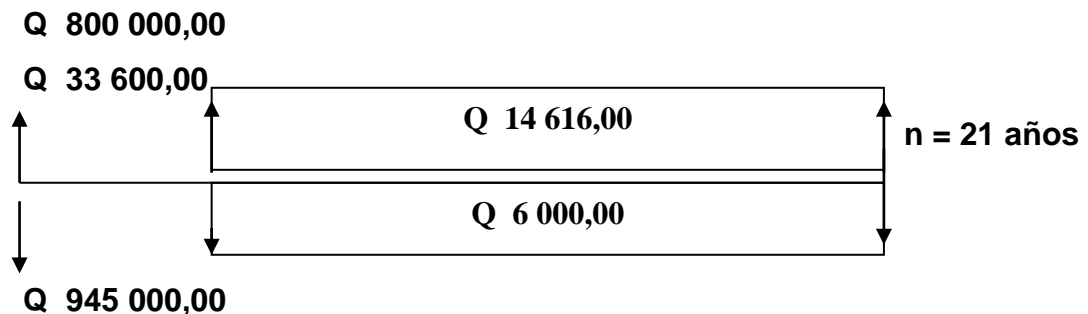
cero, es decir que el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Chichupac se tiene:

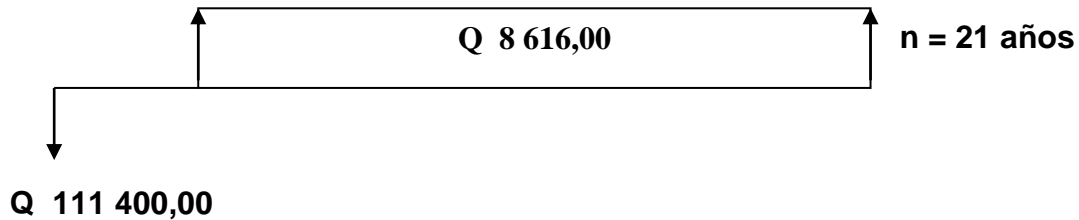
La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía ejecutar la introducción de agua para la aldea Chichupac, con un costo inicial aproximado de Q 945 000,00.

Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6 000,00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 14 616,00 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; este será de Q 33 600,00 por el total de 42 viviendas existentes, y un aporte del Consejo de Desarrollo Departamental de Q 800 000,00, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 21 años, el cual corresponde al sistema.

- Se realiza la gráfica del problema



- Puesto que los Q 14 616,00 y los Q 6 000,00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 945 000,00 y los Q 833 600,00 la gráfica se podría simplificar a:



- Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

- Se utiliza una tasa de interés de 13 %

$$VPN = - 111\ 400,00 + 8\ 616,00 \cdot (1 + 0,13)^{21}$$

$$VPN = 789,70$$

- Se utiliza una tasa de interés de 10 %

$$VPN = - 111\ 400,00 + 8\ 616,00 \cdot (1 + 0,1)^{21}$$

$$VPN = - 47\ 639,45$$

- Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$13\% \rightarrow 789,70$$

$$i \rightarrow 0$$

$$10\% \rightarrow 47\ 639,45$$

- Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan

$$\frac{13-i}{13-10} = \frac{789,70}{789,70 - (-47\,639,45)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 1,630629$ por ciento, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 1,630629$$

3. DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un edificio escolar de 2 niveles para la aldea Xococ. Constará de 2 niveles, con capacidad para 8 aulas. También se diseñará un módulo independiente de gradas.

El diseño del módulo independiente será de mampostería reforzada y losas planas, piso de granito, puertas y ventanas de hierro.

3.2. Descripción del espacio disponible

El terreno disponible se encuentra ubicado en la aldea Xococ a 13 kilómetros de la cabecera municipal, el cual tiene un área de 660 metros cuadrados de forma regular, el área de construcción es de 230 metros cuadrados.

3.3. Estudio de suelos

Para el estudio se obtuvo muestras del suelo inalterado en una perforación, a estas se les realizó el ensayo de compresión triaxial, que consiste principalmente en obtener el valor soporte del suelo o capacidad de carga, con la cual se diseña la cimentación. El valor soporte es una característica de cada sistema de suelo cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo.

3.3.1. Análisis de resultados

Para determinar las propiedades mecánicas del suelo en el que se construirá la edificación se procedió a realizar el ensayo de compresión triaxial, el cual tiene como principal objetivo determinar los parámetros de la resistencia al esfuerzo de corte (cohesión y ángulo de fricción interna), para posteriormente determinar la capacidad de carga a través del método empírico propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

Existen varias ecuaciones propuestas por el Dr. Karl Terzaghi, estas dependen de las condiciones y características del suelo, de la geometría de la cimentación y de las condiciones de carga a la que está sometida; para este caso se utilizará la ecuación modificada para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas y circulares.

Cálculo del valor soporte (V_s): el cálculo del valor soporte del suelo, se realizó por el método de Terzaghi, con los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial.

Ecuación general de capacidad de carga última

$$q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + d f_y * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + B_y * N_y * F_{ys} * F_{yd} * F_{yi}$$

Donde:

q_u = capacidad de carga última

N_c, N_q, N_y = factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = factores de forma que dependen del tamaño de la zapata

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = factores que dependen de la profundidad de la zapata

F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} = factores que dependen de la inclinación a la cual se aplica la carga

A continuación se presentan los datos necesarios para determinar la capacidad de carga última del suelo:

El suelo tiene una descripción de arena-limosa color café:

Coeficiente de cohesión (C_u)	= 2,54 t/m ²
Ángulo de fricción interna (ϕ)	= 24,17°
Base de la cimentación (B)	= 1 m
Desplante (D_f)	= 1,50 m
Peso volumétrico del suelo (γ_{suelo})	= 1,90 t/m ³
Factor de seguridad (F_s)	= 3

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

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

q_u = capacidad de carga última

$F_s = 3$

La aplicación de la ecuación y los datos anteriores, da como resultado el valor soporte del suelo, dicho valor se compara en la tabla IX que muestra las presiones máximas permisibles según el tipo de suelo que se posee.

$$V_s = 38,34 \text{ t/m}^2$$

Tabla IX. **Presión máxima permisible del suelo**

TIPO DE MATERIAL	PRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE DEL SUELO	
	klb/ft ²	t/m ²
Roca	20 % de la resistencia última al aplastamiento	20 % de la resistencia última al aplastamiento
Arena gruesa compacta con mezcla de limo, arena fina compacta, arcilla dura o arcilla arenosa.	8	39,12
Arcilla semirrígida o arcilla arenosa.	6	29,34
Arena inorgánica compacta y mezclas de limo.	4	19,56
Arena suelta.	3	14,67
Arcilla arenosa suave o arcilla.	2	9,78
Arena inorgánica suelta y mezclas de limo.	1	4,89
Arena orgánica suelta y mezclas de limo, humus o lodo.	0	0

Fuente: McCORMAC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. p. 392.

Se aplicó la fórmula del Dr. Karl Terzaghi a los valores obtenidos del análisis, dando resultados iguales a los anteriores, con un factor de seguridad de 3. Se utiliza un valor soporte de diseño de 30 toneladas por metro cuadrado debido a las condiciones del lugar y zona sísmica en la que se encuentra.

3.4. **Infraestructura requerida para el centro educativo**

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, conjugándolas con criterios profesionales.

3.5. Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que se toman para el diseño, entre los cuales están: ubicación del edificio, altura de ventanas, iluminación, costo, el espacio disponible, el entorno, leyes, reglamentos y códigos de diseño y construcción, entre otros.

3.6. Criterios de conjunto

Se toman como base los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los usuarios que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a la funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

- **Emplazamiento:** un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno, se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda el 40 por ciento del área total del terreno.
- **Orientación del edificio:** la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.
- **Superficie y altura del edificio:** la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

3.7. Criterios de iluminación

La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.

Tipos de iluminación: la iluminación se divide en; natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, aceptados para los centros educativos, se describen a continuación:

- Iluminación natural: el diseño de ventanas para iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
- Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25 a 30 por ciento del área de piso, el techo y los muros opuestos deben ser de

color claro y no deben estar a una distancia mayor de 2,5 veces la altura del muro donde están las ventanas.

- Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula; las ventanas deben de tener un área de iluminación entre 25 a 30 por ciento.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula. Para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 al 20 por ciento del área total de piso.
- Iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas se debe considerar iluminar los ambientes en forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

3.8. Instalaciones

Son un factor importante para el correcto y eficiente funcionamiento del edificio, dentro de estas se tienen: agua potable, drenajes y eléctrica. En el diseño y colocación se debe considerar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Duración razonable y economía de mantenimiento
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

3.8.1. Instalaciones eléctricas

Para el diseño de la instalación eléctrica se implementó el método del índice del local, su fundamento principal consiste en clasificar el ambiente de acuerdo al dimensionamiento, iluminación y coeficientes de reflexión en techo, pared y piso; con base en los datos anteriormente mencionados, tablas y fórmulas definidas por el mismo, se pueden trabajar un diseño capaz de cumplir con los requisitos necesarios de funcionalidad y durabilidad.

A continuación se presenta el diseño de instalación eléctrica para un aula teórica.

- Luces (Lu) = 300 (según normas de diseño eléctrico UNE-EN 12464-1:2003. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: lugares de trabajo en interior, página 28)
- Tipo de iluminación = directa (todo el flujo luminoso va hacia el suelo)
- Tipo de luz = fluorescente, tipo tubular (FD)
- Dimensiones del aula = 5,50 * 4,00 * 3,00 metros de altura
- Coeficiente de reflexión
 - Techos = 0,70 blanco, 0,50 claro y 0,30 medio
blanco = 0,70
 - Paredes = 0,50 claro, 0,30 medio y 0,10 oscuro
Color *Peach*, claro = 0,50

- Piso = 0,30 claro y 0,10 oscuro
Granito, claro = 0,30
- Factor de mantenimiento (f.m.) = 0,80 limpio y 0,60 sucio
Se utiliza un valor intermedio, fm = 0,70
- Coeficiente de Uso (CU) = 0,69
- Lúmenes

$$\text{Lúmenes} = \frac{\text{Lu} * \text{área}}{\text{fm} * \text{c.u.}}$$

$$\text{Lúmenes} = \frac{300 (5,5 * 8,00)}{0,70 * 0,69}$$

Lúmenes = 18 075,65

El tubo fluorescente que se usará equivale a 3 000 lúmenes.

- Luminarias

$$\text{No de luminarias} = \frac{18\ 075,65}{3\ 000} = 6 \text{ luminarias por salón (tubos fluorescentes).}$$

Se usarán 4 lámparas 2 X 40 W tipo industrial en cada salón, como se muestra en planos.

Para diseñar la cantidad de luminarias por circuito se debe saber a cuántos amperios equivale una lámpara de 2 X 40 W. $2 \text{ tubos} * 40 \text{ watts} = 80 \text{ watts} / 120 \text{ v} = 0,66 \text{ amperios}$ cada lámpara.

Las especificaciones eléctricas, el cable conductor número 12 AWG, TW puede transportar hasta 25 amperios. Se emplearán 10 lámparas por circuito para no sobrepasar la capacidad del cable conductor y se usará un *flip-on* de 20 amperios para cada circuito de iluminación, y para el diseño de fuerza se deben de tomar en cuenta los aparatos eléctricos que podrían estar conectados a la vez en un aula y sumar los watts de cada aparato, en este caso fueron los siguientes:

- Computadora de escritorio (10 unidades por salón, 150 watts c/u) = 1 500 watts
- Computadora portátil = 25 watts
- Equipo de proyección = 250 watts
- Router (Internet Wireless) = 10 watts

Total = 1 785 watts

1 785 watts por 120 v = 15 amperios por salón; 2 salones para cada circuito suman 30 amperios entonces se usará cable número 10, debido a que este tiene una capacidad de transportar 45 amperios.

- Tubería y ductos

Se utilizara tubería plástica (poliducto), *conduit* de $\frac{3}{4}$ pulgadas, en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Finalmente se determinó según diseño, un tablero principal de tierra física neutro y tres tableros de distribución con tierra física aislada, para iluminación cuatro circuitos en el primer nivel, cuatro en el segundo y cuatro en el tercer nivel, cada circuito tiene un máximo de diez unidades (lámparas 2 x 40W, tipo industrial). La instalación eléctrica de fuerza, cuatro circuitos en el primer nivel, cuatro en el segundo y cuatro en el tercer nivel, con un máximo de diez unidades por circuito.

Datos:

10 lámparas de 2 X 40 watts = 800 watts

Voltaje = 120 v

Factor de seguridad = 0,95

$$\sum cu = 57 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$I = \frac{800}{(0,95)(120)} = 7,02 \text{ A}$$

Cálculo del área del alambre:

$$A = \frac{2LI}{(\sum cu)(e)} = \frac{(2)(8)(7,02)}{(57)(3,6)} = 0,55 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi * r^2 \quad \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,55}{\pi}} = 0,42 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el radio es de 0,42 milímetros, para instalaciones eléctricas el mínimo recomendado es calibre 12, el cual tiene un área transversal mayor a la requerida, por lo tanto si es factible el uso.

3.8.2. Instalaciones hidráulicas

Este es un punto muy importante, ya que todo edificio público o privado debe contar con instalaciones hidráulicas y sanitarias adecuadas a su uso. Este debe incluir el diseño de las instalaciones de agua potable, así como las redes de drenaje sanitario y pluvial que darán servicio a los usuarios del edificio.

- Drenaje pluvial

Para este proyecto se distribuirá la losa en tres áreas de 95,00 metros cuadrados cada una, con un desnivel de 1 por ciento para conducir el agua hacia las bajadas de agua. Para el diseño se debe de considerar la intensidad de lluvia de la zona y tomar en cuenta que alcanza su nivel máximo durante los primeros cinco minutos.

Datos:

Pendiente = 1%

Área tributaria = 95,00 m² = 0,0095 hectáreas

Tiempo de concentración t = 5 minutos

PVC = 3 pulgadas

Coeficiente de rugosidad de PVC n = 0,010

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

Intensidad de lluvia en 20 años:

$$I = \frac{4\ 604}{(t+24)}$$

Encontrando intensidad:

$$I = \frac{4\,604}{(5+24)} = 158,76 \text{ mm/h}$$

Caudal de diseño:

$$Q_{di} = \frac{CIA}{360}$$
$$Q_{di} = \frac{0,90 * 158,76 * 0,0095}{360} = 0,00377 \text{ m}^3/\text{s} = 3,77 \text{ l/s}$$

Encontrando la velocidad de flujo de sección llena:

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

Área de sección de tubería:

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

Caudal de sección llena:

$$Q = A * V = (0,00456) * (0,87)$$
$$Q = 0,00396 \text{ m}^3/\text{s} = 3,96 \text{ l/s}$$

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

3.9. Otros criterios

Es importante que en un edificio educativo exista *confort*, ya que incide en el estado anímico y el grado de concentración de las personas que lo habitan. Para lograr lo anterior se debe considerar lo siguiente:

- Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.
- Criterios de color: el color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.
- Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los estudiantes. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en un aula pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes.
 - Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.

- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, se debe construir con materiales porosos, ya que estos absorben el ruido; además las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlos.

3.10. Espacios educativos

Las aulas se diseñaron con capacidad de 35 alumnos, necesitando un área mínima de 1,25 metros cuadrados por alumno, y un área interna de salón de 44,00 metros cuadrados, es de forma rectangular, de 5,55 x 8,00 metro. El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso.

3.11. Análisis estructural

Se utilizó un sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, losa tradicional de concreto reforzado, muros de mampostería reforzada de block pómez.

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio, se hacen del modo tradicional para edificios educativos, por ser esta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

Cada nivel posee una altura de 3 metros, por lo que la altura total del edificio es de 6 metros.

3.11.1. Predimensionamiento estructural

Es necesario considerar dimensiones de los elementos estructurales que se crean convenientes para la estructura y que soporten esfuerzos y cargas. A través del Código ACI 318-99 se establecen métodos sencillos que garantizan su funcionalidad. Estos valores pueden modificarse, según lo demande el diseño estructural.

- Predimensionamiento de viga

La viga se define con base a la longitud efectiva. Un criterio es asignar el 8 por ciento de la luz libre, la base igual al 50 por ciento del peralte. El Código ACI 318 en el capítulo 9, tabla 9.5(a), establece diferentes situaciones para predimensionar.

Longitud de viga 5,50 m

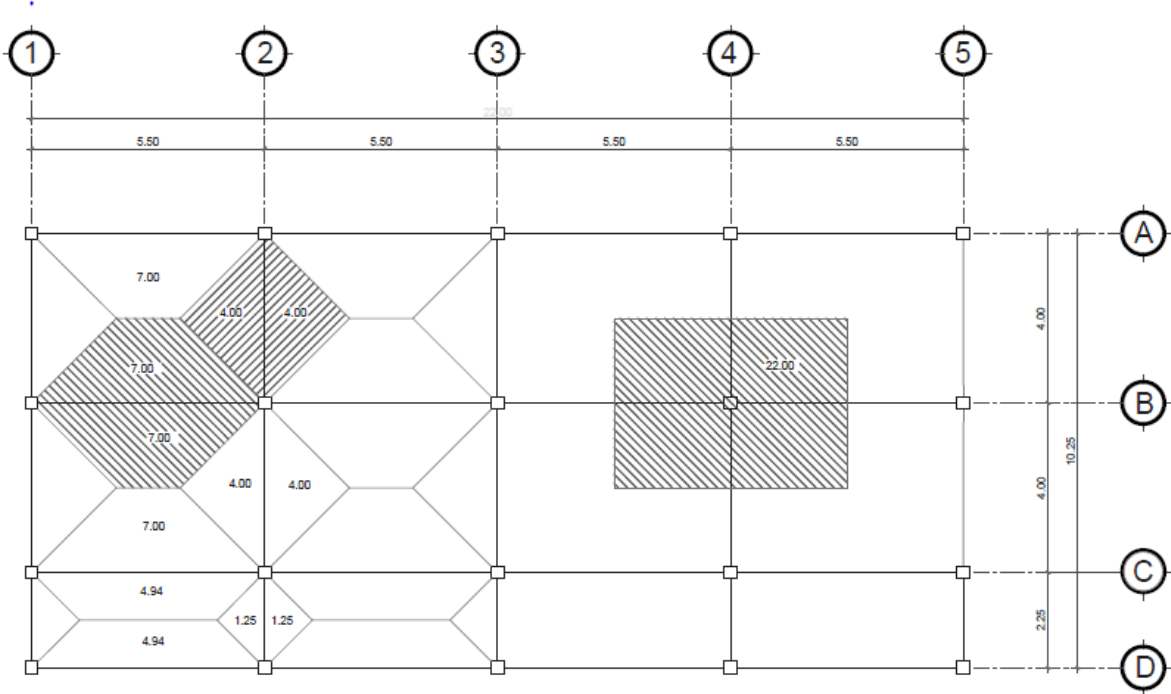
$$h_{\text{viga}} = 0,08 * 5,50 = 0,44 \text{ m} \quad h_{\text{viga}} = L/21 = 5,50/21 = 0,26 \text{ m}$$

Se propone una sección de 40 cm x 25 cm

- Predimensionamiento de columna

El Código ACI 318, en su capítulo 10, considera la sustitución de la carga puntual en la siguiente ecuación. La siguiente figura muestra el área tributaria para las vigas y columnas.

Figura 4. Planta típica de edificio



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$P = 0,80 * \left[0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + f_y * A_s \right], \quad \text{donde } A_s = \rho * A_g$$

Haciendo la estimación de la carga puntual con el peso específico del concreto y la carga tributaria. Para dos niveles se obtiene:

$$P = \text{peso esp} * A_t * 2 \text{ niveles} = 2400 \text{ kg/m}^2 * 22,00 \text{ m}^2 * 2 \text{ niveles} = 105600 \text{ kg}$$

Sustituyendo el valor obtenido en la fórmula despejada para A_g se obtiene:

$$A_g = \frac{P}{0,80 * [0,85 * f'_c * (A_g - \rho) + f_y * \rho]}, \text{ donde } \rho \text{ es la cuantía de acero.}$$

$$A_g = \frac{105\,600}{0,80 * [0,85 * 210 * (1 - 0,01) + 2\,810 * 0,01]} = 644,48 \text{ cm}^2$$

Por lo que se propone una sección de 30 cm x 30 cm = 900 cm²

- Predimensionamiento de losa

Para la estimación del espesor de la losa, se utiliza el método del perímetro dividido 180.

$$t = \frac{(5,50 * 2 + 4,00 * 2)}{180} = 0,105 \text{ m} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Con, } m = \frac{4,00}{5,50} = 0,72 \rightarrow 0,75 \text{ losa en dos direcciones}$$

- Predimensionamiento de zapata

Los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas. Ver predimensionamiento en la sección de diseño de cimientos.

3.11.2. Análisis de cargas

Las cargas que soporta una estructura están dadas por ella misma, así como las personas y objetos que la habitarán, dependiendo del tipo y uso que se le dará. Las cargas se dividen en horizontales y verticales, de acuerdo a su dirección.

3.11.3. Integración de cargas verticales en marcos rígidos

Las cargas verticales aplicadas a los marcos rígidos también son llamadas cargas por gravedad, están divididas en cargas muertas y vivas que soportará la estructura por cada metro lineal.

- Cargas muertas: son las cargas que producen los elementos estructurales, así como los diversos materiales que se utilizan en la construcción de la estructura.

Para un edificio, las cargas muertas lo componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulica, eléctricas), acabados y otros permanentes en la estructura.

Para este edificio se utilizarán

Concreto = 2 400 kg/m³

Muros = 100 kg/m²

Acabados = 100 kg/m³

- Cargas vivas: son cargas que se producen de acuerdo a la utilidad que tenga la estructura, ya que la componen los objetos temporales o móviles dentro del edificio, como personas, mobiliario, equipo y otros.

La norma AGIES y otros códigos regulan los valores de la carga viva, para los diferentes tipos de estructura y la función que estos tengan.

Para este edificio se utilizarán

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

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

$$\text{Aulas} = 300 \text{ kg/m}^2$$

Integración de cargas para marcos dúctiles:

Eje B – Viga 1-2

Nivel 2

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

$$\text{Peso losa} = (14,00 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) / 5,50 \text{ m} = 733,09 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso acabados} = (14,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,50 = 254,55 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) = 240,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1 \text{ 227,64 kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (14,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,50 \text{ m} = 254,55 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga + muro

$$\text{Peso losa} = (14,00 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) / 5,50 \text{ m} = 733,09 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso acabados} = (14,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,50 \text{ m} = 254,55 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) = 240,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso muro} = (5,50 \text{ m} * 100 \text{ kg/m}^2) = 550,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1\,777,64 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (14,00 \text{ m}^2 \cdot 300 \text{ kg/m}^2) / 5,50 \text{ m} = 763,64 \text{ kg/m}$$

Eje 4 – Viga A-B

Nivel 2

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

$$\text{Peso losa} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 0,12 \text{ m}^2 \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3) / 4,00 \text{ m} = 576,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso acabados} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2) / 4,00 \text{ m} = 200,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 240,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1\,016,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2) / 4,00 \text{ m} = 200,00 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga + muro

$$\text{Peso losa} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 0,12 \text{ m}^2 \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3) / 4,00 \text{ m} = 576,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso acabados} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2) / 4,00 \text{ m} = 200,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3) = 240,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso muro} = (4,00 \text{ m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2) = 400,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1\,416,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (8,00 \text{ m}^2 \cdot 300 \text{ kg/m}^2) / 4,00 \text{ m} = 600,00 \text{ kg/m}$$

3.11.4. Integración de cargas horizontales en marcos rígidos

Las cargas horizontales son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de la gravedad, estas son producidas por viento, sismo o impacto y son puramente dinámicas. Debido a que Guatemala se considera una zona sísmica, se aplica únicamente la fuerza del sismo. Para encontrar estas fuerzas sísmicas se utilizó el método *SEAO*C, que se describe a continuación:

Corte basal(V): es la fuerza sísmica que el suelo trasmite a la base del edificio, su valor se obtiene de la siguiente fórmula.

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

Donde:

$Z = 1$ coeficiente de la zona sísmica para Baja Verapaz.

$I = 1,40$ coeficiente de importancia del edificio después del sismo, para oficinas y lugares públicos.

$$T = \frac{0,09h_n}{\sqrt{D}}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T_x}}$$

Sentido X

$$T = \frac{0,09(6)}{\sqrt{10,25}} = 0,17$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0,17}} = 0,16, \text{ usar } 0,12$$

Sentido Y

$$T = \frac{0,09(6)}{\sqrt{22,00}} = 0,12$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0,12}} = 0,19, \text{ usar } 0,12$$

$C_x = C_y = 0,12$ coeficiente que depende del período natural de vibración

$S = 1,5$ factor de interacción suelo – estructura cuando es desconocido.

Si $C_x * S > 0,14$ utilizar $C_x * S = 0,14$, Si $C_y * S > 0,14$ utilizar $C_y * S = 0,14$.

$C_x * S = C_y * S = (0,12)(1,5) = 0,18 > 0,14$, usar 0,14

$K = 0,67$ para sistema estructural de marcos dúctiles espaciales.

W_T = carga muerta total de la estructura + 25% de carga viva, la cual se obtiene de la siguiente manera.

Segundo nivel

Losa	= $225,50 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 64 944,00 kg
Vigas	= $(16 * 5,50 \text{ m} + 10 * 4,00 \text{ m} + 5 * 2,25 \text{ m}) * (0,25 * 0,40) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 33 420,00 kg
Columnas	= $1/2 * (20 * 3 \text{ m}) * (0,30 * 0,30) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 6 480,00 kg
Muros	= 0 m^2	= 0 kg
Carga viva	= $225,50 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2 * 25\%$	= 5 637,00 kg
Peso total del segundo nivel		= 110 481,50 kg

Primer nivel

Losa	= $225,50 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 64 944,00 kg
Vigas	= $(16 * 5,50 \text{ m} + 10 * 4,00 \text{ m} + 5 * 2,25 \text{ m}) * (0,25 * 0,40) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 33 420,00 kg

Columnas	= (20*3 m)(0,35*0,35)*2 400 kg/m ³	= 12 960,00 kg
Muros	= (8*5,50 m + 10*4,00 m)(3 m)*100 kg/m ²	= 25 875,00 kg
Carga viva (Aulas)	= 176,00 m ² *300 kg/m ² *25%	= 13 200,00 kg
Carga viva (Pasillo)	= 49,50 m ² *500 kg/m ² *25%	= 6 187,50 kg
Peso total del primer nivel		= 156 586,50 kg
Peso total de la estructura		= 267 068,00 kg

Por lo que el valor del corte basal es:

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

$$V_{x,y} = 1(1,40)(0,14)(0,67)(267 068,00) = 35 071,37 \text{ kg}$$

3.11.4.1. Fuerza por nivel

Es la fuerza que se transmite del corte basal hacia los distintos niveles de la estructura. Es decir que la fuerza (F_i) que actúa en cada nivel estará aplicada en el centro de masa del nivel al que pertenece. Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$F_i = \frac{(V-F_t)(W_i*H_i)}{\sum(W_i*H_i)}, \text{ de donde:}$$

F_t = fuerza en la cúspide igual a 0, cuando el período de vibración < 0,25

W_i = peso de nivel_i

H_i = altura de nivel_i

$$F_1 = \frac{(35\,071,37)(156\,586,50 \cdot 4,50)}{(156\,586,50 \cdot 4,50) + (110\,481,50 \cdot 7,50)} = 16\,117,8253 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{(35\,071,37)(110\,481,50 \cdot 7,50)}{(156\,586,50 \cdot 4,50) + (110\,481,50 \cdot 7,50)} = 18\,953,5445 \text{ kg}$$

3.11.4.2. Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas depende de la simetría estructural, si hay excentricidad entre el centro de rigidez y el centro de masa la capacidad torsional del edificio se ve afectada, los marcos con mayor excentricidad, reciben una fuerza de marco (F_m) mayor, a los de menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas. Si no hay excentricidad, la fuerza de piso se divide dentro del número de marcos paralelos a esta fuerza.

CR = centro de rigidez

CM = centro de masa

e = excentricidad, $e_{\min} = 0,05 \cdot (\text{altura total})$

Marco típico sentido X

$$CR_x = \frac{\sum K_i \cdot d}{K_i}$$

$$CR_x = \frac{K(5,50 + 11,00 + 16,50 + 22,00)}{5K} = 11,00 \text{ m}$$

$$CM_x = \frac{D}{2}$$

$$CM_x = \frac{22,00}{2} = 11,00 \text{ m}$$

$$e_x = |CR - CM| \qquad e_x = |11,00 - 11,00| = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{\min} = 0,05h \qquad e_{\min} = 0,05 * 7,5 = 0,375$$

$$e_x < e_{\min}$$

Por lo que se considera que no existe torsión en el sentido X.

Marco típico sentido Y

$$CR_Y = \frac{\sum K_i * d}{K_i} \qquad CR_Y = \frac{K(4,00 + 8,00 + 10,25)}{4K} = 5,56 \text{ m}$$

$$CM_Y = \frac{D}{2} \qquad CM_Y = \frac{10,25}{2} = 5,12 \text{ m}$$

$$e_y = |CR - CM| \qquad e_y = |5,56 - 5,12| = 0,44 \text{ m}$$

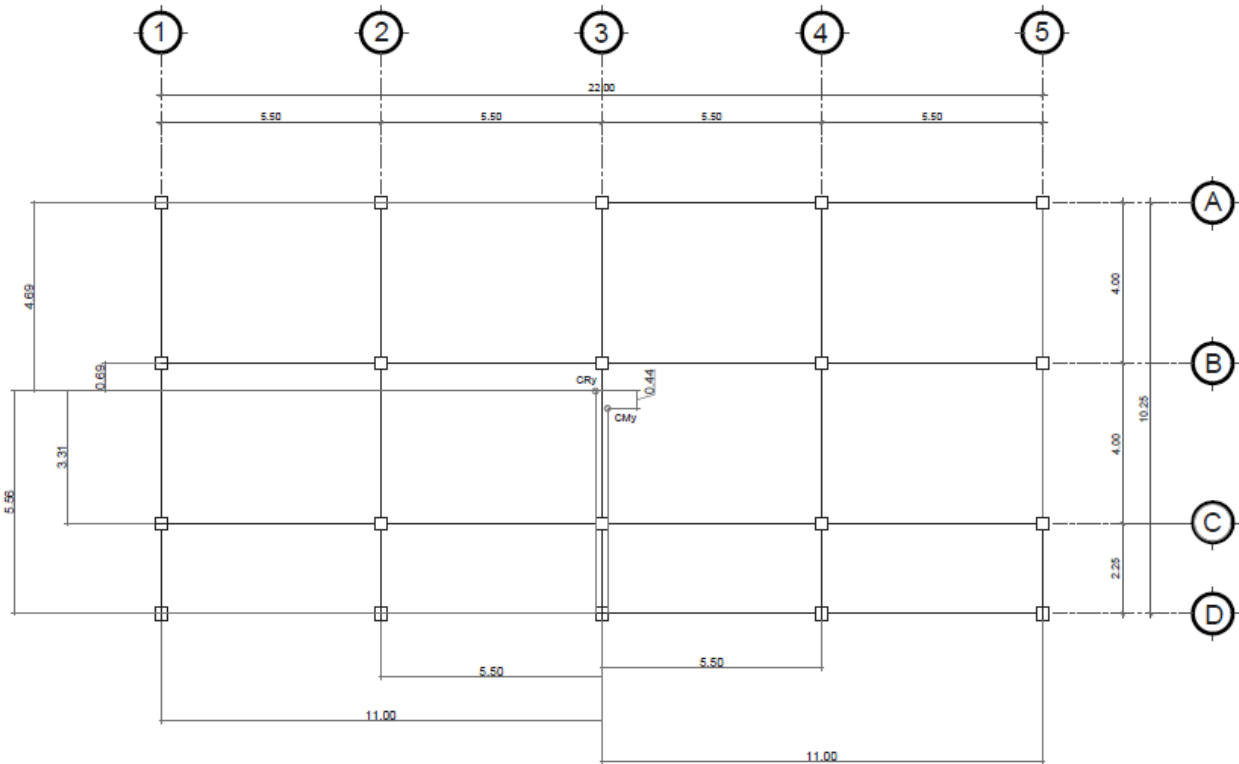
$$e_{\min} = 0,05h \qquad e_{\min} = 0,05 * 7,5 = 0,375$$

$$e_y > e_{\min}$$

Por lo que se considera que si existe torsión en el sentido Y.

En el sentido Y si existe excentricidad mínima; para el cálculo de fuerzas por marco se toma la mayor, $e_y = 0,44 \text{ m}$

Figura 5. Planta de centro de masa y rigidez



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$FM = FM' \pm FM''$$

$$FM' = \frac{K_i * F_{ni}}{\sum K_i}$$

$$FM'' = \frac{(e * F_{ni})}{E_i}$$

$$E_i = \frac{(\sum K_i * d_i^2)}{(K_i * d_i)}$$

Donde:

FM = fuerza proporcional a la rigidez

FM' = fuerza de torsión

K_i = rigidez de marco $K= 1$ (los elementos son simétricos)

E_i = módulo de rigidez

e = excentricidad

d_i = distancia de CR a marco considerado

Fuerza por marco, sentido Y

Nivel 1

$$FM' = \frac{1 \cdot 16\,117,83}{4} = 4\,029,46 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{(0,44 \cdot 16\,117,83)}{\begin{bmatrix} 64,34 \\ -4,69 \end{bmatrix}} = -516,94 \text{ kg}$$

$$FM = 4\,029,46 - 516,94 = 3\,512,52 \text{ kg}$$

Nivel 2

$$FM' = \frac{1 \cdot 18\,953,54}{4} = 4\,738,39 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{(0,44 \cdot 18\,953,54)}{\begin{bmatrix} 64,34 \\ -4,69 \end{bmatrix}} = -607,89 \text{ kg}$$

$$FM = 4\,738,39 - 607,89 = 4\,130,50 \text{ kg}$$

Tabla X. **Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido Y**

MARCO	Ri	di	Ridi	Ridi ²	NIVEL 1			NIVEL 2		
					FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM
A	1	-4,69	-4,69	22,00	4029,456322	-516,94	3512,52	4738,386	-607,89	4130,50
B	1	-0,69	-0,69	0,48	4029,456322	-76,05	3953,40	4738,386	-89,43	4648,95
C	1	3,31	3,31	10,96	4029,456322	364,83	4394,29	4738,386	429,02	5167,41
D	1	5,56	5,56	30,91	4029,456322	612,83	4642,29	4738,386	720,65	5459,04
	4			64,34						

Fuente: elaboración propia.

Fuerza por marco, sentido X

Nivel 1

$$FM' = \frac{1 \cdot 16\,117,83}{5} = 3\,223,57 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{(0 \cdot 16\,117,83)}{\begin{bmatrix} 302,50 \\ -11,00 \end{bmatrix}} = 0 \text{ kg}$$

$$FM = 3\,223,57 + 0 = 3\,223,57 \text{ kg}$$

Nivel 2

$$FM' = \frac{1 \cdot 18\,953,54}{5} = 3\,790,71 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{(0 \cdot 18\,953,54)}{\begin{bmatrix} 302,50 \\ -11,00 \end{bmatrix}} = 0 \text{ kg}$$

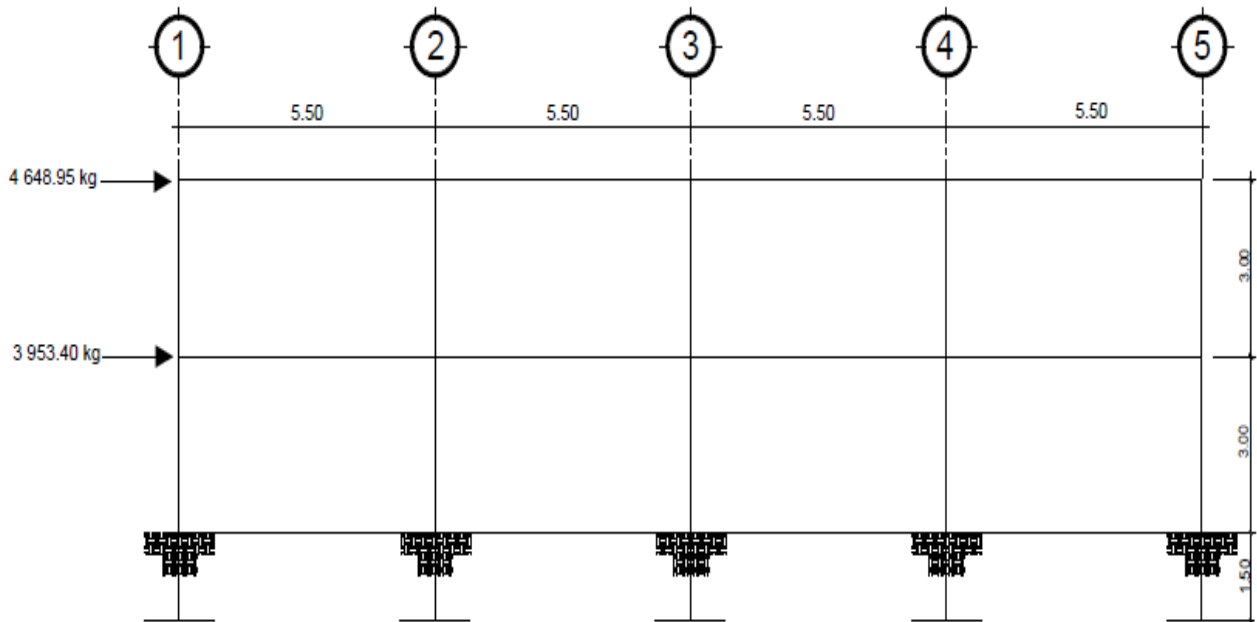
$$FM = 3\,790,71 + 0 = 3\,790,71 \text{ kg}$$

Tabla XI. Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido X

MARCO	Ri	di	Ridi	Ridi ²	NIVEL 1			NIVEL 2		
					FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM
1	1	-11	-11	121,00	3223,565058	0,00	3223,57	3790,709	0,00	3790,71
2	1	-5,5	-5,5	30,25	3223,565058	0,00	3223,57	3790,709	0,00	3790,71
4	1	5,5	5,5	30,25	3223,565058	0,00	3223,57	3790,709	0,00	3790,71
5	1	11	11	121,00	3223,565058	0,00	3223,57	3790,709	0,00	3790,71
	5			302,50						

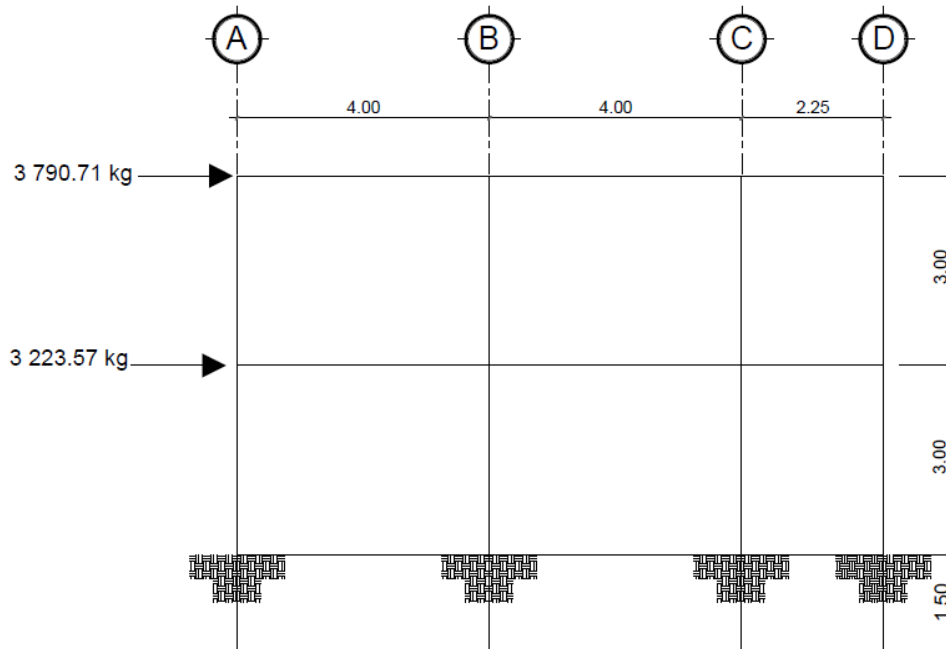
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Marco eje B, cargas horizontales



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 7. **Marco eje 4, cargas horizontales**



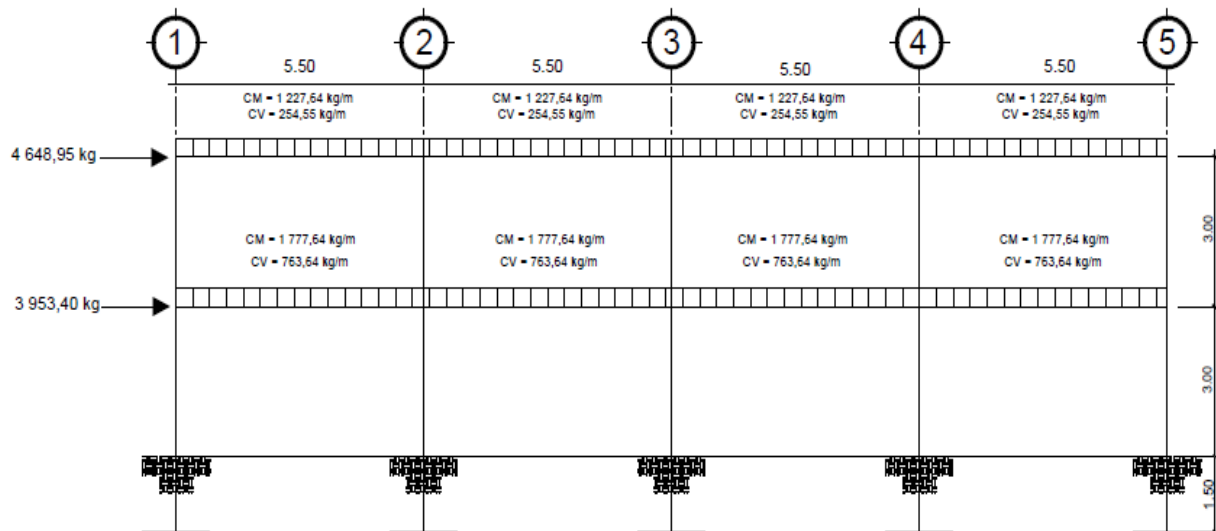
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.11.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de un software, y comprobación por un método de análisis estructural numérico

Para efecto de análisis estructural se utilizó el software ETABS para la obtención de los momentos en cada uno de los elementos estructurales. Luego, se realizó una comprobación a través del método numérico de Kanni, concluyendo que los resultados variaron en un mínimo del 5 por ciento.

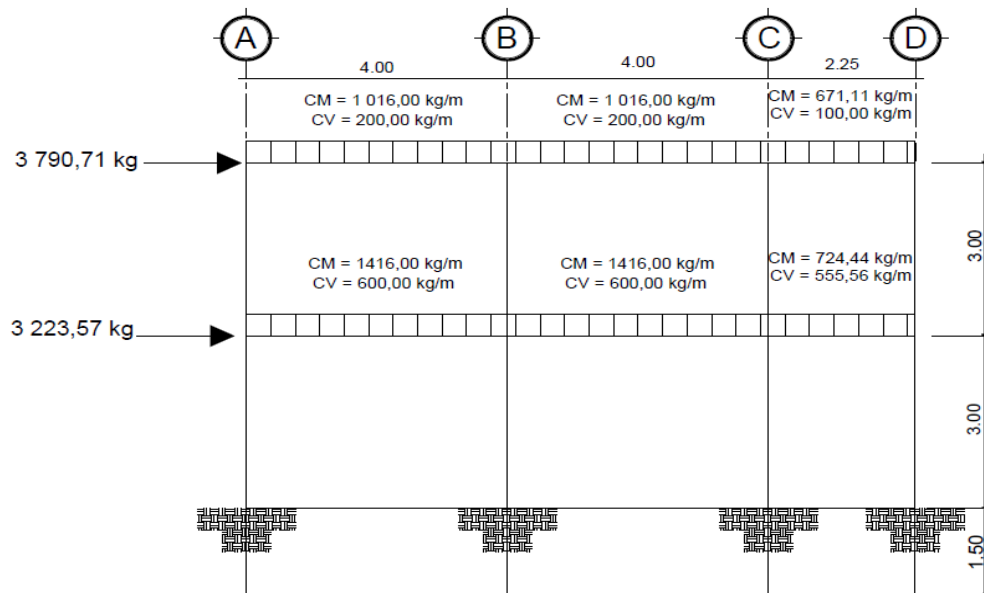
El análisis se realizó para cada una de las cargas, siendo estas: carga muerta, carga viva y sismo. Los datos se ingresaron al software, de acuerdo a los modelos resultantes de las cargas en el edificio, los cuales se presentan a continuación:

Figura 8. Marco eje B, cargas verticales y horizontales



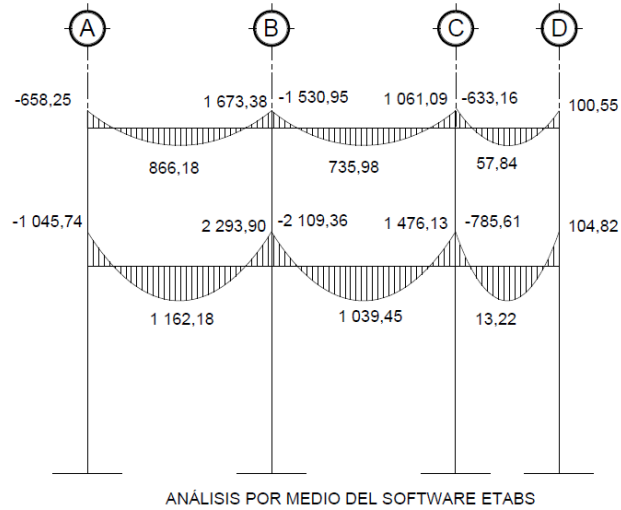
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 9. Marco eje 4, cargas verticales y horizontales



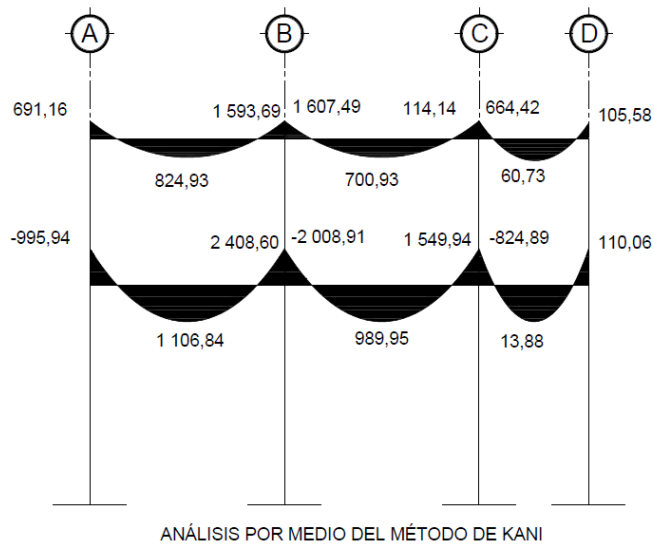
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 10. **Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X
ETABS**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 11. **Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X
KANI**

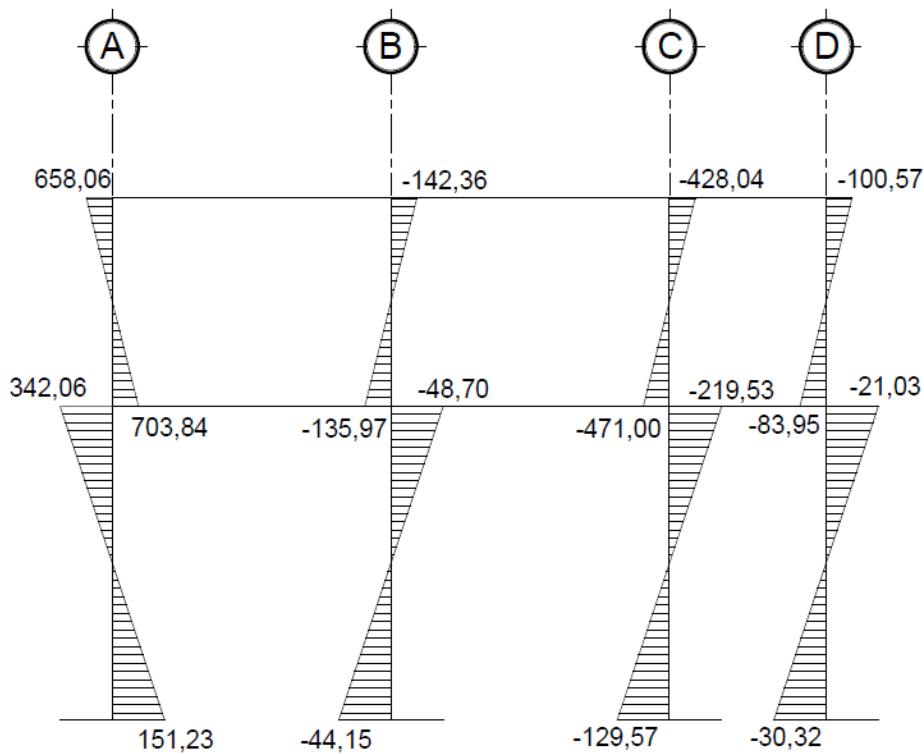


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Los métodos numéricos usados en el programa, los procedimientos y los códigos internacionales de diseño le permiten ser versátil y productivo, tanto si se está diseñando un pórtico bidimensional o realizando un análisis dinámico de un edificio de gran altura, con aisladores en la base.

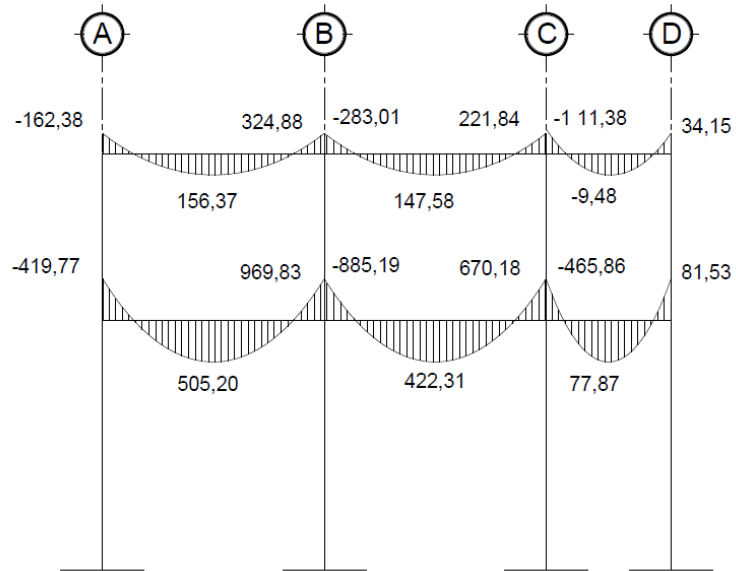
Al comparar los resultados obtenidos por medio de la aplicación del *software* ETABS con el método de Kani, se concluyó que aunque varían en un porcentaje bajo, es más recomendable trabajar con los resultados obtenidos del programa ETABS, ya que estos se asemejan más al comportamiento real de la estructura porque consideran el peso propio de los elementos y se basan en un análisis exacto.

Figura 12. **Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje X**



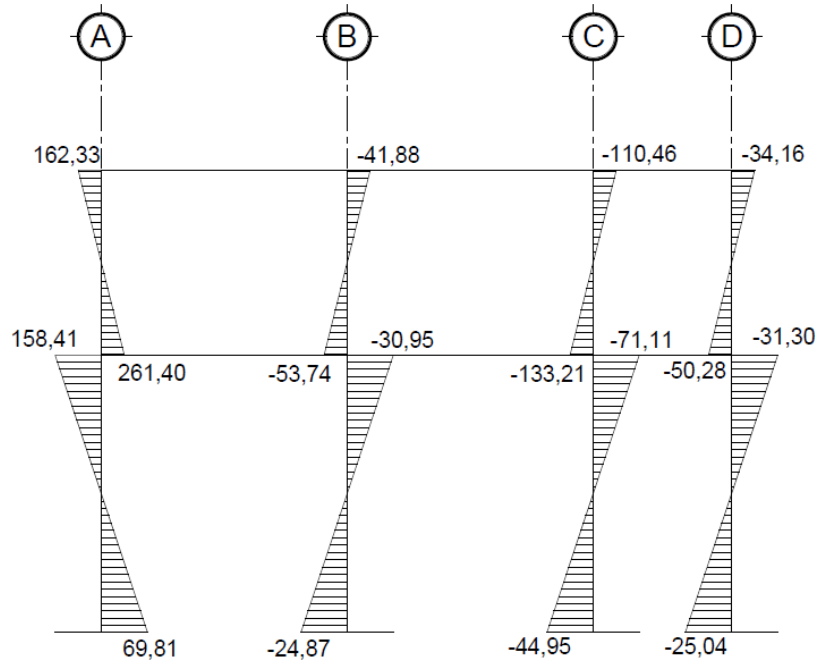
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 13. **Diagrama de momentos en vigas carga viva eje X**



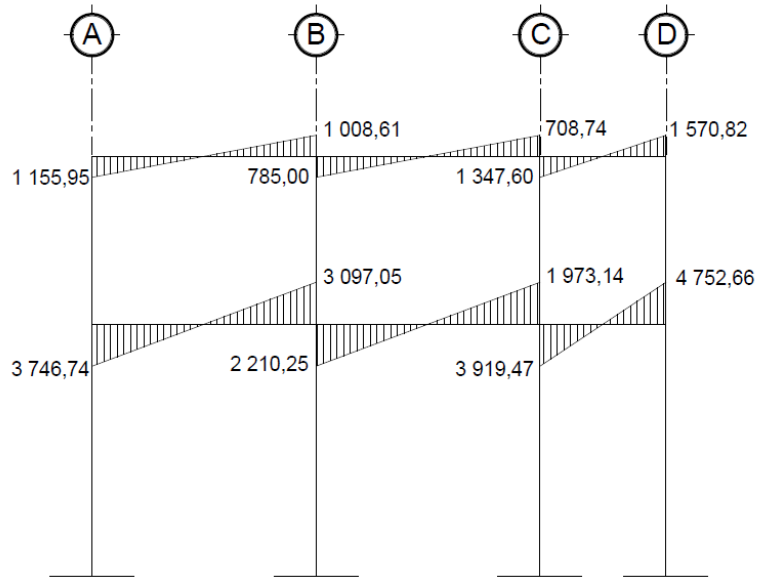
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 14. **Diagrama de momentos en columnas carga viva eje X**



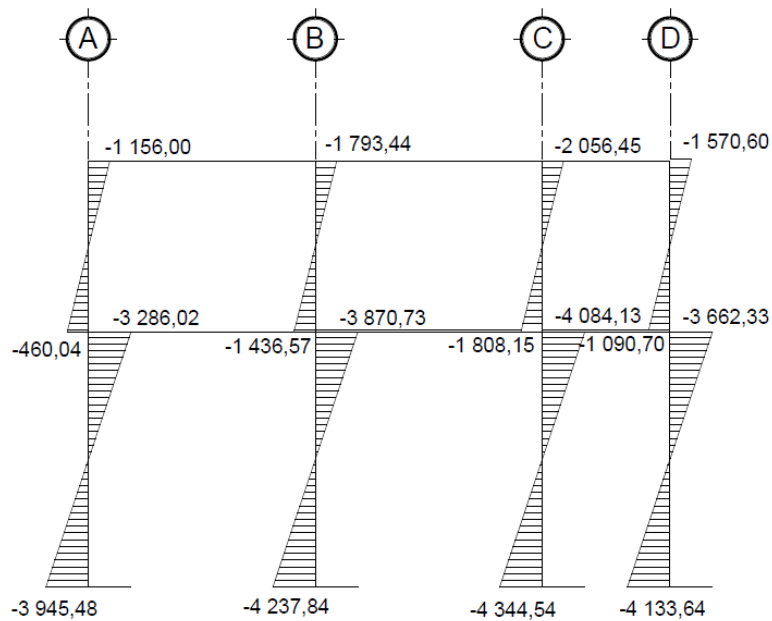
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 15. **Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje X**



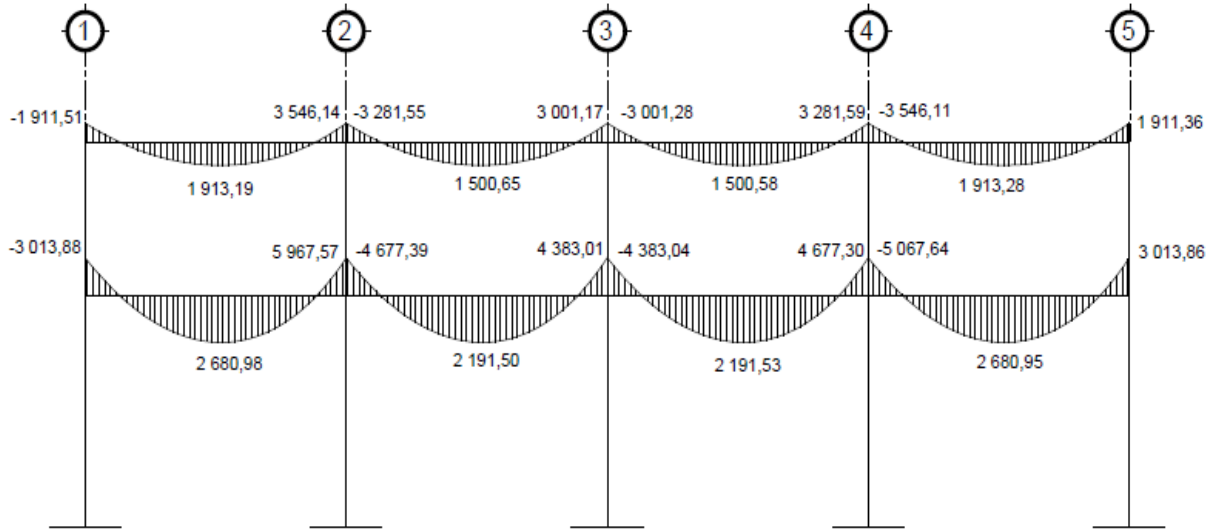
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 16. **Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje X**



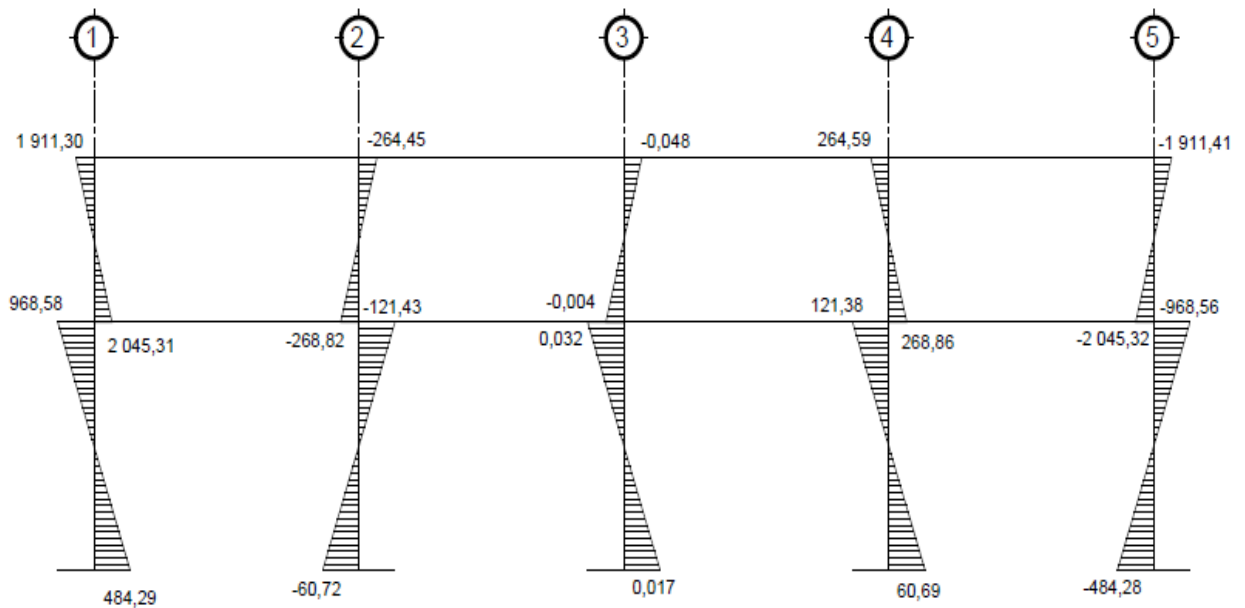
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 17. Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje Y



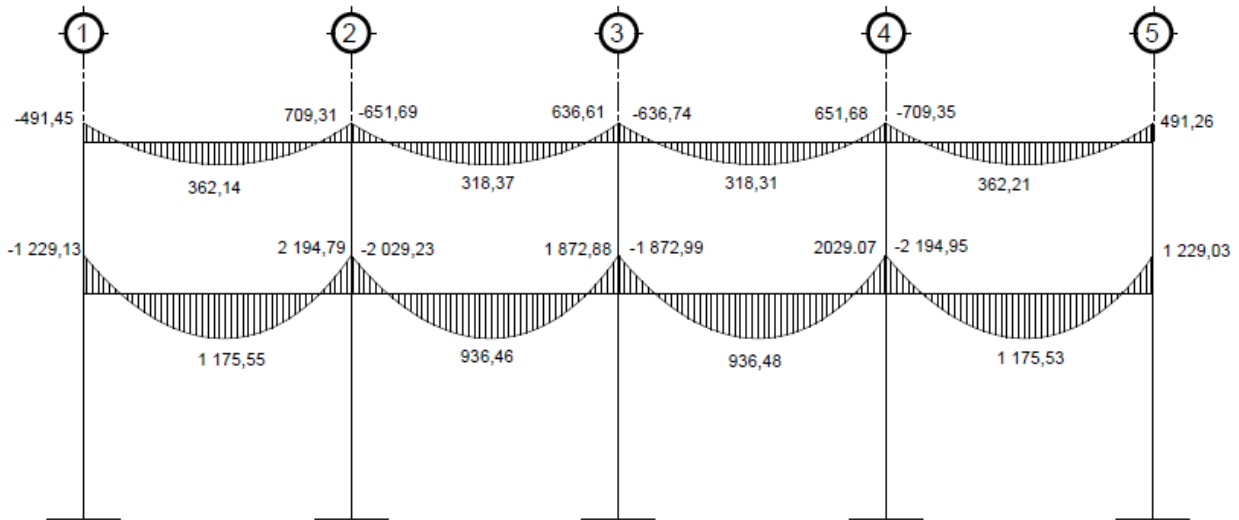
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 18. Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje Y



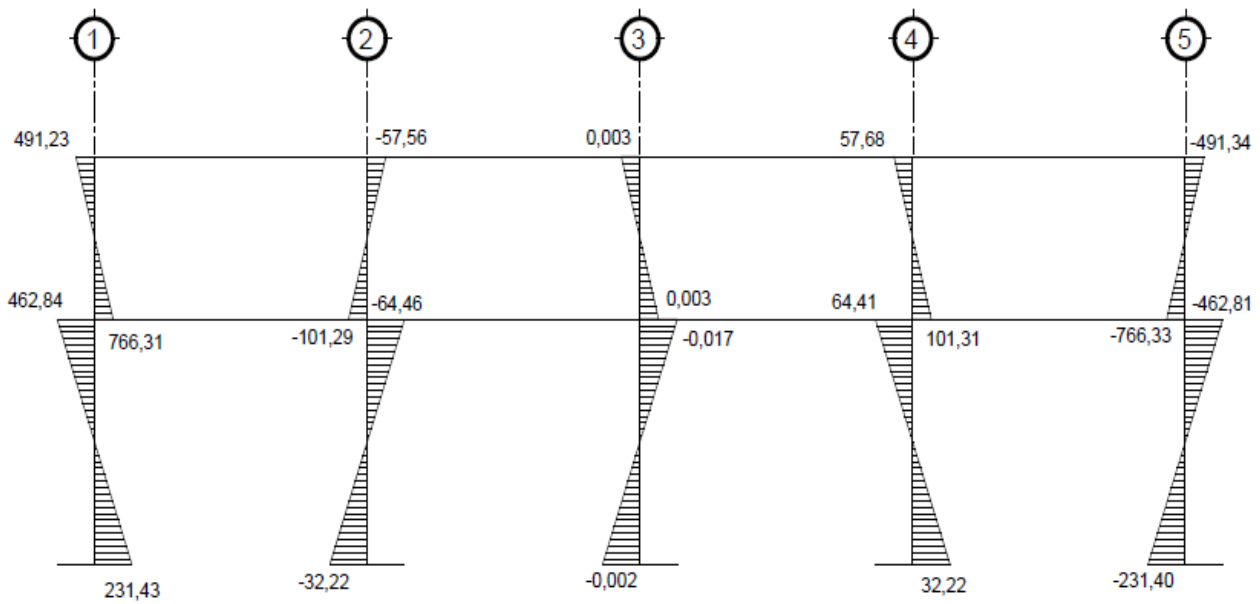
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 19. Diagrama de momentos en vigas carga viva eje Y



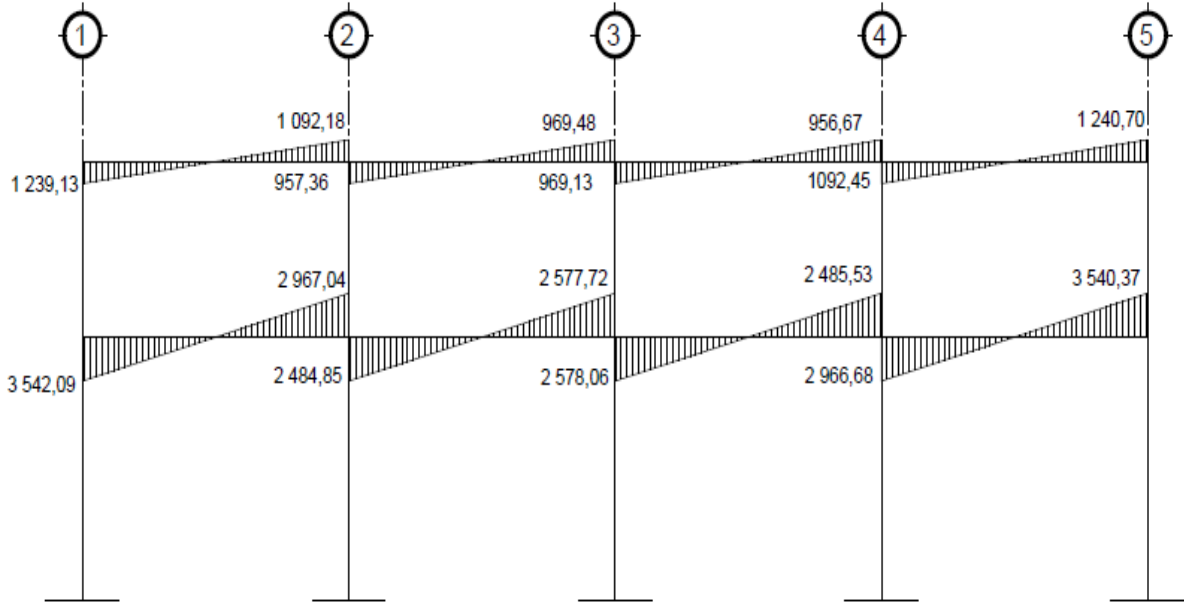
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 20. Diagrama de momentos en columnas carga viva eje Y



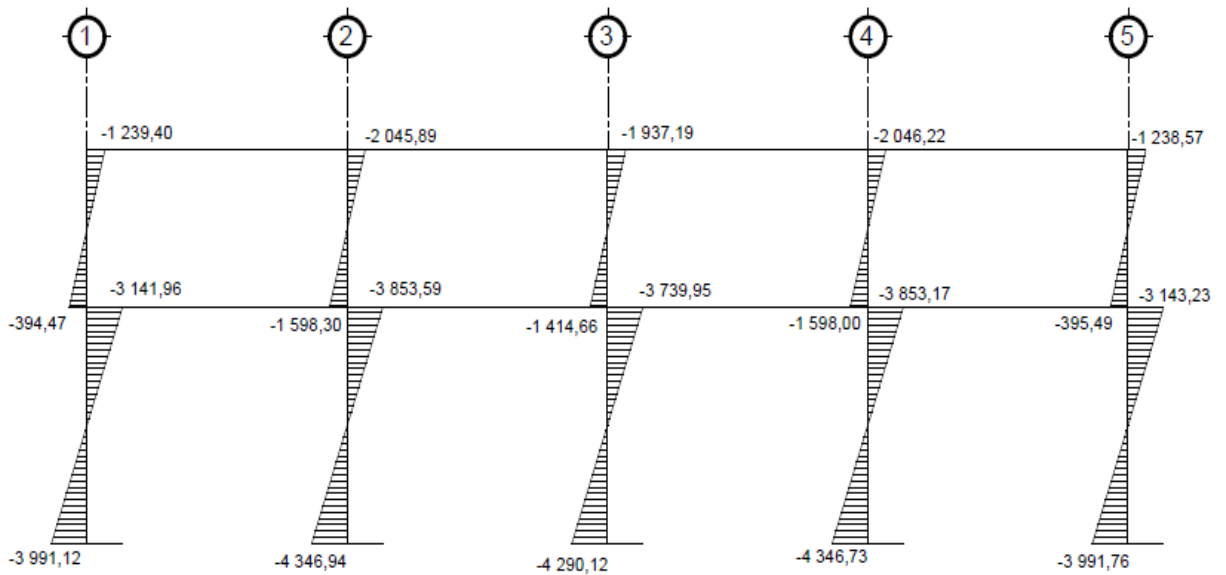
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 21. Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 22. Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.11.6. Envolvente de momentos

La envolvente proporciona los momentos que pueden ocurrir debido a la combinación de cargas que afectan la estructura. De aquí que el Código ACI propone las siguientes combinaciones.

- Fórmulas utilizadas para envolvente de momentos
 - Para los momentos últimos negativos en vigas y columnas

$$M_{(-)} = 0,75 * (1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} \pm 1,87M_S)$$

- Para los momentos últimos de inversión en vigas

$$M_{(-)} = 0,90M_{CM} \pm 1,43M_S$$

- Para los momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$$

- Diagramas de corte

Los esfuerzos cortantes en los elementos estructurales de los marcos se obtienen de las siguientes ecuaciones.

- Corte en vigas

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

- Corte en columnas

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

- Cálculo de la envolvente en los marcos analizados

Envolvente en vigas

Segundo nivel

$$M_{cd} = 0,75 * (1,4(-658,252) + 1,7(-162,382) - 1,87(1\ 155,946)) = -2\ 519,42 \text{ kg-m}$$

$$M_{dc(+)} = 1,4(866,185) + 1,7(156,367) = 1\ 478,48 \text{ kg-m}$$

$$M_{dc(-)} = 0,75 * (1,4(1\ 673,379) + 1,7(324,884) + 1,87(1\ 008,607)) = 3\ 585,85 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = 0,90(-658,252) - 1,43(1\ 155,946) = -2\ 245,30 \text{ kg-m}$$

menor que el anterior $M_{cd(-)}$

$$M_{(-)} = 0,90(1\ 673,379) + 1,43(1\ 008,607) = 2\ 948,35 \text{ kg-m}$$

menor que el anterior $M_{dc(-)}$

Primer nivel

$$M_{BE} = 0,75 * (1,4(-1\ 045,744) + 1,7(-419,767) - 1,87(3\ 746,738)) = -6\ 888,03 \text{ kg-m}$$

$$M_{EB(+)} = 1,4(1\ 162,178) + 1,7(505,199) = 2\ 485,89 \text{ kg-m}$$

$$M_{EB(-)} = 0,75 * (1,4(2\ 293,899) + 1,7(969,834) + 1,87(3\ 097,051)) = 7\ 988,75 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = 0,90(-1\ 045,744) - 1,43(3\ 746,738) = -6\ 299,01 \text{ kg-m}$$

menor que el anterior $M_{BE(-)}$

$$M_{(-)} = 0,90(2\ 293,899) + 1,43(3\ 097,051) = 6\ 493,29 \text{ kg-m}$$

menor que el anterior $M_{EB(-)}$

Envolvente en columnas

Segundo nivel

$$M_{CB} = 0,75 * (1,4(658,056) + 1,7(162,334) - 1,87(-1\ 155,998)) = 2\ 519,22 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC} = 0,75 * (1,4(703,837) + 1,7(261,397) - 1,87(-460,041)) = 1\ 717,52 \text{ kg-m}$$

Primer nivel

$$M_{BA} = 0,75 * (1,4(342,061) + 1,7(158,409) - 1,87(-3\ 286,016)) = 5\ 169,77 \text{ kg-m}$$

$$M_{AB} = 0,75 * (1,4(-151,228) + 1,7(69,814) + 1,87(-3\ 945,480)) = 5\ 781,34 \text{ kg-m}$$

Cortes último en vigas

Segundo nivel

$$V_{CD} = 0,75 * \left[\frac{1,4(1\ 016,00 * 4,00)}{2} + \frac{1,7(200,00 * 4,00)}{2} + \frac{1,87(1\ 155,946 + 1\ 008,607)}{4,00} \right]$$

$$V_{CD} = 3\ 402,547 \text{ kg}$$

Primer nivel

$$V_{BE} = 0,75 * \left[\frac{1,4(1\ 416,00 * 4,00)}{2} + \frac{1,7(600,00 * 4,00)}{2} + \frac{1,87(3\ 746,738 + 3\ 097,051)}{4,00} \right]$$

$$V_{BE} = 6\ 903,204 \text{ kg}$$

Cortes último en columnas

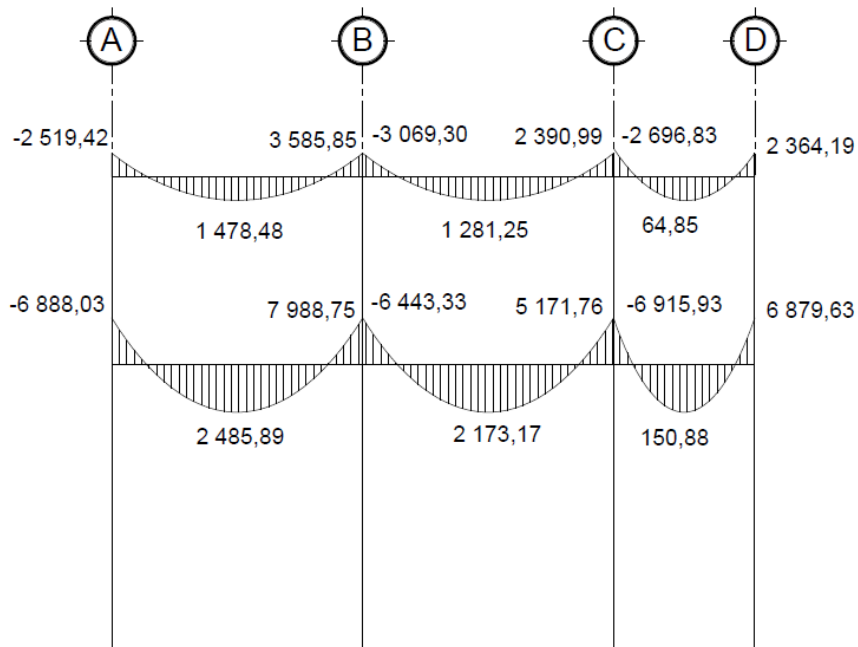
Segundo nivel $V_{BC} = \frac{1\,717,518 + 2\,519,221}{3} = 1\,412,25 \text{ kg}$

Primer nivel $V_{AB} = \frac{5\,781,338 + 5\,169,773}{4,5} = 2\,433,58 \text{ kg}$

3.11.7. Diagrama de corte y momentos

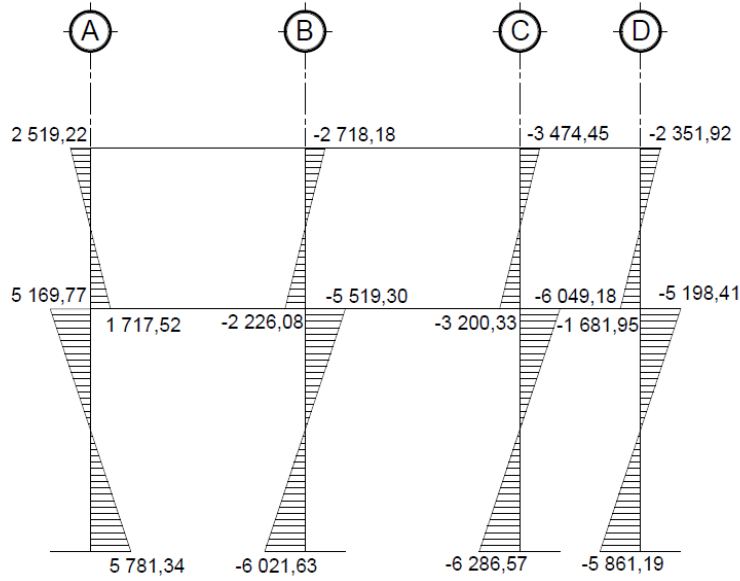
Los resultados de los cálculos efectuados en la representación de esfuerzos máximos de carga para cada tramo y cada marco típico en los diferentes sentidos, se observa a continuación:

Figura 23. Diagrama de momentos últimos en vigas eje X



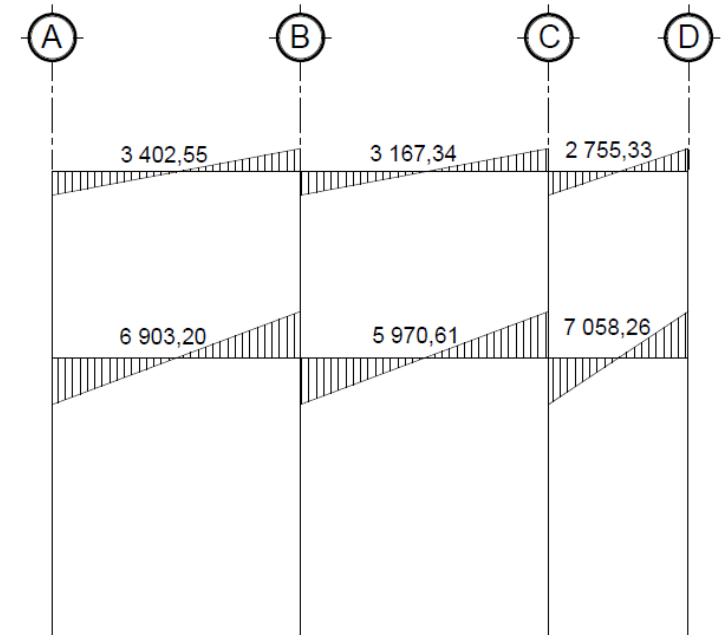
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 24. **Diagrama de momentos últimos en columnas eje X**



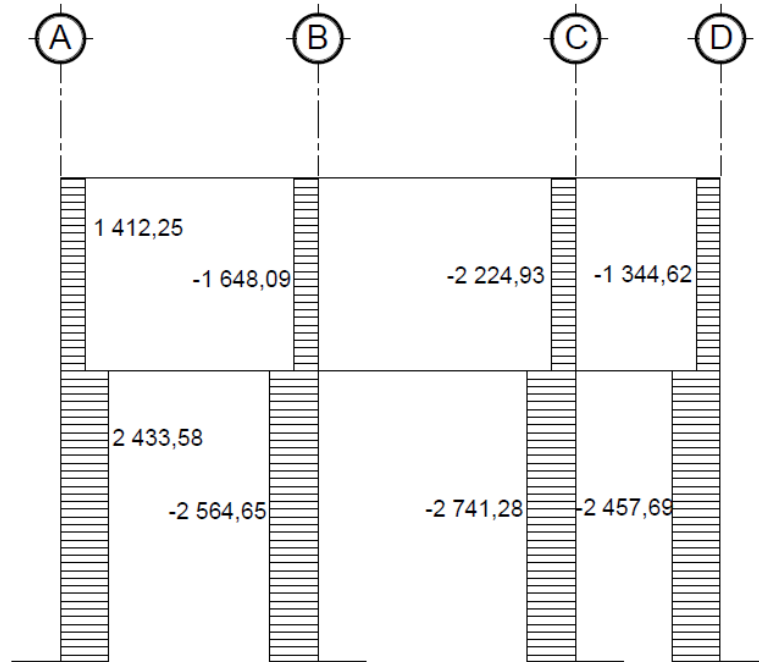
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 25. **Diagrama de cortes últimos en vigas eje X**



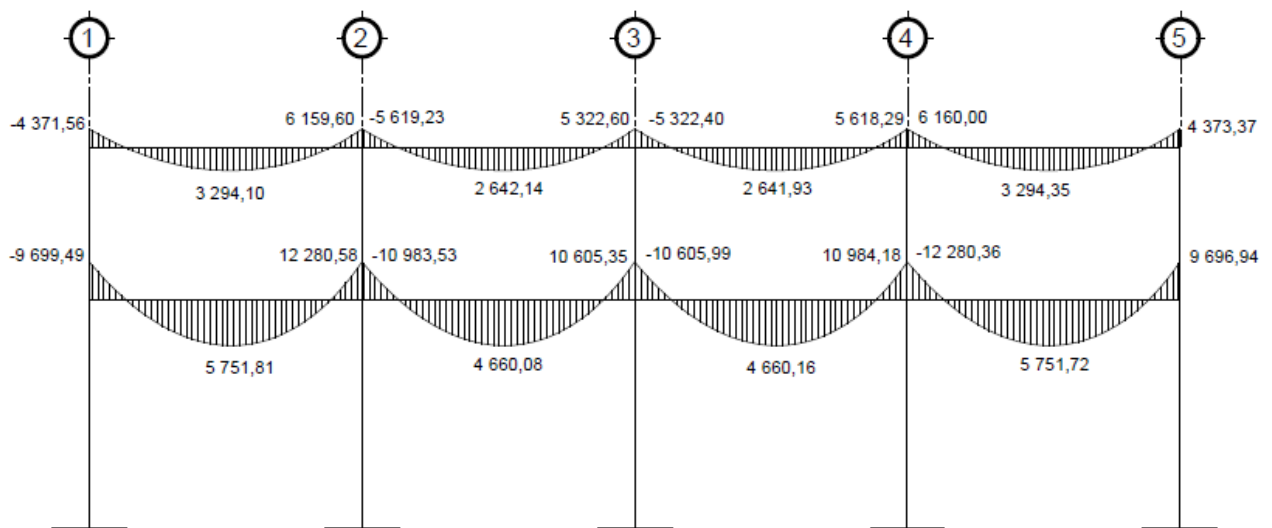
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 26. Diagrama de cortes últimos en columnas eje X



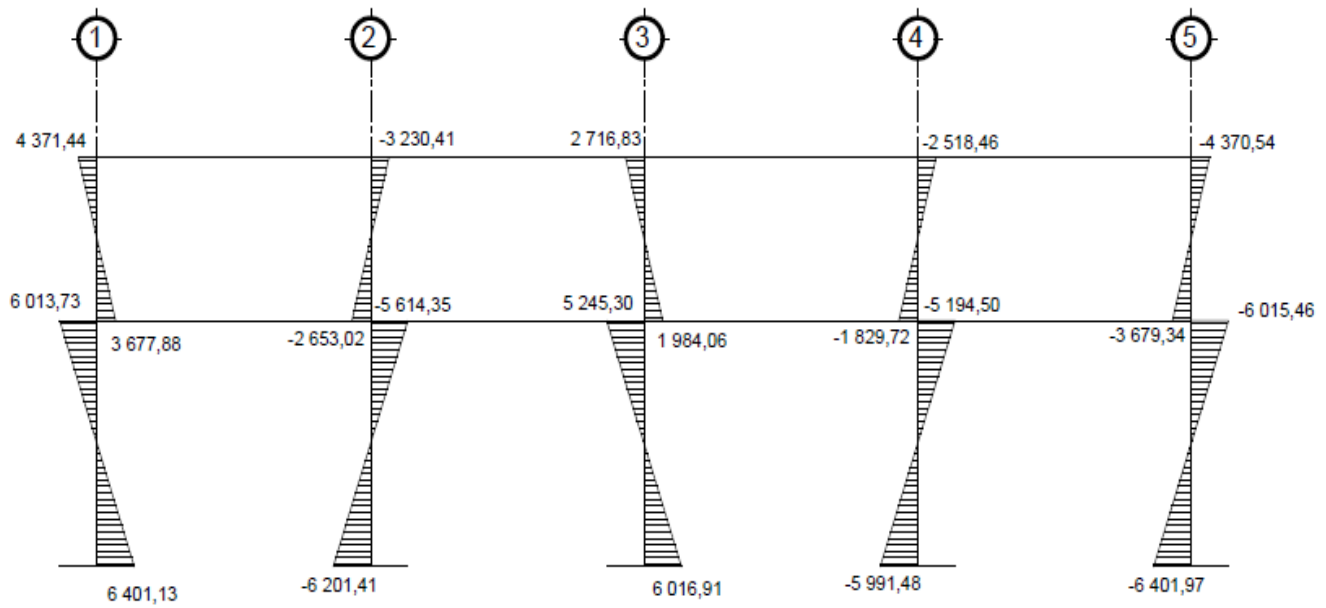
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 27. Diagrama de momentos últimos en vigas eje Y



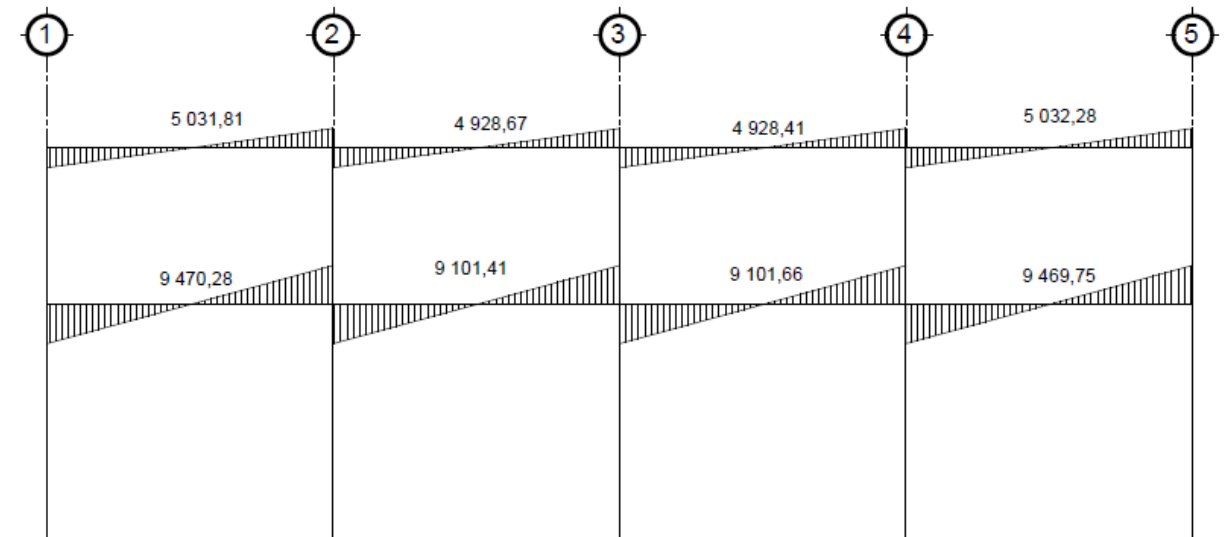
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 28. Diagrama de momentos últimos en columnas eje Y



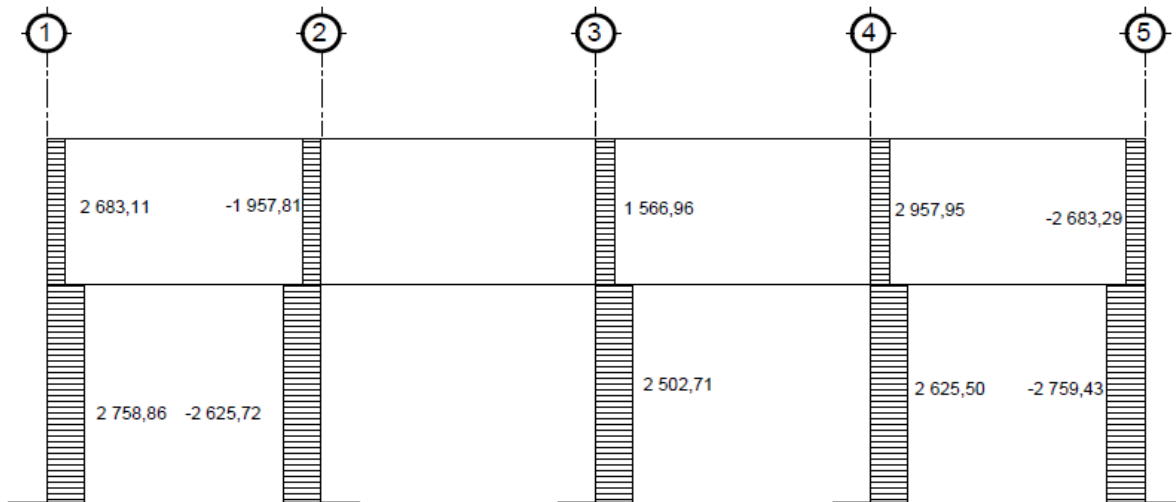
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 29. Diagrama de cortes últimos en vigas eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 30. Diagrama de cortes últimos en columnas eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.12. Diseño estructural

El diseño estructural consiste en determinar las características de los elementos que forman la estructura, siendo estas: dimensión, cantidad de refuerzo de acero, forma, otros. necesarios para que sean resistentes a las cargas analizadas, proporcionando seguridad y una vida útil considerable.

Para el diseño estructural se utilizaron las siguientes especificaciones.

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

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

$$W_c = 2\,400 \text{ kg/cm}^2$$

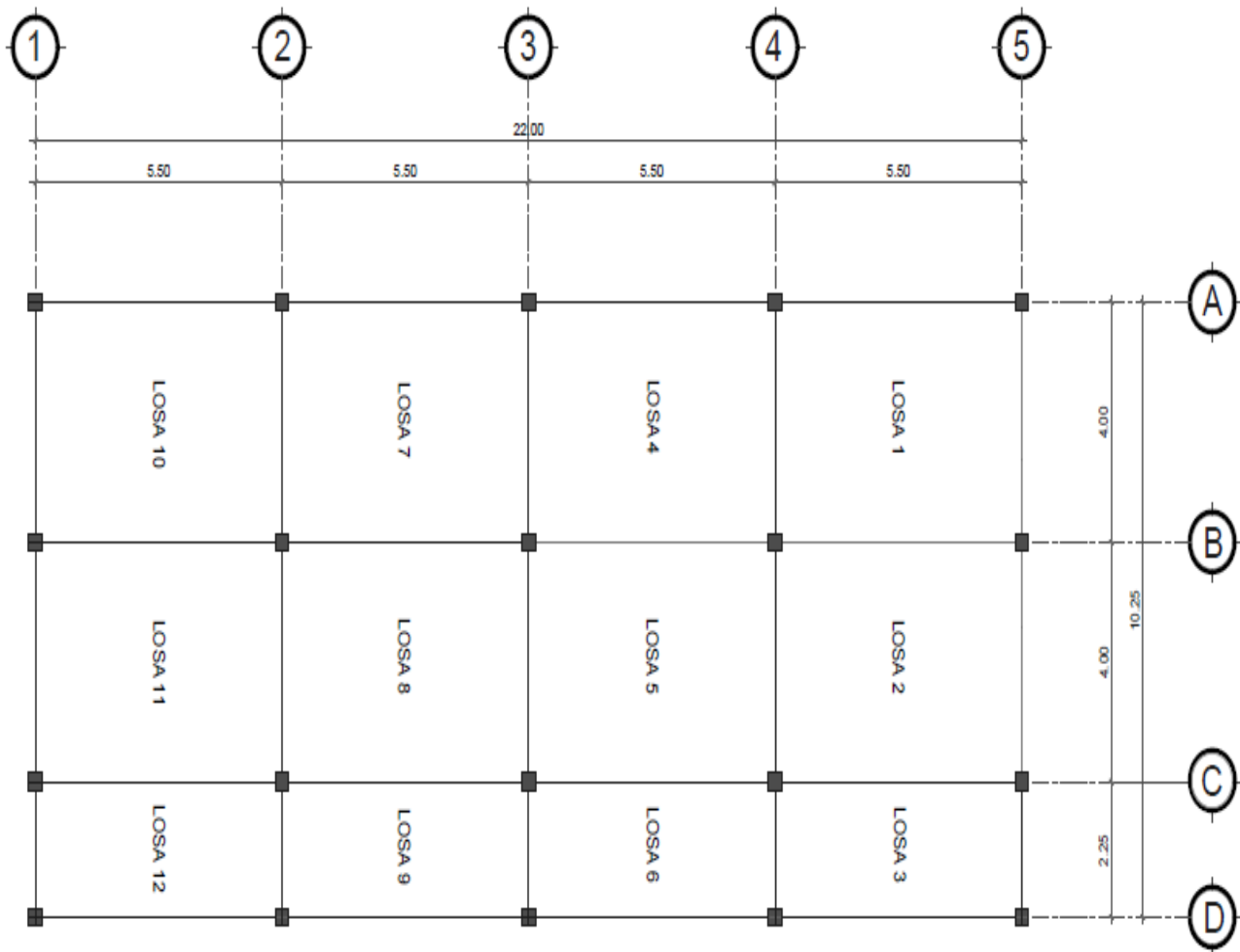
$$E_s = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15\,100 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$$

3.12.1. Diseño de losas

Las losas son elementos horizontales, que sirven para proporcionar superficies planas de circulación útiles. Por lo regular van apoyadas a las vigas y se funden monolíticamente con estas. Para el diseño se utilizó el método 3 del Código ACI.

Figura 31. **Planta de distribución de losas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Análisis de losas del primer nivel

Carga muerta última: peso de losa + sobrecarga

$$CM_u = 1,4(2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} + 100 \text{ kg/m}^2) = 1,4(388 \text{ kg/m}^2) = 543,2 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva última: carga viva de aulas

$$CV_u = 1,7(300 \text{ kg/m}^2) = 510 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva última: carga viva de pasillo

$$CV_u = 1,7(500 \text{ kg/m}^2) = 850 \text{ kg/m}^2$$

Carga última total para aulas $CU_T = 543,2 + 510 = 1\,053,2 \text{ kg/m}^2$

Carga última total para pasillo $CU_T = 543,2 + 850 = 1\,393,2 \text{ kg/m}^2$

Cálculo de momentos actuantes $M_{(\pm)}$: para el cálculo de los momentos se utilizan las siguientes fórmulas.

Momentos negativos

$$M_{a(-)} = C_{a-} * CU_T * a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b-} * CU_T * b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a(+)} = C_{am-} * CM_U * a^2 + C_{av-} * CV_U * a^2$$

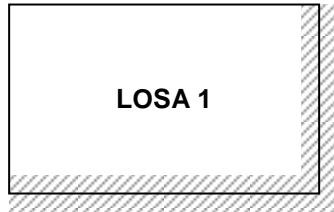
$$M_{b(+)} = C_{bm-} * CM_U * b^2 + C_{bv-} * CV_U * b^2$$

C_{b-} = coeficiente para momentos negativos

C_{bm-} = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta

C_{bv-} = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva

Losa 1



$$m = \frac{4,00}{5,50} = 0,73 \text{ usar } 0,75, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 4

$$M_{a(-)} = (0,076) * (1\ 053,2) * 4,00^2 = 1\ 280,69 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,043) * (543,2) * 4,00^2 + (0,052) * (510) * 4,00^2 = 798,04 \text{ kg-m}$$

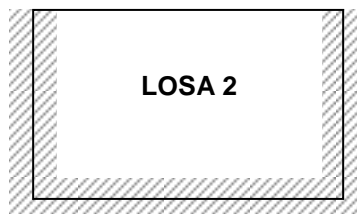
$$M_{a(+)} = \frac{M_{a(+)}}{3} = \frac{798,04 \text{ kg-m}}{3} = 266,01 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,024) * (1\ 053,2) * 5,50^2 = 764,62 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,013) * (543,2) * 5,50^2 + (0,016) * (510) * 5,50^2 = 460,45 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = \frac{M_{b(+)}}{3} = \frac{460,45 \text{ kg-m}}{3} = 153,48 \text{ kg-m}$$

Losa 2



$$m = \frac{4,00}{5,50} = 0,73 \text{ usar } 0,75, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 8

$$M_{a(-)} = (0,061) * (1\ 053,2) * 4,00^2 = 1\ 027,92 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,036) * (543,2) * 4,00^2 + (0,049) * (510) * 4,00^2 = 712,72 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = \frac{M_{a(+)}}{3} = \frac{712,72 \text{ kg-m}}{3} = 237,57 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,036) * (1\ 053,2) * 5,50^2 = 1\ 146,93 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,013) * (543,2) * 5,50^2 + (0,016) * (510) * 5,50^2 = 460,45 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = \frac{M_{b(+)}}{3} = \frac{460,45 \text{ kg-m}}{3} = 153,48 \text{ kg-m}$$

Losa 6



$$m = \frac{4,00}{5,50} = 0,73 \text{ usar } 0,75, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 2

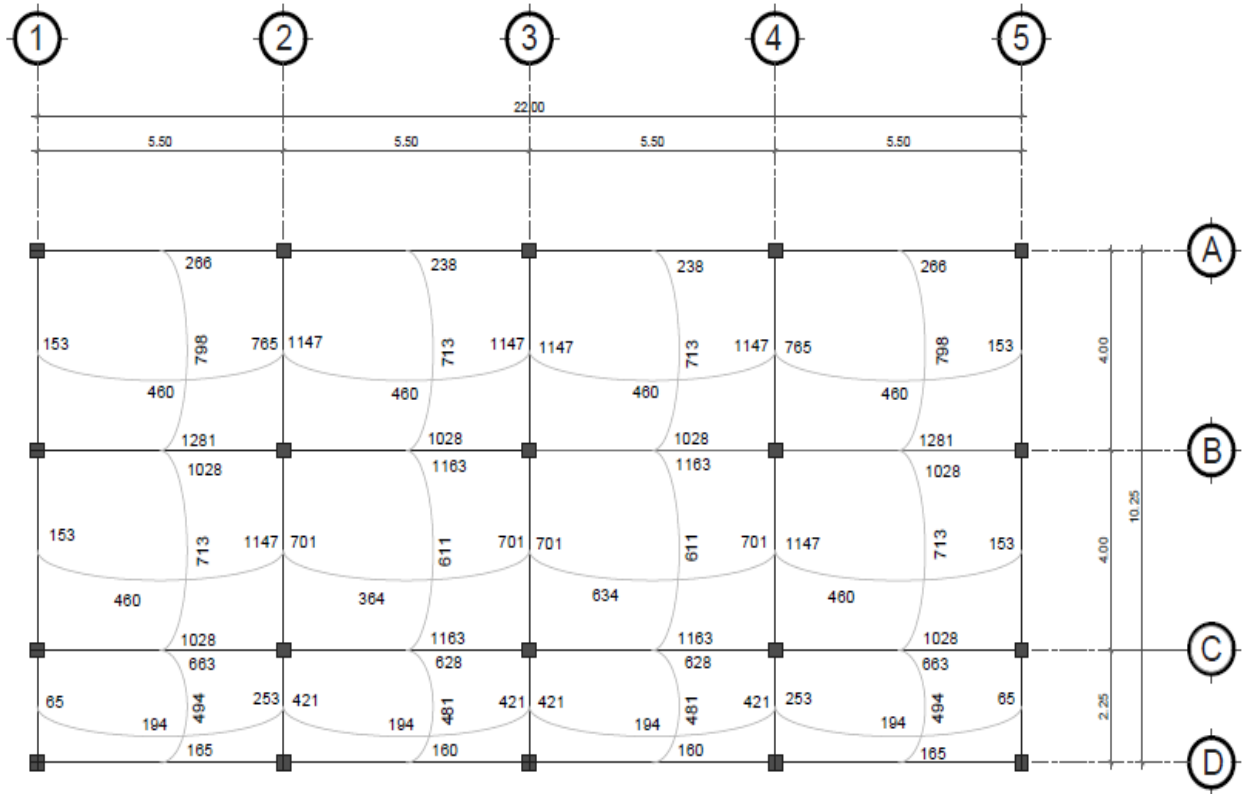
$$M_{a(-)} = (0,069) * (1\ 053,2) * 4,0^2 = 1\ 162,73 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,028) * (543,2) * 4,0^2 + (0,045) * (510) * 4,0^2 = 610,55 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,022) * (1\ 053,2) * 5,5^2 = 700,90 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,009) * (543,2) * 5,5^2 + (0,014) * (510) * 5,5^2 = 363,87 \text{ kg-m}$$

Figura 32. Planta de distribución de momentos en losa



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

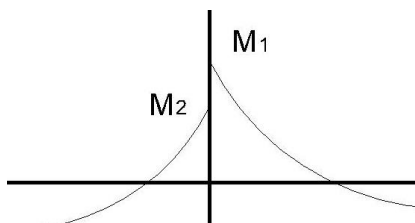
Balance de momentos: cuando las losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Se puede balancear los momentos de la siguiente manera:

Si $M_{1menor} > 0,80 * M_{2mayor}$ $M_b = (M_{2mayor} + M_{1menor}) / 2$

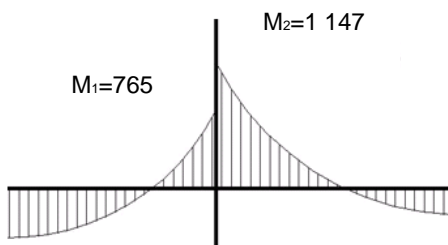
Si $M_{1menor} < 0,80 * M_{2mayor}$

Se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \qquad K_2 = \frac{1}{L_2} \qquad D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$



D_1	D_2
$(M_2 - M_1) * D_1 + M_1$	$(M_2 - M_1) * D_1 - M_2$
MB	MB



$$M_2 = (0,80 * 1147) = 917,55 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 765 \text{ kg-m}$$

$M_1 < M_2$ balancear por su rigidez

$$K_1 = \frac{1}{5,50} = 0,18$$

$$K_2 = \frac{1}{5,50} = 0,18$$

$$D_1 = \frac{0,18}{0,18 + 0,18} = 0,50$$

$$D_2 = \frac{0,18}{0,18 + 0,18} = 0,50$$

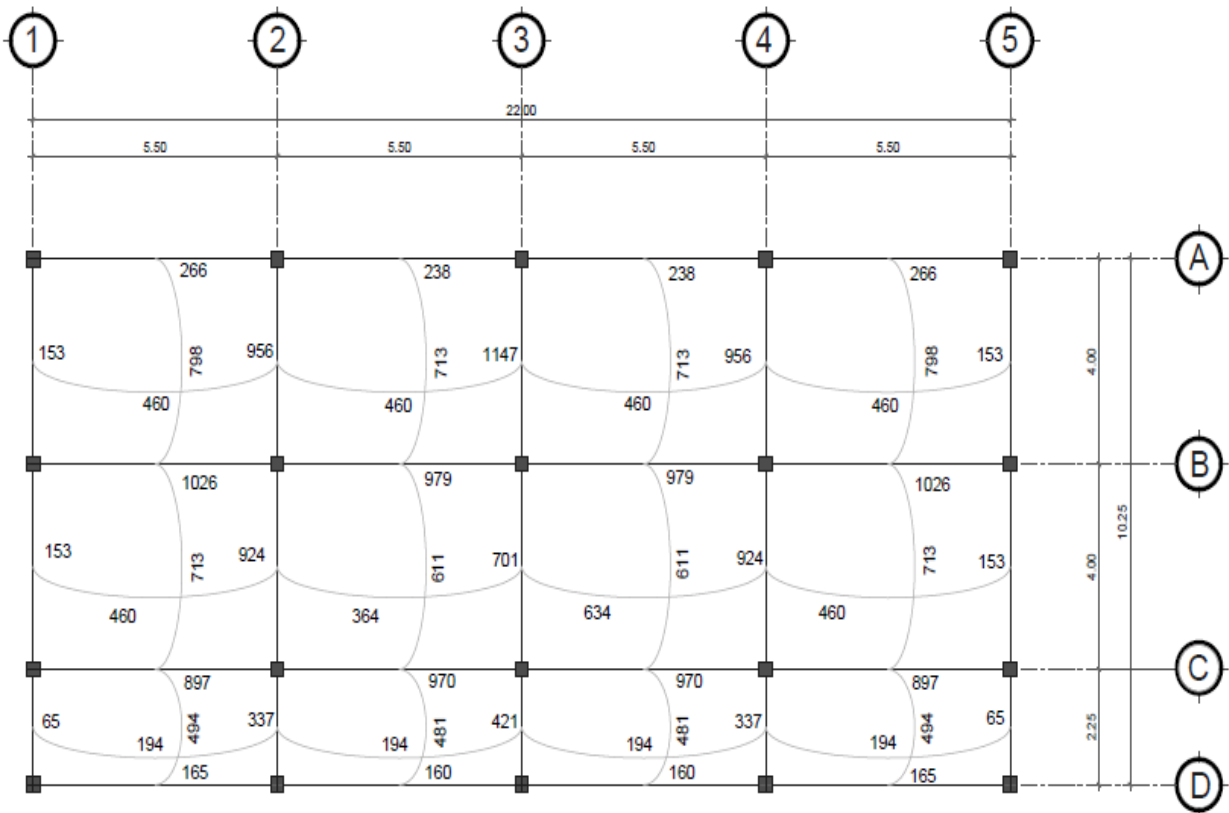
Tabla XII. **Balance de momentos**

D ₁	D ₂
$(1\ 147 - 765) * 0,50 + 765$	$(1\ 147 - 765) * 0,50 - 1\ 147$
955,78 kg	-955,78 kg

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del balance de momentos, en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la siguiente figura.

Figura 33. **Planta de distribución de momentos balanceados en losa**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Diseño de armado de losa: se considera como el diseño de viga con un ancho unitario de 1 metro, el recubrimiento será de 2,5 centímetros y el espesor de 12 centímetros según el predimensionamiento. Se utilizará varilla número 3.

Cálculo del peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - (\emptyset/2)$$

$$d = 12 - 2,5 - (0,953/2) = 9 \text{ cm}$$

El área de acero mínimo ($A_{s\text{min}}$) en una losa, se calcula como el 40 por ciento del área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 1 metro.

$$A_{s\text{min}} = \rho_{\text{min}} bd = \frac{14,1}{2\ 810} (100)(9) = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{4,52 \text{ cm}^2} = 15,71 \text{ cm}$$

Tomando en cuenta el espaciamiento de la armadura en las secciones críticas, no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa, según el Código ACI 318-99, capítulo 13, sección 13.3.2.

$$S_{\text{max}} = 2t = 2(12) = 24 \text{ cm}$$

Momento que resiste el área de acero mínima

$$M_{A_{s\text{min}}} = \phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{1,7 * f'_c b} \right) \right]$$

$$M_{Asmín} = 0,90 \left[4,52 * 2\,810 \left(9 - \frac{4,52(2\,810)}{1,7(210)(100)} \right) \right] = 971,87 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero para momentos mayores

$$A_s = \left[(9 * 100) - \sqrt{(9 * 100)^2 - \frac{(1\,147)(100)}{0,003\,825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 5,28 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{5,28 \text{ cm}^2} = 13,49 \text{ cm}$$

todas las losas número 3 @ 0,14 metros,
ambos sentidos.

Chequeo por corte

$$V_{máx} = \frac{WL}{2} = \frac{1\,393,2(5,30)}{2} = 3\,691,98 \text{ kg}$$

$$V_r = 45t\sqrt{f'_c} = 45(12)\sqrt{210} = 7\,825,34 \text{ kg}$$

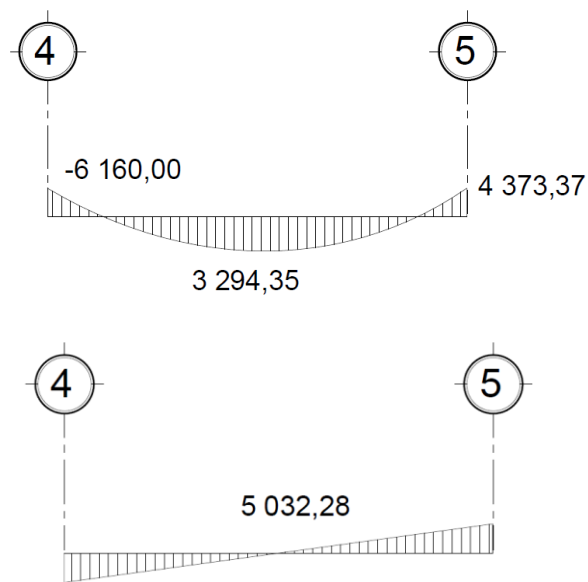
El valor del cortante resistente es mayor al actuante, por lo tanto, es correcto. El armado final se encuentra en apéndice: plano de techos y vigas del edificio.

3.12.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales horizontales, que reciben la carga de la losa y la transmiten a las columnas, están sometidas a esfuerzos de tensión, compresión y corte.

Como ejemplo, se diseñará la viga del eje x segundo nivel con los momentos críticos, las dimensiones de la viga serán de 25 por 40 centímetros.

Figura 34. Diagrama de momento y corte en viga eje B



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$A_{smín} = \rho_{mín} bd = \frac{14,1}{2\,810} (25)(36) = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \phi \left[\frac{\beta^* f'_c}{f_y} \frac{6\,090}{(f_y + 6\,090)} \right] = 0,85 \left[\frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} \frac{6\,090}{(2\,810 + 6\,090)} \right] = 0,036\,947$$

$$A_{smáx} = 0,50 \rho_{bal} bd = 0,50 (0,036\,947) (25) (36) = 16,63 \text{ cm}^2$$

Cálculo del área de acero longitudinal, para los momentos dados

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

$$M_{(-)} = 6\,160,00 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(6\,160,76)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 7,22 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 3\,294,35 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(3\,294,35)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 3,74 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 4\,373,37 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(4\,373,37)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 5,02 \text{ cm}^2$$

Según el Código ACI 318, los requerimientos para el armado de la cama superior e inferior se definen de la siguiente manera.

- Cama superior al centro: dos varillas mínimo con las dimensiones siguientes, el mayor de los dos
 - $A_{s\text{min}} = 4,52 \text{ cm}^2$
 - $33\%A_{s(M-)} = 0,33*7,22 = 2,38 \text{ cm}^2$

- Colocar $A_{s\min} = 4,52 \text{ cm}^2$
- En la cama inferior en apoyos se debe colocar como mínimo dos varillas corridas tomando el mayor
 - $A_{s\min} = 4,52 \text{ cm}^2$
 - $50\%A_{s(M-)} = 0,50 * 7,22 = 3,61 \text{ cm}^2$
 - $50\%A_{s(M+)} = 0,50 * 3,74 = 1,87 \text{ cm}^2$
 - Colocar $A_{s\min} = 4,52 \text{ cm}^2$

El armado final queda de la siguiente manera.

Cama superior: 4,52 centímetros cuadrados se cubre con 2 varillas corridas número 6 (5,70 cm^2)

Cama inferior: 4,52 centímetros cuadrados se cubre con 2 varillas corridas número 6 (5,70 cm^2)

En los momentos donde se necesite más refuerzo se cubrirá con bastones.

Refuerzo a corte: los esfuerzos cortantes serán resistidos por el refuerzo transversal o estribos. A esto se le llama confinamiento, debido a que el efecto es mayor en los apoyos.

Si $V_r > V_{act}$, colocar estribos por armado a $S_{m\acute{a}x} = d/2$

Si $V_r < V_{act}$, calcular S y longitud de confinamiento.

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'_c} * bd = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (25)(36) = 5\,875,53 \text{ kg}$$

$V_{act} = 5\,032,28 \text{ kg}$, el esfuerzo resistente es mayor que el actuante, colocar estribos por armado a $S_{m\acute{a}x} = d/2$

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ cm}$$

Para la separaci3n de estribos en zona de confinamiento, seg3n el C3digo ACI en su cap3tulo 21.3.3 el armado debe ser:

- Colocar estribos en extremos del elemento, en una longitud igual a dos veces la altura del elemento

$$S = 2d = 2 * 36 = 72 \text{ cm}$$

- El primer estribo debe estar situado a no m3s de 5 cent3metros del borde de columna

- El espaciamiento m3ximo de los estribos no debe exceder a

$$d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$$

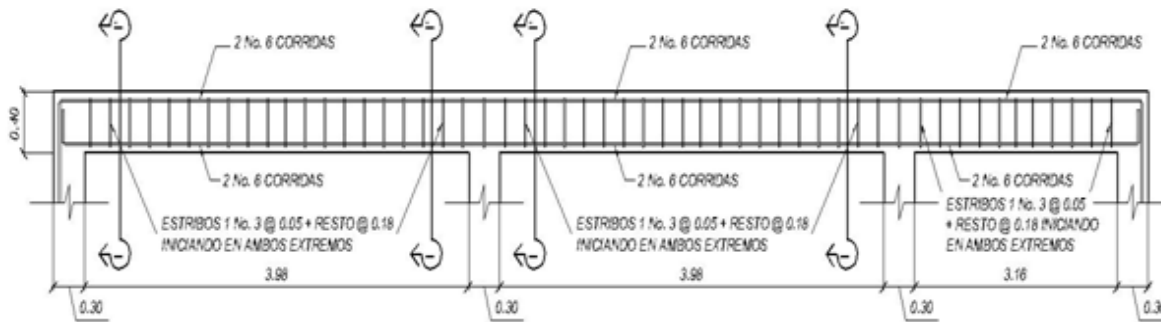
$$8\phi_{var_long} = 8 * 1,905 = 15,24 \text{ cm}$$

$$24\phi_{var_trans} = 24 * 0,953 = 22,88 \text{ cm}$$

30 cent3metros

Por lo tanto la separaci3n de estribos en la zona de confinamiento debe ser de 9 cent3metros y el resto a 18 cent3metros. Ver cuadro resumen de armado de vigas, tabla XIII. El armado queda de la siguiente manera:

Figura 35. **Detalle de armado de viga tipo 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Tabla XIII. **Cuadro de resumen de armado de viga**

Viga tipo	Momento en kg-m	Área de acero en cm ²	Armado		Refuerzo transversal N° 3
			Corrido	Bastones	
Tipo 1	12 280,58	13,18	2 No. 8	2 No. 6	ESTRIBOS 1 No. 3 @ 0,05 m + 8 No. 3 @ 0,10 + RESTO @ 0,17 extremos
	5 751,81	5,81	2 No. 8	----	
	9 699,49	10,14	2 No. 8	1 No. 6	
Tipo 2	6 160,00	7,22	2 No. 6	1 No. 5	ESTRIBOS 1 No. 3 @ 0,05 m + RESTO @ 0,18 extremos
	3 294,35	3,74	2 No. 6	----	
	4 373,37	5,02	2 No. 6	1 No. 4	
Tipo 3	6 888,03	7,02	2 No. 6	2 No. 5	ESTRIBOS 1 No. 3 @ 0,05 m + 8 No. 3 @ 0,10 + RESTO @ 0,20 extremos
	2 485,89	2,44	2 No. 6	----	
	7 988,75	8,22	2 No. 6	2 No. 5	
Tipo 4	2 519,42	2,84	2 No. 6	----	ESTRIBOS 1 No. 3 @ 0,05 m + RESTO @ 0,18 extremos
	1 478,48	1,65	2 No. 6	----	
	3 585,85	4,08	2 No. 6	----	

Fuente: elaboración propia.

3.12.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Está sometido principalmente a esfuerzos de compresión axial y momentos flexionantes. Se diseña únicamente la columna crítica para el nivel completo.

Diseño de columna de segundo nivel:

Sección de columna = 30 cm x 30 cm

Sección de vigas = 25 cm x 40 cm

Longitud de columna = 2,60 m

Área tributaria = 22,00 m²

Momento máximo en X $M_x = 6\,286,57$ kg-m

Momento máximo en Y $M_y = 6\,401,97$ kg-m

Carga axial CU = 1,4CM + 1,7CV

$$CU = 1,4(388) + 1,7(100) = 713,2 \text{ kg/m}^2$$

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} \qquad F_{cu} = \frac{713,2}{388 + 100} = 1,46$$

Peso de viga

$$P_v = b \cdot h \cdot \gamma_{\text{concreto}} \cdot L \qquad P_v = (0,25)(0,40)(2\,400)(8) = 1\,920 \text{ kg}$$

Carga axial última

$$P_u = (A_{\text{losa}} \cdot CU) + (P_{\text{viga}} \cdot F_{cu})$$

$$P_u = (22,00 \cdot 713,2) + (1\,920 \cdot 1,46) = 18\,493,60 \text{ kg} = 18,50 \text{ t}$$

Esbeltez de columnas (E): la esbeltez en una columna está definida por la relación entre la longitud del elemento y su sección transversal. De aquí que se clasifican en corta ($E < 22$), intermedia ($22 < E < 100$), larga ($E > 100$).

La ecuación a utilizar es, $E = \frac{KL_u}{\sigma}$ por lo que es necesario encontrar los valores del coeficiente de rigidez de la columna (K), la longitud efectiva de pandeo (L_u) y el 30 por ciento del lado menor de la columna (σ).

Regularmente en las estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas por las uniones viga-columna o columna-zapata, por lo que el grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de los elementos, se encuentra a través de la siguiente ecuación.

Grado de empotramiento a la rotación

$$\psi = \frac{\sum K_{\text{Col}}}{\sum K_{\text{Viga}}}; \quad K = \frac{I}{L}; \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12}(0,30)^4 = 0,000\ 675\ \text{m}^4$$

$$K_{\text{col}} = \frac{0,000\ 675}{2,60} = 0,000\ 260$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12}(0,25)(0,40)^3 = 0,001\ 333\ \text{m}^4$$

$$K_{\text{viga}} = \frac{0,001\ 333}{5,50} = 0,000\ 242$$

$$\psi_a = \frac{0,000\ 260}{0,000\ 242 + 0,000\ 242} = 0,54$$

$$\psi_b = \frac{0,000\ 260 + 0,000\ 260}{0,000\ 242 + 0,000\ 242} = 1,07$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{0,54 + 1,07}{2} = 0,80$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = \frac{20 - \Psi_{\text{prom}}}{20} \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}} \quad \text{para } \Psi_{\text{prom}} < 2$$

$$K = 0,90 \sqrt{1 + \Psi_{\text{prom}}} \quad \text{para } \Psi_{\text{prom}} \geq 2$$

$$K = \frac{20 - 0,80}{20} \sqrt{1 + 0,80} = 1,29$$

$$E = \frac{KL_u}{\sigma} = \frac{(1,29)(2,60)}{(0,30)(0,30)} = 37,23$$

Por lo tanto, se clasifica como una columna intermedia y se procede a magnificar momentos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} \quad EI = \frac{0,4 E_c I_g}{1 + \beta_d} \quad \beta_d = \frac{CMU}{CU}$$

$$\beta_d = \frac{1,4(338)}{713,2} = 0,76$$

$$EI = \frac{0,4(15\,100\sqrt{210})(1/12 \cdot 30^4)}{1 + 0,76} = 3,36 \times 10^9$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(335,38)}{(1,29 \cdot 2,60)^2} = 294,75 \text{ t}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{18,50}{0,7(294,75)}} = 1,10, \text{ por lo que los momentos de diseño serán}$$

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 1,10(6\,286,57 \text{ kg-m}) = 6\,915,23 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 1,08(6\,401,97 \text{ kg-m}) = 6\,914,13 \text{ kg-m}$$

Refuerzo longitudinal (método de Bressler) consiste en determinar el perfil de falla de la columna y determinar la cantidad de acero longitudinal.

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}$$

Cálculo de parámetros independientes.

$$\left(\frac{e}{h}\right)_x = \left(\frac{M_x}{P_u h}\right)_x = \left(\frac{6\,915,23}{18\,493,6(0,30)}\right) = 1,25$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)_y = \left(\frac{M_y}{P_u h}\right)_y = \left(\frac{6\,914,13}{18\,493,60(0,30)}\right) = 1,25$$

$$\gamma_{x,y} = \frac{d - d'}{h} = \frac{27 - 3}{30} = 0,80$$

Área de acero: según el Código ACI, el área de acero debe estar entre un 1 por ciento a un 8 por ciento del área transversal de la columna, de tal manera que el área considerada será:

$$A_s = 0,038(30^2) = 34,20 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 8 varillas número 8 que equivale a 35,47 centímetros cuadrados

Cuantía de acero para el área de acero

$$\rho_w = \frac{A_s f_y}{0,85 A_g f'_c} = \frac{35,47(2\ 810)}{0,85(30^2)(210)} = 0,62$$

Valores de los coeficientes del diagrama de interacción

$$K'_x = 0,25 \quad K'_y = 0,25, \text{ ver anexo, diagrama de interacción}$$

$$P'_o = 0,70 [0,85 \cdot 210 \cdot 30^2 + 35,47 \cdot 2\ 810] = 182,22 \text{ t}$$

$$P'_x = 0,25 (210 \cdot 30^2) = 47,25 \text{ t}$$

$$P'_y = 0,25 (210 \cdot 30^2) = 47,25 \text{ t}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{47,25} + \frac{1}{47,25} - \frac{1}{182,22}$$

$$P'_u = 27,14 \text{ t}$$

$$P'_u > \frac{P_u}{0,7}$$

$$27,14 > \frac{18,50}{0,7} = 26,42$$

Debido a que la carga axial última que resiste la columna, es mayor a la carga actuante última, se considera adecuado el armado propuesto.

Refuerzo transversal: al igual que las vigas, las columnas también sufren esfuerzos de corte máximos en los nudos, por lo que es necesario reforzar estas áreas a través de un confinamiento adecuado, se utilizarán estribos número 3.

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (30)(27) = 5,288 \text{ kg}$$

El esfuerzo resistente del concreto es mayor que el actuante, es necesario diseñar de acuerdo con el Código ACI.

$$\text{Estribos se colocarán a } S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento: la mayor de las siguientes.

$$L_u/6 = 260/6 = 43 \text{ cm}$$

$$16\phi_{\text{var_long}} = 16(1,905) = 30,48 \text{ cm}$$

$$48\phi_{\text{var_trans}} = 48(0,953) = 45,72 \text{ cm}$$

Se utilizará una longitud de confinamiento, igual a 50 centímetros.

Espacio entre estribos en zona confinada;

Relación volumétrica ρ_s

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0,85f'c}{f_y} \right) \quad A_{ch} = d_x * d_y = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{900}{576} - 1 \right) \left(\frac{0,85(210)}{2810} \right) = 0,016$$

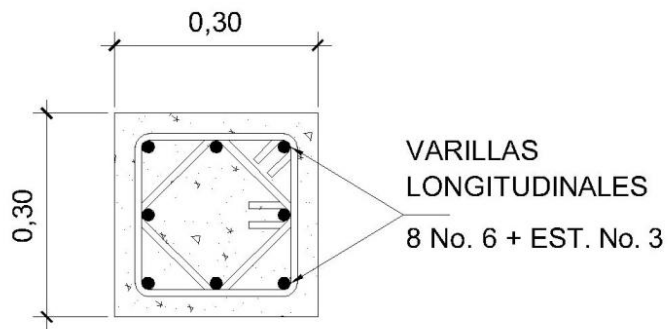
$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s L} = \frac{4(0,71)}{0,016(24)} = 7,35 \text{ cm}$$

Colocar estribos a cada 7 centímetros en zona confinada

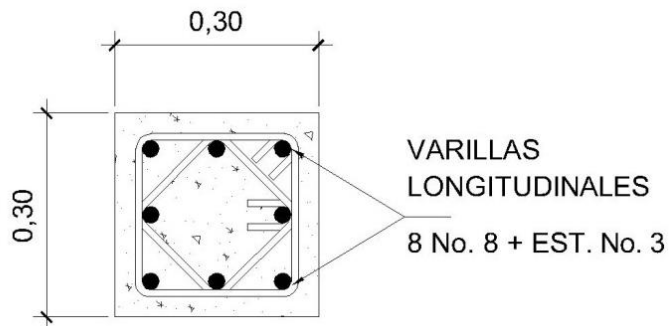
Se colocaran estribos rotados a 45 grados alternados, según el Código ACI 318, en el capítulo 7.10.5, debido a las barras longitudinales en las caras.

Este método de cálculo se aplicó para la columna del primer nivel, con los momentos y corte máximos de nivel. A continuación se muestran los resultados del diseño.

Figura 36. **Sección de columnas típicas de nivel**



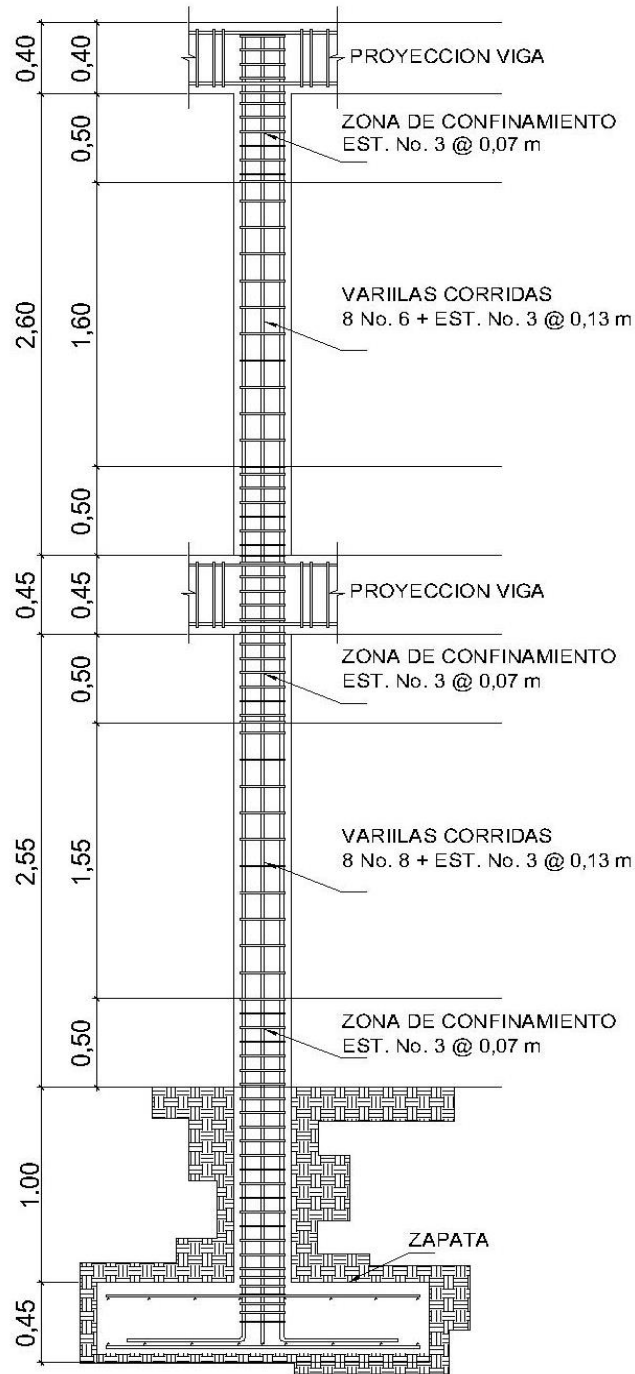
COLUMNA TÍPICA 2 do. NIVEL



COLUMNA TÍPICA 1er. NIVEL

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 37. **Detalle de armado de columnas típicas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.12.4. Diseño de nudos

Una unión viga-columna (nudo), se define como la porción de la columna dentro de la altura de las vigas que se unen hasta ella. Los nudos deben diseñarse para resistir las fuerzas que las vigas y las columnas les transfieren incluyendo cargas axiales, flexión, torsión y cortante.

Resistencia al cortante horizontal

Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa una unión viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de viga.

- Cortante aplicado al nudo V_j

$$M1 = A_s * 1.25 * f_y \left(d - \frac{A_s * 1.25 * f_y}{1.7 * f_c * b} \right)$$

$$M1 = 5.70 * 1.25 * 4200 \left(37.50 - \frac{5.70 * 1.25 * 4200}{1.7 * 210 * 30} \right)$$

$$M2 = 5.70 * 1.25 * 4200 \left(37.50 - \frac{5.70 * 1.25 * 4200}{1.7 * 210 * 30} \right)$$

$$V_{col} = \frac{M1 + M2}{h}$$

$$V_{col} = \frac{10.38 + 10.38}{3} = 6,92 \text{ t}$$

$$T1 = 5,70 * 1,25 * 4200 = 29,92 \text{ t}$$

$$C1 = 5,70 * 1,25 * 4200 = 29,92 \text{ t}$$

$$Vj = T1 + C1 - Vcol = 29,92 + 29,92 - 6,92 = 52,92 \text{ t}$$

- Cortante resistido al nudo Vn

$$Vn = 5.3 * \sqrt{210} * 900$$

$$Vn = 69,12 \text{ t}$$

$$Vn > Vj$$

$$0,85 * 69,12 > 52,92$$

Resistencia al cortante vertical

- Cortante aplicado al nudo Vjv

$$Vjv = Vj * \left(\frac{Hv}{Hc} \right)$$

$$Vjv = 52,92 * \left(\frac{25}{30} \right) = 44,1 \text{ t}$$

$$Vjv < Vj$$

$$44,1 < 52,92$$

La armadura de la columna es aceptable con las dimensiones de 30 por 30 centímetros.

$$p = \frac{8 * 4.9}{30 * 30} = 4,36 \% > 1 \%$$

Las vigas de borde suministran el confinamiento necesario en su dirección. En dirección de la viga normal si es necesario proporcionar confinamiento por lo cual se colocarán estribos número 3 @ 0,07 metros; también se reforzará de acero longitudinal adicional de confinamiento: $L = 2 \cdot H$, donde H = peralte de la viga, con diámetro de 1 pulgada a cada lado de la columna.

3.12.5. Diseño de cimientos

Cimiento es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son, que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

- Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente.
- Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

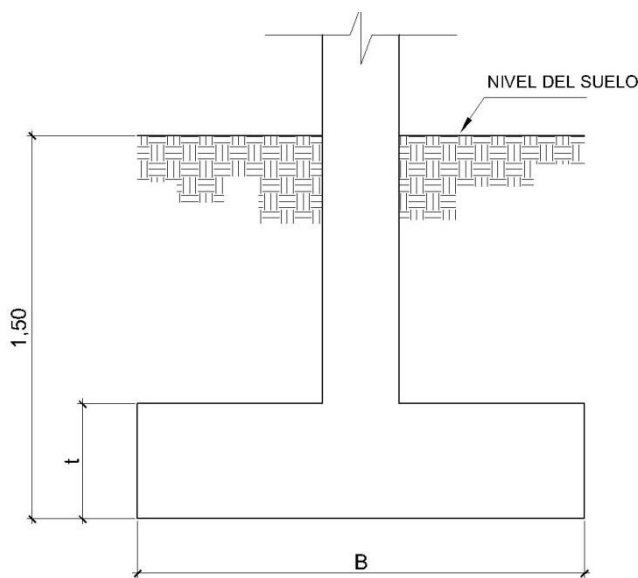
Zapata

Las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares, y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas combinadas

o zapatas amarradas para permitir el diseño de una zapata que no se extienda más allá del muro o columna.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas, se toman del análisis estructural y de los estudios de suelo realizados en el lugar. Los datos a utilizarse para el diseño de la zapata, son los siguientes.

Figura 38. Elevación de zapata



$$M_x = 7,07 \text{ t-m}$$

$$M_y = 7,23 \text{ t-m}$$

$$P_u = 52,72 \text{ t}$$

$$F_{cu} = 1,57$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,90 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_c = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$V_s = 30 \text{ t/m}^2$$

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

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

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Cargas de trabajo

$$P_T = \frac{52,72}{1,57} = 33,60 \text{ t}$$

$$M_{dx} = \frac{7068}{1,57} = 4,50 \text{ t-m}$$

$$M_{dy} = \frac{7230}{1,57} = 4,60 \text{ t-m}$$

Predimensionamiento

$$A_z = \frac{1,5P_T}{V_s} = \frac{1,5(33,60)}{30} = 1,68 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1,75 m cuadrada con $A_z = 3,0625 \text{ m}^2$

Presión al suelo

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{Md_x}{S_x} \pm \frac{Md_y}{S_y}$$

$$S_x = S_y = \frac{1,75 \cdot 1,75^2}{6} = 0,893 \text{ m}^2$$

$$P = P_T + P_{\text{Col}} + P_{\text{Suelo}} + P_{\text{Cim}}$$

$$P = 33,60 + 0,3^2(2,4)(7,5) + 1,90(1,50)(3,06) + 2,4(0,45)(3,06) = 47,25 \text{ t}$$

$$q = \frac{47,25}{3,06} \pm \frac{4,50}{0,893} \pm \frac{4,60}{0,893}$$

$$q_{\text{máx}} = 15,44 + 5,04 + 5,15 = 25,63 \text{ t/m}^2 < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 15,44 - 5,04 - 5,15 = 5,23 \text{ t/m}^2 > 0$$

La presión que la estructura ejerce al suelo es menor a la que puede soportar y mayor que cero, las dimensiones de la zapata son correctas.

$$q_{\text{dis}} = 1,57(25,63 \text{ t/m}^2) = 40,22 \text{ t/m}^2$$

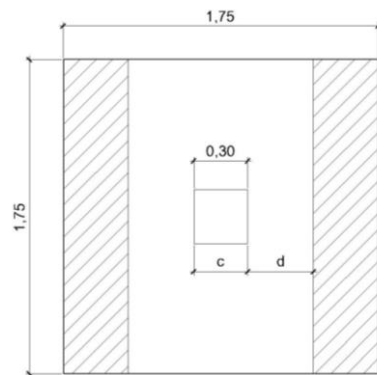
Peralte efectivo

$$d = 45 - 7,5 - (1,97/2) = 36,5 \text{ cm}$$

Chequeo por esfuerzo cortante

Diseño de zapata por esfuerzo cortante

Figura 39. Diagrama esfuerzo cortante



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$V_{act} = q_{dis} \left(\frac{B_{Zap} - B_{Col}}{2} - d \right) H_{Zap} = 40,22 \left(\frac{1,75 - 0,30}{2} - 0,365 \right) * 1,75 = 25,33 \text{ t}$$

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b d = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (175)(36,5) = 41,71 \text{ t}$$

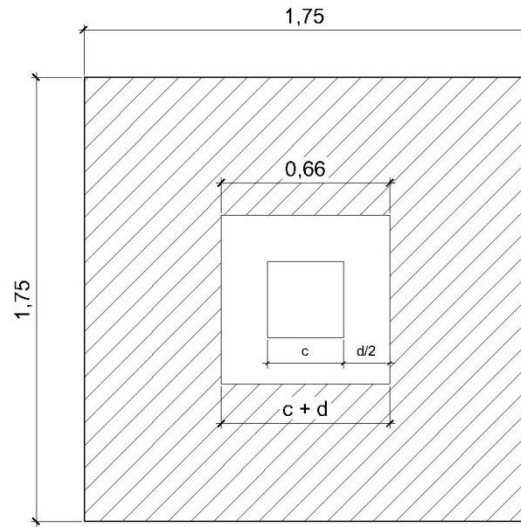
Resiste debido a que el corte actuante es menor al que puede soportar la estructura, el peralte seleccionado es correcto.

Chequeo por corte punzonante

$$b_o = 4(c + d) = 4(30 + 36,5) = 266 \text{ cm}$$

Diseño de zapata por esfuerzo de corte punzonante

Figura 40. **Diagrama esfuerzo corte punzonante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$V_{act} = q_{dis} (A_{zap} - (c + d)^2) = 40,22 (1,75^2 - (0,665)^2) = 105,38 \text{ t}$$

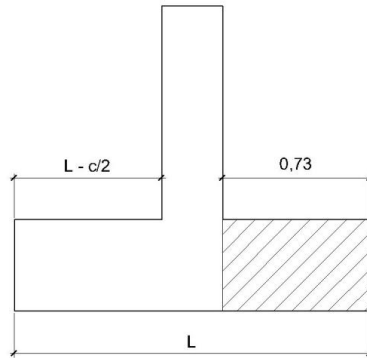
$$V_r = \phi * 1,06 \sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 1,06 \sqrt{210} * (266) (36,5) = 126,82 \text{ t}$$

El corte que resiste la zapata es mucho mayor que el actuante, no hay problema con el corte punzonante.

Diseño del refuerzo: el suelo causa presión a la zapata, por lo que produce un momento flector, es necesario reforzarla con acero estructural de la siguiente manera:

Diseño de zapata por esfuerzo flexionante

Figura 41. **Diagrama esfuerzo flexionante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$M_U = \frac{q_{dis} * L^2}{2} = \frac{40,22 * (1,75/2 - 0,3/2)^2}{2} = 10,57 \text{ t-m}$$

$$A_s = \left[(73 * 36,5) - \sqrt{(73 * 36,5)^2 - \frac{10\ 570(73)}{0,003\ 825(210)}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810} = 11,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} bd = \frac{14,1}{2\ 810} (73)(36,5) = 13,37 \text{ cm}^2, \text{ como } A_s < A_{s\text{mín}}, \text{ colocar } A_{s\text{mín}}$$

$$S = \frac{A_v b}{A_s} = \frac{2,85 * 73}{13,37} = 15,56 \text{ cm} \text{ Se utilizará número 6 @ 0,16 metros cama}$$

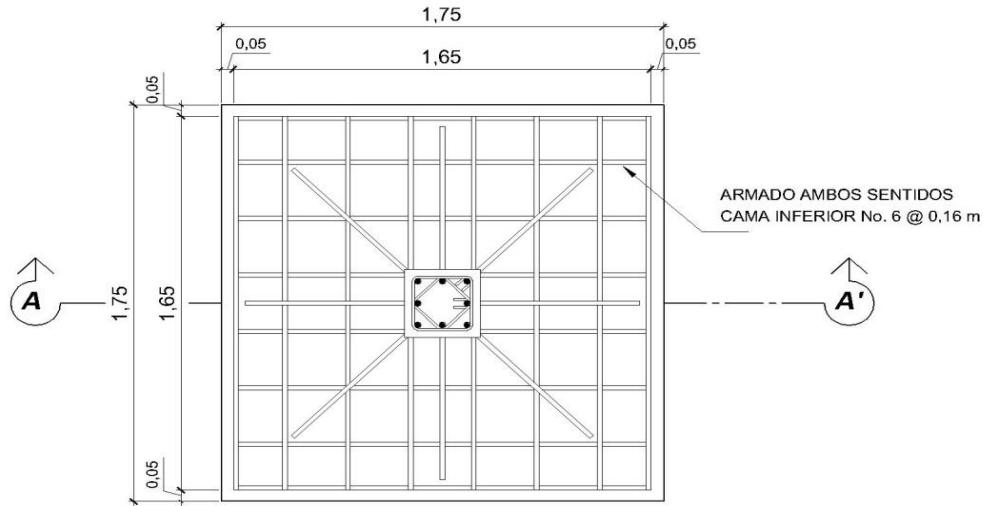
inferior.

$$\text{Para cama superior, colocar } A_{STemp} = 0,002bt = 0,002(73)(45) = 6,57 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v b}{A_{STemp}} = \frac{1,97 * 73}{6,57} = 21,89 \text{ cm} \text{ Se utilizará número 5 @ 0,22 metros cama}$$

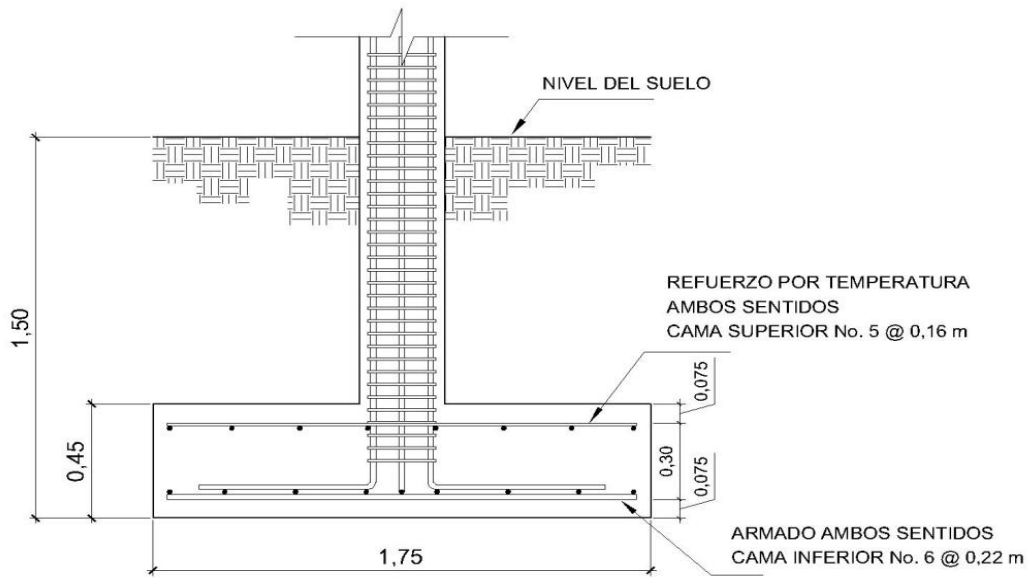
superior.

Figura 42. **Detalle de armado de zapata planta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 43. **Detalle de elevación armado de zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.12.6. Diseño de cimiento corrido

Es el cimiento que se le coloca a los muros, este se calcula como una franja unitaria; se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se propone cimiento corrido de sección trapezoidal de acuerdo al FHA, considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura aproximada de 3 metros se considera lo siguiente:

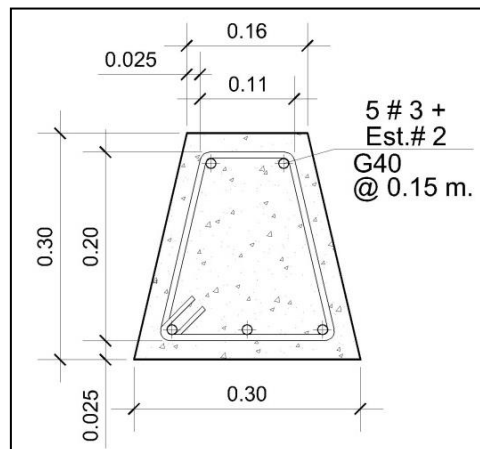
Ancho de base mínimo: 25 cm

Peralte mínimo: 30 cm

Ancho de la corona: ancho del muro más 1 cm

El refuerzo mínimo para cimientos corridos de sección trapezoidal es 5 \emptyset número 3 con estribo \emptyset número 2 @ 15 centímetros.

Figura 44. **Detalle de armado de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.12.7. Diseño de gradas

El ritmo general de vida exige que las escaleras puedan ser recorridas de modo rápido y seguro, con el menor gasto de energía posible. Para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática; además, debe tener iluminación y ventilación aceptable.

La forma y disposición que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos pueden garantizar la comodidad de una escalera.

Donde:

c = contrahuella y H = huella

$c \leq 20$ cm

$H > c$

$2c + H \leq 64$ cm (valor cercano)

$c + H = 45$ a 48 cm

$c \cdot H = 480$ a 500 cm²

Procedimiento para el diseño de la escalera

Número de escalones mínimo = $h/c = 3,06/0,17 = 18$ escalones. Se tomaran 9 contrahuellas antes del descanso.

Número de huellas = núm. contrahuellas – 1 = 9 – 1 = 8 huellas

Relaciones de comodidad:

$$c = 17 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 29 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$2c + H = 2 \cdot 17 + 29 = 63 \leq 64 \text{ cm}$$

$$c + H = 0.17 + 29 = 46 \text{ cm}$$

$$c \cdot H = 17 \cdot 29 = 493 \text{ cm}^2$$

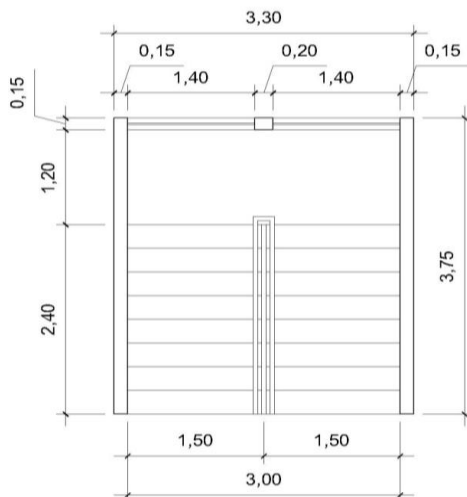
Por lo tanto se obtienen 9 contrahuellas de 17 centímetros y 8 huellas de 29 centímetros.

Espesor de la losa

$$t = L/21 = 3,30/21 = 0,15 \text{ m}$$

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

Figura 45. Dimensiones de escalera



Datos

Carga viva = 500 kg/m^2

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

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

$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Integración de cargas

Carga muerta

Peso propio de la escalera

$$\gamma_c * \left(t + \frac{c}{2} \right) = 2\,400 \left(0,15 + \frac{0,17}{2} \right) = 564 \text{ kg/m}^2$$

Acabados = 100 kg/m²

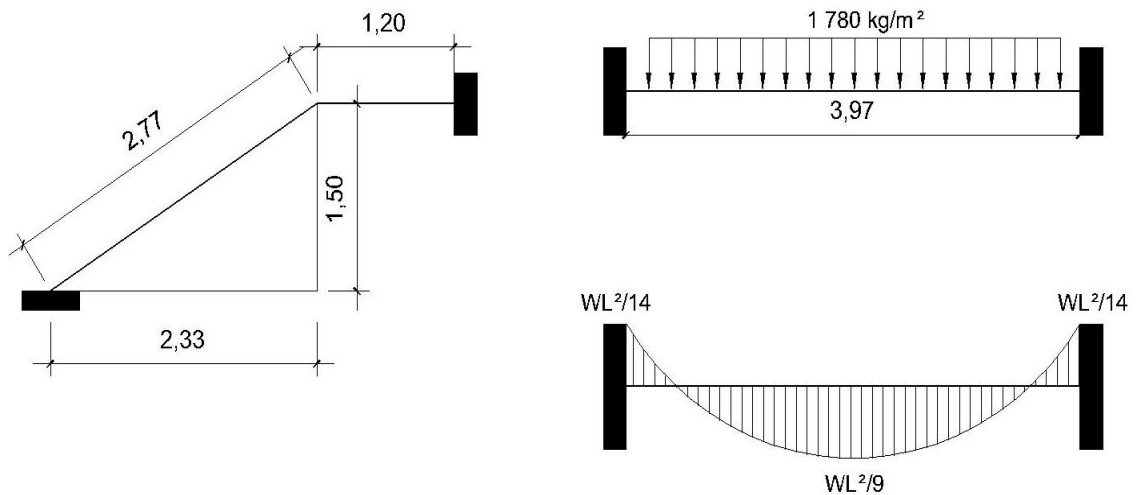
Total = 664 kg/m²

Carga viva

Edificación escolar = 500 kg/m²

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,4(664) + 1,7(500) = 1\,780 \text{ kg/m}^2$$

Figura 46. **Distribución de carga y momentos en gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$D = \sqrt{(2,33)^2 + (1,50)^2} = 2,77 \text{ m}$$

Cálculo de momentos

$$M_{(+)} = \frac{Cu \cdot L^2}{9} = \frac{1\,780(3,97)^2}{9} = 3\,117,16 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = \frac{Cu \cdot L^2}{14} = \frac{1\,780(3,97)^2}{14} = 2\,003,88 \text{ kg-m}$$

Límites para el acero

$$b = 100 \text{ cm} \quad f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 7,5 \text{ cm} \quad f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$As_{\min} = \left(\frac{14,1}{F_y} \right) (b \cdot d) = \left(\frac{14,1}{2\,810} \right) (100 \cdot 7,5) = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max} = 0,50 \rho_b b d = 0,50 \cdot 0,036\,95 \cdot 100 \cdot 7,5 = 13,86 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M \cdot b}{0,003\,825 \cdot f'_c}} \right] \cdot \left[\frac{0,85 f'_c}{F_y} \right]$$

$M_{(+)} = 3\,117,16 \text{ kg-m} = As = 21,11 \text{ cm}^2$; usar $As_{\max} = 13,86 \text{ cm}^2$; usar varilla número 5 @ 0,15 metros

$M_{(-)} = 2\,003,88 \text{ kg-m} = As = 12,10 \text{ cm}^2$; usar varilla número 5 @ 0,15 metros

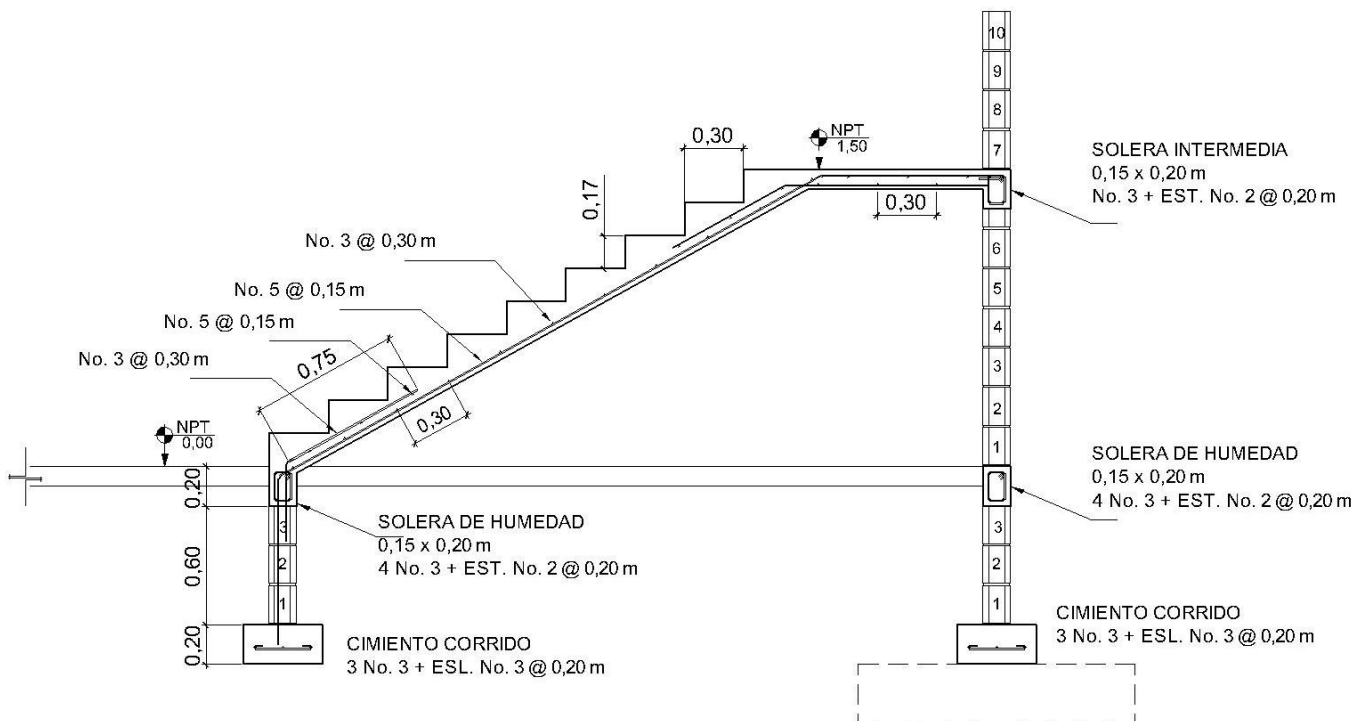
Acero por temperatura = $As_t = 0,002 b \cdot t = 0,002 \cdot 100 \cdot 10 = 2 \text{ cm}^2$.

$S_{\text{máx}} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$, por lo tanto se refuerza con varilla número 3 @ 0,30 metros

El acero por temperatura debe colocarse en el otro sentido, tomando en consideración lo siguiente:

- Se debe alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal
- Se coloca en el espacio formado por la cama superior e inferior del refuerzo principal

Figura 47. **Detalle de armado de escalera**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.13. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación de impacto ambiental se llevó a cabo por medio de una boleta de riesgo que presenta el Ministerio de Ambiente, dicha boleta fue proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación (DMP), del municipio de Rabinal. Los resultados obtenidos durante la evaluación fueron de 168 puntos. En la boleta se especifica que para un valor arriba de 400 puntos se debe reformular el proyecto, y si muestra un valor arriba de los 1 000 puntos, se rechazará el proyecto por completo, ya que representa un gran riesgo para el ambiente.

Figura 48. **Boleta de identificación y evaluación riesgo para escuelas**

Identificación y evaluación de riesgo programas / proyectos	Factor	Tipo de Evento	N.A.	Exposición al evento											
				Genera el evento											
				Nula				Mínima				Moderada		Severa	
Amenaza		Vulnerabilidad		R = amenaza * vulner.											
Origen del evento				0	4	8	10	2	4	8	10	Total = A * V			
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones		X				X					0		
		Tornados (vientos fuertes)		X				X					0		
		Tormenta tropical			X			X					8		
		Onda térmica fría			X			X					16		
		Onda térmica cálida		X				X					0		
		Inundaciones			X			X					8		
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas		X				X					0		
	Otros: Especifique														
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes				X			X					8	
		Deslizamientos				X			X					8	
Lahares			X					X					0		
Flujos de lodo y agua			X					X					0		
Otros												0			
Tectónicos o geológicos	Terremotos (sismos)				X			X					16		
	Erupciones volcánicas		X					X					0		
	Maremotos (tsunamis)		X					X					0		
	Otros														

Continuación de la figura 48.

Origen del evento	Factor	Tipo de Evento	0	4	8	10	2	4	8	10		
Antrópico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos		X			X				8	
		Genera pobreza y exclusión social		X			X				8	
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)		X			X				0	
		Ocurrencia de epidemias		X			X				8	
		Otros										
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes			X			X				8
		Delincuencia organizada		X				X				0
		Delincuencia común		X				X				0
		Conflictos limítrofes		X				X				0
		Ocurrencia de guerra		X				X				0
		Ocurrencia de terrorismo		X				X				0
		Otros										
	Entorno político económico-social	Crisis política (pérdida democracia)		X				X				0
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)		X				X				8
		Crisis económica (empobrecimiento)		X				X				8
		Crisis social (conflictos entre pobladores)		X				X				8
		Otros										
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.		X				X				8
		Radiación solar intensa		X				X				8
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua		X				X				8
		Descarga de partículas sólidas al aire		X				X				8
		Contaminación por ruido superior a 90 DB		X				X				0
		Contaminación de suelos		X				X				8
		Sobreexplotación de recursos naturales		X				X				0
		Desertificación		X				X				0
		Incendios forestales		X				X				0
		Otros										
		Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas		X				X			
	De transporte aéreo, acuático y terrestre			X				X				0
	Derrame de productos petroleros			X				X				0
	Depósitos industriales y químicos			X				X				0
	Colapso de estructuras			X				X				0
Explosiones			X				X				0	
Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.			X				X				0	
Oleoductos			X				X				0	
Coheterias			X				X				0	
Urbanización desordenada			X				X				8	
Edificios, ruinas, monumentos abandonados			X				X				0	
Otros												
Factor	Escala		Descripción									
Amenaza	Nula	No apreciable										
	Minima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema										
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido										
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales										
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte										
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte										
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte										
	Extrem. alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación										
Escala de decisión	Bajo	Menor 400 (se acepta el proyecto con medidas mitigación)										
Riesgo	Medio	Mayor de 401 hasta 1000 (reformular el proyecto)										
(puntos de riesgo) 168 PUNTOS	Alto	Mayor de 1000 (se rechaza el proyecto, reformularlo)										
TOTAL											168	

Fuente: Dirección Municipal de Planificación de Rabinal, Baja Verapaz.

3.14. Planos constructivos

Los planos que se elaboraron son: planta amueblada, planta acotada, planta de acabados, planta de cimentación y columnas, planta de techos y vigas, detalles de gradas y muros, planta de drenajes y planta de instalación eléctrica.

3.15. Presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada con costos directos: materiales de construcción, mano de obra calificada y no calificada, dentro de los costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos equivalentes al 25 por ciento.

Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Rabinal, Baja Verapaz para los salarios de mano de obra se consideraron los que la municipalidad asigna para casos similares.

Tabla XIV. Presupuesto de escuela

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO						
No	RENLÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	
1	TABAJOS PRELIMINARES					
1.1	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	m ²	1100.00	Q 16.00	Q	17,600.00
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	m ²	1100.00	Q 13.70	Q	15,070.00
2	CIMENTACIÓN					
2.1	EXCAVACIÓN	m ³	121.55	Q 75.00	Q	9,116.25
2.2	ZAPATAS	Unidad	20.00	Q 6,265.72	Q	125,314.36
2.3	CIMIENTO CORRIDO TRAPEZOIDAL	ml	117.25	Q 334.82	Q	39,258.00
2.4	RELLENO	m ³	110.10	Q 50.00	Q	5,505.00

Continuación de la tabla XIV.

3 MUROS DE ESCUELA							
3.1	MUROS DE 0,15X0,20X0,40m	m ²	305.28	Q	326.69	Q	99,732.27
3.2	SOLERAS						
3,2,1	Solera intermedia de 0,15x0,20 m	ml	181.40	Q	240.36	Q	43,601.29
3,2,2	Solera intermedia de 0,15x0,15 m	ml	57.80	Q	224.65	Q	12,984.94
3,2,3	Solera en sillar de 0,15x0,15 m	ml	41.60	Q	224.65	Q	9,345.57
4 ESTRUCTURAS							
4.1	COLUMNAS						
4,1,1	Columna tipo A (primer nivel)	Unidad	20.00	Q	4,432.43	Q	88,648.66
4,1,2	Columna tipo B (segundo nivel)	Unidad	20.00	Q	2,324.39	Q	46,487.90
4,1,3	Columna tipo C (primer nivel)	Unidad	60.00	Q	1,087.58	Q	65,255.09
4,1,4	Columna tipo C (segundo nivel)	Unidad	60.00	Q	770.30	Q	46,217.81
4.2	VIGAS						
4,2,1	Viga tipo 1	Unidad	16.00	Q	4,141.90	Q	66,270.42
4,2,2	Viga tipo 2	Unidad	16.00	Q	2,986.19	Q	47,779.08
4,2,3	Viga tipo 3	Unidad	15.00	Q	2,711.99	Q	40,679.83
4,2,4	Viga tipo 4	Unidad	15.00	Q	2,372.87	Q	35,593.10
5 TECHOS							
5.1	LOSA TRADICIONAL						
5,1,1	Losa primer nivel	m ²	235.27	Q	932.37	Q	219,359.14
5,1,2	Losa segundo nivel	m ²	235.27	Q	897.39	Q	211,129.77
6 INDEPENDIENTES							
6.1	GRADAS	Global	1.00	Q	89,290.16	Q	89,290.16
7 ACABADOS							
7.1	ACABADO DE PISO						
7,1,1	Piso cerámico	m ²	185.12	Q	150.00	Q	27,768.00
7,1,2	Base de concreto para piso	m ²	185.12	Q	60.00	Q	11,107.20
7.2	ACABADO DE MURO						
7,2,1	Repello	m ²	770.96	Q	35.00	Q	26,983.60
7,2,2	Cernido vertical	m ²	770.96	Q	60.00	Q	46,257.60
7,2,3	Pintura	m ²	788.26	Q	60.00	Q	47,295.60
7.3	TALLADO						
7,2,1	Columnas	m ²	87.30	Q	50.00	Q	4,365.00
7,2,2	Vigas	m ²	173.95	Q	50.00	Q	8,697.50
7,2,3	Losas	m ²	402.04	Q	60.00	Q	24,122.40
8 SISTEMA DE AGUA Y DRENAJE							
8.1	DRENAJE PLUVIAL	Global	1.00	Q	10,070.84	Q	10,070.84
9 SISTEMA ELÉCTRICO							
9.1	ILUMINACIÓN	Global	1.00	Q	13,056.00	Q	13,056.00
9.2	FUERZA	Global	1.00	Q	8,780.00	Q	8,780.00
10 PUERTAS Y VENTANAS							
10.1	PUERTAS Y VENTANAS	Global	1.00	Q	38,000.00	Q	38,000.00
11 OTROS							
11.1	BARANDAS	m ²	20.58	Q	400.00	Q	8,232.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						Q	1,608,974.38

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se consideró la forma más adecuada para transportarla desde la fuente hasta la comunidad, y el resultado fue hacerlo por medio de un sistema por gravedad, debido a que el nacimiento se encuentra en un punto más alto que el tanque de distribución que se planea construir en la aldea Chichupac. Beneficiará alrededor de 42 familias que en la actualidad no cuentan con este servicio y esperan que se pueda llevar a cabo la ejecución.
2. El diseño estructural de la edificación se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo a la utilización de la misma; además, se consideró el efecto que puede producir un sismo en determinado momento. El edificio de dos niveles está diseñado con el método de *SEAO*C, para fuerzas inducidas por sismo. El diseño estructural se realizó con el Código ACI 318 y norma AGIES.
3. El aporte técnico que el Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Ingeniería hizo a la Municipalidad de Rabinal, consistió en la propuesta de diseño del sistema de agua potable para la aldea Chichupac y un edificio de dos niveles para la aldea Xococ, las cuales surgieron como consecuencia de un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura, por lo que se considera que la Municipalidad debe llevarla a la realidad en el menor tiempo posible, por los beneficios que aportan al municipio.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Rabinal, Baja Verapaz:

1. Capacitar a los miembros del COCODE, del sector de la aldea Chichupac, para el mantenimiento y operación del sistema de agua potable, para que posea un funcionamiento y durabilidad adecuada.
2. Desarrollar una campaña de educación en la desinfección a la población del municipio, acerca de la utilidad del servicio de agua potable. Lo anterior, evitará que puedan adquirir enfermedades a través del consumo del agua.
3. La construcción de ambos proyectos deberá ser ejecutada y supervisada por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, ya que así se garantiza la funcionalidad y durabilidad de los mismos.
4. 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 debido a factores económicos y de inflación en los precios de los materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2007. 196 p.
2. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) 318-05. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos, 2005. 495 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 640 p.
4. HIBBELER, Russel Charles. *Análisis estructural*. 3a ed. México: Prentice Hall, 1997. 730 p.
5. RAMOS VALDÉZ, Juan José. *Diseño de edificación de dos niveles para supervisión escolar y sistema de abastecimiento de agua potable para tres comunidades, municipio de Pachalum, departamento de Quiché*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2008. 249 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cálculo hidráulico de la línea de conducción

LINEA DE CONDUCCIÓN			
CALCULO 1/2		POR GRAVEDAD	
TRAMO DE ESTACIÓN 0 A ESTACIÓN 46			
Q de conducción (Q. diario maximo)	0.45	Lts/seg	
Como Qaforo>Q.diario maximo, Si es suficiente el caudal de aforo			
Cota de terreno inicial	1000	m	
Cota de terreno final	865.4984	m	
Carga dinámica	25	m	
Carga disponible	109.50	m	
Longitud tramo	1013.059	m	
Longitud Real del Tramo (+5%)	1063.71	m	
Coeficiente "C"	150		
FORMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS"			
Diámetro Téorico (en Plg)	0.82		
Diámetro 1 (Interno en Plg)	1	<u>1</u>	<u>250 PSI</u>
Diámetro 2 (Interno en Plg)	0.75	<u>3/4</u>	<u>250 PSI</u>
hf Diametro 1	39.9		
hf Diametro 2	161.98		
Longitud Diametro 1	457.26		
Longitud Diametro 2	606.45		
No. de Tubos de Diám.1	77		
No. de Tubos de Diám.2	102		
Hf Real 1	17.15	m	
Hf Real 2	92.35	m	
Sumatoria de Perdidas	109.5	mca	
Cota Piezometrica 1	982.85	m	
Cota Piezometrica 2	890.5	m	OK
Velocidad Diametro 2	1.58	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Velocidad Diametro 1	0.89	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Presión dinámica	25.0016	m	
RESUMEN: SE USARAN 77 TUBOS PVC DE 250 PSI CON DIAMETRO DE 1 Plg Y 102 TUBOS PVC DE 250 PSI CON DIAMETRO DE 3/4 Plg			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Cálculo hidráulico de la red de distribución

COTA DEL TERRENO (m)		DIFERENCIA DE ALTURA (m)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	PENDIENTE (%) DEL TERRENO	LONGITUD DE TUBERÍA DEL TRAMO (+ 5%) (m)	No. DE VIVIENDAS DEL TRAMO	Q d1 (Distribución) l/s	Factor "k" de Q Instantaneo	Q d2 (Instantaneo) l/s
Inicial	Final								
747.40	684.32	63.08	524.10	12.04	550.31	27	0.48	0.15	0.76
684.32	605.43	78.89	301.31	26.18	316.38	20	0.35	0.15	0.65
605.43	540.00	65.43	266.19	24.58	279.50	12	0.21	0.15	0.50
540.00	478.05	61.95	432.15	14.34	453.76	8	0.14	0.15	0.40
478.05	432.65	45.40	199.54	22.75	209.52	8	0.14	0.15	0.40
596.87	528.29	68.58	193.73	35.40	203.42	5	0.09	0.15	0.30
528.29	469.28	59.01	91.94	64.18	96.54	5	0.09	0.15	0.30
432.65	368.17	64.48	311.84	20.68	327.44	3	0.05	0.15	0.21
432.65	382.46	50.19	97.79	51.33	102.68	5	0.09	0.15	0.30
382.46	330.00	52.46	117.17	44.77	123.03	5	0.09	0.15	0.30
330.00	272.18	57.82	140.23	41.24	147.25	5	0.09	0.15	0.30
668.73	636.44	32.29	241.04	13.40	253.10	3	0.05	0.15	0.21
747.40	678.86	68.54	219.95	31.16	230.95	15	0.26	0.15	0.56
678.86	628.88	49.98	169.11	29.55	177.57	11	0.19	0.15	0.47
628.88	570.97	57.91	234.89	24.66	246.64	9	0.16	0.15	0.42
570.97	520.91	50.06	144.09	34.74	151.30	3	0.05	0.15	0.21
520.91	471.54	49.37	206.26	23.94	216.58	2	0.04	0.15	0.15
702.03	640.00	62.03	146.64	42.30	153.98	4	0.07	0.15	0.26
640.00	576.84	63.16	221.76	28.48	232.85	4	0.07	0.15	0.26

Q DE DISEÑO A USAR (l/s)	DIAMETRO TEÓRICO (Pul)	DIAMETRO COMERCIAL (Pul)	DIAMETRO INTERNO REAL		Hf (m)	V m/s	CHEQUEO DE VELOCIDAD 0.4m/s<V<=4m/s	Piezométrica (m)		Presión Disponible (mca)	No. TUBOS
			(Pul)	PSI				Inicial	Final		
0.76	0.98	1	1.195	160	23.13	1.06	OK	747.40	724.27	39.95	92
0.65	0.79	3/4	0.926	250	34.45	1.50	OK	684.32	649.87	44.44	53
0.50	0.72	3/4	0.926	250	18.36	1.15	OK	605.43	587.07	47.07	47
0.40	0.74	3/4	0.926	250	19.62	0.91	OK	540.00	520.38	42.33	76
0.40	0.67	3/4	0.926	250	9.06	0.91	OK	478.05	468.99	36.34	35
0.30	0.55	1/2	0.716	315	18.34	1.15	OK	596.87	578.53	50.24	34
0.30	0.49	1/2	0.716	315	8.71	1.15	OK	528.29	519.58	50.30	16
0.21	0.54	1/2	0.716	315	15.55	0.82	OK	432.65	417.10	48.93	55
0.30	0.51	1/2	0.716	315	9.26	1.15	OK	432.65	423.39	40.93	17
0.30	0.53	1/2	0.716	315	11.10	1.15	OK	382.46	371.36	41.36	21
0.30	0.53	1/2	0.716	315	13.28	1.15	OK	330.00	316.72	44.54	25
0.21	0.59	1/2	0.716	315	12.02	0.82	OK	668.73	656.71	20.27	42
0.56	0.72	3/4	0.926	250	18.96	1.29	OK	747.40	728.44	49.58	38
0.47	0.68	3/4	0.926	250	10.68	1.09	OK	678.86	668.18	39.30	30
0.42	0.68	3/4	0.926	250	12.07	0.98	OK	628.88	616.81	45.84	41
0.21	0.49	1/2	0.716	315	7.19	0.82	OK	570.97	563.78	42.87	25
0.15	0.46	1/2	0.716	315	5.42	0.58	OK	520.91	515.49	43.95	36
0.26	0.50	1/2	0.716	315	10.64	1.00	OK	702.03	691.39	51.39	26
0.26	0.55	1/2	0.716	315	16.09	1.00	OK	640.00	623.91	47.07	39

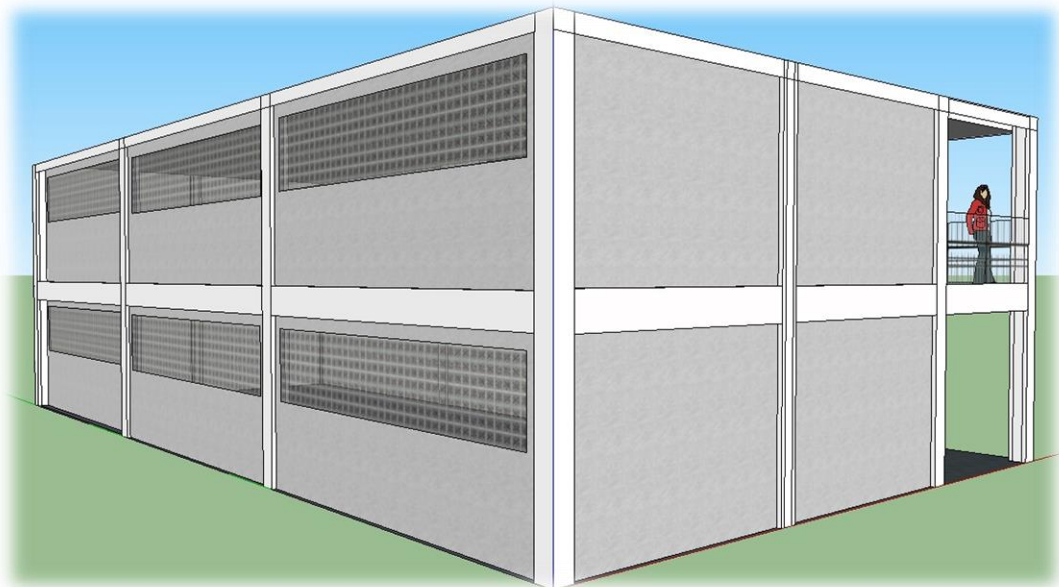
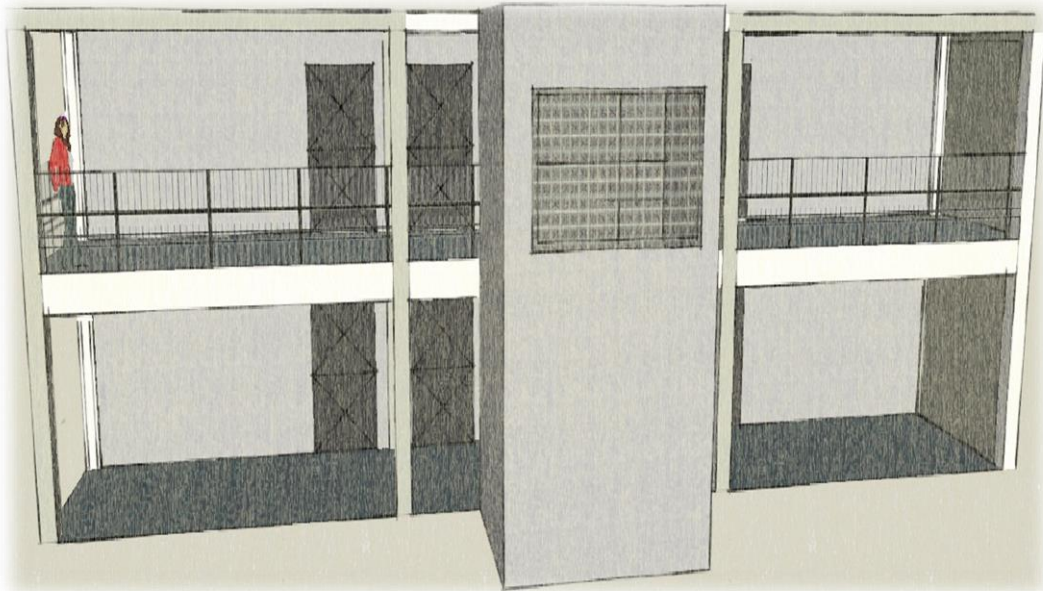
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cargas vivas en edificaciones**

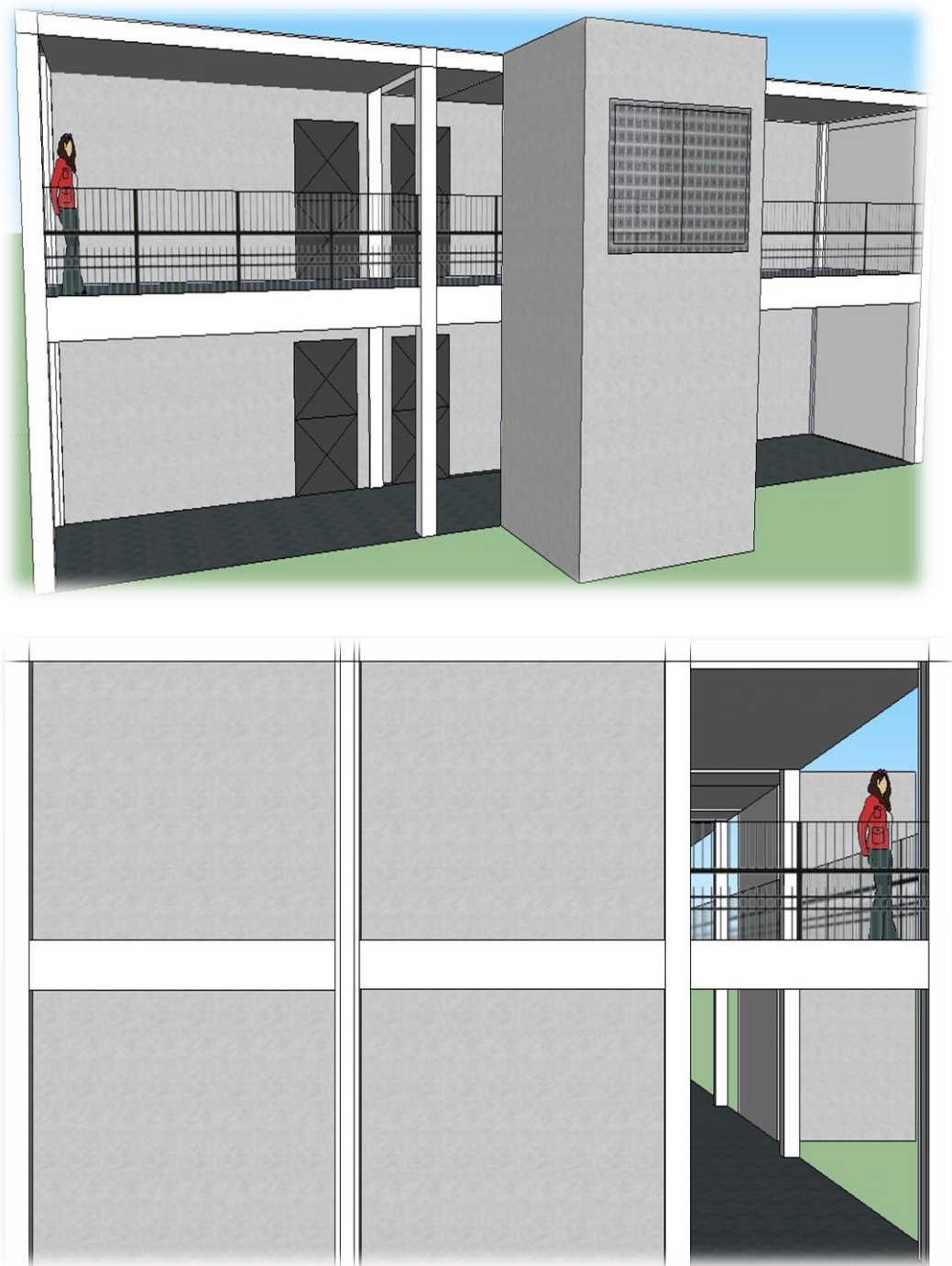
Tipo de ocupación o uso	kg/m ²	Tipo de ocupación o uso	kg/m ²
Vivienda	200	Zonas de asientos	400
Oficina	250	Aulas y escuelas	200
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200	Bibliotecas	
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350	Área de lectura	200
Hoteles - alas de habitaciones	200	Depósito de libros	600
Hoteles - servicios y áreas públicas	500	Almacenes	
Escaleras privadas	300	Minoristas	350
Escalera públicas o de escape	500	Mayoristas	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300	Estacionamientos y garajes	
Áreas de salida y/o escape	500	Automóviles	250
Vestíbulos públicos	500	Rampas de uso colectivo	750
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500	Corredores de circulación	500
Salones de reunión		Servicio y reparación	500
Con asientos fijos	300	Bodegas	
Sin asientos fijos	500	Cargas livianas	600
Escenarios y circulaciones	500	Cargas pesadas	1200
Instalaciones deportivas públicas			
Zonas de circulación	500		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Diseño 3D edificio escolar de dos niveles**



Continuación del apéndice 4.



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis físico químico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19772

O.T. No. 28 984 INF. No. 24 567

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

INTERESADO: <u>MYNOR ESAÚ GARCÍA IXPATÁ</u> (CARNÉ No. 200511762)	PROYECTO: <u>EPS + DISEÑO Del SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC RABINAL BAJA VERAPAZ</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>ALDEA CHICHUPAC, RABINAL BAJA VERAPAZ</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-09-19; 10 h 00 min.</u>
FUENTE: <u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2011-09-20; 09 h 10 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Rabinal</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Baja Verapaz</u>	

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	(En el momento de recolección) - - °C
2. COLOR:	05,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	21,20 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	04,53 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,77 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,07	6. CLORUROS (Cl ⁻)	07,00	11. SOLIDOS TOTALES	25,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,009	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,01	12. SOLIDOS VOLÁTILES	07,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	18,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,08	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,027	10. DUREZA TOTAL	16,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	11,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	20,00	20,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de la vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21^{ra} EDITION 1 905, NORMAS COGUEM (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2011-10-25

Vo.Bo.

Inga. Felina Maricela Cazo Morales
DIRECTORA CI/USAC



Ing. Químico Col. No. 420
M.Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio




LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
"DRA. ALBA TABARINI MOLINA"
USAC GUATEMALA

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. Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 2. Análisis bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19773

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 28984		INF. No. A - 311 959	
INTERESADO: <u>MYNOR ESAÚ GARCÍA IXPATÁ</u> (CARNÉ 200511762)		PROYECTO: <u>EPS " DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHHICHUPAC RABINAL BAJA VERAPAZ "</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>ALDEA CHICHUPAC RABINAL BAJA VERAPAZ</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-09-19: 10 h00 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2011-09-20: 09 h 10 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Rabinal</u>		CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Baja Verapaz</u>			
SABOR: <u>----</u>		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>		CLORO RESIDUAL: _____	
OLOR: <u>Inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
0,10 cm ³	+++++	+++++	++++-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		> 16 x 10 ²	350
<p>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</p> <p>OBSERVACIONES: <u>Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.</u></p>			
Guatemala, 2011-10-25			
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zeno Mich Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
			
FACULTAD DE INGENIERIA —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. Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 3. Ensayo de compresión triaxial



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

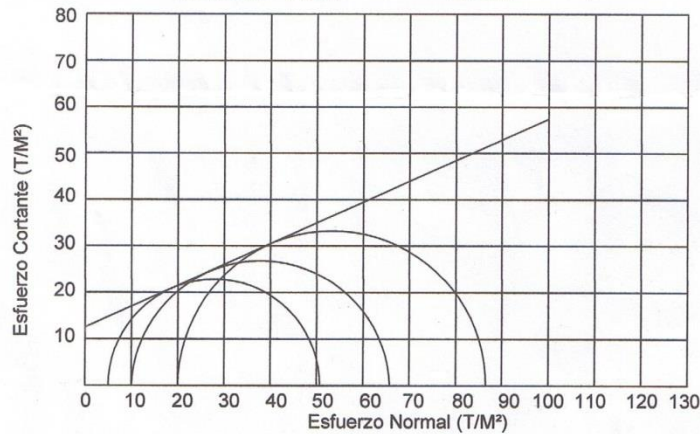


Nº 15577

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 008 S.S. O.T.: 29,409

INTERESADO: Mynor Esaú García Ixpatá
 PROYECTO: EPS "EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ"
 Ubicación: Manzana 40 Lote 58, Planes de Minerva Zona 11 de Mixco
 Fecha: 03 de Febrero de 2012
 pozo: 1 Profundidad: 2.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 24.17^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 2.54 \text{ T/m}^2$
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcillo-arenoso color café
 DIMENSION 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 $q(T/m^2)$	27.86	37.87	53.26
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.59	1.59	1.59
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.90	1.90	1.90
HUMEDAD (%H)	20.5	20.5	20.5

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



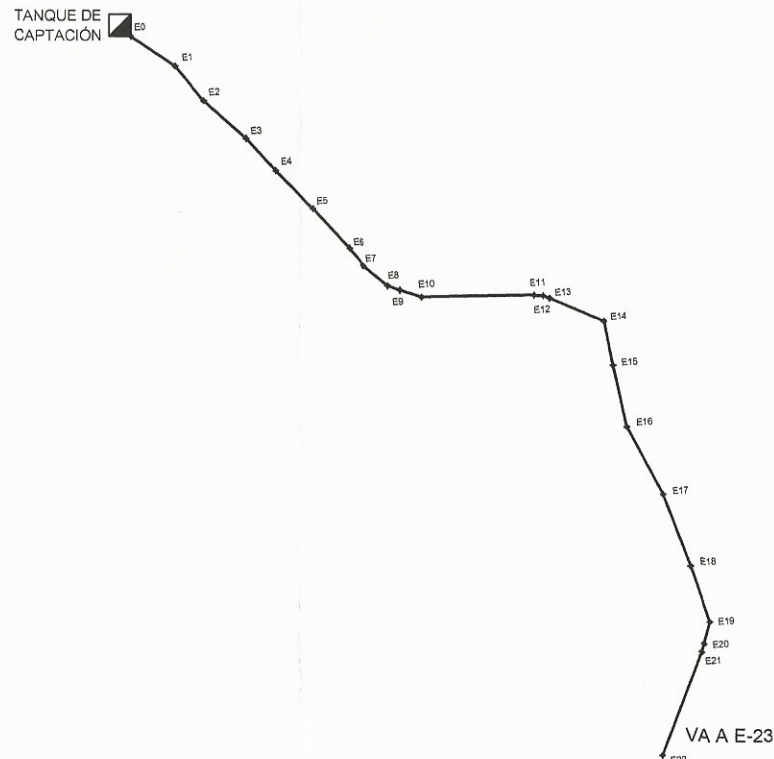
Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

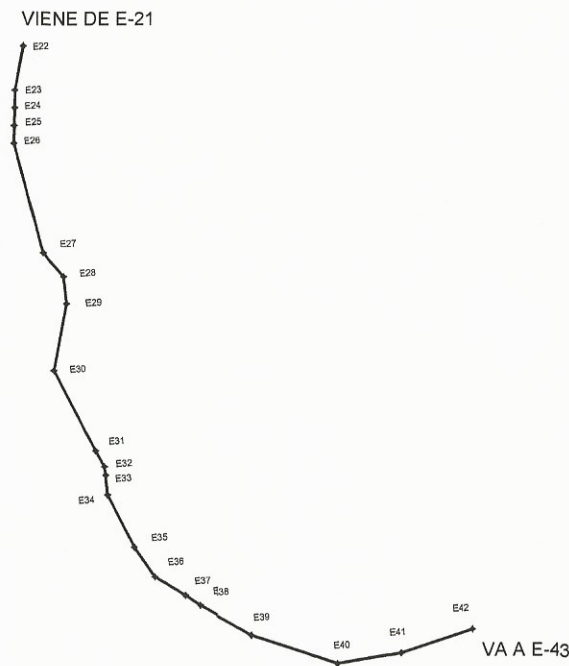


FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

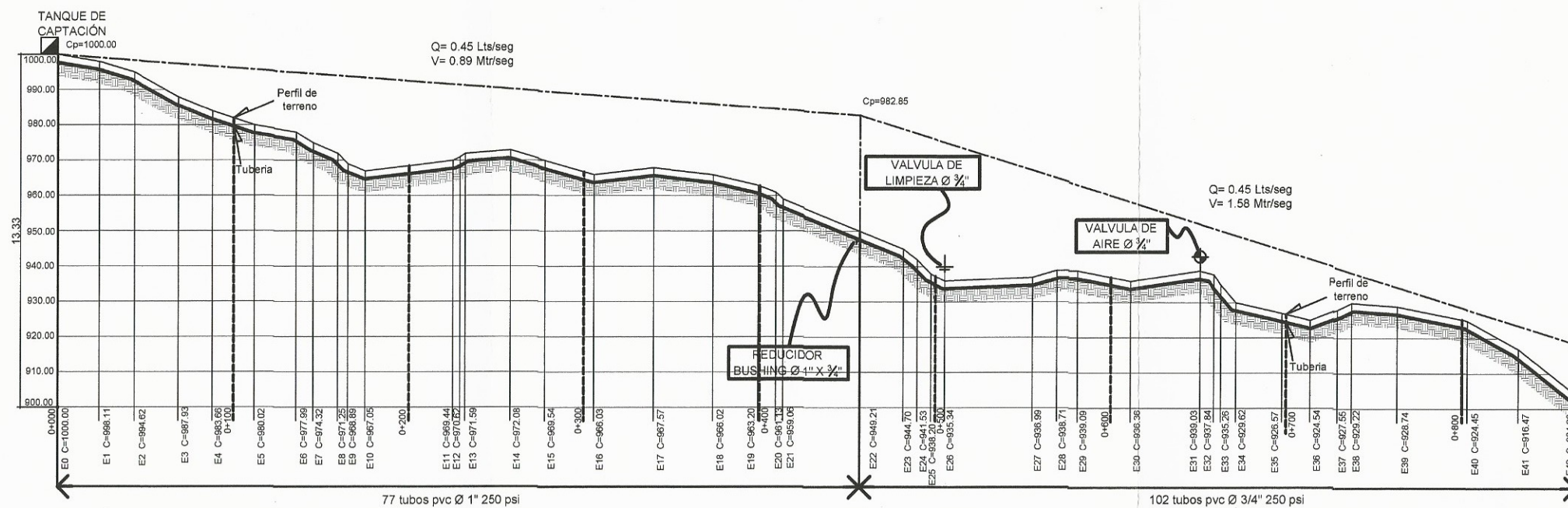


P LANTA LINEA DE CONDUCCIÓN
DE E-0 A E-22 Escala 1/1500



P LANTA LINEA DE CONDUCCIÓN
DE E-22 A E-42 Escala 1/1500

SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	TEE
CAJA ROMPE PRESION	RAPON DE TUBERIA
CAJA REDUCTORA DE CALIDADES	CASA, IGLESIA, ESCUELA
CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIDADES	LOTE
TANQUE DE DISTRIBUCION	TUBERIA DE CONDUCCION
CAJA ROMPE PRESION	TUBERIA DE DISTRIBUCION
VALVULA DE AIRE	NACIMIENTO
VALVULA DE LIMPIEZA	CAPTACION
CAJA DE COMPUESTA DE ROMPE Q INDICADO	VALVULA DE CUBIERTA (V.C.)
CRUZ PVC	PIEZOMETRICA DE COBO (P.C.)
CODO 90° O 45°	ESTACION BASE
ESTACIONES	CAJA PARA VALVULAS
BOYA DE TERRENO	LLENA CANTAROS
QUEBRADA, RIO	INDICACION DE DETALLES
CAMINO	PIEZOMETRICA O LTS/SEG
PASO DE ZANJON	FORMA DE COLLOCAR TUBERIA HD EN DESD
CASITA DE BOMBEO	FORMA DE COLLOCAR TUBERIA PVC EN PERFI
CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS	CERCO
	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
E-0 A E-42

ESCALA H: 1:1500
ESCALA V: 1:750



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

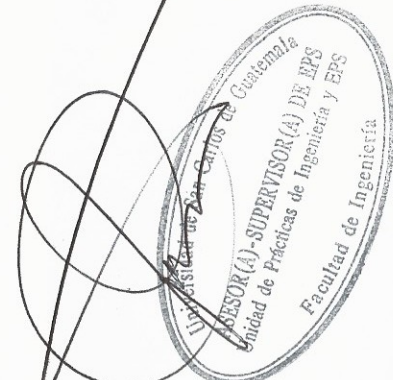
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

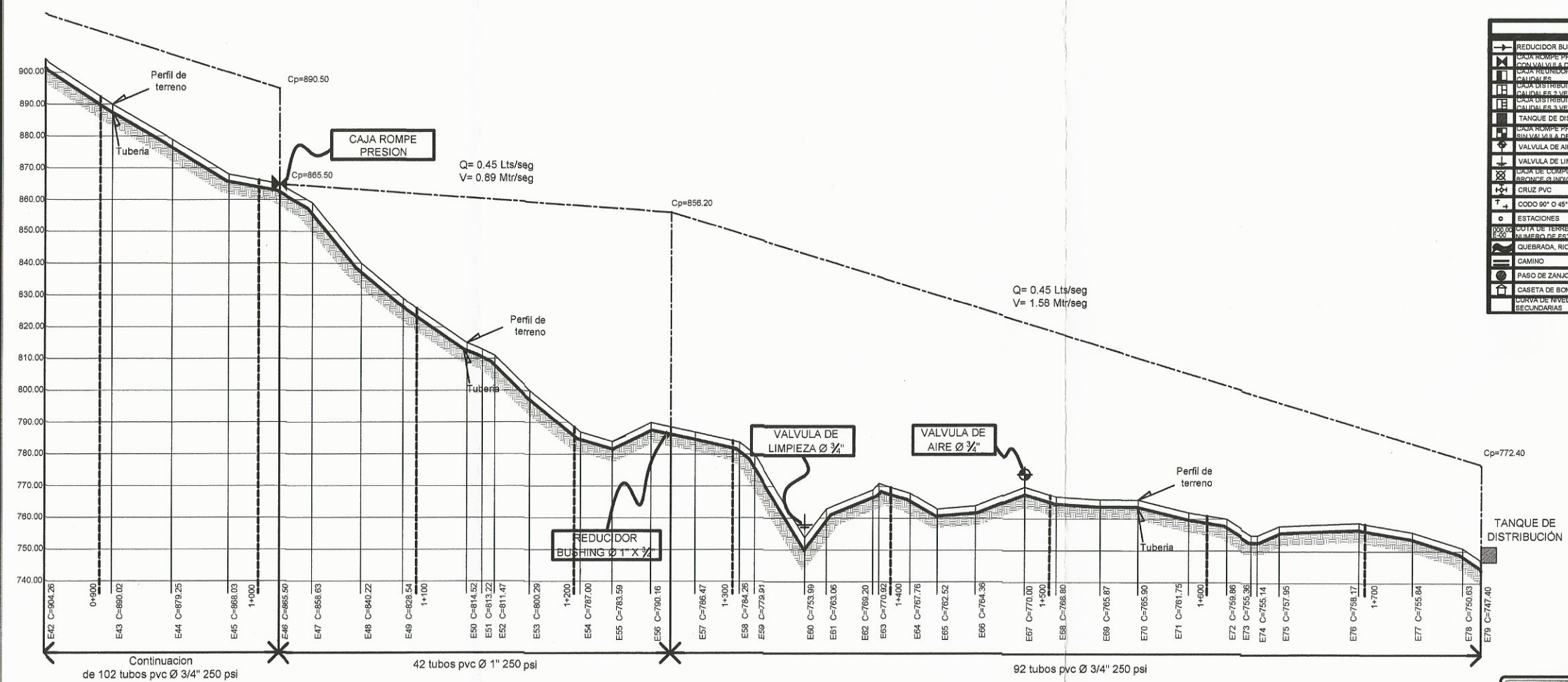
ING. ASesor SILVIO RODRIGUEZ
ING. ESTUDIANTE FERRISIA MINOR GARCIA

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL Y PERFIL
ESCALA: INDICADA

DIRIGIDA POR: MIGNOR G. GARCIA
DISEÑADA POR: MIGNOR G. GARCIA

HOJA:
2
11





SIMBOLOGIA	
→	REDUCIDOR BUSHING
⊥	CAJA ROMPE PRESION
⊥	CAJA REDUCTORA DE CALIBRES
⊥	CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIBRES
⊥	TANQUE DE DISTRIBUCION
⊥	CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA DE FLOTACION
⊥	VALVULA DE AIRE
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA
⊥	CAJA DE COMPENSACION DE BOMBEO
⊥	CRUZ PVC
⊥	CODO 90° Ø 45°
○	ESTACIONES
○	POSTA DE TIERRERO
○	QUEBRADA, RIO
○	CAMINO
○	PASO DE ZANJON
○	CASETA DE BOMBEO
○	CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS
⊥	TEE
⊥	RAPON DE TUBERIA
⊥	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊥	LOTE
⊥	TUBERIA DE CONDUCCION
⊥	TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊥	NACIMIENTO
⊥	CAPTACION
⊥	VALVULA DE COMPENSACION (V.C.)
⊥	PIEZOMETRICA (V.G.)
⊥	ESTACION BASE
⊥	CAJA PARA VALVULAS
⊥	LLENA CANTAROS
⊥	INDICACION DE DETALLES
⊥	PIEZOMETRICA Q= Lts/seg
⊥	FORMA DE COLOCAR TUBERIA HDPE EN DESPE
⊥	FORMA DE COLOCAR TUBERIA PVC EN DESPE
⊥	CERCO
⊥	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES

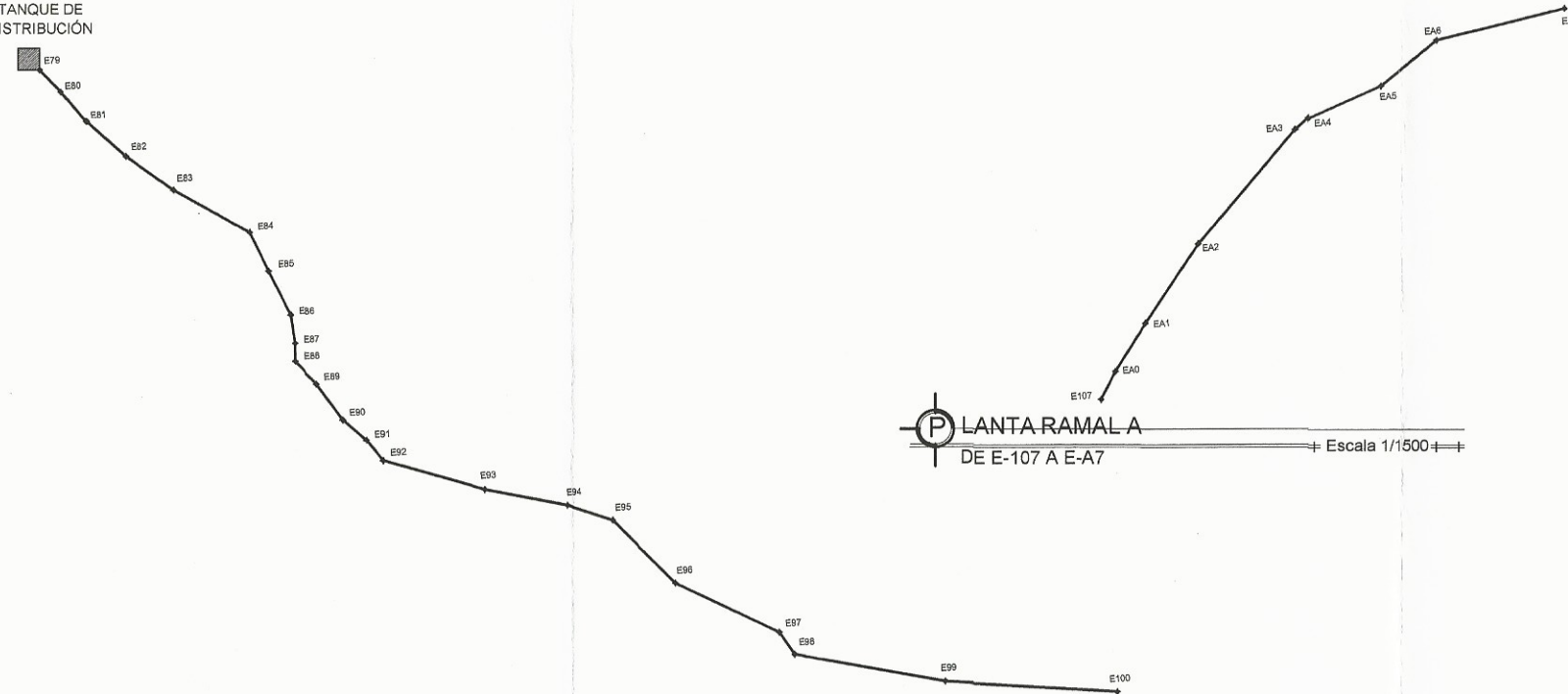
PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN
E-42 A E-79

ESCALA H: 1:1500
ESCALA V: 1:750



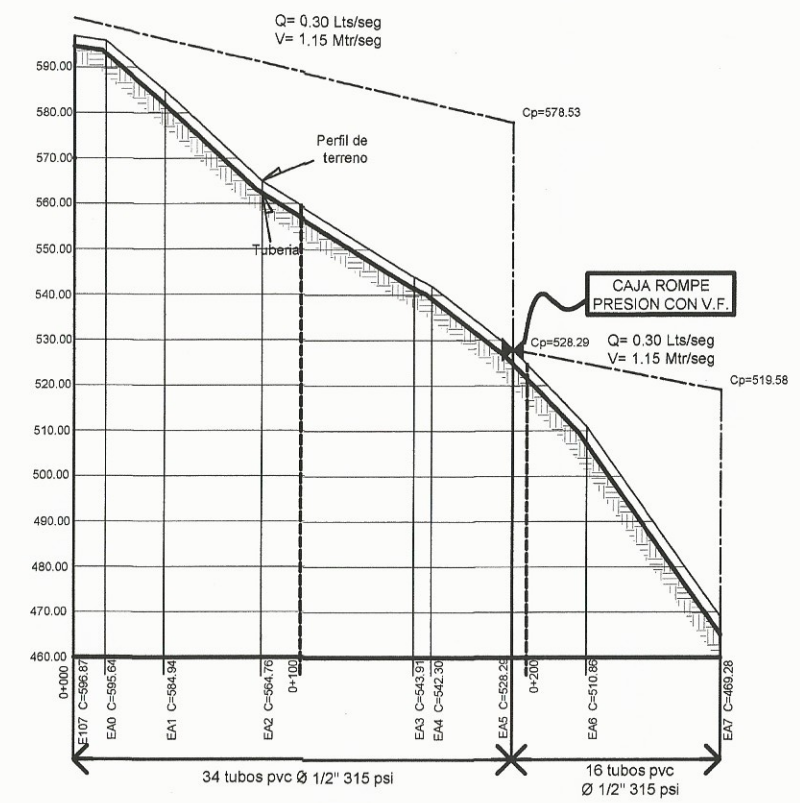
	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ	UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
INGENIERO: ASSESOR SILVIO RODRIGUEZ	DISEÑO: MYNOR G. CALCULO: MYNOR G. DIBUJO: MYNOR G.	FECHA: MAYO DE 2013
CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFIL	ESCALA: INDICADA	HOJA: 3 / 11

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



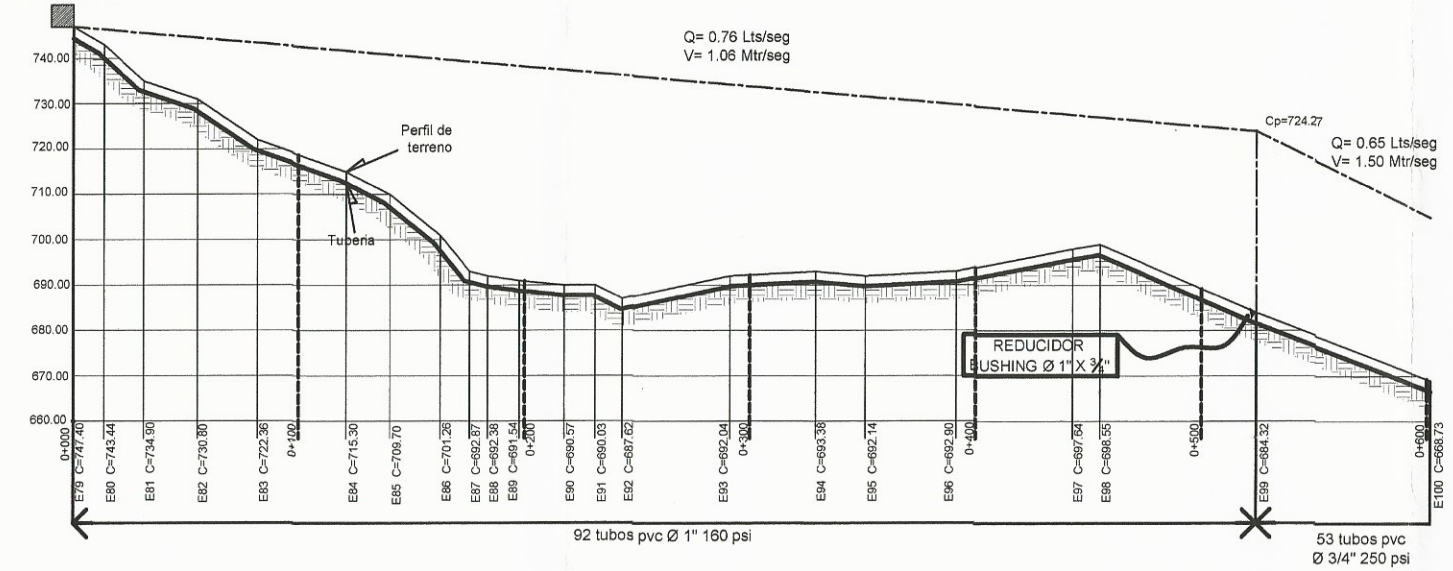
PLANTA RAMAL A DE E-107 A E-A7 Escala 1/1500

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1 DE E-79 A E-100 Escala 1/1500



PERFIL RAMAL A E-107 A E-A7 ESCALA H: 1:1500 ESCALA V: 1:750

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1 E-79 A E-100 ESCALA H: 1:1500 ESCALA V: 1:750

SIMBOLOGIA	
REDUCIDOR BUSHING	TEE
CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE ELOTE	RAPON DE TUBERIA
CAJA REPARTIDORA DE MANIFESTACIONES	CASA, IGLESIA, ESCUELA
CAJA DISTRIBUIDORA DE CALANES A VERTEDEROS	LOTE
CAJA DISTRIBUIDORA DE CALANES A VERTEDEROS	TUBERIA DE CONDUCCION
TANQUE DE DISTRIBUCION	TUBERIA DE DISTRIBUCION
CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA DE ELOTE	NACIMIENTO
VALVULA DE AIRE	CAPTACION
VALVULA DE LIMPIEZA	PIC VALVULA CORRIENTE A/C
CAJA DE COMPUERTA DE BOMBEO MANIFIESTA	VALVULA DE GLOBO (G.A.)
CRUZ PVC	ESTACION BASE
CODO 90° O 45°	CAJA PARA VALVULAS
ESTACIONES	LLENA CANTAROS
COTA DE TERRENO	INDICACION DE DETALLES
NUMERO DE ESTACION	PIEZOMETRICA Q Lts/SEG
QUEBRADA RIO	PURMA DE COLOCAR TUBERIA HO EN BERRI
CAMINO	PURMA DE COLOCAR TUBERIA EN BERRI
PARO DE ZANJON	CERCO
CASETA DE BOMBEO	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES
CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS	

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) Dpto. de Ingeniería y
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y
 Ingeniería

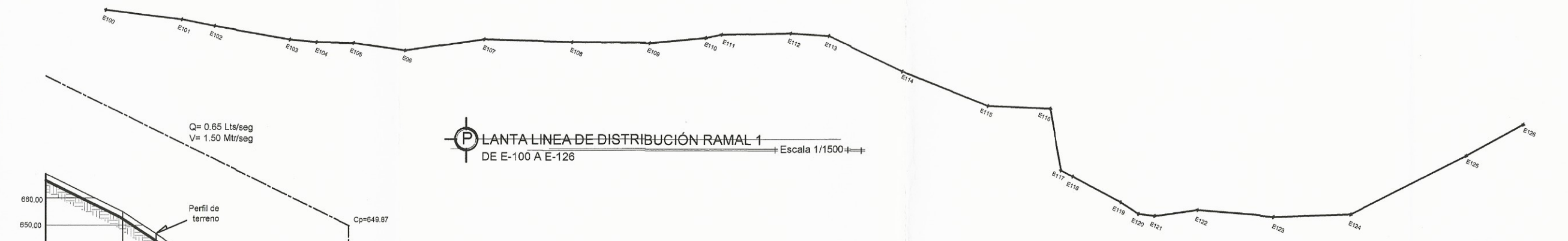
ING. ASESOR SILVO RODRIGUEZ
 INGENIERIA
 PERISA MYNOR GARCIA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

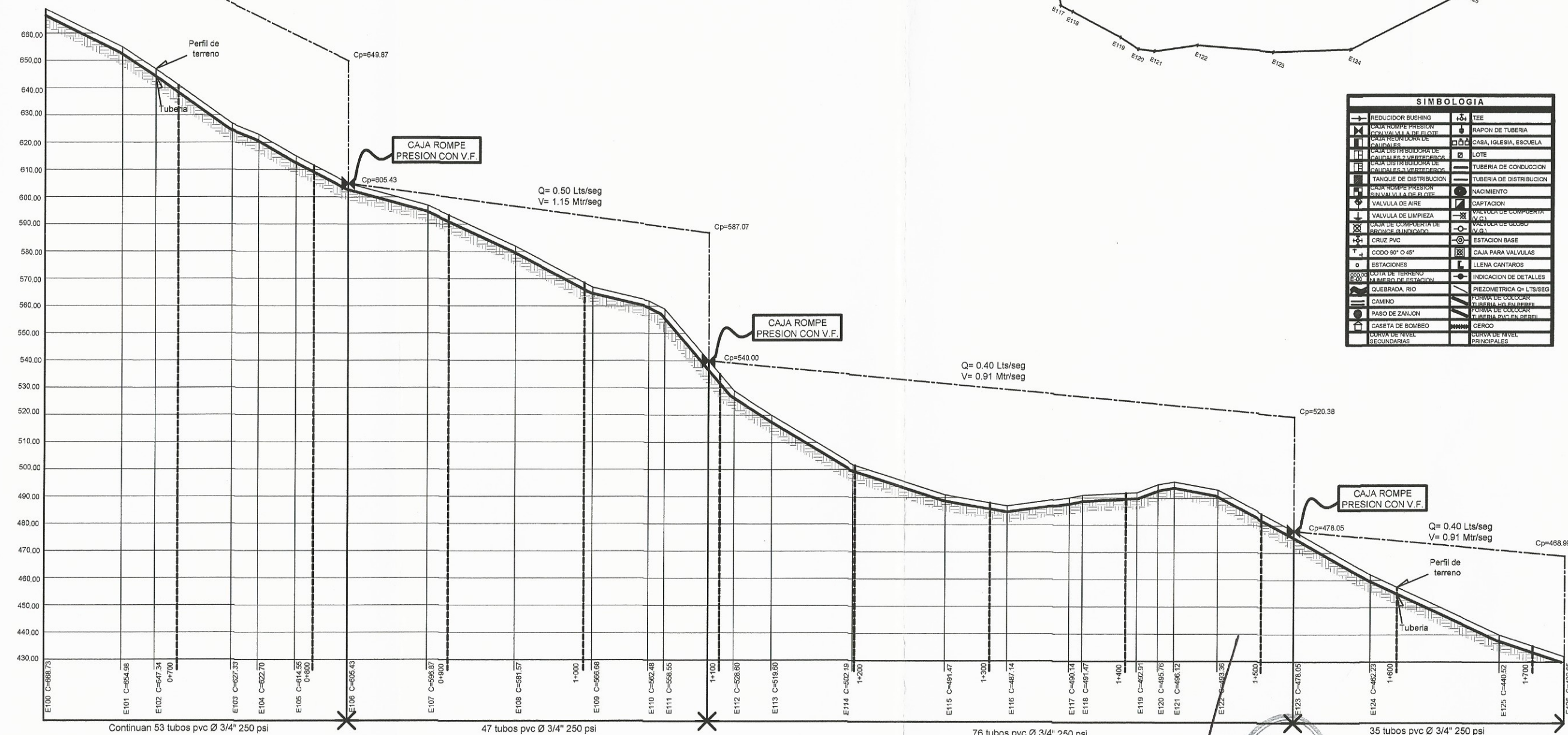
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
 UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
 FECHA: MAYO DE 2013

CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFIL
 ESCALA: INDICADA

HOJA: 4/11



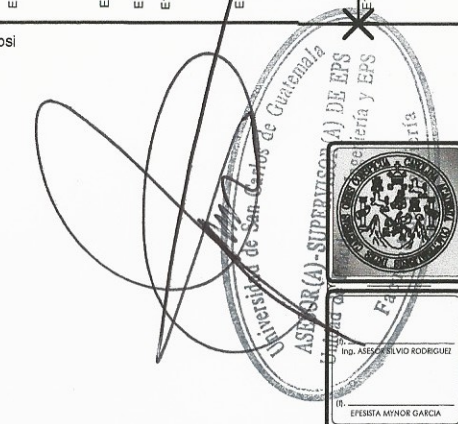
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1
DE E-100 A E-126 Escala 1/1500



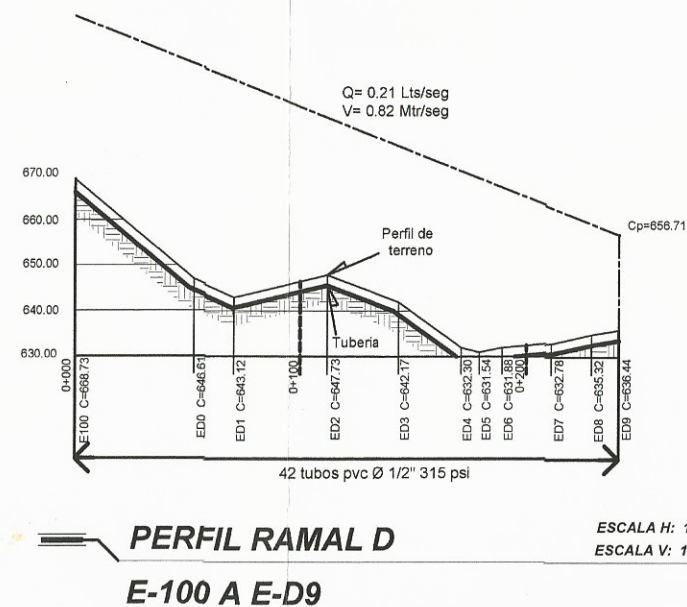
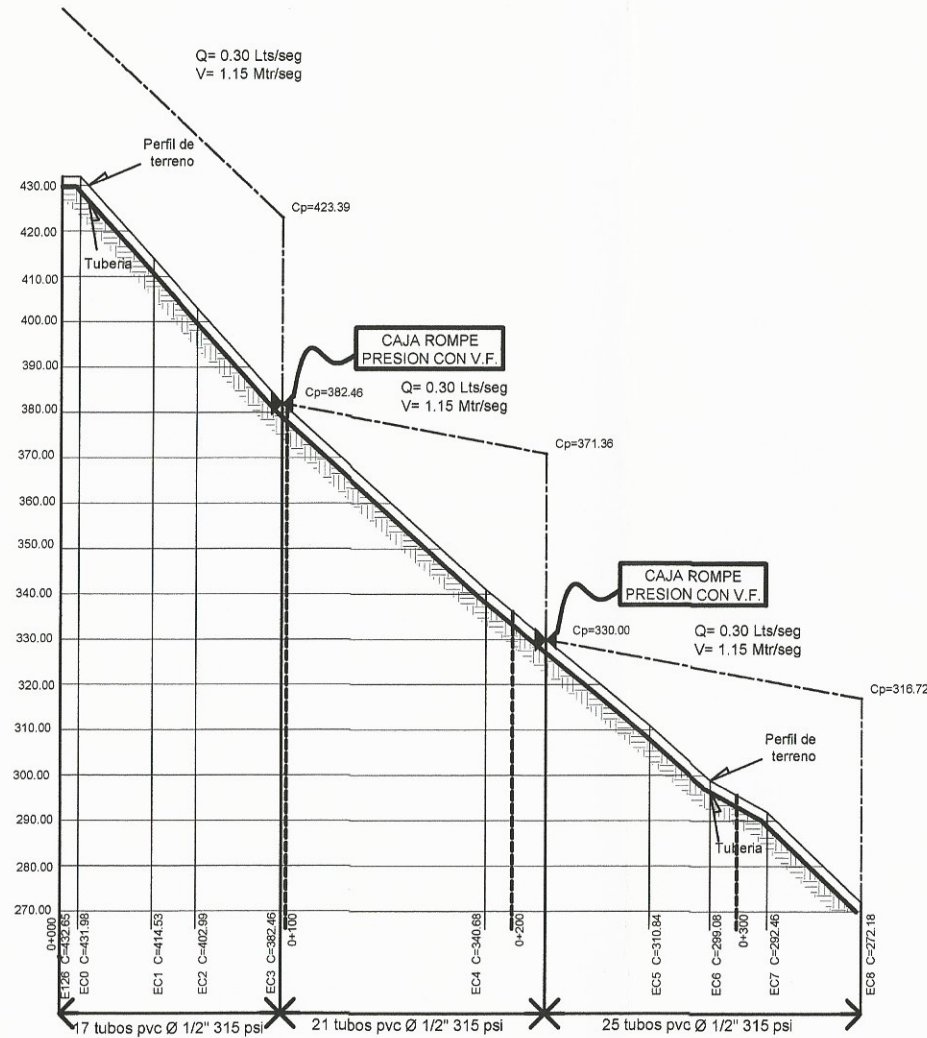
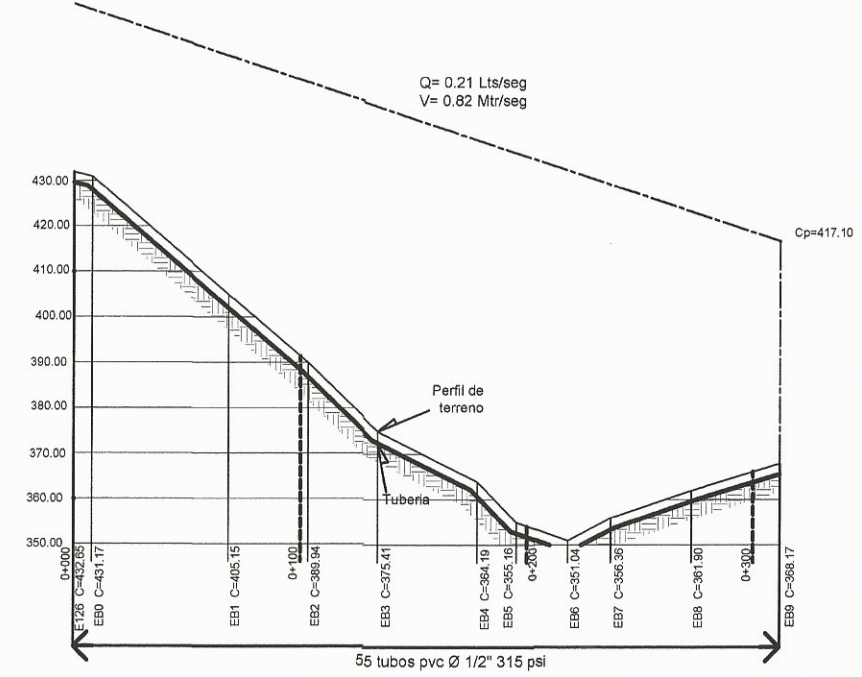
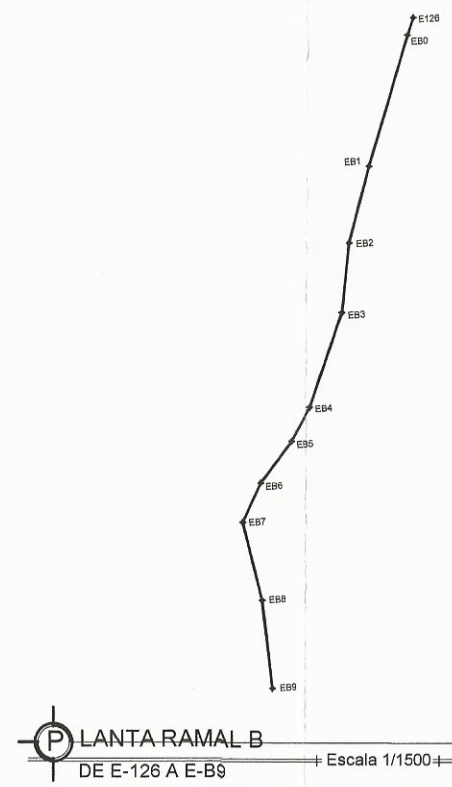
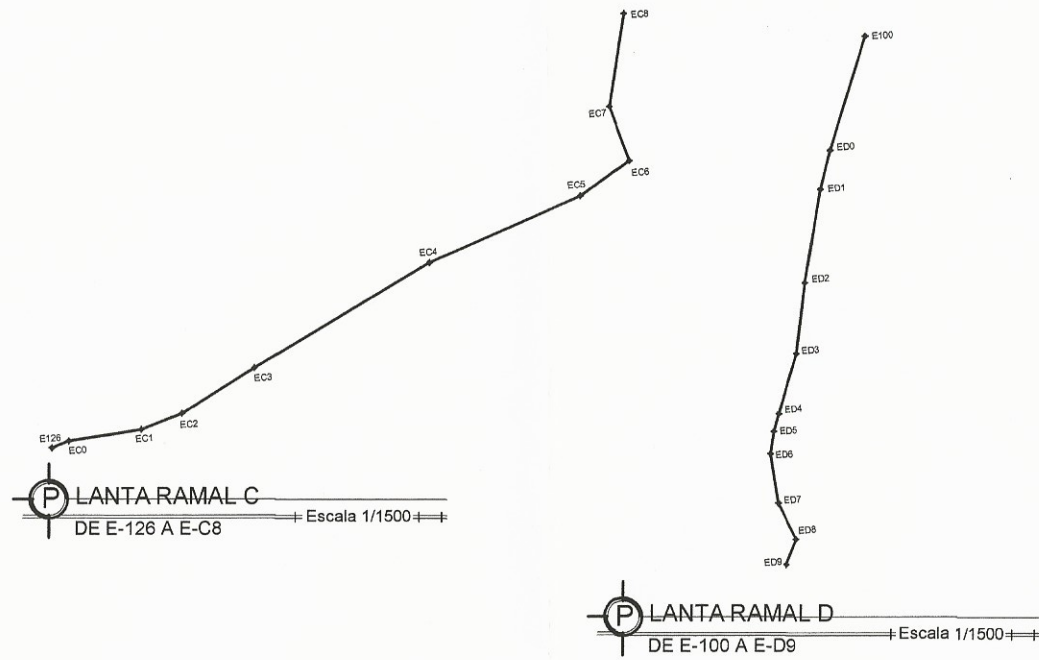
SIMBOLOGIA			
[Symbol]	REDUCTOR BUSHING	[Symbol]	TEE
[Symbol]	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE ELOTE	[Symbol]	RAPON DE TUBERIA
[Symbol]	CAJA REDUCTORA DE CAUDALES	[Symbol]	CASA, IGLESIA, ESCUELA
[Symbol]	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES Y REDUCTORES	[Symbol]	LOTE
[Symbol]	CAJA DISTRIBUIDORA DE BIENES MENSURABLES	[Symbol]	TUBERIA DE CONDUCCION
[Symbol]	TANQUE DE DISTRIBUCION	[Symbol]	TUBERIA DE DISTRIBUCION
[Symbol]	CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA DE ELOTE	[Symbol]	NACIMIENTO
[Symbol]	VALVULA DE AIRE	[Symbol]	CAPTACION
[Symbol]	VALVULA DE LIMPIEZA	[Symbol]	VALVULA DE COMPUERTA (V.C)
[Symbol]	CAJA DE COMPUERTA DE BRONCE O INOXIDADO	[Symbol]	VALVULA DE GLOBO (V.G)
[Symbol]	CRUZ PVC	[Symbol]	ESTACION BASE
[Symbol]	CODO 90° O 45°	[Symbol]	CAJA PARA VALVULAS
[Symbol]	ESTACIONES	[Symbol]	LLENA CANTAROS
[Symbol]	COTA DE TERRENO EN METROS DE ESTACION	[Symbol]	INDICACION DE DETALLES
[Symbol]	QUEBRADA, RIO	[Symbol]	PIEZOMETRICA O LTS/SEG
[Symbol]	CAMINO	[Symbol]	FORMA DE COLOCAR TUBERIA EN TERRELL
[Symbol]	PASO DE ZANJON	[Symbol]	FORMA DE COLOCAR TUBERIA PVC EN TERRELL
[Symbol]	CASETA DE BOMBEO	[Symbol]	CERCO
[Symbol]	CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS	[Symbol]	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1
E-100 A E-126

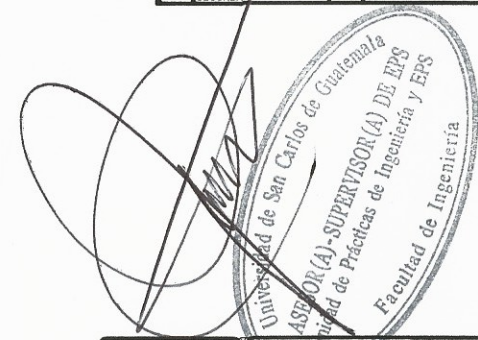
ESCALA H: 1:1500
ESCALA V: 1:750



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ	FECHA: MAYO DE 2013
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ	CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFIL
ESCALA: INDICADA	HOJA: 5 / 11



SIMBOLOGIA	
→	REDUCIDOR BUSHING
⊠	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE EL COTE
⊠	CAJA REDONDEADA DE CALIDAD
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIDAD EN 2 VESTIBULOS
⊠	CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIDAD EN 3 VESTIBULOS
⊠	TANQUE DE DISTRIBUCION
⊠	CAJA ROMPE PRESION SIN VALVULA DE EL COTE
⊠	VALVULA DE AIRE
⊠	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAJA DE COMPENSACION DE BRONCE O INOXIDABLE
⊠	CRUZ PVC
⊠	CODO 90° O 45°
⊠	ESTACIONES
⊠	NOTA DE TERRENO
⊠	NUMERO DE ESTACION
⊠	QUEBRADA, RIO
⊠	CAMINO
⊠	PASO DE ZANJON
⊠	CASETA DE BOMBEO
⊠	CERCO
⊠	CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS
⊠	TEE
⊠	RAPON DE TUBERIA
⊠	CASA, IGLESIA, ESCUELA
⊠	LOTE
⊠	TUBERIA DE CONDUCCION
⊠	TUBERIA DE DISTRIBUCION
⊠	NACIMIENTO
⊠	CAPTACION
⊠	VALVULA DE COMPENSACION (V.C.)
⊠	PIEZOMETRICA (P.M.)
⊠	ESTACION BASE
⊠	CAJA PARA VALVULAS
⊠	LLENA CANTAROS
⊠	INDICACION DE DETALLES
⊠	PIEZOMETRICA Q= Lts/seg
⊠	FORMA DE COLOCAR TUBERIA (M.D. EN DRENI)
⊠	FORMA DE COLOCAR TUBERIA (M.D. EN DRENI)
⊠	CERCO
⊠	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

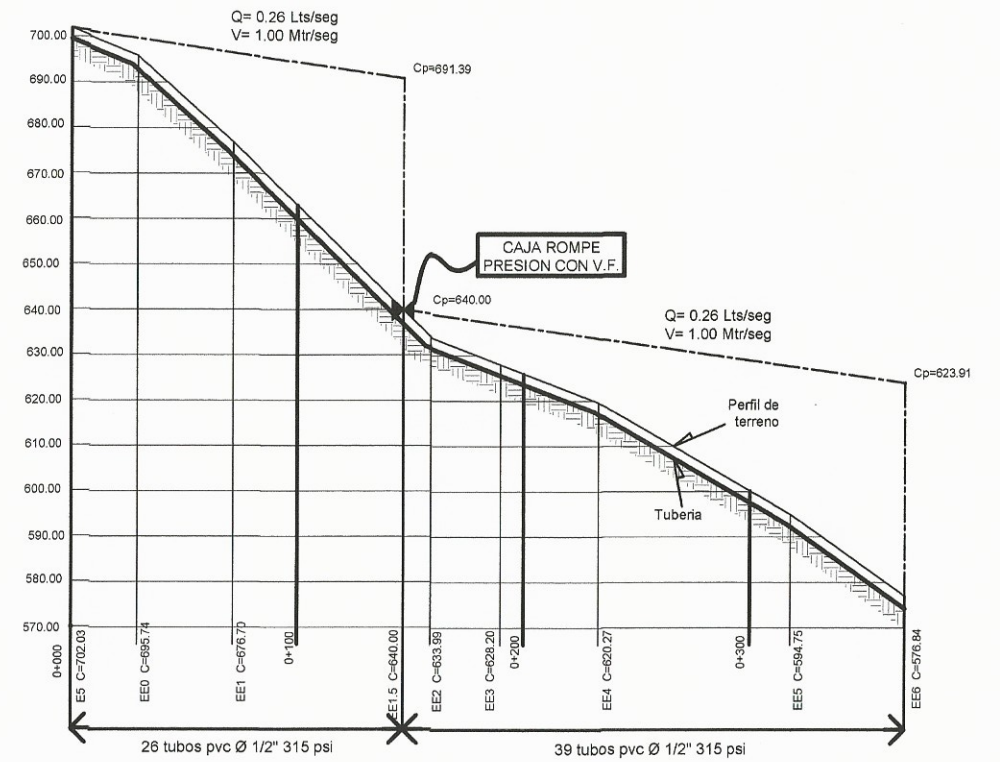
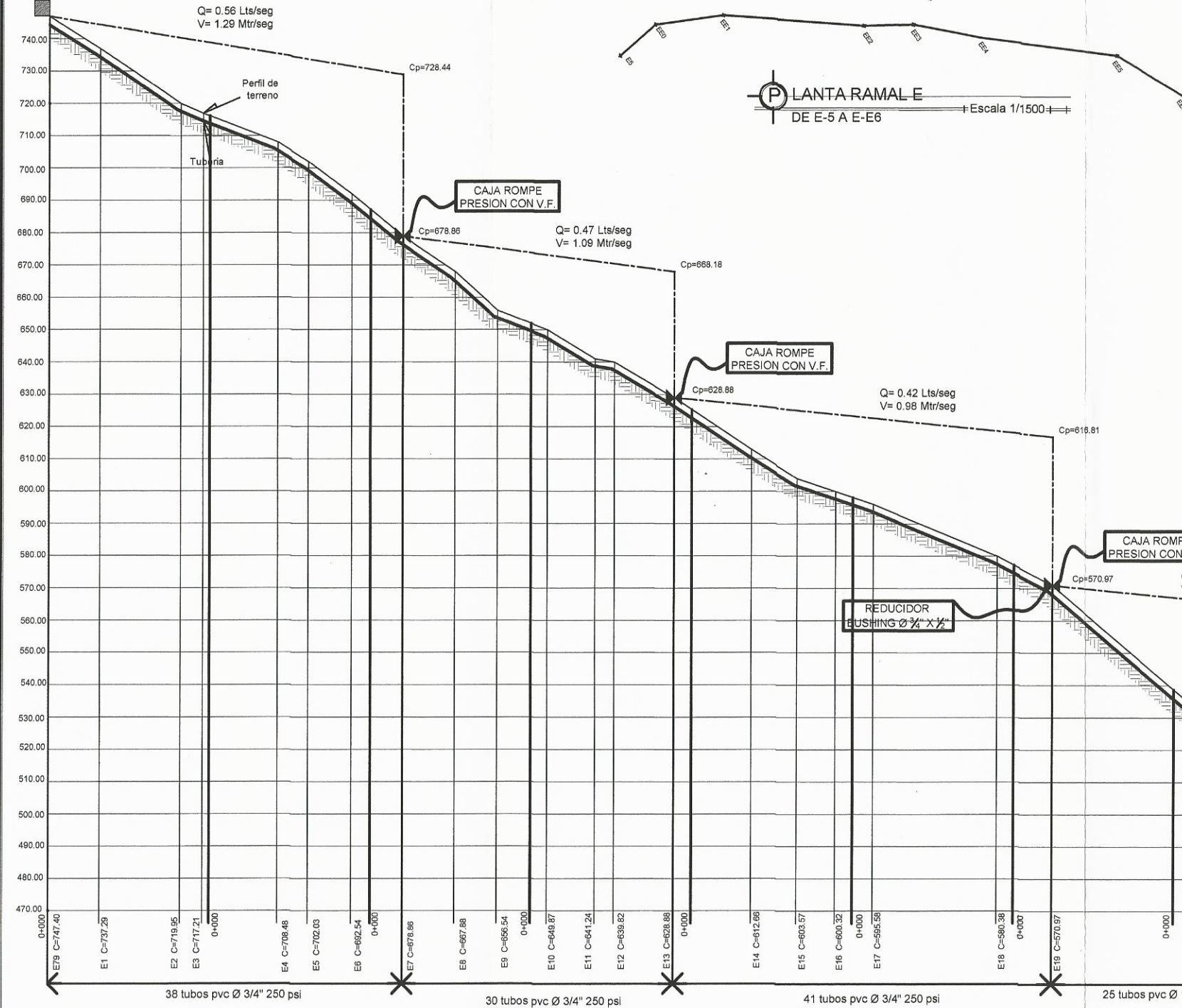
ING. ASesor SILVIO RODRIGUEZ
ING. EFESIA MYNOR GARCIA

CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFIL
ESCALA: INDICADA

DISEÑO: MYNOR G. CALVO, MYNOR G. DRUJO, MYNOR G.

HOJA: 6/11

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



PERFIL RAMAL E
E-5 A E-E6

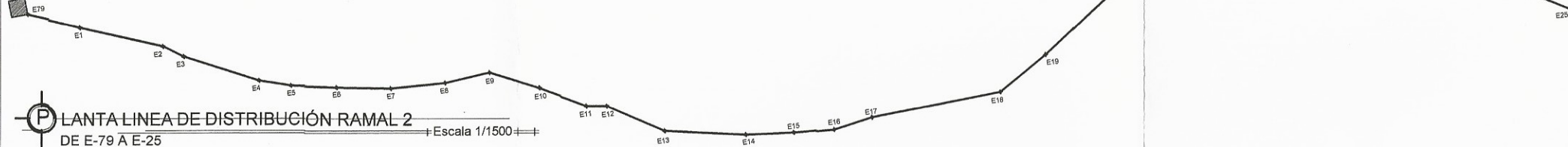
ESCALA H: 1:1500
ESCALA V: 1:750

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	REDUCIDOR BUSHING
[Symbol]	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE RETENCIÓN
[Symbol]	CAJA REDUCTORA DE CALIBRE
[Symbol]	CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIBRES 2 VERTICALES
[Symbol]	CAJA DISTRIBUIDORA DE CALIBRES 3 VERTICALES
[Symbol]	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
[Symbol]	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE RETENCIÓN
[Symbol]	VALVULA DE AIRE
[Symbol]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Symbol]	CAJA DE COBERTURA DE BOMBEO INDICADO
[Symbol]	CRUZ PVC
[Symbol]	CODO 90° 0 45°
[Symbol]	ESTACIONES
[Symbol]	CORTE DE TERRENO
[Symbol]	NUMERO DE ESTACION
[Symbol]	QUEBRADA, RIO
[Symbol]	CAMINO
[Symbol]	PASO DE ZANJON
[Symbol]	CASITA DE BOMBO
[Symbol]	CURVA DE NIVEL SECUNDARIAS
[Symbol]	TEE
[Symbol]	RAPON DE TUBERIA
[Symbol]	CASA, IGLESIA, ESCUELA
[Symbol]	LOTE
[Symbol]	TUBERIA DE CONDUCCION
[Symbol]	TUBERIA DE DISTRIBUCION
[Symbol]	NACIMIENTO
[Symbol]	CAPTACION
[Symbol]	VALVULA DE COMPENSACION (V.C.)
[Symbol]	FACTOY DE OJOBO (V.O.)
[Symbol]	ESTACION BASE
[Symbol]	CAJA PARA VALVULAS
[Symbol]	LUENA CANTAROS
[Symbol]	INDICACION DE DETALLES
[Symbol]	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
[Symbol]	FORMA DE COLOCAR TUBERIA EN UN SEÑAL
[Symbol]	FLUJO DE TUBERIA EN UN SEÑAL
[Symbol]	TUBERIA PVC EN PERFORACION
[Symbol]	CERCO
[Symbol]	CURVA DE NIVEL PRINCIPALES

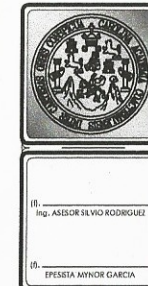
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2
E-79 A E-25

ESCALA H: 1:1500
ESCALA V: 1:750

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2
DE E-79 A E-25

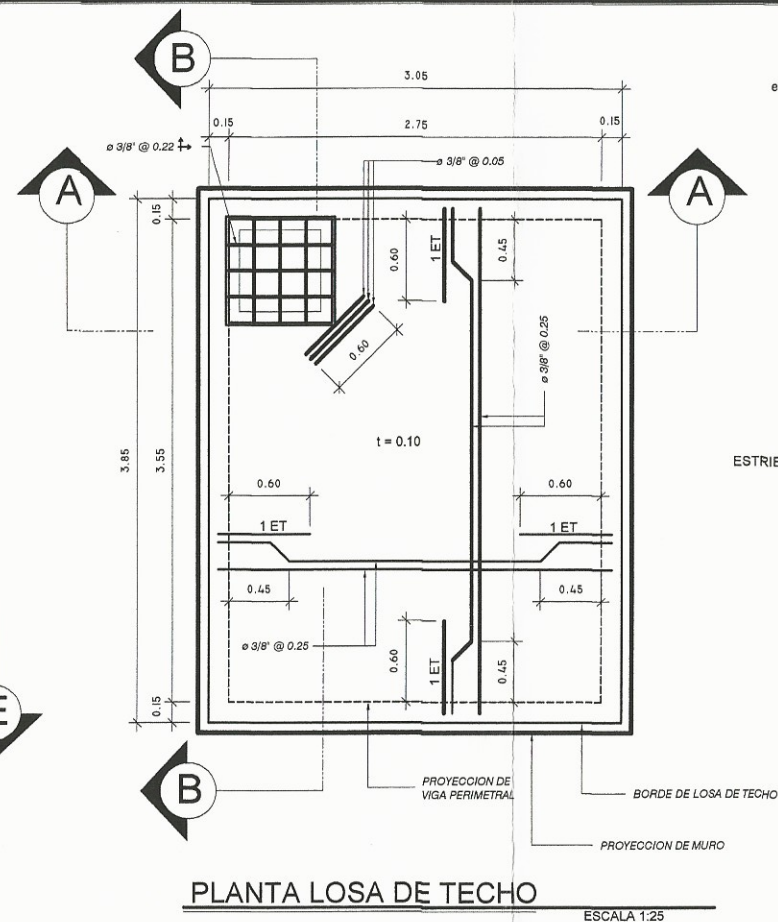
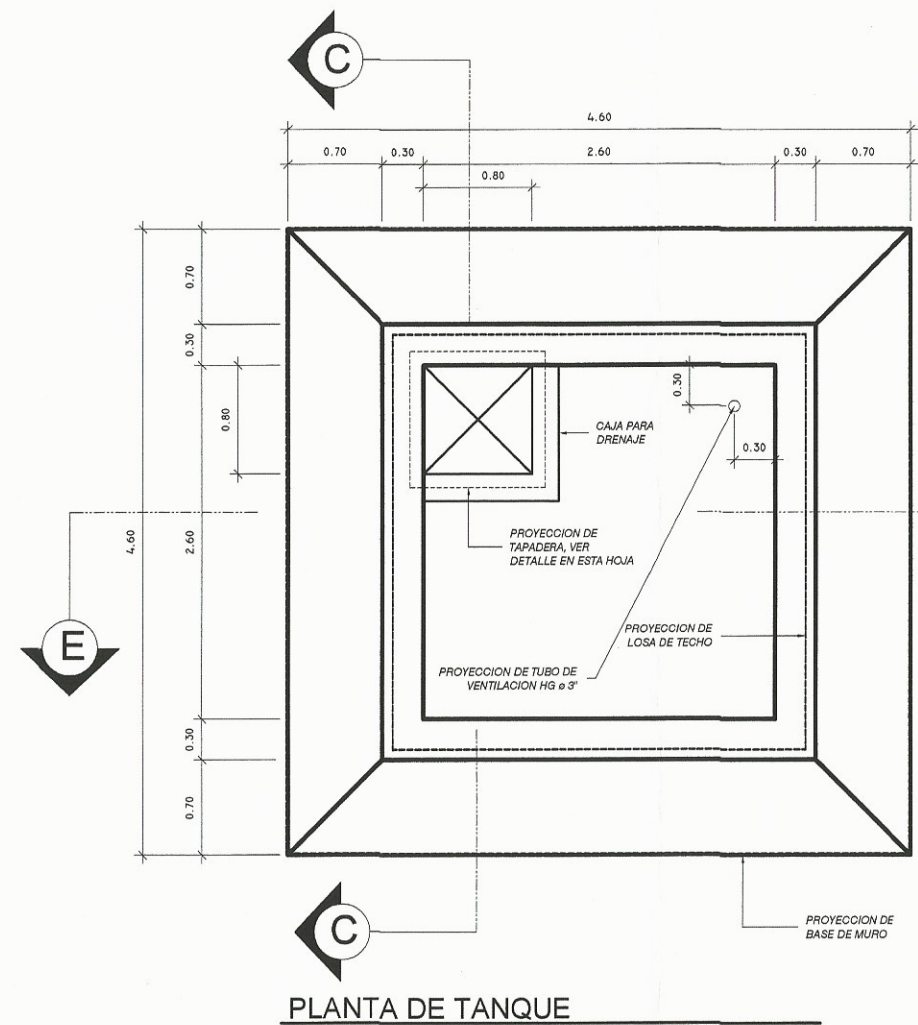


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

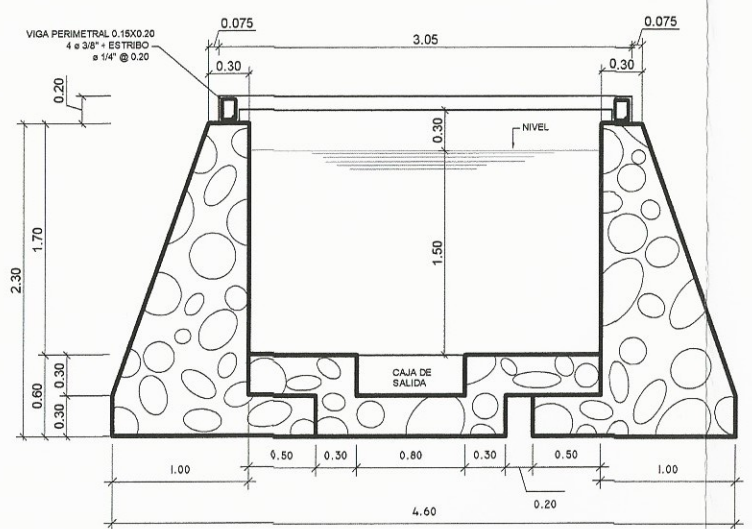
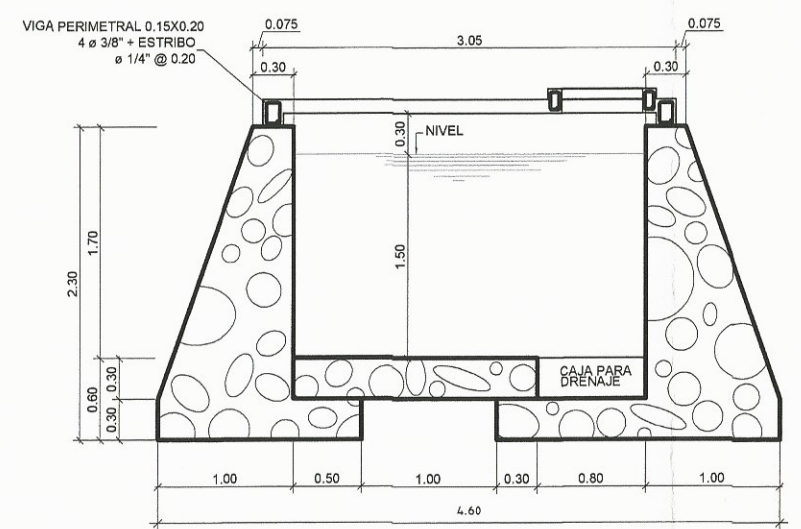
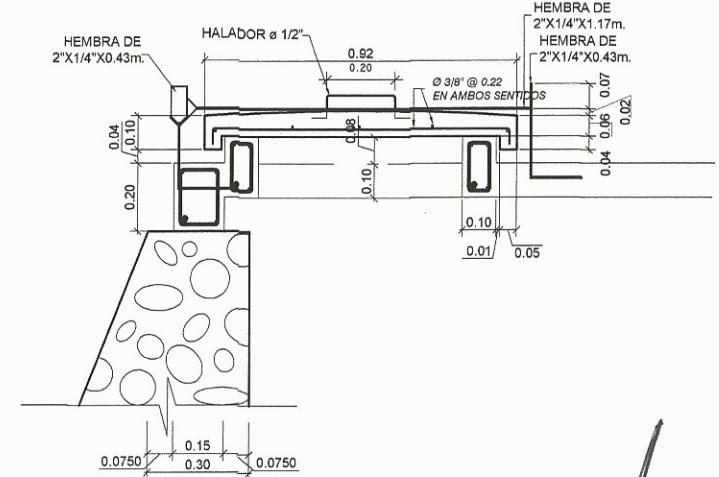
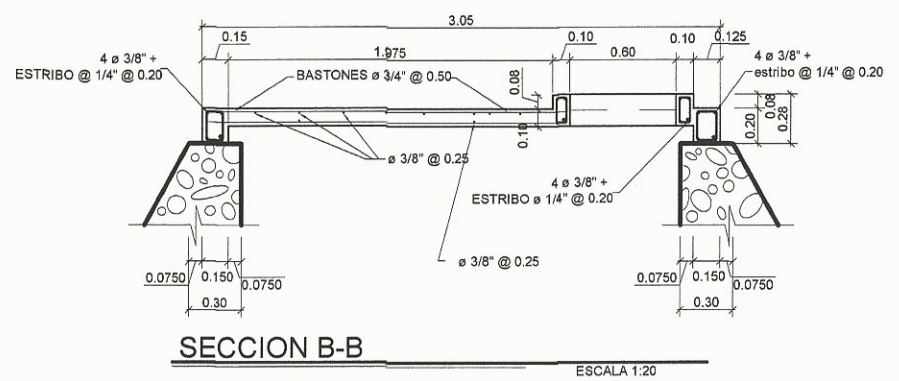
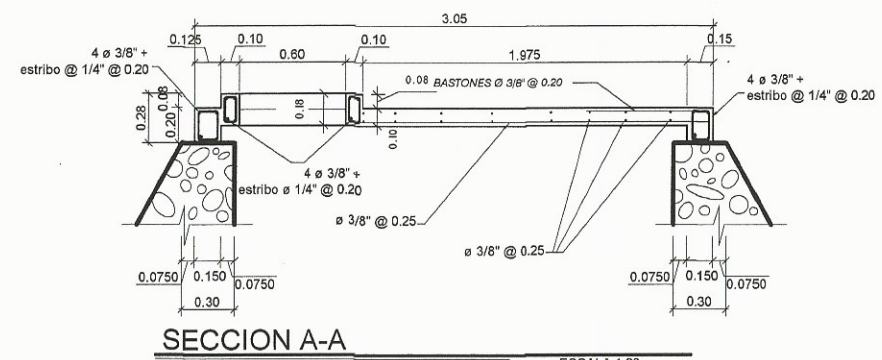
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFIL
ESCALA: INDICADA

HOJA: 7/11

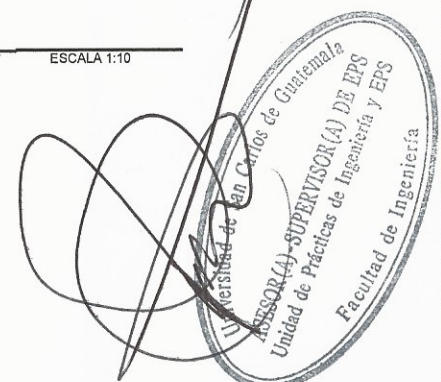


LISTADO DE MATERIALES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	127	sacos
PIEDRIN	1.00	m ³
PIEDRA	19.00	m ³
ARENA DE RIO	20.00	m ³
TABLA DE PINO RUSTICA 1"X12"X10'	25	U
PARALES DE 3"X4"X8'	9	U
CLAVO DE 3"	20	lbs.
ALAMBRE DE AMARRE	20	lbs.
HIERRO DE 1/4"	8	var.
HIERRO DE 3/8"	25	var.
HEMBRA DE 2" X 1/4"	2	m.

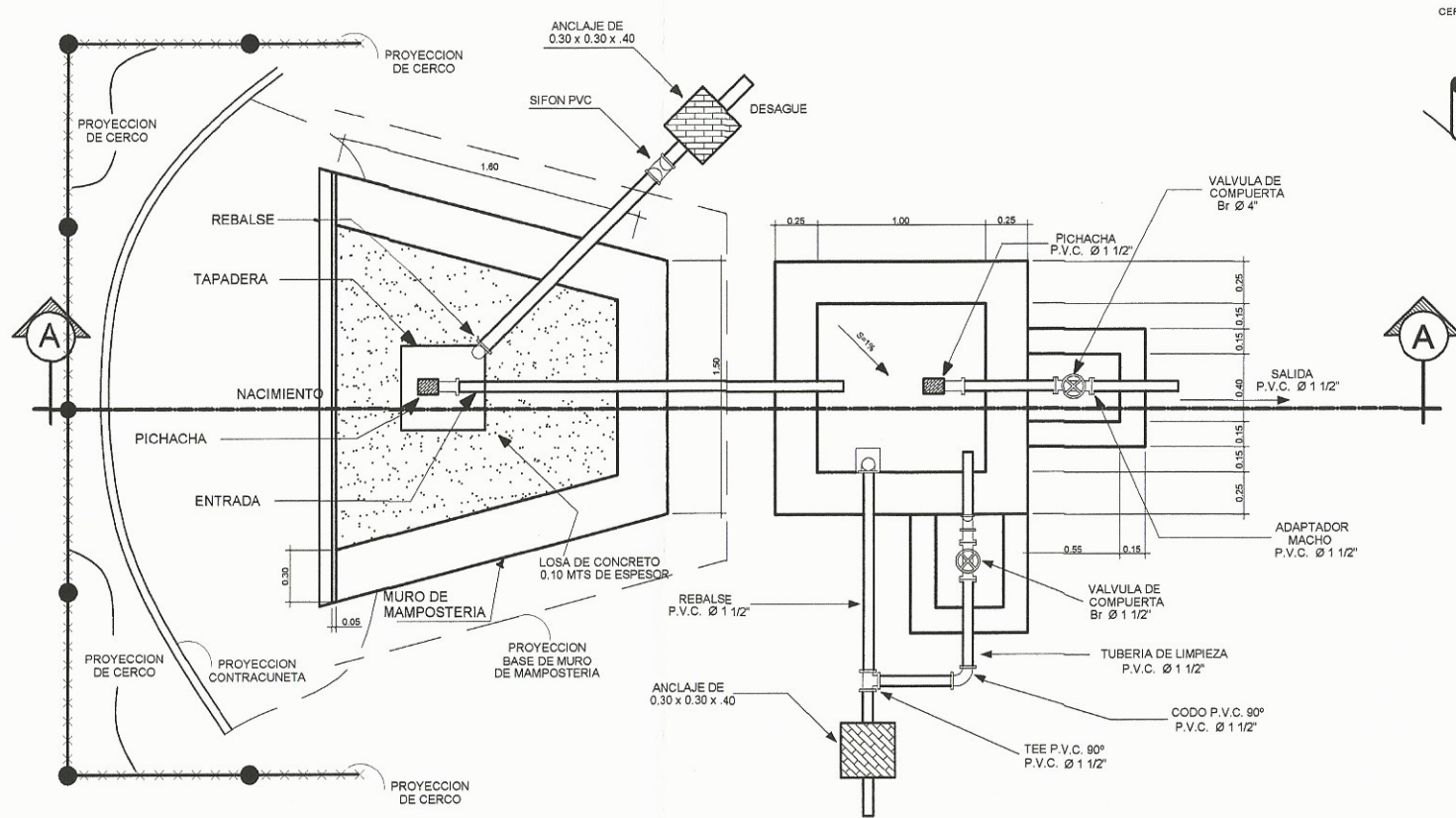


NOTAS GENERALES:

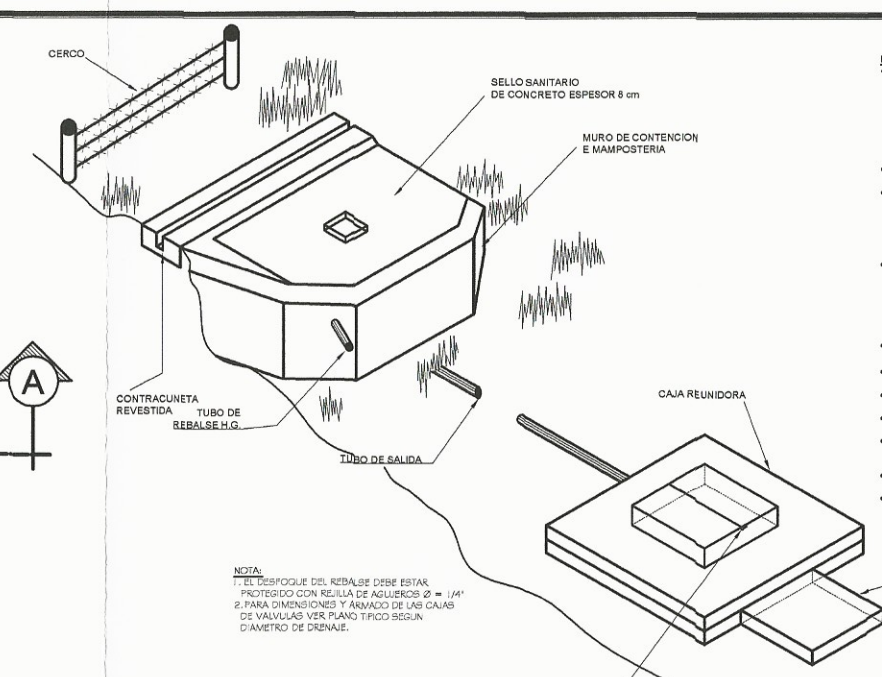
- MATERIALES:**
- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Pig²) A LOS 28 DIAS
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 - VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - LA LOSA DEL TECHO EBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
 - LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 - LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - EL RECURRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ	FECHA: MAYO DE 2013
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ	CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 10M3 DE MAMPOSTERIA	ESCALA: INDICADA
Ing. ASesor SE VIO RODRIGUEZ EFESITA MYNOR GARCIA	GUIÓN: MYNOR G. CALIFICADO: MYNOR G. DIBUJO: MYNOR G.	HOJA: 8 11



PLANTA DE CAPTACIÓN TÍPICA
Brote - Nacimiento Escala 1/20



PERSPECTIVA DE CAPTACIÓN
Brote - Nacimiento Sin Escala

- ESPECIFICACIONES:**
- EL CONCRETO CICLOPEO, SE CONFORMARÁ CON 67% DE PIEDRA, QUE EQUIVALE AL 90% DEL VOLUMEN A CONSTRUIR; MAS 33% DE MORTERO O CONCRETO SU PROPORCIÓN SERÁ
 - 5 SACOS DE CEMENTO
 - 0.38 m³ DE ARENA DE RÍO, APROX=20 BOTES (5 GAL)
 - 0.53 m³ DE PIEDRÍN, APROX=28 BOTES (5 GAL)
 - 0.33 m³ DE PIEDRA DE RÍO ($+4$), APROX=18 BOTES (5 GAL)
 - 5.7 GALONES DE AGUA POR SACO
 - LAS PIEDRAS PARA EL CONCRETO CICLOPEO NO DEBERÁN SER MAYORES DE 1/2 DE LA SECCIÓN A CONSTRUIR NI MENORES DE 2".
 - EN LAS FUNDACIONES DE CONCRETO LOS CASOS DE PISO Y TECHO, TAPADERAS, SOLERAS, ETC) SE USARÁ UNA PROPORCIÓN 1:2.3, EN LA CUAL PARA 1 METRO CÚBICO DE CONCRETO A FUNDIR SE USARÁN
 - 6 SACOS DE CEMENTO
 - 0.31 METROS CÚBICOS DE ARENA
 - 0.77 METROS CÚBICOS DE PIEDRIN
 - EL INTERIOR DE TANQUES Y CAJAS, QUE ESTEN EN CONTACTO CON AGUA, Y EL EXTERIOR VISIBLE DE LOS MUROS, SE RECUBRIRÁ CON MORTERO EN PROPORCIÓN 1:3. POSTERIORMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA, SE RECUBRIRÁN CON UN ALISADO DE CEMENTO EN PROPORCIÓN 1:1 (CEMENTO Y ARENA DE RÍO CERNIDA) Y EN EL EXTERIOR SE RECUBRIRÁ CON UN CERNIDO DE CEMENTO EN PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO Y ARENA DE RÍO CERNIDA).
 - CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON UN ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 210 Kg/cm² (3000 lb/in²).
 - ACERO DE REFUERZO: SE UTILIZARÁ ACERO DE REFUERZO DE F_y=2,810 kg/cm² (Grado 40) NORMA ASTM A615.
 - LAS LOSAS DE TECHO Y LAS TAPADERAS, TENDRÁN EL DEBENVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA AL MENOS UN 1%.
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO, DEBERÁ SER PERFECTAMENTE LIMPIO Y ARISSONADO.
 - EL PREDIO DONDE SE UBICAN LOS NACIMIENTOS Y LOS TANQUES, DEBE CERCARSE CON POSTES DE MADERA ROLIZADA Y 4 HILOS DE ALAMBRE 8/16 GAGADO.
 - TODO LA TUBERÍA PARA REBALSE Y DRENAGE, SERÁ PVC CLASE 160 (PARA AGUA POTABLE).
 - EL MEZCLÓN A UTILIZAR SERÁ EN PROPORCIÓN 1:5 (3.8 qq DE CAL Y 1.25 DE ARENA AMARILLA).

NOTA:
1. EL DESBOLQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS Ø = 1/4".
2. PARA DIMENSIONES Y AVANZO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.

Detalle Planta Pichacha Tipo 1
Esc. 1:10

Detalle Elevación Pichacha Tipo 1
Esc. 1:10

MUROS DE CONCRETO CICLOPEO

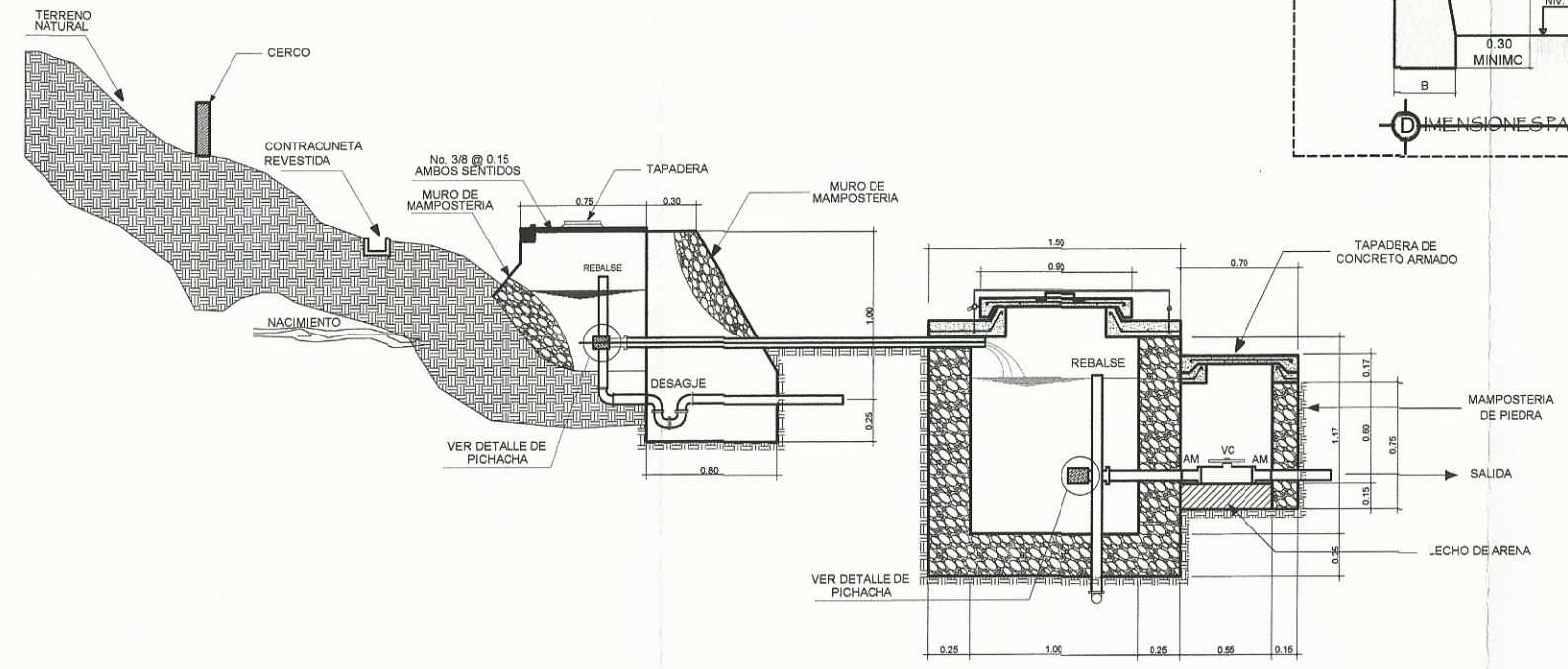
H	B
1.00	0.60
1.20	0.65
1.40	0.75
1.60	0.85
1.80	1.00
2.00	1.10
2.20	1.25
2.40	1.35
2.50	1.45

DIMENSIONES PARA MUROS

DIAMETRO TUBERIA Ø	CANTIDAD DE AGUJEROS	DISTANCIA ENTRE FILAS 1'
1/2"	4 FILAS DE 4 AGUJEROS @ 1"	1"
3/4"	4 FILAS DE 5 AGUJEROS @ 1"	1"
1"	4 FILAS DE 4 AGUJEROS @ 3/8"	1"
1 1/4"	5 FILAS DE 5 AGUJEROS @ 3/8"	1"
1 1/2"	6 FILAS DE 6 AGUJEROS @ 3/8"	1"
2"	4 FILAS DE 7 AGUJEROS @ 1/2"	1 1/4"
2 1/2"	6 FILAS DE 7 AGUJEROS @ 1/2"	1 1/4"
3"	8 FILAS DE 10 AGUJEROS @ 1/2"	1 1/4"

Detalle Planta Pichacha Tipo 2
Esc. 1:10

Detalle Elevación Pichacha Tipo 2
Esc. 1:10

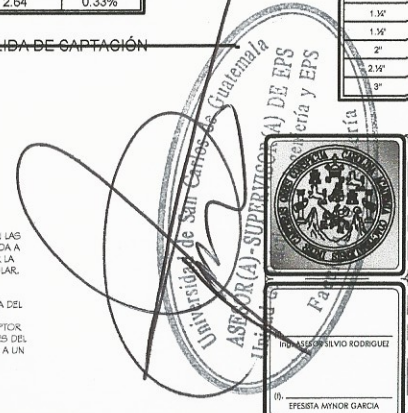


CORTE A-A DE CAPTACIÓN
Brote - Nacimiento Escala 1/25

Ø	l/s (max)	S
1/2"	0.10	1%
3/4"	0.18	1%
1"	0.35	1%
1 1/2"	0.59	0.82%
1 1/4"	0.78	0.68%
2"	1.22	0.51%
2 1/2"	1.79	0.41%
3"	2.64	0.33%

TUBERIAS PARA SALIDA DE CAPTACIÓN

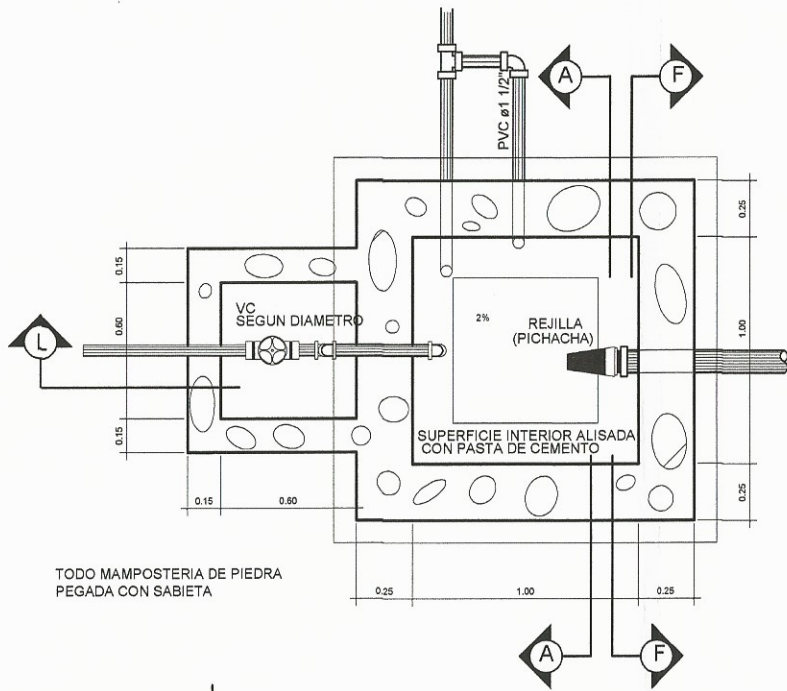
- NOTAS GENERALES:**
- EN ESTE PLANO ÚNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES, QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR.
 - LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
 - DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE.
 - HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INTRUSIONES DEL AGUA SUPERFICIAL, ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7m. DE LA CAPTACION.



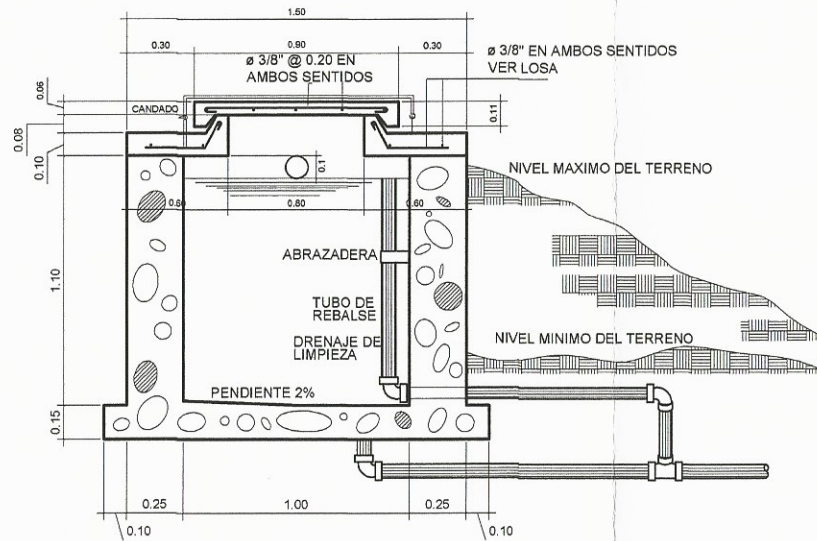
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

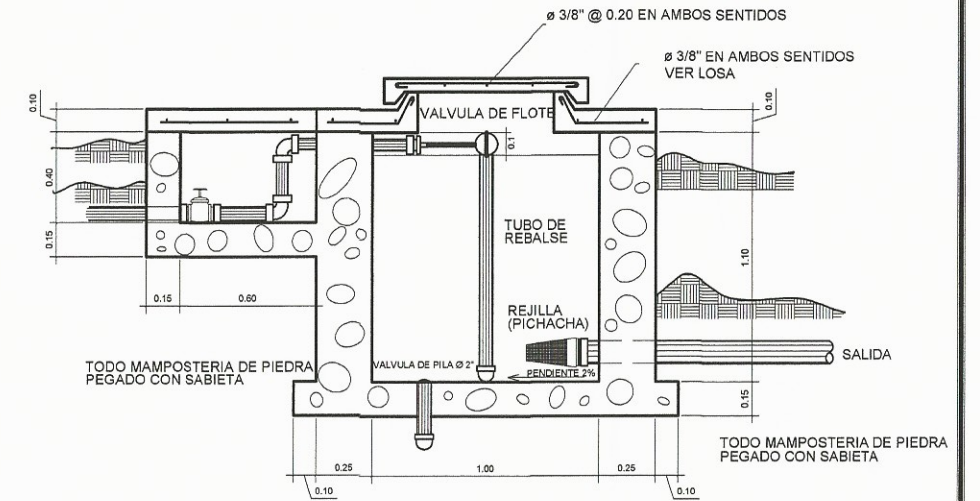
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL
ESCALA: INDICADA
HOJA: 9/11



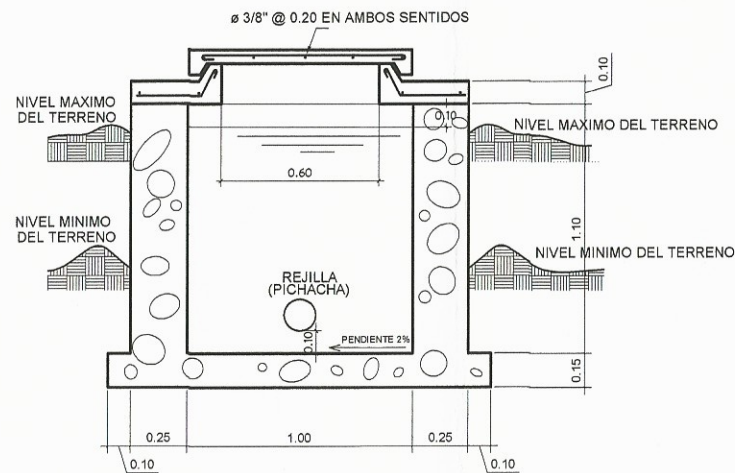
P LANTA
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/15



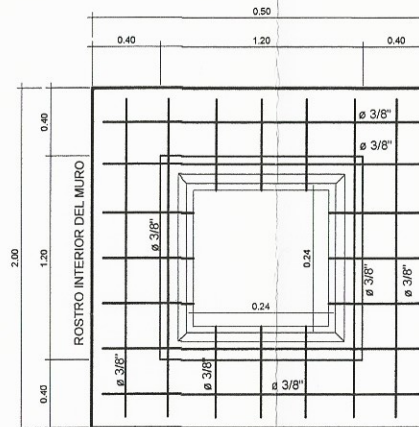
S SECCION A-A
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/15



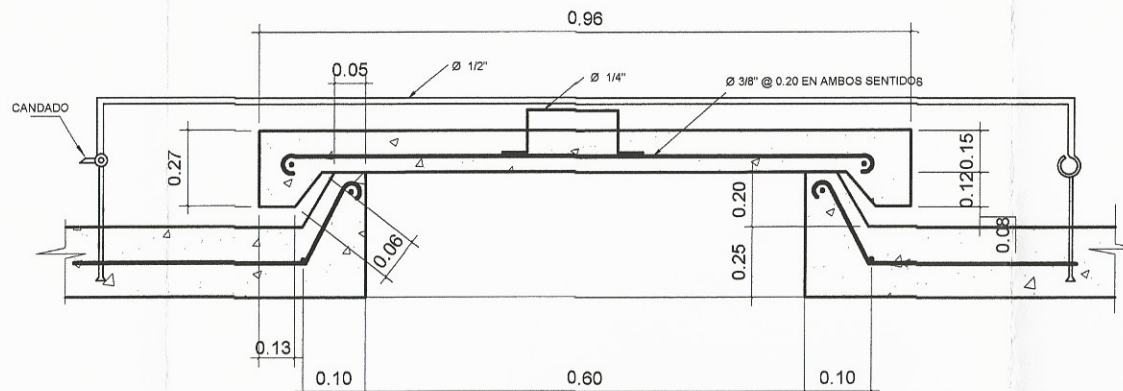
S SECCION L-L
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/15



S SECCION F-F
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/15



D DETALLE DE ARMADO DE LOSA
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/15

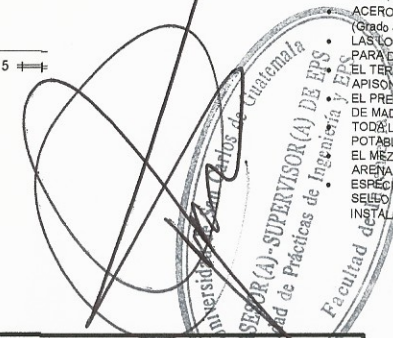


D DETALLE DE TAPADERA
Caja Rompe Presión con Válvula de Flote Escala 1/5

- ESPECIFICACIONES:**
- EL CONCRETO CICLOPEO, SE CONFORMARA CON 87% DE PIEDRA, QUE EQUIVALE AL 90% DEL VOLUMEN A CONSTRUIR, MAS 33% DE MORTERO O CONCRETO SU PROPORCIÓN SERA
 - ✓ 5 SACOS DE CEMENTO
 - ✓ 0.38 m³ DE ARENA DE RIO, APROX=20 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 0.53 m³ DE PIEDRIN, APROX=28 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 0.33 m³ DE PIEDRA DE RIO (>4"), APROX=18 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 5.7 GALONES DE AGUA POR SACO
 - LAS PIEDRAS PARA EL CONCRETO CICLOPEO NO DEBERAN SER MAYORES DE X DE LA SECCION A CONSTRUIR NI MENORES DE 2"
 - EN LAS FUNDICIONES DE CONCRETO (LOSAS DE PISO Y TECHO, TAPADERAS, SOLERAS, ETC.) SE USARA UNA PROPORCIÓN 1:2:3, EN LA CUAL PARA 1 METRO CUBICO DE CONCRETO A FUNDIR SE USARAN
 - ✓ 9.8 SACOS DE CEMENTO
 - ✓ 0.51 METROS CUBICOS DE ARENA
 - ✓ 0.77 METROS CUBICOS DE PIEDRIN
 - EL INTERIOR DE TANQUES Y CAJAS, QUE ESTEN EN CONTACTO CON AGUA, Y EL EXTERIOR VISIBLE DE LOS MUROS, SE RECUBRIRA CON MORTERO EN PROPORCIÓN 1:3. POSTERIORMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA, SE RECUBRIRAN CON UN ALSADO DE CEMENTO EN PROPORCIÓN 1:1 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA) Y EN EL EXTERIOR SE RECUBRIRA CON UN CERNIDO DE CEMENTO EN PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA)
 - CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON UN ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 210 Kg/cm² (3000 lbs/pul²).
 - ACERO DE REFUERZO: SE UTILIZARA ACERO DE REFUERZO DE Fy= 2,810 kg/cm² (Grado 40) NORMA ASTM A615.
 - LAS LOSAS DE TECHO Y LAS TAPADERAS, TENDRAN EL DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA AL MENOS UN 1% EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO, DEBERA SER PERFECTAMENTE LIMPIO Y APISONADO
 - EL PREDIO DONDE SE UBICAN LOS TANQUES, DEBE CERCARSE CON POSTES DE MADERA ROLLIZA Y 4 HILOS DE ALAMBRE ESPIGADO
 - TODA LA TUBERIA PARA REBALSE Y DRENAJE, SERA PVC CLASE 180 (PARA AGUA POTABLE)
 - EL MEZCLON A UTILIZAR SERA EN PROPORCIÓN 1:5 (3.8 qq DE CAL Y 1.25 DE ARENA AMARILLA)
 - ESPECIFICACIONES PARA VALVULA DE FLOTE: CUERPO Y VARILLA DE BRONCE, SELLO DE CAUCHO, PELOTA DE COBRE, PRESION DE TRABAJO 100 Lbs/pul², INSTALACIÓN HORIZONTAL, DESVIACIÓN MÁXIMA PERMITIDA DE 45°

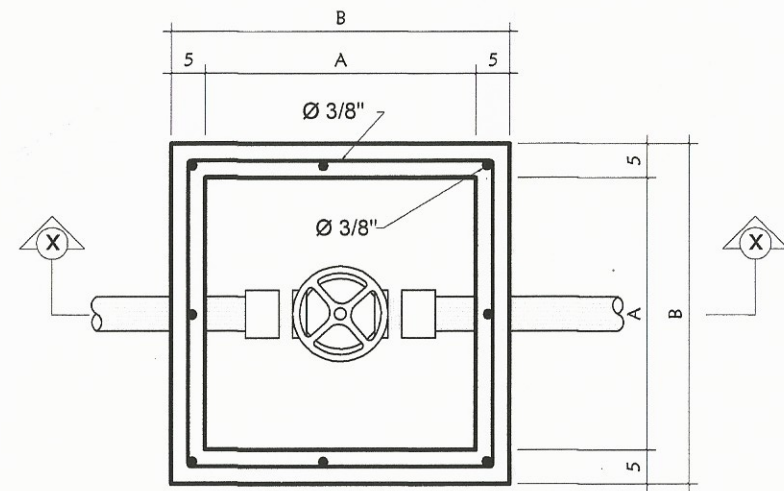
NOTA IMPORTANTE:
LAS CAJAS ROMPE PRESIÓN CON VALVULA DE FLOTE SE USARAN ÚNICAMENTE PARA LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.

EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN LAS CAJAS ROMPE PRESIÓN NO TENDRAN VALVULA DE FLOTE, SIN EMBARGO TODA LA ESTRUCTURA DE LA MISMA ES EXACTAMENTE IGUAL A LA QUE SE MUESTRA EN ESTE PLANO, POR LO TANTO SE PUEDE USAR ESTE PLANO COMO GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAJAS ROMPE PRESIÓN SIN VALVULA DE FLOTE.

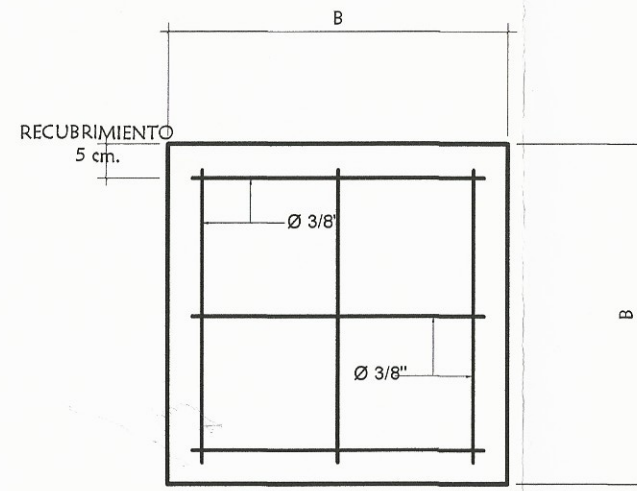


	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ	UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
INGENIERO: MIGNOR G. CALCIBAN DISEÑO: MIGNOR G.	FECHA: MAYO DE 2013	HOJA: 10/11

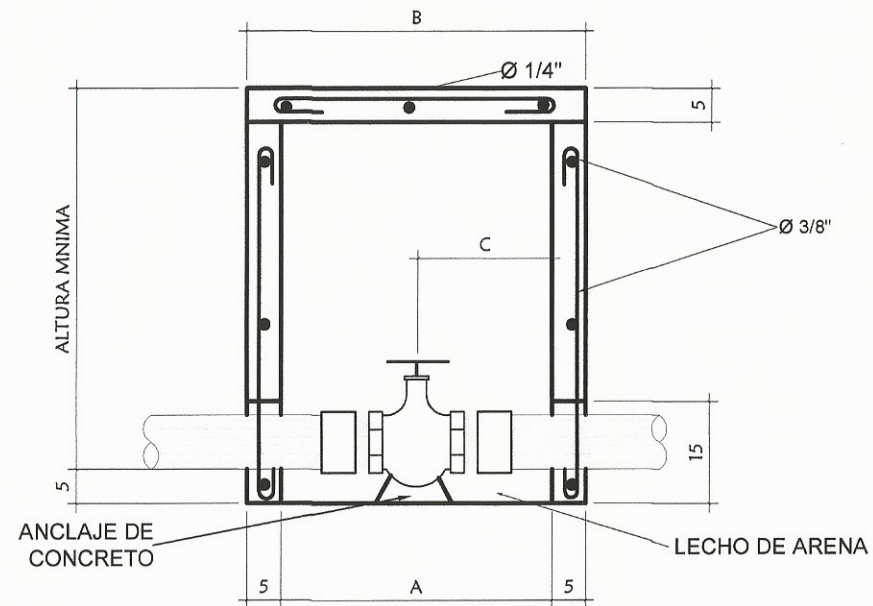
125
105
30
19
420



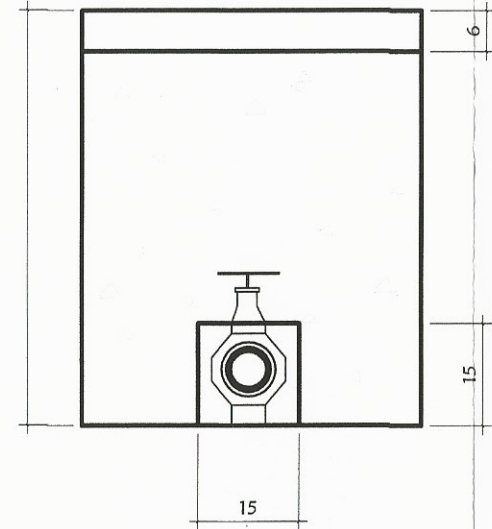
PLANTA CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/10



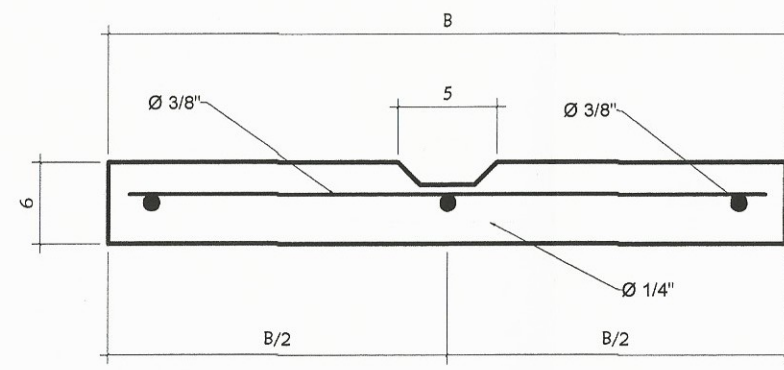
PLANTA CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/10



SECCIÓN X-X' CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/10



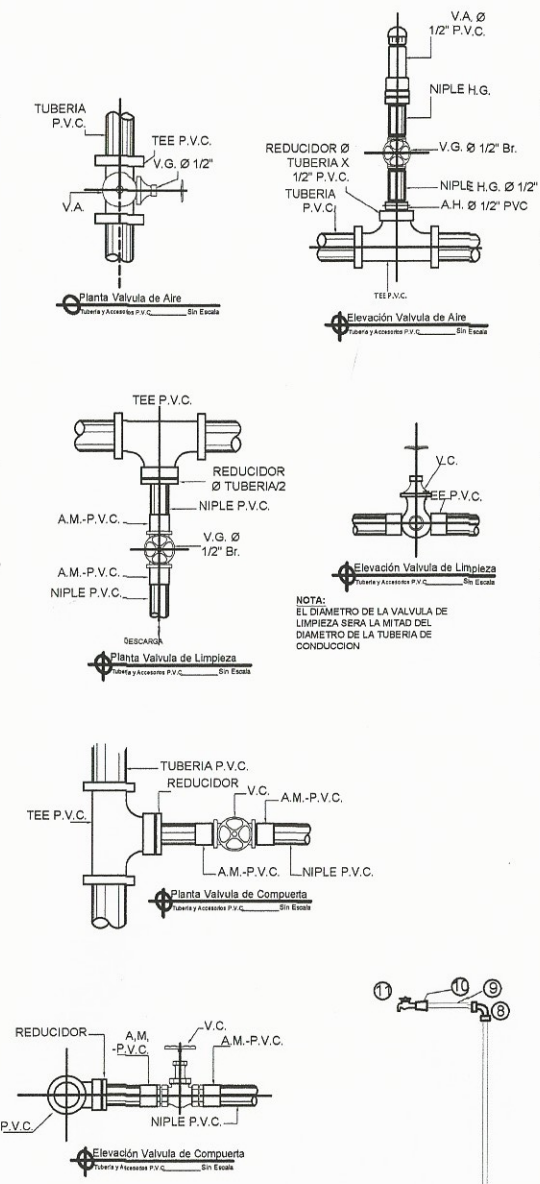
ELEVACION CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/10



DETALLE TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/50

DIMENSIONES EN cms.
CAJAS PARA VALVULAS
Ø DE 1/2" @ 1 1/2"

Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1 1/4"	35	45	17.5	45
1 1/2"	40	50	20	50

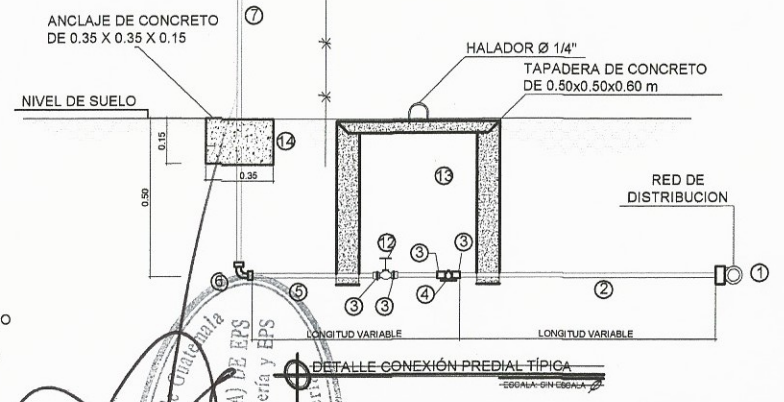


- ESPECIFICACIONES**
- EL CONCRETO CICLOPEO, SE CONFORMARA CON 87% DE PIEDRA, QUE EQUIVALE AL 90% DEL VOLUMEN A CONSTRUIR; MAS 33% DE MORTERO O CONCRETO SU PROPORCION SERA
 - ✓ 5 SACOS DE CEMENTO
 - ✓ 0.38 m³ DE ARENA DE RIO, APROX=20 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 0.53 m³ DE PIEDRIN, APROX=28 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 0.33 m³ DE PIEDRA DE RIO (>4"), APROX=18 BOTES (5 GAL)
 - ✓ 5.7 GALONES DE AGUA POR SACO
 - LAS PIEDRAS PARA EL CONCRETO CICLOPEO NO DEBERAN SER MAYORES DE 1/2 DE LA SECCION A CONSTRUIR NI MENORES DE 2"
 - EN LAS FUNDICIONES DE CONCRETO (LOSAS DE PISO Y TECHO, TAPADERAS, SOLERAS, ETC.) SE USARA UNA PROPORCION 1:2:3, EN LA CUAL PARA 1 METRO CUBICO DE CONCRETO A FUNDIR SE USARAN
 - ✓ 9.8 SACOS DE CEMENTO
 - ✓ 0.51 METROS CUBICOS DE ARENA
 - ✓ 0.77 METROS CUBICOS DE PIEDRIN
 - EL INTERIOR DE TANQUES Y CAJAS, QUE ESTEN EN CONTACTO CON AGUA, Y EL EXTERIOR VISIBLE DE LOS MUROS, SE RECUBRIRA CON MORTERO EN PROPORCION 1:3. POSTERIORMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA, SE RECUBRIRAN CON UN ALISADO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:1 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA) Y EN EL EXTERIOR SE RECUBRIRA CON UN CERNIDO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:2 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA)
 - CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON UN ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION A LOS 28 DIAS DE 210 Kg/cm² (3000 lb/pul²)
 - ACERO DE REFUERZO: SE UTILIZARA ACERO DE REFUERZO DE Fy= 2,810 kg/cm² (Grado 40) NORMA ASTM A615.
 - LAS LOSAS DE TECHO Y LAS TAPADERAS, TENDRAN EL DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA AL MENOS UN 1%
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO, DEBERA SER PERFECTAMENTE LIMPIO Y APISONADO
 - EL PREDIO DONDE SE UBICAN LOS TANQUES, DEBE CERCARSE CON POSTES DE MADERA ROLLIZA Y 4 HILOS DE ALAMBRE ESPIGADO
 - TODA LA TUBERIA PARA REBALSE Y DRENAJE, SERA PVC CLASE 180 (PARA AGUA POTABLE)
 - EL MEZCLON A UTILIZAR SERA EN PROPORCION 1.5 (3.8 qq DE CAL Y 1.25 DE ARENA AMARILLA)
 - ESPECIFICACIONES PARA VALVULA DE FLOTE: CUERPO Y VARILLA DE BRONCE, SELLO DE CAUCHO, PELOTA DE COBRE, PRESION DE TRABAJO 100 Lbs/pulg², INSTALACION HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA PERMITIDA DE 45°

REFERENCIA DE MATERIALES

1	TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
2	NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4	LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5	TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6	CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7	NIPLE HG 1.50 Ø 1/2"
8	CODO HG 90° Ø 1/2"
9	NIPLE HG 0.15 Ø 1/2"
10	ADAPTADOR HEMBRA HG Ø 1/2"
11	LLAVE DE CHORRO DE 1/2"
12	LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 1/2" DE BRONCE
13	CAJA PARA LA LLAVE DE COMPUERTA Y PASO
14	ANCLAJE DE CONCRETO DE 0.15m x 0.30m x 0.30m

- NOTAS:**
- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
 - LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'C = 210 kg/cm
 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS
 - EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE Ø 3/8" LEGITIMO GRADO 40
 - TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABIETA PROPORCION 1CEMENTO, 2 ARENA DE RIO



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CHICHUPAC, RABINAL, BAJA VERAPAZ

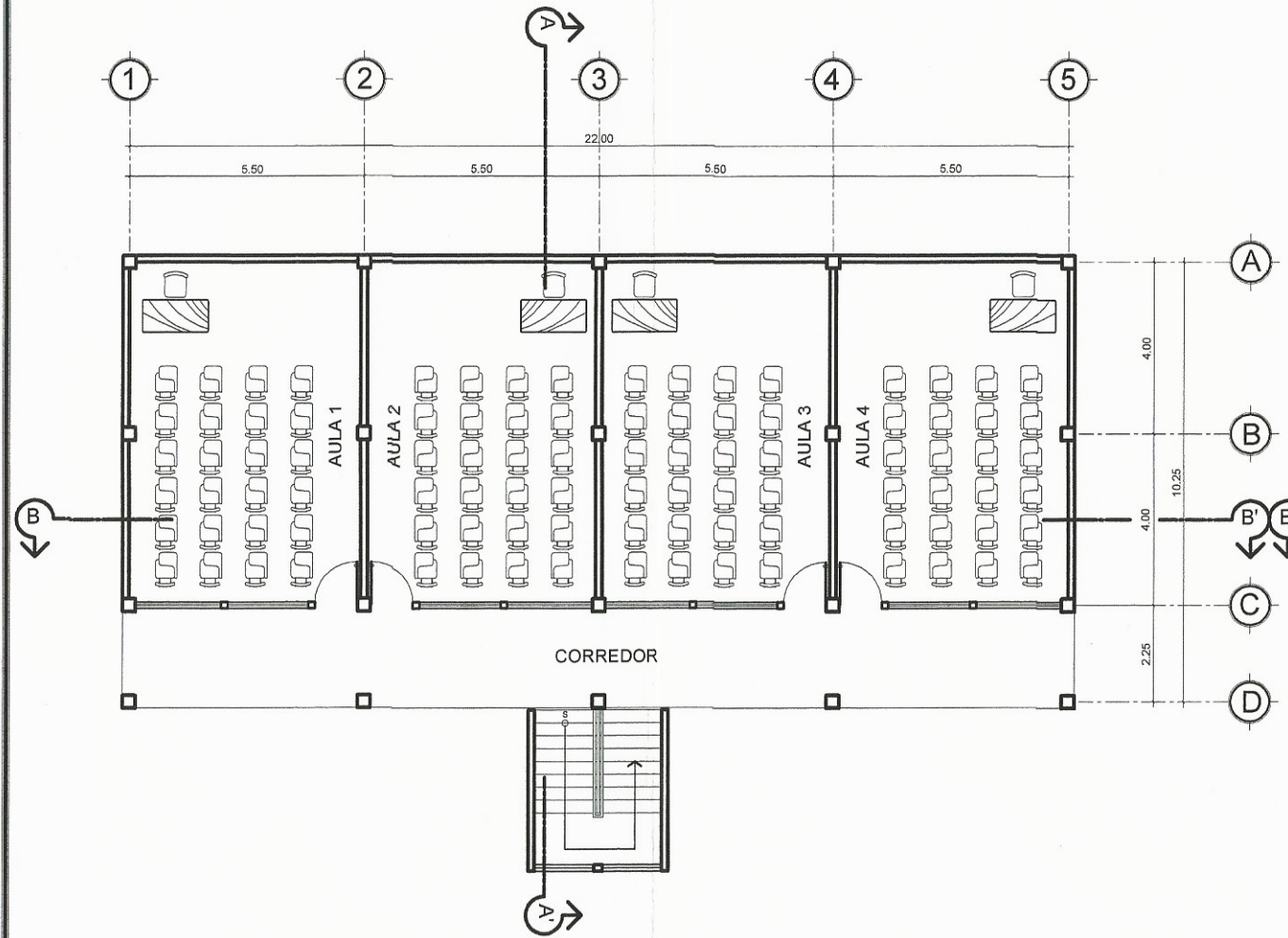
UBICACIÓN: ALDEA CHICHUPAC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ

FECHA: MAYO DE 2013

CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS CAJA PARA VALVULAS Y CONEXIÓN PREDIAL

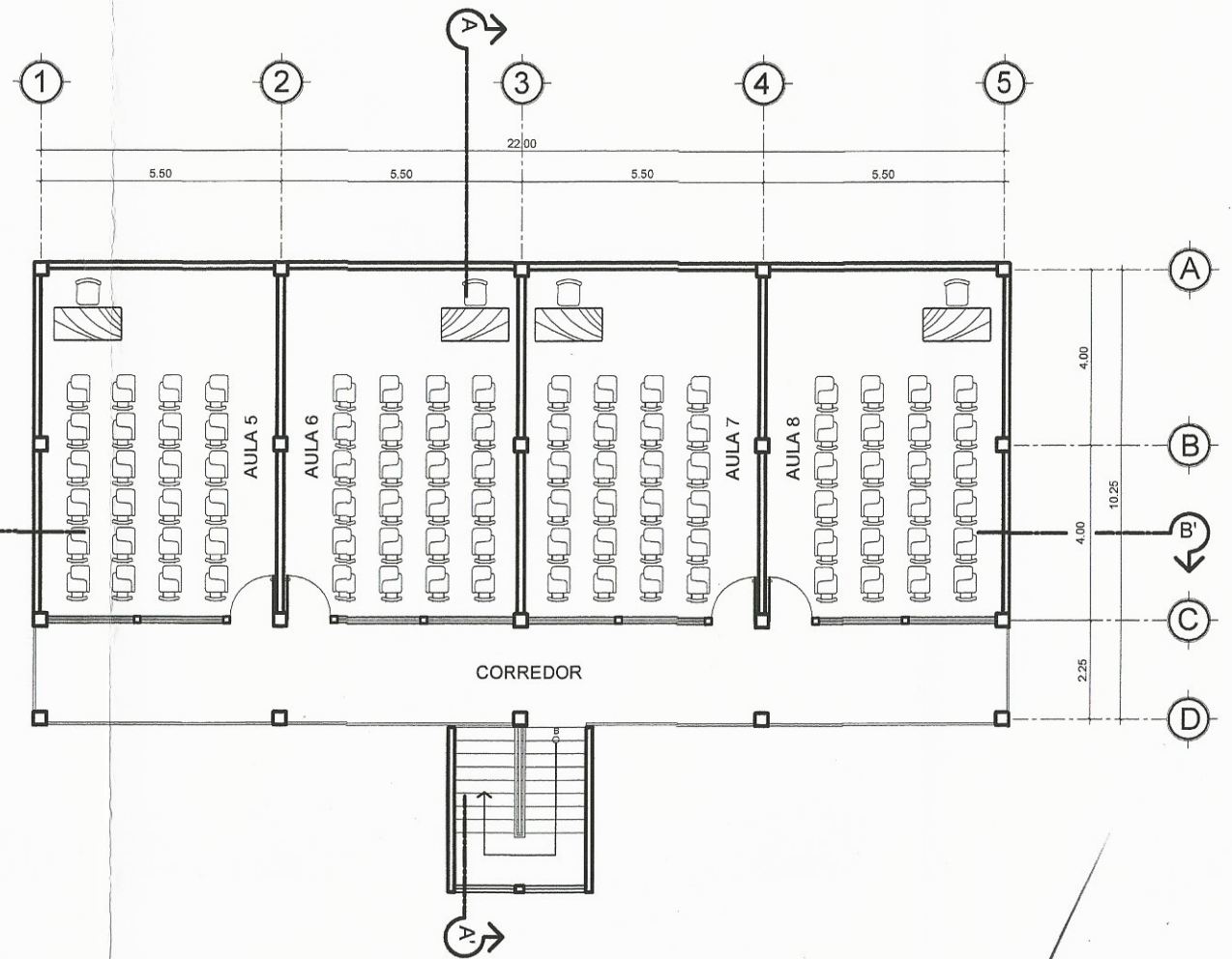
ESCALA: INDICADA

HOJA: 11/11



PLANTA BAJA AMUEBLADA

ESCALA: 1:75



PLANTA ALTA AMUEBLADA

ESCALA: 1:75



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

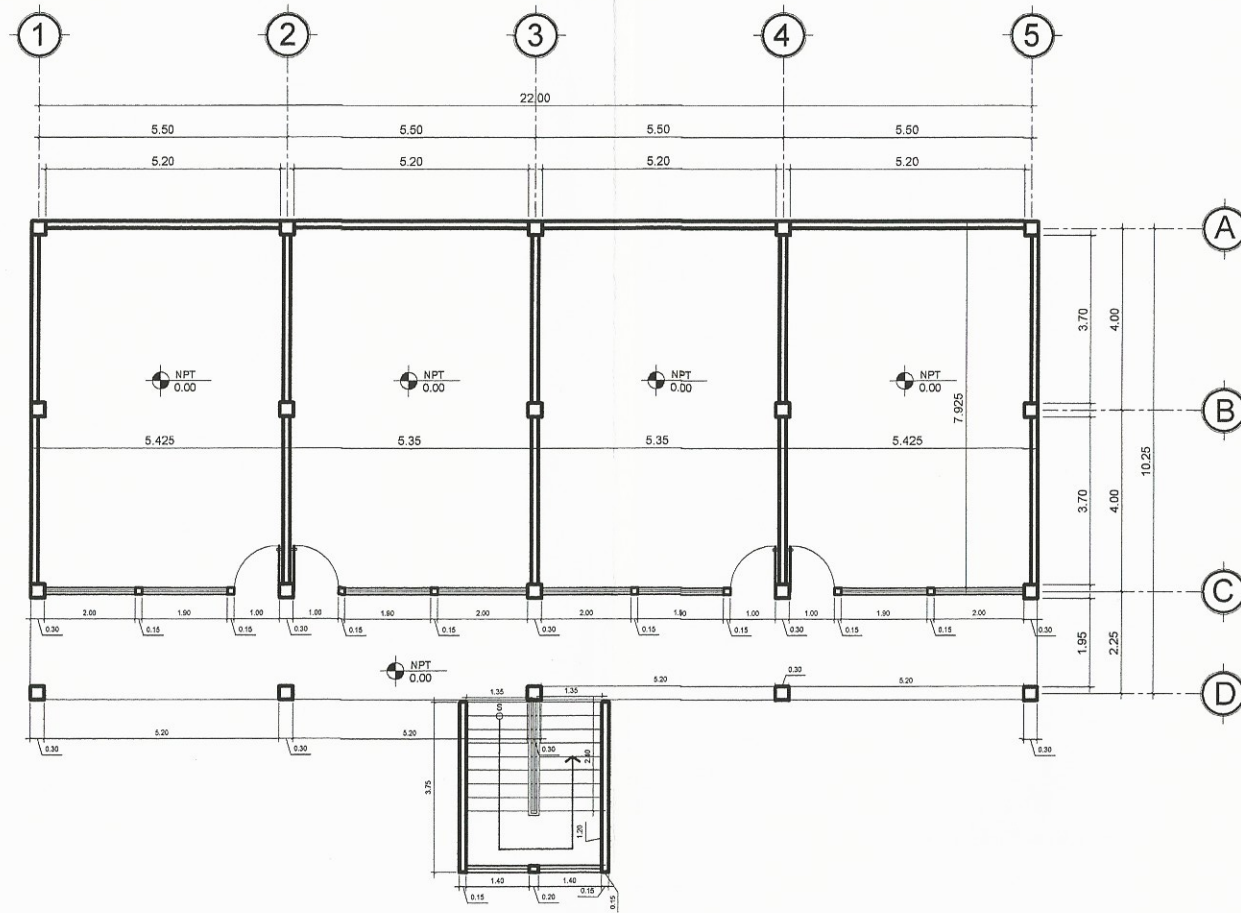
ING. ASESOR SILVIO RODRIGUEZ
EFESITA MYNOR GARCIA

CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA
ESCALA: INDICADA

DISEÑO: MYNOR G.
CALCULO: MYNOR G.
DIBUJO: MYNOR G.

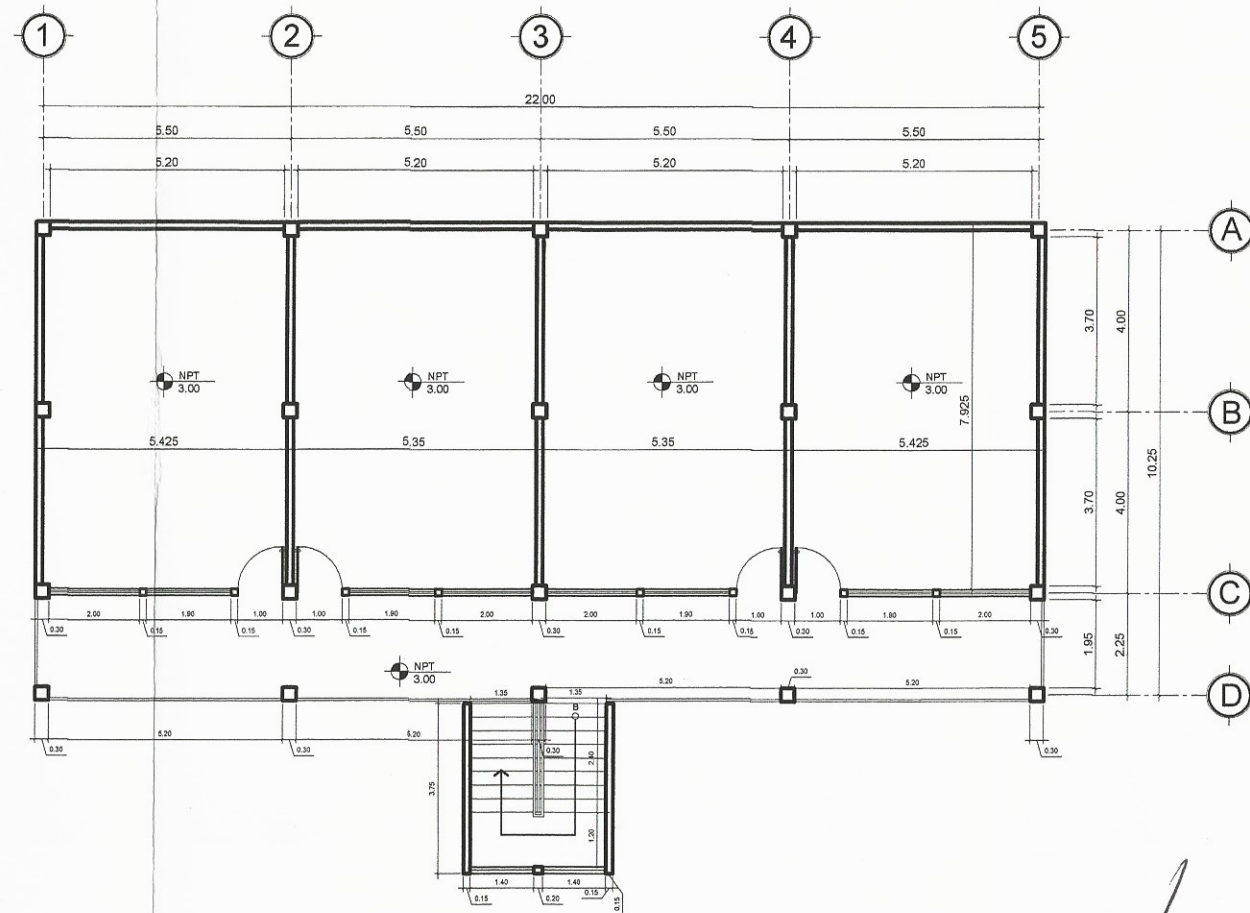
HOJA:
1
11

Supervisor(a) de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Supervisor(a) de Prácticas de Ingeniería y EPS



PLANTA BAJA ACOTADA

ESCALA: 1:75



PLANTA ALTA ACOTADA

ESCALA: 1:75



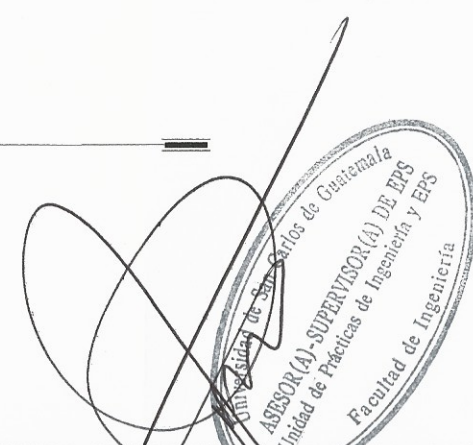
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

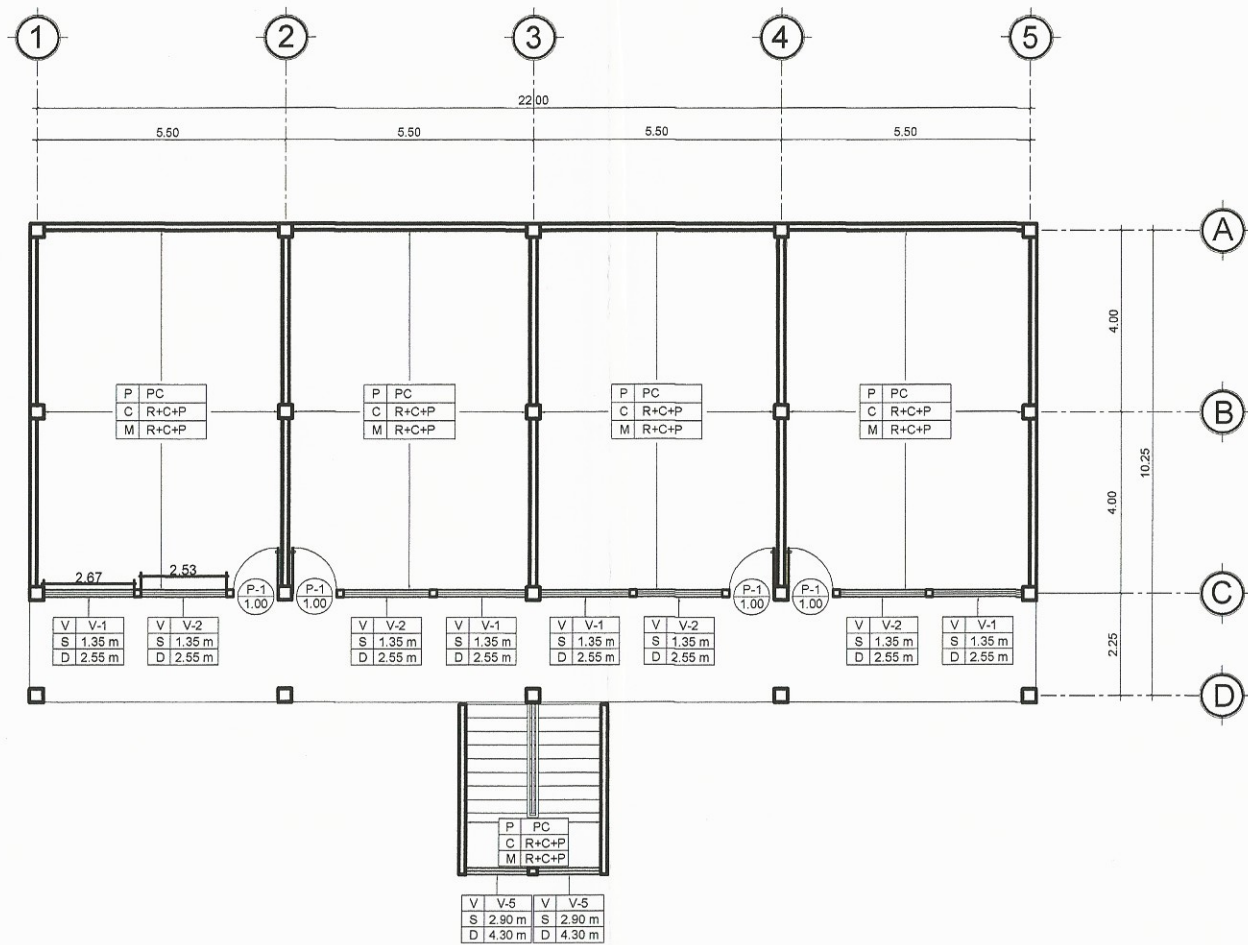
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

CONTENIDO:
PLANTA ACOTADA
ESCALA: INDICADA

GUARDO:
MAYOR G.
CALCULO:
MAYOR G.
DIBUJO:
MAYOR G.

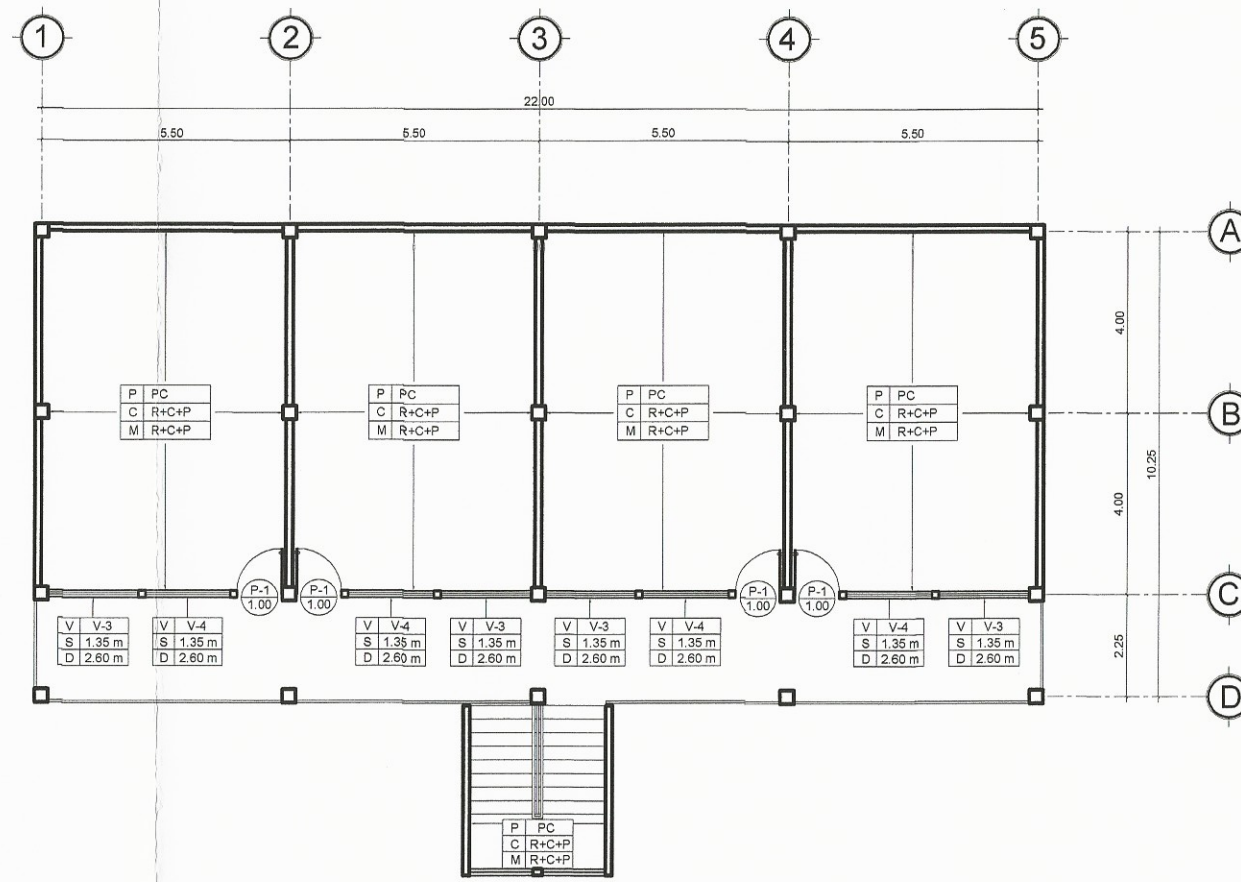
HOJA:
2
11





PLANTA BAJA ACABADOS

ESCALA: 1:75



PLANTA ALTA ACABADOS

ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA

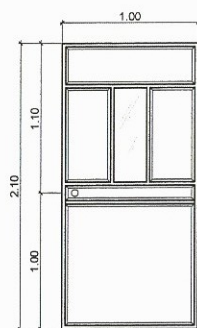
	INDICA ACABADO EN PISO, CIELO Y MURO
	INDICA TIPO DE PUERTA Y ANCHO DE VANO
	INDICA TIPO DE VENTANA, SILLAR Y DINTEL
PC	PISO CERAMICO
R+C+P	REPELLO + CERNIDO + PINTURA LATEX

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDADES	MATERIALES
V-1	2.55 m	2.00 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 2" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-2	2.55 m	1.90 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 2" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-3	2.60 m	2.00 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 2" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-4	2.60 m	1.90 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 2" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-5	4.30 m	1.40 m	2	Extrusiones de Aluminio lacado de 2" + Vidrio Laminado de 3 mm.

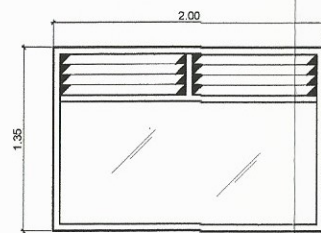
PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDADES	MATERIALES
P-1	2.10 m	1.00 m	8	Metálica



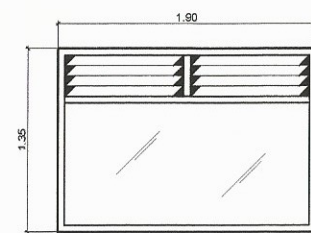
DETALLE DE PUERTA

ESCALA: 1:25



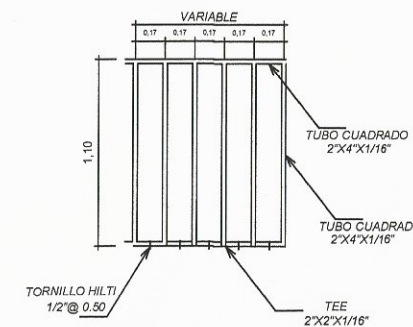
DETALLE DE VENTANA

ESCALA: 1:25



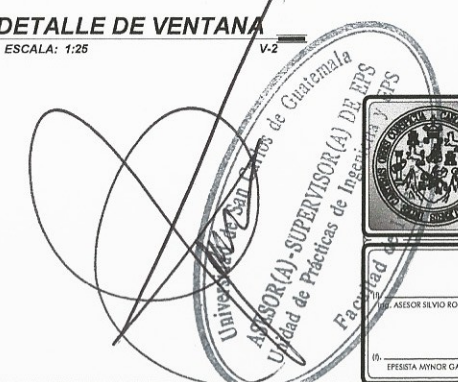
DETALLE DE VENTANA

ESCALA: 1:25



DETALLE DE BARANDA

ESCALA: 1:20



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
 UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
 FECHA: MAYO DE 2013

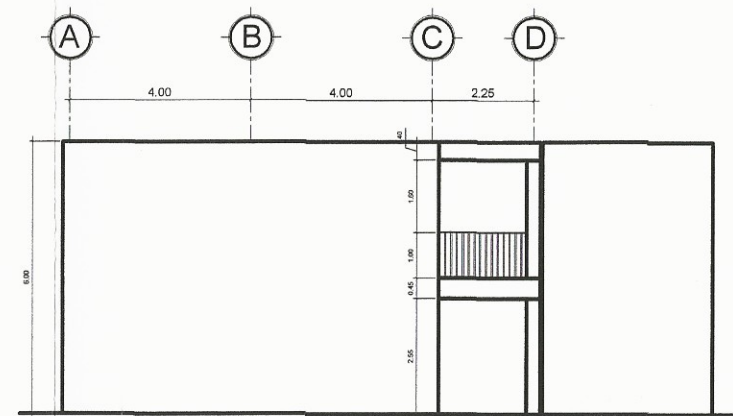
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS
 ESCALA: INDICADA

HOJA: 3 / 11



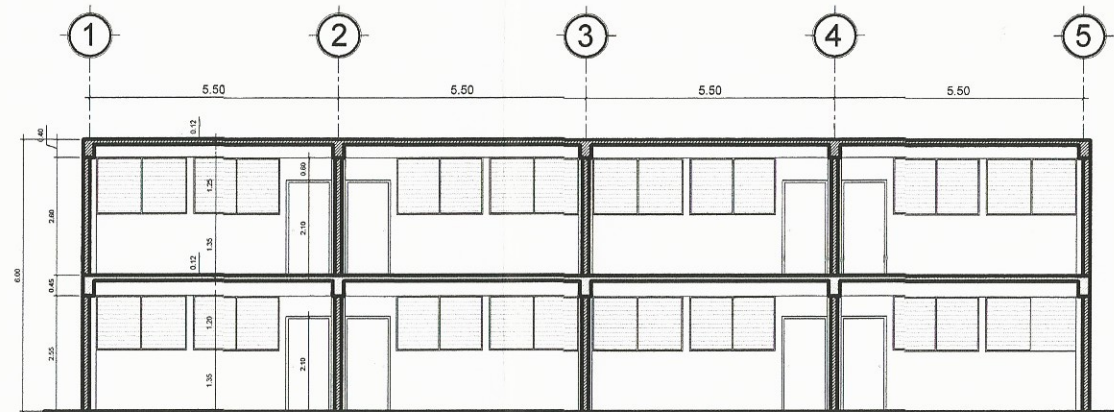
ELEVACION FRONTAL

ESCALA: 1:75



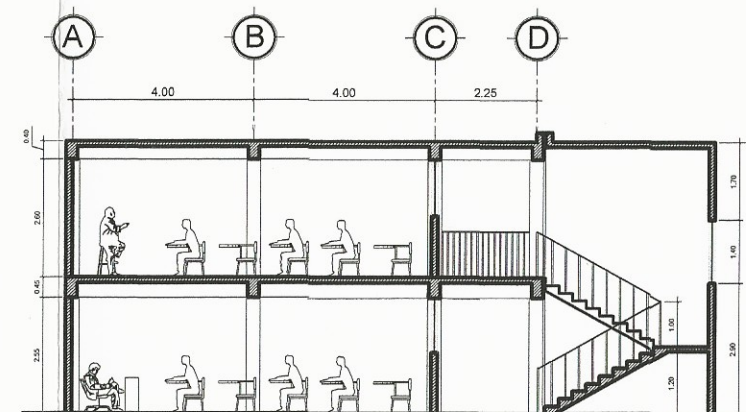
ELEVACION LATERAL

ESCALA: 1:75



SECCION B - B'

ESCALA: 1:75



SECCION A - A'

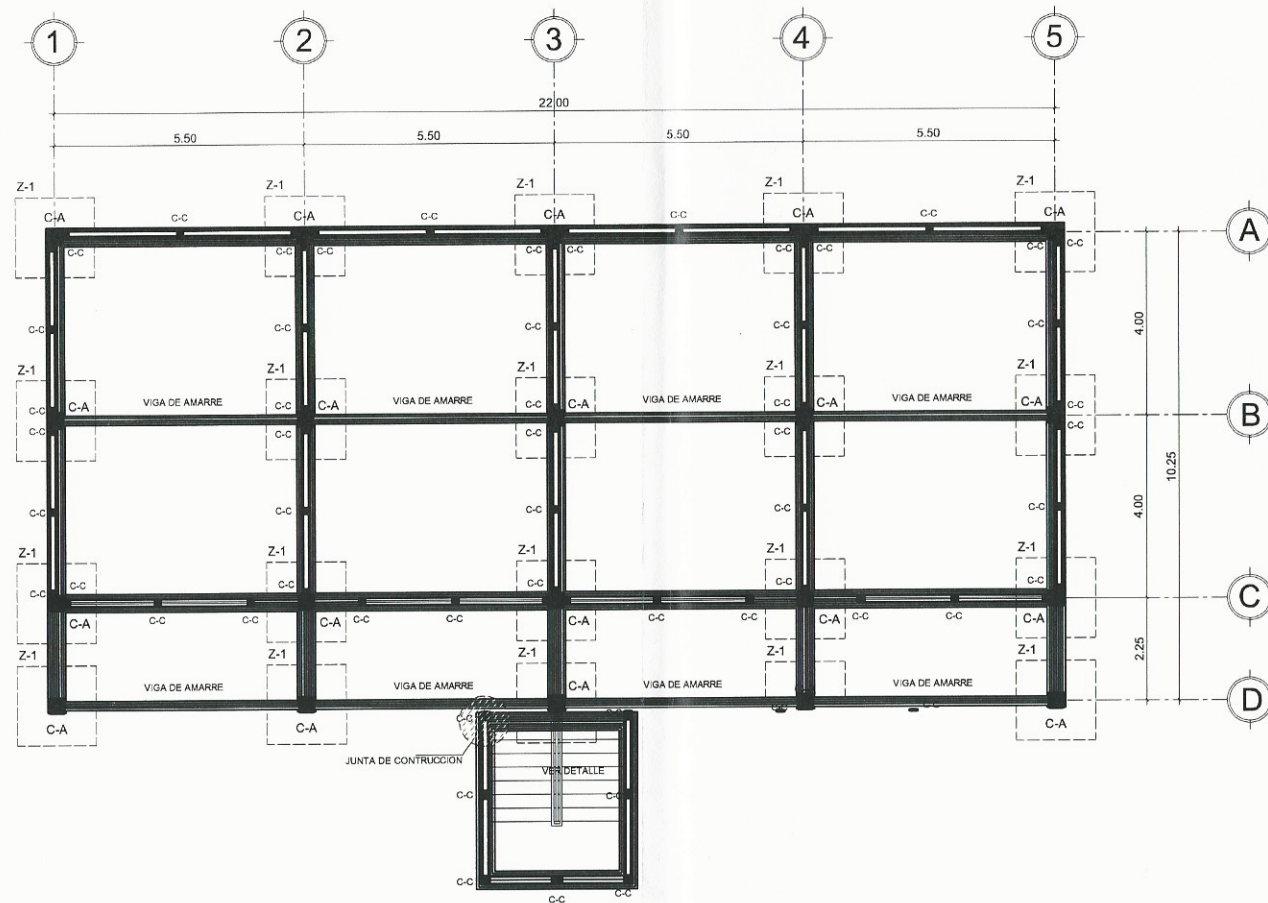
ESCALA: 1:75

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

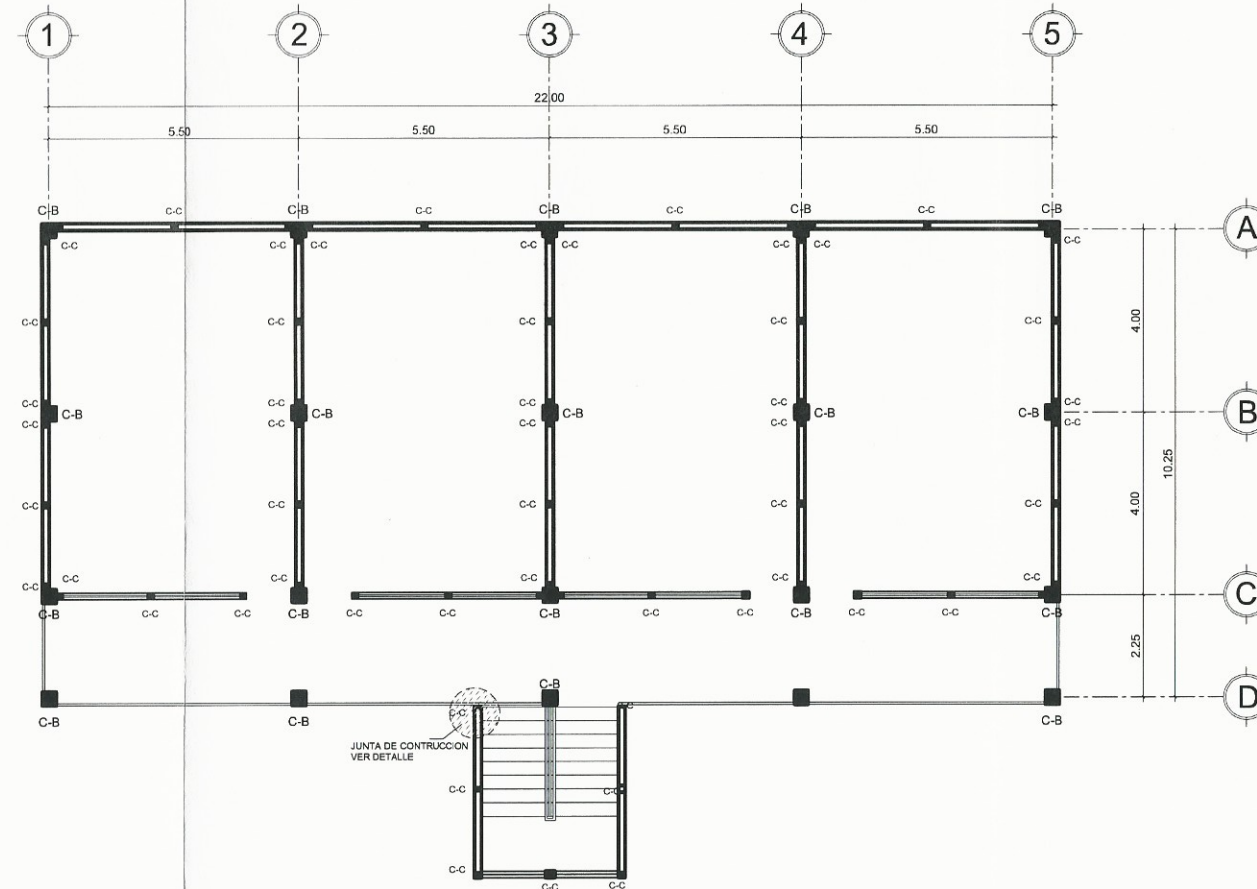
Inq. ASesor SILVIO RODRIGUEZ
 Inq. ESPERANZA MYNOR GARCIA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ	FECHA: MAYO DE 2013
CONTENIDO: ELEVACIONES Y SECCIONES ESCALA: INDICADA	DISEÑO: MYNOR G. CALCO: MYNOR G. DIBUJO: MYNOR G.
HOJA: 4 / 11	



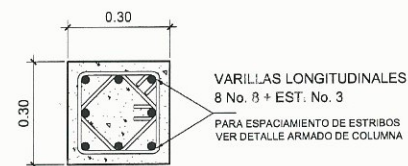
PLANTA BAJA CIMENTACION Y COLUMNAS

ESCALA: 1:75

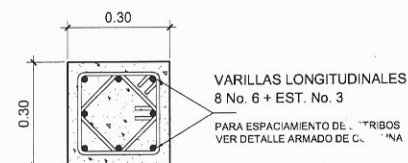


PLANTA ALTA COLUMNAS

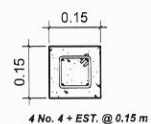
ESCALA: 1:75



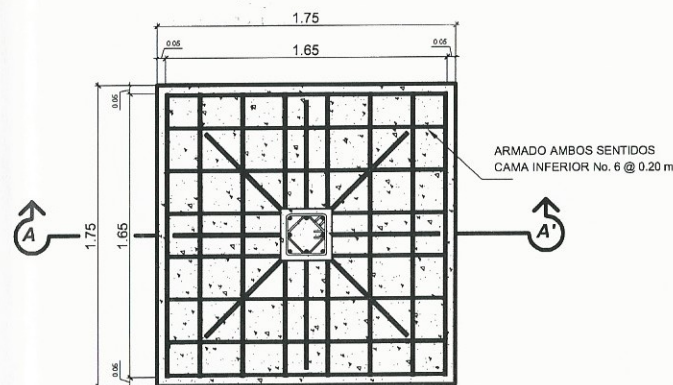
COLUMNA TIPICA 1er. NIVEL
ESCALA: 1:10
COLUMNA TIPO "A"



COLUMNA TIPICA 2do. NIVEL
ESCALA: 1:10
COLUMNA TIPO "B"

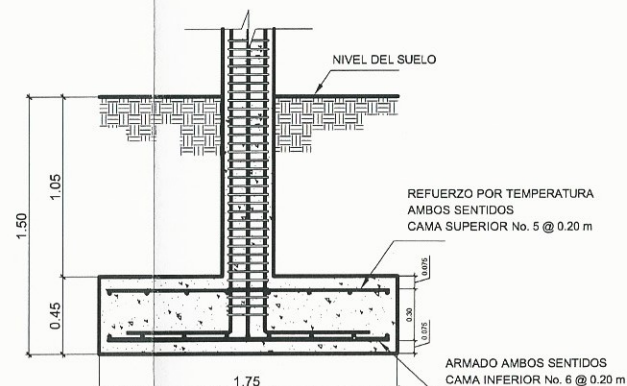


COLUMNA TIPO C
ESCALA: 1:10



PLANTA ZAPATA

ESCALA: 1:20



SECCION A - A'

ESCALA: 1:20



CIMENTO CORRIDO

ESCALA: 1:20

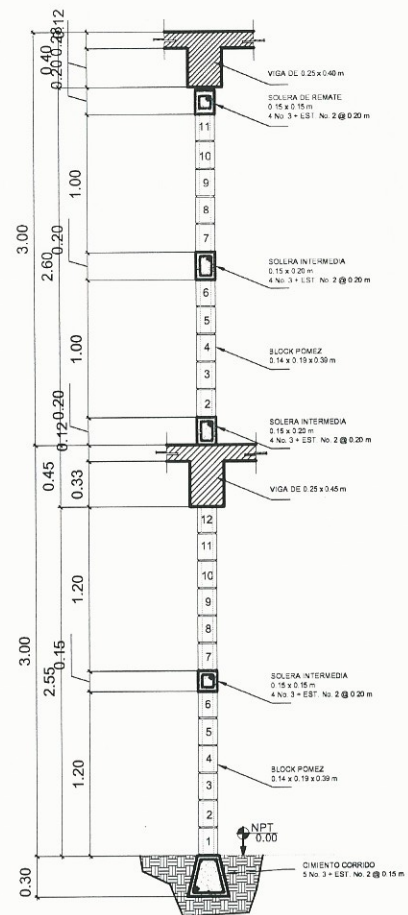
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA SUPERVISADO



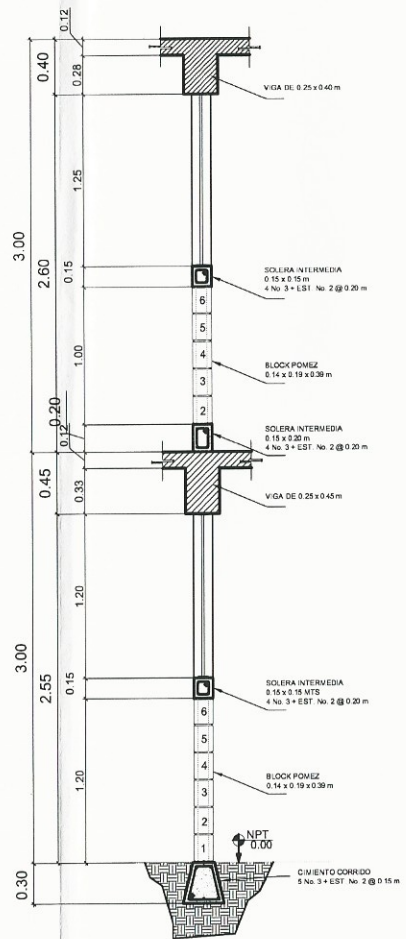
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
 UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
 FECHA: MAYO DE 2013

CONTEUDO: PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS
 ESCALA: INDICADA

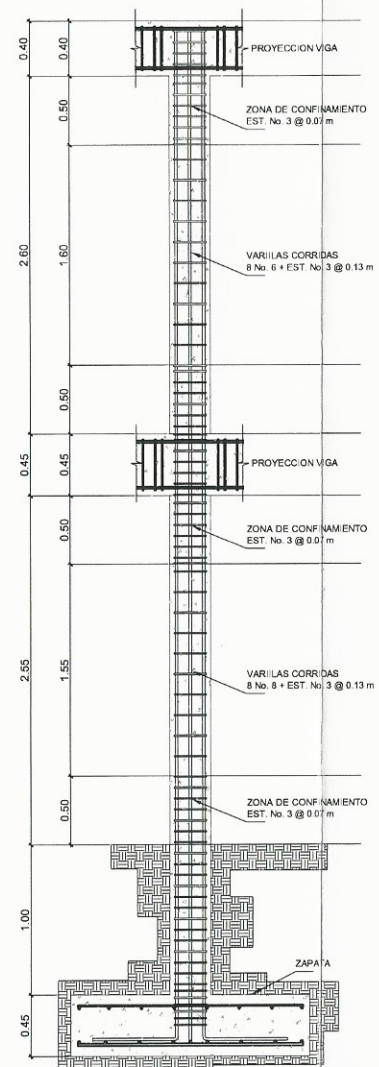
HOJA: 5 / 11
 DISEÑO: MYNOR G.
 CALIFICADO: MYNOR G.
 SUPERVISADO: MYNOR G.



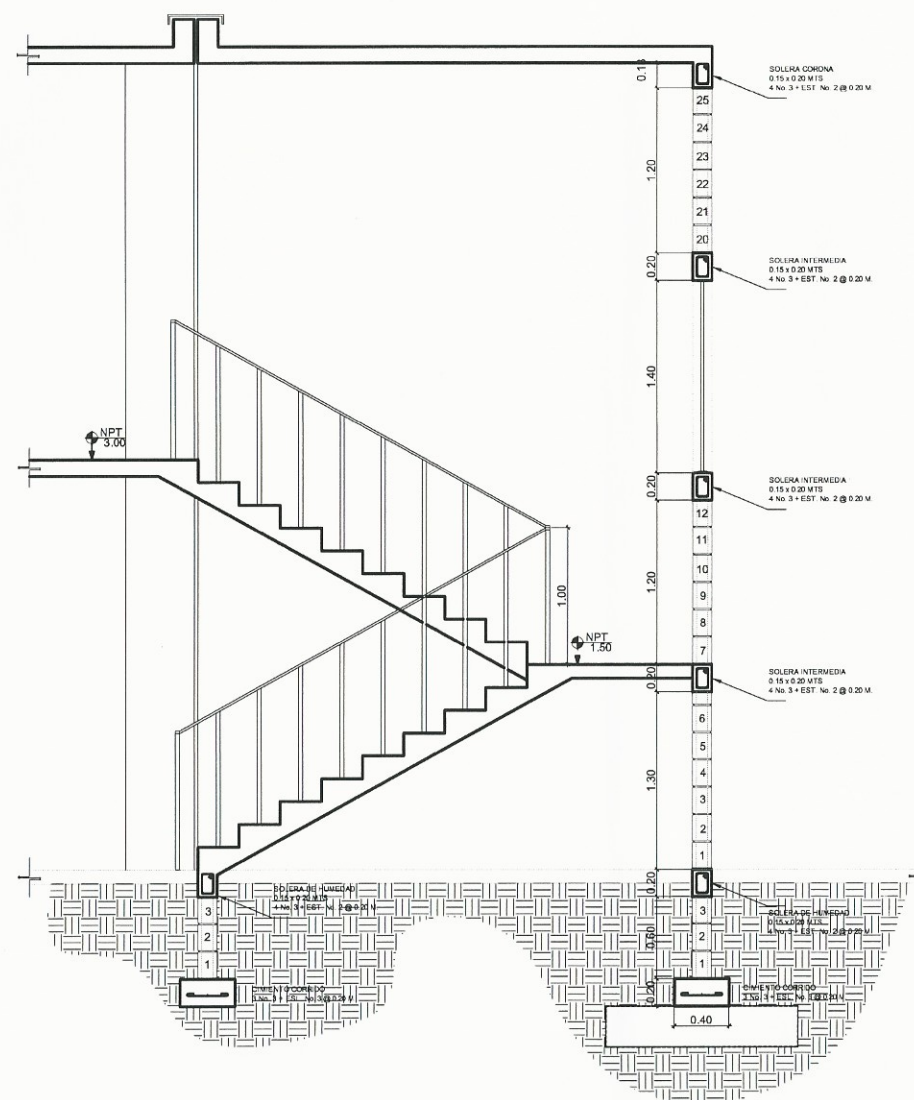
DETALLE TIPICO DE MURO
ESCALA: 1:25



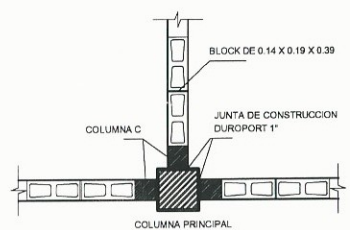
DETALLE TIPICO DE MURO
ESCALA: 1:25



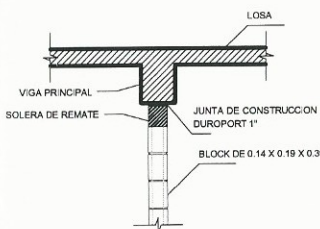
DETALLE ARMADO DE COLUMNA
ESCALA: 1:25



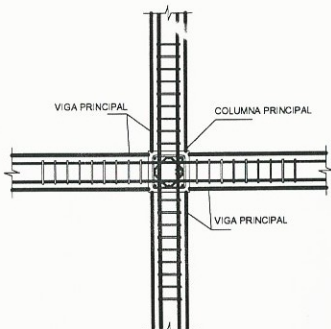
CORTE DE GRADAS
ESCALA: 1:25



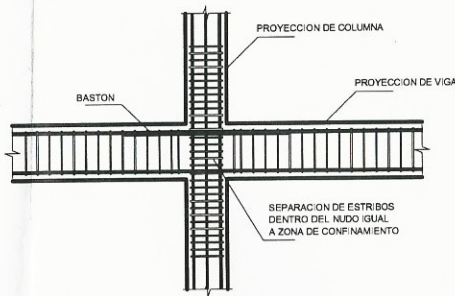
DETALLE JUNTA MURO-COLUMNA
ESCALA: 1:25



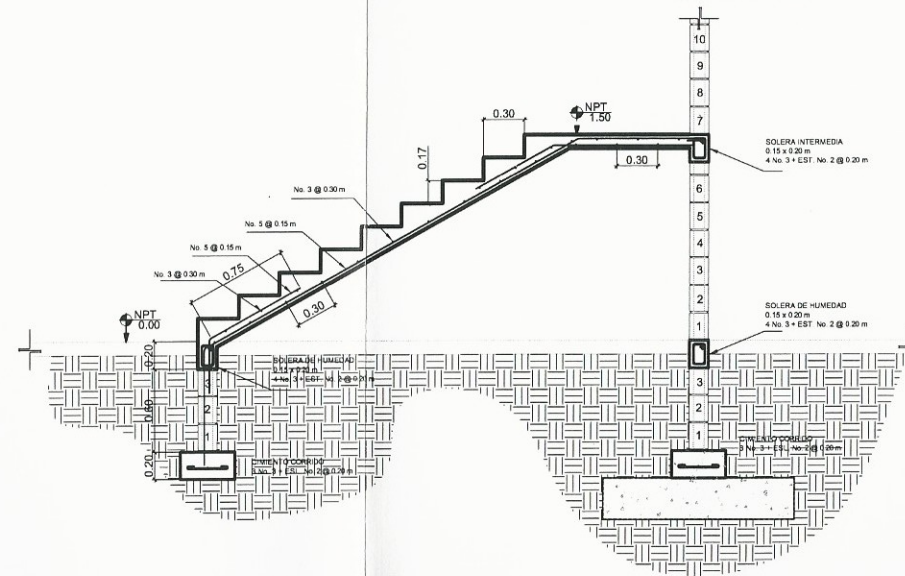
DETALLE JUNTA VIGA-MURO
ESCALA: 1:25



PLANTA VIGA-COLUMNA
ESCALA: 1:25



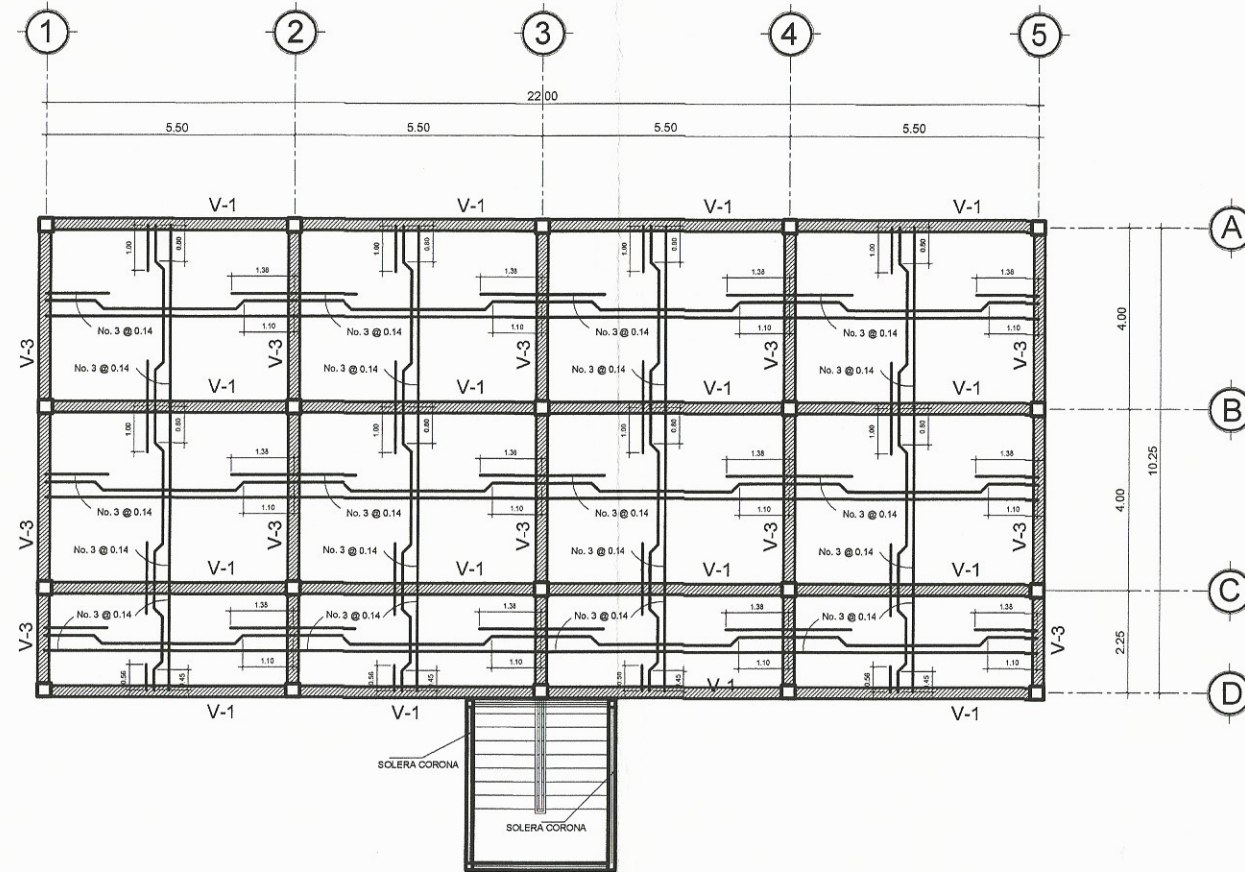
ELEVACION VIGA-COLUMNA
ESCALA: 1:25



DETALLE DE GRADAS
ESCALA: 1:25

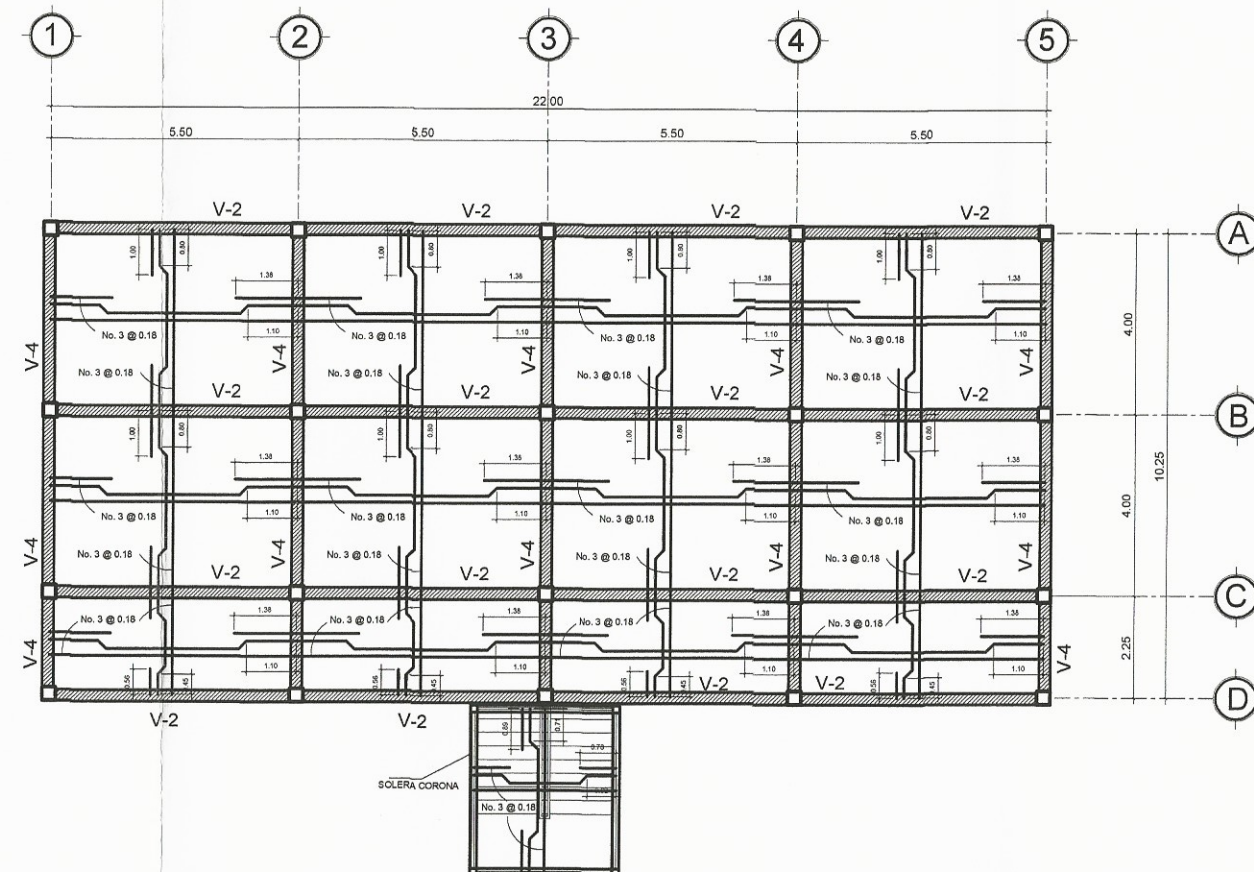


	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ FECHA: MAYO DE 2013	
Ing. ASESOR S.L.V. O. RODRIGUEZ	CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES ESCALA: INDICADA	DISEÑO: M.Y.N.O.R. G. CÁLCULO: M.Y.N.O.R. G. DIBUJO: M.Y.N.O.R. G.
		HOJA: 6 11



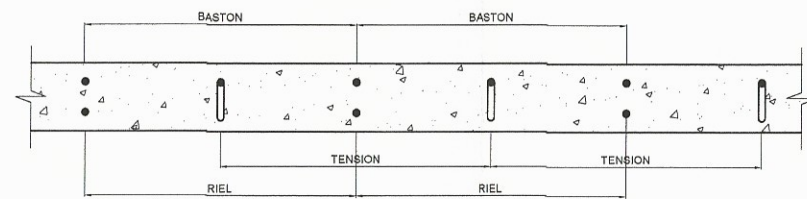
PLANTA BAJA LOSAS Y VIGAS

ESCALA: 1:75



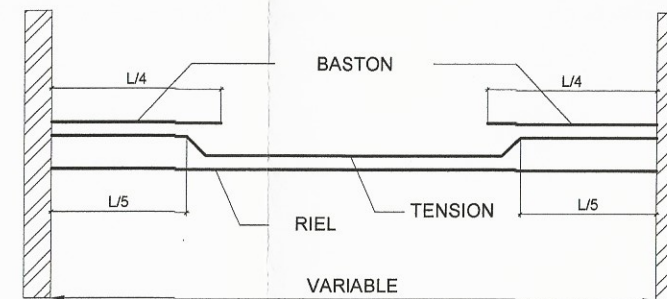
PLANTA ALTA LOSAS Y VIGAS

ESCALA: 1:75



SECCION DE LOSA

SIN ESCALA



PLANTA DE LOSA

SIN ESCALA

RECUBRIMIENTOS

VIGAS	4,00 cm
COLUMNAS	3,00 cm
LOSAS	2,50 cm
CIMENTOS	7,5 cm

[Handwritten signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ABSPQR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

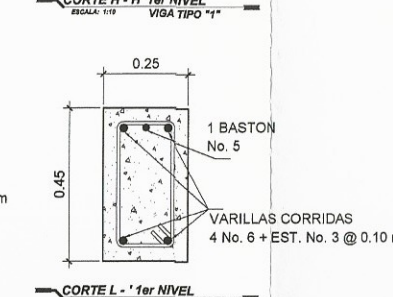
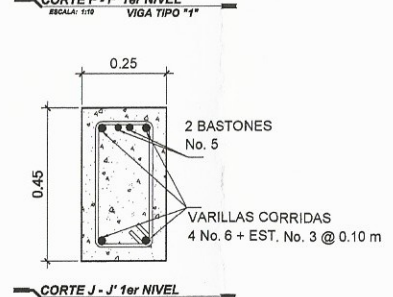
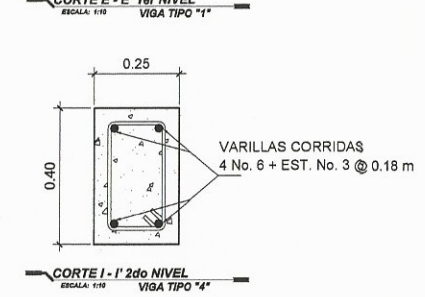
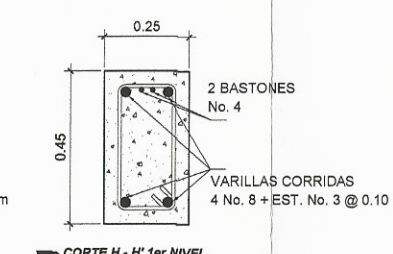
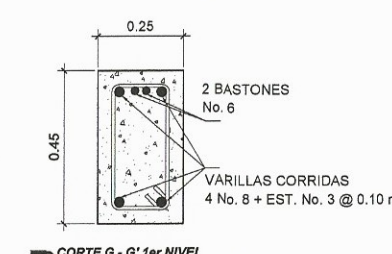
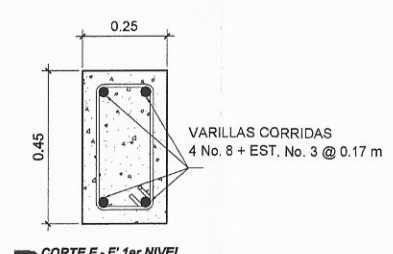
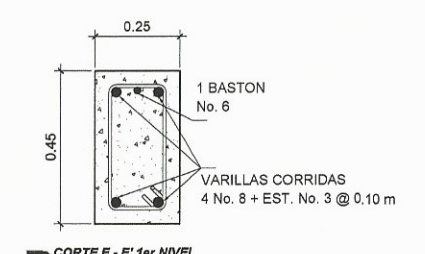
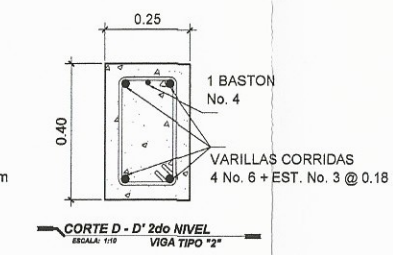
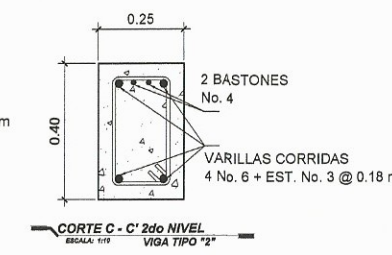
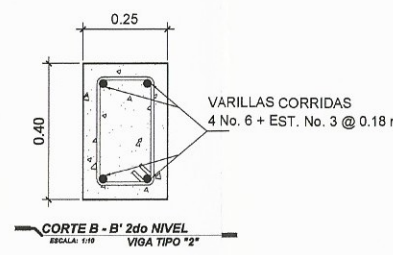
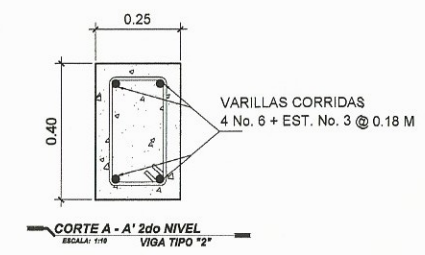
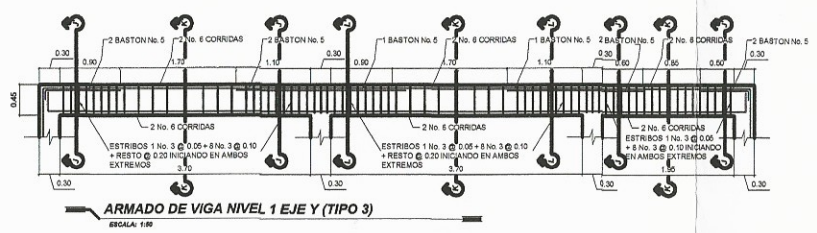
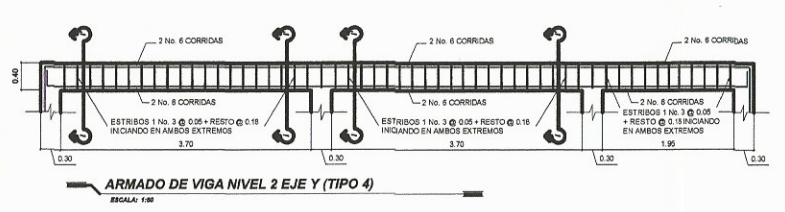
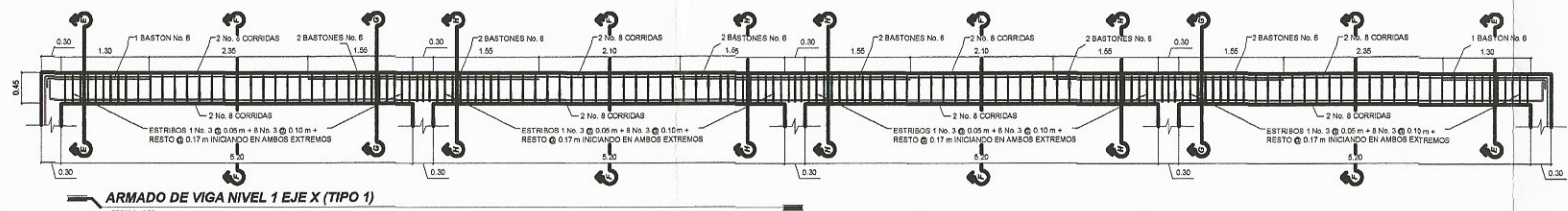
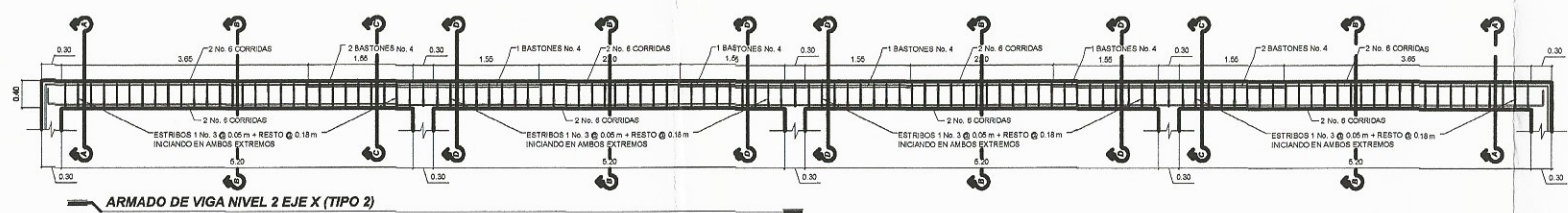
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
 UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
 FECHA: MAYO DE 2013

Ing. ASesor SILVIO RODRIGUEZ
 Ing. EFERRIA MINOR GARCIA

CONTEIDO:
 PLANTA DE LOSAS Y VIGAS
 ESCALA: INDICADA

DESIGNADO: MYNOR G.
 CALIFICADO: MYNOR G.
 DIBUJADO: MYNOR G.

HOJA:
 7 / 11



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $3,000 \text{ psi}$.
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ o $40,000 \text{ psi}$.
 Block Pomez de $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$.
 Agregado Grueso = $1/2"$.

CARGAS VIVAS UTILIZADAS

AULAS = 300 kg/cm^2 .
 PASILLOS = 500 kg/cm^2 .
 TECHOS = 100 kg/cm^2 .
 ACABADOS = 60 kg/cm^2 .

NOTAS:

Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.

GANCHO STANDAR A 135° .
 El doblez del gancho será 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10cm.

TRASLAPES MINIMOS

No 3 = 0.35 m.
 No 4 = 0.50 m.
 No 5 = 0.60 m.
 No 6 = 0.75 m.

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGIES.

Longitud de Desarrollo Minima en Cm.			
Varilla No.	L _{dh} **	2.5 x L _{dh} **	3.5 x L _{dh} **
3	11	27	38
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

- Cap. 21-318-99.
 1. Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es $> 0.30 \text{ m}$.
 Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es $< 0.30 \text{ m}$.
 Columnas.

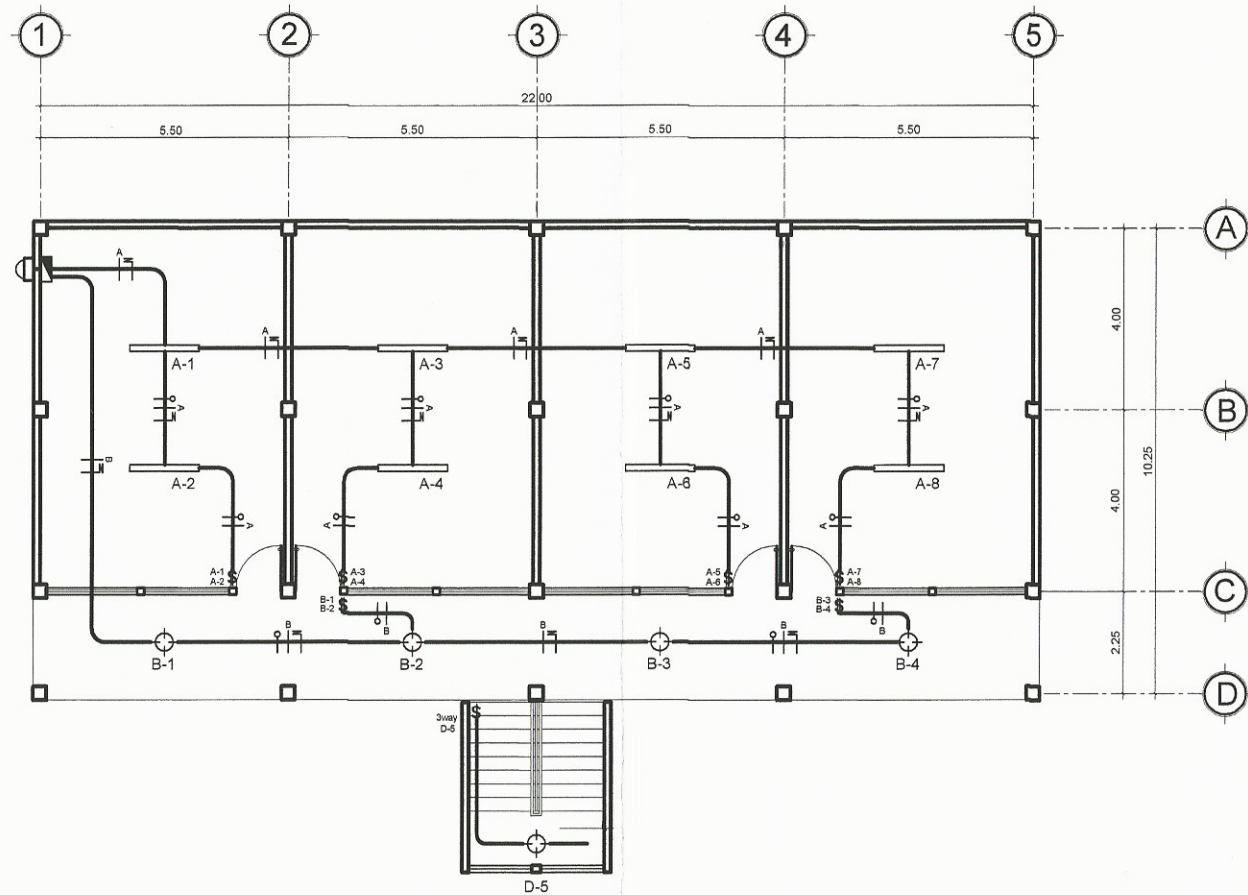
GANCHOS DE REFUERZO					
	No.	Dg	L1	L2	L3
GANCHO 135°	2	0.04	0.10	0.10	0.10
	3	0.08	0.10	0.15	0.10
	4	0.08	0.15	0.20	0.10
	5	0.10	0.18	0.20	0.10
GANCHO 90°	6	0.12	—	0.25	0.10
	7	0.14	—	0.30	0.10
	8	0.16	—	0.35	0.10
GANCHO 180°	9	0.23	—	0.35	0.10
	10	0.26	—	0.40	0.10
	11	0.29	—	0.45	0.10

CALIDAD DE LOS MATERIALES:

CEMENTO : TIPO I MEJORADO CON PUZOLANAS EN SACOS DE 42.5kg. DEBERA DE SER FRESCO Y DE RECIENTE PRODUCCION. SE DESECHARA EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRANULOS. POR HIDRATACION
 - ARENA DE RIO : LAVADA Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA, RAICES ARCILLAS ETC. SU GRANULOMETRIA DEERÁ SER UNIFORME.
 - PIEDRIN O GRAVA: GRAVA BASALTICA O ANDESITICA LAVADA O PIEDRIN DE PIEDRA CALIZA TRITURADA. AMBAS DE GRANULOMETRIA UNIFORME. TAMAÑO MÁXIMO PARA EL AGREGADO: PARA CIMENTACION MUROS, Y PISO, DE 1/2".
 - AGUA: LIBRE DE SALES, ACIDOS Y OTRAS IMPUREZAS QUE PUEDAN REACCIONAR O DEBILITAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.
 CONCRETO DE 4,000PSI: 0.60(25.5 LITROS/SACOS DE CEMENTO)
 CONCRETO DE 3,000PSI: 0.65(27.6 LITROS/SACOS DE CEMENTO)
 - EL CONCRETO PARA CIMENTACION PODRA SER MEZCLADOS POR MEDIOS MECANICOS YA SEA POR MEZCLADORES DE 1 O 2 SACOS DE CAPACIDAD O CONCRETO PREMEZCLADO EN CAMIONES.
 - PARA LA COLOCACION DE EL CONCRETO PARA LOSA Y MURO DEBERAN UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.
 - RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE : DEL CONCRETO PRINCIPALMENTE PARA EVITAR RATONERAS.
 - EL CURADO DE CIMENTACION SE HARA POR ROCIADO CONTINUO CON AGUA POR UN MINIMO DE 3 DIAS, O BIEN CON MEMBRADA CURADORA QUE NO PROVOQUE PROBLEMAS DE ADHERENCIA.

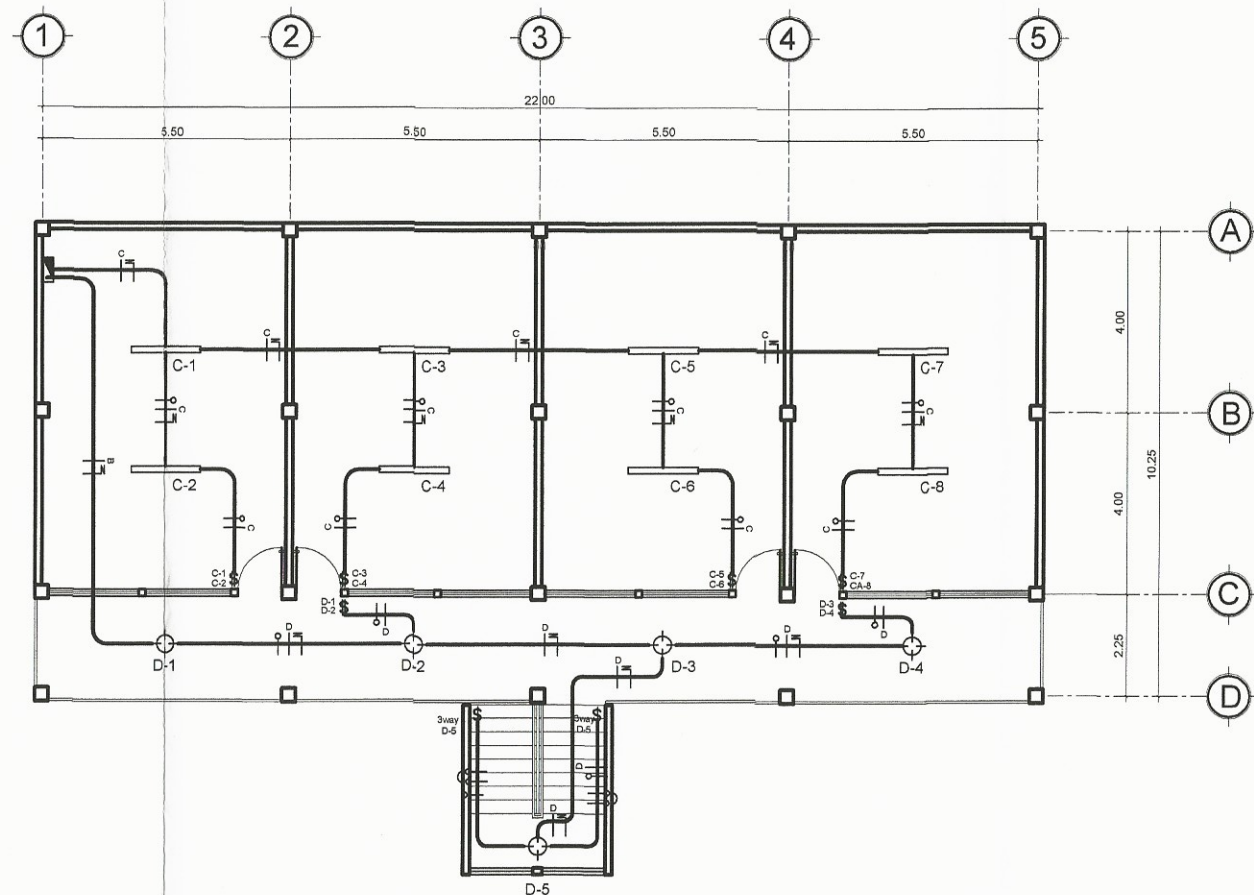


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ		
UBICACION:	ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ	FECHA:	MAYO DE 2013
Ing. ASESOR SEBASTIAN RODRIGUEZ	CONTENIDO:	QUIERO: MYNOR G. CALERO: MYNOR G. REBULO: MYNOR G.	HOJA: 8
EFERITA MYNOR GARCIA	ESCALA: INDICADA		11



PLANTA BAJA ILUMINACION

ESCALA: 1:75

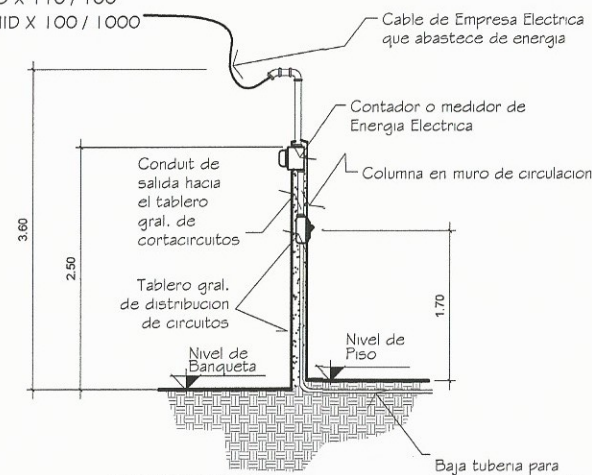


PLANTA ALTA ILUMINACION

ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA DE CIELO
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA VIVA
	LINEA NEUTRA
	LINEA RETORNO
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	PUENTE 3way

KW = # UNID X 110 / 100
 AMP = # UNID X 100 / 1000

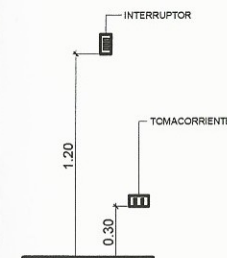


DETALLE ACOMETIDA ELECTRICA TIPO RESIDENCIAL

Sin Escala

NOTA:

Se recomienda que el tablero general de distribucion de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts sobre el nivel de piso, para evitar que niños manipulen los flipp-ones o corta circuitos

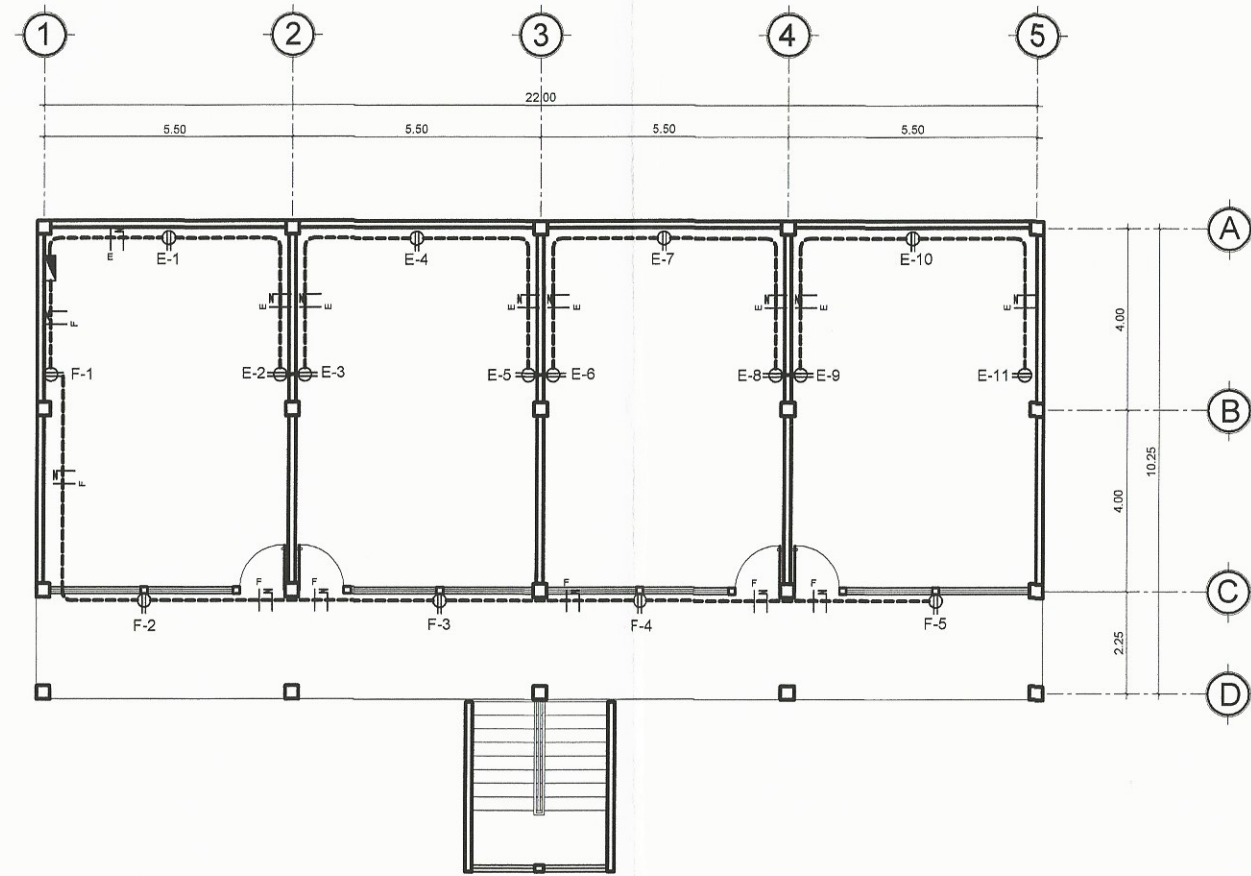


ALTURA TOMAS

ESCALA: 1:100

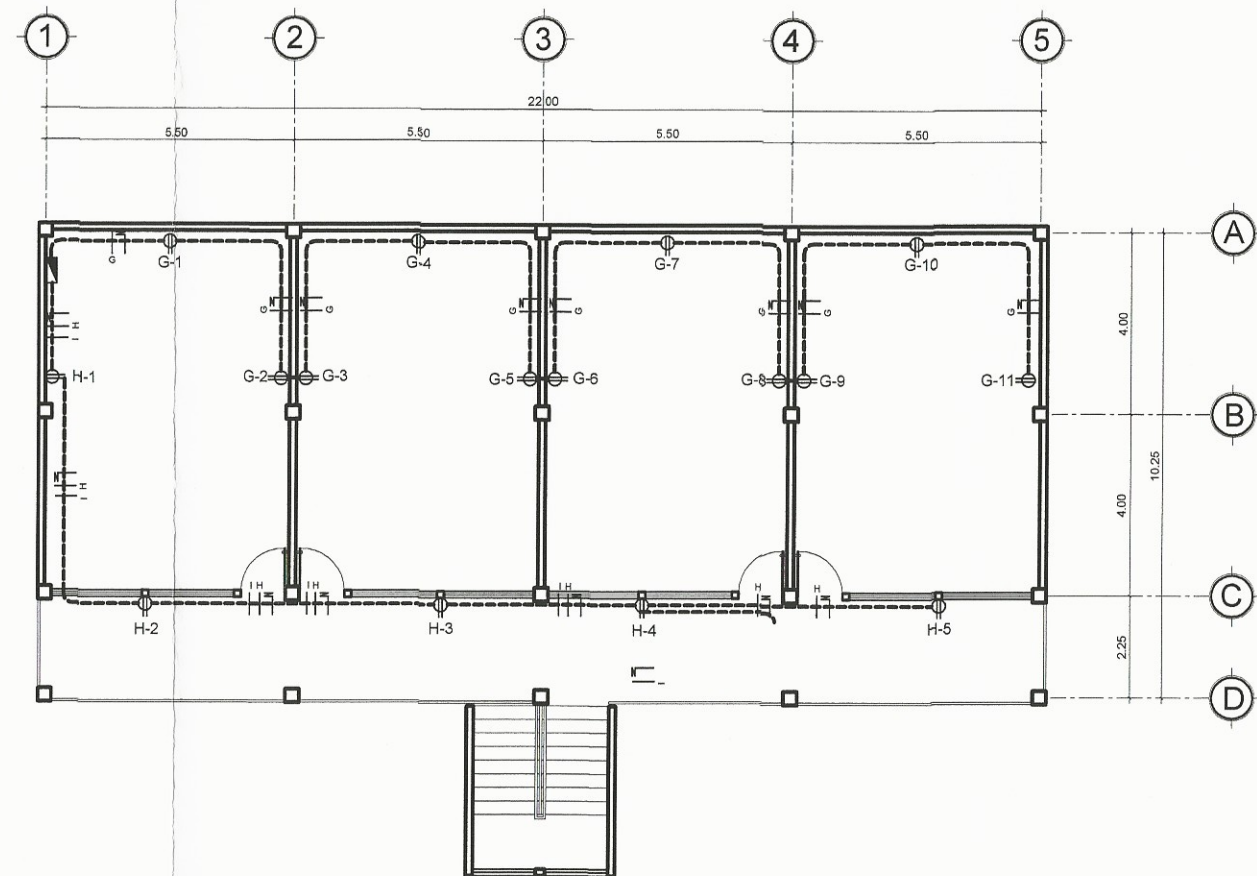


	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO:	EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ	
UBICACION:	ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ	FECHA: MAYO DE 2013
CONTENIDO:	PLANTA DE ILUMINACION	ESCALA: INDICADA
ING. ASESOR: ELVO RODRIGUEZ	ING. ASISTENTE: MYNOR G. CALZADILLA	HOJA: 9 / 11



PLANTA BAJA FUERZA

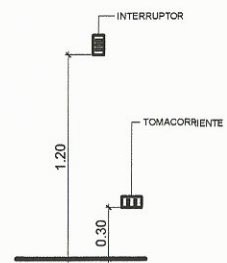
ESCALA: 1:75



PLANTA ALTA FUERZA

ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 0.30
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 1.20
	TOMACORRIENTE 220
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA



ALTURA TOMAS

ESCALA: 1:100



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACIÓN: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

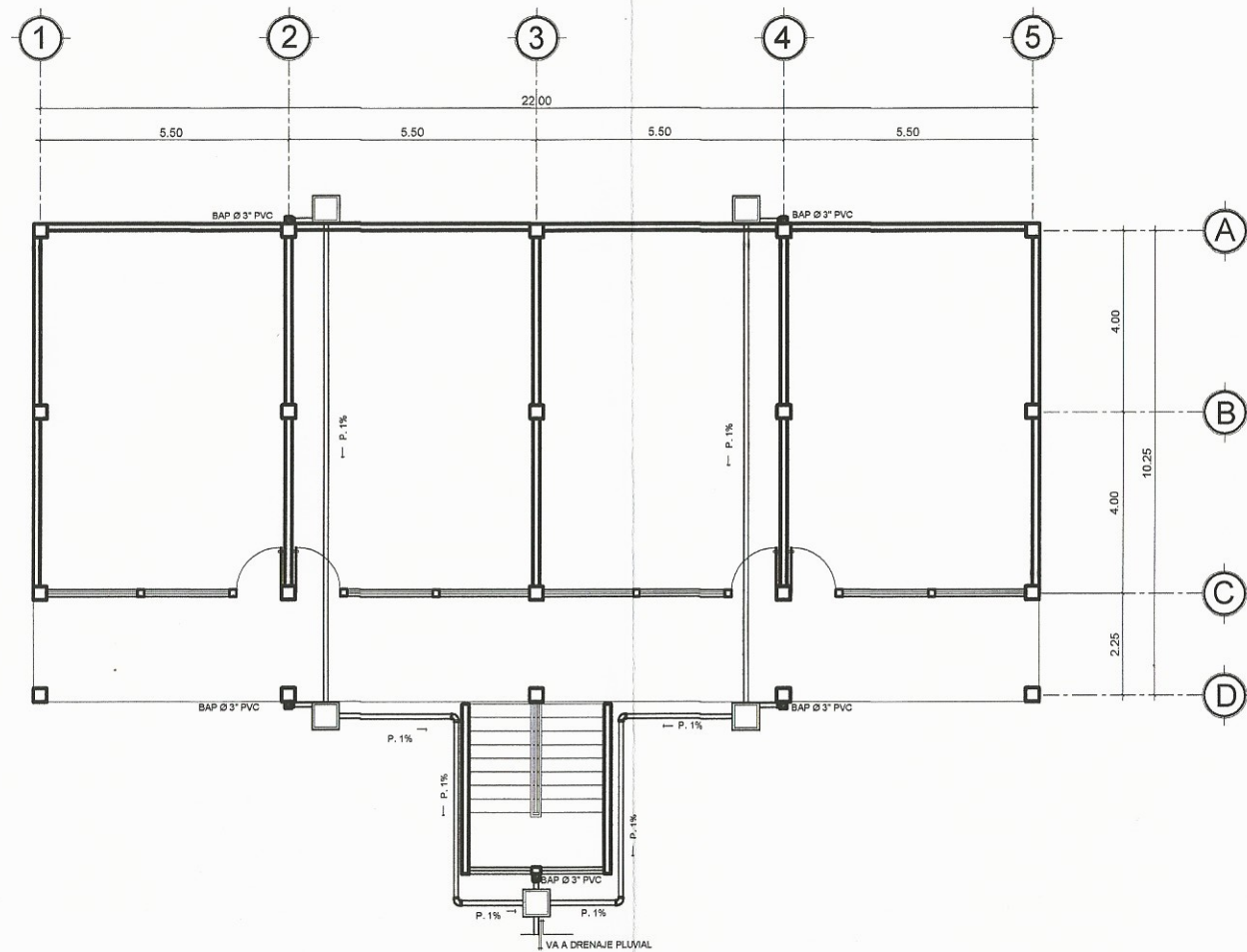
ING. ASESOR SILVIO RODRIGUEZ
ING. EFESIA MYNOR GARCIA

CONTENIDO:
PLANTA DE FUERZA
ESCALA: INDICADA

DIRIGIDA POR:
ING. ASESOR SILVIO RODRIGUEZ
ING. EFESIA MYNOR GARCIA

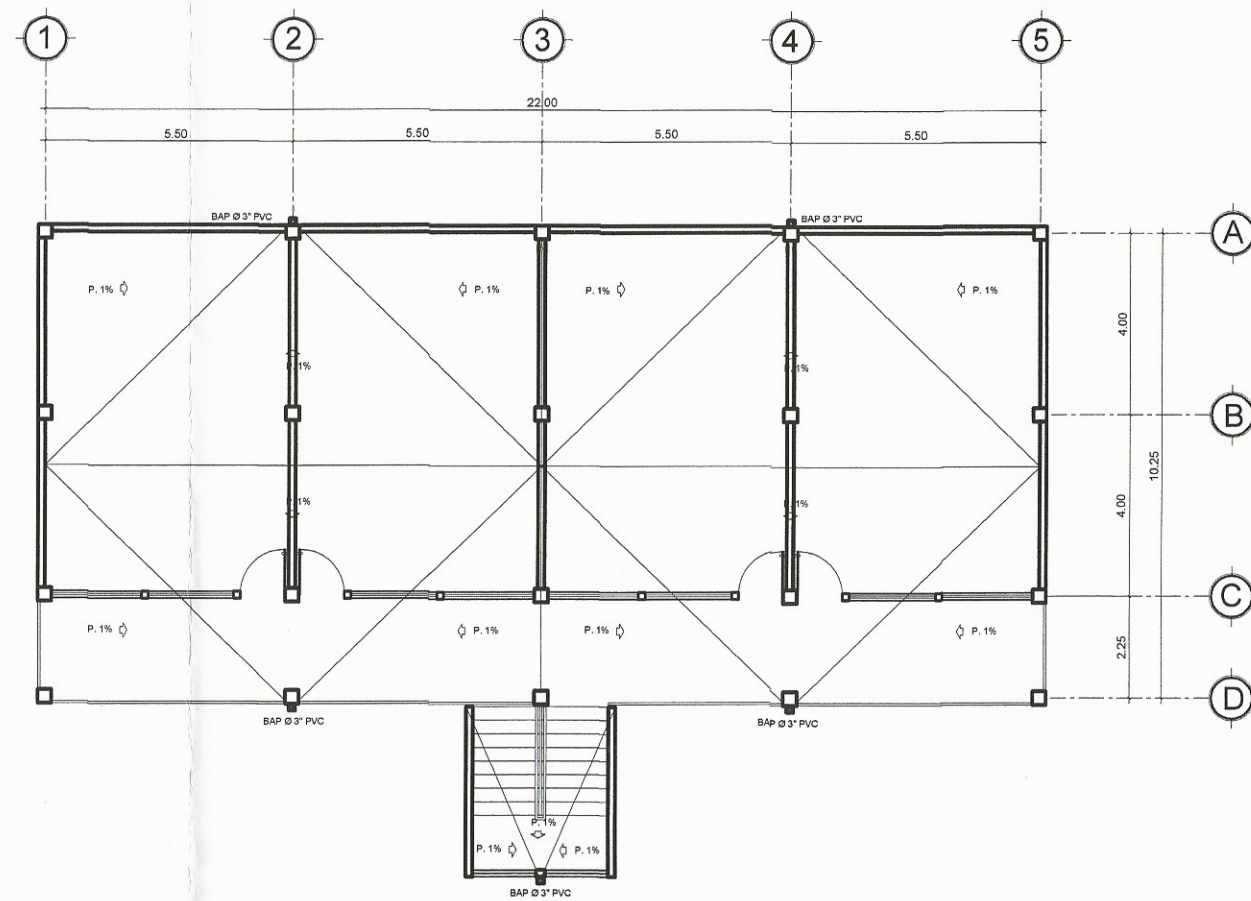
HOJA:
10
11

[Handwritten Signature]
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE ERS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y ERS
Facultad de Ingeniería



PLANTA BAJA DRENAJE PLUVIAL

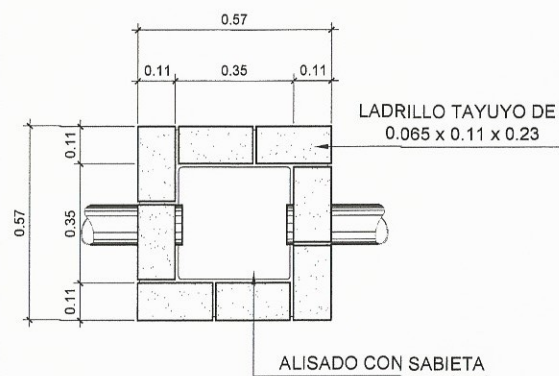
ESCALA: 1:75



PLANTA ALTA DRENAJE PLUVIAL

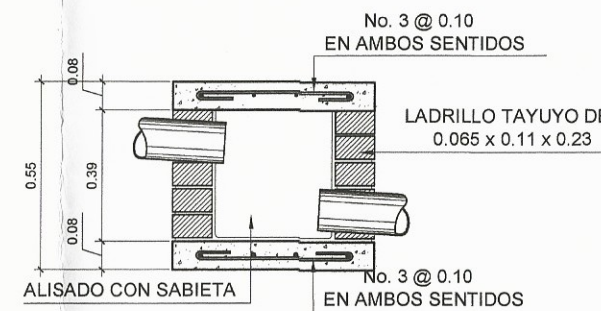
ESCALA: 1:75

SIMBOLOGIA	
	TUBO PVC DE AGUA PLUVIA
	PLANTA DE CODO 90°
	CODO 90°
	CODO 45°
	BAJADA AGUA PLUVIA PVC Ø 3"
	PENDIENTE Y DIRECCION
	CAJA UNION



PLANTA CAJA UNION

ESCALA: 1:10



SECCION

ESCALA: 1:20



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ALDEA XOCOC, RABINAL, BAJA VERAPAZ
UBICACION: ALDEA XOCOC, MUNICIPIO RABINAL, BAJA VERAPAZ
FECHA: MAYO DE 2013

CONTENIDO:
PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: INDICADA

OSER:
MYNOR G.
CALCULO:
MYNOR G.
DIBUJO:
MYNOR G.

HOJA:
11
11

