



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL
ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO
XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, marzo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL
ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA,
CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERRÍA CASTELLANOS
ASESORADA POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2011

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	Ing. Miguel Ángel Dávila
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

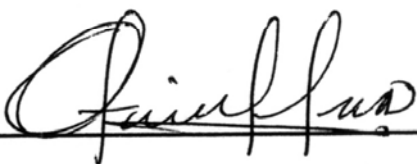
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre 2009.



OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERRÍA C.



Guatemala 16 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1163.11.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

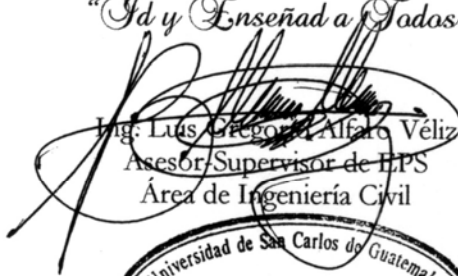
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412611**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ”**.

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

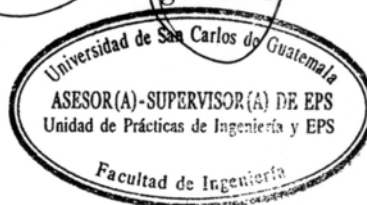
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
LGAV/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.D.862.11.10

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

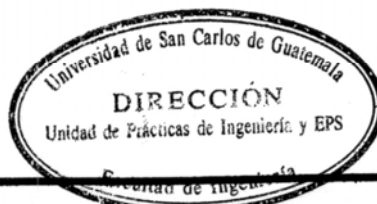
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
4 de febrero de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

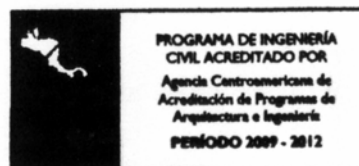

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,
21 de enero de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 YIENSEÑAD A TODOS

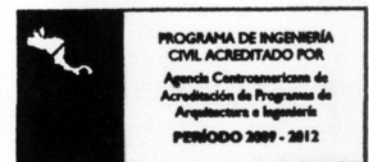
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

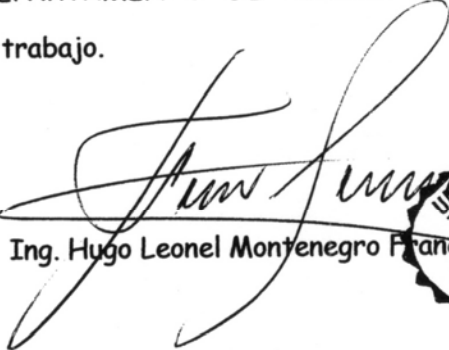




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2011


/bbdeb.



DTG. 085.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos .
Decano

Guatemala, 29 de marzo de 2011



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser quien guía mi vida y hoy me permite llegar al final de esta etapa.
- Mis padres** Roky Otoniel Echeverría Ochoa, Rosa María Castellanos García. Porque su lucha, sacrificio, amor y esfuerzo han permitido lograr esta meta tan anhelada.
- Mis hermanas** Sochil Gabriela Echeverría Castellanos, María José Echeverría Castellanos. Por su apoyo incondicional.
- Mis abuelas** Margarita Ochoa Vda. de Echeverría, María Mercedes García Vda. de Castellanos. Por ser ejemplo y motivación.
- Mi novia** Por apoyarme en la búsqueda de mis sueños y metas.
- Mi familia** Por ser mi mayor motivación.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la oportunidad de terminar mi carrera.
Ing. Luis Alfaro	Por el apoyo durante la realización de E.P.S. y por su valiosa asesoría en la realización en este trabajo; por brindarme su amistad.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Nuestra alma máter.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme lograr mi sueño.
Mis amigos	En especial a todos aquéllos que trabajaron junto a mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	
1.1. Características físicas	1
1.1.1. Localización y colindancias.....	1
1.1.2. Ubicación geográfica.....	2
1.1.3. Topografía.....	4
1.1.4. Clima.....	4
1.1.5. Tipo de vivienda.....	5
1.1.6. Situación demográfica.....	6
1.1.7. Población actual.....	6
1.2. Características de infraestructura	7
1.2.1. Vías de acceso.....	7
1.2.2. Servicios públicos	8
1.3. Características socioeconómicas.....	10
1.3.1. Origen de la comunidad	10
1.3.2. Actividad económica	10

1.3.3.	Idioma y religión.....	11
1.3.4.	Organización de la comunidad	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el Caserío El Rosario, aldea Los Encuentros.....	13
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2.	Localización de las fuentes	13
2.1.3.	Calidad del agua	14
2.1.3.1.	Análisis físico-químico.....	15
2.1.3.2.	Análisis bacteriológico.....	15
2.1.4.	Aforos.....	16
2.1.5.	Levantamiento topográfico.....	17
2.1.5.1.	Planimetría.....	17
2.1.5.2.	Altimetría.....	17
2.1.6.	Periodo de diseño	18
2.1.7.	Cálculo de población futura.....	18
2.1.8.	Requerimientos de diseño	20
2.1.8.1.	Caudal de diseño	20
2.1.8.2.	Bases de diseño.....	21
2.1.8.3.	Dotación.....	21
2.1.9.	El consumo y sus variaciones.....	22
2.1.9.1.	Consumo medio diario	22
2.1.9.2.	Caudal máximo diario	23
2.1.9.3.	Caudal máximo horario	23
2.1.9.4.	Caudal de bombeo.....	24
2.1.10.	Diseño hidráulico	25
2.1.10.1.	Diseño de la captación.....	25

2.1.10.2.	Diseño y tipo de tubería.....	26
2.1.10.3.	Diseño de línea de conducción.....	26
2.1.10.3.1.	Línea de impulsión	31
2.1.10.3.2.	Diseño equipo de bombeo a utilizar.....	35
2.1.10.3.2.1.	Verificación de la sobrepresión por golpe de ariete.....	37
2.1.10.3.2.2.	Selección de bomba	39
2.1.10.3.2.2.1.	Cálculo de la potencia.....	41
2.1.10.3.2.2.2.	Especificaciones del equipo.....	42
2.1.10.3.2.2.3.	Cálculo de cavitación..	42
2.1.10.4.	Volumen y diseño estructural del tanque de almacenamiento	43
2.1.10.5.	Volumen tanque de succión	55
2.1.10.6.	Diseño de la red de distribución	55
2.1.10.6.1.	Sistema de desinfección	59
2.1.10.7.	Obras hidráulicas.....	61

2.1.10.7.1.	Válvula de limpieza	62
2.1.10.7.2.	Válvula de aire	62
2.1.10.7.3.	Caja rompe presión	62
2.1.10.7.4.	Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes.....	63
2.1.10.7.5.	Conexión predial	63
2.1.10.7.6.	Pasos aéreos....	64
2.1.11.	Presupuesto.....	80
2.1.12.	Programa de operación y mantenimiento	80
2.1.13.	Evaluación de impacto ambiental	84
2.1.14.	Propuesta de tarifa.....	88
2.1.15.	Evaluación socio-económica.....	88
2.1.15.1.	Valor presente neto (VPN)	88
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	90
2.2.	Diseño de Casa Materna, caserío Xolbé, cantón El Tablón.....	91
2.2.1.	Infraestructura para la casa materna	91
2.2.1.1.	Localización del terreno.....	91
2.2.1.2.	Topografía del terreno	92
2.2.1.3.	Evaluación del suelo.....	92
2.2.1.4.	Normas para el diseño	96
2.2.1.5.	Criterios generales	97
2.2.1.5.1.	Criterios de conjunto	97
2.2.1.5.2.	Criterios de iluminación	97
2.2.1.5.3.	Otros criterios... ..	98
2.2.1.5.4.	Instalaciones.....	100
2.2.2.	Diseño de la Casa Materna.....	101
2.2.2.1.	Diseño arquitectónico	101
2.2.2.2.	Ubicación de la Casa Materna en el terreno	101

2.2.2.3.	Distribución de ambientes	102
2.2.2.4.	Altura del edificio	102
2.2.2.5.	Selección del sistema a utilizar	102
2.2.3.	Análisis estructural	103
2.2.3.1.	Predimensionamiento estructural	103
2.2.3.2.	Modelos matemáticos de marcos rígidos.....	106
2.2.3.3.	Cargas aplicadas a los marcos rígidos	108
2.2.3.3.1.	Cargas verticales en marcos rígidos.....	108
2.2.3.3.2.	Cargas horizontales	111
2.2.3.4.	Análisis de marcos rígidos método del Portal ...	129
2.2.3.5.	Análisis de marcos rígidos método Kani.....	137
2.2.3.6.	Momentos últimos por envolvente	151
2.2.3.7.	Diagrama de corte en marcos rígidos típicos....	154
2.2.3.8.	Resultados de análisis usando ETABS.....	155
2.2.3.8.1.	Combinación de cargas	156
2.2.3.9.	Comparación de resultados	157
2.2.4.	Diseño estructural	157
2.2.4.1.	Losas	158
2.2.4.2.	Vigas.....	167
2.2.4.2.1.	Flexión.....	167
2.2.4.2.2.	Corte.....	171
2.2.4.2.3.	Torsión	172
2.2.4.2.4.	Confinamiento....	172
2.2.4.3.	Columnas.....	174
2.2.4.3.1.	Flexocompresión	174
2.2.4.3.1.1.	Efecto de esbeltez	174

2.2.4.3.1.2.	Magnificación de momentos.....	176
2.2.4.3.2.	Corte.....	179
2.2.4.3.3.	Confinamiento....	179
2.2.4.4.	Zapatas	191
2.2.4.4.1.	Cimiento corrido en muros	201
2.2.4.5.	Gradas.....	202
2.2.5.	Presupuesto.....	203
2.2.6.	Cronograma de ejecución.....	205
CONCLUSIONES.....		207
RECOMENDACIONES		209
BIBLIOGRAFÍA		211
APÉNDICES.....		213
ANEXOS		215

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de localización	2
2.	Ubicación caserío El Rosario, aldea los Encuentros	3
3.	Ubicación caserío Xolbé, Cantón el Tablón	3
4.	Climas del departamento de Sololá	5
5.	Principales vías de acceso	8
6.	Dimensión de losa	45
7.	Diagrama de momento	47
8.	Dimensiones muro tanque de almacenamiento	50
9.	Modelo matemático del cable en suspensión	67
10.	Esquema de tensores	69
11.	Planta típica	103
12.	Marco típico eje x	107
13.	Marco típico eje y	107
14.	Distancias para cálculo de momento polar	126
15.	Distribución de fuerzas por nivel eje "x"	128
16.	Distribución de fuerzas por nivel eje "y"	128
17.	Marco típico a resolver	130
18.	Fuerza lateral actuante nivel 3	130
19.	Diagrama de fuerzas abc	132
20.	Diagrama de fuerzas cdef	133
21.	Diagrama de fuerzas fghi	134

22.	Diagrama de fuerzas ijk	136
23.	Diagrama de momentos debido a fuerzas laterales	136
24.	Diagrama de carga muerta marco típico	139
25.	Diagrama de momento debido a carga muerta ton/mt	151
26.	Envolvente de momentos eje "x" – vigas ton-mt	152
27.	Envolvente de momentos eje "x" – columnas ton-mt	152
28.	Envolvente de momentos eje "y" vigas – columnas ton-mt	153
29.	Diagrama de corte en marcos rígidos típicos	154
30.	Diagrama de corte viga – columna eje "y" kg	155
31.	Losas nivel 1	158
32.	Diagrama de momentos losa nivel 1	161
33.	Diagrama de momentos balanceados losa nivel 1	163
34.	Detalle de viga	173
35.	Detalle de columna	190
36.	Detalle de zapata	201

TABLAS

I.	Población caserío El Rosario	6
II.	Población caserío Xolbé	7
III.	Aforo nacimiento Paquisis	16
IV.	Aforo nacimiento Marcelo	16
V.	Costo mensual de tubería	33
VI.	Costo mensual de tubería más bombeo	35
VII.	Momento estabilizante en el muro	52
VIII.	Valores de velocidad del viento	65
IX.	Tensión en el cable para diferentes valores de flecha	68

X.	Altura de péndolas	72
XI.	Matriz de correlación de impacto ambiental	87
XII.	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	96
XIII.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas	105
XIV.	Factor de zona sísmica (z)	113
XV.	Tipo de perfil de suelo	114
XVI.	Coefficiente de sismicidad Cv	114
XVII.	Coefficiente de sismicidad Nv	115
XVIII.	Categoría de destino (I)	116
XIX.	Sistemas estructurales	117
XX.	Coefficiente sísmico Ca	118
XXI.	Cálculo de centro de rigidez eje "y" nivel 3	122
XXII.	Cálculo de centro de rigidez eje "x" nivel 3	123
XXIII.	Cálculo de centro de rigidez eje "y" nivel 1 y 2	123
XXIV.	Cálculo de centro de rigidez eje "x" nivel 1 y 2	124
XXV.	Momentos en losa nivel 1	161
XXVI.	Acero requerido para vigas	168
XXVII.	Espaciamiento requerido para vigas	171
XXVIII.	Presupuesto Casa Materna	201
XXIX.	Cronograma de ejecución	201

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
B	Ancho del elemento en sección
A	Área
Ag	Área gruesa, área total de la sección
Ap	Área de punzonamiento
As	Área de acero de refuerzo
As_{max}	Área de acero máximo permitido
As_{min}	Área de acero mínimo permitido
As_{temp}	Área de acero por temperatura
At	Área tributaria
Av	Área de varilla
Az	Área de zapata
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
P	Carga aplicada a la columna
P_{cr}	Carga crítica de pandeo de Euler
P'_{ux}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x
P'_{uy}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y
P'	Carga de trabajo que actúa en la columna
CM	Carga muerta

CMU	Carga muerta última
P'u	Carga resistente de la columna
CU	Carga última
Pu	Carga última
CV	Carga viva
Qb	Caudal de bombeo
Q	Caudal en litros por segundo
Qi	Caudal instantáneo
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio diario
Qviv	Caudal por vivienda
Cm	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna en su extremo superior
ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna en su extremo inferior
ψ_P	Coeficiente promedio mide el grado de empotramiento a la rotación
Kx	Coeficiente tomado del diagrama de interacción para el sentido X
Ky	Coeficiente tomado del diagrama de interacción para el sentido Y
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
COCODE	Consejo de Desarrollo Comunitario
V_{max}	Corte máximo actuante

Ø	Diámetro de la tubería
di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de columna
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_{min}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
e	Excentricidad
e_x	Excentricidad en el sentido X
e_y	Excentricidad en el sentido Y
F_{cu}	Factor de carga última
FDM	Factor de día máximo
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
FHM	Factor de hora máximo
K	Factor de pandeo de la columna
Φ	Factor de reducción de resistencia
F_t	Fuerza de techo
V_A	Fuerza cortante factorizada actuante
V_c	Fuerza cortante factorizada actuando en columnas
n_i	Fuerza por nivel, en el nivel i
GA	Golpe de ariete
HG	Hierro galvanizado
ACI	Instituto Americano del Concreto
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L/hab/día	Litros habitante día
lts/s (lt/s)	Litros por segundo
L	Longitud del elemento

Lo	Longitud de confinamiento
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
Ln	Longitud no soportada del estribo
δ	Magnificador de momentos
m.c.a.	Metros columna de agua
Sx	Módulo de sección en el sentido X
Sy	Módulo de sección en el sentido Y
M	Momento
Md	Momento de diseño magnificado
Mdx	Momento de diseño magnificado en el sentido X
Mdy	Momento de diseño magnificado en el sentido Y
M'x	Momento de trabajo que actúa en el sentido X
M'y	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y
M₍₋₎	Momento negativo
M₍₊₎	Momento positivo
Mx	Momento último actuante en el sentido X
My	Momento último actuante en el sentido Y
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
h	Peralte total del elemento
Hf	Pérdida por fricción en la tubería
Pviga	Peso de viga
Pcim	Peso del cemento
Psuelo	Peso del suelo sobre la zapata
W	Peso distribuido
Wc	Peso volumétrico del concreto
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
ρ_{max}	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento

ρ_{min}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
q_{max}	Presión máxima sobre el suelo
q_{min}	Presión mínima sobre el suelo
Q_u	Presión última sobre el suelo
Q	Presión sobre el suelo
m	Relación entre los claros de la losa
ρ_s	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo de la columna
V_R	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
R	Rigidez del elemento
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
V_s	Valor soporte del suelo
V	Velocidad en metros por segundo

GLOSARIO

Acero	Varilla de hierro corrugado utilizado en el concreto reforzado.
Aforo	Proceso de medir la cantidad de agua que lleva una corriente, en una unidad de tiempo.
Agregado	Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
Azimut	Es el ángulo horizontal de un punto medido en grados respecto del norte, su valor tiene rango de 0° a 360°.
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
Carga muerta	Carga que permanece estática a través del tiempo.
Carga viva	Carga que puede moverse a través del tiempo.

Caudal	Volumen de agua que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.
Concreto reforzado	Material de construcción que se obtiene de una mezcla cuidadosamente proporcional de cemento, arena, piedra y agua, esto se combina con el refuerzo de acero.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o en la red de distribución que alcanzará una columna de agua; también es el equivalente a la cota de salida menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia de separación.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Diseño	Es la fase de trabajo de gabinete, en la que se elabora el proyecto sobre los datos obtenidos en la fase anterior de campo y en la preliminar.
Dotación	Volumen de agua consumida por un habitante en un día.
Esfuerzo	Fuerza por unidad de área.

Estribos	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
Hipoclorador	Es una bomba dosificadora de químicos, que alimenta una solución de hipoclorito de calcio a un sistema de agua potable. La solución es una concentración conocida y la dosificación es ajustada para lograr la dosis deseada.
Hipoclorito de calcio	Es un sólido blanco que se diluye fácilmente en el agua, liberando oxígeno y cloro. Es usado para la desinfección de agua.
Módulo de elasticidad	Relación entre el esfuerzo normal y la correspondiente deformación unitaria del material.
Obras de arte	Toda estructura necesaria para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
Pérdida de carga	Es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del agua de un punto a otro, en una sección de tubería.

Presión	Representa a la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.
Viga	Miembros horizontales usados principalmente para soportar cargas.
Zapata	Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte, adecuadas.

RESUMEN

El caserío El Rosario y el caserío Xolbé se encuentran en el municipio de Sololá, departamento de Sololá, ubicado en el occidente del país. De acuerdo con la investigación realizada, se logró determinar que las necesidades prioritarias de la comunidad están orientadas hacia las áreas de servicios básicos e infraestructura.

Para el caserío El Rosario se diseñó un sistema de abastecimiento de agua, contemplando todos los lineamientos básicos contenidos en la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales, proporcionado por el INFOM, y para el caserío Xolbé se diseñó un edificio llamado “Casa Materna” para atender a mujeres en edad reproductiva, proporcionándoles un ambiente culturalmente aceptado por la comunidad.

Con base en los resultados obtenidos se elaboró un juego de planos y presupuesto de cada uno, para la posterior ejecución de los mismos y así poder satisfacer las necesidades de la población.

OBJETIVOS

General

Diseñar la Casa Materna y el sistema de abastecimiento de agua, para satisfacer las necesidades de los caseríos del municipio de Sololá, departamento de Sololá.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica para obtener las características geográficas, sociales, de servicio público, y demográficas, de caserío El Rosario, aldea Los Encuentros y caserío Xolbé, cantón El Tablón, municipio de Sololá, departamento de Sololá.
2. Proveer a las comunidades los planos y presupuesto necesarios para la construcción de los proyectos.
3. Mejorar las condiciones de trabajo de las comadronas en las comunidades beneficiadas con el proyecto desarrollado.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el caserío El Rosario no cuenta con el servicio de agua entubada, por este motivo, los habitantes del caserío se ven en la necesidad de caminar grandes distancias para abastecerse de la misma, esta es la razón por la cual se recurrió al diseño de la captación de dos nacimientos pertenecientes al caserío el Rosario, su posterior conducción y distribución. Con este proyecto se pretende garantizar el abastecimiento de agua a la población en todo momento y para años futuros.

Otra necesidad priorizada se localiza en el caserío Xolbé, cantón El Tablón, donde se desea brindar atención a las mujeres encinta de la comunidad, durante el período de gestación y al momento del parto. Actualmente en el municipio de Sololá existe el Hospital Nacional, donde se tiene el servicio de atención de parto sin tomar en cuenta la cultura, la cobertura será a nivel municipal.

En el presente informe se incluyen los diseños de los dos proyectos mencionados, tomando en cuenta las normas específicas para los mismos. Se desglosa además, el presupuesto de cada uno, el estudio de impacto ambiental, así como las conclusiones y recomendaciones que se hacen no sólo a las autoridades edilicias, sino también a los miembros de la comunidad.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

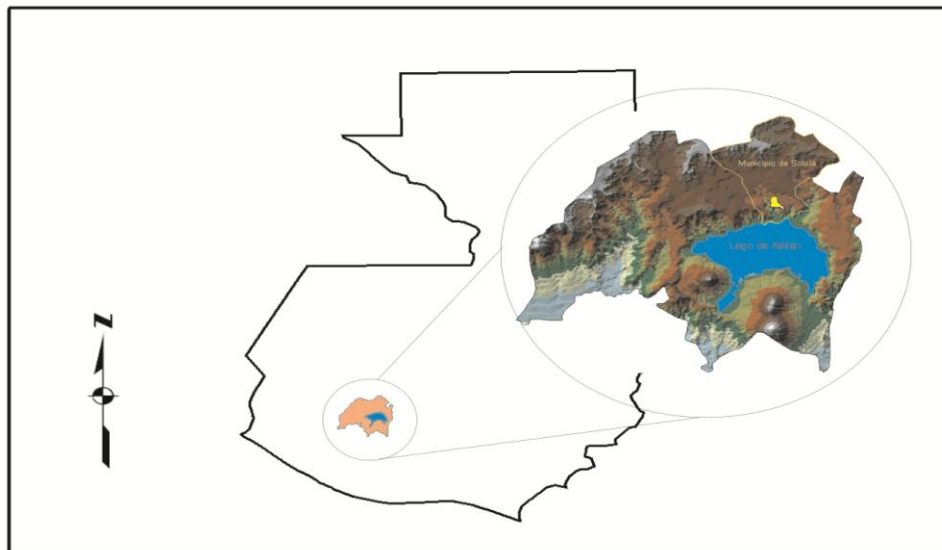
1.1. Características físicas

1.1.1. Localización y colindancias

El caserío El Rosario se localiza al noreste de la cabecera departamental. Dista de Sololá 12 kilómetros y 129 de la ciudad capital. La comunidad colinda al norte con Chichicastenango, al sur con el caserío Central, al occidente con el caserío Paraíso y al oriente con el caserío Sacbochol.

El caserío Xolbé se sitúa al norte de la ciudad de Sololá. Dista de Sololá, 4 kilómetros y 137 kilómetros de la ciudad capital. La comunidad colinda al norte con el caserío Santa María; al este con el caserío Chuimanzana; al oeste con el caserío el Barranco y Neboyá; y al sur con la cumbre del Calvario, Sololá. Administrativamente Xolbé pertenece al cantón El Tablón, del municipio y departamento de Sololá.

Figura 1. **Mapa de localización**



Departamento de Sololá

Fuente: base de datos ArcGis del MAGA

1.1.2. **Ubicación geográfica**

El caserío El Rosario tiene una altitud de 2,432 metros sobre el nivel del mar, una longitud de 91°08'146"W y una latitud de 14°51'955"N.

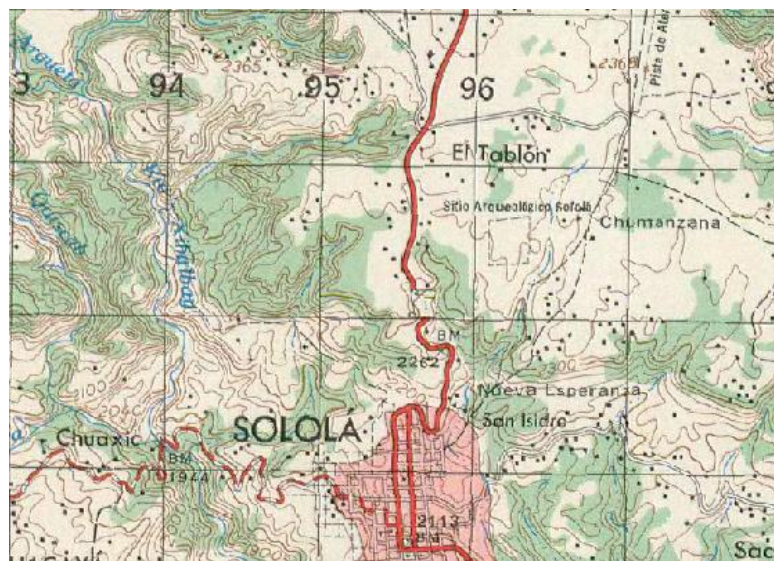
El caserío Xolbé tiene una altitud de 2,381 metros sobre el nivel del mar, una longitud de 91°10'941" N y una latitud de 14°47'664"W.

Figura 2. **Ubicación caserío El Rosario, aldea Los Encuentros**



Fuente: mapa IGN escala 1/50000

Figura 3. **Ubicación caserío Xolbé, cantón El Tablón**



Fuente: mapa IGN escala 1/50000

1.1.3. Topografía

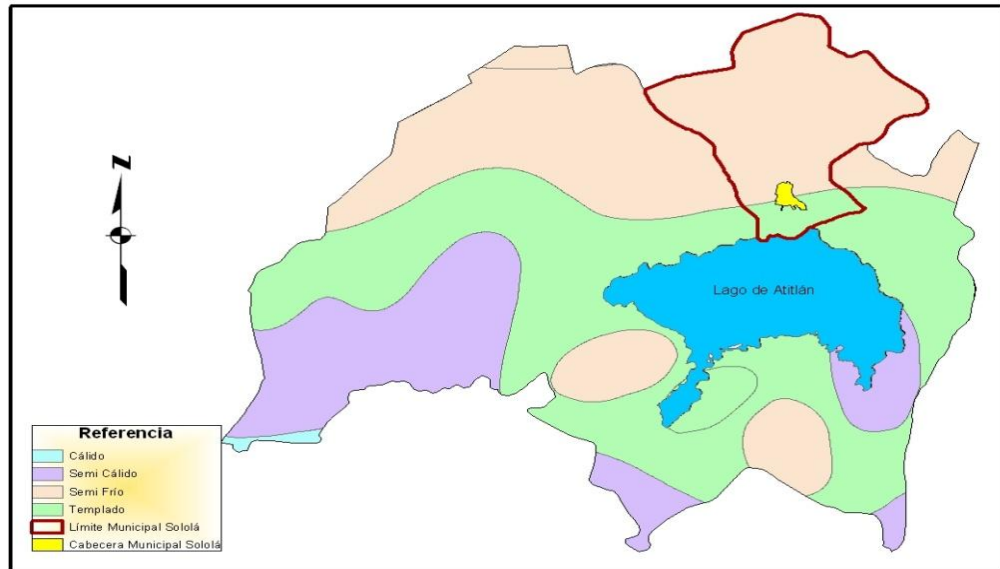
La topografía del terreno es quebrada, con pendientes pronunciadas y en general el terreno es de uso agrícola; adicionalmente, se puede notar que las aldeas no han sido debidamente planificadas y la construcción de viviendas se hace de acuerdo a costumbres del lugar.

1.1.4. Clima

Según la estación meteorológica 190103 del Instituto Nacional de Sismología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en El Tablón, Sololá, el clima generalmente es frío; las condiciones climatológicas más importantes de la zona son:

▪ Altura sobre el nivel del mar	1562metros
▪ Temperatura mínima promedio	8.8°C
▪ Temperatura media promedio	15°C
▪ Temperatura máxima promedio	20.8°C
▪ Humedad	77%
▪ Nubosidad	4 Octas
▪ Velocidad de viento	5.9 Km/hora

Figura 4. Climas del departamento de Sololá



Fuente: base de datos ArcGis del MAGA

1.1.5. Tipo de vivienda

Las viviendas de la comunidad son construidas en su mayoría con paredes de adobe, techo de lámina galvanizada o tejas y piso de tierra, en mínima cantidad son de paredes de block, techo de terraza y piso de granito o cerámico. Las viviendas cuentan con una cocina comedor y un promedio de tres ambientes. Todas las casas son propiedad de las mismas personas o familias y no existen familias que alquilen.

1.1.6. Situación demográfica

Según el censo realizado para el Plan Municipal de Agua y Saneamiento, de Sololá, en el año 2002, el caserío El Rosario, cuenta con 1013 habitantes; conformados por 479 hombres y 533 mujeres. Y el caserío Xolbé, cuenta con 1458 habitantes; conformados por 687 hombres y 771 mujeres, que también son en su mayoría, de ascendencia maya.

1.1.7. Población actual

Con base en los datos del Plan Municipal de Agua y Saneamiento del año 2002, la población total del caserío El Rosario asciende a 1013 habitantes. Con relación a la población por sexo y edad, se tienen los siguientes datos:

Tabla I. **Población caserío El Rosario**

Características de la población			
Edad	Mujeres	Hombres	TOTAL
De 0 a 5 años	98	77	175
De 6 a 17 años	179	183	362
Mayores de 18 años	256	220	476
Total	533	480	1013

Fuente: Plan Municipal de Agua y Saneamiento

Con base en los datos del Plan Municipal de Agua y Saneamiento del año 2002, la población total del caserío Xolbé asciende a 1458 habitantes. Con relación a la población por sexo y edad, se tienen los siguientes datos:

Tabla II. **Población caserío Xolbé**

Características de la población			
Edad	Mujeres	Hombres	TOTAL
De 0 a 5 años	142	117	259
De 6 a 17 años	267	239	506
Mayores de 18 años	362	331	693
Total	771	687	1458

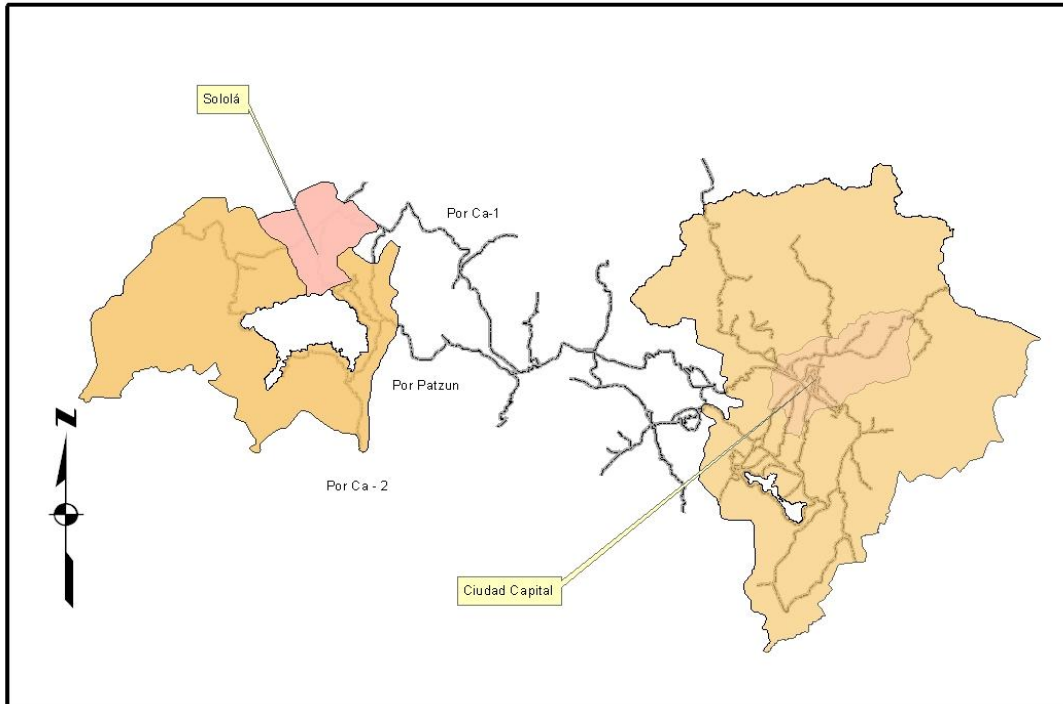
Fuente: Plan Municipal de Agua y Saneamiento

1.2. Características de infraestructura

1.2.1. Vías de acceso

Las principales rutas se muestran en la figura 5.

Figura 5. **Principales vías de acceso**



Fuente: base de datos ArcGis del MAGA

1.2.2. **Servicios públicos**

El caserío El Rosario cuenta con los servicios de:

- Educación: con un edificio escolar de 6 aulas en el que funciona la Escuela Oficial Rural Mixta El Rosario, que ofrece la primaria completa y castellanización.
- Salud: cuentan con un promotor de salud, dos comadronas quienes asisten a la gente en casos de enfermedades para que les receten

medicinas químicas y/o naturales. No existe Centro de Salud en la comunidad, y en los casos cuando se necesita de sus servicios, se acude al Centro de Salud de otra comunidad.

- Electricidad: poseen servicio de energía eléctrica en cada vivienda. Saneamiento básico: cuentan con un sistema de disposición de excretas, la cobertura del sistema de disposición de excretas es del 68.50%, esta funcionan a través de letrinas. Sistema de disposición de aguas grises: la cobertura del sistema de disposición de aguas grises es del 0%. Actualmente ninguna de las viviendas diagnosticadas cuenta con un pozo sumidero y todas las aguas grises corren a flor de tierra.

El caserío Xolbé cuenta con los servicios de:

- Electricidad: con servicio eléctrico en cada vivienda.
- Saneamiento básico: sistema de disposición de excretas, la cobertura del sistema de disposición de excretas es del 47.23%, este funcionan a través de letrinas.
- Sistema de disposición de aguas grises: son escasas las viviendas que cuentan con un pozo sumidero adecuado.
- Control de humo intradomiciliar (sistema de cocción de alimentos): actualmente un 63% de la población no posee un sistema adecuado de cocción de alimentos en sus viviendas.
- Sistema de disposición de desechos sólidos: en el caserío, diariamente, se incorporan 189.54 libras de desechos sólidos que son botados en barrancos, ríos, sobre caminos, entre las siembras, quemadas incontroladamente, no existiendo ningún sistema adecuado de disposición de desechos sólidos.

1.3. Características socioeconómicas

1.3.1. Origen de la comunidad

El caserío El Rosario fue fundado en el año 1977 mediante tres líderes: Pablo Tzorin, Andrés Tuy y Juan Meletz. Eran los actuales líderes en dicho año, con residencia en el cantón El Rancho que actualmente se llama aldea Los Encuentros. Sí vieron la necesidad de fundar dicho caserío, por que la escuela se encontraba a 3 kilómetros; es así como se llevó a cabo la separación de un grupo de casas que actualmente se llama El Rosario.

El caserío Xolbé, a principios del siglo XX se conocía con el nombre de “Pachaj” que significa lugar entre pinos; en aquella época se encontraba en el lugar un rodal de pinos, pero durante el gobierno del General Jorge Ubico Castañeda en los años 1935 a 1938, se construyeron dos caminos por el lugar, uno en cada lado de la carretera que conduce a Sololá. Desde ese entonces el lugar quedó con el nombre de Xolbé. Etimológicamente Xolbé, es una palabra compuesta derivada del Idioma maya kiché “Xol” que quiere decir encuentro o entre y “Bé”, que quiere decir camino.

1.3.2. Actividad económica

En El Rosario normalmente el hombre es el responsable de conseguir el dinero para el gasto de la familia y lo hace de muchas maneras, pero principalmente con las actividades agrícolas, artesanías, comercio, y los jornales.

Los jornales, son remunerados con Q20.00 diariamente, de acuerdo con los datos de la comunidad las personas únicamente trabajan 5 días al mes y obtienen un ingreso mensual de Q100.00, lo que significa que a los 12 meses obtienen la cantidad de Q1, 200.00. El resto de días trabajan dentro de sus propios cultivos, lo que no les genera ningún ingreso sino que hasta la cosecha, los cultivos son de subsistencia, como el maíz, frijol, papa, entre otros. En cambio las señoritas que trabajan en servidumbre ganan Q13.00 diariamente obteniendo en un mes Q403.00. En forma general, los pobladores tienen aproximadamente un ingreso mensual de Q400.00 por todas las actividades que realizan.

En Xolbé las características de los suelos de la aldea son: arenosos, limosos y fértiles, muy aptos para cultivos hortícolas y otros cultivos; por tal situación, la población se dedica en un 80% a las actividades agrícolas, un 10% al comercio y el otro 10% son jornaleros, la población femenina se dedica principalmente al trabajo doméstico, artesanía y un porcentaje menor a actividades agrícolas, entre otras. Las familias tienen un ingreso promedio mensual de Q850.00

1.3.3. Idioma y religión

El 100% de la población de El Rosario y Xolbé es de ascendencia maya kaqchikel. La gran mayoría es monolingüe hablante del idioma kaqchikel y son pocas las personas que hablan el castellano como segundo idioma.

1.3.4. Organización de la comunidad

Según la ley, el objetivo de organizar los Consejos Comunitarios de Desarrollos o COCODES, es que las mujeres y hombres de la comunidad analicen su realidad y se pongan de acuerdo para definir qué hacer para mejorarla. A este trabajo la Ley de Consejos le llama “Planificación Democrática del Desarrollo”. Así, en el municipio de Sololá, se elaboraron para cada comunidad “Planes Comunitarios de Desarrollo”.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el caserío El Rosario, aldea Los Encuentros

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto busca mejorar las condiciones de vida de la comunidad, para ello se aprovecharán dos nacimientos de agua ubicados en el caserío El Rosario; se captará el mayor volumen posible, el cual será conducido a un tanque de succión y posteriormente, por medio de bombeo, se va a conducir el agua a un tanque de distribución, ubicado en la parte más alta de la comunidad, para abastecer a la población.

2.1.2. Localización de las fuentes

Las fuentes de agua pueden ser de origen subterráneo o superficial. Entre las fuentes de origen subterráneo se encuentra: nacimientos, manantiales, galerías de infiltración y pozos.

Para este proyecto se captará el agua de dos nacimientos identificados por la comunidad como: Nacimiento Paquisis y Nacimiento Marcelo.

2.1.3. Calidad del agua

La característica de una buena calidad de agua depende del uso que se le vaya a asignar: uso doméstico, industrial y de riego.

Para el consumo humano, el agua debe llenar ciertas condiciones, como:

- a) Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas
- b) Inodora, insípida y fresca
- c) Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica
- d) Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades

También se deben cumplir ciertos aspectos químicos como:

- a) Los límites aceptables de temperatura varían entre 5 y 10°C, pero la temperatura óptima debe considerarse la comprendida en el intervalo de 10° a 12°C;
- b) Debe tener escasas bacterias, el agua de buena calidad presenta el límite admisible de 100 bacterias por centímetro cúbico de agua;
- c) Tener menos de 200 colonias bacterianas de mesofílicos aeróbicos por mililitro de muestra;
- d) Un máximo de dos organismos coliformes totales en 100 ml de muestra y no contener organismos coliformes fecales en 100 ml de muestra.

Para garantizar que el agua pueda ser consumida por una población es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas COGUANOR NGO 29-001.

2.1.3.1. Análisis físico-químico

Con este análisis se conocen las características físicas del agua, que son: aspecto, color, olor, sabor, potencial de Hidrógeno (pH), y dureza.

Según se puede observar en las pruebas (ver anexos), realizadas en el laboratorio de agua del Centro de Investigaciones de Ingeniería, el nacimiento Paquisis cumple con la norma, y en el nacimiento Marcelo, el agua puede ser rechazable desde el punto de vista físico; aunque desde el punto de vista químico, cumple con la norma.

2.1.3.2. Análisis bacteriológico

Las pruebas bacteriológicas buscan establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos. Estos organismos son los que pueden transmitir enfermedades.

Según se puede observar en las pruebas de laboratorio (ver anexos), realizadas en el laboratorio de agua del Centro de Investigaciones de Ingeniería, indican que los nacimientos se pueden enmarcar en la CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según la norma COGUANOR NGO 29-001.

2.1.4. Aforos

Se aforó mediante el método volumétrico, utilizando un recipiente de 3 litros. El aforo se realizó en marzo del año 2009; para mayor precisión, se hicieron cuatro lecturas en cada nacimiento. Los resultados fueron:

Nacimiento Paquisis

Tabla III. **Aforo nacimiento Paquisis**

T (s)	Vol (lts)	Caudal (lts/s)
11.63	3	0.2579
11.45	3	0.2619
11.45	3	0.2619
11.63	3	0.2579
	Prom	0.2584

Fuente: elaboración propia

Por lo que el caudal es de 0.2584 lts/s.

Nacimiento Marcelo

Tabla IV. **Aforo nacimiento Marcelo**

T (s)	Vol (lts)	Caudal (lts/s)
46.62	3	0.0644
46.48	3	0.0645
46.39	3	0.0647
46.71	3	0.0642
	Prom	0.0644

Fuente: elaboración propia

Por lo que el caudal es de 0.0644 lts/s.

El caudal total es de:

$$Q_t = 0.2584 \text{ lts/s} + 0.0644 \text{ lts/s}$$

$$Q_t = 0.3244 \text{ lts/s} = 28,028.16 \text{ lts/día}$$

2.1.5. Levantamiento topográfico

Proporciona las características naturales o artificiales del terreno y las elevaciones que se utilizan para elaborar mapas, planos, etc. Con la ayuda de un teodolito electrónico FOIF DT 105 C, trípode, estadales, cinta métrica y con la colaboración de vecinos, se realizó el levantamiento en la comunidad.

2.1.5.1. Planimetría

Son los trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.

La planimetría se realizó con el método de conservación de azimut, por medio de una poligonal abierta.

2.1.5.2. Altimetría

Consiste en determinar la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, y determinar pendientes y cotas para la posterior utilización en el diseño hidráulico.

La medición altimétrica se hizo a través de un método indirecto, como es el taquimétrico.

2.1.6. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño, y se deben considerar algunos factores como:

- a) El tiempo durante el cual la obra dará servicio a la población
 - b) Durabilidad del material a utilizar
 - c) Crecimiento de la población incluyendo posible cambios en el desarrollo de la comunidad
- Obras civiles = 20 años
 - Equipos mecánicos = 5 a 10 años

Para este proyecto se tomó un periodo de diseño de 20 años; se diseñó con este periodo de tiempo, considerando un año de gestión.

2.1.7. Cálculo de población futura

Para el proyecto deberá hacerse el cálculo de población con el periodo de diseño indicado.

La tasa de crecimiento es de 3.5% anual, obtenida en el centro de salud.

Para la estimación de la población futura, es necesario calcularla por dos métodos:

a. Método de crecimiento geométrico

$$P = P_0(R+1)^n$$

$$P = 654((3.5/100)+1)^{20}$$

$$P = 1302 \text{ habitantes}$$

Donde:

P= Población futura para n años

P₀=Población actual

R= Tasa de crecimiento

n= Periodo de diseño

b. Método de crecimiento aritmético

$$P_f = P_2 + \frac{(P_2 - P_1)(t_n - t_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$P_f = 654 + \frac{(654 - 550)(2030 - 2009)}{(2009 - 2002)}$$

$$P_f = 966 \text{ habitantes}$$

Donde:

P_f = Población futura

P_2 =Población del último censo, 654 habitantes

P_1 =Población del censo anterior al último censo, 550 habitantes

t_n =año población futura

t_1 =año del censo anterior

t_2 =año del último censo

Comparando los resultados obtenidos por los dos métodos analizados, se utilizará la población obtenida por el método de crecimiento geométrico, la cual será de 1302 habitantes; tomando en cuenta que el caudal aforado no es suficiente para satisfacer a la comunidad, se va a sectorizar para que la población cuente con agua al final del periodo de diseño; entonces la población seleccionada será de 466 habitantes.

2.1.8. Requerimientos de diseño

2.1.8.1. Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se consideran los siguientes factores:

- El tipo de comunidad: se tiene una densidad de vivienda de 6 habitantes por casa; las personas se dedican a la agricultura.
- Capacidad de la fuente: dependiendo de la capacidad de la fuente se realizará la distribución.

2.1.8.2. Bases de diseño

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

- Población actual, 654 habitantes
- Población futura, 1302 habitantes
- Línea de conducción por gravedad y bombeo
- Periodo de diseño 20 años, 1 año para trámite y 19 años de funcionamiento del sistema
- Presión mínima 10 metros columna de agua
- Presión máxima 40 metros columna de agua
- Periodo de diseño para la bomba: 10 años
- Velocidad mínima del agua dentro de la tubería 0.30mt/s
- Velocidad máxima del agua dentro de la tubería 3.00mt/s

2.1.8.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario; se expresa en litros por habitantes por día (L/hab/día).

Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades productivas abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición administración del sistema de presiones del mismo.

Se utilizará el servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda, asignándose una dotación de 40 L/hab/día, se seleccionó esta

dotación tomando en cuenta que es una necesidad para la comunidad, puesto que no posee ninguna fuente, y la capacidad de los nacimientos satisface esta dicha dotación.

2.1.9. El consumo y sus variaciones

Las variaciones, con el pasar de los días, reflejan la actividad doméstica en una población; el consumo de agua cambia con las estaciones, los días de la semana y las horas del día; por lo que el sistema diseñado debe de satisfacer en todo momento tales variaciones.

2.1.9.1. Consumo medio diario

El caudal medio será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final de periodo de diseño:

$$Q_{\text{med}} = \frac{P_{\text{fn}} * \text{Dotación}}{86400 \text{ s}}$$
$$Q_{\text{med}} = \frac{466 \text{ habitantes} * 40 \text{ lt/hab/día}}{86400 \text{ s}}$$
$$Q_{\text{med}} = 0.216 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

P_{fn} = Población futura a n años

Dotación en lt/hab/día

2.1.9.2. Caudal máximo diario

El consumo máximo diario será el resultado de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes; regularmente, el día de máximo consumo sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la comunidad.

Al tomar en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que para este estudio el factor de día máximo es de 1.40, con lo cual se tiene:

$$Q_{DM} = FDM * Q_{med}$$
$$Q_{DM} = 1.4 * 0.216 \text{ lt/s}$$
$$Q_{DM} = 0.302 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{DM} = Caudal máximo diario

Q_{med} = Caudal medio

FDM = Factor de día máximo

2.1.9.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución.

El caudal máximo horario se determina multiplicando el consumo medio diario por el coeficiente 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio el factor de hora máxima tendrá un valor de 2.5, con lo cual se tiene:

$$Q_{HM} = FMH * Q_{med}$$
$$Q_{HM} = 2.5 * 0.216 \text{ lt/s}$$
$$Q_{HM} = 0.54 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{HM} = Caudal máximo horario

Q_{med} = Caudal medio

FMH = Factor de hora máxima

2.1.9.4. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo se utiliza para determinar la potencia de la bomba. Se define como el caudal máximo que se puede bombear al tanque de distribución durante las horas de funcionamiento.

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el periodo de bombeo, dicho periodo afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de alimentación. Se recomienda que el periodo sea de 8 a 12 horas.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que debe diseñarse para un periodo de 10 años, mas no el resto de los componentes del sistema.

Para el proyecto, el caudal fue diseñado de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{Q_{DM} * 24 \text{ horas}}{H}$$
$$Q_b = \frac{0.302 \text{ lt/s} * 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}}$$
$$Q_b = 0.60 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo

Q_{DM} = Caudal máximo diario

H = Horas de bombeo

2.1.10. Diseño hidráulico

En este inicio se detalla el diseño seleccionado, el cual toma en cuenta todas las instalaciones necesarias para ejecutar los trabajos de introducción de agua.

2.1.10.1. Diseño de la captación

Las captaciones de agua provenientes de manantiales, se diseñarán de tal manera que se garantice el libre flujo de la afloración hacia un tanque de recolección.

La captación se construirá de acuerdo con los planos típicos del Instituto de Fomento Municipal.

2.1.10.2. Diseño y tipo de tubería

El diseño hidráulico de este sistema se realizó con base en las pérdidas de carga que se determinaron con la fórmula de Hazen Williams. Los diámetros a utilizar están comprendidos entre 1/2" y 1" en general.

En sistemas de agua se utiliza normalmente tuberías de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie, especialmente de la exposición al sol, debido a que tiende a cristalizar la tubería.

La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior, como en su exterior por zinc, es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor a 175 m.c.a., en pasos de zanjón o aéreos.

2.1.10.3. Diseño de línea de conducción

Es un conjunto de tuberías libres o forzadas que conducen el agua desde las obras de captación, hacia el tanque de almacenamiento.

Para el diseño de la línea de conducción se considerará, que todo el proyecto funcionará por gravedad; para este caso el diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de almacenamiento
- Capacidad para transportar el caudal deseado
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_c^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga (m)

L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía

Q_c = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (lt/s)

D = Diámetro interno de la tubería (plg)

C = Coeficiente de fricción interno (para HG $C=100$, PVC= 140)

A continuación se muestra el cálculo para el primer tramo, de la estación E-0 a la estación E-17.c3, con una distancia de 612.839 metros, para ejemplificar:

- Datos para el tramo

Cota E-0 = 1002.08 mts.

Cota E-17.c3 = 962.64 mts.

$$Q_c = 0.2584 \text{ L/s}$$

$$\text{Coeficiente hidráulico (PVC)} = 140$$

- Cálculo de la carga disponible

La carga disponible es la diferencia de cota entre el nivel inicial y el nivel en el cual terminara el diseño; se calcula de la siguiente manera:

$$H = C_o - C_f$$

$$H = 1002.08 - 962.64$$

$$H = 39.44 \text{ mt}$$

Donde:

H = Presión hidrostática

C_o = Cota inicial

C_f = Cota final

- Cálculo del diámetro teórico de la tubería

Para calcular el diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Hazen Williams

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_c^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

Sustituyendo valores:

$$D = \left[\frac{1743.811141 * 643.48 * 0.26^{1.85}}{39.44 * 140^{1.85}} \right]^{1/4.87} = 0.75''$$

Se debe considerar las pérdidas por fricción, debiendo probar con diámetros superiores o inferiores de tubería a manera de contrarrestar estas pérdidas, logrando mantener presiones adecuadas.

Se utilizará tubería PVC de 160 PSI con diámetro de 1". Los diferentes diámetros internos para PVC y HG, utilizados en el diseño hidráulico, se obtienen de las tablas de tuberías de PVC y HG, proporcionadas por el distribuidor.

- Cálculo de pérdidas por fricción

Se calcularán las pérdidas reales por medio de la ecuación de Hazen Williams:

Sustituyendo valores:

$$H_f = \frac{1743.811141 * 643.48 * 0.26^{1.85}}{1.195^{4.87} * 140^{1.85}} = 4.17 \text{ mt}$$

- Cálculo de cota piezométrica

La cota piezométrica final del tramo, se calcula restando la cota piezométrica al inicio del tramo, menos las pérdidas del tramo; se procede de la siguiente manera:

$$P_{ff} = P_{lo} - H_f$$

$$P_{ff} = 1002.08 - 4.17$$

$$P_{ff} = 997.91 \text{ mt}$$

Donde:

P_{if} = Cota piezométrica final del tramo

P_{io} = Cota piezométrica al inicio del tramo

H_f = Pérdida por fricción

- Cálculo de la presión hidrodinámica

La presión hidrodinámica al inicio de este tramo es cero, debido a la presión atmosférica, y la presión hidrodinámica al final del tramo, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{Df} = P_{if} - C_f$$

$$P_{Df} = 997.91 - 962.64$$

$$P_{Df} = 35.27 \text{ mt}$$

Donde:

P_{Df} = Presión hidrodinámica al final del tramo

P_{if} = Cota piezométrica al final del tramo

C_f = Cota de terreno al final del tramo

- Cálculo de la velocidad

Esta viene expresada de la siguiente manera:

$$V = \frac{1.974 \cdot Q}{D^2}$$

$$V = \frac{1.974 \cdot .26}{1.195^2}$$

$$V = 0.4 \text{ mt/s}$$

Donde:

V=Velocidad del agua (mt/s)

Q=Caudal de día máximo, o caudal de conducción (lt/s)

D=Diámetro interno de la tubería (plg)

Este procedimiento se repite para todos los tramos del cálculo hidráulico de toda la línea de conducción.

2.1.10.3.1. Línea de impulsión

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba. Esta tubería descarga el líquido a un tanque de almacenamiento.

La velocidad del caudal requerido en la tubería debe conducirse a una velocidad mínima de 0.6 mt/s y una velocidad máxima de 2.0 mt/s.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalación de la tubería de descarga las reglas siguientes:

- Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.
- Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo debe ser de radio grande; lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios debe ser el mínimo necesario en esta tubería; sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido, en los picos de la línea deberán colocarse válvulas de aire.

Se realizará un análisis económico para determinar cuál es la tubería más económica a utilizar; a continuación se describe el análisis:

- a) Determinación de los diámetros a valorar: estos diámetros se encuentran dentro de los límites de velocidad, establecidos en las bases de diseño, debiendo analizar los diámetros que se encuentran dentro del rango.

$$0.6 \text{ mt/s} \leq V \leq 2 \text{ mt/s}$$

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * 0.60}{0.60}} = 1.40''$$

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * 0.60}{2}} = 0.76''$$

Donde:

D = Diámetro probable (plg)

V = Velocidad (mt/s)

Q_b = Caudal de bombeo (lt/s)

Los diámetros comerciales a evaluar serán $\frac{3}{4}''$ y $1''$.

- b) Determinación del precio de la tubería

Longitud de tubería 257.80 mts = 43 tubos pvc

$$\text{Costo}_{\frac{3}{4}} = 43 \text{ tubos} * Q 48.96 = Q 2,105.28$$

$$\text{Costo}_1 = 43 \text{ tubos} * Q 63.03 = Q 2,710.29$$

c) Determinación del precio de la tubería por mes, cálculo de la amortización

$$A = \frac{R \cdot (R+1)^n}{(R+1)^n - 1}$$

$$A = \frac{(0.15/12) \cdot ((0.15/12) + 1)^{120}}{((0.15/12) + 1)^{120} - 1} = 0.01613$$

Donde:

A=Amortización

R=Tasa de interés mensual

N=Número de meses en que se desea pagar la tubería

Se tomó el lapso de 10 años para la amortización, puesto que el periodo de vida útil del equipo de bombeo es de 10 años = 120 meses. Ahora se calculará el costo final de la tubería, usando la siguiente fórmula:

$$C_t = A \cdot C_m$$

Donde:

C_t = Costo tubería por mes

A = Amortización

C_m = Costo mensual de tubería

Tabla V. **Costo mensual de tubería**

Diámetro	Costo de la tubería	Cantidad de tubos	Costo total tubería	Costo por mes
3/4 "	0.016	43	Q2,105.28	Q33.68
1"	0.016	43	Q2,710.29	Q43.36

Fuente: elaboración propia

d) Determinación de costo de bombeo: se comenzará con el cálculo de las pérdidas de carga por longitud de tubería, para poder calcular la potencia del equipo

- Pérdidas por fricción en la tubería

$$H_{3/4"} = \frac{1743.811141 * 257.80 * 0.60^{1.85}}{0.926^{4.87} * 140^{1.85}} = 27.20 \text{ mt}$$

$$H_{1"} = \frac{1743.811141 * 257.80 * 0.60^{1.85}}{1.195^{4.87} * 140^{1.85}} = 7.85 \text{ mt}$$

- Cálculo de la potencia

$$P = \frac{Q_b * H_f}{76 * e}$$

Donde:

P = Potencia de la bomba en caballos de fuerza (HP)

Q_b = Caudal de bombeo (lt/s)

H_f = Pérdida por fricción (m)

e = eficiencia a la que trabaja la bomba (e=0.65, según fabricante)

El factor para convertir los caballos de fuerza en kilovatios

es: 1HP = 0.746kw

$$P_{3/4"} = \frac{0.60 * 27.20}{76 * 0.65} = 0.3303 \text{ HP} \cong 0.246 \text{ kw}$$

$$P_{1"} = \frac{0.60 * 7.85}{76 * 0.65} = 0.095 \text{ HP} \cong 0.07 \text{ kw}$$

- Cálculo del costo de bombeo mensualmente

Precio kw-hora = Q1.84 (DEOCSA febrero-abril 2010)

Horas de bombeo al mes

12 horas/día *30 días/mes = 360 horas/mes

C_t = Costo tubería por mes

$C_{\text{tub } 3/4"} = 0.246 \text{ kw} * 1.84 * 360 \text{ horas/mes} = \text{Q}162.95$

$C_{\text{tub } 1"} = 0.07 \text{ kw} * 1.84 * 360 \text{ horas/mes} = \text{Q}46.36$

- Suma de los costos de tubería y costos de bombeo

Tabla VI. **Costo mensual de tubería más bombeo**

Diámetro	Costo tubería/mes	Costo energía/mes	Costo total/mes
3/4"	Q33.68	Q162.95	Q196.63
1"	Q43.36	Q46.36	Q89.72

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar la Tabla VI, el diámetro económico que se utilizará es el de 1" con presión de trabajo de 160 PSI.

2.1.10.3.2. Diseño de equipo de bombeo a utilizar

El propósito de cualquier bomba es transformar la energía mecánica o eléctrica en energía de presión.

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberán ser suficientes para elevar el caudal de bombeo previsto contra la altura máxima de diseño. La bomba debe instalarse a una profundidad tal que se asegure una sumersión que garantice su enfriamiento adecuado. Para poder seleccionar la bomba adecuada se debe calcular las pérdidas totales de energía, o carga dinámica total a vencer por la bomba.

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos

- Manómetro: para medir y controlar las presiones en las que opera la bomba. Este tipo de manómetros cuenta con un tubo curvado de sección elíptica cuya curvatura varía con la presión interior. Es utilizado en la medición de presiones que se presentan tanto en la tubería de descarga como en la tubería de succión.
- Tableros de control: cuando se cuenta con motor eléctrico para el abastecimiento de agua en el área rural, la mayoría de veces, el tablero de control consta de dos botones de contacto, uno de ellos conecta el motor con la corriente eléctrica necesaria para su arranque y operación, y el otro rompe el contacto, lo que detiene la marcha del mismo.
- Tubería de limpieza.
- Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga: estos son dispositivos de alivio contra golpe de ariete.
- Válvulas eliminadoras de aire: esta válvula es utilizada con el objeto de expulsar aire retenido en la succión o en la misma bomba, cuando esta trabaja a un cebado inadecuado. Se instala inmediatamente a la descarga de la bomba, generalmente después de la junta flexible.

- Válvula de compuerta: se emplea con el objeto de aislar en un determinado momento, algún elemento de sección de instalación, lo cual permite efectuar una reparación, inspección o mantenimiento.
- Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo

2.1.10.3.2.1. Verificación de la sobrepresión por golpe de ariete

El golpe de ariete se experimenta a lo largo del tramo de bombeo, este depende directamente del módulo de elasticidad de los materiales a utilizar, de esta manera se calculará para el caso crítico, el cual se da en la tubería. Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas.

El golpe de ariete que se produce en la tubería se puede determinar como sigue:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K \cdot D_i}{E \cdot e}}}$$

Donde:

a = Celeridad de onda (mt/s)

K = Módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 \cdot 10^4 \text{ Kg/cm}^2$)

E = Módulo de elasticidad del material de la tubería ($3 \cdot 10^4 \text{ Kg/cm}^2$)

Di = Diámetro interno de la tubería (mm)

e = Espesor de las paredes del tubo (mm)

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2.07 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4} \cdot \frac{30.35}{1.52}}} = 369.39 \text{ m/s}$$

La sobrepresión expresada en metros columna de agua (m.c.a.), se determinará con la siguiente expresión:

$$D_p = \frac{a \cdot V}{g}$$

Donde:

a = Celeridad de la onda en (m/s)

V = Velocidad del flujo en la tubería

g = Aceleración de la gravedad (9.80556 m/s^2)

$$D_p = \frac{360.39 \text{ m/s} \cdot 0.83 \text{ m/s}}{9.80556 \text{ m/s}^2} = 31.27 \text{ m.c.a.}$$

Verificación de la resistencia de la tubería por el golpe de ariete

$$P_{\max} = D_p + H_d$$

Donde:

P_{\max} = Presión máxima

D_p = Sobrepresión

H_d = Diferencia de niveles entre tanques

$$P_{\max} = 31.27 \text{ m.c.a.} + 44.93 \text{ m.c.a.}$$

$$P_{\max} = 76.2 \text{ m.c.a.}$$

La tubería que se utilizará será PVC 160PSI (112 m.c.a.), por lo que se puede concluir que la tubería soportará la sobrepresión provocada por el golpe de ariete.

2.1.10.3.2.2. Selección de bomba

Para la selección de la bomba adecuada se debe calcular las pérdidas totales de energía, o carga dinámica total a vencer por la bomba.

La carga dinámica total que debe vencer el sistema estará dada por las siguientes pérdidas:

- Diferencia de niveles entre el tanque de almacenamiento y el tanque de distribución,
- Altura de la bomba,
- Pérdidas por fricción,
- Pérdidas por velocidad,
- Altura de la bomba,

La carga dinámica total estará dada por la siguiente fórmula:

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

Donde:

H_d = Diferencia de niveles

H = Altura de tanque

H_f = Pérdidas por fricción en la tubería

H_v = Pérdidas por velocidad

H_m = Pérdidas menores por accesorios

- Altura de tanque

$$H = 1.65 \text{ mt}$$

- Diferencia de niveles

$$\text{Cota tanque de distribución} = 987.30 \text{ mt}$$

$$\text{Cota tanque de succión} = 942.37 \text{ mt}$$

$$H_d = 987.30 - 942.37 = 44.93 \text{ mt}$$

- Pérdidas por fricción en la tubería

$$H_f = \frac{1743.811141 * 257.80 * 0.60^{1.85}}{1.195^{4.87} * 140^{1.85}} = 7.85 \text{ mt}$$

- Pérdidas por velocidad

$$H_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{(0.83 \text{ mt/s})^2}{2 * (9.80556 \text{ m/s}^2)} = 0.03 \text{ mt}$$

- Pérdidas menores por accesorios

$$H_m = 10\% (H_f + H_v) = 0.10 * (7.85 + 0.03) = 0.815 \text{ mt}$$

$$CDT = 44.93 + 1.65 + 7.85 + 0.03 + 0.815 = 55.27 \text{ mt}$$

2.1.10.3.2.2.1. Cálculo de la potencia

La potencia para hacer trabajar eficientemente una bomba depende del caudal de bombeo, la altura dinámica total y de la eficiencia de la bomba. La potencia de la bomba se puede determinar a través de la siguiente expresión:

$$\text{Pot} = \frac{\text{CTD} * \text{Q}_b}{76 * e}$$

Donde:

Pot = Potencia de la bomba

CTD= Carga dinámica total

Q_b = Caudal de bombeo (lt/s)

e = Eficiencia de la bomba (0.65, según especificaciones del fabricante)

76 = Constante para transformar lt-m/s a HP

$$\text{Pot} = \frac{55.27\text{m} * 0.60 \text{ lt/s}}{76 * 0.65} = 0.67 \text{ HP}$$

Para cálculos del proyecto, se tomará la bomba comercial de $\frac{3}{4}$ HP.

2.1.10.3.2.2.2. Especificaciones del equipo

De los cálculos anteriores se determina que para conducir el caudal de bombeo desde el tanque de alimentación hasta el tanque de distribución, se necesita una bomba sumergible de $\frac{3}{4}$ HP con capacidad de bombeo de 8 galones por minuto; el equipo funcionará con energía eléctrica y el tiempo máximo de bombeo será de 12 horas. La eficiencia de la bomba será de 65%. La bomba sumergible vertical es la recomendada para este proyecto, debido a que su instalación es fácil y más eficiente, así como su mantenimiento y reparación.

2.1.10.3.2.2.3. Cálculo de cavitación

La cavitación es una condición destructiva que puede reducir significativamente el rendimiento de la bomba y dañar seriamente los componentes. Es una condición predecible y en la mayoría de los casos evitable.

Cuando se bombea agua, si la presión en cualquier punto de la tubería de aspiración o de la bomba misma, llega a reducirse a un valor igual al de la

presión de su vapor, se forman burbujas de aire en el seno del líquido. Cuando se desplazan hasta puntos de mayor depresión en su recorrido por la bomba, estas burbujas estallan violentamente por la acción llamada implosión.

La formación y el estallido de estas burbujas de vapor se denominan cavitación. La cavitación se manifiesta cuando la carga hidráulica sobre la entrada de la bomba es muy pequeña, para la operación específica que está realizando. Cuando el agua hace su entrada al mecanismo de la bomba, la carga debe ser suficientemente alta para que en el interior de la misma, cuando la velocidad aumenta y la presión disminuye, esta última no pueda descender hasta el punto de vaporización en ningún lugar del recorrido del agua. La cavitación se produce en bombas centrifugas, mientras que en bombas sumergibles sus valores son despreciables.

2.1.10.4. Volumen y diseño estructural del tanque de almacenamiento

La función del tanque de distribución es mantener el buen funcionamiento hidráulico y un servicio eficiente; y luego cumplir con tres propósitos fundamentales:

- Compensar variaciones horarias
- Mantener las presiones de servicio en la red
- Almacenar cierta cantidad de agua para eventualidades

Para el diseño del tanque de distribución, debe considerarse su capacidad, que estará en función del caudal y de las variaciones horarias, su

ubicación debe ser idónea, de tal forma que el agua pueda llegar a todos los puntos de la red. Debe diseñarse para conservar la potabilidad del agua, por consiguiente, estar cubierto y dejar aberturas para permitir acceso en casos necesarios; el tanque debe impedir la entrada de lluvia, polvo, animales y otros ajenos al sistema de agua, también debe tener un rebalse y un drenaje que permita vaciarlo completamente.

El volumen de los tanques de distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas se tomará en cuenta el siguiente criterio: en sistemas por gravedad se adoptará entre el 25% y el 40% del consumo medio diario, y en sistemas por bombeo entre el 40% y el 65% del consumo medio diario. Para este proyecto se calculará con el 65% del consumo medio diario.

Las fuentes de agua disponibles no cubren la demanda en un día, por lo que se decidió sectorizar el sistema, dividiéndolo en tres sectores, esto para satisfacer la demanda de agua de la comunidad.

Para satisfacer la demanda de agua en el futuro, se recomienda encontrar más fuentes, por este motivo es necesario tener un tanque de distribución y red de distribución ya preparadas para conectar nuevas fuentes. Por este motivo se propone una dotación de 80 lt/hab/día. Esta dotación sólo servirá para el diseño del tanque de distribución y la red de distribución.

$$Q_{\text{med}} = \frac{(80 \text{ lt/hab/día}) * (466 \text{ hab})}{86,400} = 0.43 \text{ lt/s}$$

$$\text{Vol}_{\text{TD}} = 65\% * Q_{\text{med}}$$

$$\text{Vol}_{\text{TD}} = \frac{0.65 \cdot (0.43 \text{ lt/s}) \cdot 86400}{1000} = 24.23 \text{ mt}^3$$

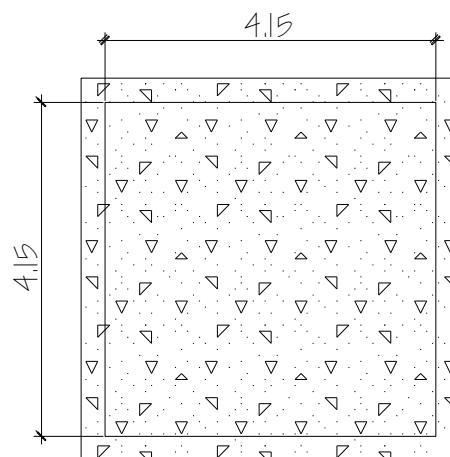
Se diseñará un tanque con volumen de 25 mt³.

Especificaciones de diseño:

- Resistencia a compresión del concreto = 210 Kg/cm²
- Esfuerzo de fluencia del acero = 2810 Kg/cm²
- Peso específico del concreto = 2400 Kg/mt³
- Peso específico del suelo = 1500 Kg/mt³
- Valor soporte del suelo = 15000 Kg/mt²
- Peso específico del concreto ciclópeo = 2500 Kg/m³
- Peso específico del agua = 1000 Kg/mt³
- Ángulo de fricción interna = 30°

a) Diseño de la losa

Figura 6. **Dimensión de losa**



Fuente: elaboración propia

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4.15}{4.15} = 1$$

Si $m > 0.5$ trabaja en dos sentidos

Si $m < 0.5$ trabaja en un sentido

La losa trabaja en dos sentidos

- Espesor de la losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{4 \cdot 4.15 \text{ mt}}{180} = 0.09 \text{ mt}$$

Se usará un espesor de losa de 0.10 mt

- Integración de cargas

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = \left(2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot (0.10 \text{ mt}) = 240 \text{ kg/mt}^2$$

Se utilizará una sobrecarga de 90 kg/mt²

$$CM = W_{\text{losa}} + \text{Sobrecarga}$$

$$CM = 240 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2} + 90 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2} = 330 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2}$$

Carga viva

$$CV = 100 \text{ kg/mt}^2$$

Carga última total

$$CU = 1.4CM + 1.7CV = 1.4(330) + 1.7(100) = 632 \text{ kg/mt}^2$$

- Cálculo de momentos

Para el diseño de la cubierta del tanque de distribución, se utilizará una losa plana, la cual se diseñará por el método 3 del código ACI.

$$Ma^+ = Mb^+ = (Ca \cdot CM \cdot a^2) + (Ca \cdot CV \cdot a^2)$$

$$Ma^- = Mb^- = \frac{1}{3} \cdot Ma^+$$

Donde:

Ma^+ = Momento positivo del lado corto en kg – mt

Ma^- = Momento negativo del lado corto en kg – mt

Mb^+ = Momento positivo del lado largo en kg – mt

Mb^- = Momento negativo del lado largo en kg – mt

Ca^+ = Coeficiente para momento positivo lado a debido a CU

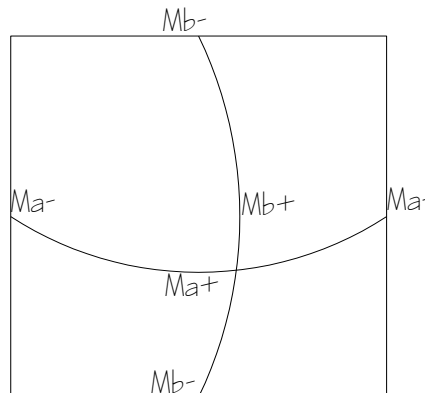
CM = Carga muerta última kg/mt

CV = Carga viva última kg/mt

$$Ma^+ = Mb^+ = (0.036 \cdot 476 \cdot 4.15^2) + (0.036 \cdot 170 \cdot 4.15^2) = 401 \text{ kg - mt}$$

$$Ma^- = Mb^- = \frac{1}{3} \cdot 401 = 134 \text{ kg – mt}$$

Figura 7. **Diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia

- Cálculo de peralte (d)

$$d = t - \text{rec} - \theta/2 \text{ Usaremos una varilla No. 3}$$

$$d = 10 - 2.5 - 0.952/2 = 7 \text{ cm}$$

- Área de acero mínima

$$A_s = 40\% A_{s \text{ min viga}}$$

$$A_s = 0.40 * \frac{14.1}{2810} * 100 * 7 = 1.40 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo

$$S_{\text{max}} = 2t = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

- Cálculo de espaciamento con varilla propuesta

Área	Espaciamento
1.41 cm ²	100 cm
0.71 cm ²	S

$$S = \frac{(0.71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{1.41 \text{ cm}^2} = 50 \text{ cm} > S_{\text{max}}$$

Como el espaciamento es mayor que S_{max} entonces calculará el área de acero para S_{max}

- Cálculo de área de acero para S_{max}

Área	Espaciamiento
$A_s \text{ cm}^2$	100 cm
0.71 cm^2	20 cm

$$A_s = \frac{(0.71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{20 \text{ cm}} = 3.57 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de momento resistido por el área de acero

$$M_{As} = \Phi * A_s * f_y * \left(d + \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right)$$

$$M_{As} = 0.90 * (3.57) * (2810) * \left(7 + \frac{(3.57) * (2810)}{1.7 * (210) * (100)} \right) = 608 \text{ kg/mt}$$

El acero a S_{max} es suficiente para soportar los momentos que se dan en la losa. El armado se hará con hierro No. 3 @ 0.20 mt., en ambos sentidos.

- Verificación por corte

Corte máximo actuante

$$V_u = \frac{CU * L}{2} = \frac{632 * 4.15}{2} = 1311.4 \text{ kg}$$

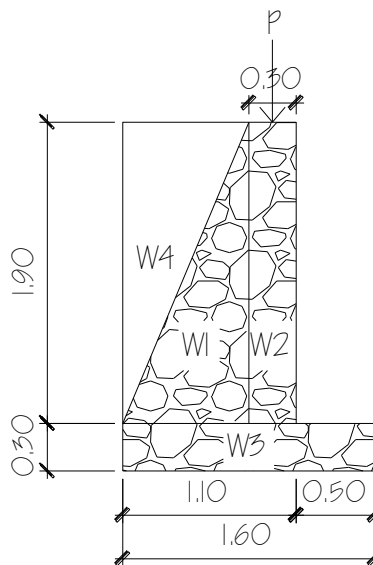
$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d = 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 7 = 5376 \text{ kg}$$

$V_u < V_c$ el espesor de la losa es correcto

b) Diseño estructural del muro del tanque

El muro se consideró por gravedad, de concreto ciclópeo; las dimensiones preliminares y datos para su diseño se muestran en la figura 8.

Figura 8. Dimensiones muro tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia

Se diseñará el tanque enterrado. La condición bajo la cual se hará el diseño será que cuando el tanque se encuentre totalmente vacío, sólo se incluirá el peso de suelo sobre la pared del tanque.

- Determinar la carga sobre el muro

$$W_{\text{sobre muro}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{losa}} = (632 \text{ kg/mt}^2) * 4.31 \text{ mt}^2 = 2785 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = (2400 \text{ kg/mt}^3) * (0.20\text{mt}) * (0.30\text{mt}) * (4.55\text{mt}) * 1.4$$

$$W_{\text{viga}} = 947 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobre muro}} = 2785 + 947 = 3702 \text{ kg}$$

Para un metro de muro

$$W_{\text{sobre muro}} = 3702 \text{ kg} / 4.65 \text{ mt} = 797 \text{ kg/mt}$$

Considerándola como una carga puntual

$$P_c = (797 \text{ kg/mt}) * 1 \text{ mt} = 797 \text{ kg}$$

- Coeficiente de empuje activo de Rankine

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\theta}{1 + \text{sen}\theta} = \frac{1 - \text{sen}30^\circ}{1 + \text{sen}30^\circ} = 0.333$$

- Fuerza activa del suelo a una profundidad de 2.20 mt

$$P_a = K_a * \gamma_s * H = (0.333) * (1500) * 2.2 = 1100 \text{ kg/mt}^2$$

$$F_a = \frac{1}{2} * P_a * H = \frac{1}{2} * (1100) * 2.20 = 1210 \text{ kg - mt}$$

- Momentos respecto del punto A

Momento de Pc

$$M_{pc} = 797 * (0.8 + 0.3/2) = 758 \frac{kg - mt}{mt}$$

Momento de Fa

$$M_a = \frac{1}{3} * (1210) * 2.20 = 888 \frac{kg - mt}{mt}$$

Tabla VII. **Momento estabilizante en el muro**

Figura	W(kg/mt)	Brazo	M (kg - mt/mt)
1	1900	0.53	1014
2	1425	0.95	1354
3	1200	0.80	960
4	1140	0.27	304
ΣWR = 5665 ΣMR = 3632			

Fuente: elaboración propia

$$W_{total} = 797 + 5665 = 6462 \text{ kg}$$

- Verificación contra volteo

$$F_s = \frac{M_r}{M_a} > 1.5$$

Donde:

Fs = Factor de seguridad

M_r = Momento resistente

M_a = Momento actuante

$$F_s = \frac{3632+758}{888} = 4.94 > 1.5$$

- Verificación contra deslizamiento

$$F_s = \frac{P_r}{P_a} > 1.5$$

Donde:

F_s = Factor de seguridad

P_r = Cargas que resiste el muro

P_a = Cargas que actúan sobre el muro

$$F_s = \frac{6462 \cdot 0.9 \tan 30^\circ}{888} = 3.78 > 1.5$$

- Chequeo por estabilidad

Cálculo de la excentricidad

$$e = \frac{\text{Base}}{2} - a$$

Donde:

$$a = \frac{M_r + M_{pc} - M_a}{W_{\text{total}}} = \frac{3532 + 758 - 888}{6462} = 0.54 \text{ mt}$$

$$e = \frac{1.6}{2} - 0.54 = 0.26 \text{ mt}$$

Módulo de sección

$$S_x = \frac{1}{6} B^2 * L$$

Donde:

S_x = Módulo de sección

B = Base

L = Franja de 1 mt de muro

$$S_x = \frac{1}{6} * 1.6^2 * 1 = 0.43$$

Presión máxima y mínima

Presión máxima

$$q_{\max} = \frac{W_{\text{total}}}{B * L} + \frac{W_{\text{total}} * e}{S_x} = \frac{6462}{1.6 * 1} + \frac{6462 * 0.27}{0.43}$$

$$q_{\max} = 8097 \text{ kg/m}^2 < 15000 \text{ kg/m}^2 \text{ no excede el valor soporte del suelo}$$

Presión mínima

$$q_{\min} = \frac{W_{\text{total}}}{B * L} - \frac{W_{\text{total}} * e}{S_x} = \frac{6462}{1.6 * 1} - \frac{6462 * 0.26}{0.43}$$

$$q_{\min} = 131 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ kg/m}^2$$

Se puede concluir que las dimensiones propuestas para el muro son correctas, ya que cumplen con todas las condiciones de diseño.

2.1.10.5. Volumen tanque de succión

Para el diseño del tanque de succión, se tomaron varios factores como las horas de más consumo durante el día, la demanda de agua, el caudal que produce la fuente, y la capacidad para almacenar agua suficiente para no sobrepasar el tiempo de bombeo; bajo estos factores se determinó que el volumen del tanque de succión será de 12 m³. El diseño de la estructura es igual a la descrita en el tanque de almacenamiento.

2.1.10.6. Diseño de la red de distribución

Es la tubería que distribuye el agua a los puntos de toma, en el presente caso se denominan conexiones prediales. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos. Para el diseño de la red es necesario considerar los criterios siguientes:

- Garantizar el buen funcionamiento durante el periodo de diseño, de acuerdo con el consumo máximo horario.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios lógicos y ordenados que estén acordes con el consumo y futuro crecimiento de la localidad.
- La red de distribución se debe dotar de accesorios y obras de arte necesarias para garantizar el correcto funcionamiento; esta debe incluir contadores para la medición del consumo por ser este un proyecto de bombeo.

Por la forma y principio hidráulico de diseño la red que se utilizará será una red ramificadora o abierta, la cual se constituye en forma de árbol; se recomienda cuando las casas están dispersas. Se dice que una red de distribución es abierta cuando existen ramales abiertos que parten de la tubería o línea central de distribución. El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la comunidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

Los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución son: la presión hidrostática no debe sobrepasar los 70 m.c.a., en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 80 m.c.a.; en cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, esta se debe mantener entre 10 y 40 m.c.a., en casos extremos se podrá considerar una presión dinámica mínima de 6 m.c.a. En relación con las velocidades, se recomienda mantener el rango entre 0.40 mt/s y 3.00 mt/s.

Para el caudal de diseño de la red de distribución deberá hacerse el cálculo y la comparación de caudales unitarios con caudales simultáneos, tomando el mayor de los dos, o en su caso tomando el caudal de hora máximo.

- a) Caudal instantáneo: es el caudal que se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal instantáneo en ningún caso será menor a 0.20 lt/s. El caudal está dado por la ecuación:

$$Q_i = \frac{k}{n - 1}$$

Donde:

Q_i = Caudal instantáneo

n = Número de viviendas futuras en el ramal

$k = 0.15$ (0-55 viviendas)

$k = 0.20$ (más de 55 viviendas)

- b) Caudal de vivienda: es el caudal que se basa en la cantidad de agua que consume una vivienda en un ramal determinado.

$$Q_v = \frac{\text{Caudal de distribución}}{\text{Total de viviendas}}$$

Se calculará un tramo de la distribución del tanque de distribución hacia el ramal uno, por ser este un tramo inicial, el caudal a conducir será el de hora máxima:

- Datos para cálculo del tramo

Cota E – 0 = 987.3 mt

Cota E – 20 = 967.18 mt

L = 396.13 mt

Q = 1.075 lt/s

C (PVC) = 140

- Cálculo de la carga disponible

La carga disponible es la diferencia de cota entre niveles.

$$H = C_o - C_f$$

$$H = 987.3 - 967.18 = 20.12 \text{ mt}$$

- Cálculo del diámetro teórico de la tubería

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f}}$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 396.13 * 1.05 * 1.075^{1.85}}{140^{1.85} * 20.12}} = 1.35''$$

La tubería que se utilizará será PVC de 160 PSI con diámetro nominal = 1 ½".

- Cálculo de pérdidas por fricción

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$H_f = \frac{1743.811141 * 396.13 * 1.05 * 1.075^{1.85}}{140^{1.85} * 1.754^{4.87}} = 5.73 \text{ mt}$$

- Cálculo de la velocidad en la tubería seleccionada

$$V = \frac{1.974 * 1.075}{1.754^2} = 0.69 \text{ mt/s}$$

- Cota piezométrica

$$P_z = C_o - H_f$$

Donde:

P_z = Cota piezométrica

C_o = Cota inicial del terreno

H_f = Pérdidas por fricción en la tubería

$$P_z = 987.30 - 5.73 = 981.57\text{mt}$$

- Cálculo de la presión hidrodinámica

$$P_{HD} = P_z - C_f$$

Donde:

P_{HD} = Presión hidrodinámica

C_f = Cota final del terreno

$$P_{HD} = 981.30 - 967.18 = 14.12 \text{ mt}$$

- Cálculo de la presión estática

La presión estática para este tramo es equivalente a la diferencia de alturas (20.12 mt)

Este procedimiento se repite para toda la red de distribución.

2.1.10.3.2. Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

El tramo o sistema de desinfección mínimo que se le debe dar al agua para consumo humano, es de control sanitario y generalmente se aplica para comunidades del área rural, con fuentes provenientes de manantiales, donde el caudal requerido no es muy grande.

La filtración es un método físico, aunque por sí sólo no garantiza la calidad del agua. La ebullición es otro método que destruye gérmenes nocivos que suelen encontrarse en el agua; los rayos ultra violeta es otro método pero tienen muy alto costo. Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo este último el más recomendado.

En este caso, la desinfección se realizará mediante el uso de cloro, ya que es efectivo, económico y fácil de utilizar. El cloro es un poderoso desinfectante que tiene la capacidad de penetrar en las células y de combinarse con las sustancias celulares vivas y es el más común en sistemas de acueductos rurales.

La bomba dosificadora debe de estar localizada en un área que permita las conexiones convenientes, tanto para el tanque de almacenamiento químico como con el punto de inyección. Hay que evitar temperaturas continuas superiores a 40°C.

Para determinar la cantidad de gramos necesarios para clorar el caudal, se aplica la siguiente fórmula:

$$G = \frac{C * M * D}{\% C_L}$$

Donde:

G=Gramos de hipoclorito de calcio

C=Miligramos por litro deseado (0.1%)

M=Litros de agua a tratarse por día

D=Número de días

% C_L=Concentración de cloro (70%)

$$G = \frac{0.001 * 86400 * 0.60 * 30}{0.70} = 2,221.71 \text{ gramos}$$

Entonces, puede verificarse que se necesitarán 5 libras por mes. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento en forma gradual, en el depósito de solución.

2.1.10.7. Obras hidráulicas

Una vez hecho el análisis hidráulico y haber definido tentativamente las estructuras que han de constituir el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de las obras complementarias al sistema.

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas al sistema.

2.1.10.7.1. Válvula de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos que se acumulan en los puntos bajos de las tuberías, se colocan únicamente en la línea de conducción, ya que en la distribución los chorros realizan dicha tarea. Es importante hacer notar que en la red se colocarán en puntos o ramales muertos que quedarán provistos para futuras conexiones, ya que en estos el agua permanecerá estancada por largo tiempo. Estas válvulas están compuestas por una tee, a la cual se conecta lateralmente un niple y una válvula de compuerta, que se puede abrir, para que por medio del agua se expulsen de la tubería todos los sedimentos acumulados.

2.1.10.7.2. Válvula de aire

Al transportar agua en las tuberías en las partes altas se pueden presentar formaciones de bolsas de aire, entonces, se deben colocar las válvulas de aire para eliminar el aire acumulado, para que el agua pase libremente. Estas válvulas serán automáticas para evitar una concentración de presión inadecuada para la tubería o para la misma línea de conducción.

2.1.10.7.3. Caja rompe presión

La resistencia de la tubería contra la presión interna, está limitada por la clase de material y espesor de la misma. Las cajas rompe presión se utilizan para controlar la presión interna de la tubería aliviando o rompiendo la presión en la línea de conducción o distribución. Con esto se evita la falla de la tubería y

de los diferentes accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máximo de los mismos. La caja disipa la presión cuando el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al tener un cambio drástico de sección hidráulica.

2.1.10.7.4. Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes

Los pasos de zanjón se usan cuando no se puede salvar alguna depresión del terreno, como una quebrada profunda o el paso de un río, estas son estructuras con columnas cortas y tubería HG.

Los anclajes de la tubería PVC y HG, se utilizarán de acuerdo con lo indicado en los planos, estas son estructuras de concreto.

2.1.10.7.5. Conexión predial

Se entiende por conexión predial cada servicio que se presta a una comunidad, a base grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que ocupa. Este tipo de servicio es el más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular.

2.1.10.7.6. Pasos aéreos

Estas son estructuras en donde la tubería de HG queda horizontalmente sostenida con cables tirantes y de suspensión, los cuales, a su vez se apoyarán sobre columnas.

A continuación se diseña un paso aéreo de 75 metros de longitud. Los datos son los siguientes:

- Diámetro de tubería HG = 1"
- Longitud = 75 mt
- Peso de tubería + accesorios = 2 lb/ft
- Peso específico del agua = 63.4 lb/ft³
- Diámetro cable = 1/2"
- Peso cable = 0.42 lb/ft
- PU cable = 23000 lb

a) Cargas verticales

Carga muerta

$$CM = W_t + W_a$$

Donde:

W_t = peso de tubería

W_a = peso de agua

$$W_a = (\text{área tubo}) * (\text{peso específico del agua}) = (\pi/4) * (1.049/12)^2 * (62.4)$$

$$W_a = 0.37 \text{ lb/ft}$$

$$CM = 2 + 0.37 = 2.37 \text{ lb/ft}$$

Carga viva

Se asumirá el peso de una persona a lo largo de la tubería, esto debido a posibles reparaciones o a que a veces personas lo utilizan para pasar de un lado a otro, este peso se distribuirá en toda la tubería.

$$CV = \frac{150 \text{ lb}}{20 \text{ ft}} = 7.5 \text{ lb/ft}$$

b) Cargas horizontales

La carga crítica horizontal para esta estructura es la provocada por el viento. Para ello se utilizará una velocidad de viento de 66.72 km/hora.

Tabla VIII. Valores de velocidad del viento

No. de ORDEN	PUNTO DE PLOTEO	VELOCIDAD EN KM./H						
		GUATE-MALA	SAN JOSE	RETAL-HULEU	HUEHUE-TENANGO	PUERTO BARRIOS	POPTUM	FLORES
1	16.67	44.48	44.48	44.48	44.48	55.60	44.48	44.48
2	33.33	44.48	44.48	55.60	44.48	55.60	44.48	44.48
3	50.00	55.60	55.60	55.60	44.48	55.60	44.48	44.48
4	66.67	66.72	55.60	66.72	55.60	66.72	44.48	44.48
5	83.33	66.72	66.72	66.72	66.72	66.72	44.48	66.72

Fuente: Consideraciones de análisis y diseño estructural de pasos elevados para tuberías de conducción de agua por medio de puentes colgantes, pág. 16.

$$q = 0.003323 * V^2$$

Donde:

q = presión del viento (lb/ft^2)

V = velocidad del viento (Km/hora)

$$q = 0.003323 * 66.72^2$$

$$q = 15 \text{ lb/ft}^2$$

$$W = (\text{diámetro de tubo}) * (p \text{ del viento}) = (1.315/12) * (15) = 1.64 \text{ lb/ft}$$

c) Integración de cargas

Según el reglamento del ACI 318S-05, la resistencia requerida U , no debe ser menos que:

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$U = 1.4 * (2.37) + 1.7 * (7.5) = 16.07 \text{ lb/ft}$$

$$U = 0.75 * (1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}) + 1.6W$$

$$U = 0.75 * (16.07) + 1.6 * (1.64) = 14.68 \text{ lb/ft}$$

$$U = 0.90 \text{ CM} + 1.6 W$$

$$U = 0.90 * (2.37) + 1.6 * (1.64) = 4.76 \text{ lb/ft}$$

Donde:

U = Carga última (lb/ft)

CM = Carga muerta (lb/ft)

CV = Carga viva (lb/ft)

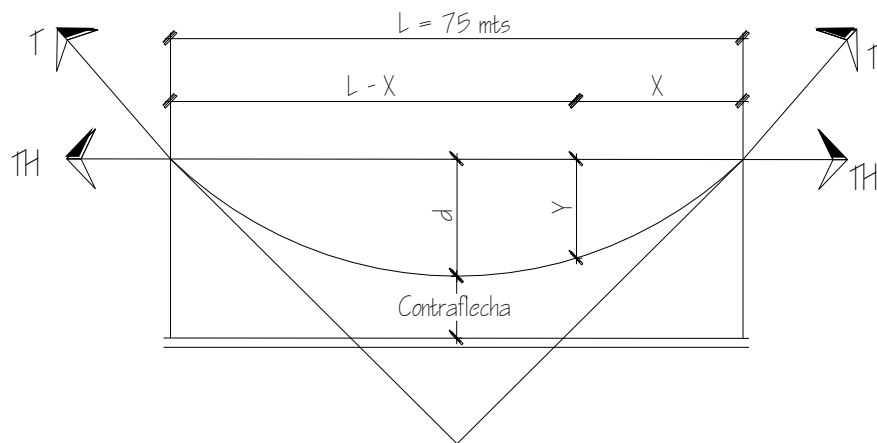
W = Carga de viento (lb/ft)

De acuerdo con los resultados anteriores, se usará $U = 16.07 \text{ lb/ft}$

d) Diseño del cable principal

Para determinar la flecha (d) en pasos aéreos el Dr. D. B. Steinman recomienda una relación entre flecha-luz de L/9 a L/12; sin embargo, en pasos aéreos esta relación da como resultado columnas muy esbeltas, por lo que se determinará una flecha tratando de cumplir con las condiciones de esbeltez $2Lu/r \leq 22$; se considera que la separación máxima entre cable y tubo sea de 20 centímetros.

Figura 9. **Modelo matemático del cable en suspensión**



Fuente: elaboración propia

Para el diseño del cable principal se utilizarán las fórmulas dadas por el Wire Hand Book, 1963, sección 3.

$$TH = \frac{U \cdot L^2}{8d}$$

$$TV = \sqrt{T^2 - TH^2}$$

$$T = TH \cdot \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}}$$

$$Y = \frac{U \cdot X \cdot (S-X)}{2 \cdot TH}$$

Donde:

U = Carga última (lb/ft)

L = Luz (ft)

d = Flecha (ft)

TH = Tensión horizontal (lb)

TV = Tensión vertical (lb)

T = Tensión (lb)

Tabla IX. **Tensión en el cable para diferentes valores de flecha**

U (lb/ft)	L (ft)	d		TH (lb)	T (lb)	TV (lb)
		m	ft			
16.07	246	0.75	2.46	49429.00	49469.00	1989.00
16.07	246	1	3.28	37072.00	37125.00	1984.00
16.07	246	1.25	4.1	29658.00	29724.00	1980.00
16.07	246	1.5	4.92	24715.00	24794.00	1978.00
16.07	246	1.7	5.576	21807.00	21897.00	1984.00
16.07	246	1.8	5.904	20596.00	20691.00	1981.00
16.07	246	3	9.84	12358.00	12516.00	1983.00

Fuente: elaboración propia

De la tabla tensión en el cable para diferentes valores de flecha se seleccionó el valor $d = 1.8$ mts., con lo cual se tiene una tensión de 20691 lb.

El cable que se usará será de $\frac{1}{2}$ ", con alma de acero de 6*19 hilos, puesto que posee un esfuerzo de ruptura de 27200 lb (peso cable = 0.42 lb/ft), y este garantiza que se soporte la tensión provocada por la carga muerta considerada. Integrando el peso propio del cable a la carga muerta se tiene:

$$CM = 2.37 \text{ lb/ft} + 0.42 \text{ lb/ft} = 2.79 \text{ lb/ft}$$

$$U = 1.4(2.79) + 1.7(7.5) = 16.67 \text{ lb/ft}$$

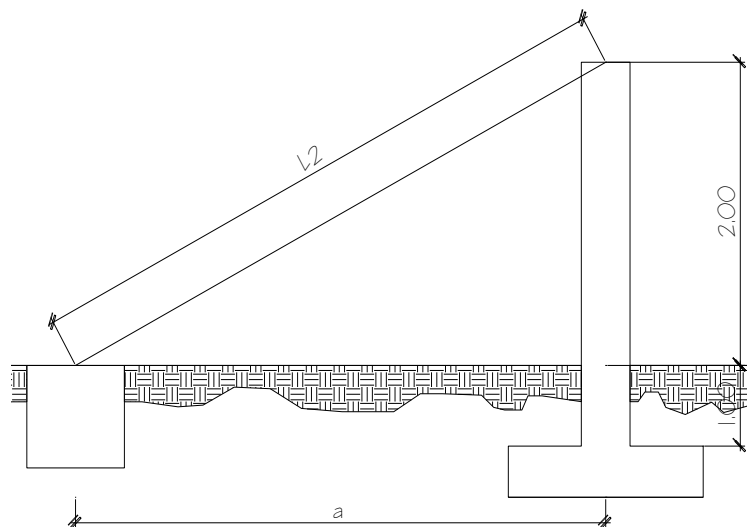
$$TH = \frac{16.67 \cdot 246^2}{8 \cdot 5.904} = 21,359 \text{ lb}$$

$$T = 21,359 \cdot \sqrt{1 + \frac{16 \cdot 5.904^2}{246^2}} = 21,457 \text{ lb}$$

$$TV = \sqrt{21,359^2 - 21,457^2} = 2,049 \text{ lb}$$

e) Longitud total del cable principal

Figura 10. **Esquema de tensores**



Fuente: elaboración propia

Según el Wire Rope Hand Book, si la relación flecha-luz es menor o igual al 5%, la longitud (L_1) está dada por la siguiente fórmula:

$$L_1 = L + \frac{8d^2}{3L}$$

Donde:

L = Longitud de paso aéreo (mt)

L₁ = Longitud de cable principal (mt)

d = Flecha

Relación flecha-luz

$$\text{Rel \%} = \frac{1.8 \text{ mt}}{75 \text{ mt}} * 100 = 2.4\%$$

$$L_1 = 75 + \frac{8 * 1.8^2}{3 * 75} = 75.12 \approx 76 \text{ mt}$$

Distancia a entre columna y muerto, según el Dr. D.B. Steinman, la que se utilizará es:

$$a = \frac{L}{4} = \frac{75}{4} = 18.75 \text{ mt}$$

Se utilizará un valor de a = 8.50 mts., de manera que se aplica el teorema de Pitágoras de la siguiente manera:

$$L_2 = \sqrt{8.5^2 + 2^2} = 8.73 \text{ mt}$$

La longitud del cable principal será L₁ + 2*L₂ + 10% de incremento por dobleces y empalmes.

$$L_{\text{total}} = (76 + 2 * 8.73) * 1.10 = 102.80 \text{ mt}$$

f) Diseño de péndolas

Las péndolas son tirantes verticales que sostienen la tubería, y van unidas al cable principal por medio de mordazas. Según el Dr. D.B. Steinman, la separación óptima entre péndolas es de 2.00 mts. La carga de tensión soportada por cada péndola está dada por la siguiente ecuación:

$$Q = U \cdot S$$

Donde:

Q = Carga de tensión de la péndola

U = Carga última

S = Separación entre péndolas

$$Q = 16.67 \cdot 2 \cdot 3.28 = 109.36 \text{ lb}$$

Para las péndolas se usará cable 1/4" cuyo esfuerzo de ruptura es de 3600 lb. Al calcular la longitud de cada péndola se utiliza la ecuación del Wire Rope Hand Book, para hallar el valor de Y.

$$Y = \frac{U \cdot X \cdot (S - X)}{2 \cdot TH}$$

Tabla X. **Altura de péndolas**

No.	X	L-X	Y (mt)	No Pendol	Altura Pendola	Lpend
1	2.5	73	0.23	2	1.77	3.54
2	4.5	71	0.41	2	1.59	3.19
3	6.5	69	0.57	2	1.43	2.86
4	8.5	67	0.72	2	1.28	2.55
5	10.5	65	0.87	2	1.13	2.27
6	12.5	63	1.00	2	1.00	2.00
7	14.5	61	1.12	2	0.88	1.75
8	16.5	59	1.24	2	0.76	1.53
9	18.5	57	1.34	2	0.66	1.32
10	20.5	55	1.43	2	0.57	1.14
11	22.5	53	1.51	2	0.49	0.98
12	24.5	51	1.58	2	0.42	0.83
13	26.5	49	1.65	2	0.35	0.71
14	28.5	47	1.70	2	0.30	0.61
15	30.5	45	1.74	2	0.26	0.53
16	32.5	43	1.77	2	0.23	0.46
17	34.5	41	1.79	2	0.21	0.42
18	36.5	39	1.80	2	0.20	0.40
Σ						27.09

Fuente: elaboración propia

Debido a los amarres y accesorios en las péndolas se incrementará su longitud total a un 20%.

$$L_{total} = 27.09 * 1.20 = 33 \text{ mt}$$

g) Torres o soportes

Estas torres servirán fundamentalmente para cambiar el sentido a la tensión del cable principal, en dirección del momento o del anclaje. Serán de concreto reforzado, mientras que sus dimensiones son: altura de 3 mt, con una sección de 0.50 * 0.50 mt. Estos elementos contarán con una zapata de 0.25 mt de espesor y 1.00 mt por lado

Los datos a utilizarán son los siguientes:

- Módulo de elasticidad del concreto (E) = $15,100 * (f'c)^{1/2}$
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico del concreto (δ_c) = 2.40 ton/m^3
- Peso específico del suelo (δ_s) = 1.5 ton
- Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2.5 ton/m^3
- Valor soporte del suelo (V_s) = 15 ton/m^2

En una columna la esbeltez está en función de la luz libre (Lu) y su dimensión transversal, que se conoce como radio de giro ($r = L/A$, el cual también está en función de la inercia y del área. Por esto, un parámetro que determina en una columna la esbeltez es L/r .

Se considera una longitud efectiva, $Le = kLu$ que es proporcional a la luz libre, donde el factor k depende del tipo de apoyo que tiene la columna, que para el caso general no será simplemente apoyada ni tendrá un empotramiento perfecto. Por lo que se clasifica como columna esbelta cuando la relación de esbeltez se mantiene entre el intervalo siguiente:

$$22 < \frac{kLu}{r} < 100$$

Momento de inercia

$$I = \frac{B * h^3}{12} = \frac{0.50 * 0.50^3}{12} = 0.005208 \text{ mt}^4$$

Radio de giro

$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2} = \left(\frac{0.005208}{0.50*0.50}\right)^{1/2} = 0.1443$$

Cheque por esbeltez

$$E = \frac{k*Lu}{r} = \frac{2*2}{0.1443} = 27.72$$

Por lo que se considerará como una columna esbelta, por estar entre el intervalo dado anteriormente; por lo tanto, se deben de magnificar los momentos actuantes, pero en este caso la columna no soporta ningún momento actuante, solo trabajará con carga axial, por lo que se omitirá este análisis.

Para encontrar la carga crítica en una columna con un extremo empotrado y el otro libre, se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{(k * Lu)^2}$$

Donde:

P_{cr} = Carga crítica en la columna

E = Módulo de elasticidad del concreto

I = Momento de inercia

Lu = Luz libre de la columna

k = 2

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 15,100 * \sqrt{210} * 520833.33}{(2 * 200)^2} = 703 \text{ ton}$$

Refuerzo longitudinal en la columna

Se considera que en la columna sólo está actuando una carga axial muy pequeña, en comparación con la resistencia de la misma. De lo anterior se usará el criterio de la sección 10.8.4 del Reglamento ACI 318-S-05, que indica que cuando un elemento sujeto a compresión tienen una sección transversal mayor a la requerida para las condiciones de carga con el fin de determinar el refuerzo mínimo, se puede emplear un área efectiva reducida A_g , no menor que un medio del área total.

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.01 A_g}{2}$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$ = Área de acero mínimo

A_g = Área de la columna (área gruesa)

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.01 * (50*50)}{2} = 12.5 \text{ cm}^2$$

Se usarán 4 varillas No. 5 + 4 varillas No. 4

$$A_s = 12.99 \text{ cm}^2$$

La carga axial que soportará la columna es

$$P_u = \phi (0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$$

Donde:

P_u = Carga axial soportada por la columna

$\phi = 0.70$ (para elementos sometidos a carga axial)

A_{st} = Área de acero a usar

$$P_u = 0.70 * (0.85 * 210 * (2500 - 12.5) + 12.5 * 2810) = 268.32 \text{ ton}$$

Refuerzo transversal en la columna

Según el código ACI 318-S-05, la separación entre estribos será el menor de los siguientes tres enunciados:

- 16 diámetros de la varilla longitudinal
 $16 * 1.5875 = 25 \text{ cm}$
- 48 diámetros de la varilla de estribo
 $48 * 0.635 = 30 \text{ cm}$
- El lado menor de la columna
 50 cm

De lo anterior se puede concluir que se utilizará estribo No. 2 @ 25 cm.

h) Zapata

La carga que soportará la zapata no es muy grande, por este motivo se adoptará el peralte mínimo recomendado por el ACI.

Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior = 15 cm.

Recubrimiento mínimo del refuerzo 7.5 cm

$15 + 7.5 = 22.5$ por lo cual se adoptará un peralte de 25 cm

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{U}{CM + CV}$$

Donde

Fcu = Factor de carga última

U = Carga última

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

$$F_{cu} = \frac{16.61}{2.79 + 7.5} = 1.62$$

Integración de cargas que soportará la zapata

- Tensión del cable principal = 0.93 ton
- Peso col ($3 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 2.4$) = 1.8 ton
- Peso suelo ($1 \cdot (1 - 0.25) \cdot 1.5$) = 1.13 ton
- Peso zapata ($1 \cdot 0.25 \cdot 2.4$) = 0.6 ton

$$P_z = 4.46 \text{ ton}$$

$$\frac{P_z}{A_z} < V_s$$

Donde:

Pz = Cargas que soportará la zapata

Az = Área de la zapata

Vs = Valor soporte del suelo

$$\frac{4.46}{1 \cdot 1} = 4.46 < 15 \text{ ton}$$

Carga última soportada por la zapata

$$W_u = P_z \cdot F_{cu} = 4.46 \cdot 1.62 = 7.23 \text{ ton}$$

Chequeo por corte simple

Se debe cumplir que $V_a < V_c$

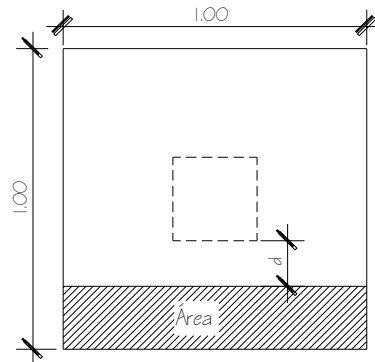
Donde:

V_a = Corte actuante

V_c = Corte resistente

d = Peralte efectivo = 17 cm

$$V_a = W_u * B * t = 7.23 * 1 * 0.25 = 1.81 \text{ ton}$$



$$V_c = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * B * d}{1000} = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 17}{1000} = 11.09 \text{ ton}$$

Se puede concluir que si se cumple que $V_a < V_c$, sí resiste el corte simple.

Chequeo por corte punzonante

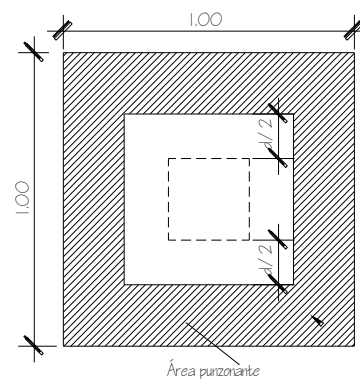
Se debe cumplir que $V_a < V_c$

Donde:

V_a = Corte actuante

V_c = Corte resistente

d = Peralte efectivo = 17 cm



$$V_a = W_u * (\text{área de zapata} - \text{área punzonante})$$

$$V_a = 7.23 * (1^2 - (0.5 + 0.17)^2) = 3.98 \text{ ton}$$

$$V_c = \frac{0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot (\text{perimetro punzonante}) \cdot d}{1,000}$$

$$V_c = \frac{0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot (4 \cdot (50+17) \cdot 1.06) \cdot 17}{1,000} = 59.49 \text{ ton}$$

Chequeo por flexión

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2}{2} = \frac{7.23 \cdot 0.25^2}{2} = 0.23 \text{ ton-mt}$$

Donde:

Mu = Momento último

L = Peralte de la zapata

Área de acero requerida

$$A_s = \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0.003825 \cdot f_c}} \right] \cdot \left(\frac{0.85 \cdot f_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left[100 \cdot 17 - \sqrt{(100 \cdot 17)^2 - \frac{0.23 \cdot 100}{0.003825 \cdot 210}} \right] \cdot \left(\frac{0.85 \cdot 210}{2810} \right) = 0.53 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = 0.002 \cdot 100 \cdot 17 = 3.4 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero requerida es menor que el área de acero mínima, se usará $A_s = 3.4 \text{ cm}^2$.

Usar varilla No. 3 @ 20 cm.

2.1.11. Presupuesto

Es el proceso mediante el cual, se determina el costo total de un proyecto antes de su ejecución, desglosando el costo de las diferentes actividades que se llevan a cabo para su realización, y cada elemento que integra el mismo.

La valoración total del proyecto se obtiene partiendo del precio unitario fijado para las unidades base por la cantidad que se utilizará de estas; dato que se obtiene de la cuantificación de materiales y mano de obra (ver anexos).

2.1.12. Programa de operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento de un sistema de agua comprende una serie de acciones que deben llevarse a cabo, con el objeto de prever daños o perjuicios en la red, obras hidráulicas o equipos, con la intención de garantizar un buen funcionamiento del sistema y servicio, para lo cual es necesario llevar a cabo un mantenimiento tanto preventivo como correctivo en el sistema.

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones planificadas que se realizan periódicamente para prevenir daños en el sistema; mientras que el mantenimiento correctivo consiste en una pronta reparación de cualquier avería ocasionada en la red, equipo y obras hidráulicas, con el fin de hacer eficiente el sistema.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua, es necesario contar con un fontanero que esté capacitado para llevar a cabo dichas labores, el cual deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual.

Programa de operación y mantenimiento

- Captación

Cada semana: limpieza de caja de captación, abriendo válvula de compuerta para eliminar sedimentos en el fondo.

Cada 3 meses: limpia y chapeo de áreas adyacentes, limpieza de paredes para eliminación de formación de algas. Toma de muestra para análisis de laboratorio.

Cada 4 meses: inspección de área adyacente para determinar posible contaminación de fuentes, inspección ocular de actividades de deforestación cercanas a la fuente, revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones, revisión de válvulas para determinar posibles fugas.

Cada 6 meses: lavar caja de captación, con cepillo plástico sin jabón o detergente.

- Bombeo

Eventual: reparación de averías menores en el sistema de bombeo, reparación del equipo de bombeo y válvulas para el óptimo funcionamiento del sistema.

Mensual: revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones.

- Tanque de distribución y succión

Eventual: reparación de estructuras, reparación – cambio de válvulas.

Mensual: revisión de válvula, limpieza del área.

Trimestral: revisión de estructuras.

- Cajas de válvulas

Eventual: reparación de cajas, reparación de válvulas.

Trimestral: revisión de cajas, revisión de válvulas y engrase de candado.

- Línea de conducción y distribución

Eventual: reparación de fugas.

Mensual: revisión de líneas, verificación de fugas.

- Conexiones prediales

Eventual: reparación de válvulas de paso, reparación-cambio válvula de grifo.

Trimestral: revisión de válvulas de paso y de válvula de grifo.

- Equipo de hipocloración

Semanal: chequear el volumen de solución en los recipientes de mezclado.

Mensual: revisar válvulas, tubería y dosificador para determinar daños; verificar cloro residual en puntos más lejanos de la red de distribución.

- Costo de operación (O)

Este costo representa el pago al fontanero y operador de la bomba, se supone un jornal de Q 60.00 al día, a esto se le incrementa un 40% más del salario normal por prestaciones laborales, y se obtiene de la siguiente manera:

$$O = 75 * 1.4 * 30 \text{ días} = Q 3,150.00$$

- Costo de mantenimiento (M)

Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto dividido entre el número de años del período de diseño.

$$M = \frac{0.004 * \text{costo total del proyecto}}{20} = \frac{0.004 * 1,405,280.90}{20} = Q 281.06$$

- Costo del tratamiento (T)

Es el costo que se requiere para la compra de cloro, que fue el método seleccionado para la desinfección del agua; se hará mensualmente.

$$T = N * Pr$$

Donde:

N = Libras de cloro por mes

Pr = Precio de la libra de cloro

$$T = 5 * 50 = Q 250.00$$

- Costo de reserva (R)

Se denomina así, a una reserva de dinero que se debe tener para cualquier imprevisto que afecte al proyecto, el cual será un 8% de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 8% * (O + M + T) = 0.08 * (3,150 + 281.06 + 250) = Q 294.48$$

- Costo de administración (A)

Representa un fondo que servirá para gastos de papelería, viáticos, sellos, etc. Se estima que es un 15% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$A = 15\%*(O+M+T) = 0.15*(3,150+281.06+250) = Q 552.15$$

- Costo de energía (E)

Comprende la cantidad de energía que gasta la bomba durante un mes completo y se calcula de la siguiente manera.

$$E = \text{kwh} * \# \text{ horas al día} * \# \text{ días} * Pk$$

Donde:

kwh = cantidad de kilowatt que gasta la bomba en una hora

horas = cantidad de horas de bombeo (12)

días = días de servicio en un mes (30)

Pk = precio por cada kilowatt (Q1.84)

$$E = 0.5595 * 12 * 30 * 1.84 = Q 370.62 / \text{mensual}$$

2.1.13. Evaluación de impacto ambiental

Este término define la alteración del ambiente causada por la implementación de un proyecto, por lo tanto los factores a alterarse son: el sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y

estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano. Existen regiones bien definidas del medio ambiente terrestre: la corteza rocosa y montañosa de la tierra llamada litosfera, los gases circundantes que rodean a la tierra y forman la llamada atmósfera, la hidrósfera que incluye el agua de los lagos, ríos, mares y depósitos subterráneos al igual que el agua en forma de nieve y hielo; estas regiones están relacionadas entre si y forman el medio ambiente normal del ser humano y se citan en conjunto con el termino ecosfera. En este contexto el concepto ambiente incluye el conjunto de factores físicos, sociales, culturales y estéticos en relación con el individuo y la comunidad. El impacto ambiental en su más amplio sentido, es causado por la presencia de un proyecto que puede provocar efectos positivos como negativos. El procedimiento para la evaluación del impacto ambiental, tiene como objetivo determinar la relación que existe entre el proyecto propuesto y el ambiente en el cual va a ser implementado. Esto se lleva a cabo considerando la mayor cantidad de información disponible sobre diversos aspectos técnicos, legales, económicos, sociales y ambientales que permitan un juicio sobre su factibilidad y aceptabilidad.

Para la evaluación del impacto ambiental se han propuesto numerosos métodos, muchos de los cuales surgieron al inicio de la década del setenta. A lo largo del desarrollo del proyecto se realizarán actividades como: tala de árboles, chapeo, desmonte y zanjeo para la construcción de los componentes tales como las obras de arte, el tanque de captación, el tanque de bombeo, la línea de impulsión y la línea de distribución.

En forma general se describe la contaminación del medio ambiente como la presencia de elementos de origen químico, físico y biológico los cuales

pueden ser nocivos a los seres vivos. Además, puede degradar la calidad de atmósfera, del agua, del suelo, recursos naturales y bienes culturales en general. La contaminación se puede dar por:

- Contaminantes físicos: Son contaminantes inertes, algunos de estos tienen un origen natural como los sedimentos que son ocasionados por la erosión de los suelos producida durante las lluvias, tendríamos también todos los desperdicios y desechos generados durante la construcción y funcionamiento del proyecto, estos son de origen humano.

- Contaminantes químicos: Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos. Los contaminantes orgánicos provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales, pero en nuestro caso particular son desperdicios que contienen sustancias diversas, sustancias disueltas tales como: las sales metálicas solubles, tal es el caso de las sales metálicas como cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, carbonatos, también los desechos de ácidos, bases y gases tóxicos disueltos. Sabemos que los ácidos pueden ser mortales para la vida acuática y originan la corrosión de metales y el desgaste fisicoquímico del concreto.

- Contaminantes biológicos: Aquí se incluyen bacterias y virus que producen enfermedades. Ciertas bacterias son inofensivas y otras participan en la descomposición de compuestos orgánicos. Las bacterias y los virus indeseables son los que producen enfermedades tales como la tifoidea, la difteria, la poliomielitis, la hepatitis y el cólera. Generalmente se asume que los miembros de la comunidad y los trabajadores del proyecto son capaces de contaminar el aire y el agua a utilizar con agentes infecciosos, desafortunadamente la identificación de agentes infecciosos específicos en los

abastecimientos de agua, requieren del análisis de una innumerable cantidad de muestras continuamente, mediante la utilización de sofisticados métodos generalmente basados en técnicas estadísticas como el número más probable. Estos métodos determinan el número más probable de bacterias intestinales que se encuentran en una muestra de agua dada. Estos organismos no son patógenos, pero su concentración es un indicador de la posible contaminación patógena de un determinado abastecimiento de agua.

- Contaminación auditiva: La descripción física de ruido es cualquier sonido indeseable aunque este es un concepto subjetivo, porque lo que puede parecer agradable para una persona, para otra no lo será. De todos los atributos que distinguen entre un sonido deseado y otro desagradable, el que por regla general considerado como un el más significativo es la intensidad. Cualquier ruido mayor de 80 decibeles ocasiona sobre el ser humano estrés y pérdidas auditivas.

- Contaminación visual: Se refiere a la alteración de las áreas naturales por desmonte, chapeo, tala de árboles, zanjeo y en general por la construcción de todos los elementos que componen al proyecto.

Tabla XI. **Matriz de correlación de impacto ambiental**

Aspectos	Captación	Zanjeo	Tuberías	Purificación	Mantenimiento de equipo	Limpieza tanques	Extracción de basura
Hidráulico	-1				-2	2	1
Suelos		-1	-1		-1	-1	-1
Atmosférico				-1	-1		
Biológico				+1		1	-1
Ruido					-1		
Olor					-1		
Cont. Visual	-1	-1					-1
Social	2	2	2	2	2	2	2
Sumatoria	0	0	1	2	-3	4	0

Contaminación drástica: -2

contaminación mínima: -1

beneficios: +2, +1.

Fuente: elaboración propia

La sumatoria da una diferencia de +4 por lo que es factible construir el proyecto. Los aspectos positivos se ven aumentados por la generación de empleos durante la construcción y funcionamiento del sistema de agua potable y por los beneficios que obtiene la población al contar con este servicio.

2.1.14. Propuesta de tarifa

Para el presente proyecto se propone una tarifa mensual por cada usuario, la cual deberá cubrir como mínimo los costos anteriormente descritos, para calcular dicha tarifa se utilizará la siguiente ecuación:

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{O+M+T+A+R+E}}{\# \text{ conexiones}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{3,150+281.06+250+294.48+552.15+370.62}{109 \text{ viviendas}} = \text{Q } 44.94 / \text{ mensual}$$

La tarifa se puede ajustar de acuerdo con las posibilidades de pago de los usuarios, y para el presente proyecto se propone una tarifa de Q 45.00 mensuales.

2.1.15. Evaluación socio-económica

2.1.15.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto (VPN) es el procedimiento que permite calcular el valor presente de una determinada suma de los flujos netos de caja

actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el periodo considerado. La obtención del valor presente neto constituye una herramienta fundamental para la evaluación de proyectos como para la administración financiera, para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia; cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que toma en cuenta el valor tiempo, dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, se aplica a la fecha del inicio del proyecto.

El proyecto de abastecimiento de agua en el caserío El Rosario, aldea Los Encuentros, requiere una inversión inicial del costo total del proyecto siendo Q 1,405,280.90, teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente: 109 viviendas * Q 45.00 * 12 meses = Q58,860.00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 5% anual para 20 años.

$$\text{VPN} = -1,405,280.90 + 58,860 \left(\frac{P}{A}, 5\%, 20 \right)$$
$$\text{VPN} = -1,405,280.90 + 58,860 * \left[\frac{(1+0.05)^{20} - 1}{0.05 * (1+0.05)^{20}} \right] = -Q -671755.20$$

En conclusión se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para la comunidad.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso inicial; también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error se comienza con una tasa tentativa de actualización y con el mismo, se trata de calcular un valor actual neto, se tantea hasta que sufra un cambio de signo el VP.

Para el proyecto se tiene una inversión $I = Q 1,405,280.90$ y se producirá un beneficio anual de $Q58,860.00$, con vida de servicio de 20 años.

Se utilizará una tasa de interés de -10%

$$VPN = -1,405,280.90 + 58,860 * \frac{1}{(1+(-0.10))^{20}} = -921,141.90$$

Se utilizará una tasa de interés de -15%

$$VPN = -1,405,280.90 + 58,860 * \frac{1}{(1+(-0.15))^{20}} = 113,313.32$$

2.2. Diseño de Casa Materna, caserío Xolbé, cantón El Tablón

2.2.1. Infraestructura para la Casa Materna

Este proyecto tiene como objetivo proveer infraestructura para la atención de mujeres en estado de gestación, así como de recién nacidos, en la comunidad sololteca.

Es el primer proyecto de este tipo, el cual es concebido para mantener la culturalidad de la región, y tener una relación más cordial, entre comadronas y mujeres en estado de gestación, creando un ambiente más familiar al acostumbrado en los hospitales.

2.2.1.1. Localización del terreno

Para la construcción de la casa materna, se dispone de un terreno rústico en el caserío Xolbé, cantón El Tablón. Alrededor del mismo, no se encuentra ninguna construcción, y está a la orilla del camino vecinal.

2.2.1.2. Topografía del terreno

La forma del terreno, vista en planta, es cuadrada, cuenta con un área de 676 mt², y no presenta mayor depresión; por lo que se puede considerar como un terreno plano.

2.2.1.3. Evaluación del suelo

Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 2.00 mts de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 ft³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo estos:

- Ángulo de fricción interna (Φ) = 16.05°
- Cohesión: C = 5.1 ton/mt²
- Descripción del suelo = Arena limo-arcilloso, color café claro
- Densidad seca = 0.95 ton/mt³

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó la ecuación general de capacidad de carga:

$$q_u = CN_c F_{cd} F_{cs} F_{ci} + q F_{qd} F_{qs} F_{qi} + 1/2 \gamma F_{\gamma d} F_{\gamma s} F_{\gamma i}$$

Donde:

- C = cohesión
- q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación (γD)
- γ = Peso Específico

- B = Ancho de la cimentación

Datos:

- Base (B) = 1.5 mt
- Peso específico del suelo (δ_s) = 1.49 ton/mt³
- $\Phi = 16.05^\circ = 0.28$ radianes
- C = 5.1 ton/mt²
- Df = 2 mt

Factor de flujo de carga (Nq)

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\Phi}{2} \right) e^{\pi \tan \Phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{16.05}{2} \right) e^{\pi \tan 16.05} = 4.36$$

Factor de flujo de carga última (Nc)

$$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi = (4.36 - 1) \cot 16.05 = 11.68$$

Factor de flujo del suelo (N_δ)

$$N_\delta = 2(N_q + 1) \tan \phi = 2(4.95 + 1) \tan (16.05^\circ) = 3.08$$

Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right) = 1 + \left(\frac{1.5 \text{ mt}}{1.5 \text{ mt}} \right) \left(\frac{4.36}{11.68} \right) = 1.37$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \Phi = 1 + \left(\frac{1.5 \text{ mt}}{1.5 \text{ mt}}\right) \tan 16.05 = 1.29$$

$$F_{ys} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right) = 1 - 0.4 \left(\frac{1.5 \text{ mt}}{1.5 \text{ mt}}\right) = 0.6$$

Factores de profundidad

$$\frac{Df}{B} = \frac{2 \text{ mt}}{1.5 \text{ mt}} = 1.33$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{Df}{B}\right) = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{2 \text{ mt}}{1.5 \text{ mt}}\right) = 1.37$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \text{sen } \Phi)^2 = 1 + 2 \tan 16.05 (1 - \text{sen } 16.05)^2 = 1.28$$

$$F_{yd} = 1$$

Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{ci} = \left(1 + \frac{\beta}{90}\right)^2 = \left(1 + \frac{0}{90}\right)^2 = 1$$

$$F_{yd} = \left(1 + \frac{\beta}{\Phi}\right)^2 = \left(1 + \frac{0}{16.05}\right)^2 = 1$$

$$q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + (1/2) \gamma_s B N_\gamma F_{ys} F_{yd} F_{yi}$$

$$q = D \cdot \gamma_s$$

$$q_u = (5.1 \text{ ton/mt}^2)(11.68)(1.37)(1.37)(1) + (2\text{mt})(1.49 \text{ ton/mt}^3)(4.36)(1.29)(1.28)(1) \\ + (1/2)(1.49 \text{ ton/mt}^3)(1.5 \text{ mt})(3.08)(0.6)(1)(1) = 135.32 \text{ ton/mt}^2$$

Capacidad de carga última neta ($q_{\text{net } u}$)

$$q_{\text{net } u} = q_u - D \cdot \delta_s = 135.32 - 2 \cdot 1.49 = 132 \text{ ton/mt}^2$$

Valor soporte del suelo ($V_s = q_{\text{ad}}$)

$$q_{\text{ad}} = \frac{q_{\text{net } u}}{FS}$$

FS = es un factor de seguridad comprendido entre 3 y 4, que depende el tipo de suelo, para el presente caso, según las características del suelo, y las condiciones de trabajo en la municipalidad de Sololá, se usará FS = 4.

$$q_{\text{ad}} = \frac{132}{4} = 33 \text{ ton/mt}^2$$

Por facilidad de trabajo, se redondeara y se tomara un valor más conservador. Tomando en cuenta los cálculos realizados y basados en las características del suelo se utilizará un valor soporte $V_s = 30 \text{ ton/mt}^2$. Según la descripción de la muestra se clasifica en como un suelo areno limo-arcilloso y comparado con la tabla XII, vemos que el resultado se encuentra dentro de los rangos especificados para el suelo con las características antes mencionadas.

Tabla XII. **Valor soporte permisible, según el tipo de suelo**

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos		
Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca Regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca Agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Jadenón Cabrera, Guía teórica para el curso de cimentaciones 1. Pág. 44

2.2.1.4. Normas para el diseño

Las normas que se aplicarán son las de ensayos de materiales (ASTM) y Reglamento de Concreto Estructural (ACI 318 S 05), las cuales son conocidas desde el inicio del proceso de formación del estudiante de Ingeniería Civil.

Es necesario manejar normas que permitan diseñar en forma adecuada atendiendo los requerimientos analizados con anterioridad. Para lograr la confiabilidad en el diseño, se tomarán en cuenta las normas AGIES y UBC 97. Para cumplir con los requerimientos para el acero estructural, se consultó la norma COGUANOR NGO 36011 y COGUANOR NGO 4010, en estas se dan especificaciones para realizar pruebas y ensayos; inspección y aceptación o

rechazo; almacenamiento y transporte, así como dimensionamiento y espaciado de las corrugas de las barras.

2.2.1.5. Criterios generales

2.2.1.5.1. Criterios de conjunto

- Conjunto arquitectónico: se toman como requisitos mínimos los solicitados por los beneficiarios, complementándose con respecto a su funcionalidad, incluyendo todas las áreas que se utilizarán.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación es de norte a sur, de preferencia, abriendo las ventanas hacia el norte.
- Altura y superficie de la Casa Materna: la superficie varía en función de las necesidades que se satisfarán, tanto en capacidad como servicios a prestar, y la altura está dada de acuerdo con la solicitud hecha por la comunidad, colocando como límite tres niveles.

2.2.1.5.2. Criterios de iluminación

Los lugares de trabajo deben tener la iluminación adecuada para la seguridad y buena conservación de salud de los trabajadores.

La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy enmarcados.

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.

La iluminación debe ser natural, disponiéndose una superficie de iluminación proporcionada a la del local y clase de trabajo, complementándose mediante luz artificial.

Cuando no sea facilitada la iluminación natural, debe sustituirse por la luz artificial, en cualquiera de sus formas, siempre que ofrezca garantía de seguridad; el número de fuentes de luz, su distribución e intensidad, deben estar en relación con altura, superficie local y trabajo que se realice. La iluminación natural, directa o indirecta, no debe ser tan intensa, para no exponer a los trabajadores a sufrir accidentes o daños en su salud.

2.2.1.5.3. Otros criterios

- Ventilación: en los locales cerrados destinados al trabajo y a las dependencias anexas, el aire debe renovarse de acuerdo con el número de trabajadores, garantizando un ambiente apto de trabajo.
El aire de estos lugares de trabajo y anexos debe mantenerse en un grado de pureza tal, que no resulte nocivo para la salud del personal.

La renovación del aire puede hacerse mediante ventilación natural o artificial, debiéndose tener en cuenta la velocidad, forma de entrada, cantidad por hora, personas, temperatura y humedad, con el objeto de que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores.

- Criterios de color: estas instituciones han sido pintadas tradicionalmente, y aún se siguen pintando, con un blanco deslumbrante, porque así se entiende que son mejor satisfechos los requerimientos higiénicos. En el hospital o la clínica moderna ya no se usa el blanco, porque produce una sensación deprimente, y son utilizados otros colores, porque estos ejercen sobre el paciente una acción de bien reconocida terapia y también por sus efectos en el confort visual.

El color no es simplemente un factor de satisfacción estética, sino el medio que sirve para crear, tanto en enfermos y visitantes, como en el personal clínico, un efecto psicológico. No todos los colores tienen análoga potencia ni utilidad; en su selección debe intervenir una razón de función, ya que en unas partes o sectores habrán de actuar de manera estimulante y alegre y en otras deben servir para calmar y manifestarse discretamente. Los colores serán escogidos conociendo sus propiedades terapéuticas, considerando sus potencias psicológicas y fisiológicas y tratando de evitar esa impresión severa y fría que es característica en las instituciones anticuadas.

Las salas de espera o visita pueden ser tratadas con variedad, aunque sin excesos en el color. Las paredes podrán ser pintadas con colores diferentes, pero que sean armónicos; si en dos de ellas se hace uso de un color gamuza, gris o verde-azul claro, las otras dos pueden ser resueltas

con un color más estimulante en rosa o melocotón. También es posible romper la impresión de un efecto monótono con un cambio menos ostensible, pudiéndose contrastar el melocotón o crema de las paredes, con verdes o azules suaves en cortinajes y muebles o inversamente, si las paredes están pintadas con colores fríos pálidos, las cortinas y muebles o alfombras pueden ser de color rosa o melocotón.

Los techos no deben ser blancos, porque para los pacientes que están muchas horas o muchos días en el lecho y mirando aquellos, el blanco es deprimente y deslumbrante; su color debe ser el mismo que el de la pared, aunque en tonalidad más clara.

Los quirófanos o salas de operaciones no serán pintados de blanco ni tampoco deberán estar revestidos con azulejos que tengan brillo molesto y deslumbrante, que trastorna la función ocular. En las clínicas modernas, tanto las paredes y superficies como la indumentaria de los operadores y personal ayudante, son en verde-azul claro, porque es el color complementario.

2.2.1.5.4. Instalaciones

Las instalaciones que se utilizarán en este edificio son las hidráulicas, sanitarias y eléctricas. En su diseño y colocación se debe garantizar 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.

2.2.2. Diseño de la casa materna

2.2.2.1. Diseño arquitectónico

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 funcional y cómodo para su uso.

La Casa Materna se diseñó de acuerdo con el programa de necesidades dado por la comunidad, agregándole espacios que a criterio profesional eran necesarios dentro de un proyecto de este tipo. Se buscó utilizar al máximo la luz natural para una buena iluminación.

2.2.2.2. Ubicación de la casa materna en el terreno

La correcta orientación de la edificación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asolamiento de todos los ambientes del mismo. 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.

2.2.2.3. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace de acuerdo con lo indicado en libro “Neufert, Arte de proyectar arquitectura”, para realizar una optima distribución, tratando de aprovechar todos los espacios disponibles dentro de la instalación.

2.2.2.4. Altura del edificio

El edificio se va a diseñar de tres niveles, bajo las necesidades planteadas por la comunidad. La altura de todos los ambientes es la misma y se deja con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

2.2.2.5. Selección del sistema a utilizar

Un edificio con sistema de marcos es esencialmente una estructura espacial completa que soporta las cargas gravitatorias. Los procedimientos y limitaciones para el diseño de estructura, se determinará considerando: zonificación, características del lugar, ocupación, configuración, sistema estructural y altura, de acuerdo con las normas aplicables.

En la elección del sistema estructural influyen los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar, y la técnica para realizar la obra.

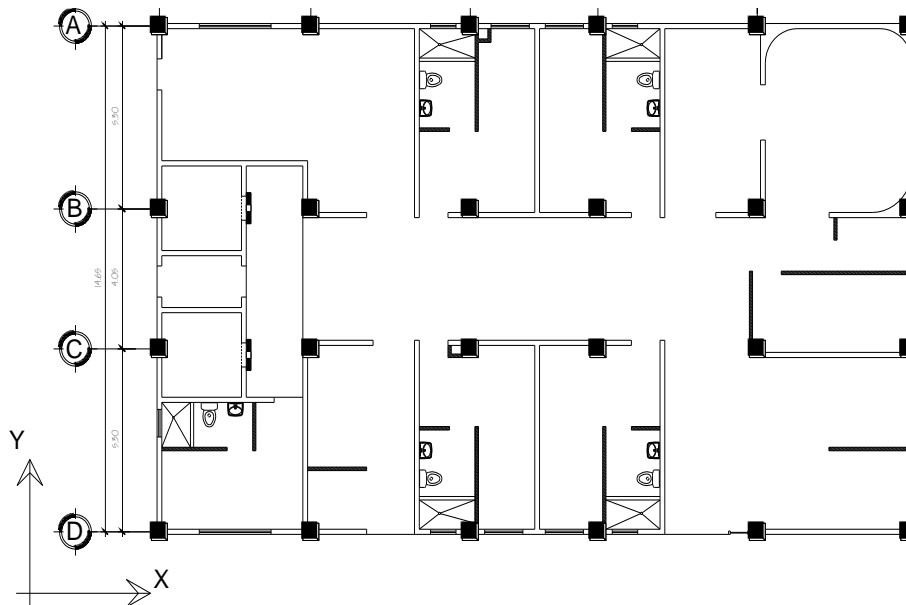
Para este caso, se ha elegido un sistema estructural del tipo de marcos rígidos de concreto reforzado, con losas planas de concreto reforzado y muros tabiques de mampostería con block de pómez; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

2.2.3. Diseño estructural

2.2.3.1. Predimensionamiento estructural

Dentro del proceso de diseño estructural, la estimación de las secciones preliminares, es decir predimensionamiento, busca satisfacer los criterios relativos a los estados límites de falla y servicio.

Figura 11. Planta típica



Fuente: elaboración propia

- Losas

El predimensionamiento de las losas dará el peralte (t) de las mismas. El método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que esta posee. En el presente caso se seleccionó la losa más crítica para obtener un peralte para todo el edificio. La losa crítica tiene las siguientes dimensiones: 5.00 mts. X 5.0 mts.

$$t_{\text{losa}} = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(5)+2(5.3)}{180} = 0.1144$$

Debido a los métodos constructivos que serán utilizados, se aplicará un 10% adicional al peralte calculado anteriormente; entonces el espesor será de t=13 cm.

- Columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas, determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta. Según el código ACI, la dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centro geométrico, no debe ser menor de 30 cm.; la relación entre la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0.4.

Debido a las consideraciones del código, se utilizará una sección de columna 50 cm. X 50 cm.

$$\frac{25\text{cm}}{50\text{cm}} = 0.5 > 0.4$$

- Vigas

Para el predimensionamiento de vigas rectangulares, el ACI contempla peraltes mínimos en vigas, para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones.

Tabla XIII. **Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas**

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

Fuente: Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05)

Además el código dice que el ancho del elemento no debe ser menor que el más pequeño de 0.3 h y 25 cm.

Para el sentido X, según las condiciones de apoyo:

$$b_w = \frac{5.00\text{mt}}{21} = 0.23\text{mt}$$

$$b_w = \frac{4.75\text{mt}}{18.5} = 0.25\text{mt}$$

Para el sentido Y, según las condiciones de apoyo:

$$b_w = \frac{4.05\text{mt}}{21} = 0.19\text{mt}$$

$$b_w = \frac{5.3\text{mt}}{18.5} = 0.25\text{mt}$$

Se utilizará la misma base en los dos sentidos $b_w = 25 \text{ cm}$. Para el cálculo de la altura se utilizará la relación $h = 2b_w$.

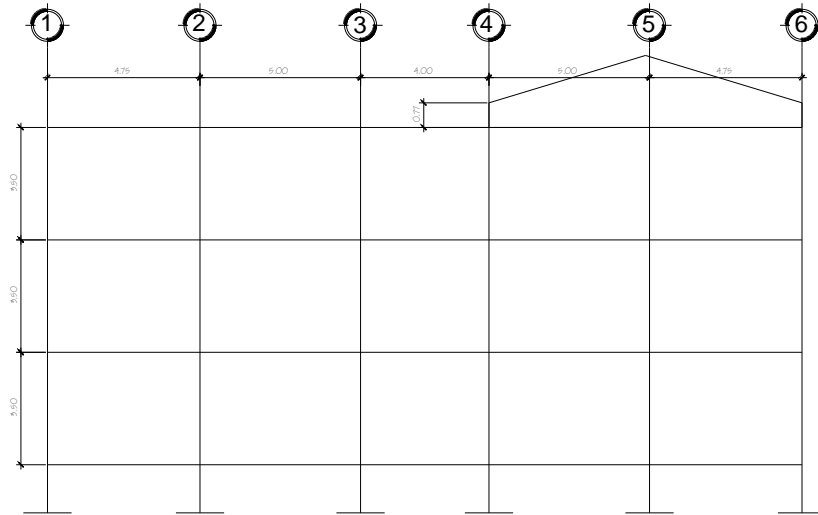
$$h = 2 \cdot 25\text{cm} = 50\text{cm}$$

La sección de la viga seleccionada será de 25 cm X 50 cm.

2.2.3.2. Modelos matemáticos de marcos rígidos

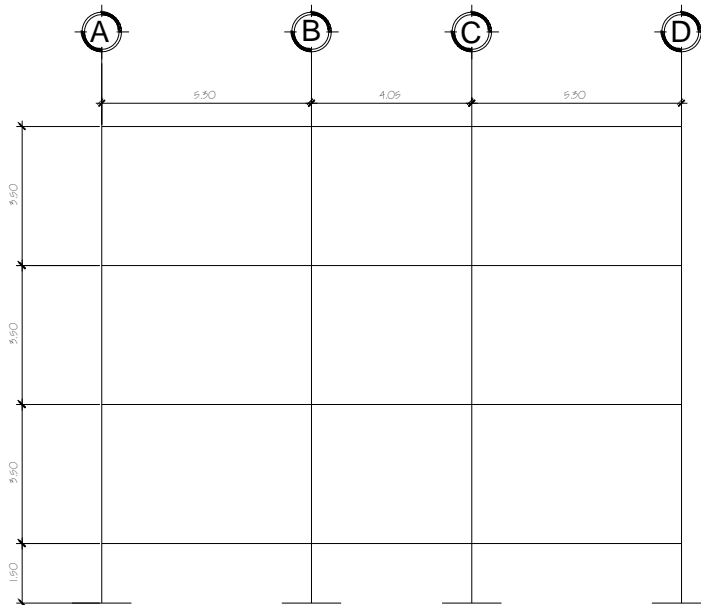
El modelo matemático de un marco rígido, es una gráfica que representa la forma, así como las cargas que soporta un marco y sirve para hacer el análisis estructural del mismo. Para este caso, por similitud de marcos rígidos, en geometría y en las cargas aplicadas, se analizará únicamente un marco crítico.

Figura 12. Marco típico eje x



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Marco típico eje y



Fuente: elaboración propia

2.2.3.3. Cargas aplicadas a los marcos rígidos

Las cargas que se utilizarán en el diseño de la estructura, se van a tomar como cargas vivas, cargas muertas, sobrecargas y cargas de sismo. Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura.

Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.

2.2.3.3.1. Cargas verticales en marcos rígidos

Los valores, que se usan en este caso para las cargas verticales, son los siguientes:

Carga muerta

Peso específico del concreto = 2400 kg/mt^2

Peso de pañuelos = 5 kg/mt^2

Peso de parapeto 2' = 201 kg/mt^2

Peso de muro = 770 kg/mt^2

Peso de tabiques = 15 kg/mt^2

Peso de acabados = 60 kg/mt^2

Peso de instalaciones eléctricas = 10 kg/mt^2

$$\text{Peso de instalaciones} = 10 \text{ kg/mt}^2$$

$$\text{Peso de estructura metálica} = 80 \text{ kg/mt}^2$$

Carga viva

$$\text{Carga viva estructura metálica} = 80 \text{ kg/mt}^2$$

$$\text{Carga Techos} = 100 \text{ kg/mt}^2$$

$$\text{Carga viva salones con asientos móviles} = 610 \text{ kg/mt}^2$$

$$\text{Carga viva para clinicas} = 245 \text{ kg/mt}^2$$

Cargas por nivel

Nivel 3

$$CM = W_{\text{pañuelos}} + W_{\text{parapeto}} + W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{Columna}} + \\ W_{\text{muro}} + W_{\text{tabiques}} + W_{\text{inst.elec}} + W_{\text{inst}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{piso}} + W_{\text{techo}}$$

$$W_{\text{pañuelos}} = 5 \text{ kg/mt}^2 * 220\text{mt}^2 = 1100 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.13\text{mt}) * (220\text{mt}^2) = 68640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{parapeto}} = 201 \text{ kg/mt} * (58\text{mt}) = 11658 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.25\text{mt}) * (148\text{mt}) = 44400 \text{ kg}$$

$$W_{\text{col}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.5\text{mt}) * (41\text{mt}) = 24600 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = (770 \text{ kg/mt} * 79\text{mt}) / 2 = 30415 \text{ kg}$$

$$W_{\text{inst. electricas}} = 10 \text{ kg/mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 10 \text{ kg/mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{tabiques}} = (15 \text{ kg/mt}^2 * (3.5\text{mt}) * (94\text{mt})) / 2 = 2468 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 60 \text{ kg/mt}^2 * (3.5\text{mt}) * (172\text{mt}) = 36120 \text{ kg}$$

$$W_{\text{estru. metalica}} = 80 \text{ kg/mt}^2 * (5.51\text{mt} * 2) * (15.75\text{mt}) = 13885 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 CM &= 1100\text{kg} + 68640\text{kg} + 11658\text{kg} + 44400\text{kg} + 24600\text{kg} + 30415\text{kg} + \\
 &+ 3640\text{kg} + 3640\text{kg} + 2468\text{kg} + 36120\text{kg} + 13885\text{kg} \\
 &= 240566\text{kg} \cong 241\text{Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CV &= (35\text{kg}/\text{mt}^2) * (5.51\text{mt} * 2) * (15.75\text{mt}) + (100\text{kg}/\text{mt}^2) * (15.75\text{mt}) * 14.25\text{mt} \\
 CV &= 28519\text{kg} \cong 28.52\text{Ton}
 \end{aligned}$$

Nivel 2

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{Columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{tabiques}} + W_{\text{inst.elec}} + W_{\text{inst}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{piso}}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400\text{kg}/\text{mt}^3 * (0.13\text{mt}) * (24\text{mt}) * (15.15\text{mt}) = 113443\text{kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400\text{kg}/\text{mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.25\text{mt}) * (187\text{mt}) = 56100\text{kg}$$

$$W_{\text{col}} = 2400\text{kg}/\text{mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.5\text{mt}) * (3.5\text{mt} * 24) = 50400\text{kg}$$

$$W_{\text{muro}} = 770\text{kg}/\text{mt} * 79\text{mt} = 60830\text{kg}$$

$$W_{\text{inst. electricas}} = 10\text{kg}/\text{mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640\text{kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 10\text{kg}/\text{mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640\text{kg}$$

$$W_{\text{tabiques}} = 15\text{kg}/\text{mt}^2 * (518\text{mt}^2) = 7770\text{kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 60\text{kg}/\text{mt}^2 * (3.5\text{mt}) * (226\text{mt}) = 47460\text{kg}$$

$$W_{\text{piso}} = 10\text{kg}/\text{mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640\text{kg}$$

$$\begin{aligned}
 CM &= 113443\text{kg} + 56100\text{kg} + 50400\text{kg} + 60830\text{kg} + 3640\text{kg} + 3640\text{kg} \\
 &+ 7770\text{kg} + 47460\text{kg} + 3640\text{kg} \\
 CM &= 346923\text{kg} \cong 347\text{Ton}
 \end{aligned}$$

$$CV = (610\text{kg}/\text{mt}^2) * (15.15\text{mt}) * (24\text{mt}) = 221796\text{kg} \cong 222\text{Ton}$$

Nivel 1

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{Columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{inst.elec}} + W_{\text{inst}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{piso}}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.13\text{mt}) * (24\text{mt}) * (15.15\text{mt}) = 113443 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.25\text{mt}) * (187\text{mt}) = 56100 \text{ kg}$$

$$W_{\text{col}} = 2400 \text{ kg/mt}^3 * (0.5\text{mt}) * (0.5\text{mt}) * (3.5\text{mt} * 24) = 50400 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = 85162 \text{ kg}$$

$$W_{\text{inst. electricas}} = 10 \text{ kg/mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 10 \text{ kg/mt}^2 * (364\text{mt}^2) = 3640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 54579 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = 10 \text{ kg/mt}^2 * (364 \text{ mt}^2) = 3640 \text{ kg}$$

$$CM = 113443\text{kg} + 56100\text{kg} + 50400\text{kg} + 85162\text{kg} + 3640\text{kg}$$

$$+ 3640\text{kg} + 54579\text{kg} + 3640\text{kg}$$

$$CM = 370604 \text{ kg} \cong 371 \text{ Ton}$$

$$CV = (245\text{kg/mt}^2) * (15.15 \text{ mt}) * (24\text{mt}) = 89082 \text{ kg} \cong 89 \text{ Ton}$$

2.2.3.3.2. Cargas horizontales

Las fuerzas horizontales a las que se encuentra expuesta la estructura son: de viento y de sismo. En el análisis estructural regularmente se considera una de las dos, ya que la probabilidad de que los fenómenos naturales que las provocan, actúen simultáneamente, es muy baja. Desde el punto de vista de las estructuras, los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la

inercia tiende a mantener a la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamiento y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, la respuesta sísmica depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Las cargas verticales se utilizarán de la siguiente manera para el cálculo del corte basal:

$$W_N = W_{CM} + 25\%W_{CV}$$

Donde:

W_N = peso por nivel

W_{CM} = carga muerta por nivel

W_{CV} = carga viva por nivel

Nivel 3

$$W_{N3} = 241 \text{ Ton} + 0.25*(28.52 \text{ Ton}) = 248.13 \text{ Ton}$$

Nivel 2

$$W_{N2} = 347 \text{ Ton} + 0.25*(222 \text{ Ton}) = 402.5 \text{ Ton}$$

Nivel

$$W_{N1} = 371 \text{ Ton} + 0.25*(89 \text{ Ton}) = 393.25 \text{ Ton}$$

Corte Basal (V)

Es la fuerza sísmica que el suelo transmite a la estructura en su base. Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C_V * I * W}{R * T}$$

Donde:

V = corte basal

C_V = coeficiente de sismicidad

I = factor de importancia

W = peso del edificio

R = coeficiente numérico que representa la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales.

T = periodo de vibración elástico fundamental.

Cálculo del coeficiente de sismicidad

El valor del coeficiente de sismicidad va en función del factor de zona sísmica y del tipo de perfil de suelos, como se muestra a continuación:

Tabla XIV. Factor de zona sísmica Z

ZONE	1	2A	2B	3	4
Z	0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

Se utilizará un factor de zona sísmica 4, por el tipo de zona en que estamos en Guatemala Z = 0.40

Tabla XV. Tipo de perfil de suelo

SOIL PROFILE TYPE	SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION	AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE		
		Shear Wave Velocity, \bar{v}_s feet/second (m/s)	Standard Penetration Test, \bar{N} [or \bar{N}_{60} for cohesionless soil layers] (blows/foot)	Undrained Shear Strength, \bar{s}_u (psf (kPa))
S_A	Hard Rock	> 5,000 (1,500)	—	—
S_B	Rock	2,500 to 5,000 (760 to 1,500)		
S_C	Very Dense Soil and Soft Rock	1,200 to 2,500 (360 to 760)	> 50	> 2,000 (100)
S_D	Stiff Soil Profile	600 to 1,200 (180 to 360)	15 to 50	1,000 to 2,000 (50 to 100)
S_E^1	Soft Soil Profile	< 600 (180)	< 15	< 1,000 (50)
S_F	Soil Requiring Site-specific Evaluation. See Section 1629.3.1.			

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

De acuerdo con las características de suelo que se tiene, se utilizará el perfil S_E' que es el que más se asemeja al nuestro.

Tabla XVI. Coeficiente de sismicidad C_v

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z=0.075	Z=0.15	Z=0.2	Z=0.3	Z=0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	0.32 N_v
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	0.40 N_v
S_C	0.13	0.25	0.32	0.45	0.56 N_v
S_D	0.18	0.32	0.40	0.54	0.64 N_v
S_E	0.26	0.50	0.64	0.84	0.96 N_v
S_F	See Footnote 1				

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

Con lo anterior se obtiene que $C_v = 0.96N_v$. El valor de N_v (valor de cercanía a la fuente) puede obtenerse de la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Coficiente de sismicidad N_v**

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE ^{2,3}			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

Este valor se tomará como un valor crítico debido a las fallas que atraviesan el país. Tipo de lugar de sismo B distancia 5km

$$N_v = 1.2$$

$$C_v = 0.96N_v = 0.96 * (1.2) = 1.15$$

Factor de importancia (I)

El valor de I se tomará de la siguiente tabla, tomando una categoría de importancia como una edificación esencial.

Tabla XVIII. Categoría de destino (I)

OCCUPANCY CATEGORY	OCCUPANCY OR FUNCTIONS OF STRUCTURE	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, I	SEISMIC IMPORTANCE ¹ FACTOR, b	WIND IMPORTANCE FACTOR, I_w
1. Essential facilities ²	Group I, Division 1 Occupancies having surgery and emergency treatment areas Fire and police stations Garages and shelters for emergency vehicles and emergency aircraft Structures and shelters in emergency-preparedness centers Aviation control towers Structures and equipment in government communication centers and other facilities required for emergency response Standby power-generating equipment for Category 1 facilities Tanks or other structures containing housing or supporting water or other fire-suppression material or equipment required for the protection of Category 1, 2 or 3 structures	1.25	1.50	1.15
2. Hazardous facilities	Group H, Divisions 1, 2, 6 and 7 Occupancies and structures therein housing or supporting toxic or explosive chemicals or substances Nonbuilding structures housing, supporting or containing quantities of toxic or explosive substances that, if contained within a building, would cause that building to be classified as a Group H, Division 1, 2 or 7 Occupancy	1.25	1.50	1.15
3. Special occupancy structures ³	Group A, Divisions 1, 2 and 2.1 Occupancies Buildings housing Group E, Divisions 1 and 3 Occupancies with a capacity greater than 300 students Buildings housing Group B Occupancies used for college or adult education with a capacity greater than 500 students Group I, Divisions 1 and 2 Occupancies with 50 or more resident incapacitated patients, but not included in Category 1 Group I, Division 3 Occupancies All structures with an occupancy greater than 5,000 persons Structures and equipment in power-generating stations, and other public utility facilities not included in Category 1 or Category 2 above, and required for continued operation	1.00	1.00	1.00
4. Standard occupancy structures ³	All structures housing occupancies or having functions not listed in Category 1, 2 or 3 and Group U Occupancy towers	1.00	1.00	1.00
5. Miscellaneous structures	Group U Occupancies except for towers	1.00	1.00	1.00

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

$$I = 1.25$$

Peso del edificio (W)

Este será el valor de la sumatoria de los pesos de cada nivel, obtenidos anteriormente:

$$W = W_{N3} + W_{N2} + W_{N1}$$

$$W = 248.13 + 402.5 + 393.25 = 1044 \text{ Ton}$$

Coeficiente numérico (R)

Este valor depende del tipo de sistema que se va a utilizar, en el presente caso será un sistema de estructura especial resistente a momentos, y se tomará de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla XIX. **Sistemas estructurales**

BASIC STRUCTURAL SYSTEM ²	LATERAL-FORCE-RESISTING SYSTEM DESCRIPTION	R	C _d	HEIGHT LIMIT FOR
				SEISMIC ZONES 3 AND 4 (feet) x 304.8 for mm
1. Bearing wall system	1. Light-framed walls with shear panels			
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	5.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls	4.5	2.8	65
	2. Shear walls			
	a. Concrete	4.5	2.8	160
	b. Masonry	4.5	2.8	160
	3. Light steel-framed bearing walls with tension-only bracing	2.8	2.2	65
	4. Braced frames where bracing carries gravity load			
	a. Steel	4.4	2.2	160
	b. Concrete ³	2.8	2.2	—
c. Heavy timber	2.8	2.2	65	
2. Building frame system	1. Steel eccentrically braced frame (EBF)	7.0	2.8	240
	2. Light-framed walls with shear panels			
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	6.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls	5.0	2.8	65
	3. Shear walls			
	a. Concrete	5.5	2.8	240
	b. Masonry	5.5	2.8	160
	4. Ordinary braced frames			
	a. Steel	5.6	2.2	160
	b. Concrete ³	5.6	2.2	—
c. Heavy timber	5.6	2.2	65	
5. Special concentrically braced frames				
a. Steel	6.4	2.2	240	
3. Moment-resisting frame system	1. Special moment-resisting frame (SMRF)			
	a. Steel	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete ⁴	8.5	2.8	N.L.
	2. Masonry moment-resisting wall frame (MMRWF)	6.5	2.8	160
	3. Concrete intermediate moment-resisting frame (IMRF) ⁵	5.5	2.8	—
	4. Ordinary moment-resisting frame (OMRF)			
a. Steel ⁶	4.5	2.8	160	
b. Concrete ⁷	3.5	2.8	—	
5. Special truss moment frames of steel (STMF)	6.5	2.8	240	
4. Dual systems	1. Shear walls			
	a. Concrete with SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete IMRF ⁸	6.5	2.8	160
	d. Masonry with SMRF	5.5	2.8	160
	e. Masonry with steel OMRF	4.2	2.8	160
	f. Masonry with concrete IMRF ³	4.2	2.8	—
	g. Masonry with masonry MMRWF	6.0	2.8	160
	2. Steel EBF			
	a. With steel SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. With steel OMRF	4.2	2.8	160
	3. Ordinary braced frames			
	a. Steel with steel SMRF	6.5	2.8	N.L.
	b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete SMRF ³	6.5	2.8	—
	d. Concrete with concrete IMRF ³	4.2	2.8	—
4. Special concentrically braced frames				
a. Steel with steel SMRF	7.5	2.8	N.L.	
b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160	
5. Cantilevered column building systems	1. Cantilevered column elements	2.2	2.0	35 ⁹
6. Shear wall-frame interaction systems	1. Concrete ⁸	5.5	2.8	160
7. Undefined systems	See Sections 1629.6.7 and 1629.9.2	—	—	—

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

R = 8.5

Periodo de vibración (T)

El periodo de vibración elástico fundamental, en segundos de la estructura en la dirección bajo consideración (T) está dado por:

$$T = C_t(h_n)^{3/4}$$

Donde:

C_t = coeficiente numérico tomado del código UBC 97

h_n = altura en metros desde la base hasta el nivel n

$$C_t = 0.0731 (0.030)$$

para pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos

$$T = 0.030 * (12.5\text{mts})^{3/4} = 0.20 \text{ segundos}$$

Coeficiente sísmico (C_a)

Según los valores de Z y S_E utilizados anteriormente, de la tabla siguiente se obtiene:

Tabla XX. **Coeficiente sísmico C_a**

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z=0.075	Z=0.15	Z=0.2	Z=0.3	Z=0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S_E	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$
S_F	See Footnote 1				

Fuente: Código Uniforme de la Edificación 1997 (UBC 97)

$$C_a = 0.36 N_a \text{ Donde } N_a = 1$$

$$C_a = 0.36 * 1 = 0.36$$

Para calcular el corte basal el código da ciertos parámetros, los cuales utilizaremos a continuación:

- El esfuerzo de corte basal puede determinarse por la ecuación:

$$V = \frac{C_v I}{R T} W = \frac{1.15 * 1.25}{8.5 * 0.20} * 1044 \text{ Ton} = 883 \text{ Ton}$$

- El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe de exceder al resultado obtenido de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W = \frac{2.5 * 0.36 * 1.25}{8.5} * 1044 \text{ Ton} = 139 \text{ Ton}$$

- El corte basal no debe ser menor que:

$$V = 0.11 C_a I W = 0.11 * 0.36 * 1.25 * 1044 \text{ Ton} = 51 \text{ Ton}$$

- Para la zona sísmica 4 el corte basal no debe ser menor que:

$$V = \frac{0.8 Z N_v I}{R} W = \frac{0.8 * 0.4 * 1.2 * 1.25}{8.5} * 1044 \text{ Ton} = 59 \text{ Ton}$$

Puede concluirse que el valor del corte basal será de $V = 139 \text{ Ton}$

Fuerzas por nivel

Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$F_n = \frac{(V - F_t) * W * H_i}{\sum W_i * H_i}$$

Donde:

F_n = fuerza por nivel

V = corte basal

Ft = fuerza de techo, cuando $T \leq 0.7$ segundos Ft = 0

W = peso propio de la estructura más 25% de la carga viva

Wi = peso propio de la estructura más 25% de la carga viva por nivel

Hi = altura medida desde la cimentación al nivel considerado

- Fuerza por nivel

$$\sum Wi \cdot Hi = 248.13 \cdot 12.5 + 402.5 \cdot 9 + 393.25 \cdot 5.5 = 8887 \text{ Ton-mt}$$

$$F_{n3} = \frac{139 \text{ Ton} \cdot 248.17 \text{ Ton} \cdot 12.5 \text{ mt}}{8887 \text{ Ton-mt}} = 48.51 \text{ Ton}$$

$$F_{n2} = \frac{139 \text{ Ton} \cdot 402.50 \text{ Ton} \cdot 9 \text{ mt}}{8887 \text{ Ton-mt}} = 56.66 \text{ Ton}$$

$$F_{n1} = \frac{139 \text{ Ton} \cdot 393.25 \text{ Ton} \cdot 5.5 \text{ mt}}{8887 \text{ Ton-mt}} = 33.83 \text{ Ton}$$

Comprobación $V = F_{n3} + F_{n2} + F_{n1} = 48.51 + 56.66 + 33.83 = 139 \text{ Ton}$

- Distribución de fuerzas por marco

Eje x

$$F_{N3} = \frac{48.51}{4} = 12.13 \text{ Ton}$$

$$F_{N2} = \frac{56.66}{4} = 14.17 \text{ Ton}$$

$$F_{N1} = \frac{33.83}{4} = 8.46 \text{ Ton}$$

Eje y

$$F_{N3} = \frac{48.51}{6} = 8.07 \text{ Ton}$$

$$F_{N2} = \frac{56.66}{6} = 9.44 \text{ Ton}$$

$$F_{N1} = \frac{33.83}{6} = 5.64 \text{ Ton}$$

Cálculo de centro de masa

$$C_{mx} = \frac{\sum A_i \cdot (d_i/2)}{\sum A_i}$$

Donde:

Cm = centro de masa en x o en y

$\sum A_i$ = sumatoria de áreas

d_i = centroide del área bajo estudio

$$C_{mx} = \frac{(14.64\text{mt}) \cdot (24\text{mt}) \cdot (24/2)}{(14.64\text{mt}) \cdot (24\text{mt})} = 12 \text{ mt}$$

$$C_{my} = \frac{(14.64\text{mt}) \cdot (24\text{mt}) \cdot (14.64/2)}{(14.64\text{mt}) \cdot (24\text{mt})} = 7.33 \text{ mt}$$

Cálculo de centro de rigidez

$$K = \frac{4EI}{L}$$

Donde:

K = rigidez del elemento en kg/cm

E = módulo de elasticidad del concreto en kg/cm²

I = módulo de inercia de la sección en cm⁴

$$I = \left(\frac{1}{12}\right)bh^3$$

L = longitud del elemento en cm

$$K_{col} = \frac{4 \cdot E \cdot \left(\frac{1}{12}\right) \cdot 50 \cdot 50^3}{350} = 5953E$$

Por facilidad de cálculo se tomara el valor de E como 0.1, para trabajar con valores más pequeños.

$$K = 595.3 \text{ kg/cm}$$

Nivel 3

Tabla XXI. Cálculo centro de rigidez eje “y” nivel 3

Marco	K	L	K*L
A	6k	0	0
B	5K	5.3	26.5K
C	5K	9.35	46.75K
D	6K	14.65	87.9K
	22k		161.15K

Fuente: elaboración propia

$$Cr_y = \frac{161.15K}{22K} = 7.33mt$$

Tabla XXII. **Cálculo centro de rigidez eje “x” nivel 3**

Marco	K	L	K*L
1	4k	0	0
2	4k	4.75	19k
3	4k	9.75	39K
4	4k	13.75	55K
5	2k	18.75	37.5K
6	4k	23.5	94K
	22K		244.5K

Fuente: elaboración propia

$$Cr_x = \frac{244.5K}{22K} = 11.11mt$$

Nivel 2 = Nivel 1

Tabla XXIII. **Cálculo centro de rigidez eje “y” nivel 1 y 2**

Marco	K	L	K*L
A	6k	0	0
B	6K	5.3	31.8K
C	6K	9.35	56.1K
D	6K	14.65	87.9K
	24k		175.8K

Fuente: elaboración propia

$$Cr_y = \frac{175.8K}{24K} = 7.33mt$$

Tabla XXIV. Cálculo centro de rigidez eje “x” nivel 1 y 2

Marco	K	L	K*L
1	4k	0	0
2	4k	4.75	19k
3	4k	9.75	39K
4	4k	13.75	55K
5	4k	18.75	75K
6	4k	23.5	94K
	24K		282K

Fuente: elaboración propia

$$C_{r_x} = \frac{282K}{24K} = 11.75 \text{ mt}$$

Cálculo de excentricidades

Nivel 3

Excentricidad real

$$e_{\text{real } x} = C_{m_x} - C_{r_x} = 12 - 11.11 = 0.89 \text{ mt}$$

$$e_{\text{real } y} = C_{m_y} - C_{r_y} = 7.33 - 7.33 = 0 \text{ mt}$$

Excentricidad de diseño

$$e_{dx} = 1.5(0.89) + 0.10(24) = 3.74 \text{ mt}$$

$$e_{dy} = 1.5(0) + 0.10(15.15) = 1.52 \text{ mt}$$

Nivel 1 = Nivel 2

Excentricidad real

$$e_{\text{real } x} = C_{m_x} - C_{r_x} = 12 - 11.75 = 0.25 \text{ mt}$$

$$e_{\text{real } y} = C_{\text{my}} - C_{\text{ry}} = 7.33 - 7.33 = 0 \text{ mt}$$

Excentricidad de diseño

$$e_{\text{dx}} = 1.5(0.25) + 0.10(24) = 2.78 \text{ mt}$$

$$e_{\text{dy}} = 1.5(0) + 0.10(15.15) = 1.52 \text{ mt}$$

Incremento por torsión

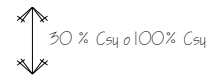
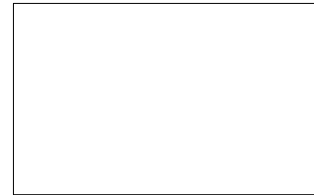
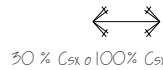
$$T = (30 \text{ o } 100\%) * V_n * e_d \mp (30 \text{ o } 100\%) * V_n * e_d$$

Donde:

T = torsión

V_n = Corte por marco

e_d = excentricidad de diseño



Nivel 3

$$T_3 = (1) * (12.13) * (1.52) + (0.3) * (8.07) * (3.74) = 27.49 \text{ Ton-mt}$$

$$T_3 = (0.30) * (12.13) * (1.52) + (1) * (8.07) * (3.74) = 35.71 \text{ Ton-mt}$$

Nivel 2

$$T_2 = (1) * (14.17) * (1.52) + (0.3) * (9.44) * (2.78) = 29.41 \text{ Ton-mt}$$

$$T_2 = (0.3) * (14.17) * (1.52) + (1) * (9.44) * (2.78) = 32.70 \text{ Ton-mt}$$

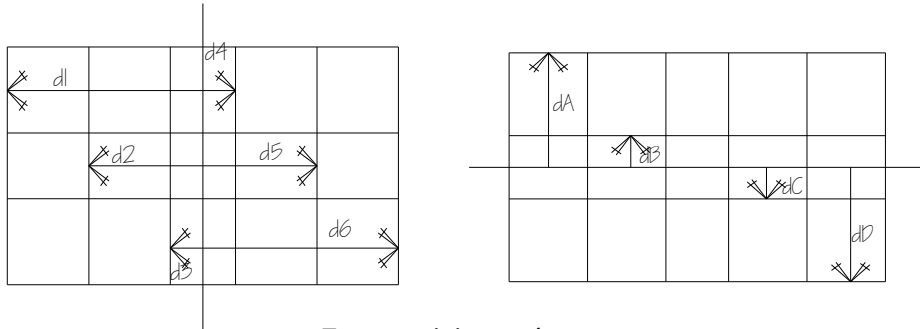
Nivel 1

$$T_1 = (1) * (8.46) * (1.52) + (0.3) * (5.64) * (2.78) = 17.56 \text{ Ton-mt}$$

$$T_1 = (0.3) * (8.46) * (1.52) + (1) * (5.64) * (2.78) = 19.54 \text{ Ton-mt}$$

Cálculo del momento polar

Figura 14. Distancias para cálculo de momento polar



Fuente: elaboración propia

$$d1 = -11.75 \text{ mt}$$

$$d2 = -7 \text{ mt}$$

$$d3 = -2 \text{ mt}$$

$$d4 = 2 \text{ mt}$$

$$d5 = 7 \text{ mt}$$

$$d6 = 11.75 \text{ mt}$$

$$dA = 7.33 \text{ mt}$$

$$dB = 2.025 \text{ mt}$$

$$dC = -2.025 \text{ mt}$$

$$dD = -7.33 \text{ mt}$$

$$J = \sum K_{\text{marco}} \cdot d_{\text{marco}}^2$$

$$J = 4K \cdot (-11.75^2) + 4K \cdot (-7^2) + 4K \cdot (-2^2) + 4K \cdot (2^2) + 4K \cdot (7^2) + 4K \cdot (11.75^2) + 6K \cdot (7.33^2) + 6K \cdot (2.025^2) + 6K \cdot (-2.025^2) + 6K \cdot (-7.33^2) = 2222.45 K$$

Incremento torsional por nivel y por marco

$$\Delta_V = \frac{T \cdot R}{J} \cdot K \text{ eje}$$

Donde:

Δ_V = Incremento de corte por torsión

T = torsión

R = mayor distancia hacia cada eje

J = momento polar

K eje = rigidez del marco analizado

$$\Delta_{VN3} = \frac{35.71 \cdot 11.75 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 4 \text{ K} = 0.76 \text{ Ton}$$

$$\Delta_{VN3} = \frac{35.71 \cdot 7.33 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 6 \text{ K} = 0.71 \text{ Ton}$$

$$\Delta_{VN2} = \frac{32.70 \cdot 11.75 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 4 \text{ K} = 0.70 \text{ Ton}$$

$$\Delta_{VN2} = \frac{32.70 \cdot 7.33 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 6 \text{ K} = 0.65 \text{ Ton}$$

$$\Delta_{VN1} = \frac{19.54 \cdot 11.75 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 4 \text{ K} = 0.41 \text{ Ton}$$

$$\Delta_{VN1} = \frac{19.54 \cdot 7.33 \text{ mt}}{2222.45 \text{ K}} \cdot 6 \text{ K} = 0.39 \text{ Ton}$$

Cálculo de corte total

$$V_T = V + \Delta_{VN}$$

Donde:

V_T = corte total

V = corte basal

Δ_{VN} = incremento del corte basal por torsión

$$V_{N3x}=12.13+0.71= 12.84 \text{ Ton}$$

$$V_{N3y}=8.07+0.76=8.83 \text{ Ton}$$

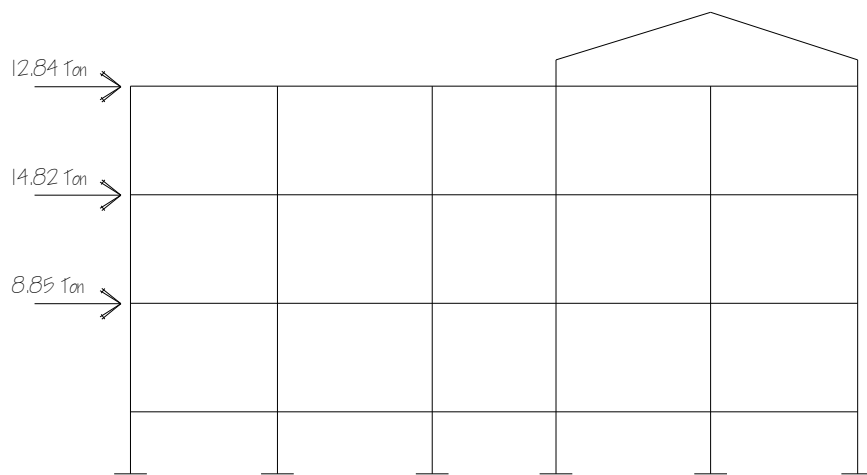
$$V_{N2x}=14.17+0.65=14.82 \text{ Ton}$$

$$V_{N2y}=9.44+0.70=10.14 \text{ Ton}$$

$$V_{N1x}=8.46+0.39=8.85 \text{ Ton}$$

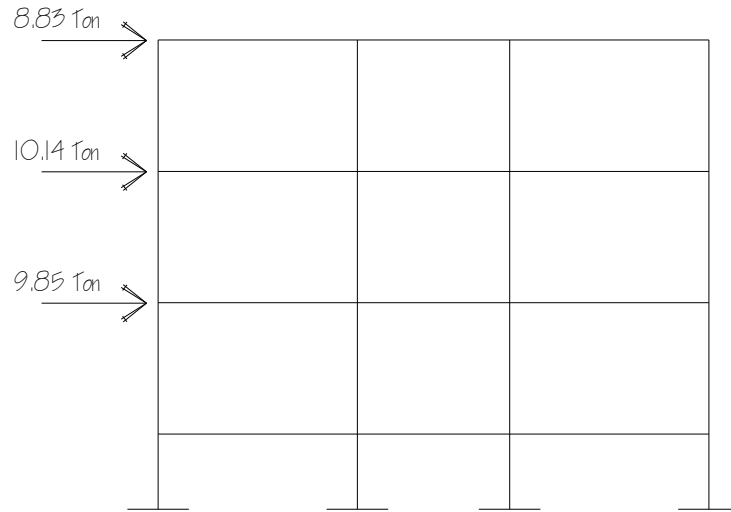
$$V_{N1y}=9.44+0.41=9.85 \text{ Ton}$$

Figura 15. **Distribución de fuerzas por nivel eje "x"**



Fuente: elaboración propia

Figura 16. **Distribución de fuerzas por nivel eje “y”**



Fuente: elaboración propia

2.2.3.4. Análisis de marcos rígidos método del Portal

Método aproximado de análisis estructural, utilizado para estructuras sometidas a cargas laterales, en marcos cuya altura total es menor a su ancho total.

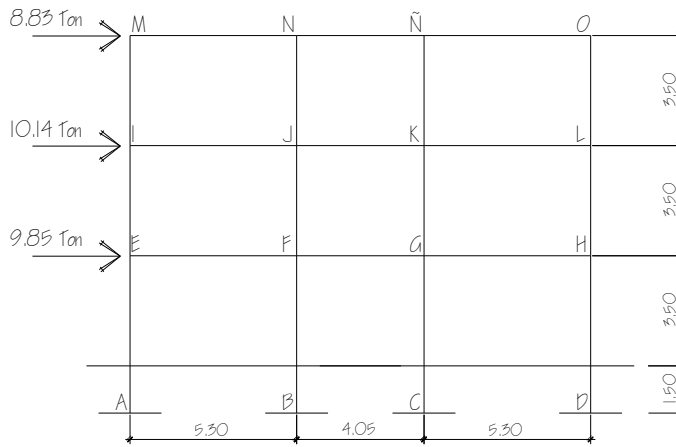
Se basa en los siguientes enunciados:

- Ángulos inicialmente rectos continúan siendo rectos aun después de la deformación
- Despreciando la deformación axial, el desplazamiento Δ de las columnas en el mismo
- En los tramos sin carga se produce un punto de inflexión. Por simetría los puntos de inflexión se ubican a la mitad de cada miembro.
- Se forma un punto de inflexión a la mitad de cada viga y columna

- La suma de las fuerzas cortantes en las columnas es igual a la fuerza exterior que se aplica al panel
- Asumiremos el marco como formado por la unión de varios paneles.
- Las columnas interiores del marco absorberán el doble de las columnas exteriores.

Desarrollo del método del portal para un marco típico

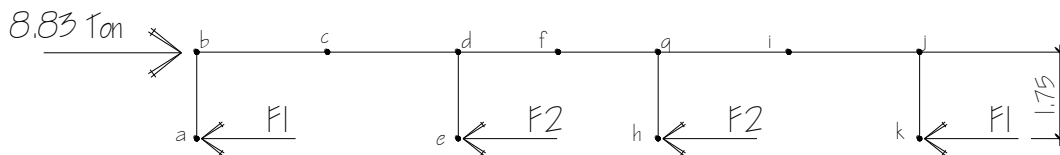
Figura 17. Marco típico a resolver



Fuente: elaboración propia

Nivel 3

Figura 18. Fuerza lateral actuante nivel 3



Fuente: elaboración propia

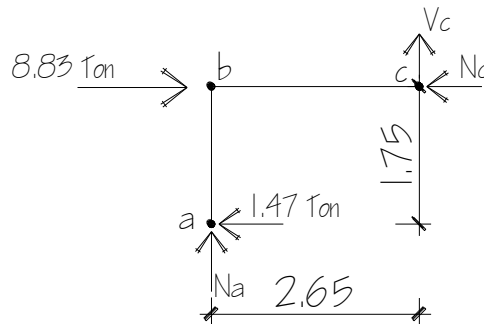
Las columnas interiores resisten el doble de las columnas exteriores, por lo tanto:

$$F_2 = 2 F_1$$

Haciendo sumatoria de fuerzas horizontales igual a cero tenemos

$$8.83 \text{ ton} = F_1 + 2 F_1 + 2 F_1 + F_1$$
$$8.83 \text{ ton} = 6 F_1 \rightarrow F_1 = \frac{8.83 \text{ ton}}{6} = 1.47 \text{ ton}$$

Diagrama de cuerpo libre abc



Como el elemento esta en equilibrio se realizará una sumatoria de fuerzas horizontales, de fuerzas verticales y de momentos, igualando cada resultado a cero, para así obtener los datos faltantes en el diagrama de cuerpo libre.

Sumatoria de fuerzas horizontales

$$\sum F_H = 0$$

$$8.83 \text{ ton} - 1.47 \text{ ton} - N_c = 0 \rightarrow N_c = 7.36 \text{ ton}$$

Sumatoria de momentos respecto del punto c

$$\sum M_c = 0$$

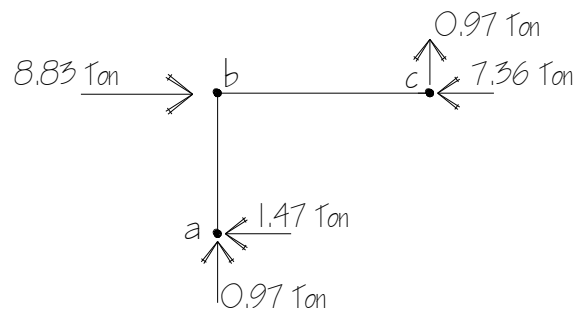
$$-N_a (2.65 \text{ mt}) + 1.47 \text{ ton} (1.75 \text{ mt}) = 0 \rightarrow N_a = 0.97 \text{ ton}$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$\sum F_v = 0$$

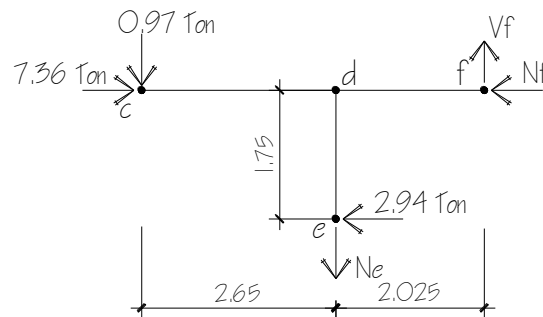
$$V_c - 0.97 \text{ ton} = 0 \rightarrow V_c = 0.97 \text{ ton}$$

Figura 19. Diagrama de fuerzas abc



Fuente: elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre tramo cdef



Sumatoria de fuerzas horizontales

$$\sum F_H = 0$$

$$7.36 \text{ ton} - 2.94 \text{ ton} - N_f = 0 \rightarrow N_f = 4.42 \text{ ton}$$

Sumatoria de momentos respecto del punto e

$$\sum M_e = 0$$

$$7.36 \text{ ton} (1.75 \text{ mt}) - 0.97 \text{ ton} (2.65 \text{ mt}) - V_f (2.025 \text{ mt}) - 4.42 \text{ ton} (1.75 \text{ mt}) = 0$$

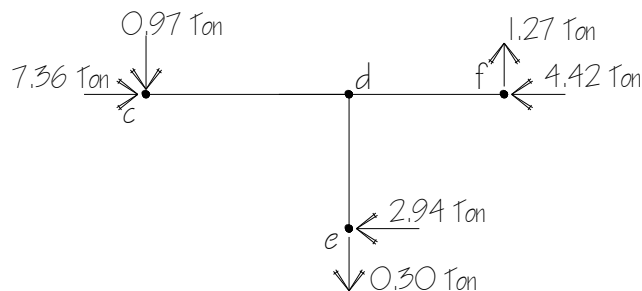
$$V_f = 1.27 \text{ ton}$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$\sum F_V = 0$$

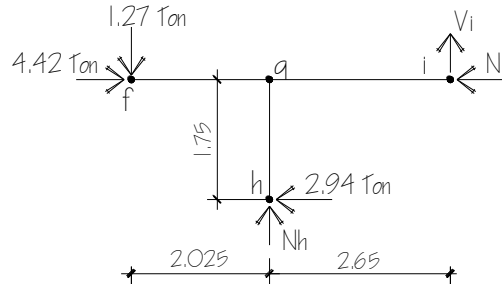
$$-N_e - 0.97 \text{ ton} + 1.27 \text{ ton} = 0 \rightarrow N_e = 0.3 \text{ ton}$$

Figura 20. **Diagrama de fuerzas cdef**



Fuente: elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre tramo fghi



Sumatoria de fuerzas horizontales

$$\sum F_H = 0$$

$$4.42 \text{ ton} - 2.94 \text{ ton} - N_i = 0 \rightarrow N_i = 1.47 \text{ ton}$$

Sumatoria de momentos respecto del punto h

$$\sum M_h = 0$$

$$4.42 \text{ ton} (1.75 \text{ mt}) - 1.27 \text{ ton} (2.65 \text{ mt}) - V_i (2.65 \text{ mt}) - 1.47 \text{ ton} (1.75 \text{ mt}) = 0$$

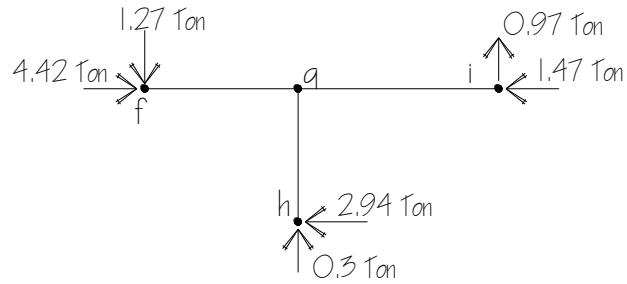
$$V_i = 0.97 \text{ ton}$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$\sum F_V = 0$$

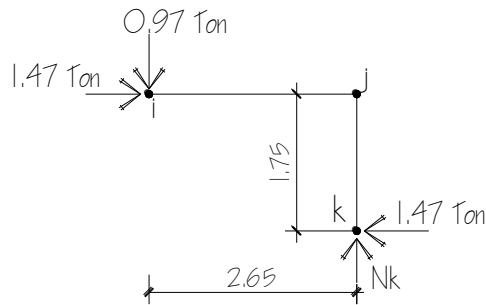
$$N_h + 0.97 \text{ ton} - 1.27 \text{ ton} = 0 \rightarrow N_h = 0.3 \text{ ton}$$

Figura 21. Diagrama de fuerzas fghi



Fuente: elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre tramo ijk

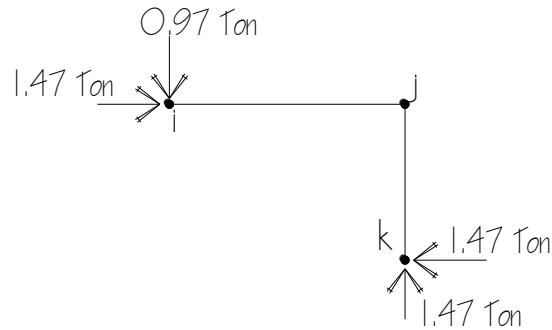


Sumatoria de fuerzas verticales

$$\sum F_V = 0$$

$$N_k - 0.97 \text{ ton} = 0 \rightarrow N_k = 0.97 \text{ ton}$$

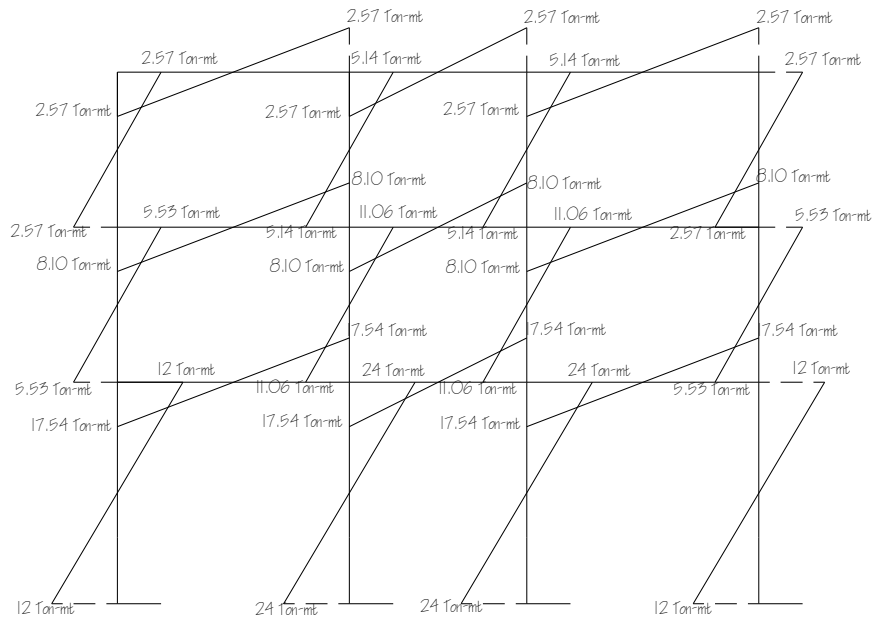
Figura 22. Diagrama de fuerzas ijk



Fuente: elaboración propia

El procedimiento se repite por nivel hasta llegar a la cimentación, y se obtiene el diagrama de momento debido a las fuerzas laterales

Figura 23. Diagrama de momento debido a fuerzas laterales



Fuente: elaboración propia

2.2.3.5. Análisis de marcos rígidos método Kani

Este es un método iterativo, aplicable a vigas y marcos rígidos, simétricos o asimétricos, sometidos a cualquier tipo de carga. A continuación se describe en forma simple, el procedimiento a seguir en este método:

- La rigideces de las columnas K_c y las vigas K_v , están dadas por $K=1/L$
- El factor de giro para cada nudo (u), esta dado por $u = -0.5K_c/V / (\sum K_c/V + \sum K_l \text{ llegan al nudo})$, la suma de todos los u de un nudo debe ser igual a 0.5
- El momento fijo tiene únicamente las vigas y depende de las condiciones de carga
- Momento de sujeción M_{δ} , es el momento fijo izquierdo mas el momento fijo derecho, sabiendo que en un nudo solo puede haber 1 o 2 momentos fijos

Resumen general del método de Kani

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- Cálculo de momentos fijos (M_{Fi_k}), éstos se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (M_s), éstos se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- Cálculo de rigideces de los elementos (K_{ik})

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde:

I = inercia del elemento

L = longitud del elemento

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

$$\mu_{ik} = -1/2 \left(K_{ik} / \sum K_{in} \right)$$

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

$$v_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \right)$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum M'_{ni} \right)$$

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

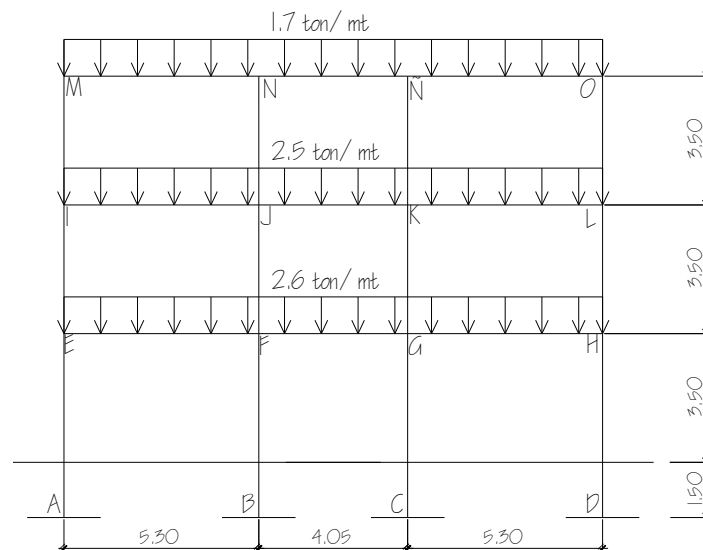
$$M''_{ik} = v_{ik} \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

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

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''$$

Método de Kani – carga muerta – marco rígido típico

Figura 24. Diagrama de carga muerta marco típico



Fuente: elaboración propia

- Cálculo de momentos fijos (MF_{ik})

Para cargas distribuidas uniformemente utilizamos:

$$MF = \mp \frac{WL^2}{12}$$

$$MF_{MN} = MF_{\tilde{N}O} = -\frac{1.7 \text{ ton} (5.3 \text{ mt})^2}{12} = -3.98 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{NM} = MF_{O\tilde{N}} = 3.98 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{N\tilde{N}} = -\frac{1.7 \text{ ton} (4.05 \text{ mt})^2}{12} = -2.32 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{\tilde{N}N} = 2.32 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{IJ} = MF_{KL} = -\frac{2.5 \text{ ton} (5.3 \text{ mt})^2}{12} = -5.85 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{JI} = MF_{LK} = 5.85 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{JK} = -\frac{2.5 \text{ ton} (4.05 \text{ mt})^2}{12} = -3.42 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{KJ} = 3.42 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{EF} = MF_{GH} = -\frac{2.6 \text{ ton} (5.3 \text{ mt})^2}{12} = -6.09 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{FE} = MF_{HG} = 6.09 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{FG} = -\frac{2.6 \text{ ton} (4.05 \text{ mt})^2}{12} = -3.55 \text{ ton-mt}$$

$$MF_{GF} = 3.55 \text{ ton-mt}$$

- Cálculo de momentos de sujeción (Ms)

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

Nudo M = $0 - 3.98 = -3.98$ ton-mt
 Nudo N = $3.98 + (-2.32) = 1.66$ ton-mt
 Nudo Ñ = $2.32 + (-3.98) = -1.66$ ton-mt
 Nudo O = $3.98 + 0 = 3.98$ ton-mt
 Nudo I = $-5.85 + 0 = -5.85$ ton-mt
 Nudo J = $5.85 + (-3.42) = 2.43$ ton-mt
 Nudo K = $3.42 + (-5.85) = -2.43$ ton-mt
 Nudo L = $0 + 5.85 = 5.85$ ton-mt
 Nudo E = $0 + (-6.09) = -6.09$ ton-mt
 Nudo F = $6.09 + (-3.55) = 2.54$ ton-mt
 Nudo N = $3.55 + (-6.09) = -2.54$ ton-mt
 Nudo N = $6.09 + 0 = 6.09$ ton-mt

- Cálculo de rigideces de los elementos (K_{ik})

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Inercia de elementos rectangulares:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

I = inercia

b = base del elemento

h = altura del elemento

$$I_{\text{viga}} = \frac{0.25 \text{ mt } (0.5 \text{ mt})^3}{12} = 0.0026 \text{ mt}^4$$

$$I_{\text{col}} = \frac{0.5 \text{ mt } (0.5 \text{ mt})^3}{12} = 0.0052 \text{ mt}^4$$

Para facilidad de cálculos se usara la inercia de la columna igual a 1, y la de la viga 0.5.

$$K_{AE} = K_{BF} = K_{CG} = K_{DH} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$K_{EI} = K_{FJ} = K_{GK} = K_{HL} = \frac{1}{3.5} = 0.29$$

$$K_{IM} = K_{JN} = K_{K\tilde{N}} = K_{LO} = \frac{1}{3.5} = 0.29$$

$$K_{MN} = K_{\tilde{NO}} = K_{IJ} = K_{KL} = K_{EF} = K_{GH} = \frac{0.5}{5.3} = 0.09$$

$$K_{M\tilde{N}} = K_{JK} = K_{FG} = \frac{0.5}{4.05} = 0.12$$

- Cálculo de factores de giro (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -1/2 \left(K_{ik} / \sum K_{in} \right)$$

Nudo a:

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{AB}}{K_{\text{SUELO}} + K_{AB}} \right) = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.2}{\infty + 0.2} \right) = 0$$

$$\mu_{AE} = \mu_{BF} = \mu_{CG} = \mu_{HD} = 0$$

Nudo e:

$$\mu_{EA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.2}{0.2 + 0.09 + 0.29} \right) = -0.17$$

$$\mu_{EF} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.2+0.09+0.29} \right) = -0.08$$

$$\mu_{EI} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.2+0.09+0.29} \right) = -0.25$$

Nudo f:

$$\mu_{FE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.09+0.2+0.12+0.29} \right) = -0.06 = \mu_{GH}$$

$$\mu_{FG} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.12}{0.09+0.2+0.12+0.29} \right) = -0.09 = \mu_{GF}$$

$$\mu_{FJ} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.09+0.2+0.12+0.29} \right) = -0.21 = \mu_{GK}$$

Nudo h:

$$\mu_{HG} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.09+0.2+0.29} \right) = -0.08$$

$$\mu_{HL} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.09+0.2+0.29} \right) = -0.25$$

Nudo i:

$$\mu_{IE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.09+0.29+0.29} \right) = -0.22$$

$$\mu_{IJ} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.09+0.29+0.29} \right) = -0.07$$

Nudo j:

$$\mu_{JI} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.29+0.29+0.09+0.12} \right) = -0.06 = \mu_{KL}$$

$$\mu_{JK} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.12}{0.29+0.29+0.09+0.12} \right) = -0.08 = \mu_{KJ}$$

$$\mu_{JN} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.29+0.29+0.09+0.12} \right) = -0.18 = \mu_{KN} = \mu_{KG}$$

Nudo m:

$$\mu_{MI} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.29+0.09} \right) = -0.38$$

$$\mu_{MN} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.29+0.09} \right) = -0.11$$

Nudo n:

$$\mu_{NM} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.09}{0.09+0.29+0.12} \right) = -0.09 = \mu_{NO}$$

$$\mu_{NJ} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.29}{0.09+0.29+0.12} \right) = -0.29 = \mu_{NK}$$

$$\mu_{NN} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.12}{0.09+0.29+0.12} \right) = -0.12 = \mu_{NM}$$

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

$$v_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \right)$$

Nivel 3

$$v_{MI} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{MI}}{K_{MI}+K_{NJ}+K_{NK}+K_{OL}} \right)$$

$$v_{MI} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0.20}{0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20} \right) = -0.38 = v_{NJ} = v_{NK} = v_{OL}$$

Nivel 2

$$v_{IE} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0.20}{0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20} \right) = -0.38 = v_{JF} = v_{KG} = v_{LH}$$

Nivel 1

$$v_{EA} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0.20}{0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20} \right) = -0.38 = v_{FB} = v_{GC} = v_{HD}$$

- Influencias de giro (M'_{ik}) – Primera iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(Ms + \sum M'_{ni} \right)$$

Para la primera iteración los valores de M'_{ki} y M''_{ik} se tomarán igual a cero.

La ruta de trabajo será: AEIMNÑOLKJFGH

Nudo E: $M'_{EA} = -0.17 * (-6.09 + 0 + 0 + 0) = 1.035 \text{ ton-mt}$
 $M'_{EF} = -0.08 * (-6.09 + 0 + 0 + 0) = 0.49 \text{ ton-mt}$
 $M'_{EI} = -0.25 * (-6.09 + 0 + 0 + 0) = 1.52 \text{ ton-mt}$

Nudo I: $M'_{IE} = -0.22 * (-5.85 + 1.52) = 0.95 \text{ ton-mt}$
 $M'_{IJ} = -0.07 * (-5.85 + 1.52) = 0.30 \text{ ton-mt}$
 $M'_{IM} = -0.22 * (-5.85 + 1.52) = 0.95 \text{ ton-mt}$

Nudo M: $M'_{MI} = -0.38 * (-3.98 + 0.95) = 1.15 \text{ ton-mt}$
 $M'_{MN} = -0.11 * (-3.98 + 0.95) = 0.33 \text{ ton-mt}$

Nudo N: $M'_{NM} = -0.09 * (1.66 + 0.33) = -0.18 \text{ ton-mt}$
 $M'_{NJ} = -0.29 * (1.66 + 0.33) = -0.58 \text{ ton-mt}$
 $M'_{NÑ} = -0.12 * (1.66 + 0.33) = -0.24 \text{ ton-mt}$

Nudo Ñ: $M'_{ÑN} = -0.12 * (-1.66 - 0.24) = 0.23 \text{ ton-mt}$

$$M'_{\tilde{N}K} = -0.29*(-1.66-0.24) = 0.55 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{\tilde{N}O} = -0.09*(-1.66-0.24) = 0.17 \text{ ton-mt}$$

Nudo O: $M'_{O\tilde{N}} = -0.11*(3.98+0.17) = -0.46 \text{ ton-mt}$

$$M'_{OL} = -0.38*(3.98+0.17) = -1.58 \text{ ton-mt}$$

Nudo L: $M'_{LO} = -0.22*(5.85-1.58) = -0.94 \text{ ton-mt}$

$$M'_{LK} = -0.07*(5.85-1.58) = -0.30 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{LH} = -0.22*(5.85-1.58) = -0.94 \text{ ton-mt}$$

Nudo K: $M'_{KL} = -0.06*(-2.43-0.30+0.55) = 0.13 \text{ ton-mt}$

$$M'_{K\tilde{N}} = -0.18*(-2.43-0.30+0.55) = 0.39 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{KJ} = -0.08*(-2.43-0.30+0.55) = 0.17 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{KG} = -0.18*(-2.43-0.30+0.55) = 0.39 \text{ ton-mt}$$

Nudo J: $M'_{JK} = -0.08*(2.43+.17-0.58+0.30) = -0.19 \text{ ton-mt}$

$$M'_{JN} = -0.18*(2.43+.17-0.58+0.30) = -0.42 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{JI} = -0.06*(2.43+.17-0.58+0.30) = -0.14 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{JF} = -0.18*(2.43+.17-0.58+0.30) = -0.42 \text{ ton-mt}$$

Nudo F: $M'_{FJ} = -0.21*(2.54-0.42+0.49) = -0.55 \text{ ton-mt}$

$$M'_{FE} = -0.06*(2.54-0.42+0.49) = -0.16 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{FB} = -0.14*(2.54-0.42+0.49) = -0.37 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{FG} = -0.09*(2.54-0.42+0.49) = -0.23 \text{ ton-mt}$$

Nudo G: $M'_{GF} = -0.09*(-2.54-0.23+0.39) = 0.21 \text{ ton-mt}$

$$M'_{GK} = -0.21 * (-2.54 - 0.23 + 0.39) = 0.50 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{GC} = -0.14 * (-2.54 - 0.23 + 0.39) = 0.33 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{GH} = -0.06 * (-2.54 - 0.23 + 0.39) = 0.14 \text{ ton-mt}$$

Nudo H: $M'_{HG} = -0.08 * (6.09 + 0.14 - 0.94) = -0.42 \text{ ton-mt}$

$$M'_{HD} = -0.17 * (6.09 + 0.14 - 0.94) = -0.90 \text{ ton-mt}$$

$$M'_{HL} = -0.25 * (6.09 + 0.14 - 0.94) = -1.32 \text{ ton-mt}$$

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik})

$$M''_{ik} = v_{ik} \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

Nivel 3:

$$M''_{IM} = -0.38(1.15 + 0.95 - 0.58 - 0.42 + 0.55 + 0.39 - 1.58 - 1.94)$$

$$M''_{IM} = M''_{IJ} = M''_{K\tilde{N}} = M''_{LO} = 0.56 \text{ ton-mt}$$

Nivel 2:

$$M''_{EI} = -0.38(0.95 + 1.52 - 0.42 - 0.55 + 0.39 + 0.5 - 0.94 - 1.32)$$

$$M''_{EI} = M''_{FJ} = M''_{GK} = M''_{HL} = -0.05 \text{ ton-mt}$$

Nivel 1:

$$M''_{AE} = -0.38(1.035 - 0.37 + 0.33 - 0.9)$$

$$M''_{AE} = M''_{BF} = M''_{CG} = M''_{DH} = -0.04 \text{ ton-mt}$$

Las iteraciones continúan hasta que los valores de momentos comienzan a ser repetitivos, o hay variaciones mínimas. Los momentos finales se obtienen con la siguiente fórmula:

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''$$

Nudo A

$$M_{AE} = 0 + 2(0) + 0.94 - 0.003 = 0.937 \text{ ton-mt}$$

Nudo E

$$M_{EA} = 0 + 2(0.94) + 0 - 0.003 = 1.88 \text{ ton-mt}$$

$$M_{EF} = -6.09 + 2(0.44) - 0.18 = -5.39 \text{ ton-mt}$$

$$M_{EI} = 0 + 2(1.38) + 0.67 + 0.09 = 3.52 \text{ ton-mt}$$

Nudo I

$$M_{IJ} = -5.85 + 2(0.21) - 0.11 = -5.54 \text{ ton-mt}$$

$$M_{IE} = 0 + 2(0.67) + 1.38 + 0.09 = 2.81 \text{ ton-mt}$$

$$M_{IM} = 0 + 2(0.67) + 1.21 + 0.20 = 2.75 \text{ ton-mt}$$

Nudo M

$$M_{MI} = 0 + 2(1.21) + 0.67 + 0.20 = 3.29 \text{ ton-mt}$$

$$M_{MN} = -3.98 + 2(0.35) - 0.20 = -3.48 \text{ ton-mt}$$

Nudo B

$$M_{BF} = 0 + 2(0) - 0.41 - 0.003 = -0.41 \text{ ton-mt}$$

Nudo F

$$M_{FB} = 0 + 2(-0.41) + 0 - 0.003 = -0.82 \text{ ton-mt}$$

$$M_{FG} = -3.55 + 2(-0.26) + 0.26 = -3.81 \text{ ton-mt}$$

$$M_{FE} = 6.09 + 2(-0.18) + 0.44 = 6.17 \text{ ton-mt}$$

$$M_{FJ} = 0 + 2(-0.62) - 0.35 + 0.09 = -1.5 \text{ ton-mt}$$

Nudo J

$$M_{JF} = 0 + 2(-0.35) - 0.62 + 0.09 = -1.23 \text{ ton-mt}$$

$$M_{JK} = -3.42 + 2(-0.15) + 0.10 = -3.62 \text{ ton-mt}$$

$$M_{JI} = 5.85 + 2(-0.11) + 0.21 = 5.85 \text{ ton-mt}$$

$$M_{JN} = 0 + 2(-0.35) - 0.62 + 0.2 = -1.12 \text{ ton-mt}$$

Nudo N

$$M_{NJ} = 0 + 2(-0.62) - 0.35 + 0.2 = -1.45 \text{ ton-mt}$$

$$M_{N\tilde{N}} = -2.32 + 2(-0.26) + 0.21 = -2.63 \text{ ton-mt}$$

$$M_{NM} = 3.98 + 2(-0.20) + 0.35 = 3.93 \text{ ton-mt}$$

Nudo C

$$M_{CG} = 0 + 2(0) + 0.41 - 0.003 = 0.407 \text{ ton-mt}$$

Nudo G

$$M_{GC} = 0 + 2(0.41) + 0 - 0.003 = 0.817 \text{ ton-mt}$$

$$M_{GH} = -6.09 + 2(0.17) - 0.44 = -6.19 \text{ ton-mt}$$

$$M_{GF} = 3.55 + 2(0.26) - 0.26 = 3.81 \text{ ton-mt}$$

$$M_{GK} = 0 + 2(0.61) + 0.23 + 0.09 = 1.54 \text{ ton-mt}$$

Nudo K

$$M_{KG} = 0 + 2(0.23) + 0.61 + 0.09 = 1.16 \text{ ton-mt}$$

$$M_{KL} = -5.85 + 2(0.07) - 0.25 = -5.96 \text{ ton-mt}$$

$$M_{KJ} = 3.42 + 2(0.10) - 0.15 = 3.47 \text{ ton-mt}$$

$$M_{K\tilde{N}} = 0 + 2(0.23) + 0.51 + 0.20 = 1.17 \text{ ton-mt}$$

Nudo Ñ

$$M_{\tilde{N}K} = 0+2(0.51)+0.23+0.2 = 1.45 \text{ ton-mt}$$

$$M_{\tilde{N}O} = -3.98+2(0.15)-0.4 = -4.08 \text{ ton-mt}$$

$$M_{\tilde{N}N} = 2.32+2(0.21)-0.26 = 2.48 \text{ ton-mt}$$

Nudo D

$$M_{DH} = 0+2(-0.93)-0.93-0.003 = -0.933 \text{ ton-mt}$$

Nudo H

$$M_{HD} = 0+2(-0.93)+0-0.003 = -1.86 \text{ ton-mt}$$

$$M_{HG} = 6.09+2(-0.44)+0.17 = 5.38 \text{ ton-mt}$$

$$M_{HL} = 0+2(-1.38)-0.8+0.09 = -3.47 \text{ ton-mt}$$

Nudo L

$$M_{LH} = 0+2(-0.8)-1.38+0.09 = -2.89 \text{ ton-mt}$$

$$M_{LK} = 5.85+2(-0.25)+0.07 = 5.42 \text{ ton-mt}$$

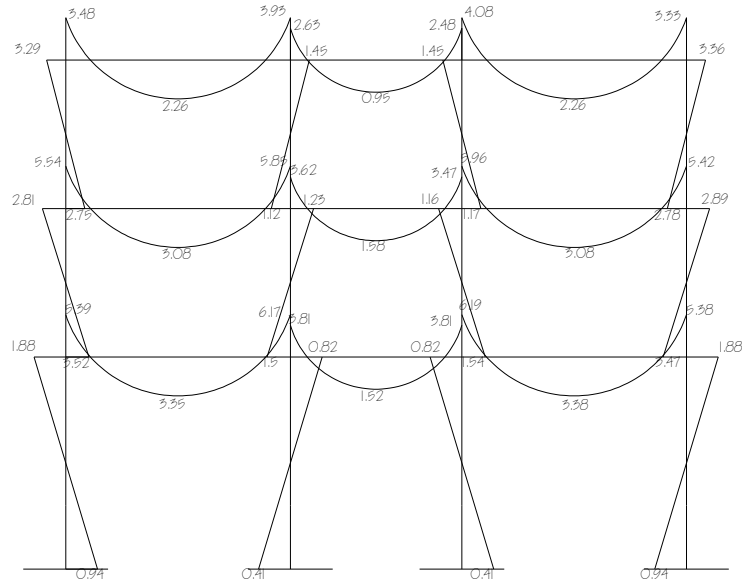
$$M_{LO} = 0+2(-0.8)-1.38+0.20 = -2.78 \text{ ton-mt}$$

Nudo O

$$M_{OL} = 0+2(-1.38)-0.8+0.20 = -3.36 \text{ ton-mt}$$

$$M_{O\tilde{N}} = 3.98+2(-0.4)+0.15 = 3.33 \text{ ton-mt}$$

Figura 25. Diagrama de momento debido a carga muerta ton-mt



Fuente: elaboración propia

2.2.3.6. Momentos últimos por envolvente

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y carga sísmica.

Para proceder al análisis de la estructura del edificio, se tienen que tomar en consideración las distintas combinaciones de cargas, con el fin de determinar las condiciones más críticas del diseño y así con las condiciones extremas, se calculen los elementos que componen la estructura, para que estos puedan resistir las condiciones extremas.

Figura 26. **Envolvente de momentos eje "x" – vigas ton-mt**

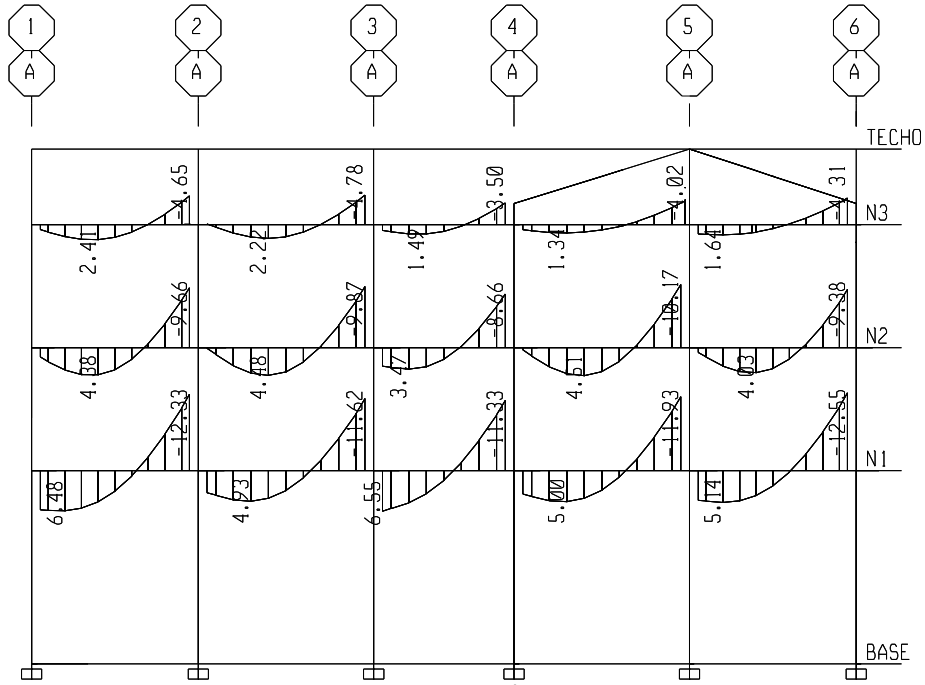


Figura 27. **Envolvente de momentos eje "x" – columnas ton-mt**

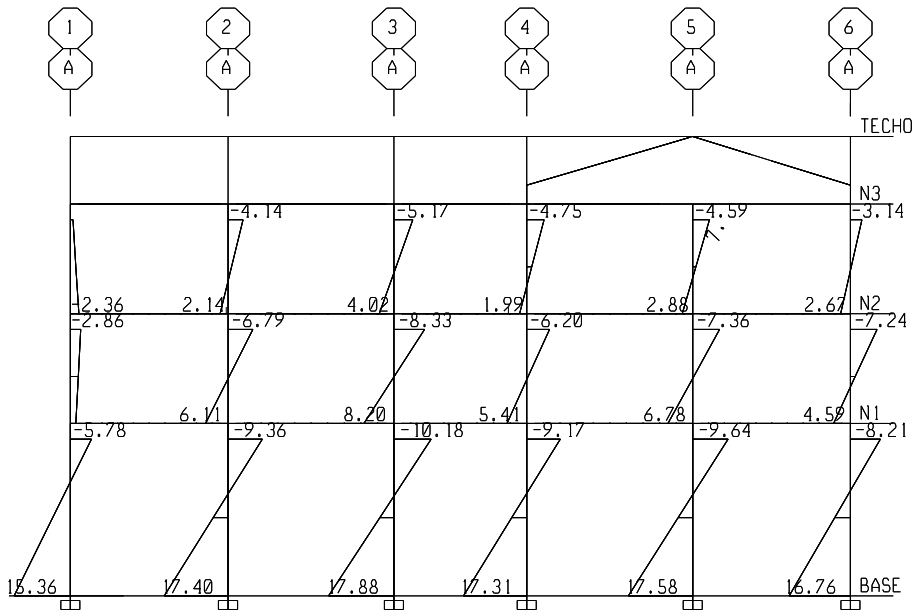
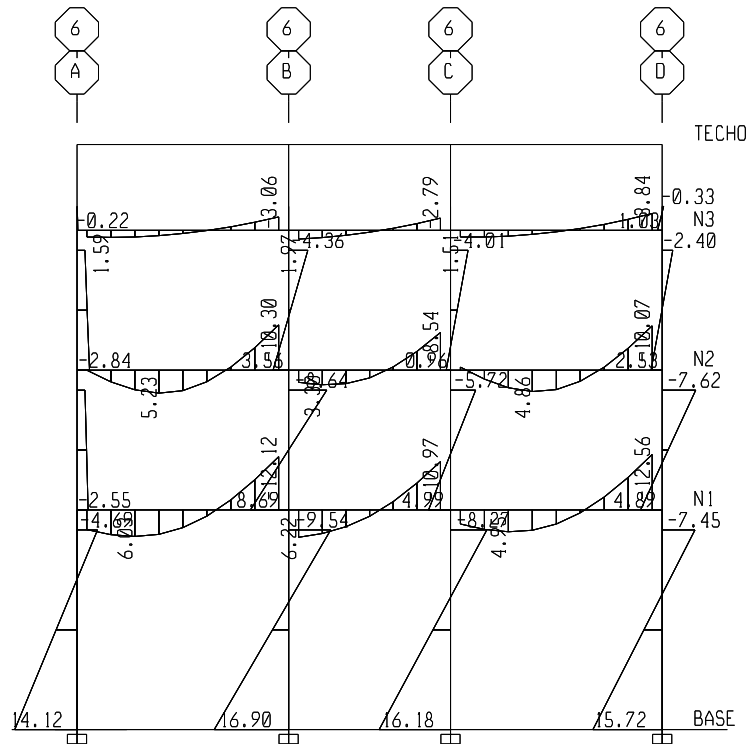


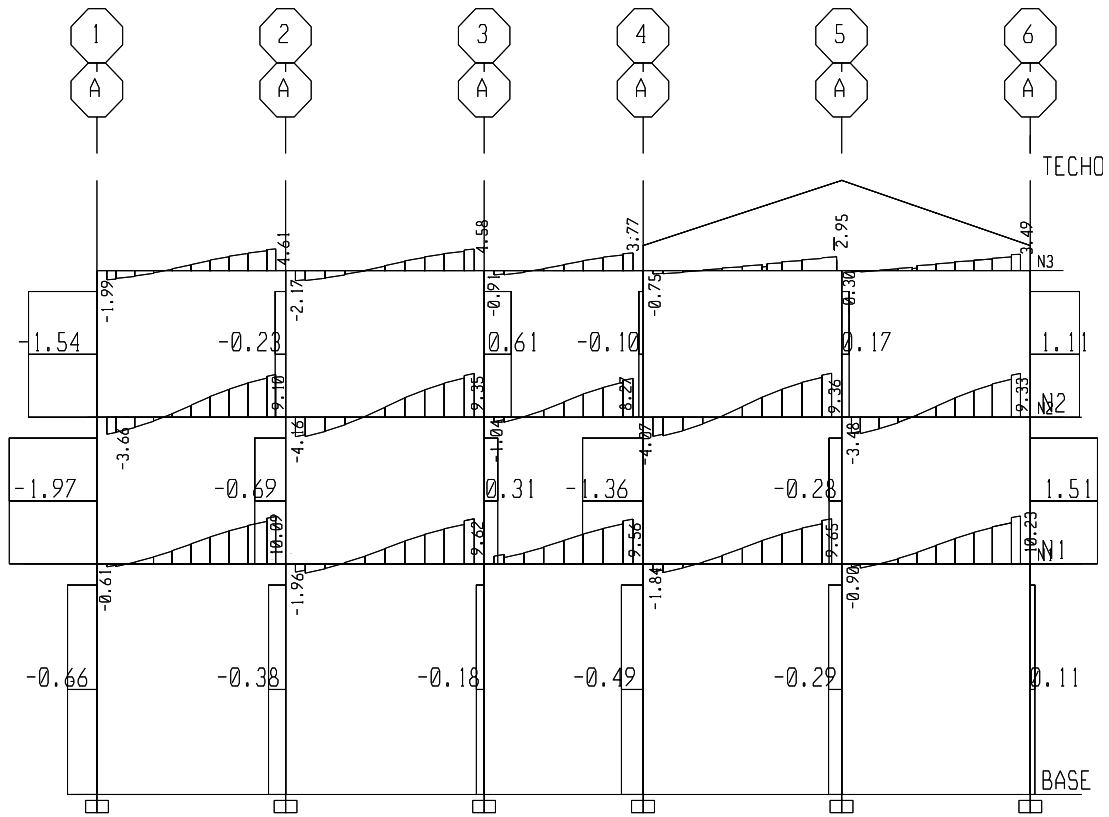
Figura 28. **Envolvente de momentos eje “y” vigas – columnas ton-mt**



Fuente: elaboración propia

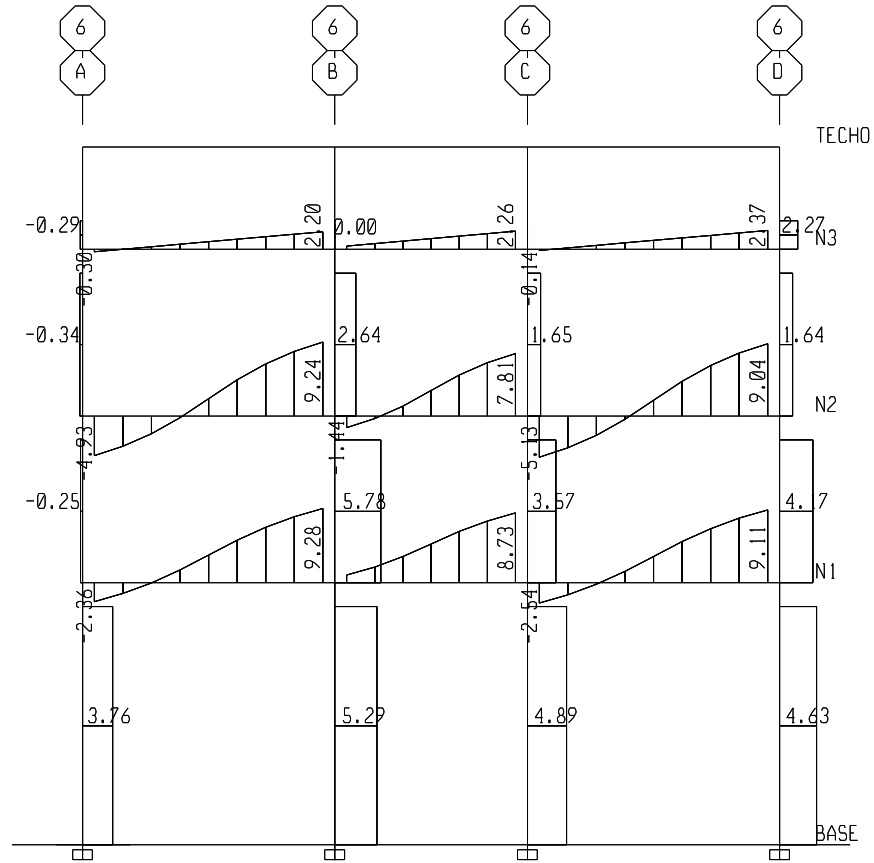
2.2.3.7. Diagrama de corte en marcos rígidos típicos

Figura 29. Diagrama de corte viga – columna eje “x” kg



Fuente: elaboración propia

Figura 30. Diagrama de corte viga – columna eje “y” kg



Fuente: elaboración propia

2.2.3.8. Resultados de análisis usando ETABS

Actualmente el uso de programas de computación en el proceso de análisis y diseño en ingeniería se ha hecho muy común por la utilidad y facilidad con que se tienen resultados, por eso para el cálculo del análisis estructural del proyecto se ha usado el software ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building System) que es un programa para el análisis y diseño

estructural para edificaciones basado en el método de elementos finitos. Este software presenta de forma fácil y precisa una serie de resultados, los cuales se presentan en forma rápidamente entendible por el ingeniero civil. Los resultados obtenidos por el software son más precisos por las consideraciones adicionales que se tienen en comparación con los resultados del procedimiento a mano realizado.

2.2.3.8.1. Combinación de cargas

Las diferentes combinaciones que se utilizarán son las que establece el reglamento de construcción de concreto reforzado para determinar la carga de diseño crítica.

En este caso se usaron las siguientes combinaciones que recomienda el ACI:

$$U = 1.4(CM) + 1.7(CV)$$

Cuando se consideran efectos de sismos se tiene:

$$U = 0.7[1.4(CM) + 1.7(CV) \pm 1.87(CS)]$$

$$U = 0.90(CM) \pm 1.43(CS)$$

Donde:

U = Carga última

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

CS = Carga debido a sismo

2.2.3.9. Comparación de resultados

Los resultados obtenidos de acuerdo con el análisis estructural por el método del portal y el método de kani, son resultado aproximados, para el diseño estructural, y estos se asemejan a los resultados obtenidos por el análisis realizado en el *software* ETABS, a diferencia que en el software están las combinaciones de cargas recomendadas por el ACI mas combinaciones criticas adicionales recomendadas por otros códigos como el código uniforme de la edificación que se consideran en el mismo, por este motivo, los resultados que muestra el *software*, manejan márgenes de seguridad superiores a los considerados en el análisis aproximado, por lo tanto se considerara los resultados de las combinaciones del software ETABS para el diseño estructural del edificio.

2.2.4. Diseño estructural

El diseño estructural se realiza por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura, con el objetivo de encontrar la sección de los elementos que resistan las cargas que se presentarán en su vida útil.

Para el diseño estructural del edificio se utilizarán los siguientes datos:

Materiales

- Concreto

Peso específico del concreto ($\delta_c = 2400 \text{ kg/mt}^3$)

Módulo de elasticidad del concreto ($E_c = 15,100(F'c)^{1/2}$) kg/cm^2

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

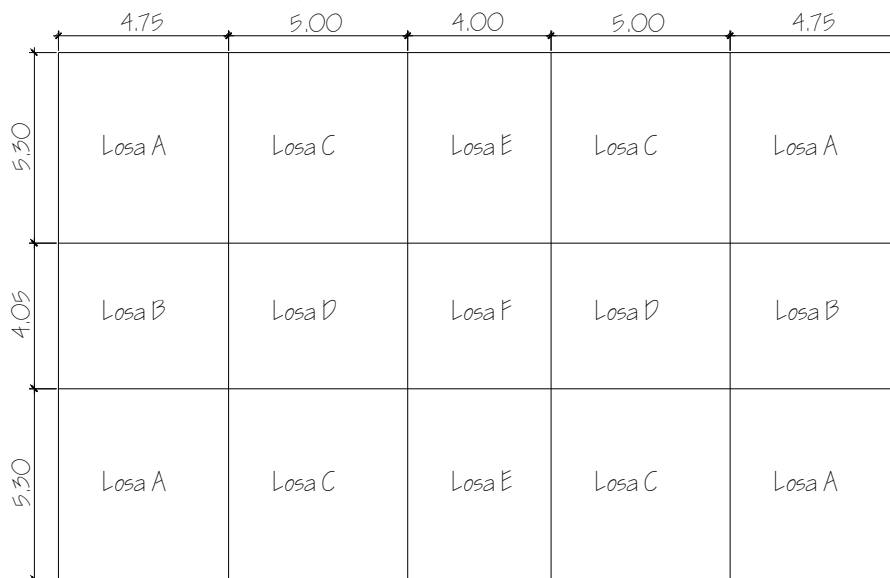
- Acero

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

2.2.4.1. Losas

Para el diseño de losas se utilizó el método 3 del ACI, se utilizará el espesor de losa obtenido en el predimensionamiento. Para el cálculo se utilizará la relación $m = a/b$, para definir si la losa trabaja en un sentido o en dos sentidos. Si la relación a/b es mayor o igual a 0.50, entonces la losa trabajará en dos sentidos, de lo contrario trabaja en un sentido. "A" es el lado menor de la losa y "B" el lado mayor. El espesor de la losa que se utilizará en el presente proyecto será de 13 cm.

Figura 31. Losas nivel 1



Fuente: elaboración propia

Losa A

Se procede a calcular la relación a/b para saber en cuántos sentidos trabaja la losa y a definir el tipo de caso que se utilizará para obtener los coeficientes, en el posterior cálculo de momentos. Si la relación $a/b < 0.5$, la losa trabaja en un sentido, si la relación $a/b \geq 0.5$, la losa trabaja en dos sentidos.

$$\frac{a}{b} = \frac{4.75 \text{ mt}}{5.30 \text{ mt}} = 0.90$$

Donde:

a = lado corto

b = lado largo

Se utilizará el caso cuatro, con un extremo largo continuo y un extremo corto continuo, (ver anexo 2). De las tablas del anexo 2 se obtienen los coeficientes para el cálculo de momentos:

- Coeficientes para momentos negativos en losas

$$C_{a,neg} = 0.055$$

$$C_{b,neg} = 0.037$$

- Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta

$$C_{a,dl} = 0.033$$

$$C_{b,dl} = 0.022$$

- Coeficientes para momentos positivos debido a carga viva

$$C_{a,ll} = 0.039$$

$$C_{b,ll} = 0.026$$

- Coeficientes para Cálculo de cortante en losas

$$W_a = 0.60$$

$$W_b = 0.40$$

- Cargas a utilizar

$$CM = 461 \text{ kg/mt}^2$$

$$CV = 245 \text{ kg/mt}^2$$

Carga última

$$C_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.4(461) + 1.7(245) = 1061.9 \text{ kg/mt}^2$$

Utilizaremos una franja unitaria de un metro (1 mt)

$$C_u = 1061.9 \text{ kg/mt}^2 * 1 \text{ mt} = 1062 \text{ kg/mt} = 1.06 \text{ ton/mt}$$

- Cálculo de momentos

Momentos negativos

$$M_{aneg} = C_{aneg} * C_u * l_a^2 = 0.055 * 1062 * 4.75^2 = 1438 \text{ kg-mt}$$

$$M_{bneg} = C_{bneg} * C_u * l_b^2 = 0.037 * 1062 * 5.30^2 = 1194 \text{ kg-mt}$$

Momentos positivos

$$M_{apos} = C_{adi} * CM * l_a^2 + C_{all} * CV * l_a^2 = 0.033 * 645.5 * 4.75^2 + 0.039 * 416.5 * 5.30^2$$

$$M_{apos} = 884 \text{ kg-mt}$$

$$M_{bpos} = C_{bdi} * CM * l_b^2 + C_{bll} * CV * l_b^2 = 0.022 * 645.5 * 4.75^2 + 0.026 * 416.5 * 5.30^2$$

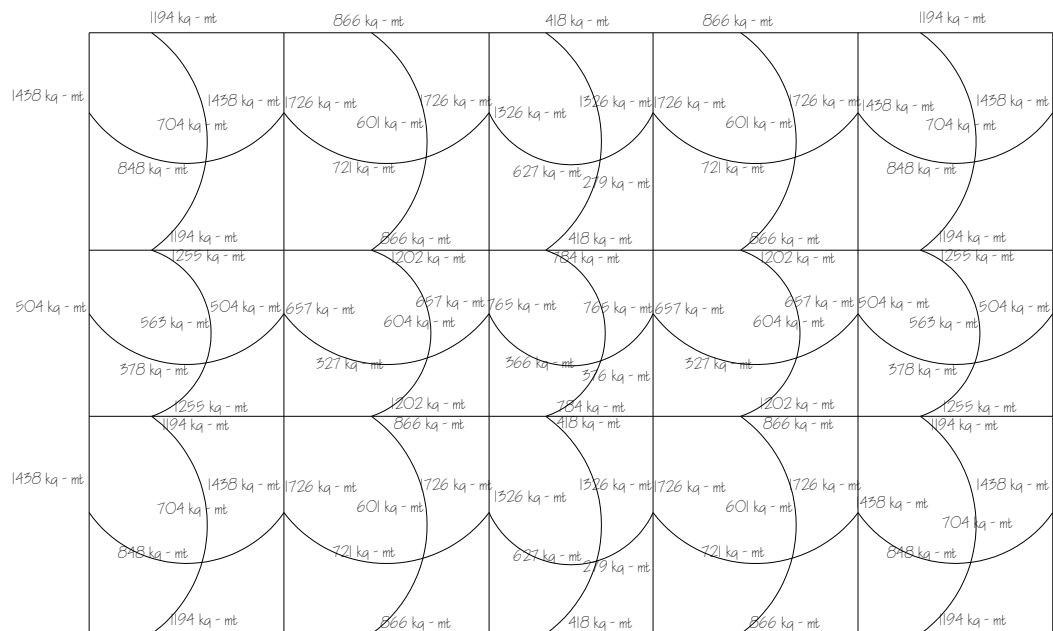
$$M_{bpos} = 704 \text{ kg-mt}$$

Tabla XXV. Momentos en losa nivel 1

Losa	Lado corto (a)	Lado largo (b)	Relación a utilizar	Modo de trabajo	Caso a utilizar	Ca -	Cb -	Ca dl +	Cb dl +	Ca ll +	Cb ll +	CM	CV	CU	Ma -	Mb -	Ma +	Mb +
A	4.75	5.3	0.9	2 Sentidos	Caso 4	0.06	0.04	0.033	0.022	0.039	0.026	645	417	1062	1438	1194	848	704
B	4.05	4.75	0.85	2 Sentidos	Caso 9	0.072	0.021	0.028	0.013	0.039	0.02	645	417	1062	1255	504	563	378
C	5	5.3	0.95	2 Sentidos	Caso 9	0.065	0.029	0.024	0.017	0.032	0.025	645	417	1062	1726	866	721	601
D	4.05	5.3	0.75	2 Sentidos	Caso 2	0.069	0.022	0.028	0.009	0.045	0.014	645	417	1062	1202	657	604	327
E	4	5.3	0.75	2 Sentidos	Caso 9	0.078	0.014	0.031	0.007	0.046	0.013	645	417	1062	1326	418	627	279
F	4	4.05	1	2 Sentidos	Caso 2	0.045	0.045	0.018	0.018	0.027	0.027	645	417	1062	765	784	366	376

Fuente: elaboración propia

Figura 32. Diagrama de momentos losa nivel 1



Fuente: elaboración propia

Balaceo de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Estos momentos se pueden balancear de la siguiente manera:

Si $0.80M_2 \leq M_1$ -----> $M_{\text{balanceado}} = \frac{M_1+M_2}{2}$

Siendo M_1 = momento menor y M_2 = momento mayor

Si $0.80M_2 > M_1$ -----> se balancea proporcionalmente a su rigidez

D_1	D_2
$M_{1(+)}$	$M_{2(+)}$
$M_1 + (M_2 - M_1) * D_1$	$M_2 - (M_2 - M_1) * D_2$
$M_{\text{balanceado}}$	$M_{\text{balanceado}}$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2}; K_1 = \frac{1}{L_1}$$

Donde:

M_1 = momento menor

M_2 = momento mayor

K_1 y K_2 = rigideces de cada losa

D_1 y D_2 = factores de distribución de lasas

Balanceo losa a – losa c

$$M_a = 1438 \text{ kg – mt}$$

$$M_c = 1726 \text{ kg – mt}$$

$$0.80*(1726) = 1380.8 < 1430 \text{ -> balanceo por promedio}$$

$$M_{\text{balanceado}} = \frac{1438+1726}{2} = 1582 \text{ kg-mt}$$

Balanceo losa c – losa d

$$M_c = 866 \text{ kg – mt}$$

$$M_d = 1202 \text{ kg – mt}$$

$$0.80*(1202) = 961.6 > 866 \text{ -> balanceo por rigideces}$$

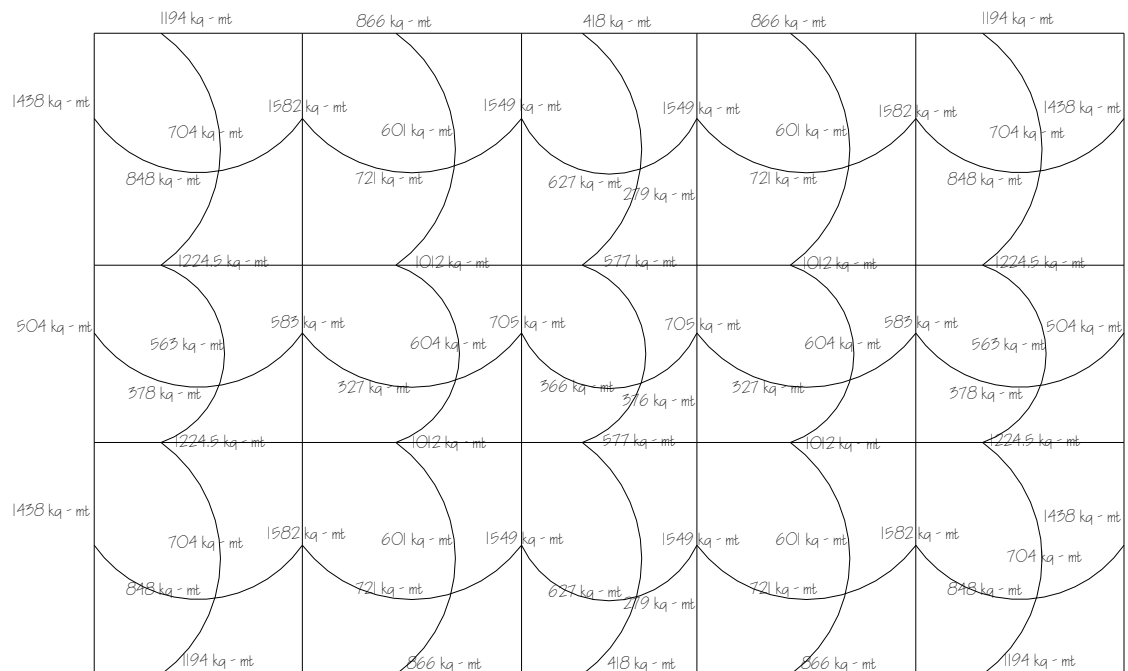
$$K_1 = \frac{1}{5.3} = 0.19$$

$$K_2 = \frac{1}{4.05} = 0.25$$

0.43		0.57	
866		1202	
1012		1012	
$M_{\text{balanceado}}$		$M_{\text{balanceado}}$	

$M_{\text{bal}} = 1012 \text{ kg} - \text{mt}$

Figura 33. Diagrama de momentos balanceados losa nivel 1



Fuente: elaboración propia

Diseño del acero de refuerzo

Para calcular el refuerzo de la losa, utilizaremos un ancho unitario de 1.00mt.

- Cálculo de los límites de acero

Se propone varilla No. 3

d = peralte efectivo

b = ancho unitario = 1.00 m

d = t – rec – Ø/2

A var No. 3 = 0.71 cm²

$$d = 13\text{cm} - 2.5\text{cm} = 10.5\text{ cm}$$

El acero mínimo para elementos sometidos a flexión es:

$$A_{s\text{min}} = \frac{0.80 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.80 \cdot \sqrt{210}}{2810} = 2.9\text{cm}^2$$

Donde:

$A_{s\text{min}}$ = área de acero mínimo

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

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

Pero no menor que

$$A_{s\text{min}} = \frac{14}{f_y} b_w d$$

Donde:

$A_{s\text{min}}$ = área de acero mínimo

d = peralte efectivo

b_w = franja unitaria de 100cm

$$A_{smin} = \frac{14}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * (10.5 \text{ cm}) = 3.5 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del espaciamiento asumiendo una varilla No. 3

$$\begin{array}{l} 3.5 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array}$$

Donde:

S = espaciamiento

$$S = \frac{(0.71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{3.5 \text{ cm}^2} = 20.29 \text{ cm} \text{ ----- } \rightarrow S = 20 \text{ cm}$$

El espaciamiento de la armadura en la sección no debe ser mayor a dos veces el espesor de la losa, según el código ACI 318 S 05, en el capítulo 13, sección 13.3.2

$$S_{max} = 2t = 2 * (13 \text{ cm}) = 26 \text{ cm}, \text{ usaremos } S_{max} = 25 \text{ cm}$$

- Momento soportado por A_{smin}

$$M_{Asmin} = \Phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{1.7 f'_{cb}} \right) \right]$$

Donde:

$$\Phi = 0.90$$

M_{Asmin} = momento que soporta el área de acero mínimo

$$M_{Asmin} = 0.90 \left[(3.5) * (4200) \left(10.5 - \frac{(3.5) * (4200)}{1.7(210)(100)} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 133467.35 \text{ kg-cm} = 1334.68 \text{ kg-mt}$$

Se utilizará $s = 20 \text{ cm}$, con esto se soportará la mayoría de momentos a los cuales está sometida la losa del primer nivel; para los momentos mayores al momento soportado por el área de acero mínimo, se calculará un nuevo espaciamiento.

Para $M = 1582 \text{ kg-mt}$

- Área de acero para momento 1582 kg-mt

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * .85 * \frac{f'c}{fy}$$

$$As = \left[(10.5) * (100) - \sqrt{(10.5 * 100)^2 - \frac{(1582) * (100)}{0.003825 * 210}} \right] * .85 * \frac{210}{4200}$$

$$As = 4.18 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento para $As = 4.18 \text{ cm}^2$

$$4.18 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = \frac{(0.71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{4.18 \text{ cm}^2} = 16.98 \text{ cm} \text{ ----- } \rightarrow S = 15 \text{ cm}$$

2.2.4.2. Vigas

La viga es un elemento estructural horizontal sometido a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos para su diseño son los momentos últimos obtenidos a través del análisis estructural. Para el diseño de la viga se tomarán los momentos más críticos, para obtener un armado uniforme en cada tipo de viga. Los momentos más críticos se obtienen del diagrama de envolvente de momentos.

Datos:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = h - \text{rec}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 50 - 5$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

2.2.4.2.1. Flexión

En una viga de concreto reforzado y sometida a flexión, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo la compresión correspondiente. Cuando se diseña la viga se busca que al momento de fallar sea de una forma dúctil, es decir que el acero fluya antes de que el concreto llegue a una deformación de 0.003; esta falla también se llama “por tensión”. El motivo de diseñar de esta manera, es que la deformación da aviso previo a la falla.

- Cálculo de acero para la resistencia de momentos

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M \cdot b}{0.003825 \cdot f_c}} \right] \cdot 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y}$$

Sustituyendo datos y utilizando los momentos, se obtiene el área de acero positiva (cama inferior de la viga) y la negativa (cama superior de la viga), como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla XXVI. **Acero requerido para vigas**

Viga	Momento	base	d	Acero mínimo por flexión	Acero requerido por diseño
A - B	M- arriba	25	45	3.78	9.55
	M- abajo				4.75
	M+ abajo				3.98
	M- arriba				9.29
	M- abajo				8.80
B - C	M- arriba	25	45	3.78	8.28
	M- abajo				5.44
	M+				3.79
	M- arriba				3.26
	M- abajo				7.58
C - D	M- arriba	25	45	3.78	9.29
	M- abajo				8.80
	M+				3.98
	M- arriba				9.55
	M- abajo				4.75

Fuente: elaboración propia

- Cálculo del acero máximo y mínimo

Cantilla mínima de acero (ρ_{\min})

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{4200} = 0.0033$$

Cantilla balanceada de acero (ρ_{bal})

$$\rho_{\text{bal}} = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left[\frac{6090}{6090 + f_y} \right]$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0.85 \cdot 0.85 \cdot \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \cdot \left[\frac{6090}{6090 + 4200 \text{ kg/cm}^2} \right] = 0.021$$

Cantilla máxima de acero (ρ_{max})

$$\rho_{\text{max}} = 0.5 \rho_{\text{bal}} = 0.5 \cdot 0.021 = 0.0105$$

Acero mínimo

$$A_{s\min} = \rho_{\min} bd = 0.0033 \cdot 25 \text{ cm} \cdot 45 \text{ cm} = 3.71 \text{ cm}^2$$

Acero máximo

$$A_{s\max} = \rho_{\max} bd = 0.0105 \cdot 25 \text{ cm} \cdot 45 \text{ cm} = 11.81 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal cama superior ($A_{s(-)}$)

El refuerzo en la cama superior es el mayor valor de:

$$A_{smin} = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ var. No. 5} = 2 * 1.979 = 3.958 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_{s(-)} = 3.1515 \text{ cm}^2$$

Se usará el valor mayor de las tres condiciones anteriores $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$ y chequea que cumpla con el rango de acero mínimo y máximo, dado anteriormente. Pero el área de acero requerida corresponde a 9.55 cm^2 . Entonces, se procede a calcular el área de acero que hace falta.

$$A_s = 9.55 - 3.96 = 5.59 \text{ cm}^2$$

El área que hace falta por cubrir es de 5.59 cm^2 que es el equivalente a dos varillas no 6

$$2 \text{ var. No 6} = 2 * 2.85 = 5.7 \text{ cm}^2$$

Las varillas que se utilizarán en la cama superior serían 2#5 + 2#6

- Refuerzo longitudinal cama inferior ($A_{s(+)}$)

El refuerzo en la cama superior es el mayor valor de:

$$A_{smin} = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ var. No. 5} = 2 * 1.979 = 3.958 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s(+)} = 1.99 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s(-)} = 4.67 \text{ cm}^2$$

Se usará el valor mayor de las condiciones anteriores $A_s = 4.67 \text{ cm}^2$ y se chequea que cumpla con el rango de acero mínimo y máximo, dado anteriormente. El armado de la cama inferior sería de 2#5 + 1#3.

2.2.4.2.2. Corte

Las vigas deben tener un margen de seguridad adecuado contra cualquier tipo de falla, algunas de las cuales pueden ser más peligrosas que la falla a flexión. Un ejemplo es la falla a cortante del concreto reforzado, más conocida como falla a tensión diagonal. Si una viga sin diseño adecuado del refuerzo a cortante se sobrecarga hasta la falla, se puede presentar un colapso por cortante en forma súbita, sin aviso alguno de peligro. La tabla siguiente muestra los espaciamientos según el diagrama de corte presentado anteriormente.

Tabla XXVII. **Espaciamiento requerido para corte**

Viga	Acero requerido por uni/long (plg)	Patas del estribo	Área de var No. 3 (plg ²)	S requerido en cm
A - B	0.03	2	0.110	18.63
	0.026	2	0.110	21.49
	0.03	2	0.110	18.63
B - C	0.033	2	0.110	16.93
	0.028	2	0.110	19.96
	0.033	2	0.110	16.93
C - D	0.03	2	0.110	18.63
	0.026	2	0.110	21.49
	0.03	2	0.110	18.63

Fuente: elaboración propia

A lo anterior puede agregarse, que fuera del área de confinamiento se utilizará estribo No 3 a razón de cada 15 cm.

2.2.4.2.3. Torsión

En el presente trabajo se ha establecido que no se necesita de un análisis torsional, por lo que en el mismo no se realizará; todo esto debido a la simetría del edificio, las vigas no están sometidos a torsión debido a la sección del elemento.

2.2.4.2.4. Confinamiento

El código ACI 318 05, en la sección 21.3.3, requiere que debe disponerse de estribos de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de apoyo del elemento hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento a flexión.

$$\text{Longitud de confinamiento} = 2h = 2 \cdot 0.50\text{mt} = 1.00 \text{ mt}$$

El código ACI 318 05, en la sección 23.3.3.2, requiere que el primer estribo no debe de estar a más de 5 cm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos de confinamiento no debe de exceder el menor de: a) $d/4$; b) ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas; c) 24 veces el diámetro del estribo de confinamiento y d) 30 cm.

a) $d/4 = 45/4 = 11.25\text{cm}$

b) $8(\text{var No 5}) = 8 \cdot (1.5875\text{cm}) = 12.7 \text{ cm.}$

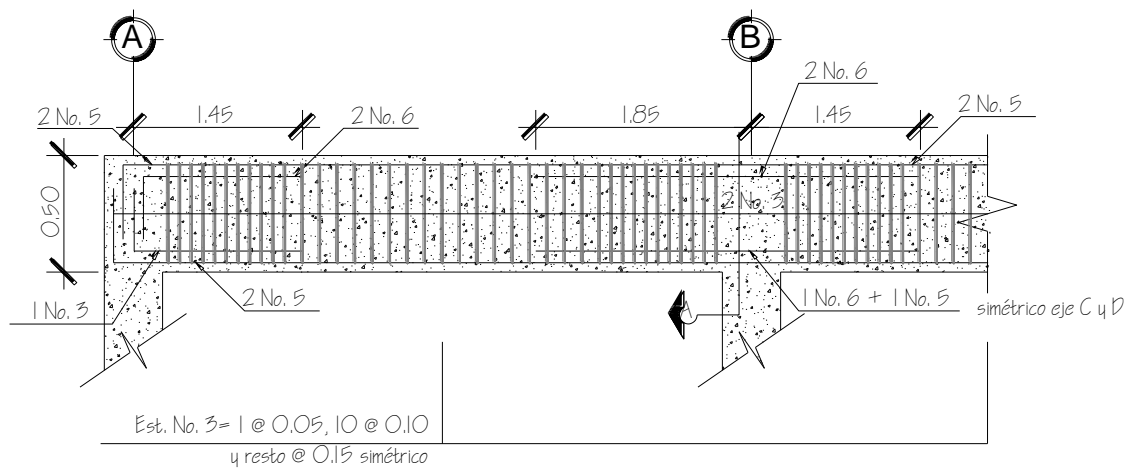
c) $24(\text{var No } 3) = 24*(0.9525\text{cm}) = 22.86 \text{ cm.}$

d) 30 cm.

Se usará el menor valor de los 4 incisos, espaciamento $S = 10 \text{ cm.}$ a lo largo de la longitud de confinamiento.

En resumen, la viga seleccionada deberá estar de acuerdo con las condiciones calculadas anteriormente, y se utilizará según lo demostrado en la figura siguiente.

Figura 34. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia

2.2.4.3. Columnas

2.2.4.3.1. Flexocompresión

Los parámetros que deben ser cumplidos en las columnas como elementos sismorresistentes son:

Requisitos de armado para esfuerzos de flexión:

- La dimensión menor de la columna será igual o mayor a 0.35 mt
- La relación de las dimensiones de la columna será mayor o igual a 0.4
- El área de acero(A_s) para zonas sísmicas está comprendida por:

$$0.01 A_g \leq A_s \leq 0.06A_g$$

2.2.4.3.1.1. Efecto de esbeltez

Una columna es esbelta cuando su sección transversal es muy pequeña en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ($E < 21$), intermedias ($21 \leq E \leq 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas, no se construyen.

La ecuación para considerar los efectos de esbeltez es la siguiente:

$$E = \frac{KL_n}{r}$$

Donde:

E = esbeltez

K = Factor de pandeo

L_n = longitud libre

r = radio de giro, donde:

$r = 0.30hx$ ó $0.30hy$ (dependiendo del sentido en que se esté analizando)

Cuando:

$E < 21 \rightarrow$ no se magnifican momentos

$21 \leq E \leq 100 \rightarrow$ se magnifican momentos

$E \geq 100 \rightarrow$ no es recomendable construir

El valor K se determina con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} < 2$$

$$K = 0.90 \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} \geq 2$$

$$\psi_{prom} = \frac{\psi_a + \psi_b}{2}$$

Donde ψ_a y ψ_b corresponden a la sumatoria de rigideces en ambos extremos de apoyo de la columna y se expresa de la siguiente forma:

$$\psi_{a-b} = \frac{\sum EI/L_{col}}{\sum EI/L_{viga}}$$

2.2.4.3.1.2. Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones de la duración de la carga, y cuyo factor principal que debe incluirse es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Utilizando estos valores, se realiza un diseño exacto de las columnas.

La ecuación de magnificación de momentos es la siguiente (M_d):

$$M_d = \delta M_u$$

Donde:

M_u = momento último

δ = magnificador de momentos

δ , se expresa por:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi * P_{cr}} \right)}$$

Donde:

P_u = carga última actuante

P_{cr} = carga crítica de pandeo (Euler)

ϕ = factor de compresión (0.70 para estribos)

P_{cr} , se expresa por:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(KL_n)^2}$$

Donde:

E = módulo de Young
 I = momento de inercia
 K = Factor de pandeo
 Ln = longitud libre entre apoyos

EI, se expresa por:

$$EI = \frac{E_c I_g / 2.5}{1 + \beta_d}$$

Donde:

E_c = módulo de elasticidad del concreto

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

I_g = momento de inercia centroidal de la columna

$$I_g = bh^3 / 12$$

β_d = factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1.4CM}{1.4CM + 1.7CV} = \frac{CM_U}{C_U} \quad 0 \leq \beta_d \leq 1$$

Para diseñar columnas, tomando en cuenta su carga axial y los dos momentos actuantes, se utilizará la ecuación de Bressler (carga inversa):

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

Donde:

P'_u = valor aproximado de la carga última en flexión, que resiste la columna a una excentricidad "e".

P'_x = carga última que resiste una columna con excentricidad "e_x"

$$P'_x = K_x * f'_c * A_g$$

P'_y = carga última que resiste una columna con excentricidad “ e_y ”

$$P'_y = K_y * f'_c * A_g$$

P'_o = carga última axial que resiste una columna

$$P'_o = (0.85 * f'_c * A_g) + (A_s * f_y)$$

Con:

A_g = sección del elemento

A_s = área de acero propuesta

K_x y K_y , son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas, los cuales se puede consultar en los anexos del presente trabajo.

Si $P'_u > P'_{ua}$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se aumentará el área de acero.

De lo anterior se tiene que P_{ua} es la carga de falla y está dada por:

$$P_{ua} = \frac{P_u}{0.70}$$

Donde:

P_u = carga última actuante

Las excentricidades están dadas por:

$$e_x = M_{ux} / P_u$$

$$e_y = M_{uy} / P_u$$

Donde:

M_{ux} = momento de diseño en x

M_{uy} = momento de diseño en y

P_u = carga última actuante

2.2.4.3.2. Corte

Este se debe proveer con refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

Requerimientos armados por corte:

El corte resistente del concreto está dado por:

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} bd$$

Con $\Phi = 0.85$; para esfuerzos cortantes

Recordando siempre que si $V_c > V_a$, por requisito se colocan los estribos a $d/2$.

2.2.4.3.3. Confinamiento

Requerimientos de armado para confinamiento:

Se armará una longitud de confinamiento (L_o) a partir del rostro de la viga; la longitud de confinamiento será el mayor valor de las siguientes condiciones:

- El lado mayor de la columna
- 1/6 de la altura libre de la columna

- 0.45 mt

El espaciamiento de la longitud de confinamiento (S_o), será el menor de las siguientes consideraciones:

- $\frac{1}{4}$ del lado menor de la columna
- 0.10mt
- El S_o calculado

El primer espaciamiento será igual a $S_o/2$. S_o está dado por:

$$S_o = \frac{2A_v}{L_n \rho_s}$$

Donde:

A_v = área transversal de la varilla que se utilizará como estribo.

L_n = longitud máxima no soportada por el estribo.

ρ_s = relación volumétrica

ρ_s está determinada por:

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \times 0.85 \frac{f_c}{f_y}$$

Donde:

A_g = área gruesa

A_{ch} = área pequeña

Diseño de columnas

Se diseñará la columna más crítica de cada piso y el armado de esta se colocará en todas las columnas del nivel. El detalle del mismo puede observarse en los planos constructivos adjuntos.

Datos:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Sección de columna = 50cm x 50cm

Carga última:

$$\text{Área tributaria} = (5.30\text{mt} \times 4.75\text{mt})/4 + (4.05\text{mt} \times 4.75\text{mt})/4 + (4.05\text{mt} \times 5)/4 + (5.30\text{mt} \times 5\text{mt})/4 = 22.70 \text{ mt}^2$$

Nivel 1

$$C_M = 461 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_V = 245 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_T = 461 \text{ kg/mt}^2 + 245 \text{ kg/mt}^2 = 706 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_U = 1.4(461 \text{ kg/mt}^2) + 1.7(245 \text{ kg/mt}^2) = 1061.9 \text{ kg/mt}^2$$

Nivel 2

$$C_M = 461 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_V = 610 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_T = 461 \text{ kg/mt}^2 + 610 \text{ kg/mt}^2 = 1071 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_U = 1.4(461 \text{ kg/mt}^2) + 1.7(610 \text{ kg/mt}^2) = 1682.4 \text{ kg/mt}^2$$

Nivel 3

$$CM = 415 \text{ kg/mt}^2$$

$$CV = 100 \text{ kg/mt}^2$$

$$C_T = 415 \text{ kg/mt}^2 + 100 \text{ kg/mt}^2 = 515 \text{ kg/mt}^2$$

$$CU = 1.4(415 \text{ kg/mt}^2) + 1.7(100 \text{ kg/mt}^2) = 751 \text{ kg/mt}^2$$

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{C_T}$$

$$F_{CU1} = \frac{1061.9 \text{ kg/mt}^2}{706 \text{ kg/mt}^2} = 1.5$$

$$F_{CU2} = \frac{1682.4 \text{ kg/mt}^2}{1071 \text{ kg/mt}^2} = 1.57$$

$$F_{CU1} = \frac{751 \text{ kg/mt}^2}{515 \text{ kg/mt}^2} = 1.46$$

Carga axial

$$P_c = A_T * CU + A_{viga} * L_{viga} * W_c * F_{CU}$$

$$P_{C3} = (22.79 \text{ mt}^2) * \left(751 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2}\right) + (0.5 * 0.25) * (9.55) * 2400 * 1.46$$

$$P_{C3} = 21298 \text{ kg} \cong 21.30 \text{ Ton}$$

$$P_{C2} = (22.79 \text{ mt}^2) * \left(1682.4 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2}\right) + (0.5 * 0.25) * (9.55) * 2400 * 1.57$$

$$+ 0.5 * 0.5 * 2400 * 1.57 * 3.5$$

$$P_{C2} = 46137 \text{ kg} \cong 46.14 \text{ Ton}$$

$$P_{C1} = (22.79 \text{ mt}^2) * \left(1061.9 \frac{\text{kg}}{\text{mt}^2} \right) + (0.5 * 0.25) * (9.55) * 2400 * 1.50$$

$$+ 0.5 * 0.5 * 2400 * 1.5 * 3.5$$

$$P_{C1} = 31648.20 \text{ kg} \cong 31.65 \text{ Ton}$$

$$P_{ct} = P_{c3} + P_{c2} + P_{c1} = 21.30 + 46.14 + 31.65 = 99.1 \text{ Ton}$$

Determinación de la esbeltez

Sentido X

El código ACI 318 05, en la sección 10.11.1, permite el uso de las siguientes propiedades para los miembros de la estructura, momentos de inercia para vigas $0.35I_g$ y para columnas $0.70I_g$; estas propiedades pueden usarse para marcos sin desplazamiento (arriostrados) y marcos con desplazamiento (no arriostrados), basado en eso se tiene que:

$$I_{viga} = 0.35 \left(\frac{1}{12} b * h^3 \right) = 0.35 \left(\frac{1}{12} (25)(50^3) \right) = 91145.83 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = 0.70 \left(\frac{1}{12} b * h^3 \right) = 0.70 \left(\frac{1}{12} (50)(50^3) \right) = 364583.33 \text{ cm}^4$$

Rigideces que llegan al nudo bajo análisis:

$$K_{col1} = \frac{I_{col}}{\text{Longitud}} = \frac{364583.33 \text{ cm}^4}{550 \text{ cm}} = 662.88 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{col2}} = \frac{I_{\text{col}}}{\text{Longitud}} = \frac{364583.33 \text{ cm}^4}{350 \text{ cm}} = 1041.67 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{viga1}} = \frac{I_{\text{viga}}}{\text{Longitud}} = \frac{91145.83 \text{ cm}^4}{475 \text{ cm}} = 191.89 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{viga2}} = \frac{I_{\text{viga}}}{\text{Longitud}} = \frac{91145.83 \text{ cm}^4}{500 \text{ cm}} = 182.29 \text{ cm}^3$$

$$\psi_A = \frac{\sum EI_{\text{col}}/L}{\sum EI_{\text{viga}}/L} = \frac{662.88 \text{ cm}^3 + 1041.67 \text{ cm}^3}{191.89 \text{ cm}^3 + 182.29 \text{ cm}^3} = 4.55$$

$\psi_B = 0$ (por las condiciones de empotramiento en la base)

$$\psi_{\text{Prom}} = \frac{\psi_A + \psi_B}{2} = \frac{4.55 + 0}{2} = 2.28$$

Cuando $\psi_{\text{Prom}} \geq 2$

$$K = 0.90 \sqrt{1 + \psi_{\text{Prom}}} = 0.90 \sqrt{1 + 2.28} = 1.63$$

Relación de esbeltez

$$E = \frac{KL_n}{r}, \text{ Donde } r = 0.3b$$

$$E = \frac{1.63 * 550}{0.3 * 50} = 59.77 > 21, \text{ Entonces hay que magnificar momentos:}$$

$$\beta_d = \frac{1.4 \text{ CM}}{1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}} = \frac{1.4 * 461}{1.4 * 461 + 1.7 * 245} = 0.61$$

$$EI = \frac{0.40E_c I_{col}}{1 + \beta_d} = \frac{0.40 * (15100) \sqrt{210} * \frac{1}{12} * 50 * 50^3}{1 + 0.63} = 2.8 \times 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$EI = 2797 \text{ Ton-mt}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(EI)}{(KL_n)^2} = \frac{\pi^2(2797)}{(1.63 * 5.5)^2} = 343.47 \text{ Ton}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{99.1}{(0.70)343.47}} = 1.70$$

De la envolvente de momentos se obtiene: $M_x = 10.18 \text{ Ton-mt}$

$$M_{UX} = (1.70) * (10.18) = 17.31 \text{ Ton-mt}$$

Sentido Y

$$I_{viga} = 0.35 \left(\frac{1}{12} b * h^3 \right) = 0.35 \left(\frac{1}{12} (25)(50^3) \right) = 91145.83 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = 0.70 \left(\frac{1}{12} b * h^3 \right) = 0.70 \left(\frac{1}{12} (50)(50^3) \right) = 364583.33 \text{ cm}^4$$

Rigideces que llegan al nudo bajo análisis

$$K_{col1} = \frac{I_{col}}{\text{Longitud}} = \frac{364583.33 \text{ cm}^4}{550 \text{ cm}} = 662.88 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{col2}} = \frac{I_{\text{col}}}{\text{Longitud}} = \frac{364583.33 \text{ cm}^4}{350 \text{ cm}} = 1041.67 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{viga1}} = \frac{I_{\text{viga}}}{\text{Longitud}} = \frac{91145.83 \text{ cm}^4}{530 \text{ cm}} = 171.97 \text{ cm}^3$$

$$K_{\text{viga2}} = \frac{I_{\text{viga}}}{\text{Longitud}} = \frac{91145.83 \text{ cm}^4}{405 \text{ cm}} = 225.05 \text{ cm}^3$$

$$\psi_A = \frac{\sum EI_{\text{col}}/L}{\sum EI_{\text{viga}}/L} = \frac{662.88 \text{ cm}^3 + 1041.67 \text{ cm}^3}{171.97 \text{ cm}^3 + 225.05 \text{ cm}^3} = 4.29$$

$\psi_B = 0$ (por las condiciones de empotramiento en la base)

$$\psi_{\text{Prom}} = \frac{\psi_A + \psi_B}{2} = \frac{4.29 + 0}{2} = 2.15$$

Cuando $\psi_{\text{Prom}} \geq 2$

$$K = 0.90 \sqrt{1 + \psi_{\text{Prom}}} = 0.90 \sqrt{1 + 2.15} = 1.60$$

Relación de esbeltez:

$$E = \frac{KL_n}{r}, \text{ Donde } r = 0.3b$$

$$E = \frac{1.60 * 550}{0.3 * 50} = 58.67 > 21, \text{ Entonces hay que magnificar momentos:}$$

$$\beta_d = \frac{1.4 \text{ CM}}{1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}} = \frac{1.4 * 461}{1.4 * 461 + 1.7 * 245} = 0.61$$

$$EI = \frac{0.40E_c I_{col}}{1 + \beta_d} = \frac{0.40 * (15100) \sqrt{210} * \frac{1}{12} * 50 * 50^3}{1 + 0.63} = 2.8 \times 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$EI = 2797 \text{ Ton-mt}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(EI)}{(KL_n)^2} = \frac{\pi^2(2797)}{(1.60 * 5.5)^2} = 356.47 \text{ Ton}$$

$$\delta_y = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{99.1}{(0.70)356.47}} = 1.66$$

De la envolvente de momentos se obtiene $M_y = 9.59 \text{ Ton-mt}$

$$M_{Uy} = (1.66) * (9.59) = 15.92 \text{ Ton-mt}$$

Refuerzo longitudinal

Datos:

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

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

$$M_{ux} = 17.31 \text{ ton-mt}$$

$$M_{uy} = 15.92 \text{ ton-mt}$$

$$P_u = 99.1 \text{ ton}$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{17.31}{99.1} = 0.17 \text{ mt}$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_u} = \frac{15.92}{99.1} = 0.16 \text{ mt}$$

Los valores de las diagonales para utilizar el diagrama de interacción

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.17}{0.50} = 0.34$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0.16}{0.50} = 0.32$$

Según los datos obtenidos, se utilizarán los diagramas con $\gamma = 0.75$ y $\gamma = 0.90$. La carga de falla = 198 Ton.

Área de acero:

$$A_{smin} = 0.01A_g = 0.01*(50*50) = 25 \text{ cm}^2$$

Se usará 8#6

$$K_x = 0.49; K_y = 0.52$$

Variables de Bressler:

$$P'_x = K_x * f'_c * A_g = 0.49 * 210 * 50 * 50 = 257,250 \text{ kg} = 257.25 \text{ Ton}$$

$$P'_y = K_y * f'_c * A_g = 0.52 * 210 * 50 * 50 = 273,000 \text{ kg} = 273 \text{ Ton}$$

$$P'_o = (0.85 * f'_c * A_g) + (A_s * f_y) = (0.85 * 210 * 2,500) + (22.8 * 4200) = 542,010 \text{ kg}$$

$$P'_o = 542 \text{ kg}$$

$$P'_U = \frac{1}{\frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} + \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{257.25} + \frac{1}{273} + \frac{1}{543}} = 203.48 \text{ Ton}$$

Refuerzo por corte

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 50 * 50 = 16,320.91 \text{ kg}$$

$$V_c = 16.32 \text{ Ton}$$

Al comparar con los cortes actuantes mostrados en los diagramas, se tienen que $V_r > V_a$, por lo que se colocarán estribos en la zona no confinada a una distancia igual a $d/2$; por criterio se dejarán a cada 15 cm.

Confinamiento

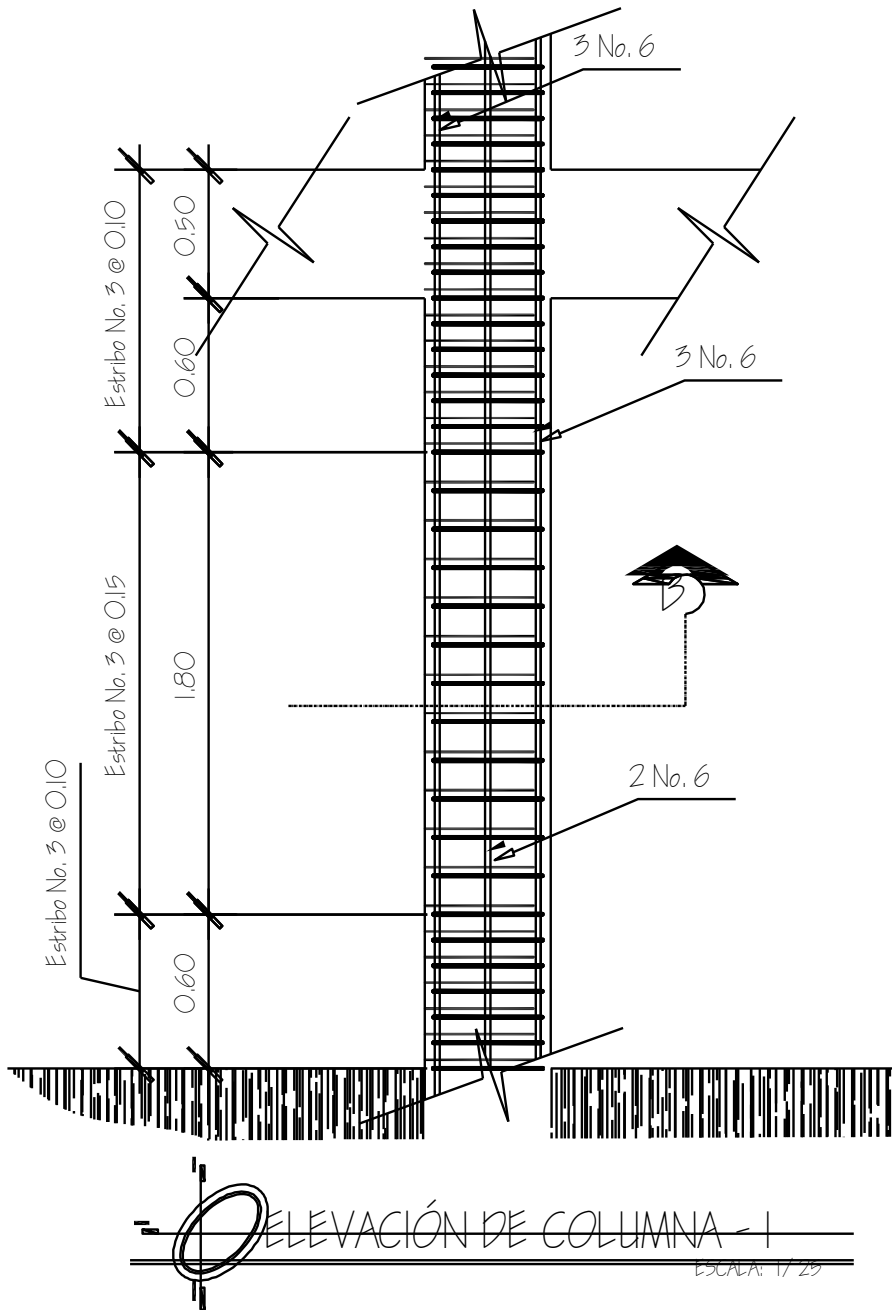
El código ACI 318 05, en la sección 21.4.4.4, requiere que el refuerzo transversal deba suministrarse sobre una longitud medida desde la cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión, como resultado de desplazamiento lateral inelástico del marco; dicha longitud no debe ser menor que: a) la altura del elemento b) un sexto de la longitud libre del miembro y c) menor que 45 cm.

- a) Altura del elemento = 0.50 mt
- b) $1/6 * (3) = 0.50$ mt
- c) 0.45

Con base en lo anterior, se utilizará una longitud de confinamiento de 0.6 mt.; en ambos extremos de la columna.

El valor de S no debe ser mayor de 15 cm. ni se necesita tomarlo menor de 10 cm. Se utilizará estribo No. 3 @ 10 cm. en una longitud de confinamiento igual a 60 cm. En resumen, se seleccionará la columna de acuerdo con las condiciones calculadas anteriormente, la cual se utilizará según se detalla en la figura siguiente:

Figura 35. Detalle de columna



Fuente: elaboración propia

2.2.4.4. Zapatas

a. Diseño del área de la zapata:

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan las cargas de servicio; por lo tanto se dividen las cargas últimas (P_u) dentro del factor de carga última (F_{cu}) para obtenerlas. De la misma forma se determinan los momentos de servicio.

Carga de trabajo o servicio:

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}}$$

Momento de trabajo o servicio

$$M_t = \frac{M_u}{F_{cu}}$$

Para estimar el área de la zapata se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_z = \frac{1.5P'}{V_s}$$

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

P' = carga de trabajo

Chequeo de presión sobre el suelo:

Para determinar la presión sobre el suelo se debe considerar lo siguiente:

a) la carga de trabajo, b) el peso del suelo del desplante, c) peso de la columna y d) peso del cimiento.

$$P = P' + P_s + P_{cim}$$

Donde:

P = integración total de cargas actuantes

P' = carga de trabajo

P_s = peso del suelo de desplante

P_{cim} = peso del cimiento (zapata)

$$P_s = Az * \text{Desplante} * \gamma_s$$

$$P_{col} = \text{sección de columna} * \text{alto de columna} * \gamma_c$$

$$P_{cim} = Az * \text{espesor asumido} * \gamma_c$$

Donde:

Az = área de la zapata

γ_s = peso específico del suelo

Debido a que existe carga y flexión biaxial, las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mt_x}{S_x} \pm \frac{Mt_y}{S_y}$$

Donde:

S = módulo de sección en el sentido indicado

$$S = \frac{1}{6}bh^2$$

Los casos críticos son q_{max} y q_{min}.

Se tiene que tener en cuenta que q_{max} debe ser menor al valor soporte del suelo (q_{max} < Vs) y q_{min} mayor que cero (q_{min} > 0).

b. Diseño del espesor de la zapata:

Para determinar el espesor de la zapata se hace necesario que cumpla con dos requisitos; que resista el corte simple o corte flexionante, y el corte punzonante causado por la columna y las cargas actuantes.

Chequeo por corte simple:

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

Se tiene:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \Phi/2$$

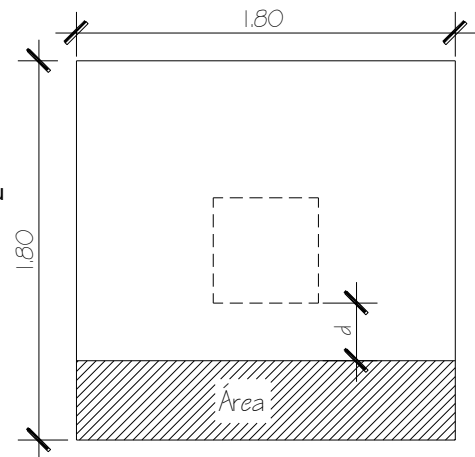
Corte actuante:

$$V_{\text{act}} = \text{Área} \cdot q_{\text{dis}_u}$$

Donde:

q_{dis_u} = presión última de diseño

$$q_{\text{dis}_u} = q_{\text{dis}} \cdot F_{\text{cu}}$$



Cálculo de corte simple resistente:

$$V_R = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

Para que el espesor asumido sea correcto para corte simple se debe cumplir lo siguiente: $V_R > V_a$.

Chequeo por corte punzonante:

Corte punzonante actuante:

$$V_{act} = \text{Área de punzonamiento} * q_{dis_u}$$

Donde:

q_{dis_u} = presión última de diseño

$$q_{dis_u} = q_{dis} * F_{cu}$$

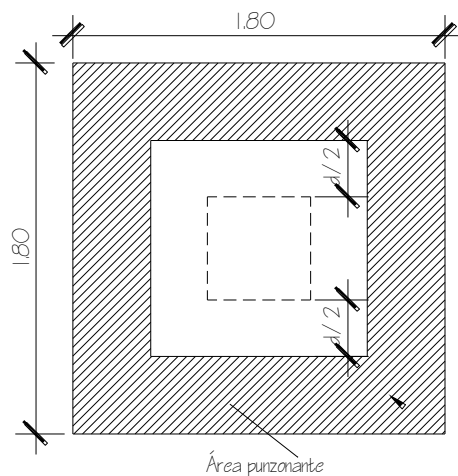
Cálculo punzonante resistente:

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

Para que el espesor asumido cumpla con corte simple se debe cumplir lo siguiente: $V_R > V_{act}$.



c. Diseño del refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata; por tal razón es necesario reforzarla con acero para resistir los esfuerzos inducidos.

El momento último se define como una losa en voladizo y está dado por:

$$M_U = \frac{Wl^2}{2}$$

Donde:

l = distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

El área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003825 f'_c}} \right] 0.85 \frac{f'_c}{f_y}$$
$$A_{s_{\min}} = 0.002 * b * d$$

El espaciamiento entre varillas está dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s}$$

Donde:

A_v = área de la varilla propuesta

Diseño de zapata típica concéntrica:

Datos:

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

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_u = 99.1 \text{ ton/mt}^2$$

$$M_{ux} = 17.31 \text{ ton/mt}^2$$

$$M_{uy} = 15.92 \text{ ton/mt}^2$$

$$V_s = 30 \text{ ton/mt}^2$$

$$\gamma_s = 1.49 \text{ ton/mt}^3$$

$$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/mt}^3$$

$$F_{cu} = 1.5$$

Sección de columna = 50cm x 50cm

Diseño del área de la zapata:

Carga y momento de servicio

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{99.1}{1.5} = 66 \text{ ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{cu}} = \frac{17.31}{1.5} = 11.54 \text{ ton - mt}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{cu}} = \frac{15.92}{1.5} = 10.61 \text{ ton - mt}$$

Estimación del área de la zapata

$$A_z = \frac{1.5 \cdot (66)'}{30} = 3.3 \text{ mt}^2$$

Como los momentos en magnitud son similares, se propone usar una zapata cuadrada de 1.80 mt x 1.80 mt, por lo que $A_z = 3.25 \text{ mt}^2$.

Chequeo de presión sobre el suelo:

$$P = P' + P_s + P_{cim}$$

$$P_s = 3.24 * 1.5 * 1.49 = 7 \text{ ton}$$

$$P_{cim} = 3.24 * 0.60 * 2.4 = 4 \text{ ton}$$

$$P = 66 + 7 + 4 = 77 \text{ ton}$$

Debido a que existe carga y flexión biaxial, las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mt_x}{S_x} \pm \frac{Mt_y}{S_y}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * 1.8 * 1.8^2 = 1.44 \text{ mt}^3$$

$$q = \frac{77}{3.24} \pm \frac{11.54}{1.44} \pm \frac{10.61}{1.44}$$

$$q_{max} = 29.7 \text{ ton/mt}^2$$

$$q_{min.} = 2.94 \text{ ton/mt}^2$$

$q_{max} < V_s \rightarrow$ Cumple, no excede el valor soporte del suelo.

$q_{min} > 0 \rightarrow$ Cumple, no existen presiones de tensión.

Esto indica que están bien las dimensiones asumidas para el área de la zapata.

Presión de diseño:

$$q_{dis_u} = q_{dis} * F_{cu} = 29.7 \frac{\text{ton}}{\text{mt}^2} * 1.5 = 44 \text{ ton/mt}^2$$

Diseño del espesor de zapata:

Chequeo por corte simple

Según espesor asumido $t = 60 \text{ cm}$ y con varilla # 5, se tiene que:

$$d = 60\text{cm} - 7.5\text{cm} - \frac{1.59 \text{ cm}}{2} = 51.5 \text{ cm}$$

Cálculo del corte actuante:

$$V_{act} = (0.13 * 1.80) * 44 = 10.30 \text{ ton}$$

Cálculo del corte simple resistente:

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 160 * 51.5 = 53.8 \text{ ton}$$

$V_R > V_{act} \rightarrow$ Chequeo por corte simple

Corte punzonante actuante:

$$V_{act} = ((1.8 * 1.8) - (0.78 * 0.78)) * 44 = 116 \text{ ton}$$

Cálculo punzonante resistente:

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * (4 * (40 + 51.5)) * 51.5 = 123 \text{ ton}$$

$V_R > V_{act}$. El peralte asumido es correcto, soporta el punzonamiento

Diseño del refuerzo por flexión

Flexión en el sentido x

$$M_u = \frac{W \cdot L^2}{2} = \frac{\left(44 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \cdot 0.6^2\right)}{2} = 7.92 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = \left(b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0.003825 \cdot f'_c}} \right) \left(\frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left(180 \cdot 51.5 - \sqrt{(180 \cdot 51.5)^2 - \frac{792000 \text{ kg-m} \cdot 180}{0.003825 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right) \left(\frac{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right)$$

$$A_s = 4.12 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.002 \cdot b \cdot d = 0.002 \cdot 180 \cdot 51.5 = 13.44 \text{ cm}^2$$

Se utilizará A_{smin} porque $A_{smin} > A_{sreq}$.

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por: $S = A_v/A_s$;
donde $S < 0.45 \text{ mt}$.

Usando varilla No. 5 se tiene $S = 1.979/13.44 = 0.147 \rightarrow S = 15 \text{ cm}$

Flexión en el sentido y

$$M_u = \frac{W \cdot L^2}{2} = \frac{\left(44 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \cdot 0.6^2\right)}{2} = 7.92 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = \left(b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0.003825 \cdot f'_c}} \right) \left(\frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left(180 \cdot 50 - \sqrt{(180 \cdot 50)^2 - \frac{792000 \text{ kg-m} \cdot 180}{0.003825 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right) \left(\frac{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right)$$

$$A_s = 4.26 \text{ cm}^2$$

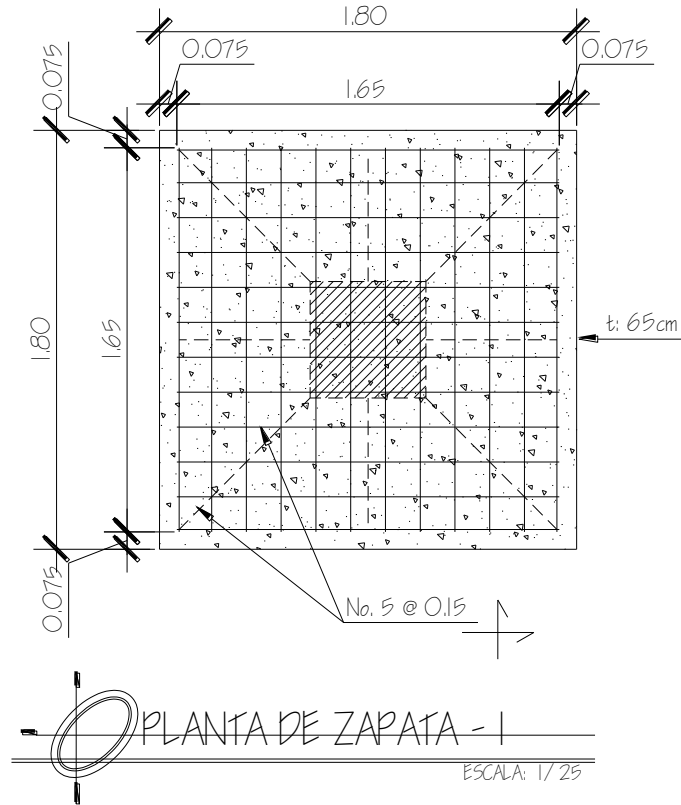
$$A_{s \text{ min}} = 0.002 \cdot b \cdot d = 0.002 \cdot 180 \cdot 50 = 13.4 \text{ cm}^2$$

Se utilizará $A_s \text{ min}$ porque $A_s \text{ min} > A_s \text{ req}$.

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por: $S = A_v / A_s$;
donde $S < 0.45 \text{ mt}$.

Usando varilla No. 5 se tiene $S = 1.979 / 13.40 = 0.1466 \rightarrow S = 15 \text{ cm}$

Figura 36. Detalle de zapata



Fuente: elaboración propia

2.2.4.4.1. Cimiento corrido en muros

Es un tipo de cimiento de hormigón o de hormigón armado que se desarrolla linealmente a una profundidad y con una anchura que depende del tipo de suelo. Se utiliza primordialmente para transmitir adecuadamente cargas proporcionadas por estructuras de muros portantes. Se usa también para cimentar muros de cerca, muros de contención por gravedad y para cerramientos de elevado peso, etc. Las cimentaciones corridas no son

recomendables cuando el suelo es muy blando. El detalle del cimiento corrido se muestra en los planos adjuntos.

2.2.4.5. Gradas

Para el diseño de gradas primero se debe determinar las condiciones de apoyo de las mismas: si se encuentran empotradas en un extremo y simplemente apoyadas en otro, con ambos extremos empotradas o con extremos empotrados y descanso en voladizo. Las gradas se diseñaron mediante la combinación del programa Etabs y Safe. El detalle de armado de gradas se muestra en los planos constructivos adjuntos.

2.2.5. Presupuesto

Tabla XXVIII. Presupuesto Casa Materna

CUADRO DE RESUMEN

PROYECTO: Diseño de casa materna
LUGAR: Caserío Xolbé, Canton El Tablón
MUNICIPIO: Sololá
DEPARTAMENTO: Sololá



No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNITARIO	PRECIO TOTAL
1 Trabajos preliminares					
1.01	Bodega de obra	Global	1.00	Q 5,356.91	Q 5,356.91
1.02	Limpieza del terreno	Global	1.00	Q 9,438.00	Q 9,438.00
1.03	Trazo, puentado y nivelacion	Global	1.00	Q 5,213.00	Q 5,213.00
2 Cimientos					
2.01	Excavación	m3	332.35	Q 102.58	Q 34,094.12
2.02	Relleno	m3	332.35	Q 102.58	Q 34,094.12
2.03	Cimiento corrido	ml	122.00	Q 456.89	Q 55,741.04
2.04	Zapata Z-1	Unidad	19.00	Q 3,572.45	Q 67,876.48
2.05	Zapata Z-2	Unidad	3.00	Q 6,366.31	Q 19,098.92
2.06	Zapata Z-3	Unidad	1.00	Q 6,358.79	Q 6,358.79
2.07	Zapata Z-4	Unidad	1.00	Q 5,277.19	Q 5,277.19
2.08	Zapata Z-5	Unidad	11.00	Q 192.29	Q 2,115.15
2.09	Zapata Z-6	Unidad	2.00	Q 2,580.01	Q 5,160.02
2.1	Zapata Z-7	Unidad	2.00	Q 3,123.54	Q 6,247.07
2.11	Viga Conectora 1	Global	1.00	Q 19,924.69	Q 19,924.69
2.12	Viga Conectora 2	Global	1.00	Q 4,925.36	Q 4,925.36
2.13	Viga Conectora 3	Unidad	2.00	Q 1,867.71	Q 3,735.42
2.14	Viga Conectora 4	Unidad	2.00	Q 1,521.86	Q 3,043.72
3 Columnas					
3.01	Columna C-1	Unidad	22.00	Q 11,378.22	Q 250,320.88
3.02	Columna C-2	Unidad	2.00	Q 9,501.99	Q 19,003.97
3.03	Columna C-3	Unidad	4.00	Q 8,523.24	Q 34,092.94
3.04	Columna C-4	Unidad	11.00	Q 968.91	Q 10,658.01
3.05	Columna C-5	Unidad	53.00	Q 720.56	Q 38,189.48
3.06	Columna C-6	Unidad	71.00	Q 562.63	Q 39,946.69
3.07	Columna C-7	Unidad	94.00	Q 294.40	Q 27,673.54
4 Vigas					
4.01	Viga V101	Unidad	3.00	Q 18,268.52	Q 54,805.56
4.02	Viga V102	Unidad	3.00	Q 17,859.19	Q 53,577.58
4.03	Viga V103	Unidad	4.00	Q 29,765.91	Q 119,063.62
4.04	Viga V201	Unidad	2.00	Q 14,500.69	Q 29,001.37
4.05	Viga V202	Unidad	4.00	Q 14,822.90	Q 59,291.58
4.06	Viga V203	Unidad	4.00	Q 23,700.07	Q 94,800.26
4.07	Viga V301	Unidad	3.00	Q 15,196.57	Q 45,589.70
4.08	Viga V302	Unidad	2.00	Q 14,962.64	Q 29,925.28
4.09	Viga V303	Unidad	2.00	Q 23,430.32	Q 46,860.63
4.1	Viga V304	Unidad	2.00	Q 20,124.65	Q 40,249.30
4.11	Viga V305	Unidad	1.00	Q 3,718.50	Q 3,718.50
4.12	Viga V 1-3	Unidad	2.00	Q 7,779.18	Q 15,558.36
4.13	Viga V 1-2	Unidad	2.00	Q 7,649.84	Q 15,299.68
4.14	Viga V 1M	Unidad	2.00	Q 5,438.34	Q 10,876.67
4.15	Viga V 1-1	Unidad	2.00	Q 5,107.80	Q 10,215.60
4.16	Viga V 4M	Unidad	2.00	Q 5,107.80	Q 10,215.60
4.17	Viga V 2-1	Unidad	10.00	Q 3,191.66	Q 31,916.58
4.18	Viga V 2M	Unidad	2.00	Q 6,618.88	Q 13,237.75

5 Soleras						
5.01	Solera hidrofuga	ml	423.00	Q	217.33	Q 91,929.33
5.02	Solera intermedia	ml	423.00	Q	217.33	Q 91,929.33
5.03	Solera de remate	ml	423.00	Q	217.33	Q 91,929.33
6 Muros						
6.01	Muro estructura	mt2	1,318.00	Q	181.27	Q 238,911.01
6.02	Muro perimetral	mt2	458.00	Q	147.21	Q 67,420.17
6.03	Tabique de tabla-yeso	Global	1.00	Q	172,139.50	Q 172,139.50
7 Estructura de techo						
7.01	Estructura de Techo	Global	1.00	Q	111,513.49	Q 111,513.49
8 Losas						
8.01	Losa nivel 1	Unidad	1.00	Q	391,715.62	Q 391,715.62
8.02	Losa nivel 2	Unidad	1.00	Q	351,423.08	Q 351,423.08
8.03	Losa nivel 3	Unidad	1.00	Q	208,181.16	Q 208,181.16
9 Instalaciones						
9.01	Agua potable	Global	1.00	Q	36,047.40	Q 36,047.40
9.02	Drenaje pluvial	Global	1.00	Q	84,577.31	Q 84,577.31
9.03	Drenaje sanitario	Global	1.00	Q	89,308.27	Q 89,308.27
9.04	Iluminacion	Global	1.00	Q	85,321.28	Q 85,321.28
9.05	Fuerza	Global	1.00	Q	37,709.80	Q 37,709.80
9.06	Artefactos sanitarios	Global	1.00	Q	42,122.86	Q 42,122.86
10 Gradas						
10.01	Gradas	Global	1.00	Q	109,593.77	Q 109,593.77
11 Obras adicionales						
11.01	Garita de Ingreso	Global	1.00	Q	47,951.72	Q 47,951.72
11.02	Temascal	Unidad	2.00	Q	13,282.22	Q 26,564.43
11.03	Portones de ingreso	Global	1.00	Q	21,739.77	Q 21,739.77
11.04	Banquetas y rampas	Global	1.00	Q	12,325.37	Q 12,325.37
11.05	Jardinización	Global	1.00	Q	52,959.11	Q 52,959.11
11.06	Paneleria	Global	1.00	Q	173,627.00	Q 173,627.00
12 Puertas						
12.01	Puertas	Global	1.00	Q	23,192.00	Q 23,192.00
13 Ventanas						
13.01	Ventanas	Global	36.00	Q	1,713.95	Q 61,702.08
14 Acabados						
14.01	Acabados y piso edificio	Global	1.00	Q	695,559.03	Q 695,559.03
14.01	Acabados muro perimetral	Global	1.00	Q	23,550.93	Q 23,550.93
15 Limpieza final						
15.01	Limpieza final	Global	1.00	Q	36,483.20	Q 36,483.20

Total Q 4,869,216.48

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. A través del diseño y construcción de la Casa Materna, se contribuye a la conservación de las tradiciones del pueblo sololateco, dar atención sanitaria a todas las mujeres en edad reproductiva de la comunidad, y a las comadronas un parto limpio y seguro.
2. Con la construcción del sistema de abastecimiento de agua y su tratamiento para que sea potable, se reducirán los padecimientos gastrointestinales existentes, ocasionados por el agua contaminada.
3. Para que el proyecto del sistema de abastecimiento de agua sea sostenible, se evaluó la incorporación de un sistema de tarifa, con la cual se estarán cubriendo costos.
4. En el diseño del proyecto se trató de no provocar ningún impacto negativo en el medio ambiente, cuando el mismo se ejecute.
5. Se desarrolló un sistema de distribución por sector, para poder satisfacer la demanda de agua, puesto que el caudal es insuficiente para cubrir la comunidad.

RECOMENDACIONES

1. A la comunidad de El Rosario, ubicar nuevas fuentes de agua para satisfacer la demanda de la población, y así cumplir con las dotaciones mínimas recomendadas por el INFOM.
2. Las comunidades deberán aportar la mano de obra no calificada para la construcción del proyecto.
3. Que la Municipalidad de Sololá, respete la calidad de los materiales utilizados en el diseño para obtener un óptimo funcionamiento.
4. Garantizar la supervisión en la construcción de los proyectos, a través de un profesional de Ingeniería Civil, para que se haga cumplir lo especificado en los planos.
5. Proveer a través de la Municipalidad de Sololá el mantenimiento adecuado y permanente a la estructura del edificio así como al sistema de abastecimiento de agua para evitar un deterioro prematuro en los mismos.
6. Poner en práctica el programa de mantenimiento, prevención y corrección, para garantizar el correcto funcionamiento del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CONSTRUCTORES DE NORTEAMÉRICA. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario*. ACI 318S-05. Primera impresión. Country Club Drive Farmington Hills, USA: 2005.
2. INTERNATIONAL CONFERENCE OF BUILDING OFFICIALS. *Código Uniforme de la Edificación 1997*. ISBN 1-884590-88-8. Primera edición en español. Impreso en Estados Unidos: Julio 1999.
3. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Segunda revisión. Guatemala: Junio 1997.
4. MCCORMAC, Jack C. *Diseño de concreto reforzado*. 4ª ed. México D.F: Editorial Alfa y Omega, junio 2001. 764 p. ISBN 970-15-0633-2
5. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. *Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento*. Primera impresión. Guatemala: 1991.
6. NEUFERT, Ernest. *Arte de proyectar en arquitectura*. 14ª ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1995. 593 p. ISBN 84-252-0053-9
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12 ed. Colombia: Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A., 1999. 722 p. ISBN 958-600-953-X

8. PLAZOLA CISNEROS, Alfredo. *Arquitectura habitacional*. Primera edición.
México: Editorial Limusa, 1979. 294 p.

APÉNDICE

Planos constructivos de:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL
CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCUENTROS Y DISEÑO DE LA
CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN, MUNICIPIO DE
SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Nota: La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo de graduación.

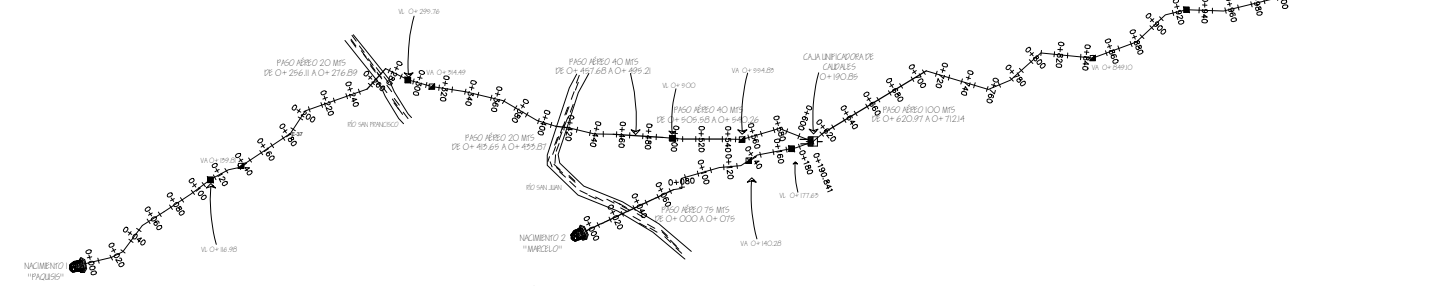


CAPTACIÓN 1 HACIA CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES				
EST.	PO.	AZIMUT	PH	COTA
0+000	0+019.86	26°41'59"	19.86	1000.00
0+019.86	0+029.7	12°58'59"	9.84	999.20
0+029.7	0+054.4	19°27'25"	2.47	996.84
0+054.4	0+073.75	07°43'40"	19.34	997.17
0+073.75	0+091.62	06°34'00"	25.77	995.81
0+091.62	0+116.93	4°07'52"	19.46	989.87
0+116.93	0+151.63	10°54'45"	14.70	990.66
0+151.63	0+189.82	27°48'39"	8.14	991.68
0+189.82	0+196.65	06°28'12"	46.81	987.08
0+196.65	0+206.89	18°58'32"	20.20	984.71
0+206.89	0+256.11	20°32'18"	49.28	980.53
0+256.11	0+276.89	07°24'52"	20.78	978.21
0+276.89	0+295.76	66°44'59"	18.87	978.02
0+295.76	0+314.48	56°19'28"	18.72	980.49
0+314.48	0+359.92	48°48'48"	25.44	980.44
0+359.92	0+389.32	59°30'30"	29.40	981.50
0+389.32	0+396.94	10°11'18"	29.62	982.00
0+396.94	0+415.69	87°00'48"	14.71	982.64
0+415.69	0+429.87	47°03'49"	10.22	981.98
0+429.87	0+451.69	49°07'27"	19.46	981.87
0+451.69	0+485.21	41°07'41"	14.35	980.68
0+485.21	0+495.21	49°34'50"	37.53	977.91
0+495.21	0+506.58	46°00'09"	10.37	978.71
0+506.58	0+540.26	40°22'02"	24.63	978.78
0+540.26	0+564.84	40°49'59"	14.53	978.74
0+564.84	0+584.12	23°38'59"	29.25	978.33
0+584.12	0+611.23	61°19'59"	27.11	962.64

CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES HACIA TANQUE DE				
EST.	PO.	AZIMUT	PH	COTA
0+611.23	0+620.97	00°31'48"	9.74	961.06
0+620.97	0+712.14	08°49'19"	9.17	952.45
0+712.14	0+760.99	56°51'29"	48.85	952.49
0+760.99	0+778.95	17°21'09"	17.94	949.95
0+778.95	0+809.81	01°52'28"	30.88	950.05
0+809.81	0+849.11	45°49'56"	39.30	958.37
0+849.11	0+884.1	19°49'29"	34.99	952.20
0+884.1	0+914.2	02°57'10"	30.10	949.64
0+914.2	0+950.49	28°11'19"	16.29	944.83
0+950.49	0+956.5	41°57'48"	28.01	947.70
0+956.5	1+007.25	26°17'18"	49.75	954.79
1+007.25	1+048.59	27°56'10"	35.33	965.48
1+048.59	1+067.85	24°29'29"	15.27	965.02
1+067.85	1+191.41	01°50'44"	23.52	950.53
1+191.41	1+169.21	39°18'19"	21.80	941.29
1+169.21	1+169.21	15°09'07"	12.00	940.70
1+169.21	1+246.54	61°08'02"	61.59	929.70
1+246.54	1+279.28	31°50'09"	29.74	936.80
1+279.28	1+292.08	41°51'59"	16.75	950.82
1+292.08	1+378.19	61°44'27"	94.10	919.58
1+378.19	1+422.41	26°30'12"	46.28	914.49
1+422.41	1+446.11	59°44'54"	23.00	909.28
1+446.11	1+558.49	12°14'49"	82.35	945.15
1+558.49	1+590.43	14°18'12"	21.84	952.54
1+590.43	1+637.08	20°19'04"	46.65	962.86
1+637.08	1+669.89	61°32'00"	46.80	966.62
1+669.89	1+762.36	66°01'20"	66.47	979.20
1+762.36	1+817.36	31°46'42"	65.01	987.90

NOMENCLATURA	
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE CHEQUE (VCH)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CAJETA DE BOMBEO
	LINEA PIEZOMÉTRICA

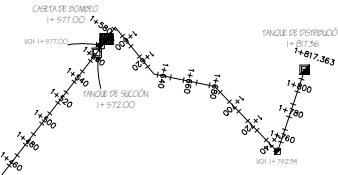
CAPTACIÓN 2 HACIA CAJA UNIFICADORA DE				
EST.	PO.	AZIMUT	PH	COTA
0+000	0+072.6	14°04'18"	72.60	960.25
0+072.6	0+079.28	30°46'28"	6.49	969.84
0+079.28	0+086.83	54°33'34"	7.64	960.04
0+086.83	0+116.83	24°25'47"	30.00	961.77
0+116.83	0+132.89	34°36'01"	18.06	962.80
0+132.89	0+147.67	07°49'10"	14.70	962.76
0+147.67	0+177.63	28°15'05"	29.86	968.22
0+177.63	0+190.86	19°03'55"	13.23	962.64



PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALPEA LOS ENCIENTROS

ESC:1:2000



PROYECTO	Diseño del sistema de abastecimiento de agua
COMANDO	Casero El Rosario, Aldea Los Encuentros
DEPARTAMENTO	Quetzaltenango
ESPESIFICACIONES DE OBRA	1.08.2008

DATOS DE PISEÑO UTILIZADOS	
AÑO DE CENSO	2009
INSTRUCIÓN	Mesa poblada de Sotil
NÚMERO DE HABIENDES ACTUALES	694
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES	109
PERSONAS POR VIVIENDA	6 hab/vivienda
PERÍODO DE PISEÑO	30 años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO	5.50%
POBLACIÓN FUTURA	1514
VIVIENDAS FUTURAS	249
AÑO PERÍODO DE PISEÑO	2050
PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO PARA LA POBLACIÓN	40 l/hab/día
TIPO DE CONEXIÓN	Individual
CAUDAL DE AGUA ANEXO 2009	0.54 l/s
CAUDAL QUE PROPORCIONA LA FUENTE	29.576 00 l/s/día
CAUDAL MEDIO DE POBLACIÓN	18.640 l/s/día
FACTOR DE PIA MAXIMO	14
CAUDAL DE PIA MAXIMO	0.502 l/s
FACTOR DE HORA MAXIMO	2.5
CAUDAL DE HORA MAXIMO	0.54 l/s
CAUDAL DE BOMBEO	0.504 l/s
TIEMPO DE BOMBEO	2 horas
INCLUIR TANQUE DE SUCCIÓN	12 m ³
INCLUIR TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	15 m ³
PROPORCIÓN DE ALACRANAMIENTO	69% del Caudal Medio



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO	DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALPEA LOS ENCIENTROS	ESCALA	INDICADA
CONTENIDO	PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN	FECHA	ENERO 2010

PROYECTO SEÑAL	FECHA 2009	FECHA Y CALIFICACIÓN 2009	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	01/01/2009	01/01/2009 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	01/21

- NOTAS
- 1- Ver detalle de Paso Aéreo en hojas de 14/ 21 a 15/ 21
 - 2- Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3- Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4- Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5- Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6- Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7- Ver detalle Cajeta de Bombeo en hoja 21/ 21



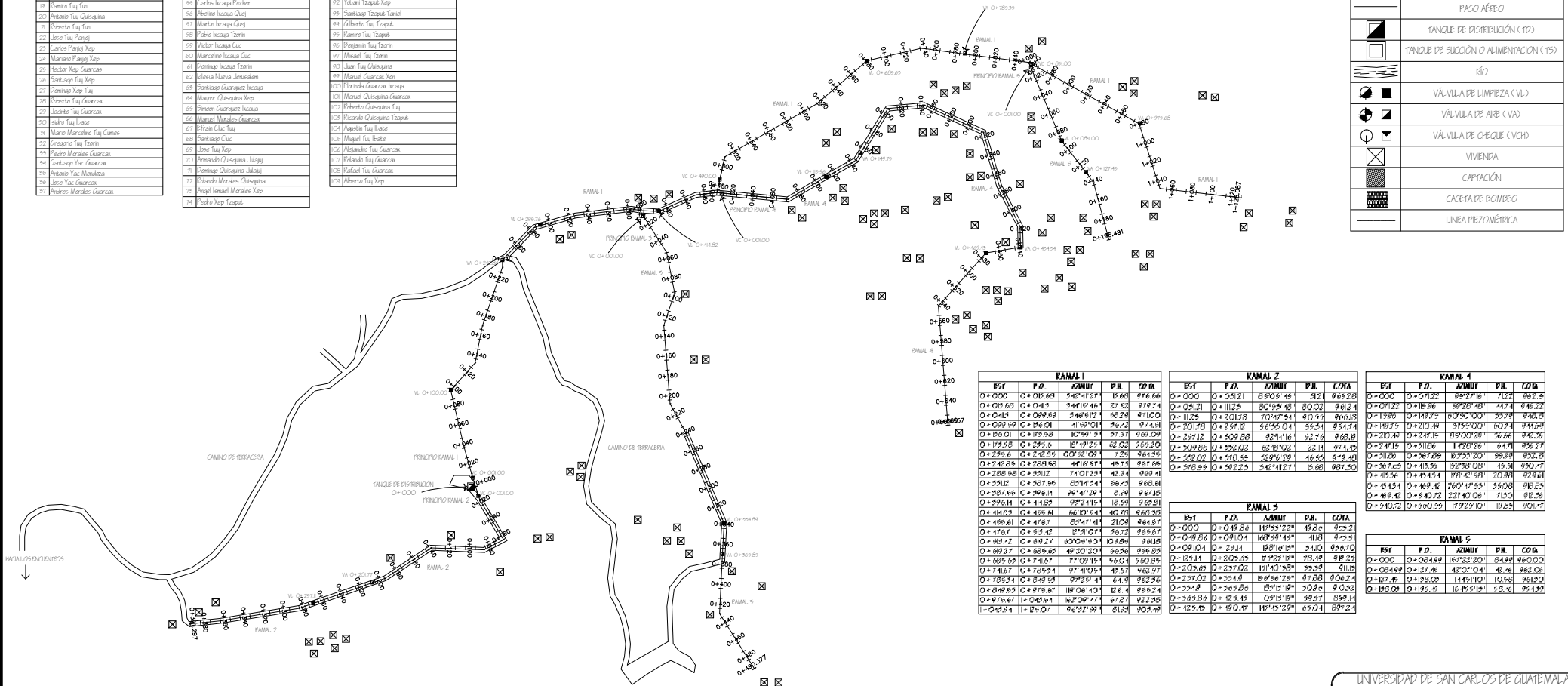
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ



No.	Nombre
1	Hector Taj Tapati
2	Mariano Pich Quisquina
3	Marcelo Pich Guarcas
4	Manuel Pich Foran
5	Parikasp Pich Foran
6	Francisco Pich Foran
7	Emilio Guarcas Hualca
8	Roberto Guarcas Pablo
9	Ruben Guarcas Pablo
10	Jana Guarcas
11	Carlo Guarcas Pablo
12	Primo Guarcas Xep
13	Rapherto Ajand Xep
14	Victor Ajand Xep
15	Pompez Ajand Xep
16	Fran Quisquina Taj
17	Juan Quisquina Alaja
18	Victor Taj Foran
19	Ramiro Taj Foran
20	Primo Taj Quisquina
21	Roberto Taj Foran
22	Jesse Taj Foran
23	Carlos Foran Xep
24	Mariano Foran Xep
25	Hector Xep Guarcas
26	Parikasp Taj Xep
27	Ramiro Xep Taj
28	Roberto Taj Guarcas
29	Lacinto Taj Guarcas
30	Heitor Taj Bate
31	Mario Marcelino Taj Canso
32	Leopoldo Taj Foran
33	Pedro Morales Guarcas
34	Parikasp Taj Guarcas
35	Ismael Yac Mendoza
36	Jose Yac Guarcas
37	Primo Morales Guarcas

No.	Nombre
38	Roberto Morales Quisquina
39	Mariano Guarcas Tani
40	Manuel Guarcas Yac
41	Nazario Guarcas Tani
42	Emilio Guarcas Tani
43	Mariano Guarcas Taj
44	Manuel Guarcas Ramirez
45	Primo Guarcas Tani
46	Emilio Guarcas Yac
47	Alejandro Guarcas Yac
48	Silvado Guarcas Tani
49	Jose Guarcas Tani
50	Jose Guarcas Tani
51	Salvador Guarcas Mendoza
52	Juan Carlos Yac Guarcas
53	Juan Morales Guarcas
54	Ramiro Yac Guarcas
55	Fran Tapani Xep
56	Yobani Tapani Xep
57	Santasp Tapani Tani
58	Liberto Taj Tapani
59	Ramiro Taj Tapani
60	Bongamir Taj Foran
61	Walter Taj Foran
62	Juan Taj Quisquina
63	Muñoz Guarcas Xep
64	Florinda Guarcas Incauc
65	Manuel Quisquina Guarcas
66	Roberto Quisquina Taj
67	Ricardo Quisquina Tapani
68	Agustin Taj Bate
69	Walter Taj Bate
70	Jose Taj Guarcas
71	Salvado Taj Guarcas
72	Salvado Taj Guarcas
73	Salvado Taj Guarcas
74	Alberto Taj Xep

No.	Nombre
75	Walter Incauc Cuc
76	Lucio Incauc Pachec
77	Jose Incauc Cuc
78	Mario Incauc Pachec
79	Carlos Incauc Pachec
80	Abelino Incauc Cus
81	Martin Incauc Cus
82	Fabio Incauc Foran
83	Victor Incauc Cuc
84	Walter Incauc Cuc
85	Pompez Incauc Foran
86	Alena Maria Jimenez
87	Santasp Guarcas Incauc
88	Mayor Quisquina Xep
89	Simo Guarcas Incauc
90	Manuel Morales Guarcas
91	Fran Cus Taj
92	Parikasp Cus
93	Jose Taj Xep
94	Roberto Taj Guarcas
95	Salvado Taj Guarcas
96	Salvado Taj Guarcas
97	Salvado Taj Guarcas
98	Alberto Taj Xep



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
[Symbol]	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
[Symbol]	PASO AÉREO
[Symbol]	FANQUE DE DISTRIBUCIÓN (1D)
[Symbol]	FANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (1S)
[Symbol]	RÍO
[Symbol]	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
[Symbol]	VÁLVULA DE AIRE (VA)
[Symbol]	VÁLVULA DE CHEQUE (VCH)
[Symbol]	VIVIENDA
[Symbol]	CAPTACIÓN
[Symbol]	CASITA DE BOMBEO
[Symbol]	LINEA PIEZOMÉTRICA

RAMAL 1				
EST	P.O.	ALMUT	P.H.	COA
0+000	0+018.83	542°41'27"	15.69	976.66
0+018.83	0+043	541°19'46"	27.63	979.74
0+043	0+069.99	540°12'12"	18.29	977.02
0+069.99	0+100.00	41°59'01"	56.43	974.58
0+100.00	0+175.98	10°49'19"	37.51	969.09
0+175.98	0+235.6	15°49'25"	62.02	965.20
0+235.6	0+242.88	00°52'04"	7.29	965.20
0+242.88	0+288.68	41°18'57"	45.75	967.69
0+288.68	0+351.12	7°10'25"	42.54	969.44
0+351.12	0+387.58	25°14'24"	56.43	968.68
0+387.58	0+392.11	99°47'29"	5.99	967.13
0+392.11	0+418.83	98°21'15"	18.69	968.81
0+418.83	0+435.61	66°17'54"	40.72	968.26
0+435.61	0+478.7	28°47'41"	21.09	964.84
0+478.7	0+535.42	27°12'07"	56.72	963.67
0+535.42	0+619.27	00°09'00"	109.85	961.83
0+619.27	0+589.83	42°30'20"	66.96	956.25
0+589.83	0+741.67	77°09'18"	68.04	960.89
0+741.67	0+789.54	97°19'05"	45.67	963.97
0+789.54	0+848.22	92°27'14"	64.18	962.24
0+848.22	0+849.53	116°06'40"	2.64	956.24
0+849.53	0+875.61	162°09'47"	17.97	922.28
0+875.61	1+25.07	96°32'59"	31.55	905.49

RAMAL 2				
EST	P.O.	ALMUT	P.H.	COA
0+000	0+054.21	89°55'45"	51.2	968.28
0+054.21	0+112.5	80°55'48"	80.02	961.24
0+112.5	0+201.73	70°47'51"	40.39	966.18
0+201.73	0+237.12	96°56'01"	55.74	964.74
0+237.12	0+309.83	92°14'16"	23.78	968.61
0+309.83	0+352.02	62°18'02"	23.14	974.42
0+352.02	0+378.59	52°56'29"	46.65	979.48
0+378.59	0+382.27	542°41'27"	15.69	987.50

RAMAL 4				
EST	P.O.	ALMUT	P.H.	COA
0+000	0+071.22	89°27'16"	71.22	962.35
0+071.22	0+156.36	59°25'49"	47.4	966.22
0+156.36	0+189.79	50°50'00"	35.79	960.15
0+189.79	0+210.88	31°59'00"	60.74	944.99
0+210.88	0+242.18	39°00'20"	56.26	942.36
0+242.18	0+310.6	11°22'36"	94.71	936.29
0+310.6	0+367.29	15°55'20"	59.89	952.18
0+367.29	0+415.36	18°58'08"	45.58	950.47
0+415.36	0+454.54	19°40'58"	20.98	949.47
0+454.54	0+469.46	186°17'54"	53.08	915.25
0+469.46	0+492.22	122°48'06"	11.01	921.36
0+492.22	0+600.29	159°27'07"	19.54	901.47

RAMAL 5				
EST	P.O.	ALMUT	P.H.	COA
0+000	0+049.80	117°53'22"	49.80	955.21
0+049.80	0+091.04	160°59'49"	41.83	945.81
0+091.04	0+129.14	192°16'19"	24.10	956.70
0+129.14	0+205.62	175°21'17"	75.49	948.25
0+205.62	0+237.02	111°40'35"	23.39	951.25
0+237.02	0+254.9	164°46'29"	47.88	956.24
0+254.9	0+269.59	171°18'42"	20.80	942.24
0+269.59	0+288.88	0°18'19"	88.87	899.14
0+288.88	0+490.47	147°47'39"	65.04	897.24

RAMAL 5				
EST	P.O.	ALMUT	P.H.	COA
0+000	0+054.49	115°22'20"	54.49	946.00
0+054.49	0+121.46	140°02'04"	43.46	948.06
0+121.46	0+158.08	144°18'10"	10.58	941.00
0+158.08	0+196.49	164°45'12"	5.84	954.29

PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESCALA: 1:2000

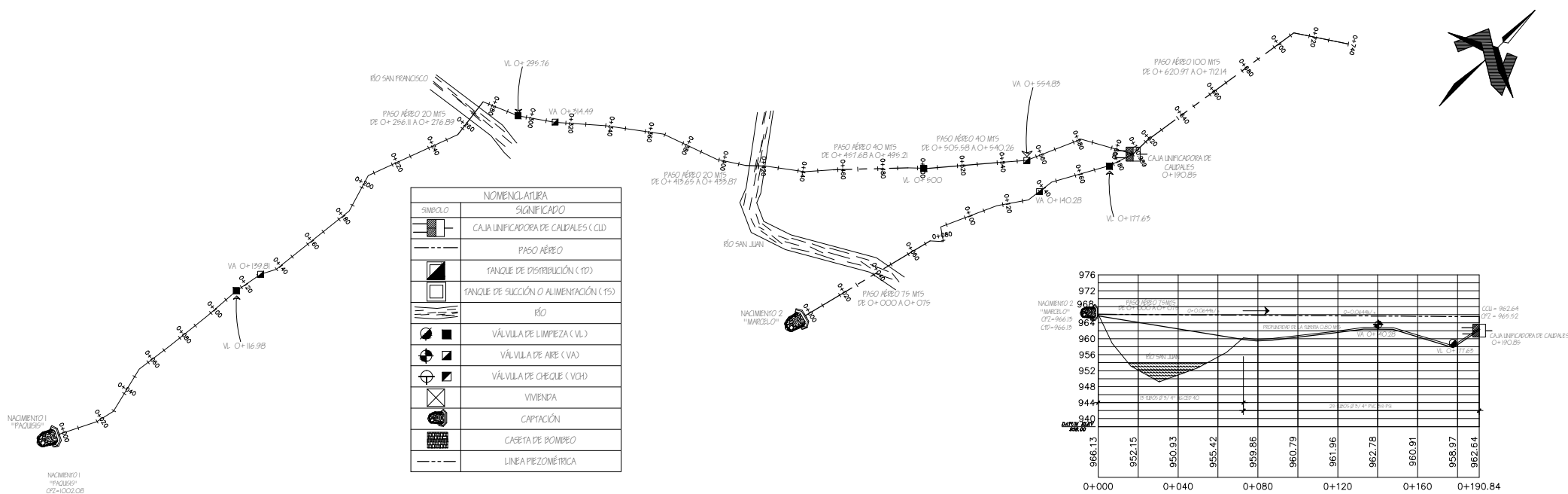
- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hoja 14/ 21 a 15/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5 - Ver detalle Fanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Fanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

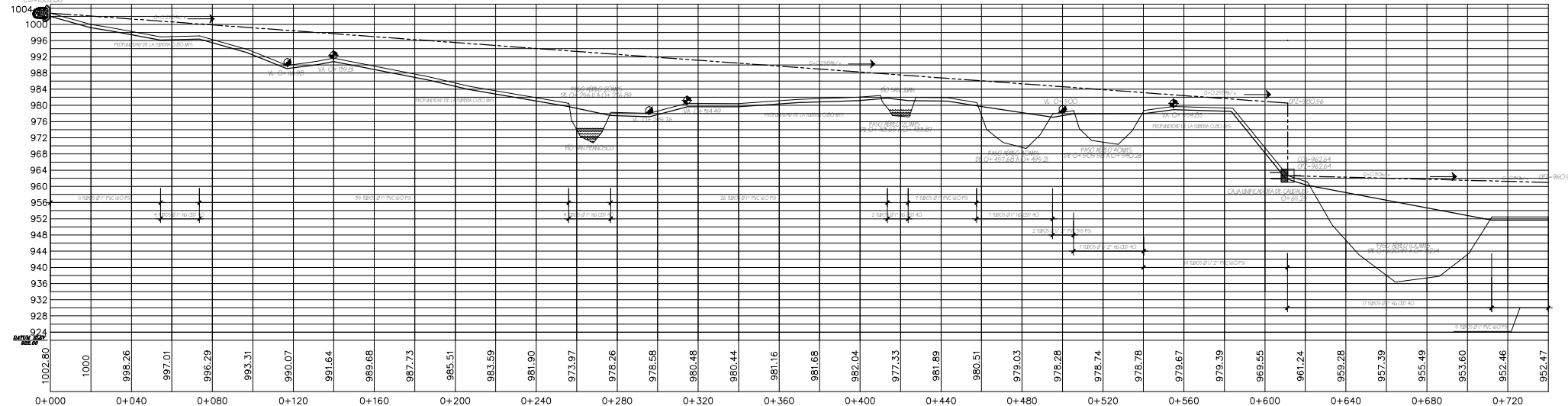
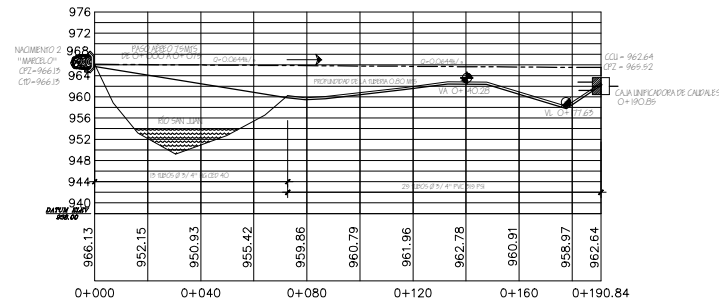
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS		ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN		FECHA: ENERO 2010

PROFESOR GUÍA: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR AJUDANTE: OYONEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASTELLANOS	PROFESOR AJUDANTE: OYONEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASTELLANOS	PLANO No.: 02/22
--	--	--	------------------

PROF. TITULAR DEL EJERCICIO: ALFARO VÉLIZ



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CALDALES (CU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE CHEQUE (VCH)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CASETA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA



- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hojas 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caldales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 19/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje 1 en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 50% o mayor colocar anclajes a cada 1/ 4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos

PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 0+000 A 0+740

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALPEA LOS ENCIENTROS

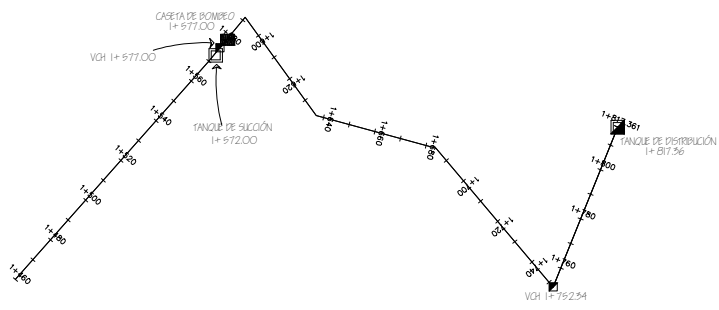
ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500



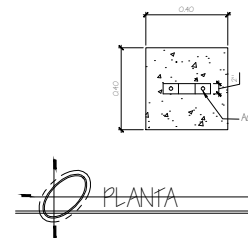
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALPEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 0+000 A 0+740
FECHA: ENERO 2010

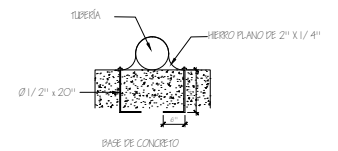
PROFESOR TUTOR	PROFESOR	PROFESOR TUTOR	PLANO No.
ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	INGENIERO ALEJANDRO EGOEBERRÍA CASTELLANOS	INGENIERO ALEJANDRO EGOEBERRÍA CASTELLANOS	05/21
PROF. TITULAR ALICIA GARCÍA ALCALÁ TUNICHA		INGENIERO ALEJANDRO EGOEBERRÍA CASTELLANOS	



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CALDALES (CJU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE CHEQUE (VCH)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CASETA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA



PLANTA



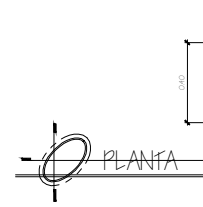
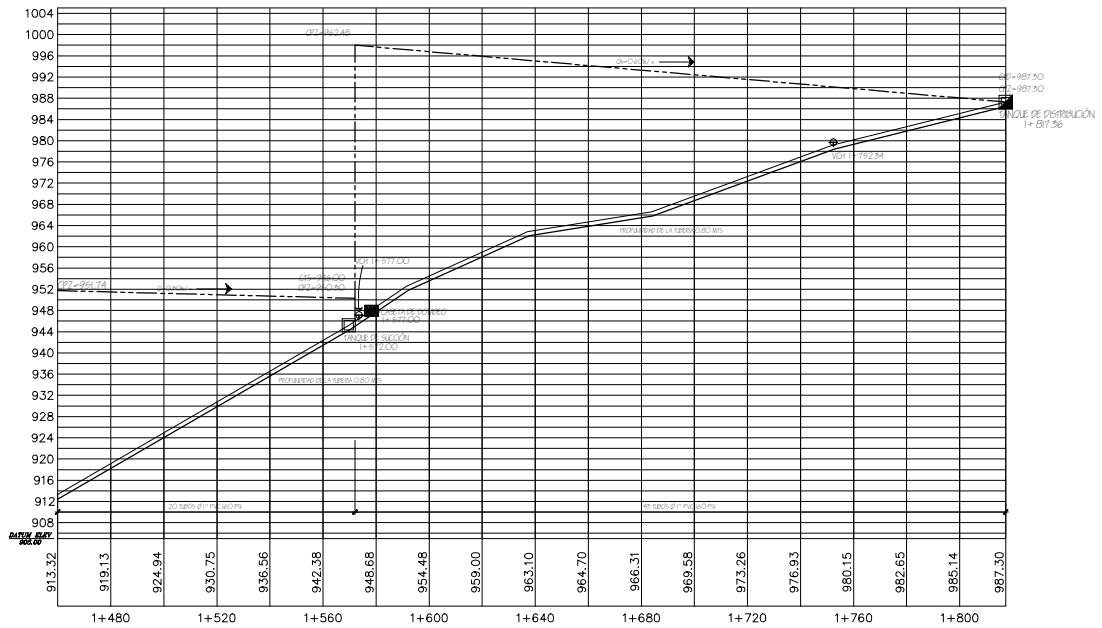
ELEVACIÓN



ANCLAJE I, DETALLE COLOCACIÓN DE TUBERÍA

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

SIN ESC.



PLANTA

8 @ 1/2" +
EST. Ø 3/8" @ 0.25

ELEVACIÓN



ANCLAJE I

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

SIN ESC.

PLANTA PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE 1+460 A 1+817.36
DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC. HORIZONTAL 1:1000
ESC. VERTICAL 1:500

- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Atrás en hoja 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caldales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombos en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje I en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 30% o mayor colocar anclajes a cada L/4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

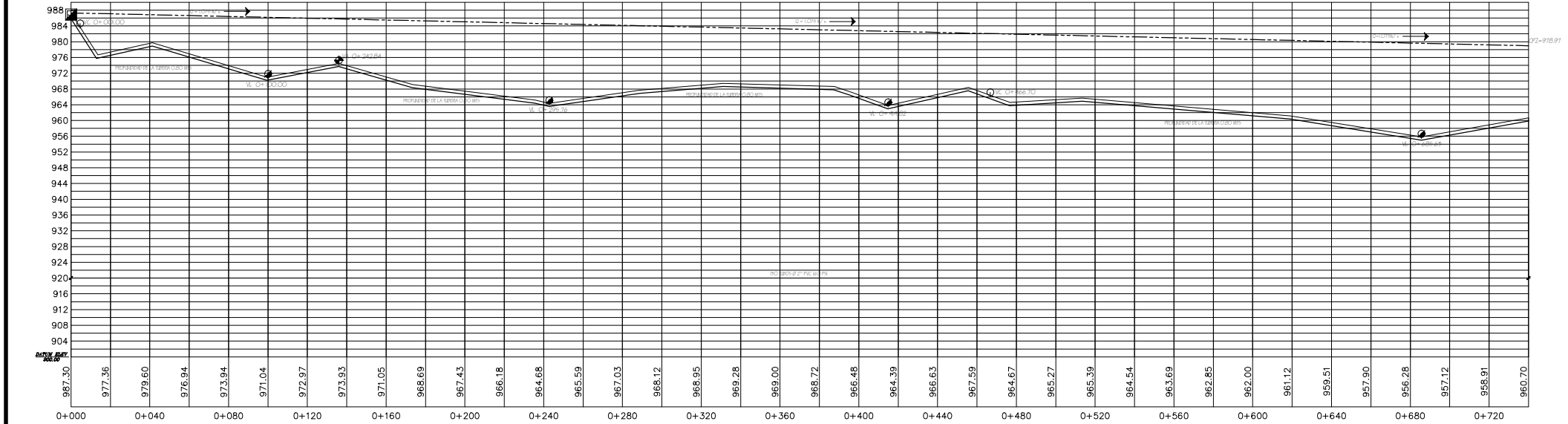
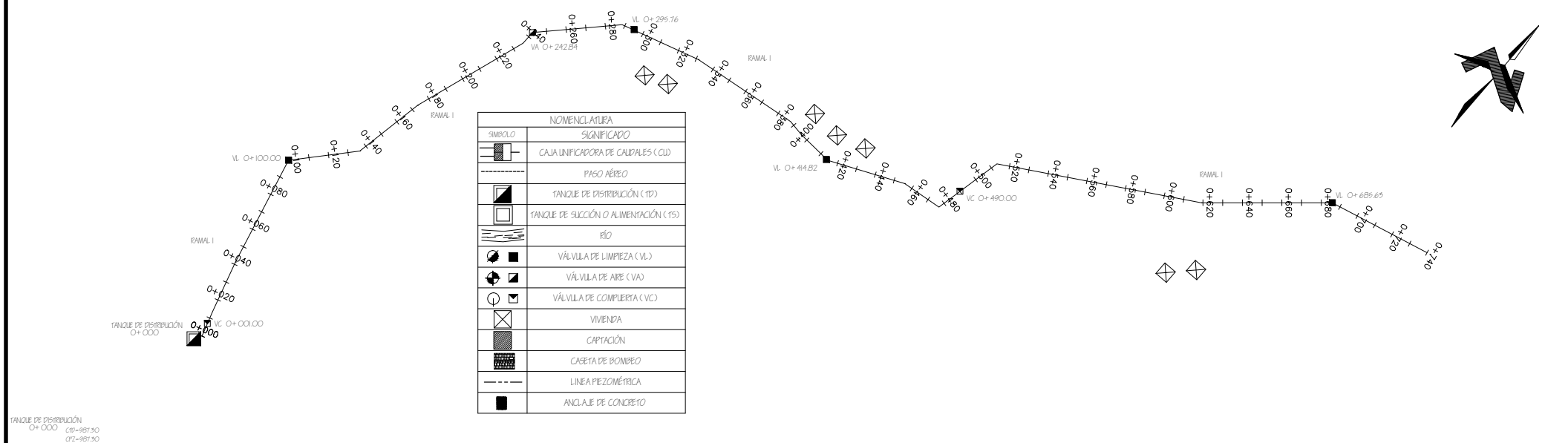
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PLANTA PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE 1+460 A 1+817.36
ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2010

PROFESOR SEÑER	PROFESOR 2009	PROFESOR TUTOR 2009	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	05/21

PROF. FERRER HILARIO GUERRA ALCAZAR MANCERA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ REBOA



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES (CU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE COMPLETA (VC)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CASETA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ANCLAJE DE CONCRETO



- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hojas de 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje 1 en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 50% o mayor colocar anclajes a cada 1 / 4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos

PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL I DE 0+000 A 0+740
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500



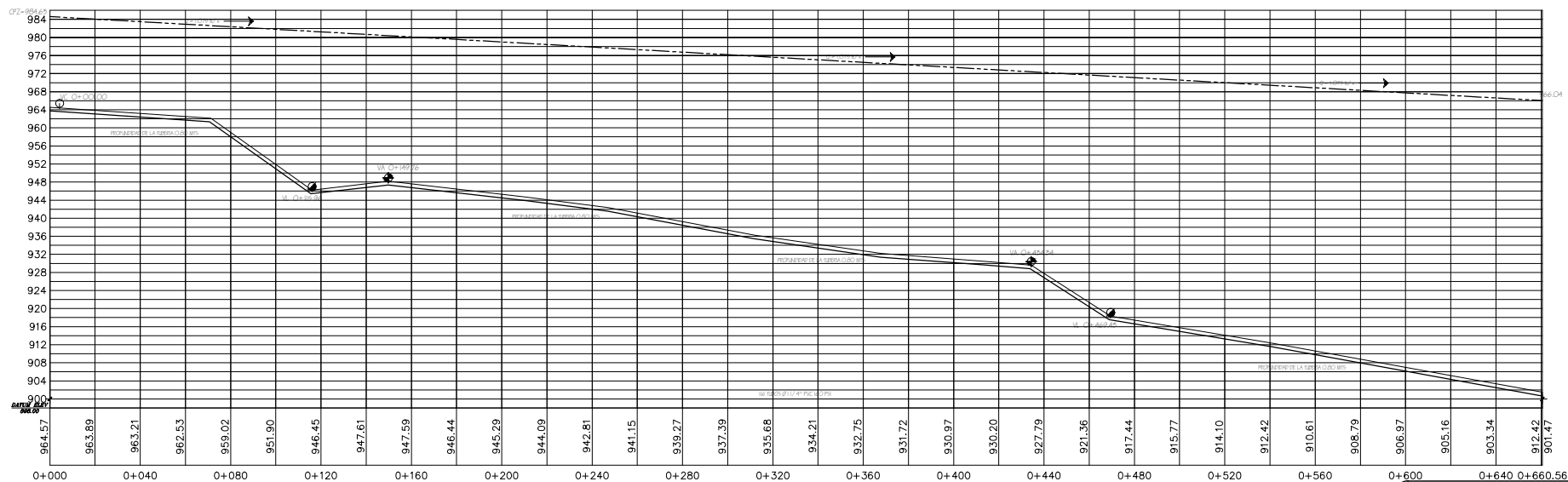
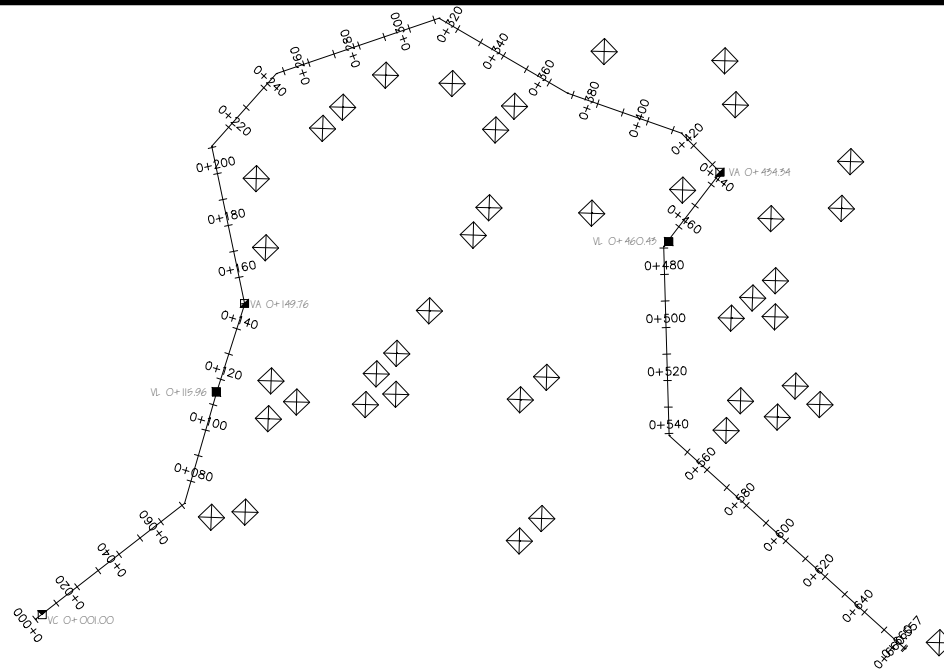
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLA LA SOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
 CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL I DE 0+000 A 0+740
 FECHA: ENERO 2010

PROFESOR GUÍA ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROFESOR OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	PROFESOR OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	PLANO No. 06 21
PROF. FERRER ALICIA ROSAMBA ALFARO TORRES 		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ 	



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES (CU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE COMPLETA (VC)
	VIVIENDA
	CASETA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ANCLAJE DE CONCRETO



- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hojas de 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 17/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanques de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanques de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje 1 en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 30% o mayor colocar anclajes a cada 1/ 4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos

PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 4 DE 0+000 A 0+660.56
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOCLA SOCLA

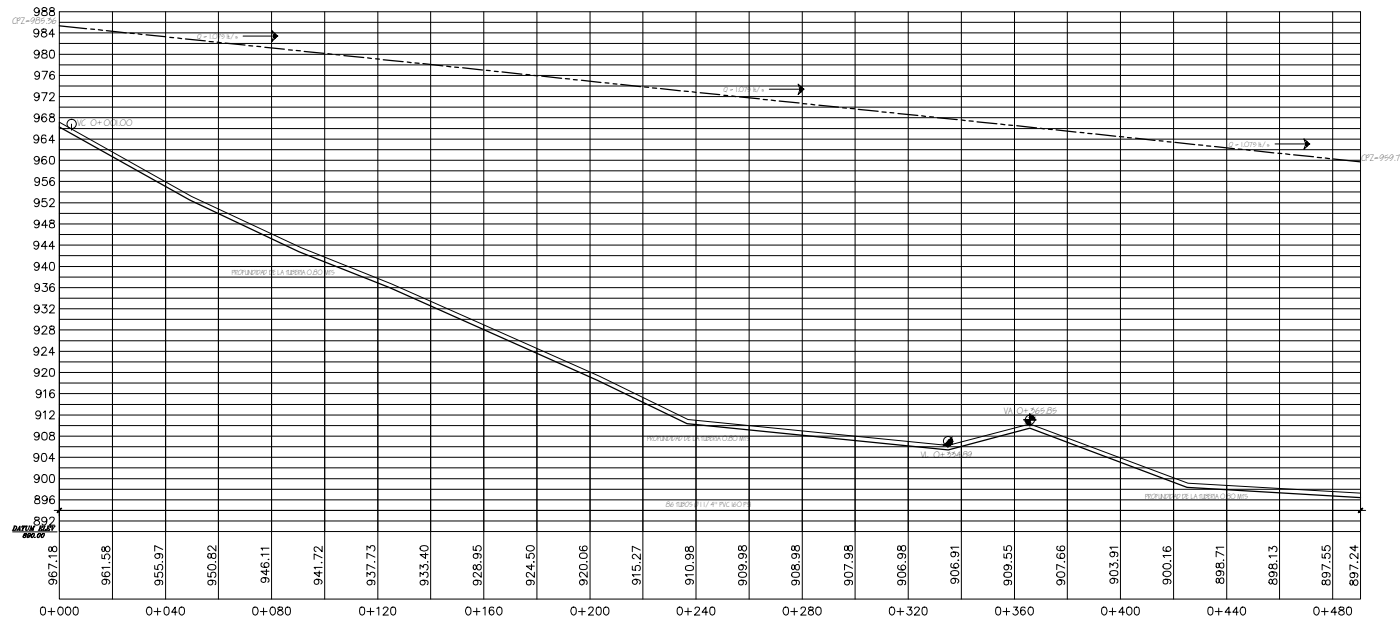
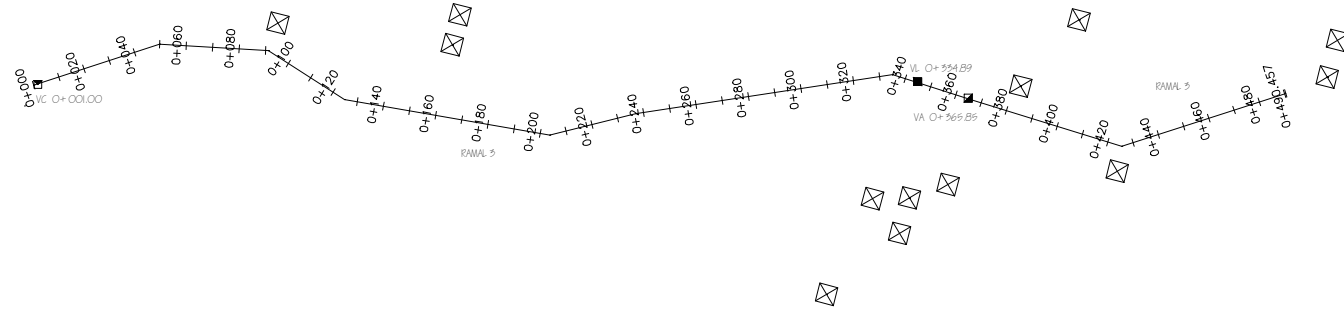
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 4
ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2010

PROFESOR GUÍA ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	BENEFICIARIO OTONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	FECHA Y CALIFICACIÓN EPS 2007 OTONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PLANO No. 08 21
---	--	---	-----------------------

PROF. FERRER ALVARADO ALFARO VELIZ	ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
------------------------------------	--------------------------------



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES (CU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE COMPLETA (VC)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CASETA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ANCLAJE DE CONCRETO



- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hojas de 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 19/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje 1 en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 50% o mayor colocar anclajes a cada 1 / 4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos

PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 3 DE 0+000 A 0+490.46
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ

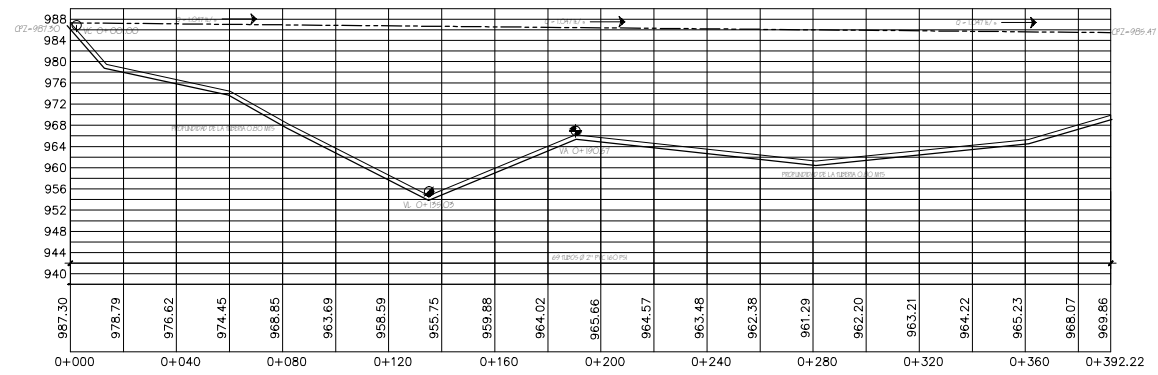
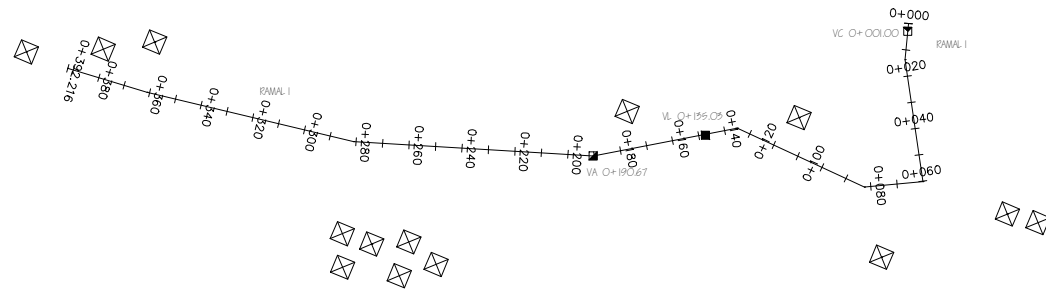
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 3	FECHA: ENERO 2010

PROFESOR GUÍA: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROFESOR AJUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PROFESOR AJUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PLANO No. 09/21
--	--	--	-----------------

PROF. TITULAR: PROF. FERRER HALL GUERRA ALCAZ TIANCHA		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
---	--	---------------------------------



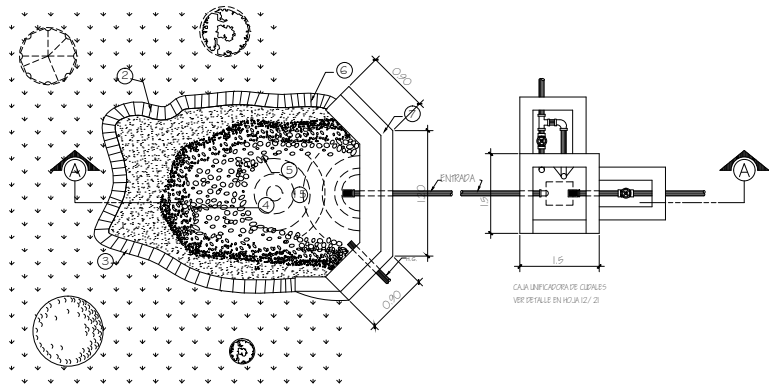
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES (CU)
	PASO AÉREO
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
	TANQUE DE SUCCIÓN O ALIMENTACIÓN (TS)
	RÍO
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE COMPLEERTA (VC)
	VIVIENDA
	CAPTACIÓN
	CASITA DE BOMBEO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA



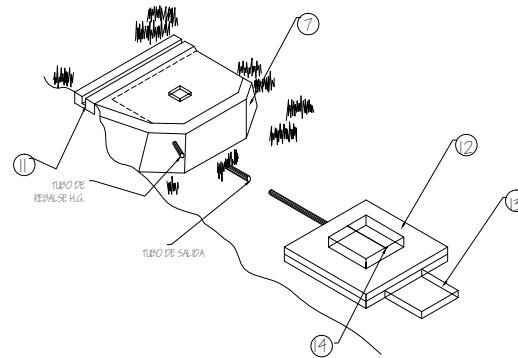
PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2 DE 0+000 A 0+392.22
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
 ESC HORIZONTAL 1:1000
 ESC VERTICAL 1:500

- NOTAS
- 1 - Ver detalle de Pasos Aéreos en hojas de 14/ 21 a 18/ 21
 - 2 - Ver detalle de Captación en hoja 11/ 21
 - 3 - Ver detalle Caja Unificadora de Caudales en hoja 12/ 21
 - 4 - Ver detalle de válvulas en hoja 12/ 21 a 15/ 21
 - 5 - Ver detalle Tanque de succión en hoja 19/ 21
 - 6 - Ver detalle Tanque de distribución en hoja 20/ 21
 - 7 - Ver detalle Caseta de Bombeo en hoja 21/ 21
 - 8 - Ver detalle Anclaje 1 en hoja 05/ 21
 - 9 - Colocar anclajes a cada 40 metros, en pendientes de 50% o mayor colocar anclajes a cada 1/ 4
 - 10 - Toda modificación debe ser anotada en los planos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS			ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN 2			FECHA: ENERO 2010
PRESIDENTE DEL EP5: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	DIRECTOR 2009: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	DIRECTOR TALLERES 2009: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PLANO N.º: 10 21
PROF. FERRER VALLE CAROLINA ALCALDE MUNICIPAL		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ JEFE DE RED	

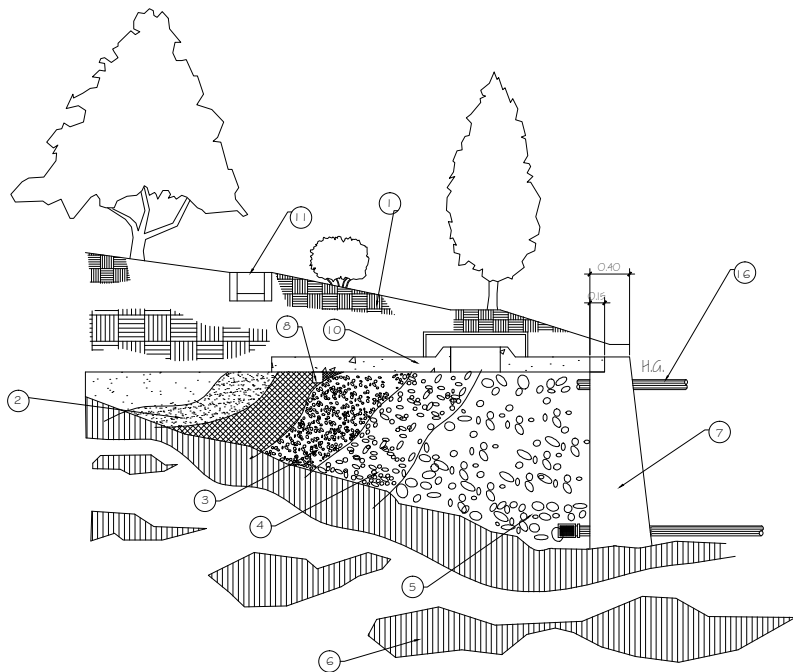


CAJA UNIFICADORA DE CIUDALES
VER DETALLE EN HOJA 12/ 21



PERFECTIVAL DE CAPTACIÓN
MAPA CASERIO EL ROSARIO

PLANTA DE CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO
AGUA CASERIO EL ROSARIO
ESC 1:50



CAJA REUNIDORA DE CIUDALES
VER DETALLE EN HOJA 12/ 21

CORTE A-A
AGUA CASERIO EL ROSARIO
ESC 1:25

- 1. TERRENO NATURAL
- 2. GRANIA 1/ 2"
- 3. GRANIA 3"
- 4. GRANIA 5"
- 5. PIEDRA BOLA DE 6" - 10"
- 6. MANTO DE ROCA
- 7. MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERIA
- 8. VIGA 0.20 X 0.20 4 @ 3/ 8" + Est. @ 1/ 4"
- 9. TAPADERA PARA INSPECCIÓN
- 10. SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8cm.
- 11. CONTRACIMENTA REVESTIDA
- 12. CAJA REUNIDORA
- 13. CAJA DE VALVULA DE COMPLETA
- 14. CANGURO PARA IMPERPERE
- 15. PERFORO DE AGUA
- 16. REBALSE DE 4" MIN.

- NOTAS
1. EL PERFIL DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS $\phi = 1/ 4"$
 2. LA TUBERÍA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA CAPTACIÓN A LA CAJA UNIFICADORA DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MÁXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.
 3. EL REBALSE DE 4" DEBE SER INSTALADO A UN MÍNIMO DE 5 cm. ABAJO DE LA COTA MÁS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RECARGAS EN EL MISMO.
 4. PARA DIMENSIONES Y ABANADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER HOJA 12/ 21 SEGÚN DIÁMETRO DE DRENALIE.
 5. TODA MODIFICACIÓN REALIZADA A ESTE PLANO SE DEBE ANOTAR EN EL MISMO.

ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA: PIEDRA POLA 67% MORTERO 33% EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA PROPORCIÓN DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA (1:2)
- CONCRETO: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 3000 Lbs / plg² PROPORCIÓN DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRA (1:2:3)
- MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCIÓN CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBE PARALELA UN DISEÑO DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORNERA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN (1:2)
- REFUERZO: $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

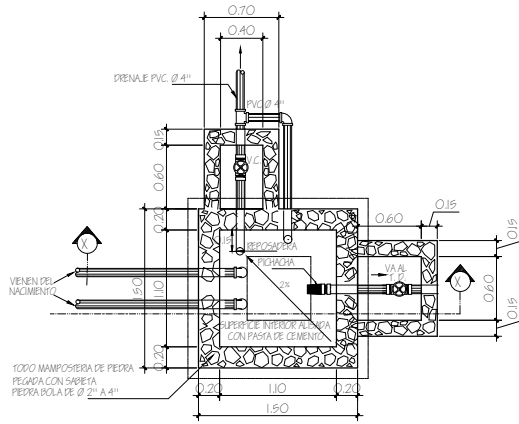


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL "SUPERVISADO" EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

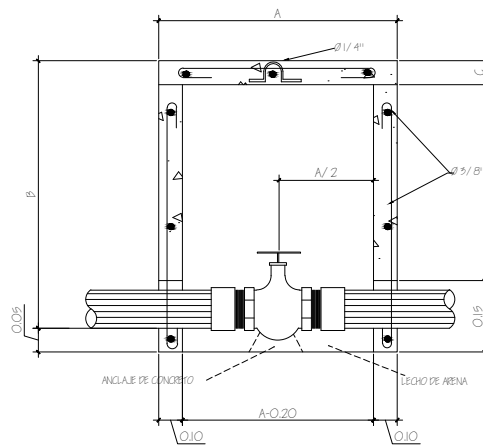
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
FECHA: ENERO 2010
INDICADA

PROFESOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROFESOR: OTONIEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	PROFESOR: OTONIEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	PLANO No. II / 21
---	---	---	-------------------

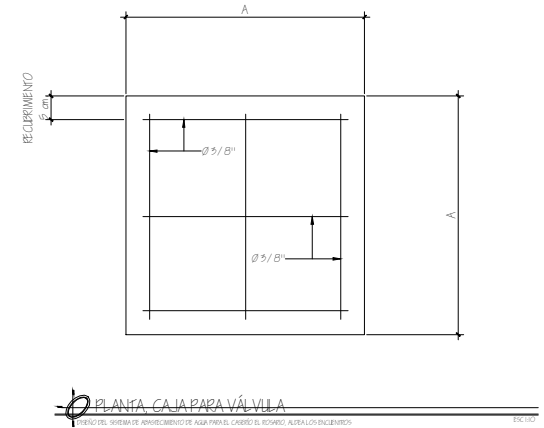
PROF. FERRER SALO GUERRA ALCASAR MANCERA
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ REZCO



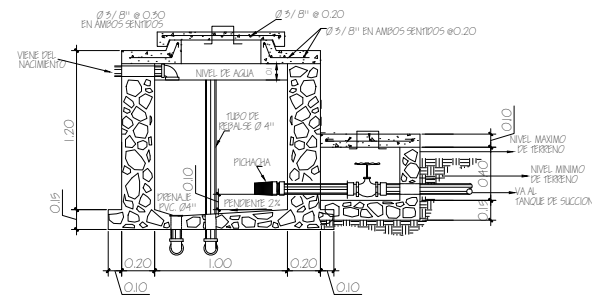
PLANTA CAJA UNIFICADORA DE CALDALES



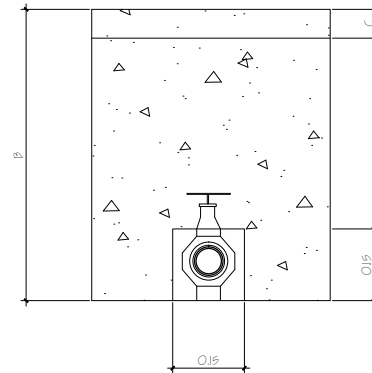
CORTE B-B



PLANTA CAJA PARA VÁLVULA



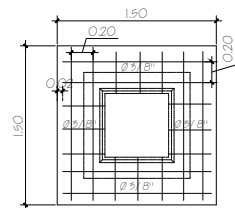
SECCIÓN X-X



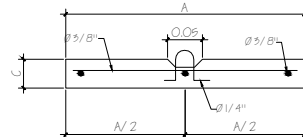
ELEVACIÓN CAJA VÁLVULA

PLANILLA DE VALVULAS			
Ø VÁLVULA	A	B	
1/2"	0.50	0.35	
3/4"	0.50	0.35	
1"	0.55	0.45	

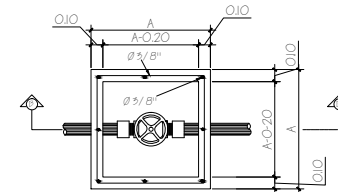
PLANILLA DE TAPADERAS			
Ø VÁLVULA	A	C	
1/2"	0.50	0.06	
3/4"	0.50	0.06	
1"	0.55	0.06	



DETALLE LOSA CAJA UNIFICADORA



TAPADERA CAJA PARA VÁLVULA



PLANTA CAJA PARA VÁLVULA

- NOTAS:
- 1) LAS DIMENSIONES DE LA CAJA ESTAN DADAS EN METROS
 - 2) EL SUELO DE SOPORTE DE LA VÁLVULA HA DE SER APANZOSO
 - 3) LAS PAREDES SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO CON UNA PROPORCION 1:2:3
 - 4) LAS VÁLVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
 - 5) LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm²
 - 6) EL HIERRO DE REFORZADO SERA DE Ø 3/8"
 - 7) TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABLES PROPORCION 1:1 CEMENTO: 2 ARENA DE RIO
 - 8) TODA NOTIFICACION REALIZADA A ESTE PLANO, SE DEBE ANOTAR EN EL MISMO



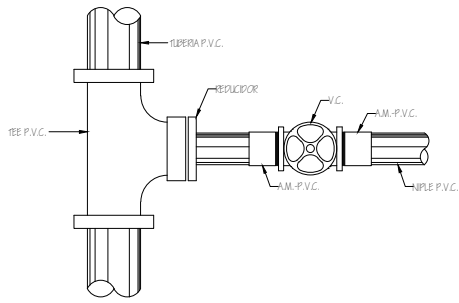
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: CAJA UNIFICADORA DE CALDALES Y CAJAS TÍPICAS PARA VÁLVULAS
FECHA: ENERO 2010

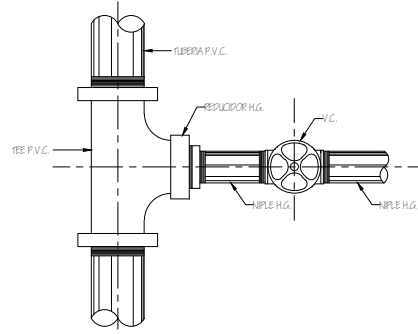
PROF. DE SEÑAL	FECHA 2009	FECHA Y CALIFICACIÓN 2007	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	12/21

PROF. FERRER ALCALÁ GUERRA ALCALÁ MORALES

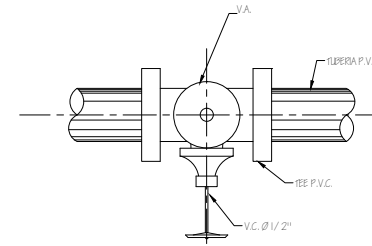
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



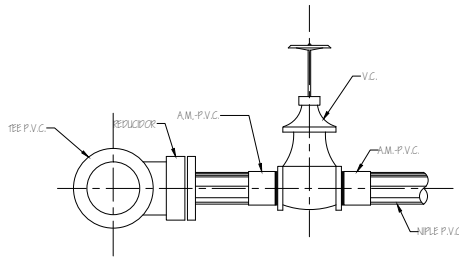
PLANA DE VÁLVULA DE COMPLETA P.V.C.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



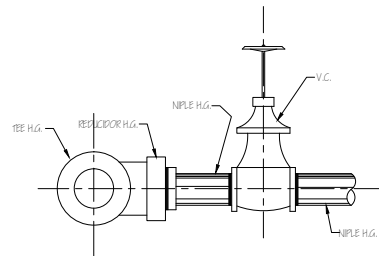
PLANA DE VÁLVULA DE COMPLETA H.G.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



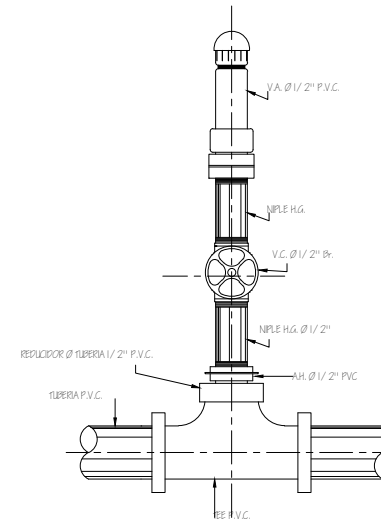
PLANA DE VÁLVULA DE AIRE
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



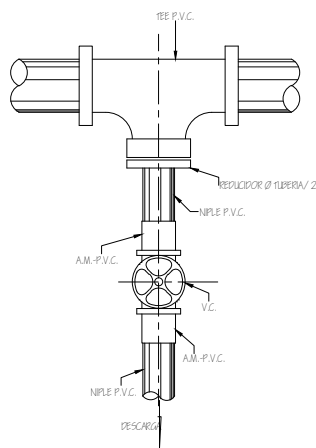
ELEVACIÓN VÁLVULA DE COMPLETA P.V.C.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



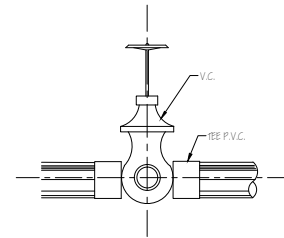
ELEVACIÓN VÁLVULA DE COMPLETA H.G.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



ELEVACIÓN VÁLVULA DE AIRE
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



PLANA VÁLVULA DE LIMPIEZA P.V.C.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS



ELEVACIÓN VÁLVULA DE LIMPIEZA P.V.C.
PROYECTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS

REFERENCIAS

P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILO
H.G.	HERRO GALVANIZADO
V.C.	VALVULA DE COMPLETA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
V.A.	VALVULA DE AIRE
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS
 CONTENIDO: DETALLE DE INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE LIMPIEZA, AIRE Y COMPLETA
 FECHA: ENERO 2010

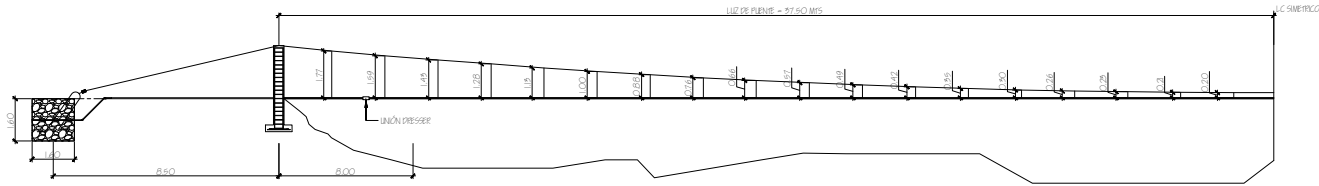
INDICADA
 ENERO 2010

PROYECTO DE DISEÑO	PROYECTO DE DISEÑO	PROYECTO DE DISEÑO	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	ING. OYONEL ALEJANDRO EGOVEVERA CASSELLANOS	ING. OYONEL ALEJANDRO EGOVEVERA CASSELLANOS	13 / 21

PROF. FERRER HUGO GUERRA ALACÉS MANCERA



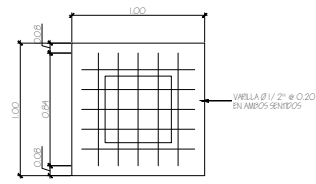
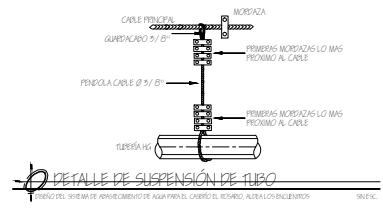
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



PUENTE COLGANTE DE 75 MTS

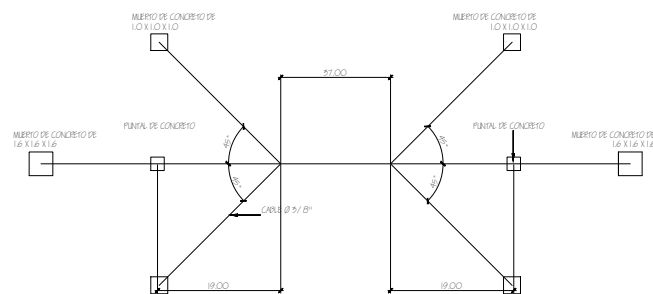
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC: 1/100



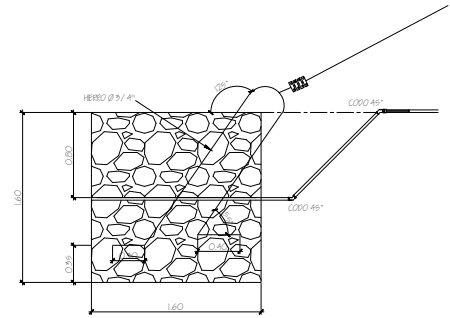
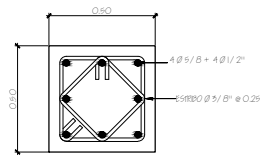
PLANA DE ZAPATA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



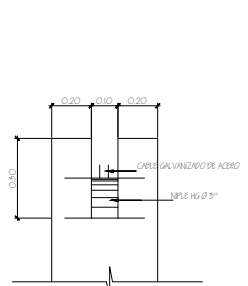
PLANA ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



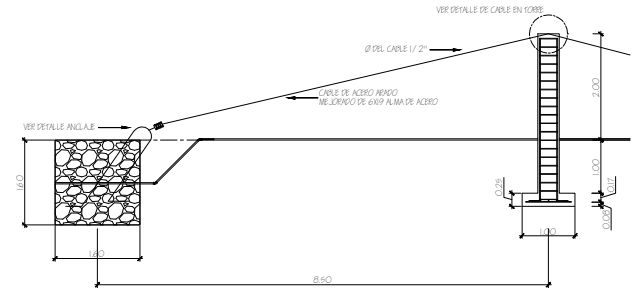
NOTAS GENERALES

1. MATERIALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESPESOR DE RUPURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDACION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ks.
3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPRESO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN SEA SU USO.
4. EL NIVEL DE CUENTACIÒN DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y DEBEN QUEDAR PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUEROS RESPECTIVOS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CLIVA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
6. EL RECURRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSADO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
7. LAS MORDAZAS DE EMPALME DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN CONTACTO CON LA PEGUAGIÒN DEL CABLE.
8. EL PUNTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA.
10. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERO ESPERA DEFINIDA CONSERVANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.
13. EL CABLE PRINCIPAL DEBE SER CONTINUO EN TODA SU LONGITUD, SIN NINGUN TIPO DE EMPALME.
14. TODAS LAS MORDAZAS QUE SE UTILIZEN DEBEN SER COLOCADAS EN EL MISMO SENTIDO.
15. LOS MUEROS SERAN DE CONCRETO CILINDRICO.
16. PIEDRA DE 4" x 4"
17. CEMENTO-ARENA-PIEDRA 1:2:5
18. LA PIEDRA A UTILIZAR DEBE CONSERVAR EN PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO, DE BUENA CALIDAD, EN SU ESTADO NATURAL, LIMPIA, DURA, DURABLE, LIBRE DE SEGREGACIONES, FRACTURAS, GRIETAS U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.
19. LA PIEDRA DEBE COLOCARSE CUIDADOSAMENTE, DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA PARA NO CALEAR DANO.
20. TODA MODIFICACION AL PLANO, DEBE QUEDAR INDICADA EN EL MISMO.



ELEVACION LATERAL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



DETALLE DE CABLE EN TORRE

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

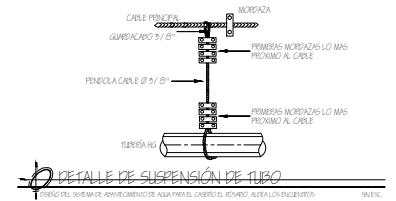
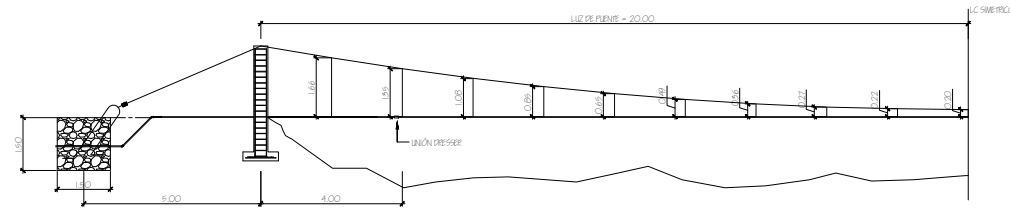


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PASO AÉREO DE 75 MTS

PRESENTE 2009	PRESENTE 2009	PRESENTE Y CALIFICADO EPS 2009	PLANO No. 15/21
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	FECHA: ENERO 2010

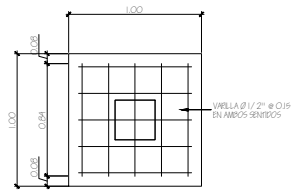
PROF. FERRER ALICIA GUERRA ALCAZAR MANRIQUE
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ VÉLIZ



PUENTE COLGANTE DE 40 MFS

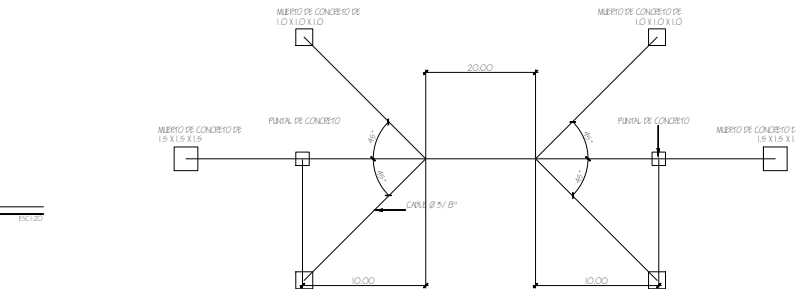
DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC 1:75



PLANTA DE ZAPATA

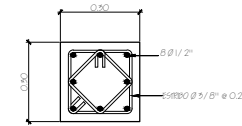
DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



PLANTA ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

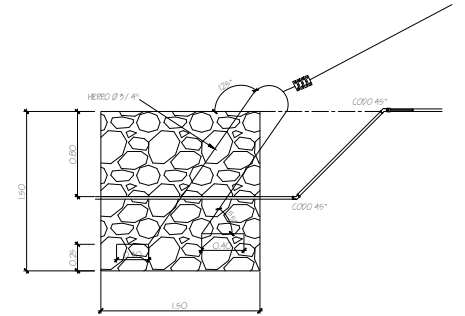
ESC 1:20



ESTRUCTURA DE COLUMNA

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC 1:10



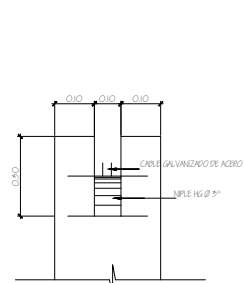
DETALLE MUERTO DE CONCRETO

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC 1:25

NOTAS GENERALES

1. MATERIALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESPESOR DE RUPURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDACION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ks.
3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPRESO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN SEA SU USO.
4. EL NIVEL DE CUENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y DEBEN QUEDAR PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CON UNA CAPACIDAD DE SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
6. EL RECIPIERIMENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSADO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
7. LAS MORDAZAS DE EMPALME DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN CONTACTO CON LA PULGACION DEL CABLE.
8. EL PLENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA.
10. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESPERA DEBIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.
13. EL CABLE PRINCIPAL DEBE SER CONTINUO EN TODA SU LONGITUD, SIN NINGUN TIPO DE EMPALME.
14. TODAS LAS MORDAZAS QUE SE UTILIZEN DEBEN SER COLOCADAS EN EL MISMO SENTIDO.
15. LOS MUERTOS SERAN DE CONCRETO CILINDRICO.
16. 5% PIEDRA DE 4" A 6"
17. 65% CEMENTO-ARENA-PIEDRA 1:2:5
18. LA PIEDRA A UTILIZAR DEBE CONSERVAR EN PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO, DE BUENA CALIDAD, EN SU ESTADO NATURAL, LIMPIA, DURA, SANA, DURABLE, LIBRE DE SEGREGACIONES, FRACTURAS, GRIETAS U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.
19. LA PIEDRA DEBE COLOCARSE CUIDADOSAMENTE, DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA PARA NO CALEAR DANO.
20. TODA MODIFICACION AL PLANO, DEBE QUEDAR INDICADA EN EL MISMO.

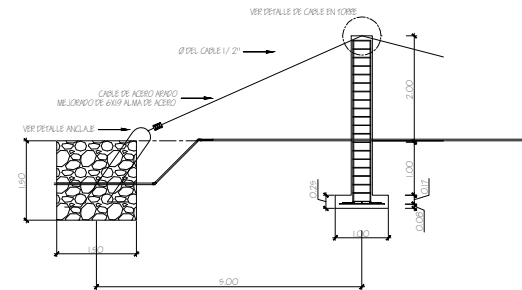


ELEVACION LATERAL

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

CORTE DE TORRE DE TORRE

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



ELEVACION

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC 1:20

DETALLE DE CABLE EN TORRE

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ESC 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PASO AEREO DE 40 MFS
ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2010

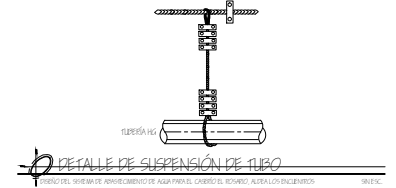
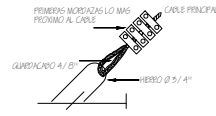
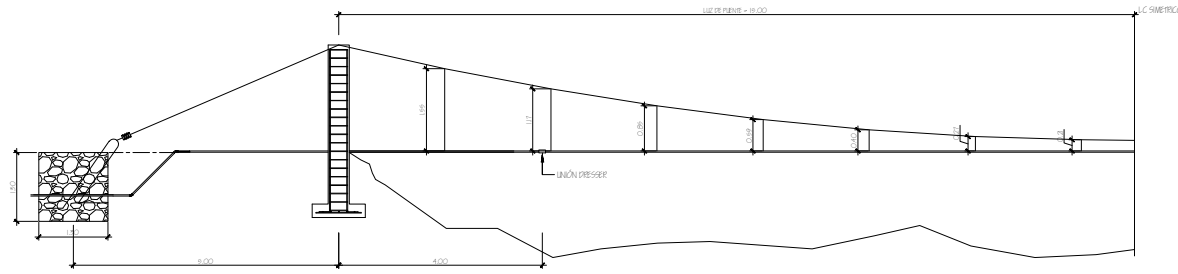
PREPAREDADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOEVEVERA CASTELLANOS	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOEVEVERA CASTELLANOS	16/21



PROF. FERRER ALVARADO ALVARO MANRIQUE



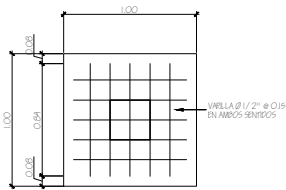
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ VÉLIZ



PUENTE COLGANTE DE 30 MTS

ESC 1:50

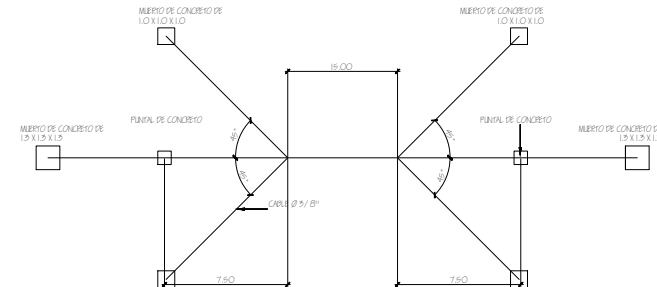
DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



PLANTA DE ZAPATA

ESC 1:20

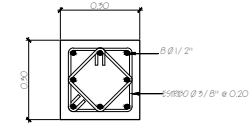
PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



PLANTA ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES

ESC 1:20

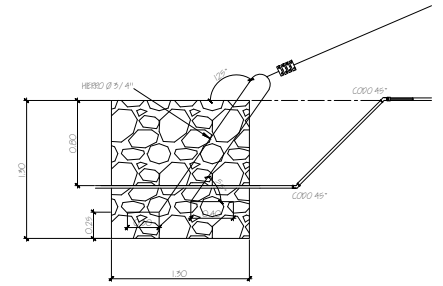
PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



ESTRUCTURA DE COLUMNA

ESC 1:10

PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



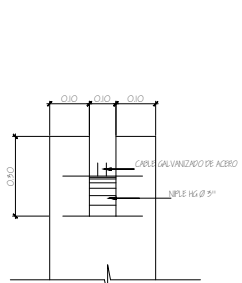
DETALLE MUERTO DE CONCRETO

ESC 1:25

PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

NOTAS GENERALES

1. MATERIALES
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDACION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ks.
3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN SEA SU USO.
4. EL NIVEL DE CUENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y DESPUES ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CON UNA CAPACIDAD DE SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
6. EL REQUERIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSADO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
7. LAS MORDAZAS DE EMPALME DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN CONTACTO CON LA PREGUNACION DEL CABLE.
8. EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA.
10. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESPERA DEBERA CONSERVAR QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.
13. EL CABLE PRINCIPAL DEBE SER CONTINUO EN TODA SU LONGITUD, SIN NINGUN TIPO DE EMPALME.
14. TODAS LAS MORDAZAS QUE SE UTILIZEN DEBERAN SER COLOCADAS EN EL MISMO SENTIDO.
15. LOS MUERTOS SERAN DE CONCRETO CILINDRICO.
16. 5% PIEDRA DE 4" A 6"
17. 65% CEMENTO-ARENA-PIEDRA 1:2.5
18. LA PIEDRA A UTILIZAR DEBE CONSERVAR EN PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO, DE BUENA CALIDAD, EN SU ESTADO NATURAL, LIMPIA, DURA, SANA, DURABLE, LIBRE DE SEGREGACIONES, FRACTURAS, GRIETAS U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.
19. LA PIEDRA DEBE COLOCARSE CUIDADOSAMENTE, DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA PARA NO CALEAR DANO.
20. TODA MODIFICACION AL PLANO, DEBE QUEDAR INDICADA EN EL MISMO.



CORTE DE TORRE DE TORRE

ESC 1:10

PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ELEVACION LATERAL

ESC 1:10

PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

DETALLE DE CABLE EN TORRE

ESC 1:10

DISÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS

ELEVACION

ESC 1:10

PRIMO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTROS
CONTENIDO: PASO AEREO DE 30 MTS
ESCALA: INDICADA
FECHA: ENERO 2010

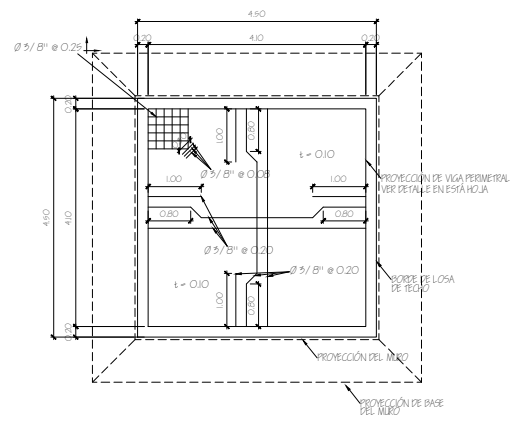
PREPAREDADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	ING. OYIBEL ALEJANDRO BOGUEVERA CASTELLANOS	17/21



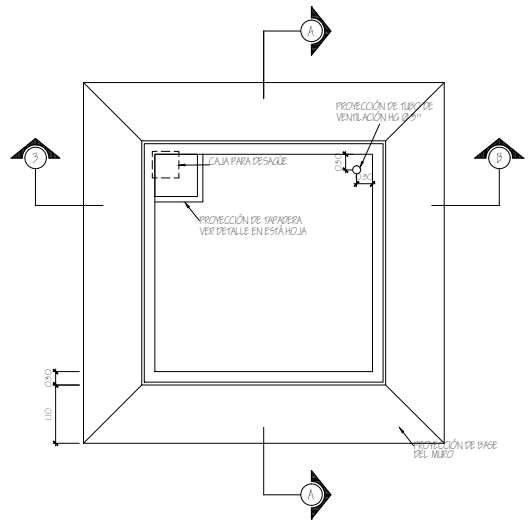
PROF. FERRER ALVARADO ALVARO MANRIQUE



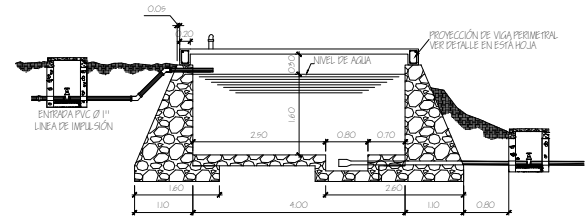
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ ALFARO



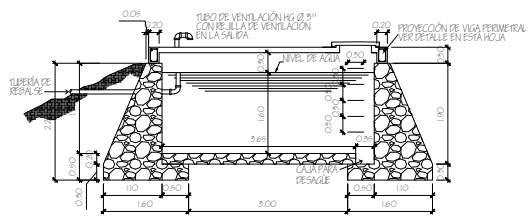
PLANTA DE LOSA DE TECHO
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



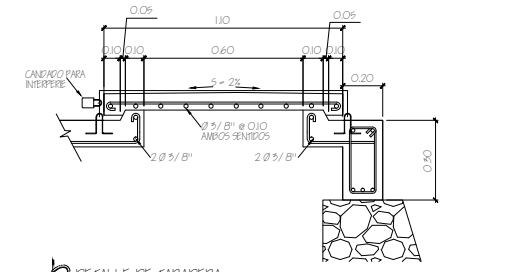
PLANTA DE TANQUE
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



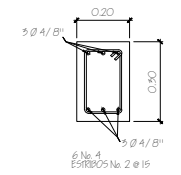
SECCIÓN A-A
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



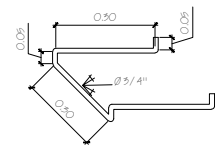
SECCIÓN B-B
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



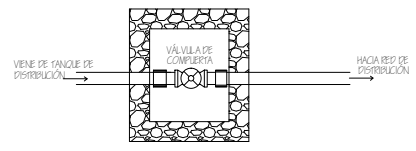
DETALLE DE TAPADERA
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



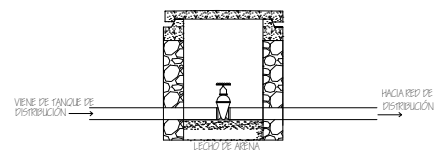
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



DETALLE ESCALÓN
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



PLANTA CAJA DE VÁLVULA
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190



ELEVACIÓN CAJA DE VÁLVULA
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESC:190

- MATERIALES**
- 1° CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESPESOR DE RUPTRURA A COMPRESIÓN DE 200 kg/cm² (3000 lb/plg²) A LOS 28 DIAS
 - 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 kg/cm² (cm. CORADO 40 KS) ESPECIFICACIÓN ASTM A615
 - 3° VAROS: LOS MUROS ESTÁN DISEÑADOS PARA TRABAJAR ENTERRADOS.
 - 4° TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.
 - 5° LOS RECLUBRIMIENTOS SERÁN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y SE DE MEJORA ENTRE EL ROSARIO DE LA PARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE PERSANO.
 - 7° LA LOSA DEL TECHO DEBERÁ TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 8° LOS MUROS DE PIEDRA DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SANGRÍA DE CEMENTO ARENA PROPORCIÓN (1:2), PERMANENTE ALISADA.
 - 9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CENIZAS CON CEMENTO ARENA.
 - 10° LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE CONCRETO COCLOPEO 50% PIEDRA DE 4" A 6" 67% SANGRÍA CEMENTO-ARENA-PIEDRA 1:2:5
 - 11° EL RECLUBRIMIENTO EN LA LOSA SERÁ DE 0.05cm.
 - 12° LA PIEDRA A UTILIZAR PUEDE CONSIDERAR EN PIEDRA PARTIDA O CANO RODADO, DE BUENA CALIDAD EN SU ESTADO NATURAL, LIMPDA, PURA, SANA, DURABLE, LIBRE DE SEGREGACIONES, FRACTURAS, GRIETAS U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.
 - 13° LA PIEDRA DEBE COLOCARSE CUIDADOSAMENTE, DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA, PARA NO CAUSAR DAÑO A LAS FORMALETAS Y TUBERÍAS TRANSVERSALES.
 - 14° TODA MODIFICACIÓN REALIZADA A ESTE PLANO, SE DEBE ANOTAR EN EL MEMO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

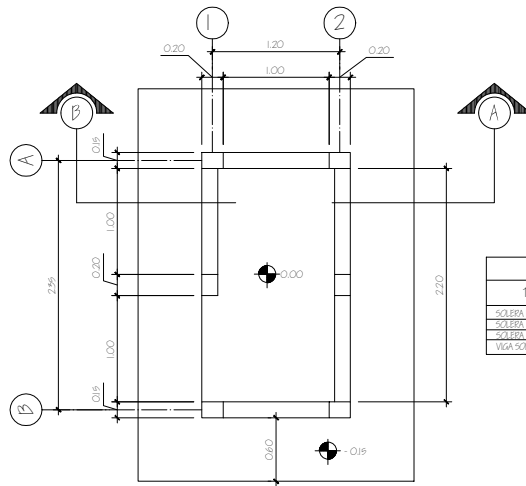
TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALTA LOS ENCIENTROS
 ESCALA: INDICADA

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 25 M³
 FECHA: ENERO 2010

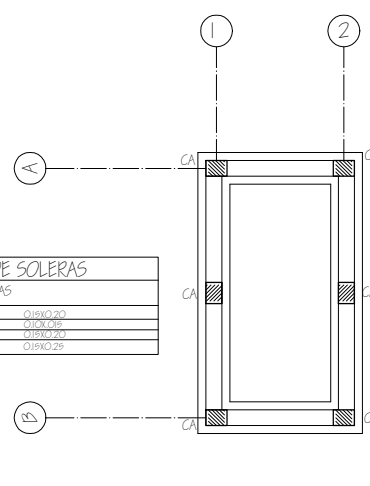
PROF. DE DISEÑO: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROF. A CARGO: ING. OIBEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASTELLANOS	PROF. DE CALIFICACIÓN: ING. OIBEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASTELLANOS	PLANO No. 20/21
---	---	---	--------------------

PROF. PIERRE ALICIA GUERRA ALCÁZAR MORALES

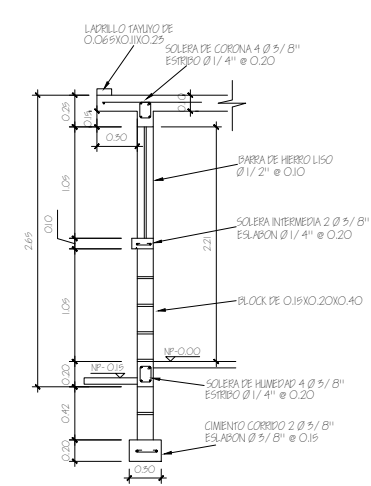
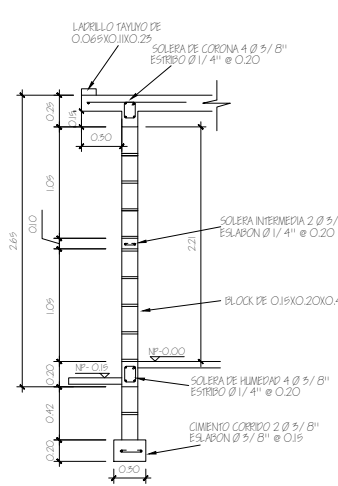
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISOR



PLANILLA DE SOLERAS	
TIPO	MEDIDAS
SOLERA DE HUMEDAD	0.15X0.20
SOLERA INTERNA	0.10X0.15
SOLERA DE CORONA	0.15X0.20
VEJA SOLERA	0.15X0.25



CIMENTO CORRIDO DE 0.20 X 0.30 m. 2 Ø 5/8" + ES. Ø 5/8" e 0.15 m.



PLANTA DE COTAS

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

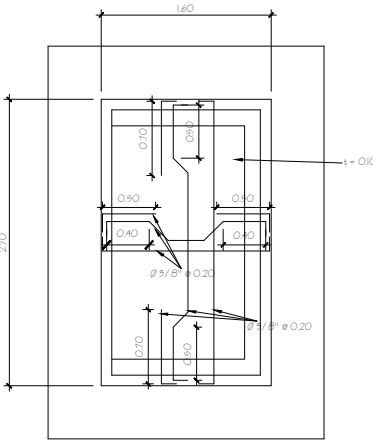
FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

SECCIÓN A

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

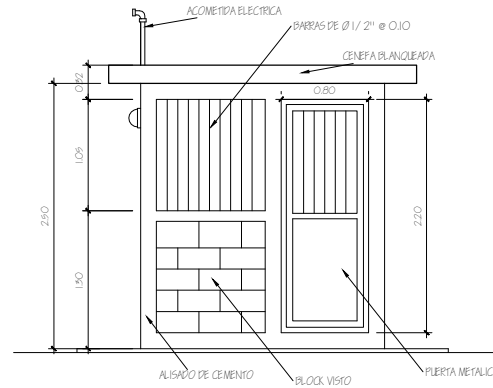
SECCIÓN B

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



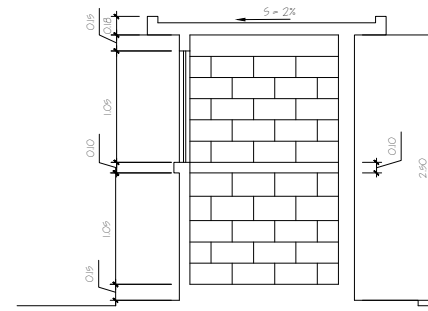
PLANTA DE ESTRUCTURA DE TECHO

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



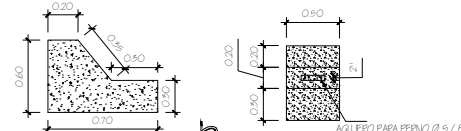
FACHADA FRONTAL

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



FACHADA LATERAL

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



ELEVACIÓN

PLANTA

DETALLE 2

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

MATERIALES

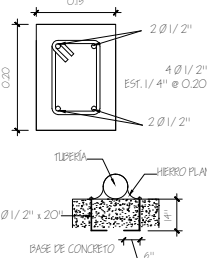
- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lb/Plu²) A LOS 28 DIAS
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE f_y = 2810 kg/cm² (cm. (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° VARIOS: TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 4° LOS RECURBIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 5° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 2%
- 6° LA RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE BLOCK SERA F_u = 45 kg/cm²
- 7° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
- 8° EL CLORO SERA INYECTADO EN LA CASITA DE BOMBEO
- 9° EL RECURBIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.05m.
- 10° TODA MODIFICACION REALIZADA A ESTE PLANO, SE DEBE ANOTAR EN EL MISMO.

PLANTA DE ESTRUCTURA DE TECHO

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

DETALLE DE COLUMNA CA

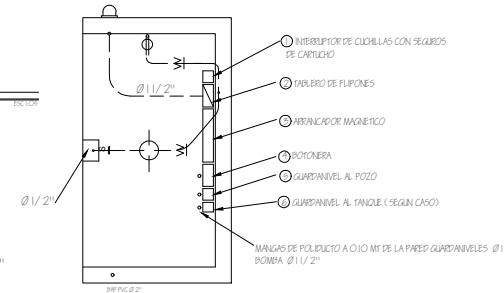
FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



ELEVACIÓN

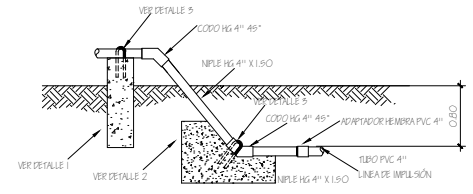
FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

PLANTA



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



DETALLE SALIDA DE IMPULSIÓN

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



ELEVACIÓN

FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107

DETALLE 1

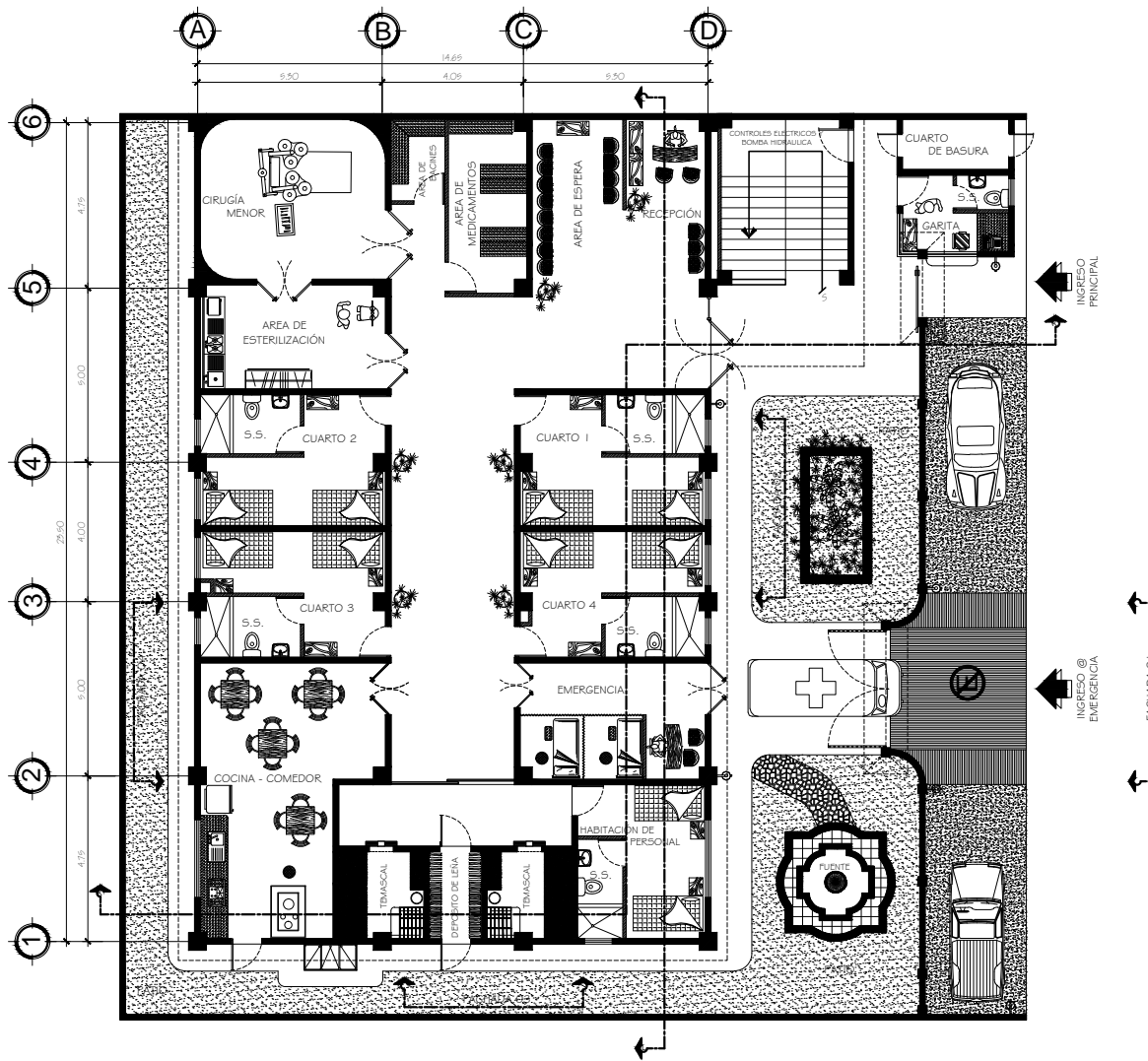
FIN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERO EL ROSARIO, ALDEA LOS ENCIENTOS, ESC. 107
INDICADA
CONTENIDO: CASETA DE BOMBEO
FECHA: ENERO 2010

PROFESOR SEÑOR	FECHA 2009	FECHA Y CALIFICACION 2007	PLANO No.
ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	OTONEL ALEJANDRO BOEVEVERA CASTELLANOS	OTONEL ALEJANDRO BOEVEVERA CASTELLANOS	21 / 21



NOTA:

- Criterios de diseño

Reglamentos y códigos:

Concreto ACI 3185-05
Mampostería LBC-97 / FHA
Carapas LBC-97

Especificaciones de materiales:

Esfuerzo de compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de cadencia del acero $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de ultimo compresión de la mampostería $F'm = 35 \text{ kg/cm}^2$

Calidad de los materiales para concreto:

- Cemento
Se utiliza solo cemento del tipo Portland que satisfaga la norma ASTM C150 y sección 32 del código ACI 3185-05 y deberá satisfacer el capítulo 5, calidad del concreto del código ACI 3185-05.

- Agregados

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a:

- 1/5 de la separación menor entre los lados de la formaleta
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas de refuerzo

Agregado de 1/2" o agregado 3/4" para cimentación con aprobación del supervisor.

- Agua

Deberá utilizarse agua limpia en la mezcla de concreto.

Relación Agua/ cemento:

La relación agua cemento en ningún caso excederá de:

- Para concreto expuesto al aire, a la intemperie, clima lluvioso o semi-árido por debajo de 0.53.
- Fundiciones de concreto y otras estructuras enterradas o en contacto con aguas o suelos no agresivos, por debajo de 0.50.

-TODAS las puertas de servicio deben permanecer abiertas durante el tiempo de visita o de servicio, con esto se logrará evitar accidentes y si fuese necesaria la evacuación de personas se tornara mas fácil.

PLANTA AMOBLADA PRIMER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
ESCALA: 1:75

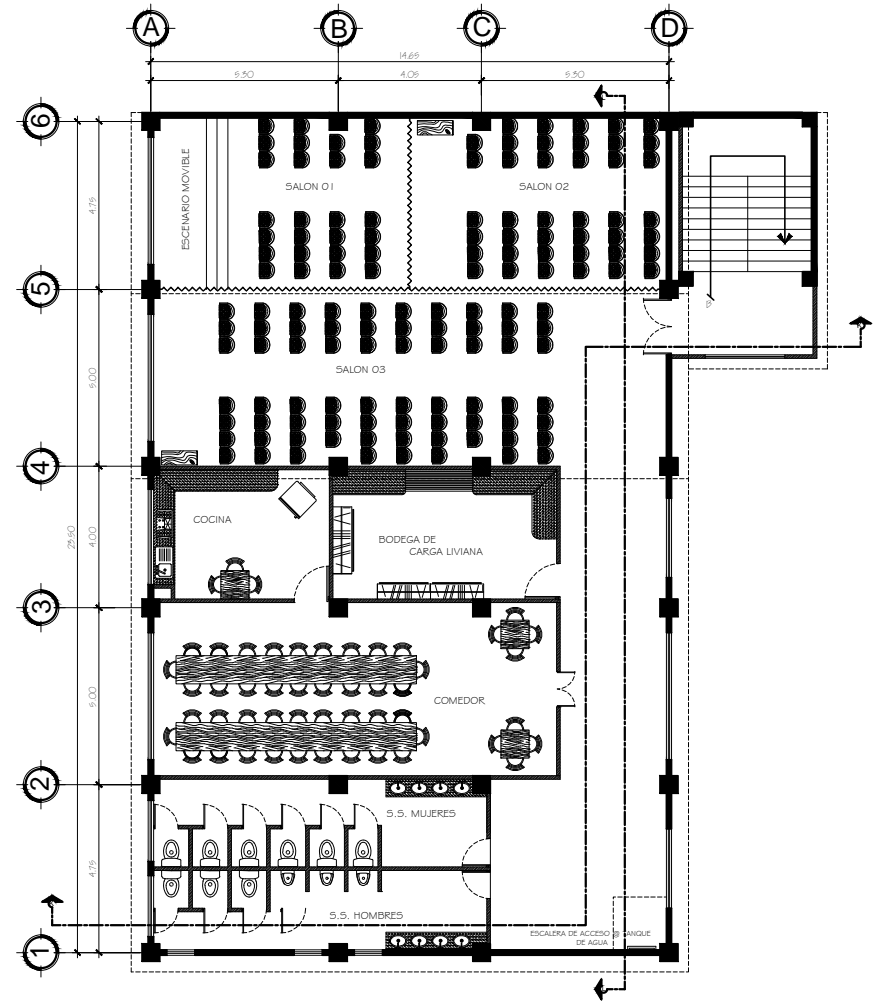
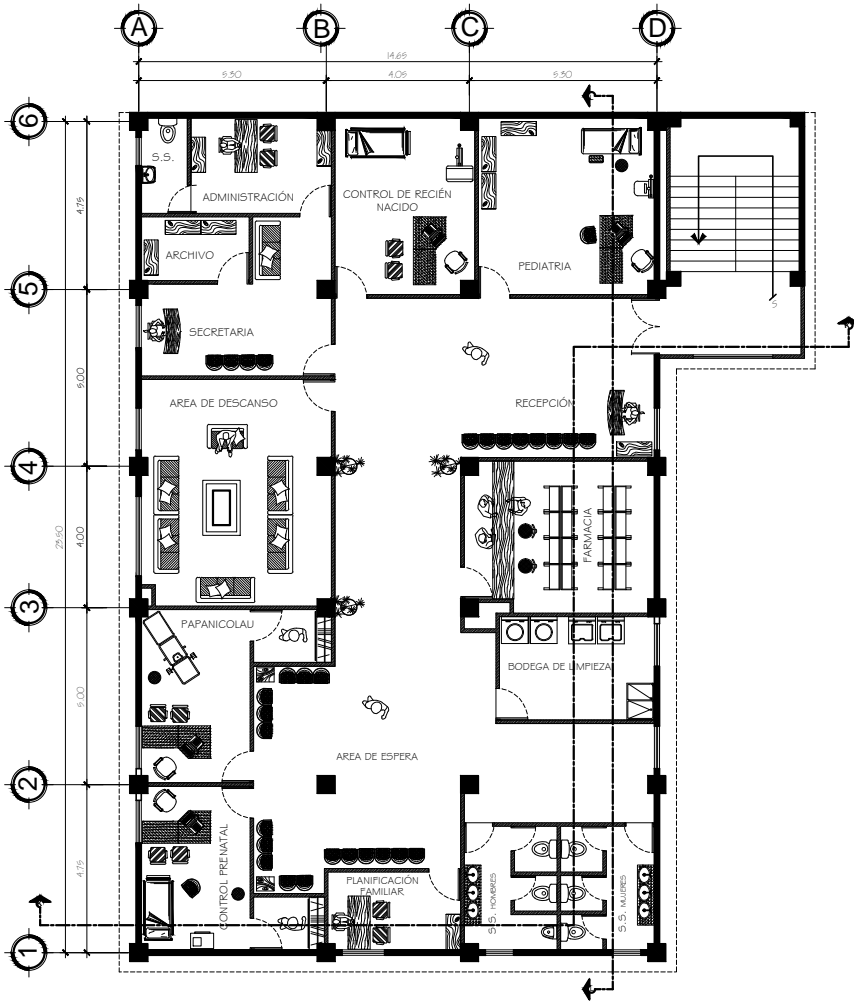


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: PLANTA AMOBLADA
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR TUTOR:	PROFESOR TUTOR:	PROFESOR TUTOR:	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	INGENIERO ALEJANDRO EQUEVARRÍA CASSELLANOS	INGENIERO ALEJANDRO EQUEVARRÍA CASSELLANOS	01/31

PROF. FERRER ALVARADO ALVARO MANRIQUE
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISOR



PLANTA AMOBLADA SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75

PLANTA AMOBLADA TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75



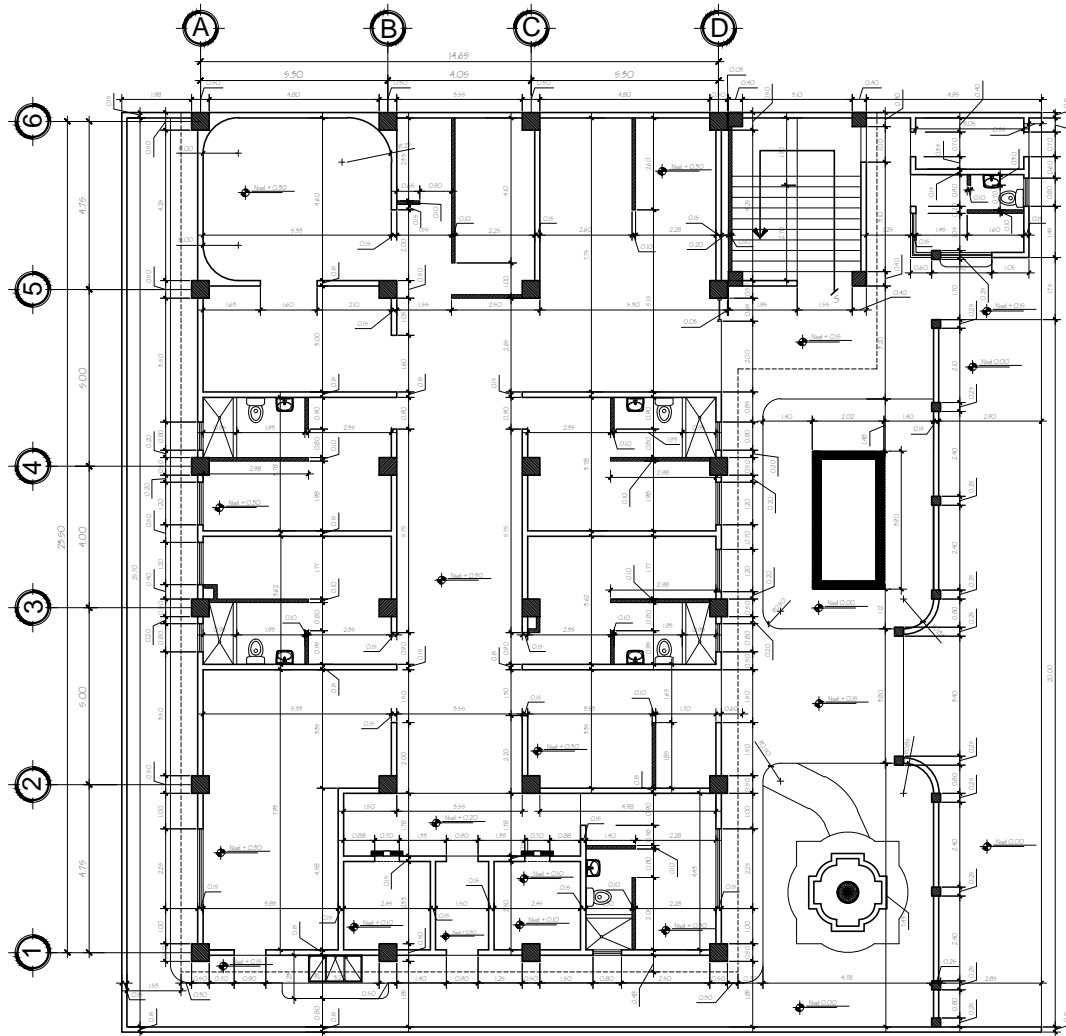
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA AMOBLADA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR EN JEFE: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR AYUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PROFESOR AYUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PLANO No. 02 31
--	---	---	-----------------------

PROF. FERRER ALVARADO ALFARO MORALES

 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ




PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESCA: 1:75

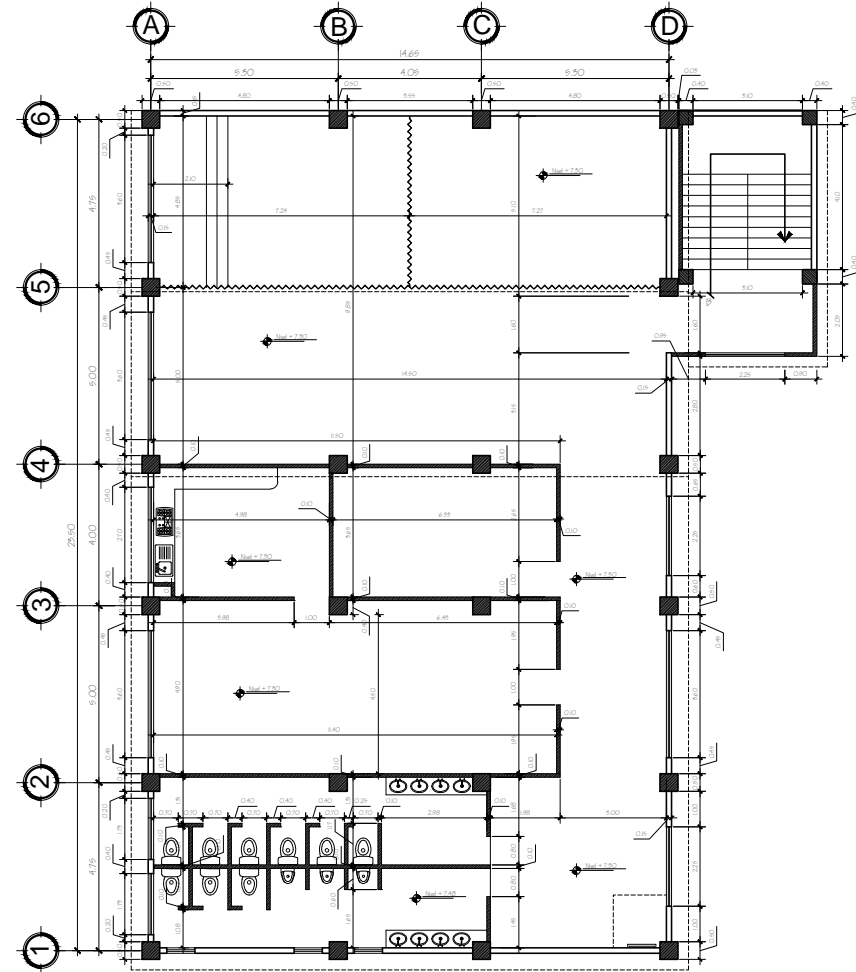
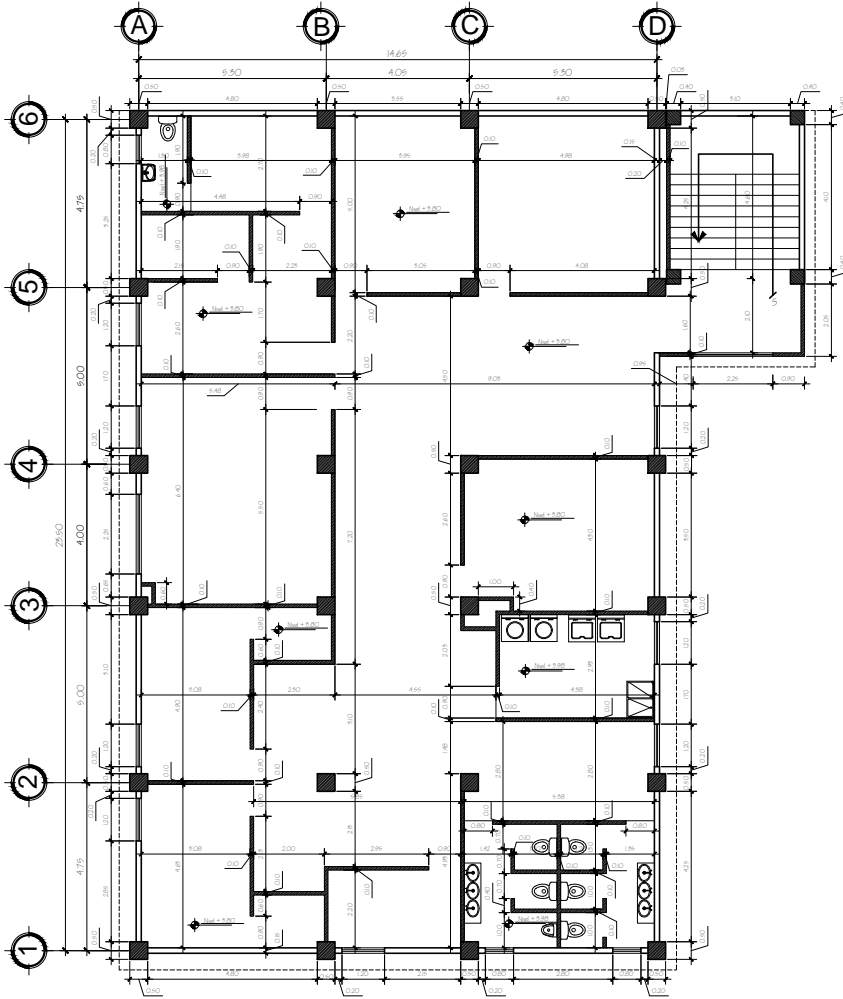


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO: PLANTA ACOTADA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROYECTO EJECUTIVO	DISEÑO	REVISIÓN Y CALIFICACIÓN EPS 2007	PLANO N.º
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	05 31

 PROF. FERRER HALL GUERRA ALCALDE MUNICIPAL	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ JEFE DE OFICINA
--	---



 PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75

 PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

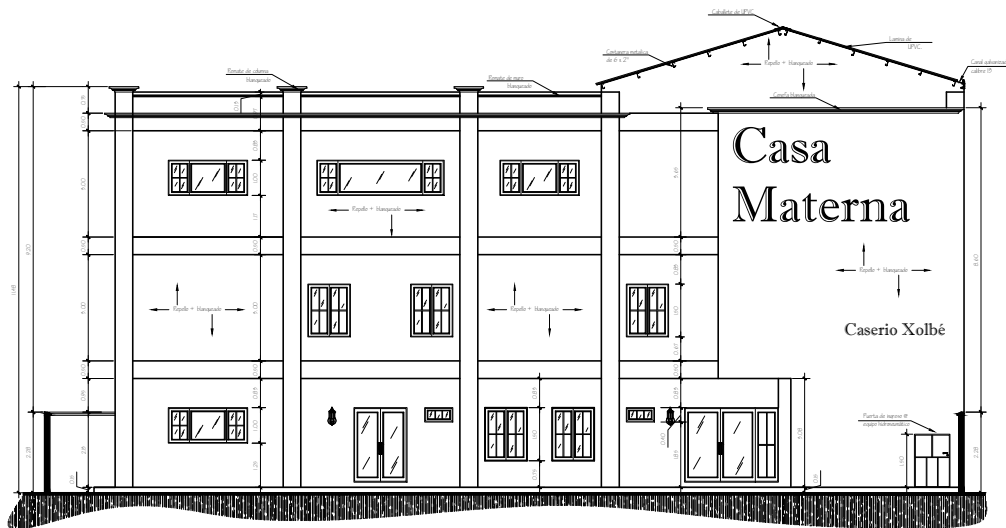
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR SEÑER	ESTUDIA 2009	HECHO Y CALIFICADO EPS 2009	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	04 31

PROF. FERRER HALLU CAROLINA ALCÁZAR MORAÑA  ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISOR



FACHADA FRONTAL 01
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC. 1:75



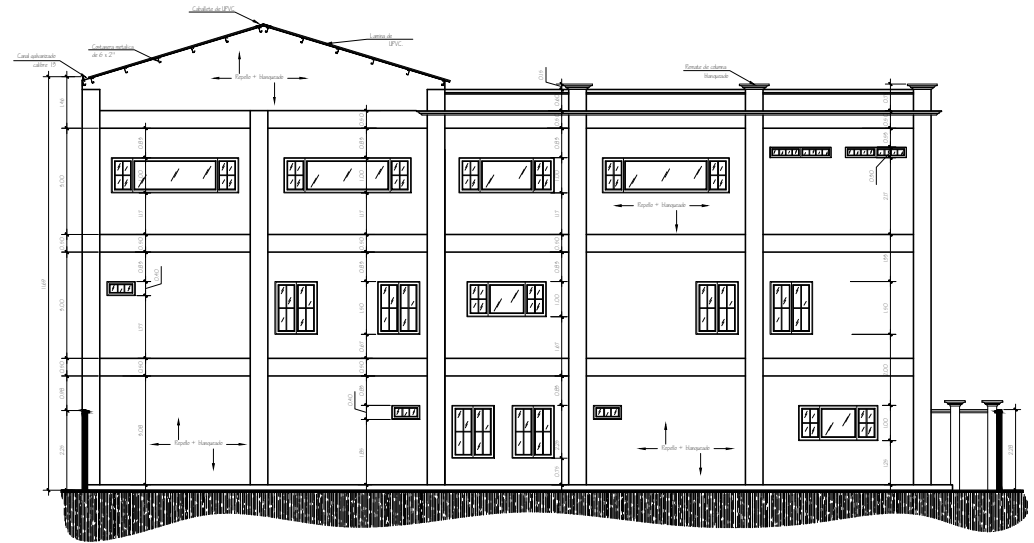
FACHADA FRONTAL 02
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC. 1:75



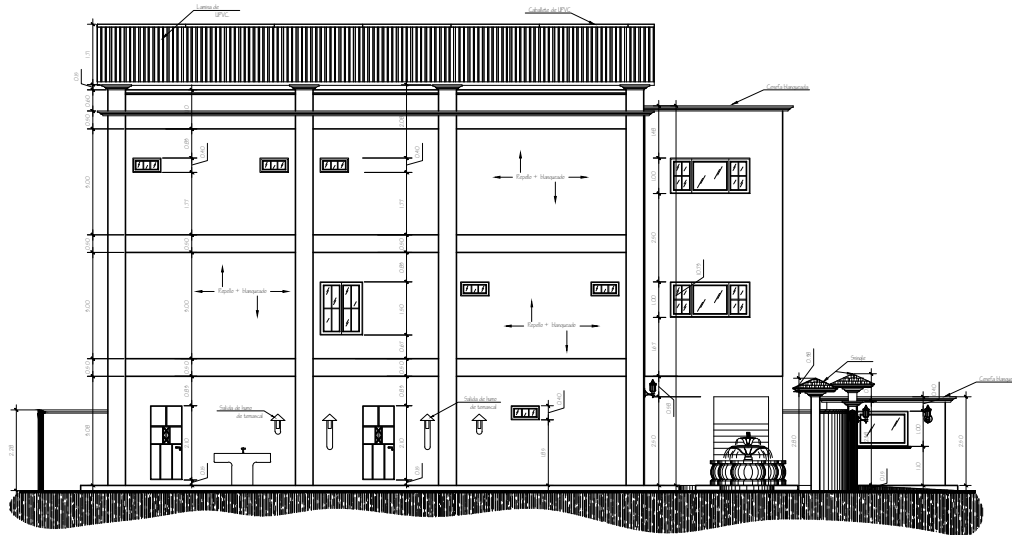
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA			
PROYECTO	DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA	INDICADA
CONTENIDO	FACHADAS	FECHA	SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR EN JEFE	PROFESOR	AYUDANTE DE TRABAJOS	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	05 31

PROF. FERRER HALLU CAROLINA ALACAS MANRIQUE	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REYES
---	---------------------------------------




FACHADA POSTERIOR 04
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75




FACHADA LATERAL IZQUIERDA 03
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

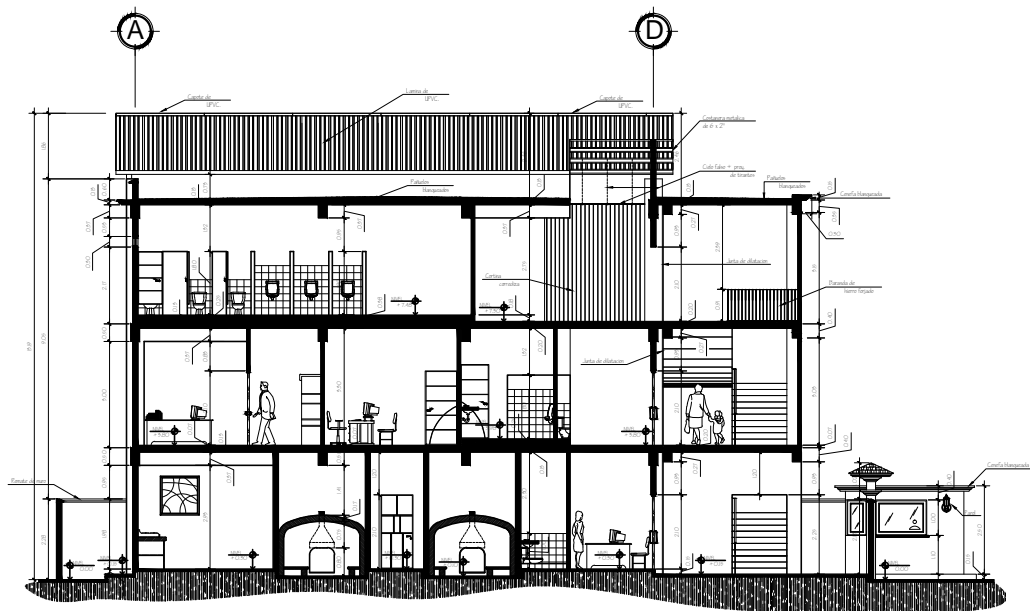
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO: FACHADAS FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROYECTO DE DISEÑO	DISEÑO 2009	REVISADO Y CALIFICADO EPS 2007	PLANO N°
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	06 31

PROF. FERRER HALLU CAROLINA ALCALDE MUNICIPAL		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISOR
--	---	--



SECCIÓN LONGITUDINAL L-L
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC: 1:75



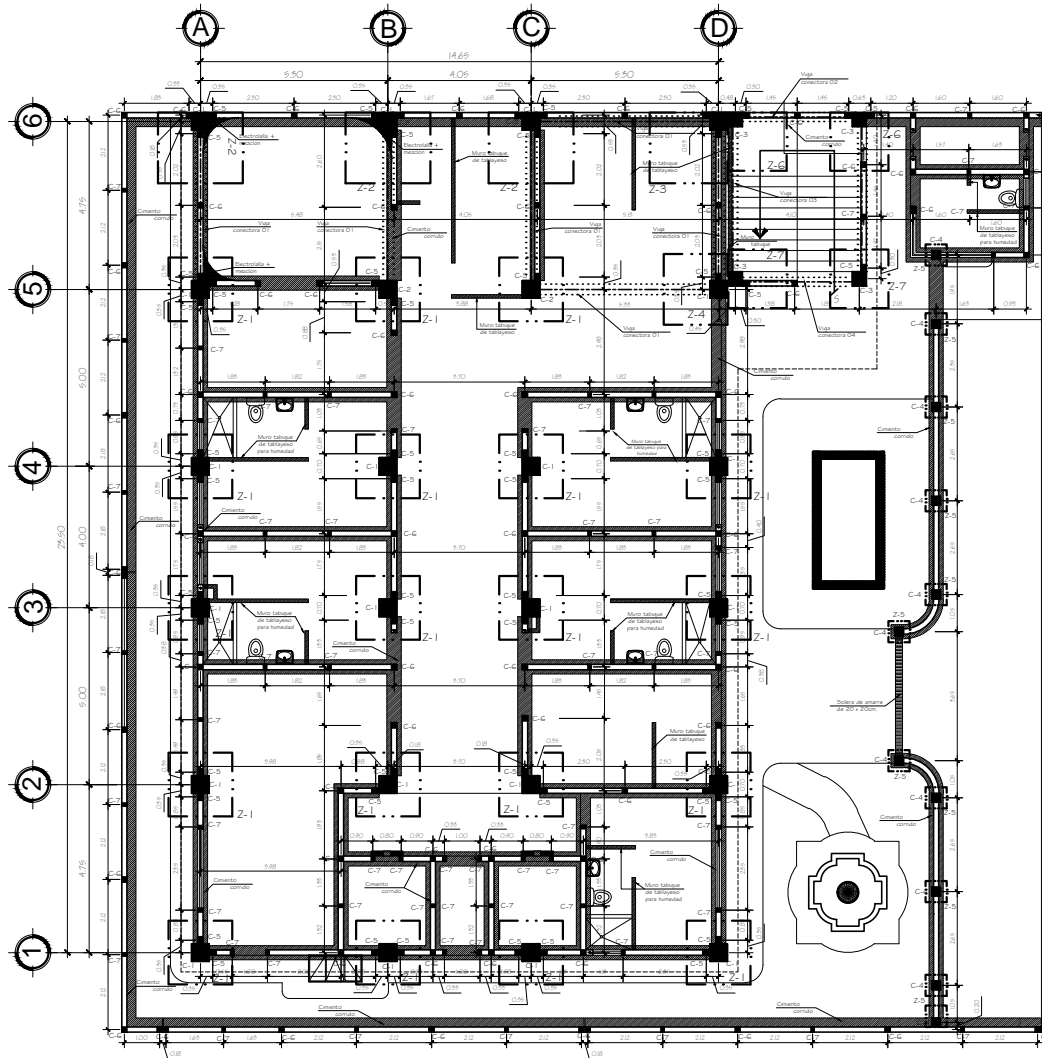
SECCIÓN TRANSVERSAL K-K'
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC: 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ			
PROYECTO	DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA	INDICADA
CONTENIDO	SECCIONES	FECHA	SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR EN JEFE	PROFESOR	AYUDANTE	PLANO N.º
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANDOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANDOS	07/31

PROF. FERRER HALLI CAROLINA ALACAS MANRIQUE	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REBOA
---	---------------------------------------



ESPECIFICACIONES

-ACERO DE REFUERZO (ASTM A-615)
GRADO 60 Fy = 42000 LBSP/LG2
Fu = (ENSAYO) 75000 LBSP/LG2

-CONCRETO:
COLUMNARIAS: f'c = 3000 LBSP/LG2
VIGAS Y LOSAS: f'c = 3000 LBSP/LG2

A LOS 28 DÍAS CON AGREGADO 3/4"

-ACERO:
A-A-C ESTRUCTURA METÁLICA

-COLUMNARIAS:
NO TRASLAPAR MÁS DE LA TERCERA PARTE DEL AREA DE ACERO EN EL MISMO PUNTO.

-EMPALMES:
VARILLAS SUJETAS @ TENSIÓN

-CODIGO DE REFERENCIA:
ACI-318-09
UBC-97

EMPALMES		ESTRIBOS		ANCLAJE	
No.	Longitud	No.	Distancia	No.	Distancia
1	1.00m	1	1.00m	1	1.00m
2	1.00m	2	1.00m	2	1.00m
3	1.00m	3	1.00m	3	1.00m
4	1.00m	4	1.00m	4	1.00m
5	1.00m	5	1.00m	5	1.00m
6	1.00m	6	1.00m	6	1.00m

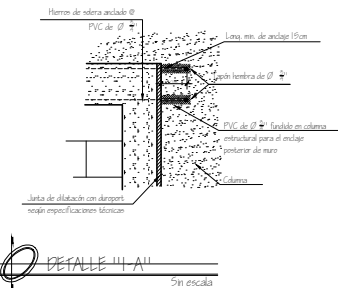
REFUERZOS DE COLUMNAS

TIPO	TIPO	HIERRO	EST.	ESL.	Sección en Mts.
C-1	Ø No. 6	✓	✓	✓	0.50 X 0.50
C-2	4 No. 8 + 4 No. 6	✓	✓	✓	0.50 X 0.50
C-3	Ø No. 5	✓	✓	✓	0.40 X 0.40
C-4	4 No. 4	✓	✓	✓	0.25 X 0.25
C-5	4 No. 4	✓	✓	✓	0.20 X 0.15
C-6	4 No. 3	✓	✓	✓	0.15 X 0.15
C-7	2 No. 3	✓	✓	✓	0.10 X 0.15

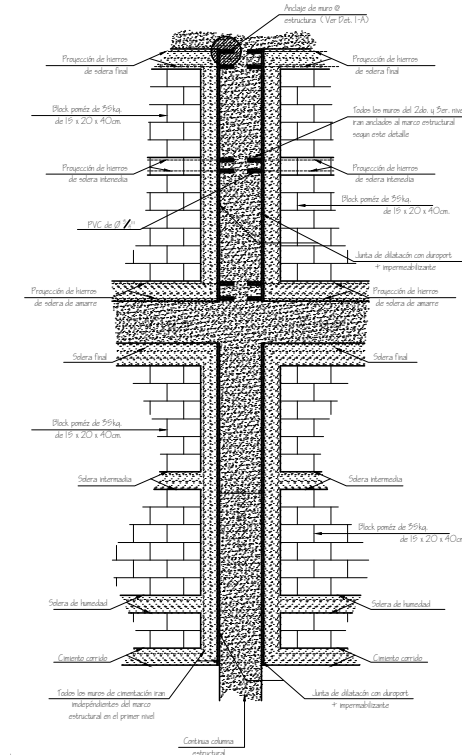
● INDICA PIN NO. 3 FUNDIDO

No.	Sección	Dimensiones en Mts.
Z-1	No. 5 @ 0.15 AMBOS SENTIDOS	1.80 X 1.80 X t:0.60
Z-2	No. 5 @ 0.15 AMBOS SENTIDOS	2.40 X 2.00 X t:0.75
Z-3	No. 5 @ 0.125 AMBOS SENTIDOS	2.20 X 2.00 X t:0.75
Z-4	No. 5 @ 0.125 AMBOS SENTIDOS	1.80 X 2.00 X t:0.75
Z-5	No. 3 @ 0.10 AMBOS SENTIDOS	0.60 X 0.60 X t:0.20
Z-6	No. 4 @ 0.125 AMBOS SENTIDOS	1.65 X 1.65 X t:0.60
Z-7	No. 3 @ 0.10 AMBOS SENTIDOS	1.65 X 1.65 X t:0.65

Cemento comido 3 No. 4 + esl. No. 2 @ 0.30cm, 0.40 x 0.20



DETALLE 11-A
5m escala



ANCLAJE TÍPICO DE MURO @ MARCO ESTRUCTURAL
5m escala

Nota:
- Criterios de diseño

Requisitos y códigos:
Concreto ACI 318-09
Mampostería UBC-97/FHA
Cargas UBC-97

Especificaciones de materiales:
Esfuerzo de compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de tensión del acero $F_u = 42000 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de última compresión de la mampostería $F'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$

Calidad de los materiales para concreto:
- Cemento
Se utilizará solo cemento del tipo Portland que satisficiera la norma ASTM C150 y sección 52 del código ACI 318-09 y deberá satisfacer el capítulo 5, calidad del concreto del código ACI 318-09.

- Agregado
El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a:
• 1/5 de la separación menor entre los lados de la formleta
• 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas de refuerzo
Agregado de 1/2" o agregado 3/4" para cimentación con aprobación del supervisor.

- Agua
Se utilizará agua limpia en la mezcla de concreto.

Relación Agua / cemento:
La relación agua cemento en ningún caso excederá de:
- Para concreto expuesto al aire, a la intemperie, clima húmeda o semi-húmeda por debajo de 0.50.
- Funciones de concreto y otras estructuras enterradas o en contacto con aguas o suelos no agresivos por debajo de 0.50.

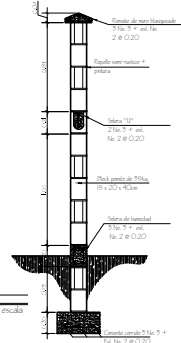
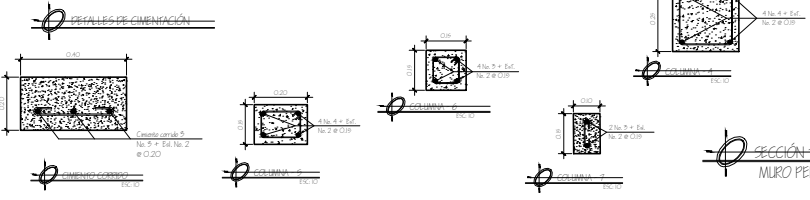
Acero de refuerzo:
Las barras de acero utilizadas en la construcción de estructuras de concreto armado deberán cumplir los requisitos establecidos en el código ACI, sección 9.5.
El acero será calidad ASTM A-615 con un límite de fluencia $F_u = 42000 \text{ kg/cm}^2$ de conformación superficial corrugada, grado 60.
Deberá asegurarse que las barras a emplear presenten su superficie libre de corrosión.
Valores de los asentamientos:
Se verificará la resistencia del concreto fresco mediante ensayos de asentamiento, por el método del Cono de Abrams con la siguiente frecuencia como mínimo:
- Al iniciar las operaciones de fundición
- Una vez durante el día
- Cada vez que se moldeen probetas para ensayos de resistencia.

El concreto compactado con vibración interna de alta frecuencia vibrado y apisonado, tendrá un asentamiento máximo de 4" a 10 cm.

Cubrimientos:
1) Estructuras fundidas directamente contra el suelo: 0.8 mts.
2) Estructuras expuestas a contacto contra el suelo pero fundidas con formleta: 0.05 mts.
3) Columnas y vigas principales: 0.04 mts.
4) Losas: 0.05 mts.

Especificaciones:
- Se usará concreto con esfuerzo a la ruptura a compresión de 210 kg/cm^2 a los 28 días con proporción 1:2:2.
- Se usará acero de refuerzo de $F_u = 42000 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 60 lbs).
- El terreno donde se colocarán las zapatas y los cimientos deberá ser perfectamente apisonado.
- La arena deberá estar libre de materia orgánica que pueda reducir la resistencia del concreto.
- El pedrón será de roca triturada, grava de cantera formada de partículas duras, y resistentes.

PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DIST. DE COLUMNAS PRIMER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
ESC 1:75



ANCLAJE TÍPICO DE MURO @ MARCO ESTRUCTURAL
5m escala

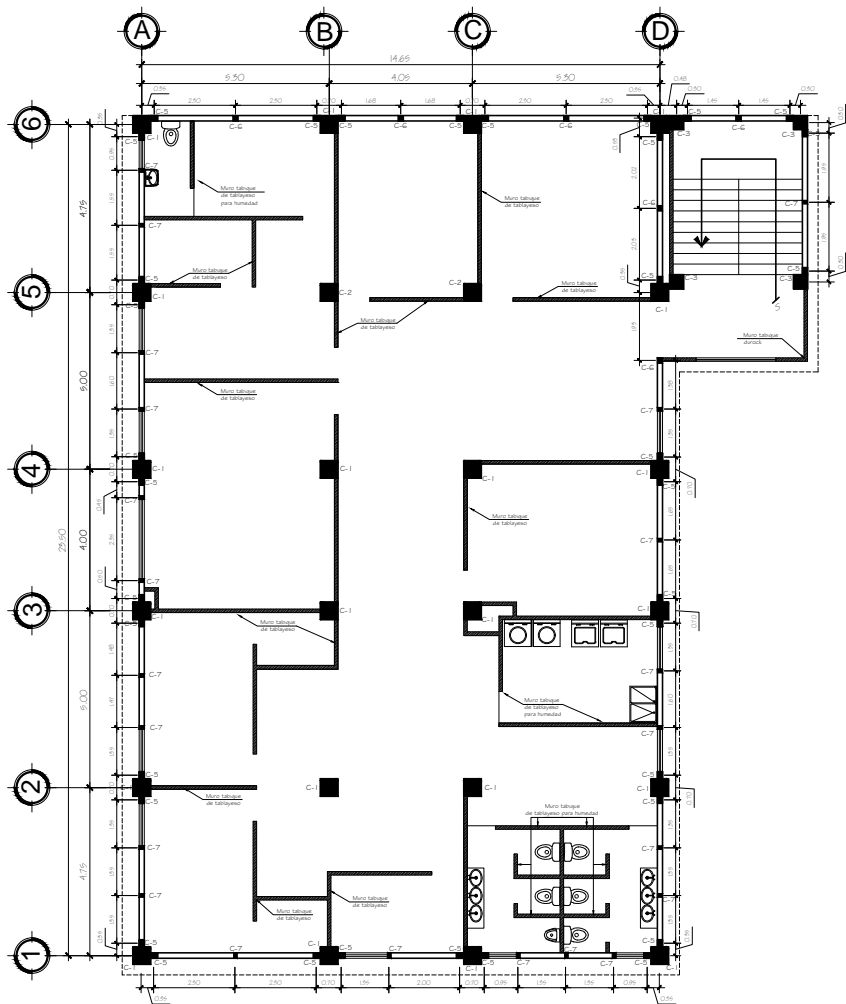


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

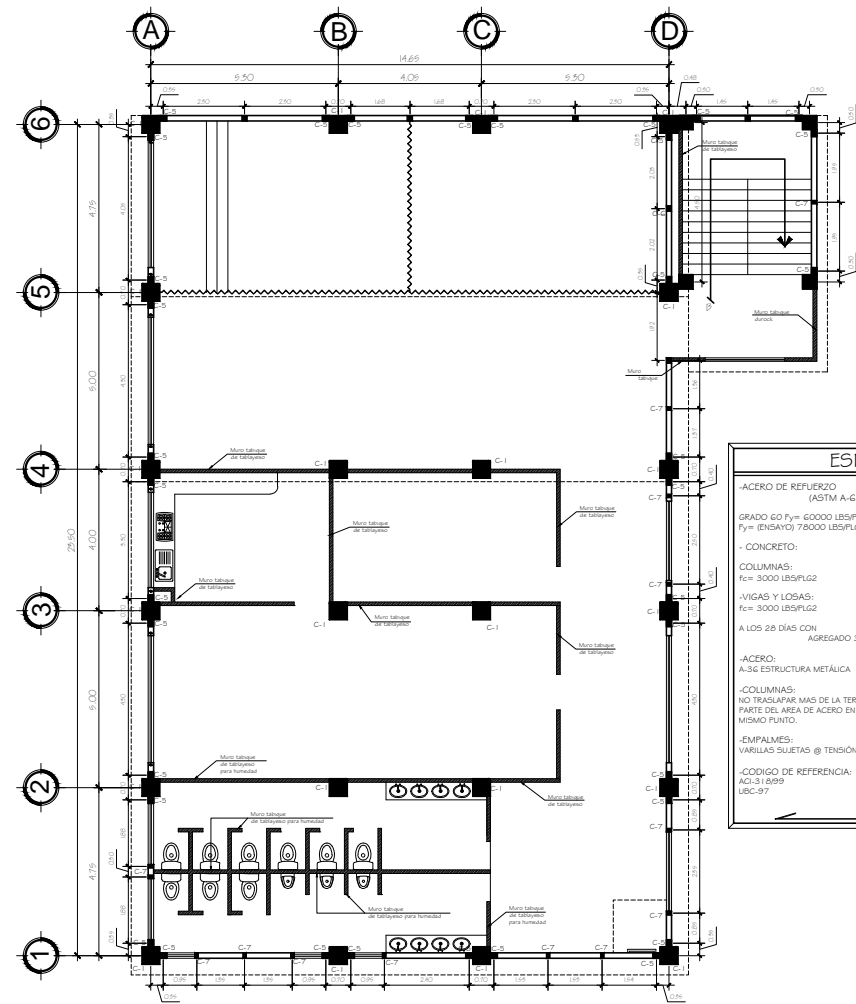
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DIST. DE COLUMNAS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROYECTO	FECHA 2009	FECHA 2007	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELIZ	ING. OYONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	ING. OYONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	08 31

PROF. FERRER SALLA GUERRA ALACAS TABLÓN



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC: 1/75



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC: 1/75

ESPECIFICACIONES	
-ACERO DE REFUERZO (ASTM A-615)	
GRADO 60 Fy= 60000 LBS/PLG2 Fy= (ENSAYO) 78000 LBS/PLG2	
- CONCRETO:	
COLUMNAS: F _c = 3000 LBS/PLG2	
-VIGAS Y LOSAS: F _c = 3000 LBS/PLG2	
A LOS 28 DIAS CON AGREGADO 3/4"	
-ACERO: A-36 ESTRUCTURA METÁLICA	
-COLUMNAS: NO TRASLAPAR MAS DE LA TERCERA PARTE DEL AREA DE ACERO EN EL MISMO PUNTO.	
-EMPALMES: VARILLAS SUJETAS @ TENSIÓN	
-CODIGO DE REFERENCIA: ACI-318R99 UBC-97	
EMPALMES	
ESTRIBOS	
ANCLAJE	



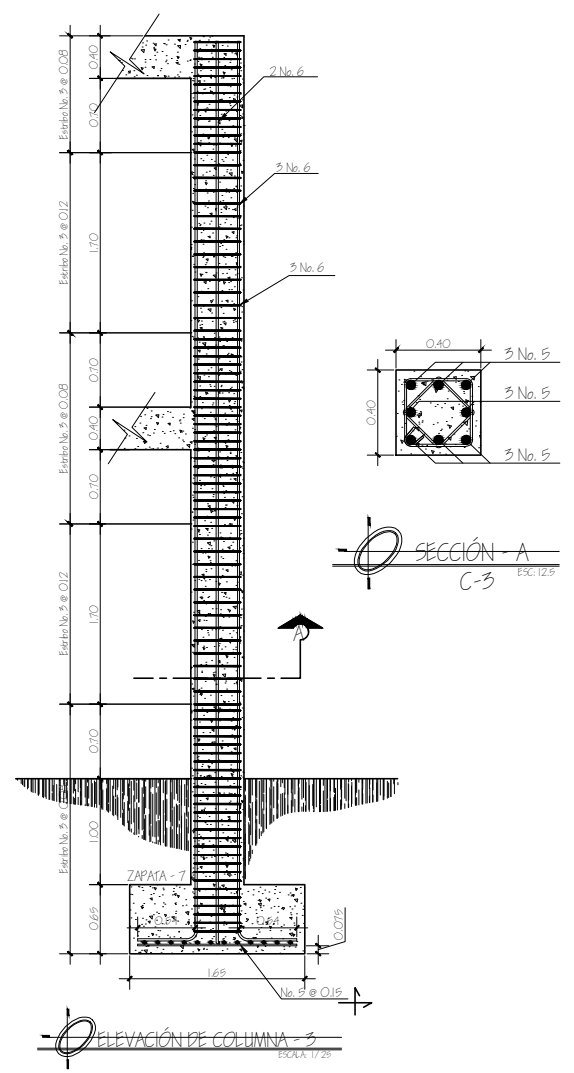
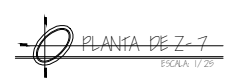
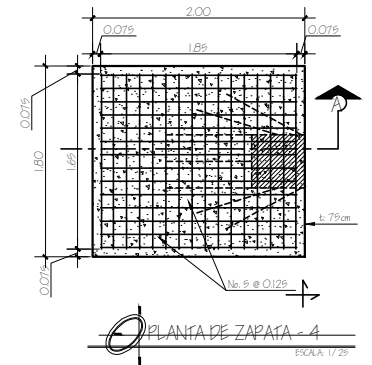
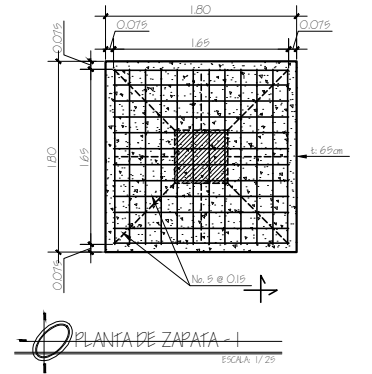
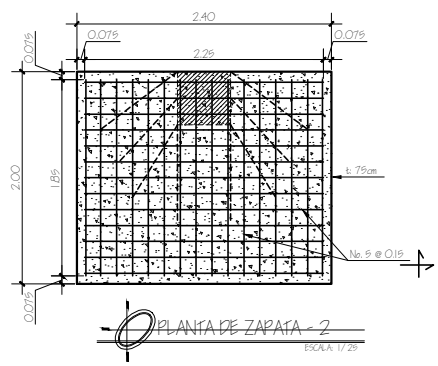
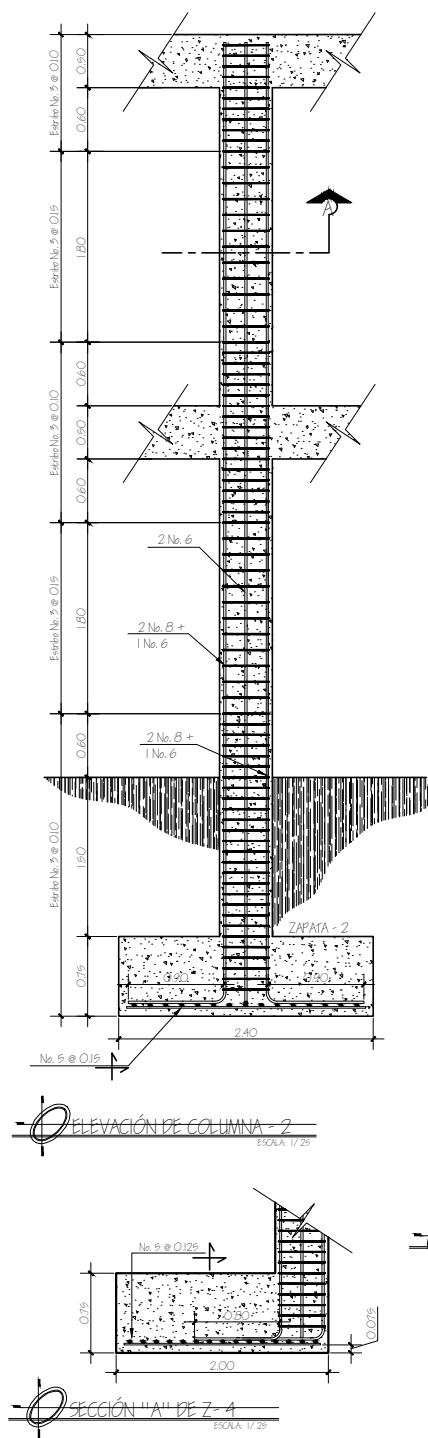
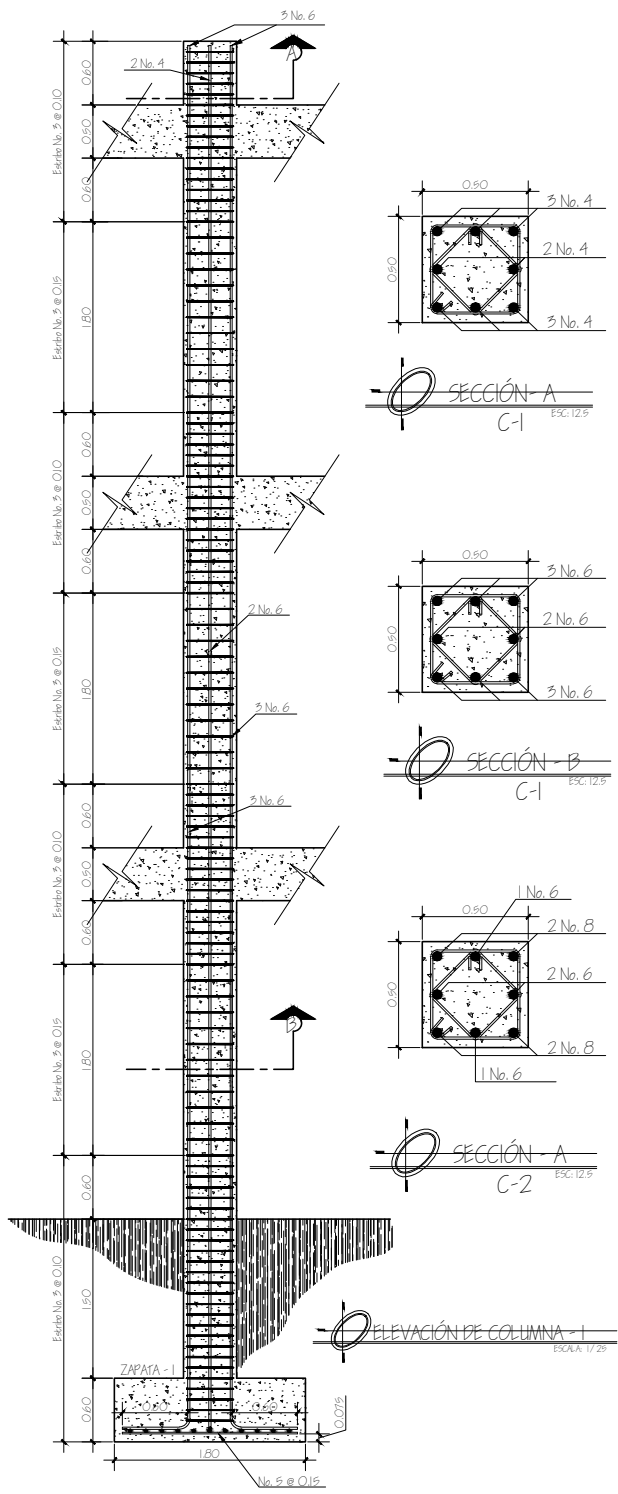
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERÍO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

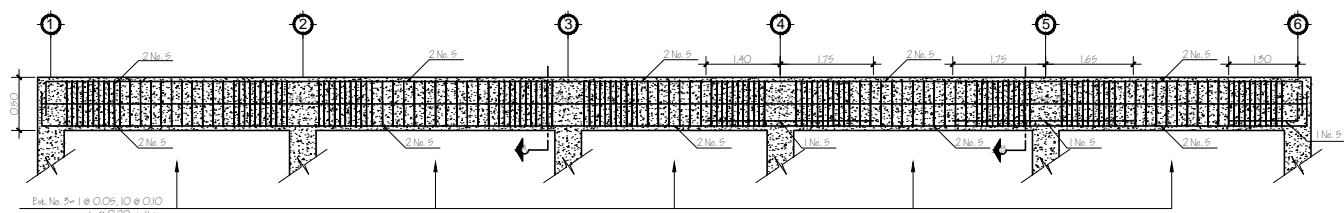
PROFESOR SEÑOR	PROFESOR	PROFESOR TUTOR	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EGOEBERRÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EGOEBERRÍA CASTELLANOS	09 31

PROF. FERRER DEL CARMEN ALCAZ TANCAR

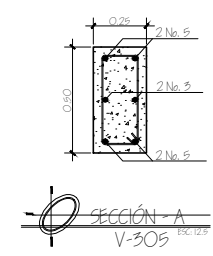
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
 REVISOR



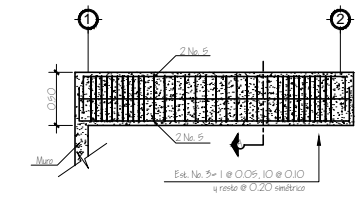
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA</p>			
PROYECTO:	DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	DETALLES DE COLUMNAS Y ZAPATAS	FECHA:	SEPTIEMBRE 2010
PROFESOR ASISTENTE:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR TUTOR:	ING. HENRY YUCALLOS 2007
ESTUDIANTE:	CYONEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	ESTUDIANTE:	CYONEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS
PLANO No.:	10	Hoja No.:	31
<p>PROF. FERRER DEL OLIVERA ALFARO YUCALLOS</p>		<p>ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ</p>	



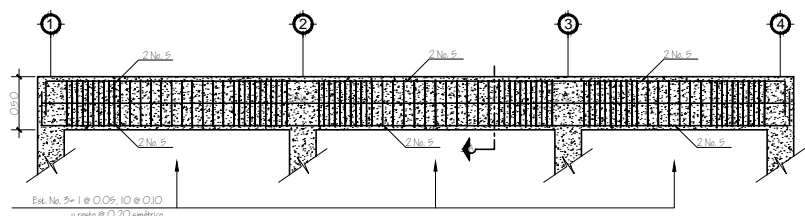
VIGA-303
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



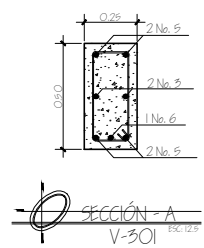
SECCIÓN-A
V-305
ESCALA: ESC=1.25



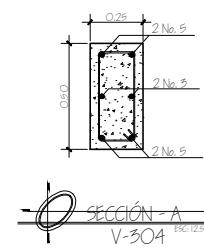
VIGA-305
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



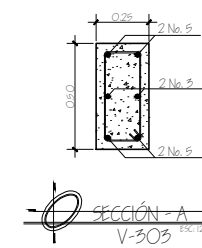
VIGA-304
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



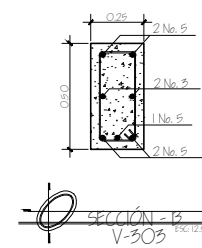
SECCIÓN-A
V-301
ESCALA: ESC=1.25



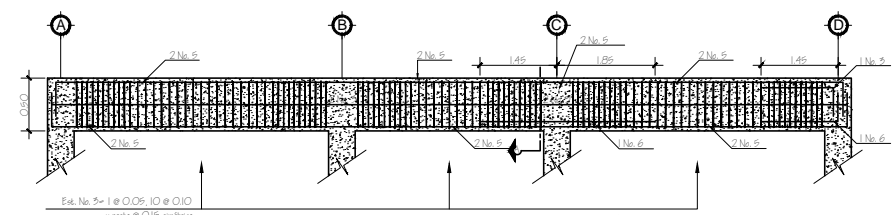
SECCIÓN-A
V-304
ESCALA: ESC=1.25



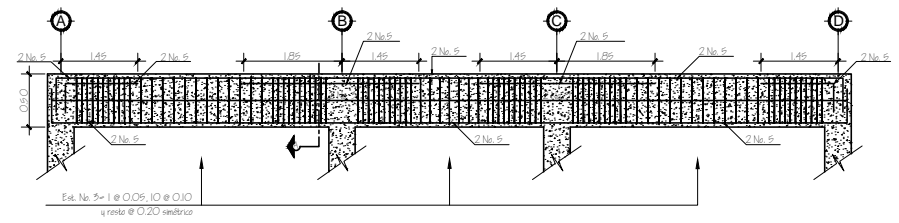
SECCIÓN-A
V-303
ESCALA: ESC=1.25



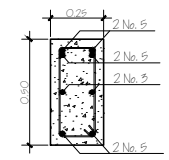
SECCIÓN-B
V-303
ESCALA: ESC=1.25



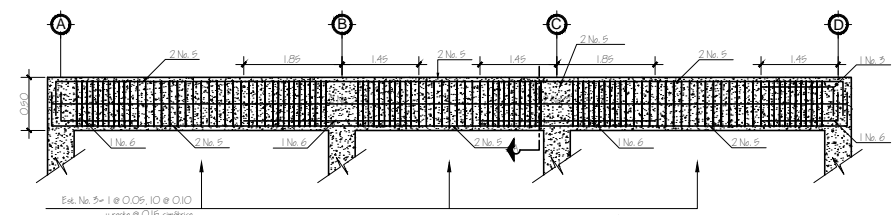
VIGA-302
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



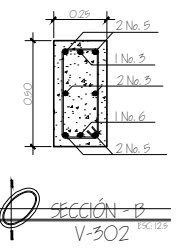
VIGA-202
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



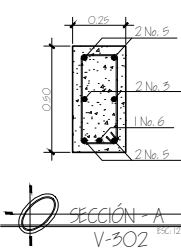
SECCIÓN-A
V-202
ESCALA: ESC=1.25



VIGA-301
ESCALA: Hr=1.50
Vm=1.25



SECCIÓN-B
V-302
ESCALA: ESC=1.25



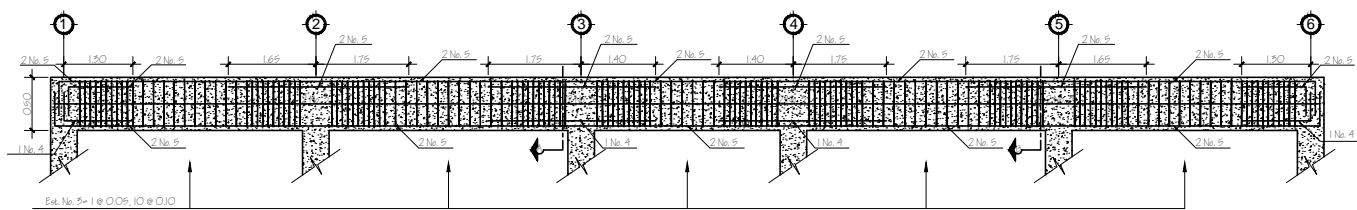
SECCIÓN-A
V-302
ESCALA: ESC=1.25



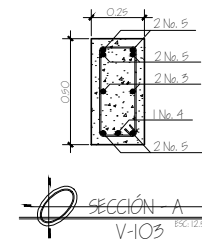
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS	FECHA: SEPTIEMBRE 2010

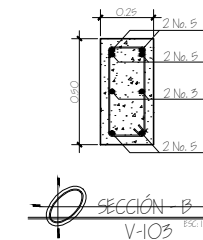
PROFESOR: ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROYECTISTA: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	REVISOR: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	PLANO No. 11/31
--	--	--	-----------------



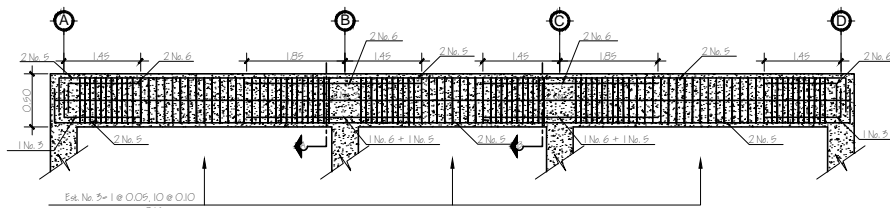
VIGA-103
ESCALA: H=1.50
V=1.25



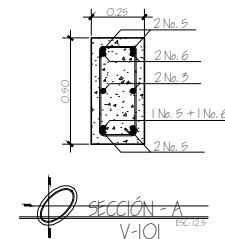
SECCIÓN-A
V-103
ESC. 12.5



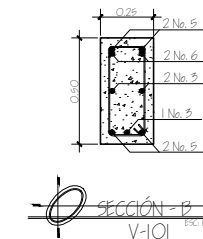
SECCIÓN-B
V-103
ESC. 12.5



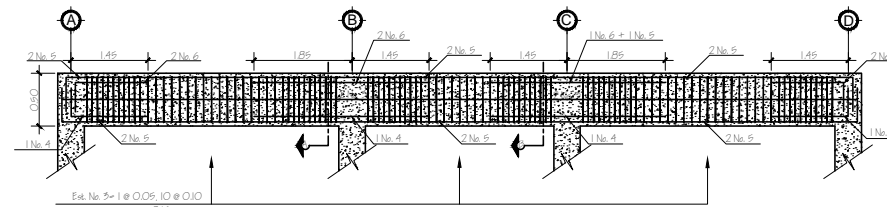
VIGA-102
ESCALA: H=1.50
V=1.25



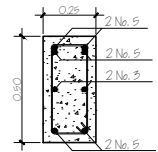
SECCIÓN-A
V-101
ESC. 12.5



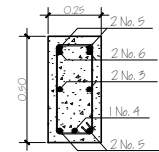
SECCIÓN-B
V-101
ESC. 12.5



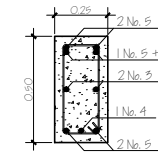
VIGA-101
ESCALA: H=1.50
V=1.25



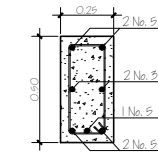
SECCIÓN-A
V-201
ESC. 12.5



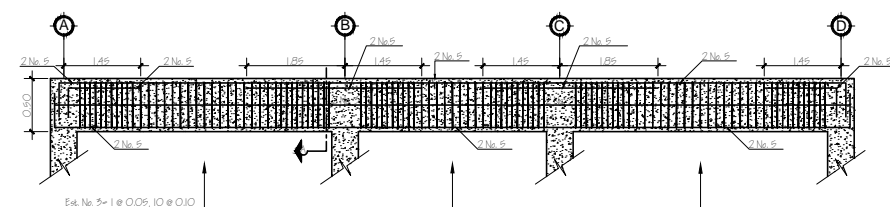
SECCIÓN-A
V-102
ESC. 12.5



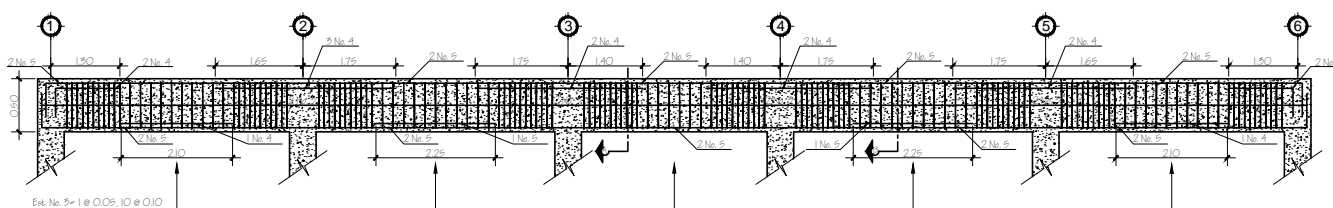
SECCIÓN-B
V-102
ESC. 12.5



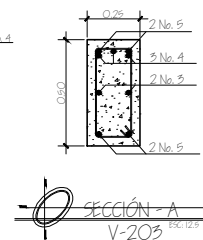
SECCIÓN-B
V-203
ESC. 12.5



VIGA-201
ESCALA: H=1.50
V=1.25



VIGA-203
ESCALA: H=1.50
V=1.25



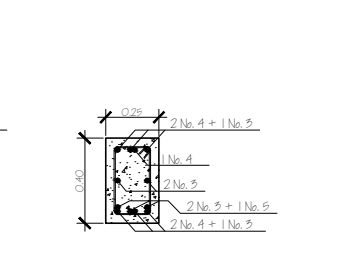
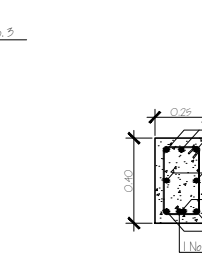
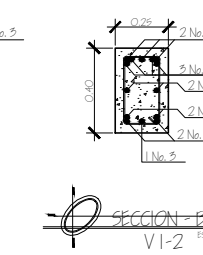
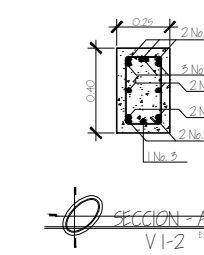
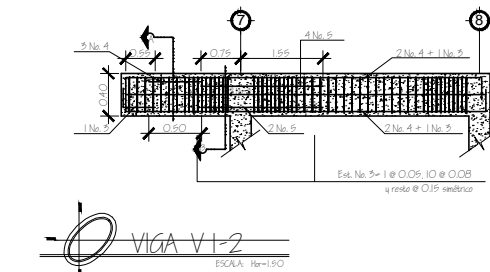
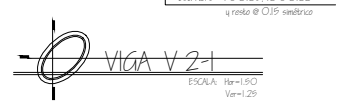
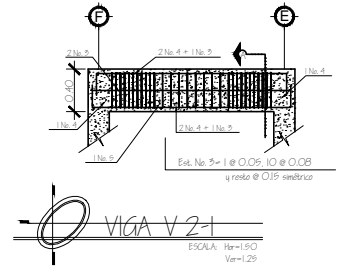
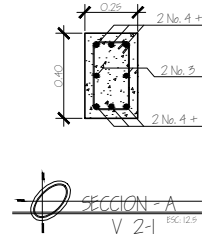
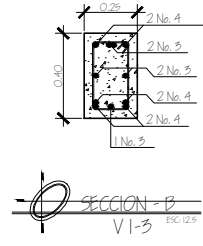
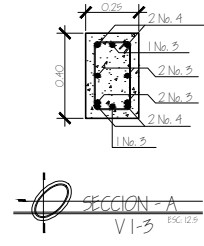
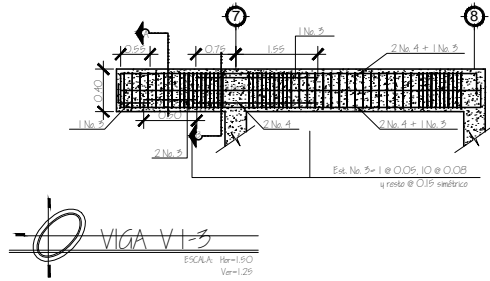
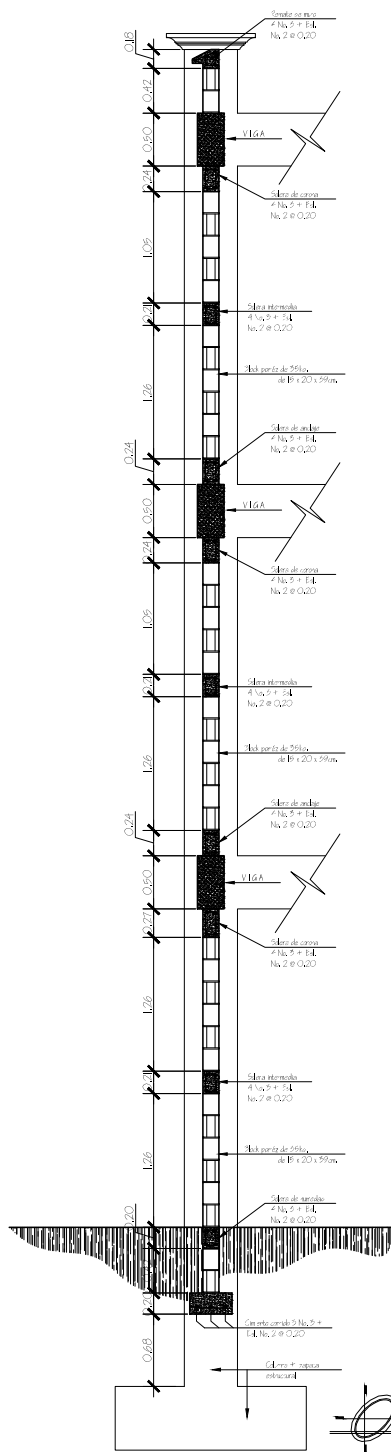
SECCIÓN-A
V-203
ESC. 12.5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XCLBE, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR SEÑER:	FECHA: 2009	FECHA Y CALIFICACIÓN: 2007	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	OTONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANDOS	OTONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANDOS	12 31



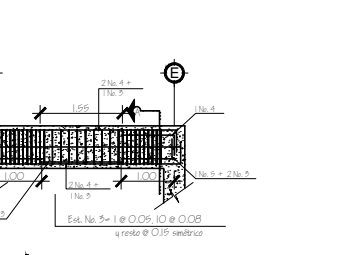
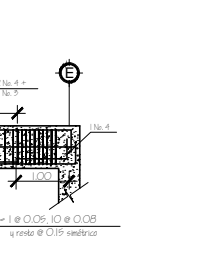
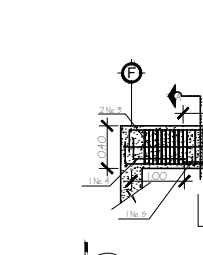
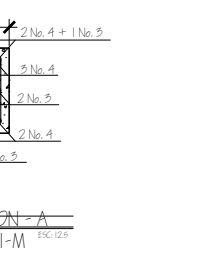
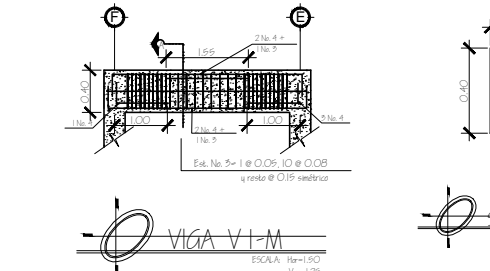
VIGA VI-2
ESCALA: H=1.50
V=1.25

SECTION-A
VI-2
ESC. 12.5

SECTION-B
VI-2
ESC. 12.5

SECTION-A
VI-2
ESC. 12.5

SECTION-A
VI-2
ESC. 12.5



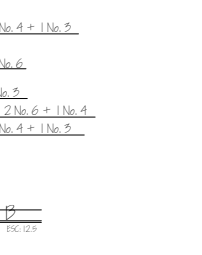
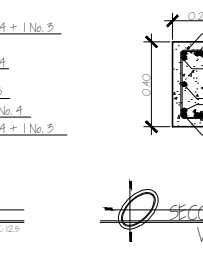
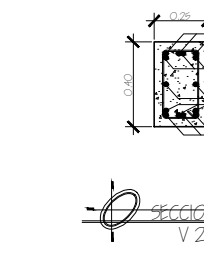
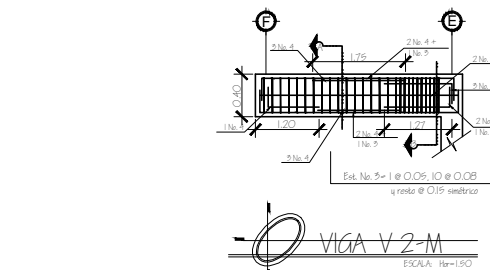
VIGA VI-M
ESCALA: H=1.50
V=1.25

SECTION-A
VI-M
ESC. 12.5

SECTION-A
VI-M
ESC. 12.5

SECTION-A
VI-M
ESC. 12.5

SECTION-A
VI-M
ESC. 12.5



VIGA V 2-M
ESCALA: H=1.50
V=1.25

SECTION-A
V 2-M
ESC. 12.5

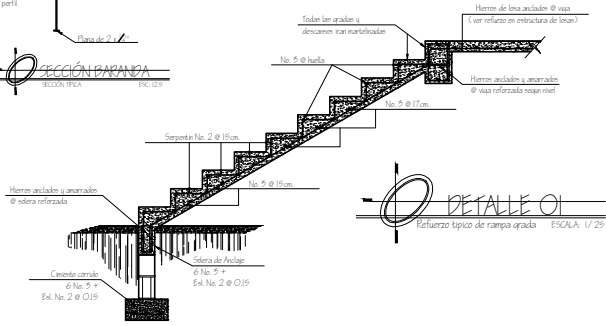
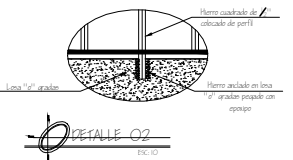
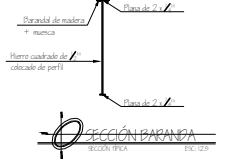
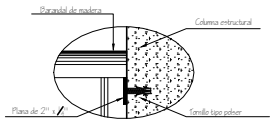
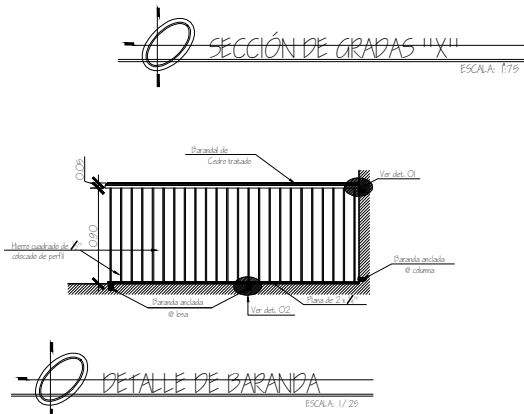
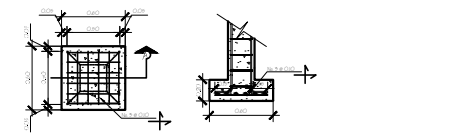
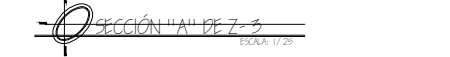
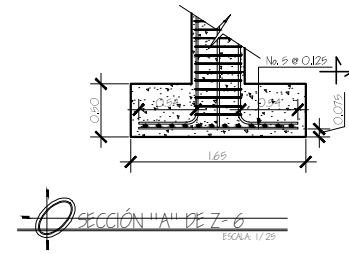
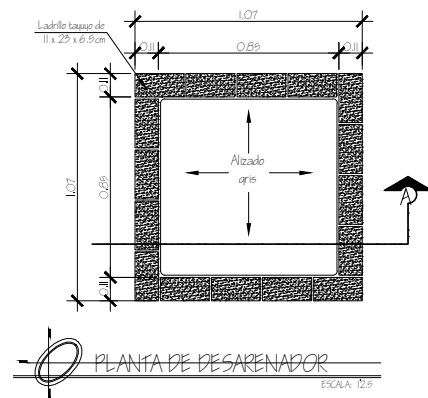
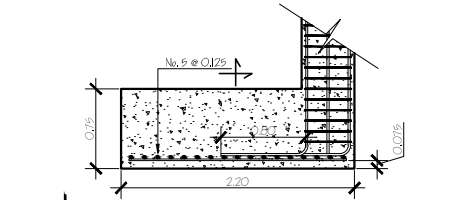
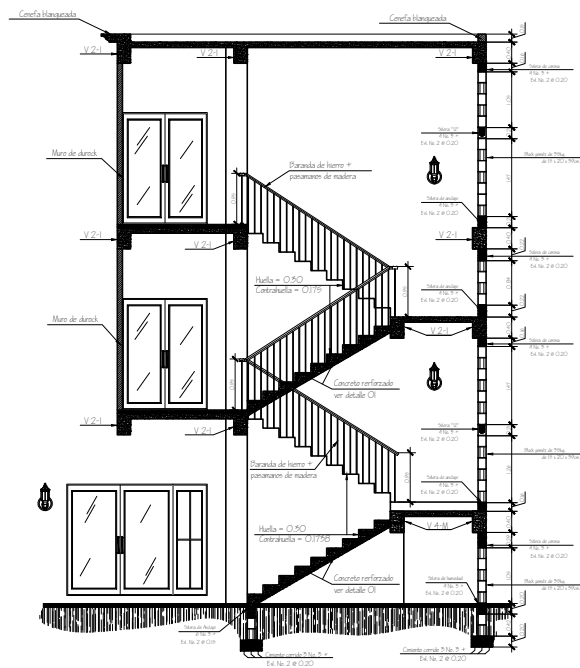
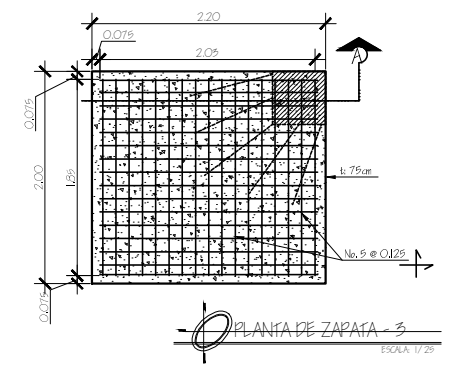
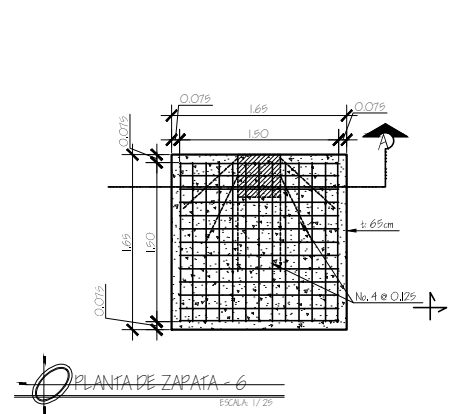
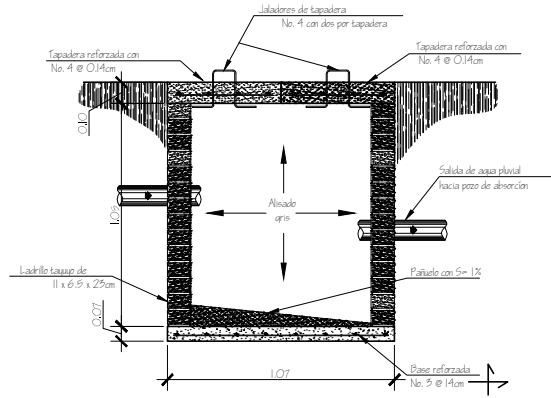
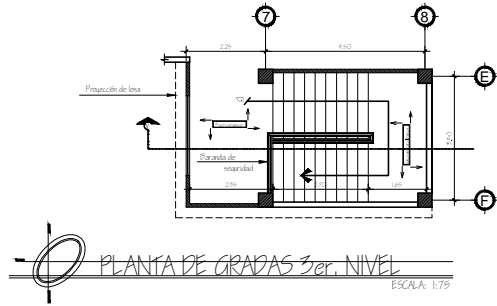
SECTION-B
V 2-M
ESC. 12.5

SECTION-B
V 2-M
ESC. 12.5

SECTION-A
V 2-M
ESC. 12.5

CORTE TIPICO DE MURO
ESCALA: 17.25

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLA SOLA			
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XCLBE, CANTÓN EL TABLÓN		ESCALA: INDICADA FECHA: SEPTIEMBRE 2010	
CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS Y MURO			
PROYECTO SEÑAL: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	DISEÑO Y DIBUJO: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	REVISIÓN Y CONTROL: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	PLANO No. 13 31
PROF. FERRER SANCHEZ ROSA ALICIA TABARRA		 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ REVISOR	

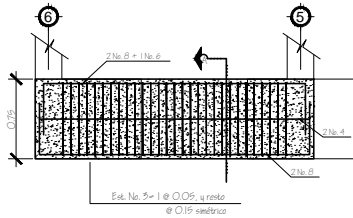


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLLA SOLLA

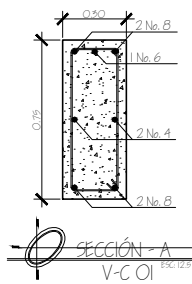
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES VARIOS
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR TUTOR:	PROFESOR:	PROFESOR:	PLANO No.:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	ING. OYIBEL ALEJANDRO EGOEBERÍA CASSELLANOS	ING. OYIBEL ALEJANDRO EGOEBERÍA CASSELLANOS	14
			31

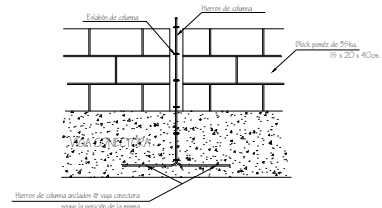
PROF. FERRER ALICIA GUERRA ALACÉS MANRIQUE
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ



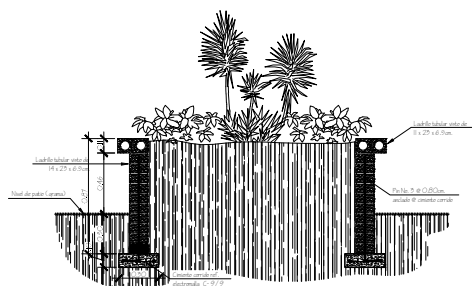
VIGA CONECTORA 01
 ESCALA: H=1.50
 V=1.25



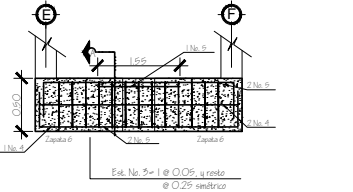
SECCIÓN - A - A
 V-C 01
 ESC. 1:25



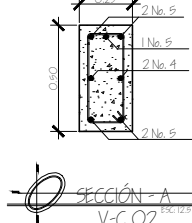
ANCLAJE DE COLUMNAS @ VIGA CONECTORA
 El anclaje solo se utilizara en los muros de las gradas para cualquier columna.
 ESC. 20



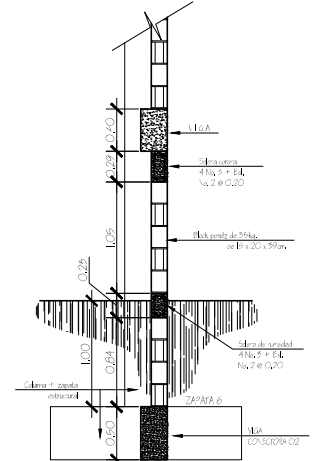
SECCIÓN "R" DE JARDINERA
 ESCALA: 25



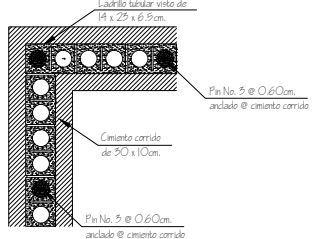
VIGA CONECTORA 02
 ESCALA: H=1.50
 V=1.25



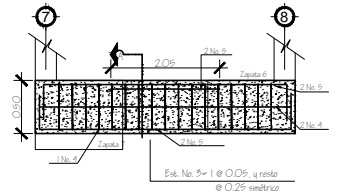
SECCIÓN - A - A
 V-C 02
 ESC. 1:25



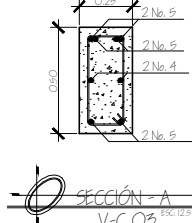
ANCLAJE DE MURO EN GRADAS
 ESC. 25



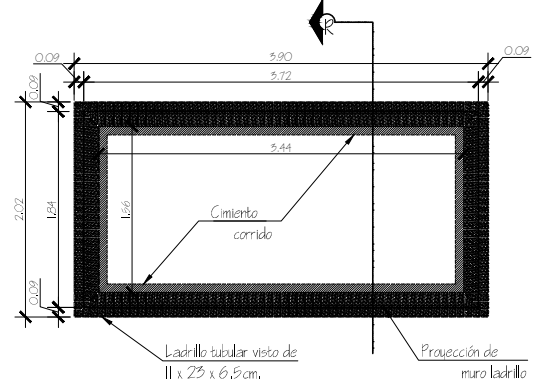
DISTRIBUCIÓN DE PINES
 ESC. 1:25



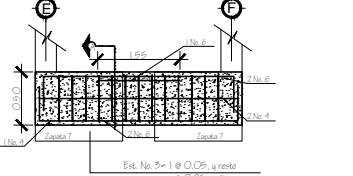
VIGA CONECTORA 03
 ESCALA: H=1.50
 V=1.25



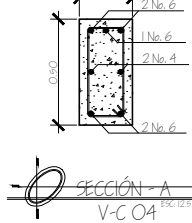
SECCIÓN - A - A
 V-C 03
 ESC. 1:25



PLANTA DE JARDINERA
 ESCALA: 25



VIGA CONECTORA 04
 ESCALA: H=1.50
 V=1.25



SECCIÓN - A - A
 V-C 04
 ESC. 1:25

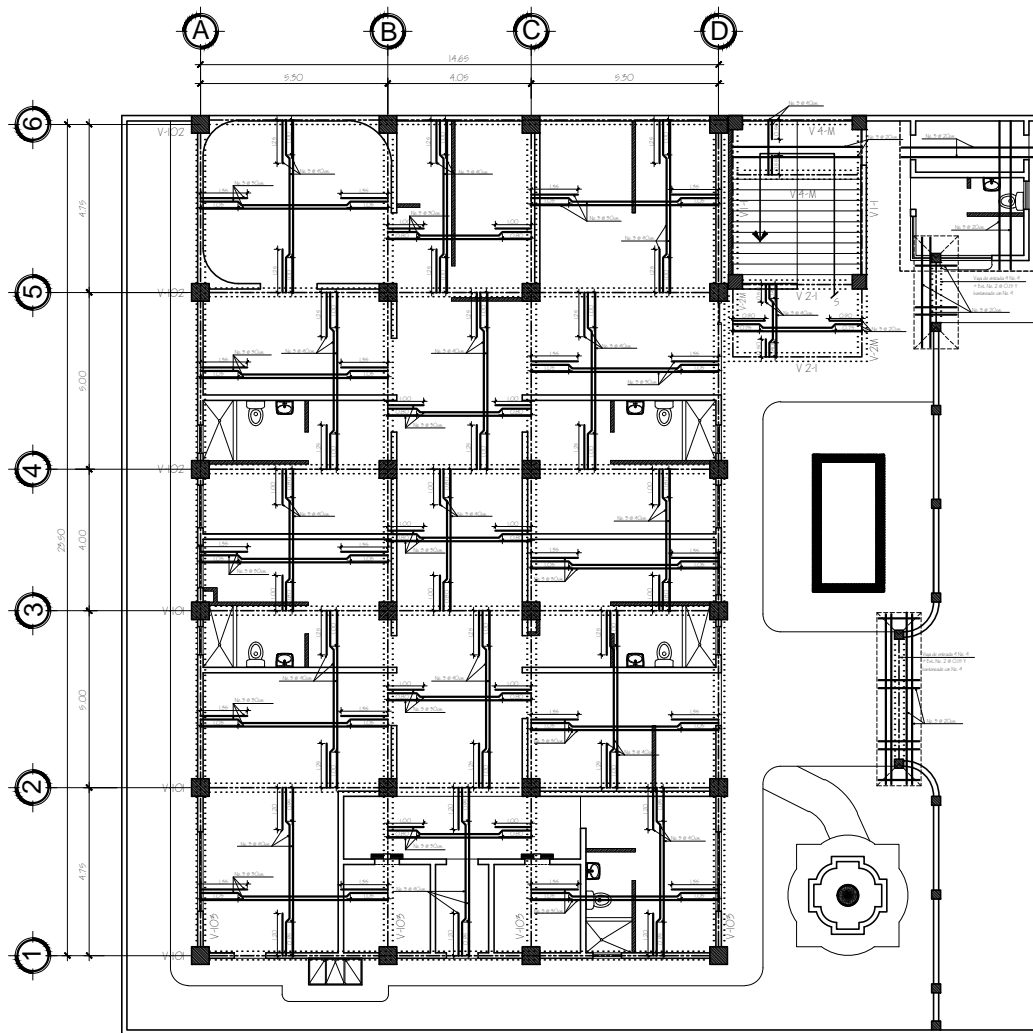


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLLA SOLLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XCLBE, CANTÓN EL TABLÓN
 CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES VARIOS
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR GUÍA: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR TUTOR: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PROFESOR TUTOR: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	PLANO No. 15 31
---	--	--	-----------------------

PROF. TITULAR DEL EJERCICIO:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ



Nota:

- Criterios de diseño

Requisitos y códigos:

Concreto	ACI 3185-05
Mampostería	UBC-97 / FHA
Cargas	UBC-97

Especificaciones de materiales:

Esfuerzo de compresión del concreto
 Esfuerzo de cadencia del acero
 Esfuerzo de último compresión de la mampostería

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $F'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$

Calidad de los materiales para concreto:

- Cemento

Se utiliza solo cemento del tipo Portland que satisfaga la norma ASTM C150 y sección 5.2 del código ACI 3185-05 y deberá satisfacer el capítulo 5, calidad del concreto del código ACI 3185-05.

- Agregados

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a:

- 1/5 de la separación menor entre los lados de la formaleta
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas de refuerzo

Agregado de 1/2" o agregado 3/4" para cimentación con aprobación del supervisor.

- Agua

Deberá utilizarse agua limpia en la mezcla de concreto.

Relación Agua/ cemento:

La relación agua cemento en ningún caso excederá de:

- Para concreto expuesto al aire, a la intemperie, clima lluvioso o semi-árido por debajo de 0.55.
- Funciones de concreto y otras estructuras enterradas o en contacto con aguas o suelos no adhesivos, por debajo de 0.50.

Acero de refuerzo:

Las barras de acero utilizadas en la construcción de estructuras de concreto armado deberán cumplir los requisitos establecidos en el código ACI, sección 5.5.

El acero será calidad ASTM A-615 con un límite de fluencia $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ de conformación superficial corrugada, grado 60. Deberá observarse que las barras a emplear presenten su superficie libre de corrosión.

Valores de los asentamientos:

Se verificará la resistencia del concreto fresco mediante ensayos de asentamiento, por el método del Cono de Abrams con la siguiente frescura como mínimo.

- Al iniciar las operaciones de fundición
- Una vez durante el día
- Cada vez que se moldeen probetas para ensayos de resistencia.

El concreto compactado con vibración interna de alta frecuencia vibrado o apisonado, tendrá un asentamiento máximo de 4" ó 10 cm.

Requerimientos:

- 1) Estructuras fundidas directamente contra el suelo 0.5 mts.
- 2) Estructura expuestas a contacto contra el suelo pero fundidas con formaleta 0.05 mts.
- 3) Columnas y vigas principales 0.04 mts.
- 4) Losas 0.03 mts.

Especificaciones:

Se usará concreto con esfuerzo a la ruptura a compresión de 210 kg/cm² a los 28 días con proporción 1:2:2.

Se usará acero de refuerzo de $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 60 ksi)

El terreno donde se colocarán las zapatas y los cimientos deberá ser perfectamente apisonado.

La arena deberá de estar libre de materia orgánica que pueda reducir la resistencia del concreto.

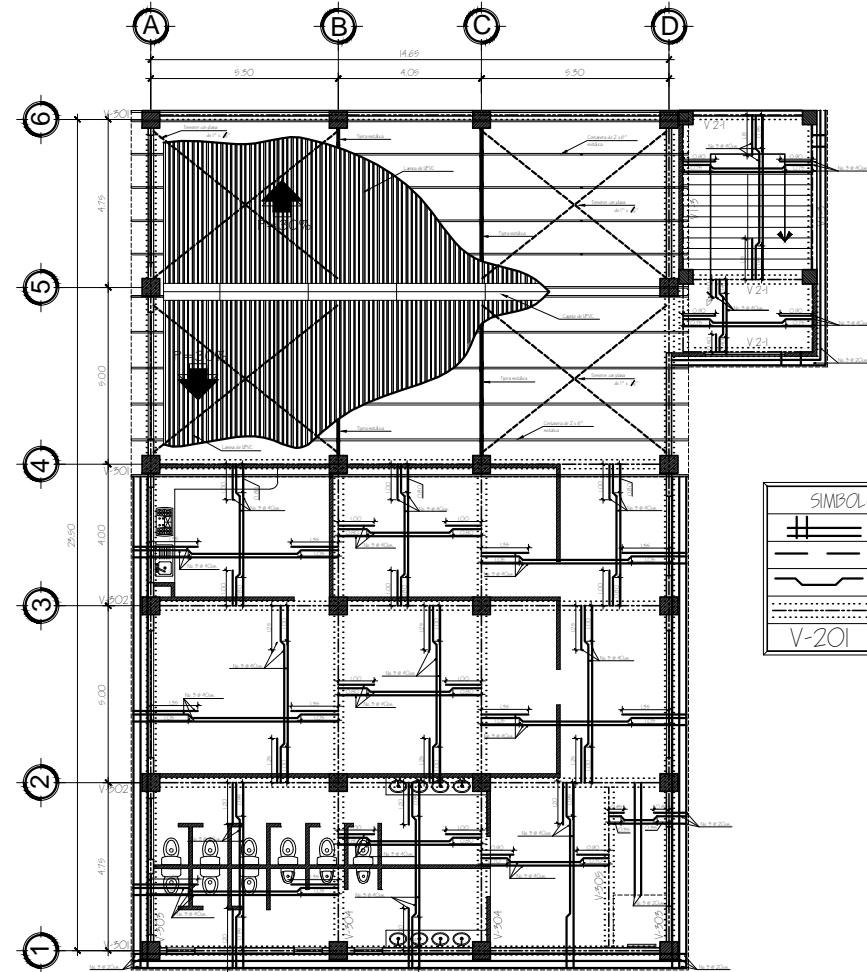
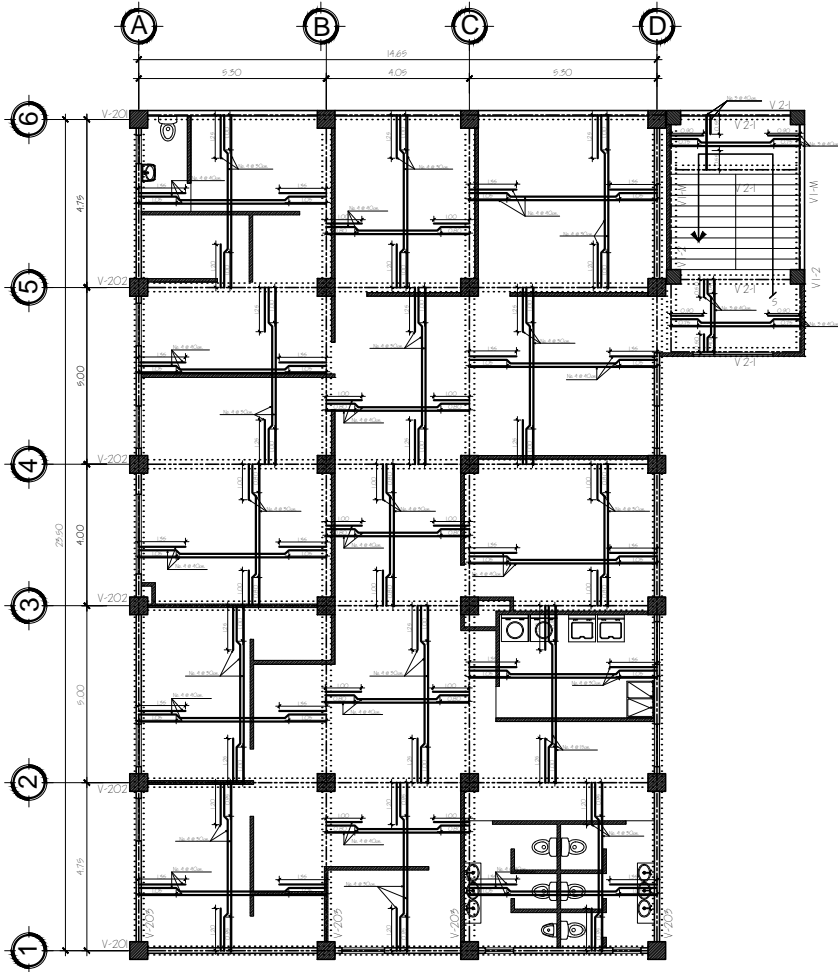
El pedrín será de roca triturada, grava de cantera formada de partículas duras, y resistentes.

ESPECIFICACIONES																																																					
<p>ACERO DE REFUERZO (ASTM A-615)</p> <p>GRADO 60 F_y = 60000 LBSP/LG2 F_y = (ENBANO) 78000 LBSP/LG2</p> <p>CONCRETO:</p> <p>COLUMNAS: f_c = 3000 LBSP/LG2</p> <p>VIGAS Y LOSAS: f_c = 3000 LBSP/LG2</p> <p>A LOS 28 DÍAS CON AGREGADO 3/4"</p> <p>ACERO: A-36 ESTRUCTURA METÁLICA</p> <p>COLUMNAS: NO REGULAR MAS DE LA TERCERA PARTE DEL AREA DE ACERO EN EL MISMO PUNTO.</p> <p>EMPALMES: VARILLAS SUJETAS @ TENSION</p> <p>CODIGO DE REFERENCIA: ACI-318(99) UBC-97</p>	<p>EMPALMES</p> <table border="1"> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>1.50 mts.</td> <td>1.50 mts.</td> <td>1.50 mts.</td> </tr> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> </tr> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> </tr> </table> <p>ESTRIBOS</p> <table border="1"> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>1.50 mts.</td> <td>1.50 mts.</td> </tr> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> </tr> </table> <p>ANCLAJE</p> <table border="1"> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>1.50 mts.</td> <td>1.50 mts.</td> <td>1.50 mts.</td> </tr> <tr> <td>Nº</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Long.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> <td>0.75 mts.</td> </tr> </table>	Nº	1	2	3	Long.	1.50 mts.	1.50 mts.	1.50 mts.	Nº	1	2	3	Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.	Nº	1	2	3	Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.	Nº	1	2	Long.	1.50 mts.	1.50 mts.	Nº	1	2	Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	Nº	1	2	3	Long.	1.50 mts.	1.50 mts.	1.50 mts.	Nº	1	2	3	Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.
Nº	1	2	3																																																		
Long.	1.50 mts.	1.50 mts.	1.50 mts.																																																		
Nº	1	2	3																																																		
Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.																																																		
Nº	1	2	3																																																		
Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.																																																		
Nº	1	2																																																			
Long.	1.50 mts.	1.50 mts.																																																			
Nº	1	2																																																			
Long.	0.75 mts.	0.75 mts.																																																			
Nº	1	2	3																																																		
Long.	1.50 mts.	1.50 mts.	1.50 mts.																																																		
Nº	1	2	3																																																		
Long.	0.75 mts.	0.75 mts.	0.75 mts.																																																		

PLANTA DE ESTRUCTURA DE LOSAS PRIMER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC: 1:75

SIMBOLOGIA DE LOSA	
	Indica riellado "n"o' riel
	Indica baetonado
	Indica tensión con quiebre @ 45°
	Indica viga especial
	Indica tipo y No. de viga

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA			
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA		
CONTENIDO: PLANTA DE ESTRUCTURA DE LOSAS	FECHA: SEPTIEMBRE 2010		
PRESIDENTE: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	DIRECTOR: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	ASISTENTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PLANO No. 17 31
PROF. FERRER HULLU GUERRA ALCIDES MANCERA		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISOR	

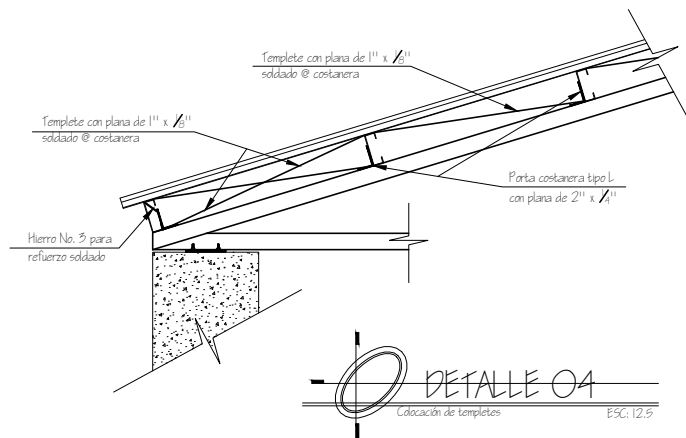


SIMBOLOGIA DE LOSA	
	Indica rielado "o" riel
	Indica bastoneado
	Indica tensión con quebré @ 45°
	Indica viga especial
	Indica tipo y No. de viga

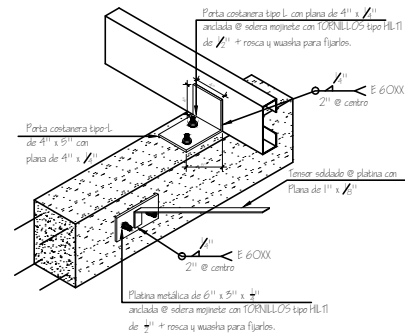
PLANTA DE ESTRUCTURA DE LOSAS SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC: 1:75

PLANTA DE ESTRUCTURA DE LOSAS TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC: 1:75

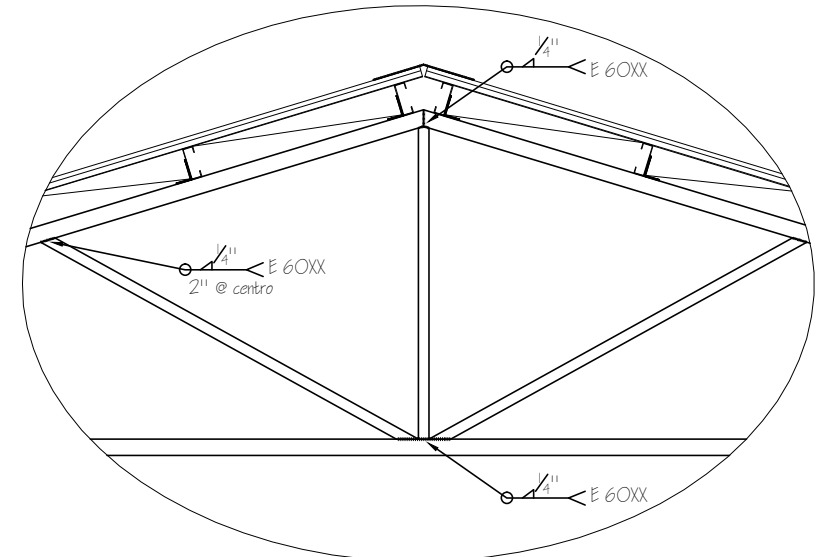
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA			
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA		
CONTENIDO: PLANTA DE ESTRUCTURA DE LOSAS Y TECHOS	FECHA: SEPTIEMBRE 2010		
PROFESOR DESEÑÓ: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR AYUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	PROFESOR AYUDANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASSELLANOS	PLANO No. 18 31
PROF. FERRER HALL GUERRA ALCÁZAR MANCERA			ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REVISÓ



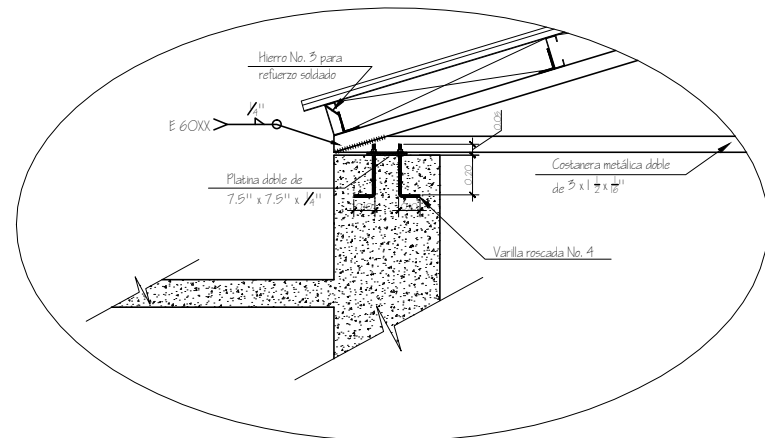
DETALLE 01
Colocación de templete
ESC: 12.5



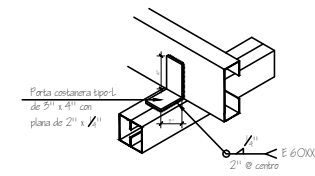
ISOMETRICO TENSOR ENTRE MOJINETE
Sin escala



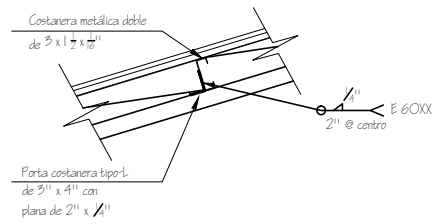
DETALLE 01
Soldaduras típicas
ESC: 12.5



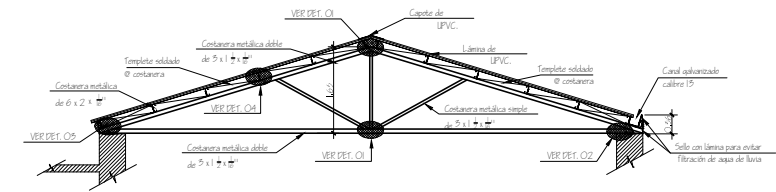
DETALLE 02
ESC: 12.5



ISOMETRICO DE PORTA COSTANERA
Sin escala



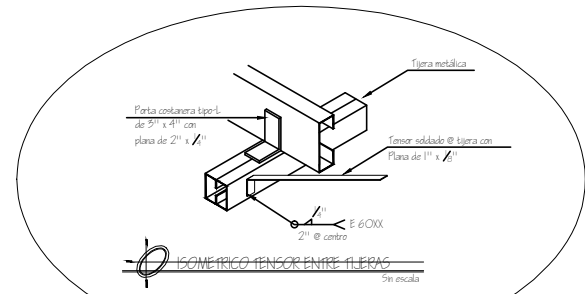
DETALLE 03
ESC: 12.5



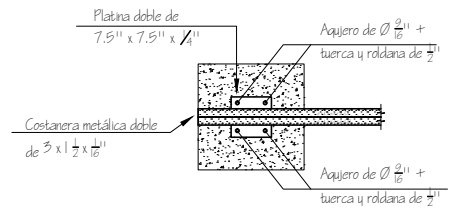
ELEVACION DE FUERA METALICA
ESC: 5.0



COLOCACION DE LAMINA UPVC
ESC: 12.5



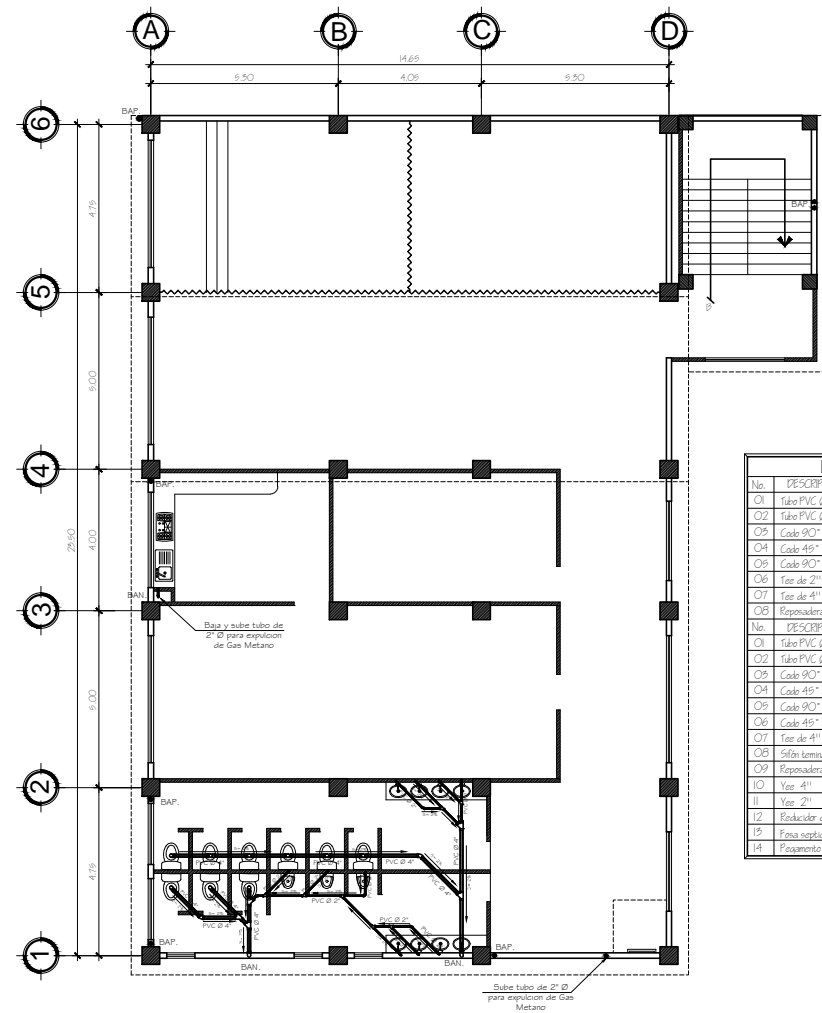
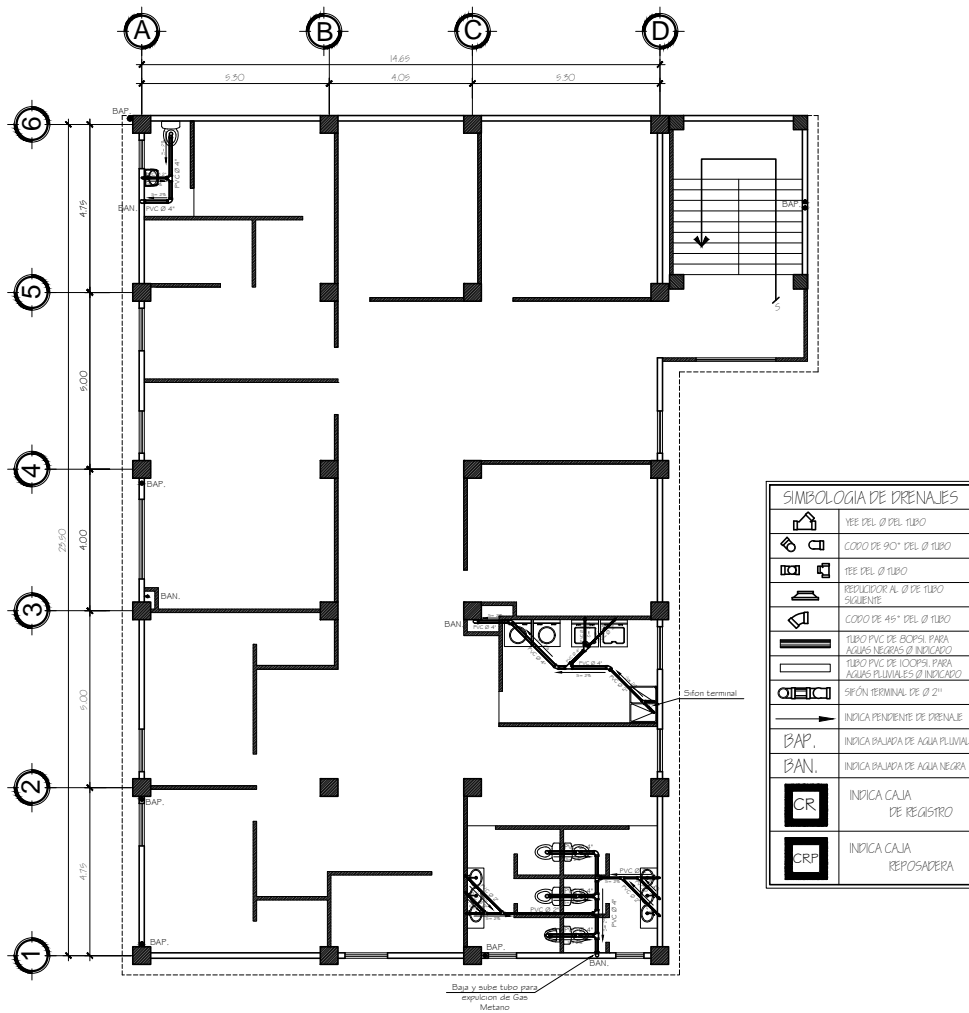
ISOMETRICO TENSOR ENTRE FLERAS
Sin escala



PLANTA DE PLATINA
ESC: 12.5

DETALLES 02
Soldadura + anclaje de tijera @ columna
ESC: 12.5

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA			
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: DETALLES DE ESTRUCTURA METALICA			
FECHA: SEPTIEMBRE 2010		PLANO No. 19/31	
PRESENTE: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	PRESENTE: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	PRESENTE: OYONEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	PLANO No. 19/31
PROF. FERRER HALL GUERRA ALACAS TUNUCA		 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ REVISOR	



LISTADO DE MATERIALES			
No.	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL (plumero)	UNIDAD	CANTIDAD
O1	Tubo PVC Ø 4"	Tubo	28.00
O2	Tubo PVC Ø 2"	Tubo	2.00
O3	Codo 90° 4"	Unidad	9.00
O4	Codo 45° 4"	Unidad	3.00
O5	Codo 90° 2"	Unidad	4.00
O6	Tee de 2"	Unidad	2.00
O7	Tee de 4"	Unidad	2.00
O8	Reposadera bronce de 2"	Unidad	2.00
No.	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL (drenajes)	UNIDAD	CANTIDAD
O1	Tubo PVC Ø 4"	Tubo	33.00
O2	Tubo PVC Ø 2"	Tubo	11.00
O3	Codo 90° 4"	Unidad	26.00
O4	Codo 45° 4"	Unidad	15.00
O5	Codo 90° 2"	Unidad	37.00
O6	Codo 45° 2"	Unidad	5.00
O7	Tee de 4"	Unidad	14.00
O8	Sifón terminal de 2"	Unidad	8.00
O9	Reposadera bronce de 2"	Unidad	6.00
O10	Yoe 4"	Folios	22.00
O11	Yoe 2"	Unidad	16.00
O12	Reductor de 4" @ 2"	Unidad	19.00
O13	Fosa sifónica de 25x30cm.	Unidad	1.00
O14	Fosamento PVC	Colón	1.00

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC 1:75

PLANTA DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC 1:75

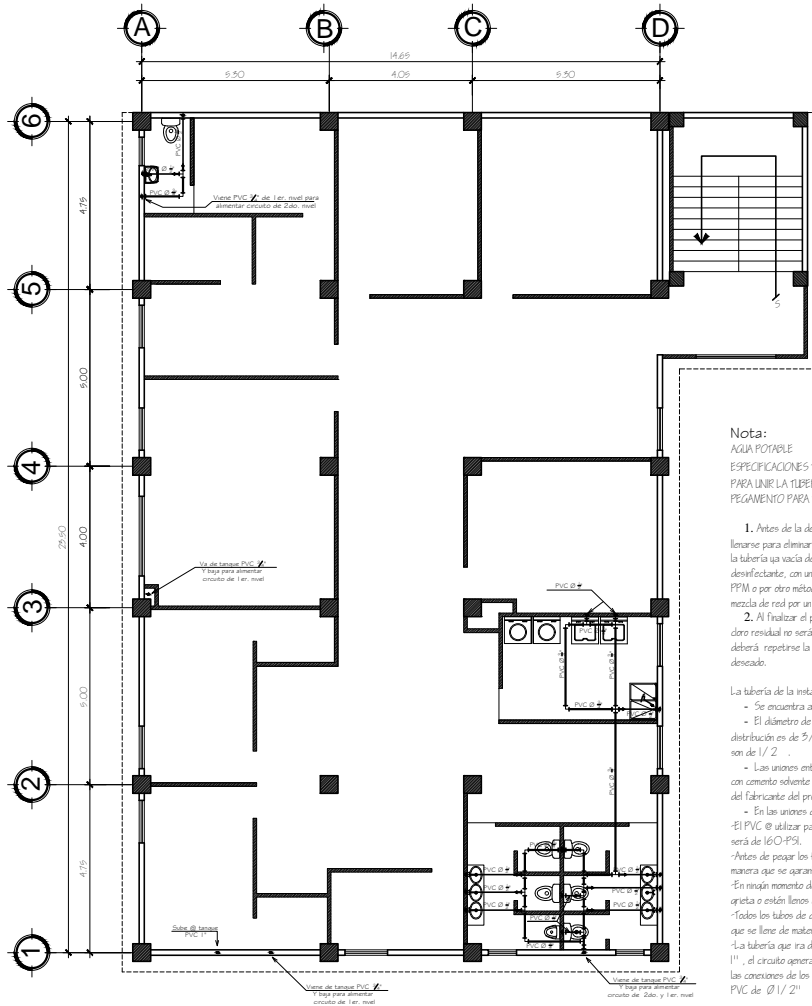
Nota:
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 PENDIENTE TUBERÍA AGUAS NEGRAS 2% Y PENDIENTE TUBERÍA AGUAS PLUVIALES 1%

TUBERÍAS PVC:
 La tubería de PVC a utilizar en red de drenajes debe estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 256-65/ SDR 26.
 En algunos casos se utilizarán drenajes para contener las fugas de aguas pluviales y se colocarán al exterior del edificio.
 Para las uniones utilizar cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el solvente a la junta, ésta se limpiará y lijará hasta tener una superficie arenada; luego se cubrirán ambos extremos con el solvente.
 Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro.
 Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones del fabricante, utilizando solvente de secado lento manteniendo presión manual en la junta durante 90 segundos.

Las cajas reposaderas serán hechas de paneles de ladrillo de obra y fondeo de concreto simple, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las paredes serán repelidas y a finadas en su interior.

NOTAS:
 *Las bajadas de agua pluvial o aguas negras, se dejarán abiertas con relleno, lo cual deberán estar cubiertas con un mínimo de 40 mm.
 En algunos casos se utilizarán drenajes para contener las fugas de aguas pluviales y se colocarán al exterior del edificio.
 El PVC Ø utilizar para la conexión de los diferentes circuitos será de 80-PSI para drenajes y 100-PSI para aguas pluviales.
 *Antes de pasar los tubos deberán ser inspeccionados de tal manera que se garantice la calidad del mismo.
 *En ningún momento de deberán usar tubos que presenten una grieta o estén llenos de material no adecuado (ripio, basura, tierra, etc.).
 *Todos los tubos de deberán tapar con un tapón de papel y evitar que se llene de material no deseado y así evitar que en un futuro colapsen los drenajes.
 *Las tuberías que bajan desde los niveles superiores se reforzarán con un espiral de Hierro No. 3, para su posterior fundición.
 *Todos los ductos: tendrán una reposadera de bronce de 2" x 2".

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA			
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES		FECHA: SEPTIEMBRE 2010	
PRESIDENTE DEL COMITÉ: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	MIEMBRO DEL COMITÉ: OTONIEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASSELLANDS	MIEMBRO DEL COMITÉ: OTONIEL ALEJANDRO BOBERRÍA CASSELLANDS	PLANO No. 21 31
PROF. FERRI SALCARRONA ALVARO WANDA		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REYES	



Nota:
AGUA POTABLE
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PARA LA TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC SE USARÁ PEGAMENTO PARA TUBO PVC.

1. Antes de la desinfección de la tubería, esta deberá llenarse para eliminar burbujas de aire y servir de lavado inicial, con la tubería ya vacía deberán aplicarse lentamente el agua con el desinfectante, con una mezcla de cloro y agua no menor de 50 PPM o por otro método equivalente, dejándose llena con esta mezcla de 12 horas mínimo.

2. Al finalizar el periodo de 12 horas se abrirá la tubería y el cloro residual no será menor de 0.5 PPM. En caso contrario se deberá repetir la operación hasta lograrse el resultado deseado.

La tubería de la instalación hidráulica:

- Se encuentra a 0.50 m. por debajo de nivel 0.00.
- El diámetro de la tubería del circuito principal de distribución es de 3/4" y todas las espigas para aparatos que son de 1/2".
- Las uniones entre tubería y accesorios de PVC, se harán con cemento solvente de secado rápido, siguiendo las instrucciones del fabricante del producto.
- En las uniones de rosca se utilizará cinta teflón.

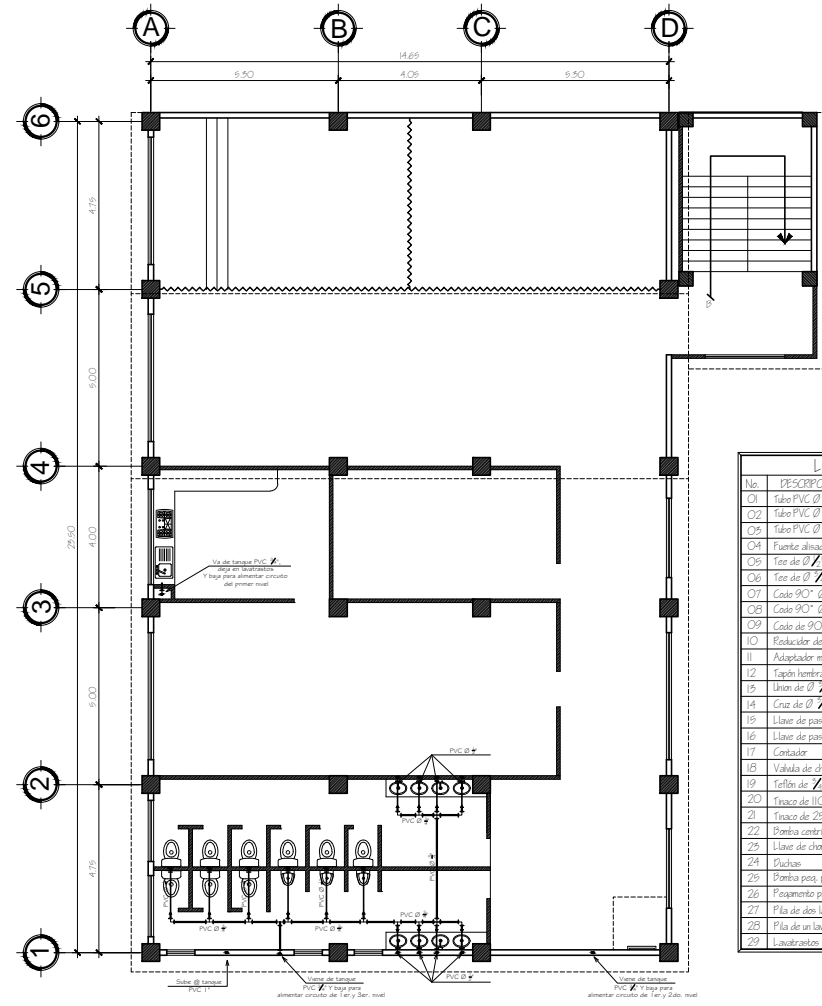
El PVC a utilizar para la conexión de los diferentes circuitos será de 160 PSI.

Antes de pasar los tubos deberán ser inspeccionados de tal manera que se asegure la calidad del mismo.

En ningún momento se deberán usar tubos que presenten una grieta o estén flexos de un material basura.

Todos los tubos de deberán tapar con un tapón de papel y evitar que se le de material no deseado.

La tubería que va directa al tanque sistema será de PVC de Ø 1", el circuito general será con PVC de Ø 3/4" y para hacer las conexiones de los diferentes accesorios se deberá reducir Ø PVC de Ø 1/2".



LISTADO DE MATERIALES			
No.	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
01	Tubo PVC Ø 1"	Tubo	10.00
02	Tubo PVC Ø 3/4"	Tubo	39.00
03	Tubo PVC Ø 1/2"	Tubo	22.00
04	Fuente alisada	Unidad	1.00
05	Tee de Ø 1"	Unidad	7.00
06	Tee de Ø 3/4"	Unidad	74.00
07	Codo 90° Ø 1"	Unidad	35.00
08	Codo 90° Ø 3/4"	Unidad	35.00
09	Codo de 90° Ø 1/2"	Unidad	5.00
10	Reductor de Ø 1" Ø 3/4"	Unidad	56.00
11	Adaptador macho de Ø 1"	Unidad	65.00
12	Tapón hembra de Ø 1"	Unidad	11.00
13	Unión de Ø 1"	Unidad	26.00
14	Cruz de Ø 1"	Unidad	7.00
15	Llave de paso de Ø 3/4"	Unidad	4.00
16	Llave de paso de Ø 1"	Unidad	2.00
17	Contador	Unidad	1.00
18	Valvula de cheque	Unidad	1.00
19	Teflón de Ø 1"	Folios	21.00
20	Tanque de 1100lt.	Unidad	1.00
21	Tanque de 2500lt.	Unidad	1.00
22	Bomba centrífuga de 1/2 HP	Unidad	1.00
23	Llave de cierre de Ø 1"	Unidad	6.00
24	Duchas	Unidad	5.00
25	Bomba pes. para fuente	Unidad	1.00
26	Fajamento para PVC	Galón	2.00
27	Pila de dos lavaderos	Unidad	1.00
28	Pila de un lavadero	Unidad	1.00
29	Lavatrastos de dos fosas + accesorios	Unidad	3.00

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC: 1:75

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC: 1:75

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
	CODO DE 90° DEL Ø TUBO
	TEE DEL Ø TUBO
	CRUZ DEL Ø TUBO
	REDUCTOR AL Ø DE TUBO SIGUIENTE
	TEE DEL Ø TUBO
	CODO DE 90° DEL Ø TUBO
	PVC DEL Ø INDICADO
	LLAVE DE PASO DEL Ø TUBO
	CHEQUE DEL Ø TUBO
	INDICA CONTADOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOCLA SOCLA

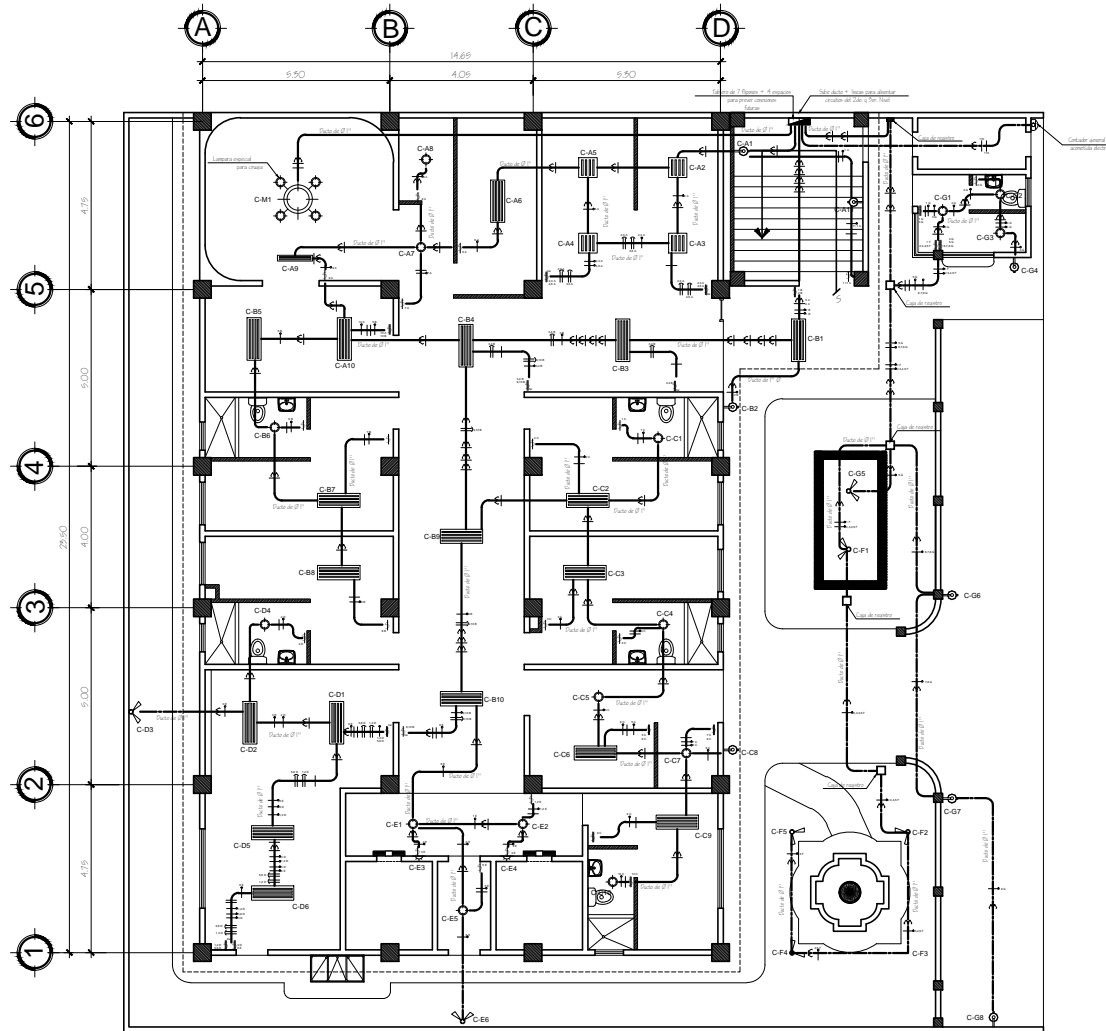
PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

PROFESOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
 ESTUDIANTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS

FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PLANO No. 25/31

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ



LISTADO DE MATERIALES		
No.	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	CANTIDAD
C1	Ducto de 1" rollo de 50mts.	Unidad 26.00
C2	Cable rojo THW #12	ml 749.00
C3	Cable blanco THW #12	ml 797.00
C4	Cable amarillo THW #14	ml 540.00
C5	Cable azul THW #12	ml 199.00
C6	Terminal ducto de 1"	Unidad 374.00
C7	Unión PVC snap color azul 1"	Unidad 104.00
C8	Caja rectangular	Unidad 66.00
C9	Caja octogonal	Unidad 110.00
C10	Lampara 4x52 TB de sobrepone	Unidad 60.00
C11	Lampara 2x52 TB de sobrepone	Unidad 1.00
C12	Fanrol grande para empotrar en pared	Unidad 14.00
C13	Luminaria de cielo	Unidad 20.00
C14	Reflector doble	Unidad 8.00
C15	Luminaria de pared	Unidad 2.00
C16	Lampara de 2' x 2' 2x52 TB de sobrepone	Unidad 4.00
C17	Caja registro de PVC de 10x10cm.	Unidad 1.00
C18	Caja de registro de concreto de 20x20cm	Unidad 4.00
C19	Interruptor triple	Unidad 4.00
C20	Interruptor doble	Unidad 9.00
C21	Interruptor simple	Unidad 49.00
C22	Tres-way doble	Unidad 7.00
C23	Tres-way simple	Unidad 5.00
C24	Lampara celtica para sala de cineas	Unidad 1.00
C25	Calavera	Unidad 1.00
C26	Gancho aislador con tensor	Unidad 1.00
C27	Codo 90° HG	Unidad 1.00
C28	Niple galvanizado	Unidad 1.00
C29	Caja socket para contador	Unidad 1.00
C30	Tubo HG Ø 1"	Unidad 1.00
C31	Cinta de aislar	Unidad 90.00
C32	Gua de 100mts.	Unidad 9.00

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION	
	Indica línea positiva, cable THW # 12
	Indica línea positiva, cable THW # 14
	Indica retorno y tipo de circuito, cable THW # 14
	Indica posición y tipo de circuito, cable THW # 12
	Indica lampara de sobrepone de 4 x 52 TB
	Indica lampara de sobrepone de 2 x 52 TB
	Indica fanrol empotrado @ pared
	Indica luminaria en cielo
	Indica reflector doble
	Indica luminaria en pared
	Indica lampara de sobrepone de 2' x 2' 2x52 TB "11"
	Indica caja registro
C-20	Indica No. de luminaria y circuito
	Indica interruptor triple In.20
	Indica interruptor doble In.20
	Indica interruptor simple In.20
	Indica tres-way doble In.20
	Indica tres-way simple In.20
	Indica tablero de tipos
	Indica ducto de Ø 1"
	Indica ducto de Ø 1" bajo tierra

Nota:
ILUMINACION
ESPECIFICACIONES TECNICAS

Color para alambicar:
Positivo = Rojo
Negativo = Blanco
Retorno = Amarillo
Verde = Tierra
Punteo = Azul

- Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", long. 1/4m. + codo 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
- Toda la tubería de iluminación será ducto eléctrico de Ø 1"
- El calibre de los conductores será THW No. 12 AWG. y para los retornos THW No. 14 AWG.
- Toda la tubería de fuerza será ducto de Ø 1"
- Para la conexión de los tomacorrientes y accesorios electricos no se deberan usar placas "o" cajas metalicas.
- No colocar cajas metalicas para ningun tipo de conexión.
- La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

Todos los interruptores se colocaran a una altura de 1.20mts.
La conexión de la lampara de crujia menor sera de tipo especial, esto según las especificaciones del proveedor.

PLANTA DE ILUMINACION PRIMER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
ESCALA: 1:75

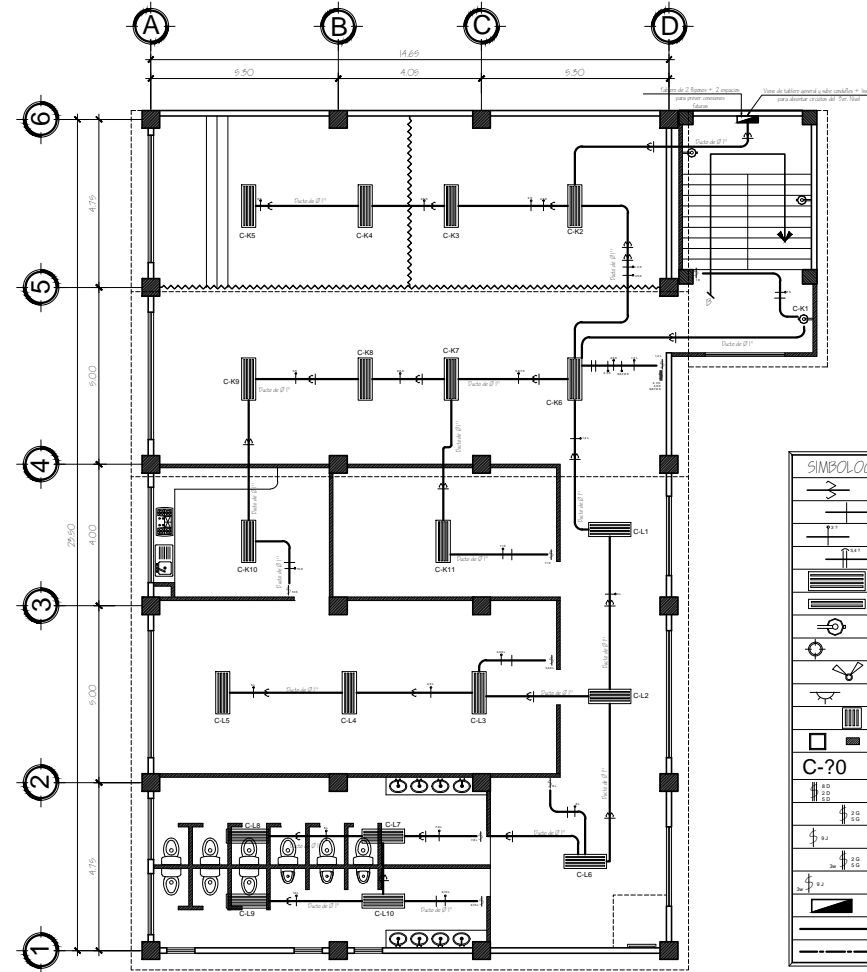
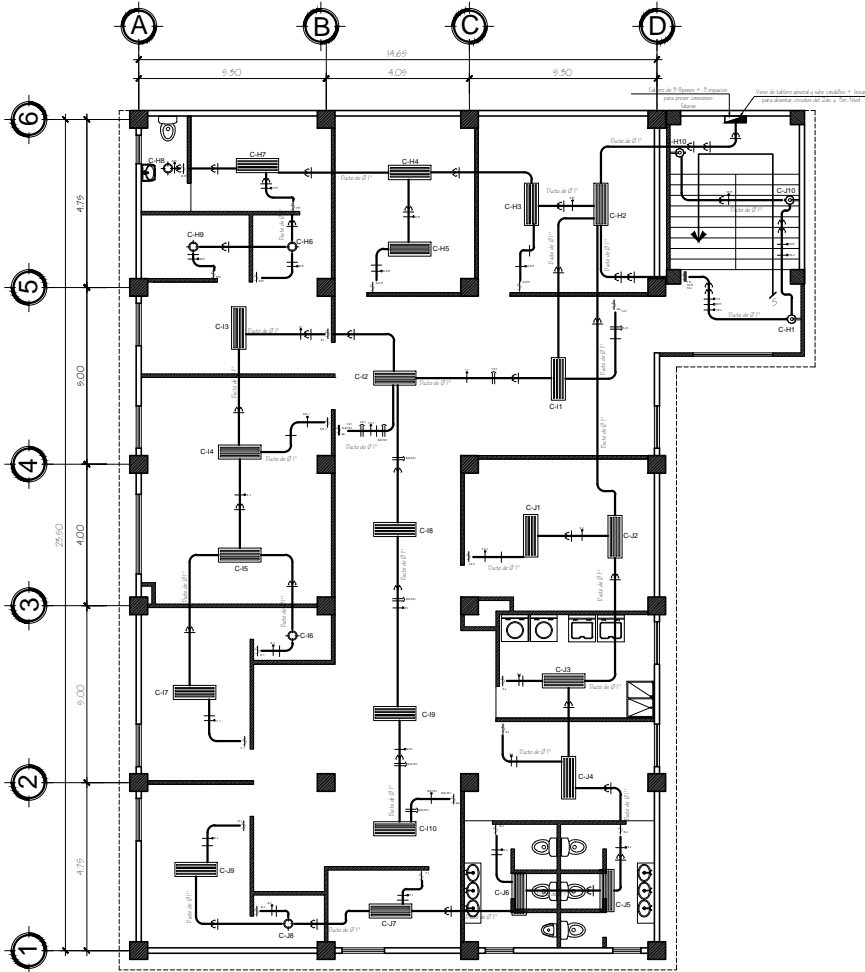
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION	FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR EJECUTOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROFESOR AJUDANTE: INGENIERO ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PROFESOR AJUDANTE: INGENIERO ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PLANO No. 24 31
---	---	---	---------------------------

PROF. FERRER DEL CARMEN ALACAS TUNUCU

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ RECTOR



SIMBOLOGIA DE ILUMINACION	
	Indica línea positiva, cable THW # 12
	Indica línea negativa, cable THW # 12
	Indica retorno y tipo de circuito, cable THW # 14
	Indica punto y tipo de circuito, cable THW # 12
	Indica lámpara de sobretopar de 4 x 32 W
	Indica lámpara de sobretopar de 2 x 32 W
	Indica fard empotrado @ pared
	Indica luminaria en cielo
	Indica reflector de pared
	Indica luminaria en pared
	Indica lámpara de sobretopar de 2 x 32 W 110V
	Indica caja receptor
C-20	Indica No. de luminaria y circuito
	Indica interruptor triple H1.20
	Indica interruptor doble H1.20
	Indica interruptor simple H1.20
	Indica two-way doble H1.20
	Indica three-way simple H1.20
	Indica tablero de Alúmines
	Indica ducto de Ø 1"
	Indica ducto de Ø 1" bajo tierra

Nota:
ILUMINACIÓN
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Color para alambres:
Positivo = Rojo
Negativo = Blanco
Retorno = Amarillo
Verde = Tierra
Puente = Azul

- Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", longitud 4m, + cada 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
- Toda la tubería de iluminación será ducto eléctrico de Ø 1".
- El calibre de los conductores será THW No. 12 AWG, y para los retornos THW No. 14 AWG.
- Toda la tubería de fuerza será ducto de Ø 1".
- Para la conexión de los tomacorrientes y accesorios eléctricos no se deberán usar placas "o" cajas metálicas.
- No colocar cajas metálicas para ningún tipo de conexión.
- La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

Todos los interruptores se colocaran a una altura de 1.20mts.

PLANTA DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
ESC 1:75

PLANTA DE ILUMINACIÓN TERCER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
ESC 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

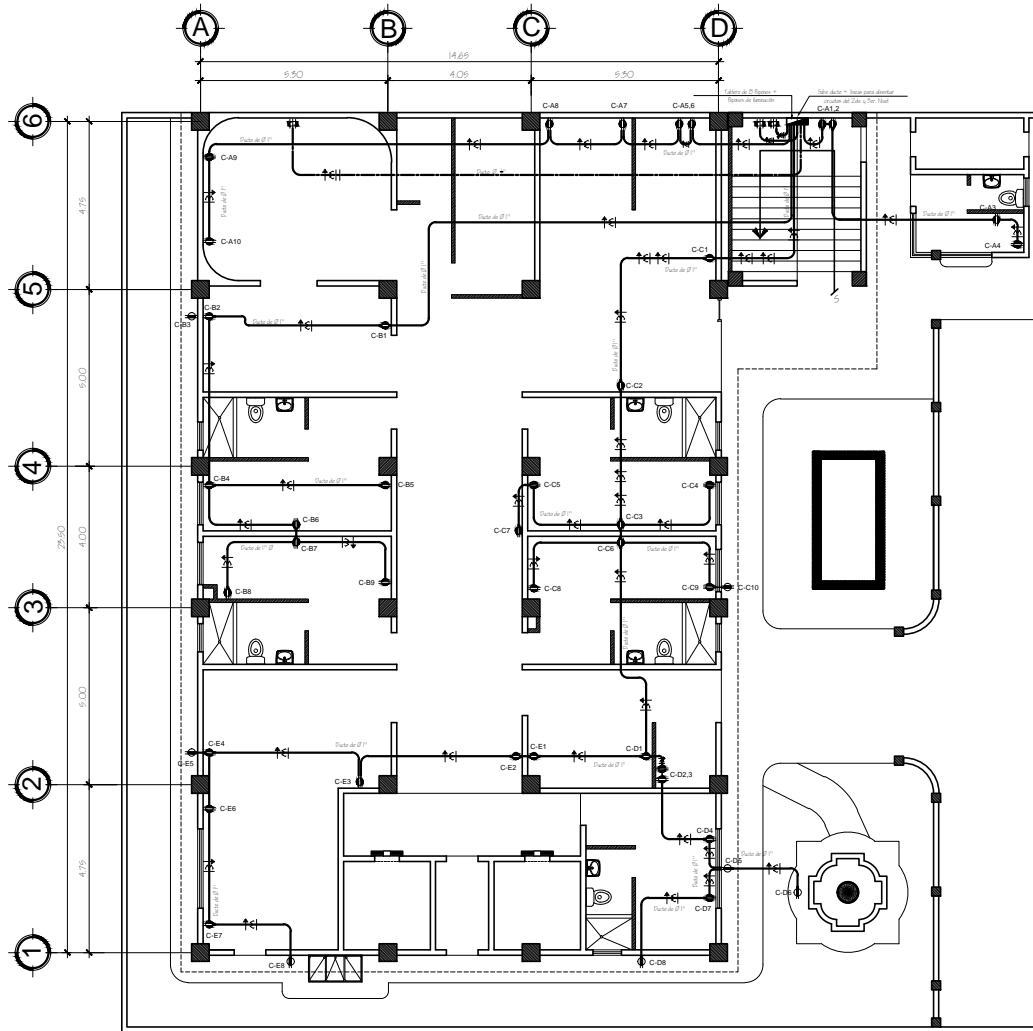
PROFESOR ASISTENTE	DISEÑADOR	REVISOR Y CALIFICADOR EPS 2007	PLANO No.
ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	OSONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	OSONEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASSELLANOS	25 31



PROF. FERRER DEL ROSARIO ALCÁZAR MORALES



ING LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ REVISOR



LISTADO DE MATERIALES		
No.	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD CANTIDAD
01	Ducto de 1" rollo de 30mts.	Unidad 18.00
02	Ducto de 1/2" rollo de 30mts.	Unidad 3.00
03	Cable rojo THW #10	ml 717.00
04	Cable blanco THW #10	ml 717.00
05	Cable verde THW #10	ml 717.00
06	Tomacorriente 110 polarizado para interior	Unidad 116.00
07	Tomacorriente 110 polarizado para exterior	Unidad 9.00
08	Tomacorriente 220 polarizado	Unidad 8.00
09	Caja rectangular	Unidad 193.00
10	Terminal ducto de 1"	Unidad 224.00
11	Terminal ducto de 1/2"	Unidad 16.00
12	Unión PVC snap color azul 1"	Unidad 90.00
13	Unión PVC snap color azul 1/2"	Unidad 19.00

SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	Indica línea negativa, cable THW # 10
	Indica línea positiva, cable THW # 10
	Indica línea neutra "0" tierra, cable THW # 10
	Indica toma 110 polarizado Int.
	Indica toma 110 polarizado Ext.
	Indica toma 240
	Indica tipo de circuito + No toma
	Indica ducto de 1"
	Indica ducto de 1/2"

Nota:
ILUMINACIÓN
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Color para alambrar:
Positivo = Rojo
Negativo = Blanco
Verde = Tierra

- Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", long. L/4m. + codo 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
- Toda la tubería de fuerza será ducto de 1" y para tomacorrientes 240 se usará ducto de 1/2".
- El calibre de los conductores será THW No. 10 AWG.
- Para la conexión de los tomacorrientes y accesorios eléctricos no se deberán usar placas 1"0" cajas metálicas.
- No colocar cajas metálicas para ningún tipo de conexión.
- La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

La altura de los tomacorrientes será la siguiente:

1. El tomacorriente exterior llevará una placa de seguridad contra el agua y su altura será de 0.40mts. sobre el nivel de piso.
2. El tomacorriente interior en cuartos y corredores ira a una altura de 0.40mts. sobre el nivel de piso.
3. El tomacorriente interior para conexiones de línea blanca "0" mostradores ira @ una altura de 1.05mts. sobre el nivel de piso.
4. Los tomacorrientes de 240 iran @ una altura de 0.40mts. sobre el nivel de piso terminado.

PLANTA DE FUERZA PRIMER NIVEL
DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC:1:75

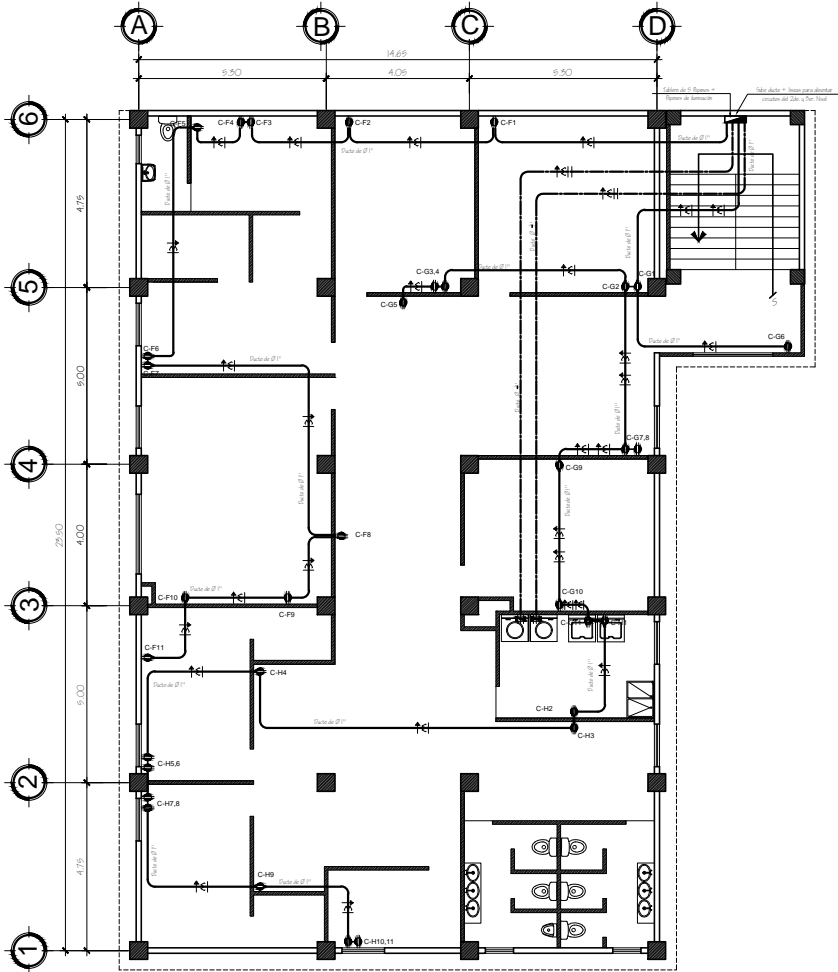


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR GUÍA	PROFESOR	PROFESOR TUTOR	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRÍA CASTELLANOS	26 31

PROF. FERRER HILARIO GUERRA ALCÁZAR TABLÓN ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ SOCLA



PLANTA DE FUERZA SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC 1:75

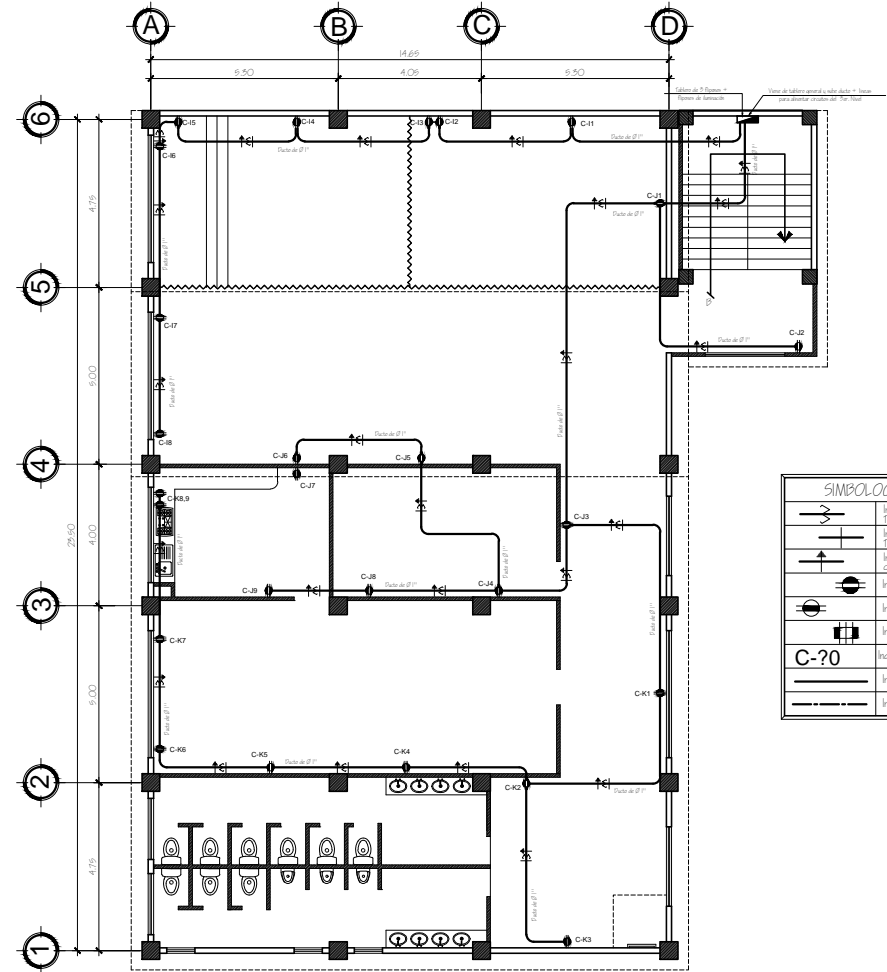
Nota:
 ILUMINACIÓN
 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Color para alambres:
 Positivo = Rojo
 Negativo = Planco
 Verde = Tierra

- Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", long. L/4m. + codo 1-1/2" 90° + accesorios de entrada.
- Toda la tubería de fuerza será ducto de 1" y para tomacorrientes 240 se usará ducto de 3/4".
- El calibre de los conductores será THW No. 10 AWG.
- Para la conexión de los tomacorrientes y accesorios eléctricos no se deberán usar placas "o" cajas metálicas.
- No colocar cajas metálicas para ningún tipo de conexión.
- La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

La altura de los tomacorrientes será la siguiente:

1. El tomacorriente exterior llevará una placa de seguridad contra el agua y su altura será de 0.40mts. sobre el nivel de piso.
2. El tomacorriente interior en cuartos y corredores irá a una altura de 0.40mts. sobre el nivel de piso.
3. El tomacorriente interior para conexiones de línea blanca "o" mostradores irá @ una altura de 1.05mts. sobre el nivel de piso.
4. Los tomacorrientes de 240 irán @ una altura de 0.40mts. sobre el nivel de piso terminado.



PLANTA DE FUERZA TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC 1:75

SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	Indica línea negativa, cable THW # 10
	Indica línea positiva, cable THW # 10
	Indica línea neutra "o" tierra, cable THW # 10
	Indica toma 110 polarizado Int.
	Indica toma 110 polarizado Ext.
	Indica toma 240
	Indica tipo de circuito + No. toma
	Indica ducto de Ø 1"
	Indica ducto de Ø 1.5"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN
 CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

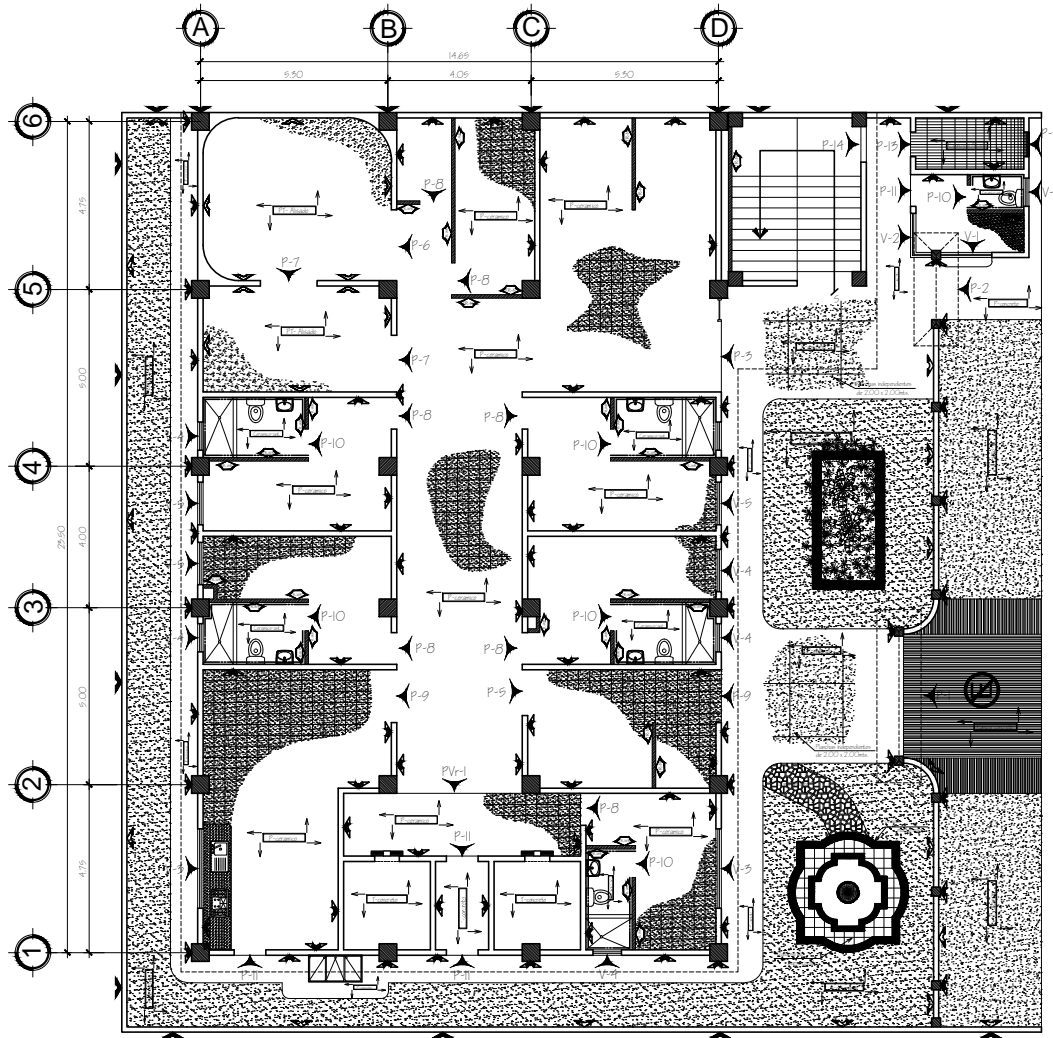
PROFESOR SEÑER	PROFESOR 2009	PROFESOR TUTOR EPS 2007	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	OTONIEL ALEJANDRO EGOEBERÍA CASTELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EGOEBERÍA CASTELLANOS	27 31



PROF. FERRER DEL CARRERA ALCAZ TIANCHA



ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REYES



PLANILLA DE PUERTAS

No.	Tipo	Ancho	Dintel	Material
01	P-1	3.40mts	2.50mts	Hierro en formas
02	P-2	1.70mts	2.75mts	Hierro en formas
03	P-3	2.65mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
04	P-4	1.60mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
05	P-5	1.50mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
06	P-6	2.00mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
07	P-7	1.60mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
08	P-8	0.90mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
09	P-9	1.50mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
10	P-10	0.80mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
11	P-11	0.90mts	2.10mts	Puerta a marco metalico
12	P-12	0.70mts	1.50mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
13	P-13	0.70mts	0.70mts	Puerta a marco metalico
14	P-14	1.00mts	1.50mts	Puerta a marco metalico
15	P-15	1.00mts	2.10mts	Puerta Duro-Liner de UPVC
16	Pv-1	3.55mts	2.10mts	Puerta-Vidriera de UPVC
17	Pv-2	4.90mts	2.90mts	Puerta-Vidriera de UPVC

PLANILLA DE VENTANAS

No.	Tipo	Sillar	Dintel	Ancho	Material
01	V-1	1.10mts	2.10mts	1.45mts	Ventana termo-acustica de UPVC
02	V-2	1.10mts	2.10mts	1.85mts	Ventana termo-acustica de UPVC
03	V-3	1.10mts	2.10mts	2.25mts	Ventana termo-acustica de UPVC
04	V-4	1.70mts	2.10mts	0.80mts	Ventana termo-acustica de UPVC
05	V-5	0.60mts	2.10mts	1.20mts	Ventana termo-acustica de UPVC
06	V-6	1.10mts	2.10mts	3.60mts	Ventana termo-acustica de UPVC
07	V-7	2.10mts	2.10mts	2.70mts	Ventana termo-acustica de UPVC
08	V-8	2.10mts	2.40mts	1.75mts	Ventana termo-acustica de UPVC

SIMBOLOGIA DE ACABADOS

	Indica repello + blanqueado
	Indica repello semi-rustico Hierro rustico
	Indica alizado gris
	Indica comido fino + pintura impermeabilizante
	Indica muro con TABLAPESO water resistant
	Indica muro con TABLAPESO normal
	Indica muro con PUROCK
	P-O? Indica tipo y # de puerta
	V-O? Indica tipo y # de ventana
	Pv-O? Indica # de vidriera + puerta
	Indica torta de concreto + alizado gris
	Indica piso ceramico de 31 x 31cm
	Sahara Marrón de primera calidad
	Indica torta de concreto comida
	Indica rampa de concreto alizado
	Indica area verde-grama
	Indica tendido de pizarra de 1/4" de 1.5cm
	Indica piso de concreto planchas de 2 x 2mts.
	Indica piso de 20 x 30cm Mosaico/Parquet + lecho Galleta arena P.C. de 1.5cm, sobre arena P.C. de 1.5cm, sobre arena P.C. de 1.5cm, sobre arena P.C.
	Indica piso antideslizante + de 31 x 31cm Mosaico Puro de primera calidad
	Indica piso de primera calidad

PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN
 ESC:1:75

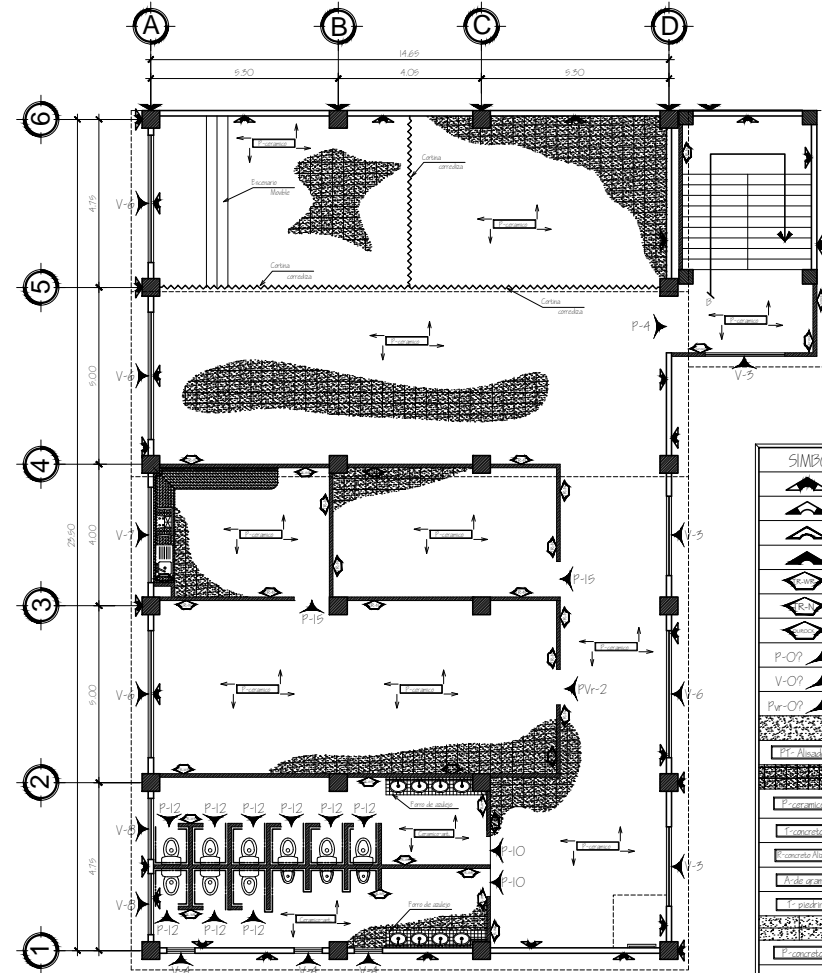
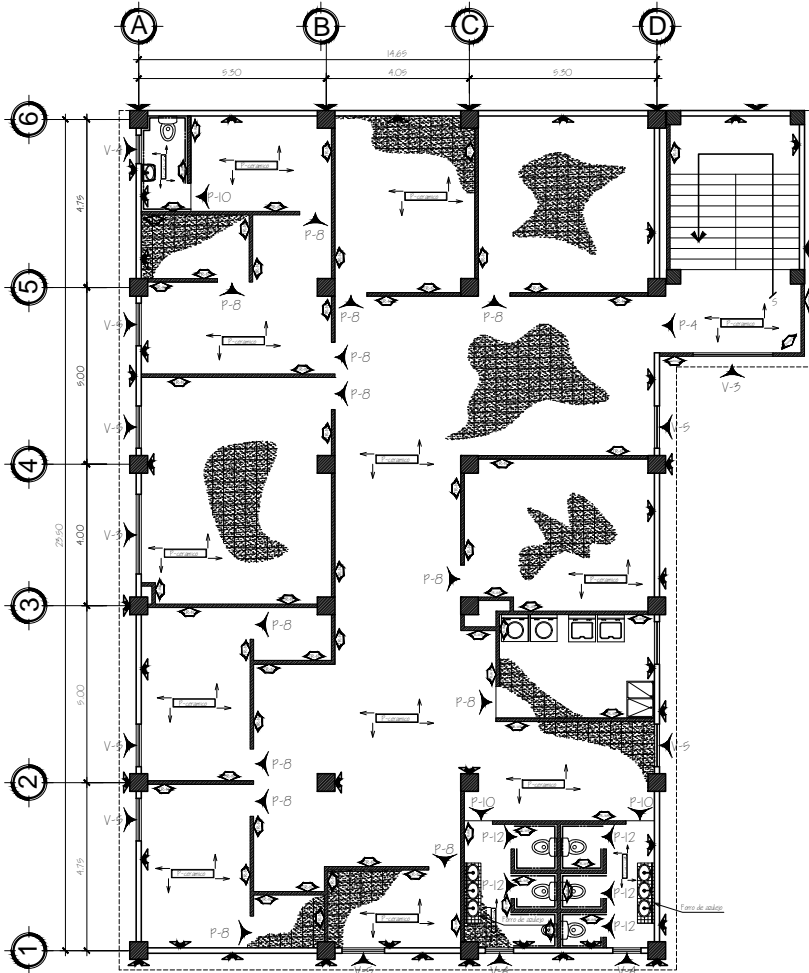
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBE, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROYECTO 2010	PROYECTO 2009	PROYECTO 2008	PLANO No.
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	OTONIEL ALEJANDRO EQUEVERRIA CASSELLANOS	28 31

PROF. FERRER ALVARADO ALFARO VELIZ

 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



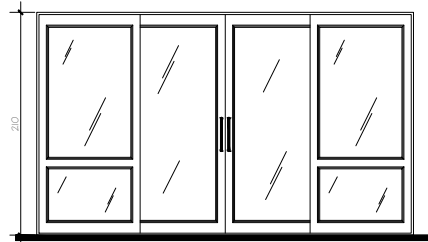
SIMBOLOGIA DE ACABADOS

	Indica repello + blanqueado
	Indica repello semi-rustico horizontal
	Indica alizado gris
	Indica cemento fino + pintura impermeabilizante
	Indica muro con TABLAYESO water resistant
	Indica muro con TABLAYESO normal
	Indica muro con DURROCK
	Indica tipo y # de puerta
	Indica tipo y # de ventana
	Indica # de ventana + puerta
	Indica torta de cemento + alizado gris
	Indica piso ceramico de 51 x 51cm Sahara Marrón de primera calidad
	Indica torta de concreto comida
	Indica rampa de concreto alizado
	Indica area verde-grama
	Indica boulder de pedras de 1/4" de 5 cm
	Indica piso de concreto planchas de 2 x 2mts.
	Indica azulej de 20 x 20cm (Mosaico fino + Mosaico Centro zona DS de 4 x 4cm. Mosaico de zona exterior)
	Indica piso antideslizante 4" de 51 x 51cm. Mosaico fino de primera calidad

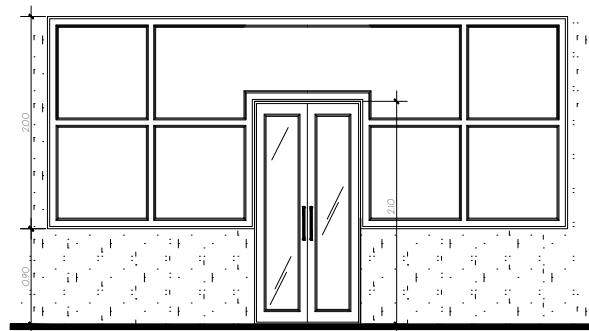
PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75

PLANTA ACABADOS TERCER NIVEL
 DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN ESC 1:75

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XOLBÉ, CANTÓN EL TABLÓN	ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS	FECHA: SEPTIEMBRE 2010		
PROFESOR EJECUTOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	PROFESOR ASISTENTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PROFESOR ASISTENTE: OTONIEL ALEJANDRO EQUEVARRA CASTELLANOS	PLANO No. 29/31
PROF. FERRER HALL GUERRA ALACAS TABLÓN			ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ REVISOR



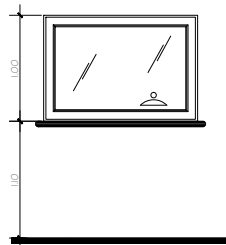
PUERTA VIDRIERA CORREDIZA Pvr-1
ESC. 1/25



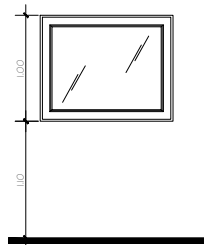
PUERTA VIDRIERA Pvr-2
ESC. 1/25

PLANILLA DE PUERTAS						
No.	Tipo	Ancho	Distal	Material		
01	P-1	5.40mts	2.50mts	✓	Hierro en formas	
02	P-2	1.70mts	2.75mts	✓	Hierro en formas	
03	P-3	2.65mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
04	P-4	1.60mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
05	P-5	1.50mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
06	P-6	2.00mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
07	P-7	1.60mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
08	P-8	0.90mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
09	P-9	1.50mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
10	P-10	0.80mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
11	P-11	0.90mts	2.10mts	✓	Puerta y marco metalico	
12	P-12	0.70mts	1.90mts	✓	Puerta y marco metalico	
13	P-13	0.70mts	0.70mts	✓	Puerta y marco metalico	
14	P-14	1.00mts	1.90mts	✓	Puerta y marco metalico	
15	P-15	1.00mts	2.10mts	✓	Puerta Duro-Liner de UPVC	
16	Pvr-1	5.55mts	2.10mts	✓	Puerta Vidriera de UPVC	
17	Pvr-2	4.90mts	2.90mts	✓	Puerta Vidriera de UPVC	

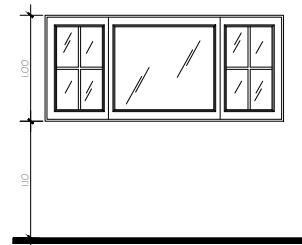
PLANILLA DE VENTANAS						
No.	Tipo	Sillar	Distal	Ancho	Material	
01	V-1	1.10mts	2.10mts	1.45mts	Ventana termoacustica de UPVC	
02	V-2	1.10mts	2.10mts	1.85mts	Ventana termoacustica de UPVC	
03	V-3	1.10mts	2.10mts	2.25mts	Ventana termoacustica de UPVC	
04	V-4	1.70mts	2.10mts	0.80mts	Ventana termoacustica de UPVC	
05	V-5	0.60mts	2.10mts	1.20mts	Ventana termoacustica de UPVC	
06	V-6	1.10mts	2.10mts	2.60mts	Ventana termoacustica de UPVC	
07	V-7	2.10mts	2.10mts	2.70mts	Ventana termoacustica de UPVC	
08	V-8	2.10mts	2.40mts	1.70mts	Ventana termoacustica de UPVC	



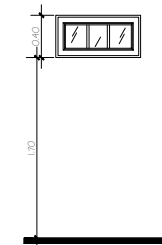
VENTANA V-1
ESC. 1/25



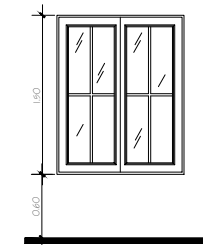
VENTANA V-2
ESC. 1/25



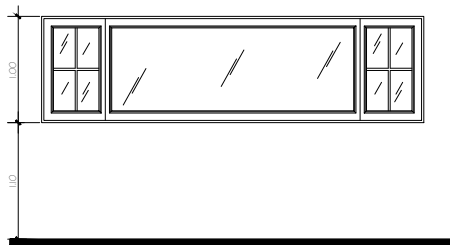
VENTANA V-3
ESC. 1/25



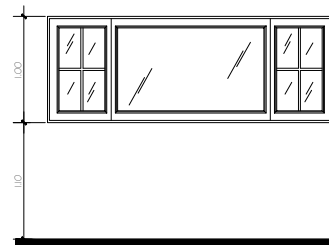
VENTANA V-4
ESC. 1/25



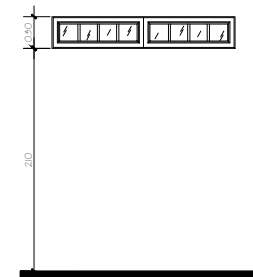
VENTANA V-5
ESC. 1/25



VENTANA V-6
ESC. 1/25



VENTANA V-7
ESC. 1/25



VENTANA V-8
ESC. 1/25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE CASA MATERNA, CASERIO XCLBE, CANTÓN EL TABLÓN
CONTENIDO: DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS
INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

PROFESOR EN JEFE: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ	PROFESOR EN JEFE: ING. OYIBEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	PROFESOR EN JEFE: ING. OYIBEL ALEJANDRO EQUEVERRÍA CASTELLANOS	PLANO No. 31 31
--	---	---	-----------------------

PROF. FERRER HUGO GUERRA ALCALÁ MATEO
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ REBOA

ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico químico sanitario "Nacimiento Paquisis"



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004299

O.T. No. 26 135				ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO				INF. No. 23 838			
INTERESADO:		OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERÍA CASTELLANOS (CARNÉ No. 200412611)		PROYECTO:		EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el caserío El Rosario, Aldea Los Encuentros Cantón El Tablón Sololá"					
RECOLECTADA POR:		Interesado		DEPENDENCIA:		USAC-FACULTAD DE INGENIERÍA					
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Caserío El Rosario Aldea Los Encuentros		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:		2009-10-05; 08 h 15 min.					
FUENTE:		Nacimiento Paquisis		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:		2009-10-05; 12 h 45 min.					
MUNICIPIO:		Sololá		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:		Sin refrigeración					
DEPARTAMENTO:		Sololá									
RESULTADOS											
1. ASPECTO:		Claro		4. OLOR:		Inodora		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)		--° C	
2. COLOR:		02,00 Unidades		5. SABOR:		-----		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA		64,00 µmhos/cm	
3. TURBIEDAD:		00,58 UNT		6.potencial de Hidrógeno (pH) :		06,20 unidades					
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS		mg/L	
1. AMONIACO (NH ₃)		00,18		6. CLORUROS (Cl)		06,00		11. SOLIDOS TOTALES		48,00	
2. NITRITOS (NO ₂)		00,00		7. FLUORUROS (F)		00,22		12. SOLIDOS VOLÁTILES		11,00	
3. NITRATOS (NO ₃)		06,16		8. SULFATOS (SO ₄)		01,00		13. SOLIDOS FIJOS		37,00	
4. CLORO RESIDUAL		--		9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,02		14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN		01,60	
5. MANGANESO (Mn)		00,033		10. DUREZA TOTAL		22,00		15. SOLIDOS DISUELTOS		34,00	
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)											
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L					
00,00		00,00		26,00		26,00					

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales 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. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-11-03

Vo.Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenón Wuch Mantos
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 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 2. Análisis bacteriológico "Nacimiento Paquisis"



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004300

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 26 135		INF. No.A-306 177	
INTERESADO	<u>OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERÍA CASTELLANOS (Camé No.200412611)</u>	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el caserío El Rosario, Aldea Los Encuentros, Cantón El Tablón, Sololá"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío El Rosario Aldea Los Encuentros</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2009-10-05: 08 h15 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento Paquisis</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2009-10-05: 12 h 45 Min</u>
MUNICIPIO:	<u>Sololá</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+ ----	+	+
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		2	2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: 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.			
Guatemala, 2009 -11-03			
Vo.Bo.			
	Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	Zenith Much 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 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 3. Análisis físico químico sanitario "Nacimiento Marcelo"



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004301

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO				INF. No. 23 839	
O.T. No. 26 135					
INTERESADO:	OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERRÍA CASTELLANOS (CARNÉ No. 200412611)		PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el caserío El Rosario, Aldea Los Encuentros Cantón El Tablón Sololá"	
RECOLECTADA POR:	Interesado		DEPENDENCIA:	USAC-FACULTAD DE INGENIERIA	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Caserío El Rosario Aldea Los Encuentros		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-10-05; 08 h 40 min.	
FUENTE:	Nacimiento Marcelo		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-10-05; 12 h 45 min.	
MUNICIPIO:	Sololá		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Sololá				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig. Turbia	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	-- °C
2. COLOR:	18,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	59,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	08,67 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,80 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,31	6. CLORUROS (Cl ⁻)	05,50	11. SOLIDOS TOTALES	45,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,15	12. SOLIDOS VOLÁTILES	10,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	06,82	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	03,00	13. SOLIDOS FIJOS	35,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,21	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	07,00
5. MANGANESO (Mn)	00,040	10. DUREZA TOTAL	14,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	31,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	30,00	30,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista física ASPECTO ligeramente turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales 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. 21TH EDITION 2 005. NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-11-03

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenith Much 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 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Anexo 4. Análisis bacteriológico "Nacimiento Marcelo"



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004302

O.T. No. 26 135		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-306 178	
INTERESADO	<u>OTONIEL ALEJANDRO ECHEVERÍA CASTELLANOS (Carné No.200412611)</u>	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para el caserío El Rosario, Aldea Los Encuentros, Cantón El Tablón, Sololá"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío El Rosario Aldea Los Encuentros</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2009-10-05; 08 h40 min.</u>		
FUENTE:	<u>Nacimiento Marcelo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2009-10-05; 12 h 45 Min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Sololá</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Lig. turbio</u>	COLOR:	<u>Inodora</u>	COLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES		PRUEBA PRESUNTIVA		PRUEBA CONFIRMATIVA	
CANTIDAD SEMBRADA		FORMACIÓN DE GAS – 35°C		FORMACION DE GAS	
				TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³		+++++		+++++	+++++
01,00 cm ³		+++++		+++++	+++++
00,10 cm ³		+++++		+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³				> 16 x 10 ²	> 16 x 10 ²
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.					
Guatemala, 2009 -11-03					
Vo.Bo.		 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zelton Muñoz 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 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 5. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr



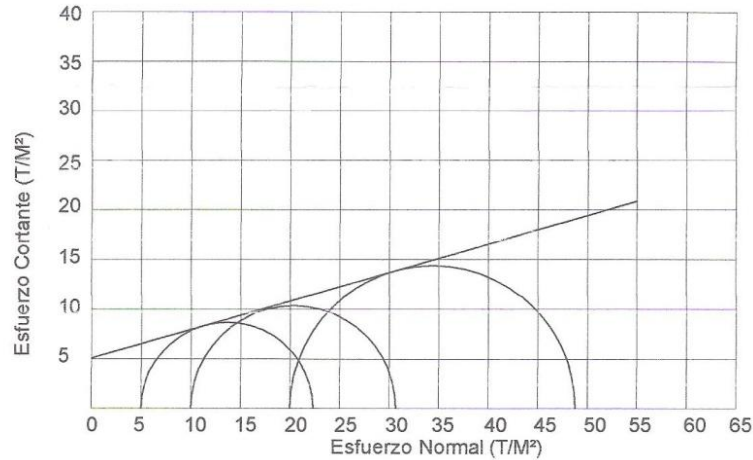
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008908

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 427 S.S. O.T.: 26,136
 INTERESADO: Otoniel Alejandro Echeverria Castellanos, carne 2004-12611.
 PROYECTO: EPS. Diseño de Casa Materna, caserío Xolbe, cantón el Tablon.
 DIRECCION: Municipio de Solola, Dep. Solola. Fecha: 14 de Octubre de 2009.
 pozo: 1 Profundidad: 2.0 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 16.05^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 5.1 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arena Limo-aciloso, color café claro.
 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)	17.34	20.65	28.81
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	1.0	2.0	5.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0.95	0.95	0.95
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.49	1.49	1.49
HUMEDAD (%H)	60.49	60.49	60.49

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



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>

Anexo 6. Coeficientes para momentos negativos en losas

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas*

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta más viva uniforme total}$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto

Anexo 7. **Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas**

TABLA 12.4
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas**

$M_{l,posit,dl} = C_{a,dl} w l_b^2$
 donde w = carga muerta uniforme total
 $M_{b,posit,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
l_b									
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.021	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.031	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.028	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.024	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.042	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.026	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.043	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.065	$C_{a,dl}$ 0.044	$C_{a,dl}$ 0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.062	$C_{a,dl}$ 0.053	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.073	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.071	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.052	$C_{a,dl}$ 0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.080	$C_{a,dl}$ 0.059	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.089	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.001	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.002

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto

Anexo 8. **Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas**

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas"

$$M_{a,posit,II} = C_{a,II} w l^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b,posit,II} = C_{b,II} w l^2$$

Relación $m = \frac{l}{b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto

Anexo 9. Relación de carga W para cálculo de cortante en la losa

TABLA 12.6

Relación de la carga W que se transmite en las direcciones l_a y l_b para calcular el cortante en la losa y las cargas en los apoyos"

Relación		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.00	$\frac{W_a}{W_b}$	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	$\frac{W_a}{W_b}$	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	$\frac{W_a}{W_b}$	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	$\frac{W_a}{W_b}$	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.21
0.80	$\frac{W_a}{W_b}$	0.71	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	$\frac{W_a}{W_b}$	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	$\frac{W_a}{W_b}$	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	$\frac{W_a}{W_b}$	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	$\frac{W_a}{W_b}$	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	$\frac{W_a}{W_b}$	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.15	0.05
0.50	$\frac{W_a}{W_b}$	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	$\frac{W_b}{W_a}$	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto

Anexo 10. Presupuesto abastecimiento de agua

CUADRO DE RESUMEN

PROYECTO: Diseño de la Introducción de agua potable
LUGAR: Caserío la Nueva esperanza, Cantón Cuiquel.
MUNICIPIO: Sololá
DEPARTAMENTO: Sololá




No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNITARIO	PRECIO TOTAL
1 LINEA DE CONDUCCIÓN					
1.1	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	237.00	Q 371.01	Q 87,929.01
1.2	Tubo PVC de 3/4" 250psi	TUBOS	27.00	Q 381.59	Q 10,302.95
1.3	Ramal 1	TUBOS	209.00	Q 451.52	Q 94,368.69
1.4	Ramal 2	TUBOS	73.00	Q 520.01	Q 37,961.02
1.5	Ramal 3	TUBOS	91.00	Q 436.10	Q 39,685.19
1.6	Ramal 4	TUBOS	122.00	Q 433.86	Q 52,930.43
1.7	Ramal 5	TUBOS	36.00	Q 455.50	Q 16,397.83
SUB TOTAL LINEA DE CON.					Q 339,575.12

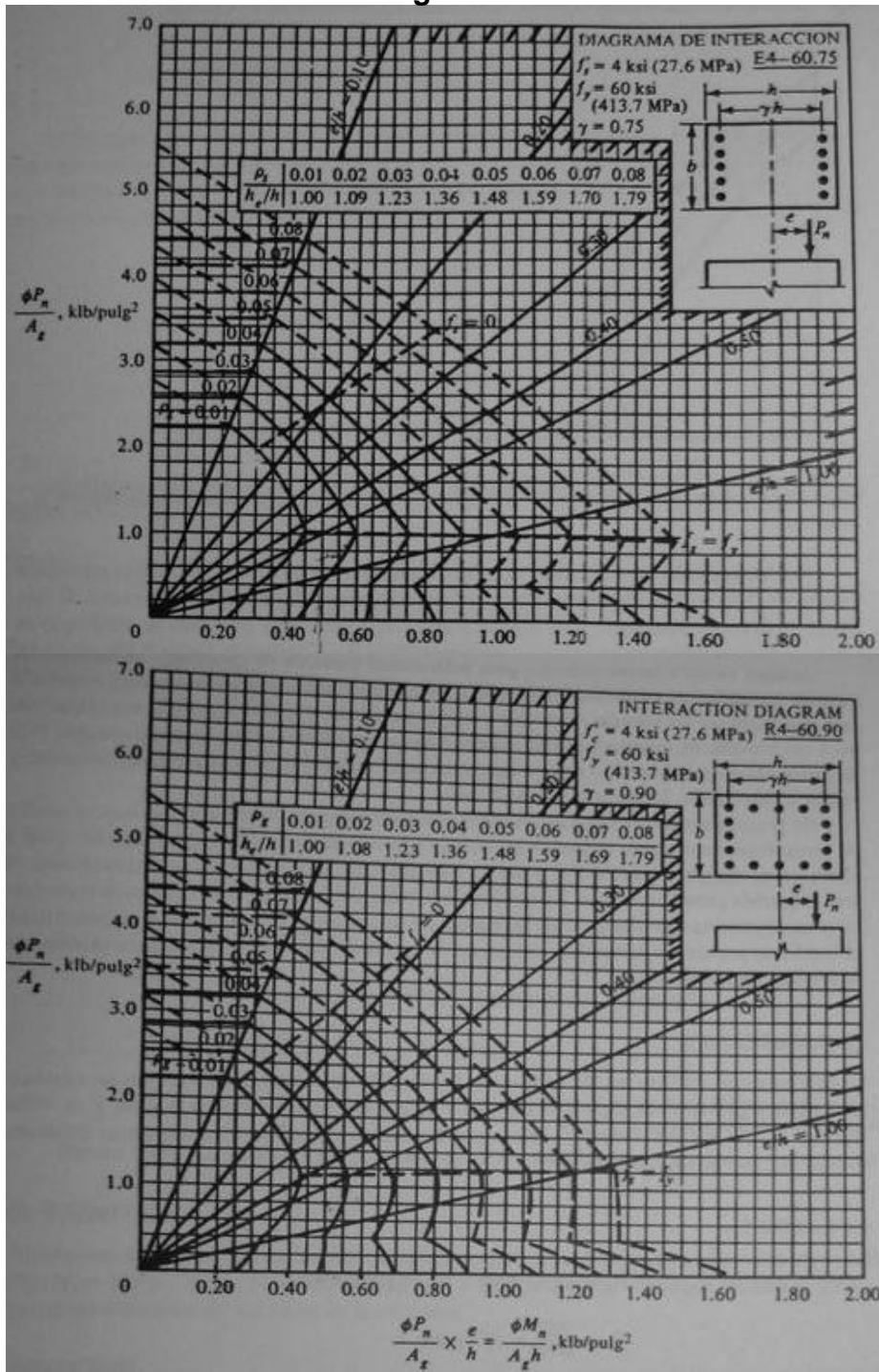
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNITARIO	PRECIO TOTAL
2 OBRAS DE ARTE					
2.1	Captación de Nacimiento	Unidad	1.00	Q 19,408.46	Q 19,408.46
2.2	Tanque de Distribución de 25 M3	Unidad	1.00	Q 48,793.30	Q 48,793.30
2.3	Tanque de Distribución de 12 M3	Unidad	1.00	Q 36,820.52	Q 36,820.52
2.4	Caja Unificadora de Caudales	Unidad	1.00	Q 6,830.00	Q 6,830.00
2.5	Válvula de compuerta	Unidad	7.00	Q 1,908.83	Q 13,361.81
2.6	Válvula de Limpieza con su	Unidad	17.00	Q 2,375.52	Q 40,383.77
2.7	Válvula de Aire con su Respectiva	Unidad	14.00	Q 1,973.80	Q 27,633.13
2.8	Paso Aéreo 100	Unidad	1.00	Q 122,356.81	Q 122,356.81
2.9	Paso Aéreo 75	Unidad	2.00	Q 83,346.83	Q 166,693.65
2.10	Paso Aéreo 40	Unidad	2.00	Q 66,119.40	Q 132,238.79
2.11	Paso Aéreo 30	Unidad	1.00	Q 51,904.61	Q 51,904.61
2.12	Paso Aéreo 20	Unidad	1.00	Q 78,733.18	Q 78,733.18
2.13	CASETA DE BOMBEO	Unidad	1.00	Q 45,719.64	Q 45,719.64
2.14	Conexión Domiciliar	Viviendas	109.00	Q 2,126.45	Q 231,782.53
2.15	Anclajes	Unidad	31.00	Q 582.12	Q 18,045.58
2.16	Conexión Monofasica (DEOCSA)	Unidad	1.00	Q 25,000.00	Q 25,000.00
SUB TOTAL LINEA DE CON.					Q 1,065,705.78

TOTAL DEL PROYECTO:	Q 1,405,280.90
----------------------------	-----------------------

Anexo 11. Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCION E INVERSIÓN																
																
PROYECTO: Diseño de la Introducción de agua potable LUGAR: Caserío la Nueva esperanza, Cantón Cuiquiel. MUNICIPIO: Sololá DEPARTAMENTO: Sololá																
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		INVERSIÓN
				2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
1	TUBERÍA															
1.1	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	237.00													Q 87,929.01
1.2	Tubo PVC de 3/4" 250psi	TUBOS	27.00													Q 10,302.95
1.3	Ramal 1	TUBOS	209.00													Q 94,368.69
1.4	Ramal 2	TUBOS	73.00													Q 37,961.02
1.5	Ramal 3	TUBOS	91.00													Q 39,685.19
1.6	Ramal 4	TUBOS	122.00													Q 52,930.43
1.7	Ramal 5	TUBOS	36.00													Q 16,397.83
2	OBRAS DE ARTE															
2.1	Captación de Nacimiento	Unidad	1													Q 19,408.46
2.2	Tanque de Distribución de 25 M3	Unidad	1													Q 48,793.30
2.3	Tanque de Distribución de 12 M3	Unidad	1													Q 36,820.52
2.4	Caja Unificadora de Caudales	Unidad	3													Q 6,830.00
2.5	Válvula de compuerta	Unidad	2													Q 13,361.81
2.6	Válvula de Limpieza con su Respectiva	Unidad	7													Q 40,383.77
2.7	Válvula de Aire con su Respectiva Caja	Unidad	4													Q 27,633.13
2.8	Paso Aéreo 100	Unidad	3													Q 122,356.81
2.9	Paso Aéreo 75	Unidad	1													Q 166,693.65
2.10	Paso Aéreo 40	Unidad	2.00													Q 132,238.79
2.11	Paso Aéreo 30	Unidad	58.00													Q 51,904.61
2.12	Paso Aéreo 20	Unidad	1													Q 78,733.18
2.13	CASETA DE BOMBEO	Unidad	1													Q 45,719.64
2.14	Conexión Domiciliar	Viviendas	109.00													Q 231,782.53
2.15	Anclajes	Unidad	31.00													Q 18,045.58
2.16	Conexión Monofasica (DEOCSA)	Unidad	1													Q 25,000.00
TOTAL DEL PROYECTO															Q 1,405,280.90	

Anexo 12. Diagrama de interacción



Fuente: Jack McCormac, Diseño de concreto reforzado

Anexo 13. Diseño hidráulico

EL ROSARIO		CALCULOS HIDRAULICOS										PRES. DINÁMICAS									
Est.	Po.	Cotas	Dist. Horizontal	Caudal	Ø Comercial	Ø Interno	HF	Velocidad	Piezometrica	Piezometrica	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	ESTÁTICA MCA	Tubería	Tubos			
		Pf (mts.)	DH (mts.)	/s	Ø (pulg.)	Ø (pulg.)	Mts.	m/s	Inicio	Final	Inicial Im	Final Psi	Inicial Psi	Final Psi	ESTÁTICA MCA						
0	4	1002.08	19.86	0.2600	1	1.195	0.140	0.37	1002.08	1001.940	0	1.940	0	3	2	3	3	PVC 160 psi			
4	6	1000	9.84	0.2600	1	1.195	0.070	0.37	1001.940	1001.87	1.940	2.67	2.78196	4	3	3	1	PVC 160 psi			
6	11	999.2	24.71	0.2600	1	1.195	0.170	0.37	1001.870	1001.7	2.670	4.76	3.82878	7	5	3	3	PVC 160 psi			
11	12	996.94	19.34	0.2600	1	1.049	0.460	0.48	1001.700	1001.24	4.760	4.07	6.82584	6	5	3	3	HGTL			
12	17	997.17	23.77	0.2600	1	1.195	0.160	0.37	1001.240	1001.08	4.070	7.27	5.83638	10	8	3	3	PVC 160 psi			
17	21	993.81	19.46	0.2600	1	1.195	0.130	0.37	1001.080	1000.95	7.270	11.08	10.42518	16	12	3	3	PVC 160 psi			
21	24	989.87	14.7	0.2600	1	1.195	0.100	0.37	1000.950	1000.85	11.080	9.99	15.88872	14	11	2	2	PVC 160 psi			
24	27	990.86	8.14	0.2600	1	1.195	0.060	0.37	1000.850	1000.79	9.990	9.13	14.32566	13	10	1	1	PVC 160 psi			
27	37	991.66	46.81	0.2600	1	1.195	0.320	0.37	1000.790	1000.47	9.130	13.39	13.09242	19	15	6	6	PVC 160 psi			
37	41	987.08	20.2	0.2600	1	1.195	0.140	0.37	1000.470	1000.33	13.390	15.62	19.20126	22	17	3	3	PVC 160 psi			
41	51	984.71	49.28	0.2600	1	1.195	0.340	0.37	1000.330	999.99	15.620	19.46	22.39908	28	22	7	7	PVC 160 psi			
51	52	980.53	20.78	0.2600	1	1.049	0.500	0.48	999.990	999.49	19.460	21.18	27.90564	30	24	3	3	HGTL			
52	56	978.31	18.87	0.2600	1	1.195	0.130	0.37	999.490	999.36	21.180	21.34	30.37212	31	24	3	3	PVC 160 psi			
56	60	978.02	18.72	0.2600	1	1.195	0.130	0.37	999.360	999.23	21.340	18.74	30.60156	27	22	3	3	PVC 160 psi			
60	65	980.49	25.44	0.2600	1	1.195	0.170	0.37	999.230	999.06	18.740	18.62	26.87316	27	22	3	3	PVC 160 psi			
65	71	980.44	981.5	29.4	0.2600	1	1.195	0.200	0.37	999.060	998.86	18.620	17.36	26.70108	25	21	4	4	PVC 160 psi		
71	77	981.5	982	29.62	0.2600	1	1.195	0.200	0.37	998.860	998.66	17.360	16.66	24.89424	24	20	4	4	PVC 160 psi		
77	80	982.57	14.71	0.2600	1	1.195	0.100	0.37	998.660	998.56	16.660	15.99	23.89044	23	20	2	2	PVC 160 psi			
80	81	982.57	10.22	0.2600	1	1.049	0.240	0.48	998.560	998.32	15.990	16.34	22.92966	23	20	1	1	HGTL			
81	85	981.98	19.46	0.2600	1	1.195	0.130	0.37	998.320	998.19	16.340	16.32	23.43156	23	20	3	3	PVC 160 psi			
85	88	981.87	14.35	0.2600	1	1.195	0.100	0.37	998.190	998.09	16.320	17.41	23.40288	25	21	2	2	PVC 160 psi			
88	89	980.68	37.53	0.2600	1	1.049	0.900	0.48	998.090	997.19	17.410	19.28	24.96594	28	24	5	5	HGTL			
89	91	977.91	10.37	0.2600	1/2	0.716	0.860	1.03	997.190	996.33	19.280	17.62	27.64752	25	23	1	1	PVC 160 psi			
91	95	978.71	34.68	0.2600	1/2	0.622	10.590	1.37	996.330	988.74	17.620	6.96	25.26708	10	23	5	5	HGTL			
95	98	978.78	14.58	0.2600	1/2	0.716	1.200	1.03	988.740	984.54	6.960	4.8	9.98064	7	22	2	2	PVC 160 psi			
98	104	979.74	29.28	0.2600	1/2	0.716	2.420	1.03	984.540	982.12	4.800	2.79	6.8832	4	23	4	4	PVC 160 psi			
104	17.C3	979.33	962.64	27.11	0.2600	1/2	0.716	2.240	982.120	979.88	2.790	17.24	4.0086	25	39	4	4	PVC 160 psi			

EL ROSARIO CALCULOS HIDRAULICOS		PRES. DINÁMICAS																	
Est.	Po.	Po (mts.)	Cotas	Dist. Horizontal	Caudal	Ø Comercial	Ø Interno	HF	Velocidad	Piezometrica	Piezometrica	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Presión	Tubería	Tubos
		Pf (mts.)		DH (mts.)	l/s	Ø (pulg.)	Ø (pulg.)	Mts.	m/s	Inicio	Final	Inicial m	Final m	Inicial Psi	Final Psi	ESTÁTICA MCA			
0.03	8.03	966.13	960.23	72.8	0.0644	3/4	0.824	0.430	0.1933564	966.13	965.700	0	5.470	0	8	42		10	HG TL
8.03	9.03	960.23	959.84	6.49	0.0644	3/4	0.926	0.010	0.1531056	965.700	965.69	5.470	5.85	7.84398	8	42		1	PVC 250 psi
9.03	10.03	959.84	960.04	7.54	0.0644	3/4	0.926	0.010	0.1531056	965.690	965.68	5.850	5.64	8.3889	8	42		1	PVC 250 psi
10.03	12.03	960.04	961.77	30	0.0644	3/4	0.926	0.050	0.1531056	965.680	965.63	5.640	3.86	8.08776	6	40		4	PVC 250 psi
12.03	13.03	961.77	962.8	16.06	0.0644	3/4	0.926	0.030	0.1531056	965.630	965.6	3.860	2.8	5.53524	4	39		2	PVC 250 psi
13.03	14.03	962.8	962.76	14.78	0.0644	3/4	0.926	0.030	0.1531056	965.600	965.57	2.800	2.81	4.0152	4	39		2	PVC 250 psi
14.03	16.03	962.76	958.22	29.96	0.0644	3/4	0.926	0.050	0.1531056	965.570	965.52	2.810	7.3	4.02954	10	44		4	PVC 250 psi
16.03	17.03	958.22	962.64	13.23	0.0644	3/4	0.926	0.020	0.1531056	965.520	965.5	7.300	2.86	10.4682	4	39		2	PVC 250 psi

EL ROSARIO CALCULOS HIDRAULICOS																			
Est.	Po.	Po(mts.)	Pf(mts.)	Cotas	Dist. Horizontal DH(mts.)	Caudal l/s	Ø Comercial Ø (pulg.)	Ø Interno Ø (pulg.)	HF Mts.	Velocidad m/s	Piezométrica Inicio	Piezométrica Final	Presión Inicial m.	Presión Final m.	Presión Inicial Psi	Presión Final Psi	PRESTACION ESTÁTICA MCA	Tubería PVC Tubos	Tubos Psi
17.C3	18.C3	962.64	961.08	962.64	9.74	0.3020	1	1.195	0.090	0.4308257	962.64	962.550	0	1.470	0	2	41	1	PVC 160 psi
18.C3	23.C3	961.08	952.45	961.08	91.17	0.3020	1	1.049	2.880	0.5590961	962.550	959.67	1.470	7.22	2.10798	10	50	13	HG TL
23.C3	27.C3	952.45	952.49	952.45	48.85	0.3020	1	1.195	0.440	0.4308257	959.670	959.23	7.220	6.74	10.35348	10	50	7	PVC 160 psi
27.C3	28.C3	952.49	951.95	952.49	17.94	0.3020	1	1.195	0.160	0.4308257	959.230	959.07	6.740	7.12	9.66516	10	50	2	PVC 160 psi
28.C3	30.C3	951.95	950.05	951.95	30.88	0.3020	1	1.195	0.280	0.4308257	959.070	958.79	7.120	8.74	10.21008	13	52	4	PVC 160 psi
30.C3	33.C3	950.05	953.37	950.05	39.3	0.3020	1	1.195	0.350	0.4308257	958.790	958.44	8.740	5.07	12.53316	7	49	5	PVC 160 psi
33.C3	35.C3	953.37	952.2	953.37	34.99	0.3020	1	1.195	0.310	0.4308257	958.440	958.13	5.070	5.93	7.27038	9	50	5	PVC 160 psi
35.C3	38.C3	952.2	949.54	952.2	30.1	0.3020	1	1.195	0.270	0.4308257	958.130	957.86	5.930	8.32	8.50362	12	53	4	PVC 160 psi
38.C3	39.C3	949.54	944.63	949.54	16.29	0.302	1	1.195	0.150	0.4308257	957.860	957.71	8.320	13.08	11.93088	19	57	2	PVC 160 psi
39.C3	41.C3	944.63	947.7	944.63	28.01	0.302	1	1.195	0.250	0.4308257	957.710	957.46	13.080	9.76	18.75672	14	54	4	PVC 160 psi
41.C3	45.C3	947.7	954.79	947.7	48.75	0.302	1	1.195	0.440	0.4308257	957.460	957.02	9.760	2.23	13.99584	3	47	7	PVC 160 psi
45.C3	48.C3	954.79	955.48	954.79	35.33	0.302	1	1.195	0.320	0.4308257	957.020	956.7	2.230	1.22	3.19782	2	47	5	PVC 160 psi
48.C3	49.C3	955.48	955.02	955.48	15.27	0.302	1	1.195	0.140	0.4308257	956.700	956.56	1.220	1.54	1.74948	2	47	2	PVC 160 psi
49.C3	51.C3	955.02	938.53	955.02	73.56	0.302	1	1.049	2.320	0.5590961	956.560	954.24	1.540	15.71	2.20836	23	64	10	HG TL
51.C3	53.C3	938.53	941.29	938.53	21.8	0.302	1	1.195	0.200	0.4308257	954.240	954.04	15.710	12.75	22.52814	18	61	3	PVC 250 psi
53.C3	54.C3	941.29	940.7	941.29	12	0.302	1	1.195	0.110	0.4308257	954.040	953.93	12.750	13.23	18.2835	19	61	2	PVC 250 psi
54.C3	58.C3	940.7	929.7	940.7	81.33	0.302	1	1.195	0.730	0.4308257	953.930	953.2	13.230	23.5	18.97182	34	72	11	PVC 250 psi
58.C3	59.C3	929.7	935.88	929.7	29.74	0.302	1	1.195	0.270	0.4308257	953.200	952.93	23.500	17.05	33.699	24	66	4	PVC 250 psi
59.C3	60.C3	935.88	932.82	935.88	15.75	0.302	1	1.195	0.140	0.4308257	952.930	952.79	17.050	19.97	24.4497	29	69	2	PVC 250 psi
60.C3	64.C3	932.82	919.56	932.82	84.1	0.302	1	1.195	0.760	0.4308257	952.790	952.03	19.970	32.47	28.63698	47	83	12	PVC 250 psi
64.C3	67.C3	919.56	914.49	919.56	46.28	0.302	1	1.195	0.420	0.4308257	952.030	951.61	32.470	37.12	46.56198	53	88	6	PVC 250 psi
67.C3	68.C3	914.49	909.28	914.49	23.7	0.302	1	1.049	0.750	0.5590961	951.610	950.86	37.120	41.58	53.23008	60	93	3	HG TL
68.C3	TS	909.28	946	909.28	125.9	0.302	1	1.195	1.130	0.4308257	950.860	949.73	41.580	3.73	59.62572	5	56	17	PVC 250 psi

