



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

**DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES,
ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**

Walda Ioanna Maldonado Lam

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES,
ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WALDA IOANNA MALDONADO LAM
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
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 DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES,
ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**

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



Walda Ioanna Maldonado Lam



Guatemala, 14 de noviembre de 2012
Ref.EPS.DOC.1506.11.12

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Walda Ioanna Maldonado Lam** con carné No. **200516173**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS”**.

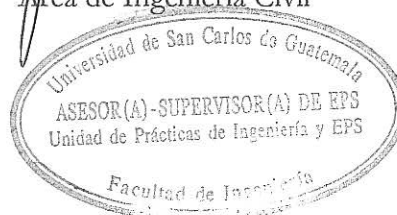
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
29 de enero de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Walda Ioanna Maldonado Lam, 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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
8 de marzo de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Walda Ioanna Maldonado Lam, 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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 04 de abril de 2013

Ref.EPS.D.273.04.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

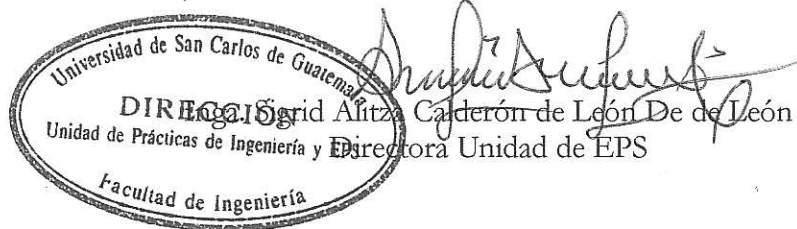
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Walda Ioanna Maldonado Lam**, quien fue debidamente asesorada y supervisada 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"



SACdL/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación de la estudiante Walda Ioanna Maldonado Lam, titulado DISEÑO DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco DIRECTOR



Guatemala, junio 2013

/bbdeb.



Universidad de San Carlos
de Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG.381.2013

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 DE EDIFICIO COMUNAL DE DOS NIVELES PARA EL CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS**, presentado por la estudiante universitaria **Walda Ioanna Maldonado Lam**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 6 de junio de 2013

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por bendecirme con la culminación de mi carrera universitaria.
Universidad de San Carlos de Guatemala	En especial a la Facultad de Ingeniería.
Mis padres	Por darme la vida y ser mi mayor ejemplo de superación.
Mis hermanos	Por su apoyo incondicional.
Mis sobrinos	Por llenar mi vida de alegría.
Mi novio	Por su cariño y apoyo en todo momento.
Mi cuñado	Por brindarme su apoyo.
Mis tíos	Por apoyarme siempre.
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz	Por la asesoría para la entrega del presente trabajo.

A todo aquel que siempre estuvo
conmigo en mi largo caminar.

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme conocimiento, inteligencia y sabiduría para culminar mis estudios.
- Mis padres** Sonia Edelmira Lam, por su apoyo incondicional, Carlos Humberto López de León por su cariño, Edbin Aroldo Maldonado Sandoval (q.e.p.d.), por guiarme desde el cielo.
- Mis hermanos** Paola, por brindarme mis estudios universitarios, Cindy, Aroldo (q.e.p.d.), Lorena (q.e.p.d.), William, Kevin y Kenneth Lam, por ser mi principal motivación para cumplir mis metas.
- Mis sobrinos** Samuel y Emily Maldonado, Daniel Mérida, por estar siempre a mi lado.
- Mi novio** Andrés Ajiatás Guzmán, por su amor y su apoyo incondicional.
- Mi cuñado** Juan Alberto Reynoso Lemus, por apoyarme desde el inicio en mis estudios.

Mi abuela

Estela Lam Mazariegos (q.e.p.d.), por cuidarme siempre desde el cielo.

Mis tíos

Alberto Hidalgo y Floridalma de Hidalgo, Manolo Zúñiga y Mercedes de Zúñiga, por apoyarme siempre.

Mis amigos

Por su amistad y apoyo en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÌMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Tajumulco, San Marcos	1
1.1.1. Localización del municipio	1
1.1.1.1. Ubicación geográfica	2
1.1.1.2. Demografía	2
1.1.1.3. División administrativa	3
1.1.2. Aspectos físicos	4
1.1.2.1. Clima	4
1.1.2.2. Vías de comunicación	5
1.1.2.3. Tipología de vivienda	6
1.1.3. División política	7
1.1.3.1. Cabecera municipal	7
1.1.3.2. Aldeas	7
1.1.3.3. Caseríos	7
1.1.3.4. Sectores y cantones	8
1.1.4. Aspectos económicos	8
1.1.4.1. Producción	8
1.1.4.2. Servicios existentes	9

1.1.5.	Diagnóstico de necesidades de infraestructura	11
1.1.5.1.	Descripción de necesidades	11
1.1.5.2.	Priorización de necesidades	11
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño de edificio comunal de dos niveles para el caserío Cheanjes, aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos.....	13
2.1.1.	Descripción de edificio comunal de dos niveles.....	13
2.1.2.	Estudio de suelos	13
2.1.3.	Diseño arquitectónico	15
2.1.3.1.	Áreas	15
2.1.3.2.	Distribución.....	16
2.1.3.3.	Alturas	16
2.1.4.	Análisis Estructural	17
2.1.4.1.	Predimensionamiento estructural.....	17
2.1.4.2.	Modelo matemático de marcos dúctiles	19
2.1.4.3.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles.....	19
2.1.4.3.1.	Cargas verticales	20
2.1.4.3.2.	Cargas horizontales	20
2.1.4.4.	Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani.....	28
2.1.4.5.	Momentos últimos por envolventes de momentos	40
2.1.4.6.	Diagrama de corte	41
2.1.4.7.	Diagrama de momentos.....	42
2.1.4.8.	Resultados de análisis usando ETABS.....	44
2.1.5.	Diseño estructural.....	44

2.1.5.1.	Diseño de losas.....	45
2.1.5.1.1.	Losas nivel I.....	45
2.1.5.1.2.	Losas nivel II.....	55
2.1.5.2.	Diseño de vigas.....	61
2.1.5.3.	Diseño de columnas.....	64
2.1.5.4.	Diseño de zapatas	72
2.1.5.5.	Diseño de cimientos	80
2.1.6.	Diseño de gradas.....	81
2.1.7.	Instalaciones eléctricas	84
2.1.8.	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	88
2.1.8.1.	Agua potable.....	88
2.1.8.2.	Drenajes.....	94
2.1.9.	Presupuesto desglosado.....	97
2.1.10.	Presupuesto integrado	97
2.1.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	99
2.1.12.	Evaluación económica	103
2.1.12.1.	Valor Presente Neto (VPN)	103
2.1.12.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	104
3.	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS.....	105
3.1.	Descripción del sistema de agua potable.....	105
3.2.	Datos de la fuente de agua.....	105
3.2.1.	Aforo	105
3.3.	Calidad del agua.....	106
3.3.1.	Análisis físico-químico.....	106
3.3.2.	Examen bacteriológico.....	107
3.4.	Levantamiento topográfico.....	107
3.5.	Población.....	108

3.5.1.	Población actual y tasa de crecimiento.....	108
3.5.2.	Periodo de diseño.....	108
3.5.3.	Población futura	109
3.6.	Criterios de diseño	110
3.6.1.	Dotación de agua	110
3.6.2.	Factores de consumo	111
3.6.2.1.	Factor día máximo	111
3.6.2.2.	Factor hora máximo	111
3.6.3.	Caudales de diseño	112
3.6.3.1.	Caudal medio diario.....	112
3.6.3.2.	Caudal máximo diario	113
3.6.3.3.	Caudal máximo horario.....	113
3.7.	Diseño hidráulico del sistema.....	114
3.7.1.	Captación	114
3.7.2.	Línea de conducción	114
3.7.3.	Tanque de almacenamiento	118
3.7.4.	Línea de distribución	128
3.7.5.	Red de distribución.....	128
3.8.	Obras de arte	132
3.8.1.	Caja rompe presión	132
3.8.2.	Conexiones prediales	133
3.8.3.	Válvulas	133
3.9.	Paso aéreo.....	134
3.10.	Paso aéreo de 20 metros	146
3.11.	Paso de zanjón de 6 metros.....	146
3.12.	Desinfección	146
3.13.	Programa de operación y mantenimiento	147
3.14.	Propuesta de tarifa.....	147
3.15.	Presupuesto integrado	149

3.16.	Evaluación de impacto ambiental	150
3.17.	Evaluación socioeconómica.....	151
3.17.1.	Valor Presente Neto (VPN)	151
3.17.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	152
CONCLUSIONES.....		153
RECOMENDACIONES.....		155
BIBLIOGRAFÍA.....		157
APÉNDICES.....		159
ANEXOS		199

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Microregionalización Tajumulco, San Marcos	4
2.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m), carga muerta, marco A.....	35
3.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m), carga muerta, marco A.	35
4.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m), carga viva, marco A.....	36
5.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m), carga viva, marco A.....	37
6.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m), fuerza sísmica, marco A.	39
7.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m), fuerza sísmica, marco A.....	39
8.	Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m).	41
9.	Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m).....	42
10.	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m).....	43
11.	Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m).....	43
12.	Planta típica de losas del primer nivel	46
13.	Detalle de solera de humedad-cimiento	81
14.	Momentos para gradas	83
15.	Diagrama de momentos	121
16.	Solera corona y su refuerzo	123
17.	Momentos en el punto O	125
18.	Anclaje de soporte	144

TABLAS

I.	Censo poblacional 2002.....	3
II.	Bosque muy húmedo subtropical cálido (BMHSC)	5
III.	Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (BMHMBS)	5
IV.	Bosque muy húmedo montano subtropical (BMHMS)	5
V.	Horarios de transporte público.....	9
VI.	Indicadores de educación.....	10
VII.	Fuerzas por marco sentido Y.....	27
VIII.	Fuerzas por marco sentido X.....	28
IX.	Envolvente de vigas	40
X.	Envolvente de columnas	41
XI.	Diámetro de subramales	89
XII.	Equivalencias de gastos en tuberías de agua	90
XIII.	Cálculo de diámetro de tubería de agua potable	91
XIV.	Unidades de gasto para tuberías de distribución	92
XV.	Gastos probables para el método de Hunter (lt/s)	93
XVI.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples.....	94
XVII.	Unidades, diámetro mínimo y sifones de descarga.	95
XVIII.	Presupuesto integrado para edificio de dos niveles	98
XIX.	Boleta de riesgos ambientales, edificio comunal de dos niveles	99
XX.	Aforo fuente Las Vacas	106
XXI.	Periodo de diseño	109
XXII.	Dotación (lts/hab/día)	110
XXIII.	Factor día máximo.....	111
XXIV.	Factor hora máximo.....	112
XXV.	Tensión en el cable	137
XXVI.	Longitud de péndolas	139
XXVII.	Presupuesto integrado para sistema de agua potable	150

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada, separación de estribos
A	Área
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qmax	Caudal máximo
Qm	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
Φ	Diámetro
HG	Hierro galvanizado
I	Inercia
Kg/m ²	Kilogramo por metro cuadrado
psi	Libra por pulgada cuadrada
L/hab/día	Litros por habitante por día
L/seg	Litros por segundo
L	Longitud
\geq	Mayor o igual que
\leq	Menor o igual que
mca	Metros columna de agua
N	Periodo de diseño
π	Pi, 3,14159
Po	Población actual
Pf	Población futura

P	Presión
PD	Presión dinámica
t	Recubrimiento
Σ	Sumatoria
V	Velocidad

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del concreto).
Aforo	Cantidad de agua que produce una fuente en un tiempo determinado, en tiempo de estiaje.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Altimetría	Parte de la topografía que indica la diferencia de altitud entre el punto situado y el punto de referencia.
Análisis Físico-Químico	Procedimiento de laboratorio que determina los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
Caudal	Volúmen del fluído en la unidad de tiempo.
Carga muerta	Carga que no puede moverse de un lugar a otro.
Carga viva	Carga que si puede moverse de un lugar a otro.

COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Cota piezométrica	Altura de presión del agua que se tiene en un punto dado.
Desinfección	Destruir los gérmenes del agua.
Dotación	Cantidad de agua en un tiempo determinado que una persona necesita para satisfacer sus necesidades.
Estiaje	Término hidrológico que se refiere a la fuente cuando ésta se encuentra a su nivel mínimo.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Nacimiento	Lugar de brote a la superficie del acuífero.
Pérdida de carga	Energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto.

Planimetría	Parte de la topografía entre las medidas horizontales del terreno y su superficie.
Presión	Fuerza que actúa sobre la unidad de superficie.
Topografía	Ciencia que determina las dimensiones de la superficie de la tierra a través de distancias, direcciones y elevaciones.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.
Vereda	Camino angosto, formado por el paso de peatones y ganado entre las comunidades del área rural.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de un edificio comunal de dos niveles para el caserío Cheanjés, aldea El Malacate y un diseño del sistema de agua potable para el caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.

Está conformado por lo siguiente:

En el capítulo uno se describe la fase de investigación, que contiene la monografía y diagnóstico sobre las necesidades de los servicios básicos y priorización de las mismas.

En el capítulo dos a través de la fase servicio técnico profesional, se presentan las normas utilizadas para el presente proyecto, tanto del edificio comunal como del sistema de agua potable.

Diseño de edificio comunal de dos niveles, contiene el diseño arquitectónico, análisis estructural, diseño estructural y presupuesto, así como el diseño analizado con marcos dúctiles.

Diseño de sistema de agua potable, contiene las condiciones de un sistema por gravedad y su presupuesto.

En la parte final del trabajo, se presenta un juego de planos para cada proyecto y su debido presupuesto.

OBJETIVOS

General

Diseñar un edificio comunal de dos niveles para aulas de escuela primaria y salón comunal para el caserío Cheanjés de aldea El Malacate y un sistema de agua potable para el caserío Chechán de aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.

Específicos

1. Priorizar proyectos de infraestructura por medio del Ejercicio Profesional Supervisado aplicando conocimientos de la carrera de Ingeniería Civil.
2. Determinar las necesidades de infraestructura del municipio de Tajumulco, San Marcos.
3. Determinar métodos de apoyo para la comunidad y el mantenimiento de cada proyecto de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad poner en práctica las diferentes áreas de la carrera de Ingeniería Civil, a través de un estudio e investigación de dos proyectos, contribuyendo con el desarrollo del municipio de Tajumulco. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, propone una serie de perfiles con asesoramiento al estudiante para resolver problemas durante el desarrollo del mismo.

Se encuentra una serie de proyectos de infraestructura en distintas comunidades, por lo que se prioriza aplicando los conocimientos de ingeniería. Realizando diagnóstico, estudio, diseño, planificación y supervisión, con las herramientas que conlleva una evaluación. Se expone programación, organización e información técnica para control interno de actividades realizadas en las visitas de supervisión y trabajo de graduación que se realizarán durante seis meses, en los que se espera cumplir con los objetivos trazados dentro de las comunidades que serán beneficiadas.

El documento presenta los proyectos priorizados con el asesor-supervisor de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), eligiéndolos mediante el diagnóstico realizado con la Dirección Municipal de Planificación (DMP), del municipio de Tajumulco, San Marcos, siendo estos el diseño de un sistema de agua potable en el caserío Chechán de aldea Toninchún y el diseño de un edificio comunal de dos niveles en el caserío Cheanjés de la aldea El Malacate.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Tajumulco, San Marcos

Tajumulco en la lengua Mam significa tajo de tortilla Tajo de Mulco se deduce que en esta región habitaron aborígenes de la cultura Maya y Mam. Etimológicamente Tajumulco significa “En la rinconada” y proviene de la lengua *Náhuatl* (mexicano) *Tlalli*-tierra, *Xumull*-rincón y *Co*-lugar (pequeño diccionario etimológico de voces guatemaltecas, Jorge Luis Arreola).

La fundación del municipio se remonta desde el tiempo de la colonia según los monumentos de las ruinas que fueron investigadas y exploradas en 1935 por una compañía norteamericana, en la obra Recordación Florida, escrita en 1690, es citado el nombre de Santa Isabel Tajumulco, dependiente del curato de Tejutla, que pertenecía al corregimiento de Quetzaltenango.

1.1.1. Localización del municipio

La cabecera municipal de Tajumulco colinda al norte con los municipios de Sibinal, Tacaná y San José Ojetenam, al este con los municipios de Tejutla y San Marcos, al sur con los municipios de San Pablo y Malacatán, y al oeste con el estado de Unión Juárez, México y el municipio de Sibinal.

1.1.1.1. Ubicación geográfica

La cabecera municipal de Tajumulco se encuentra a 289 kilómetros de la ciudad capital y la distancia desde la cabecera departamental de San Marcos hacia el municipio es de 37 kilómetros. La altitud es de 2 500 metros de altura sobre el nivel del mar y su extensión territorial de 450 Kilómetros cuadrados, el número de comunidades identificadas es de 152. El municipio se ubica en latitud de 15 grados 4 minutos 57 segundos y en longitud 91 grados 55 minutos 20 segundos.

La aldea El Malacate se encuentra ubicada en la microrregión Cutzulchimá parte media a una distancia de 2,50 kilómetros al sur de la cabecera municipal y a 39,50 kilómetros de la cabecera departamental, colinda al norte con la cabecera municipal Tajumulco, al sur con caserío Nuevo Chesuc, al este con aldea Chana y caserío Cheanjes, y al oeste con el caserío Tuislá.

La aldea Toninchún se encuentra ubicada en la microrregión Cutzulchimá parte alta a una distancia de 5 kilómetros al este de la cabecera municipal y a 42 kilómetros de la cabecera departamental, colinda al norte con el caserío El Rancho, al sur con el caserío Santa Isabel, al este con caserío Nuevo Mirador, y al oeste con el caserío Chechán.

1.1.1.2. Demografía

De acuerdo al último censo realizado para el municipio de Tajumulco según el Instituto Nacional de Estadística (INE año 2002) la población total fue de 41 308 habitantes, 20 692 hombres (50,09 por ciento) y 20 616 mujeres (49,91 por ciento). La superficie territorial es de 300 Kilómetros cuadrados y la densidad poblacional es de 137,69 por kilómetro cuadrado.

Según el último censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2002), para aldeas y caseríos son los siguientes datos poblacionales:

Tabla I. **Censo poblacional 2002**

LUGAR POBLADO	CATEGORÍA	HOMBRES	%	MUJERES	%	POBLACIÓN TOTAL
Tajumulco	Municipio	20 692	50,09	20 616	49,91	41 308
El Malacate	Aldea	300	50,34	296	49,66	596
Cheanjés	Caserío	138	47,10	155	52,90	293
Toninchún	Aldea	538	48,51	571	51,49	1109
Chechán	Caserío	160	45,85	189	54,15	349

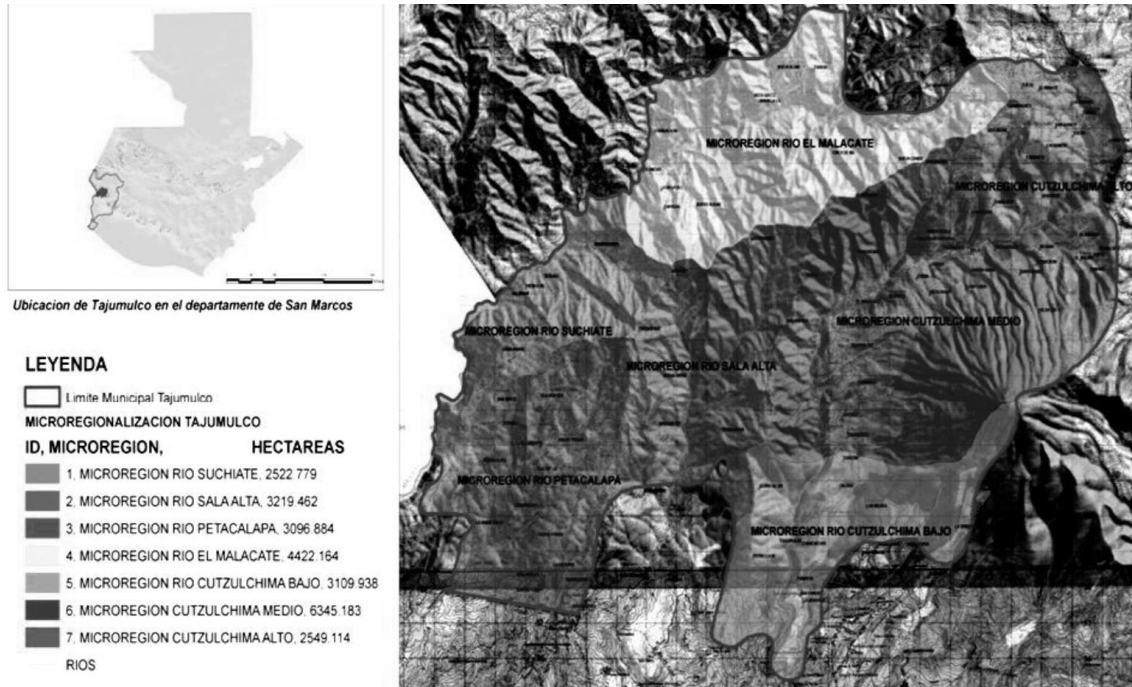
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo Poblacional 2002.

1.1.1.3. **División administrativa**

La cabecera municipal de Tajumulco, actualmente está dividida por micro-regiones de la siguiente manera:

- Micro-Región río Cutzulchimá zona alta
- Micro-Región río Cutzulchimá zona media
- Micro-Región Cutzulchimá zona baja
- Micro-Región río Sala
- Micro-Región río Suchiate zona alta
- Micro-Región río Suchiate zona baja
- Micro-Región río Petacalapa

Figura 1. Microrregionalización Tajumulco, San Marcos



Fuente: Plan de Desarrollo, Tajumulco, San Marcos.

1.1.2. Aspectos físicos

Entre los aspectos físicos principales se pueden mencionar.

1.1.2.1. Clima

El clima de la región presenta frío en la parte alta y cálido en la boca costa. Las unidades bioclimáticas y suelos del municipio presentan las siguientes características:

Tabla II. **Bosque muy húmedo subtropical cálido (BMHSC)**

Altitud	800 a 1600 msnm
Precipitación Pluvial Anual	2000 a 4000 mm
Temperatura Media Anual	Mínima 12 grados centígrados Máxima 18 grados centígrados

Fuente: Plan de Desarrollo, Tajumulco, San Marcos.

Tabla III. **Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (BMHMBS)**

Altitud	1800 a 3000 msnm
Precipitación pluvial anual	2000 a 4000 mm
Temperatura media anual	Mínima 12 grados centígrados Máxima 18 grados centígrados

Fuente: Plan de Desarrollo, Tajumulco, San Marcos.

Tabla IV. **Bosque muy húmedo montano subtropical (BMHMS)**

Altitud	2800 a 3000 msnm
Precipitación pluvial anual	1000 a 2000 mm
Temperatura media anual	Menor de 12 grados centígrados en los meses de noviembre a marzo registrando capas de hielo en la parte alta del municipio.

Fuente: Plan de Desarrollo, Tajumulco, San Marcos.

1.1.2.2. **Vías de comunicación**

Desde la cabecera departamental de San Marcos hacia la cabecera municipal de Tajumulco hay una distancia de 37 kilómetros, de los cuales 27 son parte de la Ruta Nacional 12 (RN-12) desde la cumbre de la Aldea Tuichán (el entronque) hacia la cabecera municipal hay 10 Kilómetros y el acceso es de

terracería la cual se encuentra en malas condiciones a pesar de que se ha hecho todo lo posible por darle buen mantenimiento, siendo la ruta nacional a la ciudad capital con una distancia de 289 kilómetros.

El segundo acceso hacia la cabecera municipal es por la parte alta, con acceso por la aldea Boxoncán, de terracería con la característica de ser inclinado lo que lo hace poco transitable.

El tercer acceso está ubicado al sur de la cabecera municipal, por la parte costera desde el municipio San Pablo, por las gestiones que la administración municipal del periodo de 1988 a 1993 se logró el paso de vehículos de todo tipo por éste rumbo.

Las vías de acceso para las 152 comunidades que posee el municipio de Tajumulco son veredas muy estrechas transitadas únicamente a pie, ya que no tienen las condiciones suficientes para permitir el paso de vehículos.

1.1.2.3. Tipología de vivienda

El tipo de vivienda que se encuentra en las aldeas es de estilos sencillos construidos con materiales que se encuentran en el lugar, existen dos tipos de viviendas que son:

- Techo de lámina, paredes de adobe, madera o lámina y piso de tierra.
- Paredes de block con terraza fundida o lámina y piso cerámico o de tierra.

1.1.3. División política

El municipio de Tajumulco se divide en cabecera, aldeas, caseríos y sectores.

1.1.3.1. Cabecera municipal

La jurisdicción municipal de Tajumulco incluye por la cabecera municipal, denominada Santa Isabel Tajumulco siendo la única región urbana.

1.1.3.2. Aldeas

El municipio de Tajumulco comprende 32 aldeas que son: Totaná, Unión Tolash, Nueva Florida, San Juan Bullaj, Toquián Grande, Nuevo Progreso, Esquipulas Media Cuesta, San José la Paz, Nuevo Porvenir, Pueblo Nuevo, Sholwitz, Santa Lucía Talush, Estrella del Norte, El Carrizal, La Unidad, Unión La Loma, Tuiquiá, Chanchicupe, Los Angeles, Tochosh, Villa Nueva, Tocuto, Toquián Chico, El Malacate, El Malacatillo, Chana, Toninchún, Las Brisas, Boxoncán, Tuinimá, Villa Real, Tuipic, Tuiquimamel.

1.1.3.3. Caseríos

El municipio de Tajumulco comprende 110 caseríos que son: Vista Frontera, Nuevo Suchiate, 20 de Febrero, Los Ramírez, Unión Santa Clara, Taxcontze, Talquián, 30 de Abril, Nuevo Laureles, Monte Cristo, Loma Norte, Flor Petén, Tuicimiento, 20 de Diciembre, La Vega San José La Paz, Cuatro Caminos, Nueva Victoria, Tajumulquito, Nueva Colonia Pueblo Nuevo, Costa Rica, El Calvario, Nueva Colonia Chesjane, San Luis Chesjane, Nueva Esperanza, Nuevo San Rafael, Linda Vista, Nuevo Belén, San Andrés Los

Altos, Esquipulas Chemuc, Nueva Liberación, La Estancia, Tuislá, Nuevo Paraíso, Nuevo Rosario, Chantzaj, Nueva Maravilla, Vista Quetzal, La Vega del Suchiate, Nueva Alianza, La Libertad, 20 de Octubre, San Ramón, El Naranja, Los Gómez, Chesuc, Nuevo Monte Cristo, Tochincuto, Tuinimxac, Tuiquinque, Cheanjes, La Montañita, El Nuevo Horizonte, 5 de Mayo, La Vega, Buenos Aires, Loma Real, Buena Vista, Vista Hermosa, Faldas del Volcán, Loma Linda, Santa Isabel, Chechán, Piedra Redonda, Toninxac, El Nuevo Mirador, Nueva Candelaria, Monte Perla, Estrella Blanca, Santa Rosa de los Altos, Los Miches, Toninchún Chico, San Luis Chetzá, Shexubel, La Laguna, Chebonete, Tuitzil, Los Cerritos, El Remate, Tuicatze, La Ventana Villa Hermosa, San Juan Pie de la Cuesta, El Triunfo, La Guardia, El Milagro, Los Molinos, Altar Sonora, La Nueva Batalla, Shewitz, El Rancho, El Molino, Tosacmuc, El Jardín, Villa Linda, La Corona, Villa Flor, Tuisquinque.

1.1.3.4. Sectores y cantones

El municipio de Tajumulco comprende 3 cantones que son: Mi Pueblito, Villeda, Los Juárez y comprende 3 sectores que son: sector Tolá I, sector Tolá II, sector Tolá III.

1.1.4. Aspectos económicos

Entre otros, se tiene: producción y servicios existentes.

1.1.4.1. Producción

En la aldea Toninchún el 97 por ciento de los habitantes sostienen a su familia con sus productos agrícolas dentro de los cuales encontramos la zanahoria, la papa, el repollo, el maíz y el haba.

En la aldea El Malacate el 95 por ciento de los habitantes poseen productos agrícolas que son el café, el maíz, el frijol y las hortalizas, cultivos que se producen todo el año para el sostenimiento de la familia.

1.1.4.2. Servicios existentes

- Transporte público

El transporte público se mantiene los siete días de la semana, contando con cuatro camionetas extraurbanas, dos en San Marcos y dos en Tajumulco, que cubren ida y vuelta en ambos lados, siendo los horarios los siguientes:

Tabla V. Horarios de transporte público

San Marcos a Tajumulco	5:45 am y 6:15 am
Tajumulco a San Marcos	12:00 pm y 13:00 pm
Tajumulco a San Marcos	4:30 am y 6:30 am
San Marcos a Tajumulco	12:00 pm y 13:00 pm

Fuente: elaboración propia.

En febrero del 2011 se introdujo la asociación de taxistas de la aldea Toninchún que transitan de seis de la mañana a siete de la noche de la cabecera municipal de Tajumulco a la cumbre de Tuichán y viceversa.

- Salud

En relación a Salud y Asistencia Social dentro del municipio se encuentra la participación de ONG's e instituciones como Care, Asoprode, Mi Familia Progresista, Acción Contra el Hambre y Centro de Salud, que prestan servicios de

vacunación, evaluación médica, medicinas, control natal y prenatal, entre otros. La cobertura y atención de cada una de ellas es parcial.

- Educación

Todas las comunidades cuentan con escuela primaria, aunque algunas no poseen infraestructura e imparten las clases en el salón comunal o en la Auxiliatura. Esto se debe a que las poblaciones de la microrregión no poseen los recursos económicos suficientes para crear los edificios que necesitan. Se ha identificado como fortalezas del municipio en el ámbito educación: el aumento de la cobertura escolar en los niveles primario oficial y la tasa de relación de niñas y niños que es de 0,97 en el 2010.

Tabla VI. **Indicadores de educación**

Nivel	Inscritos	Porcentaje de crecimiento 2008 - 2009
Primaria	12 449	10,59
Párvulos	940	32,96
Diversificado	122	18,45
Básico	1 560	69,38
Total	15 071	

Fuente: MINEDUC conteo rápido 2008.

1.1.5. Diagnóstico de necesidades de infraestructura

Se trata de conocer la naturaleza de las necesidades, mediante la observación.

1.1.5.1. Descripción de necesidades

Las necesidades de infraestructura del municipio de Tajumulco son: agua potable, salón comunal, salud y educación.

Se requiere un sistema de agua potable para llevar el recurso vital a cada vivienda para el consumo diario en cantidades adecuadas para cada familia beneficiada con el proyecto y se necesita un lugar para actividades sociales y culturales que contribuyan con el progreso de la comunidad.

1.1.5.2. Priorización de necesidades

La priorización de una infraestructura de carácter social y cultural que sea desarrollo para una comunidad que necesita una instalación grande y techada para su desarrollo y realizar actividades comunitarias, como lo es un salón comunal.

Brindar un abastecimiento de agua potable para el consumo diario de cada habitante y el saneamiento rural de los mismos, con una línea de conducción adecuada y distribución diaria y considerable para cada vivienda.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio comunal de dos niveles para el caserío Cheanjés, aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos

El diseño del edificio comunal de dos niveles se basa en una estructura de carácter social y cultural que contribuya con el desarrollo para el caserío Cheanjés.

2.1.1. Descripción de edificio comunal de dos niveles

El proyecto en el caserío Cheanjés, consiste en la construcción de un edificio comunal de dos niveles, el primer nivel para aulas de escuela primaria y el segundo nivel para un salón comunal.

El tipo de estructura consiste en marcos dúctiles compuesto por vigas, columnas y losas planas de concreto armado, muros de block para separación de ambientes, piso de cemento líquido, puertas y ventanas de hierro.

2.1.2. Estudio de suelos

Con una muestra inalterada de 1 pie³ tomada a 2,00 m de profundidad, mediante el ensayo de compresión triaxial, diagrama de mohr, con el método de cálculo de valor soporte del Dr. Karl Terzaghi por ser uno de los más aproximados para tipos de suelo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Desplante	D	= 2,00 m
Base	B	= 1,00 m
Peso específico del suelo	Ys	= 1,26 T/m ³
Ángulo de fricción interna	Ø	= 12,71°
Carga última	Cu	= 2,50 T/m ²
Factor de seguridad	fu	= 3,0
Tipo de suelo		Arcilla orgánica color café

- Cambiar a radianes

$$\varnothing \text{ rad} = \frac{\varnothing * \Pi}{180} \quad \varnothing \text{ rad} = \frac{12,71 * \Pi}{180} = 0,2218$$

- Factor de flujo de carga Nq

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\Pi - \varnothing \text{ rad}\right) \tan \varnothing}}{2 \cos^2(45 + \varnothing/2)} \quad Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\Pi - 0,2218\right) \tan 12,71}}{2 \cos^2(45 + 0,2218/2)} = 7,52 \text{ ton/m}^2$$

- Factor de flujo de carga última Nc

$$Nc = \cot \varnothing * (Nq - 1) \quad Nc = \cot 12,71^\circ * (7,52 - 1)$$

$$Nc = 28,90$$

- Factor de flujo de Y

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \varnothing \quad N\gamma = 2 * (7,52 + 1) * \tan 12,71$$

$$N\gamma = 3,84$$

- Valor soporte + último q_o

$$q_0 = 0,4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1,3CuNc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Nq$$

$$q_0 = 0,4 * 1,26 * 1,00 * 3,84 + 1,3 * 2,5 * 28,90 + 1,26 * 2,00 * 7,52$$

$$q_0 = 114,81 \text{ ton/m}^2$$

- Valor soporte neto último q_{on}

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

$$q_{on} = 114,81 - 1,26 * 2,00 = 112,29 \text{ ton/m}^2$$

- Valor soporte de diseño

$$q_d = q_o / f_c = 114,81 / 3 = 38,27 \text{ ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo es de 38,27 ton/m², el cual será utilizado para el diseño de la cimentación del edificio.

2.1.3. Diseño arquitectónico

El proyecto en el caserío Cheanjés, consiste en la construcción de un edificio comunal de dos niveles, el primer nivel para aulas de escuela primaria y el segundo nivel para un salón comunal.

El tipo de estructura consiste en marcos dúctiles compuesto por vigas, columnas y losas planas de concreto armado, muros de block para separación de ambientes, piso de cemento líquido, puertas y ventanas de hierro.

2.1.3.1. Áreas

En el primer nivel se promedia un número de 30 alumnos por aula con un espacio de 1,5 m² por cada uno. En el segundo nivel se promedia un número de 300 personas para ocupar el salón comunal. Por lo que:

Aula	42 m ²
Servicio sanitario	6,84 m ²
Pasillo	21 m ²

Módulo de gradas	11,4 m ²
Salón comunal	166 m ²
Escenario	21 m ²
Camerinos	18 m ²

2.1.3.2. Distribución

En el primer nivel se cuenta con 200 m² que contienen 3 aulas, un módulo de baños, módulo de gradas y un pasillo. En el segundo nivel se cuenta con 166 m² que contiene un salón comunal con un escenario y dos camerinos.

La distribución de los ambientes será de forma tradicional ajustándola apropiadamente para los habitantes del caserío Cheanjés por lo que serán los siguientes:

Para el primer nivel: servicios sanitarios, aulas para escuela primaria, pasillo y módulo de gradas.

Para el segundo nivel: salón comunal, escenario y camerinos.

2.1.3.3. Alturas

La altura del primer nivel será de 2,60 m de luz libre, cada aula con una medida de 5,5 x 7,6 m², el pasillo con una medida de 1,5 x 18 m². La altura del segundo nivel será de 3,30 m de luz libre, que tendrá un salón comunal de 9,2 x 18 m² con un escenario de 1 m sobre el nivel del piso terminado (npt) y dos camerinos de 1,10 x 3 m².

La altura de las ventanas en el primer nivel será de 1,30 m y en el segundo nivel será de 1,80 m sobre el nivel de piso terminado (npt) y la puerta

principal de cada ambiente, las puertas de los servicios sanitarios y la bodega con una altura de 2,10 m sobre el nivel de piso terminado (npt), la puerta principal del salón comunal tendrá 2,50 m de altura.

2.1.4. Análisis Estructural

El análisis completo de la estructura requiere de las dimensiones de todos sus miembros, que están determinados por el diseño según las fuerzas que actúan en la estructura.

2.1.4.1. Predimensionamiento estructural

El pre dimensionamiento de una estructura consiste en darle medidas preliminares a cada uno de los elementos que la componen, como lo son las losas, las vigas, las columnas y los cimientos, para analizarlos con cargas y escoger las medidas que cumplan con los requisitos mínimos del reglamento ACI 318-05.

- Losas: utilizando el reglamento ACI 318-05, sección 9.5, se calcula la losa que tenga las dimensiones más grandes haciendo la siguiente relación:

a / b a el lado menor de la losa
 b el lado mayor de la losa

si el resultado es menor a 0,50 trabaja en un sentido, si es mayor a 0,50 trabaja en dos sentidos.

$$4,0 / 5,9 = 0,68$$

0,68 > 0,50 por lo tanto trabaja en dos sentidos.

$$t_{\text{losa}} = (\text{perímetro de losa}) / 180$$

Primer nivel $t_{\text{losa}_1} = 2(5,9+4,0) / 180 = 0,11 \text{ cms}$

Segundo nivel $t_{\text{losa}_2} = 2(5,9+9,6) / 180 = 0,18 \text{ cms}$

Se toma la sección más crítica siendo ésta la siguiente:

$$\text{Espesor de losa}_1 = 12 \text{ cms}$$

$$\text{Espesor de losa}_2 = 18 \text{ cms}$$

- Vigas: dependen de la luz a cubrir y la clase de apoyos que la sostienen.
 - El código ACI 318-05 en la sección 21.3.1.3 requiere que la dimensión mínima para elementos controlados por flexión no debe ser menor que a) 25 cms y b) $0,3 \cdot h$
 - 8 por ciento L de peralte

Se calcula la más crítica para todas las vigas, es decir, la de mayor longitud.

Primer nivel	$t_{\text{viga}} = 5,5 \cdot 0,08 = 0,44 \text{ m}$
	$L / 21 = 5,5 / 21 = 0,26 \text{ m}$
Promedio	$= (0,44 + 0,26) / 2 = 0,35 \text{ m}$
Segundo nivel	$t_{\text{viga}} = 9,2 \cdot 0,08 = 0,74 \text{ m}$
	$L / 16 = 5,5 / 16 = 0,58 \text{ m}$
Promedio	$= (0,74 + 0,58) / 2 = 0,66 \text{ m}$

Primer nivel	Sección de viga = 30 x 40 cms
Segundo nivel	Sección de viga = 40 x 70 cms

- Columnas: para predimensionar las columnas se toma como base la carga aplicada para poder determinar su sección.

El código ACI 318-05 en la sección 21.4.1.1 requiere que la dimensión mínima que se debe de tomar para una columna es de 30 cms en la sección 21.4.1.2 requiere de la relación base altura no debe ser menor de 0,4.

Sección de la columna propuesta = 40 x 40 cms

- Cimientos: Se prevé utilizar zapatas aisladas concéntricas y zapatas combinadas.

Cota propuesta de cimentación= 2,00 m

Espesor propuesto = 0,50 m

2.1.4.2. Modelo matemático de marcos dúctiles

Los marcos dúctiles se refieren a una estructura compuesta de vigas y columnas definiendo las cargas que soporta utilizándolas para el análisis estructural.

2.1.4.3. Cargas aplicadas a marcos dúctiles

Se muestran distintas cargas verticales y cargas horizontales a las cuales está sometida la estructura.

2.1.4.3.1. Cargas verticales

Carga muerta (CM)

Peso del concreto	2400 kg/m ³
Peso de muros	90 kg/m ²
Peso de acabados	60 kg/m ²

Carga viva (CV)

Techo inaccesible	100 kg/m ²
Pasillo	500 kg/m ²
Aulas	300 kg/m ²
Salón	500 kg/m ²
Escaleras	500 kg/m ²

Peso de losa	(20 m* 10m) * 2400 kg/m ³ * 0,12 m	=	57600 kg
Peso de acabados	60 kg/m ²	=	60 kg/m ²
Peso de muro	220 kg/m ²	=	220 kg/m ²
Peso de viga	(0,30m*0,40m)*2400kg/m ³	=	288 kg/m ²

2.1.4.3.2. Cargas horizontales

El código UBC 1997 en la sección 1630.2.1 requiere que el esfuerzo de corte basal total diseño en una dirección determinada debe estar en base a la siguiente formula:

$$V = C_v I W / R T$$

Caso 1

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe exceder lo siguiente:

$$V = 2.5C_a I W / R \quad \text{Caso 2}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor a:

$$V = 0.11C_a I W \quad \text{Caso 3}$$

Además, para la zona sísmica 4, el esfuerzo de corte basal total también no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = 0.8Z N_v I W / R \quad \text{Caso 4}$$

Donde:

C_v = coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-R del UBC, usar $0.64N_v$

I = factor de importancia que proporciona la tabla 16-K del UBC, usar 1.

R = coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales como se establecen en las tablas 16-N o 16- P, para este caso usar 8.5.

T = periodo de vibración elástico fundamental, en segundos, de la estructura en la dirección bajo consideración.

C_a = coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-Q del UBC, usar $0.44N_a$.

Z = factor de zona sísmica que proporciona la tabla 16-I del UBC, usar un factor de 0.4.

N_v = factor de cercanía a la fuente, utilizado en la determinación de C_v en la zona sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a

fallas conocidas con magnitudes y tasa de deslizamiento como se establece en las tablas 16-T y 16-U del UBC, tomar un factor 1.

Na = factor de cercanía a la fuente de origen utilizado al determinar Ca en la zona sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y relaciones de deslizamiento como se establecen en las tablas 16-S y 16-U, tomar un factor igual a 1.

W = carga muerta sísmica total de la estructura

V = esfuerzo de corte basal

El periodo de la estructura lo encontramos con la siguiente formula:

$$T = Ct(Hn)^{3/4}$$

Donde:

T = periodo en segundos

Ct = coeficiente numérico para cálculo de periodo, usar 0.0731.

Hn = altura en metros del edificio

$$T = 0,0731(13,5)^{3/4} = 0,51 \text{ segundos}$$

$$Cv = 0,64Nv = 0,64*1 = 0,64$$

$$Ca = 0,44Na = 0,44*1 = 0,44$$

$$\text{Caso 1} \quad V = 0,64 * 1 * 300\ 762,20 / 13,5 * 0,51 = 27\ 695,02$$

$$\text{Caso 2} \quad V = 2,5 * 0,44 * 1 * 300\ 762,20 / 8,5 = 38\ 922,17$$

$$\text{Caso 3} \quad V = 0,11 * 0,44 * 1 * 300\ 762,20 = 14\ 556,89$$

$$\text{Caso 4} \quad V = 0,8 * 0,4 * 1 * 1 * 300\ 762,20 / 8,5 = 11\ 322,81$$

Según el código UBC-97 el esfuerzo de corte basal no debe ser mayor que la comprobación, pero en este caso está excediendo el corte basal, por lo que para el diseño se tomará el resultado de la comprobación o caso 2 equivalente a 38 922,17 kg, ya que este es mayor a los resultados de las comprobaciones de caso 3 y caso 4, de ésta manera si cumple todas las condiciones del código UBC-1997.

- Fuerzas por nivel

Según el código UBC-97:

Sección 1630.6 para la distribución horizontal del esfuerzo de corte basal:

$$V_x = F_t + F_x$$

Sección 1630.5 para el periodo

Si $T \leq 0,7$ seg F_t se considera 0.

Ecuación 30-14

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

$$T = 0,51 \text{ seg}$$

$$V_x = F_x$$

$$F_n = \frac{(V - F_t) W h}{\sum W_i h_i} = \frac{V W h}{\sum W_i h_i}$$

- F_n = Fuerza por nivel
 V = Corte basal
 W = Peso por nivel
 h = Altura del nivel

Primer nivel

$$\begin{aligned} W1 &= 187\,390,80 \text{ kg} \\ h1 &= 4,5 \text{ m} \\ W1 * h1 &= 834\,258,60 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Segundo nivel

$$\begin{aligned} W2 &= 113\,371,40 \text{ kg} \\ h2 &= 8,5 \text{ m} \\ W2 * h2 &= 963\,656,90 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$Fn1 = 18\,164,35 \text{ kg}$$

$$Fn2 = 20\,757,81 \text{ kg}$$

- Centro de rigidez

Centro de rigidez en el eje X $Crx = \sum krx / \sum k$

Centro de rigidez en el eje Y $Cry = \sum kry / \sum k$

k rigidez de la columna

k como las columnas tienen la misma sección y altura

$$K = 1K$$

Rx distancia del punto de referencia hacia la columna indicada sobre el eje X

Ry distancia del punto de referencia hacia la columna indicada sobre el eje Y

Segundo nivel

EJE X	Marco	Columnas (C)	K	C*K	L (m)	C*K*L
	A	4	1	4	0	0
	D	4	1	4	9,6	38,4
				8		38,4

$$Crx = 4,80$$

EJE Y	Marco	Columnas (C)	K	C*K	L (m)	C*K*L
	1	2	1	2	17,7	35,4
	2	2	1	2	11,8	23,6
	3	2	1	2	5,9	11,8
	4	2	1	2	0	0
				8		70,8

$$C_{ry} = 8,85$$

Primer nivel

EJE X	Marco	Columnas (C)	K	C*K	L (m)	C*K*L
	A	4	1	4	0	0
	B	4	1	4	4	16
	C	4	1	4	8	32
	D	4	1	4	9,6	38,4
				16		86,4

$$C_{rx} = 8,85$$

EJE Y	Marco	Columnas (C)	K	C*K	L (m)	C*K*L
	1	4	1	4	17,7	70,8
	2	4	1	4	11,8	47,2
	3	4	1	4	5,9	23,6
	4	4	1	4	0	0
				16		141,6

$$C_{ry} = 5,40$$

- Centro de masa

Centro de masa en el eje X

$$C_{mx} = \frac{\sum X \cdot A}{\sum A}$$

Centro de masa en el eje Y

$$C_{my} = \frac{\sum Y \cdot A}{\sum A}$$

k rigidez de la columna

k como las columnas tienen la misma sección y altura

$$K = 1K$$

Rx distancia del punto de referencia hacia la columna indicada sobre el eje X

Ry distancia del punto de referencia hacia la columna indicada sobre el eje Y

Segundo nivel

$$C_{mx} = 4,80$$

$$C_{my} = 8,85$$

Primer nivel

$$C_{mx} = 4,80$$

$$C_{my} = 8,85$$

- Excentricidad

Excentricidad calculada $E_c = / C_m - C_r /$

Excentricidad mínima $E_m = 0,05b$

b longitud de la base perpendicular a la base del eje de análisis

Segundo nivel

$$E_{cx} = 4,80 - 4,80 = 0$$

$$E_{my} = 0,05 * 9,6 = 0,480$$

$$E_{cy} = 8,85 - 8,85 = 0$$

$$E_{mx} = 0,05 * 17,7 = 0,885$$

Primer nivel

$$E_{cx} = 5,40 - 4,85 = 0,550$$

$$E_{my} = 0,05 * 9,6 = 0,480$$

$$E_{cy} = 8,85 - 8,85 = 0$$

$$E_{mx} = 0,05 * 17,7 = 0,885$$

- Fuerzas por marco

Las ecuaciones utilizadas para calcular las fuerzas por marcos son:

$$E_i = \frac{\sum(km \cdot di^2)}{km \cdot di} \quad F_i' = \frac{km \cdot F}{\sum km}$$

$$F_i'' = e \cdot F / E_i \quad F_m = F_i' + F_i''$$

Donde

- F = fuerza por nivel
- Km = rigidez del marco o nivel que se está analizando
- $\sum km$ = rigidez total del nivel
- E = excentricidad
- E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco
- F_i' = fuerza o corte traslacional
- F_i'' = fuerza o corte inducido por sismo

Segundo nivel

Sentido Y

Tabla VII. **Fuerzas por marco sentido Y**

Marco	Km	di	Km*di	Km*di ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	2,00	8,85	17,70	156,65	19,67	5189,45	934,10	6 123,55
2	2,00	2,95	5,90	17,41	59,00	5189,45	311,37	5 500,82
3	2,00	-2,95	-5,90	17,41	-59,00	5189,45	-311,37	5 500,82
4	2,00	-8,85	-17,70	156,65	-19,67	5189,45	-934,10	6 123,55
	8,00			348,10				23 248,75

Fuente: elaboración propia.

Sentido X

Tabla VIII. **Fuerzas por marco sentido X**

Marco	Km	di	Km*di	Km*di ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	4,00	-4,80	-19,20	92,16	-9,60	10378,91	-1037,89	11416,80
D	4,00	4,80	19,20	92,16	9,60	10378,91	1037,89	11416,80
	8,00			184,32				22833,59

Fuente: elaboración propia.

Primer nivel

Sentido Y 20 344,08

Sentido X 20 246,11

2.1.4.4. **Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani**

El procedimiento para el análisis del método de Kani es el siguiente:

Momentos fijos (MF) se calculan cuando existen cargas verticales

$$MF = \pm WL^2 / 12$$

Rigideces de los elementos (K)

$K = I / L$ donde $I =$ inercia del elemento

$L =$ longitud del elemento

Factores de giro o coeficientes de reparto (μ)

$$\mu = - \frac{1}{2} (k / \Sigma K)$$

Momentos de sujeción (Ms) se calculan cuando hay cargas verticales

$$M_s = \sum MF$$

Factores de corrimiento (\ddot{u}) se calculan cuando hay ladeo causado cuando la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U} = - 3/2 (K/\Sigma K)$$

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

Donde FMn fuerza por marco del nivel n

$$H = FM_n$$

Fuerza cortante en el piso (Qn) se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$Q_n = \sum H$$

Momentos de piso (Mn) se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido

$$M_n = Q_n * H_n / 3 \quad H_n \text{ es la altura del piso}$$

Cálculo de iteraciones (M')

$$M' = \mu (M_s + \sum M') \quad \text{sin ladeo}$$

$$M' = \mu (M_s + \sum (M' + M'')) \quad \text{con ladeo}$$

Cálculo de iteraciones, cuando existe ladeo

$$M'' = \ddot{u} (\sum (M'_{ij} + M'_{ji})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M'' = \ddot{u} (M_n + \sum (M'_{ij} + M'_{ji})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

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

$$M_{ij} = MF_{ij} + 2M'_{ij} + M''_{ji} \quad \text{sin ladeo}$$
$$M_{ij} = MF_{ij} + 2M'_{ij} + M''_{ij} \quad \text{con ladeo}$$

Cálculo de los momentos positivos en vigas ($M_{ij} (+)$)

$$M_{ij} (+) = \frac{WL^2}{8} - \frac{M_i (-)}{2} + \frac{M_j (-)}{2}$$

Donde

$M_i (-)$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_j (-)$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho

- Método de Kani para carga muerta

Marco típico, Sentido Y

Momentos fijos (MF_{ij}) Para cargas uniformemente distribuidas (kg-m)

MF_{AB}	=	- 3 048,32	MF_{BA}	=	3 048,32
MF_{BC}	=	- 3 048,32	MF_{CB}	=	3 048,32
MF_{CD}	=	- 3 048,32	MF_{DC}	=	3 048,32
MF_{EF}	=	- 3 784,77	MF_{FE}	=	3 784,77
MF_{FG}	=	- 3 784,77	MF_{GF}	=	3 784,77
MF_{GH}	=	- 3 784,77	MF_{HG}	=	3 784,77

Rigideces de los elementos (K)

Inercia de los elementos rectangulares

$$I = b * h^3 / 12$$

$$I \text{ viga} = 0,0016 \text{ cm}^4 \quad I \text{ columna} = 0,0021 \text{ cm}^4$$

Rigidez en vigas

K_{AB}	=	0,00029	K_{BA}	=	0,00029
K_{BC}	=	0,00029	K_{CB}	=	0,00029
K_{CD}	=	0,00029	K_{DC}	=	0,00029
K_{EF}	=	0,00029	K_{FE}	=	0,00029
K_{FG}	=	0,00029	K_{GF}	=	0,00029
K_{GH}	=	0,00029	K_{HG}	=	0,00029

Rigidez en columnas

K_{AE}	=	0,00053	K_{EA}	=	0,00053
K_{BF}	=	0,00053	K_{FB}	=	0,00053
K_{CG}	=	0,00053	K_{GC}	=	0,00053
K_{DH}	=	0,00053	K_{HD}	=	0,00053
K_{EI}	=	0,00047	K_{IE}	=	0,00047
K_{FJ}	=	0,00047	K_{JF}	=	0,00047
K_{GK}	=	0,00047	K_{KG}	=	0,00047
K_{HL}	=	0,00047	K_{LH}	=	0,00047

Factores de giro o coeficientes de reparto

Rigidez en vigas

K_{AB}	=	-0,17647	K_{BA}	=	-0,13043
K_{BC}	=	-0,13043	K_{CB}	=	-0,13043
K_{CD}	=	-0,13043	K_{DC}	=	-0,17647
K_{EF}	=	-0,11203	K_{FE}	=	-0,09152
K_{FG}	=	-0,09152	K_{GF}	=	-0,09152
K_{GH}	=	-0,09152	K_{HG}	=	-0,11203

Rigidez en columnas

K_{AE}	=	-0,32353	K_{EA}	=	-0,20539
K_{BF}	=	-0,23913	K_{FB}	=	-0,16779
K_{CG}	=	-0,23913	K_{GC}	=	-0,16779
K_{DH}	=	-0,32353	K_{HD}	=	-0,20539
K_{EI}	=	-0,18257	K_{IE}	=	0
K_{FJ}	=	-0,14915	K_{JF}	=	0
K_{GK}	=	-0,14915	K_{KG}	=	0
K_{HL}	=	-0,18257	K_{LH}	=	0

Momentos de sujeción $M_s = \sum M_f$ (kg-m)

M_sA	=	-3 048,32	M_sB	=	0
M_sC	=	0	M_sD	=	3 048,32
M_sE	=	-3 784,77	M_sF	=	0
M_sG	=	-0	M_sH	=	3 784,77

Cálculo de iteraciones (M')

Primera Iteración

$$\begin{aligned}\text{Nudo A} \quad M'_{AB} &= \mu_{AB}(MS_A) \\ &= -0,1765 * (-3\ 048,32) = 537,94 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{AE} &= \mu_{AE}(MS_A) \\ &= -0,3235 * (-3\ 048,32) = 986,22 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nudo B} \quad M'_{BA} &= \mu_{BA}(MS_B + (M'_{AB})) \\ &= -0,13043 * (0 + (537,94)) = -70,17 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{BC} &= \mu_{BC}(MS_B + (M'_{BA})) \\ &= -0,13043 * (0 + (537,94)) = -70,17 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{BF} &= \mu_{BF}(MS_B + (M'_{BA})) \\ &= -0,23913 * (0 + (537,94)) = -128,64 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

Segunda iteración

$$\begin{aligned}\text{Nudo A} \quad M'_{AB} &= \mu_{AB}(MS_A + (M'_{BA} + M'_{EA})) \\ &= -0,1765 * (-3\ 048,32 + (-70,16 + 572,90)) = 449,22 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{AE} &= \mu_{AE}(MS_A + (M'_{BA} + M'_{EA})) \\ &= -0,3235 * (-3\ 048,32 + (-70,16 + 572,90)) = 823,57 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nudo B} \quad M'_{BA} &= \mu_{BA}(MS_B + (M'_{AB} + M'_{BF} + M'_{CB})) \\ &= -0,13043 * (0 + (449,22 + 17,03 + 9,15)) = -62,01 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{BC} &= \mu_{BC}(MS_B + (M'_{AB} + M'_{BF} + M'_{CB})) \\ &= -0,13043 * (0 + (449,22 + 17,03 + 9,15)) = -62,01 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M'_{BF} &= \mu_{BF}(MS_B + (M'_{BA})) \\ &= -0,23913 * (0 + (-62,01)) = 14,93 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

Momentos finales (M_{ij})

$$\begin{aligned} \text{Vigas} \quad M_{AB} &= MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} \\ &= -3\,048,32 + 2*(439,67) + (-59,66) = -2\,228,64 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{BA} &= MF_{BA} + 2M'_{AB} + M'_{BA} \\ &= 3\,048,32 + 2*(439,67) + (-59,66) = 3\,368,66 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Columnas} \quad M_{AE} &= MF_{AE} + 2M'_{AE} + M'_{EA} \\ &= 2*(806,07) + (616,50) = 2\,228,64 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

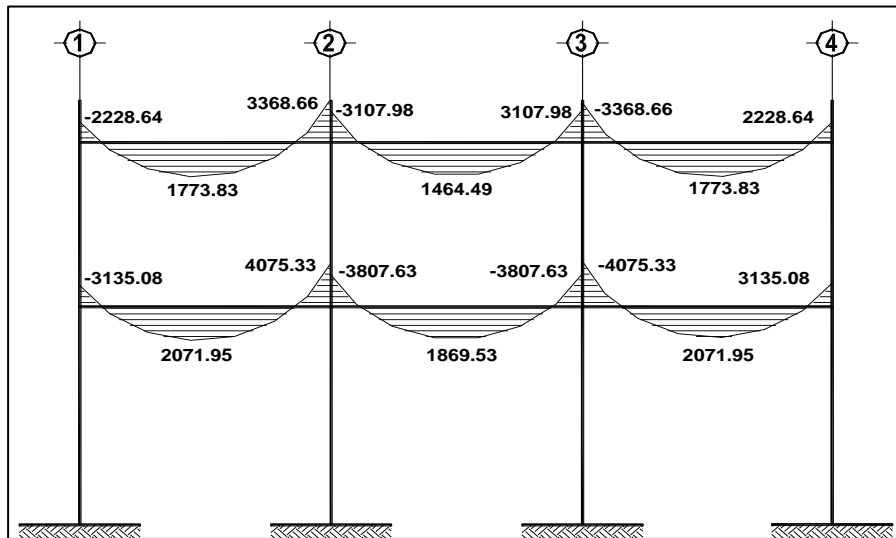
$$\begin{aligned} M_{EA} &= MF_{EA} + 2M'_{EA} + M'_{AE} \\ &= 2*(616,50) + (806,07) = 2\,039,07 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Momentos positivos en vigas ($M_{ij}(+)$)

$$M_{AB} = (MF_{BA} * WL^2/8) - ((M_{AB} + M_{BA}/2)) = 1\,773,83 \text{ kg-m}$$

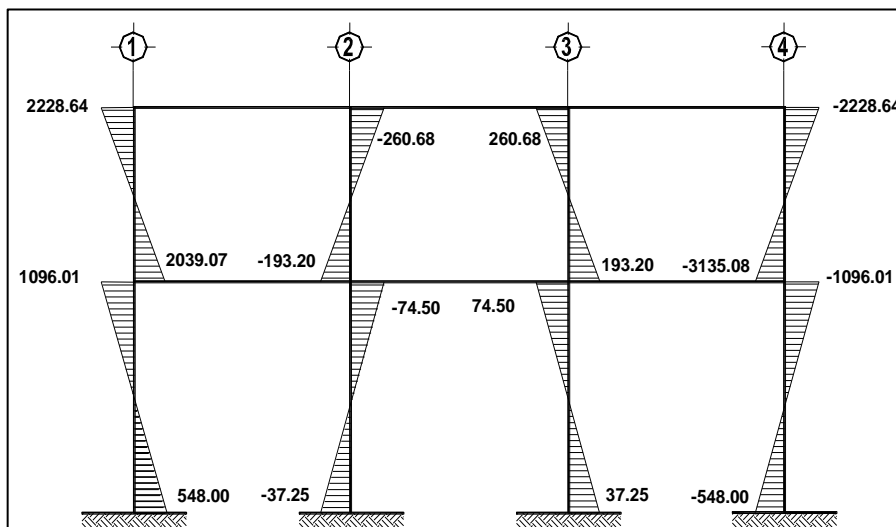
$$M_{BC} = (MF_{BC} * WL^2/8) - ((M_{CB} + M_{BC}/2)) = 1\,464,49 \text{ kg-m}$$

Figura 2. **Diagrama de momentos en vigas (kg-m), carga muerta, marco A**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 3. **Diagrama de momentos en columnas (kg-m), carga muerta, marco A**

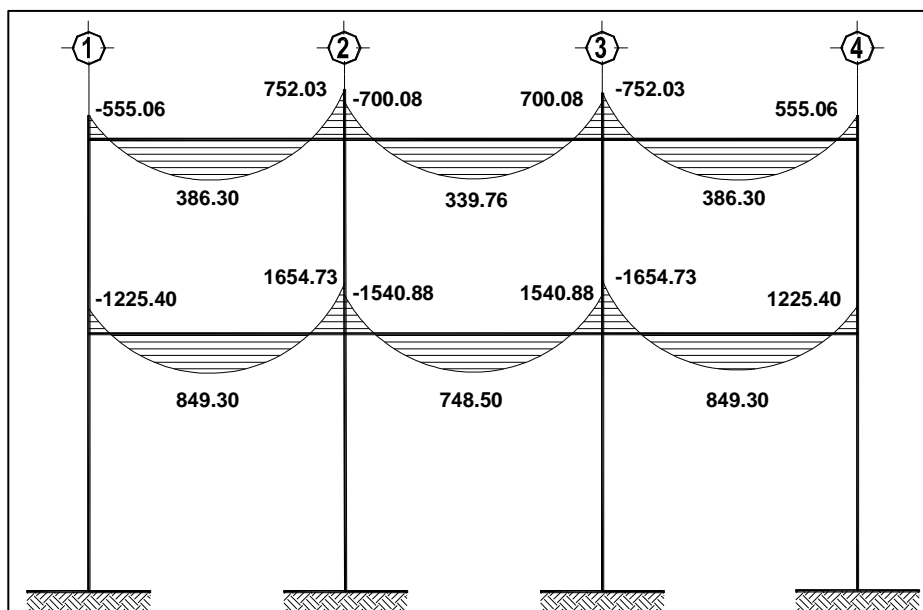


Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

- Método de Kani para carga viva

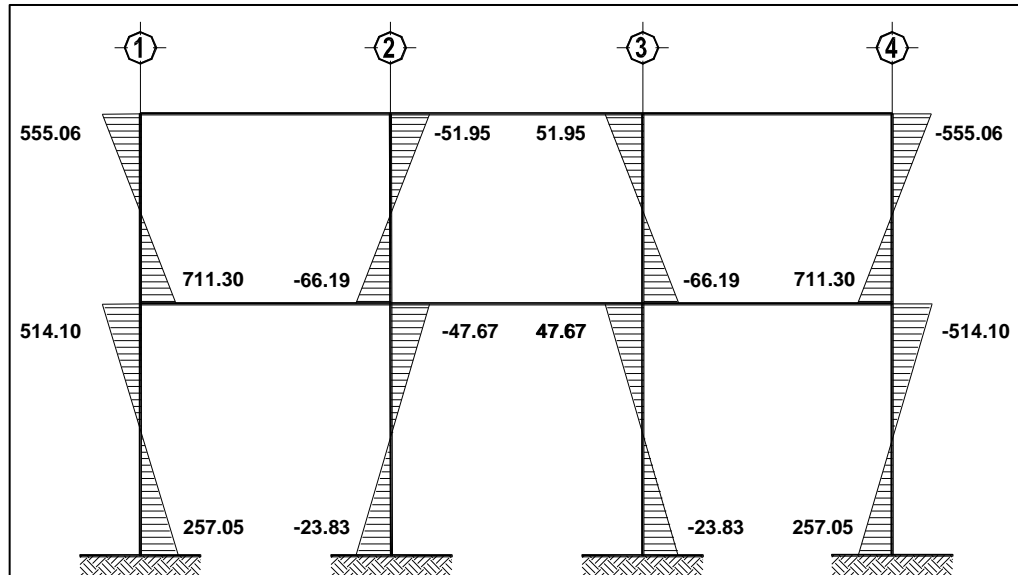
Para el cálculo de momentos de carga viva se utiliza el mismo procedimiento anteriormente descrito en el método de Kani para carga muerta.

Figura 4. Diagrama de momentos en vigas (kg-m), carga viva, marco A



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 5. Diagrama de momentos en columnas (kg-m), carga viva, marco A



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

- Método de Kani para fuerza sísmica

Sentido Y

Factores de corrimiento o desplazamiento

Primer nivel

$$\ddot{U}_{AE} = -1,5 * (K_{AE} / K_{AE} + K_{BF} + K_{CG} + K_{DH})$$

$$\ddot{U}_{AE} = -1,5 * (0,00053/0,00053+0,00053+0,00053+0,00053) = - 0,375$$

Segundo nivel

$$\ddot{U}_{AE} = -1,5 * (0,00053/0,00053+0,00053+0,00053+0,00053) = - 0,375$$

Fuerzas de sujeción

Segundo nivel	23 248,75
Primer nivel	20 344,08

Fuerza cortante en el piso

$$q_{\text{nivel 2}} = 11\,416,80 \qquad q_{\text{nivel 1}} = 16\,692,62$$

Momentos de piso

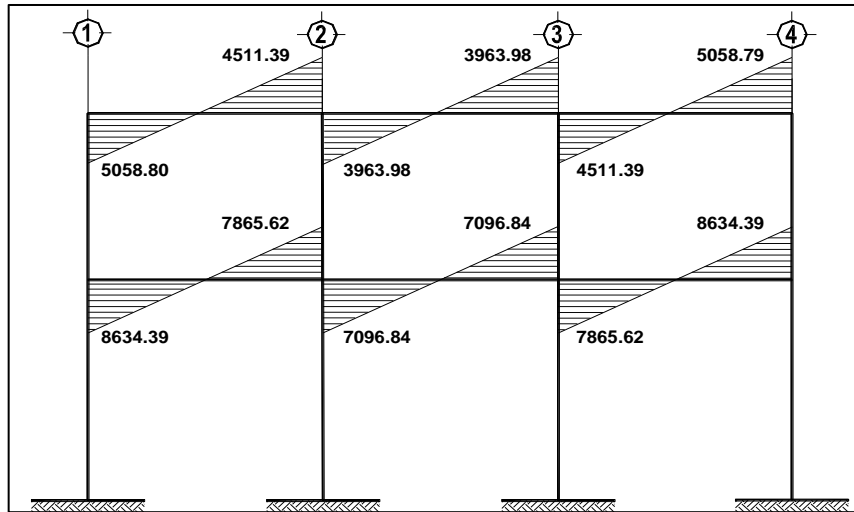
Segundo nivel	$11\,416,80 * 4 / 3 = 15\,222,40$
Primer nivel	$16\,692,62 * 4,5 / 3 = 25\,038,94$

Los valores de las rigideces, factores de giro y factores de corrimiento, son los que se calcularon en el análisis de la carga muerta.

Cálculo de iteraciones

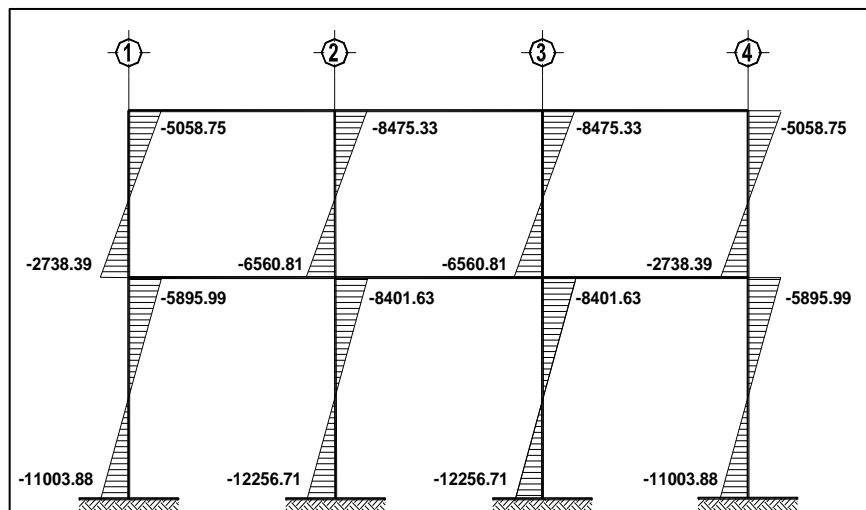
Para el cálculo de momentos de fuerza sísmica se utiliza el mismo procedimiento anteriormente descrito en el método de Kani para carga muerta.

Figura 6. **Diagrama de momentos en vigas (kg-m), fuerza sísmica, marco A**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 7. **Diagrama de momentos en columnas (kg-m), fuerza sísmica, marco A**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Para el análisis en el sentido X, se aplicaron los mismos parámetros utilizados en el sentido Y.

2.1.4.5. Momentos últimos por envolventes de momentos

Son los resultados finales del diseño de cargas muertas, cargas vivas y fuerzas sísmicas. Se aplican las indicaciones del código ACI 318-05 apéndice A, siguientes:

$$M = 1,4 * M_{CM} + 1,7 M_{CV}$$

$$M = 0,75 (1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} \pm 1M_{CS})$$

$$M = 0,9M_{CM} \pm 1M_{CS}$$

Para el sentido Y

Vigas

Tabla IX. **Envolvente de vigas**

COMBINACIONES	M(-)izq (kg-m)	M (+) (kg-m)	M(-)der (kg-m)	V (kg)
1.4 CM + 1.7 CV	-4 063,69	15 564,06	5 994,58	5941,24
0.75(1.4 CM + 1.7 CV) + 1 CS	2 011,03	11 673,05	9 007,32	6195,96
0.75(1.4 CM + 1.7 CV) - 1 CS	-8 106,57	11 673,05	-15,46	2 715,89
0.9 CM + 1 CS	3 053,03	7 855,02	7 543,18	4 732,93
0.9 CM - 1 CS	-7 064,57	7 855,02	-1 479,59	1 252,86

Fuente: elaboración propia.

Columnas

Tabla X. **Envolvente de columnas**

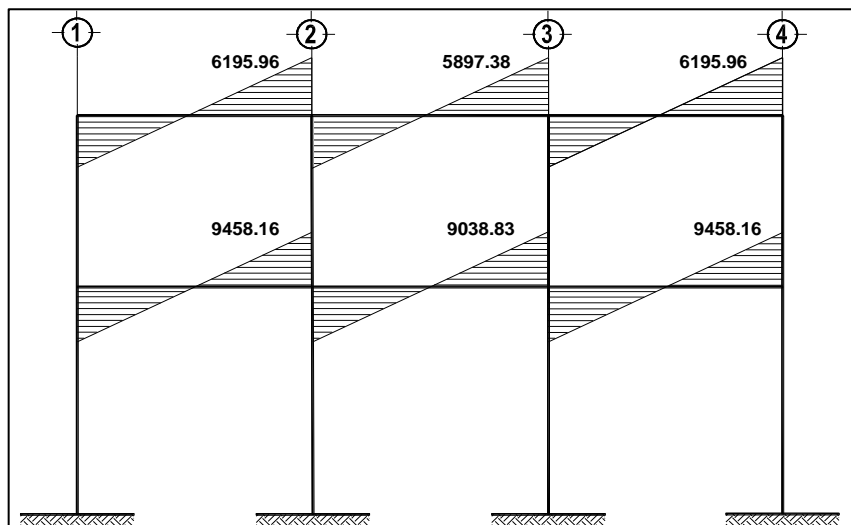
COMBINACIONES	M_{sup} (kg-m)	M_{inf} (kg-m)	V (kg)
1.4 CM + 1.7 CV	4 063,70	4 063,92	2 031,90
0.75(1.4 CM + 1.7 CV) + 1 CS	-2 010,97	309,55	-425,36
0.75(1.4 CM + 1.7 CV) - 1 CS	8 106,52	5 786,33	3 473,21
0.9 CM + 1 CS	-3 052,97	-903,22	-989,05
0.9 CM - 1 CS	7 064,52	4 573,55	2 909,52

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6. Diagrama de corte

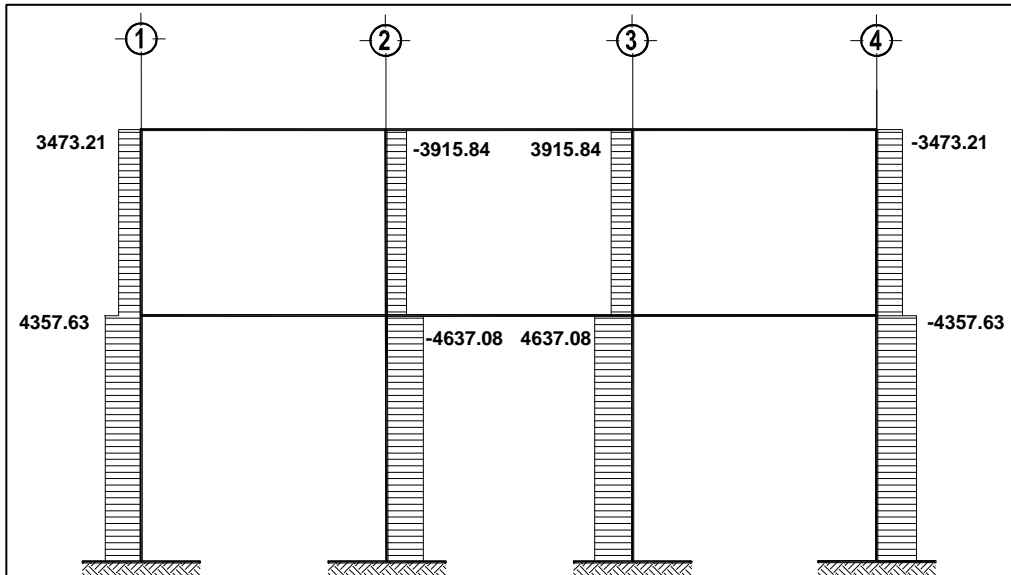
Los datos de los cortes últimos se toman de las tablas IX y X anteriormente dadas en la envolvente de momentos, tomando en cuenta que se escogen los datos mayores.

Figura 8. **Diagrama de cortes últimos en vigas (kg-m)**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 9. Diagrama de cortes últimos en columnas (kg-m)

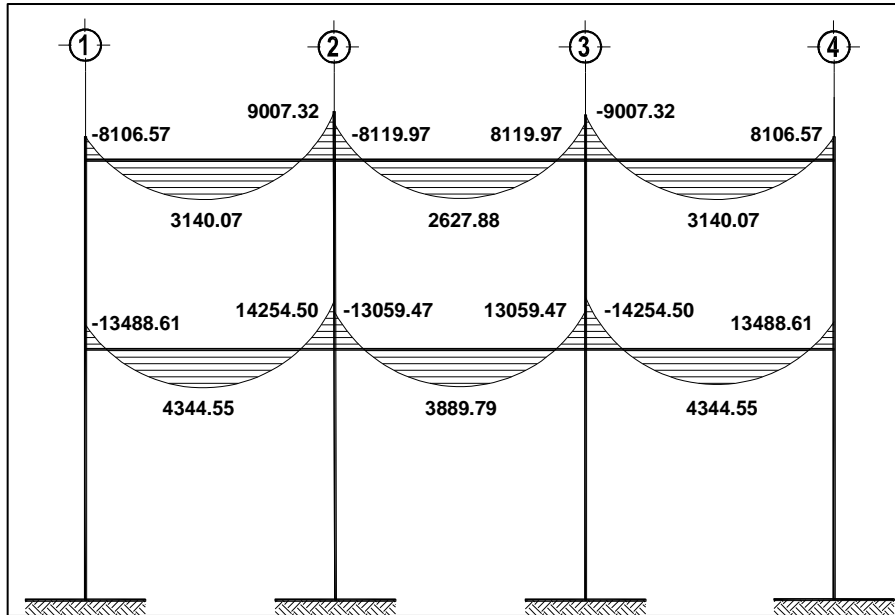


Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

2.1.4.7. Diagrama de momentos

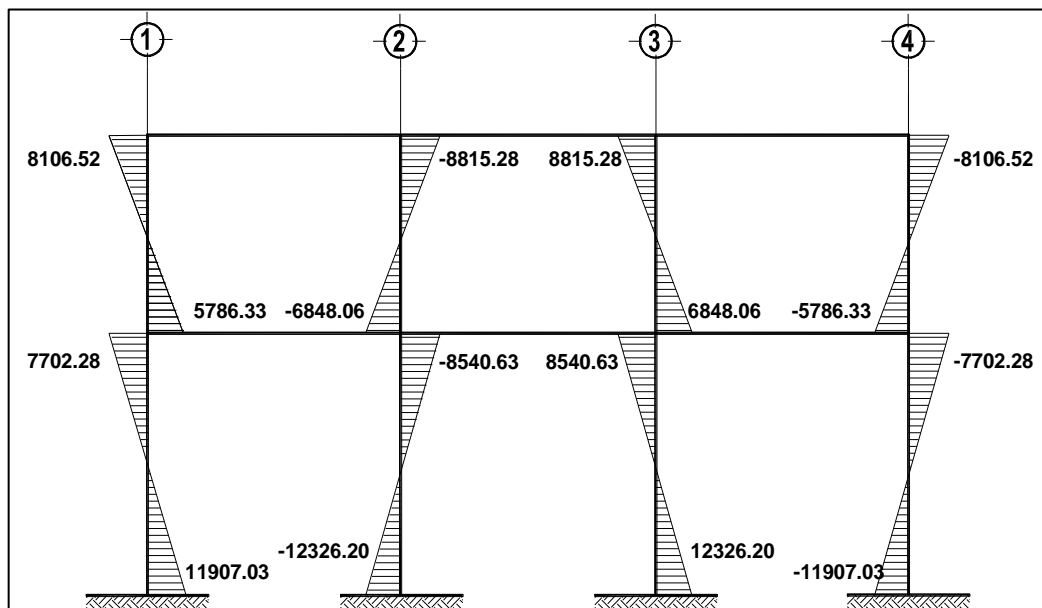
Los datos de los cortes últimos se toman de las tablas V y VI anteriormente dadas en la envolvente de momentos, tomando en cuenta que se escogen los datos mayores.

Figura 10. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m)



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 11. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m)



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

2.1.4.8. Resultados de análisis usando ETABS

El programa ETABS es un sistema de datos integrados, crea un modelo de análisis y diseño de cualquier edificación, integrando un modelo de estructura.

Los métodos numéricos permiten el modelo de sistemas de acero y concreto que transmiten sus cargas a las vigas principales. Incluye cálculo de centro de rigidez, efecto de nudos en los extremos y posibles desplazamientos en los extremos de cada elemento.

Los resultados obtenidos con el programa ETABS fueron comparados con el análisis de la estructura por medio del método Kani, siendo satisfactoria la comparación.

2.1.5. Diseño estructural

Para el diseño de los elementos estructurales se encuentran secciones resistentes a los esfuerzos máximos que se somete a la estructura mediante los cuales se define el área de acero que se va a necesitar según sea el caso.

Para este proyecto se utilizaron las siguientes especificaciones:

Materiales

Peso específico del concreto (W_c)	2400 kg/m ³
Concreto (f'_c)	210 kg/cm ²
Acero (f_y)	2810 kg/cm ²

Recubrimientos mínimos

Columnas	0,04 m	Vigas	0,03 m
Losas	0,02 m	Cimientos	0,075 m

2.1.5.1. Diseño de losas

Las losas del primer nivel serán de losa plana de concreto armado y las losas del segundo nivel serán nervadas. Éstas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Espesor:	$0,09 \text{ m} \leq t \leq 0,15$	losa plana de concreto armado
	$t \geq 0,15$	losa nervada

Para el diseño de losas se aplicará el método 3 del ACI 318-05.

2.1.5.1.1. Losas nivel I

Integración de cargas

Espesor	$t = 0,12 \text{ m}$		
Carga muerta	280 kg/m^2		
Carga viva	500 kg/m^2		
CMu	$1,4 * (280 + (0,12 * 2 400))$	=	$795,20 \text{ kg/m}^2$
CVu	$1,7 * (500)$	=	$850,00 \text{ kg/m}^2$
Carga última	$795,20 + 850,00$	=	$1 645,20 \text{ kg/m}^2$

Figura 12. **Planta típica de losas del primer nivel**

LOSA 1	LOSA 3	LOSA 5
LOSA 2	LOSA 4	LOSA 5
LOSA 1	LOSA 3	LOSA 5

Fuente: elaboración propia.

Momentos negativos

$$M_{a(-)} = C_{a(-)} \cdot C_{U_t} \cdot a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b(-)} \cdot C_{U_t} \cdot b^2$$

Momentos positivos

$$M_{+CM}(a) = C_a \cdot C_{M_u} \cdot a^2$$

$$M_{+CV}(a) = C_a \cdot C_{V_u} \cdot a^2$$

$$M_{+CM}(b) = C_b \cdot C_{M_u} \cdot b^2$$

$$M_{+CV}(b) = C_b \cdot C_{V_u} \cdot b^2$$

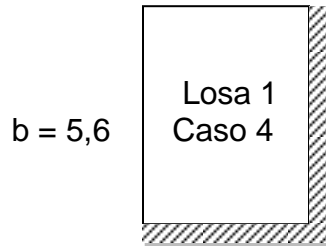
Donde

C = coeficientes para momentos negativos en losas

a = lado corto de la losa actuante

b = lado largo de la losa actuante

$$a = 3,6$$

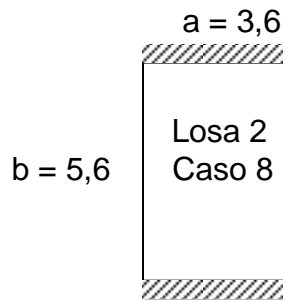


$$m = 0,66 \quad t = 0,12 \text{ m}$$

	Ca	Cb
M(-)	0,085	0,015
M + CM	0,050	0,009
M + CV	0,062	0,011

$$\begin{aligned}
 M(-)a &= 0,085 \cdot 1\,645,20 \cdot 3,7^2 = 1\,914,44 \text{ kg/m}^2 \\
 M(-)b &= 0,015 \cdot 1\,645,20 \cdot 5,6^2 = 773,90 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(a) &= 0,050 \cdot 795,20 \cdot 3,7^2 = 544,31 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(b) &= 0,009 \cdot 795,20 \cdot 5,6^2 = 224,44 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(a) &= 0,062 \cdot 850,00 \cdot 3,7^2 = 721,46 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(b) &= 0,011 \cdot 850,00 \cdot 5,6^2 = 293,22 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	1 914,44	544,31	721,46	1 265,78	421,93
b	773,00	224,44	293,22	517,65	172,55

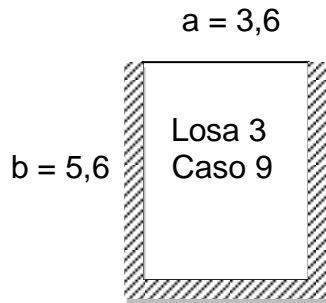


$$m = 0,66 \quad t = 0,12 \text{ m}$$

	Ca	Cb
M(-)	0,074	0,024
M + CM	0,044	0,009
M + CV	0,059	0,011

$$\begin{aligned}
 M(-)a &= 0,074 \cdot 1\,645,20 \cdot 3,7^2 = 1\,666,69 \text{ kg/m}^2 \\
 M(-)b &= 0,024 \cdot 1\,645,20 \cdot 5,6^2 = 1\,238,24 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(a) &= 0,044 \cdot 795,20 \cdot 3,7^2 = 479,00 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(b) &= 0,009 \cdot 795,20 \cdot 5,6^2 = 224,44 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(a) &= 0,059 \cdot 850,00 \cdot 3,7^2 = 686,55 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(b) &= 0,011 \cdot 850,00 \cdot 5,6^2 = 293,22 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	1 666,69	479,00	686,55	1 165,55	388,52
b	1 238,24	224,44	293,22	517,65	172,55



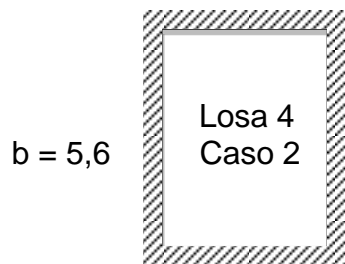
$$m = 0,66 \quad t = 0,12 \text{ m}$$

	Ca	Cb
M(-)	0,083	0,008
M + CM	0,034	0,005
M + CV	0,054	0,009

$$\begin{aligned} M(-)a &= 0,083 \cdot 1\,645,20 \cdot 3,7^2 = 1\,869,39 \text{ kg/m}^2 \\ M(-)b &= 0,008 \cdot 1\,645,20 \cdot 5,6^2 = 412,75 \text{ kg/m}^2 \\ M+CM(a) &= 0,034 \cdot 795,20 \cdot 3,7^2 = 370,13 \text{ kg/m}^2 \\ M+CM(b) &= 0,005 \cdot 795,20 \cdot 5,6^2 = 124,69 \text{ kg/m}^2 \\ M+CV(a) &= 0,054 \cdot 850,00 \cdot 3,7^2 = 628,37 \text{ kg/m}^2 \\ M+CV(b) &= 0,009 \cdot 850,00 \cdot 5,6^2 = 239,90 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	1 869,39	370,13	628,37	998,50	332,83
b	412,75	124,69	239,90	364,59	121,53

$$a = 3,6$$



$$m = 0,66 \quad t = 0,12 \text{ m}$$

	Ca	Cb
M(-)	0,077	0,014
M + CM	0,032	0,006
M + CV	0,053	0,010

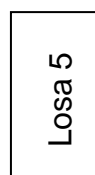
$$\begin{aligned} M(-)a &= 0,077 \cdot 1\,645,20 \cdot 3,7^2 = 1\,734,25 \text{ kg/m}^2 \\ M(-)b &= 0,014 \cdot 1\,645,20 \cdot 5,6^2 = 722,31 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M+CM(a) &= 0,032*795,20*3,7^2 &= 348,36 \text{ kg/m}^2 \\
M+CM(b) &= 0,006*795,20*5,6^2 &= 149,62 \text{ kg/m}^2 \\
M+CV(a) &= 0,053*850,00*3,7^2 &= 616,73 \text{ kg/m}^2 \\
M+CV(b) &= 0,010*850,00*5,6^2 &= 266,56 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	1 734,25	348,36	616,73	965,10	321,70
b	722,31	149,62	266,56	416,18	138,73

Losa 5

1 sentido



$$\begin{aligned}
a &= 1,3 & b &= 5,6 \\
m &= 0,23 & t &= 0,12 \text{ m} \\
\text{Losa en un sentido } m &< 0,5
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M(-)a &= 1\ 645,20*3,7^2 &= 287,04 \text{ kg/m}^2 \\
M+CM(a) &= 795,20*3,7^2 &= 198,60 \text{ kg/m}^2 \\
M+CV(a) &= 850,00*3,7^2 &= 115,85 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$

Balaceo de momentos

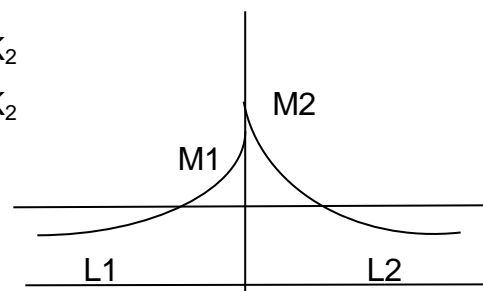
$$\text{Si } M1 > 80\%M2 \quad MB = (M1 + M2) / 2$$

M1 = momento menor M2 = momento mayor

Si M1 < M2 Se determina el balance proporcional a la rigidez (k).

$$K_1 = 1/L_1 \quad D_1 = K_1/K_1 + K_2$$

$$K_2 = 1/L_2 \quad D_2 = K_2/K_1 + K_2$$



Balance de Momentos

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

Sentido X

Losa 1 y 3, Marco 1

$$M1 = 1\,914,44 \text{ kg/m} \quad L1 = 3,70 \text{ m}$$

$$M2 = 1\,869,39 \text{ kg/m} \quad L2 = 3,70 \text{ m}$$

$$0,80 * M2 = 1\,531,55 < M1$$

$$M_b = 1\,914,44 + 1\,869,39 / 2 = 1\,891,91$$

Losa 3 y 5, Marco 1

$$M1 = 1\,869,39 \text{ kg/m} \quad L1 = 3,70 \text{ m}$$

$$M2 = 278,04 \text{ kg/m} \quad L2 = 1,30 \text{ m}$$

$$0,80 * M1 = 1\,495,51 > 278,04$$

$$K1 = 1/3,70 = 0,27$$

$$K2 = 1/1,30 = 0,77$$

$$D1 = 0,27 / (0,27 + 0,77) = 0,26$$

$$D2 = 0,77 / (0,27 + 0,77) = 0,74$$

0,26	0,74
1 869,39	278,04
-413,75	-1 177,60
1 455,64	1 455,64

Sentido Y

Losa 1 y 2, Marco A

$$M1 = 773,90 \text{ kg/m} \quad L1 = 5,60 \text{ m}$$

$$M2 = 1\,666,69 \text{ kg/m} \quad L2 = 5,60 \text{ m}$$

$$0,80 * M2 = 619,12 < 1\,666,69$$

$$M_b = 773,90 + 1\,666,69 / 2 = 1\,220,29$$

Losa 3 y 4, Marco A

$$M1 = 412,75 \text{ kg/m} \quad L1 = 5,60 \text{ m}$$

$$M2 = 722,31 \text{ kg/m} \quad L2 = 5,60 \text{ m}$$

$$0,80 * M1 = 330,20 > 722,31$$

$$M_b = 412,75 + 722,31 / 2 = 567,53$$

Diseño de acero de refuerzo

El refuerzo para las losas se calcula diseñando una viga con un ancho equivalente a 100 cm.

Peralte efectivo

$$d = t - (\text{rec} + \varnothing/2) = 12 - (2 - 0,9525/2) = 9,52$$

Acero mínimo

$$A_s = 0,4\% * (14 * d * b_w / f_y) = 0,4 * (14 * 9,52 * 100 / 2\,810) = 1,90 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

Usando varilla No. 3 ($A = 0,71 \text{ cm}^2$)

$$\begin{array}{ccc} 1,90 & 100 & S = 37,54 \text{ cm} \\ 0,71 & S & \end{array}$$

$$S_{\max} = 3t = 3(12) = 36 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \leq 45 \text{ cm}$$

Como S para varilla No. 3 es $> S_{\max}$ se encuentra el acero mínimo para S_{\max}

$$\begin{array}{ccc} A_{\min} & 100 & A_{\min} = 1,97 \text{ cm} \\ 0,7126 & 36 & \end{array}$$

Con el área de acero mínimo encontrado, se encuentra el momento que resiste:

$$\begin{aligned} M_u &= \phi \left[A_s f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{1,7 f'_c * b} \right) \right] \\ &= 0,90 \left[1,97 * 4\,200 \left(9,52 - \frac{1,98 * 4\,200}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] \\ &= 69\,948,70 \text{ kg} - m \\ &= 699,49 \text{ ton} - m \end{aligned}$$

El momento que resiste el A_{\min} (699,49 kg-m), no cubre todos los momentos de las losas, por lo que los momentos mayores se presentan a continuación con su respectivo A_s requerido y separación (S).

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

Sentido X

Momento (kg-m)	As (cm ²)	As Varilla (cm ²)No. 4	S (cm)
1 891,91	5,5397	1,2668	22,87
1 486,25	4,2998	1,2668	29,46
1 455,64	4,2075	1,2668	30,11
1 355,64	3,9071	1,2668	32,42

Sentido Y

Momento (kg-m)	As (cm ²)	As Varilla (cm ²)No. 4	S (cm)
1 220,29	3,5034	1,2668	36,16
567,53	1,6002	1,2668	79,16
1 165,55	3,3411	1,2668	37,92
517,65	1,4576	1,2668	86,91

Colocar No. 4 @ 0.30 cm en sentido X

Colocar No. 4 @ 0.40 cm en sentido Y

- As por temperatura

Según el Código ACI 318-05 en la sección 7.12.2.1 y 7.12.2.2, el acero por temperatura se utiliza para las losas que actúan en una sola dirección como es el caso de la losa 5, por lo que su armado se diseña a continuación:

$$A_{st} = 0,002bt = 0,002(100)(12) = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 5t = 5 \cdot 12 = 60 \text{ cm}$$

$$S = 29,69 \text{ cm}$$

Colocar As No. 3 @ 30 cm (únicamente en losas con una sola dirección).

- Chequeo a corte

Para las losas planas el cortante que se aplica debe ser una carga concentrada, sus esfuerzos deben resistirse por el concreto y se debe chequear si el peralte es el correcto.

Corte actuante en el sentido corto

$$V_{\max} = CUu * L / 2$$

CUu carga última unitaria

L lado corto de la losa

$$V_{\max} = 1\,645,20 * 3,7 / 2 = 3043,62 \text{ kg}$$

- Corte actuante en el sentido largo

$$V_{\max} = CUu * L / 2$$

CUu carga última unitaria

L lado corto de la losa

$$V_{\max} = 1\,645,20 * 5,6 / 2 = 4\,606,56 \text{ kg}$$

- Corte que resiste el concreto

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

$$V = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 12$$

$$V = 7\,179,29 \text{ kg}$$

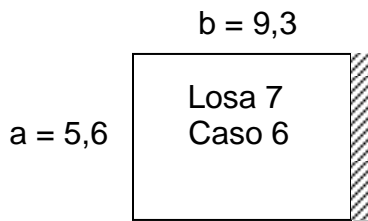
El corte que resiste la losa es mucho mayor al corte actuante, por lo tanto el espesor propuesto es el correcto para utilizar.

2.1.5.1.2. Losas nivel II

Los nervios en el sentido X como en el sentido Y tienen las mismas dimensiones de base por altura, la única diferencia es el largo que cada uno tiene.

Integración de cargas

Carga muerta	60 kg/m ²		
Carga viva	100 kg/m ²		
CMu	1,4*(0,06*0,61*100+0,15*0,12*100+60*0,61) = 58,88 kg/m ²		
CVu	1,7 * (100*0,61)	=	103,70 kg/m ²
Carga última	58,88 + 103,70	=	162,58 kg/m ²

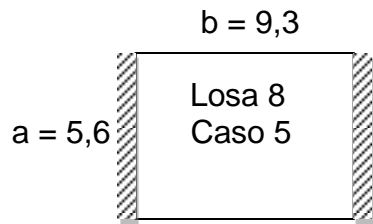


m = 0,60 t = 0,18 m

	Ca	Cb
M(-)	0,095	0,180
M + CM	0,056	0,006
M + CV	0,068	0,008

M(-)a	=	0,095*162,58*5,6 ²	=	484,37 kg/m ²
M(-)b	=	0,180*162,58*9,3 ²	=	10,19 kg/m ²
M+CM(a)	=	0,056*58,88*5,6 ²	=	103,41 kg/m ²
M+CM(b)	=	0,006*58,88*9,3 ²	=	30,56 kg/m ²
M+CV(a)	=	0,068*103,70*5,6 ²	=	221,14 kg/m ²
M+CV(b)	=	0,008*103,70*9,3 ²	=	71,75 kg/m ²

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	484,37	103,41	221,14	324,55	108,18
b	10,19	30,56	71,75	102,31	34,10



$m = 0,60$ $t = 0,18 \text{ m}$

	Ca	Cb
M(-)	0,088	0,180
M + CM	0,037	0,003
M + CV	0,059	0,007

$$\begin{aligned}
 M(-)a &= 0,088 \cdot 162,58 \cdot 5,6^2 &= 448,68 \text{ kg/m}^2 \\
 M(-)b &= 0,180 \cdot 162,58 \cdot 9,3^2 &= 5,09 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(a) &= 0,037 \cdot 58,88 \cdot 5,6^2 &= 63,32 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CM(b) &= 0,003 \cdot 58,88 \cdot 9,3^2 &= 15,28 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(a) &= 0,059 \cdot 103,70 \cdot 5,6^2 &= 191,87 \text{ kg/m}^2 \\
 M+CV(b) &= 0,007 \cdot 103,70 \cdot 9,3^2 &= 62,78 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

	M (-)	M + CM	M + CV	CM + CV	CM+CV/3
a	448,68	68,32	191,87	260,19	86,73
b	5,09	15,28	62,78	78,06	26,02

- Cálculo del área de acero requerida

Losa 7

$$\begin{aligned}
 M(+) &= 102,31 \text{ kg-m} & b &= 61 \text{ cm} \\
 & & d &= 15,50 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_s = 0,17 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar 1 No. 2}$$

- Chequeo (comprobar si trabaja como viga rectangular)

$$a = A_s * f_y / 0,85 * f'_c * b = 0,17 * 4\ 200 / 0,85 * 280 = 0,05 \text{ cm}$$

$$a = 0,85 c$$

$$c = 0,05 / 0,85 = 0,06 \text{ cm}$$

$c < t'$ la viga trabaja como viga rectangular

- Verificar el acero requerido para límites máximos y mínimos

$$A_{smin} = 14 * b * d / f_y = 14 * 61 * 15,5 / 4\ 200 = 3,1517 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * \rho_b * b * d = 0,5 * 0,85 * 61 * 15,5 = 13,50 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318-05, apéndice B

$$\rho_b = 0,85 * B * f'_c * 6120 / f_y * (6120 + f_y)$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * 280 * 6120 / 4200 * (6120 + 4200) = 0,03$$

$$A_{spropuesto} = 2 \text{ No. 5} = 2 * 1,97 = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$M (-) = 34,10 \text{ kg-m}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 15,5 \text{ cm}$$

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

$$A_s = 0,06 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar 1 No. 2}$$

- Verificar el acero requerido para límites máximos y mínimos

$$A_{smin} = 14 \cdot b \cdot d / f_y = 14 \cdot 15 \cdot 15,5 / 4200 = 0,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 15 \cdot 15,5 = 3,32 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318-05, Apéndice B

$$\rho_b = 0,85 \cdot B \cdot f_c \cdot 6120 / f_y \cdot (6120 + f_y)$$

$$\rho_b = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 280 \cdot 6120 / 4200 \cdot (6120 + 4200) = 0,03$$

$$A_{spropuesto} = 2 \text{ No. 3} = 2 \cdot 0,71 = 1,42 \text{ cm}^2$$

Losa 8

$$M (+) = 78,06 \text{ kg-m} \quad \begin{array}{l} b = 61 \text{ cm} \\ d = 15,5 \text{ cm} \end{array}$$

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

$$A_s = 0,13 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar 1 No. 2}$$

- Chequeo (comprobar si trabaja como viga rectangular)

$$a = A_s \cdot f_y / 0,85 \cdot f'_c \cdot b = 0,13 \cdot 4200 / 0,85 \cdot 280 = 0,04 \text{ cm}$$

$$a = 0,85 c$$

$$c = 0,04 / 0,85 = 0,045 \text{ cm}$$

$c < t'$ la viga trabaja como viga rectangular

- Verificar el acero requerido para límites máximos y mínimos

$$A_{smin} = 14 \cdot b \cdot d / f_y = 14 \cdot 61 \cdot 15,5 / 4200 = 3,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 61 \cdot 15,5 = 13,50 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318-05, apéndice B

$$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot 6120 / f_y \cdot (6120 + f_y)$$

$$\rho_b = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 280 \cdot 6120 / 4200 \cdot (6120 + 4200) = 0,03$$

$$A_{spropuesto} = 2 \text{ No. 5} = 2 \cdot 1,97 = 3,96 \text{ cm}^2$$

Momento (-)

$$M (-) = 26,02 \text{ kg-m}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 15,5 \text{ cm}$$

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

$$A_s = 0,04 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar 1 No. 2}$$

- Verificar el acero requerido para límites máximos y mínimos

$$A_{smin} = 14 \cdot b \cdot d / f_y = 14 \cdot 15 \cdot 15,5 / 4200 = 0,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 15 \cdot 15,5 = 3,32 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318-05, apéndice B

$$\rho_b = 0,85 * B * f_c * 6120 / f_y *(6120 + f_y)$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * 280 * 6120 / 4200 *(6120 + 4200) = 0,03$$

$$\text{Aspropuesto} = 2 \text{ No. 3} = 2 * 0,71 = 1,42 \text{ cm}^2$$

Cama superior

$$\text{Asmin} = 0,77$$

$$33\% \text{ As (M-)} = 0,02$$

$$\text{Aspropuesto} = 2 \text{ No. 3}$$

Cama inferior

$$\text{Asmin} = 3,15$$

$$50\% \text{ As (M-)} = 0,03$$

$$50\% \text{ As (M+)} = 0,09$$

$$\text{Aspropuesto} = 2 \text{ No. 5}$$

Losa 8

$$M(+) = 78,06 \quad 2 \text{ No. 5} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$M(-) = 26,02 \quad 2 \text{ No. 3} = 1,42 \text{ cm}^2$$

Cama superior

$$\text{Asmin} = 0,77$$

$$33\% \text{ As (M-)} = 0,015$$

$$\text{Aspropuesto} = 2 \text{ No. 3}$$

Cama inferior

$$\text{Asmin} = 3,15$$

$$50\% \text{ As (M-)} = 0,02$$

$$50\% \text{ As (M+)} = 0,07$$

$$\text{Aspropuesto} = 2 \text{ No. 5}$$

Verificar esfuerzo de corte

Corte último

$$W = 162,58 \text{ kg/m}$$

$$L = 9,3 \text{ m}$$

$$V_u = WL / 2 = 756,02 \text{ kg}$$

Corte del concreto

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * A$$

A = área nervio + área de losa

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * (18*12 + 6*61) = 4\,387,29 \text{ kg}$$

$V_u < V_c$ utilizar estribos No. 2 @ 0,15 cm

Acero por temperatura

Según ACI318-05, sección 7.12.2.1

$$A_s = 0,002bt = 1,20 \text{ cm}^2$$

$$S_{\max} = 5t = 5*6 = 30 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \leq 45 \text{ cm}$$

$$S = 100 * 0,32 / 1,20 = 26,39 \text{ cm}$$

Usar No. 2 @ 25 cm

Para el sentido Y se realiza el mismo procedimiento.

2.1.5.2. Diseño de vigas

Para el diseño de refuerzo longitudinal de vigas se realizan los siguientes chequeos.

- Diseño de viga de 30 x 40 cm

Datos:

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

$$M(-)1 = 13\,488,61$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$M(+) = 4\,344,55$$

rec	=	4 cm	M(-)2	=	14 254,50
f'c	=	280 kg/cm ²	Momento de corte	=	9 458,16
fy	=	4200 kg/cm ²	Longitud	=	5,50 m

Peralte efectivo

$$40 - 4 - 2,85 / 2 = 35,05 \text{ cm}$$

- Límites de acero

Área de acero mínimo

$$As_{min} = \rho_{min} * b * d \quad As_{min} = \frac{14}{f_y} * b * d = \frac{14}{4200} * 100 * 35,05 = 3,50 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo

$$\rho_{max} = 0,5 \rho_{bal}$$

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$As_{max} = 0,5 \left[\frac{0,85 * \beta_1 * f'c}{f_y} * \frac{6 120}{f_y + 6 120} \right] * b * d$$

$$As_{max} = 0,5 \left[\frac{0,85 * 0,85 * 280}{4 200} * \frac{6 120}{4 200 + 6 120} \right] * 100 * 35,05$$

$$As_{max} = 15,02 \text{ cm}^2$$

Acero requerido

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

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Momento (-) 1} & = & 11,24 \text{ cm}^2 \\
 \text{Momento (+)} & = & 3,38 \text{ cm}^2 \\
 \text{Momento (-) 1} & = & 11,96 \text{ cm}^2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} < 15,02 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

Cama superior

$$\begin{array}{l}
 M(-)1 \quad \text{Asmin} = 3,50 \\
 33\% \text{ As(-) izq} = 3,71 \\
 33\% \text{ As(-) der} = 3,95
 \end{array}$$

Cama inferior

$$\begin{array}{l}
 \text{Asmin} = 3.50 \\
 50\% \text{ As(-) izq} = 5,98 \\
 50\% \text{ As(-) der} = 5,62 \\
 50\% \text{ As (+)} = 1,75
 \end{array}$$

Cama superior 2 No. 8 corridos
 Bastones 1 No. 4

Cama inferior 2 No. 6 corridos
 Bastón 1 No. 3

- Diseño de refuerzo transversal

Corte que resiste el concreto

$$\begin{aligned}
 V &= \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \\
 V &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 30 * 34,73 \\
 V &= 7\,925,96 \text{ kgs}
 \end{aligned}$$

Corte actuante en el corte de la viga

$$\text{Corte actuante (Vact)} = 9\,458,16$$

Como $V_{act} > V_{cu}$ la viga necesita estribos

Según el código ACI 318-05

Sección 7.10.5.1 utilizaremos estribos no. 3.

Sección 21.3.3.1 longitud de confinamiento = $2h$ $2 \cdot 40 = 80$ cm

Sección 21.3.3.2 colocar el primer estribo a 5 cms de la cara del elemento de apoyo.

La separación entre estribos dentro de la longitud del confinamiento, el espaciamiento no debe exceder el menor de:

- a. $d/4$ $35,05/4 = 8,76$ cm
- b. 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
 $8 * 1,27 = 10,16$ cm
- c. 24 veces el diámetro del estribo de confinamiento
 $24 * 0,9525 = 22,86$
- d. 30 cm

Colocar estribos No. 3 @ 10 cm dentro de la zona de confinamiento.

Diseño de viga 40 x 70

Se repite el procedimiento anteriormente utilizado en la viga de 30 x 40.

2.1.5.3. Diseño de columnas

Son elementos estructurales que sostienen cargas a compresión. El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga.

Según el código ACI318-05 en la sección 10.9.2 se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, cuando éstas están encerradas por estribos

espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Columna nivel 2 (Sección 0,40 x 0,40 m)

Lu	3,6 m	Vc	5 208,07
Mx	13 356,47	My	8 815,28

Carga última

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

Nivel 2 $1,4 * (275+220) = 693,00$

$$1,7 * 100 = 170$$

Carga total $863,00 \text{ kg/m}^2$

Factor de carga última

$$Fcu = CU / (CM * CV) = 863,00 / (275+220+100) = 1,45$$

Carga axial

$$Pu = Alosas * CU + Ppvigas * Fcu$$

$$Pu = (2 * 5,9) * 863 + (0,4 * 0,7 * 2 400) * 1,45 = 11 158,08 \text{ kg}$$

Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

Inercia viga $I = (40)(70^3) / 12 = 1 143 333,33 \text{ cms}^4$

Inercia columna $I = (40)(40^3) / 12 = 213 333,33 \text{ cms}^4$

Extremo superior

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right) \text{ columnas}}{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right) \text{ vigas}}$$

Donde

$E_m = 1$ (porque todo el marco es del mismo material)

L longitud de cada elemento estructural

$$\Psi_a = \frac{\left(\frac{1 \cdot 213\,333,33}{3,6}\right) + \left(\frac{1 \cdot 21\,333,33}{3,6}\right)}{\left(\frac{1 \cdot 11\,433\,333,33}{5,5}\right) + \left(\frac{1 \cdot 11\,433\,333,33}{5,5}\right)} = 0,29$$

Extremo inferior $\Psi_b = 0$ (empotramiento en la base)

Promedio

$$\Psi_p = \Psi_a + \Psi_b / 2 = 0,29 + 0 / 2 = 0,14$$

Coefficiente K

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

$$K = \frac{20 - 0,14}{20} * \sqrt{1 + 0,14} = 1,06$$

Esbeltez

$$E = 1,06 * 3,6 / (0,4 * 0,4) = 23,88$$

La columna se clasifica como intermedia por ser mayor a 22, por lo que se deben de magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

En columnas esbeltas con elevadas cargas axiales el punto de momento máximo puede estar entre los extremos de la columna, de tal forma que los momentos extremos dejan de ser los momentos máximos.

Para el sentido Y

Factor de flujo plástico del concreto

$$B_d = CMU/CU = 693,00 / 863,00 = 0,80$$

Total del material

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,5 (1 + \beta_d)}$$

$$E_c = \text{módulo de elasticidad} \quad 15100\sqrt{280} = 218\,819,79$$

$$I_g = \text{inercia bruta del elemento} \quad 0,4 * (0,40^3) / 12 = 213\,333,33$$

$$EI = 218\,819,79 * 213\,333,33 / 2,5 * (1 + 0,80) = 1,04 * 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$EI = 1\,035,63 \text{ ton/m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (EI)}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * (1\,035,63)}{(1,06 * 3,60)^2} = 700,24 \text{ ton}$$

Magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi P_{cr}}\right)} \geq 1 \text{ donde } \phi = 0,70 \text{ para estribos y } 0,75 \text{ para zunchos}$$

$$\frac{1}{1 - (11,16/0,70 * 700,24)} = 1,02 \geq 1$$

Momentos de diseño

Según el código ACI318-05 en el Apéndice C 3.2.2

$$M_{dx} = 1,02 * 13\,356,47 = 13\,667,60$$

$$M_{dy} = 1,02 * 8\,815,28 = 9\,020,62$$

Refuerzo longitudinal

Se utiliza el método de Bresler que consiste en un sistema de cargas actuantes por lo que se debe calcular el sistema de cargas resistentes con el que se obtienen datos exactos.

Límites de acero

Según el código ACI318-05 en la sección 10.9.1, el área de acero en una columna debe estar dentro de los límites $1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$.

$$A_{smin} = 0,01 (0,4 * 0,4) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 0,06 (0,4 * 0,4) = 96 \text{ cm}^2$$

Utilizando 2,5%

$$A_s = 0,025 (0,4 * 0,4) = 40 \text{ cm}^2$$

$$8 \text{ No. } 8 = (8 * 5,07) = 40,54 \text{ cm}^2$$

Utilizando diagramas de interacción

Valor de la gráfica

$$\gamma = H_{núcleo} / H_{columna} = (0,4 * 2 * 0,03) / 0,4 = 0,85$$

Valor de la curva

$$p_{tu} = A_s * f_y / A_g * 0,85 f_c = \rho_{col}$$

$$p_{tu} = 40,54 * 4200 / (0,4 * 0,4 * 0,85 * 280) = 0,45$$

Excentricidades

$$e_x = M_{dx} / P_u = 13\,667,60 / 11\,158,08 = 1,22$$

$$e_y = M_{dy} / P_u = 9\,020,62 / 11\,158,08 = 0,81$$

Valor de diagonales

$$e_x/h_x = 1,22 / 0,4 = 3,06$$

$$e_y/h_y = 0,81 / 0,4 = 2,02$$

Valor de los coeficientes

$$K'_x = 0,28$$

$$K'_y = 0,19$$

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x y e_y

$$P'_{ux} = K'_x * \phi * f'_c * b * h = 0,28 * 0,70 * 280 * 40 * 40 = 65\,856,00 \text{ kg}$$

$$P'_{uy} = K'_y * \phi * f'_c * b * h = 0,19 * 0,70 * 280 * 40 * 40 = 44\,688,00 \text{ kg}$$

- Carga axial de resistencia para columna

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

$$P'_o = 0,70 (0,85 * 280(1\,600 - 40,54) + 40,54 * 4200) = 378\,984,46 \text{ kg}$$

- Carga de resistencia de la columna

$$P'_u = 1 / ((1/P'_{ux}) + (1/P'_{uy}) + (1/P'_o))$$

$$P'_u = 1 / ((1/65856) + (1/44688) + (1/378\,984,46)) = 28\,634,11 \text{ kg}$$

$P'_u > P_u$ por lo tanto el armado propuesto resiste las cargas aplicadas.

Acero transversal

Según el código ACI318-05 en el capítulo 2, son armaduras empleadas para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural como lo son los estribos.

La zona de Guatemala es sísmica por lo que se debe lograr ductilidad en las columnas por medio de un buen confinamiento en los extremos de la misma.

Refuerzo transversal

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 40 * 15,02 = 4\,530,15$$

$$V_a = 5\,208,07 \quad V_a > V_{cu} \text{ se diseñan estribos por corte}$$

Espaciamiento de estribos

Varilla No. 3

$$S = 2 * A_v * f_y * d / V_{act}$$

$$= 2 * 0,71 * 4\,200 * 15,02 / 5\,208,07 = 17,27 \text{ cm}$$

Colocar estribos @ 0,15 cm en la longitud de confinamiento

Refuerzo por confinamiento

Según el código ACI318-05 en la sección 21.4.4.4, se toma el dato mayor

- La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión

Lado mayor de la columna 0,40 m

- Un sexto de la luz libre del elemento

$$Lu/6 = 3,6/6 = 0,60$$

- 450 mm

Relación volumétrica

Cuánta necesaria para confinamiento restituye la capacidad axial del concreto al momento de perder la cáscara (recubrimiento).

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0,85 f'_c}{f_y} \right) \text{ pero debe cumplir con } \rho_s \geq 0,12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{40 * 40}{36 * 36} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * 280}{4 200} \right) = 0,009794$$

$$\rho_s \geq 0,12 \left(\frac{280}{4 200} \right) = 0,008$$

Espaciamiento de estribo para el confinamiento

$$S = 2 * 0,71 / 0,009794 * 36 = 4 \text{ cms}$$

Colocar estribos No. 3 @ 4 cm

Columnas del primer nivel

Para las columnas del primer nivel se realiza el mismo procedimiento anteriormente dado.

2.1.5.4. Diseño de zapatas

El diseño de zapatas está basado en los resultados de incisos anteriores.

Zapata Z-1

Mx	12 326,21
My	5 319,88
PU	30 031,13 kgs
Fcu	1,51
qd	38,27 ton/m ²
Ysuelo	1,26 ton/m ³
Peso concreto	2400 kg/cm ²
H columna	2,60 m
f'c	280 kg/cms ²
f'y	4200 kg/cms ²

Área de zapata

La losa de la zapata y su peralte, se dimensionan según las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

Cargas de trabajo

P'	$30\ 031,13 / 1,51 = 19\ 911,40$ kg	19,91 ton
M'x	$12\ 326,21 / 1,51 = 8\ 172,59$ kg	8,17 ton
M'y	$5\ 319,88 / 1,51 = 3\ 527,21$ kg	3,53 ton

Predimensionamiento

Área propuesta	2,00 m ²
Espesor propuesto	0,50 m

Chequeo a presión sobre el suelo

Según el ACI318-05 en la sección R10.3.6 y R10.3.7

q_{max} debe ser menor que el valor soporte del suelo para que no existan asentamientos en el cimiento y mayor que cero para que no produzcan esfuerzos de tensión en el suelo.

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde

$$S_x = 1/6 * a * b^2$$

$$S_x = 1/6 * (2,2) * (2,2^2) = 1,77$$

$$S_y = 1/6 * b * a^2$$

$$S_y = 1/6 * (2,2) * (2,2^2) = 1,77$$

Integración

$$\text{Peso de columna} \quad 2,4 * 2,6 * 0,4 * 0,4 \quad = \quad 1,00$$

$$\text{Peso del suelo} \quad 1,26 * (2,2 * 2,2 * 1,5) \quad = \quad 19,15$$

$$\text{Peso de zapata} \quad 2,4 * 2,2 * 2,2 * 0,5 \quad = \quad 5,81$$

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

$$P = 19,91 + 1,00 + 9,15 + 5,81 = 35,87 \text{ ton}$$

$q_{\text{máx}}$

$$q = \frac{35,87}{(2,2*2,2)} + \frac{8,17}{1,77} + \frac{3,53}{1,77} = 17,35 > 38,27 \quad \text{no excede de } q_d$$

qmín

$$q = \frac{35,87}{(2,2*2,2)} - \frac{8,17}{1,77} - \frac{3,53}{1,77} = 0,82 < 0 \quad \text{no existe presión de tensión}$$

Presión última

$$q_{dis} = q_{m\acute{a}x} * F_{cu} = 17,35 * 1,51 = 57,72 \text{ ton}$$

En el código ACI 318-05 en la sección 7.7.1 el recubrimiento del refuerzo no debe ser menor a 0,075 m y la altura mínima de la zapata debe estar entre 150 mm y 300 mm, para resistir el esfuerzo de corte. Para este proyecto de asume $t = 0,50 \text{ m}$.

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, el corte resistente debe ser mayor al corte actuante.

Peralte efectivo

Con varilla No. 5

$$d = t - \emptyset/2 - \text{rec} = 50 - 1,98/2 - 7,5 = 41,51 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_a = A_x * q_{dis}$$

$$V_{ax} = 42 * 2,2 * 57,72 = 52,71 \text{ ton}$$

$$V_{ay} = 42 * 2,2 * 57,72 = 52,71 \text{ ton}$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto

Según el código ACI318-05 en el apéndice C3.2.2

$$V_{cu} = \emptyset * 0,53\sqrt{f'_c} * b * d \quad \text{donde } \emptyset = 0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cux} = 0,85 * 0,53\sqrt{280} * 220 * 42 = 68\ 841,88 \text{ kg} = 68,84 \text{ ton}$$

$$V_{cuy} = 0,85 * 0,53\sqrt{280} * 220 * 42 = 68\ 841,88 \text{ kg} = 68,84 \text{ ton}$$

$V_{cu} > V_{act}$ en ambos ejes cumple por ser mayor.

Chequeo por punzonamiento

El límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

$$V_a = A * q_{dis}$$

$$V_{ax} = ((2,2 * 2,2) - (1,24 * 1,24)) * 57,72 = 190,62 \text{ ton}$$

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1,06\sqrt{f'c} * \beta o * d}{1\ 000}$$

donde $\phi = 0,85$ por corte

βo = perímetro del área de punzonamiento

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06\sqrt{280} * (124 * 4) * 42}{1\ 000} = 310,41 \text{ ton}$$

$V_{cu} > V_{act}$ por ser mayor si chequea.

Diseño por flexión

Refuerzo en X

Momento último

$$M_{ux} = q_u * L^2 / 2$$

$$M_{ux} = 57,72 * 0,9^2 / 2 = 23,38 \text{ ton-m}$$

Área de acero

Según el código ACI318-05 en la sección 10.5.1

$$As_{req} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 f'c}} \right] 0,85 \left(\frac{f'c}{fy} \right) = 7,99 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \frac{14}{fy} * b * d = 13,84 \text{ cm}^2$$

Varillas No. 5

$$13,84 / 1,98 = 7 \text{ varillas No. 5}$$

Separación entre varillas

$$S = b - \text{rec} / \text{var} * \text{eje} = 100 - 7,5 / 7 = 13,23$$

Colocar varilla No. 5 @ 15 cms

Refuerzo en Y

Nuevo peralte efectivo

Con varilla No. 5

$$d = t - \emptyset - \emptyset/2 - \text{rec} = 50 - 1,98 - 1,98/2 - 7,5 = 39,53 \text{ m}$$

Momento último

$$M_{ux} = q_u * L^2 / 2 = 57,72 * 0,9^2 / 2 = 23,38 \text{ ton-m}$$

Área de acero

Según el código ACI318-05 en la sección 10.5.1

$$As_{req} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 f'c}} \right] 0,85 \left(\frac{f'c}{fy} \right) = 0,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b * d = 13,18 \text{ cm}^2$$

Varillas No. 5 13,18 / 1,98 = 6,7
7 varillas No. 5

Separación entre varillas

$$S = b\text{-rec} / \text{var} * \text{eje} = 100 - 7,5 / 6,7 = 13,89$$

Colocar varilla No. 5 @ 15 cms

Zapata combinada

qd 38,27 ton/m²

γsuelo 1,26 ton/m³

Fcu 1,51

F'c 280 kg/m²

F'y 4200 kg/m³

Columna 40 x 40 cm

Tomando como base la distancia entre columnas y diseñando un cimiento rectangular, se obtiene:

Cargas de trabajo

$$P'1 = P'2 = 19,91 \text{ ton}$$

M'1x 5,66 ton M'2x 1,82 ton

M'1y 8,17 ton M'2y 3,53 ton

Asumiendo

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ m} & n &= 0,8 \text{ m} \\ L &= 2(m+n) & &= 2(1+0,8) = 3,60 \text{ m} \\ R &= P1 + P2 & &= 19,91 + 19,91 = 39,82 \text{ ton} \\ b &= R/qL & &= 39,82 / (38,27*3,6) = 0,30 \text{ m} \\ A &= bL & &= 3,6 * 1,8 = 6,48 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Área de zapata

$$\begin{aligned} P_{\text{columna}} &= 0,4*0,4*3,6*2,4 = 1,38 \text{ ton} \\ P_{\text{suelo}} &= 1*6,48*1 = 6,48 \text{ ton} \\ P_{\text{cimiento}} &= 6,48*1,8*2,4 = 27,99 \text{ ton} \\ P_{\text{cim+suelo}} &= 6,48+27,99 = 34,47 \text{ ton} \\ P_{\text{cg}} &= 19,91+19,01+1,38+1,38+34,47 = 77,06 \text{ ton} \\ M_{\text{cg}} &= 5,66-1,82+0,8*(1,38+19,91)-0,8*(1,38+19,91) = -7,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

Presiones sobre el suelo

$$\begin{aligned} q &= (P_{\text{cg}}/A_z) \pm (M_{\text{cg}}/S) \\ S &= 1/6*b*h^2 \end{aligned}$$

$$S_{\text{max}} = 1/6*1,8*3,6^2 = 3,89$$

$$S_{\text{min}} = 1/6*3,6*1,8^2 = 1,94$$

$$q_{\text{max}} = (77,06/(3,6*1,8)) + (-7,48/3,89) = 19,83 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{min}} = (77,06/(3,6*1,8)) - (-7,48/3,89) = 3,95 \text{ ton/m}^2$$

q_{max} es menor que q_d y q_{min} es mayor que cero

Chequeo por corte simple

$$\begin{aligned}d &= 50 - 7,5 - 1,98/2 &= 41,71 \text{ cm} \\V_{cu} &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 180 * 41,71 &= 56,59 \text{ ton} \\q_{dis} &= 19,83 * 1,51 &= 29,92 \text{ ton} \\V_a &= 41,71/100 * 1,80 * 29,92 &= 22,46 \text{ ton}\end{aligned}$$

$V_a < V_{cu}$ si resiste al corte

Chequeo por corte punzonante

$$\begin{aligned}d &= 40 + 41,71 \\&= 81,71 \text{ cm} \\V_{cu} &= 0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 4 * 41,71 * 81,71 &= 205,50 \text{ ton} \\V_a &= ((3,6 * 1,8) - (0,82 * 0,82)) * 29,92 &= 173,88 \text{ ton}\end{aligned}$$

$V_a < V_{cu}$ si resiste al punzonamiento

Diseño por flexión

$$\begin{aligned}\text{Refuerzo mínimo} & \quad 14/4 \ 200 * 100 * 41,71 &= 13,90 \text{ cm}^2 \\ \text{Refuerzo mínimo 1.8} & \quad 14/4 \ 200 * 180 * 41,71 &= 25,02 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Colocar varillas No. 5 @ 15 cm

Acero por temperatura

$$\begin{aligned}A_{st} &= 0,002bt &= 0,002 * 360 * 50 &= 36 \text{ cm}^2 \\ & & 0,002 * 1,98 / 36 &= 20 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Colocar varillas No. 5 @ 0,20 cm

2.1.5.5. Diseño de cimientos

Un cimiento es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la construcción y la transmite al terreno por medio del ensanchamiento de su base, éstos pueden ser superficiales, profundos y especiales.

- Solera de humedad – cimiento

La solera de humedad o hidrófuga constituye un elemento importante dentro de la construcción, ya que su función radica en evitar el ingreso de la humedad hacia el interior de los espacios que la edificación, para este caso, tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se ha propuesto el diseño de una solera de humedad que a la vez será el cimiento que servirá de soporte a las cargas superpuestas de los muros, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continua para proveer un amarre adecuado.

Se propone el diseño de la solera de humedad-cimiento de acuerdo al normativo del Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), considerando lo siguiente:

Dimensiones y refuerzo para la solera de humedad – cimiento

Ancho de corona = ancho del muro, más 1 cm = 16 cm

Ancho de base = 30 cm y peralte = 30 cm

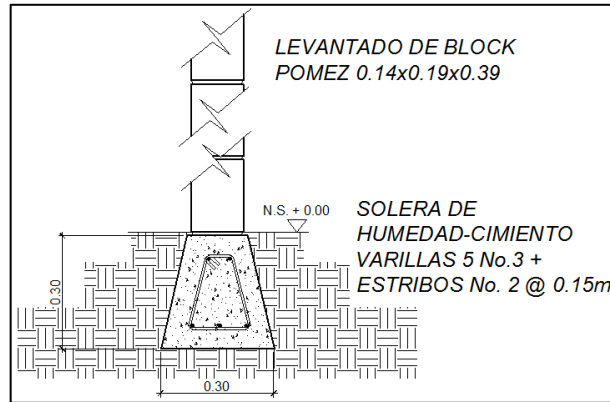
Refuerzo en la cama inferior: 3 varillas No. 3

Refuerzo en la cama superior: 2 varillas No. 3

Estribos No. 2 @ 15 cm

Recubrimiento = 7 cm

Figura 13. **Detalle de solera de humedad – cimiento**



Fuente: elaboración propia, con el programa de Autocad.

2.1.6. **Diseño de gradas**

Las escaleras son la estructura que tiene como principal objetivo comunicar dos espacios diferentes que se han separados por una distancia determinada. Dichas escaleras deben poder ser recorridas de modo rápido y seguro, con el menor gasto de energía posible, para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática; además, debe tener iluminación y ventilación aceptable. Todos los escalones deben de ser de las mismas medidas.

Número de escalones mínimo = $h/c = 3 / 0,15 = 20$ escalones, se tomarán 20 contrahuellas hasta el final de los escalones.

Número de huellas = Núm. contrahuellas – 1

$$= 20 - 1$$

$$= 19 \text{ huellas}$$

Relaciones de comodidad:

$$C = 15 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 15 + 30 = 60 \leq 64 \text{ cm}$$

$$C + H = 15 + 30 = 45 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 15 \cdot 30 = 450 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se obtienen 20 contrahuellas de 15 cm y 19 huellas de 30 cm.

Se realiza el siguiente procedimiento:

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

$$\begin{aligned} CV &= 500 \text{ kg/m}^2 \\ f'c &= 280 \text{ kg/m}^2 \\ fy &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ \gamma_{con} &= 2400 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

Carga muerta = Peso propio de la escalera

$$W_p = \gamma_{conc} * \left(t + \frac{C}{2} \right) = 2400 * \left(0,12 + \frac{0,15}{2} \right) = 468 \text{ kg/m}^2$$

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

$$W_{TOTAL} = W_p + W_{ACABADOS}$$

$$W_{TOTAL} = 468 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 = 528 \text{ kg/m}^2$$

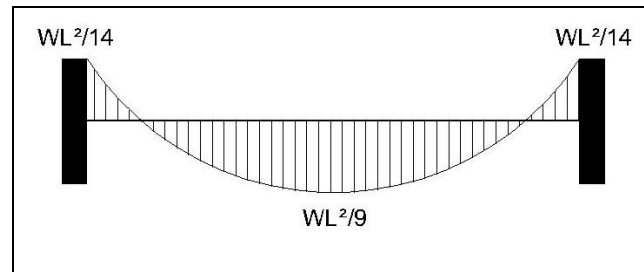
$$C_U = 1,4C_M + 1,7CV$$

$$C_U = 1,4(528) + 1,7(500) = 1589,20 \text{ kg/m}$$

$$D = \sqrt{3^2 + 1,5^2} = 6,71 \text{ m}$$

Cálculo de momentos

Figura 14. **Momentos para gradas**



Fuente: elaboración propia, con el programa de Autocad.

$$M(+)=\frac{Cu * L^2}{9} = \frac{1589,20 * 5,15^2}{9} = 4\ 690,75$$

$$M(+)=\frac{Cu * L^2}{14} = \frac{1\ 589,20 * 5,15^2}{14} = 3\ 015,48$$

Límites para el acero

$$b = 100 \text{ cm}; \quad f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 7,5 \text{ cm}; \quad fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$As = \frac{14}{fy} * b * d = \frac{14}{4\ 200} * 100 * 7,5 = 2,5 \text{ cm}^2$$

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

$$0,5(0,03695) * 100 * 7,5 = 13,86 \text{ cm}^2$$

$$As_{req} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 f'c}} \right] 0,85 \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$Asreq = \left[100 * 7,5 - \sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{4 * 690,75 * 100}{0,003825 * 280}} \right] 0,85 \left(\frac{280}{4 * 200} \right)$$

$$M(+) = 22,50 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar } Asmax = 13,86 \text{ cm}^2$$

Colocar varilla No. 3 @ 0,30 m

$$M(-) = 12,46 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar } Asmax = 13,86 \text{ cm}^2$$

Usar varilla No. 5 @ 0,30 m

$$\text{Acero por temperatura} = Ast = 0,002b*t = 0,002*100*12 = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$S_{MAX} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$$

Colocar varilla No. 3 @ 0,30 m

2.1.7. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas están con base en el Manual de Normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V:apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares. Según las normas para instalación comercial, se obtiene lo siguiente:

- Acometida: es el conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica.

La instalación de la acometida constará de lo siguiente:

- Poste de distribución
- Poste de acometida
- Cables de acometida
- Contador o medidor
- Caja socket para contador
- Medios de protección
- Tableros de distribución

Por lo tanto, se colocará un contador y un tablero de distribución con tierra física en cada nivel.

Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y una longitud mínima de 2,50 metros.

- Circuitos: Según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flipón de 15 a 20 amperios dependiendo de los elementos conectados al circuito, según como se determinen los cálculos. Para los circuitos se consideró el total de la potencia para obtener una iluminación adecuada. Será distribuido de la siguiente manera:

Primer nivel

3 lámparas de 40 watts de 1 tubo

$$3 \cdot 1 \cdot 40 \text{ watts} = 120 \text{ watts}$$

6 lámparas de 40 watts de 2 tubos

$$6 \cdot 2 \cdot 40 \text{ watts} = 480 \text{ watts}$$

3 bombillas de 75 watts

$$3 \cdot 75 \text{ watts} = 225 \text{ watts}$$

14 tomacorrientes de 300 watts cada uno
 $14 \times 300 \text{ watts} = 4\,200 \text{ watts}$

Total = 5 025 watts

Según la norma, teniendo una potencia de 5 025 watts, en el primer nivel se colocarán 4 circuitos, 2 para iluminación y 2 para fuerza.

Segundo nivel

9 lámparas de 40 watts de 2 tubos
 $9 \times 2 \times 40 \text{ watts} = 720 \text{ watts}$

4 bombillas de 75 watts
 $4 \times 75 \text{ watts} = 300 \text{ watts}$

9 tomacorrientes de 300 watts cada uno
 $9 \times 300 \text{ watts} = 2\,700 \text{ watts}$

Total = 3 720 watts

Según la norma, teniendo una potencia de 3 720 watts, en el segundo nivel se colocarán 4 circuitos, 2 para iluminación y 2 para fuerza.

- Conductores: el calibre de los conductores será de acuerdo, estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, el cual tiene una capacidad de resistir 20 amperios.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel, en este caso se calculará el circuito que mayor potencia genera entre los dos niveles:

4 lámparas de 40 watts de 2 tubos + 4 bombillas de 75 watts

$$P = 4 * 2 * 40 \text{ watts} + 4 * 75 \text{ watts} = 620 \text{ watts}$$

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{620 \text{ watts}}{120\text{v}} = 5,17 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada lámpara es de 5,50 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 por ciento de caída de voltaje es 12 AWG.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel, tomando en cuenta el uso simultáneo de los tomacorrientes, en este caso se calculará el circuito que mayor potencia genera entre los dos niveles:

7 tomacorrientes de 300 watts cada uno

$$P = 7 * 300 \text{ watts} = 2100 \text{ watts}$$

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{2100 \text{ watts}}{120} = 17,5 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente es de 5,90 metros, se determina que el calibre del conductor requerido por seguridad y para cargas nominales de 120 V con un 2 por ciento de caída de voltaje es 10 AWG.

Se colocará un flipón de 15 amperios por cada circuito de iluminación y un flipón de 20 amperios por cada circuito de fuerza. En ambos niveles se contará

con 2 fliponer para iluminación y 2 para fuerza. (ver planos de iluminación y fuerza).

- Tubería y ductos: Se utilizará tubería plástica (poliducto) de diámetro $\frac{3}{4}$ " para los circuitos de iluminación, y se utilizará tubo pvc eléctrico de diámetro $\frac{3}{4}$ " para los circuitos de fuerza.

2.1.8. Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Las instalaciones hidráulicas, son el conjunto de tuberías y conexiones de diferentes diámetros y diferentes materiales; para alimentar y distribuir agua dentro de la construcción. Las instalaciones sanitarias tienen por objeto la recolección de las aguas residuales (aguas jabonosas, aguas grasas, aguas negras, aguas pluviales) y conducir las a través de tuberías al colector general.

2.1.8.1. Agua potable

Se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios, de acuerdo con los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable será continuo durante 12 horas del día.
- La dotación mínima es de 200 litros/persona/día.
- El diseño de la red de distribución fue por circuitos cerrados.
- Las tuberías de agua potable se colocaron lo más apartado posible de las de drenaje y nunca deben estar a un nivel inferior que éstas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 centímetros, por encima protegidas con mortero o concreto.

- Cálculo de subramales

Los sub ramales son pequeñas longitudes de tubería que conectan los ramales a los aparatos sanitarios. Se asigna un diámetro a cada aparato sanitario, de acuerdo a la tabla XI.

$$\begin{aligned} \text{Grifo de pila } \emptyset &= \frac{1}{2}'' \\ \text{Inodoro con tanque } \emptyset &= \frac{1}{2}'' \end{aligned}$$

Tabla XI. **Diámetro de los subramales**

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del subramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10 m	Presiones mayores de 10 m	Diámetro mínimo
Lavatorio	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Bidet	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Tina	$\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Ducha	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Grifo de cocina	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Inodoro con tanque	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Inodoro con válvula	$1 \frac{1}{2} - 2$	1	$\frac{1}{2}$
Unitario con tanque	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Unitario con válvula	$1 - \frac{1}{2} - 2$	1	1

Fuente: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios, p.54.

- Cálculo de ramales

Los ramales son tuberías derivadas del alimentador principal y que abastecen agua a un punto de consumo aislado o un grupo de aparatos sanitarios.

Se le asigna un número de equivalencia a cada sub ramal en función de su diámetro obtenido anteriormente, de acuerdo a la tabla XII:

$$\text{Ø } \frac{1}{2}'' = 1,00$$

Tabla XII. **Equivalencias de gastos en tuberías de agua**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de ½ pulgada con la misma capacidad
½	1
¾	2,9
1	6,2
1 ¼	10,9
1 ½	17,4
2	37,8
2 ½	65,5
3	110,5
4	189
6	527
8	1250
10	2090

Fuente: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. P.58.

Empezando desde el punto más alejado respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números de equivalencias anteriores, se calcula el diámetro por medio de la tabla XIII:

Tabla XIII. **Cálculo de diámetro de tubería de agua potable**

Tramo	Equivalencia	Diámetro
1-2	1,00	1/2"
1-3	1,75	1/2"
2-4	1,75	1/2"
3-4	1,00	1/2"
3-5	1,75	1/2"
4-6	1,75	1/2"
5-6	1,00	1/2"
6-7	4,00	3/4"

Fuente: elaboración propia.

Se concluye que el tipo de tubería a utilizar será de cloruro de polivinilo (PVC) de 3/4" de diámetro para el ramal principal y de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.

Cálculo de la línea principal de conducción

De acuerdo con la tabla XIV se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función del tipo, quedando de la siguiente manera:

Grifo para pila UH = 2

Inodoro con tanque UH = 5

Número total de UH

1 grifo para pila x 2 UH = 2 UH

2 inodoros con tanque x 5 UH = 10 UH

Total: 12 UH

El número total de UH es: 12 UH (2 UH con válvula y 10 UH con tanque).

Tabla XIV. **Unidades de gasto para tuberías de distribución**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,50	4,50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	--
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	--
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	--
Bebedero	Múltiple	1	1	--
Lavatorio	Corriente	2	1,50	1,50
Lavatorio	Múltiple	2	1,50	1,50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	--
Urinario	Con válvula semiautomática	3	3	--

Fuente: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios, p. 48.

Con el número total de UH y utilizando la tabla XV, se tiene un gasto probable de: 0,34 lt/s.

Tabla XV. **Gastos probables para el método de Hunter (lt/s)**

No. de UH	Gasto		No. de UH	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	--	40	0,91	1,74
4	0,16	--	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1,00	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40
22	0,58	1,37	90	1,56	2,45
24	0,61	1,42	95	1,62	2,50
26	0,67	1,45	100	1,67	2,55
28	0,71	1,51	110	1,75	2,60
30	0,75	1,55	120	1,83	2,72
32	0,79	1,59	130	1,91	2,80
34	0,82	1,63	140	1,98	2,85
36	0,85	1,67	150	2,06	2,95
38	0,88	1,70	160	2,14	3,04

Fuente: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios, p. 50.

Estimando una velocidad de 1 m/s, una altura de niveles de 3 m para el primero y de 4 m para el segundo y tubería PVC, se calcula el diámetro.

El diámetro se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f}}$$

Por lo tanto, el diámetro a utilizar para la línea de distribución que alimenta los dos niveles será de 1”.

2.1.8.2. Drenajes

- Drenaje sanitario

Las tuberías enterradas para el drenaje sanitario deberán tener una pendiente mínima de 2 por ciento y una pendiente máxima de 6 por ciento.

Utilizando la tabla XVI se le asigna un número de unidades mueble (um) y un diámetro de tubería a cada mueble o aparato sanitario, dependiendo de la clase de instalación, para este proyecto se considerará una instalación de primera clase, quedando el cálculo del diámetro de tubería de la siguiente manera:

Tabla XVI. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples**

Tipo de mueble o aparato sanitario	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Pila	1	1 1/4
Inodoro con tanque	2	3
Drenaje en piso	3	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Unidades, diámetro mínimo y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1era	2da	3era	1era	2da	3era
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	--	--	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	--	4	4	--	2	2
Fregadero de viviendas	3	--	--	1 ¼	--	--
Fregadero de restaurante	--	8	8	--	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	--	1 ¼	1 ¼	--
Vertedero	--	8	8	4	4	--
Bebederio	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de casa	2	--	--	1 ½	--	--
Lavaplatos comercial	--	4	--	--	--	2

Fuente: Guía para las instalaciones sanitarias en edificios, p. 71.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de tubería de 4" para todas las derivaciones simples y 3" para las derivaciones en columnas (bajadas).

- Drenaje pluvial

El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo con los requisitos siguientes:

- Las bajadas deben ubicarse en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas concreto, nunca dentro de una columna.
- Se dispondrán cuatro bajadas de agua pluvial de cada lado largo de la estructura para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Se calcula el caudal con la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

- Q = caudal m³/s
 C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,90)
 I = intensidad de lluvia (mm/h)
 A = área a drenar (Ha)

Para calcular la intensidad de lluvia se utilizarán los parámetros de ajuste de la estación meteorológica más cercana a Tajumulco, San Marcos. Se asumirá un periodo de retorno Tr de 2 años.

Los parámetros de ajuste para un periodo de retorno Tr de 2 años son:

$$A = 1\,215 \quad n = 0,874 \quad B = 11 \quad R^2 = 0,997$$

Se asume un tiempo de concentración Tc de 0,5 minutos (30 segundos).

Intensidad de lluvia:

$$i = \frac{A}{(B + T_c)^n} = \frac{1\,215}{(11 + 0,5)^{0,874}} = 143,72 \text{ mm/h}$$

El drenado por cada bajada será de 17,96 m² o 0,001796 hectáreas.

$$Q = \frac{0,9 * 143,72 * 0,001796}{360} = 0,000645 \text{ m}^3/\text{s} = 6,45 \text{ lt/s}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n = 0,009$ y se estimará una pendiente de 1,00 por ciento, quedando:

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,000645 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 3,99 \text{ cm o } 1.57''$$

Por lo tanto, para las bajadas de agua pluvial se utilizará tubería PVC de 3" de diámetro.

2.1.9. Presupuesto desglosado

El presupuesto desglosado se encuentra al final del proyecto (ver apéndice).

2.1.10. Presupuesto Integrado

A continuación se presenta el presupuesto final del proyecto:

Tabla XVIII. Presupuesto integrado para edificio de dos niveles

PRESUPUESTO					
Proyecto	DISEÑO DE SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES CASERÍO CHEANJES, ALDEA EL MALACATE, TAJUMULCO				
Municipio	TAJUMULCO				
Departamento	SAN MARCOS				
Cálculo	WALDA IOANNA MALDONADO LAM EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)				
No.	RENLÓN	CANT	U	PU	TOTAL
1	Trabajos preliminares	200	m ²	Q. 25,09	Q. 5 018,00
2	Trazo y estaqueado	130	ml	Q. 23,24	Q. 3 021,20
3	Zanjeo y cimentación	131	ml	Q. 463,65	Q. 60 737,84
4	Columna C-1	16	unidad	Q. 10 552,54	Q. 168 840,67
5	Columna C-2	14	unidad	Q. 2 234,02	Q. 31 276,34
6	Solera de humedad	130	ml	Q. 152,64	Q. 19 843,15
7	Solera intermedia	211	ml	Q. 82,87	Q. 17 485,01
8	Zapata Z-1 (2.00 x 2.00 m)	8	unidad	Q. 4 915,72	Q. 39 325,74
9	Zapata Z-2 (1.80 x 3.60 m)	4	unidad	Q. 7 550,47	Q. 30 201,90
10	Zapata Z-3 (0.80 x 0.80 m)	3	unidad	Q. 1 384,47	Q. 4 153,42
11	Levantado de paredes	130	ml	Q. 293,99	Q. 38 219,09
12	Viga 1 (0.30 x 0.40 m)	4	unidad	Q. 1 343,16	Q. 5 372,64
13	Viga 2 (0.30 x 0.40 m)	8	unidad	Q. 2 618,47	Q. 20 947,75
14	Viga 3 (0.30 x 0.40 m)	15	unidad	Q. 5 001,33	Q. 75 019,95
15	Viga 4 (0.40 x 0.70 m)	3	unidad	Q. 15 946,76	Q. 47 840,29
16	Losas plana	162	m ²	Q. 605,89	Q. 98 154,42
17	Losa nervurada	152	m ²	Q. 837,13	Q. 127 243,48
18	Ensabietado, repello, cernido, blanqueado	850	m ²	Q. 134,41	Q. 114 249,59
19	Piso de concreto alisado	400	m ²	Q. 157,52	Q. 63 008,40
20	Instalación eléctrica	180	ml	Q. 166,11	Q. 29 898,96
21	Instalación hidráulica	1	global	Q. 13 841,10	Q. 13 841,10
22	Puertas y ventanas	1	global	Q. 79 593,15	Q. 79 593,15
23	Gradas	1	global	Q. 21 314,02	Q. 21 314,02
24	Pintura	850	m ²	Q. 14,14	Q. 12 017,20
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q. 1 126 623,30

Fuente: elaboración propia.

2.1.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se refiere a las alteraciones de las condiciones ambientales provocadas por las fuerzas naturales. La toma de decisiones en los procedimientos capaces de garantizar actividad desde su planificación así como medidas de protección necesarias.

Para la gestión de evaluación en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, respecto al riesgo que podría causar el edificio comunal se realiza la siguiente boleta:

Tabla XIX. **Boleta de riesgos ambientales, edificio comunal de dos niveles.**

Boleta de riesgos ambientales					
No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario
1	Aire	Presencia de polvo en los alrededores de la comunidad	Generación de partículas de polvo durante la construcción	Movimiento de tierra y nivelación del terreno, etapa de construcción, mezclas, transporte pesado	Dotar de equipo de protección como mascarillas a los albañiles en la etapa de construcción

Continuación de la tabla XIX

		Ruido	Generación de ruido arriba de los niveles permisibles	Movimiento de tierras, etapa de construcción maquinaria y herramientas	Realizar los movimientos de tierra en horarios convenientes, dotar de equipo de protección a los albañiles (cascos), usar materiales aislantes de ruido.
		Vibraciones	Generada por maquinaria pesada	Compactación y nivelación del suelo	Entibaciones con materiales reciclados y equipo de protección.
		Modificación del relieve o topografía del área	Modificación del relieve natural	Movimiento de tierras y nivelación del terreno	Conformar las pendientes de los taludes y plataformas, recubrir los taludes con grama de la localidad
2	Agua	Abastecimiento de agua	Gran demanda de agua en la etapa de construcción	Mezclas para fundiciones, levantado de muros, aplicación de acabados, limpiezas y riegos.	Racionalizar el uso de agua en la construcción, almacenar el agua en tinacos, reutilización de agua pluvial.
		Aguas residuales ordinarias	Generada por los estudiantes y catedráticos	Servicios sanitarios	Crear las instalaciones para la evacuación de agua residual, construir fosa séptica.

Continuación de la tabla XIX

3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Variada según las actividades a realizarse	En la ejecución del proyecto y en su funcionamiento	Ubicar depósitos de desechos en puntos estratégicos y evacuarlos constantemente.
4	Biodiversidad	No aplica			
5	Visual	Modificación del paisaje	Alteración del paisaje	Todo el proyecto	Integración del proyecto con el entorno y armonizarlo con la naturaleza
6	Social	Beneficio para las personas	Será de gran beneficio para las personas de la localidad, contribuyendo con la educación de los niños	En su funcionamiento	Construir adecuadamente para no poner en riesgo a los habitantes en el momento que la escuela esté en funcionamiento

Fuente: Plan de Desarrollo Tajumulco, San Marcos.

Es necesario tomar en cuenta los factores importantes para el control que se debe de brindar en el proyecto, con el fin de evitar cualquier riesgo para los habitantes en su seguridad personal y en los factores ambientales como el aire, el suelo, el agua, la flora y la fauna, se tratará la manera de ejecutar sin modificar el paisaje natural y sin interrumpir la circulación peatonal y vehicular dentro de la comunidad.

Medidas de mitigación

Estas medidas tienen por finalidad prevenir enfermedades laborales de los operarios de la obra y minimizar cualquier tipo de impacto negativo en la zona de obra o cerca de los accesos al caserío.

- Polvo: se deberá organizar la disminución de tareas en las excavaciones. Estas tareas deberán ser evitadas en días muy ventosos, cuando la obra se desarrolle cerca de las poblaciones que permiten el acceso. Se deberá regar periódicamente, solo con agua, los caminos de acceso y las áreas de la maquinaria pesada, depósito de excavaciones y campamento, así como dentro del caserío evitando el polvo en la zona de obra.
- Ruidos y vibraciones: las vibraciones de los equipos y maquinarias pesadas y la contaminación sonora por el ruido de los mismos, durante su operación, pueden producir molestias a los operarios y pobladores locales, como por ejemplo durante la compactación, la construcción y el montaje del paquete estructural. Se deberá minimizar al máximo la generación de ruidos y vibraciones de estos equipos, controlando los motores.
- Agua: hacer buen uso del recurso del agua, prestando un servicio integral de recolección de residuos y utilizando lo necesario para la construcción sin perjudicar el abastecimiento de la población.
- Nivelación y compactación del terreno: esta afecta a la calidad de suelo, en el medio natural y seguridad de operarios. Se deberá controlar que la nivelación y compactación del terreno que se realice, en el área de obrador, campamento, depósito de excavaciones, accesos a los mismos y paquete estructural, sea la estrictamente necesaria para la instalación y el

correcto funcionamiento de los mismos. Se deberá evitar la compactación de aquellos suelos donde sea necesario el tránsito de maquinaria o acopio de materiales. Para tal efecto, los cuidados deben apuntar a reducir al mínimo estas superficies.

- Desechos sólidos: constituyen todo lo sobrante dentro de la construcción, por lo tanto se deberá hacer limpieza constantemente evacuando la basura.

2.1.12. Evaluación económica

La evaluación socio económica será a corto plazo evaluando el rendimiento de inversión.

2.1.12.1. Valor Presente Neto (VPN)

La evaluación del valor presente neto será a corto plazo, ésta evaluación permite saber si el proyecto es o no rentable, de tal manera que el tiempo debe ser a corto plazo.

Costo Inicial = Q. 1 126 623,30

Ingreso inicial = Q. 300,00 * 60 viviendas = Q. 18 000,00

Ingresos anuales = Q. 20,00 * 60 viviendas * 12 meses = Q. 14 400,00

$$\text{VPN} = 18\,000 + 14\,400 * \frac{(1 + 0,10)^2 - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^2} = \text{Q. } 42\,991,73$$

2.1.12.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Sirve para evaluar el rendimiento de inversión, tomando en cuenta que los valores actuales de beneficio sean igual a los valores actuales de inversión, haciendo que el valor actual neto de fondo sea cero.

Costo = $1\,126\,623,30 - 42\,991,73 =$ Q. $1\,083\,631,56$

Beneficio = número de habitantes beneficiados a futuro

Costo / beneficio = $1\,083\,631,56 / 513$ habitantes = Q. $2\,112,34$

3. DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS

3.1. Descripción del sistema de agua potable

En el caserío Chechán de aldea Toninchún no existe un sistema de agua potable por lo que se pretende abastecer a 52 familias con una línea de conducción apta para que la dotación en cada vivienda sea la misma las 24 horas del día. Se realizará un abastecimiento por gravedad en toda la línea de conducción.

3.2. Datos de la fuente de agua

La aldea Toninchún no cuenta con una fuente para abastecer con suficiente agua a los habitantes del caserío Chechán, por lo que los integrantes del consejo comunitario de desarrollo del caserío, han comprado una fuente de abastecimiento a orillas del río El Molino, ubicada en el sector la loma, que lleva el nombre de Las Vacas.

3.2.1. Aforo

El aforo de dicha fuente de abastecimiento se realizó por el método volumétrico, utilizando un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, la fecha de realización fue el día 12 de julio de 2011, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla XX. **Aforo fuente Las Vacas**

AFORO	VOLUMEN (lts)	TIEMPO (seg)	CAUDAL (lts/seg)
1	20	24,72	0,81
2	20	25,04	0,80
3	20	25,00	0,80
4	20	25,01	0,80
5	20	24,64	0,81
CAUDAL PROMEDIO (lts/seg)			0,80

Fuente: elaboración propia.

3.3. Calidad del agua

En Guatemala la norma de calidad de agua utilizada es la Norma Coguanor NGO 29001, la cual contempla con detalle los análisis que deben realizarse al agua para que califique como agua potable.

3.3.1. Análisis físico-químico

El análisis físico es importante para determinar la potabilidad del agua, debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. El análisis químico determina la cantidad de materia mineral y orgánica que pueda afectar su calidad.

La muestra de la fuente Las Vacas cumple con la Norma Coguanor NGO 29001, notándose un grado de dureza que genera por la concentración de bicarbonatos, tomando en cuenta que esto no afecta la calidad sanitaria del agua, (ver anexos).

3.3.2. Examen bacteriológico

El examen bacteriológico indica el nivel de contaminación bacteriana con materia fecal, que pueda presentar la fuente de agua.

La fuente Las Vacas muestra gérmenes coliformes, por lo que el agua administrada no será apta para el consumo diario, por lo que se aplicará un tratamiento de desinfección (cloración), (ver anexos).

3.4. Levantamiento topográfico

El objetivo del levantamiento topográfico es obtener información de la descripción del lugar donde se va a realizar el diseño para abastecer al caserío Chechán del recurso vital, el agua, (ver anexos). El levantamiento topográfico se divide en dos partes:

- Planimetría

El levantamiento planimétrico se utilizó para realizar una proyección horizontal de la representación del terreno sobre una superficie plana para la localización del sistema en planta.

La planimetría se realizó con el método de conservación de azimut y se efectuó una poligonal abierta, utilizando un teodolito, estadal, cinta métrica, plomada, estacas, pintura roja, etc.

- Altimetría

En el levantamiento altimétrico se realizó por medio del método taquimétrico para determinar las alturas y nivelación respecto a la proyección horizontal realizado en el levantamiento planimétrico.

3.5. Población

Para calcular el crecimiento poblacional utilizamos el método geométrico por ser el más aproximado.

3.5.1. Población actual y tasa de crecimiento

La población actual en el caserío Chechán es de 349 habitantes según el censo poblacional del 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), que serán beneficiados con el sistema de agua potable, teniendo una tasa de crecimiento poblacional de 2,70 por ciento.

3.5.2. Periodo de diseño

Según la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el periodo de diseño es de 20 años, después del tiempo estipulado el sistema empezará a tener deficiencias que dependerá del incremento poblacional, pero no dejará de funcionar. Tomando en cuenta el diseño y ejecución del sistema de agua potable se añade un año, por lo que nuestro periodo de diseño a utilizar será de 21 años.

Tabla XXI. **Periodo de diseño**

	PERIODO
Fuente de abastecimiento	20 años
Línea de conducción	20 años
Tanque de almacenamiento	20 años mínimo
Red de distribución	20 años mínimo
Estaciones de bombeo	5 años

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Población futura

Utilizando el método geométrico anteriormente mencionado por ser el más aproximado para el cálculo de población futura, emplearemos la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = periodo de diseño

Po = 349 hab

r = 2,70%

n = 21 años

Entonces:

$$Pf = 349 * \left(1 + \frac{2,70}{100}\right)^{21}$$

$$Pf = 610,67 = 611 \text{ hab}$$

3.6. Criterios de diseño

Los criterios utilizados son los de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

3.6.1. Dotación de agua

La dotación es la cantidad de agua consumida por cada habitante. Los factores a tomar en cuenta para la dotación son: el clima, nivel de vida, capacidad de la fuente, características de la población, calidad y cantidad de agua disponible.

Los parámetros de abastecimiento según la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) son los siguientes:

Tabla XXII. **Dotación (Its/hab/día)**

Sistema de abastecimiento	Dotación (Its/hab/día)
Llena cántaros	30 - 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 - 90
Conexiones prediales	60 - 120
Conexión intradomiciliar	90 - 170
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Se utilizará una dotación de 80 Its/hab/día porque el sistema de abastecimiento será de conexiones prediales.

3.6.2. Factores de consumo

Son factores que indican la variación en el consumo del agua de la población con relación al día y hora máximos.

3.6.2.1. Factor día máximo

El factor de día máximo (FDM) indica la variación del consumo diario, se refiere a las 24 horas que tiene un día.

Tabla XXIII. Factor día máximo

Área	FDM
Población < 1000 habitantes	1,2 - 1,5
Población > 1000 habitantes	1,2

Fuente: Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR).

La población beneficiada es pequeña, menor a 1 000 habitantes, ya que servirá para determinar el caudal de conducción, según la tabla de Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) el factor a utilizar será 1,2.

3.6.2.2. Factor hora máximo

El factor hora máximo (FHM) indica el consumo horario de cada habitante, se refiere a una hora cualquiera del día.

Tabla XXIV. **Factor hora máximo**

Área	FHM
Población < 1000 habitantes	2 a 3
Población > 1000 habitantes	2

Fuente: Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR).

La población beneficiada es pequeña, menor a 1000 habitantes, ya que servirá para determinar el caudal de distribución, según la tabla de Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) el factor a utilizar será 2.

3.6.3. Caudales de diseño

Los caudales de diseño se refieren a las variaciones en los consumos de agua que ocurren para diferentes temporadas durante el periodo de diseño previsto.

3.6.3.1. Caudal medio diario

Se expresa como la multiplicación de la población futura con la dotación, y el resultado dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$Q_{md} = \frac{P_f * Dotación}{86400}$$

Donde:

Q_{md} = Caudal medio diario

P_f = Población futura

86400 = valor de segundos por día

Entonces:

$$Q_{md} = \frac{611 \text{ hab} * 80 \text{ lts/hab/día}}{86\,400 \text{ seg/día}} \quad Q_{md} = 0,56 \text{ lts/hab/día}$$

3.6.3.2. Caudal máximo diario

Se expresa como la multiplicación del factor diario máximo y el caudal medio diario.

$$Q_{\text{max diario}} = f_{dm} * Q_{md}$$

Donde:

f_{dm} = factor diario máximo

Q_{md} = caudal medio diario

$$Q_{\text{max diario}} = 1,2 * 0,56 = 0,67$$

3.6.3.3. Caudal máximo horario

Es el caudal de conducción producido un día después de obtener resultados durante un día. Se expresa como la multiplicación del factor hora máximo y el caudal medio diario.

$$Q_{\text{máximo horario}} = f_{hm} * Q_{md}$$

Donde:

f_{hm} = Factor hora máximo

Q_{md} = Caudal medio diario

$$Q_{\text{máximo horario}} = 2 * 0,56 = 1,12$$

3.7. Diseño hidráulico del sistema

Consiste en la utilización de la fuente Las Vacas para el abastecimiento de agua potable en una comunidad de 52 viviendas.

3.7.1. Captación

Para este proyecto la forma de captación será superficial (río), debido a que la fuente denominada Las Vacas desemboca en el río Cutzulchimá parte alta. La captación debe de ubicarse estableciendo seguridad para las personas y evitando la basura dentro de la misma.

3.7.2. Línea de conducción

Para el uso de tubería PVC hay que tomar en cuenta que su presión máxima no debe ser mayor de 112 mca que equivale a 160 psi, la presión recomendable para obtener mayor seguridad en el sistema no debe ser mayor de 90 mca lo que equivale a 128,57 psi.

El sistema de agua potable no cumple con las anteriores indicaciones por lo que es necesario agregar tres cajas rompe presión de un metro cúbico en la línea de conducción con cota de inicio en la captación de 1 000,16 metros y con cota final en el tanque de distribución de 773,01 metros, por lo que la primera caja rompe presión se colocará en la estación R7.1, la segunda caja rompe presión en la estación E-13 y la tercera caja rompe presión en la estación E-27.

Se utilizó la fórmula matemática de Hazen & Williams:

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

El primer tramo se constituye de la captación a la primera caja rompe presión, de la estación R1.1 a la estación R7.1:

Primer tramo:

R1.1 cota 1000,16

R7.1 cota 940,34

Longitud (L) = 314,28 m

Caudal (Q) = 0,68 lts/seg

Hf = 59,82 m

Presión dinámica = 44,12 m

Hf – presión dinámica = 15,70 m

Tubería PVC = 160 psi

Coeficiente (C) = 150

Incremento de tubería = 5%

Para encontrar el diámetro de tubería a utilizar:

$$D = \left(\frac{1743,811 * 314,28 * 1,05 * 0,68^{1,85}}{150^{1,85} * 59,82} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,85''$$

Con el valor obtenido se determinan dos diámetros comerciales uno superior y otro inferior al resultado anteriormente dado. Los diámetros de 1" y $\frac{3}{4}$ ", se calcula con la fórmula de Hazen & Williams para calcular las pérdidas de cada uno:

$$Hf_1 = \frac{1743,811 * 314,28 * 1,05 * 0,68^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 26,57 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1743,811 * 314,28 * 1,05 * 0,68^{1,85}}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 107,85 \text{ m}$$

La pérdida del diámetro mayor debe de ser menor a la carga disponible y la pérdida del diámetro menor debe ser mayor a la carga disponible, el valor dado es de 44,12 mca por lo que sí cumplen las dos pérdidas anteriormente dadas.

Se realiza el cálculo de las longitudes con las siguientes ecuaciones:

$$Longitud\ 2 = \frac{Longitud\ del\ tramo * (carga\ disponible\ del\ tramo(hf) - hf_1)}{hf_2 - hf_1}$$

$$Longitud\ 2 = \frac{314,28 * 1,05 * (59,82 - 26,57)}{107,85 - 26,57} = 134,99\ m$$

$$Longitud\ 1 = Longitud\ del\ tramo - Longitud\ 2$$

$$Longitud\ 1 = (314,28 * 1,05) - 134,99 = 195,00\ m$$

La tubería pvc tiene una longitud de 6 m, las longitudes obtenidas serán divididas dentro de esta medida para obtener la cantidad de tubos por diámetro que se necesitarán para cada tramo, la longitud 1 para el diámetro mayor y la longitud 2 para el diámetro menor.

$$\varnothing\ 1" = \frac{Longitud\ 1}{6\ m} = \frac{195,00}{6\ m} = 32,50 = 33\ tubos$$

$$\varnothing\ 3/4" = \frac{Longitud\ 2}{6\ m} = \frac{134,99}{6\ m} = 22,50 = 23\ tubos$$

Las longitudes anteriores son las reales para cada una de las tuberías, se procede a calcular las pérdidas reales con la ecuación de Hazen & Williams:

$$Hf_1 = \frac{1743,811 * 195,00 * 0,68}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 15,70 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1743,811 * 134,99 * 0,68}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 44,12 \text{ m}$$

$$Hf = 15,70 \text{ m} + 44,12 \text{ m} = 59,82 \text{ m}$$

La sumatoria de las pérdidas debe ser igual a la carga disponible del tramo, en este caso es de 59,82, indicando que el cálculo es correcto.

El cálculo de las cotas piezométricas se calculan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica 1} &= \text{Cota inicial del terreno} - Hf_1 \\ &= 1000,16 - 15,70 = 984,46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica 2} &= \text{Cota inicial del terreno} - (Hf_1 + Hf_2) \\ &= 1000,16 - (15,70 + 44,12) = 940,34 \text{ m} \end{aligned}$$

Por último se chequean las velocidades de diseño, el rango que se debe mantener está entre 0,40 m/seg y 3 m/seg. Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{1,974 * \text{Consumo máximo diario (CMD)}}{(\text{diámetro interno})^2}$$

$$\emptyset 1" = \text{Velocidad 1} = \frac{1,974 * 0,68}{(1,195)^2} = 0,94 \text{ m/seg}$$

$$\emptyset 3/4" = \text{Velocidad 1} = \frac{1,974 * 0,68}{(0,935)^2} = 1,69 \text{ m/seg}$$

Los siguientes tres tramos se calculan de la misma forma, los resultados finales se muestran al final del proyecto (ver apéndice).

3.7.3. Tanque de almacenamiento

Para compensar las horas de mayor demanda se diseña un tanque de almacenamiento, que según la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales UNEPAR debe tener un volumen entre el 25 y 40 por ciento del consumo medio diario.

Para este sistema toma un factor del 35 por ciento, con la siguiente fórmula:

$$\text{Vol} = \frac{0,35 * Q_{md} * 86\ 400\text{seg}}{1000} = \frac{0,35 * 0,68\text{l/seg} * 86\ 400\text{seg}}{1\ 000} = 20,32\ \text{m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen del tanque de almacenamiento} = 25\ \text{m}^3/\text{día}$$

Se asume una altura de nivel de agua dentro del tanque para hallar las dimensiones de la losa de la siguiente forma:

$$\frac{25}{1,75} = 14,28\ \text{m} \qquad \sqrt{14,28} = 3,78\ \text{m}$$

Dimensiones del tanque de almacenamiento: 3,80 x 3,80 x 1,75 m

Diseño estructural de losa superior

La losa superior será una estructura de concreto reforzado:

$$\text{Largo} = 3,80\ \text{m} \qquad \text{Ancho} = 3,80\ \text{m}$$

Con el método 3 del ACI 318-05 se diseña lo siguiente:

- Sentido de trabajo de losa superior

Para el cálculo del sentido en que trabaja la losa se determina por la relación entre el lado menor y el lado mayor a/b , si es menor que 0,5 la losa trabaja en un sentido, si es mayor de 0,5 la losa trabaja en dos sentidos.

$$m = a/b = 3,80/3,80 = 1 \quad 1 > 0,5 \quad (\text{en dos sentidos})$$

- Espesor de la losa:

$$t = \text{perímetro}/180 = 4(3,80)/180 = 0,08 \text{ m}$$

Se toma un espesor de 0,10 m

- Integración de cargas

Carga muerta (CM): peso propio de la losa

$$\text{Peso de la losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} = 240 \text{ kg/m}^2 + 90 \text{ kg/m}^2 = 330 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (CV): carga que en su efecto puede tener la losa

$$\text{Carga viva (CV)} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU): la sumatoria de carga viva y carga muerta afectadas por factores de seguridad.

$$\text{Carga muerta última (CMu): } 1,4\text{CM} = 1,4 \cdot 330\text{kg/m}^2 = 462\text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva última (CVu): } 1,7\text{CV} = 1,7 \cdot 100\text{kg/m}^2 = 170\text{ kg/m}^2$$

$$\text{CU} = 462 + 170 = 632\text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

Se determinan momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa.

Caso 1

	Ca	Cb
M-	0,50	0,50
M+CM	0,036	0,036
M+CV	0,036	0,036

$$\text{M(-)a} = 0,50 \cdot 632 \cdot (3,8)^2 = 4\,563,04$$

$$\text{M+CMa} = 0,036 \cdot 462 \cdot (3,8)^2 = 240,17$$

$$\text{M+CVa} = 0,036 \cdot 170 \cdot (3,8)^2 = 88,37$$

$$\text{M(-)b} = 0,50 \cdot 632 \cdot (3,8)^2 = 4\,563,04$$

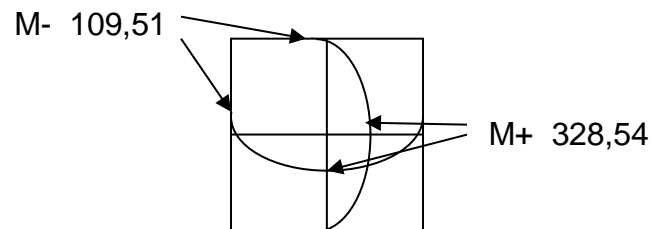
$$\text{M+CMb} = 0,036 \cdot 462 \cdot (3,8)^2 = 240,17$$

$$\text{M+CVb} = 0,036 \cdot 170 \cdot (3,8)^2 = 88,37$$

	M-	M+CM	M+CV	M+	M-
a	4 563,04	240,17	88,37	328,54	109,51
b	4 563,04	240,17	88,37	328,54	109,51

- Diagrama de momentos:

Figura 15. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia.

- Peralte efectivo de losa

$$d = t - r \quad t = 10 \text{ cms} \quad r = 2,5 \text{ cms}$$

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

- Acero mínimo (Asmín):

$$Asmín = 0,4 \left(\frac{14,1}{f_y} \right) bd$$

$$f_y = \text{módulo de fluencia del acero} = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = \text{banda de 1 m} = 100 \text{ cms}$$

$$d = \text{peralte de losa} = 7,5 \text{ cms}$$

$$Asmín = 0,4 * \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento:

Área cms ²	Separar cms	
1,51	100	S = (0,71*100)/1,51
0,71	S	= 47,02 cms

Tomar en cuenta el espaciamiento máximo entre varillas:

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

Usar No. 3 @ 30 cm

Calculando el acero mínimo para esta separación:

Área cms ²	Separar cms	
Asmín	100	Asmín = (100*0,71)/30
0,71	30	= 2,37 cms

- Momento resistente del acero mínimo:

$$M_{Asmín} = \phi \left[Asmín * fy * \left(d - \frac{Asmín * fy}{1.7f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{Asmín} = 0,90 \left[2,37 * 2\,810 * \left(7,5 - \frac{2,37 * 2\,810}{1,7(210) * 100} \right) \right] = 43\,774,79 \text{ kg/cm}$$

$$M_{Asmín} = 437,75 \text{ kg/m}$$

El momento que resiste el área de acero mínima es mayor que los momentos que actúan en la losa, por lo tanto:

El refuerzo será No. 3 @ 30 cm en ambos sentidos.

Diseño de muro

El muro será de concreto ciclópeo porque la piedra es un elemento de construcción predominante en la comunidad. Se diseñó un tanque semienterrado que consiste en verificar las presiones que se ejercen sobre las paredes y el suelo que no afectarán la estabilidad del tanque.

Peso específico del concreto	$2400 \text{ kg/m}^3 = 2,4 \text{ Ton/m}^3$
Peso específico del suelo	$1500 \text{ kg/m}^3 = 1,5 \text{ Ton/m}^3$
Peso específico concreto ciclópeo	$2250 \text{ kg/m}^3 = 2,25 \text{ Ton/m}^3$
Peso específico del agua	$1000 \text{ Kg/m}^3 = 1,0 \text{ Ton/m}^3$
Valor soporte del suelo	$15000 \text{ kg/m}^2 = 15,0 \text{ Ton/m}^2$
Ángulo de fricción	28 grados

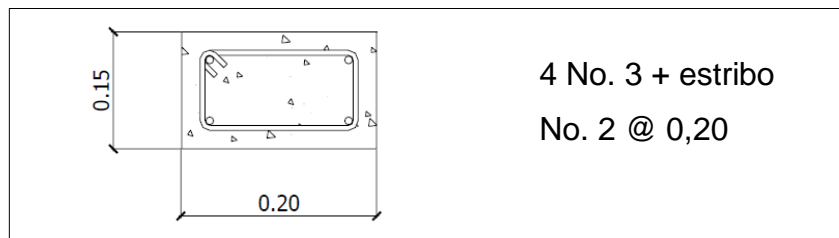
Carga de la losa y solera de corona

$$\text{Carga de la losa } W_l = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga de la viga } W_v = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,20 * 0,15 = 72 \text{ kg/m}$$

$$W_{l+v} = 240 + 72 = 312 \text{ kg/m}$$

Figura 16. **Solera corona y su refuerzo**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Carga puntual (Pc)

$$Pc = 312 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 312 \text{ kg}$$

Presión activa (Pa)

Es la presión que ejerce el agua:

$$Pa = \gamma_{\text{agua}} * (1/2 * b * h) = 1000 \text{ kg/m}^3 * (1/2 * 1,9 * 1,75) = 1\ 662,50 \text{ kg/m}$$

Momento activo (Mact)

Es el momento de volteo que ejerce el agua

$$Mact = Pa \left(\frac{h}{3} \right) = 1\ 662,50 * \left(\frac{1,75}{3} \right) = 969,79 \text{ kg/m}$$

Presión pasiva (Pp)

Es la presión que ejerce el suelo, utilizando la teoría de Rankine

$$Pp = \gamma_{\text{suelo}} * \frac{h^2}{2} * Kp$$

$$Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 - \frac{28}{2} \right) = 0,36$$

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 + \frac{28}{2} \right) = 2,77$$

$$Pp = 1500 \text{ kg/m}^3 * \frac{0,5^2}{2} * 2,77 = 519,38 \text{ kg/m}$$

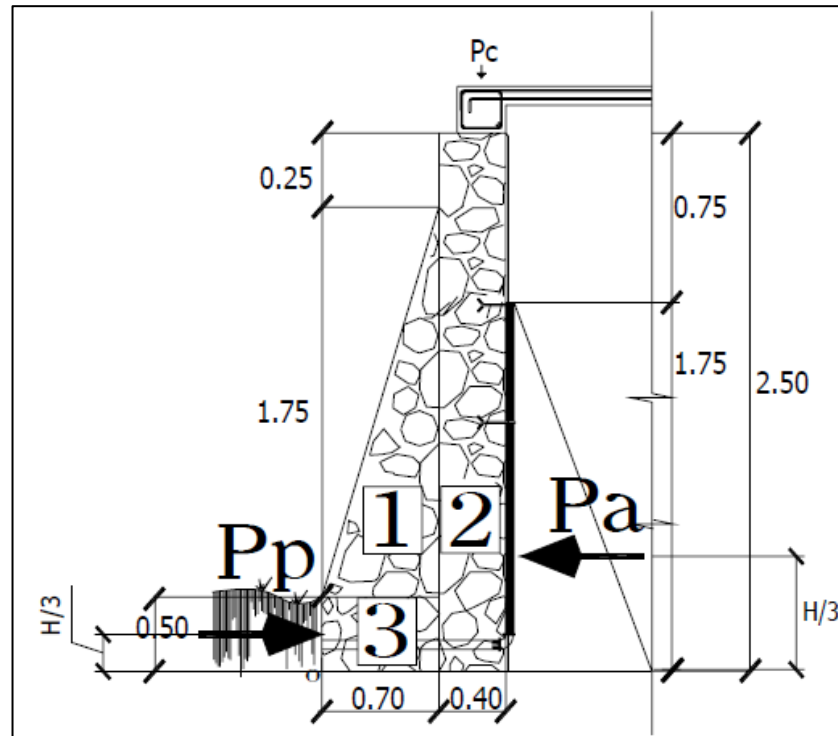
Momento pasivo (Mp)

Es el momento de volteo que ejerce el suelo

$$Mp = Pp * \frac{h}{3} = 519,38 \text{ kg/m} * \frac{0,5}{3} = 86,56 \text{ kg*m}$$

Cálculo de momento que se produce en el punto O:

Figura 17. Momentos en el punto O



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Parte 1

$$b = 0,7 \text{ m} \quad \text{hagua} = 1,75 \text{ m} \quad \gamma_{\text{ciclopeo}} = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Carga } \frac{1}{2} * b * \text{hagua} * \gamma_{\text{ciclopeo}} = \frac{1}{2} * 0,7 * 1,75 * 2250 = 1\,378,13 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo } \frac{2}{3} * b = \frac{2}{3} * 0,7 = 0,47 \text{ m}$$

$$\text{Momento } \text{carga} * \text{brazo} = 1\,378,13 * 0,47 = 647,72 \text{ kg*m}$$

Parte 2

$$b = 0,4 \text{ m} \quad b_3 = 0,7 \text{ m} \quad h_{\text{total}} = 2,5 \text{ m} \quad \gamma_{\text{ciclopeo}} = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Carga} \quad b * h_{\text{total}} * \gamma_{\text{ciclopeo}} = 0,4 * 2,50 * 2250 = 2250,00 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} \quad b_3 * b/2 = 0,4 * 0,7/2 = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Momento} \quad \text{carga} * \text{brazo} = 2250,00 * 0,14 = 315,00 \text{ kg *m}$$

Parte 3

$$b = 0,7 \text{ m} \quad h_{\text{talón}} = 0,5 \text{ m} \quad \gamma_{\text{ciclopeo}} = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Carga} \quad b * h_{\text{talón}} * \gamma_{\text{ciclopeo}} = 0,7 * 0,5 * 2250 = 787,50 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} \quad \frac{1}{2} * b = \frac{1}{2} * 0,7 = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Momento} \quad \text{carga} * \text{brazo} = 787,50 * 0,35 = 275,63 \text{ kg *m}$$

Carga puntual Cp

$$b_1 = 0,7 \text{ m} \quad b_2/2 = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Carga} \quad \text{carga puntual} = 312,00 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} \quad b_1 + b_2/2 = 0,70 + 0,2 = 0,90 \text{ m}$$

$$\text{Momento} \quad \text{carga} * \text{brazo} = 312,00 * 0,90 = 280,80 \text{ kg *m}$$

Presión pasiva Pp

$$h_3 = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Carga presión pasiva} = 519,38 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} \quad \frac{1}{3} * h_3 = \frac{1}{3} * 0,5 = 0,17 \text{ m}$$

$$\text{Momento} \quad \text{carga} * \text{brazo} = 519,38 * 0,17 = 88,29 \text{ kg *m}$$

Momento resistente al volteo que ejerce el muro por peso propio MR

$$MR = 647,72 \text{ kg} \cdot \text{m} + 2\,025,00 \text{ kg} + 275,63 \text{ kg} \cdot \text{m} + 280,80 \text{ kg} \cdot \text{m} + 88,29 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MR = 3317,44 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Resultante de las cargas R

$$R = 1\,378,13 \text{ kg} + 2\,250,00 \text{ kg} + 787,50 \text{ kg} + 312,00 \text{ kg} + 519,38 \text{ kg} =$$

$$R = 5\,247,00 \text{ m}$$

Estabilidad

- Contra volteo

$$Fsv > 1,5$$

$$Fsv = MR/Mact = 3\,317,44 / 969,79 = 3,42$$

$$3,42 > 1,5$$

- Contra deslizamiento

$$Fsd = Ffr / Pa \quad Fsd > 1,5$$

$$Cfs = 0,9 \tan \varnothing = 0,9 \tan 28^\circ = 0,48$$

$$Ffr = Cfs \cdot R = 0,44 \cdot 5\,247,00 \text{ kg} = 2\,518,56 \text{ kg}$$

$$Fsd = 2\,518,56 / 1\,662,50 = 1,52$$

$$1,52 > 1,5$$

- Verificación de presiones sobre el suelo

$$X = MR - Mact / R = 3\,317,44 - 969,79 / 5\,247,00 = 0,45 \text{ m}$$

- Excentricidad

$$e = b/2 - X$$

$$= 1,1/2 - 0,45 = 0,10 \text{ m}$$

- Presión máxima

$$R/base\ muro * \left(1 + \frac{6e}{base\ muro}\right) = \frac{5\ 247,00}{1,1} * \left(1 + \frac{6(0,10)}{1,1}\right)$$

$$P_{max} = 7\ 438,79\ kg/m^2 \qquad 7\ 438,79 < 15000\ (Vs)$$

- Presión mínima

$$R/base\ muro * \left(1 + \frac{6e}{base\ muro}\right) = \frac{5\ 247,00}{1,1} * \left(1 + \frac{6(0,10)}{1,1}\right)$$

$$P_{max} = 2\ 101,21\ kg/m^2 \qquad 2\ 101,21 > 0$$

3.7.4. Línea de distribución

La línea de distribución comprende la tubería del tanque de distribución hacia las conexiones domiciliarias de cada vivienda. Se diseña una red abierta debido a que todas las viviendas se encuentran lejanas, por lo que la red es un diseño en forma de árbol.

3.7.5. Red de distribución

El diseño de la red de distribución abastecerá a la población mediante conexiones domiciliarias por medio de una red abierta.

La diferencia entre la línea de conducción y la línea de distribución es el caudal de diseño, por lo que se tomarán en cuenta los siguientes factores para realizar una comparación entre caudales unitarios y caudales simultáneos de la siguiente forma:

Caudal máximo horario $Q_{mh} = 1,56 \text{ l/seg}$

Caudal unitario (Q_u)

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{\text{No. de viviendas}} = \frac{1,56 \text{ l/seg}}{52} = 0,03 \text{ l/seg}$$

Caudal de consumo por ramal

$$Q_u = 0,03 \text{ l/seg} * 13 \text{ viviendas} = 0,39 \text{ l/seg/vivienda}$$

Caudal simultáneo (Q_s)

$$Q_s = k\sqrt{n-1} \quad k = \text{constante en función de la cantidad de viviendas}$$

n = número de viviendas en el tramo a diseñar

$k = 0,15$ si el número de viviendas es menor de 100

$k = 0,25$ si el número de viviendas es mayor o igual de 100

$$Q_s = 0,15\sqrt{13-1} = 0,52 \text{ l/seg}$$

Este caudal es el que se toma en cuenta para el cálculo del ramal por ser el mayor entre los anteriores.

Ramal 2:

E-38 cota 773,01

E-41 cota 737,40

Longitud (L) = 191,36 m

Caudal (Q) = 0,52 lts/seg

Hf = 35,61 m

Presión dinámica = 34,18 m

Tubería PVC = 160 psi

Coeficiente (C) = 150

Incremento de tubería = 5%

Para encontrar el diámetro de tubería a utilizar:

$$D = \left(\frac{1743,811 * 191,36 * 1,05 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 35,61} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,77''$$

Con el valor obtenido se determinan dos diámetros comerciales uno superior y otro inferior al resultado anteriormente dado. Los diámetros de 3/4" y 1", se calcula con la fórmula de Hazen & Williams para calcular las pérdidas de cada uno:

$$Hf^1 = \frac{1743,811 * 191,36 * 1,05 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 9,85 \text{ m}$$

$$Hf^2 = \frac{1743,811 * 191,36 * 1,05 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 39,98 \text{ m}$$

La pérdida del diámetro mayor debe de ser menor a la carga disponible y la pérdida del diámetro menor debe ser mayor a la carga disponible, el valor dado es de 35,61 mca por lo que si cumplen las dos pérdidas anteriormente dadas.

Se realiza el cálculo de las longitudes con las siguientes ecuaciones:

$$Longitud\ 2 = \frac{Longitud\ del\ tramo * (carga\ disponible\ del\ tramo(hf) - hf_1)}{hf_2 - hf_1}$$

$$Longitud\ 2 = \frac{191,36 * 1,05 * (35,61 - 9,85)}{39,98 - 9,85} = 171,79 \text{ m}$$

$$Longitud\ 1 = Longitud\ del\ tramo - Longitud\ 2$$

$$Longitud\ 1 = (191,36 * 1,05) - 171,79 = 29,13 \text{ m}$$

La tubería pvc tiene una longitud de 6 m, las longitudes obtenidas serán divididas dentro de esta medida para obtener la cantidad de tubos por diámetro que se necesitarán para cada tramo, la longitud 1 para el diámetro mayor y la longitud 2 para el diámetro menor.

$$\varnothing 1'' = \text{Longitud } 1 / 6 \text{ m} = 29,13 / 6 \text{ m} = 4,86 = 5 \text{ tubos}$$

$$\varnothing 3/4'' = \text{Longitud } 2 / 6 \text{ m} = 171,79 / 6 \text{ m} = 28,63 = 29 \text{ tubos}$$

Las longitudes anteriores son las reales para cada una de las tuberías, se procede a calcular las pérdidas reales con la ecuación de Hazen & Williams:

$$Hf^1 = \frac{1743,811 * 29,13 * 0,52}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 1,43 \text{ m}$$

$$Hf^2 = \frac{1743,811 * 171,79 * 0,52}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 34,18 \text{ m}$$

$$Hf = 1,43 \text{ m} + 34,18 \text{ m} = 35,61 \text{ m}$$

La sumatoria de las pérdidas debe ser igual a la carga disponible del tramo, en este caso es de 35,61, indicando que el cálculo es correcto.

El cálculo de las cotas piezométricas se calculan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica } 1 &= \text{Cota inicial del terreno} - Hf_1 \\ &= 773,01 - 1,43 = 772,44 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota piezométrica 2} &= \text{Cota inicial del terreno} - (Hf_1 + Hf_2) \\ &= 773,01 - (1,43 + 34,18) = 737,40 \text{ m} \end{aligned}$$

Por último chequeamos las velocidades de diseño, el rango que se debe mantener está entre 0,40 m/seg y 2 m/seg. Para su cálculo se emplea la siguiente forma:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{1,974 * \text{Consumo máximo diario (CMD)}}{(\text{diámetro interno})^2}$$

$$\varnothing 1" = \text{Velocidad 1} = \frac{1,974 * 0,52}{(1,195)^2} = 0,72 \text{ m/seg}$$

$$\varnothing 3/4" = \text{Velocidad 2} = \frac{1,974 * 0,52}{(0,935)^2} = 1,69 \text{ m/seg}$$

La memoria de cálculo final de la red de distribución se muestra en la sección de apéndice.

3.8. Obras de arte

Las obras de arte que se colocarán en el sistema de agua potable son caja rompe presión, conexiones prediales y válvulas.

3.8.1. Caja rompe presión

Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de la misma, tiene en la entrada una caja de concreto ciclópeo, válvula

de compuerta, tubería de desagüe y rebalse, finalmente una pichacha plástica en la tubería de salida.

Para este proyecto tanto en la línea de conducción por gravedad como en la red de distribución se encuentran 3 cajas rompe presión.

3.8.2. Conexiones prediales

Son las encargadas de distribuir el agua mediante tubería y accesorios para la misma en cada vivienda, uniéndose la tubería de la red de distribución con cada predio. Las conexiones prediales deben tener tubería PVC de ½”.

El servicio del agua potable debe tener un solo chorro por cada predio, que sea accesible en la vivienda, se recomienda por ser una comunidad rural.

3.8.3. Válvulas

- Válvula de limpieza

Es aquella que se utiliza para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la tubería, para su instalación se requiere agregar una te en la tubería y desprender de allí un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de concreto ciclópeo.

En la línea de conducción por gravedad se encuentran 2 válvulas de limpieza.

- Válvula de aire

Es la que permite que se expulse automáticamente el aire acumulado en la tubería en los puntos altos, para evitar la formación de cámaras de aire comprimido, que bloquean el libre paso del agua. En la línea de conducción por gravedad se han diseñado 2 válvulas de aire.

- Válvula de compuerta

Es la que abre y cierra el paso del agua, su principal característica es su uso dentro de la trayectoria de la tubería, es utilizada en el tanque de almacenamiento, caja rompe presión y en conexiones domiciliarias.

En la línea de conducción por gravedad como en la red de distribución se encuentran 3 válvulas de compuerta, una por cada caja rompe presión y una en cada conexión domiciliar.

3.9. Paso aéreo

El paso aéreo tendrá una medida de 25 mts, debido a los datos de topografía.

Se utiliza en los terrenos en que es imposible enterrar tubería. En este caso se encuentra entre la estación E-34 y E-35, se utilizará tubería Hg sostenida con cable de suspensión sujeto a dos columnas medias de concreto reforzado, cada una con su respectivo anclaje de soporte de concreto ciclópeo.

Datos:

Tubería Hg 1"

Longitud del paso aéreo 25 m = 82,00 pies

Cargas verticales

Carga muerta (CM)

Peso de la tubería (W) = 1,68 lb/pie

Accesorios tubería = 0,52 lb/pie

Suma = 2,20 lb/pie

Peso específico del agua = 62,40 lb/pie³

Área = $\frac{\pi}{4} * \left(\frac{1\text{pie}}{12\text{plg}}\right)^2 = 0,01 \text{ lb/pie}^2$

CM = (0,01 * 62,40) + 2,20 = 2,54 lb/pie

Carga viva (CV)

Peso de 1 persona 150 lbs

Peso del tubo Hg 20 pie

CV = 150 / 20 = 7,5 lb/pie

Carga horizontal

Velocidad del viento 10 kms/h = 3 lb/pie

$W_{\text{viento}} = \emptyset_{\text{tubería}} + \text{Presión del viento}$

$W_{\text{viento}} = 1\text{plg} * \left(\frac{1\text{pie}}{12\text{plg}}\right) \left(\frac{3\text{lbs/pie}}{1\text{pie}^2}\right) = 0,25 \text{ lb/pie}$

Integración de cargas

Según el reglamento ACI 318-05 en el apéndice A, la carga última está dada de la siguiente forma:

$$U = 0,75(1,4D+1,7L+1,6W) = 0,75(1,4*2,54 + 1,7*7,5 + 1,6*0,25) = 12,55 \text{ lb/pie}$$

$$U = 1,4D+1,7L = 1,4*2,54 + 1,7*7,5 = 16,31 \text{ lb/pie}$$

$$12,55 < 16,31$$

Diseño de cable

Se utilizará la fórmula del Wire Rope Hand Book 1963, capítulo 3. El cable se diseña con las siguientes fórmulas:

Tensión horizontal del cable

$$H = W * S^2 / 8 * d$$

Tensión máxima del cable

$$T = \sqrt{1 + 16 * d^2 / S^2}$$

Tensión vertical del cable

$$V = \sqrt{T^2 + H^2}$$

Variación de flecha

$$Y = W * X * (S - H) / (2 * H)$$

Longitud del claro

$$S$$

Donde

W = carga última

S = luz

d = flecha

Para la flecha del paso aéreo se calcularán diferentes valores para d y se tomará el más conveniente para nuestras columnas medias.

Tabla XXV. **Tensión en el cable**

W(lb/pie)	S(pie)	D(m)	D(pie)	H	T	V
16,31	82,00	0,75	2,46	5 571,38	5 611,35	668,57
16,31	82,00	1,00	3,28	4 178,53	4 231,68	668,57
16,31	82,00	1,25	4,10	3 342,83	3 409,03	668,57
16,31	82,00	1,50	4,92	2 785,69	2 864,79	668,57
16,31	82,00	1,75	5,74	2 387,73	2 479,57	668,57

Fuente: elaboración propia.

Los diámetros más utilizados en los pasos aéreos son los siguientes:

3/8" con esfuerzo de ruptura de 12 620 lb y con un peso de 0,22 lb/pie.

1/2" con esfuerzo de ruptura de 27 200 lb y con un peso de 0,42 lb/pie.

Por lo tanto para el paso aéreo de 25 m se utilizará un cable de 3/8" con una resistencia de 12 620 lb de tensión con un peso de 0,22 lb/pie.

Integración de nuevo peso del cable a la carga última

Datos:

Carga muerta 2,54 lb/pie

Peso del cable 0,22 lb/pie

Carga viva 7,50 lb/pie

Carga del viento 0,25 lb/pie

Carga muerta (CM)

$$CM = \text{carga muerta} + \text{peso del cable} = 2,54 + 0,22 = 2,76 \text{ lb/pie}$$

Carga última (U)

$$U = 0,75(1,4D+1,7L+1,6W) = 0,75(1,4*2,54 + 1,7*7,5 + 1,6*0,25) = 13,00 \text{ lb/pie}$$

$$U = 1,4D+1,7L = 1,4*2,76 + 1,7*7,5 = 16,61 \text{ lb/pie}$$

$$13,00 < 16,61$$

Tensión horizontal del cable

$$H = 16,61 * 82,00^2 / 8 * 4,10 = 3\,405,87 \text{ lb}$$

Tensión máxima del cable

$$T = H * \sqrt{1 + 16 * 4,10^2 / 82,00^2} = 3\,473,32 \text{ lb}$$

Tensión vertical

$$V = \sqrt{3\,405,87^2 + 3\,473,32^2} = 681,17 \text{ lb}$$

Péndolas

La función de las péndolas es sostener la tubería que va unida al cable principal. El cable galvanizado a utilizar es el de ¼" de diámetro cuya resistencia de ruptura es de 3 600 lbs. La carga de tensión que soportará se muestra a continuación:

$$Q = W * S$$

Donde

$$W = \text{carga última} = 16,61 \text{ lb/pie}$$

$$S = \text{separación entre péndolas} = 1 \text{ m} = 3,28 \text{ pies}$$

$$Q = 16,61 \text{ lb/pie} * 3,28 \text{ pie} = 54,49 \text{ lb}$$

Para calcular la longitud de las péndolas se utiliza la siguiente ecuación:

$$Y = W * X * (S - X) / (2 * H)$$

Donde

Carga última $W = 16,61 \text{ lb/pie} = 24,77 \text{ kg/m}$

Separación entre la péndola más cercana a la torre de soporte $X = 1 \text{ m}$

Luz del paso aéreo $S = 25 \text{ m}$

Tensión horizontal $H = 3\,405,87 \text{ lb} = 1\,548,12 \text{ kg}$

Tabla XXVI. Longitud de péndolas

X	S-X	W/2H	Y	Long	No. pen	Long pen
1	24	0,008	0,19	1,808	2	3,62
2	23	0,008	0,37	1,632	2	3,26
3	22	0,008	0,53	1,472	2	2,94
4	21	0,008	0,67	1,328	2	2,66
5	20	0,008	0,80	1,200	2	2,40
6	19	0,008	0,91	1,088	2	2,18
7	18	0,008	1,01	0,992	2	1,98
8	17	0,008	1,09	0,912	2	1,82
9	16	0,008	1,15	0,848	2	1,70
10	15	0,008	1,20	0,800	2	1,60
11	14	0,008	1,23	0,768	2	1,54
12	13	0,008	1,25	0,752	2	1,50
LONGITUD PARCIAL DE LAS PÉNDOLAS						17,06

Fuente: elaboración propia.

A la longitud parcial de las péndolas se le va agregar el 15 por ciento para dobleces y ataduras, por lo tanto:

$$17,06 * 1,15 = 19,61 \text{ m}$$

Columnas de soporte para el paso aéreo

Se utilizan para cambiar la tensión del cable principal en dirección del anclaje, se construirán de concreto reforzado, con una altura de 2,75 m y una sección de 0,40 x 0,40 m, unidos a una zapata de 0,50 m de espesor y 0,80 m por cada lado.

$$b = 0,40 \text{ m} \quad h = 0,40 \text{ m}$$
$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Momento de Inercia} = I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0,4)(0,4)^3}{12} = 0,0021 \text{ m}^4$$

$$\text{Radio de giro} = r = \sqrt{I/A} = \sqrt{0,0021/(0,4 * 0,4)} = 0,1155 \text{ m}$$

$$\text{Longitud libre de columna} = L_u = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total de columna} = 1,75 + 1 = 2,75 \text{ m}$$

Esbeltez de columna

$$\frac{2L_u}{r} \geq 22 \quad \frac{2(1,75)}{0,1155} \geq 22 \quad 30,31 \geq 22 \text{ columna media}$$

Carga crítica

La carga crítica en una columna con un extremo empotrado y el otro libre, se utiliza la fórmula de Euler:

$$P_{cr} = \pi^2 EI / (2L_u)^2$$

Donde

I = inercia

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

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \pi^2(15\,100\sqrt{210}) * 0,0021 / (2 * 175)^2 \\
 &= 4342\,885,10 \text{ kgs} \\
 &4\,342,89 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Refuerzo en la columna

Se usará el criterio del ACI318-05 sección 10.8.4, cuando un elemento a compresión tiene una sección transversal mayor que la requerida para las condiciones de carga, con el fin de determinar el refuerzo mínimo se puede emplear un área de acero del 50 por ciento del área total de la columna (A_g).

$$\begin{aligned}
 A_{smin} &= 0,01(A_g/2) = 0,01((40 * 40)/2) = 8 \text{ cms}^2 \\
 &8 \text{ varillas No. 8}
 \end{aligned}$$

Carga última

$$\begin{aligned}
 PU &= \phi(F'_c)(A_g - A_s) + A_s(F_y) \\
 PU &= 0,85(280)((40*40) - 10,62) + 10,62(4200) = 450\,820,40 \text{ kg} = 450,82 \text{ ton} \\
 P_{cr} &> PU \quad 4\,342,89 \text{ ton} > 450,82 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

El refuerzo transversal en la columna será varilla No. 3 @ 20 cms.

Zapata

La carga que soporta la zapata es pequeña, se asume el peralte mínimo recomendado por el ACI 318-05 en la sección 22.7.

Peralte mínimo encima del refuerzo interior = 15 cms
 Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,5 cms

$$t = 15 + 7,5 = 22,5 \approx 23 \text{ cms}$$

Factor de carga última

$$F_{CU} = U/CM + CV = 16,61/ 2,76 + 7,5 = 1,62 \text{ lb/pie}$$

Integración de cargas

Peso específico del concreto	2400 kg/m ³	=	2,4 T/m ³
Peso específico del suelo	1500 kg/m ³	=	1,5 T/m ³
Valor soporte del suelo (Vs)	15000 kg/m ²	=	15 T/m ²
Peso específico concreto ciclópeo	2250 kg/m ³	=	2,25 T/m ³
Área de zapata (Az)	0,8 * 0,8 m ²		

Peso de columna	(2,4)(2,75)(0,8*0,8)	=	1,06 T
Peso de suelo	(1,5)((0,8*0,8*1)-(0,4*0,4))	=	0,72 T
Peso del concreto	(2,25)((0,8*0,8*0,2))	=	0,29 T
Peso zapata	(2,4)((0,8*0,8*0,23))	=	0,35 T
Tensión vertical	681,17 lb	=	0,31 T
Peso total (Pz)		=	2,73 T

$$Pz/Az \leq Vs$$

$$2,73/0,64 = 4,42$$

$$4,42 \text{ T/m}^2 \leq 15 \text{ T/m}^2$$

Carga última que soporta la zapata

$$W_{UZ} = F_{CU} (Pz)$$

$$W_{UZ} = 1,62 * (2,73) = 4,42 \text{ T}$$

Verificación por corte simple

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

$$d = 0,23 - 0,075 - 0,0010/2 = 15 \text{ cms}$$

Corte actuante

$$V_a = \frac{1}{2} (a/2 + d) * (1 * W_{UZ})$$

$$V_a = \frac{1}{2} (0,4/2 + 0,15) * (1 * 4,42) = 0,64 \text{ T}$$

Corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,5 * f'_c * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,5 * \sqrt{280} * 100 * 0,15 = 9,24 \text{ T}$$

$$0,64 < 9,24$$

Verificación por corte punzonante

$$V_a = W_{uz} (A_z - A_p)$$

$$V_a = 4,42 ((0,8 * 0,8)^2 - (0,4 + 0,15)^2) = 1,47 \text{ T}$$

$$V_r = \emptyset * h_{cim} * \sqrt{f'_c} * 4(a+d) * d$$

$$V_r = 0,85 * 1 * \sqrt{280} * (4(40+15)) * 0,15 = 40,65 \text{ T}$$

$$1,47 < 40,65$$

Verificación por flexión

$$M_u = W_{uz} * L^2 / 2 = 4,42 * 0,3^2 / 2 = 0,20 \text{ ton}$$

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

$$A_s = \left[100 * 15 - \sqrt{(100 * 15)^2 - \frac{0,18 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4200} \right) = 0,35 \text{ cms}^2$$

$$P_c = \frac{A_s}{b * d} = \frac{0,32}{100 * 15} = 0,0002 \text{ cms}^2$$

$$P_{min} = 0,40 * \frac{14}{f_y} = 0,40 * \frac{14}{4\ 200} = 0,0515 \text{ cms}^2$$

$P_{min} < P_c$ ok Usar el acero mínimo

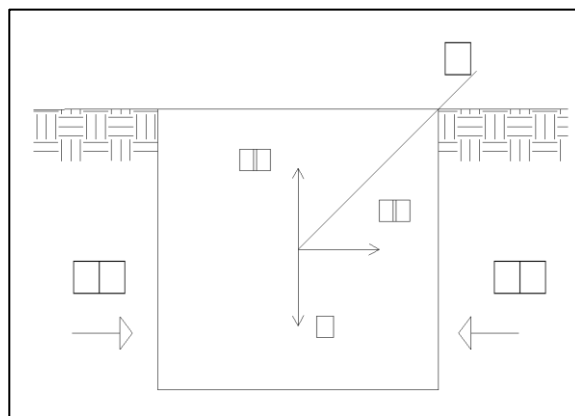
$$A_{smin} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 15 = 3,00 \text{ cms}^2$$

Colocar varilla No. 5 @ 15 cms

Anclaje de soporte

La tensión del cable tiene dos fuerzas, una horizontal que se contrarresta por la fricción entre el anclaje y el suelo y otra vertical que se contrarresta por el peso propio del anclaje.

Figura 18. **Anclaje de soporte**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

$$T = 1,58 \text{ ton}$$

$$T_x = 1,58 \cos(45^\circ) = 1,12$$

$$T_y = 1,58 \sin(45^\circ) = 1,12$$

$$P_a = k_a * \gamma_{\text{suelo}} * h^3/2 = 0,36 * 1,5 * h^3/2 = 0,27 h^3$$

$$P_p = k_p * \gamma_{\text{suelo}} * h^3/2 = 2,77 * 1,5 * h^3/2 = 2,08 h^3$$

$$W = h^3 * \gamma_{\text{ciclópeo}} = 2,25 h^3$$

$$M_{act} = P_a (h/3) = 0,26 h^3 (h/2) = 0,09 h^4$$

$$M_{pas} = P_p (h/3) = 2,18 h^3 (h/2) = 0,69 h^4$$

Verificación por volteo

Se simplifica debido a que el anclaje tiene forma de cubo, el factor de seguridad debe ser mayor a 1,5 por lo que se asumirá 1,6.

$$\begin{aligned} \Sigma M_{resistentes} &= 1,6 \Sigma M_{actuantes} \\ M_p + W(h/2) &= 1,6((T_y h/2 + T_x h/2) + (M_{act})) \\ 0,69h^4 + (2,25h^3(h/2)) &= 1,6((2,12h) + (0,09h)) \\ 1,82h^4 &= 1,93h \\ h^4/h &= 1,93/1,82 \\ h^3 &= 1,06 \\ h &= 1,02 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Verificación contra deslizamiento

$$\frac{\sum F_H R}{\sum F_H act} > 1.5 \quad \Rightarrow \quad \frac{Cfs(W - T_y) + P_p}{T_x + P_a} > 1.5$$

$$Cfs = 0,90 \tan \theta$$

$$Cfs = 0,90 \tan 45 = 0,90$$

$$0,90 (2,39-1,12) + 2,21 / 1,12 + 0,29 > 1,5$$
$$2,39 > 1,5 \text{ ok}$$

3.10. Paso aéreo de 20 metros

Se empleó el mismo procedimiento de cálculo que en el paso aéreo de 25 mts, donde la única diferencia del procedimiento es la longitud de luz libre. Los detalles se encuentran en los planos respectivos y los resultados en la memoria de cálculo.

3.11. Paso de zanjón de 6 metros

Se empleó el mismo procedimiento de cálculo que en el paso aéreo de 25 mts, donde la única diferencia del procedimiento anterior es la longitud de luz libre. Los detalles se encuentran en los planos respectivos y los resultados en la memoria de cálculo.

3.12. Desinfección

El sistema de desinfección mínimo que se le debe dar al agua para el consumo humano debe ser de control sanitario, generalmente se utiliza en el área rural en los nacimientos de agua donde el caudal es pequeño.

Para este proyecto se utilizará la cloración (hipoclorito de calcio o tabletas de tricloro), que es un método de fácil aplicación y económico. Las tabletas de tricloro tienen un tamaño de 3" de diámetro por 1" de espesor, que contiene una

solución de 90 por ciento cloro y 10 por ciento estabilizador, cada tableta tiene un peso de 200 gr y regularmente actúan 15 gr en 24 horas.

3.13. Programa de operación y mantenimiento

Se deberá efectuar una prueba de presión en la tubería instalada por cada tramo para comprobar su comportamiento, elevando la presión al 50 por ciento de trabajo normal de la tubería, previo al cierre de la zanja de instalación.

Es importante colocar material selecto encima de la tubería al momento de realizar las pruebas sin cubrir las uniones de tubería y accesorios, para poder comprobar si existen fugas.

Para el cierre de la zanja se recomienda colocar material selecto compactado hasta donde sea posible, tanto encima como a los lados de la tubería, con el fin de que la zanja quede rellena completamente.

El fontanero de la comunidad debe tener a su disponibilidad materiales de calidad en caso de que la tubería requiera alguna reparación, para poder darle un buen mantenimiento a la conducción y distribución del agua potable hacia cada vivienda.

3.14. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable tiene que contar con un mantenimiento adecuado para garantizar su tiempo de vida, por lo que es necesario realizar un recurso financiero en la comunidad a través de un pago mensual por la misma.

- Costo de operación

Se realiza considerando la revisión de las conexiones prediales, línea de conducción y línea de distribución. El fontanero trabajará un día a la semana que serán 52 días al año con un salario de Q 120,00 por día, será contratado por servicios personales lo que no aplica prestaciones laborales.

$$Q. 120,00 * 52 = Q. 6 240,00 / 12 meses = Q. 520,00/mes$$

- Costos de mantenimiento

Servirá para sufragar gastos de reparaciones en la tubería para evitar el daño del sistema. El mantenimiento incluye compra de herramienta necesaria para realizar trabajos de reparación del sistema. Se considera el periodo de vida útil del sistema, mensualmente será de un 0,65 por ciento.

$$0,0065 * Q. 584 302,35 / 12 meses = Q. 316,50/mes$$

- Costos de tratamiento

Se realiza para la compra y mantenimiento de desinfección del agua, siendo éste el hipoclorito de calcio.

$$Q. 25,00/tableta * 24 tabletas/año = Q. 600,00$$

- Costos de administración

Se realiza para mantener un fondo de gastos en viáticos, papelería, sellos, etc., estimando un porcentaje del 10 por ciento.

$$0,10 * (Q. 520,00 + Q. 316,50 + Q. 600,00) = Q. 143,65$$

- Costos de reserva

Se toma un 5 por ciento que se pueden utilizar en desastres naturales.

$$0,05 * (Q. 520,00 + Q. 316,50 + Q. 600,00) = Q. 71,82$$

La tarifa propuesta que se obtiene es la suma de todos los gastos anteriores dividida entre las conexiones prediales que abastece el sistema.

Costos de operación	Q. 520,00
Costos de mantenimiento	Q. 316,50
Costos de tratamiento	Q. 600,00
Costos de administración	Q. 143,65
Costos de reserva	Q. 71,82
Total	Q. 1 651,97

La tarifa por vivienda será de $Q. 1\ 651,97 / 52 \text{ conexiones} = Q. 31,77$

3.15. Presupuesto integrado

El presupuesto integrado se presenta en la tabla XXVII:

Tabla XXVII. **Presupuesto integrado para sistema de agua potable**

PRESUPUESTO					
Proyecto		DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚM			
Municipio		TAJUMULCO			
Departamento		SAN MARCOS			
Cálculo		WALDA IOANNA MALDONADO LAM EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)			
No.	RENLÓN	CANT	UNIDAD	PU	TOTAL
1	Excavación y relleno de zanja	1262	ml	Q. 97,67	Q. 123 253,97
2	Captación	1	unidad	Q. 12 414,22	Q. 12 414,22
3	Válvula de aire	4	unidad	Q. 5 105,33	Q. 20 421,31
4	Válvula de limpieza	6	unidad	Q. 5 446,58	Q. 32 679,47
5	Caja rompe presión	6	unidad	Q. 7 111,95	Q. 42 671,72
6	Paso aéreo de 6 m	3	unidad	Q. 17 086,46	Q. 51 259,39
7	Paso aéreo de 20 m	1	unidad	Q. 23 254,14	Q. 23 254,14
8	Paso aéreo de 25 m	1	unidad	Q. 24 255,14	Q. 24 255,14
9	Tanque de almacenamiento	1	unidad	Q. 67 305,42	Q. 67 305,42
10	Línea de conducción	1636	ml	Q. 38,51	Q. 62 997,03
11	Línea de distribución	1520	ml	Q. 34,35	Q. 52 209,95
12	Conexión domiciliar	52	unidad	Q. 1 376,55	Q. 71 580,60
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q. 584 302,35

Fuente: elaboración propia.

3.16. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un término de política ambiental, orientada a asegurar la consideración de intereses públicos ambientales en la toma de decisiones sobre proyectos y actividades productivas, permitiendo opciones de desarrollo.

El estudio impacto ambiental va a identificar y corregir las consecuencias en el ambiente que puedan afectar la calidad de vida de los habitantes, pero valorará el agua, el aire, la flora y la fauna en función de los ecosistemas.

Para este sistema de agua potable uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta en el estudio de impacto ambiental pueden ser de forma negativa, debido a la remoción de vegetación en los lugares donde va enterrada la tubería para la línea de conducción y distribución, por lo que cuidadosamente se realizó la topografía en terrenos de agricultura donde se tenía derecho de paso para no afectar los recursos naturales que existen dentro de las comunidades y así conservar la existencia de los bosques.

3.17. Evaluación socioeconómica

Los proyectos de agua potable en su gran mayoría se realizan por donaciones, por lo que es indispensable realizar un análisis económico para la factibilidad del proyecto.

3.17.1. Valor Presente Neto (VPN)

Es un estudio que se realiza para determinar el tiempo en el que se recuperará el costo de inversión del proyecto, por lo que debe ser a corto plazo para considerar las ganancias del mismo. Este permite saber si el proyecto es o no rentable y hacer la comparación con tasa interna de retorno.

Costo Inicial = Q. 584 302,35

Ingreso inicial = Q. 300,00 * 52 viviendas = Q. 15 600,00

Ingresos anuales = Q. 20,00 * 60 viviendas * 12 meses = Q. 14 400,00

$$\text{VPN} = 15\,600 + 14\,400 * \frac{(1 + 0,10)^2 - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^2}$$

$$= \text{Q. } 40\,591,75$$

3.17.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es un estudio que evalúa el rendimiento de inversión y la tasa realiza el beneficio del valor actual de los flujos de inversión.

$$\text{Costo} = 584\,302,35 - 40\,591,75 = \text{Q. } 543\,710,60$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados a futuro}$$

$$\text{Costo / Beneficio} = 543\,710,60 / 611 \text{ habitantes} = \text{Q. } 889,87$$

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) ayuda al estudiante a poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica y permite el aprendizaje ante la resolución de problemas reales dentro del campo de la ingeniería civil.
2. El diseño del edificio comunal de dos niveles para el caserío Cheanjes, dará solución a la problemática de la niñez que en el habitan, debido a que contarán con aulas de escuela primaria en el primer nivel y un salón comunal en el segundo nivel que servirá de apoyo para las diferentes actividades de los habitantes.
3. El diseño del sistema de agua potable para el caserío Chechán contribuye a resolver la problemática que se presenta en dicho lugar, ya que se contará con un sistema de calidad que cubrirá las necesidades básicas de cada habitante.
4. Las propuestas del presente trabajo pretenden contribuir al desarrollo del caserío de Cheanjes del departamento de San Marcos, debido a la demanda de priorización de proyectos que cada familia necesita para una mejor calidad de vida.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que cada comunidad establezca un comité encargado del mantenimiento, limpieza, conservación y buen funcionamiento de los proyectos.
2. Los proyectos deben de seguir las especificaciones dadas en el presente trabajo y cumplir con cada detalle de la construcción, así como capacitar a los habitantes de la comunidad que se involucren en los mismos.
3. Considerar a los habitantes de las comunidades en la mano de obra no calificada para que genere empleo y contribuyan con el mantenimiento y cuidado de las obras locales.
4. Fomentar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), para la formación teórico-práctica del estudiante, contribuyendo con su formación profesional y experiencia laboral dentro del campo de la ingeniería civil.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-05 y comentario ACI 318SR-05*. Estados Unidos: ACI, 2005. 503 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala, Diseño Estructural de Edificaciones (NSE-3), Requisitos Prescriptivos para Viviendas menores a 1 o 2 niveles (NSE-4)*. Guatemala: AGIES, 2010. 436 p.
3. Código Uniforme de la Edificación. *Reglamento para el diseño de ingeniería estructural*. Estados Unidos: UBC, volumen 2, 1997. 432 p.
4. Instituto Nacional de Fomento. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM-UNEPAR. 1997. 174 p.
5. MCCORMACK, Jack C. *Diseño de Concreto Reforzado*. 5a ed. México: Alfaomega, 2005. 109 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto*. 12 ed. Colombia: McGraw Hill, 1999. 708 p.

7. Secretaría General de Planificación. *Plan de desarrollo del municipio de Tajumulco, departamento de San Marcos*. Guatemala: SEGEPLAN, 2010. 209 p.

APÉNDICES

1. Planos de edificio comunal de dos niveles, caserío Cheanjés, aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos.
2. Planos de sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.
3. Topografía del sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.
4. Presupuesto desglosado de edificio comunal de dos niveles, caserío Cheanjés, aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos.
5. Presupuesto desglosado de sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.
6. Diseño hidráulico sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos.

Apéndice 3. **Topografía sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUTH			DISTANCIA Pto-Pto	D.H. (m.)	CAMINAMIENTO	COTA
			Grad.	Min.	Seg.				
BM-1	BM-2	1.398	316	2	7	16,750	15,320		
BM-2	E-1	1.398	94	32	12	13,880	10,410	0 + 000,00	1000,000
E-1	R 1.1	1.398	94	27	52	40,198	40,198	0 + 000,00	1000,163
E-1	R 1.2	1.398	96	13	41	12,242	28,000	0 + 012,24	999,962
E-1	R 1.3	1.398	341	50	11	46,121	26,867	0 + 058,36	995,460
E-1	E-2	1.398	339	36	59	20,100	46,920		992,780
E-2	R 2.1	1.410	298	44	45	23,278	23,278	0 + 099,46	985,338
R 2.1	E-3	1.407	335	47	52	21,336	21,336	0 + 120,80	981,380
E-3	E-4	1.420	20	32	58	31,429	31,429	0 + 152,23	977,064
E-4	E-5	1.455	347	21	32	56,899	56,899	0 + 209,13	963,435
E-5	E-6	1.518	324	42	12	49,152	49,152	0 + 258,28	955,622
E-6	E-7	1.306	270	54	49	70,017	70,017		938,728
E-7	R 7.1	1.339	52	6	10	19,842	19,842	0 + 314,28	940,338
E-7	R 7.2	1.339	335	51	10	23,074	17,403	0 + 337,35	934,002
E-7	R 7.3	1.339	333	1	23	36,942	54,313	0 + 374,29	928,895
R 7.3	E-8	1.395	334	52	10	63,192	63,192	0 + 437,49	912,177
E-8	E-9	1.487	308	32	19	36,895	36,895		906,287
E-9	R 9.1	1.475	56	1	15	14,687	14,687	0 + 472,89	900,962
E-9	R 9.2	1.475	332	21	4	53,378	52,962	0 + 526,26	897,749
R 9.2	E-10	1.468	307	32	20	109,991	109,991	0 + 636,26	882,752
E-10	E-11	1.355	309	44	1	48,174	48,174	0 + 684,43	868,631
E-10	E-12	1.355	308	56	44	52,500	100,666	0 + 736,93	870,819
E-10	E-13	1.355	305	57	17	17,595	117,322	0 + 754,52	874,586
E-13	E-14	1.235	339	19	27	27,631	27,631	0 + 782,16	864,930
E-14	E-15	1.445	41	43	36	15,916	15,916	0 + 798,07	863,819
E-15	E-16	1.295	19	56	58	20,543	20,543	0 + 818,62	860,451
E-16	E-17	1.389	345	0	4	39,171	39,171	0 + 857,79	854,841
E-16	E-18	1.389	325	8	4	93,636	129,525	0 + 951,42	852,396
E-18	E-19	1.393	324	23	17	22,449	22,449	0 + 973,87	841,735
E-18	E-20	1.393	309	44	28	57,411	78,849	1 + 031,28	832,136
E-20	E-21	1.364	312	0	27	26,956	26,956	1 + 058,24	825,795
E-20	E-22	1.364	312	23	21	19,219	46,174	1 + 077,46	820,918

Continuación del apéndice 3

E-22	E-23	1.403	0	2	46	93,999	93,999	1 + 171,46	821,435
E-22	E-24	1.403	351	22	23	57,187	148,327	1 + 228,64	830,615
E-24	E-25	1.454	22	57	27	21,955	21,955	1 + 250,60	831,668
E-25	E-26	1.353	329	38	46	74,575	74,575	1 + 325,17	804,909
E-26	E-27	1.359	345	21	23	29,092	29,092	1 + 354,27	793,473
E-27	E-28	1.346	311	16	26	26,664	26,664	1 + 380,93	771,419
E-28	E-29	1.403	311	14	3	38,623	38,623	1 + 419,55	751,203
E-29	E-30	1.339	318	2	57	10,867	10,867	1 + 430,42	740,640
E-29	E-31	1.339	318	37	19	29,518	40,384	1 + 459,94	712,597
E-29	E-32	1.339	318	34	11	11,546	51,930	1 + 471,48	721,408
E-29	E-33	1.339	317	14	22	22,013	73,896	1 + 493,50	716,545
E-29	E-34	1.339	317	57	40	30,887	104,763	1 + 524,38	732,727
E-29	E-35	1.339	322	21	46	61,675	165,603	1 + 586,06	743,335
E-29	E-36	1.339	323	32	12	21,631	186,931	1 + 607,69	754,720
E-29	E-37	1.339	320	9	33	22,030	205,686	1 + 629,72	772,857
E-37	E-38	1.323	283	29	11	5,991	5,991	1 + 635,71	773,009

RED DE DISTRIBUCIÓN

RAMAL No. 1

	E-38							0 + 000,00	773,009
E-38	E-37	1.323	283	29	11	5,991		0 + 005,99	772,857
E-37	E-36	1.339	323	32	12	22,030	186,931	0 + 028,02	754,720
E-36	E-36.1	1.339	87	23	42	80,343		0 + 108,36	760,200
E-36.1	D-1	1.339	353	25	35	13,250	158,990	0 + 121,61	763,311

RAMAL No. 2

	E-38							0 + 000,00	773,009
E-38	E-37	1.323	283	29	11	5,991		0 + 005,99	772,857
E-37	E-36	1.339	323	32	12	22,030		0 + 028,02	754,720
E-29	E-39	1.339	323	31	56	19,992	166,939	0 + 048,01	754,232
E-29	E-40	1.339	349	32	23	83,318	110,240	0 + 131,33	746,141
E-29	D-2	1.339	344	5	51	13,280	99,564		744,654
E-29	D-3	1.339	326	38	39	29,863	94,767		739,530
E-29	E-41	1.339	317	55	57	60,027	77,601	0 + 191,36	737,398
E-29	D-4	1.339	301	3	4	34,296	100,111		731,210
E-29	D-5	1.339	297	22	24	6,767	102,039		730,637
E-29	D-6	1.339	308	45	11	22,953	111,054		732,955

Continuación del apéndice 3

E-29	D-7	1.339	293	34	2	41,705	137,061		730,270
E-29	D-8	1.339	302	15	58	21,052	131,812		733,457
E-29	D-9	1.339	291	32	40	24,794	125,849		728,286
E-29	D-10	1.339	298	40	33	17,681	116,599		730,027
E-29	D-11	1.339	290	55	5	18,621	125,482		727,532
E-29	E-42	1.339	278	57	6	72,990	114,588	0 + 264,35	722,198
E-29	D-12	1.339	276	48	37	15,332	129,231		721,764
E-29	D-13	1.339	274	1	20	15,408	143,145		719,117
E-29	E-43	1.339	271	29	46	23,868	132,291	0 + 288,22	719,206
E-29	E-44	1.339	270	27	55	54,266	186,483	0 + 342,48	713,602
E-29	D-14	1.339	270	27	55	54,266	186,483		713,602

RAMAL No. 3

	E-38								773,009
E-38	E-45	1.396	254	41	28	25,068	25,068	0 + 025,07	758,704
E-38	D-15	1.396	222	17	32	31,502	49,661		750,246
E-38	D-16	1.396	250	21	47	37,925	73,689		751,040
E-38	D-17	1.396	260	47	7	14,046	76,899		752,200
E-38	D-18	1.396	264	31	7	11,966	87,604		751,581
E-38	D-19	1.396	253	41	45	21,267	99,525		751,102
E-38	E-46	1.396	257	7	24	88,078	113,117	0 + 113,15	749,403
E-46	D-20	1.394	195	1	50	54,909	54,909		740,458
E-46	D-21	1.369	263	2	7	64,144	59,582		721,971
E-46	D-22	1.394	262	16	21	8,150	67,687		720,228
E-46	D-23	1.394	208	47	24	77,033	94,820		725,535
E-46	D-24	1.394	247	3	47	59,726	85,287		713,074
E-46	D-25	1.394	234	40	30	38,067	116,683		708,278
E-46	E-47	1.394	282	58	12	61,021	61,021	0 + 174,17	723,013
E-46	E-48	1.394	268	55	33	78,440	136,227	0 + 252,61	720,853
E-46	E-49	1.394	270	19	25	39,265	175,311	0 + 291,87	720,624
E-49	E-50	1.407	303	25	41	80,680	80,680	0 + 372,55	706,851
E-49	D-26	1.407	294	55	58	43,203	38,268		706,975
E-49	E-51	1.407	297	55	32	64,438	144,280	0 + 436,99	704,378
E-49	D-27	1.407	298	15	24	41,367	185,636		710,912
E-49	E-52	1.407	286	27	28	30,502	151,768	0 + 467,49	701,927
E-49	D-28	1.407	279	1	56	19,946	146,872		698,998
E-49	D-29	1.407	264	5	54	38,441	135,194		701,353
E-49	E-53	1.407	263	33	47	60,683	125,803	0 + 528,17	698,152
E-49	E-54	1.407	253	7	41	87,031	207,717	0 + 615,21	698,855
E-49	E-55	1.407	246	0	19	104,858	307,760	0 + 720,06	693,373

Continuación del apéndice 3

E-49	D-30	1.407	246	0	19	104,858	307,760		693,373
E-49	D-31	1.407	238	14	36	147,981	238,585		672,536
E-49	D-32	1.407	231	0	38	88,806	257,414		659,257

RAMAL No. 4

	E-49							0 + 000,00	720,624
E-49	D-33	1.407	238	43	17	83,679	83,679		683,175
E-49	D-34	1.407	230	45	32	19,403	67,311		686,915
E-49	E-56	1.407	219	38	9	96,819	96,819	0 + 096,82	668,332
E-49	D-35	1.407	229	59	37	18,614	101,834		676,721
E-49	E-57	1.407	202	10	10	43,533	124,769	0 + 140,35	664,324
E-49	D-36	1.407	202	7	25	3,261	128,029		665,233
E-49	D-37	1.407	213	6	6	30,704	144,349		659,582
E-49	D-38	1.407	212	2	12	2,727	143,835		658,284
E-49	D-39	1.407	188	32	41	58,005	123,127		664,091
E-49	D-40	1.407	196	42	57	23,996	138,296		661,310
E-49	D-41	1.407	198	9	14	13,107	150,892		658,579
E-49	D-42	1.407	201	12	6	14,856	163,182		654,578
E-49	D-43	1.407	200	0	41	137,912	25,276		706,882
E-49	E-58	1.407	200	17	51	66,119	190,697	0 + 206,47	645,578
E-58	D-44	1.385	301	18	22	37,736	37,736		636,320
E-58	D-45	1.385	246	4	14	63,880	77,371		622,516
E-58	D-46	1.385	263	8	37	23,200	69,247		630,556
E-58	D-47	1.385	240	45	32	34,207	42,242		628,067
E-58	D-48	1.385	126	41	42	64,205	34,104		631,082
E-58	E-59	1.385	96	56	6	28,079	28,079	0 + 234,55	635,870
E-59	D-49	1.410	90	24	53	39,970	39,970		634,892
E-59	D-50	1.410	50	21	40	27,832	19,962		636,856
E-59	D-51	1.410	93	36	37	76,685	89,995		634,629
E-59	D-52	1.410	58	17	15	53,624	60,466		645,312

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Presupuesto desglosado de edificio comunal de dos niveles, caserío Cheanjés, aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos**

NOMBRE DEL RENGLÓN	TRABAJOS PRELIMINARES			
UNIDAD	200 METROS CUADRADOS			
RENGLÓN No. 1				
MANO DE OBRA				
Limpieza del terreno	m ²	200	Q. 5,00	Q. 1 000,00
Nivelación del terreno	m ²	200	Q. 5,00	Q. 1 000,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 000,00
	Ayudante	33 %		Q. 660,00
	Prestaciones	70 %		Q. 1 200,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 860,00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 3 860,00
INDIRECTOS 30 %				Q. 1 158,00
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 5 018,00

NOMBRE DEL RENGLÓN	TRAZO Y ESTAQUEADO			
UNIDAD	130 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 2				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Reglas de 2" x 3" x 3'	pie	48	Q. 6,50	Q. 312,00
Cal hidratada	saco	1	Q. 40,00	Q. 40,00
Pintura roja	galón	0,25	Q. 240,00	Q. 60,00
Clavo de 3"	lb	2	Q. 8,00	Q. 16,00
	TOTAL DE MATERIALES			Q. 428,00
MANO DE OBRA				
Trazo y estaqueado	ml	130	Q. 12,00	Q. 1 560,00
Marcación	ml	130	Q. 2,00	Q. 260,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 820,00
	Ayudante		33 %	Q. 600,60
	Prestaciones		70 %	Q. 1 274,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 874,60
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 21,40	Q. 21,40
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 2 324,00
INDIRECTOS 30 %				Q. 697,20
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 3 021,20

NOMBRE DEL RENGLÓN		ZANJEO Y CIMENTACIÓN		
UNIDAD		130 METROS LINEALES		
RENGLÓN No. 3				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	unidad	176	Q. 75,00	Q. 13 221,00
Arena	m ³	10	Q. 150,00	Q. 1 493,86
Piedrín 3/8"	m ³	11	Q. 250,00	Q. 2 870,40
Hierro No. 1/2"	qq	10	Q. 390,00	Q. 3 996,38
Hierro No. 1/4"	qq	1	Q. 390,00	Q. 487,69
Alambre de Amarre	lb	46	Q. 8,00	Q. 367,92
TOTAL DE MATERIALES				Q. 22 437,25
MANO DE OBRA				
Excavación	m ³	117	Q. 15,00	Q. 1 755,00
Cimiento corrido	m ³	117	Q. 20,00	Q. 2 340,00
Compactación	m ³	117	Q. 35,00	Q. 4 095,00
Armaduría cimiento corrido	ml	130	Q. 4,00	Q. 520,00
Fundición de cimiento corrido	m ³	18	Q. 150,00	Q. 2 700,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 11 410,00
Ayudante			33 %	Q. 3 765,30
Prestaciones			70 %	Q. 7 987,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 23 162,30
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 121,86	Q. 1 121,86
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 46 721,41
INDIRECTOS 30 %				Q. 14 016,42
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 60 737,84

NOMBRE DEL RENGLÓN	COLUMNA C-1 (0.40 X 0.40 M ²)			
UNIDAD	16 UNIDADES			
RENGLÓN No. 4				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	289	Q. 75,00	Q. 21 675,00
Arena	m ³	13	Q. 150,00	Q. 1 950,00
Piedrín 3/8"	m ³	15	Q. 250,00	Q. 3 750,00
Hierro No. 1"	qq	132	Q. 390,00	Q. 51 480,00
Hierro No. 3/8"	qq	70	Q. 390,00	Q. 27 300,00
Alambre de amarre	lb	668	Q. 8,00	Q. 5 344,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	16	Q. 420,00	Q. 6 720,00
Clav de 3"	lb	32	Q. 8,00	Q. 256,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 118 475,00
MANO DE OBRA				
Armaduría columna	unidad	16	Q. 20,00	Q. 320,00
Colocación de columna	unidad	16	Q. 20,00	Q. 320,00
Formaleta	unidad	192	Q. 4,00	Q. 768,00
Fundición	unidad	16	Q. 80,00	Q. 1 280,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 688,00
		Ayudante	33 %	Q. 887,04
		Prestaciones	70 %	Q. 1 881,60
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 5 456,64
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 5 924,80	Q. 5 924,80
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 129 877,44
INDIRECTOS 30 %				Q. 38 963,23
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 168 840,67

NOMBRE DEL RENGLÓN	COLUMNA C-2 (0.15 X 0.15 M ²)			
UNIDAD	14 UNIDADES			
RENGLÓN No. 5				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	32	Q. 75,00	Q. 2 400,00
Arena	m ³	3	Q. 150,00	Q. 450,00
Piedrín 3/8"	m ³	2	Q. 240,00	Q. 480,00
Hierro No. 5	qq	21	Q. 390,00	Q. 8 190,00
Hierro No. 3/8"	qq	8	Q. 390,00	Q. 3 120,00
Alambre de amarre	lb	116	Q. 8,00	Q. 928,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	10	Q. 420,00	Q. 4 200,00
Clav de 3"	lb	20	Q. 8,00	Q. 160,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 19 928,00
MANO DE OBRA				
Armaduría columna	unidad	14	Q. 20,00	Q. 280,00
Colocación de columna	unidad	14	Q. 20,00	Q. 280,00
Formaleta	unidad	120	Q. 4,00	Q. 480,00
Fundición	unidad	14	Q. 36,00	Q. 504,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 544,00
Ayudante			33 %	Q. 509,52
Prestaciones			70 %	Q. 1 080,80
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 134,32
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 996,40	Q. 996,40
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 24 058,72
INDIRECTOS 30 %				Q. 7 217,62
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 31 276,34

NOMBRE DEL RENGLÓN	SOLERA DE HUMEDAD			
UNIDAD	130 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 6				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	44	Q. 75,00	Q. 3 300,00
Arena	m ³	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Piedrín 3/8"	m ³	3	Q. 240,00	Q. 720,00
Hierro No. 1/4"	qq	3	Q. 390,00	Q. 1 170,00
Hierro No. 3/8"	qq	7	Q. 390,00	Q. 2 730,00
Alambre de amarre	lb	40	Q. 8,00	Q. 320,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	8	Q. 420,00	Q. 3 360,00
Clav de 3"	lb	16	Q. 8,00	Q. 128,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 12 028,00
MANO DE OBRA				
Armaduría	ml	130	Q. 2,00	Q. 260,00
Colocación	ml	130	Q. 2,00	Q. 260,00
Formaleta	unidad	96	Q. 4,00	Q. 384,00
Fundición	ml	130	Q. 3,00	Q. 390,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 294,00
Ayudante			33 %	Q. 427,02
Prestaciones			70 %	Q. 905,80
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 626,82
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 601,77	Q. 601,77
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 15 263,96
INDIRECTOS 30 %				Q. 4 579,19
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 19 843,15

NOMBRE DEL RENGLÓN	SOLERA INTERMEDIA			
UNIDAD	211 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 7				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Block "U"	unidad	328	Q. 4,50	Q. 1 476,00
Cemento	saco	50	Q. 75,00	Q. 3 750,00
Arena	m ³	3	Q. 150,00	Q. 450,00
Piedrín 3/8"	m ³	2	Q. 240,00	Q. 480,00
Hierro No. 1/4"	qq	3	Q. 390,00	Q. 1 170,00
Hierro No. 3/8"	qq	6	Q. 390,00	Q. 2 340,00
Alambre de amarre	lb	36	Q. 8,00	Q. 288,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 9 954,00
MANO DE OBRA				
Armaduría	ml	211	Q. 2,00	Q. 422,00
Colocación	ml	211	Q. 2,00	Q. 422,00
Fundición	ml	211	Q. 3,00	Q. 633,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 477,00
Ayudante			33 %	Q. 487,41
Prestaciones			70 %	Q. 1 033,90
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 998,31
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 497,70	Q. 497,70
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 13 450,01
INDIRECTOS 30 %				Q. 4 035,00
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 17 485,01

NOMBRE DEL RENGLÓN	ZAPATA Z-1 (2.00 X 2.00 M)			
UNIDAD	8 UNIDADES			
RENGLÓN No. 8				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	181	Q. 75,00	Q. 13 575,00
Arena	m ³	10	Q. 150,00	Q. 1 500,00
Piedrín 3/8"	m ³	12	Q. 240,00	Q. 2 880,00
Hierro No. 5	qq	15	Q. 390,00	Q. 5 850,00
Alambre de amarre	lb	60	Q. 8,00	Q. 480,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	3	Q. 420,00	Q. 1 260,00
Clavo de 3"	lb	6	Q. 8,00	Q. 48,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 25 593,00
MANO DE OBRA				
Armaduría	unidad	8	Q. 20,00	Q. 160,00
Colocación	unidad	8	Q. 20,00	Q. 160,00
Formaleta	unidad	36	Q. 4,00	Q. 144,00
Fundición	unidad	8	Q. 150,00	Q. 1 200,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 664,00
		Ayudante	33 %	Q. 549,12
		Prestaciones	70 %	Q. 1 164,80
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 211,52
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 279,65	Q. 1 279,65
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 30 084,17
INDIRECTOS 30 %				Q. 9 025,25
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 39 325,74

NOMBRE DEL RENGLÓN	ZAPATA Z-2 (1.80 X 3.60 M)			
UNIDAD	4 UNIDADES			
RENGLÓN No. 9				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	147	Q. 75,00	Q. 11 025,00
Arena	m ³	9	Q. 150,00	Q. 1 350,00
Piedrín 3/8"	m ³	9	Q. 240,00	Q. 2 160,00
Hierro No. 5	qq	12	Q. 390,00	Q. 4 680,00
Alambre de amarre	lb	48	Q. 8,00	Q. 384,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	2	Q. 420,00	Q. 840,00
Clav de 3"	lb	4	Q. 8,00	Q. 32,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 20 471,00
MANO DE OBRA				
Armaduría	unidad	4	Q. 20,00	Q. 80,00
Colocación	unidad	4	Q. 20,00	Q. 80,00
Formaleta	unidad	24	Q. 4,00	Q. 96,00
Fundición	unidad	4	Q. 150,00	Q. 600,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 856,00
Ayudante			33 %	Q. 282,48
Prestaciones			70 %	Q. 599,20
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 737,68
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q.1 023,55	Q. 1 023,55
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 23 232,23
INDIRECTOS 30 %				Q. 6 969,67
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 30 201,90

NOMBRE DEL RENGLÓN	ZAPATA Z-3 (0.80 X 0.80 M)			
UNIDAD	3 UNIDADES			
RENGLÓN No. 10				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	8	Q. . 75,00	Q. 600,00
Arena	m ³	1	Q. 150,00	Q. 150,00
Piedrín 3/8"	m ³	1	Q. 240,00	Q. 240,00
Hierro No. 5	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00
Alambre de amarre	lb	4	Q. 8,00	Q. 32,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	1	Q. 420,00	Q. 420,00
Clav de 3"	lb	2	Q. 8,00	Q. 16,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 1 848,00
MANO DE OBRA				
Armaduría	unidad	3	Q. 20,00	Q. 60,00
Colocación	unidad	3	Q. 20,00	Q. 60,00
Formaleta	unidad	12	Q. 4,00	Q. 48,00
Fundición	unidad	3	Q. 150,00	Q. 450,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 618,00
		Ayudante	33 %	Q. 203,94
		Prestaciones	70 %	Q. 432,60
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 192,74
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 92,40	Q. 92,40
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 3 133,14
INDIRECTOS 30 %				Q. 939,94
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 4 153,42

NOMBRE DEL RENGLÓN	LEVANTADO DE PAREDES			
UNIDAD	130 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 11				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Block 0.14 x 0.19 x 0.39	unidad	3376	Q. 4,25	Q. 14 348,00
Arena	m ³	6	Q. 150,00	Q. 900,00
Cemento	saco	41	Q. 75,00	Q. 3 075,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 18 323,00
MANO DE OBRA				
Levantado de muro	m ²	143	Q. 35,00	Q. 5 005,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 5 005,00
	Ayudante		33 %	Q. 1 651,65
	Prestaciones		70 %	Q. 3 503,50
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 10 160,15
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 916,15	Q. 916,15
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 29 399,30
INDIRECTOS 30 %				Q. 8 819,79
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 38 219,09

NOMBRE DEL RENGLÓN	VIGA 1 (0.30 x 0.40 m)			
UNIDAD	4 UNIDADES			
RENGLÓN No. 12				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	7	Q. 75,00	Q. 525,00
Arena	m ³	0,5	Q. 150,00	Q. 75,00
Piedrín 3/8"	m ³	0,5	Q. 240,00	Q. 120,00
Hierro No. 3	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00
Hierro No. 4	qq	0,5	Q. 390,00	Q. 195,00
Hierro No. 5	qq	2	Q. 390,00	Q. 780,00
Hierro No. 8	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00
Alambre de amarre	lb	18	Q. 8,00	Q. 144,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	1	Q. 420,00	Q. 420,00
Parales 3" * 3" * 12'	doc	1	Q. 380,00	Q. 380,00
Clavo de 3"	lb	3	Q. 8,00	Q. 24,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 3 443,00
MANO DE OBRA				
Encofrado	ml	5	Q. 15,00	Q. 75,00
Armado	unidad	4	Q. 20,00	Q. 80,00
Fundición	ml	5	Q. 20,00	Q. 100,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 255,00
Ayudante			33 %	Q. 84,15
Prestaciones			70 %	Q. 178,50
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 517,65
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 172,15	Q. 172,15
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 4 132,80
INDIRECTOS 30 %				Q. 1 239,84
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 5 372,64

NOMBRE DEL RENGLÓN	VIGA 2 (0.30 x 0.40 m)			
UNIDAD	8 UNIDADES			
RENGLÓN No. 13				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	39	Q. 75,00	Q. 2 925,00
Arena	m ³	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Piedrín 3/8"	m ³	3	Q. 240,00	Q. 720,00
Hierro No. 3	qq	7	Q. 390,00	Q. 2 730,00
Hierro No. 4	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00
Hierro No. 5	qq	3	Q. 390,00	Q. 1 170,00
Hierro No. 8	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00
Alambre de amarre	lb	44	Q. 8,00	Q. 352,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	5	Q. 420,00	Q. 2 100,00
Parales 3" * 3" * 12'	doc	4	Q. 380,00	Q. 1 520,00
Clavo de 3"	lb	15	Q. 8,00	Q. 120,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 12 717,00
MANO DE OBRA				
Encofrado	ml	29	Q. 15,00	Q. 435,00
Armado	unidad	8	Q. 25,00	Q. 200,00
Fundición	ml	29	Q. 25,00	Q. 725,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 360,00
Ayudante			33 %	Q. 448,80
Prestaciones			70 %	Q. 952,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 760,80
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 635,85	Q. 635,85
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 16 113,65
INDIRECTOS 30 %				Q. 4 834,10
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 20 947,75

NOMBRE DEL RENGLÓN	VIGA 3 (0.30 x 0.40 m)			
UNIDAD	15 UNIDADES			
RENGLÓN No. 14				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	112	Q. 75,00	Q. 8 400,00
Arena	m ³	6	Q. 150,00	Q. 900,00
Piedrín 3/8"	m ³	7	Q. 240,00	Q. 1 680,00
Hierro No. 3	qq	18	Q. 390,00	Q. 7 020,00
Hierro No. 4	qq	3	Q. 390,00	Q. 1 170,00
Hierro No. 6	qq	14	Q. 390,00	Q. 5 460,00
Hierro No. 8	qq	23	Q. 390,00	Q. 8 970,00
Alambre de amarre	lb	232	Q. 8,00	Q. 1 856,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	15	Q. 420,00	Q. 6 300,00
Parales 3" * 3" * 12'	doc	15	Q. 380,00	Q. 5 700,00
Clavo de 3"	lb	45	Q. 8,00	Q. 360,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 47 816,00
MANO DE OBRA				
Encofrado	ml	83	Q. 15,00	Q. 1 245,00
Armado	unidad	15	Q. 25,00	Q. 375,00
Fundición	ml	83	Q. 25,00	Q. 2 075,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 695,00
Ayudante		33 %		Q. 1 219,35
Prestaciones		70 %		Q. 2 586,50
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 7 500,85
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 2 390,80	Q. 2 390,80
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 57 707,65
INDIRECTOS 30 %				Q. 17 312,30
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 75 019,95

NOMBRE DEL RENGLÓN	VIGA 4 (0.40 x 0.70 m)			
UNIDAD	3 UNIDADES			
RENGLÓN No. 15				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	117	Q. 75,00	Q. 8 775,00
Arena	m ³	7	Q. 150,00	Q. 1 050,00
Piedrín 3/8"	m ³	8	Q. 240,00	Q. 1 920,00
Hierro No. 2	qq	0,25	Q. 390,00	Q. 97,50
Hierro No. 3	qq	17	Q. 390,00	Q. 6 630,00
Hierro No. 8	qq	19	Q. 390,00	Q. 7 410,00
Alambre de amarre	lb	109	Q. 8,00	Q. 872,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	9	Q. 420,00	Q. 3 780,00
Parales 3" * 3" * 12'	doc	5	Q. 380,00	Q. 1 900,00
Clavo de 3"	lb	27	Q. 8,00	Q. 216,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 32 650,50
MANO DE OBRA				
Encofrado	ml	28	Q. 15,00	Q. 420,00
Armado	unidad	3	Q. 40,00	Q. 120,00
Fundición	ml	28	Q. 25,00	Q. 700,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 240,00
Ayudante			33 %	Q. 409,20
Prestaciones			70 %	Q. 868,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 517,20
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 632,53	Q. 1 632,53
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 36 800,23
INDIRECTOS 30 %				Q. 11 040,07
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 47 840,29

NOMBRE DEL RENGLÓN	LOSA PLANA			
UNIDAD	162 METROS CUADRADOS			
RENGLÓN No. 16				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	244	Q. 75,00	Q. 18 300,00
Arena	m ³	14	Q. 150,00	Q. 2 100,00
Piedrín 3/8"	m ³	16	Q. 240,00	Q. 3 840,00
Hierro No. 4	qq	20	Q. 390,00	Q. 7 800,00
Alambre de amarre	lb	80	Q. 8,00	Q. 640,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	21	Q. 420,00	Q. 8 820,00
Parales 3" x 3" x 12'	doc	21	Q. 380,00	Q. 7 980,00
Clavo de 3"	lb	63	Q. 8,00	Q. 504,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 49 984,00
MANO DE OBRA				
Encofrado	m ²	162	Q. 10,00	Q. 1 620,00
Emparrillado	m ²	162	Q. 20,00	Q. 3 240,00
Entarimado	m ²	162	Q. 20,00	Q. 3 240,00
Fundición	m ²	162	Q. 20,00	Q. 3 240,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 11 340,00
Ayudante			33 %	Q. 3 742,20
Prestaciones			70 %	Q. 7 938,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 23 020,20
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 2 499,20	Q. 2 499,20
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 75 503,40
INDIRECTOS 30 %				Q. 22 651,02
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 98 154,42

NOMBRE DEL RENGLÓN	LOSA NERVURADA			
UNIDAD	152 METROS CUADRADOS			
RENGLÓN No. 17				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	204	Q. 75,00	Q. 15 300,00
Arena	m ³	12	Q. 150,00	Q. 1 800,00
Piedrín 3/8"	m ³	14	Q. 240,00	Q. 3 360,00
Hierro No. 2	qq	13	Q. 388,00	Q. 5 044,00
Hierro No. 3	qq	18	Q. 389,00	Q. 7 002,00
Hierro No. 5	qq	49	Q. 390,00	Q. 19 110,00
Alambre de amarre	lb	316	Q. 8,00	Q. 2 528,00
Estructomalla	rollo	2	Q. 600,00	Q. 1 200,00
Tablas 1" * 12" * 12'	doc	21	Q. 420,00	Q. 8 820,00
Parales 3" * 3" * 12'	doc	21	Q. 380,00	Q. 7 980,00
Clavo de 3"	lb	63	Q. 8,00	Q. 504,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 72 648,00
MANO DE OBRA				
Encofrado	m ²	152	Q. 10,00	Q. 1 520,00
Emparrillado	m ²	152	Q. 20,00	Q. 3 040,00
Entarimado	m ²	152	Q. 20,00	Q. 3 040,00
Fundición	m ²	152	Q. 20,00	Q. 3 040,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 10 640,00
Ayudante			33 %	Q. 3 511,20
Prestaciones			70 %	Q. 7 448,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 21 599,20
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 3 632,40	Q. 3 632,40
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 97 879,60
INDIRECTOS 30 %				Q. 29 363,88
TOTAL DEL RENGLÓN				Q.127 243,48

NOMBRE DEL RENGLÓN	ENSABIETADO, REPELLO, CERNIDO, BLANQUEADO			
UNIDAD	850 METROS CUADRADOS			
RENGLÓN No. 18				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	188	Q. 75.00	Q. 14,100.00
Arena	m ³	10	Q. 150.00	Q. 1,500.00
Arena blanca	m ³	6	Q. 80.00	Q. 480.00
Arena amarilla	qq	21	Q. 80.00	Q. 1,680.00
Cal hidratada	lb	270	Q. 35.00	Q. 9,450.00
Madera para andamio	doc	2	Q. 300.00	Q. 600.00
Clavo de 3"	lb	2	Q. 8.00	Q. 16.00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 27,826.00
MANO DE OBRA				
Ensabietado	m ²	850	Q. 9.00	Q. 7,650.00
Repello	m ²	850	Q. 12.00	Q. 10,200.00
Cernido	m ²	850	Q. 8.00	Q. 6,800.00
Blanqueado	m ²	850	Q. 5.00	Q. 4,250.00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 28,900.00
	Ayudante		33 %	Q. 9,537.00
	Prestaciones		70 %	Q. 20,230.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 58,667.00
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1,391.30	Q. 1,391.30
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 87,884.30
INDIRECTOS 30 %				Q. 26,365.29
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 114,249.59

NOMBRE DEL RENGLÓN	PISO CONCRETO ALISADO			
UNIDAD	400 METROS CUADRADOS			
RENGLÓN No. 19				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	452	Q. 75.00	Q. 33,900.00
Arena	m ³	26	Q. 150.00	Q. 3,900.00
Piedrín 3/8"	m ³	30	Q. 240.00	Q. 7,200.00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 45,000.00
MANO DE OBRA				
Piso de concreto	m ²	40	Q. 15.00	Q. 600.00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 600.00
	Ayudante		33 %	Q. 198.00
	Prestaciones		70 %	Q. 420.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1,218.00
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 2,250.00	Q. 2,250.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 48,468.00
INDIRECTOS 30 %				Q. 14,540.40
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 63,008.40

NOMBRE DEL RENGLÓN	INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
UNIDAD	180 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 20				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Tablero de distribución	unidad	2	Q. 160,00	Q. 320,00
Contador	unidad	1	Q. 900,00	Q. 900,00
Lámpara fluorescente 2 x 40 w	unidad	15	Q. 220,00	Q. 3 300,00
Lámpara fluorescente 1 x 40 w	unidad	3	Q. 190,00	Q. 570,00
Caja ortogonal	unidad	23	Q. 6,00	Q. 138,00
Lámpara 100 watts	unidad	3	Q. 10,00	Q. 30,00
Plafonera	unidad	3	Q. 8,00	Q. 24,00
Interruptor simple	unidad	12	Q. 8,00	Q. 96,00
Caja de metal	unidad	12	Q. 12,00	Q. 144,00
Alambre calibre 12 negro	ml	140	Q. 7,00	Q. 980,00
Alambre calibre 12 rojo	ml	180	Q. 7,00	Q. 1 260,00
Alambre calibre 10 negro	ml	130	Q. 10,00	Q. 1 300,00
Alambre calibre 10 rojo	ml	130	Q. 10,00	Q. 1 300,00
Tomacorriente doble con placa	unidad	23	Q. 30,00	Q. 690,00
Caja rectangular	unidad	23	Q. 8,00	Q. 184,00
Tubería poliducto 3/4"	ml	180	Q. 18,00	Q. 3 240,00
Cinta de aislar	unidad	20	Q. 18,00	Q. 360,00
Flipón 2 x 40 w	unidad	2	Q. 120,00	Q. 240,00
Gancho para acometida	unidad	1	Q. 10,00	Q. 10,00
Caja socket	unidad	1	Q. 150,00	Q. 150,00
Reflectores	unidad	4	Q. 45,00	Q. 180,00
Base para reflector	unidad	2	Q. 25,00	Q. 50,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 15 466,00
MANO DE OBRA				
Relleno y compactación	ml	180	Q. 3,00	Q. 540,00
Zanjeo para tubería	ml	180	Q. 4,00	Q. 720,00
Iluminación	unidad	23	Q. 45,00	Q. 1 035,00
Fuerza	unidad	23	Q. 45,00	Q. 1 035,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 330,00
		Ayudante	33 %	Q. 1 098,90
		Prestaciones	70 %	Q. 2 331,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 6 759,90

TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 773,30	Q. 773,30
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 22 999,20
INDIRECTOS 30 %				Q. 6 899,76
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 29 898,96

NOMBRE DEL RENGLÓN	INSTALACIÓN HIDRÁULICA			
UNIDAD	GLOBAL			
RENGLÓN No. 21				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Hidráulica				
Inodoro	unidad	2	Q. 600,00	Q. 1 200,00
Pila	unidad	1	Q. 275,00	Q. 275,00
Caja de contador	unidad	1	Q. 600,00	Q. 600,00
Válvula de cheque	unidad	1	Q. 70,00	Q. 70,00
Válvula de compuerta	unidad	1	Q. 60,00	Q. 60,00
Llave de paso	unidad	4	Q. 70,00	Q. 280,00
Reducidor bushing	unidad	3	Q. 60,00	Q. 180,00
Grifos	ml	1	Q. 35,00	Q. 35,00
Teepvc 3/4"	ml	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Codo 90° vertical	unidad	3	Q. 60,00	Q. 180,00
Codo 90° horizontal	unidad	1	Q. 60,00	Q. 60,00
Solvente para pvc	unidad	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Tubo pvc de 3/4" 250 psi	unidad	4	Q. 75,00	Q. 300,00
Drenajes				
Yee horizontal para drenaje	unidad	1	Q. 70,00	Q. 70,00
Tee horizontal para drenaje	unidad	1	Q. 70,00	Q. 70,00
Codo 45° para drenaje	unidad	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Tubo pvc de 4" para drenaje	unidad	2	Q. 75,00	Q. 150,00
Tubo pvc de 3" 160 psi	unidad	5	Q. 75,00	Q. 375,00
Reposadera de bronce 3"	unidad	1	Q. 25,00	Q. 25,00
Silicón	unidad	1	Q. 50,00	Q. 50,00
Caja trampa grasa				
Cemento	saco	1	Q. 75,00	Q. 75,00
Arena	m ³	0,15	Q. 150,00	Q. 22,50

Piedrín 3/8"	m ³	0,20	Q. 240,00	Q. 48,00
Hierro No. 2	qq	0,1	Q. 390,00	Q. 39,00
Ladrillo tayuyo 0.065x0.11x0.23	unidad	63	Q. 5,00	Q. 315,00
Codo 90°	unidad	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Tubo pvc 4"	unidad	1	Q. 75,00	Q. 75,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 4 340,00
MANO DE OBRA				
Instalación hidráulica	global	1	Q. 1 500,00	Q. 1 500,00
Instalación pluvial	global	1	Q. 1 500,00	Q. 1 500,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 000,00
	Ayudante		33 %	Q. 990,00
	Prestaciones		70 %	Q. 2 100,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 6 090,00
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 217,00	Q. 217,00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 10 647,00
INDIRECTOS 30 %				Q. 3 194,10
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 13 841,10

Apéndice 5. **Presupuesto desglosado del sistema de agua potable, caserío Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos**

NOMBRE DEL RENGLÓN	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA			
UNIDAD	1262 METROS CÚBICOS			
RENGLÓN No. 1				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Excavación	m ³	1262	Q. 15,00	Q. 18 936,00
Relleno	m ³	1262	Q. 12,00	Q. 15 148,80
Compactación	m ³	1262	Q. 10,00	Q. 12 620,00
SUB TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 46 704,80
	Ayudante		33 %	Q. 15 412,58
	Prestaciones		70 %	Q. 32 693,36
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 48 105,94
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 94 810,74
INDIRECTOS 30 %				Q. 28 443,22
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 123 253,97

NOMBRE DEL RENGLÓN	CAPTACIÓN				
UNIDAD	GLOBAL				
RENGLÓN No. 2					
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL	
Cemento	saco	28	Q. 75,00	Q. 2 100,00	
Arena	m ³	3	Q. 150,00	Q. 450,00	
Piedrín 3/8"	m ³	3	Q. 250,00	Q. 750,00	
Piedra bola	m ³	7	Q. 180,00	Q. 260,00	
Hierro 3/8"	qq	1	Q. 390,00	Q. 390,00	
Válvula de compuerta	unidad	1	Q. 250,00	Q. 250,00	
Tubo pvc para drenaje 3"	tubos	2	Q. 120,00	Q. 240,00	
Codo pvc 90°	unidad	2	Q. 25,00	Q. 50,00	
Alambre de amarre	lbs	4	Q. 8,00	Q. 32,00	
Alambre espigado	rollo	1	Q. 300,00	Q. 300,00	
Tabla 1" * 12" * 9'	doc	1	Q. 400,00	Q. 400,00	
Paral 3" * 3" * 9'	doc	1	Q. 300,00	Q. 300,00	
Clavo 3"	lbs	3	Q. 8,00	Q. 24,00	
Teepvc 3" para drenaje	unidad	1	Q. 40,00	Q. 40,00	
Candado	unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00	
Adaptador macho	unidad	2	Q. 25,00	Q. 50,00	
Pichacha plástica 3"	unidad	1	Q. 150,00	Q. 150,00	
TOTAL DE MATERIALES				Q. 6 736,00	
MANO DE OBRA					
Excavación	m ³	2	Q. 20,00	Q. 40,00	
Fundición de muros	m ³	8	Q. 60,00	Q. 480,00	
Fundición de tapadera	unidad	2	Q. 150,00	Q. 300,00	
Instalación de accesorios	unidad	1	Q. 400,00	Q. 400,00	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 220,00	
			Ayudante	33 %	Q. 402,60
			Prestaciones	70 %	Q. 854,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 476,60	
TRANSPORTE					
Transporte	global	1	Q. 336,80	Q. 336,80	
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 9 549,40	
INDIRECTOS 30 %				Q. 2 864,82	
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 12 414,22	

NOMBRE DEL RENGLÓN	VÁLVULA DE AIRE			
UNIDAD	4 UNIDADES			
RENGLÓN No. 3				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	42	Q. 75,00	Q. 3 150,00
Arena	m ³	4	Q. 150,00	Q. 600,00
Piedrín 3/8"	m ³	4	Q. 250,00	Q. 1 000,00
Piedra bola	m ³	8	Q. 180,00	Q. 1 440,00
Tabla 1" * 12" * 9"	doc	2	Q. 300,00	Q. 600,00
Clavo 3"	lbs	6	Q. 8,00	Q. 48,00
Alambre de amarre	lbs	8	Q. 8,00	Q. 64,00
Hierro 3/8"	qq	2	Q. 390,00	Q. 780,00
Válvula de aire	unidad	4	Q. 450,00	Q. 1 800,00
Teepvc	unidad	4	Q. 40,00	Q. 160,00
Reductor bushing	unidad	4	Q. 60,00	Q. 240,00
Candado	unidad	4	Q. 100,00	Q. 400,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 10 282,00
MANO DE OBRA				
Excavación	m ³	16	Q. 20,00	Q. 320,00
Fundición de caja	unidad	4	Q. 175,00	Q. 700,00
Fundición de tapadera	unidad	4	Q. 150,00	Q. 600,00
Instalación de accesorios	unidad	4	Q. 200,00	Q. 800,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 420,00
		Ayudante	33 %	Q. 798,60
		Prestaciones	70 %	Q. 1 694,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 4 912,60
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 514,10	Q. 514,10
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 15 708,70
INDIRECTOS 30 %				Q. 4 712,61
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 20 421,31

NOMBRE DEL RENGLÓN	VÁLVULA DE LIMPIEZA			
UNIDAD	6 UNIDADES			
RENGLÓN No. 4				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	63	Q. 75,00	Q. 4 725,00
Arena	m ³	12	Q. 150,00	Q. 1 800,00
Piedrín 3/8"	m ³	12	Q. 250,00	Q. 3 000,00
Piedra bola	m ³	12	Q. 180,00	Q. 2 160,00
Tabla 1" * 12" * 9'	doc	3	Q. 400,00	Q. 1 200,00
Clavo 3"	lbs	9	Q. 8,00	Q. 72,00
Alambre de amarre	lbs	12	Q. 8,00	Q. 96,00
Hierro 3/8"	qq	3	Q. 390,00	Q. 1 170,00
Válvula de compuerta	unidad	6	Q. 250,00	Q. 1 500,00
Tee pvc	unidad	6	Q. 40,00	Q. 240,00
Reductor bushing	unidad	6	Q. 60,00	Q. 360,00
Candado	unidad	6	Q. 100,00	Q. 600,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 16 923,00
MANO DE OBRA				
Excavación	m ³	24	Q. 20,00	Q. 480,00
Fundición de caja	unidad	6	Q. 175,00	Q. 1 050,00
Fundición de tapadera	unidad	6	Q. 150,00	Q. 900,00
Instalación de accesorios	unidad	6	Q. 200,00	Q. 1 200,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 630,00
Ayudante			33 %	Q. 1 197,90
Prestaciones			70 %	Q. 2 541,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 7 368,90
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 846,15	Q. 846,15
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 25 138,05
INDIRECTOS 30 %				Q. 7 541,42
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 32 679,47

NOMBRE DEL RENGLÓN	CAJA ROMPE PRESIÓN			
UNIDAD	6 UNIDADES			
RENGLÓN No. 5				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	104	Q. 75,00	Q. 7 800,00
Arena	m ³	8	Q. 150,00	Q. 1 200,00
Piedrín 3/8"	m ³	10	Q. 250,00	Q. 2 500,00
Piedra bola	m ³	21	Q. 180,00	Q. 3 780,00
Tabla de 1" * 12" * 9"	doc	4	Q. 400,00	Q. 1 600,00
Clavo de 3"	lbs	12	Q. 8,00	Q. 96,00
Alambre de amarre	lbs	16	Q. 8,00	Q. 128,00
Hierro 3/8"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Válvula de compuerta	unidad	6	Q. 250,00	Q. 1 500,00
Pichacha plástica	unidad	6	Q. 150,00	Q. 900,00
Teepvc	unidad	6	Q. 40,00	Q. 240,00
Candado	lbs	6	Q. 100,00	Q. 600,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 21 904,00
MANO DE OBRA				
Excavación	m ³	32	Q. 20,00	Q. 640,00
Fundición de caja	unidad	8	Q. 175,00	Q. 1 400,00
Fundición de tapadera	unidad	8	Q. 150,00	Q. 1 200,00
Instalación de accesorios	unidad	8	Q. 200,00	Q. 1 600,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 4 840,00
		Ayudante	33 %	Q. 1 597,20
		Prestaciones	70 %	Q. 3 388,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 9 825,20
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 095,20	Q. 1 095,20
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 32 824,40
INDIRECTOS 30 %				Q. 9 847,32
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 42 671,72

NOMBRE DEL RENGLÓN	PASO AÉREO DE 6 METROS LINEALES			
UNIDAD	3 UNIDADES			
RENGLÓN No. 6				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	60	Q. 75,00	Q. 4 500,00
Arena	m³	6	Q. 150,00	Q. 900,00
Piedrín 3/8"	m³	6	Q. 250,00	Q. 1 500,00
Piedra bola	m³	15	Q. 180,00	Q. 2 700,00
Tabla de 1" * 12" * 9'	doc	6	Q. 400,00	Q. 2 400,00
Clavo de 3"	lbs	18	Q. 8,00	Q. 144,00
Alambre de amarre	lbs	60	Q. 8,00	Q. 480,00
Parales 3" * 3" * 9'	doc	6	Q. 300,00	Q. 1 800,00
Hierro 1"	qq	12	Q. 390,00	Q. 4 680,00
Hierro 5/8"	qq	10	Q. 390,00	Q. 3 900,00
Hierro 3/8"	qq	6	Q. 390,00	Q. 2 340,00
Codo pvc 1" de 45°	unidad	12	Q. 15,00	Q. 180,00
Tubo hg de 3"	unidad	3	Q. 100,00	Q. 300,00
Cable de acero de 3/8"	ml	48	Q. 75,00	Q. 3 600,00
Cable de acero de 1/4"	ml	45	Q. 75,00	Q. 3 375,00
Tubo hg de 1"	tubos	6	Q. 120,00	Q. 720,00
Mordaza para cable de 3/8"	unidad	8	Q. 20,00	Q. 160,00
Mordaza para cable de 1/4"	unidad	30	Q. 20,00	Q. 600,00
Pintura anticorrosiva	galón	0,5	Q. 90,00	Q. 45,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 34 324,00
MANO DE OBRA				
Armado y fundición columnas	unidad	6	Q. 60,00	Q. 360,00
Instalación de tubería hg	unidad	6	Q. 25,00	Q. 150,00
Armado y fundición de anclajes	unidad	2	Q. 40,00	Q. 80,00
Instalación de cables	ml	36	Q. 30,00	Q. 1 080,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 670,00
Ayudante			33 %	Q. 551,10
Prestaciones			70 %	Q. 1 169,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 3 390,10
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 716,20	Q. 1 716,20
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 39 430,30
INDIRECTOS 30 %				Q. 11 829,09
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 51 259,39

NOMBRE DEL RENGLÓN	PASO AÉREO			
UNIDAD	20 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 7				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	20	Q. 75,00	Q. 1 500,00
Arena	m³	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Piedrín 3/8"	m³	2	Q. 250,00	Q. 500,00
Piedra bola	m³	5	Q. 180,00	Q. 900,00
Tabla de 1" * 12" * 9'	doc	2	Q. 400,00	Q. 800,00
Clavo de 3"	lbs	6	Q. 8,00	Q. 48,00
Alambre de amarre	lbs	36	Q. 8,00	Q. 288,00
Parales 3" * 3" * 9'	doc	2	Q. 300,00	Q. 600,00
Hierro 1"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Hierro 5/8"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Hierro 3/8"	qq	2	Q. 390,00	Q. 780,00
Codo pvc 1" de 45°	unidad	4	Q. 15,00	Q. 60,00
Tubo hg de 3"	unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
Cable de acero de 3/8"	ml	30	Q. 75,00	Q. 2 250,00
Cable de acero de 1/4"	ml	27	Q. 75,00	Q. 2 025,00
Tubo hg de 1"	tubos	4	Q. 120,00	Q. 480,00
Mordaza para cable de 3/8"	unidad	8	Q. 20,00	Q. 160,00
Mordaza para cable de 1/4"	unidad	38	Q. 20,00	Q. 760,00
Pintura anticorrosiva	galón	0,5	Q. 90,00	Q. 45,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 14 716,00
MANO DE OBRA				
Armado y fundición columnas	unidad	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Instalación de tubería hg	unidad	4	Q. 25,00	Q. 100,00
Armado y fundición de anclajes	unidad	2	Q. 40,00	Q. 80,00
Instalación de cables	ml	30	Q. 30,00	Q. 900,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 200,00
		Ayudante	33 %	Q. 396,00
		Prestaciones	70 %	Q. 840,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 436,00
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 735,80	Q. 735,80
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 17 887,80
INDIRECTOS 30 %				Q. 5 366,34
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 23 254,14

NOMBRE DEL RENGLÓN	PASO AÉREO			
UNIDAD	25 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 8				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	20	Q. 75,00	Q. 1 500,00
Arena	m ³	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Piedrín 3/8"	m ³	2	Q. 250,00	Q. 500,00
Piedra bola	m ³	5	Q. 180,00	Q. 900,00
Tabla de 1" * 12" * 9'	doc	2	Q. 400,00	Q. 800,00
Clavo de 3"	lbs	6	Q. 8,00	Q. 48,00
Alambre de amarre	lbs	36	Q. 8,00	Q. 288,00
Parales 3" * 3" * 9'	doc	2	Q. 300,00	Q. 600,00
Hierro 1"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Hierro 5/8"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Hierro 3/8"	qq	2	Q. 390,00	Q. 780,00
Codo pvc 1" de 45°	unidad	4	Q. 15,00	Q. 60,00
Tubo hg de 3"	unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
Cable de acero de 3/8"	ml	35	Q. 75,00	Q. 2 625,00
Cable de acero de 1/4"	ml	23	Q. 75,00	Q. 1 725,00
Tubo hg de 1"	tubos	5	Q. 120,00	Q. 600,00
Mordaza para cable de 3/8"	unidad	8	Q. 20,00	Q. 160,00
Mordaza para cable de 1/4"	unidad	48	Q. 20,00	Q. 960,00
Pintura anticorrosiva	galón	0,5	Q. 90,00	Q. 45,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 15 111,00
MANO DE OBRA				
Armado y fundición columnas	unidad	2	Q. 60,00	Q. 120,00
Instalación de tubería hg	unidad	5	Q. 25,00	Q. 125,00
Armado y fundición de anclajes	unidad	2	Q. 40,00	Q. 80,00
Instalación de cables	ml	35	Q. 30,00	Q. 1 050,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 1 375,00
Ayudante			33 %	Q. 453,75
Prestaciones			70 %	Q. 962,50
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 2 791,25
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 755,55	Q. 755,55
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 18 657,80
INDIRECTOS 30 %				Q. 5 597,34
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 24 255,14

NOMBRE DEL RENGLÓN	TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
UNIDAD	25 METROS CÚBICOS			
RENGLÓN No. 9				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	194	Q. 75,00	Q. 14 550,00
Arena	m ³	15	Q. 150,00	Q. 2 250,00
Piedrín 3/8"	m ³	19	Q. 250,00	Q. 4 750,00
Piedra bola	m ³	36	Q. 180,00	Q. 6 480,00
Tablas de 1" * 12" * 9'	doc	4	Q. 400,00	Q. 1 600,00
Clavo de 3"	lbs	12	Q. 8,00	Q. 96,00
Alambre de amarre	lbs	16	Q. 8,00	Q. 128,00
Parales 3" * 3" * 9"	doc	2	Q. 300,00	Q. 600,00
Hierro 3/8"	qq	4	Q. 390,00	Q. 1 560,00
Alambre espigado	rollo	1	Q. 300,00	Q. 300,00
Válvula de compuerta	unidad	3	Q. 250,00	Q. 750,00
Tubería para drenaje	unidad	3	Q. 110,00	Q. 330,00
Codos pvc 2" de 45°	unidad	2	Q. 15,00	Q. 30,00
Codos pvc 2" de 90°	unidad	2	Q. 15,00	Q. 30,00
Adaptador macho pvc 2"	unidad	6	Q. 20,00	Q. 120,00
Pichacha plástica 2"	unidad	1	Q. 150,00	Q. 150,00
Hipoclorador	unidad	1	Q. 4 000,00	Q. 4 000,00
Candado	unidad	1	Q. 100,00	Q. 100,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 37 824,00
MANO DE OBRA				
Excavación	m ³	25	Q. 20,00	Q. 500,00
Muros de concreto ciclópeo	m ³	15	Q. 175,00	Q. 2 625,00
Fundición de piso	m ²	15	Q. 35,00	Q. 525,00
Fundición de tapadera	m ²	1	Q. 50,00	Q. 50,00
Instalación de accesorios	unidad	1	Q. 800,00	Q. 800,00
Losa de concreto armado	m ²	18	Q. 80,00	Q. 1 440,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 5 940,00
Ayudante			33 %	Q. 1 960,20
Prestaciones			70 %	Q. 4 158,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 12 058,20

TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 891,20	Q. 1 891,20
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 51 773,40
INDIRECTOS 30 %				Q. 15 532,02
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 67 305,42

NOMBRE DEL RENGLÓN	LÍNEA DE CONDUCCIÓN			
UNIDAD	1636 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 10				
DESCIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Tubo pvc de 1 1/4" 160 psi	tubo	11	Q. 65,00	Q. 715,00
Tubo pvc de 1" 160 psi	tubo	215	Q. 60,00	Q. 12 900,00
Tubo pvc de 3/4" 160 psi	tubo	64	Q. 55,00	Q. 3 520,00
Accesorios	global	1	Q.15 000,00	Q. 15 000,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 32 135,00
MANO DE OBRA				
Instalación de tubería	tubo	290	Q. 25,00	Q. 7 250,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 7 250,00
	Ayudante		33 %	Q. 2 392,50
	Prestaciones		70 %	Q. 5 075,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 14 717,50
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 606,75	Q. 1 606,75
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 48 459,25
INDIRECTOS 30 %				Q. 14 537,78
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 62 997,03

NOMBRE DEL RENGLÓN	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN			
UNIDAD	1520 METROS LINEALES			
RENGLÓN No. 11				
DESCRIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Tubo pvc de 1 1/4" 160 psi	tubo	44	Q. 65,00	Q. 2 860,00
Tubo pvc de 1" 160 psi	tubo	94	Q. 60,00	Q. 5 640,00
Tubo pvc de 3/4" 160 psi	tubo	96	Q. 55,00	Q. 5 280,00
Tubo pvc de 1/2" 160 psi	tubo	17	Q. 55,00	Q. 935,00
Accesorios	global	1	Q.12 000,00	Q. 12 000,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 26 715,00
MANO DE OBRA				
Instalación de tubería	tubo	251	Q. 25,00	Q. 6 275,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 6 275,00
	Ayudante		33 %	Q. 2 070,75
	Prestaciones		70 %	Q. 3 765,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 12 110,75
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 335,75	Q. 1 335,75
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 40 161,50
INDIRECTOS 30 %				Q. 12 048,45
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 52 209,95

NOMBRE DEL RENGLÓN	CONEXIÓN DOMICILIAR			
UNIDAD	52 UNIDADES			
RENGLÓN No. 12				
DESCIPCIÓN	U	CANT	PU	TOTAL
Cemento	saco	26	Q. 75,00	Q. 1 950,00
Arena	m ³	2	Q. 150,00	Q. 300,00
Piedrín 3/8"	m ³	3	Q. 250,00	Q. 750,00
Codo hg 1/2" de 90°	unidad	104	Q. 5,00	Q. 520,00
Tabla 1" * 12" * 9"	doc	5	Q. 400,00	Q. 2 000,00
Clavo 3"	lbs	15	Q. 8,00	Q. 120,00
Adaptador hembra de 1/2"	unidad	104	Q. 15,00	Q. 1 560,00
Adaptador macho de 1/2"	unidad	104	Q. 20,00	Q. 2 080,00
Llave de chorro de bronce	unidad	52	Q. 75,00	Q. 3 900,00
Llave de paso	unidad	52	Q. 75,00	Q. 3 900,00
Tubo pvc ce 1/2" de 125 psi	tubo	52	Q. 120,00	Q. 6 240,00
Niple hg de 1/2"	unidad	26	Q. 100,00	Q. 2 600,00
Tee pvc de 1/2"	unidad	52	Q. 40,00	Q. 2 080,00
Codo pvc con rosca de 1/2" de 90°	unidad	52	Q. 6,00	Q. 312,00
TOTAL DE MATERIALES				Q. 28 312,00
MANO DE OBRA				
Instalación de conexión domiciliar	unidad	52	Q. 200,00	Q. 10 400,00
Fundición	unidad	52	Q. 40,00	Q. 2 080,00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 12 480,00
	Ayudante		33 %	Q. 4 118,40
	Prestaciones		70 %	Q. 8 736,00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 25 334,40
TRANSPORTE				
Transporte	global	1	Q. 1 415,60	Q. 1 415,60
TOTAL COSTO DIRECTO				Q. 55 062,00
INDIRECTOS 30 %				Q. 16 518,60
TOTAL DEL RENGLÓN				Q. 71 580,60

**Diseño hidráulico del sistema de agua potable, caserío
Chechán, aldea Toninchún, Tajumulco, San Marcos**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

EST	COTAS	LONG	HF	CAUDAL	Ø	Ø1	HF1	Ø2	HZ2	L2	L1	HF FIN 1	HF FIN 2	SUMA	TUB Ø1	TUB Ø2	TUB Ø2	TUB Ø2	CP	VEL 1	VEL 2	PRE DIN		
R-1	R7.1	1000.16	940.34	314.28	59.82	0.68	0.85	1.00	26.57	0.75	107.85	134.99	195.00	15.70	44.12	59.82	32.50	33	22.50	22	584.46	0.94	1.69	44.12
R-1	E-13	940.34	874.59	440.24	65.75	0.68	0.89	1.00	37.22	0.75	151.08	115.84	346.42	27.89	37.86	65.75	57.74	58	19.31	19	912.45	0.94	1.69	37.86
E-13	E-27	874.59	793.47	599.75	81.12	0.68	0.91	1.00	50.70	0.75	205.82	123.49	506.25	40.76	40.36	81.12	84.37	84	20.58	21	833.83	0.94	1.69	40.36
E-27	E-38	793.47	773.01	281.44	20.46	0.68	1.03	1.25	8.03	1.00	23.79	233.05	62.47	1.70	18.76	20.46	10.41	10	38.84	39	791.77	0.57	1.38	18.76

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

EST	COTAS	LONG	HF	CAUDAL	Ø	Ø1	HF1	Ø2	HZ2	L2	L1	HF FIN 1	HF FIN 2	SUMA	TUB Ø1	TUB Ø2	TUB Ø2	TUB Ø2	CP	VEL 1	VEL 2	PRE DIN		
RAMAL 1																								
E-38	E-36.1	773.01	760.20	108.36	12.81	0.15	0.53	0.75	2.27	0.50	16.35	85.15	28.62	0.57	12.24	12.81	4.77	0.10	14.19	14	772.44	0.34	0.69	12.24
RAMAL 2																								
E-38	E-41	773.01	737.40	191.36	35.61	0.52	0.77	1.00	9.85	0.75	39.98	171.79	29.13	1.43	34.18	35.61	4.86	0.24	28.63	29	771.58	0.72	1.69	34.18
E-41	E-44	737.4	713.60	151.12	23.8	0.52	0.79	1.00	7.78	0.75	31.57	106.8	51.83	2.54	21.26	23.80	8.64	0.42	17.81	38	734.86	0.72	1.69	21.26
RAMAL 3																								
E-38	E-49	773.01	720.62	291.87	52.39	0.76	0.89	1.00	30.31	0.75	123.05	72.96	233.50	23.10	29.29	52.39	38.92	3.85	12.16	12	749.91	0.64	1.04	29.29
E-49	E-55	720.62	693.37	428.19	27.25	0.76	1.11	1.25	15.00	1.00	44.47	186.89	262.71	8.77	18.48	27.25	43.79	1.46	31.15	31	711.95	0.64	1.38	18.48
RAMAL 4																								
E-49	E-56	720.62	668.33	96.82	52.29	0.65	0.67	0.75	30.57	0.50	220.19	11.65	90.01	27.06	25.23	52.29	15.00	4.51	1.94	2	693.56	1.47	0.69	25.23
E-56	E-59	668.33	635.87	137.73	32.46	0.65	0.80	1.00	10.71	0.75	43.48	95.98	48.63	3.60	28.86	32.46	8.11	0.60	16.00	16	664.73	0.90	1.69	28.86

ANEXOS



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19774

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 29 043

INF. No. 24 578

INTERESADO:	WALDA IOANNA MALDONADO LAM (CARNÉ No. 200516173)	PROYECTO:	EPS " DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TUNINCHÚN TAJUMULCO SAN MARCOS"
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Caserío Chechán	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2011-09-29; 12 h 38 min.
FUENTE:	Nacimiento Las Vacas	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2011-09-30; 09 h 50 min.
MUNICIPIO:	Tajumulco	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	San Marcos		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	12° C
2. COLOR:	02,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	138,90 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	01,02 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH) :	06,21 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,00	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,50	11. SOLIDOS TOTALES	96,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,004	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	09,24	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	87,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,038	10. DUREZA TOTAL	62,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	74,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	46,00	46,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de la vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR 2005 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2011-10-25



Zelmira Wilson
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

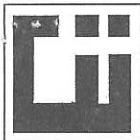


Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19775

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 29043

INF. No. A - 311 960

INTERESADO	<u>WALDA IOANNA MALDONADO LAM</u> <u>(CARNÉ 200516173)</u>	PROYECTO:	<u>EPS " DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHECHÁN. ALDEA TUNINCHÚN TAJUMULCO, SAN MARCOS"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Chechán</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2011-09-29: 12 h38 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento Las Vacas</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2011-09-30: 09 h 50 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Tajumulco</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>San Marcos</u>		

SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++---
01,00 cm ³	+++++	+++++	-----
0,10 cm ³	+++++	+++++	-----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		$> 16 \times 10^2$	4

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

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, 2011-10-25

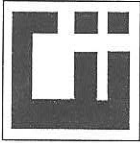
Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



[Signature]
Zenia Patricia Moreno
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 0454 S.S. O.T.: 29,044

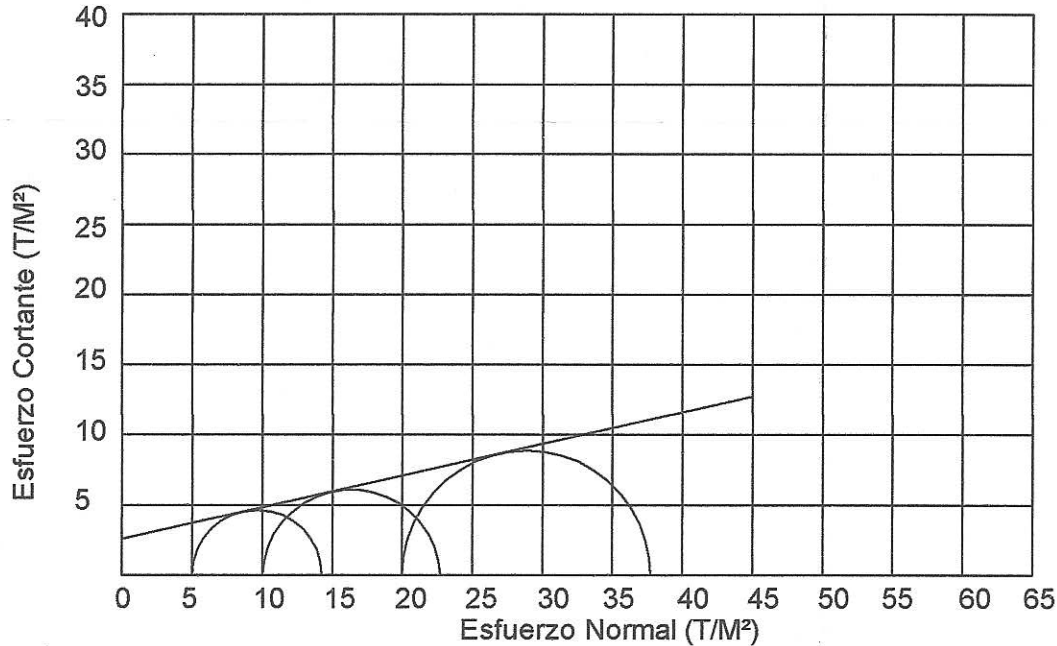
INTERESADO: Walda Ioanna Maldonado Lam

PROYECTO: EPS "Diseño de Edificio Comunal de dos Niveles para el Caserío Cheanjés, Aldea El Malacate,

Ubicación: Caserío Cheanjés, Aldea El Malacate, Tajumulco, San Marcos

Fecha: 12 de Octubre de 2011

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 12.71^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 2.5 \text{ T/m}^2$
---	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla organica color café.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	9.26	12.70	17.72
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.26	1.26	1.26
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.82	1.82	1.82
HUMEDAD (%H)	43.69	43.69	43.69

Vo. Bo.

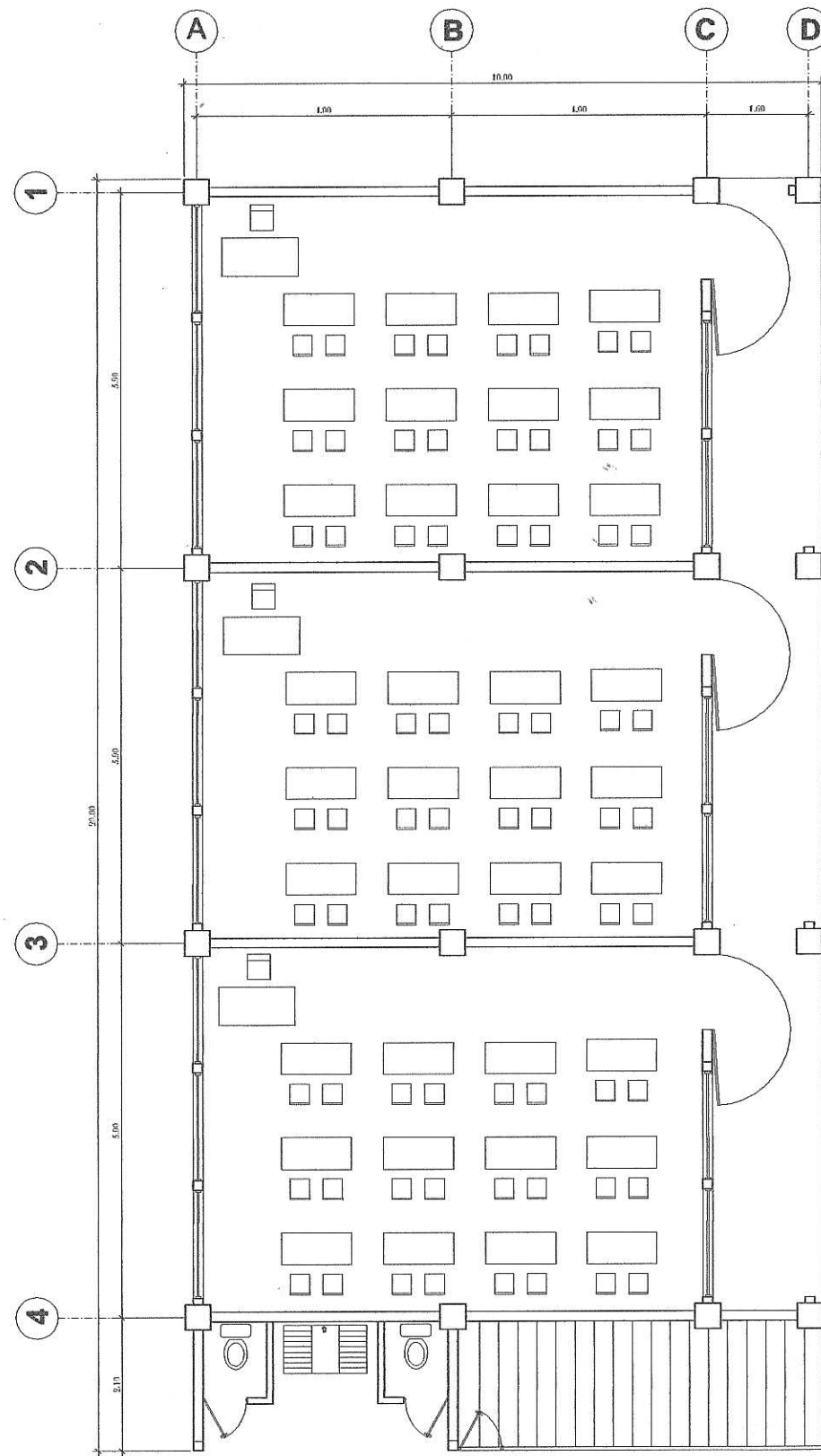
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

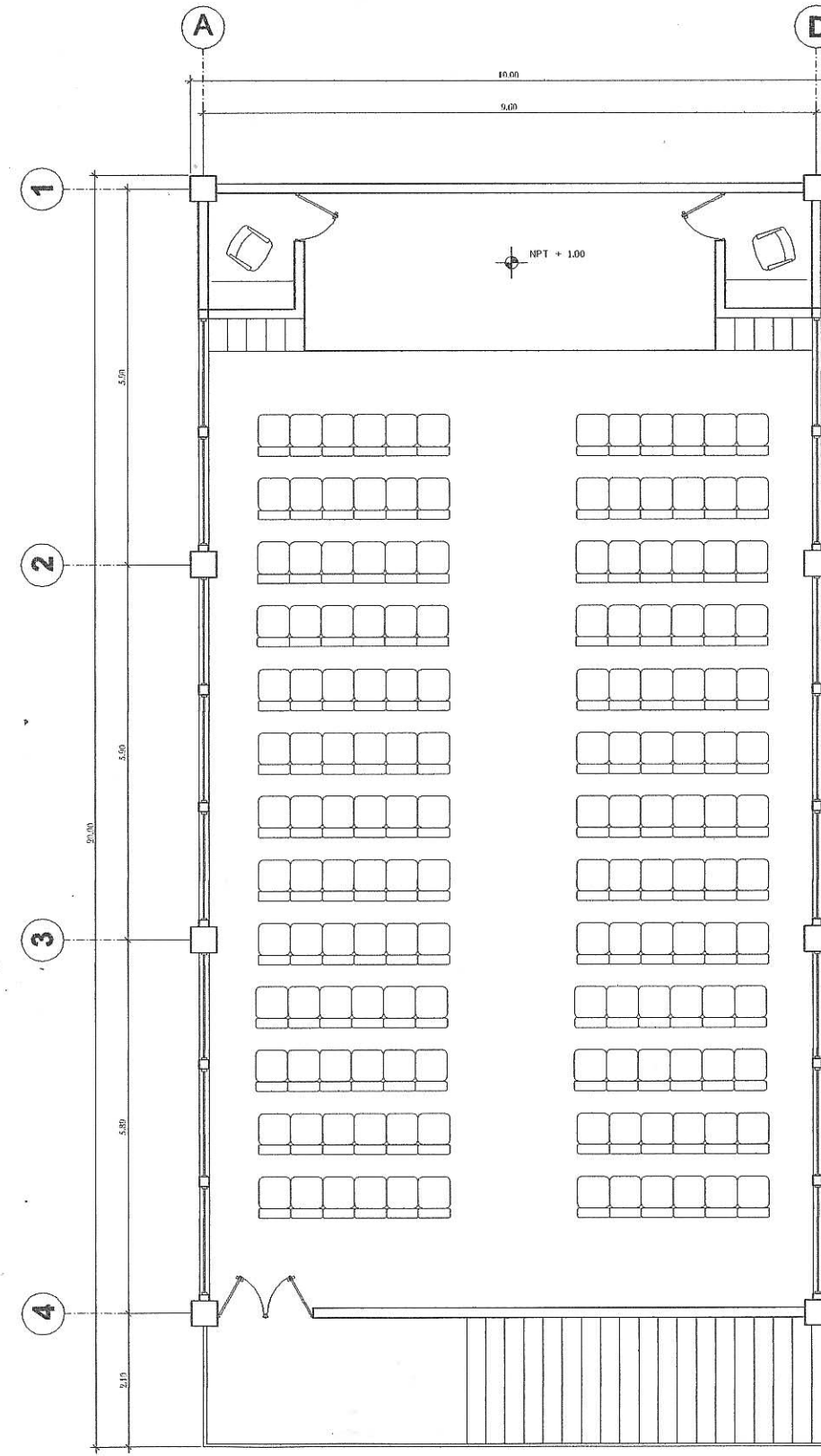




PRIMER NIVEL

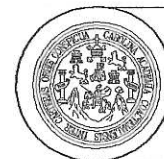
PLANTA AMUEBLADA SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMULCO

ESCALA 1:50



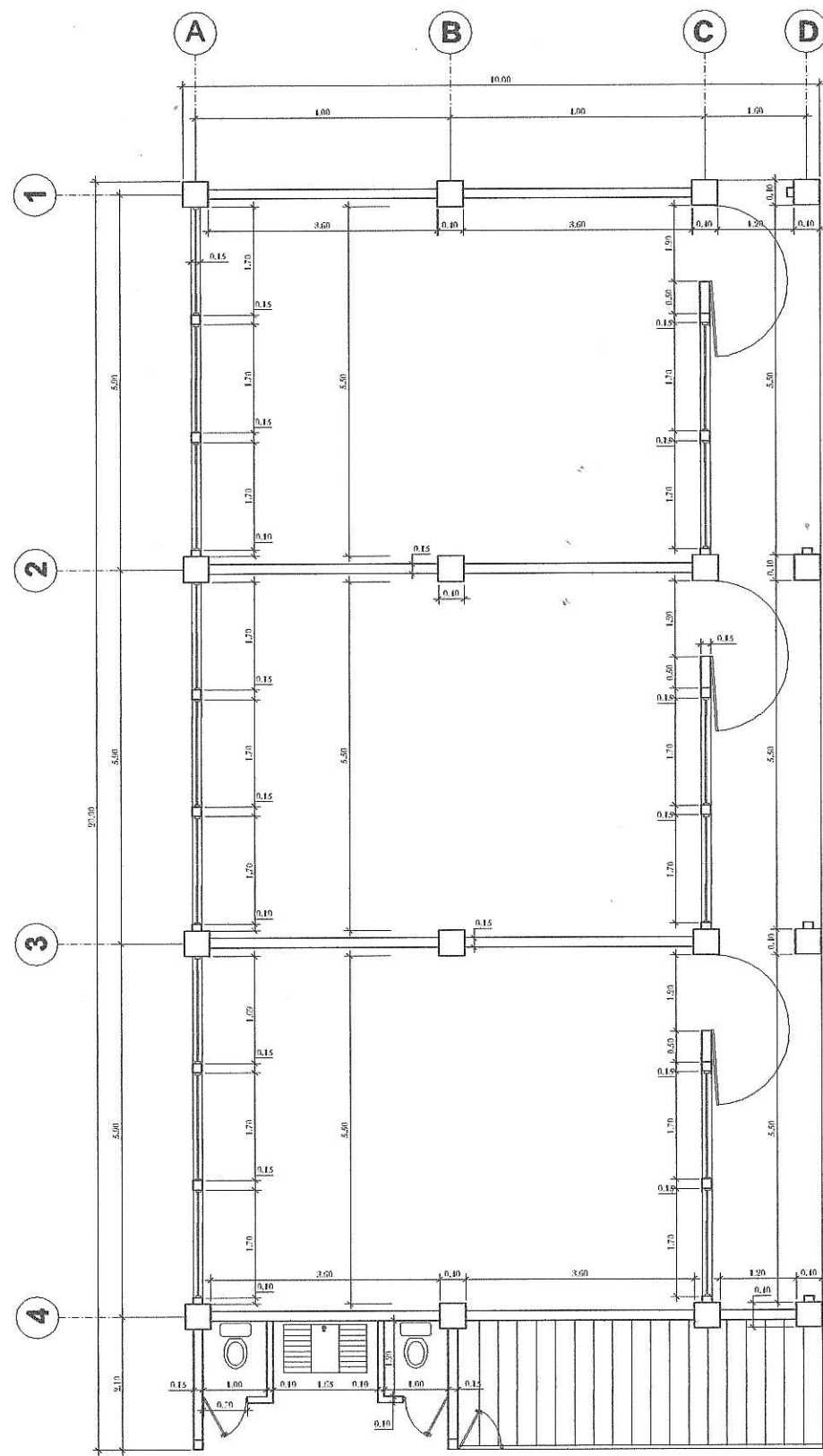
SEGUNDO NIVEL

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
 LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMULCO, SAN MARCOS

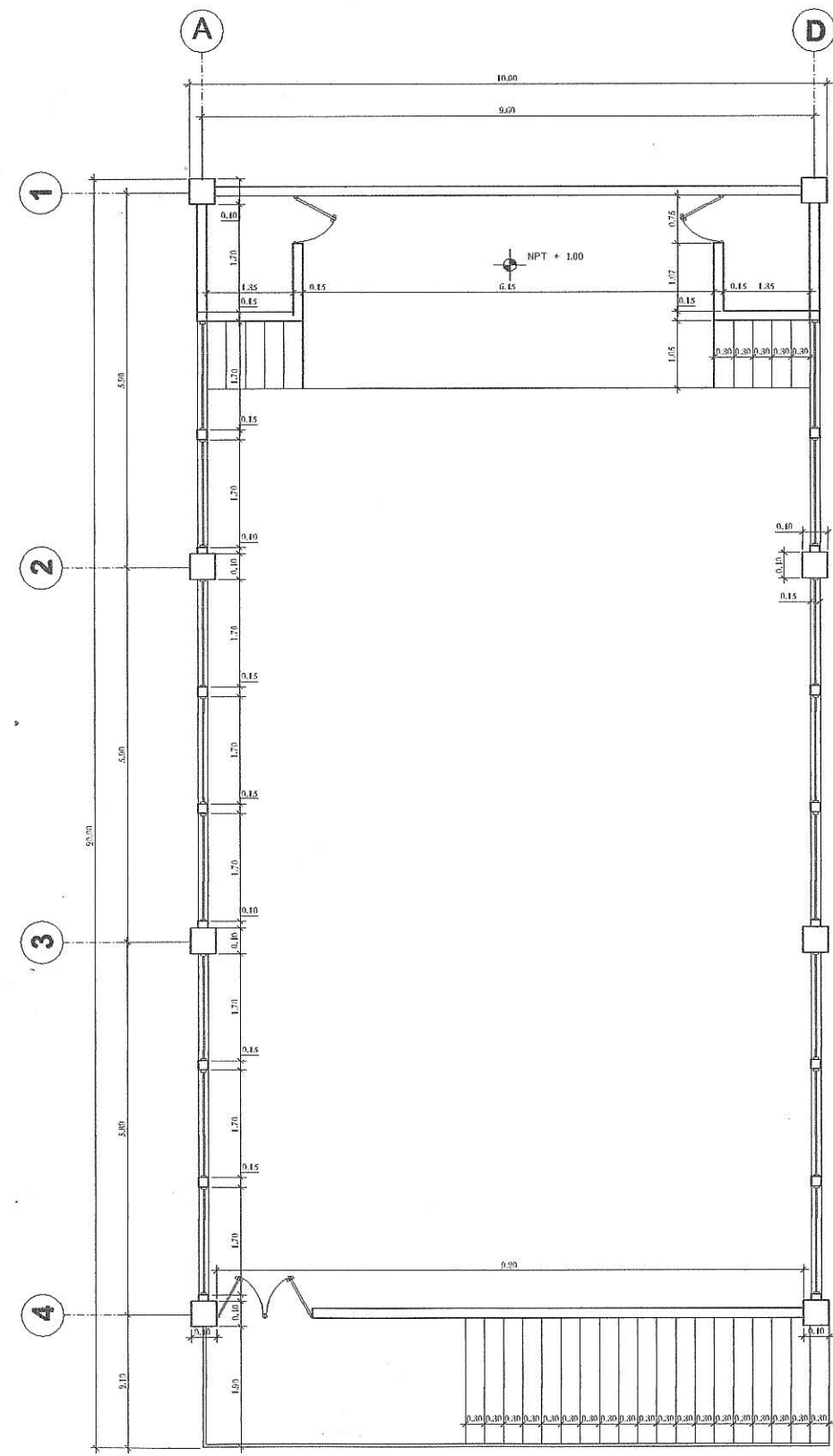
CORREDO:	PLANTA AMUEBLADA	ESCALA:	1:50
PROYECTADO POR:	WALDO GONZÁLEZ MORALES	FECHA:	OCTUBRE 2012
PROYECTO:	2005 6 73	HOJA:	1 / 12



PRIMER NIVEL

PLANTA ACOTADA SALÓN COMUNAL, CASERIO CHEANJES, TAJUMILCO

ESCALA 1:50

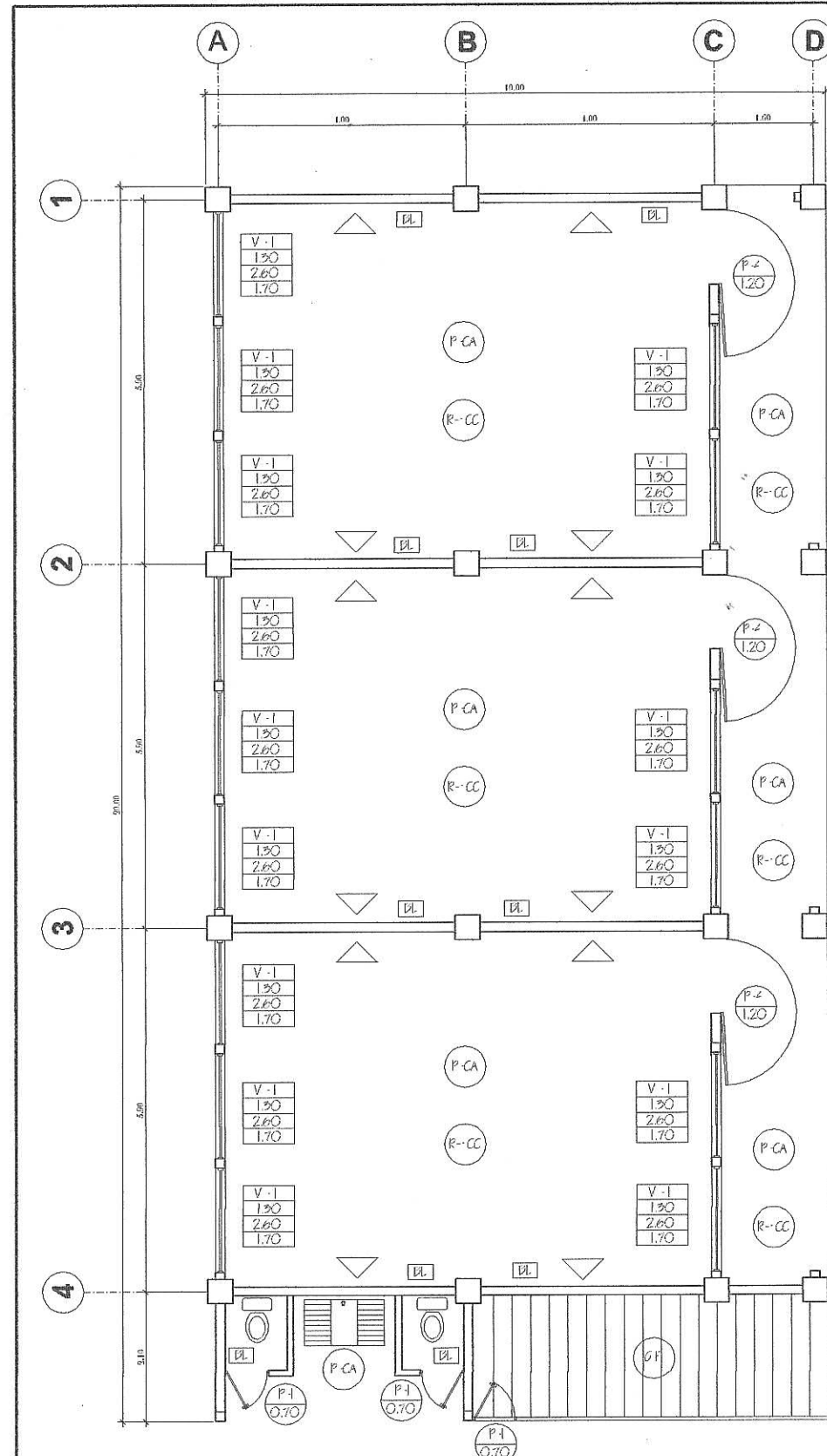


SEGUNDO NIVEL

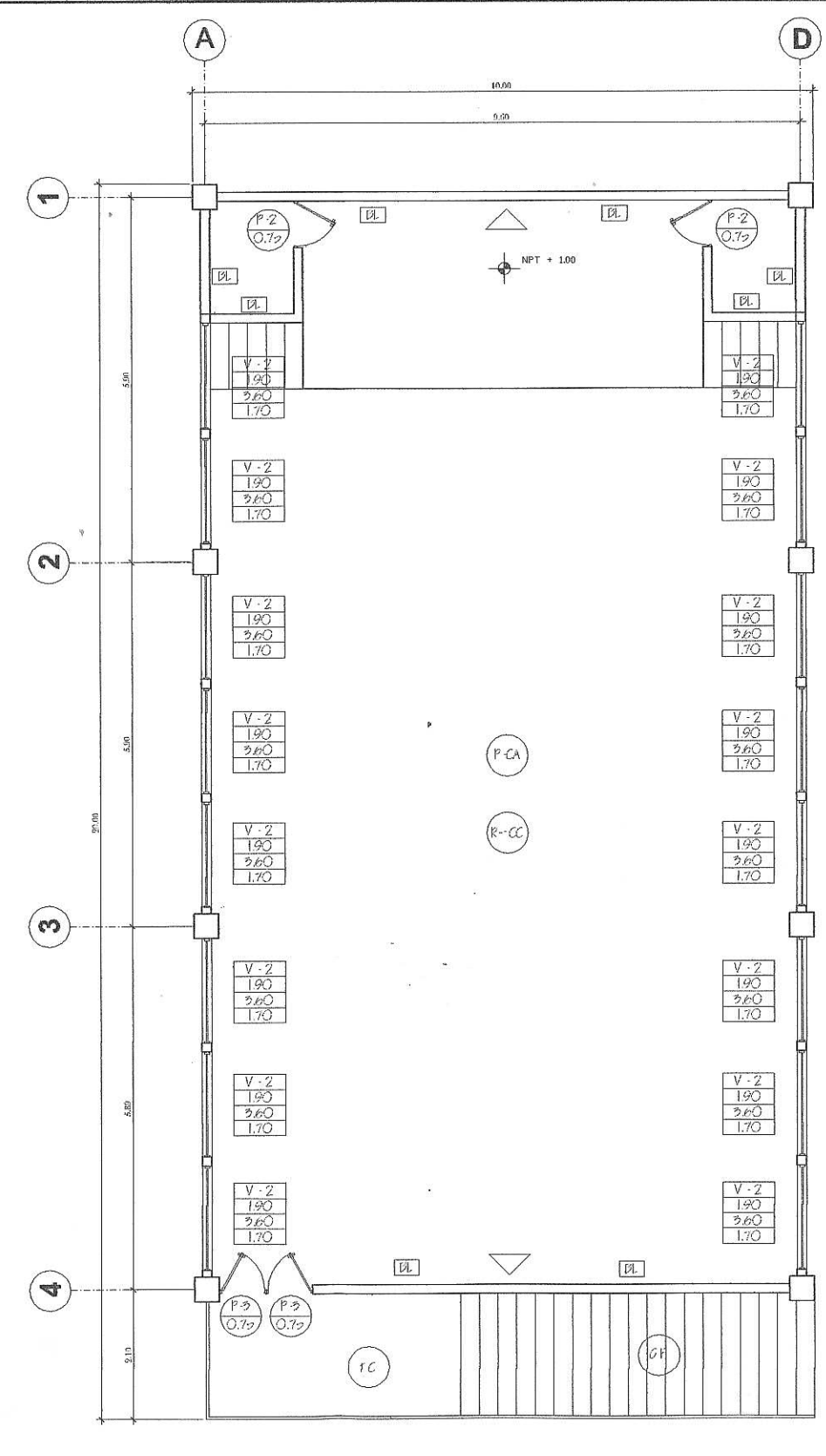


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
LUGAR: CASERIO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

CONTRATO	PLANTA ACOTADA	ESCALA	INDICADO
PROYECTADO / DISEÑADO POR	WALDA GONZALEZ	FECHA	OCTUBRE 2012
PROYECTO / DISEÑO	WALDA GONZALEZ	NO. DE PLANOS	2 / 12



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

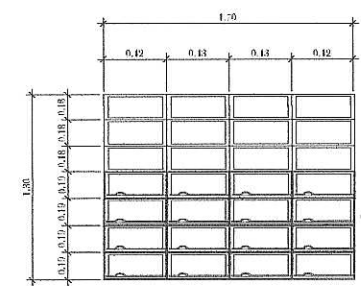
PLANTA DE ACABADOS SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANLES, TAJUMULCO

ESCALA 1:50

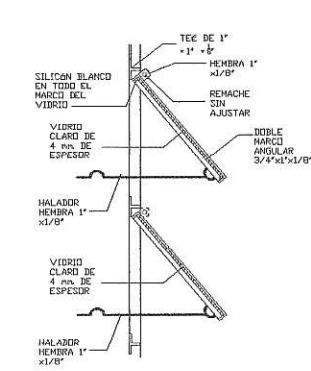
NOMENCLATURA			
	TIPO DE PUERTA		TIPO DE VENTANA
	ANCHO DE PUERTA		ALICATA SILLAR
	PISO + CONCRETO ALICATA		ALICATA PUNTEL
	REFUELO + CEMENTO ENCELO		ANCHO DE VENTANA
	REFUELO + CEMENTO EN VENTANA + PINTURA		BLOQUE CUBO X 0.20 X 0.40

PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
P-1	0.70	2.10	3	METAL + PINTURA
P-2	0.70	2.10	2	METAL + PINTURA
P-3	0.70	2.50	3	METAL + PINTURA
P-4	1.20	2.10	2	METAL + PINTURA

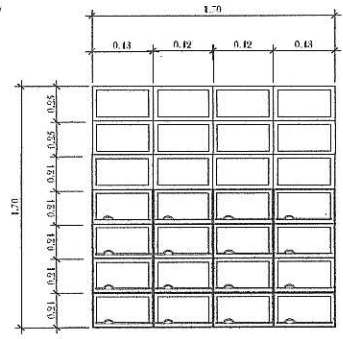
VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	2INIEL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
V-1	1.70	1.90	1.90	2.60	15	METAL + PINTURA
V-2	1.70	1.70	1.90	3.60	16	METAL + PINTURA



DETALLE VENTANA TIPO 1



DETALLE DE MARCO EN VENTANA

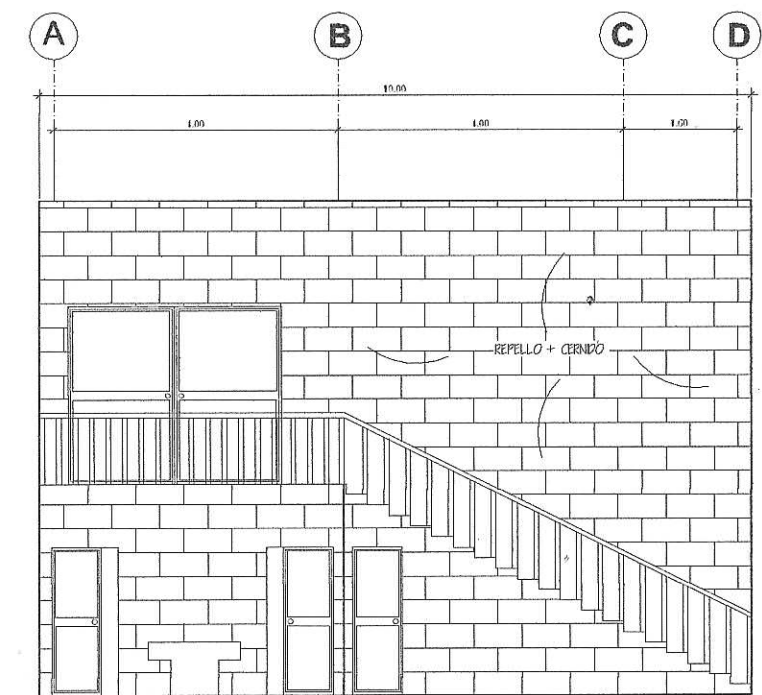
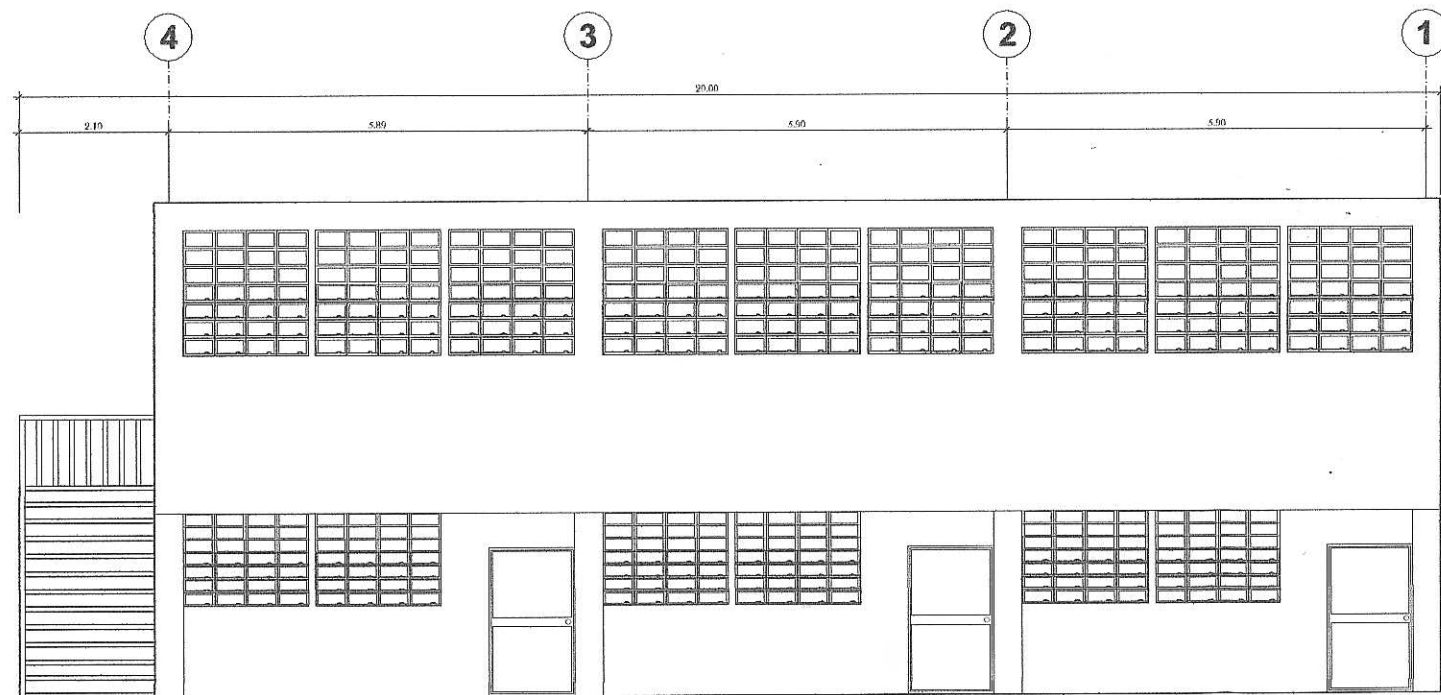
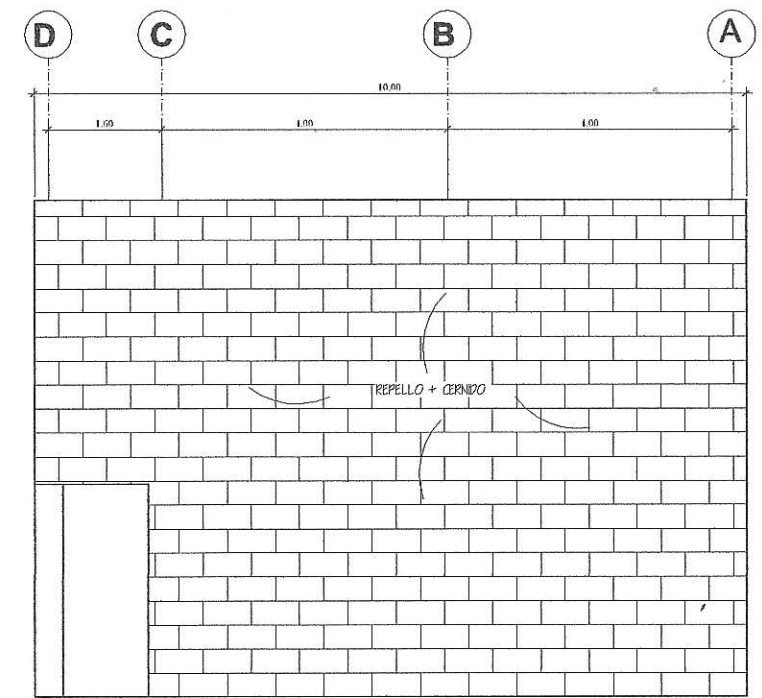
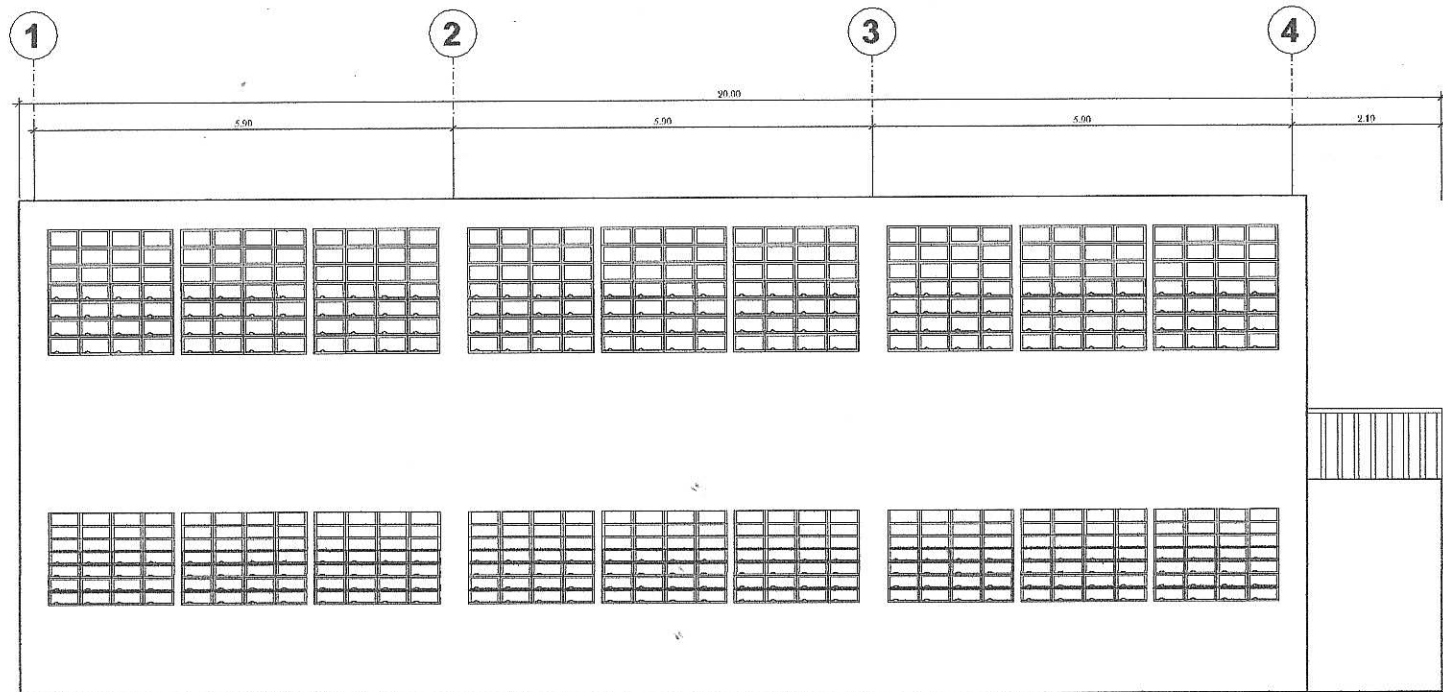


DETALLE VENTANA TIPO 2

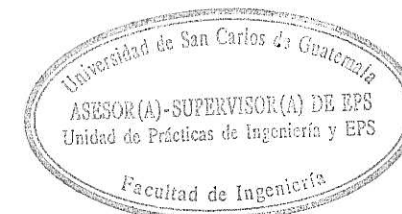


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
LUGAR: CASERÍO CHEANLES, ALDEA MALACATE, TAJUMULCO, SAN MARCOS

COMP. NO.	PLANTA	NO. CUBO
PLANTA DE ACABADOS		NO. 07
TOROSITA + DIBUJO + PUNTO	FECHA DE ENTREGA	FECHA DE RECEPCION
WALDIA GONZALEZ MORALES	2009 6 73	3 12



ELEVACIONES SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMILCO
ESCALA 1:50

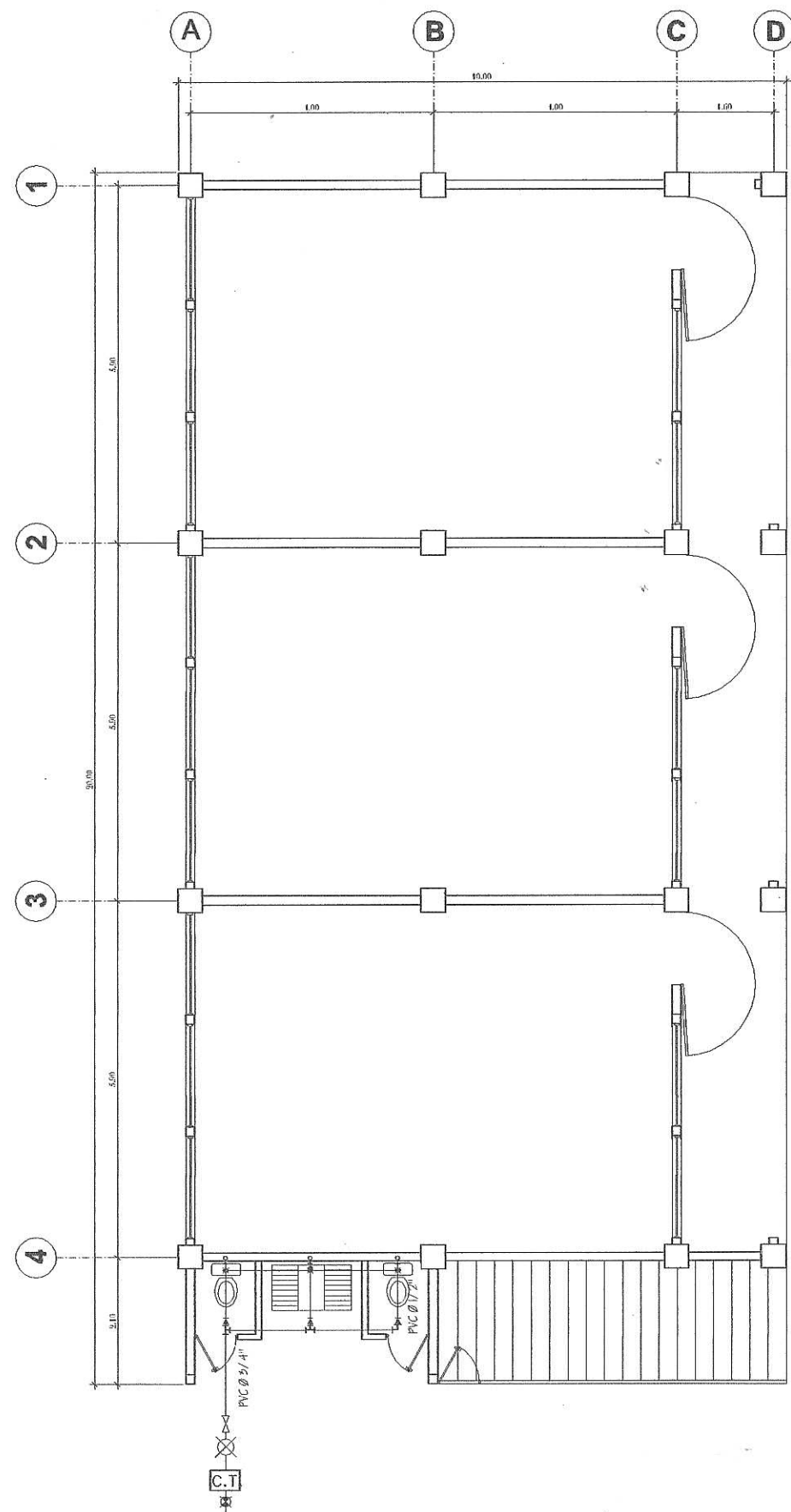


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES

LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

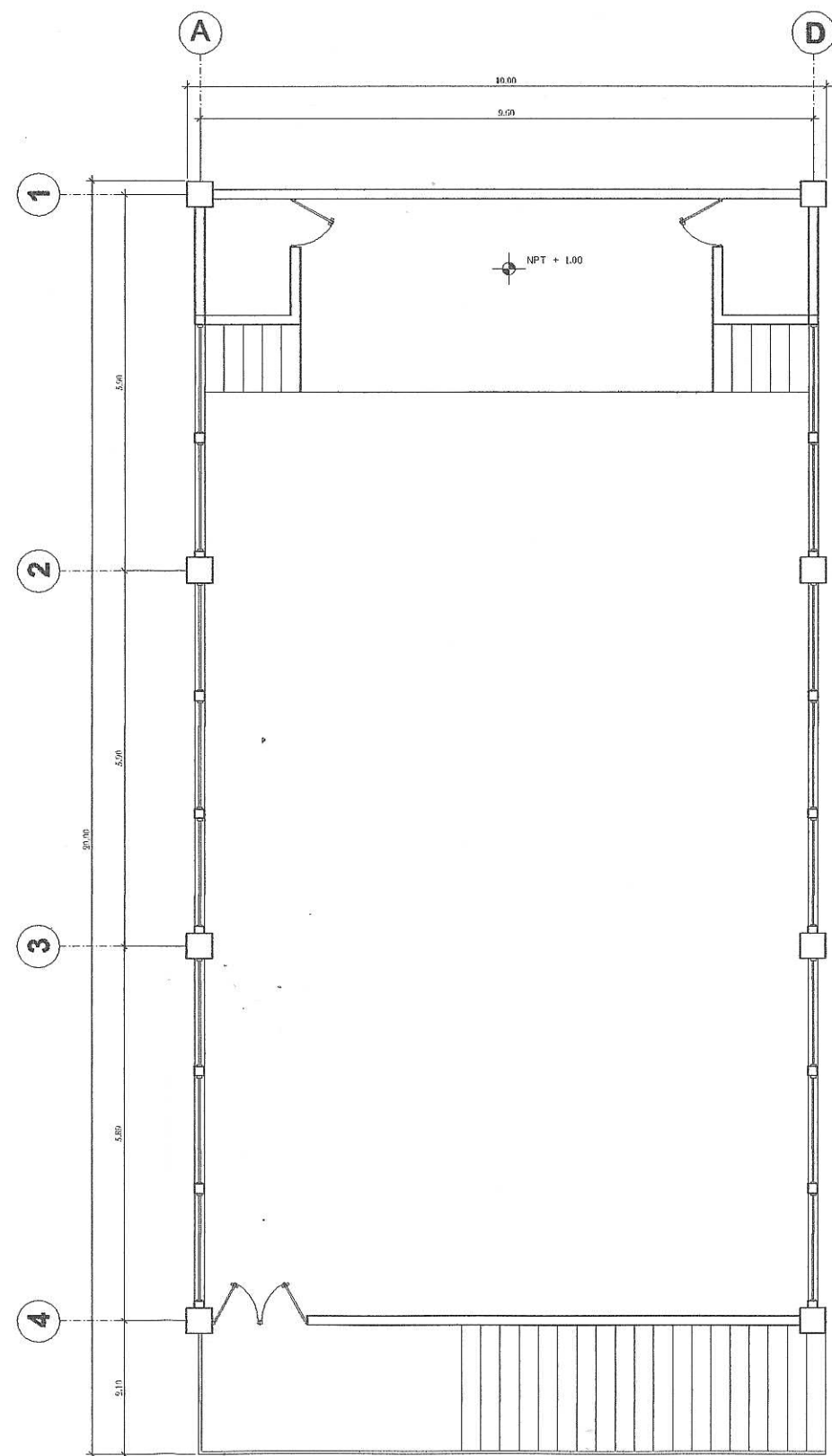
CONTENIDO:	ELEVACIONES	FECHA:	11/07/07
PROFESOR A CARGO:	WALDA GONNABONDOLANI	FECHA:	OCTUBRE 2012
PROYECTO:	2005 6 73	HOJA:	12



PRIMER NIVEL

PLANTA AGUA POTABLE SALÓN COMUNAL, CASERIO CHEANLES, TAJUMULCO

ESCALA 1:50



SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA	
□ CODO PVC A 90° HORIZONTAL	▬ TEE PVC HORIZONTAL
⊥ CODO A 90° VERTICAL	⊥ TEE PVC VERTICAL
— TUBERÍA PVC	⊗ VÁLVULA DE CERRAMIENTO
CT CAJA DE CONTADOR	∞ LLAVE DE CHEQUEO
⊗ LLAVE DE PASO	

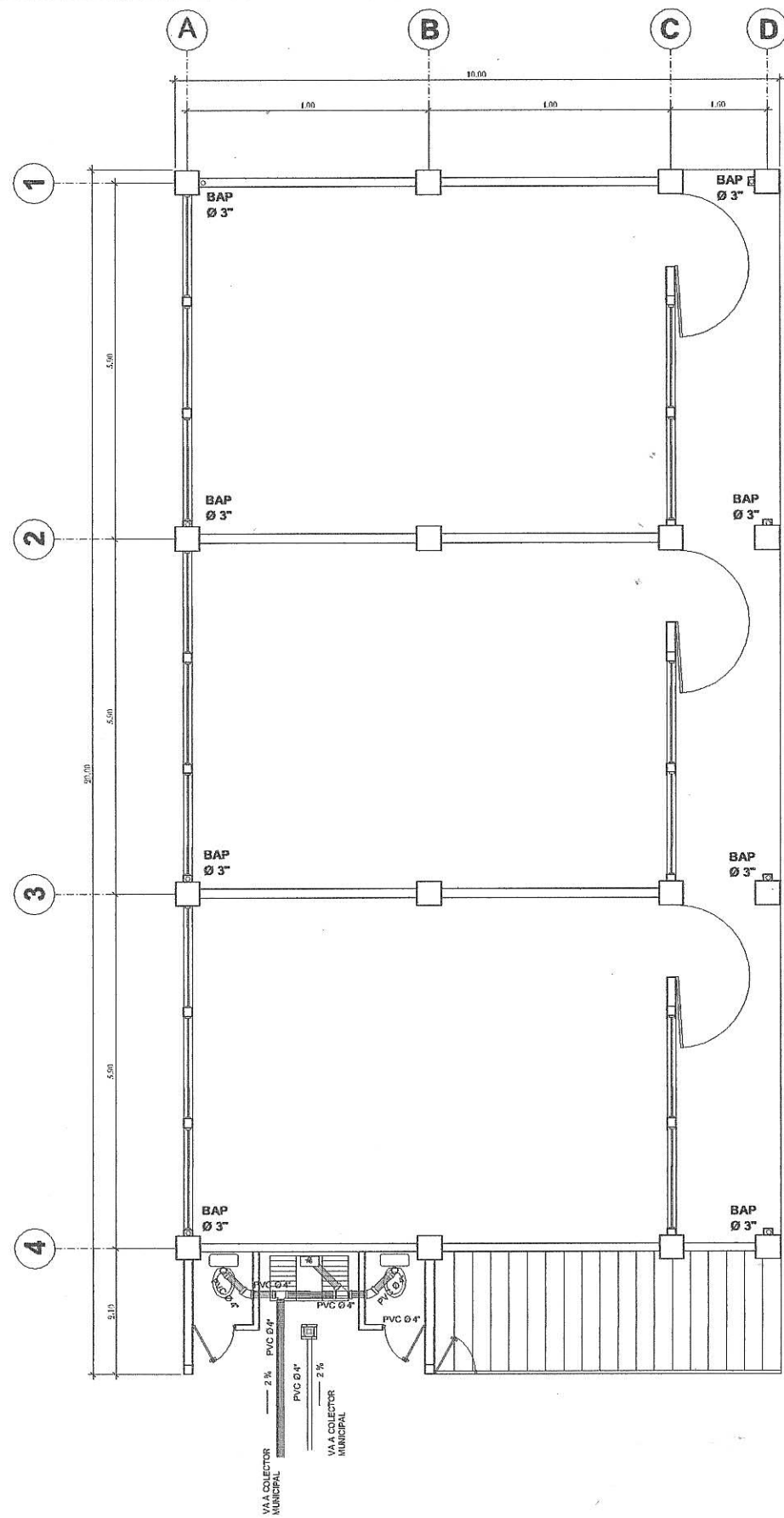


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE 205 NIVELES

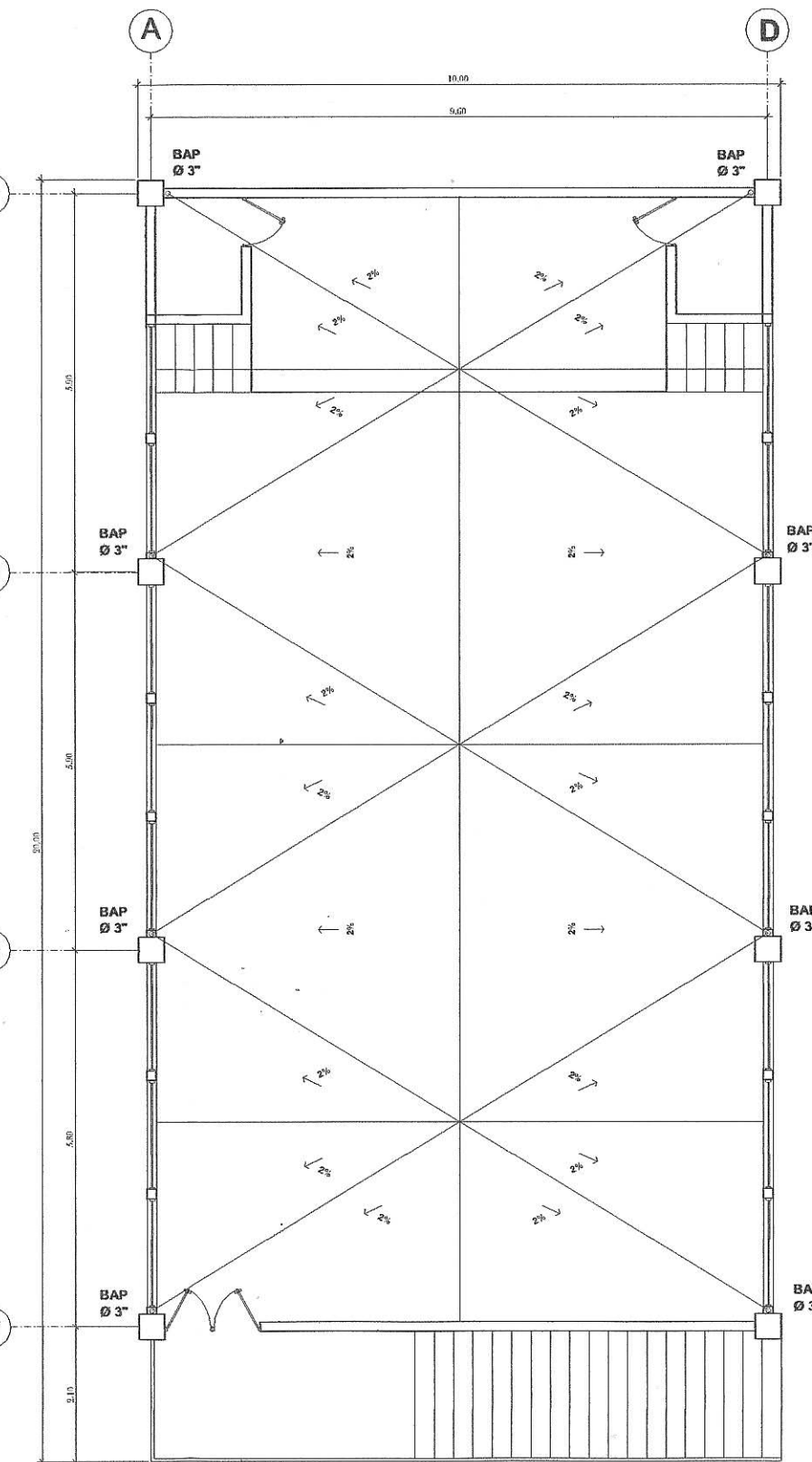
LUGAR: CASERIO CHEANLES, ALDEA MALACATE, TAJUMULCO, SAN MARCOS

COMUNIDAD:	ESCALA:	FECHA:
PLANTA DE AGUA POTABLE	1:50	NOVIEMBRE 2012
PROFESORA DIGNO VILLO:	PROYECTO:	FECHA:
WALDA ANNA MARCOVICH	2009 6 73	12



PRIMER NIVEL

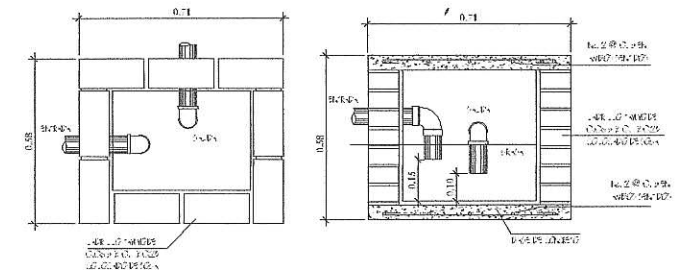
PLANTA DE DRENAJES SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMILCO



SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:50

NOMENCLATURA		
	2 %	INDICATIVO DE AGUAS NEGRIAS
	2 %	INDICATIVO DE AGUAS PLUVIALES
		CORDÓN PVC VERTICAL A 90°
		B.A.P. BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
		C.A.J.A. TRAMPACRASA
		T.G. CAJA TRAMPACRASA



CAJA TRAMPACRASA

ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES

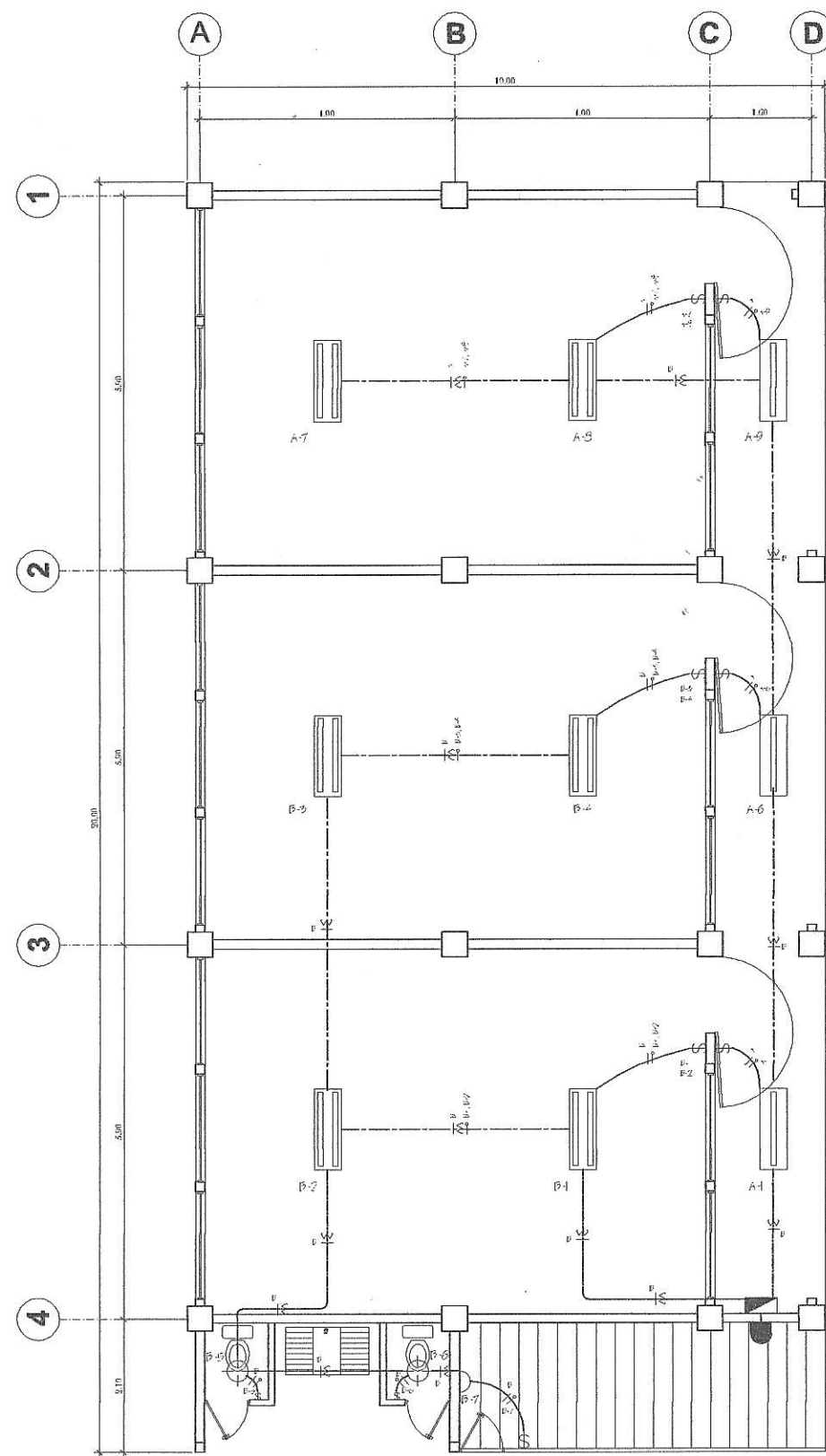
LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

CORREO: PLANTA DE DRENAJES ESCALA: 1:50

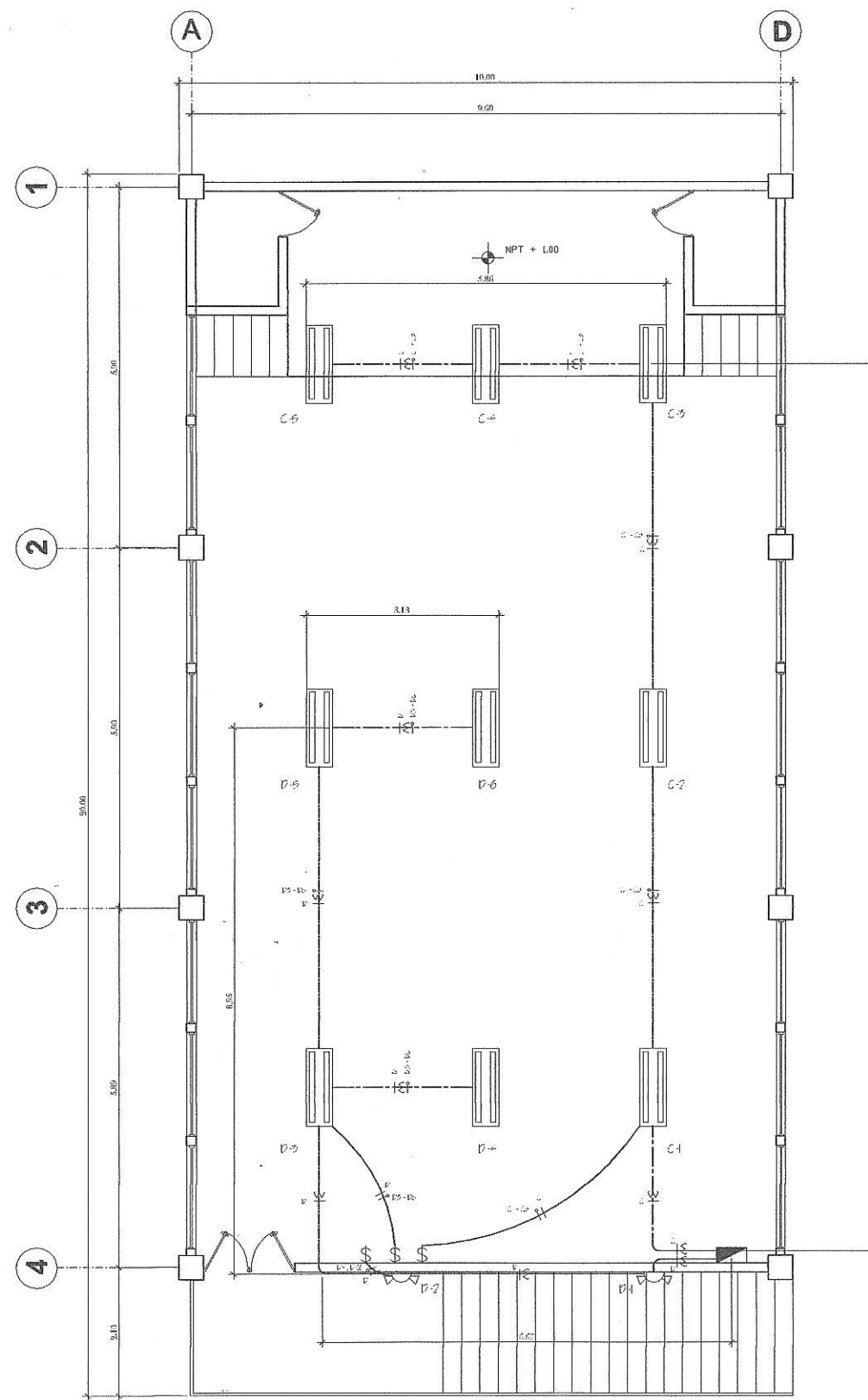
FECHA: 02/09/2012

PROYECTA: WILLY OCHOA MARDONALDI

2005 6 73



PRIMER NIVEL



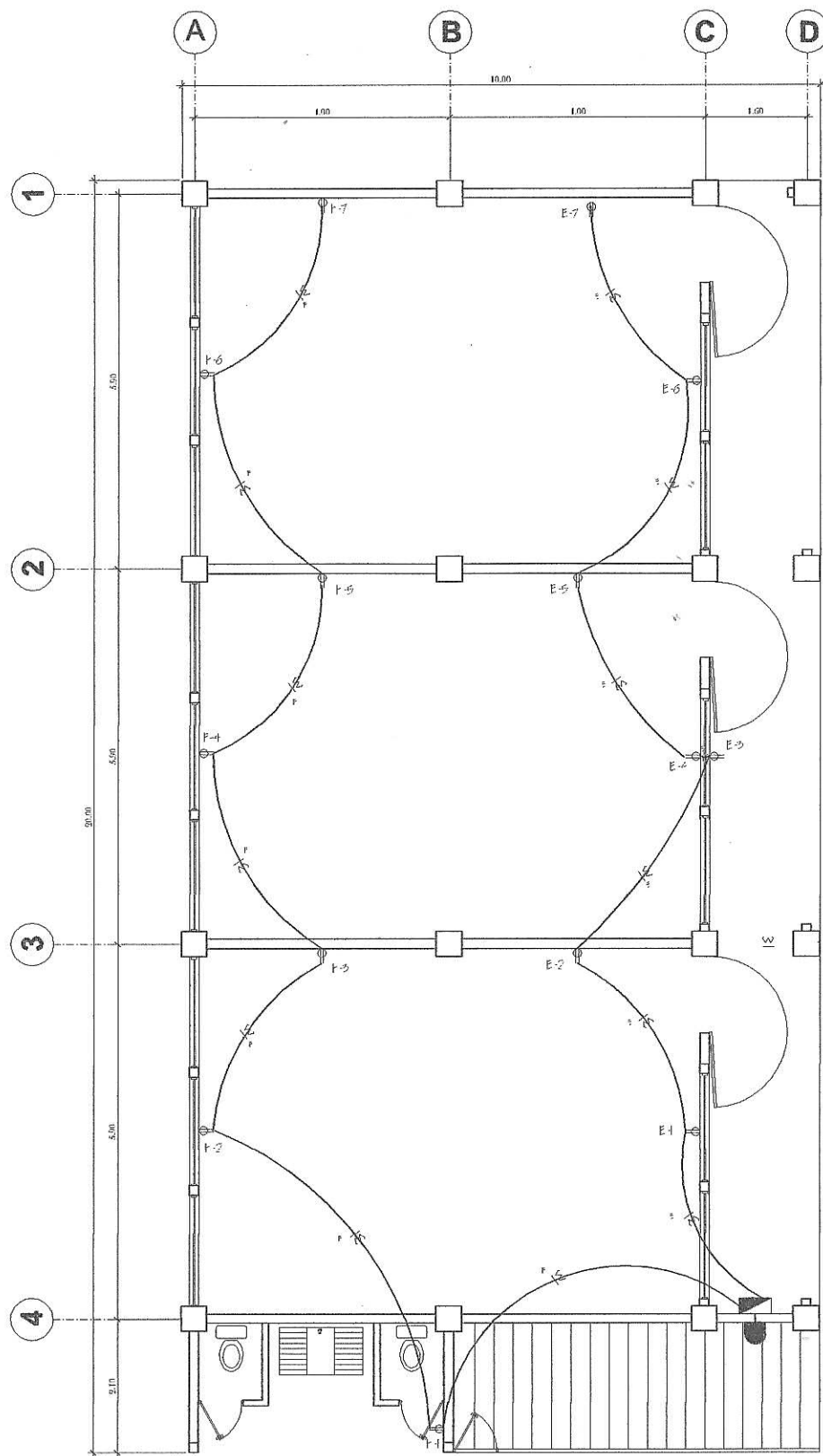
SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA	
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H - 1.70 SUFT	 LÁMPARA FLUORESCENTE DE DOS TUBOS DE 40 W x 43"
 SWITCH H - 2.60 SUFT	 LÁMPARA FLUORESCENTE DE DOS TUBOS DE 40 W x 43"
 TUBERÍA PLASTICA ELÉCTRICO EN CIELO	 INTERRUPTOR SIMPLE H - 1.70 SUFT
 LÍNEA 12 CALIBRE 12	 REFLECTORES DOBLES
 LÍNEA NEUTRA CALIBRE 12	 LÁMPARA DE PARED

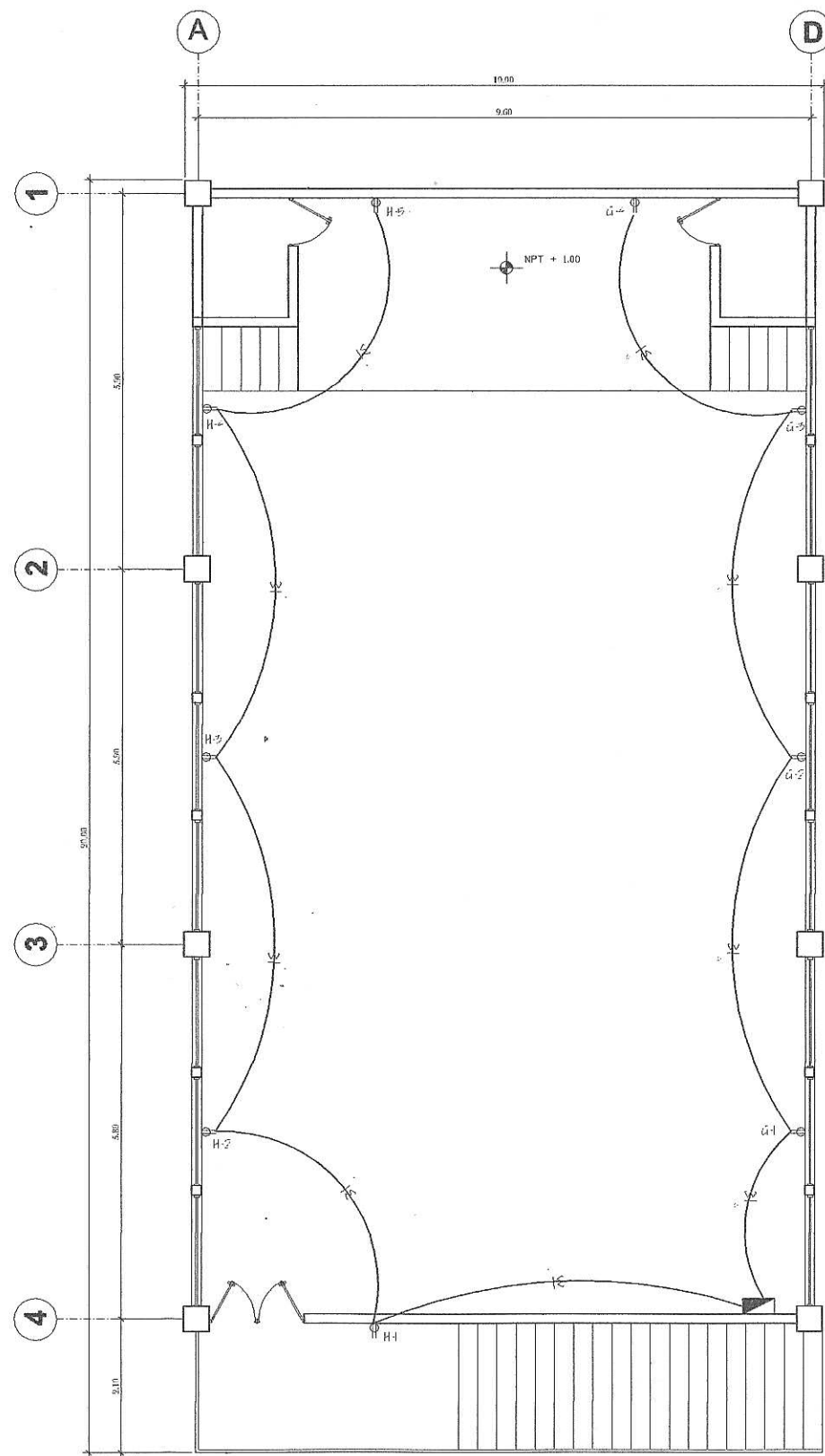
PLANTA DE ILUMINACIÓN SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMILCO
 ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS	
CONTRATO:	ESCALA:
PLANTA DE ILUMINACIÓN	
TOPOGRAFIA: DISEÑO:	FECHA:
WALDA ANNA MALDONADO LAM 2005 6 73	OCTUBRE 2012
7 12	



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

NOMENCLATURA	
 PANEL DE DISTRIBUCIÓN H - 170 SMTT	 CONEXIÓN SIMPLE H - 030 u SMTT
 CONTADOR H - 260 SMTT	 LÍNEA 10mm CALIBRE 10
 LÍNEA PVC ELÉCTRICA ENTRADA	 LÍNEA VERTICAL CALIBRE 10

PLANTA DE FUERZA SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMILCO
 ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

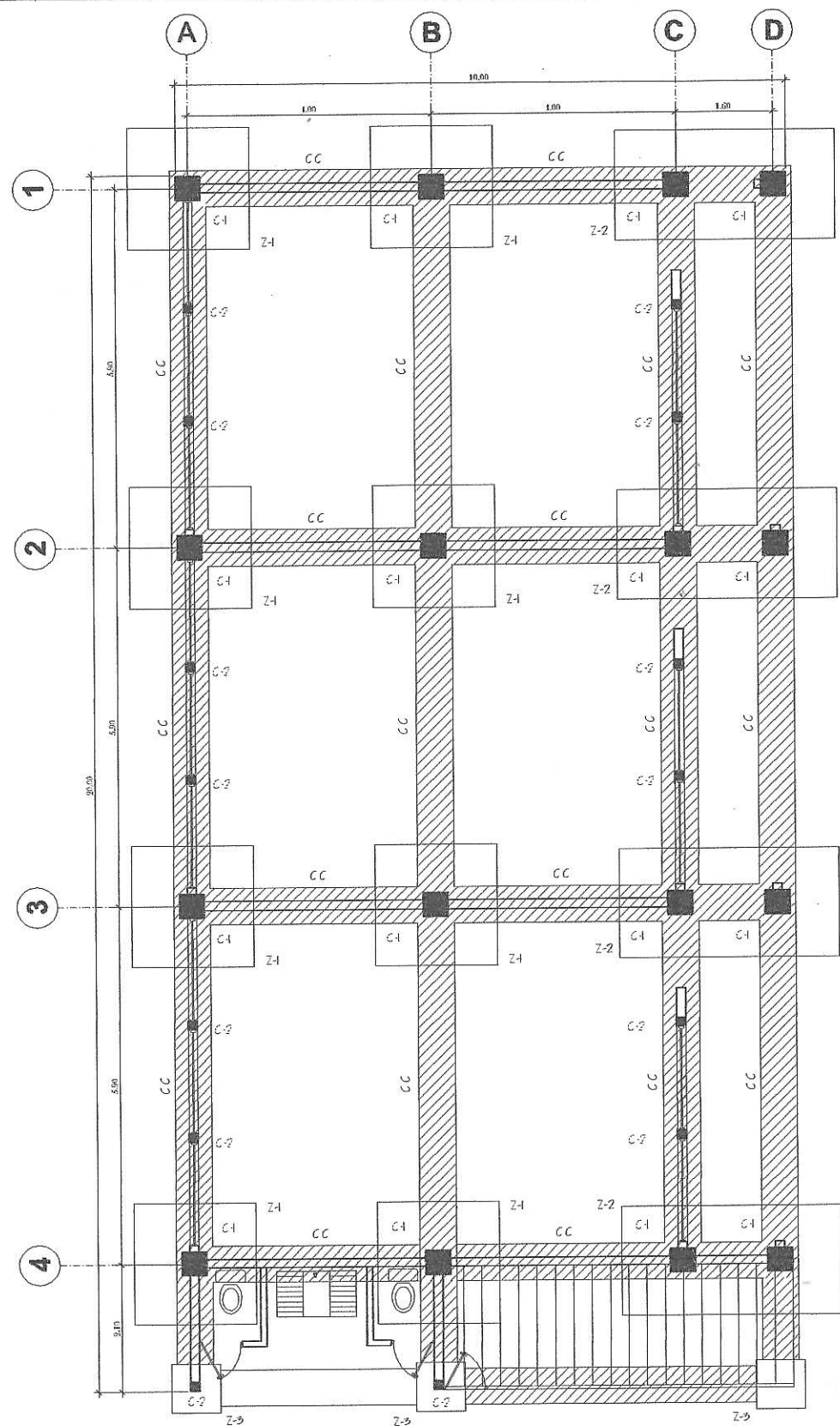
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
 LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

COMPANIA: PLANTA DE FUERZA

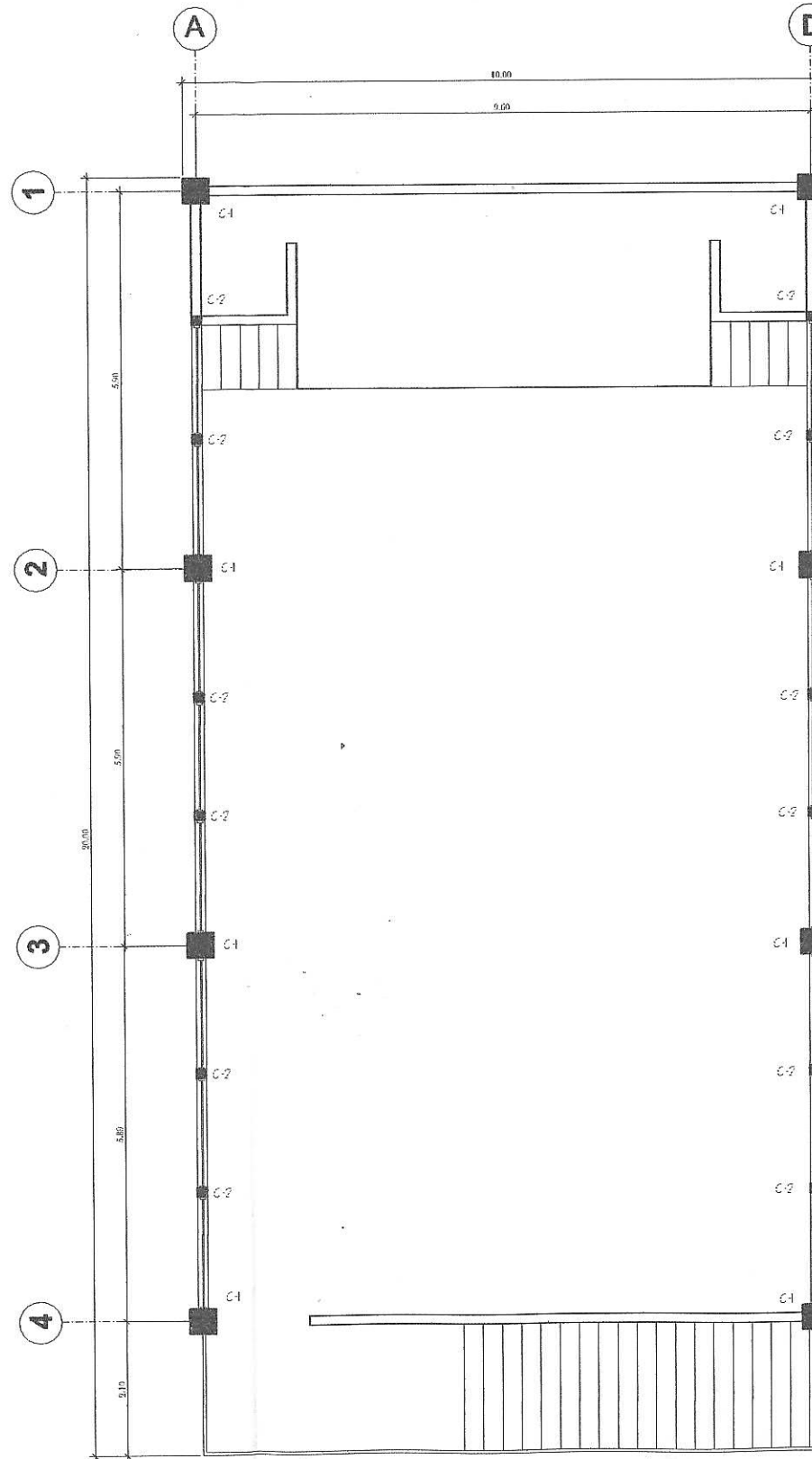
FECHA: 18/04/2024
 OCTUBRE 2022

WADA OANNA DOMDOLAN
 2005673

12



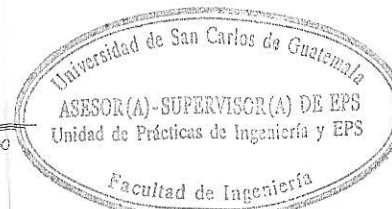
PRIMER NIVEL



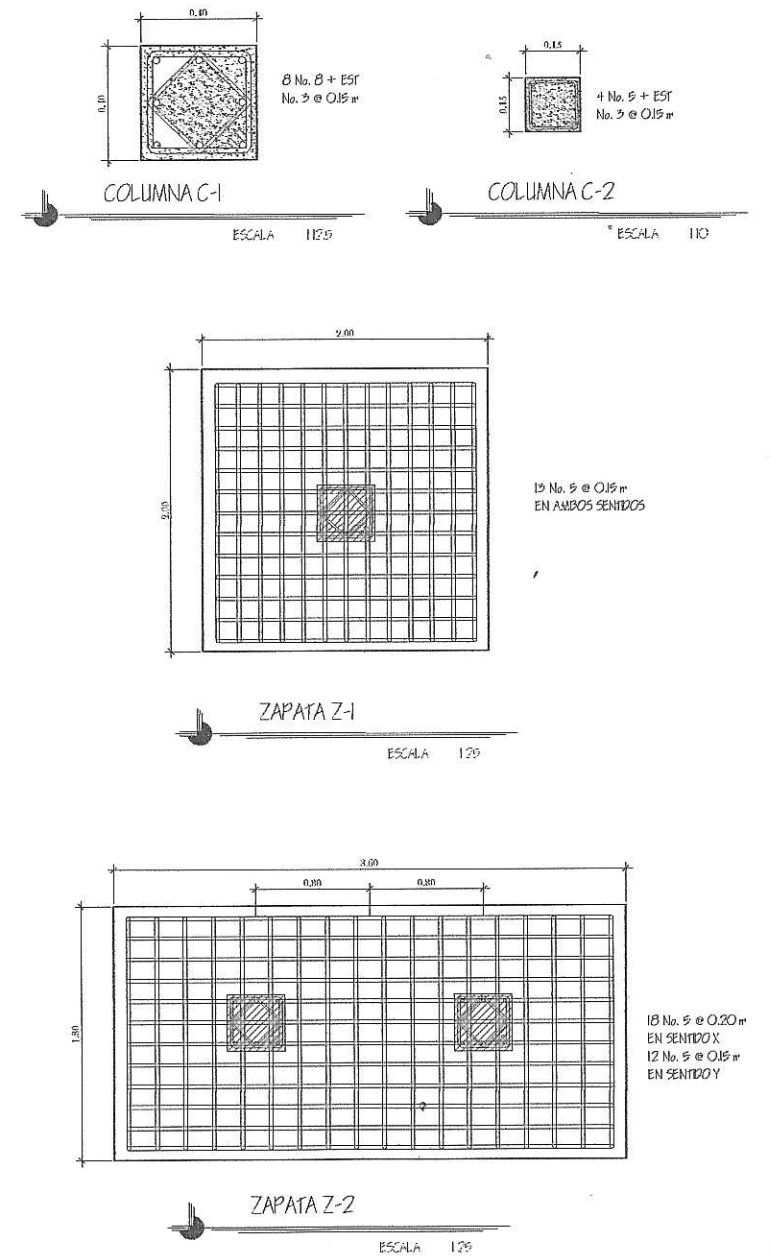
SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS SALÓN COMUNAL, CASERIO CHEANJES, TAJUMILCO

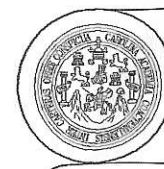
ESCALA 1:50



ESPECIFICACIONES DE MATERIALES
 CONCRETO: $f_c = 280 \text{ KG/CM}^2$
 ACERO DE REFORZO: $F_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$ CON GRADO 40
 BLOQUE: $0.14 \times 0.19 \times 0.39$
 LA FUNDICIÓN DE CONCRETO TENDRÁ UNA PROPORCIÓN DE
 $1:1.9:2.2$ CON GRASA DE $\frac{3}{4}$ "

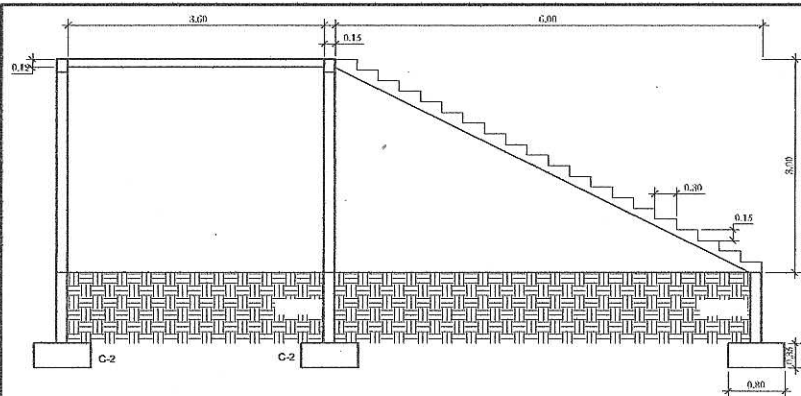


NOTA
 LOS DETALLES ESTRUCTURALES DE LAS
 COLUMNAS Y CIMIENTOS SE ENCENTRAN
 EN LA HOJA 10/12



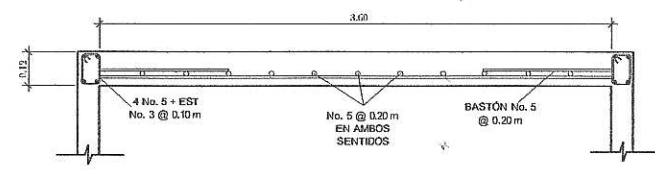
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
 LUGAR: CASERIO CHEANJES, ALDEA MALACATE,
 TAJUMILCO, SAN MARCOS

CON. PROY.:	PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS	ESCALA:	1:50/50
PROYECTADO POR:	WALDA GONZALEZ RAMIREZ	FECHA:	2009 6 7 3
REVISADO POR:		OTRO:	



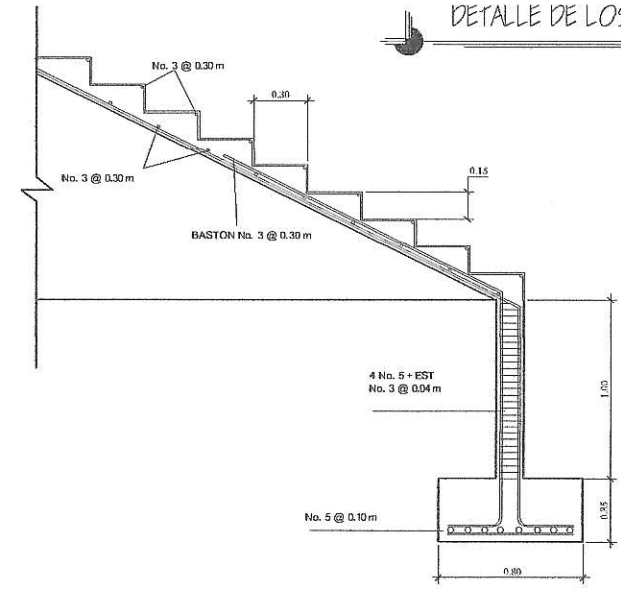
GRADAS

ESCALA: 1:30



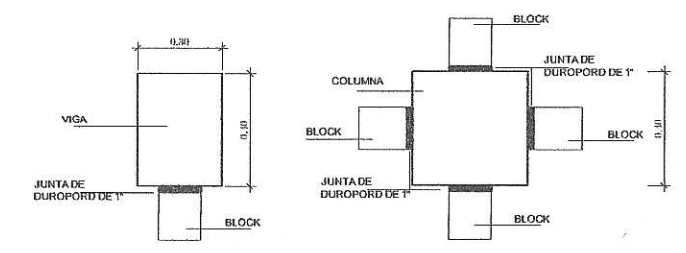
DETALLE DE LOSA DE GRADAS

ESCALA: 1:25



DETALLE DE GRADAS

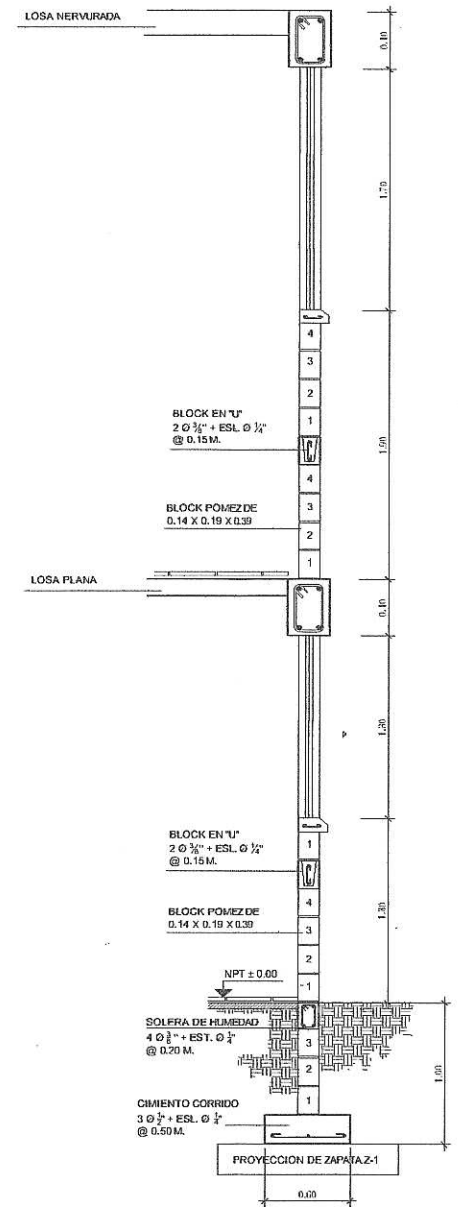
ESCALA: 1:20



DETALLES DE JUNTAS

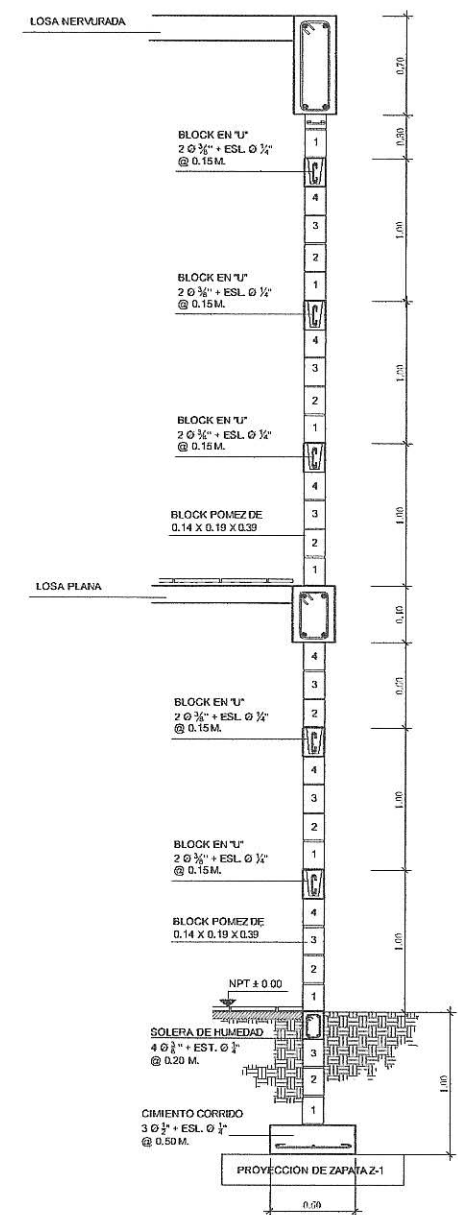
ESCALA: 1:25

DETALLES CIMENTOS Y COLUMNAS SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANLES, TAJUMILCO



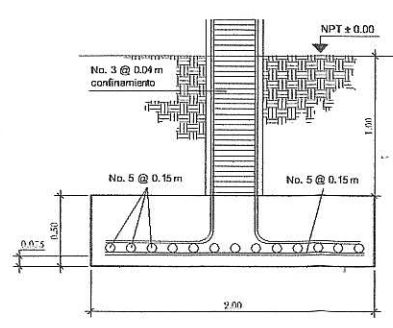
MURO TÍPICO CON VENTANA

ESCALA 1:25



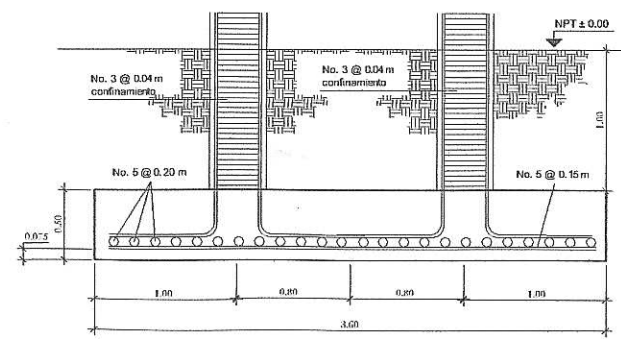
MURO TÍPICO EXTERIOR

ESCALA 1:25



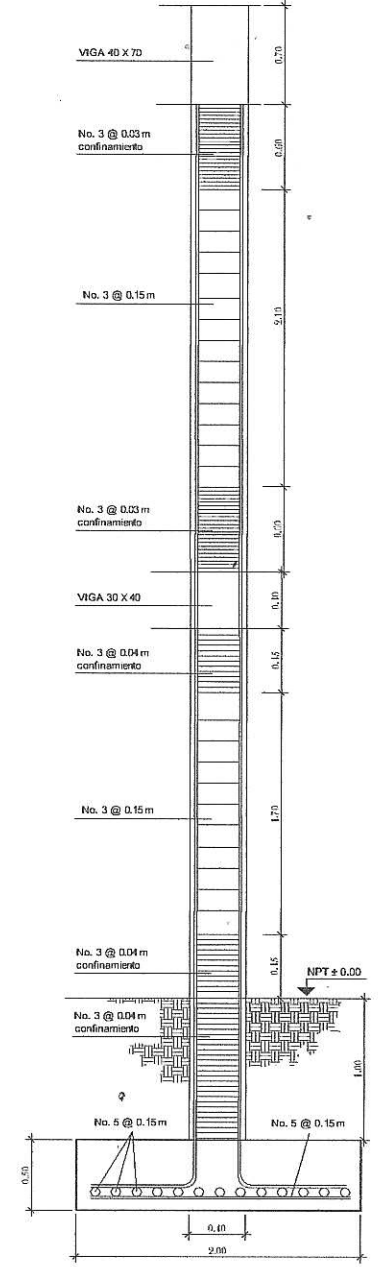
DETALLE ZAPATA Z-1

ESCALA 1:25



DETALLE ZAPATA Z-2

ESCALA 1:25



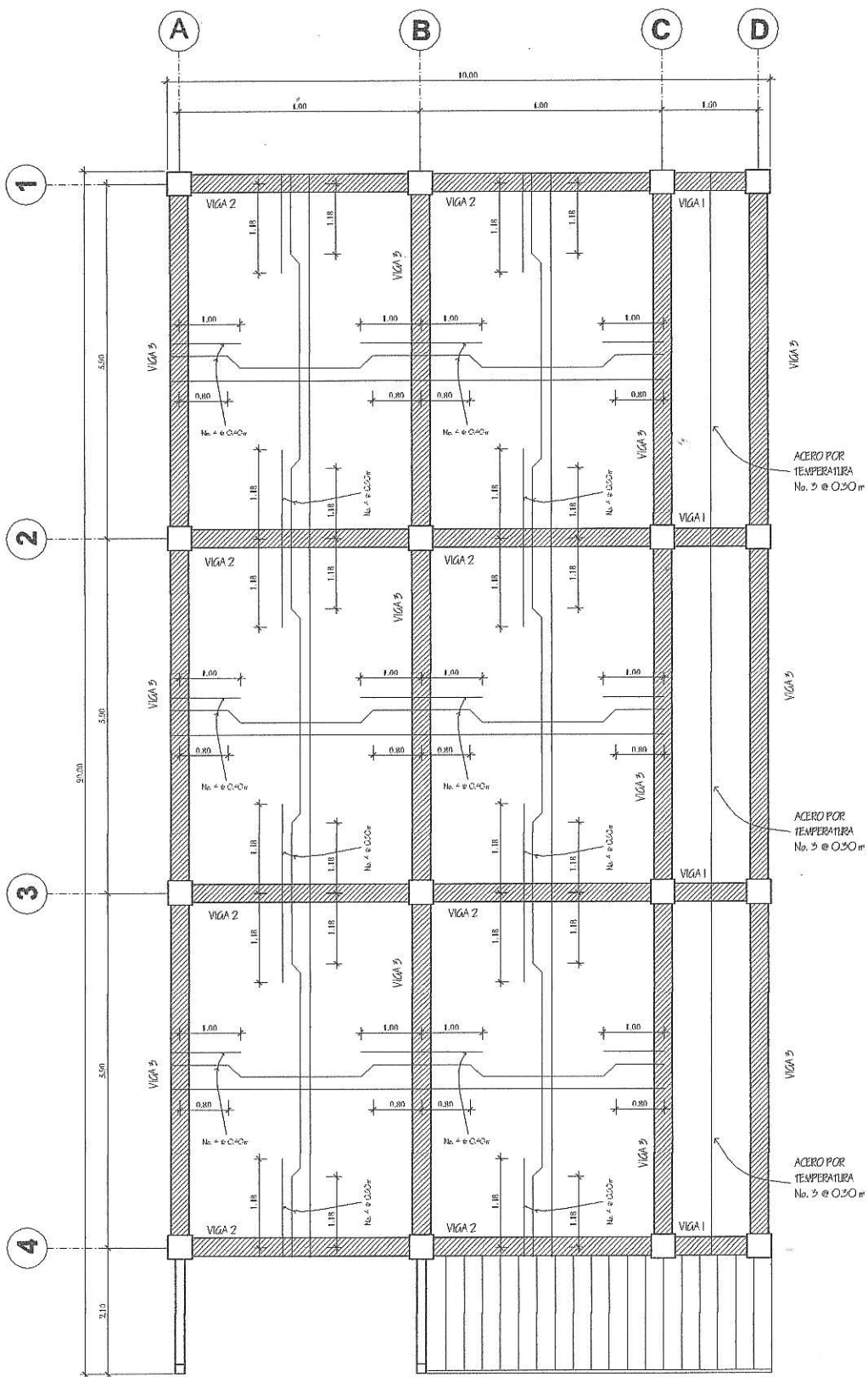
DETALLE ARMADO DE COLUMNA

ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROFESOR: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
LUGAR: CASERÍO CHEANLES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

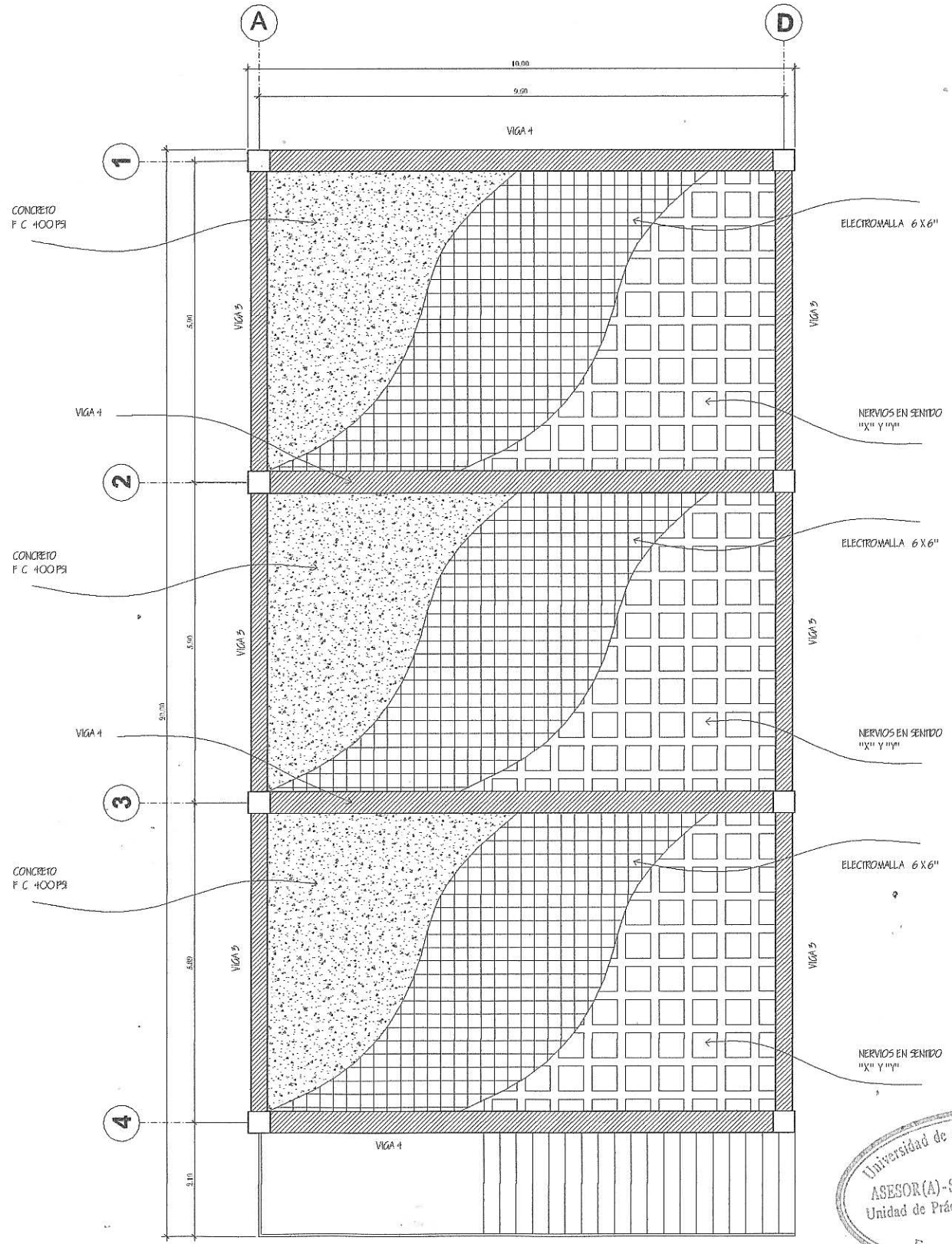
CONFECCIONADO POR: DETALLES ESTRUCTURALES CIMENTOS Y COLUMNAS
FECHA: NOVIEMBRE 2002
PROFESOR: WALDA ANNA HERNANDEZ
2005 6 73
10 12



PRIMER NIVEL

PLANTA LOSAS Y VIGAS SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANLES, TAJUMULCO

ESCALA 1:50



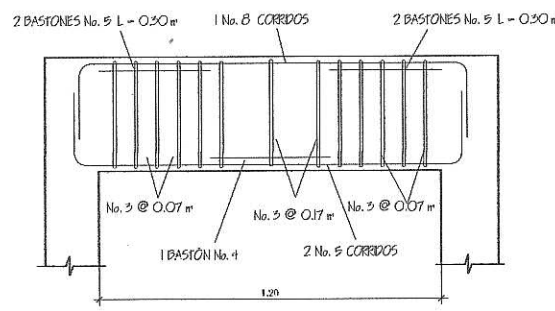
SEGUNDO NIVEL

NOTA
LOS DETALLES ESTRUCTURALES DE LAS COLUMNAS Y CIMENTOS SE ENCENTRAN EN LA HOJA 12/12

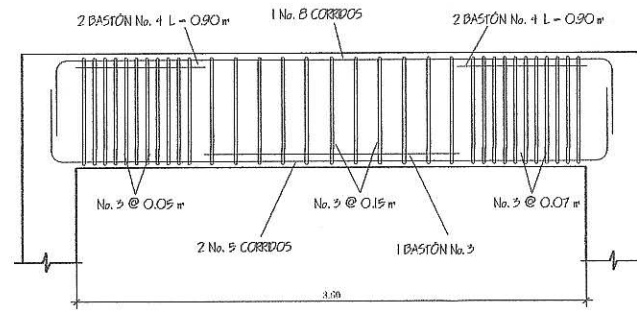


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
LUGAR: CASERÍO CHEANLES, ALDEA MALACATE, TAJUMULCO, SAN MARCOS

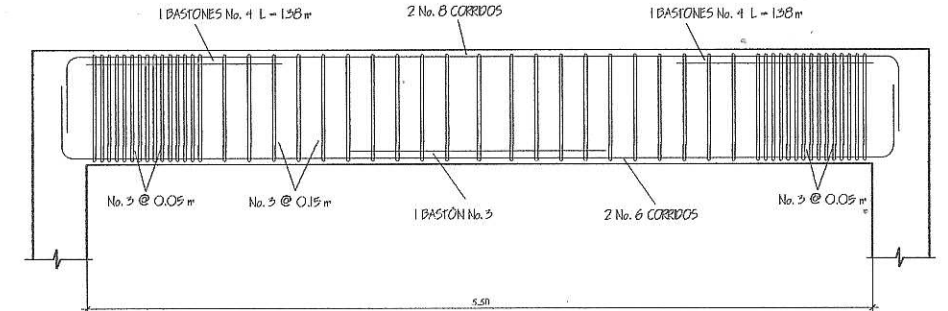
CONTRATO:	ESCALA:	FECHA:
PLANTA DE LOSAS Y VIGAS	1:50	OCTUBRE 2012
PROYECTISTA: WILDA ANNA MILDONADO LAM	PERSONA RESPONSABLE:	OTRO N.º:
2005 6 73		



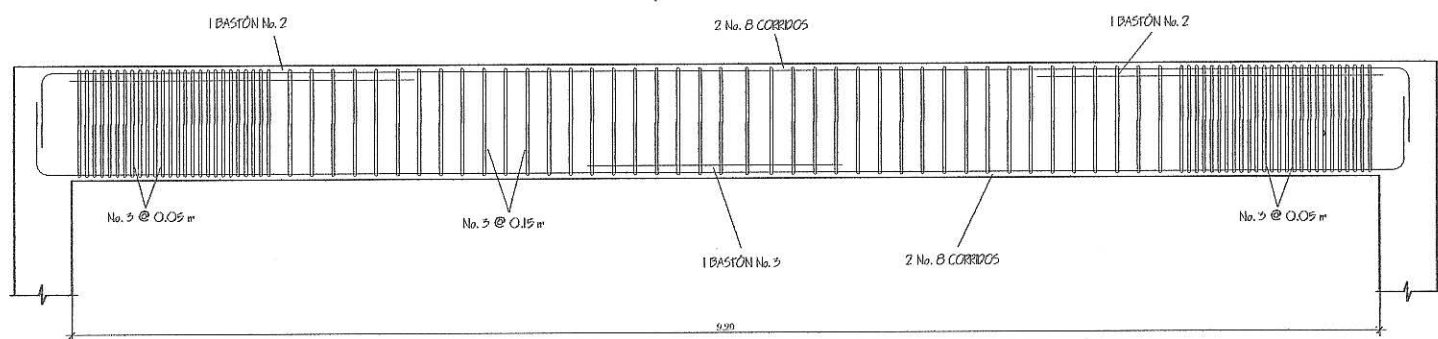
VIGA 1
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:25



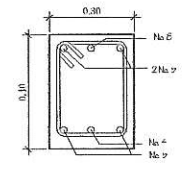
VIGA 2
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:25



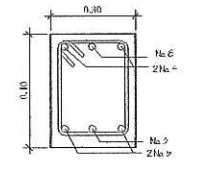
VIGA 3
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:25



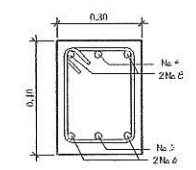
VIGA 4
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:25



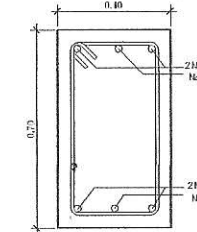
DETALLE DE VIGA 1
ESCALA 1:25



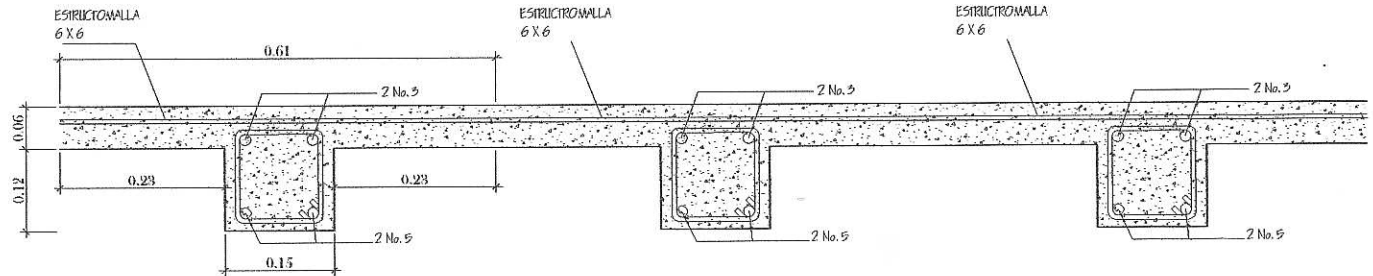
DETALLE DE VIGA 2
ESCALA 1:25



DETALLE DE VIGA 3
ESCALA 1:25



VIGA 4
ESCALA 1:25



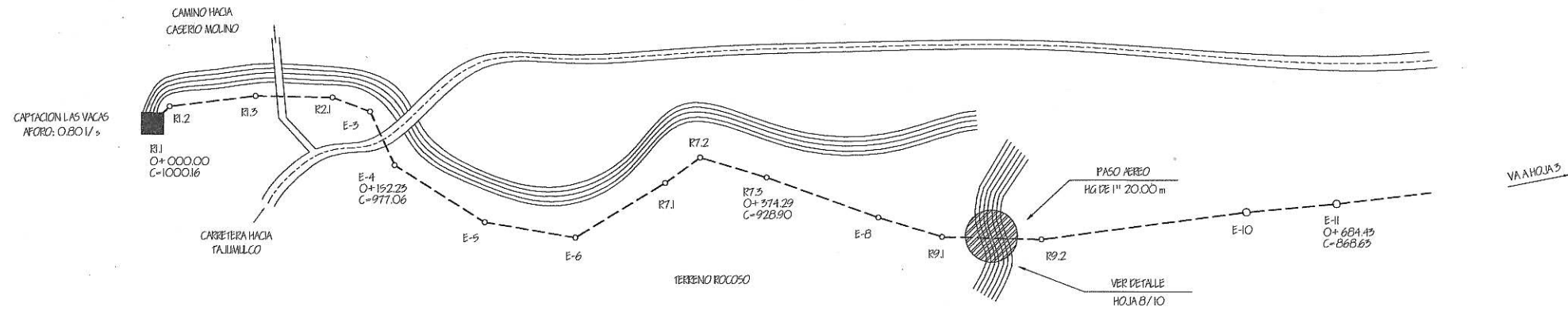
DETALLE DE LOSA NERVURADA
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:25

DETALLES ESTRUCTURALES SALÓN COMUNAL, CASERÍO CHEANJES, TAJUMILCO
ESCALA 1:50

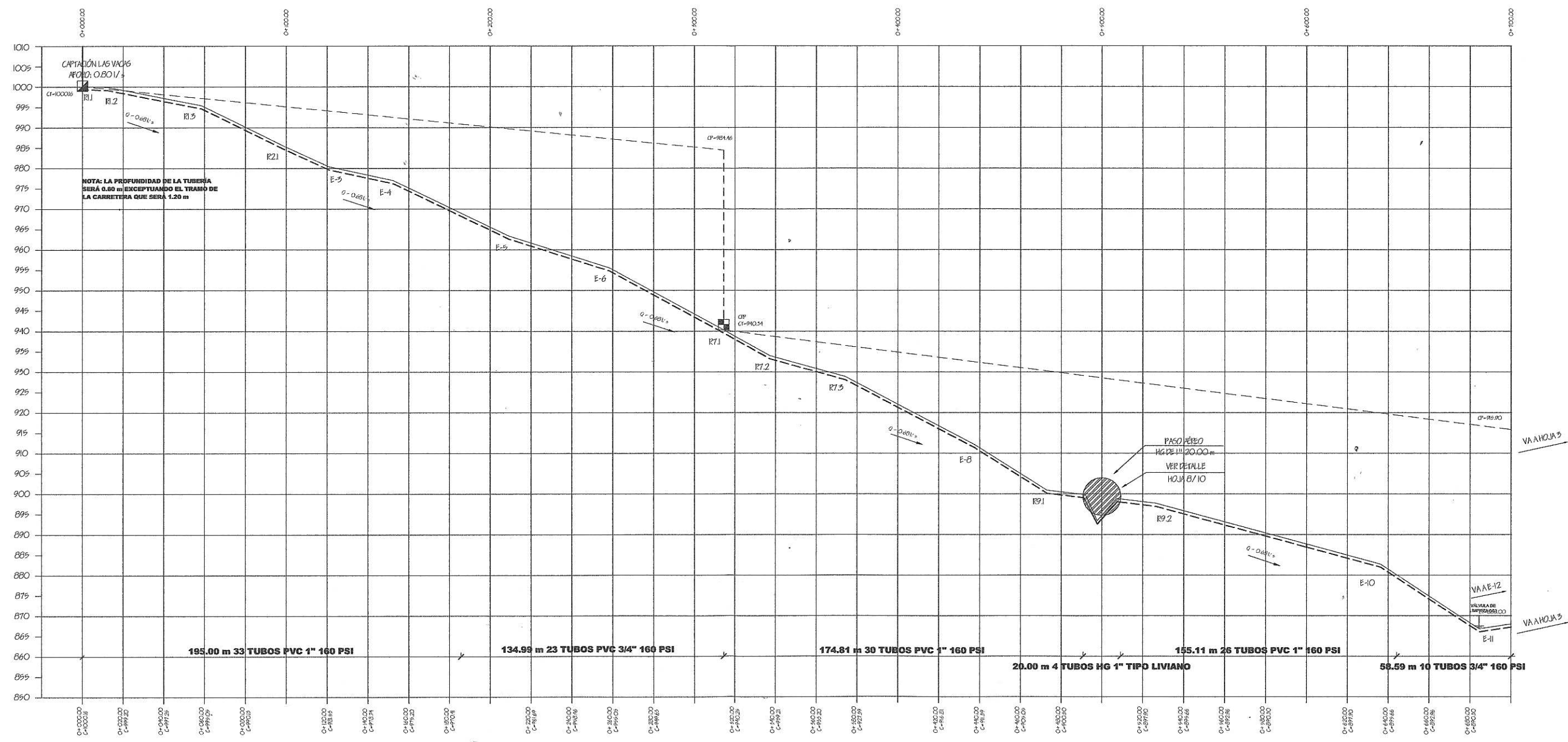


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: SALÓN COMUNAL DE DOS NIVELES
LUGAR: CASERÍO CHEANJES, ALDEA MALACATE, TAJUMILCO, SAN MARCOS

CONTRATO:	FECHA:
DETALLES ESTRUCTURALES VIGAS Y LOSAS	FECHA:
PROYECTA / DISEÑO / DUEÑO: VALDIA ANNA ARDONDO LAM 2009 6 73	FECHA: 12 12



SIMBOLOGÍA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	CAPTACIÓN		CARRERA ASFALTADA
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.		TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	VÁLVULA DE AIRE (VA)		TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANJÓN O PASO AEREO
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO		VÁLVULA DE COMPUERTA (VC)
	CRUZ P.V.C. 90°		VÁLVULA DE GLOBO (VG)
	CODO 90° O 45°		PIEZOMÉTRICA Q-TLSSEG
	QUEBRADA, RÍO		CAMINO



PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 0+ 000.00 A 0+ 700.00
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:500

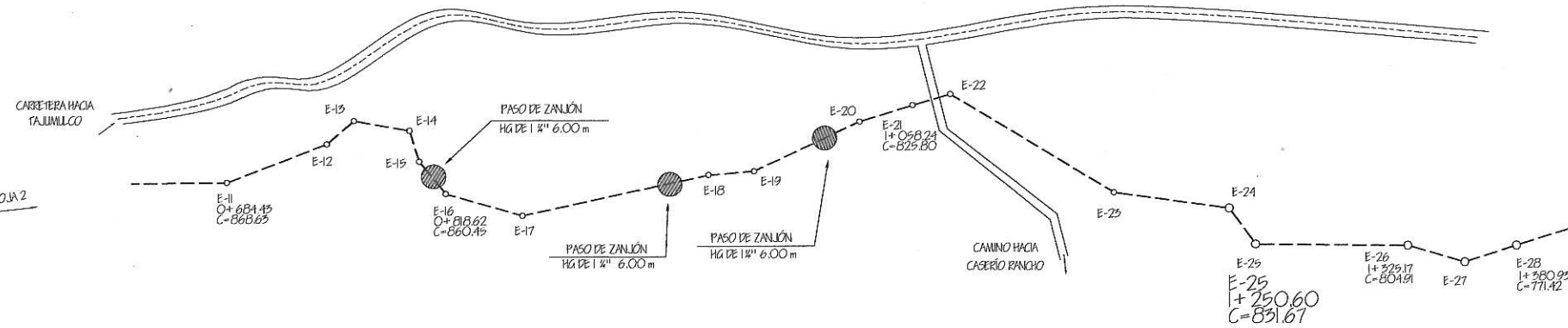


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
 LUGAR: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÓN, TAJUMILCO, SAN MARCOS

CONTEUDO: PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: OCTUBRE 2012
 TOPOGRAFÍA Y SERVOYERÍA: WALDA IOANNA MALDONADO LAM 200516173
 HOJA N.º: 10

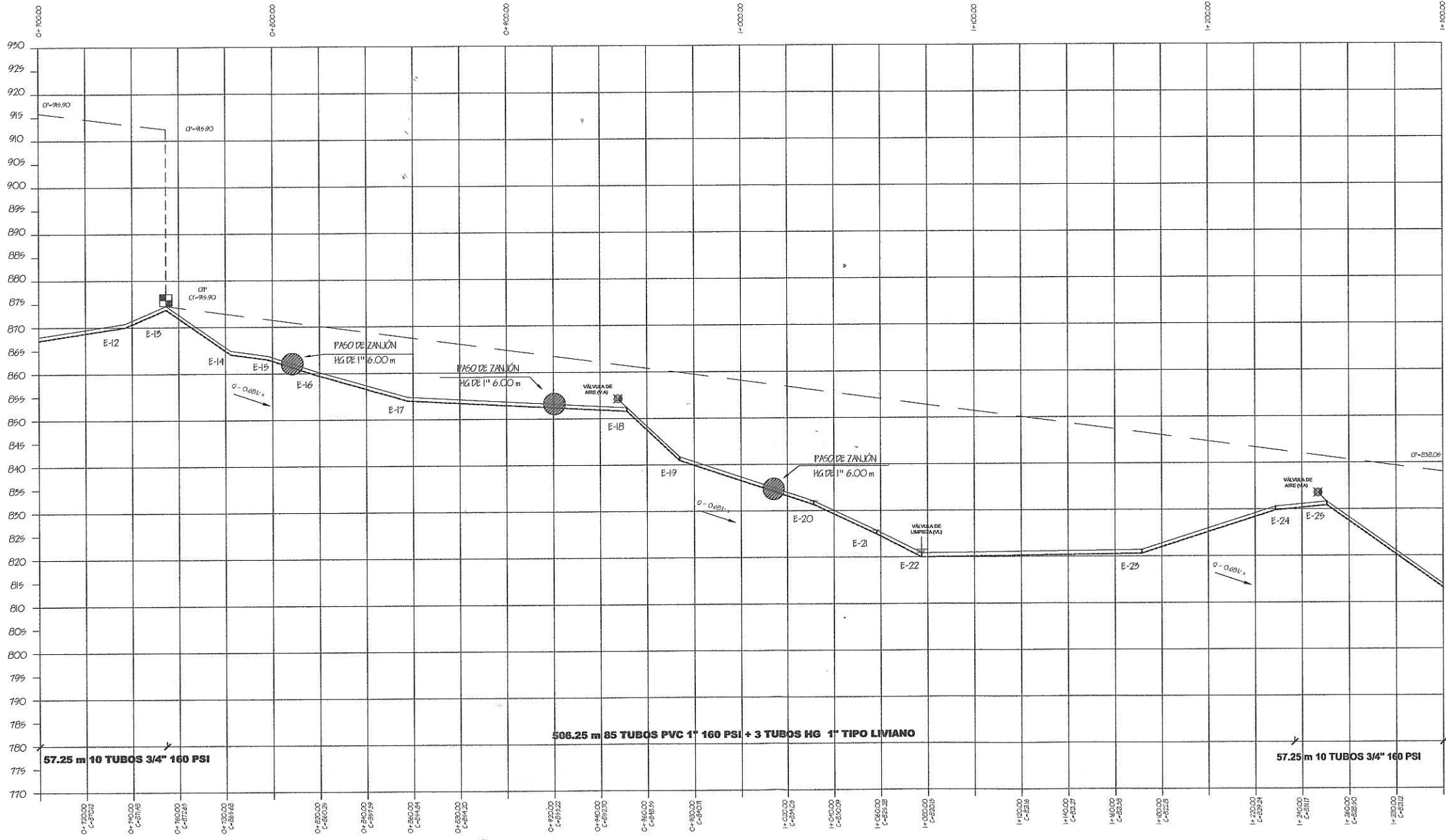


VENE DE HOJA 2



VA HOJA 4

SIMBOLOGÍA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	CAPTACIÓN		CARRERA ASFALTADA
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.		TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	VÁLVULA DE AIRE (VA)		TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANJÓN O PASO AÉREO
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO		VÁLVULA DE COMPUERTA (VC)
	CRUZ P.V.C.		VÁLVULA DE GLOBO (VG)
	CODO 90° O 45°		PIEZOMÉTRICA Q= LITS/SEG
	QUEBRADA, RÍO		CAMINO



PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
 LUGAR: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS

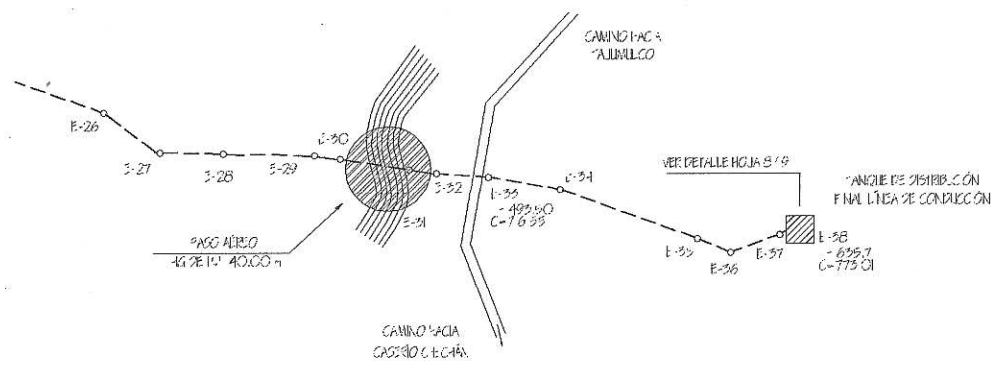
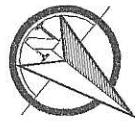
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA: NO CADA

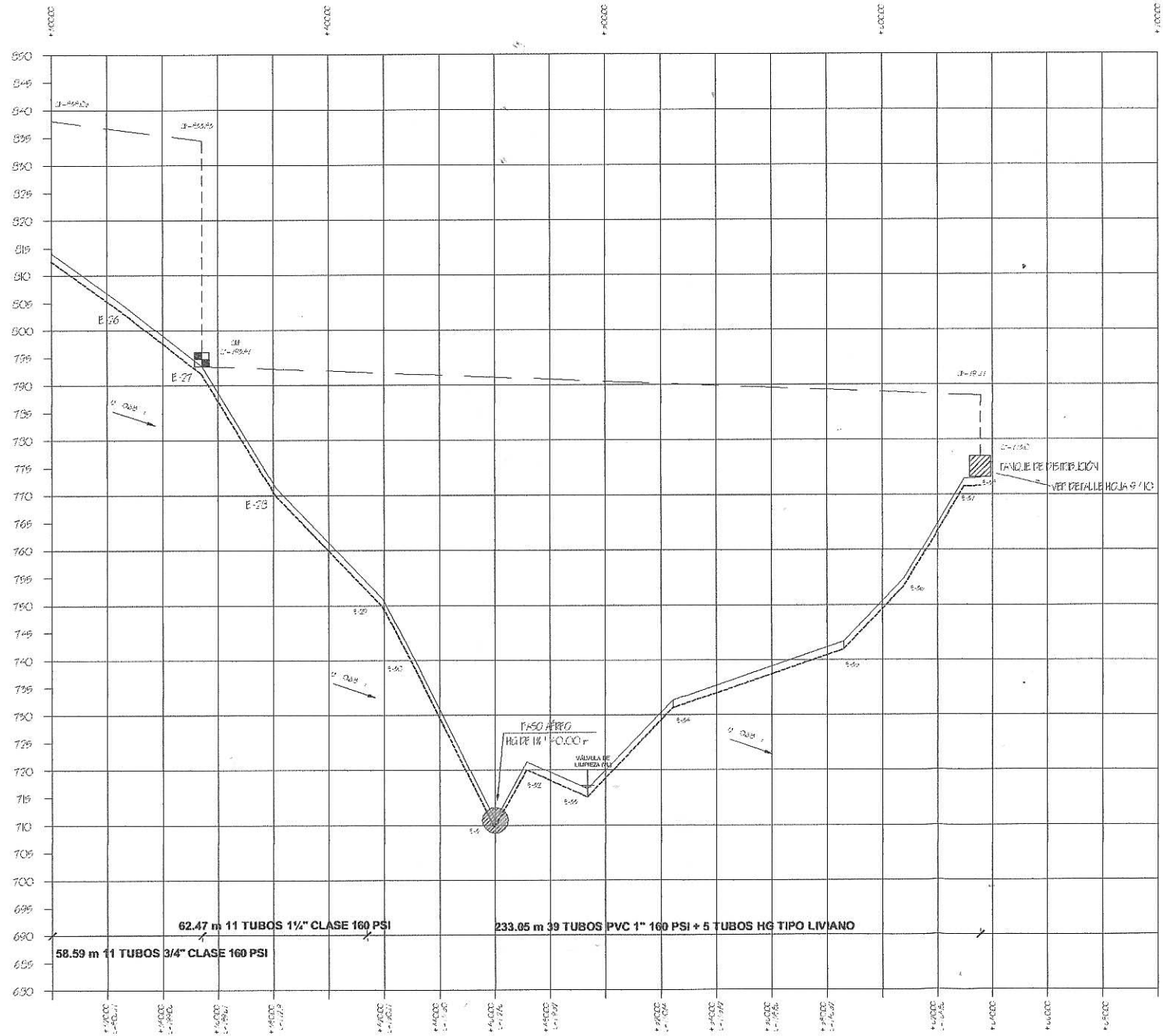
FECHA: OCTUBRE 2012

TOPOGRAFÍA, DISEÑO Y DILATA: WILDA IOANNA MALDONADO LAM 200516173

HOJA N.º: 3 de 10



SIMBOLOGÍA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	CAPTACIÓN		CARRETERA ASFALTADA
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.		TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	VÁLVULA DE AIRE (VA)		TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANÓN O PASO AÉREO
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO		VÁLVULA DE COMPUERTA (NG)
	CRUZ P.V.C.		VÁLVULA DE GLOBO (VG)
	CODO 90°/45°		PIEZOMÉTRICA Q= LTS/SEG
	QUEBRADA, RÍO		CAMINO



58.59 m 11 TUBOS 3/4" CLASE 160 PSI

62.47 m 11 TUBOS 1 1/2" CLASE 160 PSI

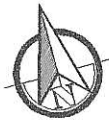
233.05 m 39 TUBOS PVC 1" 160 PSI + 5 TUBOS HG TIPO LIVIANO

PLANTA-PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 ESCALA HORIZONTAL 1:500
 ESCALA VERTICAL 1:500

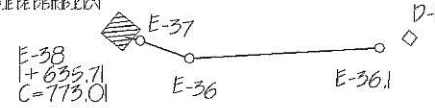
Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
 LUGAR: CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJUMULCO, SAN MARCOS

CONTRATO: PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 FECHA: 18/09/2023
 TOPOGRÁFICO: WILLY ANNA MARDOQUO LARA
 INGENIERO: [Signature]
 ESCALA: 4/10

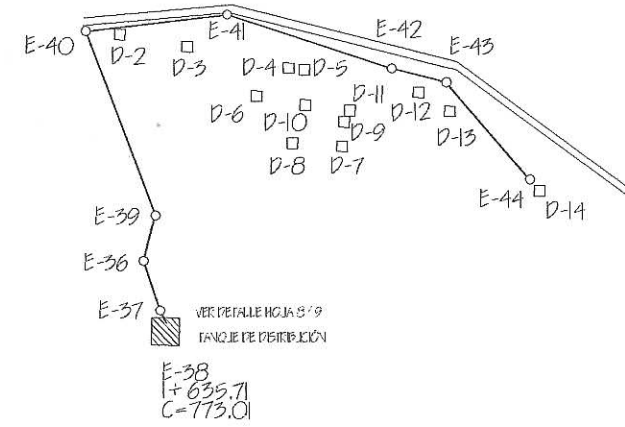
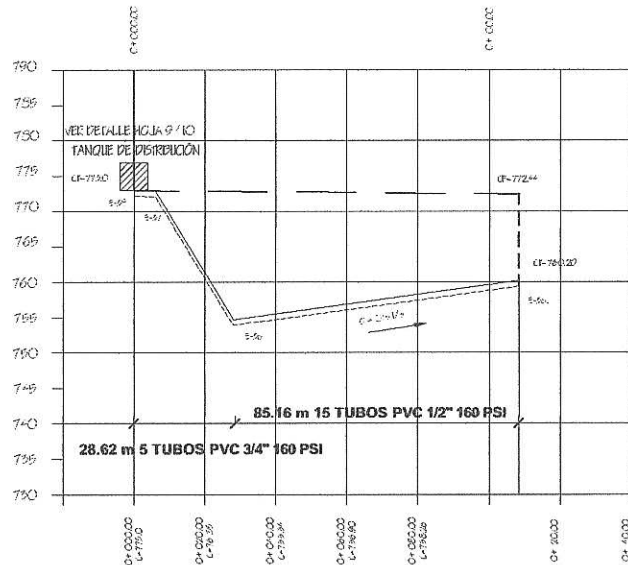


VER DETALLE HOJA 8/9
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



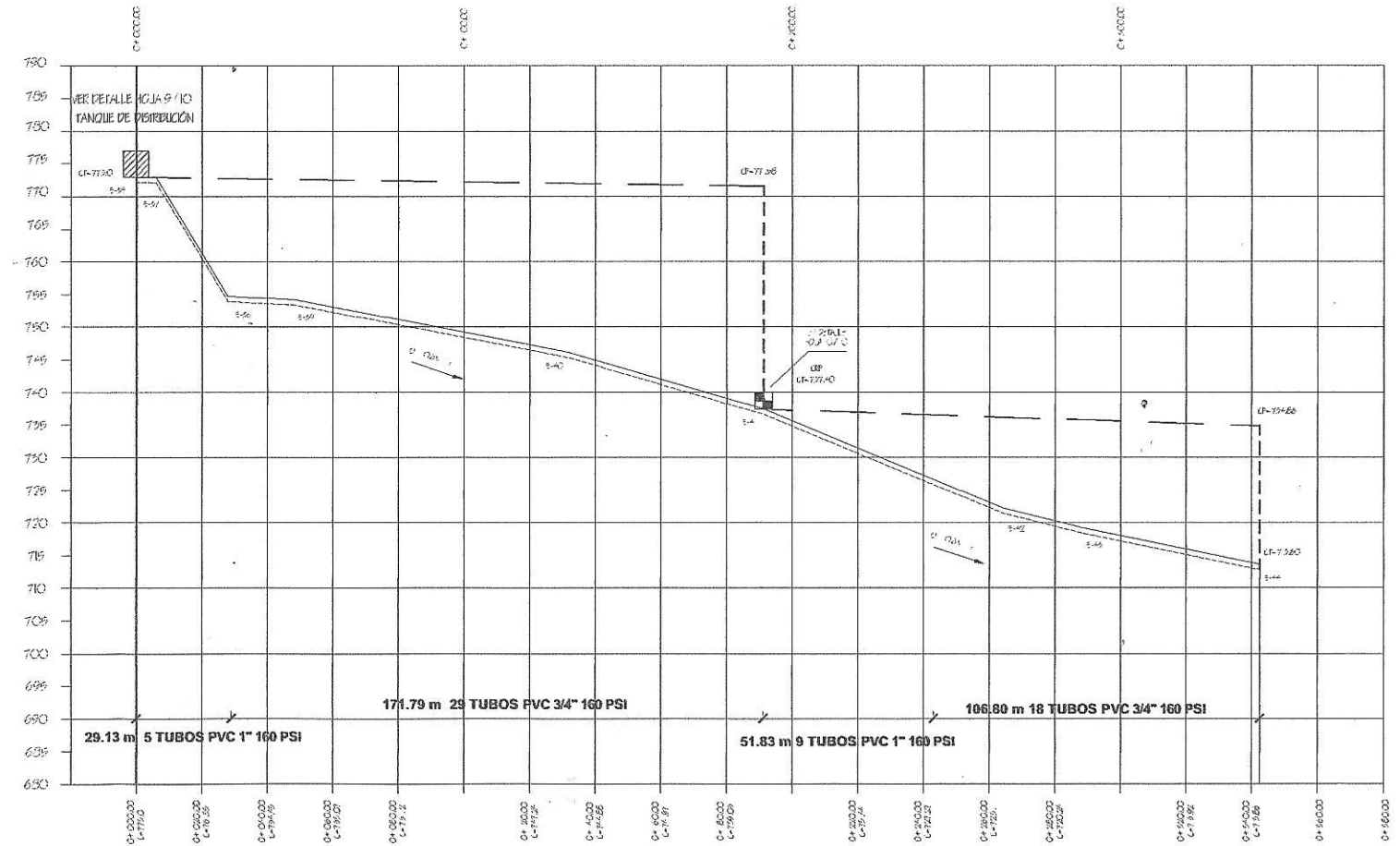
PLANTA-PERFIL RAMAL I

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA-PERFIL RAMAL II

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

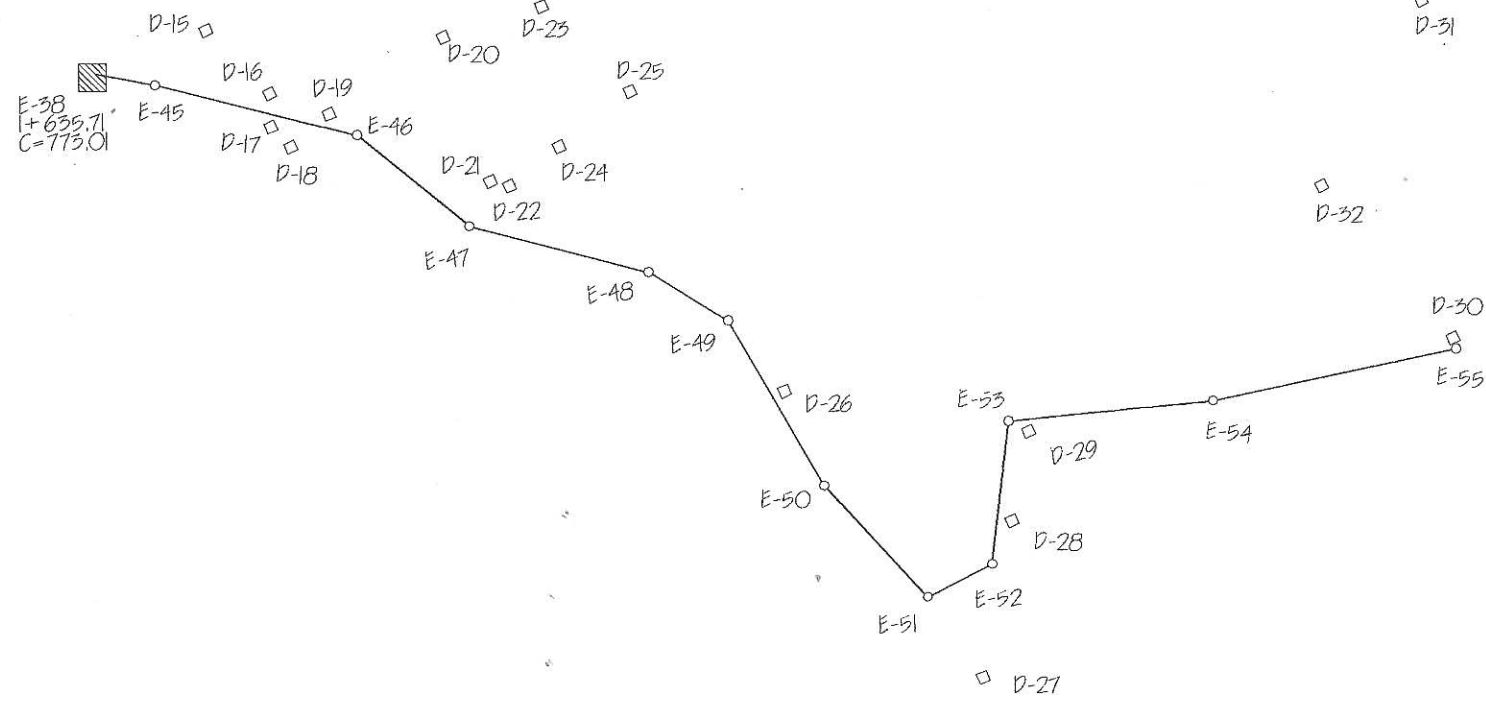


SIMBOLOGÍA		
	REDUCTOR BUSHING	+0+
	CAPTACIÓN	+
	TANQUE DISTRIBUCIÓN	+
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.	+
	VÁLVULA DE AIRE (VA)	+
	VÁLVULA DE LIMPIEZA	+
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO	+
	CRUZ P.V.C.	+
	CODO 90° 0 45°	+
	QUEBRADA, RÍO	+
	TEE	+
	CARRETERA ASFALTADA	+
	CASA, IGLESIA, ESCUELA	+
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	+
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN	+
	PASO DE ZANIÓN O PASO AÉREO	+
	VÁLVULA DE COMPUERTA (VC)	+
	VÁLVULA DE GLOBO (VG)	+
	PIEZOMÉTRICA	+
	LTS/SEG	+
	CAMINO	+

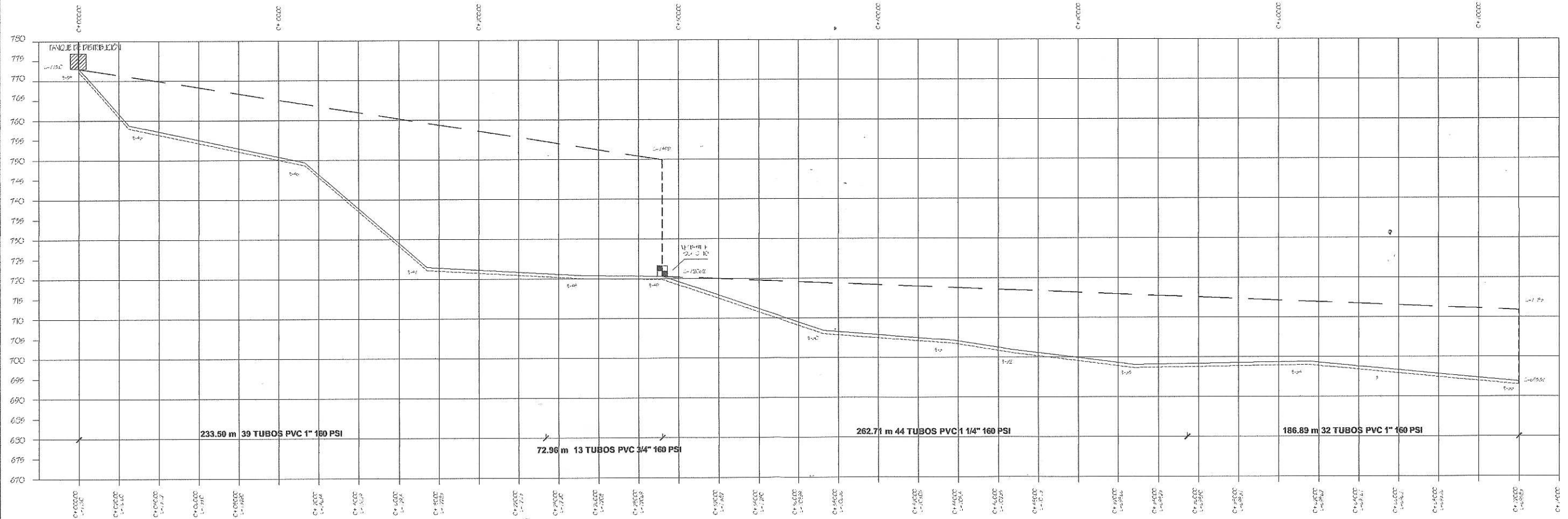
Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
LUGAR: CASERÍO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÚN, TAJAMULCO, SAN MARCOS

CONFEJADO: PLANTA Y PERFIL
RED DE DISTRIBUCIÓN
FECHA: OCTUBRE 2012
PROFESORA EN JEFE: WALDA GONNIMONDOLAH
2005 6 73
5/10



SIMBOLOGÍA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	CAPTACIÓN		CARRETERA ASFALTADA
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.		TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	VÁLVULA DE AIRE (VA)		TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANJÓN O PASO AÉREO
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DIÁMETRO INDICADO		VÁLVULA DE COMPUERTA (VC)
	CRUZ P.V.C.		VÁLVULA DE GLOBO (VG)
	CODO 90° 0.45°		PIEZOMÉTRICA Q= LTS/SEG
	QUEBRADA, RIO		CAMINO



PLANTA-PERFIL RAMAL III
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:500



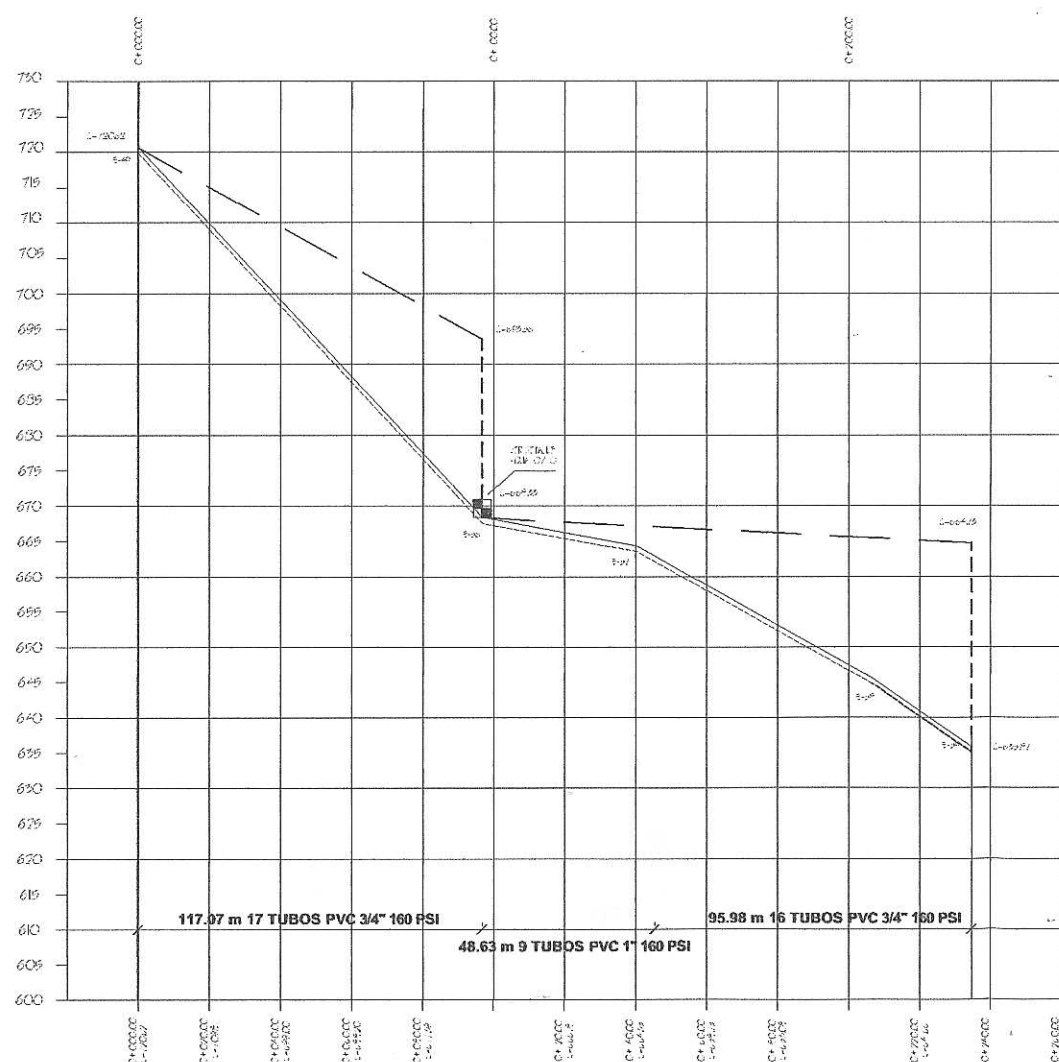
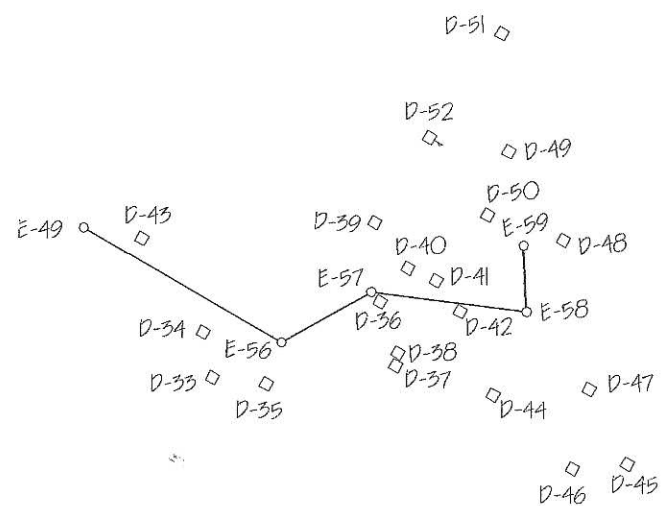
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
 LUGAR: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÁN, TAJUMULCO, SAN MARCOS

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
 RED DE DISTRIBUCIÓN

PROYECTADO POR: WALTER ANTONIO RAMÍREZ
 2005 6 75

FECHA: 06/06/05
 HOJA: 6 DE 10



PLANTA-PERFIL RAMAL IV

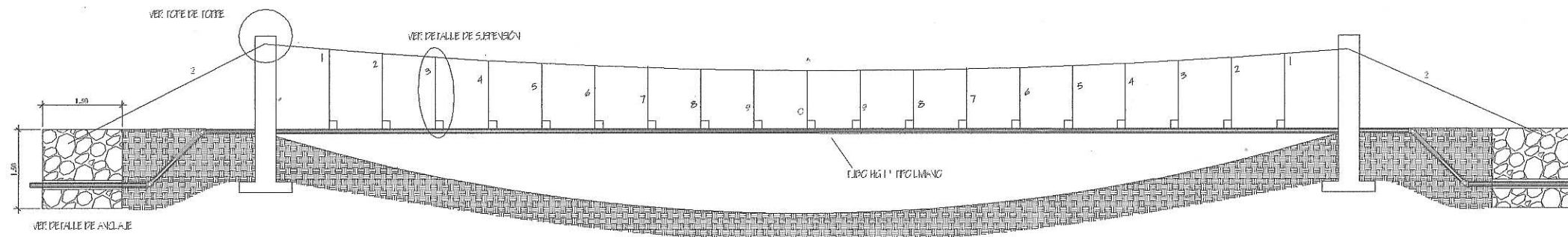
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

SIMBOLOGÍA			
	REDUCTOR BUSHING		TEE
	CAPTACIÓN		CARRETERA ASFALTADA
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESIÓN SIN V.F.		TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	VÁLVULA DE AIRE (VA)		TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANJÓN O PASO AEREO
	VÁLVULA DE COMPUERTA DE BORDOS DE DIÁMETRO INDICADO		VÁLVULA DE COMPUERTA (VC)
	CRUZ P.V.C.		VÁLVULA DE GLOBO (VG)
	CODO 90° 0-45°		PIEZOMÉTRICA
	QUEBRADA, RÍO		CAMINO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
LUGAR: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÁN, TAJUMILCO, SAN MARCOS

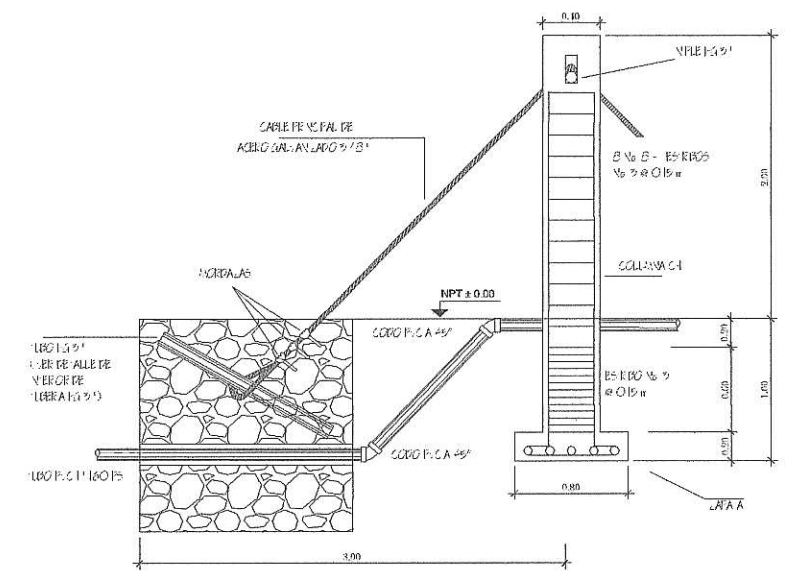
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
RED DE DISTRIBUCIÓN
FECHA: MARZO
AÑO: 2005
AUTOR: WILDI OMBRIANO DOMÍNGUEZ
AÑO: 2005
PÁGINA: 7
TOTAL: 10



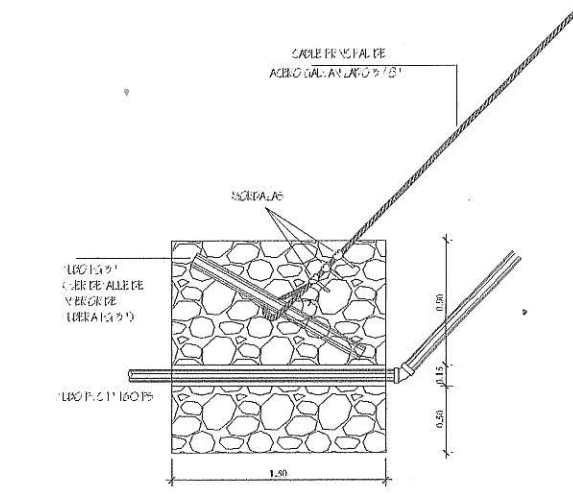
PASO AÉREO DE 20 m
ESCALA 1/50

PASO AÉREO 20 m		
No.	CANT.	DESCRIPCIÓN
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=3.53 m
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=3.10 m
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=2.73 m
4	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=2.40 m
5	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=2.13 m
6	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=1.90 m
7	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=1.73 m
8	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=1.60 m
9	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=1.53 m
10	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L=0.75 m
9		GUARDA CABLE 1 1/4"
2	2	GUARDA CABLE DE 3/8"
2		CABLE PRINCIPAL 3/8"

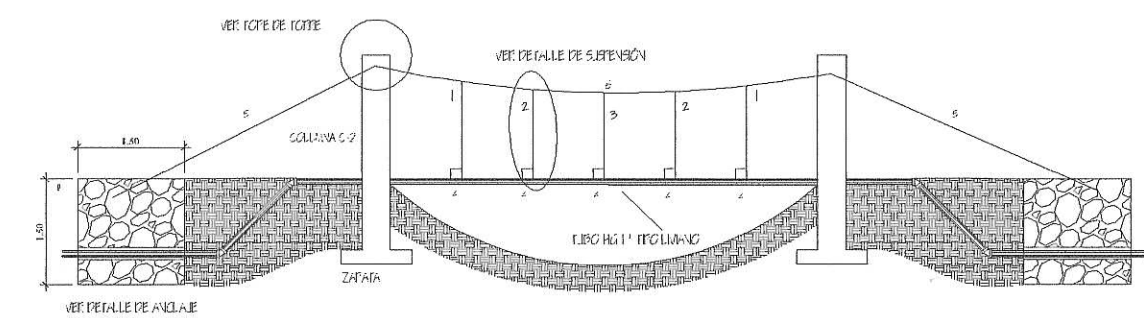
PASO AÉREO 6 m		
No.	CANT.	DESCRIPCIÓN
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L= 3.17 m
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L= 2.67 m
4		CABLE DE SUSPENSIÓN 1 1/4" L= 1.25 m
4	5	GUARDA CABLE 1 1/4"
5	2	GUARDA CABLE DE 3/8"
5		CABLE PRINCIPAL 3/8"



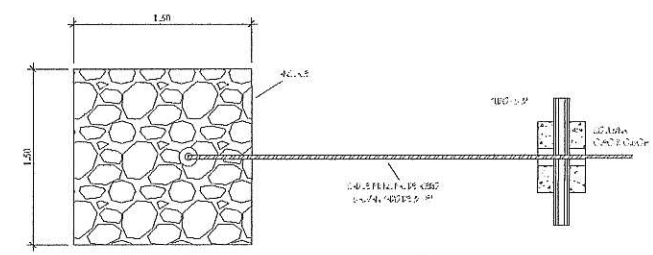
ELEVACIÓN ANCLAJE Y COLUMNA
ESCALA 1/25



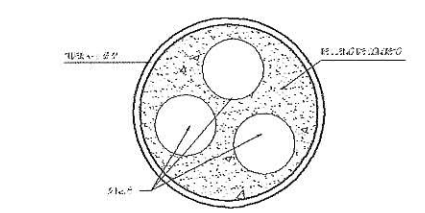
DETALLE DE ANCLAJE
ESCALA 1/25



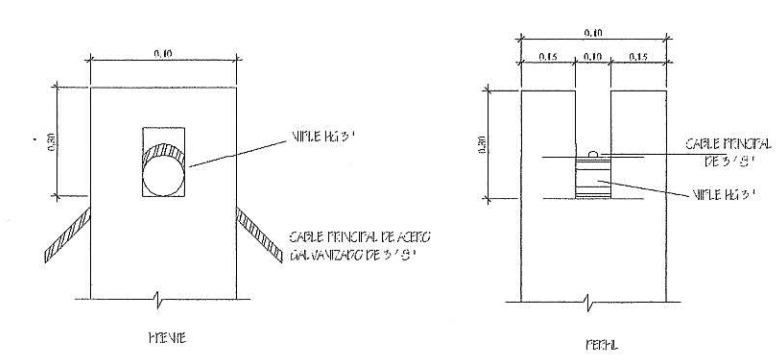
PASO DE ZANJÓN DE 6 m
ESCALA 1/50



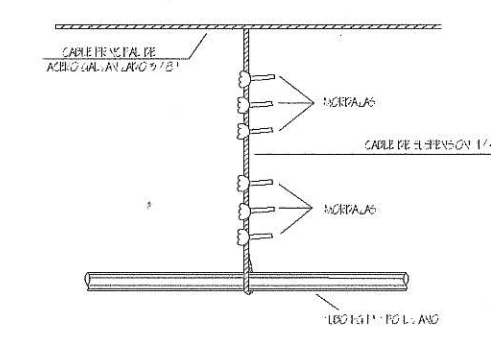
PLANTA DE ANCLAJE Y COLUMNA
ESCALA 1/25



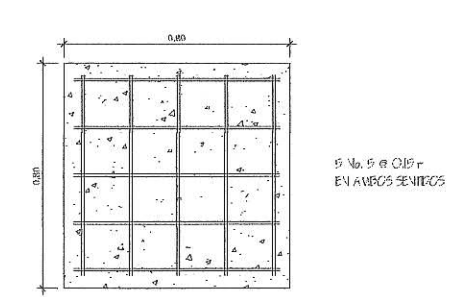
DETALLE DE INTERIOR DE TUBERIA HG Ø 3"
ESCALA 1/1



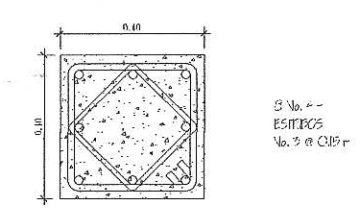
TOPE DE TORRE
ESCALA 1/25



DETALLE DE SUSPENSIÓN
ESCALA 1/25



DETALLE DE ZAPATA
ESCALA 1/10



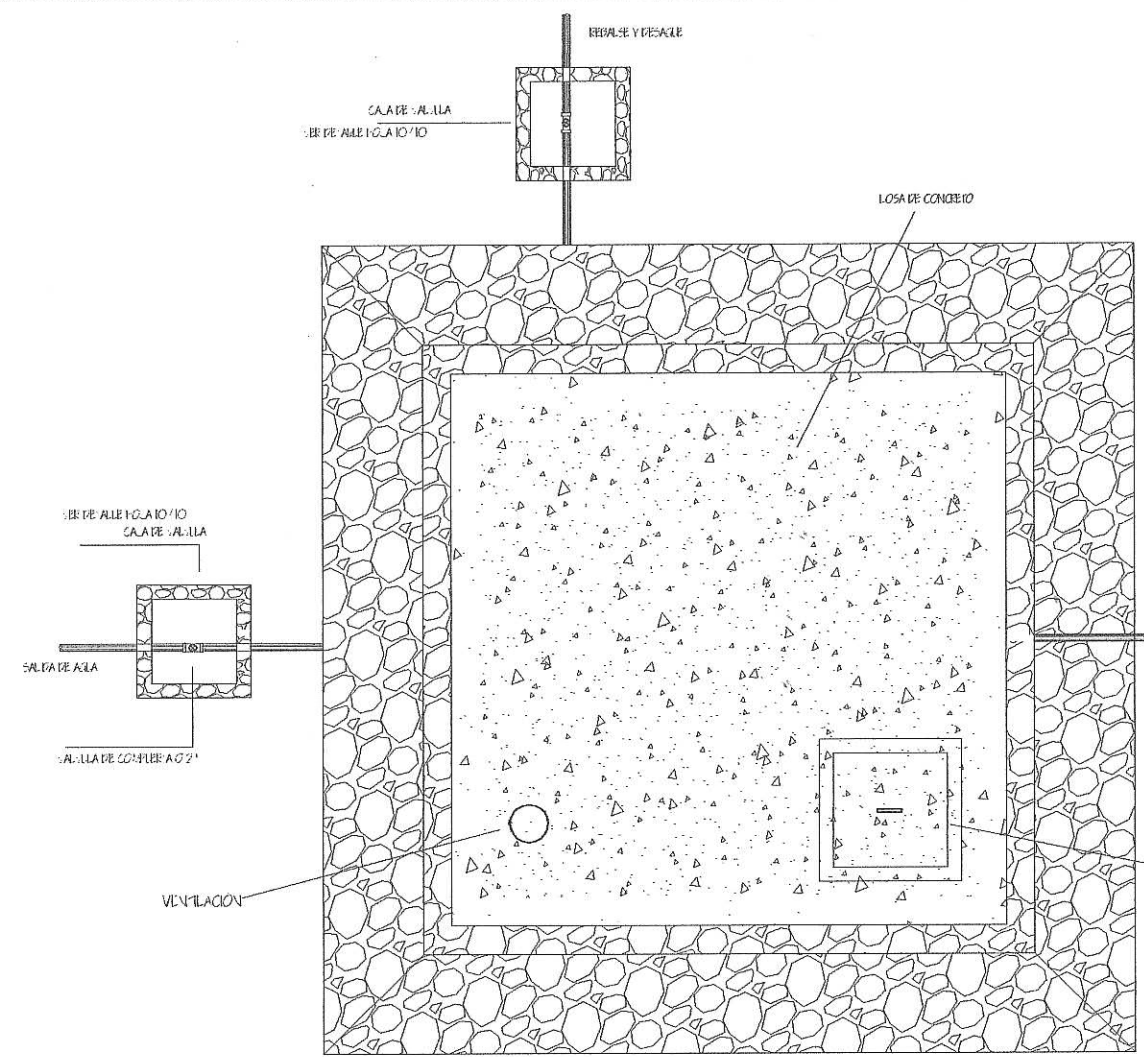
DETALLE DE COLUMNA
ESCALA 1/10

NOTA
SE USARÁ CONCRETO DE 210 KG / CM³ EN 1 DE 280 KG / CM³.
TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBEN PROTEGERSE CON 10 MILÍMETROS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
LAS MOZAJAS DEBEN TENER CONTACTO CON EL CABLE.
EL RECIPIENTE EN ZAPATAS / COLUMNAS DEBE SER DE 5 CM ENTRE LA BARRA Y EL CONCRETO.

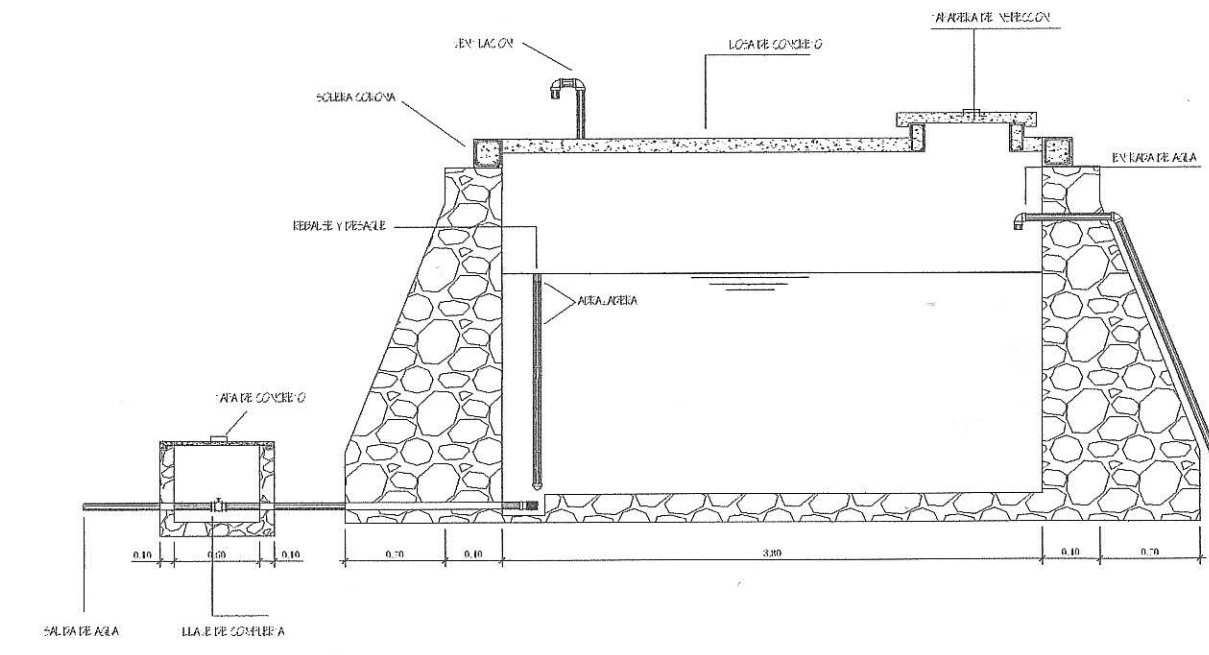


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE
LUGAR: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÁN, TAILMULLCO, SAN MARCOS

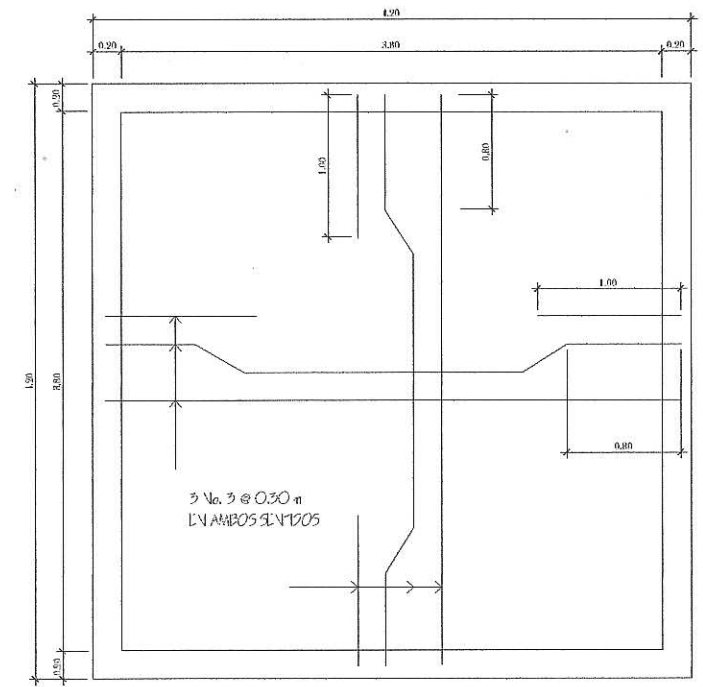
CONTRATO: PASO AÉREO Y PASO DE ZANJÓN
FECHA: 18/09/2009
PROYECTO: PASO AÉREO Y PASO DE ZANJÓN
FECHA: OCTUBRE 2002
PROYECTISTA: WANDA ANNA MARCELO LAN
2005 6 73
10



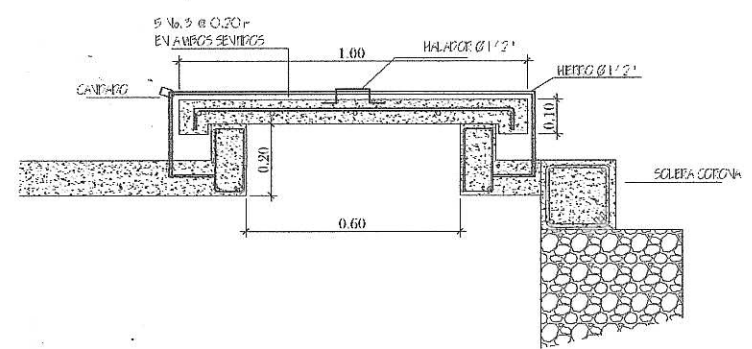
PLANTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:25



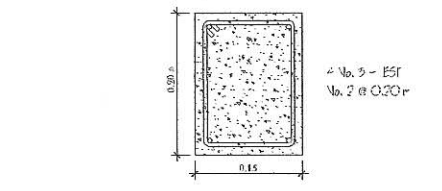
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:25



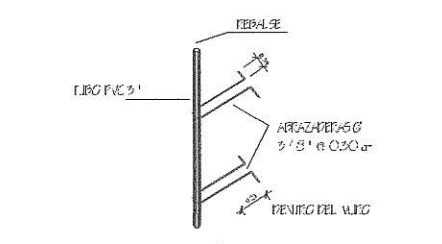
DETALLE DE LOSA
ESCALA 1:25



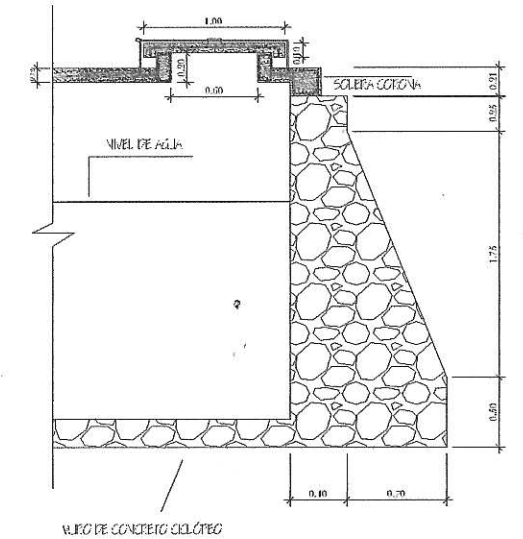
DETALLE DE TAPADERA DE INSPECCION
ESCALA 1:10



DETALLE DE SOLERA CORONA
ESCALA 1:5



DETALLE DE ABRAZADERAS
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE MURO DE CONCRETO CICLOPEO
ESCALA 1:25

NOTA:
SE USA CONCRETO DE 210 KG/M³ DE 210 KG/M³
LOS MUELOS DEL ANQUE SE CONSISTEN DE CONCRETO CICLOPEO CON UNA REFORCACION DE Ø 20 DE FERRALLA Y 20% DE SABLE A CON UNA PROPORCION DE 1:2 DE CEMENTO Y ARENA Y 10% DE FERRA EN LA ABRAZADERA Y LIBRE DE FERRA EN LA ABRAZADERA. ANTES DE USAR LOS MUELOS DEL ANQUE Y 5 CM PARA LAS CAJAS DE ALIJA.
LA LOSA SUPERIOR DEBE TENER UNA REFORCACION DE 3 No. 3 @ 0.30 m CON UN ESPESOR DE 0.12 m SE REFORCARE EL VENTILACION CON SABLE A DE 1.2 DE CEMENTO Y ARENA Y 10% DE FERRA EN LA ABRAZADERA Y 5 CM AL SABLE.
LA TUBERIA DE REBALLE Y DESAQUE DEBE TENER UNA ALIJA DE COMPUERTA Y DEBE DESCARGAR LIBREMENTE EL NIVEL MAXIMO DE AGUA DEL ANQUE DEBE PERMANECER EN LAS PRESIONES.
LA VENTILACION CON ENTRA DOS Codos de 90° Y UNA REBALLE EN LAGUNA.
LAS CAJAS DE ALIJA SERAN CON UN ESPESOR DE CONCRETO CICLOPEO CON ABRAZADERA DE CONCRETO CICLOPEO CON DIMENSIONES DE 0.50 m X 0.50 m CON 0.60 m DE ALIJA.

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROFESOR: SISTEMA DE AGUA POTABLE
ALUMNO: CASERIO CHECHÁN, ALDEA TONINCHÁN, TAJUMULCO, SAN MARCOS

TANQUE DE ALMACENAMIENTO
CORRECTOR: WILDA ANNA HARDOYAN
2005 6 75
FECHA: 02/07/05
PÁGINA: 10

