



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHÉ III O XEXAC,
DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS
NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ,
DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Jorge Luis López Lanuza

María José González Osorio

Asesorados por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHÉ III O XEXAC,
DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS
NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ,
DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ OSORIO

JORGE LUIS LÓPEZ LANUZA

ASESORADOS POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentamos a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHÉ III O XEXAC,
DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS
NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ,
DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Tema que nos fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2010.



Jorge Luis López Lanuza



María José González Osorio

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala 12 de abril de 2011.

Ref.EPS.DOC.571.04.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

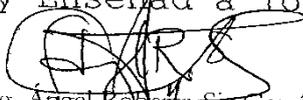
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de los estudiantes universitarios **María José González Osorio** carné No. 200611450 y **Jorge Luis López Lanuza** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. 200611177, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ”**.

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

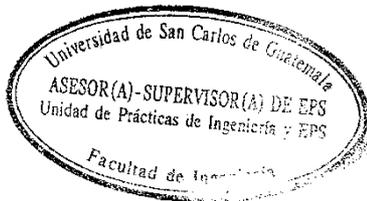
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
ARSG/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de abril de 2011.

Ref.EPS.D.309.04.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"** que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **María José González Osorio** carné No. 200611450 y **Jorge Luis López Lanuza** carné No. 200611177, quienes fueron debidamente asesorados y supervisados por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



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



Guatemala,
11 de mayo de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ,** desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Civil María José González Osorio y Jorge Luis López Lanuza, quienes contaron con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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.

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





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



Guatemala,
28 de abril de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ,** desarrollado por los estudiantes de Ingeniería Civil María José González Osorio y Jorge Luis López Lanuza, quienes contaron con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

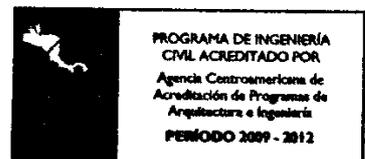
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación de los estudiantes María José González Osorio y Jorge Luis López Lanuza, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio de 2011

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

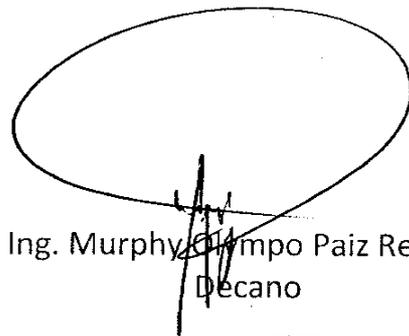


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 250.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHÉ III O XEXAC, DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II Y DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, presentado por los estudiantes universitarios **Jorge Luis López Lanuza y María José González Osorio**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 12 de julio de 2011



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y permitirme lograr alcanzar este sueño.
Mis padres	Francisco Isabel López de León y Sofía Lanuza Revolorio.
Mis hermanos	Juan Francisco López Lanuza y Mabelyn Sofía López Lanuza.
Mis abuelos	Isabel López Afre (q.e.p.d.), Eufemia de León Arévalo (q.e.p.d.), Valeriana Revolorio Pérez y Eleodoro Lanuza Lara.
Mi familia en general	Por brindarme su total apoyo en la carrera.
Mis amistades	Por compartir conmigo este logro.

Jorge Luis López Lanuza

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, la fortaleza y la inteligencia, para alcanzar este tan anhelado triunfo.
Mis padres	Edgar Antonio González Castro y Noelia Osorio Contreras.
Mis hermanos	Erika Fernanda González Osorio y Franklin Josué González Osorio.
Mis abuelos	Francisco González (q.e.p.d.), Víctor Osorio (q.e.p.d.), Elsa Castro (q.e.p.d.), María Contreras (q.e.p.d.).
Mi familia en general	Con mucho cariño.
Mis amistades	Por su apoyo incondicional y sincera amistad.

María José González Osorio

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por darme la sabiduría y la capacidad para vencer los obstáculos que la vida me ha presentado, y por otorgarme la bendición de lograr este triunfo.

Mis padres

Por demostrarme siempre que las metas se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, por estar a mi lado en todo momento y por ser el mejor ejemplo a seguir, por ser unos excelentes padres. Este logro principalmente es de ustedes.

Mis hermanos

Por darme el impulso necesario para luchar por mis metas, gracias por su cariño y apoyo, por sobre todas las cosas.

Mis abuelos y tíos

Por brindarme la ayuda en los momentos más difíciles de mi formación profesional, por darme los consejos y enseñarme cuáles son los senderos de la vida que puedo recorrer.

Ing. Ángel Roberto Sic García	Por asesorarme durante la revisión del presente trabajo y darme sus consejos durante la realización del E.P.S.
Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila	Por estar presente incondicionalmente y por haberme brindado su amistad sincera en todo momento.
La familia López de León	Por brindarme alojamiento durante la realización del E.P.S. y por darme el apoyo incondicional que siempre he necesitado.
Vicente Blanco	Por ser un amigo sincero que me ayudó a sobrellevar los obstáculos durante la estadía en el municipio, brindando su ayuda en la ejecución del estudio topográfico.
La municipalidad de Chiché	Por darme la oportunidad de realizar el E.P.S. en sus instalaciones.
La Universidad de San Carlos	Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por darme la fortaleza para vencer los obstáculos y alcanzar este triunfo, ya que sin su bendición nada de esto se podría llevar a cabo.

Mis padres

Por su apoyo incondicional, enseñanzas y aliento para nunca desmayar, demostrándonos que las metas se pueden alcanzar luchando y sobrellevando obstáculos.

Mis hermanos

Porque gracias a su cariño, apoyo y confianza, he llegado a realizar la más grande meta en la vida. La culminación de mi carrera profesional y el hacerlos sentirse orgullosos de esta persona que tanto los ama.

Mis abuelos y tíos

Porque gracias a su apoyo y consejos, he llegado a realizar una de mis grandes metas, lo cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

Ing. Ángel Roberto Sic García	Por brindarme sus conocimientos para la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila	Por brindarme su ayuda incondicional en todo momento y sobre todo su amistad sincera.
Ing. Henry Chay Medrano	Gracias por su guía y apoyo.
La familia López de León	Por abrirme las puertas de su hogar, y prestarme todas las facilidades durante la estadía en el municipio.
Vicente Blanco	Por brindarme su ayuda en la ejecución del estudio topográfico.
La municipalidad de Chiché	Por el apoyo brindado durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.
La Universidad de San Carlos	Por brindarme los conocimientos necesarios para convertirme en profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XXVII
RESUMEN.....	XXXIII
OBJETIVOS.....	XXXV
INTRODUCCIÓN.....	XXXVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Chiché, departamento de El Quiché....	1
1.1.1. Generalidades.....	1
1.1.1.1. Límites y localización.....	2
1.1.1.2. Accesos y comunicaciones.....	5
1.1.1.3. Topografía.....	6
1.1.1.4. Aspectos climáticos.....	6
1.1.1.5. Servicios públicos.....	7
1.1.1.5.1. Sistema de salud.....	7
1.1.1.5.2. Vivienda.....	7
1.1.1.5.3. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	8
1.1.1.5.4. Sistema de alcantarillado sanitario.....	8
1.1.1.5.5. Energía eléctrica.....	8
1.1.1.5.6. Educación.....	9
1.1.1.5.7. Seguridad ciudadana municipal....	10
1.1.1.5.8. Medios de comunicación.....	10

1.1.1.6.	Actividades económicas.....	11
1.1.1.7.	Población.....	12
1.2.	Principales necesidades del municipio.....	12
1.2.1.	Descripción de necesidades.....	12
1.2.2.	Priorización de necesidades.....	13
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para el cantón Tzulché III o Xexac, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché...15	
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	15
2.1.2.	Aforos.....	16
2.1.3.	Análisis de la calidad de agua.....	16
2.1.3.1.	Análisis físico químico.....	16
2.1.3.2.	Análisis bacteriológico.....	17
2.1.4.	Levantamiento topográfico.....	17
2.1.5.	Cálculo y dibujo topográfico.....	18
2.1.6.	Diseño hidráulico.....	18
2.1.6.1.	Número de conexiones.....	18
2.1.6.2.	Dotación.....	19
2.1.6.3.	Caudal medio diario.....	19
2.1.6.4.	Caudal máximo diario.....	20
2.1.6.5.	Caudal máximo horario.....	21
2.1.6.6.	Periodo de diseño.....	22
2.1.6.7.	Bases de diseño.....	23
2.1.6.8.	Línea de conducción.....	24
2.1.6.9.	Presión estática en tuberías.....	26
2.1.6.10.	Presión dinámica en tuberías.....	26
2.1.6.11.	Línea piezométrica.....	26
2.1.6.12.	Revisión de velocidades.....	27

2.1.6.13.	Revisión de diámetros.....	27
2.1.6.14.	Cálculo de la red de distribución.....	27
2.1.7.	Obras de arte.....	28
2.1.7.1.	Captación.....	28
2.1.7.2.	Caja rompe presión.....	28
2.1.7.3.	Válvula de aire.....	29
2.1.7.4.	Válvula de limpieza.....	29
2.1.7.5.	Tanque de distribución.....	29
2.1.7.6.	Acometida domiciliar.....	30
2.1.8.	Desinfección.....	31
2.1.9.	Elaboración de planos.....	32
2.1.10.	Presupuesto del sistema de agua potable.....	32
2.1.11.	Cronograma de ejecución.....	34
2.1.12.	Propuesta de tarifa.....	36
2.1.13.	Evaluación de impacto ambiental.....	38
2.2.	Diseño del salón social para el cantón Tzalamabaj II, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.....	40
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	40
2.2.2.	Diseño arquitectónico.....	41
2.2.3.	Alturas y cotas.....	42
2.2.4.	Tipos de estructuras.....	43
2.2.4.1.	Análisis estructural.....	43
2.2.4.1.1.	Selección del tipo de estructura...	43
2.2.4.1.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	45
2.2.4.1.3.	Cargas de diseño.....	49
2.2.4.1.3.1.	Cargas muertas....	49
2.2.4.1.3.2.	Cargas vivas.....	50
2.2.4.1.4.	Fuerzas sísmicas.....	50

2.2.4.1.5.	Análisis de elementos.....	62
2.2.4.1.5.1.	Análisis estructural aplicando el programa SAP 2000.....	62
2.2.4.1.5.2.	Estudio de suelos..	73
2.2.4.2.	Diseño estructural.....	75
2.2.4.2.1.	Diseño de la cubierta con techo de lámina.....	75
2.2.4.2.2.	Diseño de vigas.....	87
2.2.4.2.2.1.	Diseño por flexión.....	87
2.2.4.2.2.2.	Diseño a corte.....	94
2.2.4.2.3.	Diseño de columnas.....	99
2.2.4.2.3.1.	Diseño de estribos.....	107
2.2.4.3.	Instalaciones.....	130
2.2.4.3.1.	Electricidad.....	130
2.2.4.3.2.	Diseño de escenario.....	130
2.2.4.3.3.	Drenaje pluvial.....	131
2.2.5.	Elaboración de planos.....	132
2.2.6.	Presupuesto de salón social.....	133
2.2.7.	Cronograma de ejecución.....	135
2.2.8.	Evaluación de impacto ambiental.....	136
2.3.	Proyecto diseño del edificio de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana Mixta del municipio de Chiché, departamento de El Quiché.....	138

2.3.1.	Memoria descriptiva de la situación del proyecto.....	138
2.3.1.1.	Distribución de ambientes.....	138
2.3.1.2.	Capacidad y área requerida.....	139
2.3.1.3.	Altura del edificio.....	139
2.3.1.4.	Tipo de materiales y recubrimientos.....	139
2.3.2.	Predimensionamiento estructural.....	142
2.3.3.	Cálculo de corte basal.....	148
2.3.4.	Repartición de fuerzas por nivel.....	152
2.3.5.	Integración de cargas gravitacionales.....	153
2.3.6.	Determinación del centro de rigidez.....	157
2.3.7.	Determinación del centro de masa.....	160
2.3.8.	Torsión.....	161
2.3.9.	Distribución de corte traslacional y sismo.....	162
2.3.10.	Análisis estructural aplicando el programa SAP 2000....	169
2.3.10.1.	Análisis de cargas gravitacionales.....	170
2.3.10.2.	Análisis de cargas de sismo.....	179
2.3.11.	Diseño estructural de elementos típicos.....	183
2.3.11.1.	Diseño de la cubierta con techo de lámina ...	183
2.3.11.2.	Diseño de losa	194
2.3.11.3.	Diseño de vigas	208
2.3.11.4.	Diseño de columnas	223
2.3.11.5.	Diseño de zapatas	241
2.3.11.6.	Diseño de módulo de gradas.....	254
2.3.12.	Elaboración de planos.....	259
2.3.13.	Presupuesto del edificio de dos niveles.....	259
2.3.14.	Cronograma de ejecución.....	259
2.3.15.	Evaluación de impacto ambiental.....	262

CONCLUSIONES.....265
RECOMENDACIONES.....267
BIBLIOGRAFÍA.....269
APÉNDICES.....271

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica de las comunidades de Chiché, El Quiché.....	3
2.	Nomenclatura urbana del municipio de Chiché, El Quiché.....	4
3.	Planta general del salón.....	44
4.	Elevación de salón eje Y.....	44
5.	Elevación de salón eje X.....	45
6.	Sección viga principal.....	46
7.	Longitud viga mojinete.....	46
8.	Sección viga mojinete.....	46
9.	Sección de columnas.....	49
10.	Distribución de fuerza para marcos 1 y 2.....	54
11.	Distribución de fuerza para marcos A y B.....	54
12.	Áreas tributarias para marco 1.....	55
13.	Cargas muertas y vivas para el marco 1.....	56
14.	Cargas muertas y vivas para el marco A.....	56
15.	Diagrama de momentos para carga muerta, marco A (kg/m).....	62
16.	Diagrama de momentos para carga muerta, marco A, utilizando el método de Kani (kg/m).....	63
17.	Diagrama de corte para carga muerta, marco A (kg).....	64
18.	Diagrama de momentos para carga viva, marco A (kg/m).....	64
19.	Diagrama de corte para carga viva, marco A (kg).....	65
20.	Diagrama de momentos para carga sísmica, marco A (kg/m).....	65
21.	Diagrama de corte para carga sísmica, marco A (kg).....	66
22.	Diagrama de momentos para carga muerta, marco 1 (kg/m).....	67

23.	Diagrama de corte para carga muerta, marco 1 (kg).....	68
24.	Diagrama de momentos para carga viva, marco 1 (kg/m).....	69
25.	Diagrama de corte para carga viva, marco 1 (kg).....	70
26.	Diagrama de momentos para carga sísmica, marco 1 (kg/m).....	71
27.	Diagrama de corte para carga sísmica, marco 1 (kg).....	72
28.	Área tributaria que carga la costanera.....	77
29.	Modelo matemático de costanera.....	78
30.	Área tributaria que carga la tijera.....	83
31.	Cargas actuantes en los nudos y diagrama de cuerpo libre del tendal..	84
32.	Diagrama de cuerpo libre del tendal.....	85
33.	Diagrama de momento flexionante de la tijera.....	85
34.	Viga 1-2, marco A.....	87
35.	Diagrama de momentos para carga muerta viga 1-2, marco A.....	87
36.	Diagrama de momentos para carga viva viga 1-2, marco A.....	88
37.	Diagrama de momentos para carga sísmica viga 1-2, marco A.....	88
38.	Envolvente de momentos.....	89
39.	Sección de viga de diseño.....	90
40.	Armado longitudinal de viga 1, marco A.....	94
41.	Cargas y momentos aplicados a la viga analizada.....	96
42.	Armado transversal de la viga 1, marco A.....	97
43.	Armado longitudinal para viga 2, marco 1.....	98
44.	Armado transversal de la viga 2, marco 1.....	98
45.	Columna A, marco A, sentido Y.....	99
46.	Diagrama de momentos de columna marco A, sentido Y.....	103
47.	Diagrama de interacción para columna rectangular.....	109
48.	Confinamiento de columna.....	117
49.	Diagrama de momentos de la zapata sentido X, marco 1.....	118
50.	Desplante de la zapata.....	120
51.	Dimensiones de la zapata.....	122

52.	Área crítica para corte simple en el sentido “X” y “Y”.....	124
53.	Área crítica por punzonamiento.....	125
54.	Flexión de la zapata.....	126
55.	Planta armado final de la zapata.....	129
56.	Elevación armado final de la zapata.....	129
57.	Isométrico de escenario interno.....	131
58.	Corte inducido por cargas gravitacionales sobre vigas.....	144
59.	Sección de viga principal.....	145
60.	Sección de viga mojinete.....	146
61.	Sección de columnas.....	147
62.	Áreas tributarias del módulo I, marco B.....	154
63.	Cargas muertas y vivas del módulo I, marco 2.....	156
64.	Cargas muertas y vivas del módulo I, marco B.....	156
65.	Carga lateral del módulo I, marco 2.....	165
66.	Carga lateral del módulo I, marco B.....	165
67.	Dimensiones de columna.....	166
68.	Diagrama de corte por carga muerta, módulo I, marco 2.....	170
69.	Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2.....	171
70.	Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2, utilizando el método de Kani.....	172
71.	Diagrama de corte por carga viva, módulo I, marco 2.....	173
72.	Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco 2.....	174
73.	Diagrama de corte por carga muerta, módulo I, marco B.....	175
74.	Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco B.....	176
75.	Diagrama de corte por carga viva, módulo I, marco B.....	177
76.	Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco B.....	178
77.	Diagrama de corte por carga de sismo, módulo I, marco 2.....	179
78.	Diagrama de momentos por carga de sismo, módulo I, marco 2.....	180
79.	Diagrama de corte por carga de sismo, módulo I, marco B.....	181

80.	Diagrama de momentos por carga de sismo, módulo I, marco B.....	182
81.	Área tributaria que carga la costanera.....	185
82.	Modelo matemático de costanera.....	186
83.	Área tributaria que carga la tijera.....	190
84.	Cargas actuantes en los nudos.....	191
85.	Diagrama de cuerpo libre del tendal.....	192
86.	Diagrama de momentos por flexión de la tijera.....	192
87.	Losas de primer nivel, módulo I.....	195
88.	Áreas tributarias contribuyentes al corte de losa 4.....	197
89.	Momentos en losas del módulo I.....	199
90.	Momentos en losas 1 y 12.....	200
91.	Momentos balanceados, módulo I.....	201
92.	Armado de losa del primer nivel, módulo I.....	206
93.	Armado de losa del primer nivel, módulo II.....	207
94.	Detalle de armado de sección de losa.....	207
95.	Viga de primer nivel, módulo I, marco 2.....	208
96.	Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2.....	209
97.	Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco 2.....	209
98.	Diagrama de momentos por sismo, módulo I, marco 2.....	209
99.	Envoltorio de momentos.....	210
100.	Sección de viga de diseño.....	211
101.	Armado longitudinal de viga analizada.....	215
102.	Corte último de viga analizada.....	216
103.	Armado transversal de viga analizada.....	219
104.	Identificación de columna analizada.....	223
105.	Perfil de columna analizada, sentido en X.....	224
106.	Diagrama de momentos de columna analizada, módulo I, marco B, sentido X.....	229
107.	Sección transversal de columna.....	234

108.	Diagrama de interacción para columna rectangular.....	236
109.	Confinamiento de columna.....	241
110.	Diagrama de momentos de la zapata analizada, módulo I, marco B, sentido X.....	242
111.	Desplante de la zapata.....	243
112.	Dimensiones de la zapata.....	247
113.	Área crítica para corte simple en el sentido “X” y “Y”.....	249
114.	Área crítica por punzonamiento.....	250
115.	Flexión de la zapata.....	251
116.	Armado de la zapata.....	254
117.	Dimensiones de escalera.....	256
118.	Determinación de longitud.....	257
119.	Determinación de momentos.....	257

TABLAS

I.	Categorías y distancias a las comunidades del municipio.....	5
II.	Vías de acceso a las comunidades.....	5
III.	Características del suelo.....	6
IV.	Personal del área de salud.....	7
V.	Cobertura de agua potable por comunidad.....	8
VI.	Cobertura de energía eléctrica.....	9
VII.	Establecimientos educativos en el municipio.....	9
VIII.	Medios de comunicación más usados en las comunidades.....	10
IX.	Actividades de las personas en las comunidades.....	11
X.	Población según categoría de las comunidades.....	12
XI.	Demanda comunitaria de proyectos.....	13
XII.	Priorización comunitaria de proyectos.....	13
XIII.	Valores comunes del coeficiente de fricción C.....	24

XIV.	Cantidad necesaria de cloro para la desinfección.....	31
XV.	Presupuesto del sistema de agua potable.....	32
XVI.	Cronograma de ejecución del sistema de agua potable.....	34
XVII.	Medidas de mitigación de impactos ambientales para proyectos de agua potable.....	38
XVIII.	Cargas para determinar sección de columna.....	47
XIX.	Estimación de cargas muertas para la edificación.....	49
XX.	Estimación de cargas vivas para la edificación.....	50
XXI.	Fuerzas de piso para el nivel analizado.....	54
XXII.	Centro de rigidez en Y, marco 1.....	58
XXIII.	Centro de rigidez en X, marco A.....	58
XXIV.	Excentricidad de la estructura.....	60
XXV.	Fuerza de marcos A y B.....	60
XXVI.	Fuerza de marcos 1 y 2.....	60
XXVII.	Resumen de fuerzas para los marcos analizados.....	61
XXVIII.	Presión máxima permisible del suelo para el salón social.....	75
XXIX.	Dimensiones de costanera a utilizar.....	76
XXX.	Integración de cargas muertas.....	76
XXXI.	Propiedades de costanera a utilizar.....	80
XXXII.	Dimensiones de costaneras a utilizar.....	82
XXXIII.	Integración de cargas muertas.....	83
XXXIV.	Área de acero requerido para momentos de viga 1, marco A.....	93
XXXV.	Resumen de diseño de vigas para marco A y marco 1.....	99
XXXVI.	Resumen de cargas y momentos de diseño para zapata sentido X, marco 1.....	119
XXXVII.	Resumen de cargas y momentos de diseño para zapata sentido Y, marco A.....	119
XXXVIII.	Área máxima a drenar con tubería PVC para drenaje pluvial.....	132
XXXIX.	Presupuesto del salón social.....	134

XL.	Cronograma de ejecución e inversión.....	135
XLI.	Boleta de riesgo municipal.....	136
XLII.	Capacidad óptima de alumnos por aula.....	139
XLIII.	Peso del segundo nivel, módulo I.....	148
XLIV.	Peso del primer nivel, módulo I.....	148
XLV.	Peso total del módulo I.....	149
XLVI.	Repartición de fuerzas por nivel para el módulo I.....	153
XLVII.	Centro de rigidez en Y, módulo I, nivel 2.....	158
XLVIII.	Centro de rigidez en X, módulo I, nivel 2.....	159
XLIX.	Centro de rigidez en Y, módulo I, nivel 1.....	159
L.	Centro de rigidez en X, módulo I, nivel 1.....	160
LI.	Resumen centro de rigidez en el módulo I.....	160
LII.	Excentricidad del módulo I, niveles 1 y 2.....	162
LIII.	Fuerza de marcos (literales), módulo I, nivel 2.....	162
LIV.	Fuerza de marcos (numéricos), módulo I, nivel 2.....	163
LV.	Fuerza de marcos (literales), módulo I, nivel 1.....	164
LVI.	Fuerza de marcos (numéricos), módulo I, nivel 1.....	164
LVII.	Resumen de fuerzas por nivel para el módulo I.....	164
LVIII.	Desplazamiento máximo por nivel, módulo I, marco 2.....	167
LIX.	Desplazamiento máximo por nivel, módulo I, marco B.....	167
LX.	Desplazamiento máximo por nivel, módulo II, marco D.....	168
LXI.	Desplazamiento máximo por nivel, módulo II, marco 4.....	168
LXII.	Dimensiones de costanera a utilizar.....	183
LXIII.	Integración de cargas muertas.....	183
LXIV.	Propiedades de costanera a utilizar.....	187
LXV.	Dimensiones de costaneras a utilizar.....	189
LXVI.	Integración de cargas muertas.....	190
LXVII.	Área de acero requerido para momentos de viga analizada, con sección de 25 cm x 40 cm.....	214

LXVIII.	Cálculo de vigas del módulo I, marco 2.....	220
LXIX.	Cálculo de vigas del módulo I, marco B.....	221
LXX.	Cálculo de vigas del módulo II, marco D.....	221
LXXI.	Cálculo de vigas del módulo II, marco 4.....	222
LXXII.	Presión máxima permisible del suelo para el edificio escolar.....	246
LXXIII.	Presupuesto edificio escolar de dos niveles.....	260
LXXIV.	Cronograma de ejecución e inversión de edificio escolar de dos niveles.....	261
LXXV.	Boleta de riesgo municipal edificio escolar de dos niveles.....	262

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hi	Altura de nivel
Hn	Altura total de la estructura
bw	Ancho del alma o diámetro de la sección circular
Ø	Ángulo de fricción interna
Ag	Área bruta de la sección
As	Área de acero a tracción o compresión
Asmáx	Área de acero máxima
Asmín	Área de acero mínima
A	Área de la sección
Az	Área de la zapata en contacto con el suelo
Av	Área de varilla
Ash	Área total del acero transversal

Alosa	Área tributaria de la losa
Ach	Área transversal de un elemento, medida desde los bordes exteriores del refuerzo transversal
b	Base del elemento estructural
qu	Capacidad de carga última
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
qdiseño	Carga de diseño
Pu	Carga de diseño última
q	Carga de viento
CM	Carga muerta
W	Carga muerta sísmica total de la estructura
Po'	Carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura
CT	Carga total sin mayorar
CU	Carga última
Pu'	Carga última con flexión biaxial resistida por la columna

CV	Carga viva
Q	Caudal
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio diario anual
Cmx, y	Centro de masa en "X" y "Y"
Crx, y	Centro de rigidez en "X" y "Y"
C	Coefficiente de fricción
f	Coefficiente de momento negativo
f1	Coefficiente de momento positivo por carga muerta
f2	Coefficiente de momento positivo por carga viva
R	Coefficiente numérico representativo de la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad
Ct	Coefficiente para pórticos de concreto reforzado resistente a momentos y estructuras arriostradas excéntricamente
Ca	Coefficiente sísmico

Cv	Coeficiente sísmico
Cu	Cohesión
c	Contrahuella
Vr	Cortante resistente
Vu	Cortante último
V	Corte máximo actuante
ρb	Cuantía de acero balanceado
ρmáx	Cuantía de acero máxima
ρmín	Cuantía de acero mínima
Dp	Deflexión permisible
Dr	Deflexión real
ε_c	Deformación unitaria del concreto
df	Desplante de la base del suelo a la zapata
Δmáx	Desplazamiento de respuesta inelástica máxima
Δs	Desplazamiento lateral provocado por flexión y corte

di	Distancia medida desde el centro de rigidez al marco en consideración
D	Dotación asignada a los consumidores
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
Vb	Esfuerzo de corte basal
Ft	Esfuerzo de corte basal, concentrado en la cúspide
Fb	Esfuerzo del acero
hx	Espaciamiento máximo horizontal
t	Espesor del elemento analizado
E	Estación
e	Excentricidad
ex, y	Excentricidad en "X" y "Y"
δ	Factor de amplificación de momentos
δns	Factor de amplificación del momento no sísmico
Fcu	Factor de carga última

Nv	Factor de cercanía a la fuente
Na	Factor de cercanía a la fuente de origen
Fdm	Factor de día máximo
β_d	Factor de flujo plástico
Fhm	Factor de hora máximo
I	Factor de importancia sísmica
K	Factor de longitud efectiva
Ψ	Factor de modificación para la resistencia a tracción
Φ	Factor de reducción
FS	Factor de seguridad
Z	Factor de zona sísmica
β_1	Factor que depende del valor de f'_c del concreto
Cm	Factor que relaciona el diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme
ct	Factor que se utiliza para determinar el período "T" de la estructura

Nc, q, γ	Factores de carga que dependen del ángulo de fricción interna
Fcs, qs, γs	Factores de forma que dependen del tamaño de la zapata
Fci, qi, γi	Factores que dependen de la inclinación a la cual se aplica la carga
Fcd, qd, γd	Factores que dependen de la profundidad de la zapata
Fm	Fuerza de marco
F	Fuerza de nivel
Fi	Fuerza de piso
Fi''	Fuerza o corte inducido por sismo
Fi'	Fuerza o corte traslacional
Fx	Fuerza por nivel
gpm	Galones por minuto
Hg	Hierro galvanizado
H	Huella
kg	Kilogramo

km	Kilómetro
a	Lado corto de losa
psi	Libras por pulgada cuadrada (lb/in ²)
lt/hab/día	Litros por habitante por día
lt/s	Litros por segundo
L	Longitud
Lcostanera	Longitud de costanera
m	Metros
mca	Metros columna de agua
m/s	Metros por segundo
G	Módulo de cortante
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
S	Módulo de sección
Mb	Momento balanceado

Mdx	Momento de diseño en "X"
Mdy	Momento de diseño en "Y"
Ig	Momento de inercia de la sección total del concreto
M	Momento flexionante
M-	Momento negativo
Mn	Momento nominal
M+	Momento positivo
Mu	Momento último
N	Número de columnas en el marco
n	Número de habitantes estimados por vivienda
h	Peralte del elemento analizado
d	Peralte efectivo
dx	Peralte efectivo de la zapata
Hf	Pérdida de carga por fricción en tuberías
bo	Perímetro de corte de punzonamiento

P	Perímetro de la losa
T	Período de vibración elástico fundamental de la estructura
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{suelo}	Peso específico del suelo
W_i	Peso por nivel
ft	Pie
P_f	Población final
Ψ_m	Promedio de Ψ_A y Ψ_B
in	Pulgada
r	Radio de giro
rec	Recubrimiento del acero
B_d	Relación de carga permanente por la carga total mayorada
μ	Relación de Poisson
γ_x, y	Relación de secciones en sentido "X" y "Y"
E_i	Relación entre rigideces y brazo de cada marco

P_n	Resistencia axial nominal
P_n máx	Resistencia axial nominal máxima
f'c	Resistencia específica a la compresión del concreto
f_y	Resistencia específica a la fluencia del acero
U	Resistencia requerida para soportar momentos y fuerzas internas
EI	Rigidez a la flexión de un elemento en compresión
k_c	Rigidez de columna
K_m	Rigidez del marco que se está analizando
ΣK_m	Rigidez total del marco
s	Segundo
S_o	Separación del acero transversal
t	Tonelada
ρ_μ	Valor de la curva del diagrama de Bressler
V_s	Valor soporte de suelo

GLOSARIO

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

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

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

Flexión	Encorvamiento transitorio que experimenta un elemento por una fuerza que lo deforma elásticamente.
IBC	<i>International Building Code</i> (Código Internacional de la Edificación).
Masa	Magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo.
Momento	Magnitud que resulta de la multiplicación de una fuerza por una distancia a un punto referente.
Pórtico	Parte de una estructura compuesto por columnas y vigas.
Predimensionar	Efecto de colocarle dimensiones a los miembros estructurales de forma parcial.
Recubrimiento mínimo	Espesor de concreto medido entre la parte externa del refuerzo hasta la cara exterior cercana del elemento.
Resistencia	Propiedad que tiene un elemento para soportar una carga o fuerza.
Rigidez	Propiedad de un elemento que no permite que se doble.

Sillar	Construcción de block o piedra, usualmente de forma paralelepípedo rectangular.
Tamiz	Cedazo muy tupido.
UBC	<i>Uniform Building Code</i> (Código Uniforme de la Edificación).
Letrina	Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina.
Medidas de mitigación	Serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Riesgo	Proximidad de un daño; mantiene una relación con la amenaza y la vulnerabilidad.
Vulnerabilidad	La susceptibilidad de que un elemento o conjunto de elementos sea dañado por la ocurrencia de un evento sobrenatural.

RESUMEN

En el presente trabajo de E.P.S. se presenta el proceso de planificación, el cual inició con una investigación preliminar, en ésta se pudo diagnosticar cuáles eran las mayores carencias de la población y, a partir de este punto, de común acuerdo con el personal de la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P.), se determinó que los proyectos que se necesitaban eran:

El diseño del sistema de agua potable para el cantón Tululché III, el cual fue planificado por medio del sistema de conducción por gravedad, sistema que llega a un tanque de almacenamiento y, partiendo de éste, la red de distribución hecha por medio de ramales abiertos que llevarán el servicio a 378 viviendas.

Además, se diseñó un salón social para el cantón Tzalamabaj II, que servirá para albergar a la población en cualquier celebración, para éste se utilizó el sistema de marcos rígidos de concreto reforzado y con techo de estructura metálica.

También se realizó el diseño de un edificio de dos niveles para la escuela oficial urbana mixta de la cabecera municipal, utilizando para esta también el sistema de marcos rígidos de concreto reforzado y con estructura metálica como techo en el segundo nivel, y losa de concreto reforzado en el primer nivel.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño y la planificación del sistema de agua potable para el cantón Tululché III o Xexac, del salón social para el cantón Tzalamabaj II y del edificio de dos niveles para la escuela oficial urbana mixta del municipio de Chiché, departamento de El Quiché; cumpliendo con los normativos y criterios técnicos de construcción que se adapten a la región.

Específicos

1. Contribuir con el desarrollo comunitario, brindándoles la mayor ayuda posible para que puedan mejorar su calidad de vida.
2. Aplicar los conocimientos adquiridos dentro de las aulas de la Facultad de Ingeniería, considerando los métodos y parámetros constructivos, que existen en la región.
3. Brindar capacitación al personal de la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P.), para que puedan desarrollar, por sus propios medios, la elaboración de perfiles, además de brindarles conocimientos técnicos con los cuales tengan la información básica en lo que respecta a proyectos de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

Como parte importante del desarrollo nacional, la Facultad de Ingeniería a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), permite que los estudiantes interactúen con el personal de los distintos recintos, a los cuales se les asigna su estancia durante 6 meses, coadyuvando de esta manera a que se planteen soluciones a las problemáticas presentadas en las comunidades.

El trabajo de graduación presentado a continuación, describe el diseño y la planificación de tres proyectos, para comunidades del municipio de Chiché, siendo éstos: “diseño del sistema de agua potable para el cantón Tululché III”, “diseño del salón social para el cantón Tzalamabaj II” y “diseño del edificio de dos niveles para la escuela oficial urbana mixta de la cabecera municipal”.

En la ejecución del diseño del sistema de agua potable se conoció primero el número de habitantes a beneficiar, y luego se realizaron los aforos correspondientes para verificar si la fuente era capaz de suplir la demanda. Luego, se realizó el estudio topográfico el cual se llevó a cabo con el método de conservación del azimut, se diseñó el tanque de distribución, los pasos aéreos, la línea de conducción y la red de distribución; además, se desarrolló un estudio que reflejará, si el proyecto afectará en algún punto al medio ambiente.

Para el diseño del salón social y la escuela de dos niveles se realizaron los estudios de suelos correspondientes y se utilizó el sistema estructural de marcos rígidos de concreto reforzado, haciendo el análisis estructural por medio del *software* SAP 2000. Luego, se elaboraron los planos y se desarrollaron los presupuestos para conocer el costo que representan.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Chiché, departamento de El Quiché

1.1.1. Generalidades

El nombre de Chiché proviene de las voces k'iche': *chi'*, la cual es una acepción locativa cuando precede a otra; *che'*, significa árbol. Lo cual se interpreta como: "lugar donde hay árboles," o "a la orilla de los árboles".

En la actualidad, la fiesta titular del municipio se celebra cada año en honor a su Patrono Santo Tomás Apóstol, del 21 al 30 de diciembre, siendo el día principal el 28. Durante estos días se realiza una serie de danzas tradicionales como son: baile del torito, baile de los mexicanos, dos grupos del convite y el baile de la conquista.

Los integrantes de las cofradías tienen por costumbre celebrar las fiestas religiosas, rindiéndoles pleitesía con ceremonias especiales a un personaje llamado Tzijolaj, representado por la figura de un hombrecito montado sobre un caballo blanco, llevando en el cuello un collar de monedas de plata. Dichas celebraciones son acompañadas por música de marimba, chirimía, tambores, bombas voladoras, cohetes, toritos de fuego, bebidas embriagantes y comidas propias del lugar.

1.1.1.1. Límites y localización

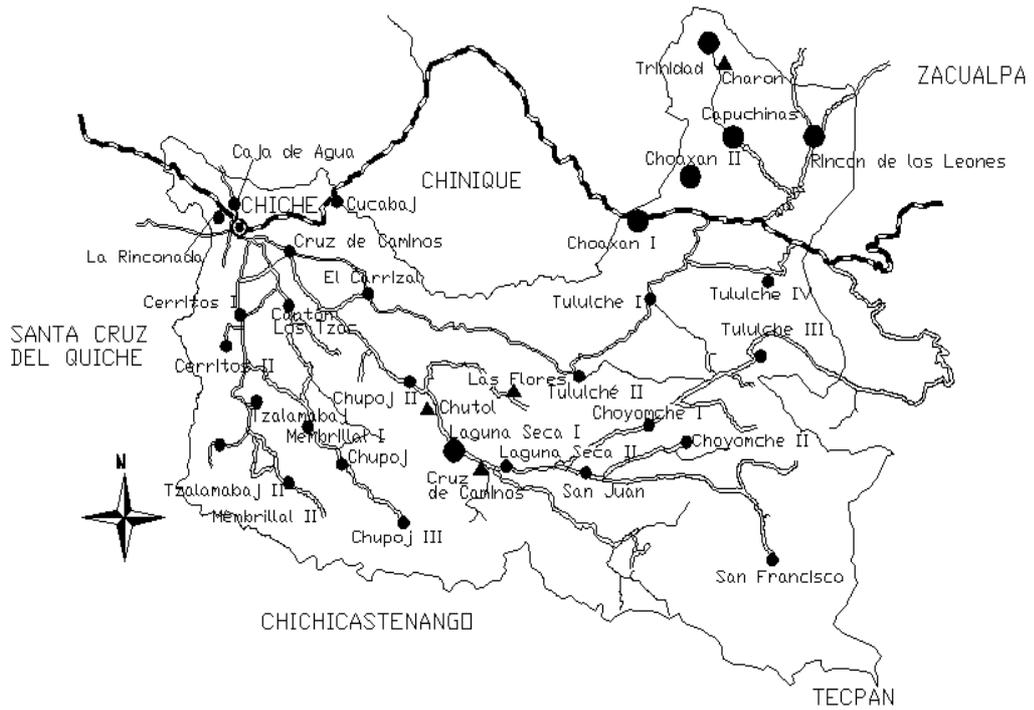
Extensión territorial:	144 kilómetros cuadrados
Altitud:	2 000 metros sobre el nivel del mar
Latitud:	15° 00' 23"
Longitud:	90°53'12"

Colindancias en el departamento de El Quiché:

Al Norte:	Chinique
Al Este:	Zacualpa y Joyabaj
Al Sur:	Chichicastenango
Al Oeste:	Santa Cruz del Quiché

En el municipio de Chiché no existen tierras comunales. El área total de tierras municipales es de aproximadamente seis manzanas (4,4 hectáreas), distribuidas en 19 diferentes lugares, de los cuales, corresponden al casco urbano 1,25 hectáreas, divididas en cinco predios que se utilizan para la compra-venta de ganado mayor y menor.

Figura 1. Ubicación geográfica de las comunidades de Chiché, El Quiché



REFERENCIAS:

- Aldeas
- Cantones
- ▲ Parajes
- Sectores

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.1.1.2. Accesos y comunicaciones

La cabecera municipal se encuentra a 11 kilómetros por carretera asfaltada de la cabecera departamental de Santa Cruz del Quiché, así mismo, de la ciudad capital está a una distancia de 175 kilómetros.

Tabla I. **Categorías y distancias de las comunidades del municipio**

No.	Categoría	Comunidad	Distancia de la cabecera municipal a las comunidades
1	Cabecera municipal	Chiché	11 km cab. dep.
2	Cantón	Tululché III	19 km
3	Cantón	Tzalamabaj II	7 km

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

Tabla II. **Vías de acceso a las comunidades**

No.	Comunidad	Terracería	Asfalto	Acceso en toda época	Estado de la carretera	
					Bueno	Regular
1	Chiché	60%	40%	X	X	---
2	Tululché III	100%	---	X	X	---
3	Tzalamabaj II	100%	---	X	---	X

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

De las 36 comunidades de Chiché, 34 tienen acceso en cualquier época del año, las comunidades donde no se puede entrar en época de invierno son el paraje Campo Alegre y la aldea Trinidad, en esta última se camina unos 400 metros de donde se queda el vehículo para llegar a la comunidad.

1.1.1.3. Topografía

El territorio de Chiché corresponde a las tierras altas cristalinas, con montañas y colinas escarpadas. Se encuentra ubicado dentro del sistema de montañas de la sierra de Chuacús. Su altitud es de 2 000 a 2 300 metros sobre el nivel del mar.

Tabla III. **Características del suelo**

No.	Comunidad	Arenoso	Pedregoso	Arcilloso
1	Chiché	X		
2	Tululché III			X
3	Tzalamabaj II			X

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.1.1.4. Aspectos climáticos

En el territorio de Chiché, los climas son muy variables, predominando el frío y el templado.

Precipitación pluvial anual	2 000 a 2 500 milímetros
Temperatura media anual	12 a 23 grados centígrados

1.1.1.5. Servicios públicos

1.1.1.5.1. Sistema de salud

El municipio de Chiché cuenta con las siguientes infraestructuras para la atención de la salud a la población.

- Un centro de salud ubicado en la cabecera municipal
- Servicio del cuerpo de bomberos municipales

Tabla IV. **Personal del centro de salud**

Personal del centro de salud	
Médicos	1
Enfermeras profesionales	1
Enfermeras auxiliares	3
Inspectores saneamiento	1
Técnicos en salud rural	1
Técnico de laboratorio	1
Educadoras en salud	2

Fuente: centro de salud de Chiché, El Quiché.

1.1.1.5.2. Vivienda

Generalmente, las viviendas del área rural constan de dos ambientes: cocina y dormitorio. Observándose que en 12 comunidades las viviendas se caracterizan por ser de adobe, 22 comunidades se caracterizan por ser de madera y 2 comunidades por ser de block. Utilizando techos de teja, pajón y lámina respectivamente. Así mismo, en 32 de las comunidades, las casas

utilizan piso de tierra; 3 comunidades, con piso de cemento, y en 1 comunidad, usan piso hecho con ladrillo.

1.1.1.5.3. Sistema de abastecimiento de agua potable

El servicio de agua entubada en la cabecera municipal es de 95%, y no hay ningún sistema de tratamiento o calorímetro para un servicio saludable.

Tabla V. **Cobertura de agua potable por comunidad**

No.	Comunidad	Agua domiciliar potable
1	Chiché	95%
2	Tululché III	20%
3	Tzalamabaj II	80%

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.1.1.5.4. Sistema de alcantarillado sanitario

Éste es un servicio que solamente es proporcionado para el 75% de la cabecera municipal. El 50% de las comunidades cuentan con letrinas o pozo ciego, el resto no cuentan con ningún servicio.

1.1.1.5.5. Energía eléctrica

Respecto al servicio de energía eléctrica, el 100% de la población de la cabecera municipal cuenta con servicio de energía eléctrica domiciliar, y en algunas comunidades que no poseen el servicio utilizan ocote, candelas o candiles de kerosén, para alumbrarse.

Tabla VI. Cobertura de energía eléctrica

No.	Comunidad	Servicio de energía eléctrica
1	Chiché	100%
21	Tululché III	95%
23	Tzalamabaj II	90%

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.1.1.5.6. Educación

Tabla VII. Establecimientos educativos en el municipio

Nivel Educativo	Centros educativos oficiales	Centros educativos municipales	Centros educativos por cooperativa
Preprimaria bilingüe	17		
Preprimaria párvulos	7		
Primaria	29	1	
Básico			1

Fuente: Coordinación Técnica Administrativa de Educación (C.T.A.) de Chiché, El Quiché.

Para el nivel básico, en el área urbana, existen dos establecimientos uno privado, y el otro público, donde se atienden a 221 jóvenes, la mayoría son de la cabecera municipal; en menor porcentaje son del área rural.

El municipio cuenta con la biblioteca comunitaria “Ventanas abiertas al futuro”, la cual fomenta el espíritu de descubrimiento, convivencia, y recreación a través de actividades formativas culturales, ofreciendo acceso gratuito a toda la comunidad.

1.1.1.5.7. Seguridad ciudadana municipal

El municipio cuenta con la policía municipal local, cuyo principal objetivo es servir de manera eficiente a los vecinos de la población, y una de las áreas de acción es contribuir con la seguridad ciudadana.

La policía municipal es un cuerpo de carácter eminentemente civil, desempeña sus funciones con apego a la Constitución de la República de Guatemala y el Código Municipal.

1.1.1.5.8. Medios de comunicación

Tabla VIII. **Medios de comunicación más usados en las comunidades**

Tipo de servicio	Comunidades que utilizan el servicio
Correo	36
Teléfonos comunitarios	5
Teléfonos domiciliarios	15
Teléfonos celulares	36
Radio emisora	36
Televisión	20
Caminos rurales	35

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

En el municipio de Chiché, se ubica una oficina de correos y telégrafos; así mismo, en la cabecera municipal y algunas de las comunidades, cuentan con teléfonos comunitarios, 250 teléfonos domiciliarios, en relación a los teléfonos celulares se desconoce la cantidad; sin embargo, existe un buen porcentaje de la población con dichos aparatos. También, en las 36 comunidades tienen acceso a radio transmisor, excepto la aldea Trinidad.

1.1.1.6. Actividades económicas

El municipio es mayoritariamente agrícola, aunque hay un porcentaje que se dedica a otra actividad, principalmente al comercio, transporte, actividades profesionales y en algunas comunidades, se encuentran personas que se dedican a la elaboración de artesanías. Es importante considerar que muchos de los pobladores desarrollan más de una actividad para su supervivencia.

Tabla IX. **Actividades de las personas en las comunidades**

Tipo de actividad	Comunidades realizándolas
Agrícola	36
Comercio	30
Artesanal	2
Jornalero	36

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

El 90% de hombres se dedican a la siembra tradicional de maíz y frijol, el 40% de mujeres apoyan en la siembra de frijol y levantado de cosecha.

En las partes altas se cuenta con árboles frutales como manzana, durazno y membrillo, y en las partes bajas se encuentran los árboles frutales tales como: jocote, naranjas, limas y limones.

En producción pecuaria la actividad principal es la crianza de cerdos y de aves de corral. Estas actividades la realizan principalmente las mujeres con fines de venta en el mercado local y de consumo familiar.

1.1.1.7. Población

El municipio de Chiché cuenta con una población de 28 709 habitantes. El idioma principal es el k'iche', y los pobladores (95% de etnia indígena), tienen tradiciones mayas muy fuertes.

Entre las categorías de las comunidades del municipio se encuentran 36 centros poblados, de los cuales 1 tiene categoría de pueblo, 6 aldeas, 23 cantones, 1 caserío, 4 parajes y 1 colonia.

Tabla X. **Población según categoría de las comunidades**

No.	Categoría	Comunidad	Población
1	Cabecera municipal	Chiché	3 270
2	Cantón	Tululché III	1 510
3	Cantón	Tzalamabaj II	927

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.2. Principales necesidades del municipio

1.2.1. Descripción de necesidades

Los cuadros que se presentan a continuación contienen una descripción de las necesidades que los COCODES han presentado ante la municipalidad, con base en encuestas realizadas en las comunidades del municipio de Chiché, departamento de Quiché.

Tabla XI. **Demanda comunitaria de proyectos**

No.	Comunidad	Proyecto 1	Proyecto 2
1	Chiché	Ampliación de escuela primaria urbana	Construcción de cancha polideportiva
2	Tzulché III	Mantenimiento de carretera	Introducción de agua potable
3	Tzalamabaj II	Construcción de salón social	Circulación de escuela y patio escolar

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

1.2.2. Priorización de necesidades

Tabla XII. **Priorización comunitaria de proyectos**

No.	Comunidad	Proyecto 1	Proyecto 2
1	Chiché	Priorizado en acta de constitución de COCODE	Listado de necesidades
2	Tzulché III	Priorizado en acta de constitución COCODE	Priorizado en acta de constitución COCODE
3	Tzalamabaj II	Priorizado por el COCODE en reunión con COMUDE	Priorizado por el COCODE en reunión con COMUDE

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de agua potable para el cantón Tululché III o Xexac, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché

2.1.1. Descripción del proyecto

Como parte principal se debe realizar la selección del sistema que se utilizará y esto se podrá hacer según sea el tipo de la fuente de la que se dispone, además de las posibilidades económicas de la población. Debido a un reconocimiento previo del terreno se determinó que lo más conveniente, por lo económico, es construir un sistema por gravedad.

Para desarrollar este sistema por gravedad, se debe elegir la dotación con base en el clima y en la capacidad de la fuente con la que se cuenta, para poder determinar el tamaño y tipo de tubería que se utilizará para transportar el agua. Además de esto, la población está consciente de lo importante que es la ejecución de este proyecto, y por eso ha aceptado brindar el apoyo en lo que a mano de obra no calificada corresponde. También se realizaron los estudios físico químico y bacteriológico a dicha fuente, la topografía, cálculo y diseño de línea de conducción, red de distribución, planos y presupuesto.

2.1.2. Aforos

El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará si la fuente de agua es suficiente para abastecer a toda la población.

Los aforos deben realizarse en época seca o de estiaje. Se realizaron cinco aforos, en un recipiente con capacidad de 5 galones, donde se determinó un caudal promedio de 3,785 lt/s.

2.1.3. Análisis de calidad de agua

La calidad del agua se exige de acuerdo al uso que está destinada, en este caso, se trata de agua para consumo humano, por lo que debe ser sanitariamente segura; se debe cumplir para ello, con las normas de calidad físico-química y bacteriológica, lo cual debe demostrarse con un certificado emitido por un laboratorio, bajo la norma COGUANOR NGO 29 001.

2.1.3.1. Análisis físico químico

La realización de este análisis muestra las características físicas del agua, tales como: el aspecto, color, sabor, olor, turbidez, su pH, así como la dureza; además se pueden determinar sustancias químicas tales como los aniones (hierro, calcio, magnesio, etc.), cationes (nitritos, sulfatos, fluoruros, cloruros), que pueden afectar la calidad del agua y, así dañar la salud de los consumidores (ver análisis en apéndice A). Según los resultados obtenidos, la calidad física del agua, que se refiere al aspecto y olor son rechazables, pero desde el punto de vista de calidad química, cumple con las normas

internacionales de la Organización Mundial de la Salud, por lo que se concluye que el agua es apta para el consumo humano.

2.1.3.2. Análisis bacteriológico

Se practica con el fin de establecer la probabilidad de contaminación de organismos patógenos, los cuales pueden transmitir enfermedades gastrointestinales como: salmonella, shigellas, eberthellas, amebas, giardia lambía, etc. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes.

Éste es el más importante referente a acueductos rurales, para recomendar tipo de tratamiento que se le dará al agua para su potabilización (ver análisis en apéndice A). El resultado obtenido del análisis enmarca bacteriológicamente al agua en la clasificación II, dicha clasificación precisa únicamente de la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (desinfección, filtración, sedimentación y coagulación), es decir, el agua es apta para el consumo humano sin provocar daños a la salud, siempre y cuando el tratamiento sea óptimo.

2.1.4. Levantamiento topográfico

En el levantamiento topográfico deben localizarse detalles importantes como los son estructuras ya existentes, pasos de ríos, quebradas y zanjones. También deben trazarse las líneas principales y los ramales secundarios, que se usarán para instalar la tubería que conducirá y distribuirá el agua a las viviendas de la comunidad. Previamente, al inicio de los trabajos de topografía, es necesario contar con el derecho de paso. Además, es de vital importancia tomar en cuenta a toda la población a beneficiar, ya que al momento de realizar

el estudio, es necesario hacer radiaciones a todas las casas que se conectarán a la red de distribución.

2.1.5. Cálculo y dibujo topográfico

Posteriormente al trabajo de campo, se calcula la libreta topográfica y se obtienen datos de azimut, elevaciones y distancias, con el objetivo de establecer las líneas principales y los ramales secundarios que unen la fuente de abastecimiento de agua con la población beneficiada, la longitud del proyecto, los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc. El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut.

2.1.6. Diseño hidráulico

2.1.6.1. Número de conexiones

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

Debido a que la mayoría de comunidades carecen de esta información, se han desarrollado modelos de pronóstico para poder determinar la población futura. En Guatemala, generalmente se utiliza el modelo geométrico, por ser el método que más se aproxima para definir la población real futura. La población actual se estimó a la hora de realizar el levantamiento topográfico (contando el

número de casas a beneficiar y preguntando cuántos habitantes tiene cada una). Dicho conteo determinó que actualmente existen 378 viviendas y una población de 2 268 habitantes.

Cálculo del crecimiento poblacional utilizando el método geométrico:

$P_f = \text{Población actual} * (1 + \text{tasa de crecimiento anual})^{\text{período de diseño}}$

$$P_f = 2\,268 * \left(1 + \frac{3,42}{100}\right)^{20} \approx 4\,450 \text{ habitantes}$$

A través del censo poblacional se determinó una densidad de vivienda de 6 habitantes por casa, dando como resultado 741 casas o conexiones futuras.

2.1.6.2. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litros por habitante por día. Los factores que se consideran y que determinan la dotación es el clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

La dotación adoptada para el cantón Tululché III o Xexac, fue de 60 lt/hab/día, considerando aspectos de clima y actividades productivas.

2.1.6.3. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} * \text{población futura}}{86\,400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = \frac{60 \text{ lt/hab/día} * 4\,450 \text{ hab}}{86\,400 \text{ s/día}} = 3,09 \text{ lt/s}$$

2.1.6.4. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción y debe ser menor que el aforo, se define como el máximo consumo de agua durante las 24 horas, observado en el período de un año.

El factor de día máximo que se utiliza en el área rural es de 1,2 - 1,5. En este proyecto se utiliza el factor 1,2 por ser un clima cálido, porque existen variaciones de consumo durante el día y porque la población futura es mayor de 1 000 habitantes.

$$Q_{md} = Q_m * F_{dm}$$

Donde:

Q_{md} = es el caudal máximo diario en litros por segundo

Q_m = es el caudal medio diario anual en litros por segundo

F_{dm} = es el factor de día máximo

$$Q_{md} = 3,09 \text{ lt/s} * 1,2 = 3,71 \text{ lt/s}$$

2.1.6.5. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario se utiliza para diseñar la red de distribución, se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un día.

Según las normas, generalmente aceptadas, el factor de hora máxima en el área rural es de 2 - 3. Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentará variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. El factor de hora máxima a utilizarse en este diseño es de 2.

$$Q_{mh} = Q_m * F_{hm}$$

Donde:

Q_{mh} = es el caudal máximo horario en litros por segundo

Q_m = es el caudal medio diario anual en litros por segundo

F_{hm} = es el factor de hora máximo

$$Q_{mh} = 3,09 \text{ lt/s} * 2,00 = 6,18 \text{ lt/s}$$

Para diseñar las redes de distribución en el área rural es normal que se utilicen redes abiertas, debido a que las casas no están distribuidas de una forma ordenada como en un complejo urbano. Para trabajar el diseño de redes abiertas se deben emplear las siguientes ecuaciones.

- Caudal de uso simultáneo $Q_1 = k \cdot \sqrt{(N-1)}$
- Caudal unitario $Q_2 = (F_{hm} \cdot D \cdot N \cdot n) / 86\,400$

Donde:

F_{hm} = factor de hora máximo

D = dotación asignada a los consumidores

N = número de viviendas estimadas para el cumplimiento del periodo de diseño

n = número de habitantes estimados por vivienda

k = coeficiente, valor determinado en el rango de 0,15 – 0,25

El caudal de uso simultáneo da la probabilidad de que en un determinado momento se utilicen todas las conexiones domiciliarias en cualquier ramal, y para tener una buena distribución del caudal, éste no debe ser menor de 0,20 lt/s. En la determinación del diseño de redes abiertas se trabaja con el mayor de ambos caudales.

2.1.6.6. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio satisfactorio. Se empieza a contar desde el momento en que entra en servicio la obra. Para fijarlo se tomarán en cuenta varios factores que influyen en el período de diseño, entre ellos se pueden mencionar la vida útil de los materiales y equipos, la población de diseño, facilidad de ampliación etc.

En el diseño del proyecto, se consideró factible un período de 20 años, debido a que se va a utilizar tubería de PVC.

2.1.6.7. Bases de diseño

Debido a que el agua proviene de un nacimiento que está aproximadamente 150 metros sobre la ubicación del tanque de distribución, se considera como un proyecto de conducción por gravedad, en cuyo diseño se deben determinar las longitudes y los diámetros, para poder ajustar las pérdidas a las alturas disponibles.

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

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

Donde:

Q = caudal (lt/s)

L = longitud de la tubería (m)

C = coeficiente de fricción (ver tabla XIII)

\emptyset = diámetro de la tubería (in)

H_f = pérdida de carga (m)

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

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

Fuente: Pedro Aguilar Ruiz. Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria I. Pág. 41

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

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

2.1.6.8. Línea de conducción

Esta línea es un conjunto de tuberías que provienen del tanque de captación o de alguna caja reunidora de caudales hasta el tanque de distribución, las cuales se diseñan para trabajar a presión, en la cual se consideran algunas obras de arte como lo son válvulas de limpieza, válvulas de aire, pasos de zanjón, pasos aéreos con tubería HG, anclajes etc.

Ejemplo de diseño:

Se procederá a diseñar el tramo entre las estaciones 0 a la 5.

Datos de diseño:

E-0 (cota de terreno) = 998,95 m

E-5 (cota de terreno) = 994,47 m

L = 145 m

C = 150

Qmd = 3,71 lt/s

Hf = 4,48 m

Se utiliza la ecuación de Hazen y Williams, para determinar el diámetro teórico de la tubería a utilizar en ese tramo de la línea de conducción.

$$\varnothing = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 * 145 * 3,71^{1,85}}{4,48 * 150^{1,85}}} = 2,32 \text{ in}$$

A continuación se procede a verificar la pérdida por fricción “ Hf ” para el diámetro más cercano ($\varnothing = 3$ "), con base al resultado anterior.

$$H_f = \frac{1\,743,811 (145) 3,71^{1,85}}{3^{4,87} * 150^{1,85}} = 1,28 \text{ m}$$

Verificación de la velocidad, cuyo rango es de 0,40 a 3,00 m/s

$$V = \frac{1\,974 * 3,71 \text{ lt/s}}{3^2} = 0,81 \text{ m/s}$$

Entonces, se usará tubería PVC $\varnothing = 3$ " clase 160 psi

2.1.6.9. Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido existente en la tubería se encuentra en reposo. En la línea de distribución, la máxima presión estática no debe ser mayor de 60 metros columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de grifería y válvulas.

2.1.6.10. Presión dinámica en tuberías

Se produce cuando todo el líquido existente en la tubería se encuentra en movimiento. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. La menor presión dinámica en las casas debe ser 10 metros columna de agua, y la máxima presión dinámica es de 40 metros columna de agua.

2.1.6.11. Línea piezométrica

Se refiere a la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa. En general, debe buscarse que la cota piezométrica sea paralela a la superficie del terreno.

Siguiendo con el ejemplo anterior, el cálculo de la cota piezométrica de la E-5 es igual a:

Valor de H_f tomada de E-0 a E-5 = 1,28 m

Cota piezométrica = Cota de salida - H_f

998,95 - 1,28 = 997,67 mca

2.1.6.12. Revisión de velocidades

La velocidad debe revisarse en los proyectos de abastecimiento por gravedad para verificar si ésta se encuentra en el rango de los límites recomendados que son 0,40 m/s – 3,00 m/s, lo cual se realiza con la siguiente fórmula.

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

Donde:

V = velocidad (m/s)

Q = caudal (lt/s)

∅ = Diámetro de la tubería (in)

2.1.6.13. Revisión de diámetros

Los diámetros de tubería se calculan en el diseño hidráulico, tomando en cuenta que el diámetro mínimo recomendado es de 1 ½" y atendiendo a razones hidráulicas o económicas, podrán aceptarse diámetros hasta de ¾". Es necesario utilizar diámetros comerciales para evitar atrasos y costos elevados.

2.1.6.14. Cálculo de red la de distribución

La red de distribución comprende las tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias. Debido a que es una red de distribución abierta, se compone de un ramal principal y ramales secundarios que parten del principal; considerándose que las presiones de servicio en cualquier punto de la red, estarán limitadas entre

10 y 60 metros columna de agua y, la velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2 m/s.

El principal propósito de una línea de distribución es proporcionar las cantidades adecuadas de agua a todos los usuarios, para satisfacer las necesidades en cualquier momento, contemplando el posible desarrollo futuro de la comunidad.

2.1.7. Obras de arte

2.1.7.1. Captación

El agua con la que se propone abastecer al cantón Tululché III o Xexac, proviene de un nacimiento, por lo cual la captación de agua se diseñará de tal manera que se garantice el libre flujo del agua hacia un tanque de recolección.

El tanque o caja de recolección será construido de material impermeable y de tal manera que tenga completa protección sanitaria. Además de ello, se colocará una cuneta para evitar que entre el agua de lluvia. También se protegerá con un cerco para evitar que las personas y animales puedan ingresar.

2.1.7.2. Caja rompe presiones

Las cajas rompe-presión son dispositivos que se utilizan para reducir la presión del agua y evitar así el rompimiento de la tubería. Pueden ser necesarias tanto, en la conducción como en la distribución. La caja puede ser fabricada de concreto armado, block reforzado, ladrillo tayuyo o de mampostería.

Para localizar las cajas rompe-presión en una línea de conducción, se recomienda colocarlas a menos de 90 mca de presión estática; para la línea de distribución, la localización se rige por el hecho de que los empaques de las válvulas de flotador se arruinan cuando se someten a presiones altas, por lo que no deberán ser sometidas a una carga estática mayor de 60 mca.

2.1.7.3. Válvula de aire

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

2.1.7.4. Válvula de limpieza

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

2.1.7.5. Tanque de distribución

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

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

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

2.1.7.6. Acometida domiciliar

Como parte de la red de distribución se deben considerar las conexiones domiciliars, las cuales están compuestas por una llave de chorro y los accesorios necesarios. Para que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, se construyen inmediatas al cerco de la propiedad.

2.1.8. Desinfección

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

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

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

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

Con base en las cantidades necesarias mostradas en la tabla XIV, se determinó la cantidad de cloro que necesita el tanque para este sistema, el cual tiene un volumen de 120 m³.

$$\text{Cantidad de cloro} = 120 \text{ m}^3 * \frac{1 \text{ onza}}{10 \text{ m}^3} = 12 \text{ onzas}$$

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

2.1.9. Elaboración de planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, éstos se mostrarán completos en el apéndice C.

2.1.10. Presupuesto del sistema de agua potable

El presupuesto fue elaborado con base en los planos del diseño, cumpliendo con los normativos de costos de materiales y de mano de obra estipulados en la localidad donde se ejecutará el proyecto.

Tabla XV. Presupuesto del sistema de agua potable

PRESUPUESTO		PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.			
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHÉ III O XEXAC.			
		UBICACIÓN: CANTON TULULCHÉ III O XEXAC, CHICHÉ, EL QUICHÉ.			
RESUMEN DE COSTOS					
No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL RENGLÓN
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	29,26	km	Q 728,00	Q 21 301,28
2	CAPTACIÓN DE UN BROTE DEFINIDO	1	UNIDAD	Q 26 828,26	Q 26 828,26
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LÍNEA DE CONDUCCIÓN	13,745	km	Q 248 075,37	Q 3 409 796,00
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (120m ³)	1	TANQUE	Q 227 097,13	Q 227 097,13
5	SISTEMA DE CLORACIÓN	1	TANQUE	Q 9 620,72	Q 9 620,72

Continuación tabla XV

No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL RENGLÓN
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LÍNEA EJE DE DISTRIBUCIÓN	7,255	km	Q 207 504,73	Q 1 505 446,80
7	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 1	0,691	km	Q 77 629,38	Q 53 641,90
8	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 2	0,414	km	Q 75 962,08	Q 31 448,30
9	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 3	0,942	km	Q 77 388,64	Q 72 900,10
10	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 4	0,187	km	Q 74 635,29	Q 13 956,80
11	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 5	0,297	km	Q 72 511,11	Q 21 535,80
12	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 6	1,766	km	Q 79 034,99	Q 139 575,80
13	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 7	0,375	km	Q 75 597,60	Q 28 349,10
14	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 8	0,215	km	Q 74 233,02	Q 15 960,10
15	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 9	0,123	km	Q 72 842,28	Q 8 959,60
16	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 10	1,196	km	Q 76 048,91	Q 90 954,50
17	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 11	0,214	km	Q 72 532,71	Q 15 522,00
18	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 12	0,290	km	Q 72 347,24	Q 20 980,70
19	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 13	0,378	km	Q 73 350,26	Q 27 726,40
20	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 14	0,275	km	Q 72 724,36	Q 19 999,20
21	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 15	0,160	km	Q 78 381,88	Q 12 541,10
22	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 16	0,263	km	Q 72 365,02	Q 19 032,00
23	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 17	0,370	km	Q 74 981,89	Q 27 743,30
24	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS RAMAL 18	0,104	km	Q 73 175,00	Q 7 610,20
25	PASO ZANJÓN TIPO 1 (ANCHO 6 m)	11	UNIDAD	Q 4 463,45	Q 49 097,98
26	PASO ZANJÓN TIPO 2 (ANCHO 10 m)	4	UNIDAD	Q 7 944,17	Q 31 776,69
27	PASO ZANJÓN TIPO 3 (ANCHO 15 m)	1	UNIDAD	Q 11 420,92	Q 11 420,92
28	PASO AÉREO TIPO 1 (ANCHO 20 m)	3	UNIDAD	Q 37 893,12	Q 113 679,35
29	PASO AÉREO TIPO 2 (ANCHO 50 m)	1	UNIDAD	Q 61 098,15	Q 61 098,15
30	PASO QUEBRADA (ANCHO 15 m)	5	UNIDAD	Q 7 944,17	Q 39 720,87
31	CAJA ROMPE PRESIÓN	2	UNIDAD	Q 12 114,64	Q 24 229,27
32	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA	12	UNIDAD	Q 1 235,76	Q 14 829,10
33	VÁLVULAS DE AIRE CON CAJA	7	UNIDAD	Q 2 619,81	Q 18 338,65
34	CONEXIÓN DOMICILIAR	378	UNIDAD	Q 1 671,65	Q 631 884,24
TOTAL DIRECTOS E INDIRECTOS					Q 6 824 602,29

2.1.11. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución físico-financiero se realizó con base en el presupuesto, y a tiempos estimados de duración de los distintos renglones de trabajo que conlleva este tipo de proyectos.

Tabla XVI. Cronograma de ejecución del sistema de agua potable

CRONOGRAMA FÍSICO FINANCIERO DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN													
No.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE EJECUCIÓN									PORC. %	SUB TOTAL (Quetzales)	
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9			
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	■										0,31	Q 21 301,28
2	CAPTACIÓN DE UN BROTE DEFINIDO	■										0,39	Q 26 828,26
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LINEA DE CONDUCCIÓN	■	■	■								49,96	Q 3 409 796,00
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (120 m³)		■	■	■							3,33	Q 227 097,13
5	SISTEMA DE CLORACIÓN			■	■	■						0,14	Q 9 620,72
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LINEA EJE DE DISTRIBUCIÓN			■	■	■						22,06	Q 1 505 446,80
7	RAMAL 1				■	■	■					0,79	Q 53 641,90
8	RAMAL 2					■	■	■				0,46	Q 31 448,30
9	RAMAL 3						■	■	■			1,07	Q 72 900,10
10	RAMAL 4							■	■	■		0,20	Q 13 956,80
11	RAMAL 5								■	■		0,32	Q 21 535,80
12	RAMAL 6									■	■	2,05	Q 139 575,80
13	RAMAL 7										■	0,42	Q 28 349,10
14	RAMAL 8											0,23	Q 15 960,10
15	RAMAL 9											0,13	Q 8 959,60
16	RAMAL 10											1,33	Q 90 954,50
17	RAMAL 11											0,23	Q 15 522,00
18	RAMAL 12											0,31	Q 20 980,70
19	RAMAL 13											0,41	Q 27 726,40
20	RAMAL 14											0,29	Q 19 999,20
21	RAMAL 15											0,18	Q 12 541,10
22	RAMAL 16											0,28	Q 19 032,00
23	RAMAL 17											0,41	Q 27 743,30
24	RAMAL 18											0,11	Q 7 610,20
25	PASO ZANJÓN TIPO 1 (ANCHO 6 m)											0,72	Q 49 097,98
26	PASO ZANJÓN TIPO 2 (ANCHO 10 m)											0,47	Q 31 776,69
27	PASO ZANJÓN TIPO 3 (ANCHO 15 m)											0,17	Q 11 420,92
28	PASO AÉREO TIPO 1 (ANCHO 20 m)											1,67	Q 113 679,35
29	PASO AÉREO TIPO 2 (ANCHO 50 m)											0,90	Q 61 098,15
30	PASO QUEBRADA (ANCHO 15 m)											0,58	Q 39 720,87
31	CAJA ROMPE PRESIÓN											0,36	Q 24 229,27
32	VÁLVULA DE LIMPIEZA CON CAJA											0,22	Q 14 829,10
33	VÁLVULAS DE AIRE CON CAJA											0,27	Q 18 338,65
34	CONEXIÓN DOMICILIAR											9,26	Q 631 884,24
TOTAL INVERSIÓN												100%	Q 6 824 602,29

2.1.12. Propuesta de tarifa

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

Costo de operación (O)

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

Pago por día de trabajo = Q 63,70

Prestaciones = 60 %

$$\text{Salario mensual} = (\text{Q } 63,70/\text{día} \times 30 \text{ días/mes}) \times 1,60 = \text{Q } 3\ 057,60$$

El salario mensual del encargado es de Q 3 057,60.

Costo de mantenimiento (M)

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

$$(M) = \frac{0,004 * \text{costo total del proyecto}}{\text{período de diseño del proyecto}} = \frac{0,004 * \text{Q } 6\ 824\ 602,29}{240 \text{ meses}} = \text{Q } 113,74/\text{mes}$$

Costo de tratamiento (T)

Es el costo de la compra del cloro utilizado para la desinfección del agua. La cantidad de cloro que se utilizará es la obtenida de la tabla XIV, que ha dado un resultado de 12 onzas.

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

$$T = Q 10,00 * 12 \text{ onzas} = Q 120,00/\text{mes}$$

Costo de administración (A)

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

$$A = 25\% \times (O + M + T) = 0,25 \times (Q 3 057,60 + Q 113,74 + Q 120,00) = Q 822,84$$

El costo mensual que representan los gastos administrativos es de Q 822,84.

Cálculo de la tarifa

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

$$\text{Tarifa} = \frac{O + M + T + A}{\text{No. de viviendas}} = \frac{3 057,60 + 113,74 + 120,00 + 822,84}{378 \text{ viviendas}} = Q 10,88/\text{mes}$$

La tarifa se fijará en Q 11,00 mensuales por casa, se espera con esto poder cubrir todos los gastos que se puedan dar durante el uso del sistema.

2.1.13. Evaluación de impacto ambiental

En la ejecución de proyectos de infraestructura, como los de sistemas de abastecimiento de agua potable, no se generan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran arriesgar la salud de las personas o afectar el medio ambiente. Durante la ejecución del proyecto se deberá incorporar un plan de manejo ambiental, el cual consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas de mitigación, las cuales tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos en el entorno, debido a la implementación del proyecto en cualquiera de sus fases.

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

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

Continuación tabla XVII

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

2.2. Diseño del salón social para el cantón Tzalamabaj II, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la edificación de un salón en el cual se puedan desarrollar cualquier tipo de actividades del carácter social, donde los vecinos de la comunidad puedan interactuar y convivir.

Este salón será de 10,00 x 20,00 m, contará con escenario de 2,00 x 5,15 x 0,65 m, el levantado de muros será de block pómez visto y sisado de 0,14 x 0,19 x 0,39 m, con una resistencia de 35 kg/cm², poseerá columnas principales distribuidas @ 2,50 metros con el fin de guardar la uniformidad del diseño, vigas principales que serán el amarre de las columnas, cimiento corrido de concreto y las soleras de humedad e intermedia, el techo será de estructura metálica con lámina galvanizada calibre 28, energía eléctrica y drenaje pluvial, a éste último no se le realizará ninguna conexión a alcantarillado debido a que el lugar no cuenta con drenaje sanitario, por lo que el desfogue de las aguas de lluvia se harán en el nivel de la superficie del terreno.

Además, se deben realizar acabados para la edificación, entre éstos está el repello de los elementos estructurales y la limpieza de los blocks, ya que éstos serán vistos y sisados.

2.2.2. Diseño arquitectónico

Para realizarlo se deben considerar varios criterios, que son aspectos fundamentales para el buen aprovechamiento de los recursos que posee la comunidad, para ello se deberá contemplar lo siguiente:

- **Tipo de terreno:** se debe analizar la mejor ubicación del terreno, alejado de cualquier peligro que pueda producirse debido a los embates de la naturaleza, ya que también será utilizado como albergue temporal para personas afectadas y damnificadas.
- **Orientación del edificio:** se recomienda orientar de Norte a Sur la edificación, abriéndose las ventanas en la parte Norte y en la parte Sur.
- **Ventilación de la edificación:** es un aspecto de carácter primordial, debido a que durante la realización de cualquier actividad dentro de las instalaciones se contamina el aire con anhídrido carbónico, hecho que reduce la cantidad de oxígeno presente en el ambiente. Por lo cual, debe contemplarse una buena ventilación, de preferencia que sea natural (para evitar incurrir en gastos).
- **Aspectos climáticos:** este aspecto posee tanta importancia como el anterior, debido a que las características climáticas como temperatura, precipitación pluvial, vientos dominantes, humedad, luminosidad solar, etc., son determinantes en las condiciones de carácter ocupacional del ambiente.

Considerados los aspectos anteriores, también deben de incluirse otros, como los descritos a continuación:

- a) Función: se refiere al hecho para el cual se utilizará la edificación;
- b) Capacidad: el número de personas a albergar en las instalaciones será un promedio de 150 personas sentadas en sillas de tamaño estándar;
- c) Instalaciones:
 - Eléctricas: se debe incluir una iluminación artificial capaz de poder reemplazar la natural;
 - Drenaje pluvial: deberán considerarse bajadas de agua pluvial dentro de la construcción.
- d) Acabados:
 - Piso: éste deberá ser resistente al impacto y a la abrasión, además de ser de fácil mantenimiento;
 - Muros: éstos deben ser construidos con materiales capaces de aislar el interior del exterior, resistentes al desgaste producido por abrasión, tendrán un acabado del tipo visto, limpio y sisado.

2.2.3. Alturas y cotas

Para las alturas se consideraron las condiciones predominantes del clima de la región y el mayor número de usuarios que podrá llegar a albergar; según el diseño, el techo estará formado por dos aguas, por lo que se requerirá en los extremos, una altura de 2,50 metros, y en la parte central una altura de 3,50 metros a partir del nivel de referencia adoptado para tal caso.

2.2.4. Tipos de estructuras

En la actualidad existen varios tipos de estructuras que pueden utilizarse para un proyecto de esta clase; por lo cual debe definirse cuál es el más conveniente, considerando factores como: forma y dimensión del terreno, funcionalidad, situación económica de la región, tipo de suelo, entre otros.

En este caso, la edificación será construida con marcos estructurales de concreto reforzado, en combinación con otros materiales para la estructura del techo, como acero y lámina galvanizada.

2.2.4.1. Análisis estructural

2.2.4.1.1. Selección del tipo de estructura

La planta de distribución, mostrada en las figuras 3, 4 y 5, hace referencia a la ubicación de las columnas en la estructura, esto como un predimensionamiento general, el edificio estará formado por una cubierta de estructura metálica soportada por los marcos rígidos, compuestos por vigas, columnas, zapatas de concreto reforzado y muros de block pómez.

Figura 3. **Planta general del salón**

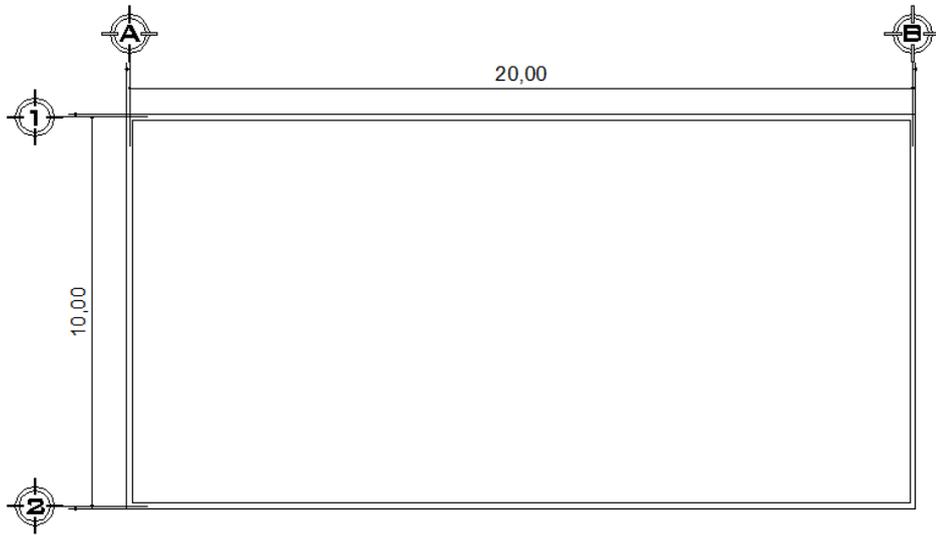


Figura 4. **Elevación de salón eje Y**

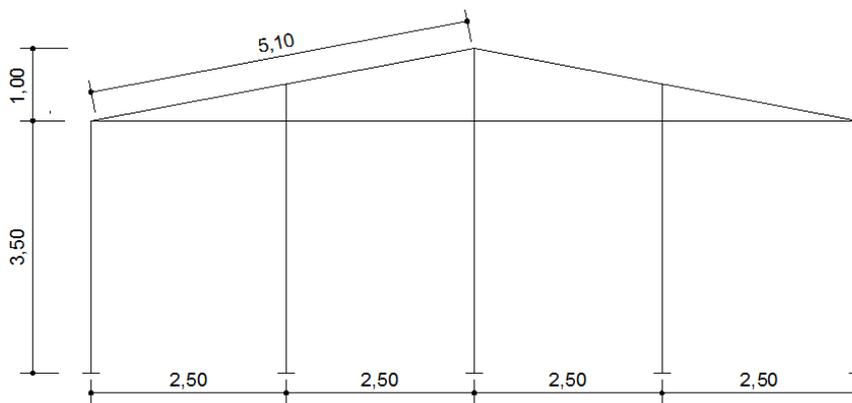
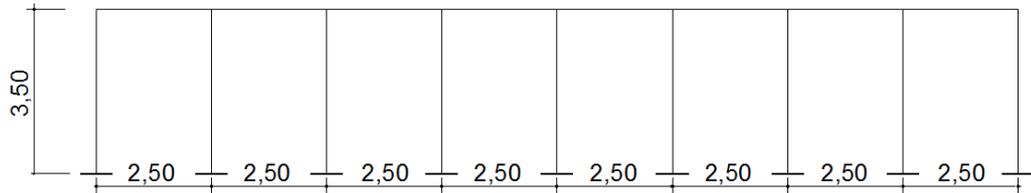


Figura 5. Elevación de salón eje X



2.2.4.1.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento se realizará utilizando algunos criterios que los códigos de construcción sugieren, pero en caso de que se cuente con suficiente experiencia se podrá proponer de entrada dimensiones aproximadas.

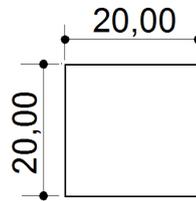
Vigas: ACI 21.3.1.3, el ancho del elemento no debe ser menor que el más pequeño de $0,3h$ y 250 mm. Considerando las longitudes de los vanos que tiene la edificación y considerando el criterio del $8\%L$ por metro lineal se determinará el peralte de las vigas.

Longitud mayor 2,50 m, considerando el criterio del 8% , se tiene:

$$h_{\text{viga}} = 2,50 \text{ m} (0,08) = 0,20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

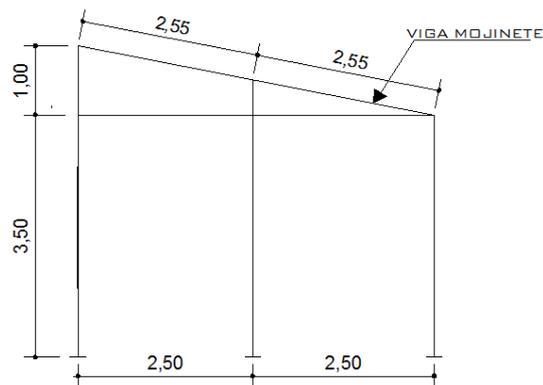
Para determinar la base de la viga se considera $0,30h$, pero el resultado no es adecuado, entonces, se dejará una base igual a la altura de la viga.

Figura 6. **Sección viga principal**



Viga mojinete

Figura 7. **Longitud viga mojinete**

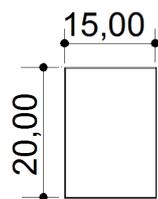


Longitud = 2,55 m

Peralte = 8% * (L)

h mojinete = 2,55 * 8% = 0,20 m

Figura 8. **Sección viga mojinete**



Columnas: ACI 10.3.6 La resistencia axial del diseño ϕP_n de elementos en compresión, no debe tomarse mayor que ϕP_n máx, calculado usando la ecuación 10-2 (ACI 10.3.6.2), para elementos no preesforzados con estribos.

$$\phi P_n \text{ máx} = 0,80 \phi [0,225 f'_c (A_g) + f_y A_s]$$

ACI 21.4.3.1 El área de refuerzo longitudinal A_s no debe ser menor que $0,01A_g$ ni mayor que $0,06A_g$ por tanto:

$$\phi P_n \text{ máx} = 0,80 \phi [0,225 f'_c (A_g) + f_y (0,01A_g)]$$

Usando la columna más crítica:

Integración de cargas estructura de techo (área = $6,25 \text{ m}^2$)

Peso de estructura metálica (carga muerta) = $8,89 \text{ kg/m}^2 \times 6,25 \text{ m}^2 = 55,46 \text{ kg}$

Cargas de servicio (carga viva) = $244,05 \text{ kg/m}^2 \times 6,25 \text{ m}^2 = 1 525,31 \text{ kg}$

Sobrecarga = $40 \text{ kg/m}^2 \times 6,25 \text{ m}^2 = 250 \text{ kg}$

Peso propio de vigas = $0,20 \times 0,20 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} \times 2 400,00 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg}$

Peso propio viga mojinete = $0,20 \times 0,20 \times 2,55 \text{ m} \times 2 400,00 \text{ kg/m}^3 = 244,80 \text{ kg}$

Peso muro viga mojinete (área = $1,875 \text{ m}^2$) = $160 \text{ kg/m}^2 \times 1,875 \text{ m}^2 = 300 \text{ kg}$

Tabla XVIII. **Cargas para determinar sección de columna**

INTEGRACIÓN DE CARGAS PARA DETERMINAR SECCIÓN DE COLUMNAS			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	SOBRECARGA
Estructura de techo	55,46 kg	1 525,31 kg	250 kg
Viga principal	240 kg		
viga mojinete + muro	544,80 kg		
TOTAL	840,26 kg	1 525,31 kg	250 kg

$$C.U. = 1,4(840,26 + 250 \text{ kg}) + 1,7(1\ 525,31 \text{ kg})$$

$$C.U. = 4\ 119,31 \text{ kg}$$

Para determinar la sección de la columna se utilizará la siguiente ecuación del ACI (10.3.6.2):

$$\phi P_n \text{ máx} = 0,80 \phi [0,225 f'_c (A_g) + f_y A_s]$$

Donde:

ϕ = factor de reducción de resistencia

$P_n \text{ máx}$ = resistencia axial nominal máxima

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

A_g = área bruta de la sección

A_s = área de refuerzo a tracción o compresión

$$4\ 119,31 \text{ kg} = 0,80 [0,225 (280 \text{ kg/cm}^2) (A_g) + (2\ 810 \text{ kg/cm}^2) (0,01 A_g)]$$

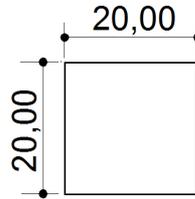
$$4\ 119,31 \text{ kg} = 54 \text{ kg/cm}^2 (A_g) + 22,48 \text{ kg/cm}^2 (A_g)$$

$$\frac{4\ 119,31 \text{ kg}}{76,48 \text{ kg/cm}^2} = A_g$$

$$A_g = 53,86 \text{ cm}^2 = 7,40 \text{ cm} * 7,40 \text{ cm}$$

El ACI 21.3.1.4 dice que el ancho del elemento sometido a flexión, no debe exceder el ancho de la columna.

Figura 9. **Sección de columnas**



2.2.4.1.3. Cargas de diseño

2.2.4.1.3.1. Cargas muertas

Son todas aquéllas derivadas del peso propio de la construcción, éstas incluirán el peso de la estructura de techo, muros de block pómez, instalaciones eléctricas, acabados en paredes o elementos estructurales, entre otras. En la tabla XIX se muestra el peso de los elementos utilizados en la construcción de esta estructura.

Tabla XIX. **Estimación de cargas muertas para la edificación**

PESO DE LOS ELEMENTOS		(kg)
Lámina + estructura de techo	8,89 kg/m ² x 21 x 11,20 m	2 090,93
Viga principal	60 x 0,20 x 0,20 m x 2 400 kg/m ³	5 760,00
Viga mojinete	20,40 x 0,20 x 0,15 m x 2 400 kg/m ³	1 958,40
Columnas	3,50 x 0,20 x 0,20 m x 2 400 kg/m ³ x 24 col	8 064,00
Muros	96,23 m ² x 160 kg/m ²	15 396,80
Ventanas	40 x 1,30 m x 5 kg/m ²	260,00
Puertas	2,30 x 1,20 m x 35 kg/m ² x 2 puertas	193,20
Sobrecarga	35 kg/m ² x 10 x 20 m	7 000,00
W total, edificación		40 723,33

2.2.4.1.3.2. Cargas vivas

Este tipo de cargas se originan en la estructura debido a las personas que se cree instalarán la estructura, los cambios de temperatura y las fuerzas de la naturaleza, como lo pueden ser los vientos y los sismos, además las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura, para determinarlas se utiliza la ayuda de códigos de diseño.

Tabla XX. **Estimación de cargas vivas para la edificación**

INTEGRACIÓN DE CARGAS		(kg)
Estructura de techo	244,05 kg/m ² x 21 m x 11,20 m	57 400,56
Edificación		57 400,56

2.2.4.1.4. Fuerzas sísmicas

Éstas se generan por aceleraciones producidas en el terreno, provocando que la tierra tiemble, este tipo de fuerzas puede tener distintos orígenes, entre los que se pueden mencionar los sismos de origen tectónico, sismos de origen volcánico y los sismos artificiales (producidos por el hombre). Siendo más devastadores los de origen tectónico.

La fuerza sísmica dependerá del peso total de la edificación, y debido a que ésta se considera fija, se propone que el punto de aplicación de esta fuerza sea en la base de la estructura, dándole a esta fuerza el nombre de corte basal.

El código UBC 1997, sección 1630.2.1, requiere que el esfuerzo de corte basal total de diseño en una dirección determinada, debe realizarse con base en la siguiente fórmula.

$$V_b = \frac{C_v * I}{R T} * W \quad (30-4)$$

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

$$V_b = \frac{2,5 * C_a * I}{R} * W \quad (30-5)$$

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

$$V_b = 0,11 * C_a * I * W \quad (30-6)$$

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

$$V_b = \frac{0,80 * Z * N_v * I}{R} * W \quad (30-7)$$

Donde:

C_v = coeficiente sísmico, usar 0,64 N_v

I = factor de importancia sísmica, usar 1

R = coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia, usar 8,5

T = período de vibración elástico fundamental de la estructura

C_a = coeficiente sísmico, usar 0,44 N_a

Z = factor de zona sísmica, usar un factor de 0,4

Nv = factor de cercanía a la fuente, utilizado en la determinación de Cv en la zona sísmica 4, tomar un factor 1

Na = factor de cercanía a la fuente de origen utilizado al determinar Ca en la zona sísmica 4, tomar un factor igual a 1

W = carga muerta sísmica total de la estructura

Vb = esfuerzo de corte basal

El período de la estructura se determina a través del UBC 1997 (1630.2.2) que indica que para determinar el valor de “T” debe de utilizarse el método “A” presentado en el UBC 1997.

Método A: para todas las edificaciones, el valor de T puede aproximarse mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

T = período de vibración elástico fundamental de la estructura

Ct = 0,073, para pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos y estructuras arriostradas excéntricamente

Hn = es la altura de la estructura en metros, en este caso usar 3,50 m

$$T = (0,073) (3,5)^{3/4} = 0,19 \text{ s}$$

Por lo cual $F_t = 0$, debido a que el período de vibración $T \leq 0,70 \text{ s}$.

Determinando el valor del período

$$T = (0,073)(5)^{3/4} = 0,25 \text{ s}$$

Por lo cual $F_t = 0$, debido a que el período de vibración $T \leq 0,70 \text{ s}$.

Determinando el valor del corte basal (Vb)

$$V_b = \frac{0,64 \times 1 \times 1}{8,50 \times 0,25} (40\,723,33 \text{ kg}) = 12\,264,90 \text{ kg}$$

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

$$V_b = \frac{2,5 \times 0,44 \times 1}{8,5} * (40\,723,33 \text{ kg}) = 5\,270,08 \text{ kg}$$

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

$$V_b = 0,11 \times 0,44 \times 1 \times 40\,723,33 \text{ kg} = 1\,971,01 \text{ kg}$$

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

$$V_b = \frac{0,80 \times 0,4 \times 1 \times 1}{8,50} * (40\,723,33 \text{ kg}) = 1\,533,11 \text{ kg}$$

Debido a que cumple con todos los requerimientos del UBC, el corte basal será de:

$$\underline{V_b = 5\,270.08 \text{ kg}} \quad (\text{para X y Y})$$

Determinado el valor del corte basal, se establece la distribución de las fuerzas de piso (F_i), con la siguiente ecuación:

$$F_i = \left[\frac{(V-F_t)(W_i h_i)}{\sum W_i h_i} \right] \quad \text{donde } F_t = 0$$

$$F_i = \left[\frac{(5\,270.08-0)(183\,254.98)}{183\,254.98} \right] = 5\,270.08 \text{ kg}$$

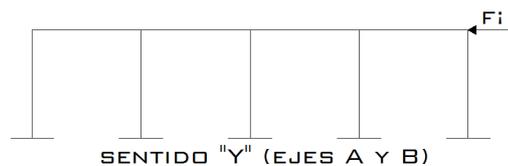
Tabla XXI. **Fuerzas de piso para el nivel analizado**

Nivel	W_i	h_i	$W_i h_i$	F_i	V_i
1	40 723,33	4,50	183 254,98	5 270,08	5 270,08

Figura 10. **Distribución de fuerza para marcos 1 y 2**



Figura 11. **Distribución de fuerza para marcos A y B**

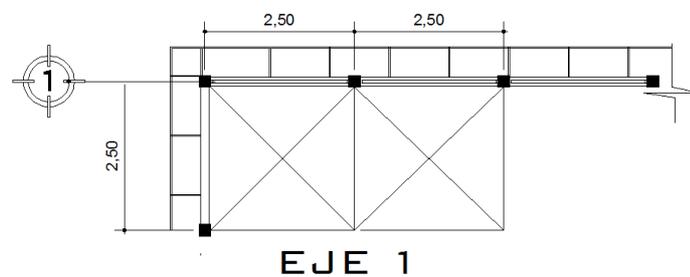


Integración de cargas gravitacionales

La estructura se constituye de 4 marcos estructurales, de los cuales solamente se analizarán dos, siendo estos: el marco (1), y el marco (A).

Para marco 1 se considerará lo siguiente:

Figura 12. **Áreas tributarias para marco 1**



$$A_{\text{techo}} = 2(1,25 \text{ m})(5,10 \text{ m}) = 12,75 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{ig}} = (0,20 \text{ m})(0,20 \text{ m})(2\,400 \text{ kg/m}^3) = 96 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga mojinete}} = (0,20 \text{ m})(0,15 \text{ m})(2\,400 \text{ kg/m}^3) = 72 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{estructura de techo}} = 8,89 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{estructura de techo}} = (8,89 \text{ kg/m}^2 + \text{sobrecarga})$$

$$\text{Sobrecarga} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{estructura de techo}} = (8,89 + 40) \text{ kg/m}^2 = 48,89 \text{ kg/m}^2$$

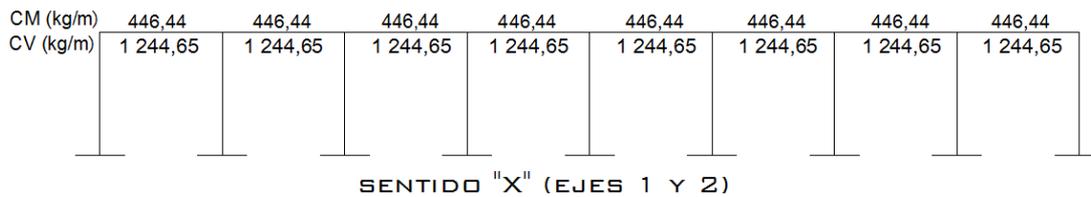
$$W_{\text{techo}} = \frac{(48,89 \text{ kg/m}^2)(12,75 \text{ m}^2)}{2,50 \text{ m}} = 249,34 \text{ kg/m}$$

$$\text{C.V.} = \frac{(244,05 \text{ kg/m}^2)(12,75 \text{ m}^2)}{2,50 \text{ m}} = 1\,244,65 \text{ kg/m}$$

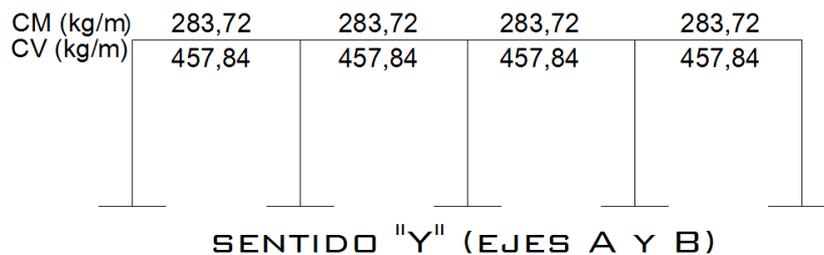
CM = 446,44 kg/m

CV = 1 244,65 kg

Figura 13. **Cargas muertas y vivas para el marco 1**



Figuras 14. **Cargas muertas y vivas para el marco A**



En las figuras 13 y 14 se incluyó el total de carga muerta aunque el análisis estructural se hará con el programa de computación SAP 2000; entonces, el peso propio de las vigas deberá restárselas porque dicho programa suma el peso propio automáticamente.

Determinación del centro de rigidez

En este caso se utilizará el método del voladizo, el cual se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles.

$$K_c = \frac{1}{\frac{F \cdot H^3}{12 \cdot E_c \cdot I} + \frac{1,2 \cdot F \cdot H}{A \cdot G}}$$

Donde:

K_c = rigidez de columna cuadrada

F = fuerza de nivel

H = altura de la columna

I = inercia de la sección

$$I = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

G = módulo de cortante

$$G = 0,40 \cdot E_c$$

E_c = módulo de elasticidad de concreto

$$E_c = 15\,100 \cdot \sqrt{f'_c}$$

A = área de la sección

$$K_c = \frac{1}{\frac{(5\,270,08 \text{ kg}) (230)^3}{3 (15\,100 \sqrt{300}) \left(\frac{1}{12} (20)(20)^3\right)} + \frac{1,2 (5\,270,08 \text{ kg}) (230 \text{ cm})}{(20) (20) (0,40) (15\,100 \sqrt{300})}} = 0,1622$$

$$K_{\text{marco A}} = (5 \text{ col}) (0,1622) = 0,811$$

$$K_{\text{marco 1}} = (9 \text{ col}) (0,1622) = 1,46$$

Tabla XXII. Centro de rigidez en Y, marco 1

Marco	No. columnas	Kcol	Kmarco	L (m)	Kmarco*L
1	9	0,162 2	1,46	10	14,60
2	9	0,162 2	1,46	0	0
		suma	2,92		14,60

$$CR_y = \frac{\sum(K_m * L)}{K_m} = \frac{14,60}{2,92} = 5 \text{ m}$$

Tabla XXIII. Centro de rigidez en X, marco A

Marco	No. columnas	Kcol	Kmarco	L (m)	Kmarco*L
A	5	0,162 2	0,811	0	0
B	5	0,162 2	0,811	20	16,22
		suma	1,622		16,22

$$CR_x = \frac{\sum(K_m * L)}{K_m} = \frac{16,22}{1,622} = 10 \text{ m}$$

Determinación del centro de masa de la edificación

Por tener una distribución simétrica, el centro de masa se encuentra con las siguientes expresiones:

$$C_{mx} = \frac{\text{Largo}}{2} \quad \text{y} \quad C_{my} = \frac{\text{Ancho}}{2}$$

$$C_{mx} = \frac{20}{2} = 10 \text{ m}$$

$$C_{my} = \frac{10}{2} = 5 \text{ m}$$

Torsión

El centro de masa coincide con el centro de rigidez, por tanto, no existe excentricidad directa, pero para determinar la torsión que se pueda generar, se procede a calcularla considerando una excentricidad mínima igual a 5% con respecto a cada eje, la cual se conoce como excentricidad de diseño.

Excentricidad directa: se determina por medio de la diferencia entre el centro de masas y el centro de rigidez, tal como se muestra con la siguiente fórmula:

$$e_x = C_{mx} - C_{rx} = 10 - 10 = 0 \text{ m}$$

$$e_y = C_{my} - C_{ry} = 5 - 5 = 0 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño: se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$e_{1 \ x, y} = |C_{m \ x, y} - C_{r \ x, y}| + 0,05 * b$$

$$e_{2 \ x, y} = |C_{m \ x, y} - C_{r \ x, y}| - 0,05 * b$$

Donde:

e_1 y e_2 = excentricidad

$C_{m \ x, y}$ = centro de masa en "X" y "Y"

$C_{r \ x, y}$ = centro de rigidez en "X" y "Y"

b = es la dimensión de la planta perpendicular al sismo

Tabla XXIV. **Excentricidad de la estructura**

EXCENTRICIDAD		
ex	0,00	Excentricidad directa
ey	0,00	
ex1	1,00	Excentricidad de diseño 1
ey1	0,50	
ex2	-1,00	Excentricidad de diseño 2
ey2	-0,50	

Distribución de corte traslacional y sismo

Tabla XXV. **Fuerza de marcos A y B**

FUERZAS DE MARCOS A Y B								
F = 5 270,08 kg					e = 1,00 m			
MARCO	Km	di	Km*di	Km*di ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	0,811	-11	-8,92	98,13	-21,62	2 635,04	-243,8	2 878,80
B	0,811	9	10,53	94,77	18,32	2 635,04	287,7	2 922,71
Suma	1,622			192,90				

Fm (A) = 2 922,71 kg (se tomará la mayor de ambos marcos).

Tabla XXVI. **Fuerza de marcos 1 y 2**

FUERZAS DE MARCOS 1 Y 2								
F = 5 270,08 kg					e = 0,50 m			
MARCO	Km	di	Km*di	Km*di ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	1,46	4,5	6,57	29,56	11,22	2 635,04	234,9	2 869,89
2	1,46	-5,5	-8,03	44,16	-13,40	2 635,04	-196,6	2 831,68
Suma	2,92			73,72				

Fm (1) = 2 869,89 kg (se tomará la mayor de ambos marcos).

Si el valor de $F_m < F_i'$, se debe de tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor de $F_m > F_i'$, F_m será el valor del marco analizado. Esto es, si existe una excentricidad directa distinta de 0, en este caso se tiene una excentricidad directa igual a cero, entonces, se tomará la excentricidad mínima y además, F_m será la sumatoria de los valores absolutos de $F_i' + F_i''$. A continuación se demuestran las ecuaciones utilizadas para calcular las fuerzas por marcos:

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

$$F_i' = \frac{K_m * F}{\sum K_m}$$

$$F_i'' = \frac{e * F}{E_i}$$

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Donde:

F = fuerza por nivel

K_m = rigidez del marco que se está analizando

$\sum K_m$ = rigidez total del marco

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

Tabla XXVII. **Resumen de fuerzas para los marcos analizados**

MARCO	F (kg)
A	2 922,71
1	2 869,89

2.2.4.1.5. Análisis de elementos

2.2.4.1.5.1. Análisis estructural aplicando el programa SAP 2000

Para el análisis estructural de cargas gravitacionales y laterales se utilizará el programa SAP 2000, debido a que es un programa que da resultados muy exactos y de fácil utilización. Además, se hará la comparación del análisis por medio del método de Kani, de esta forma ver qué variación sufre al aplicarse un *software* y hacerlo de forma manual. A continuación se muestran los diagramas de corte y de momentos, resultantes del análisis estructural en las figuras 15 y 16:

Figura 15. Diagrama de momentos para carga muerta, marco A (kg/m)

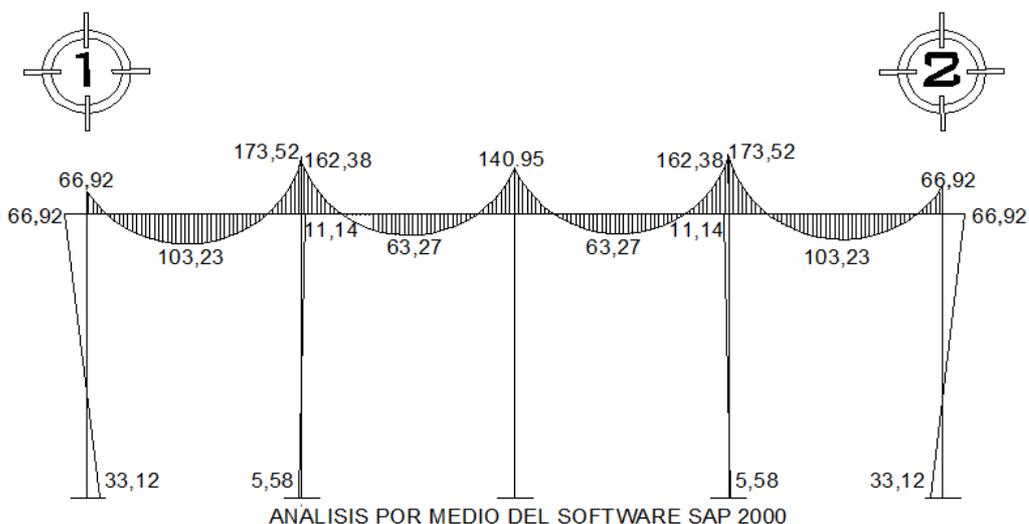
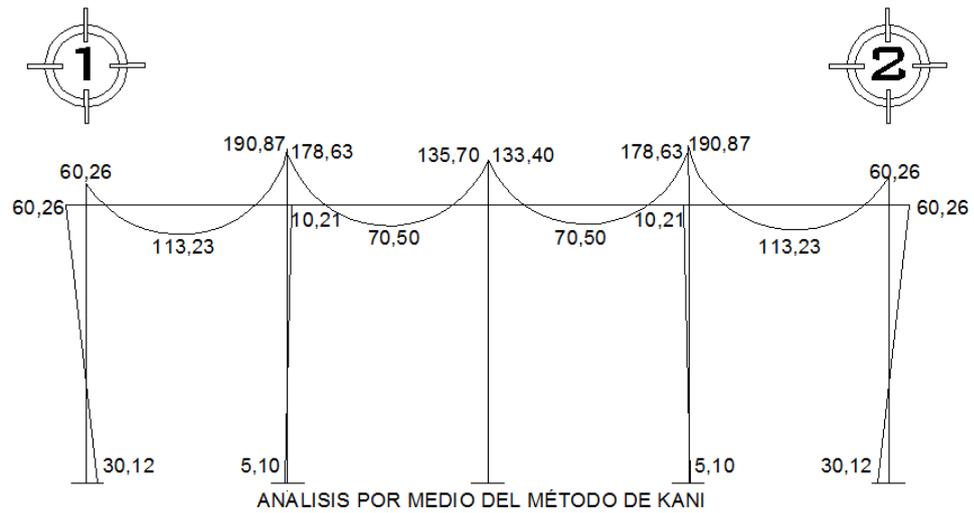


Figura 16. **Diagrama de momentos para carga muerta, marco A, utilizando el método de Kani (kg/m)**



Al comparar los resultados obtenidos por medio de la aplicación del *software* SAP 2000 con el método de Kani, se concluyó que aunque varían en un porcentaje bajo, es más recomendable trabajar con los resultados obtenidos del programa SAP, ya que éstos se asemejan más al comportamiento real de la estructura porque consideran el peso propio de los elementos y se basan en un análisis exacto.

Figura 17. Diagrama de corte para carga muerta, marco A (kg)

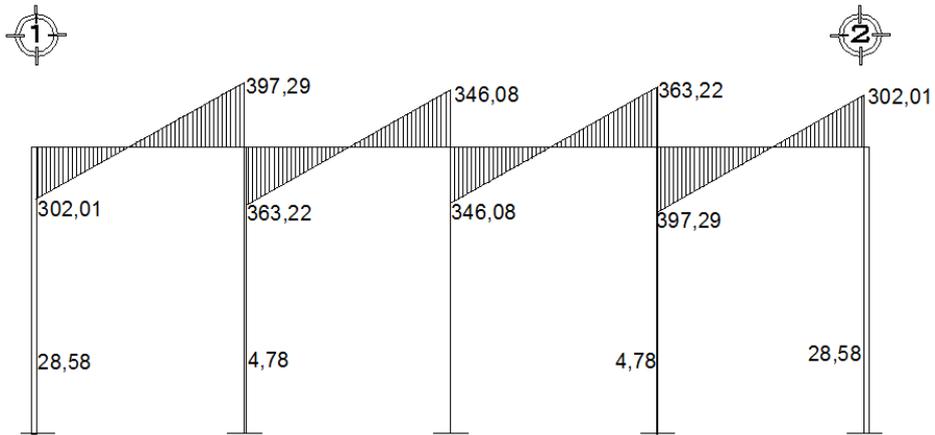


Figura 18. Diagrama de momentos para carga viva, marco A (kg/m)

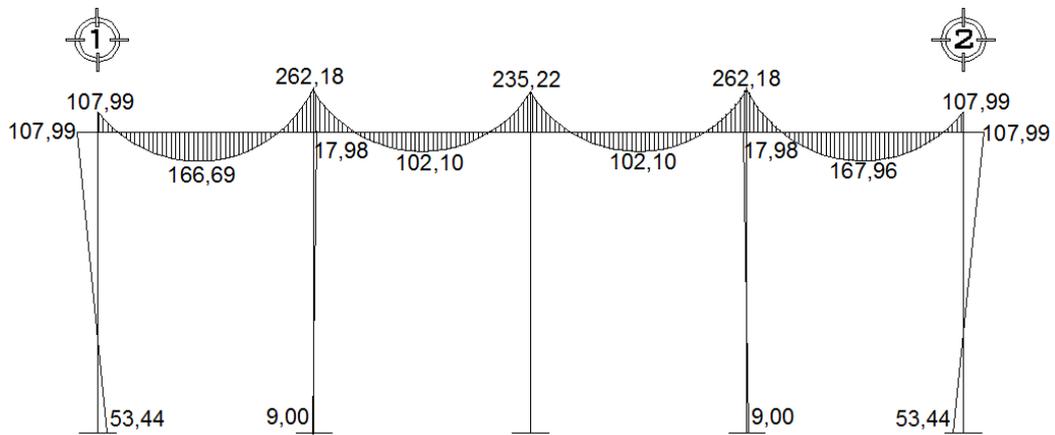


Figura 19. Diagrama de corte para carga viva, marco A (kg)

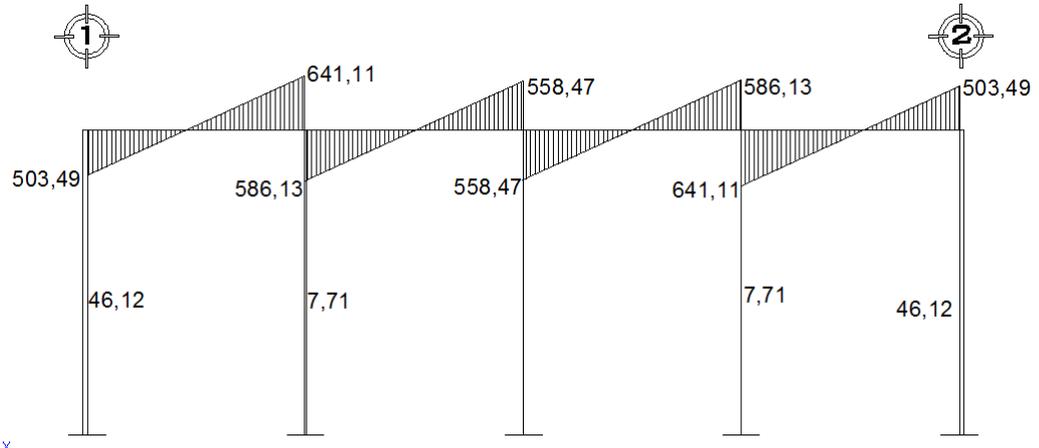


Figura 20. Diagrama de momentos para carga sísmica, marco A (kg/m)

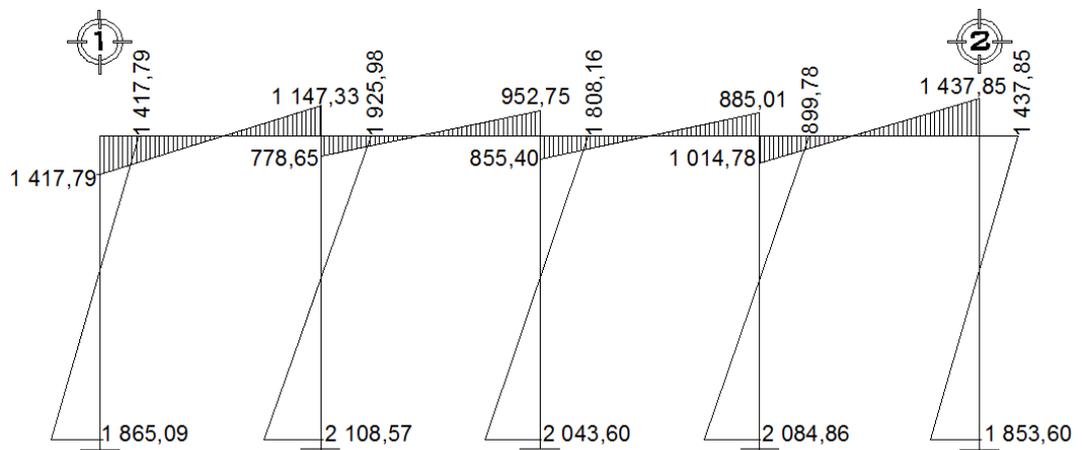


Figura 21. Diagrama de corte para carga sísmica, marco A (kg)

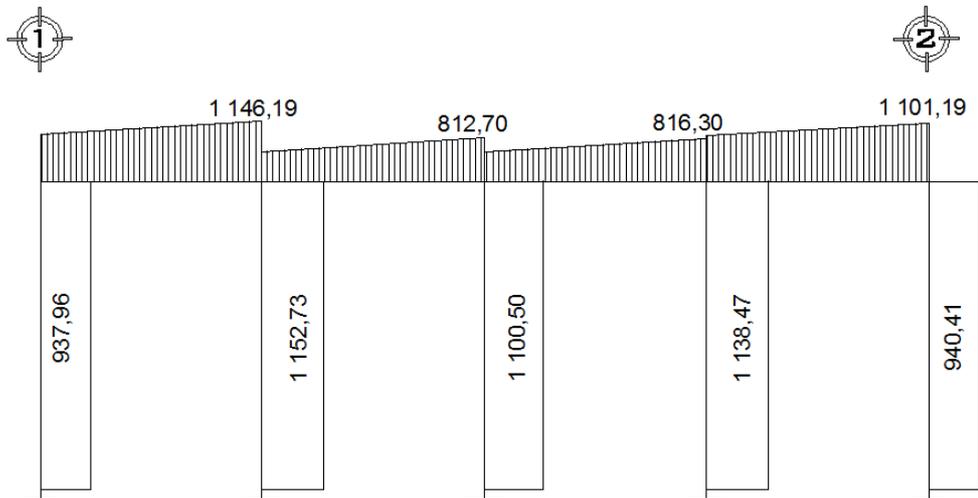


Figura 23. Diagrama de corte para carga muerta, marco 1 (kg)

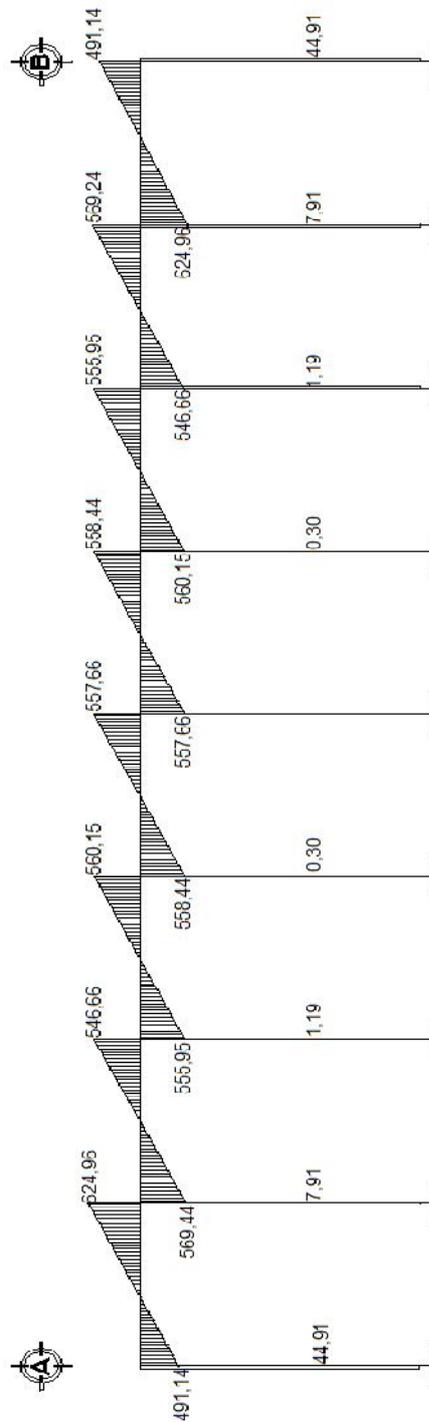


Figura 24. Diagrama de momentos para carga viva, marco 1 (kg/m)

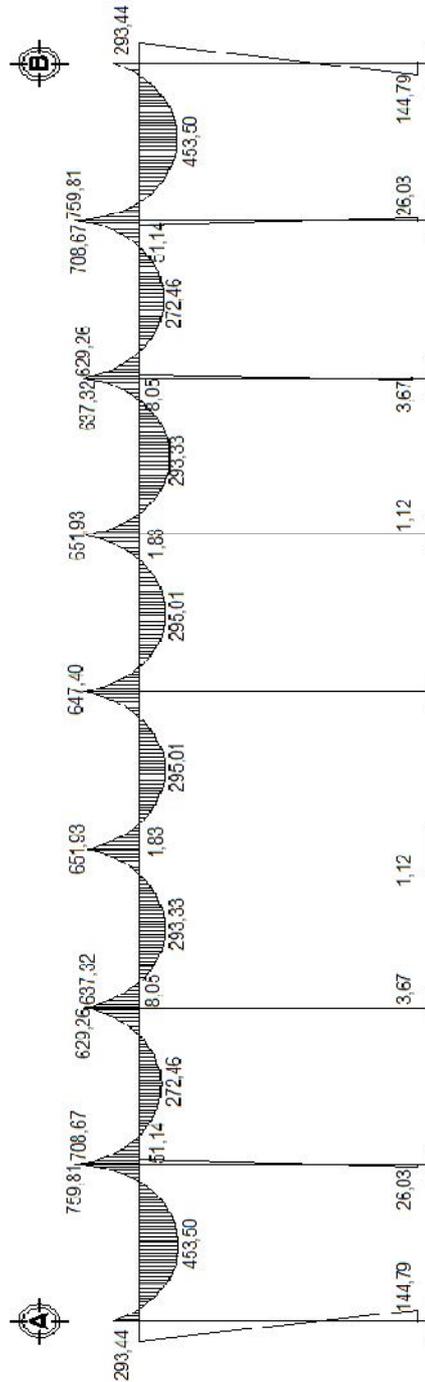


Figura 25. Diagrama de corte para carga viva, marco 1 (kg)

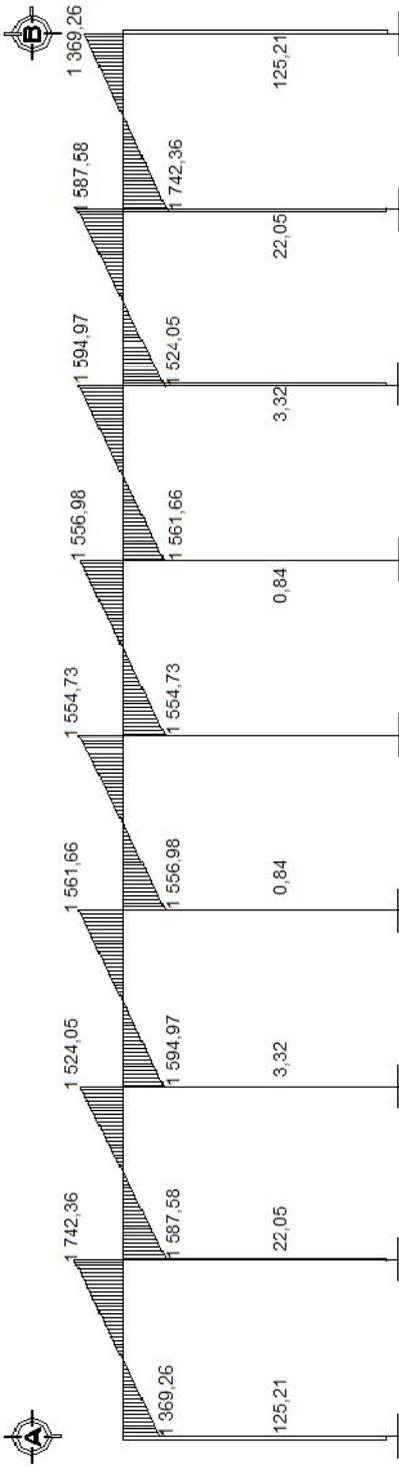


Figura 26. Diagrama de momentos para carga sísmica, marco 1 (kg/m)

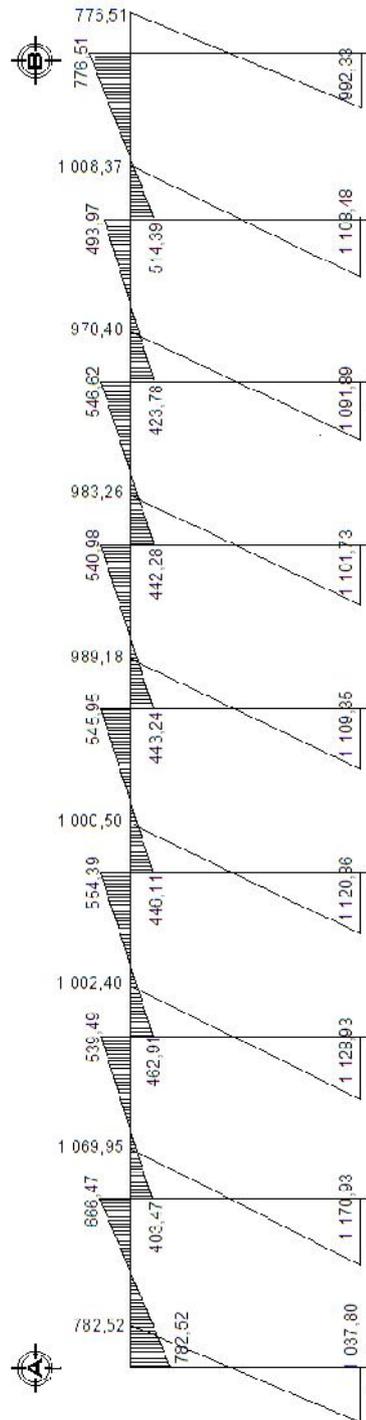
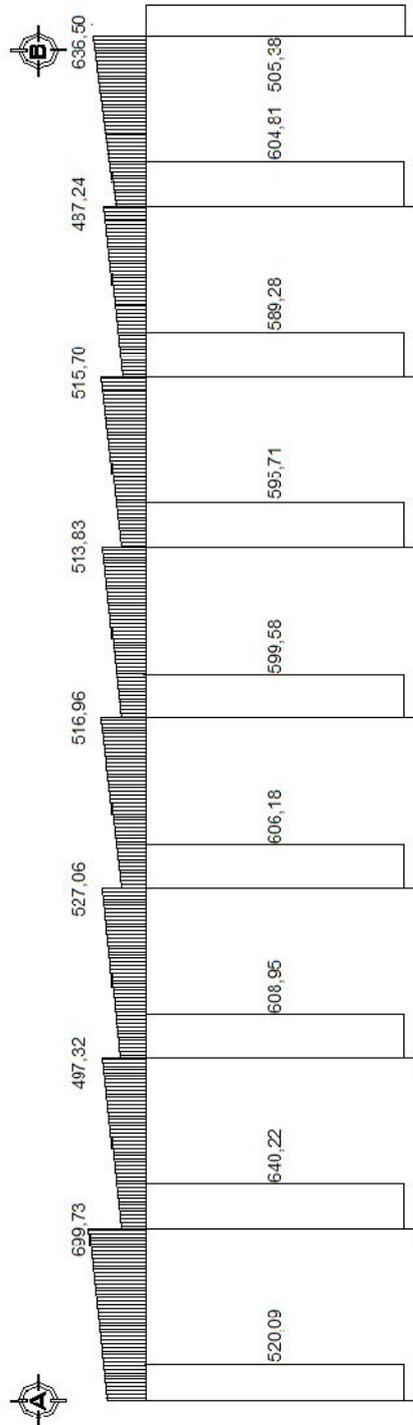


Figura 27. Diagrama de corte para carga sísmica, marco 1 (kg)



2.2.4.1.5.2. Estudio de suelos

Este estudio fue realizado con base en las normas y estatutos que rige el Centro de Investigaciones de Ingeniería. Para esto se realizó la perforación de un pozo de 1,50 m de alto, en el cual se obtuvo una muestra de 1 ft³ para practicarle el ensayo de compresión triaxial, los resultados obtenidos muestran que el suelo es del tipo limo arenoso y que posee un ángulo de fricción interna ϕ de 34,33° y una cohesión C_u de 3,60 t/m². El resultado obtenido durante el ensayo se muestra en el apéndice A.

Con los datos obtenidos en este estudio, se calculó la capacidad de carga que posee el suelo sobre el que se va a trabajar, para esta carga se utilizó la ecuación general de capacidad de carga última, dicha ecuación se detalla a continuación:

Ecuación general de capacidad de carga última

$$q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + \\ d f_y * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + \\ B \gamma * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$$

Donde:

q_u = capacidad de carga última

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

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma que dependen del tamaño de la zapata

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores que dependen de la profundidad de la zapata

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores que dependen de la inclinación a la cual se aplica la carga

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

$$\phi = 34,33^\circ$$

$$C_u = 3,60 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$d_f = 0,80 \text{ m}$$

Donde:

ϕ = ángulo de fricción interna

C_u = cohesión

γ_{suelo} = peso específico del suelo

d_f = desplante de la base del suelo a la zapata

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

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

q_u = capacidad de carga última

$FS = 2$

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

$$V_s = 35\,169,70 \text{ kg/m}^2$$

Tabla XXVIII. **Presión máxima permisible del suelo para el salón social**

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

Fuente: Jack C. McCormac. Diseño de concreto reforzado. Pág. 392

2.2.4.2. Diseño estructural

2.2.4.2.1. Diseño de la cubierta con techo de lámina

La cubierta será de lámina galvanizada calibre 28 mm, la cual se apoyará sobre una estructura metálica, conformada por costaneras y tijeras.

Tabla XXIX. Dimensiones de costanera a utilizar

COSTANERA		
BASE	ALTO	ESPEJOR
2"	4"	1/16"
5,08 cm	10,16 cm	0,159 cm

Carga muerta

Tabla XXX. Integración de cargas muertas

Carga muerta	
W lámina	4,25 kg/m ²
W costanera	4,00 kg/m ²
W instalaciones	0,64 kg/m ² (15% Wlámina)
WCM	8,89 kg/m ²

Carga viva: ésta es igual a la carga de viento, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$q = 0,005 * V^2$$

Donde:

V = mayor velocidad del viento registrada para Guatemala, según INSIVUMEH son 150 km/h

$$q = 0,005 * (150)^2 = 112,50 \text{ kg/m}^2$$

Sin embargo, la carga de viento debe afectarse por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, como existen

aberturas (ventanas), en el edificio educativo; cuando el viento golpea externamente la edificación, el factor es 0,80, y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura, el factor tendrá el valor de 0,50. Para este caso ocurren ambas situaciones, por lo cual se tomará como factor la suma de ambos.

$$PV = \text{factor} * q$$

$$\text{factor} = 0,80 + 0,50 = 1,30$$

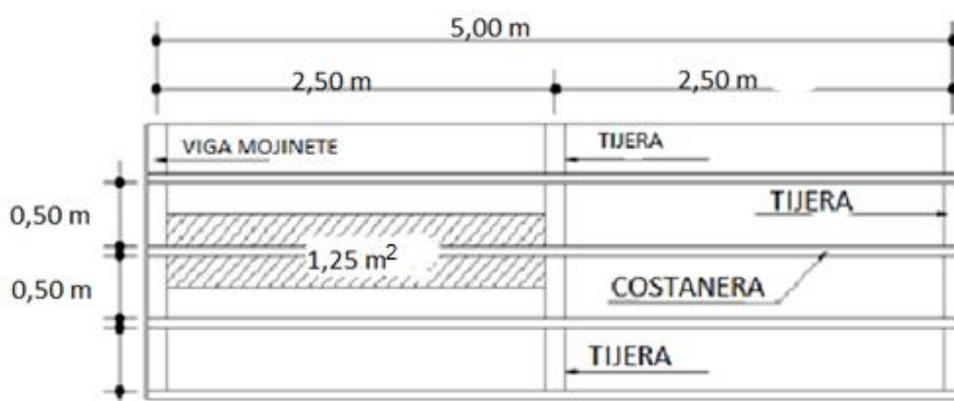
$$PV = 112,50 \text{ kg/m}^2 * 1,30 = 146,25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = CV + CM$$

$$\text{Carga total} = 146,25 \text{ kg/m}^2 + 8,89 \text{ kg/m}^2 = 155,14 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de la carga uniformemente distribuida que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria.

Figura 28. Área tributaria que carga la costanera



Cálculo de carga uniformemente distribuida (W)

$$W = \frac{\text{carga total} * \text{área tributaria}}{L_{\text{costanera}}}$$

Donde:

$$\text{área tributaria} = (0,50 \text{ m}) * (2,50 \text{ m}) = 1,25 \text{ m}^2$$

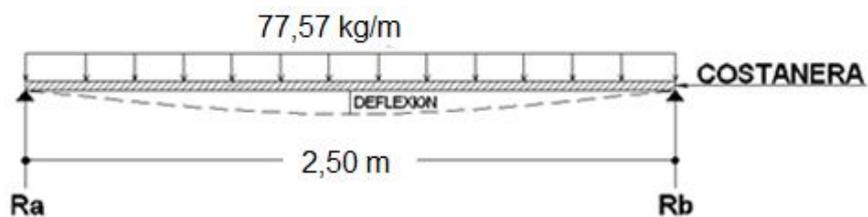
$$\text{carga total} = 155,14 \text{ kg/m}^2$$

$$L_{\text{costanera}} = 2,50 \text{ m}$$

$$W = \frac{155,14 \text{ kg/m}^2 * 1,25 \text{ m}^2}{2,50 \text{ m}} = 77,57 \text{ kg/m}$$

El modelo matemático de la costanera se puede asumir como una viga simplemente apoyada en sus extremos con una carga uniformemente distribuida.

Figura 29. **Modelo matemático de costanera**



Cálculo del momento flexionante

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

Donde:

M = momento flexionante

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

$$M = \frac{77,57 \text{ kg/m} * 2,50 \text{ m}^2}{8} = 60,60 \text{ kg-m}$$

Diseño por flexión: para el diseño se requiere que los esfuerzos de flexión reales en la viga no excedan los valores permisibles correspondientes para el material.

$$S = \frac{M}{F_b}$$

Donde:

S = módulo de sección

M = momento flexionante

F_b = esfuerzo del acero = 24000 psi

$$S = \frac{6\,060 \text{ kg-cm}}{1\,690,91 \text{ kg/cm}^2} = 3,58 \text{ cm}^3 \approx 0,22 \text{ in}^3$$

Tabla XXXI. **Propiedades de costanera a utilizar**

a	b	c	t	Área (in ²)	Ix (in ⁴)	Iy (in ⁴)	Sx (in ³)	Sy (in ³)
4"	2"	1/2"	1/16"	0,44	1,79	0,0001	0,51	0,00
a	b	c	t	Área (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Iy (cm ⁴)	Sx (cm ³)	Sy (cm ³)
10,16	5,08	1,27	0,16	2,84	74,51	0,00	8,36	0,00

Como se puede observar, el módulo de sección obtenido es menor que el módulo de sección para una costanera de 4" x 2" x 1/16", por lo tanto, la costanera elegida cumple con la resistencia a la flexión.

Diseño por corte: el corte máximo ocurre en las reacciones de los apoyos.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_a + R_b = 77,57 \text{ kg/m} * 2,50 \text{ m}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$77,57 \text{ kg/m} * \frac{2,50 \text{ m}}{2} = R_b$$

$$R_a = 96,96 \text{ kg} \quad R_b = 96,96 \text{ kg}$$

El esfuerzo cortante de la costanera se calcula con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde

T = esfuerzo cortante

V = corte máximo actuante

A = área de la sección

$$T = \frac{96,96 \text{ kg}}{2,84 \text{ cm}^2} = 34,14 \text{ kg/cm}^2 \approx 490 \text{ psi} < 14\,500 \text{ psi}$$

Por lo tanto, la costanera elegida resiste los esfuerzos de corte que se producen.

Diseño por deflexión: se conoce como deflexión a la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica.

Deflexión real

$$D_r = \frac{5 * W * L^3}{384 * E * I}$$

Donde:

D_r = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad del acero 29000 ksi

I = inercia de la costanera

$$D_r = \frac{5 * 0,6967 \text{ kg/cm} * 250 \text{ cm}^3}{384 * (2,04 * 10^6 \text{ kg/cm}^2) * 74,51 \text{ cm}^4} = 0,000001592 \text{ cm} \approx 0,0000378 \text{ in}$$

Deflexión permisible

$$D_p = \frac{L}{360}$$

Donde:

Dp = deflexión permisible

L = longitud de la costanera en pulgadas

$$D_p = \frac{160,43 \text{ in}}{360} = 0,445 \text{ in}$$

Debido a que la deflexión real es menor que la deflexión permisible la costanera elegida es correcta.

Diseño de tijeras: las tijeras son las estructuras que soportan todo el peso de la cubierta y están formados por una sección cerrada de dos costaneras dobles tipo "c".

Tabla XXXII. **Dimensiones de costaneras a utilizar**

COSTANERA		
BASE	ALTO	ESPESOR
2"	6"	1/8"
5,08 cm	15,24 cm	0,3175 cm

Carga muerta:

Tabla XXXIII. Integración de cargas muertas

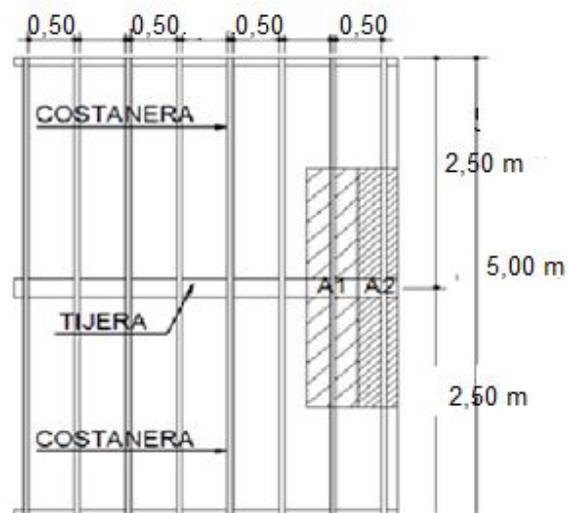
Carga muerta	
W lámina	4,25 kg/m ²
W costaneras	8,00 kg/m ²
W instalaciones	0,64 kg/m ² (15% Wlámina)
WCM	12,89 kg/m ²

Carga viva: es igual a la carga de viento, afectada por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, esta carga ya se calculó anteriormente.

$$\text{Carga total} = \text{CV} + \text{CM}$$

$$\text{Carga total} = 146,25 \text{ kg/m}^2 + 12,89 \text{ kg/m}^2 = 159,14 \text{ kg/m}^2$$

Figura 30. Área tributaria que carga la tijera



$$A_1 = 0,50 \text{ m} * 2,50 \text{ m} = 1,25 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,50 \text{ m} * 2,50 \text{ m} = 1,25 \text{ m}^2$$

Cargas en los nudos: para determinar la carga en cada nudo de la armadura se debe multiplicar el área tributaria por la carga total.

$$C1 = A_1 * \text{carga total}$$

$$C1 = 1,25 \text{ m}^2 * 159,14 \text{ kg/m}^2 = 198,92 \text{ kg}$$

$$C1 = 198,92 \text{ kg}$$

$$C2 = A_2 * \text{carga total}$$

$$C2 = 1,25 \text{ m}^2 * 159,14 \text{ kg/m}^2$$

$$C2 = 198,92 \text{ kg}$$

Figura 31. **Cargas actuantes en los nudos y diagrama de cuerpo libre del tendal**

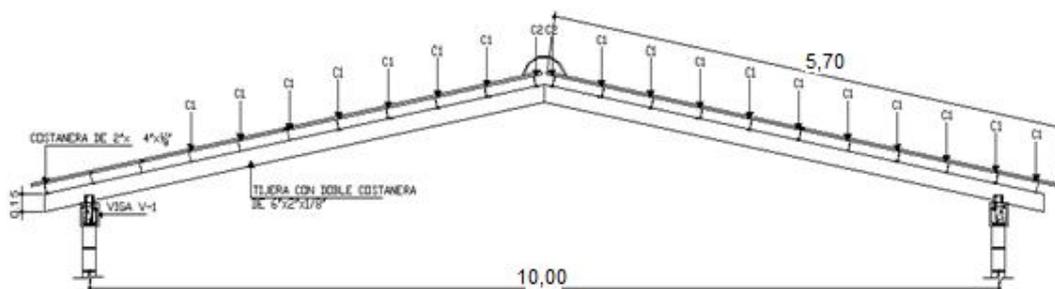
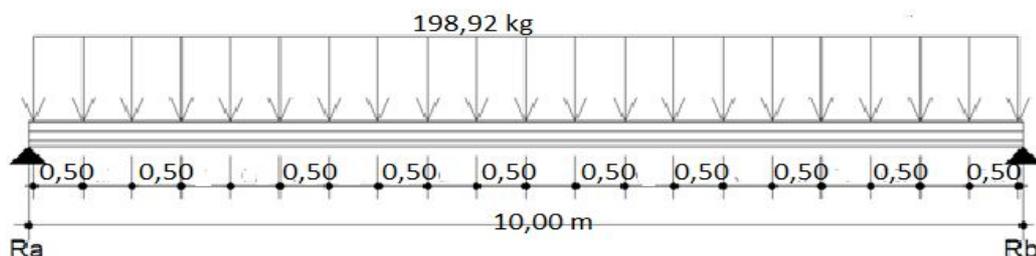
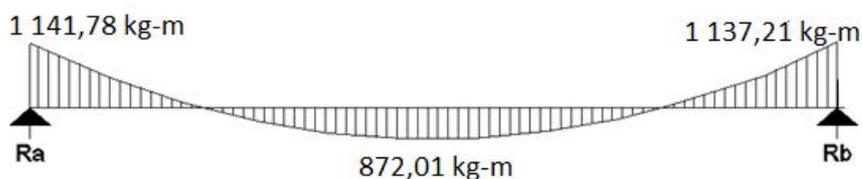


Figura 32. **Diagrama de cuerpo libre del tendal**



Las tijeras de la armadura del techo se analizarán como un modelo matemático de una viga simplemente apoyada en sus extremos con cargas puntuales. Para lo cual es necesario conocer el corte y momento flexionante máximo que actúa en el tendal y determinar la capacidad resistente del elemento.

Figura 33. **Diagrama de momento flexionante de la tijera**



Momento máximo = 1 141,78 kg-m

Cálculo de módulo de sección de la tijera: para encontrar el módulo de sección de la tijera es necesario conocer el momento de inercia en el eje X de la sección formada por dos costaneras de perfil C con medidas de 2" x 6" x 1/8", para lo cual se divide la sección de la tijera en figuras geométricas de área conocida, en este caso, rectángulos, y luego se encuentra la distancia del eje x al centroide de cada figura, para después utilizar el teorema de ejes paralelos.

$$S = \frac{I}{C}$$

Donde:

S = módulo de sección

I = momento de inercia de la tijera = 13,61 in⁴

C = distancia del centro al extremo

$$S = \frac{13,61 \text{ in}^4}{3 \text{ in}} = 4,54 \text{ in}^3$$

El momento máximo que soporta la sección, formada por dos costaneras de 2" x 6" x 1/8", se calcula de la siguiente forma:

$$M = S * F_b$$

Donde:

M = momento máximo que resiste la sección

S = módulo de sección

F_b = esfuerzo del acero = 24 000 psi

$$M = 4,54 \text{ in}^3 * 24\,000 \text{ lb/in}^2 = 108\,960,00 \text{ lb-in} \approx 1\,258,00 \text{ kg-m}$$

El momento actuante en la tijera es menor que el momento máximo resistente, por lo tanto, la sección propuesta es correcta.

2.2.4.2.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortantes últimos actuantes en la estructura, estos se obtienen del análisis estructural.

2.2.4.2.3. Diseño por flexión

Figura 34. Viga 1-2, marco A

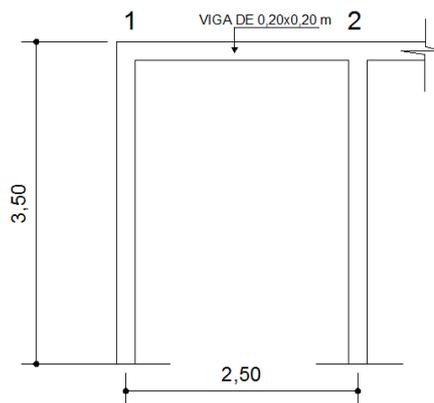


Figura 35. Diagrama de momentos para carga muerta viga 1-2, marco A

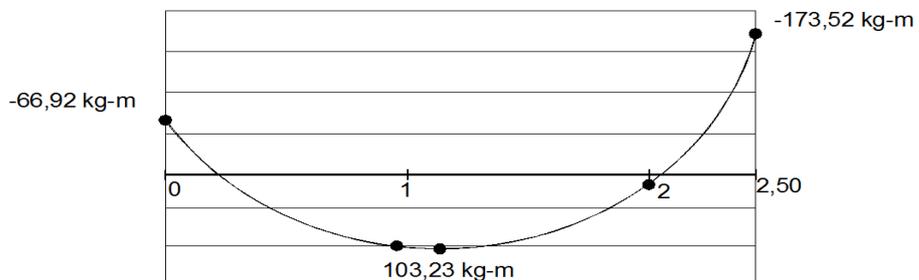


Figura 36. Diagrama de momentos para carga viva viga 1-2, marco A

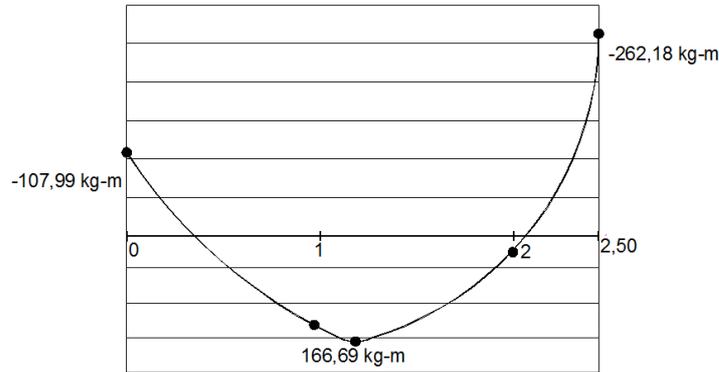
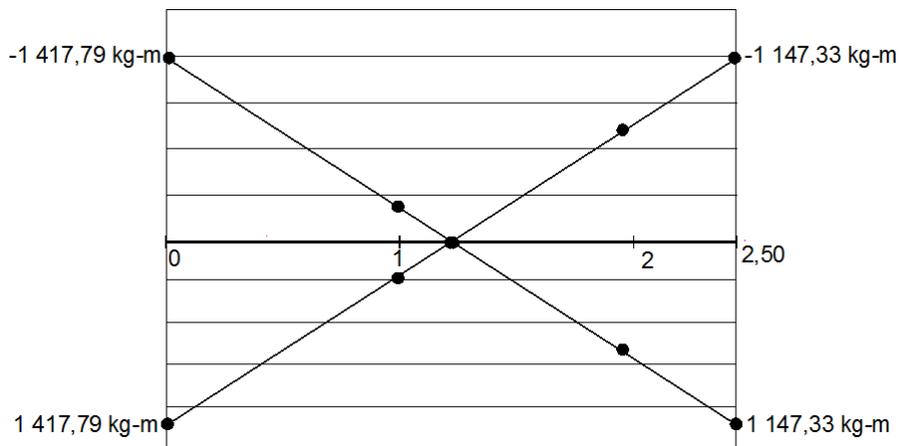


Figura 37. Diagrama de momentos para carga sísmica viga 1-2, marco A

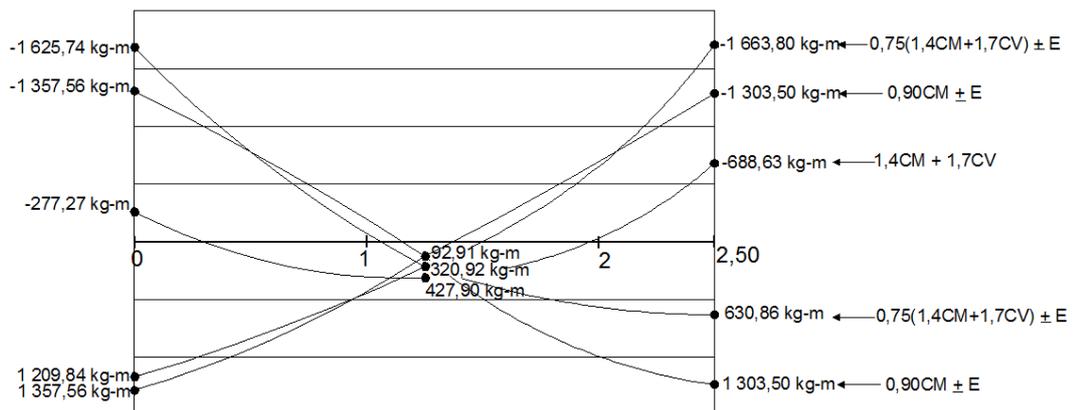


Los diagramas anteriores fueron resultados tomados del análisis estructural del marco A, con los que se elaboró la envolvente de momentos, que es el diagrama que representa los máximos momentos a los cuales va a estar sometido el elemento estructural, para lo cual el código ACI 318-05, apéndice C.2.1 da las siguientes combinaciones para determinar los momentos máximos inducidos a la estructura.

- $U = 1,4CM + 1,7CV$
- $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$
- $U = 0,90CM \pm E$

A continuación se presenta la envolvente de momentos generada por los diagramas y las combinaciones de carga anteriores, en el lado derecho aparece la combinación respectiva utilizada:

Figura 38. **Envolvente de momentos**



Datos de diseño:

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2 810,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$M(-) \text{ izq} = 1 625,74 \text{ kg-m}$$

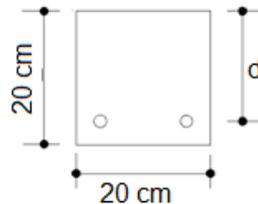
$$M(+) \text{ izq} = 1 357,56 \text{ kg-m}$$

$$M(+) \text{ central} = 427,90 \text{ kg-m}$$

$$M(-) \text{ der} = 1 663,80 \text{ kg-m}$$

$$M(+) \text{ der} = 1 303,50 \text{ kg-m}$$

Figura 39. **Sección de viga de diseño**



Determinación de peralte efectivo

$$d = h - \text{recubrimiento} - \text{diámetro de refuerzo longitudinal}/2$$

El código ACI 318-05, sección 7.7.1 establece que, se debe proporcionar un recubrimiento mínimo al refuerzo para vigas igual a 4 cm.

$$d = 20 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - (1,27 \text{ cm})/2 = 15,36 \text{ cm}$$

Determinación de refuerzo mínimo: el código ACI 318-05, sección 10.5 establece que, en toda sección de un elemento sometido a flexión cuando por análisis se requiera refuerzo a tracción el A_s no debe ser menor a:

$$A_s = \frac{0,8 * \sqrt{f'_c} * b * d}{f_y} \quad \text{pero no menor a} \quad A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

Donde:

A_s = área de refuerzo a tracción o compresión

$A_{s\text{mín}}$ = área de acero mínima

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

b = base del elemento estructural

d = peralte efectivo

$$A_s = \frac{0,8 * \sqrt{280} * 20 * 15,36}{2 * 810} = 1,46 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2 * 810} * 20 * 15,36 = 1,54 \text{ cm}^2$$

Determinación de área de acero máxima

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{\epsilon_c * E_s}{\epsilon_c * E_s + f_y}$$

Donde:

$A_{s\text{máx}}$ = área de acero máxima

ρ_b = cuantía de acero balanceado

b = base del elemento estructural

d = peralte efectivo

β_1 = factor que depende del valor de f'_c del concreto

ϵ_c = deformación unitaria del concreto

E_s = módulo de elasticidad del acero

E_c = módulo de elasticidad del concreto

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

Como $f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \beta_1 = 0,85$

$\epsilon_c = 0,003$

$E_s = 2,03 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$E_c = 2,75 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\rho_b = 0,85 \cdot 0,85 \cdot \frac{280}{2810} \cdot \frac{0,003 \cdot 2,03 \cdot 10^6}{0,003 \cdot (2,03 \cdot 10^6 + 2810)} = 0,072$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 \cdot 0,072 \cdot 20 \text{ cm} \cdot 15,36 \text{ cm} = 11,06 \text{ cm}^2$$

El código ACI 318-05, apéndice C.3.2.1 para secciones controladas por tracción se debe aplicar un factor de reducción Φ igual a 0,90.

Determinación de área de acero requerida para los momentos: para determinar el área de acero se utiliza la siguiente ecuación, la cual ya incluye el factor de reducción.

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

Donde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = momento último en kg-m

b = base de la viga en cm

d = peralte efectivo de la viga en cm

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2

f_y = resistencia a la fluencia del acero en kg/cm^2

Tabla XXXIV. Área de acero requerido para momentos de viga 1, marco

A

Mu (kg-m)	Asmín (cm ²)	As requerida (cm ²)	Asmáx (cm ²)	Sección	Armado longitudinal
1 625,74	1,54	4,59	11,06	flexión negativa (izq)	2 No. 4 corridos + 2 No 4 L = 0,70 m
1 357,56	1,54	3,77	11,06	flexión positiva (izq)	2 No. 4 corridos
427,90	1,54	1,12	11,06	flexión positiva (central)	2 No. 4 corridos
1 663,80	1,54	4,71	11,06	flexión negativa (der)	2 No. 4 corridos
1 303,50	1,54	3,61	11,06	flexión positiva (der)	2 No. 4 corridos + 2 No 4 L = 0,70 m
Momentos de inversión					
1 357,56	1,54	3,77	11,06	flexión positiva (izq)	2 No. 4 corridos
1 625,74	1,54	4,59	11,06	flexión negativa (izq)	2 No. 4 corridos + 2 No 4 L = 0,70 m
427,90	1,54	1,12	11,06	flexión positiva (central)	2 No. 4 corridos
1 303,50	1,54	3,61	11,06	flexión positiva (der)	2 No. 4 corridos + 2 No 4 L = 0,70 m
1 663,80	1,54	4,71	11,06	flexión negativa (der)	2 No. 4 corridos

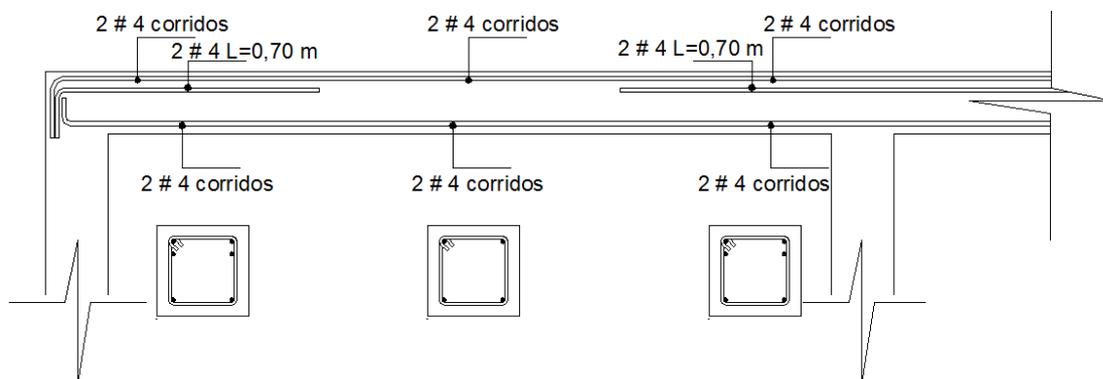
El código ACI 318-05, sección 21.3.2.1 requiere que en cualquier sección de un elemento a flexión, el refuerzo tanto superior como inferior, se deberá colocar área de acero mínimo, y la cuantía de refuerzo no debe exceder a 0,025. Al menos dos barras continuas deben disponerse tanto en la parte inferior y superior.

Como se observa en la tabla XXXIV, la viga en todas sus secciones es simplemente reforzada, para el momento de 427,90 kg-m el área de acero requerida es menor que el área de acero mínima, entonces, se deberá colocar el área de acero mínimo que es 1,54 cm².

El código ACI 318-05, sección 21.3.2.2 requiere que la resistencia a momento positivo, en la cara del nudo, no debe ser menor que el 50% de la resistencia a momento negativo en esa misma cara del nudo. Esto se determina considerando los momentos de inversión y como se muestra en la tabla XXXIV al considerarlos, el área de acero requerida para momento positivo es mayor al 50%, por lo que se concluye que el refuerzo requerido cumple con resistir los momentos de inversión.

La resistencia a momento positivo o negativo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en cualquiera de las caras del nudo.

Figura 40. **Armado longitudinal de viga 1, marco A**



2.2.4.2.3.1. Diseño a corte

El objetivo de diseñar a corte es confinar el núcleo de concreto que se encierra, con el fin de evitar que las varillas longitudinales se puedan expandir y salir de su eje. Además, se deben colocar estribos por confinamiento, si el caso lo requiere, por ejemplo, si el área de concreto no resiste el total del cortante

inducido, es decir, que el cortante total será resistido por los estribos de confinamiento.

Determinación del cortante resistido por la sección de concreto

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_r = cortante resistido por la sección

b = base de la viga

d = peralte efectivo de la viga

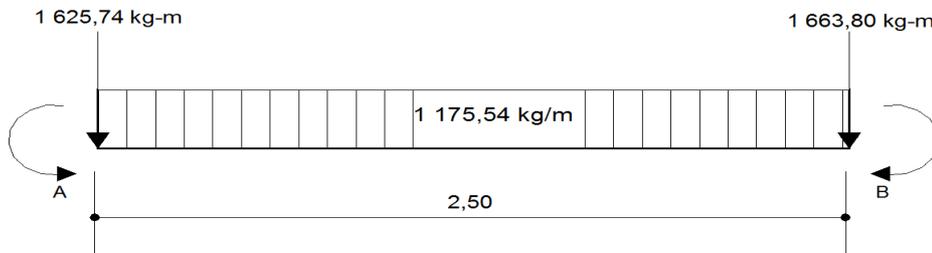
f'_c = resistencia a la compresión del concreto

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 20 * 15,36 = 2\,315,77 \text{ kg}$$

Este valor obtenido se debe comparar con el V_u para determinar si la sección resiste el 100% del corte, o se debe de diseñar estribos que resistan el corte.

Para el cálculo del cortante último de la viga, se toman los datos de las cargas gravitacionales mayoradas y los resultados obtenidos en la envolvente de momentos.

Figura 41. Cargas y momentos aplicados a la viga analizada



$$\Sigma M_a = 0$$

$$M_a = 1\,663,80 - 1\,625,74 + (1\,175,54 \cdot 2,50 \cdot 1,25) - 2,50R_b$$

$$R_b = \frac{38,06 + 3\,673,56}{2,50} = 1\,484,65 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_v = 0$$

$$\Sigma F_v = -(1\,175,54 \cdot 2,50) + 1\,484,65 + R_a$$

$$R_a = 2\,938,85 - 1\,484,65 = 1\,454,20 \text{ kg}$$

El cortante último soportado por la viga es 1 484,65 kg, el cual se debe comparar con el corte resistente.

Si $V_r > V_u$, la viga necesitará estribos solamente por armado

Si $V_r < V_u$, se deberá diseñar estribos por corte

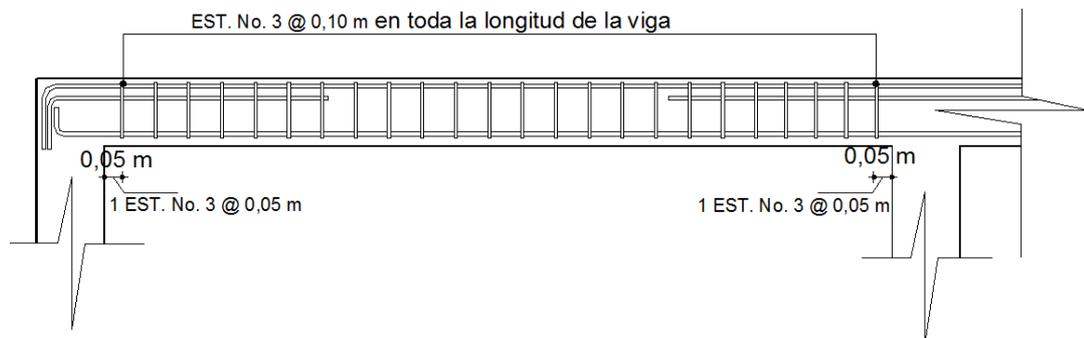
Como $V_r > V_u$, no se necesita estribos cerrados por confinamiento, solamente se colocarán estribos por armadura al máximo espaciamiento especificado en el ACI.

El ACI 318-05, sección 21.3.3.4 especifica que cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.

$$S = 20/2 = 10 \text{ cm}$$

Entonces se colocarán estribos @ 0,10 m utilizando hierro No. 3 debiendo colocar el primer estribo a 5 cm del rostro interno de la viga.

Figura 42. **Armado transversal de la viga 1, marco A**



La viga del marco 1 se diseñó de la misma manera que la del marco A.

Figura 43. Armado longitudinal para viga 2, marco 1

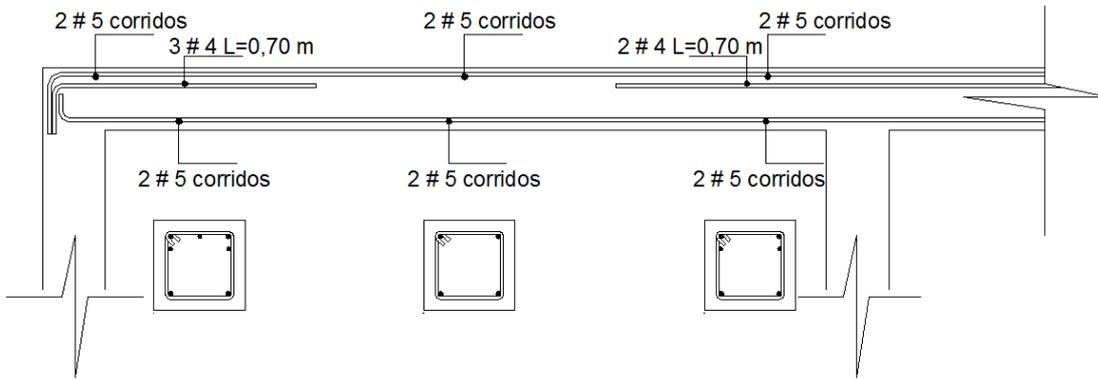


Figura 44. Armado transversal de la viga 2, marco 1

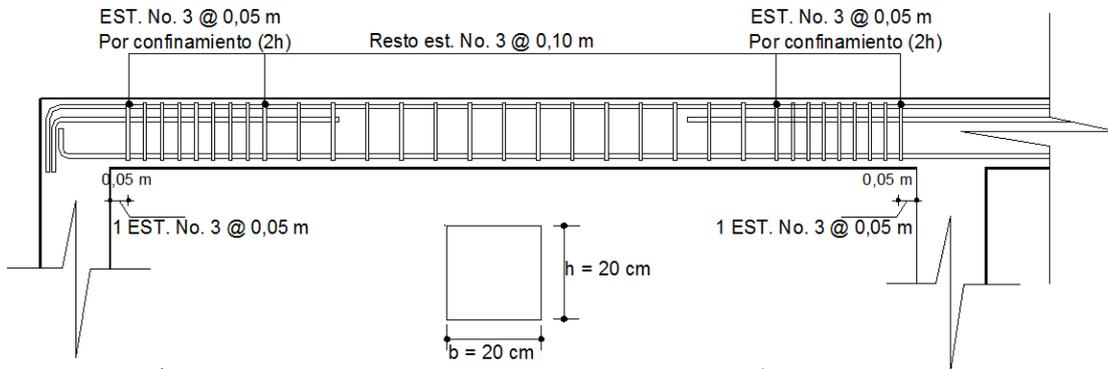


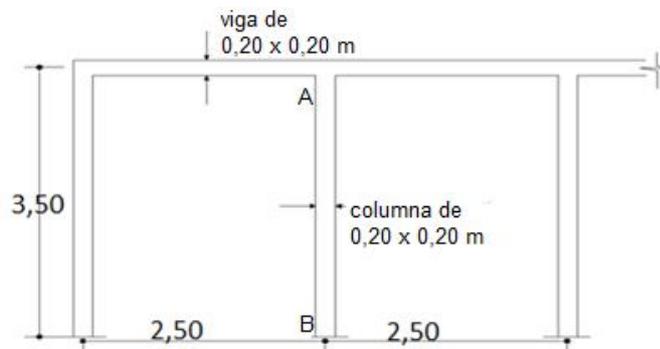
Tabla XXXV. Resumen de diseño de vigas para marco A y marco 1

MARCO A (VIGA ANALIZADA PARA DISEÑO)					
VIGA 1	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	Momento (kg-m)	As(cm ²)	Refuerzo	Cortante (kg)	Refuerzo
sección 20 x 20 cm	(-)1 625,74	4,59	2 No. 4 corridos + 2 No. 4 L = 0,70 m	Vu = 1 484,65 Vr = 2 315,77	Estribo No. 3 @ 0,10 m, en toda la longitud de la viga.
	(+)427,90	1,54	2 No. 4 corridos		
	(-)1 663,80	4,71	2 No. 4 corridos + 2 No. 4 L = 0,70 m		
MARCO 1 (VIGA 2)					
VIGA 2	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	Momento (kg-m)	As(cm ²)	Refuerzo	Cortante (kg)	Refuerzo
sección 20 x 20 cm	(-)2 343,13	6,96	2 No. 5 corridos + 3 No. 4 L = 0,70m	Vu = 3 594,85 Vr = 2 315,77	Estribo No. 3 @ 0,05 m por confinamiento en 2h, resto Est. No.3 @ 0,10 m.
	(+)998,67	2,71	2 No. 5 corridos		
	(-)1 921,38	5,53	2 No. 5 corridos + 2 No. 4 L = 0,70m		

2.2.4.2.4. Diseño de columnas

Determinación del efecto de esbeltez en el eje Y marco A

Figura 45. Columna A, marco A, sentido Y



$$\Psi = \frac{\left(\frac{\sum E_c \cdot I_{columna}}{L}\right)}{\left(\frac{\sum E_c \cdot I_{viga}}{L}\right)}$$

Donde:

Ψ = factor de modificación para la resistencia a tracción

L = luz del elemento a flexión, medida centro a centro de los apoyos

El código ACI 318-05, sección 10.11.1, permite el uso de las siguientes propiedades para los elementos de la estructura:

Módulo de elasticidad del concreto..... E_c

Momentos de inercia:

Vigas 0,35 I_g

Columnas 0,70 I_g

Muros – no agrietados 0,70 I_g

Muros – agrietados 0,35 I_g

Placas planas y losas planas 0,25 I_g

Área 1,0 A_g

$$I = \frac{1}{12} bh^3$$

$$I_{viga} = 0,35 \left[\frac{1}{12} (20)(20)^3 \right] = 4\,666,67 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = 0,70 \left[\frac{1}{12} (20)(20)^3 \right] = 9\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$\Psi_A = \frac{\frac{9\,333,33}{350}}{\frac{4\,666,67}{250} + \frac{4\,666,67}{250}} = 0,71$$

$\Psi_B = 1$, si es empotramiento perfecto se debe tomar igual a 0, pero si se asemeja a un empotramiento perfecto se debe suponer 1.

Para el cálculo de Ψ_A no hubo necesidad de calcular el módulo de elasticidad del hormigón, puesto que todos los miembros son del mismo material.

Determinación del factor de longitud efectiva K: para elementos no arriostrados (con desplazamiento lateral), a compresión, restringidos en ambos extremos, el código ACI 318-05, comentario R10.12.1 permite calcular el factor K tomando en cuenta el efecto de las restricciones en los bordes, por medio de las siguientes ecuaciones.

Para $\Psi_m < 2$

$$K = \frac{20 - \Psi_m}{20} * \sqrt{(1 + \Psi_m)} \quad (C)$$

Para $\Psi_m \geq 2$

$$K = 0,90 * \sqrt{(1 + \Psi_m)} \quad (D)$$

Donde:

Ψ_m = promedio de Ψ_A y Ψ_B , de los dos extremos del elemento a compresión

$$\Psi_m = \frac{1 + 0,71}{2} = 0,855 < 2$$

$$K = \frac{20 - 0,855}{20} * \sqrt{1 + 0,855} = 1,30$$

El código ACI 318-05, sección 10.13.1 dice que para elementos en compresión no arriostrados, el factor de longitud efectiva no deberá ser menor que 1, y para este caso K es igual a 1,30, entonces, se cumple esta afirmación.

El código ACI 318-05, sección 10.13.2 permite ignorar los efectos de esbeltez en estructuras no arriostradas si se cumple con lo siguiente:

$$\frac{KL}{r} < 22$$

Donde:

K = factor de longitud efectiva

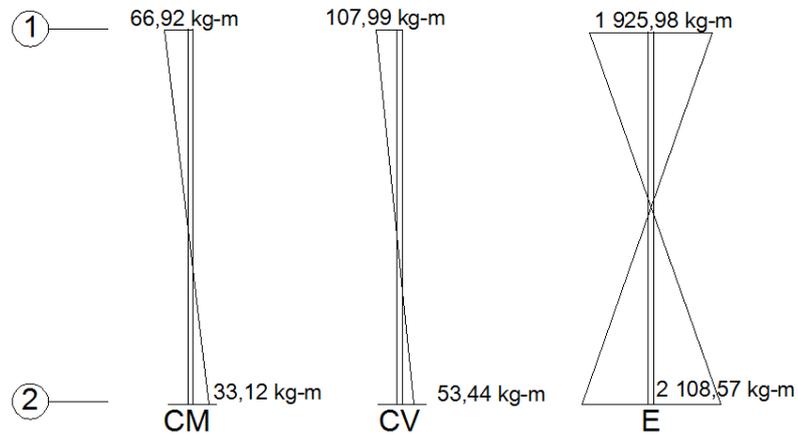
L = longitud libre del elemento

r = radio de giro que se puede considerar como, $0,30h$ o $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

$$\frac{1,30 (330)}{0,30 * 20} = 71,50 > 22$$

Se deberán considerar los efectos de esbeltez.

Figura 46. Diagrama de momentos de columna marco A, sentido Y



Los diagramas de momentos fueron tomados del análisis estructural del marco A. Para determinar el máximo momento al cual va estar sometida la columna en el sentido Y, el código ACI 318-05, apéndice C.2.1 da las siguientes combinaciones para determinar los momentos máximos inducidos a la estructura:

- $U = 1,4CM + 1,7CV$
- $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$
- $U = 0,90CM \pm E$

Considerando el caso 1: $U = 1,4CM + 1,7CV$

Determinación del momento

$$M1 = 1,4(66,92) + 1,7(107,99) = 277,27 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 1,4(33,12) + 1,7(53,44) = 137,22 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 2: $U = 0,75(1,4CM + 1,7CV) \pm E$

Determinación del momento

$$M1 = 0,75 [1,4(66,92)+1,7(107,99)] = 207,95 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 0,75[1,4(33,12)+1,7(53,44)] = 102,92 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 3: $U = 0,90(CM) \pm E$

Determinación del momento

$$M1 = 0,90(66,92) = 60,23 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 0,90(33,12) = 29,81 \text{ kg-m}$$

Del mismo modo se determinaron los tres casos para los momentos críticos en el sentido X, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Momento crítico en el sentido Y = 2 620,58 kg-m

Momento crítico en el sentido X = 1 634,85 kg-m

Magnificador de momentos: el código ACI 318-05, sección 10.12.3 requiere que los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento como sigue:

:

$$M_d = \delta * M_a$$

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(KL)^2}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} \geq 1$$

$$\beta_d = \frac{1,4CM}{1,4CM + 1,7CV}$$

Donde:

M_{dx} = momento de diseño en X

M_{dy} = momento de diseño en Y

P_u = carga de diseño última

P_{cr} = carga crítica de pandeo de Euler

β_d = factor de flujo plástico

E_c = módulo de elasticidad del concreto

I_g = momento de inercia de la sección total del concreto

δ = factor de amplificación de momentos, por el cual debe multiplicarse los momentos últimos en columnas para evitar el pandeo

φ = 0,70 si se usan estribos

φ = 0,75 si se usan zunchos

$$\beta_d = \frac{1,4 * 1\,090,26}{1,4(1\,090,26) + 1,7(1\,525,31)} = 0,37$$

$$EI = \frac{(15\,100 * \sqrt{280}) \left[\frac{1}{12} (20)(20)^3 \right] / 2.5}{1 + 0,37} = 9,83 * 10^8 \text{ Kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 9,83 * 10^8}{(1,30 * 330)^2} = 52\,715,54 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{5\,038,87}{0,70 * 52\,715,54}} = 1,16 \geq 1$$

$$M_{dy} = 1,16 * 2\,620,58 = 3\,039,87 \text{ kg-m}$$

De la misma manera se determina el momento de diseño para el sentido en X, generando los resultados siguientes:

$$M_{dx} = 1\,896,43 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 3\,039,87 \text{ kg-m}$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 2\,810,00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Sección} = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$

$$L = \text{longitud efectiva} = 350 \text{ cm}$$

$$P_u = 4\,119,31 \text{ Kg (de integración de cargas gravitacionales tabla XVIII),}$$

2.2.4.2.4.1. Diseño de estribos

Ahora que se tienen los momentos magnificados en ambos sentidos de la columna, se procede a realizar el diseño de los estribos, para lo cual se ha empleado el método de Bressler, que sirve para calcular la carga máxima que soporta una columna con una determinada excentricidad, de esta manera se compara la carga que se obtiene al aplicar la ecuación con la carga que se requiere para diseñar los estribos.

Con los datos anteriores se puede determinar las excentricidades e_x y e_y , al dividir cada momento dentro de la carga última.

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{1\,896,43 \text{ kg-m}}{5\,038,87 \text{ kg}} = 0,37 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{3\,039,87 \text{ kg-m}}{5\,038,87 \text{ kg}} = 0,60 \text{ m}$$

Las excentricidades obtenidas deberán dividirse entre las dimensiones "X" y "Y" de la columna, respectivamente, para obtener el valor de las diagonales de la gráfica, como sigue a continuación:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,37 \text{ m}}{0,20 \text{ m}} = 1,85$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,60 \text{ m}}{0,20 \text{ m}} = 3,00$$

Ahora, para saber cuál diagrama de interacción se utilizará, se deberá calcular el factor γ de relación de secciones.

$$\gamma_x = \frac{h_x - 2rec}{h_x}$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - 2rec}{h_y}$$

Donde:

γ_x y γ_y = relación de secciones en sentido X y Y

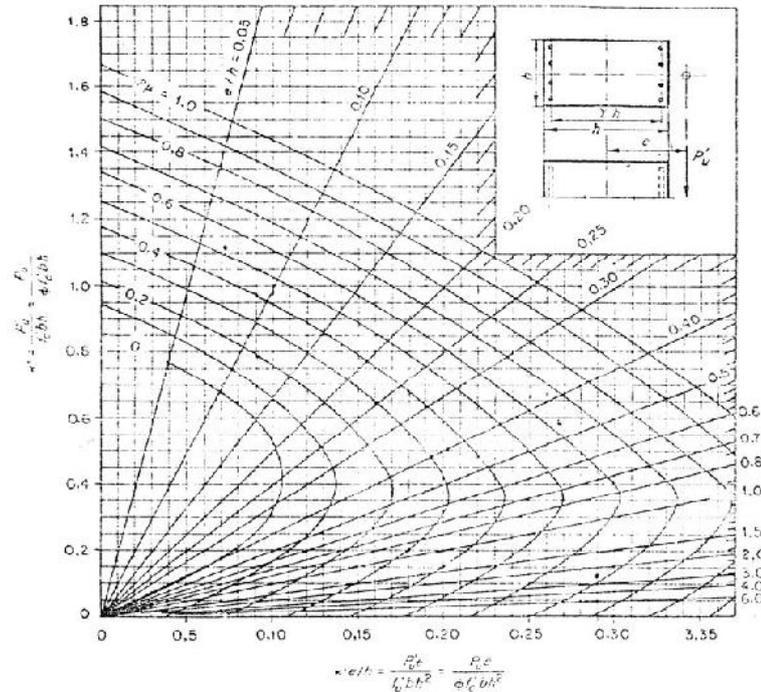
h_x , h_y = dimensiones de la columna en sentido X y Y

rec = recubrimiento de la columna en sentido X y Y

$$\gamma_x, \gamma_y = \frac{0,20 - 2(0,04)}{0,20} = 0,60$$

Con el anterior resultado del factor γ , de relación de secciones se debe utilizar el diagrama de interacción que corresponde a este número, con la resistencia de acero y concreto indicados.

Figura 47. Diagrama de interacción para columna rectangular



Fuente: George Winter y Arthur H. Nilson. Proyecto de estructuras de hormigón. p. 704

Ahora se puede proponer una cuantía para el acero, y según el código ACI 318-05, sección 21.4.3.1, el área de refuerzo longitudinal, A_{st} , debe estar dentro de los siguientes límites: $1\% A_g < A_{st} < 6\% A_g$.

Entonces:

$$A_{s\text{mín}} = 0,01(20 \times 20 \text{ cm}) = 4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06(20 \times 20 \text{ cm}) = 24 \text{ cm}^2$$

A continuación se propone un armado, es aconsejable no tomar valores muy altos para la cuantía de acero, ya que se incrementaría el peso y costo de la construcción:

Armado propuesto 4 No. 5 = 4(1,98 cm²) = 7,94 cm², para este método se utilizan los diagramas de interacción para diseño de columnas, los valores a utilizar en los diagramas son los determinados anteriormente, a continuación se muestra un resumen:

valor de la gráfica: $\gamma_x, \gamma_y = 0,60$

Valor de la curva:

$$\rho\mu = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot A_g \cdot f'_c}$$

Donde:

$\rho\mu$ = valor de la curva del diagrama de Bressler

A_s = área de refuerzo en cm²

A_g = área gruesa de la sección en cm²

f'_c = resistencia a la compresión del concreto en kg/cm²

f_y = resistencia a la fluencia del acero en kg/cm²

$$\rho\mu = \frac{7,94 \times 2810}{0,85 \times 20 \times 20 \times 280} = 0,25$$

Excentricidades:

$$e_x = 0,37 \text{ m}$$

$$e_y = 0,60 \text{ m}$$

Valor de las diagonales:

$$\frac{e_x}{h_x} = 1,85$$

$$\frac{e_y}{h_y} = 3,00$$

Con los valores anteriores se determinan los coeficientes K_x y K_y , los cuales se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas, el resultado se muestra a continuación:

$$K_x = 0,15 \text{ y } K_y = 0,09$$

Los datos anteriores se conocen como variables de Bressler, con estas variables se puede calcular:

La carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x ($e_y = 0$):

$$P_x' = K_x * f_c' * A_g = 0,15 * 280 * 400 = 16\ 800 \text{ kg}$$

La carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y ($e_x = 0$):

$$P_y' = K_y * f_c' * A_g = 0,09 * 280 * 280 = 10\ 080 \text{ kg}$$

Previo a aplicar la ecuación de Bressler, es necesario saber cuál será la carga que soportará la columna antes de fallar cuando no exista flexión, es decir, $e_x = e_y = 0$.

$$P_o' = 0,85 * f'_c * A_g + A_s * f_y$$

Donde:

P_o' = carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura

A_s = área de refuerzo

A_g = área gruesa de la sección

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

$$P_o' = 0,85 * 280 * 400 + 7,94 * 2 810$$

$$P_o' = 117 511,40 \text{ kg}$$

Con las cargas determinadas anteriormente se puede aplicar la ecuación de Bressler que aparece en el ACI 318-05, comentarios C10.3.5, C10.3.6 y C10.3.7.

$$P_u' = \frac{1}{\frac{1}{P_x'} + \frac{1}{P_y'} - \frac{1}{P_o'}}$$

Donde:

P_u' = carga última con flexión biaxial (e_x y e_y), que resistirá la columna

P_o' = carga que soporta la columna cuando está sometida a carga axial pura

P_x' = carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x

P_y' = carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y

$$Pu' = \frac{1}{\frac{1}{16\,800} + \frac{1}{10\,080} + \frac{1}{117\,511,40}} = 6\,963,47 \text{ kg}$$

Debido a que $Pu' > Pu$, el armado longitudinal propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, por lo tanto, se considera que el marco es un pórtico resistente a momento. Entonces, ahora se debe calcular el acero transversal para la columna, es decir, los estribos.

Cálculo del acero transversal

Además de diseñar las columnas para resistir tracción y compresión, éstas deben ser dotadas con suficiente ductilidad, esto para que absorban parte de la energía sísmica que se le pueda aplicar en determinado momento. Dicha ductilidad se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos, ya que se ha comprobado que si las columnas se confinan en los extremos, mejoran su capacidad de carga y su ductilidad notablemente.

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.4 dice que el refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud (L_o), medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección, donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud L_o no debe ser menor que la mayor de a), b) y c).

- a) La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión
- b) Un sexto de la luz libre del elemento
- c) 450 mm

Determinando la longitud de confinamiento L_o :

- a) Altura del elemento = 0,20 m
- b) $1/6$ de la luz libre = $2,30 / 6 = 0,38$ m
- c) 0,45 m

Basados en lo anterior se determina que la longitud de confinamiento será de 0,45 m en ambos extremos de la columna.

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.1, inciso b requiere que el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las siguientes ecuaciones:

$$A_{sh} = 0,3 \left(\frac{S * bc * f'c}{f_{yt}} \right) \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (21-3)$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 (S * bc * f'c)}{f_{yt}} \quad (21-4)$$

La ecuación (21-4), tiene por objeto asegurar una capacidad adecuada de curvatura a flexión en las regiones de fluencia, por esta razón, solamente se utilizará para el diseño de refuerzo transversal.

Donde:

- S = espaciamiento medido centro a centro del estribo
- b = dimensión transversal del núcleo medida de centro a centro
- A_g = área gruesa de la sección del elemento

Ach = área de la sección transversal de un elemento, medida desde los bordes exteriores del refuerzo transversal

Ash = área total del refuerzo transversal (incluyendo ganchos suplementarios) colocados dentro del espaciamiento y perpendicular a la dimensión b

$$A_{sh} = \frac{0,09(S) * (13) * (280)}{2810} = 0,1166 * S$$

Proponiendo el refuerzo transversal mínimo No. 3 As = 0,71 cm²

$$A_{sh} = 2 * 0,71 \text{ cm}^2 = 1,42 \text{ cm}^2$$

Igualando ecuaciones para determinar el espaciamiento mínimo para confinamiento de la columna.

$$1,42 = 0,1166 * S$$

Entonces:

$$S = 12,20 \text{ cm}$$

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.2 requiere que la separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de las siguientes:

- a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento
- b) Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal
- c) So, según lo definido en la ecuación (21-5)

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - hx}{3} \right) \quad (21-5)$$

Donde:

hx = es la separación máxima entre el estribo cerrado de confinamiento y ganchos suplementarios en toda la cara de la columna

El valor de S_o no debe ser mayor a 150 mm, ni se necesita tomarlo menor a 100 mm.

Haciendo la revisión:

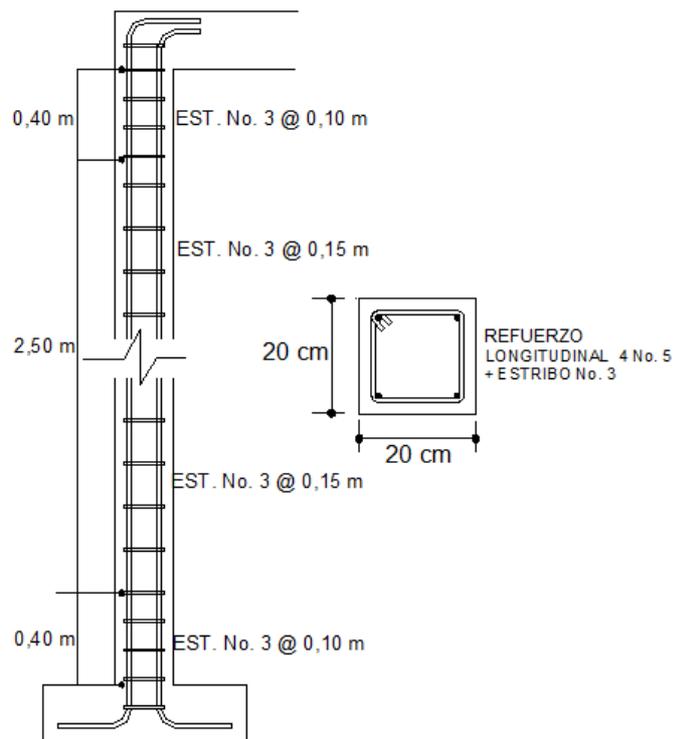
- a) $\frac{1}{4} * 20 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$
- b) $6 * 1,59 \text{ cm} = 9,54 \text{ cm}$
- c) $S_o = 100 + (350-350)/3 = 100 \text{ mm} = 10,00 \text{ cm}$

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.6 explica que cuando no se requieran estribos de confinamiento a lo largo de la longitud de la columna, el resto de la longitud de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento con un espaciamiento S , medido centro a centro, que no exceda al menor de seis veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna o 150 mm.

Los resultados obtenidos para el confinamiento y armado transversal de la columna muestran un espaciamiento mínimo de aproximadamente 12 cm, el $S_{\text{máx}}$ requiere una separación de 5 cm, la separación máxima no debe ser menor de 10 cm, por lo tanto, se utilizará en el área de confinamiento una separación de 10 cm, en el resto de la columna, se dejarán estribos con una

separación de 15 cm, debiendo colocarse el primer estribo siempre a 5 cm de la base.

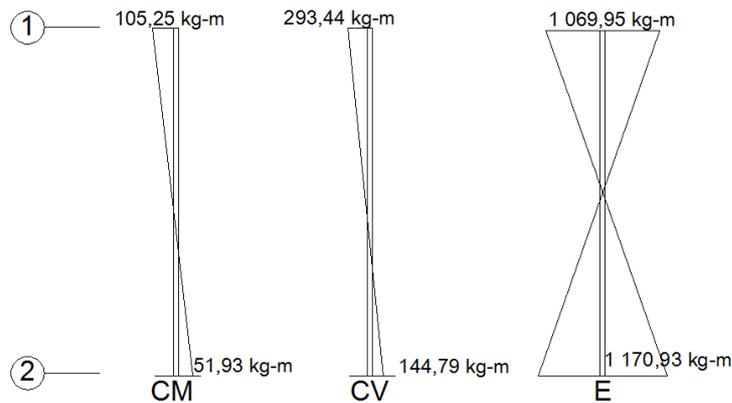
Figura 48. **Confinamiento de columna**



Diseño de zapatas

El diseño de las zapatas corresponde a zapatas aisladas excéntricamente con flexión biaxial, donde el principio fundamental es que las presiones actuantes, es decir, las ejercidas por las columnas y zapatas sobre el suelo, no excedan las presiones admisibles.

Figura 49. Diagrama de momentos de la zapata sentido X, marco 1



Considerando el caso 1: $U = 1,4CM + 1,7CV$

Determinación del momento

$$M_{ux} = 1,4(51,93) + 1,7(144,79) = 318,84 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 2: $U = 0,75(1,4CM + 1,7CV) \pm E$

Determinación del momento

$$M_{ux} = 0,75[1,4(51,93) + 1,7(144,79)] + 1\ 170,93 = 1\ 410,06 \text{ kg-m}$$

$$M_{ux} = 0,75[1,4(51,93) + 1,7(144,79)] - 1\ 170,93 = -931,80 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 3: $U = 0,90\text{CM} \pm E$

Determinación del momento

$$M_{ux} = 0,90(51,93) + 1\,170,93 = 1\,217,67 \text{ kg-m}$$

$$M_{ux} = 0,90(51,93) - 1\,170,93 = -1\,124,19 \text{ kg-m}$$

Tabla XXXVI. **Resumen de cargas y momentos de diseño para zapata sentido X, marco 1**

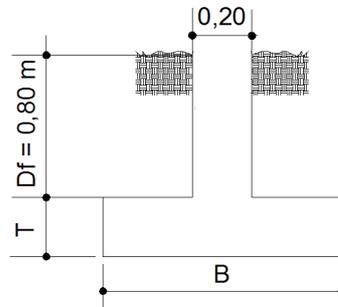
CASO	E kg	PU kg	Momento (kg-m)
1	0,00	5 038,87	318,84
2	699,73	5 038,87	1 410,06
3	699,73	5 038,87	1 217,67

Del mismo modo se determinan los valores para momento en el sentido Y de la zapata.

Tabla XXXVII. **Resumen de cargas y momentos de diseño para zapata sentido Y, marco A**

CASO	E kg	PU kg	Momento (kg-m)
1	0,00	5 038,87	137,22
2	1 146,19	5 038,87	2 211,48
3	1 146,19	5 038,87	2 138,38

Figura 50. **Desplante de la zapata**



$$M_{ux} = 1\,410,06 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 2\,211,48 \text{ kg-m}$$

$$E_x = 699,73 \text{ kg}$$

$$E_y = 1\,146,19 \text{ kg}$$

$$P_u = 4\,119,31 \text{ Kg (de integración de cargas gravitacionales tabla XVIII)}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\gamma_{\text{suelo}} = 2\,000 \text{ kg/m}^3 \text{ (peso específico del suelo)}$$

$$V_{\text{soporte}} = 35\,169,70 \text{ kg/m}^2$$

El valor soporte que se utiliza para este caso, es resultado del ensayo de compresión triaxial del estudio realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Para el dimensionamiento de la zapata se debe trabajar con cargas de trabajo o de servicio, esto se obtiene con el factor de carga última, dicho factor se determina con la siguiente expresión:

$$F_{cu} = \frac{1,4(1\ 090,26) + 1,7(1\ 525,31)}{1\ 090,26 + 1\ 525,31} = 1,57$$

Obteniendo cargas de servicio

$$P_c = \frac{4\ 119,31\ \text{kg}}{1,57} = 2\ 623,76\ \text{kg}$$

$$M_{tx} = \frac{1\ 410,06\ \text{kg-m}}{1,57} = 898,13\ \text{kg-m}$$

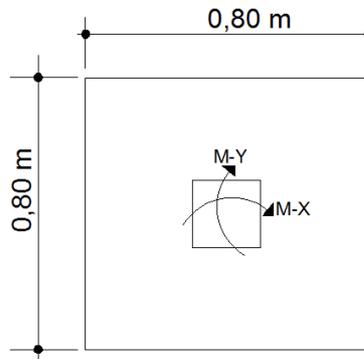
$$M_{ty} = \frac{2\ 211,48\ \text{kg-m}}{1,57} = 1\ 408,58\ \text{kg-m}$$

Cálculo de área en contacto con el suelo

$$A_z = \frac{1,5 * P}{V_s} = \frac{1,5(2\ 623,76\ \text{kg})}{35\ 169,70\ \text{kg/m}^2} = 0,11\ \text{m}^2$$

Si se propone una zapata cuadrada que pueda resistir el momento máximo aplicado en ambos sentidos, se tienen dimensiones de 0,33 m * 0,33 m. Como se puede observar para esta estimación, sólo se toma en cuenta la carga de trabajo y no la acción de momentos, basados en esto, se proponen dimensiones de 0,80 m * 0,80 m, con un área 0,64 m².

Figura 51. Dimensiones de la zapata



Ahora, se chequea la presión sobre el suelo, suponiendo un espesor de zapata de 0,25 m.

$$P_{zapata} = 0,25 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 384 \text{ kg}$$

$$P_{suelo} = 0,70 \text{ m} * 0,45 \text{ m}^2 * 2\,000 \text{ kg/m}^3 = 630 \text{ kg}$$

$$P_c = 2\,623,76 \text{ kg}$$

$$P_{total} = P_{zapata} + P_{suelo} + P_c = 384 \text{ kg} + 630 \text{ kg} + 2\,623,76 \text{ kg} = 3\,637,58 \text{ kg}$$

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

$$q = \frac{P_{total}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y} \quad \text{donde} \quad S = \frac{b * h^2}{6}$$

Además, se debe tomar en cuenta que “q” no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (V_s), para la zapata se tiene lo siguiente:

$$S_x = S_y = \frac{(0,80\text{m}) * (0,80\text{m})^2}{6} = 0,085 \text{ m}^3$$

$$M_{tx} = \frac{1\,410,06 \text{ kg-m}}{1,57} = 898,13 \text{ kg-m}$$

$$M_{ty} = \frac{2\,211,48 \text{ kg-m}}{1,57} = 1\,408,58 \text{ kg-m}$$

$$q_{\text{máx}}, q_{\text{mín}} = \frac{3\,637,58 \text{ kg}}{(0,80 \text{ m})(0,80 \text{ m})} \pm \frac{898,13 \text{ kg-m}}{0,085 \text{ m}^3} \pm \frac{1\,408,58 \text{ kg-m}}{0,085 \text{ m}^3}$$

$q_{\text{máx}} = 32\,821,80 \text{ kg/m}^2 < 35\,169,70 \text{ kg/m}^2$, cumple porque no excede el V_s .

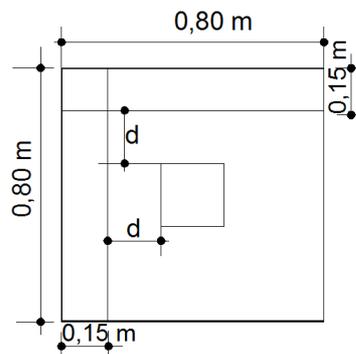
$q_{\text{mín}} = 346,37 \text{ kg/m}^2 > 0$ no existe presiones negativas.

Tomando en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto es distinta a la localizada en cualquier otro, por motivos de diseño se trabajará con una presión constante, por lo cual, se tomará $q_{\text{máx}}$ como $q_{\text{diseño}}$, por lo que se tiene una presión de diseño última de:

$$q_{\text{diseño última}} = F_{cu} * q_{\text{máx}} = 1,57 * 32\,821,80 \text{ kg/m}^2 = 51\,530,23 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo del espesor de zapata

Figura 52. Área crítica para corte simple en el sentido “X” y “Y”



Para calcular el corte actuante se necesita obtener primero el peralte (d), de la zapata, según el espesor asumido (t), asumiendo también un diámetro de varilla de 1/2 de pulgada y un recubrimiento de 7,5 cm.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\varnothing}{2} = 25 - 7,5 - 1,27 / 2 = 16,87 \text{ cm}$$

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

$$\text{Vacuante} = q_{\text{diseño}} * \text{área} = 51\,530,23 \text{ kg/m}^2 * 0,15 \text{ m} * 0,80 \text{ m} = 6\,183,63 \text{ kg}$$

Según el Código ACI 318-05, sección 11.3.1.1, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados es la siguiente:

$$V_{resistente} = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 70 \text{ cm} * 16,87 \text{ cm}$$

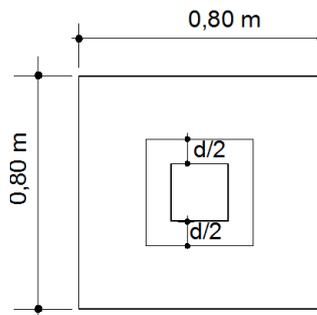
$$V_{resistente} = 8\,902,00 \text{ kg}$$

Como se demostró $V_{actuante} < V_{resistente}$, así que el espesor de 25 cm es correcto.

Chequeo por punzonamiento

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna, que es la distancia en la que ocurre la falla máxima a corte (45°).

Figura 53. Área crítica por punzonamiento



$$V_{actuante} = \text{área} * q_{diseño}$$

$$V_{actuante} = (0,80 \text{ m} * 0,80 \text{ m} - 0,136 \text{ m}^2) * 51\,530,23 \text{ kg/m}^2 = 25\,917,23 \text{ kg}$$

$$V_{resistente} = 1,06 * \phi * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = perímetro de corte de punzonamiento

d = peralte efectivo

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

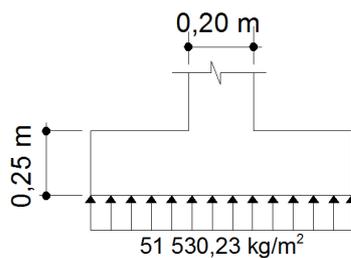
$$V_{resistente} = 1,06 * 0,85 * \sqrt{280} * 147,50 \text{ cm} * 16,87 \text{ cm} = 37\ 510,43 \text{ kg}$$

Como se demostró, el corte resistente es mayor que el corte actuante, esto quiere decir, que el espesor de 25 cm finalmente es el adecuado.

Diseño por flexión sentido X

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Figura 54. Flexión de la zapata



Si se calcula el acero para una franja de 0,80 m, entonces se tiene que la carga está linealmente distribuida debajo de la zapata.

El momento último se define tomando la zapata como si fuera una losa en voladizo. Basados en la siguiente fórmula:

$$\text{Múltimo} = \frac{q_{\text{diseño}} * L^2}{2}$$

Donde:

L = distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata

$$\text{Múltimo} = \frac{51\,530,23 \text{ kg/m}^2 * (0,30)^2}{2} = 2\,318,86 \text{ kg-m}$$

Área de acero

Para determinar el área de acero requerida para el momento se utilizan las siguientes ecuaciones:

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

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

Donde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = momento último en Kg-m

b = base de la zapata o franja unitaria de 100 cm

dx = peralte efectivo de la zapata en cm = 16,87 cm

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2

f_y = resistencia a la fluencia del acero en kg/cm^2

$$A_s = \left[80 * 16,87 - \sqrt{(80 * 16,87)^2 - \frac{2 * 318,86 * 80}{0,003825 * 280}} \right] \left(\frac{0,85 * 280}{2810} \right)$$

$$A_s = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810} * 80 * 16,87 = 6,77 \text{ cm}^2$$

$A_{s\text{mín}} > A_s$ requerida, por tanto, colocar $A_{s\text{mín}}$

$$S = \frac{1}{A_s / A_v}$$

Donde:

S = espaciamiento de las varillas de acero

A_s = área de acero requerido

A_v = área de la varilla propuesta (0,71 cm² para una varilla No. 3)

$$S = \frac{1}{6,77 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2} = 0,1052 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas No. 3 @ 0,10 m, para evitar que el peso propio de la columna cause punzonamiento en la zapata.

En conclusión, se debe colocar 8 varillas No. 3 @ 0,10m en ambos sentidos.

Figura 55. **Planta armado final de la zapata**

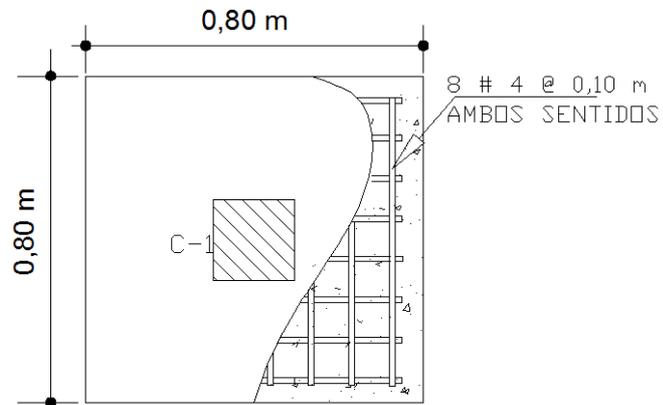
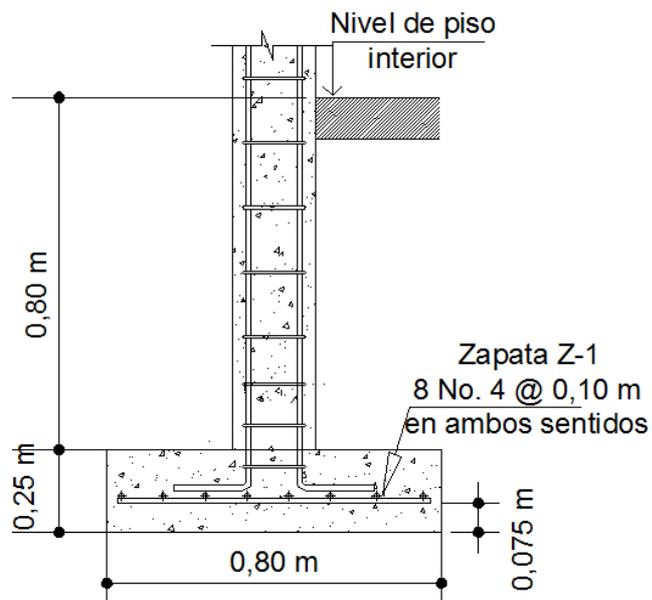


Figura 56. **Elevación armado final de la zapata**



2.2.4.3. Instalaciones

2.2.4.3.1. Electricidad

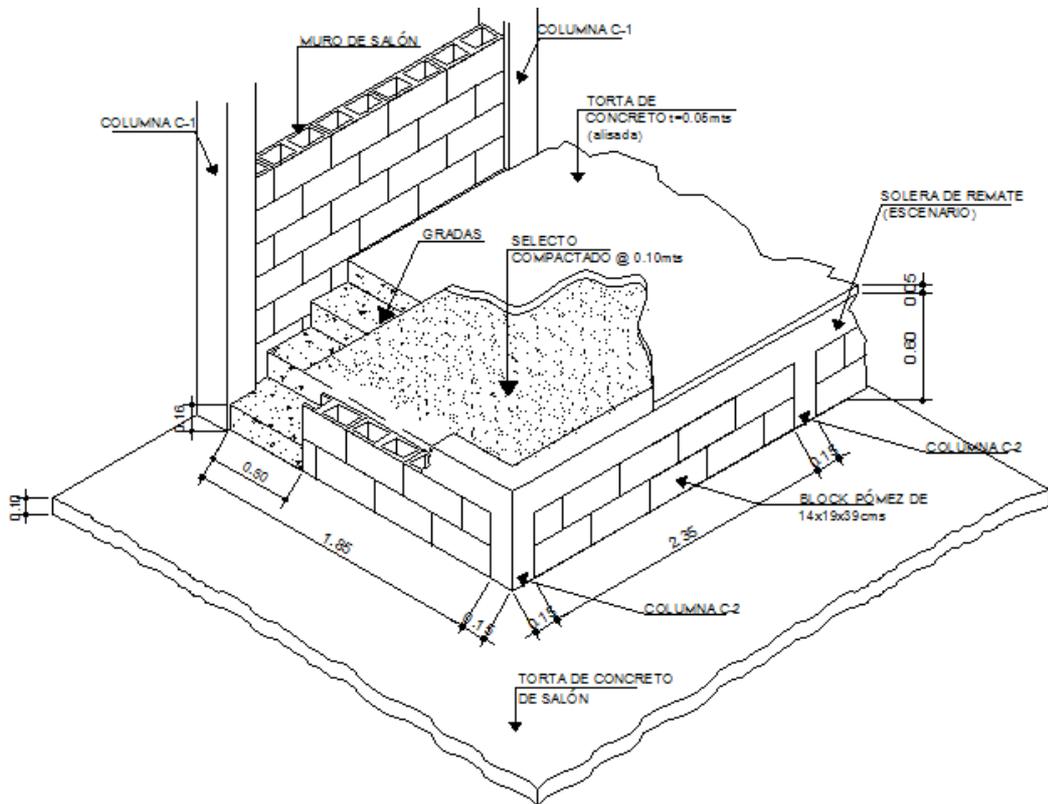
Toda la edificación se dotará de instalaciones eléctricas, que cubran las necesidades en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Las instalaciones deberán llevarse a cabo con base en el Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala.

2.2.4.3.2. Diseño de escenario

El escenario será la parte principal del salón, ya que en éste se concentrará la atención de los asistentes cuando se realice alguna actividad; por esta razón, es que se optó por dejarlo a una altura de 65 cm para que los asistentes tengan una visibilidad adecuada aún estando ubicados en el último asiento del lugar.

Se construirá con muro de block hasta una altura de 40 cm en su alrededor, luego una solera de remate, la cual enlazará con columnas que actuarán como pedestales. En el interior de los muros se hará una compactación del terreno con material selecto y sobre el material compactado se colocará torta de concreto alisada con un espesor $t = 0,05$ m.

Figura 57. Isométrico de escenario interno



2.2.4.3.3. 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 a los requisitos siguientes.

Las bajadas deben ubicarse, si es posible, en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.

El área máxima para drenar con un bajante, según su diámetro, es la siguiente.

Tabla XXXVIII. **Área máxima a drenar con tubería PVC para drenaje pluvial**

DIÁMETRO (in)	ÁREA MÁXIMA (m²)
2	30
2 1/2	60
3	100
4	210
6	625
Para intensidad de lluvia de 200 mm/h	

2.2.5. Elaboración de planos

Los planos elaborados para el salón son los siguientes:

- a) Planta amueblada y planta acotada
- b) Cimentaciones y detalles estructurales
- c) Planta de vigas, detalle de vigas y detalle de escenario.
- d) Secciones y elevaciones generales
- e) Planta de techos y detalles estructurales
- f) Acabados, detalles de puertas y ventanas
- g) Instalación de electricidad (iluminación y fuerza)

Éstos se encuentran en el apéndice C.

2.2.6. Presupuesto del salón social

El presupuesto es la valoración de lo que será el costo total de la construcción, basados en los precios del mercado de venta en la región y considerando además, la lejanía o cercanía de la obra, con respecto a los distribuidores convenientes de materiales. Para el presente proyecto se calculó los costos directos que incluyen los materiales y mano de obra; los costos indirectos que incluyen la dirección y administración del mismo; la sumatoria de ambos factores de costo, da como resultado los precios unitarios que se emplearán para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto. A continuación se muestra el resumen de costos del presupuesto.

Tabla XXXIX. Presupuesto del salón social

RESUMEN DE COSTOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (TOTAL RENGLÓN/CANT.)	TOTAL RENGLÓN
	MATERIALES				
1	PRELIMINARES	1	BODEGA	Q 4 566,90	Q 4 566,90
2	LIMPIEZA, TRAZO Y ESTAQUEO	230	m ²	Q 23,60	Q 5 428,48
3	ZAPATAS (0.80 x 0.80 x 0.25 m)	25	UNIDAD	Q 556,57	Q 13 914,16
4	CIMIENTO CORRIDO (0.20 x 0.40 m)	60	m	Q 412,28	Q 24 737,08
5	LEVANTADO DE MURO S/CIMIENTO (55.2m x 0.40 m)	22,08	m ²	Q 205,89	Q 4 546,00
6	SOLERA HIDRÓFUGA (0.15 x 0.20 m)	60	m	Q 248,52	Q 14 911,13
7	LEVANTADO DE MURO BLOCK VISTO, LIMPIO Y SISADO	83,95	m ²	Q 191,98	Q 16 117,14
8	SOLERAS INTERMEDIAS CON BLOCK "U" (0.15X0.20mts)	53	m	Q 204,41	Q 10 833,94
9	SOLERA SILLAR DE VENTANA CON GOTA (0.10x0.15mts)	36,80	m	Q 168,99	Q 6 218,81
10	VIGA V-1 Y V-2 (0.20x0.20mts)	60	m	Q 371,18	Q 22 270,68
11	VIGA MOJINETE (0.20x0.15mts)	22,40	m	Q 339,39	Q 7 602,40
12	COLUMNA C-1 (0.20x0.20mts)	82	m	Q 339,72	Q 27 856,66
13	COLUMNA C-2 (0.15x0.15mts)	1,35	m	Q 569,98	Q 769,47
14	VENTANAS V-1 (2.30m x 0.90m) DE METAL + VIDRIO	16	UNIDAD	Q 2 069,60	Q 33 113,60
15	PUERTA TIPO 1 (2.50x2.30mts)	1	UNIDAD	Q 4 316,00	Q 4 316,00
16	ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHOS + BAJADA DE AGUA PLUVIAL	235,82	m ²	Q 651,05	Q 153 531,66
17	ELECTRICIDAD	1	ACOMETIDA	Q 24 267,75	Q 24 267,75
18	PISO DE CEMENTO LÍQUIDO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI, t=0.10m (ALISADO) PROPORCIÓN 1:3:6	195,52	m ²	Q 243,78	Q 47 663,49
19	BANQUETA DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI, t=0.10m (CERNIDO VERTICAL) PROPORCIÓN 1:3:6	36,88	m ²	Q 268,43	Q 9 899,60
20	LIMPIEZA FINAL	200	m ²	Q 12,48	Q 2 496,00
21	FLETES	1	GLOBAL	Q 6 500,00	Q 6 500,00
	TOTAL MANO DE OBRA + MATERIAL				Q 441 560,94

2.2.7. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución se realizó con base al presupuesto, y a tiempos estimados de duración de los distintos renglones de trabajo.

Tabla XL. Cronograma de ejecución e inversión del salón social

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN									
	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE EJECUCIÓN				PORC. %	SUB TOTAL (Quetzales)		
		1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes				
1	PRELIMINARES	■				1,03	Q 4 566,90		
2	LIMPIEZA, TRAZO Y ESTAQUEO	■				1,23	Q 5 428,48		
3	ZAPATAS (0,80 x 0,80 x 0,25 m)	■				3,15	Q 13 914,16		
4	CIMENTO CORRIDO (0,20 x 0,40 m)		■			5,60	Q 24 737,08		
5	LEVANTADO DE MURO S/CIMENTO (55,20 m x 0,40 m)		■			1,03	Q 4 546,00		
6	SOLERA HIDRÓFUGA S-1 (0,15 x 0,20 m)		■			3,38	Q 14 911,13		
7	LEVANTADO DE MURO BLOCK VISTO, LIMPIO Y SISADO		■	■		3,65	Q 16 117,14		
8	SOLERAS INTERMEDIAS CON BLOCK "U" (0,15 x 0,20 m)		■	■		2,45	Q 10 833,94		
9	SOLERA SILLAR DE VENTANA CON GOTA (0,10 x 0,15 m)			■		1,41	Q 6 218,81		
10	VIGA V-1 Y V-2 (0,20 x 0,20 m)			■		5,04	Q 22 270,68		
11	VIGA MOJINETE (0,20 x 0,15 m)			■		1,72	Q 7 602,40		
12	COLUMNA C-1 (0,20 x 0,20 m)			■		6,31	Q 27 856,66		
13	COLUMNA C-2 (0,15 x 0,15 m)			■		0,17	Q 769,47		
14	VENTANAS V-1 (2,30 m x 0,90 m) DE METAL + VIDRIO				■	7,50	Q 33 113,60		
15	PUERTA TIPO 1 (2,50 x 2,30 m)				■	0,98	Q 4 316,00		
16	ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHOS + BAJADA DE AGUA FLUVIAL				■	34,77	Q 153 531,66		
17	ELECTRICIDAD				■	5,50	Q 24 267,75		
18	PISO DE CEMENTO LIQUIDO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI, t = 0,10 m (ALISADO) PROPORCIÓN 1:3:6				■	10,79	Q 47 663,49		
19	BANQUETA DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI, t = 0,10 m (CERNIDO VERTICAL) PROPORCIÓN 1:3:6				■	2,24	Q 9 899,60		
20	LIMPIEZA FINAL				■	0,57	Q 2 496,00		
21	FLETES				■	1,47	Q 6 500,00		
	INVERSIÓN FÍSICA	Q 43 052,19	Q 41 212,34	Q 202 234,91	Q155 061,49				
	INVERSIÓN MENSUAL	9,75%	9,33%	45,80%	35,12%	100%	Q 441 560,94		
	TOTAL INVERSIÓN	Q 441 560,94							

2.2.8. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se llevó a cabo por medio de una boleta de riesgo que presenta el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, por medio del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), dicha boleta fue proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación (OMP), del municipio de Chiché. Los resultados obtenidos, durante la evaluación, fueron de 176 puntos; en la boleta se especifica que para un valor, arriba de 400 puntos, se debe reformular el proyecto; y si muestra un valor arriba de los 1 000 puntos, se rechazará el proyecto por completo, ya que representa un gran riesgo para el ambiente. En conclusión, el proyecto del salón social no provocará ningún daño al medio ambiente, ya que cumple con los límites aceptables.

Tabla XLI. **Boleta de riesgo municipal**

Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP.															
Boleta de identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública.															
Proyecto:	DISEÑO DE SALÓN SOCIAL														
Localización:	CANTÓN TZALAMBAJ II, MUNICIPIO DE CHICHÉ, EL QUICHÉ.														
Identificación y evaluación de riesgo programas/ proyectos	Factor	Tipo de Evento	N.A.	Expuesto al evento	Genera el evento	Amenaza				Vulnerabilidad				Total = A * V R = amenaza * vulner.	
						Nula	Miñima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrem. Alta		
Origen del evento	Factor	Tipo de Evento				0	4	8	10	2	4	8	10		
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones				X				X					0
		Tornados (vientos fuertes)				X				X					0
		Tormenta trópic					X				X				8
		Onda térmica fría						X				X			32
		Onda térmica cálida					X				X				0
		Inundaciones						X			X				8
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas						X			X				8
	Otros: Especifique														
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes						X			X				8
		Deslizamientos							X		X				8
		Lahares					X				X				0
		Flujos de lodo y agua						X			X				8
		Otros													0
	Tectónicos o geológicos	Terremotos (sismos)						X				X			16
		Erupciones volcánicas					X				X				0
Maremotos (tsunamis)						X				X				0	
Otros															

Continuación tabla XLI

Origen del evento	Factor	Tipo de Evento			0	4	8	10		2	4	8	10			
Antrópico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos			X					X					0	
		Genera pobreza y exclusión social				X				X					8	
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)			X					X					0	
		Ocurrencia de epidemias				X				X					8	
	Otros															
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes				X					X				8	
		Delincuencia organizada			X						X				0	
		Delincuencia común			X						X				0	
		Conflictos limítrofes			X						X				0	
		Ocurrencia de guerra			X						X				0	
		Ocurrencia de terrorismo			X						X				0	
	Otros															
	Entorno político económico-social	Crisis política (pérdida democracia)			X						X				0	
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)			X						X				0	
		Crisis económica (empobrecimiento)				X					X				8	
		Crisis social (conflictos entre pobladores)				X					X				8	
	Otros															
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.			X						X				8	
		Radiación solar intensa			X						X				8	
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua			X						X				8	
		Descarga de partículas sólidas al aire			X						X				8	
		Contaminación por ruido superior a 90 DB			X						X				0	
		Contaminación de suelos			X						X				0	
		Sobreexplotación de recursos naturales			X						X				0	
		Desertificación			X						X				0	
		Incendios forestales			X						X				0	
		Otros														
	Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas			X						X				0	
		De transporte aéreo, acuático y terrestre			X						X				0	
		Derrame de productos petroleros			X						X				0	
		Depósitos industriales y químicos			X						X				0	
		Colapso de estructuras			X						X				0	
		Explosiones			X						X				0	
		Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.			X						X				0	
		Oleoductos			X						X				0	
		Coheterias			X						X				0	
		Urbanización desordenada				X					X				8	
		Edificios, ruinas, monumentos abandonados			X						X				0	
	Otros															
	Factor	Escala	Descripción													
	Amenaza	Nula	No apreciable												TOTAL	176
		Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema													
		Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido													
		Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales													
	Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte													
Media		Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte														
Alta		Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte														
Extrem. alta		Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación														
Escala de decisión	Bajo	Menor 400 (se acepta el proyecto con medidas mitigación)														
Riesgo	Medio	Mayor de 401 hasta 1000 (reformular el proyecto)														
(puntos de riesgo) 176 PUNTOS	Alto	Mayor de 1000 (se rechaza el proyecto, reformularlo)														

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiche.

2.3. Proyecto, diseño del edificio de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana Mixta, del municipio de Chiché, departamento de El Quiché

2.3.1. Memoria descriptiva de la situación del proyecto

La ubicación del proyecto se encuentra a una distancia de 175 km de la ciudad capital de Guatemala y dentro de la cabecera municipal de Chiché. La realización de esta investigación está basada en el diagnóstico municipal, proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación, el cual permite observar las necesidades de la población, donde se priorizó la ampliación de un establecimiento educativo de dos niveles para el nivel primario, pues este lugar no cuenta con suficientes aulas educativas, existiendo una demanda de parte de la población por este proyecto para mejorar la calidad de vida.

Según estadísticas obtenidas por la Coordinación Técnica Administrativa del municipio, la población en el ámbito estudiantil primario de la cabecera municipal es de 479 alumnos por año, teniendo presente que las normas indican que la capacidad máxima por aula es de 30 alumnos, donde este requisito se cumple para el propósito del diseño de ambos niveles. Se elige un sistema estructural de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos de concreto reforzado y losas planas de concreto reforzado.

2.3.1.1. Distribución de ambientes

Las dimensiones, forma y distribución de los ambientes, dentro del edificio, se hacen del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible. Los cuales serán en el primer y segundo nivel, 4 aulas, corredor y un módulo de gradas.

2.3.1.2. Capacidad y área requerida

La cantidad de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de establecimientos educativos, atendiendo los distintos niveles, se puede observar en la siguiente tabla, el área requerida para un alumno sugiere que sea de 1,35 metros cuadrados.

Tabla XLII. **Capacidad óptima de alumnos por aula**

NIVEL	CAPACIDAD ÓPTIMA (alumnos)	CAPACIDAD MÁXIMA (alumnos)
Pre-primario	25	30
Primario	30	40

2.3.1.3. Altura del edificio

Se elige un edificio de dos niveles debido a la falta de aulas, por la demanda poblacional educativa y porque no hay terreno disponible. La altura será de 3 m de piso a cielo, en todos los ambientes, para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

2.3.1.4. Tipo de materiales y recubrimientos

Los materiales principales usados en el sistema estructural de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos de concreto reforzados, y losas planas con concreto y acero de refuerzo, son unidos para formar un material homogéneo, con las siguientes propiedades:

$$f_y = 2\,810,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 280,00 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$V_s = 41\,663,10 \text{ kg/m}^2$$

Los recubrimientos para los elementos estructurales según el código ACI 318-05, sección 7.7.1 indica que para el concreto construido en sitio (no preesforzado), debe proporcionarse el siguiente recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo.

	Recubrimiento Mínimo, mm
a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él	75
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:	
Barras No. 19 a No. 57	50
Barras No. 16, alambre MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro) y menores.....	40
c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
Losas, muros, viguetas:	
Barras No. 43 y No. 57	40
Barras No. 36 y menores	20
Vigas, columnas:	
Armadura principal, estribos y espirales.....	40

Cargas vivas utilizadas:

IBC 2003. Tabla 1607.1

Corredores primer nivel = $80 \text{ lb/ft}^2 \approx 391 \text{ kg/m}^2$

Salones de clase = $40 \text{ lb/ft}^2 \approx 195 \text{ kg/m}^2$

Para módulos de gradas $40 \text{ lb/ft}^2 \approx 195 \text{ kg/m}^2$

AGIES NR-2: 2000

Escaleras públicas o de escape = 500 kg/m^2

Balcones, cornisas y marquesinas = 300 kg/m^2

Aulas y escuelas = 200 kg/m^2

Nota: las tablas anteriores se refieren a los mínimos permisibles en el diseño; para este caso y condición se tomará de 400 kg/m^2 en salones de clase, 500 kg/m^2 en el corredor del primer nivel y en módulo de gradas.

Cargas muertas utilizadas:

Sobrecarga = 40 kg/m^2

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

$W_{\text{muro}} = 160 \text{ kg/m}^2$

$W_{\text{ventanas}} = 5 \text{ kg/m}^2$

$W_{\text{puertas}} = 35 \text{ kg/m}^2$

2.3.2. Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura es dar medidas preliminares a los elementos que la constituyen, los cuales serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos.

Losas

Se utilizó el método 3 del código ACI 318-05 el cual usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados, aunque se tienen diferentes medidas de losas, por tanto, se toma la crítica y, el peralte resultante se usa en todas. Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{a}{b}$$

Donde:

a = dimensión más corta de la losa

b = dimensión más larga de la losa

Si $\frac{a}{b} < 0,5 \rightarrow$ trabaja en un sentido

Si $\frac{a}{b} \geq 0,5 \rightarrow$ trabaja en dos sentidos

$$\frac{a}{b} = \frac{4,075}{5,15} = 0,79 \rightarrow \text{trabaja en dos sentidos}$$

Ahora, para determinar el espesor se hará a través de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t = espesor de la losa

P = perímetro de la losa

$$t = \frac{2(4,075) + 2(5,15)}{180} = 0,10 \text{ m}$$

Al determinar este espesor, lo único crítico es el corte que sufre en sus extremos, debido a las cargas gravitacionales. Para ello, se procede a chequear el corte, recordando que el edificio será diseñado para salones educativos, por lo cual se tomará una carga viva de 400 kg/m², en salones; 500 kg/m², en corredor, y una sobrecarga de 40 kg/m².

$$CU = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

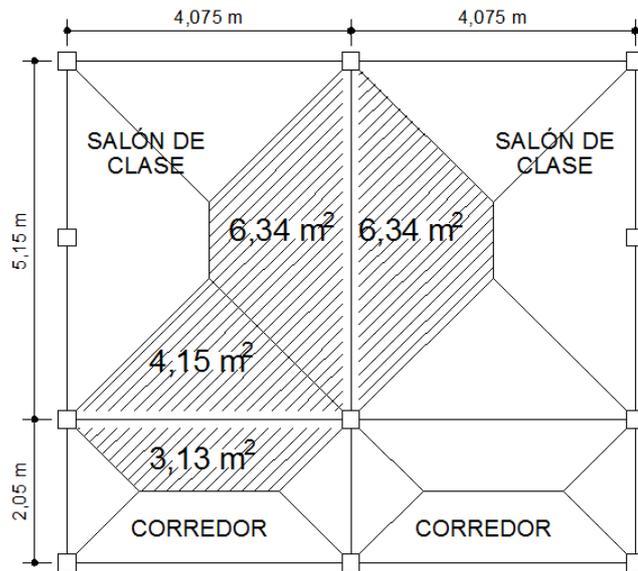
Dentro del salón de clases:

$$CU = 1,4 * (2 \text{ 400 kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 40 \text{ kg/m}^2) + 1,7 * (400 \text{ kg/m}^2) = 1 \text{ 072,00 kg/m}^2$$

En el corredor:

$$CU = 1,4 * (2 \text{ 400 kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 40 \text{ kg/m}^2) + 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 1 \text{ 242,00 kg/m}^2$$

Figura 58. Corte inducido por cargas gravitacionales sobre vigas



Cálculo de corte actuante en el sentido corto:

$$V_{actuante} = \frac{(3,13 \text{ m}^2 * 1\,242 \text{ kg/m}^2) + (4,15 \text{ m}^2 * 1\,072 \text{ kg/m}^2)}{4,075} = 2\,045,71 \text{ kg/m}$$

Cálculo de corte actuante en el sentido largo:

$$V_{actuante} = \frac{(12,68 \text{ m}^2 * 1\,072 \text{ kg/m}^2)}{5,15} = 2\,639,41 \text{ kg/m}$$

Según el código ACI 318-05, sección 11.3.1.1, la resistencia al cortante, proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión, es:

$$V = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 \text{ cm} * 7,5 \text{ cm} = 5\,653,73 \text{ kg/m}$$

De esta forma se demuestra que el corte que resiste la losa está muy por encima que el corte actuante. Por lo cual, se propone para todo el primer nivel una losa de 10 cm de espesor.

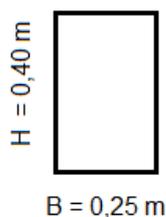
Vigas principales

El código ACI 318-05, sección 21.3.1.3 indica que la dimensión mínima para elementos controlados por flexión no debe de ser menor que $0,3h$. Tomando las longitudes de los vanos que tiene la estructura y con el criterio de 8% de L por metro lineal, se calcula el peralte las vigas.

3 vigas de 1,65 m	peralte $H = 1,65 * 8\% = 0,13$ m
7 vigas de 1,80 m	peralte $H = 1,80 * 8\% = 0,14$ m
20 vigas de 2,58 m	peralte $H = 2,58 * 8\% = 0,21$ m
4 vigas de 3,00 m	peralte $H = 3,00 * 8\% = 0,24$ m
6 vigas de 3,95 m	peralte $H = 3,95 * 8\% = 0,32$ m
24 vigas de 4,075 m	peralte $H = 4,07 * 8\% = 0,33$ m
5 vigas de 5,15 m	peralte $H = 5,15 * 8\% = 0,41$ m

En este caso, se puede observar que se tienen vigas críticas de 5,15 m, por tanto, se tomará un peralte de $H = 0,40$ m y una base igual a 0,25 m. Finalmente, la sección de viga queda con las siguientes dimensiones:

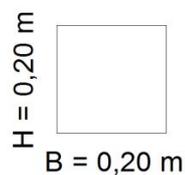
Figura 59. **Sección de viga principal**



Viga mojinete

Para la viga mojinete, basado en el mismo criterio del diseño de vigas principales, proporciona una sección con las siguientes dimensiones:

Figura 60. **Sección de viga mojinete**



Columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas, determina la sección, y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular, se desea guardar simetría en la dimensiones de la columna, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

El código ACI 318-05, sección 10.3.6 indica que la resistencia axial de diseño ϕP_n de elementos en compresión no debe tomarse mayor que ϕP_n máx calculado, usando la ecuación (10-2).

Según ACI 318-05, sección 10.3.6.2, para elementos no preesforzados con estribos:

$$\phi P_n \text{ máx} = 0,80\phi [0,225f_c' (A_g) + f_y A_s] \quad (10-2)$$

Para determinar el A_s se puede encontrar que el ACI 318-05, sección 21.4.3.1 indica que el área de refuerzo longitudinal, A_s no debe ser menor que $0,01A_g$, ni mayor que $0,06A_g$, por tanto, la fórmula quedaría así:

$$\phi P_n \text{ máx} = 0,80\phi [0,225f_c' (A_g) + f_y(0,01 A_g)]$$

$$32\,364,54 \text{ kg} = 0,80 [0,225 (280 \text{ kg/cm}^2) * (A_g) + 2\,810 \text{ kg/cm}^2 * (0,01 A_g)]$$

$$32\,364,54 \text{ kg} = 0,80 [63 \text{ kg/cm}^2 * (A_g) + 28,1 \text{ kg/cm}^2 * (A_g)]$$

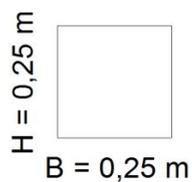
$$32\,364,54 \text{ kg} = 72,88 \text{ kg/cm}^2 * (A_g)$$

$$A_g = 32\,364,54 \text{ kg} / 72,88 \text{ kg/cm}^2 = 444,08 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{444,08} = 21,07 \text{ cm}$$

Pero por seguridad se usará una sección de columna con las siguientes dimensiones:

Figura 61. **Sección de columnas**



2.3.3. Cálculo del corte basal

Determinación del peso de la estructura por nivel:

Tabla XLIII. **Peso del segundo nivel, módulo I**

PESO DEL SEGUNDO NIVEL, MÓDULO I		(kg)
Lámina	$8,89 \text{ kg/m}^2 * 25 \text{ m} * 7,80 \text{ m}$	1 733,55
Viga principal	$102 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3$	24 480,00
Viga mojinete	$35,60 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3$	3 417,60
Columnas	$1,10 \text{ m} * 0,25 * 0,25 * 2 400 \text{ kg/m}^3 * 25 \text{ col}$	4 125,00
Muros	$32,00 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2$	5 120,00
Ventanas	$34 \text{ m} * 1,10 \text{ m} * 5 \text{ kg/m}^2$	187,00
Puertas	$0,70 \text{ m} * 1 \text{ m} * 35 \text{ kg/m}^2 * 4 \text{ puertas}$	98,00
Sobrecarga	$40 \text{ kg/m}^2 * 24,40 \text{ m} * 7,20 \text{ m}$	7 027,20
W N2, MÓDULO I		46 188,35

Tabla XLIV. **Peso del primer nivel, módulo I**

PESO DEL PRIMER NIVEL, MÓDULO I		(kg)
Losa	$2 400 \text{ kg/m}^3 * 7,20 \text{ m} * 24,40 \text{ m} * 0,10 \text{ m}$	42 163,20
Viga principal	$123,60 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3$	29 664,00
Columnas	$4,70 \text{ m} * 0,25 * 0,25 * 2 400 \text{ kg/m}^3 * 25 \text{ col}$	17 625,00
Muros	$65,00 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2$	10 400,00
Ventanas	$34 \text{ m} * 1,90 \text{ m} * 5 \text{ kg/m}^2$	323,00
Puertas	$3,70 \text{ m} * 1 \text{ m} * 35 \text{ kg/m}^2 * 4 \text{ puertas}$	518,00
Sobrecarga	$40 \text{ kg/m}^2 * 24,40 \text{ m} * 7,20 \text{ m}$	7 027,20
W N1, MÓDULO I		107 720,40

Tabla XLV. **Peso total del módulo I**

PESO TOTAL DEL MÓDULO I				
DESCRIPCIÓN	NIVEL 2	NIVEL 1	WT	%
Lámina	1 733,55	0,00	1 733,55	1,13%
Losa	0,00	42 163,20	42 163,20	27,39%
Viga principal	24 480,00	29 664,00	54 144,00	35,18%
Viga mojinete	3 417,60	0,00	3 417,60	2,22%
Columnas	4 125,00	17 625,00	21 750,00	14,13%
Muros	5 120,00	10 400,00	15 520,00	10,08%
Ventanas	187,00	323,00	510,00	0,33%
Puertas	98,00	518,00	616,00	0,40%
Sobrecarga	7 027,20	7 027,20	14 054,40	9,13%
PESO TOTAL	46 188,35	107 720,40	153 908,75	100,00%

El código UBC 1997, sección 1630.2.1, requiere que el esfuerzo del corte basal total de diseño en una dirección determinada, debe calcularse con las siguientes fórmulas:

$$V_b = \frac{C_v * I}{R T} * W \quad (30-4)$$

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

$$V_b = \frac{2,5 * C_a * I}{R} * W \quad (30-5)$$

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

$$V_b = 0,11 * C_a * I * W \quad (30-6)$$

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

$$V_b = \frac{0,80 * Z * N_v * I}{R} * W \quad (30-7)$$

Donde:

C_v = coeficiente sísmico, usar 0,64 N_v

I = factor de importancia sísmica, usar 1

R = coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia, usar 8,5

T = período de vibración elástico fundamental de la estructura

C_a = coeficiente sísmico, usar 0,44 N_a

Z = factor de zona sísmica, 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, tomar un factor 1

N_a = factor de cercanía a la fuente de origen utilizado al determinar C_a en la zona sísmica 4, tomar un factor igual a 1

W = carga muerta sísmica total de la estructura

V_b = esfuerzo de corte basal

El período de la estructura se determina con el UBC 1997 (1630.2.2) el cual indica que el valor de “T” debe de utilizarse el método “A”.

Método A: para todas las edificaciones, el valor de T puede aproximarse mediante la siguiente fórmula.

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

Donde:

T = período en segundos

C_t = 0,073, para pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos y estructuras arriostradas excéntricamente

H_n = es la altura de la estructura en metros, en este caso usar 7,50 m

$$T = (0,073) (7,5)^{3/4} = 0,3313 \text{ s}$$

Debido a que el período de vibración $T \leq 0,70 \text{ s}$, $F_t = 0$.

Determinación del corte basal en todos los casos para el módulo I:

$$V_b = \frac{0,64 * 1 * 1}{8,50 * 0,3313} * 153\,908,75 \text{ kg} = 34\,978,64 \text{ kg}$$

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

$$V_b = \frac{2,5 * 0,44 * 1}{8,5} * 153\,908,75 \text{ kg} = 19\,917,60 \text{ kg}$$

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

$$V_b = 0,11 * 0,44 * 1 * 153\,908,75 \text{ kg} = 7\,449,18 \text{ kg}$$

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

$$V_b = \frac{0,80 * 0,40 * 1}{8,50} * 153\,908,75 \text{ kg} = 5\,794,21 \text{ kg}$$

Recordando que el caso 1 no debe exceder al caso 2, y no debe ser menor que el caso 3, además, no debe ser menor que el caso 4.

Finalmente, el esfuerzo basal del módulo I es 19 917,60 kg para “X” y “Y”.

2.3.4. Repartición de fuerzas por nivel

La repartición de fuerzas en los niveles se hace con la siguiente expresión:

$$F_x = \left[\frac{(V-F_t) (W_i H_i)}{\sum W_i H_i} \right]$$

Donde:

F_t = fuerza concentrada en la cúspide, en este caso $F_t = 0$

F_x = fuerza por nivel

V = corte basal

W_i = peso por nivel

H_i = altura de nivel

La repartición de fuerza por nivel, para el eje “X” y “Y”, son las mismas, ya que los dos tienen la misma magnitud de corte basal.

Tabla XLVI. **Repartición de fuerzas por nivel para el módulo I**

Nivel	Wi (kg)	Hi (m)	WiHi (kg-m)	Fx (kg)
2	46 188,35	7,50	346 412,63	8 301,36
1	107 720,40	4,50	484 741,80	11 616,24
	153 908,75		831 154,43	19 917,60

2.3.5. Integración de cargas gravitacionales

Se hará la integración de cargas gravitacionales únicamente para el módulo I, marco B, obteniendo las cargas superficialmente distribuidas y las áreas tributarias. Se procede a determinar las cargas lineales para cada viga con la siguiente expresión:

$$W_{cm} = \frac{W_{cm} * A}{L}$$

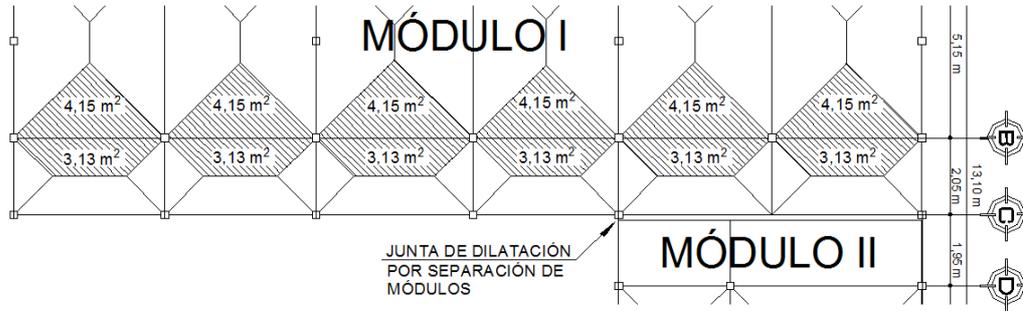
Donde:

W_{cm} = carga superficialmente distribuida en kg/m^2

A = área tributaria en m^2

L = longitud en m

Figura 62. **Áreas tributarias del módulo I, marco B**



Módulo I, marco B, segundo nivel

viga 1 = viga 2 = viga 3 = viga 4 = viga 5 = viga 6

Carga muerta:

$$W_{\text{lámina}} = 8,89 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{cm}} = W_{\text{lámina}} + W_{\text{sobrecarga}} = 48,89 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{viga principal}} = 0,25 \cdot 0,40 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cm}} = \frac{48,89 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,28 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 87,34 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

$$W_{\text{cv}} = \frac{244,05 \text{ kg/m}^2 \cdot 7,28 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 436 \text{ kg/m}$$

$$CM = 327,34 \text{ kg/m}$$

$$CV = 436,00 \text{ kg/m}$$

Módulo I, marco B, primer nivel

viga 1 = viga 2 = viga 3 = viga 4 = viga 5 = viga 6

Carga muerta

$$W_{losa} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{sobrecarga} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{cm} = W_{losa} + W_{sobrecarga} = 280,00 \text{ kg/m}^2$$

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

$$W_{sillar} = 160 \text{ kg/m}^2 * 1,10 \text{ m} = 176,00 \text{ kg/m}$$

$$W_{vidrio} = 5 \text{ kg/m}^2 * 1,50 \text{ m} = 7,50 \text{ kg/m}$$

$$W_{cm} = \frac{280 \text{ kg/m}^2 * 7,28 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 500,22 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$W_{cv1} = \frac{400,00 \text{ kg/m}^2 * 4,15 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 407,36 \text{ kg/m}$$

$$W_{cv2} = \frac{500,00 \text{ kg/m}^2 * 3,13 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 384,05 \text{ kg/m}$$

$$CM = 923,72 \text{ kg/m}$$

$$CV = 791,41 \text{ kg/m}$$

Figura 63. **Cargas muertas y vivas del módulo I, marco 2**

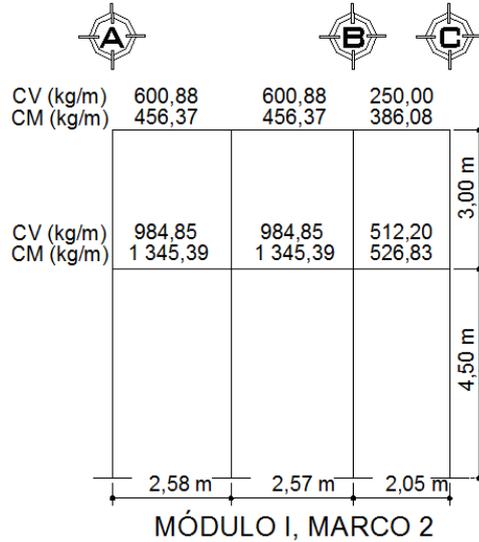
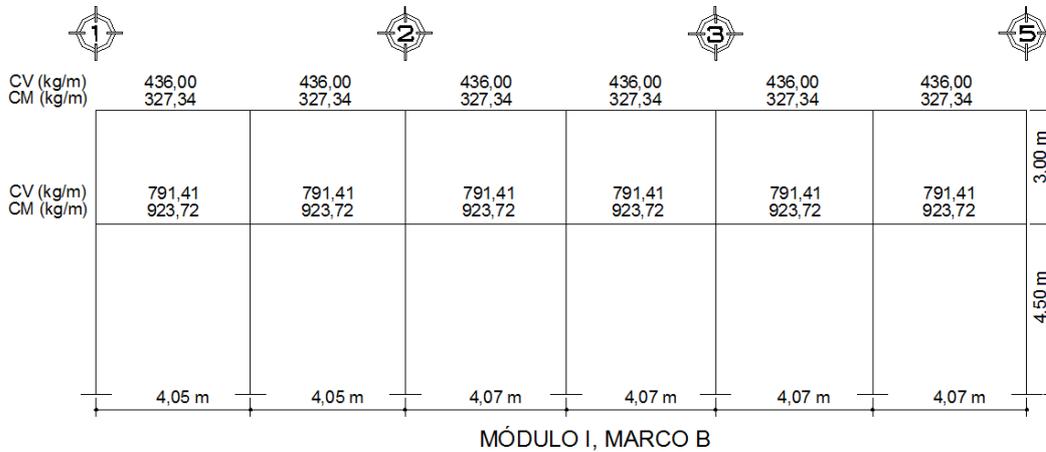


Figura 64. **Cargas muertas y vivas del módulo I, marco B**



En las figuras 61 y 62 se incluye el total de carga muerta, aunque el análisis estructural se hará con el programa de computación SAP 2000, entonces el peso propio de las vigas deberá restárselas, porque dicho programa suma el peso propio automáticamente. Así mismo, se hará la comparación manual por medio del método de Kani, con el que se obtendrá las variaciones que conllevan la aplicación de ambos métodos.

2.3.6. Determinación del centro de rigidez

El segundo nivel se considerará en voladizo, el cual se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multi-niveles, donde la rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_c = \frac{1}{\frac{F * H^3}{3 * E_c * I} + \frac{1,2 * F * H}{A * G}}$$

En el primer nivel se considera el método doblemente empotrado, el cual se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multi-niveles, donde la rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_c = \frac{1}{\frac{F * H^3}{12 * E_c * I} + \frac{1,2 * F * H}{A * G}}$$

Donde:

K_c = rigidez de columna cuadrada

F = fuerza de nivel

H = altura de la columna

I = inercia de la sección

$$I = \frac{1}{12} b * h^3$$

G = módulo de cortante

$$G = 0,40 * E_c$$

E_c = módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 15\,100 * \sqrt{f'_c}$$

A = área de la sección

K_c del módulo I, nivel 2, por la fórmula del voladizo:

$$K_c = \frac{1}{\frac{8\,301,36 * (300)^3}{3 * 15\,100(\sqrt{280})(\frac{1}{12})(25)(25)^3} + \frac{1,2 * 8\,301,36 * 300}{25 * 25 * 0,40 * 15\,100(\sqrt{280})}} = 0,1095 \text{ cm}^{-1}$$

$K_m = K_c * \text{número de columnas en el marco.}$

Tabla XLVII. **Centro de rigidez en Y, módulo I, nivel 2**

MARCO	COLUMNAS	K_c	K_m	L	$K_m * L$
A	7	0,1095	0,77	7,20	5,52
B	7	0,1095	0,77	2,05	1,57
C	7	0,1095	0,77	0,00	0,00
			2,30		7,09

$$C_{ry} = \frac{\sum K_m * L}{\sum K_m} = \frac{7,09}{2,30} = 3,08 \text{ m}$$

Tabla XLVIII. Centro de rigidez en X, módulo I, nivel 2

MARCO	COLUMNAS	Kc	Km	L	Km * L
1	4	0,109 5	0,44	0,000	0,00
1,1	3	0,109 5	0,33	4,050	1,33
2	4	0,109 5	0,44	8,100	3,55
2,1	3	0,109 5	0,33	12,175	4,00
3	4	0,109 5	0,44	16,250	7,12
4,1	2	0,109 5	0,22	20,325	4,45
5	4	0,109 5	0,44	24,400	10,69
			2,63		31,13

$$C_{rx} = \frac{\sum K_m * L}{\sum K_m} = \frac{31,13}{2,63} = 11,84 \text{ m}$$

Kc del módulo I, nivel 1 doblemente empotrado:

$$K_c = \frac{1}{\frac{11\,616,24 * (450)^3}{12 * 15\,100(\sqrt{280})(\frac{1}{12})(25)(25)^3} + \frac{1,2 * 11\,616,24 * 450}{25 * 25 * 0,40 * 15\,100(\sqrt{280})}} = 0,092\,4 \text{ cm}^{-1}$$

Km = Kc * número de columnas en el marco.

Tabla XLIX. Centro de rigidez en Y, módulo I, nivel 1

MARCO	COLUMNAS	Kc	Km	L	Km * L
A	7	0,092 4	0,65	7,200	4,66
B	7	0,092 4	0,65	2,050	1,33
C	7	0,092 4	0,65	0,000	0,00
			1,94		5,98

$$C_{ry} = \frac{\sum K_m * L}{\sum K_m} = \frac{5,98}{1,94} = 3,08 \text{ m}$$

Tabla L. **Centro de rigidez en X, módulo I, nivel 1**

MARCO	COLUMNAS	Kc	Km	L	Km * L
1	4	0,092 4	0,37	0,000	0,00
1,1	3	0,092 4	0,28	4,050	1,12
2	4	0,092 4	0,37	8,100	2,99
2,1	3	0,092 4	0,28	12,175	3,37
3	4	0,092 4	0,37	16,250	6,01
4,1	2	0,092 4	0,18	20,325	3,76
5	4	0,092 4	0,37	24,400	9,02
			2,22		26,27

$$C_{rx} = \frac{\sum K_m * L}{\sum K_m} = \frac{26,27}{2,22} = 11,84 \text{ m}$$

Tabla LI. **Resumen centro de rigidez en el módulo I**

NIVEL	Y (m)	X (m)
2	3,08	11,84
1	3,08	11,84

2.3.7. Determinación del centro de masa

Debido a que la planta de los módulos para los dos niveles es la misma, se obtendrán coordenadas de centro de masa con las siguientes expresiones:

$$C_{mx} = \frac{\text{Largo}}{2} \quad \text{y} \quad C_{my} = \frac{\text{Ancho}}{2}$$

Donde:

Cmx y Cmy = coordenadas de centro de masa en "X" y "Y"

$$C_{mx} = \frac{24,40 \text{ m}}{2} = 12,20 \text{ m}$$

$$C_{my} = \frac{7,20 \text{ m}}{2} = 3,60 \text{ m}$$

2.3.8. Torsión

Según los datos obtenidos anteriormente, se puede determinar que el centro de masa y centro de rigidez no coinciden; por lo tanto, se tiene una excentricidad diferente a cero, la cual genera torsión. En este caso se debe considerar una excentricidad directa y una excentricidad de diseño, igual a 5% con respecto a cada eje.

Excentricidad directa

$$e_{1 \text{ x, y}} = | C_{m \text{ x, y}} - C_{r \text{ x, y}} |$$

Excentricidad de diseño

$$e_{1 \text{ x, y}} = | C_{m \text{ x, y}} - C_{r \text{ x, y}} | + 0,05 * b$$

$$e_{2 \text{ x, y}} = | C_{m \text{ x, y}} - C_{r \text{ x, y}} | - 0,05 * b$$

Donde:

e_1 y e_2 = excentricidad

C_m x, y = centro de masa en "X" y "Y"

C_r x, y = centro de rigidez en "X" y "Y"

b = es la dimensión de la planta, correspondiente en la dirección perpendicular a la del movimiento sísmico

Tabla LII. **Excentricidad del módulo I, niveles 1 y 2**

EXCENTRICIDAD		
ex	0,36	Excentricidad directa
ey	0,52	
ex1	1,58	Excentricidad de diseño 1
ey1	0,88	
ex2	-0,86	Excentricidad de diseño 2
ey2	0,16	

2.3.9. Distribución de corte traslacional y sismo

Tabla LIII. **Fuerza de marcos (literales), módulo I, nivel 2**

F	8 301,36	E	0,88					
marco	Km	di	Km*di	Km*di ²	EI	Fi'	Fi''	Fm
A	0,77	4,12	3,17	13,07	6,68	2 767,12	093,59 ¹	3 860,71
B	0,77	-1,03	-0,79	0,82	-26,72	2 767,12	-273,40	2 493,72
C	0,77	-3,08	-2,37	7,30	-8,94	2 767,12	-817,54	1 949,58
	2,31			21,19				

Tabla LIV. Fuerza de marcos (numéricos), módulo I, nivel 2

F	8 301,36	E	1,58					
marco	Km	di	Km*di	Km * di ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	0,44	-11,84	-5,19	61,40	-34,88	1 383,56	-376,04	1 007,52
1,1	0,33	-7,79	-2,56	19,93	-70,68	1 037,67	-185,56	852,11
2	0,44	-3,74	-1,64	6,13	-110,42	1 383,56	-118,78	1 264,78
2,1	0,33	0,34	0,11	0,04	1 643,66	1 037,67	7,98	1 045,65
3	0,44	4,41	1,93	8,52	93,64	1 383,56	140,06	1 523,62
4,1	0,22	8,49	1,86	15,77	97,34	691,78	134,74	826,52
5	0,44	12,56	5,50	69,10	32,88	1 383,56	398,91	1 782,47
	2,63			180,88				

Si el valor de $F_m < F_i'$, se debe tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor de $F_m > F_i'$, F_m será el valor del marco analizado. Debido a la existencia de una excentricidad directa distinta a cero. Las ecuaciones utilizadas fueron:

$$Ei = \frac{\sum(Km * di^2)}{Km * di}$$

$$F_i' = \frac{Km * F}{\sum Km}$$

$$F_i'' = \frac{e * F}{Ei}$$

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Donde:

F = fuerza por nivel

Km = rigidez del marco que se está analizando

$\sum Km$ = rigidez total del marco

e = excentricidad

Ei = relación entre rigideces y brazo de cada marco

F_i' = fuerza o corte traslacional

Fi'' = fuerza o corte inducido por sismo

Tabla LV. **Fuerza de marcos (literales), módulo I, nivel 1**

F	11 616,24	e	0,88					
Marco	Km	di	Km*di	Km*di ²	EI	Fi'	Fi''	Fm
A	0,65	4,12	2,66	10,98	6,68	3 872,08	1 530,28	5 402,358
B	0,65	-1,03	-0,67	0,69	-26,72	3 872,08	-3 82,569	3 489,511
C	0,65	-3,08	-1,99	6,14	-8,94	3 872,08	-1 143,99	2 728,086
	1,94			17,80				

Tabla LVI. **Fuerza de marcos (numéricos), módulo I, nivel 1**

F	11 616,24	e	1,58					
marco	Km	di	Km*di	Km*di ²	EI	Fi'	Fi''	Fm
1	0,37	-11,84	-4,38	51,81	-34,88	1 936,04	-526,21	1 409,83
1,1	0,28	-7,79	-2,16	16,82	-70,68	1 452,03	-259,66	1 192,37
2	0,37	-3,74	-1,38	5,17	-110,42	1 936,04	-166,22	1 769,82
2,1	0,28	0,34	0,09	0,03	1 643,66	1 452,03	11,17	1 463,20
3	0,37	4,41	1,63	7,19	93,64	1 936,04	195,99	2 132,03
4,1	0,18	8,49	1,57	13,30	97,34	968,02	188,55	1 156,57
5	0,37	12,56	4,64	58,31	32,88	1 936,04	558,21	2 494,25
	2,22			152,63				

Tabla LVII. **Resumen de fuerzas por nivel, para el módulo I**

NIVEL	MARCOS DEL MÓDULO I	
	Marco 2 (kg)	Marco B (kg)
2	1 383,56	2 767,12
1	1 936,04	3 872,08

Figura 65. **Carga lateral del módulo I, marco 2**

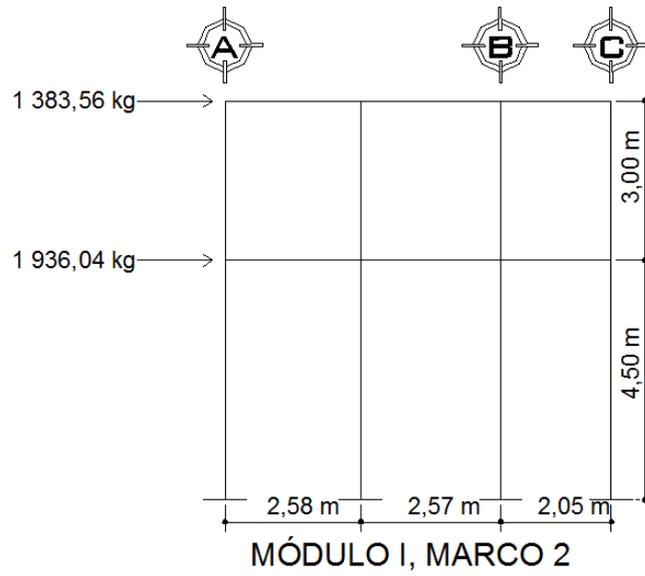
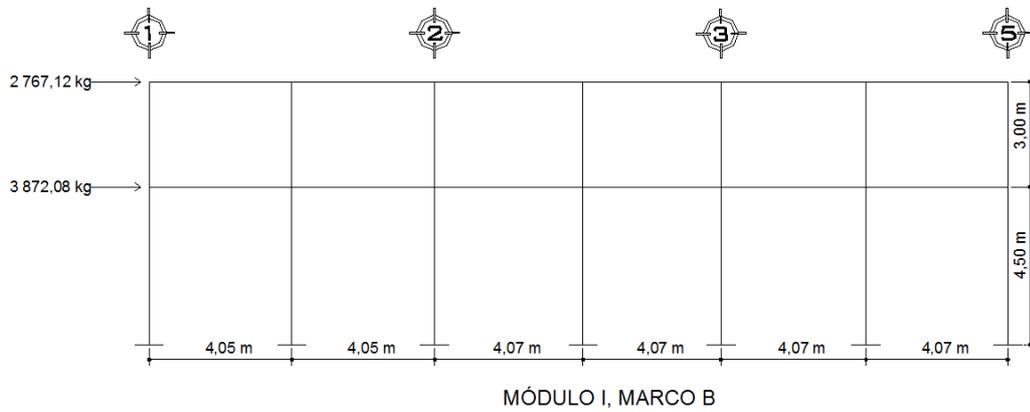


Figura 66. **Carga lateral del módulo I, marco B**



Cálculo del desplazamiento lateral para cada nivel:

$$\Delta s = \left[\frac{\left(\frac{H}{d}\right)^3 + 3N * \frac{H}{d}}{t * E_c} \right] * F_m$$

Donde:

Δ_s = desplazamiento lateral por flexión y corte

H = altura del piso o columna medida a ejes

d = peralte efectivo

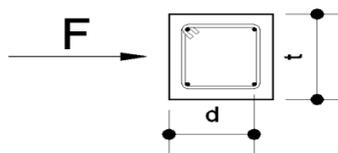
t = base de columna

E_c = módulo de elasticidad de concreto

N = número de columnas en el marco

F_m = fuerza en el marco

Figura 67. Dimensiones de columna



El código UBC de 1997, sección 1630.10.1, requiere que los desplazamientos relativos de los pisos deben calcularse utilizando el desplazamiento de respuesta inelástica máxima y el mismo, debe calcularse como sigue:

$$\Delta_m = 0,7R\Delta_s$$

Donde:

R = coeficiente numérico representativo de la sobre resistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales, como se establece en las tablas 16-N o 16-P, del UBC; en este caso utilizar 6,00

Δs = desplazamiento lateral provocado por flexión y corte

El código UBC de 1997, sección 1630.10.2, requiere que el desplazamiento relativo del piso calculado, utilizando Δm , no debe exceder 0,025 veces la altura del piso, para estructuras que tengan un período fundamental menor de 0,7 segundos. Para estructuras que tengan un período fundamental de 0,7 segundos o mayor, el desplazamiento relativo calculado del piso no debe exceder de 0,020 veces la altura del piso.

Para el cálculo del desplazamiento lateral provocado por flexión y corte, recuerde que las secciones de las columnas son de 25*25 cm, por lo que se debe calcular d y t correctamente.

Tabla LVIII. **Desplazamiento máximo por nivel, módulo I, marco 2**

MÓDULO I, MARCO 2							
Nivel	d (cm)	t (cm)	F (kg)	N	Δs	Δm	0.025H (cm)
2	21	25	1 383,56	4	0,68	2,84	7,5
1	21	25	1 936,04	4	0,95	3,97	11,25

Tabla LIX. **Desplazamiento máximo por nivel, módulo I, marco B**

MÓDULO I, MARCO B							
Nivel	d (cm)	t (cm)	F (kg)	N	Δs	Δm	0.025H (cm)
2	21	25	2 767,12	7	1,41	4,92	7,5
1	21	25	3 872,08	7	2,03	4,84	11,25

Tabla LX. **Desplazamiento máximo por nivel, módulo II, marco D**

MÓDULO II, MARCO D							
Nivel	d (cm)	t (cm)	F (kg)	N	Δs	Δm	0.025H (cm)
2	21	25	1 908,58	3	0,92	3,86	7,5
1	21	25	2 630,93	3	1,27	4,32	11,25

Tabla LXI. **Desplazamiento máximo por nivel, módulo II, marco 4**

MÓDULO II, MARCO 4							
Nivel	d (cm)	t (cm)	F (kg)	N	Δs	Δm	0.025H (cm)
2	21	25	665,23	2	0,32	1,33	7,5
1	21	25	917,00	2	0,44	1,83	11,25

Como se puede apreciar en las tablas anteriores, para cada marco, el desplazamiento máximo es menor que 0,025 veces la altura del piso, por lo que las secciones de las columnas están bien. Con el desplazamiento se puede decidir si las secciones de columna son las correctas o si es necesario cambios, si se aumentan las secciones se tendrá un desplazamiento más pequeño y las columnas serán robustas, pero si al contrario, se disminuyen las secciones se tendrán columnas esbeltas y un desplazamiento mayor, estas variaciones pueden darse siempre que no se exceda el desplazamiento máximo.

Otro de los cálculos que se pueden determinar por medio del desplazamiento lateral es la separación de la junta de dilatación entre los módulos I y II, la cual será de 0,05 m, debido a irregularidad de la estructura.

2.3.10. Análisis estructural aplicando el programa SAP 2000

Para el análisis de cargas gravitacionales y laterales, se utilizó el programa SAP 2000, pues es un programa que da resultados muy exactos y fácil de usar, dicho programa lo único que requiere son las dimensiones de los miembros y las propiedades de los materiales, por ejemplo, la resistencia a compresión del concreto, la resistencia a tensión del acero, el módulo de elasticidad del concreto, el peso específico del concreto, etc.

Además, se realizó la comparación del análisis estructural por medio del método de Kani, ya que éste brinda resultados bastante cercanos a la realidad. Los datos obtenidos de ambos análisis se estudiaron y se concluyó que tenían aproximadamente un 10% de variación, pero se trabajó con los datos del programa SAP 2000, ya que éste es más exacto.

2.3.10.1. Análisis de las cargas gravitacionales

A continuación se presentan los diagramas de corte y momentos, como resultado del análisis estructural:

Figura 68. Diagrama de corte por carga muerta, módulo I, marco 2 (kg)

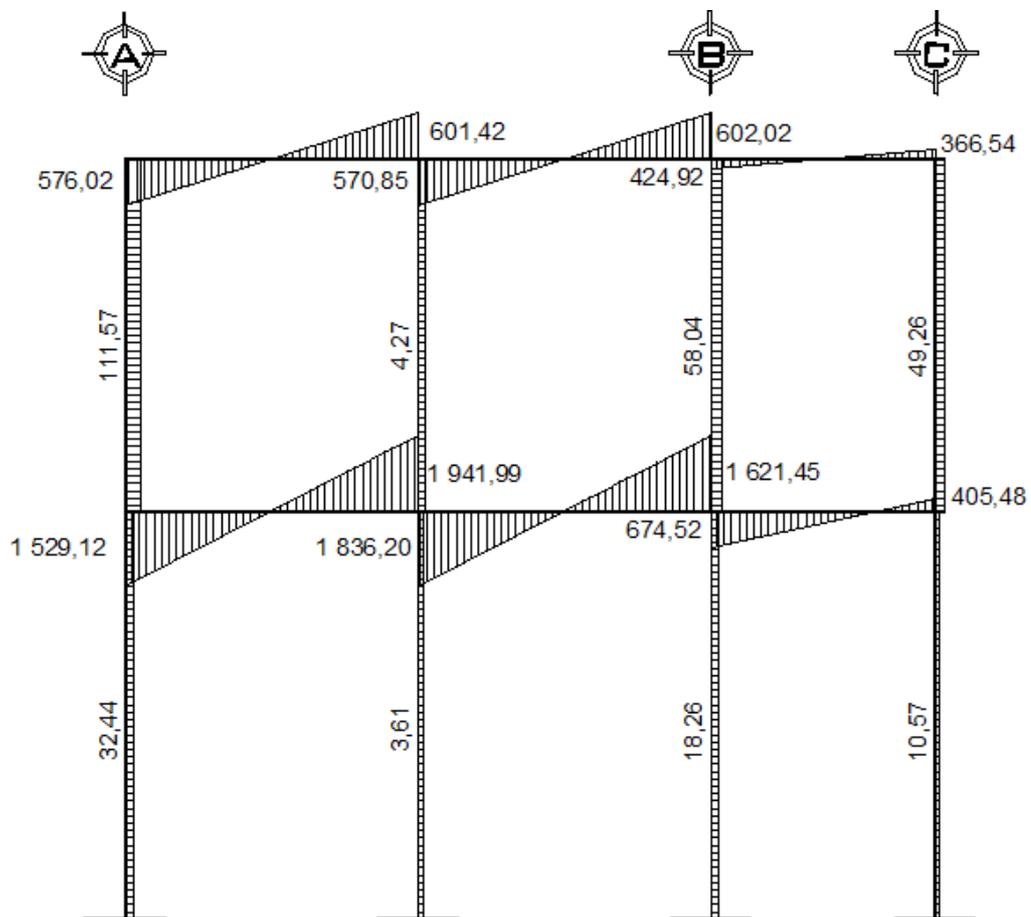


Figura 69. Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2

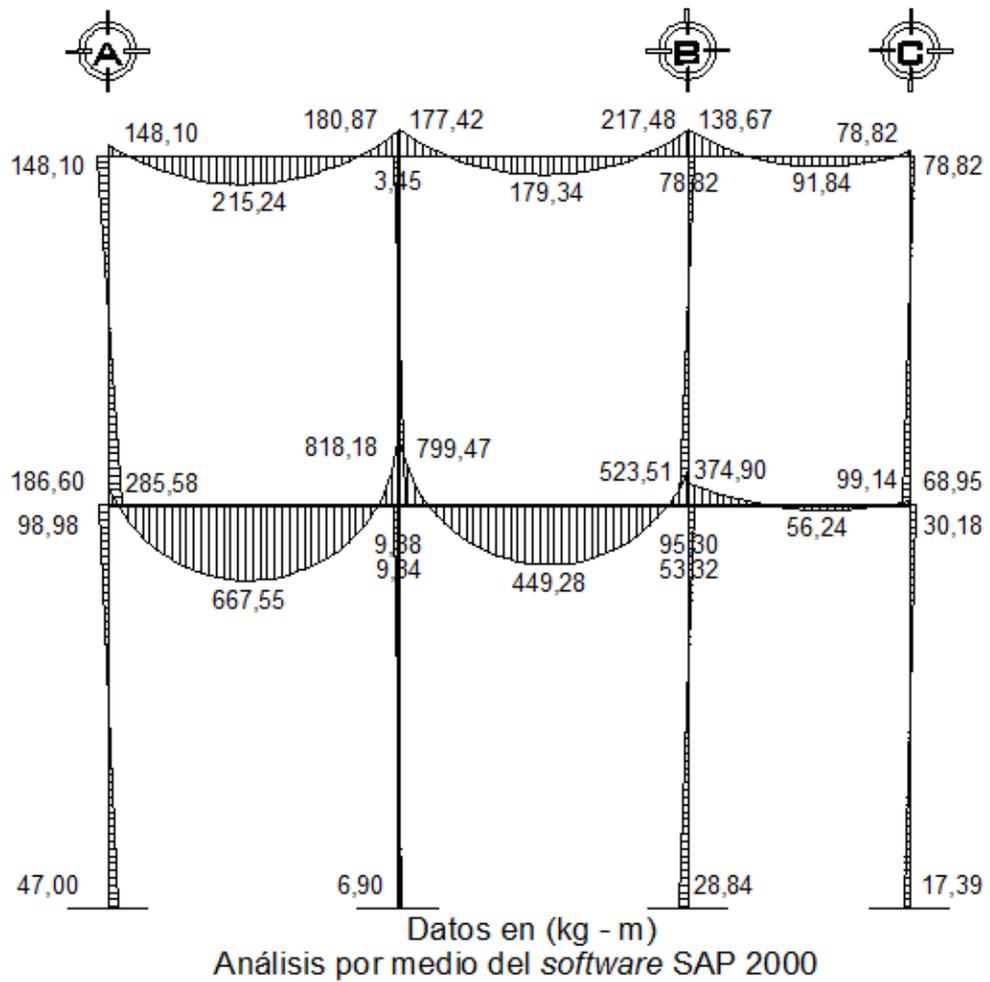
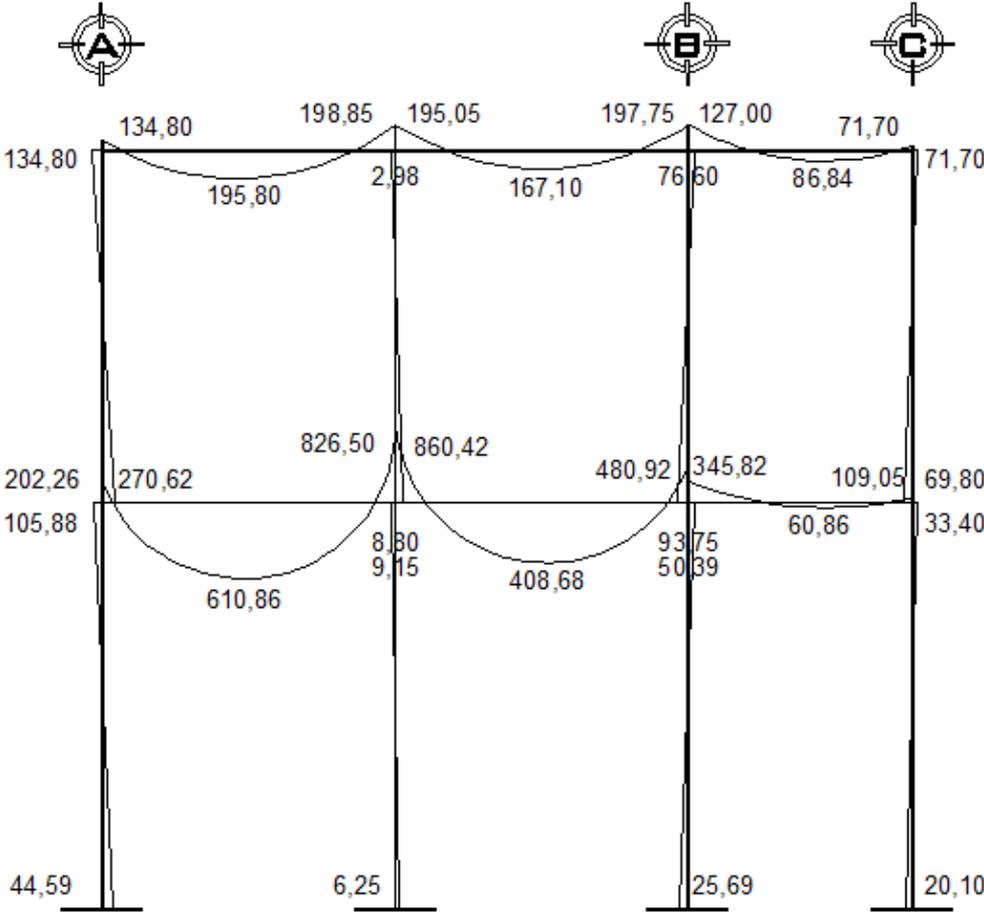


Figura 70. Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2, utilizando el método de Kani



Datos en (kg - m)
Análisis por medio del método de Kani

Figura 71. Diagrama de corte por carga viva, módulo I, marco 2

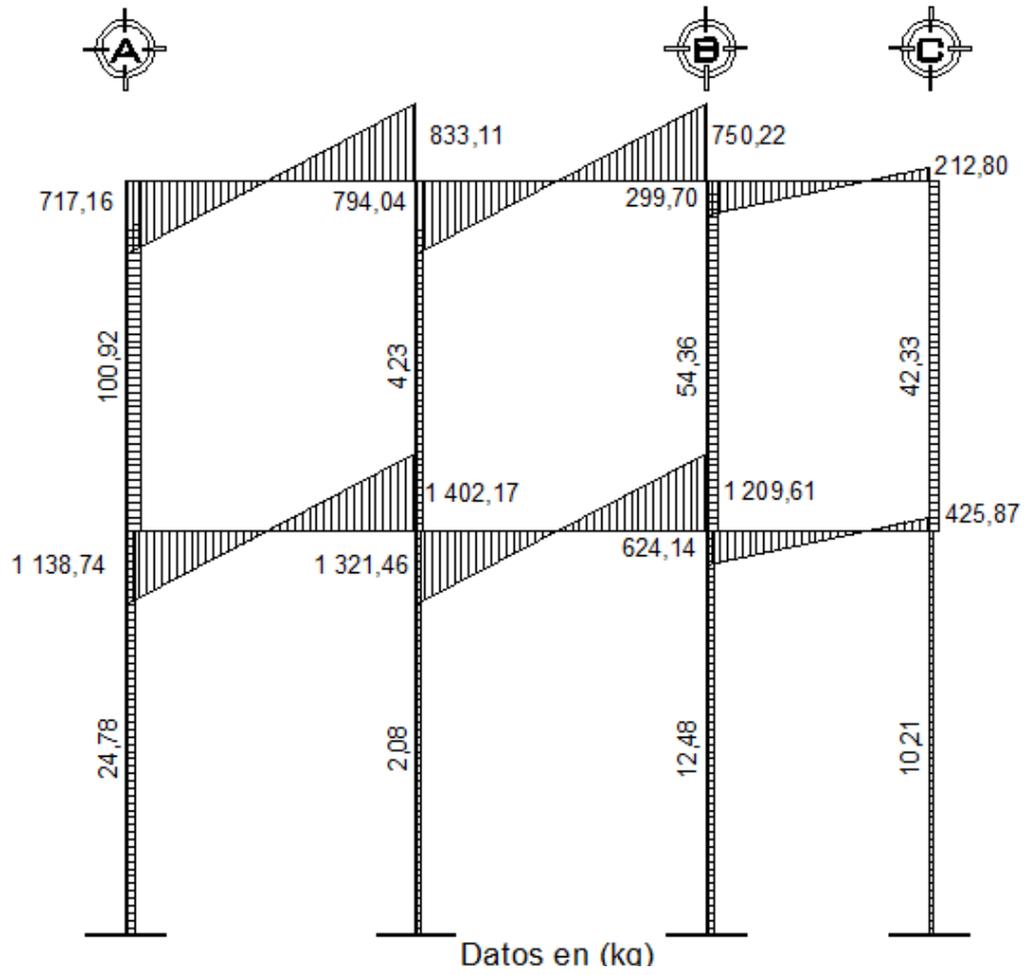


Figura 72. Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco 2

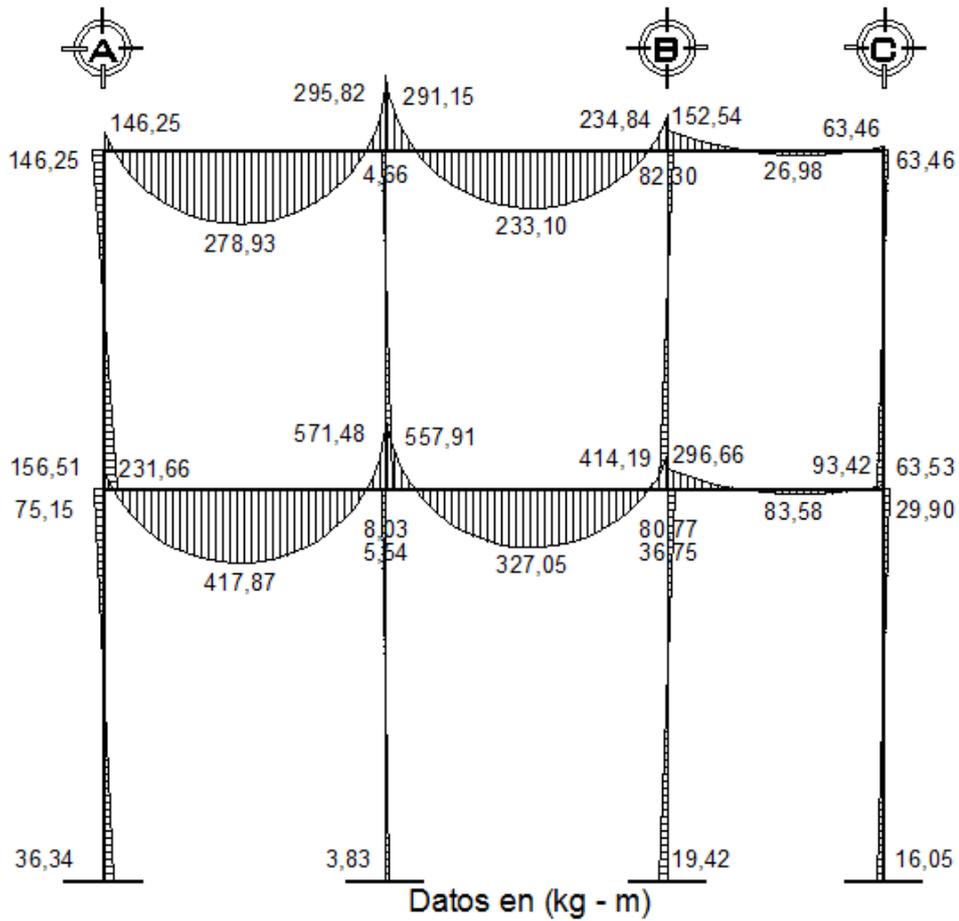


Figura 73. Diagrama de corte por carga muerta, módulo I, marco B

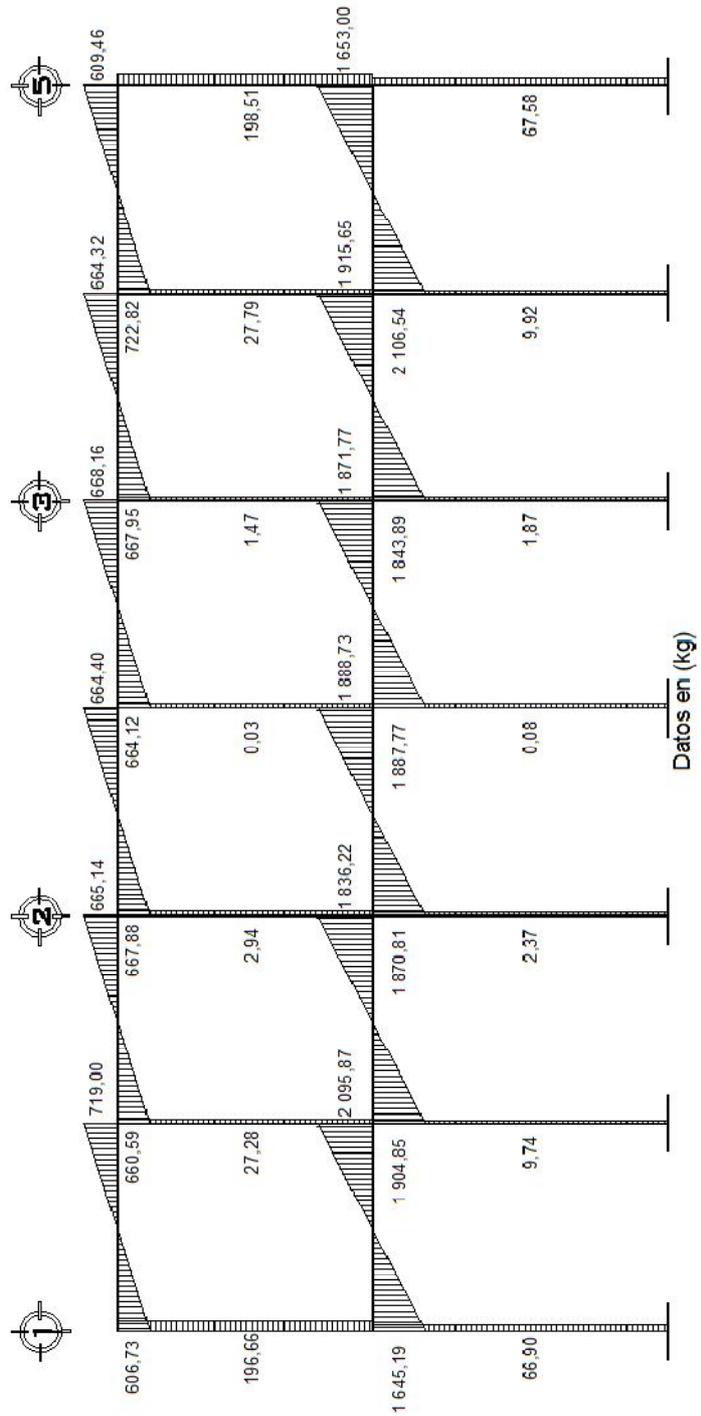


Figura 74. Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco B

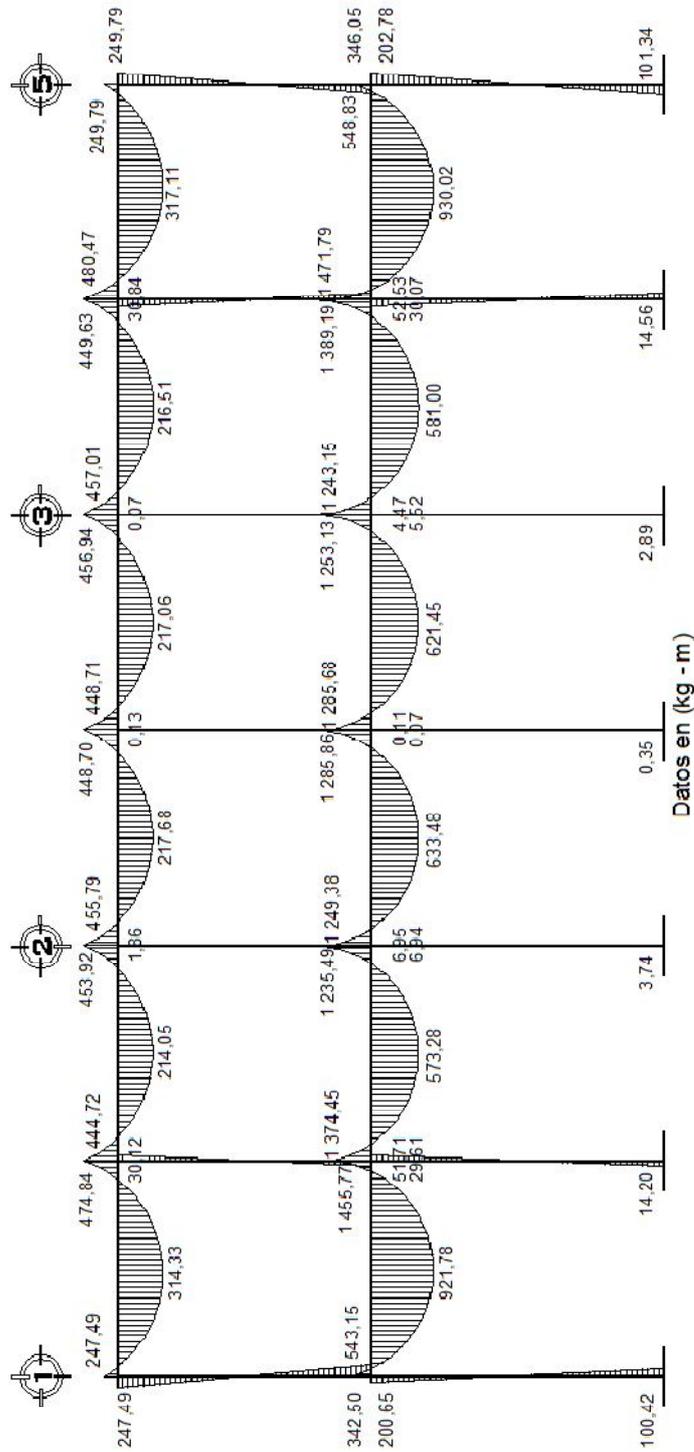


Figura 75. Diagrama de corte por carga viva, módulo I, marco B

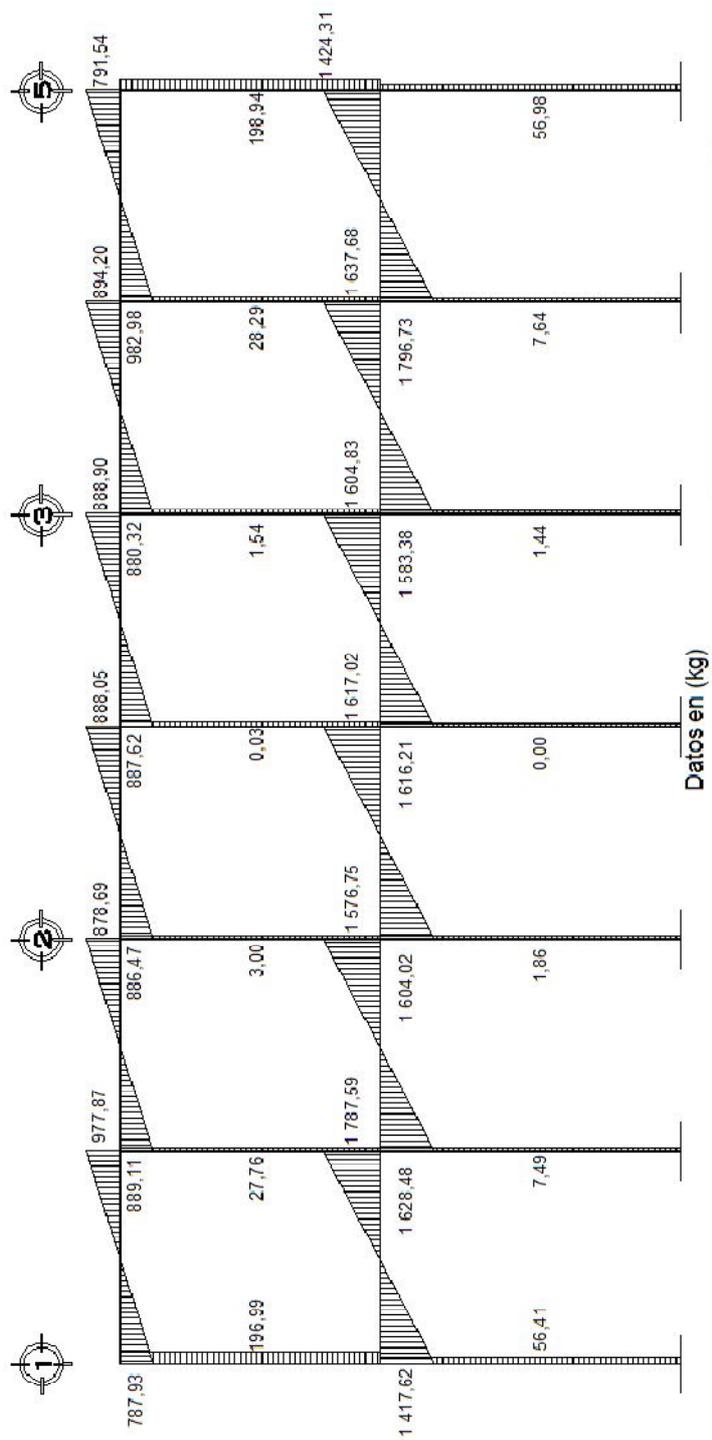
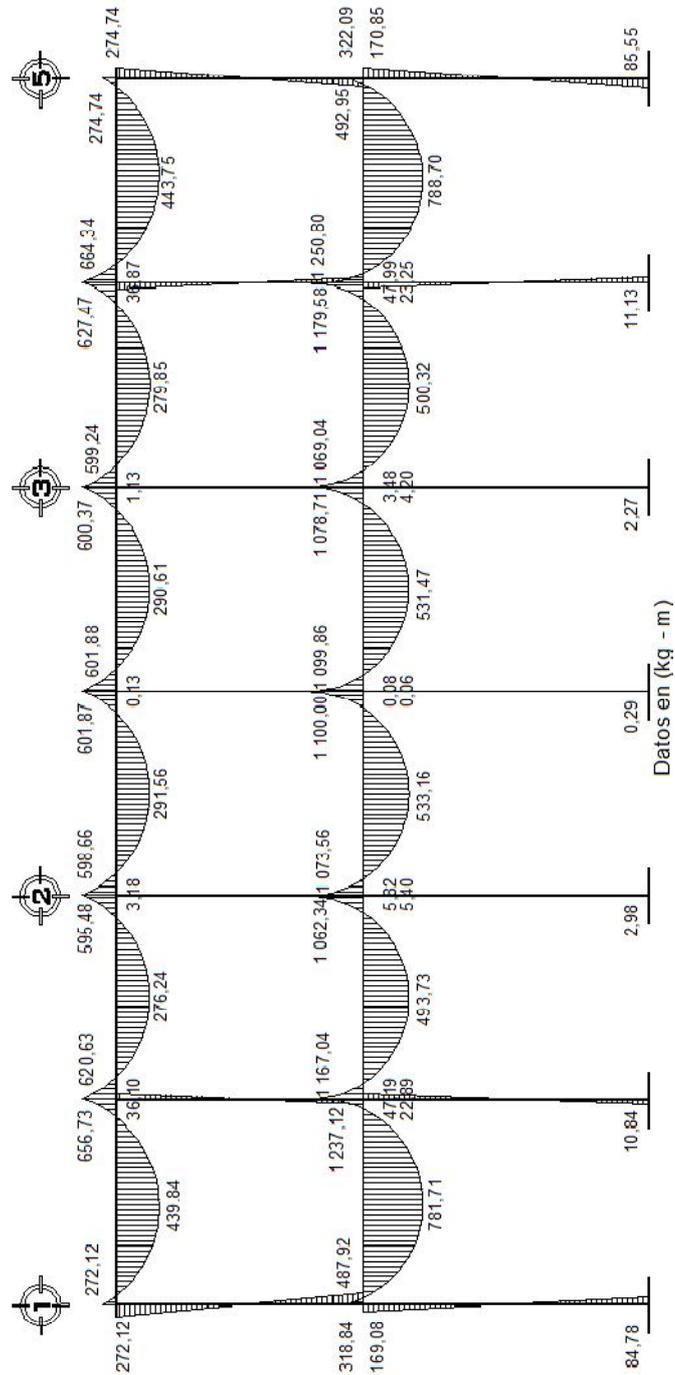


Figura 76. Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco B



2.3.10.2. Análisis de cargas de sismo

Figura 77. Diagrama de corte por carga de sismo, módulo I, marco 2

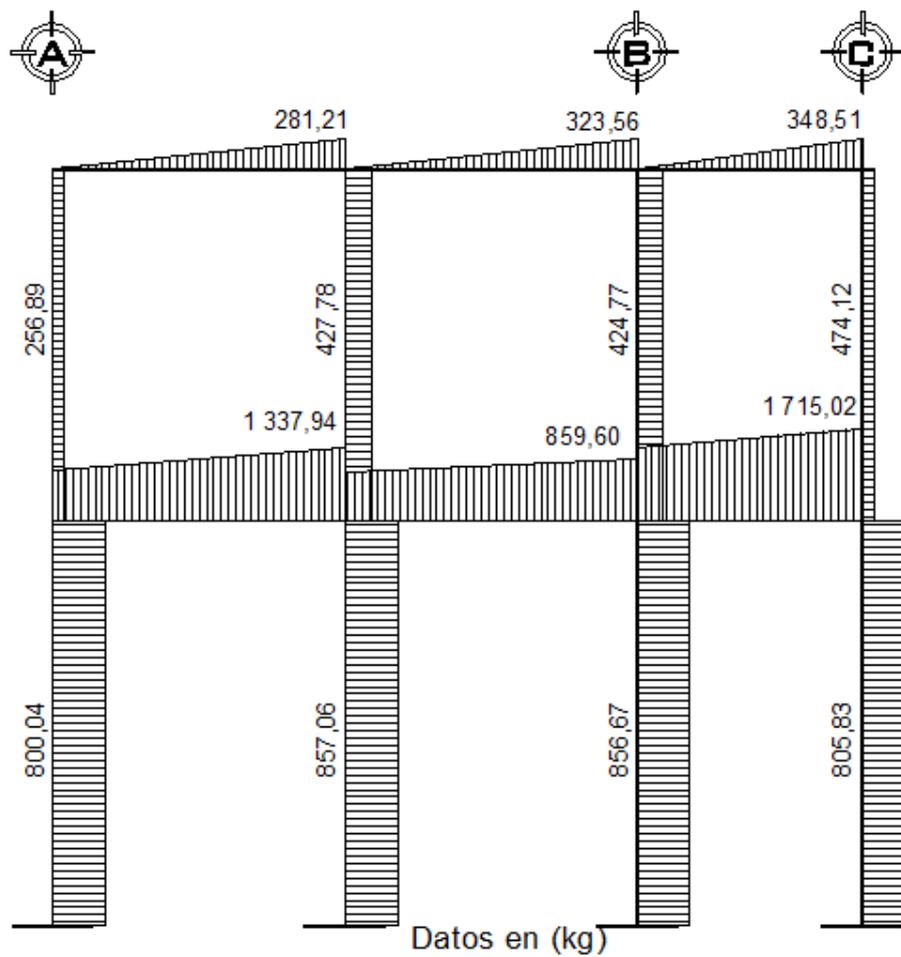


Figura 78. Diagrama de momentos por carga de sismo, módulo I, marco

2

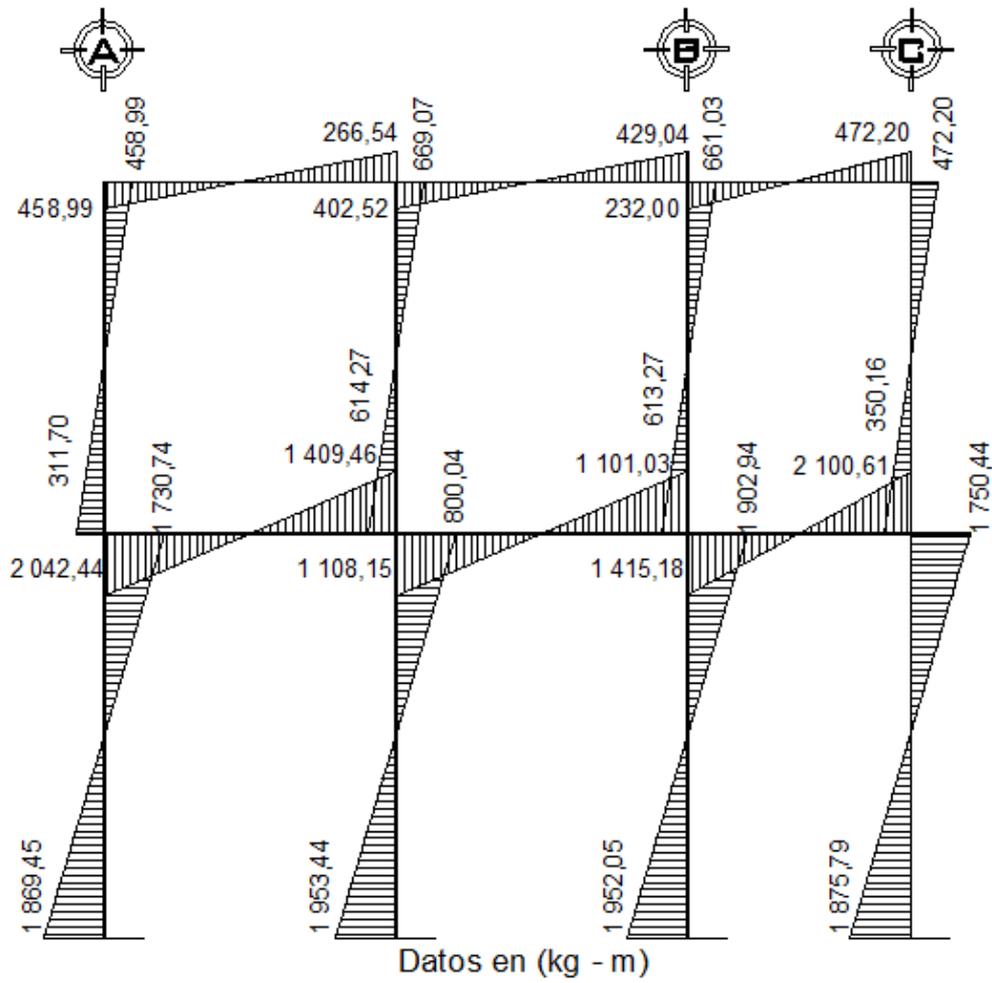


Figura 79. Diagrama de corte por carga de sismo, módulo I, marco B

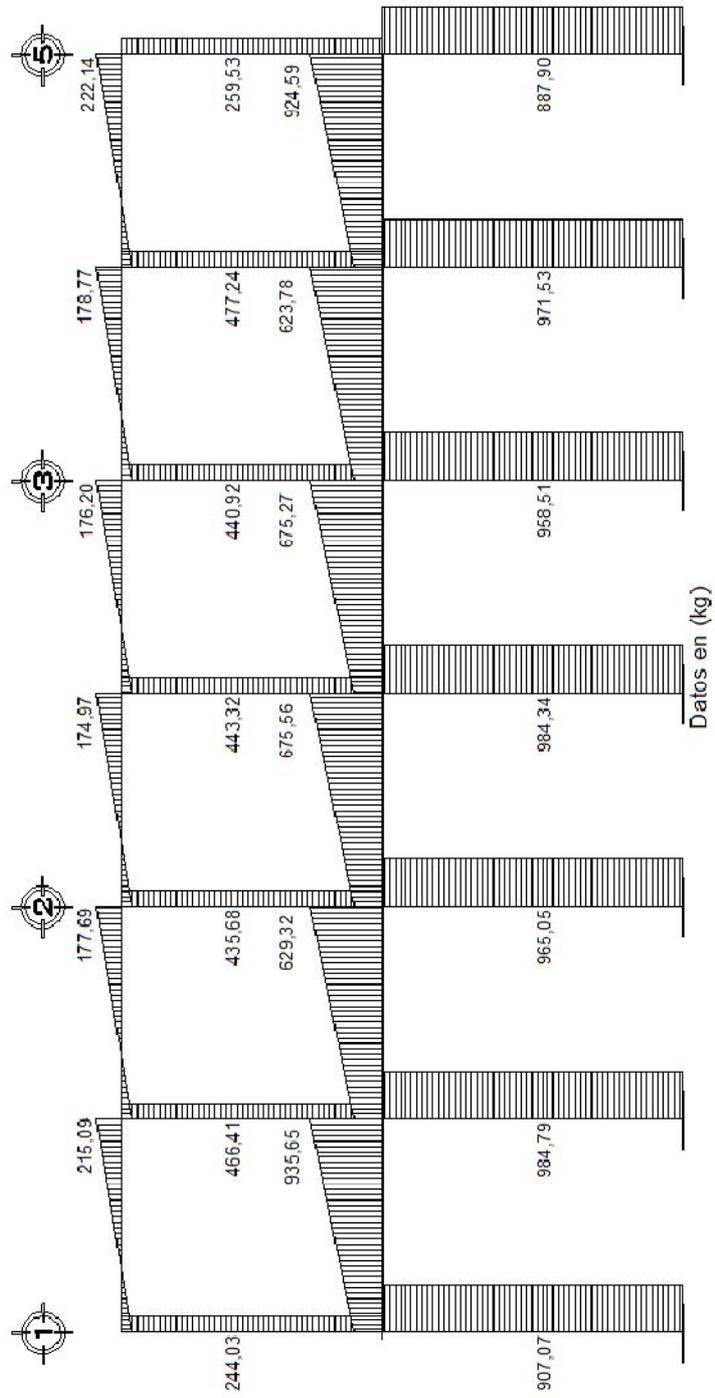
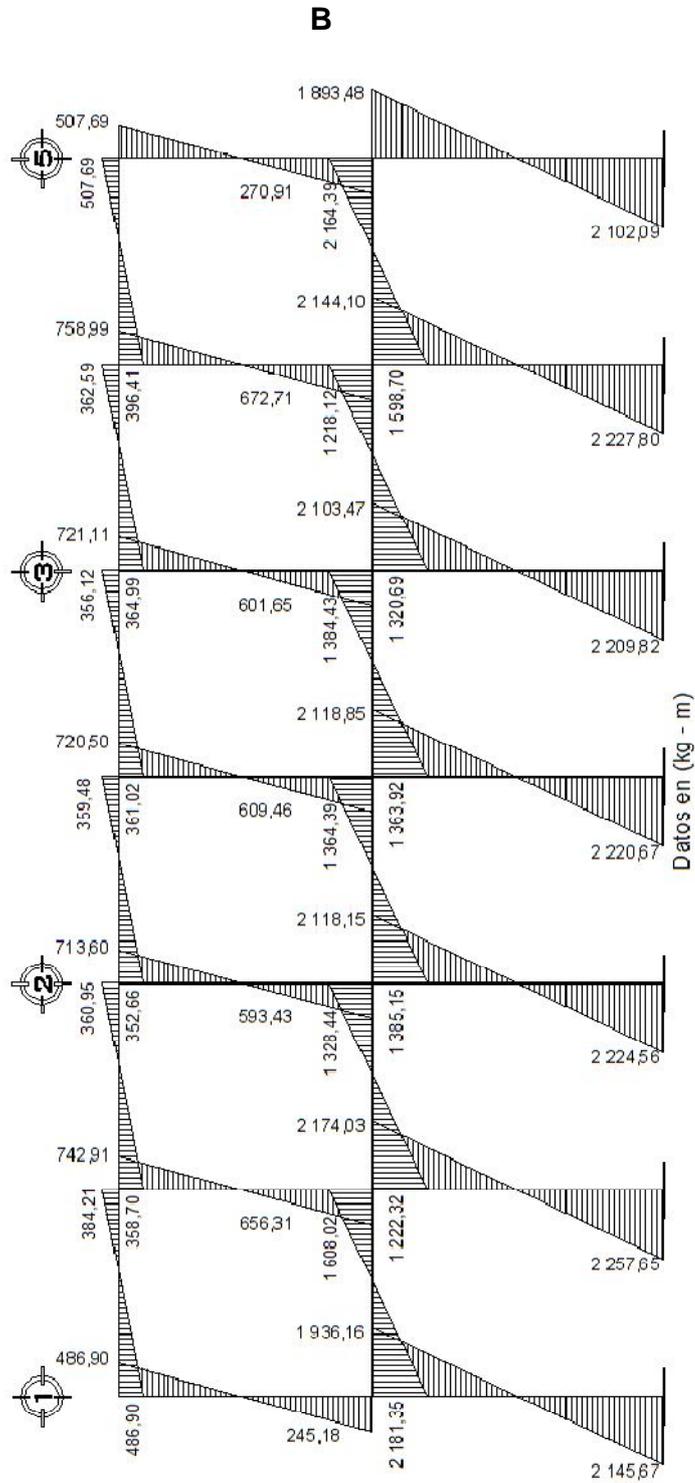


Figura 80. Diagrama de momentos por carga de sismo, módulo I, marco



2.3.11. Diseño estructural de elementos típicos

2.3.11.1. Diseño de la cubierta con techo de lámina

La cubierta será de lámina galvanizada calibre 28 mm, la cual se apoyará sobre una estructura metálica, conformada por costaneras y tijeras.

Tabla LXII. Dimensiones de costanera a utilizar

COSTANERA		
BASE	ALTO	ESPESOR
2"	4"	1/16"
5,08 cm	10,16 cm	0,159 cm

Carga muerta:

Tabla LXIII. Integración de cargas muertas

Carga Muerta	
W lámina	4,25 kg/m ²
W costanera	4,00 kg/m ²
W instalaciones	0,64 kg/m ² (15% Wlámina)
WCM	8,89 kg/m ²

Carga viva:

La carga viva es igual a la carga de viento, la cual se calcula de la siguiente manera.

$$q = 0,005 V^2$$

Donde:

V = mayor velocidad del viento registrada para Guatemala, según INSIVUMEH es 150 km/h

$$q = 0,005 * 150^2 = 112,50 \text{ kg/m}^2$$

Sin embargo, la carga de viento debe afectarse por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, como existen aberturas (ventanas), en el edificio educativo; cuando el viento golpea externamente la edificación, el factor es 0,80; cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura, el factor tendrá el valor de 0,50. Para este caso, ocurren ambas situaciones, por lo cual, se tomará como factor la suma de ambos.

$$PV = \text{factor} * q$$

$$\text{factor} = 0,80 + 0,50 = 1,30$$

$$PV = 112,50 \text{ kg/m}^2 * 1,30$$

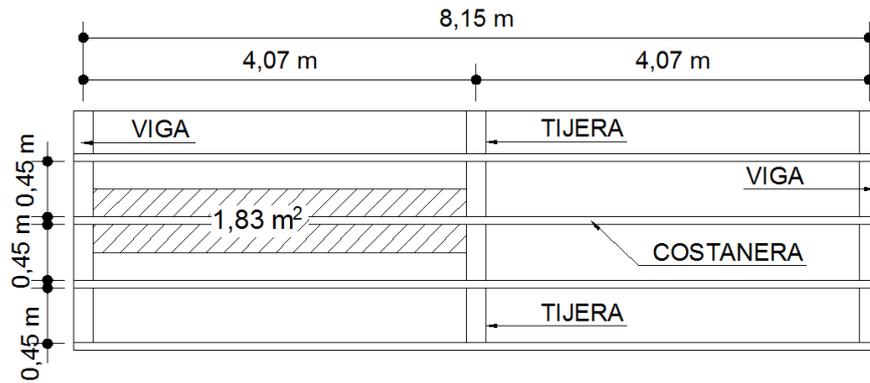
$$PV = 146,25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total} = CV + CM$$

$$\text{Carga total} = 146,25 \text{ kg/m}^2 + 8,89 \text{ kg/m}^2 = 155,14 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de la carga uniformemente distribuida que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria.

Figura 81. Área tributaria que carga la costanera



Cálculo de carga uniformemente distribuida (W):

$$W = \frac{\text{Carga total} * \text{Área tributaria}}{L_{\text{costanera}}}$$

Donde:

$$\text{Área tributaria} = 1,83 \text{ m}^2$$

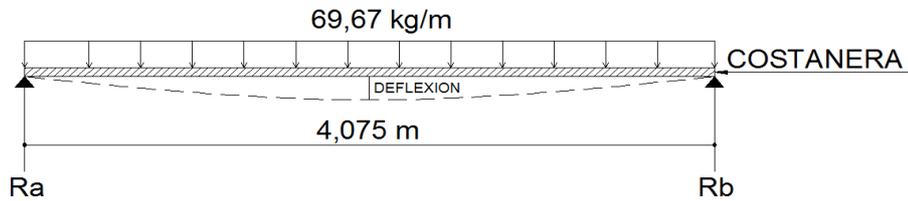
$$\text{Carga total} = 155,14 \text{ kg/m}^2$$

$$L_{\text{costanera}} = 4,075 \text{ m}$$

$$W = \frac{155,14 \text{ kg/m}^2 * 1,83 \text{ m}^2}{4,075 \text{ m}} = 69,67 \text{ kg/m}$$

El modelo matemático de la costanera puede asumirse como una viga simplemente apoyada en sus extremos, con una carga uniformemente distribuida.

Figura 82. **Modelo matemático de costanera**



Cálculo del momento flexionante

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

Donde:

M = momento flexionante

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

$$M = \frac{69,67 \text{ kg/m} * (4,075 \text{ m})^2}{8} = 144,60 \text{ kg-m}$$

Diseño por flexión: se requiere que los esfuerzos de flexión reales en la viga no excedan los valores permisibles correspondientes para el material.

$$S = \frac{M}{F_b}$$

Donde:

S = módulo de sección

M = momento flexionante

Fb = esfuerzo del acero = 24 000 psi

$$S = \frac{14\,460,00 \text{ kg-cm}}{1\,690,91 \text{ kg/cm}^2} = 8,5 \text{ cm}^3 \approx 0,50 \text{ in}^3$$

Tabla LXIV. **Propiedades de costanera a utilizar**

a	b	c	t	Área (in ²)	Ix (in ⁴)	Iy (in ⁴)	Sx (in ³)	Sy (in ³)
4"	2"	1/2"	1/16"	0,44	1,79	0,0001	0,51	0,00
a	b	c	t	Área (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Iy (cm ⁴)	Sx (cm ³)	Sy (cm ³)
10,16	5,08	1,27	0,16	2,84	74,51	0,00	8,36	0,00

Como se puede observar, el módulo de sección obtenido es menor que el módulo de sección para una costanera de 4" x 2" x 1/16"; por lo tanto, la costanera elegida cumple con la resistencia a la flexión.

Diseño por corte: el corte máximo ocurre en las reacciones de los apoyos.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_a + R_b = 69,67 \text{ kg/m} * 4,075 \text{ m}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$69,67 \text{ kg/m} * \frac{4,075 \text{ m}}{2} = R_b$$

$$R_a = 141,95 \text{ kg} \quad R_b = 141,95 \text{ kg}$$

El esfuerzo cortante de la costanera se calcula con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde:

T = esfuerzo cortante

V = corte máximo actuante

A = área de la sección

$$T = \frac{141,95 \text{ kg}}{2,84 \text{ cm}^2} = 49,98 \text{ kg/m}^2 \approx 709 \text{ psi} < 14\,500 \text{ psi}$$

Por lo tanto, resiste los esfuerzos de corte que se producen.

Diseño por deflexión: se conoce como deflexión, a la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica.

Deflexión real:

$$D_r = \frac{5 * W * L^3}{384 * E * I}$$

Donde:

Dr = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad del acero 29 000 ksi

I = Inercia de la costanera

$$D_r = \frac{5 * 0,6967 \text{ kg/cm} * (407,50 \text{ cm})^3}{384 * (2,04 * 10^6 \text{ kg/cm}^2) * (74,51 \text{ cm}^4)} = 0,00404 \text{ cm} \approx 0,0016 \text{ in}$$

Deflexión permisible:

$$D_p = \frac{L}{360}$$

Donde:

L = longitud de la costanera (in)

$$D_p = \frac{160,43 \text{ in}}{360} = 0,445 \text{ in}$$

$$0,0016 \text{ in} = D_r < D_p = 0,445 \text{ in}$$

Debido a que la deflexión real es menor que la deflexión permisible, la costanera elegida es correcta.

Diseño de tijeras: las tijeras son las estructuras que soportan todo el peso de la cubierta y están formados por una sección cerrada de dos costaneras dobles tipo "C".

Tabla LXV. **Dimensiones de costaneras a utilizar**

COSTANERA		
BASE	ALTO	ESPESOR
2"	6"	1/8"
5,08 cm	15,24 cm	0,3175 cm

Carga muerta:

Tabla LXVI. Integración de cargas muertas

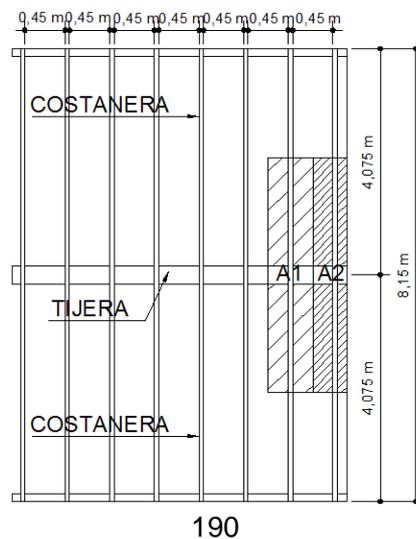
Carga muerta	
W lámina	4,25 kg/m ²
W costaneras	8,00 kg/m ²
W instalaciones	0,64 kg/m ² (15% Wlámina)
WCM	12,89 kg/m²

Carga viva: es la carga de viento, afectada por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura. Esta carga ya se calculó anteriormente.

$$\text{Carga total} = \text{CV} + \text{CM}$$

$$\text{Carga total} = 146,25 \text{ kg/m}^2 + 12,89 \text{ kg/m}^2 = 159,14 \text{ kg/m}^2$$

Figura 83. Área tributaria que carga la tijera



$$A_1 = 1,83 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1,53 \text{ m}^2$$

Cargas en los nudos: para determinar la carga en cada nudo de la armadura, se debe multiplicar el área tributaria por la carga total.

$$C1 = A_1 * \text{carga total}$$

$$C1 = 1,83 \text{ m}^2 * 159,14 \text{ kg/m}^2$$

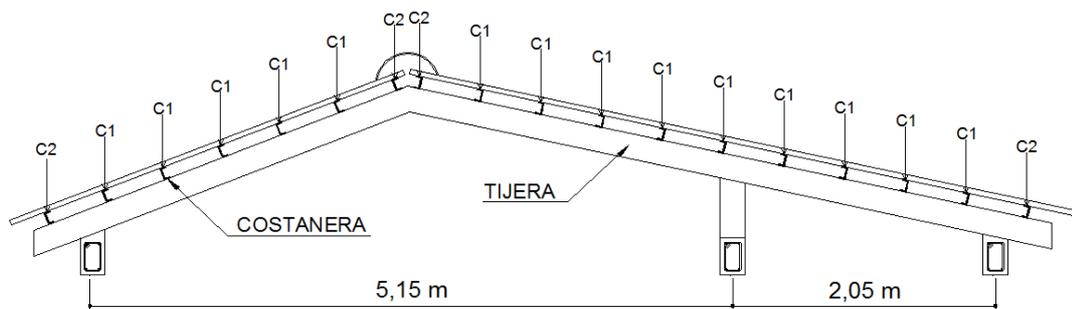
$$C1 = 291,23 \text{ kg}$$

$$C2 = A_2 * \text{carga total}$$

$$C2 = 1,53 \text{ m}^2 * 159,14 \text{ kg/m}^2$$

$$C2 = 243,48 \text{ kg}$$

Figura 84. Cargas actuantes en los nudos



Las tijeras de la armadura del techo se analizarán como un modelo matemático de una viga simplemente apoyada en sus extremos, con cargas puntuales. Para lo cual es necesario conocer el corte y momento flexionante máximo, que actúa en el tendal, y determinar la capacidad resistente del elemento.

Figura 85. Diagrama de cuerpo libre del tendal

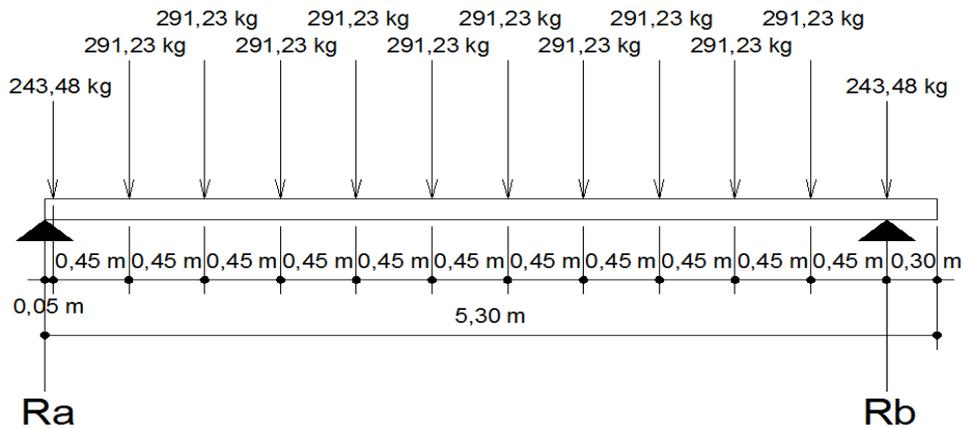
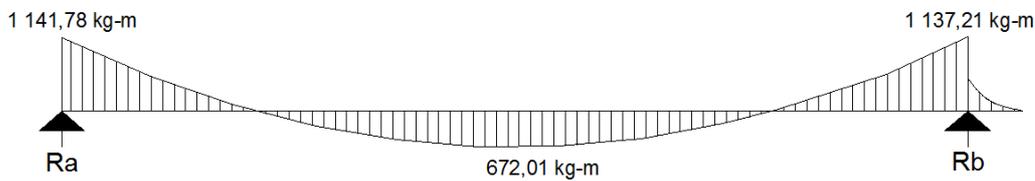


Figura 86. Diagrama de momentos por flexión de la tijera



Momento máximo = 1 141,78 kg-m

Cálculo de módulo de sección de la tijera: para encontrar el módulo de sección de la tijera, es necesario conocer el momento de inercia en el eje X de la sección formada por dos costaneras de perfil C con medidas de 2" x 6" x 1/8", para lo cual se divide la sección de la tijera en figuras geométricas de área conocida, en este caso, rectángulos, y luego se encuentra la distancia del eje X al centroide de cada figura, para después utilizar el teorema de ejes paralelos.

$$S = \frac{I}{C}$$

Donde:

S = módulo de sección

I = momento de inercia de la tijera = 13,61 in⁴

C = distancia del centro al extremo

$$S = \frac{13,61 \text{ in}^4}{3 \text{ in}} = 4,54 \text{ in}^3$$

El momento máximo que soporta la sección formada por dos costaneras de 2" x 6" x 1/8", se calcula de la siguiente forma:

$$M = S * F_b$$

Donde:

M = momento máximo que resiste la sección

S = módulo de sección

F_b = esfuerzo del acero = 24000 psi

$$M = 4,54 \text{ in}^3 * (24\ 000 \text{ lb/in}^2) = 108\ 960 \text{ lb-in} \approx 1\ 258,00 \text{ kg-m}$$

El momento actuante en la tijera es menor que el momento máximo resistente, por lo tanto, la sección propuesta es correcta.

$$1\ 141,78 \text{ kg-m} = M_a < M_r = 1\ 258 \text{ kg-m}$$

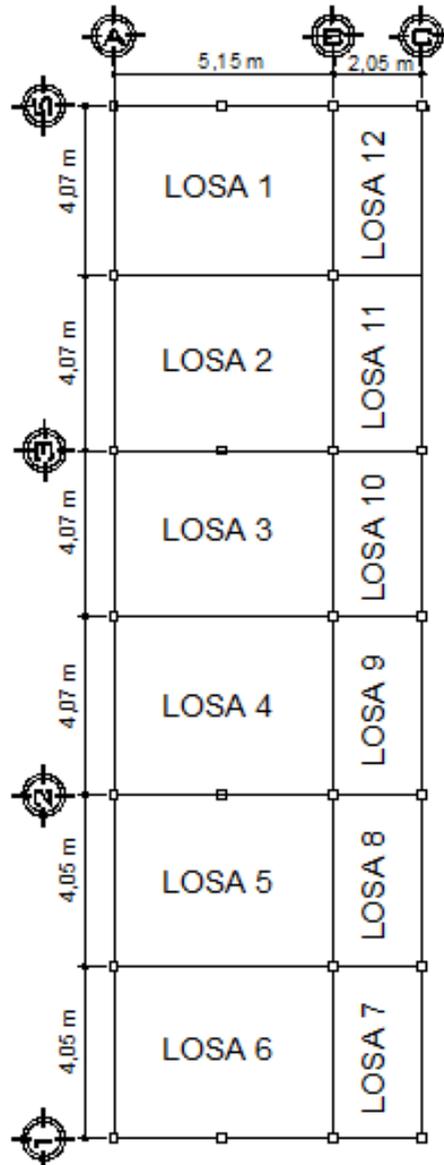
2.3.11.2. Diseño de losa

Las losas son elementos horizontales que transmiten las cargas vivas de movimiento y las cargas muertas estacionarias, a los apoyos verticales de los marcos de una estructura.

Los tipos pueden ser losa sobre viga, losas sin vigas (placas planas), apoyadas directamente sobre las columnas o losas compuestas sobre viguetas; pueden dimensionarse de forma que actúen en una dirección (losa en un sentido), o que actúen en dos direcciones (losa en dos direcciones).

Como se ve en la figura 87 todo el primer nivel es simétrico en el módulo I, así que sólo se tomará una sección crítica de la planta.

Figura 87. Losas de primer nivel, módulo I



Espesor de la losa 4:

Dimensión corta $a = 4,07 \text{ m}$

Dimensión larga $b = 5,15 \text{ m}$

$m = a/b = 4,07 \text{ m}/5,15 \text{ m} = 0,79$, por tanto, es una losa en dos sentidos

Espesor de losa $t = \text{perímetro}/180 = 2 * (5,15 \text{ m} + 4,07 \text{ m})/180 = 0,10 \text{ m}$

Por tanto, el espesor de la losa para todas las secciones será de 10 cm.

CV salón de clases = 400 kg/m^2

Sobre carga = $40,00 \text{ kg/m}^2$

$d = t - \text{rec} - \phi/2 = 10 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 1,27 \text{ cm}/2 = 7,37 \text{ cm}$

Carga de losa = $0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 240,00 \text{ kg/m}^2$

$CM = 40,00 + 240,00 = 280,00 \text{ kg/m}^2$

$1,4CM = 1,4 * 280 = 392,00 \text{ kg/m}^2$

$1,7CV = 1,7 * 400 = 680,00 \text{ kg/m}^2$

Carga última = $392 + 680 = 1072,00 \text{ kg/m}^2$

Cálculo de momentos positivos y negativos, para losa 4:

$$M^- = f * W_u * L^2$$

$$M^+ = f_1 * C_m * L^2 + f_2 * C_v * L^2$$

Donde :

f = coeficiente de momento negativo

f₁ = coeficiente de momento positivo por carga muerta

f₂ = coeficiente de momento positivo por carga viva

L = longitud libre del miembro en el lado analizado

M⁻ = momento negativo

M+ = momento positivo

Momentos en el lado corto, caso 9:

$$M_{a-} = 0,075 * 1\,072 * 4,07^2 = 1\,331,82 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+} = 0,029 * 392 * 4,07^2 + 0,042 * 680 * 4,07^2 = 661,40 \text{ kg-m}$$

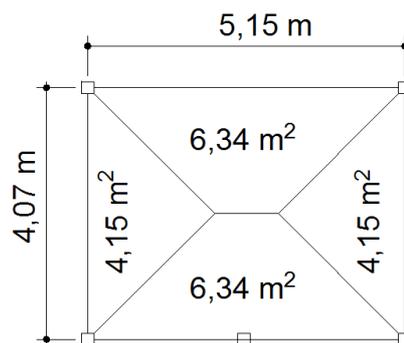
Momentos en el lado largo, caso 9:

$$M_{b-} = 0,017 * 1\,072 * 5,15^2 = 483,35 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = 0,010 * 392 * 5,15^2 + 0,017 * 680 * 5,15^2 = 410,57 \text{ kg-m}$$

Cálculo del corte para losa 4:

Figura 88. **Áreas tributarias contribuyentes al corte de losa 4**



$$\text{Vactuante} = \frac{\text{CU} * \text{Área}}{\text{L}}$$

Corte actuante en el lado corto:

$$\text{Vactuante} = \frac{1\,072 \text{ kg/m}^2 * 4,15 \text{ m}^2}{4,07 \text{ m}} = 1\,093,07 \text{ kg/m}$$

Corte actuante en el lado largo:

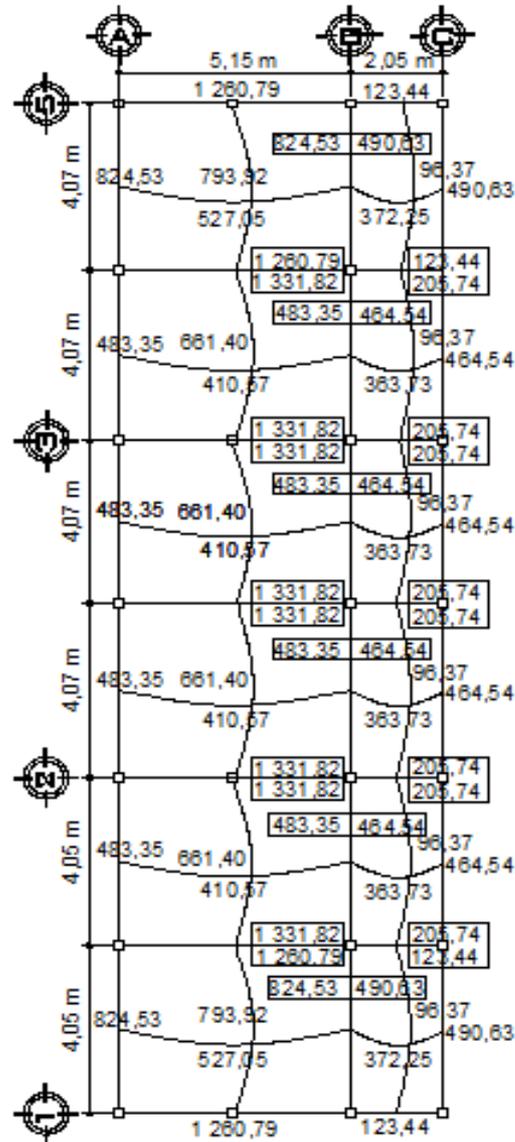
$$\text{Vactuante} = \frac{1\,072 \text{ kg/m}^2 * 6,34 \text{ m}^2}{5,15 \text{ m}} = 1\,319,70 \text{ kg/m}$$

Según el código ACI 318-05, sección 11.3.1.1, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados, para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión es:

$$V = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 7,5 = 5\,653,73 \text{ kg/m}$$

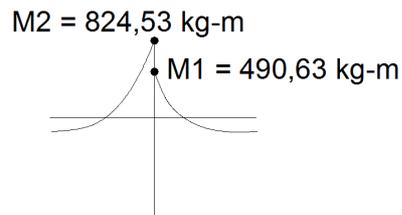
De esta forma se demuestra que el corte que resiste la losa está muy por encima que el corte actuante. Con este mismo procedimiento se diseñan las demás losas y se llega a determinar que el espesor de 10 cm chequea por corte y por lo tanto, es aceptado.

Figura 89. Momentos en losas del módulo I



Balanceo de momentos:

Figura 90. **Momentos en losas 1 y 12**



Si el $M1 > 0,8M2$, se puede hacer el balance de momento con el promedio de ambos, si es menor se procede hacer por rigidez.

$$0,8 * 824,53 \text{ kg-m} = 659,62 \text{ kg-m}$$

$490,63 \text{ kg-m} < 659,62 \text{ kg-m}$, por lo tanto, balancear por rigidez.

$$\text{Rigidez de losa 1} = K1 = 1/L = 1/5,15 = 0,194$$

$$\text{Rigidez de losa 12} = K2 = 1/L = 1/2,05 = 0,487$$

$$D1 = \frac{K1}{K1 + K2} = \frac{0,194}{0,194 + 0,487} = 0,28$$

$$D2 = \frac{K2}{K1 + K2} = \frac{0,487}{0,194 + 0,487} = 0,72$$

$$D1 + D2 = 0,28 + 0,72 = 1,00$$

$$Mb = M1 + D1(M2 - M1) = 490,63 + 0,28 * (824,53 - 490,63) = 584,12 \text{ kg-m}$$

$$Mb = M2 - D2(M2 - M1) = 824,53 - 0,72 * (824,53 - 490,63) = 584,12 \text{ kg-m}$$

De la misma forma se balancean todos los momentos que hagan falta.

Diseño de acero de refuerzo

El código ACI 318-05, sección 10.5.1, indica que en toda sección de un elemento sometido a flexión, cuando por análisis se requiera refuerzo de tracción, el A_s proporcionado no debe ser menor que el obtenido por medio de:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} bd$$

Donde:

$A_{s\text{mín}}$ = área de acero mínima

f_y = 2 810 kg/cm²

d = espesor de losa – recubrimiento – diámetro propuesto/2

b = el refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 100 cm

El código ACI 318-05, sección 7.7.1, requiere que el recubrimiento mínimo para losas debe de ser igual a 2 cm. Además, se propone refuerzo número 4, diámetro igual a 1,27 cm.

$$d = 10 - 2 - 1,27/2 = 7,37 \text{ cm}$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2\,810 \text{ kg/cm}^2} (100 \text{ cm})(7,37 \text{ cm}) = 3,70 \text{ cm}^2$$

Cálculo de momento soportado usando As mínima

$$M_{sp} = 0,90 \left[A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{sp} = 0,90 \left[3,70 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 \left(7,37 \text{ cm} - \frac{3,70 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_{sp} = 669.19 \text{ kg-m}$$

Cálculo de áreas de acero

Para los momentos menores que el M_{sp} , se usa $A_{s\text{mín}}$; y para los momentos mayores que el M_{sp} , se calcula el área de acero con la fórmula:

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

Donde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = momento último en kg-m

b = base de la losa, en este caso se toma 100 cm

d = peralte efectivo de la losa

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

El código ACI 318-05, sección 13.3.1, requiere que el área de refuerzo en cada dirección, para sistemas de losas de dos direcciones, debe determinarse a

partir de los momentos en las secciones críticas, de los momentos balanceados. Debido a que hay diversidad de momentos, se toman los críticos en cada sentido y se calculará el área de acero requerido por cada uno.

Mu = 1 331,82 kg-m	As = 7,61 cm ²
Mu = 1 271,17 kg-m	As = 7,24 cm ²
Mu = 982,17 kg-m	As = 5,51 cm ²
Mu = 849,53 kg-m	As = 4,74 cm ²
Mu = 824,53 kg-m	As = 4,59 cm ²
Mu = 793,92 kg-m	As = 4,42 cm ²
Mu = 765,95 kg-m	As = 4,25 cm ²
Mu = 682,37 kg-m	As = 3,78 cm ²
Mu = 584,12 kg-m	As = 3,22 cm ² colocar área de acero mínimo
Mu = 527,05 kg-m	As = 2,89 cm ² colocar área de acero mínimo
Mu = 490,63 kg-m	As = 2,69 cm ² colocar área de acero mínimo
Mu = 372,25 kg-m	As = 2,03 cm ² colocar área de acero mínimo
Mu = 205,74 kg-m	As = 1,11 cm ² colocar área de acero mínimo

Espaciamiento para área de acero requerido

$$\frac{S}{A_v} = \frac{b}{A_s}$$

Donde:

S = espaciamiento

A_v = área de varilla

A_s = área de acero

b = 1 m

$$\frac{S}{0,71 \text{ cm}^2} = \frac{1 \text{ m}}{3,70 \text{ cm}^2} \rightarrow S = 0,19 \text{ m}$$

$$\frac{S}{1,27 \text{ cm}^2} = \frac{1 \text{ m}}{3,70 \text{ cm}^2} \rightarrow S = 0,34 \text{ m}$$

El código ACI 318-05, sección 7.6.5, requiere que en losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor que 3 veces el espesor de la losa, ni mayor que 45 cm.

$$S_{\text{máx.}} = 3t = 3(0,10 \text{ m}) = 0,30 \text{ m}$$

$$A_s = 5,51 \text{ cm}^2 \quad S = 0,23 \text{ m con No. 4, pero se propone } S = 0,20 \text{ m}$$

$$A_s = 4,74 \text{ cm}^2 \quad S = 0,15 \text{ m con No. 3}$$

Puede observarse que para los momentos se tomó la decisión de proponer refuerzo No. 3 y No. 4, con separaciones aproximadas, ya que si toman las exactas requerirá espaciamientos no factibles en la ejecución.

Figura 92. Armado de losa del primer nivel, módulo I

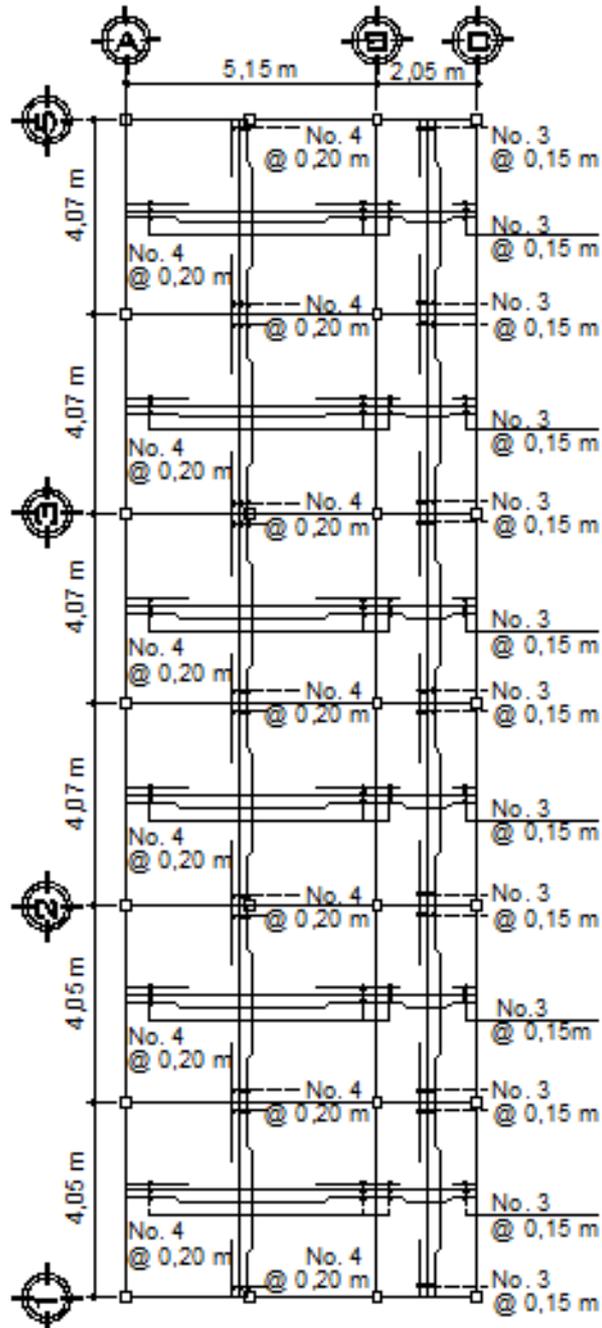


Figura 93. Armado de losa del primer nivel, módulo II

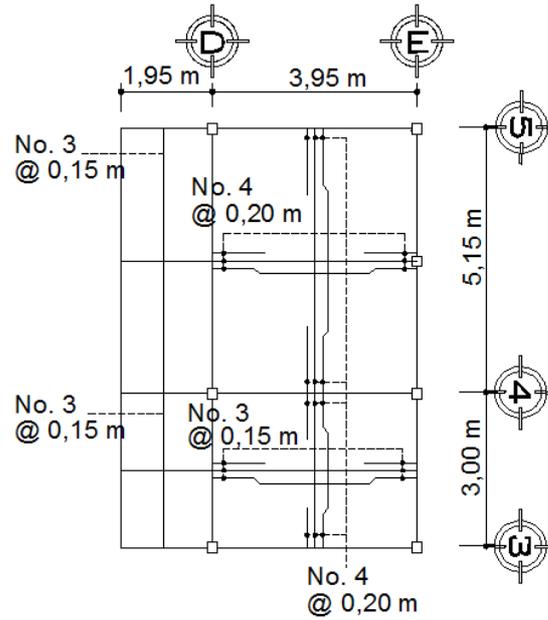
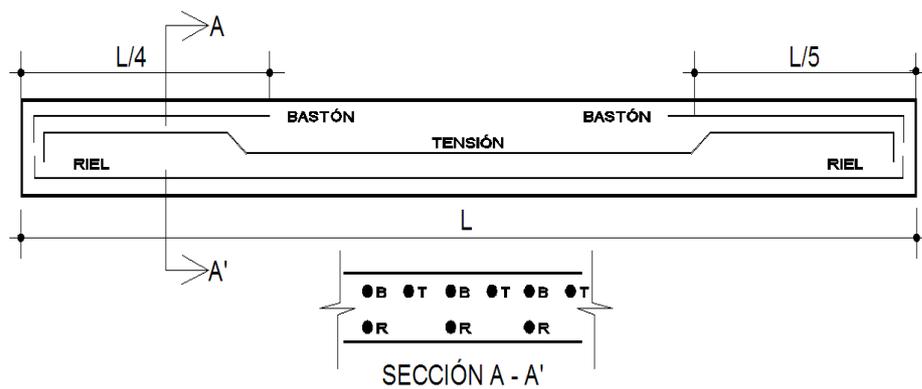


Figura 94. Detalle de armado de sección de losa



2.3.11.3. Diseño de vigas

Las vigas son los elementos estructurales que transmiten las cargas tributarias de las losas de piso a las columnas verticales, están sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes últimos actuantes, los cuales se toman del análisis estructural.

La viga que se analizará, se ubica en el primer nivel del módulo I, marco 2.

Figura 95. **Viga de primer nivel, módulo I, marco 2**

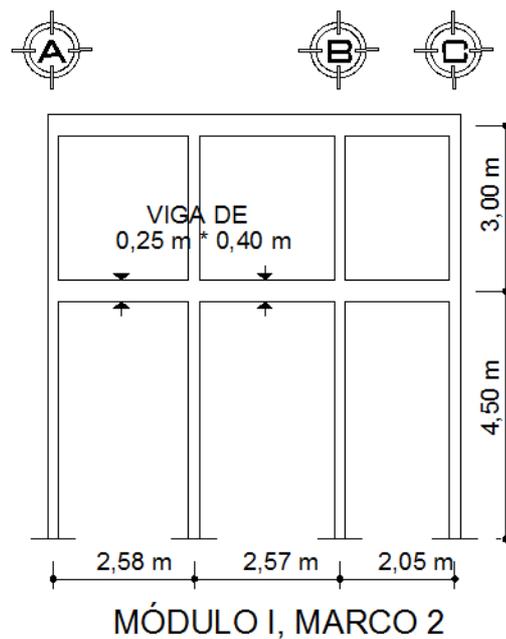


Figura 96. Diagrama de momentos por carga muerta, módulo I, marco 2

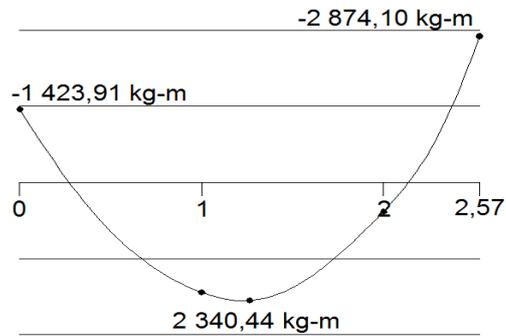


Figura 97. Diagrama de momentos por carga viva, módulo I, marco 2

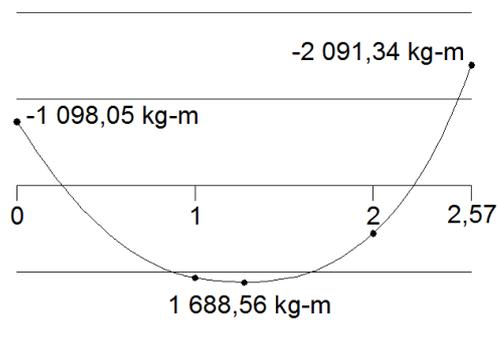
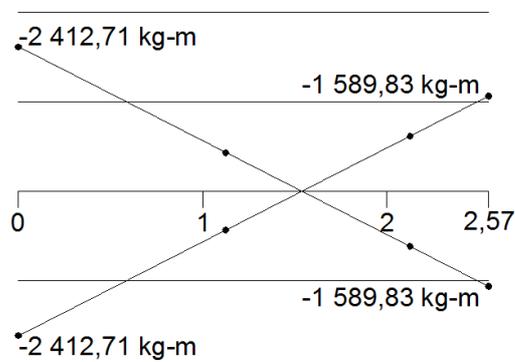


Figura 98. Diagrama de momentos por sismo, módulo I, marco 2

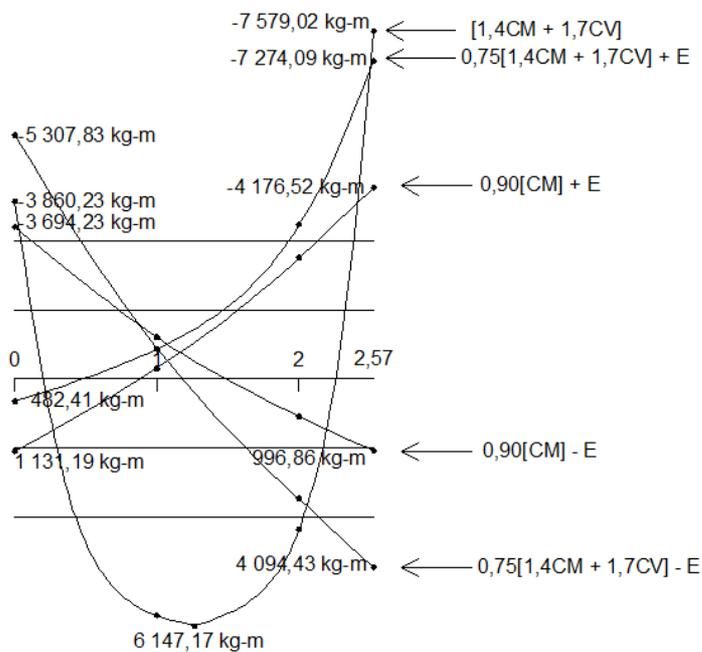


Los diagramas anteriores se obtuvieron del análisis estructural del módulo I, marco 2, con éstos se elabora la envolvente de momentos que es el diagrama que representa los máximos momentos a los cuales va estar sujeto el miembro estructural, para ello el código ACI 318-05, apéndice C.2.1 da las siguientes combinaciones:

- $U = 1,4CM + 1,7CV$
- $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$
- $U = 0,90CM \pm E$

A continuación, se presenta la envolvente de momentos generados por los diagramas anteriores:

Figura 99. **Envolvente de momentos**

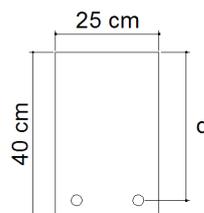


Datos de diseño:

$f'c$	= 280 kg/cm ²
f_y	= 2 810 kg/cm ²
b	= 25 cm
h	= 40 cm
M(-) izq	= 5 307,83 kg-m
M(+) izq	= 1 131,19 kg-m
M(+) central	= 6 147,17 kg-m
M(-) der	= 4 094,43 kg-m
M(+) der	= 7 579,02 kg-m

Para determinar la base de la viga se hace una referencia al código ACI 318-05, sección 21.3.1.3, la cual indica que el ancho del elemento, no debe ser menor que el más pequeño de 0,3h y 250 mm.

Figura 100. **Sección de viga de diseño**



Determinación de peralte efectivo:

$$d = h - \text{recubrimiento} - \text{diámetro de refuerzo longitudinal}/2$$

El código ACI 318-05, sección 7.7.1 establece que se debe proporcionar un recubrimiento mínimo al refuerzo para vigas igual a 4cm. Para este cálculo se usó varilla No. 5.

$$d = 40 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 1,905 \text{ cm} / 2 = 35,05 \text{ cm}$$

Diseño a flexión

Determinación del área de acero mínima: el código ACI 318-05, sección 10.5 establece que en toda sección de un elemento sometido a flexión, cuando por análisis se requiera refuerzo a tracción, el A_s se determina de la siguiente forma:

$$A_s = \frac{0,8 * \sqrt{f'_c} * b * d}{f_y} \quad \text{pero no menor a} \quad A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_s = \frac{0,8 * \sqrt{280} * 25 * 35,05}{2810} = 4,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810} * 25 * 35,05 = 4,40 \text{ cm}^2$$

Determinación de área de acero máxima:

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = 0,85 * \beta * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{\epsilon_c * E_s}{\epsilon_c * E_s + f_y}$$

Donde:

- As_{máx} = área de acero máxima
ρ_b = cuantía de acero balanceado
b = base del elemento estructural
d = peralte efectivo
β₁ = factor que depende del valor de f'c del concreto
ε_c = deformación unitaria del concreto
Es = módulo de elasticidad del acero
Ec = módulo de elasticidad del concreto
f'c = resistencia a la compresión del concreto
fy = resistencia a la fluencia del acero
β₁ = 0,85
ε_c = 0,003
Es = 2,03 * 10⁶ kg/cm²
Ec = 2,75 * 10⁶ kg/cm²

$$\rho_b = 0,85 * (0,85) * \frac{280}{2\ 810} * \frac{0,003 * 2,03 * 10^6}{0,003 * 2,03 * 10^6 + 2\ 810} = 0,072$$

$$As_{máx} = 0,5 * 0,072 * 25\text{ cm} * 35,05\text{ cm} = 31,55\text{ cm}^2$$

Determinación de área de acero requerida para los momentos: para determinar el área de acero, se utiliza la siguiente ecuación, la cual ya incluye el factor de reducción:

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

Donde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = momento último en kg-m

b = base de la viga en cm

d = peralte efectivo de la viga en cm

f'_c = resistencia a la compresión del concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

Tabla LXVII. **Área de acero requerido para momentos de viga analizada con sección de 25 cm x 40 cm**

Mu (kg-m)	Asmín (cm²)	As requerida (cm²)	Asmáx (cm²)	Sección
5 307,83	4,40	6,25	31,55	flexión (-) izquierda
1 131,19	4,40	1,29	31,55	flexión (+) izquierda
6 147,17	4,40	7,29	31,55	flexión (+) central
4 094,43	4,40	4,77	31,55	flexión (+) derecha
7 579,02	4,40	9,11	31,55	flexión (-) derecha

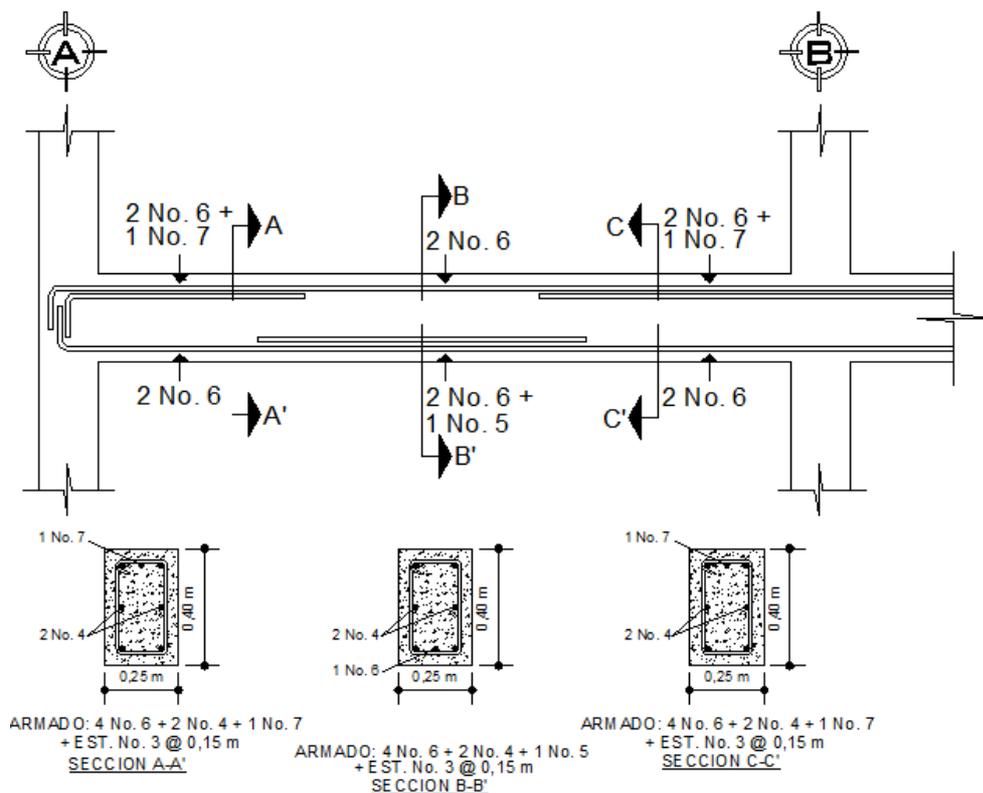
Como puede observarse en la tabla LXVII, la viga en toda su sección es simplemente reforzada, y para los momentos pequeños se debe colocar área de acero mínimo.

Luego de calcular el A_s requerida se propone el armado, de tal forma que el área de ésta cubra lo solicitado; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

El código ACI 318-05, sección 21.3.2.1 requiere que en cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior debe colocarse área de acero mínimo y la cuantía de refuerzo no debe de exceder a 0,025. Al menos dos barras continuas deben disponerse, tanto en la parte inferior y superior.

El código ACI 318-05, sección 21.3.2.2 requiere que la resistencia a momento positivo, en la cara del nudo, no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo, en esa misma cara del nudo. La resistencia a momento positivo o negativo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

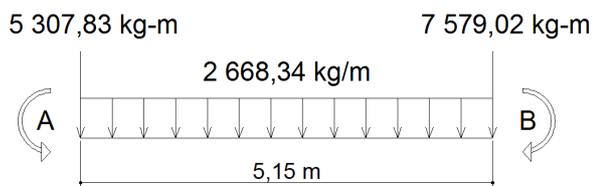
Figura 101. Armado longitudinal de viga analizada



Diseño de refuerzo transversal

Cálculo de cortante último: para el cálculo de cortes de vigas, se debe descomponer la estructura, realizar sumatoria de momentos respecto a un extremo, y así obtener una reacción; después, se puede realizar sumatoria de momentos en el otro extremo o bien sumatoria de fuerzas verticales, y así encontrar el otro corte.

Figura 102. Corte último de viga analizada



$$\sum M_a = 0$$

$$7\,579,02 - 5\,307,83 + 2\,668,34 * 5,15 * 2,575 - 5,15 * R_b = 0$$

$$11\,153,40 - 2,57 * R_b = 0$$

$$R_b = 7\,311,98 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_a - 2\,668,34 * 5,15 + 7\,311,98 = 0$$

$$R_a = 6\,429,97 \text{ kg}$$

El cortante último de la viga es de 7 311,98 kg

Cálculo de corte resistente: según el código ACI 318-05, sección 11.3.1.1, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados, para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión es la siguiente.

$$V_r = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 25 * 35,05 = 6 605,44 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$, la viga necesita estribos sólo por armado

Si $V_r < V_u$, se diseñan estribos de confinamiento por corte

Según el código ACI 318-05, sección 21.3.3.1, en caso que el V_u sea mayor al V_r , deberán disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

Por tanto, deberán disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a 0,80 m, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.

Siguiendo los requerimientos del código ACI 318-05, sección 21.3.3.2, el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento, no debe exceder, el menor de los siguientes:

- a) $d/4$
- b) Ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- d) 300 mm

De esta manera:

- a) $35,05 \text{ cm} / 4 = 8,76 \text{ cm}$
- b) $2,22 \text{ cm} * 8 = 17,78 \text{ cm}$
- c) $0,9525 \text{ cm} * 24 = 22,86 \text{ cm}$
- d) 30 cm

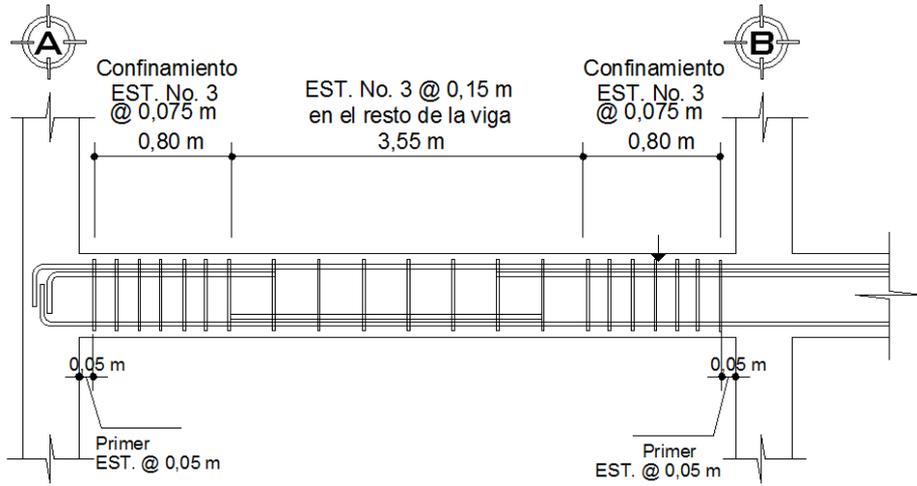
En este caso se tomará el mínimo que corresponde al inciso a, pero por razones prácticas se utilizará un espaciamiento de 7,5 cm en área de confinamiento y 15 cm en el resto de la viga.

Para algunas vigas, en caso que el V_r sea mayor que el V_u , debe aplicarse el requerimiento del código ACI 318-05, sección 21.3.3.4, el cual indica que cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.

$$S_{\text{máx}} = d/2 = (35,05 \text{ cm})/2 = 17,50 \text{ cm}$$

En toda la longitud del elemento, pero por razones prácticas, se dejará a 15 cm.

Figura 103. Armado transversal de viga analizada



Con este mismo procedimiento se diseñaron las demás vigas.

Tabla LXVIII. Cálculo de vigas del módulo I, marco 2

MÓDULO I, MARCO 2					
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 3 VIGA LARGA	5 307,83	9,58	2 No. 6 + 1 No. 7	Vu = 7 311,98 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,075 m en área de confinamiento (0,80 m) y @ 0,15 m en el resto del elemento
	1 131,19	5,70	2 No. 6		
	6 147,17	7,68	2 No. 6 + 1 No. 5		
	4 094,43	5,70	2 No. 6		
	7 579,02	9,58	2 No. 6 + 1 No. 7		
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 2 VIGA CORTA	5 475,92	6,97	2 No. 6 + 1 No. 4	Vu = 2 273,81 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	1 500,74	5,70	2 No. 6		
	1 757,37	5,70	2 No. 6		
	2 620,52	5,70	2 No. 6		
	3 349,20	6,97	2 No. 6 + 1 No. 4		
VIGAS DEL SEGUNDO NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,30 m VIGA 10 VIGA LARGAS	2 022,07	5,70	2 No. 6	Vu = 3 447,54 Vr = 4 720,86	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	815,97	5,70	2 No. 6		
	2 944,33	5,70	2 No. 6		
	1 925,49	5,70	2 No. 6		
	3 262,51	5,70	2 No. 6		
VIGAS DEL SEGUNDO NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,30 m VIGA 9 VIGA CORTA	1 709,49	5,23	2 No. 5 + 1 No. 4	Vu = 1 024,52 Vr = 4 720,86	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	739,97	3,96	2 No. 5		
	579,23	3,96	2 No. 5		
	593,19	3,96	2 No. 5		
	1 130,80	5,23	2 No. 5 + 1 No. 4		

Tabla LXIX. Cálculo de vigas del módulo I, marco B

MÓDULO I, MARCO B					
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 4 VIGA TÍPICA	5 321,50	7,68	2 No. 6 + 1 No. 5	Vu = 4 039,75 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	958,80	5,70	2 No. 6		
	2 642,82	5,70	2 No. 6		
	941,50	5,70	2 No. 6		
	5 270,28	7,68	2 No. 6 + 1 No. 5		
VIGAS DEL SEGUNDO NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,30 m VIGA 10 VIGA TÍPICA	1 838,43	5,70	2 No. 6	Vu = 1 831,98 Vr = 4 720,86	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	864,63	5,70	2 No. 6		
	1 198,33	5,70	2 No. 6		
	828,22	5,70	2 No. 6		
	1 843,60	5,70	2 No. 6		

Tabla LXX. Cálculo de vigas del módulo II, marco D

MÓDULO II, MARCO D					
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 5 VIGA LARGA	8 562,07	10,76	2 No. 6 + 1 No. 8	Vu = 7 646,49 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,075 m en área de confinamiento (0,80 m) y @ 0,15 m en el resto del elemento
	4 120,83	5,70	2 No. 6		
	6 259,60	7,68	2 No. 6 + 1 No. 5		
	2 279,89	5,70	2 No. 6		
	6 332,46	10,76	2 No. 6 + 1 No. 8		
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 6 VIGA CORTA	4 763,24	9,58	2 No. 6 + 1 No. 7	Vu = 4 956,80 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	3 675,32	5,70	2 No. 6		
	967,74	5,70	2 No. 6		
	1 722,87	5,70	2 No. 6		
	7 181,91	9,58	2 No. 6 + 1 No. 7		

Tabla LXXI. Cálculo de vigas del módulo II, marco 4

MÓDULO II, MARCO 4					
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 2 EN VOLADIZO	0,00	6,97	2 No. 6 + 1 No. 4	Vu = 4 537,46 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	0,00	5,70	2 No. 6		
	0,00	5,70	2 No. 6		
	3 792,01	5,70	2 No. 6		
	5 056,02	6,97	2 No. 6 + 1 No. 4		
VIGAS DEL PRIMER NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,40 m VIGA 7 VIGA LARGA	9 244,44	12,11	2 No. 6 + 1 No. 8	Vu = 6 372,78 Vr = 6 605,44	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	4 819,64	5,70	2 No. 6		
	2 511,48	5,70	2 No. 6		
	2 049,92	5,70	2 No. 6		
	2 424,25	6,97	2 No. 6 + 1 No. 4		
VIGAS DEL SEGUNDO NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,30 m VIGA 10 EN VOLADIZO	0,00	5,70	2 No. 6	Vu = 1 967,74 Vr = 4 720,86	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	0,00	5,70	2 No. 6		
	0,00	5,70	2 No. 6		
	1 644,46	5,70	2 No. 6		
	2 192,62	5,70	2 No. 6		
VIGAS DEL SEGUNDO NIVEL	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL	
	MOMENTO (kg-m)	As (cm ²)	Refuerzo por momento	CORTE (kg)	Refuerzo por corte
Sección de viga 0,25 m x 0,30 m VIGA 10 VIGA LARGA	4 214,13	5,70	2 No. 6	Vu = 2 713,26 Vr = 4 720,86	Estribo No.3 @ 0,15 m en toda la longitud del elemento
	2 577,63	5,70	2 No. 6		
	1 117,14	5,70	2 No. 6		
	527,85	5,70	2 No. 6		
	896,61	5,70	2 No. 6		

2.3.11.4. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a carga axial y momentos flexionantes. La carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por área tributaria y los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural.

Para diseñar la columna se toma el mayor de los dos momentos actuantes en extremos de ésta, para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

Figura 104. Identificación de columna analizada

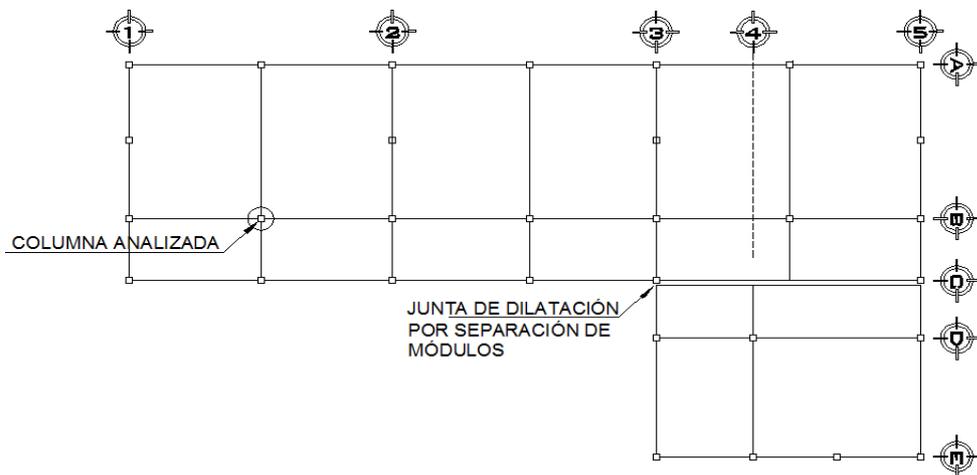
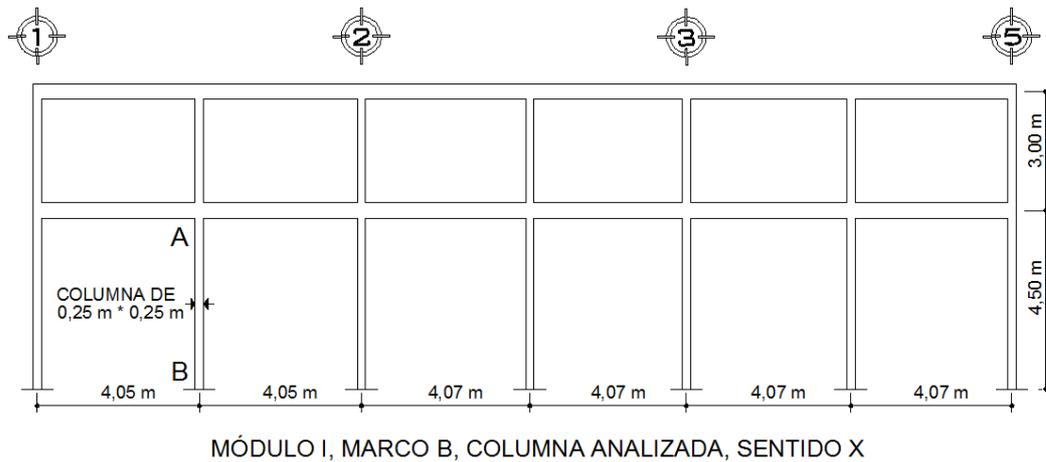


Figura 105. Perfil de columna analizada, sentido X



Carga Axial:

$$P_u = (A_{\text{losa}} * C_U) + (P_{\text{vigas}} * F_{CU}) + (P_{\text{columnas}} * F_{CU}) + (P_{\text{muros}} * F_{CU})$$

Donde:

A_{losa} = área de losa tributaria

C_U = carga última

C_T = suma de carga muerta y carga viva

F_{CU} = factor de carga última

Integración de cargas para el nivel 2:

$$\text{Techo} = 8,89 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobre carga} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$C_V = 146,25 \text{ kg/m}^2$$

$$C_U = 1,4(48,89 \text{ kg/m}^2) + 1,7(146,25 \text{ kg/m}^2) = 317,07 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Vigas} = (7 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1740,00 \text{ kg}$$

$$\text{Columna} = 0,25 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,60 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^2 = 390,00 \text{ kg}$$

$$\text{Muros} = 11,18 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2 = 1\,788,80 \text{ kg}$$

$$\text{Vidrio} = 4\,075 \text{ m} * 1,50 \text{ m} * 5 \text{ Kg/m}^2 = 30,56 \text{ kg}$$

$$\text{CT} = \text{CM} + \text{CV} = 48,89 + 146,25 = 195,14 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{FCU} = \text{CU} / \text{CT} = 317,07/195,14 = 1,62$$

$$\text{Pu nivel 2} = (14,67 \text{ m}^2 * 317,07 \text{ kg/m}^2) + (4\,051,36 \text{ kg} * 1,62) = 11\,214,62 \text{ kg}$$

Integración de cargas para el nivel 1:

$$\text{Losa} = 0,10 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobre carga} = 40 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{CU} = 1,4(240,00 + 40) + 1,7(500,00) = 1\,242,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Vigas} = (7,675 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 1\,842,00 \text{ kg}$$

$$\text{CT} = \text{CM} + \text{CV} = 280,00 + 500,00 = 780,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{FCU} = \text{CU} / \text{CT} = 1\,242 / 780 \text{ kg} = 1,59$$

$$\text{Pu nivel 1} = (14,67 \text{ m}^2 * 1\,242,00 \text{ kg/m}^2) + (1\,842,00 \text{ kg} * 1,59) = 21\,148,92 \text{ kg}$$

$$\text{Pu} = \text{Pu nivel 2} + \text{Pu nivel 1} = 32\,363,54 \text{ kg}$$

Chequeo de columnas: para el diseño de columnas es necesario hacer varios chequeos y ver cómo trabaja la columna, ya que puede variar el tipo de columna involucrando su esbeltez de la siguiente manera:

Columnas cortas: $E < 22$, no se magnifica

Columnas esbeltas: $22 < E < 100$, se magnifica

Columnas largas: $E > 100$, no es aconsejable construirlas porque fallan por pandeo

Determinación del efecto de esbeltez en el eje X

$$\Psi = \frac{\left(\frac{\sum E_c * I_{columna}}{L}\right)}{\left(\frac{\sum E_c * I_{viga}}{L}\right)}$$

Donde:

Ψ = factor de modificación para la resistencia a tracción que se obtiene de la relación de $\Sigma(EI/L)$, de los elementos a compresión con respecto a $\Sigma(EI/L)$, de los elementos a flexión en el mismo plano en un extremo del elemento a compresión

L = luz del elemento a flexión medida centro a centro de los apoyos

El código ACI 318-05, sección 10.11.1 permite el uso de las siguientes propiedades para los elementos de la estructura. Dichas propiedades pueden utilizarse para marcos arriostrados (sin desplazamiento lateral), y para marcos no arriostrados (con desplazamiento lateral).

- a) Módulo de elasticidad del concreto..... E_c
- b) Momentos de inercia
 - Vigas 0,35 I_g
 - Columnas 0,70 I_g
 - Muros – no agrietados 0,70 I_g
 - Muros – agrietados 0,35 I_g
 - Placas planas y losas planas 0,25 I_g
- c) Área 1,0 A_g

$$I = \frac{1}{12}(b)(h)^3$$

$$I \text{ viga} = 0,35 \left[\frac{1}{12} (25 \text{ cm})(40 \text{ cm})^3 \right] = 46\,666,67 \text{ cm}^4$$

$$I \text{ columna} = 0,70 \left[\frac{1}{12} (25 \text{ cm})(25 \text{ cm})^3 \right] = 22\,786,46 \text{ cm}^4$$

$$\Psi_A = \frac{\frac{22\,786,46}{300} + \frac{22\,786,46}{450}}{\frac{46\,666,67}{405} + \frac{46\,666,67}{405}} = 0,55$$

$\Psi_B = 1$. Si es empotramiento perfecto se debe tomar igual a 0, pero si se asemeja a un empotramiento perfecto se debe suponer 1.

Para el cálculo de Ψ_A , no hubo necesidad de calcular el módulo de elasticidad del concreto, puesto que todos los miembros son del mismo material.

Determinación del factor de longitud efectiva K: para elementos no arriostrados (con desplazamiento lateral), a compresión, restringidos en ambos extremos, el código ACI 318-05, comentario R10.12.1 permite calcular el factor K, tomando en cuenta el efecto de las restricciones en los bordes, por medio de las siguientes ecuaciones:

Si $\Psi_m < 2$

$$K = \frac{20 - \Psi_m}{20} * \sqrt{(1 + \Psi_m)} \quad (C)$$

Si $\Psi_m \geq 2$

$$K = 0,90 * \sqrt{(1 + \Psi_m)} \quad (D)$$

Donde:

Ψ_m = promedio de Ψ_A y Ψ_B , de los dos extremos del elemento a compresión

$$\Psi_m = \frac{1 + 0,55}{2} = 0,78 < 2$$

$$K = \frac{20 - 0,78}{20} * \sqrt{1 + 0,78} = 1,28$$

El código ACI 318-05, sección 10.13.1 dice que para elementos en compresión no arriostrados, el factor de longitud efectiva no deberá ser menor que 1. Para el presente caso se tiene que K es igual a 1,28 entonces, se cumple esta afirmación para elementos no arriostrados.

El código ACI 318-05, sección 10.13.2 permite ignorar los efectos de esbeltez en estructuras no arriostradas si se cumple con lo siguiente:

$$\frac{KL}{r} < 22$$

Donde:

K = factor de longitud efectiva

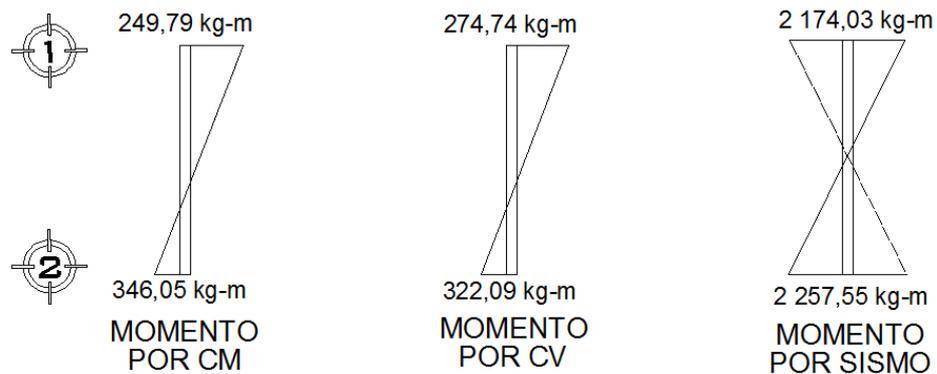
L = longitud libre del elemento

r = radio de giro que se puede considerar como 0,30h o $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

$$\frac{1,28 (450)}{0,30 * 25} = 76,80 > 22$$

De la misma manera se realiza en el sentido Y, determinando que se deberán considerar los efectos de esbeltez.

Figura 106. **Diagrama de momentos de columna analizada, módulo I, marco B, sentido X**



Los diagramas de momentos fueron tomados del análisis estructural del módulo I, marco B, para determinar el máximo momento en el sentido X. El código ACI 318-05, Apéndice C.2.1 da las siguientes combinaciones para determinar los momentos máximos inducidos a la estructura; para esto se debe tomar la mayor:

- $U = 1,4CM + 1,7CV$
- $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$
- $U = 0,90CM \pm E$

Considerando el caso 1: $U = 1,4CM + 1,7CV$

$$M1 = 1,4(249,79) + 1,7(274,74) = 816,76 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 1,4(346,05) + 1,7(322,09) = 1\ 032,02 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 2: $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$

$$M1 = 0,75[1,4(249,79) + 1,7(274,74)] + 2\ 174,03 = 2\ 786,60 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 0,75[1,4(346,05) + 1,7(322,09)] - 2\ 257,55 = 3\ 031,57 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 3: $U = 0,90(CM) \pm E$

$$M1 = 0,90(249,79) + 2\ 174,03 = 2\ 398,84 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 0,90(346,05) + 2\ 257,55 = 2\ 569,00 \text{ kg-m}$$

De la misma manera se determinan los tres casos para el sentido en Y, generando los momentos críticos siguientes:

$$\text{Momento crítico en el sentido X} = 3\ 031,57 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento crítico en el sentido Y} = 2\ 103,09 \text{ kg-m}$$

Magnificador de momentos: el código ACI 318-05, sección 10.12.3 requiere que los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u , y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento como sigue:

$$M_d = \delta * M_a$$

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(KL)^2}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} \geq 1$$

$$\beta_d = (1,4CM)/(1,4CM + 1,7CV)$$

Donde:

M_{dx} = momento de diseño en X

M_{dy} = momento de diseño en Y

P_u = carga de diseño última

P_{cr} = carga crítica de pandeo de Euler

β_d = factor de flujo plástico

E_c = módulo de elasticidad del concreto

I_g = momento de inercia de la sección total del concreto

δ = factor de amplificación de momentos

ϕ = 0,70, si se usan estribos

ϕ = 0,75, si se usan zunchos

$$\beta_d = \frac{1,4 * (240 + 40)}{1,4(240 + 40) + 1,7(500)} = 0,32$$

$$EI = \frac{\left[(15\,100 * \sqrt{280}) * \frac{1}{12} (25)(25)^3 \right] / 2,5}{(1 + 0,32)} = 2,49 * 10^9 \text{ kg-cm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2 * 2,49 * 10^9)}{(1,28 * 450)^2} = 74\,072,00 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left[\frac{32\,364,54}{(0,70)(74\,072,00)} \right]} = 2,66 \geq 1$$

$$M_{dx} = 2,66 * 3\,031,57 = 8\,063,98 \text{ kg-m}$$

De la misma manera se determina el momento de diseño para el sentido en Y, generando los resultados siguientes:

$$M_{dx} = 8\,063,98 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 5\,068,45 \text{ kg-m}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2\,810,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = \text{longitud efectiva} = 450 \text{ cm}$$

$$P_u = 32\,364,54 \text{ kg}$$

$$\text{Sección} = 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

Para realizar el diseño del acero longitudinal, se utilizará el método de carga inversa desarrollado por Bresler, que es un método de aproximación del perfil de la superficie de falla.

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'xo} + \frac{1}{P'yo} - \frac{1}{P'o}$$

Con las variables de Bressler se puede calcular:

$$P'xo = k'x * f'c * Ag$$

$$P'yo = k'y * f'c * Ag$$

$$P'o = 0,70[(0,85*f'c*(Ag - As) + As * fy]$$

Donde:

$P'u$ = carga última en flexión que resiste la columna a una excentricidad “e”

$P'xo$ = carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad “ey”, ($e_x = 0$)

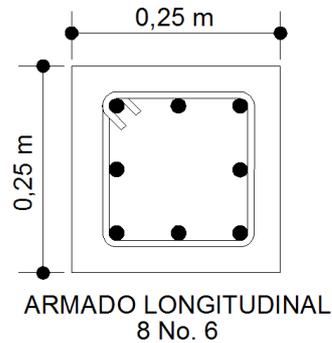
$P'oy$ = carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad “ex”, ($e_y = 0$)

$P'o$ = carga última axial que resiste la columna o la carga concéntrica que resiste la misma, ($e_x = 0, e_y = 0$)

$K_{x,y}$ = son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas

Verificar si $P'u > P_u$, lo cual indica que el área de acero que se propuso, sí soporta los esfuerzos a los que está sometido el elemento.

Figura 107. **Sección transversal de columna**



$$A_{s\text{mín}} = 0,01(25 \text{ cm} * 25 \text{ cm}) = 6,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06(25 \text{ cm} * 25 \text{ cm}) = 37,50 \text{ cm}^2$$

En este caso se proponen 8 No. 6 = 22,80 cm² = 3,60 % Ag.

Para el diseño de columnas, el método Bressler utiliza los diagramas de interacción. Los valores a utilizar en los diagramas son los siguientes:

Valor de la gráfica:

$$\gamma_x, \gamma_y = \frac{h_x - 2\text{rec}}{h_x} = \frac{25 \text{ cm} - 2(4 \text{ cm})}{25 \text{ cm}} = 0,68$$

Donde:

γ = relación de secciones en sentido "X" y "Y", respectivamente

h = dimensiones de la columna en sentido "X" y "Y", respectivamente

rec = recubrimiento de la columna

Valor de la curva:

$$\rho\mu = \frac{A_s * f_y}{0,85 * A_g * f'_c}$$

$$\rho\mu = \frac{(22,80 \text{ cm}^2)(2 810 \text{ kg/cm}^2)}{0,85(25 \text{ cm})(25 \text{ cm})(280 \text{ kg/cm}^2)} = 0,44$$

Excentricidades: con los datos anteriores, se pueden calcular las excentricidades e_x y e_y , al dividir cada momento dentro de la carga última.

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{8 063,98 \text{ kg-m}}{32 364,54 \text{ kg}} = 0,25 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{5 068,45 \text{ kg-m}}{32 364,54 \text{ kg}} = 0,16 \text{ m}$$

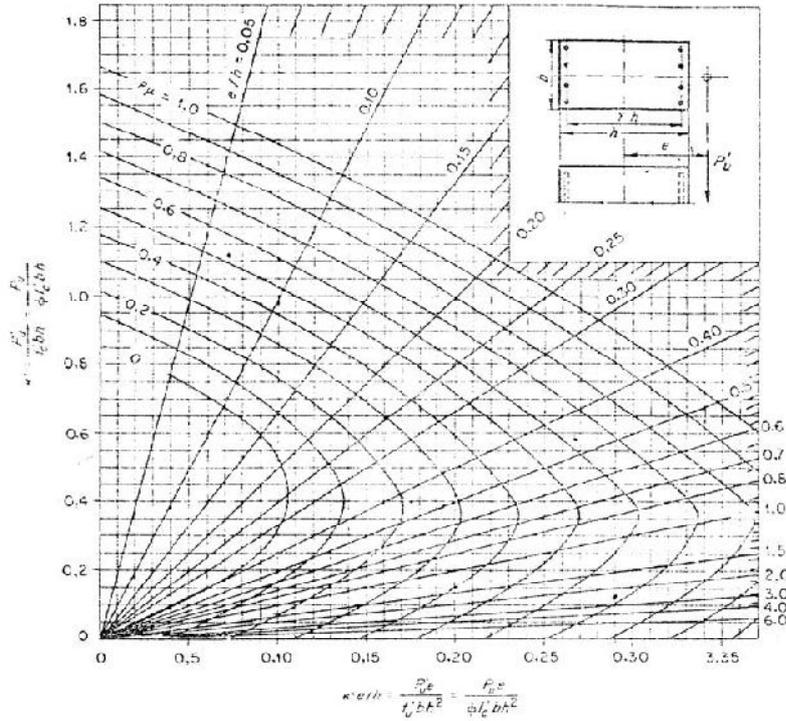
Valor de diagonales:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,25 \text{ m}} = 1,00$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,16 \text{ m}}{0,25 \text{ m}} = 0,64$$

Con los datos obtenidos en los incisos, se buscan los valores en el diagrama de interacción, encontrando que $K'_x = 0,25$ y $K'_y = 0,40$.

Figura 108. Diagrama de interacción para columna rectangular



Fuente: George Winter y Arthur H. Nilson. Proyecto de estructuras de hormigón. p. 704

Cálculo de cargas:

$$P'_{x0} = (0,25)(280 \text{ kg/cm}^2)(25 \text{ cm})(25 \text{ cm}) = 43\,750,00 \text{ kg}$$

$$P'_{y0} = (0,40)(280 \text{ kg/cm}^2)(25 \text{ cm})(25 \text{ cm}) = 70\,000 \text{ kg}$$

$$P'_o = 0,70[0,85 * 280 * (625 \text{ cm}^2 - 22,80 \text{ cm}^2) + 22,80 \text{ cm}^2 * 2\,810] = 145\,174,12 \text{ kg}$$

Cálculo de P'u:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{43\,750,00 \text{ kg}} + \frac{1}{70\,000,00 \text{ kg}} - \frac{1}{145\,174,12 \text{ kg}}$$

$$P'u = 33\,052,85 \text{ kg}$$

Como $P'u > P_u$, el área de acero que se propuso sí soporta los esfuerzos a los que está sometido el elemento. En caso contrario, se debe aumentar el área de acero.

Diseño refuerzo transversal: el código ACI 318-05, sección 21.4.4.4 requiere que el refuerzo transversal debe suministrarse sobre una longitud medida desde la cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección, donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamiento laterales inelástico del marco, dicha longitud no debe ser menor que:

- a) La altura del elemento en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión
- b) Un sexto de la luz libre del elemento
- c) 450 mm

Haciendo la revisión:

- a) Altura del elemento = 0,25 m
- b) $1/6$ de la luz libre = $4,50 \text{ m}/6 = 0,75 \text{ m}$
- c) 0,45 m

Basados en lo anterior se elige una longitud de confinamiento de 0,75 m en ambos extremos de la columna.

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.1, b requiere que el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las siguientes ecuaciones; la ecuación 2, tiene por objeto asegurar una capacidad adecuada de curvatura a flexión en las regiones de fluencia, por esta razón solo se utilizará la ecuación 2.

$$1) \quad A_{sh} = \frac{0,3 * S * b * f'c}{f_y} * \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$2) \quad A_{sh} = 0,09 \frac{S * b * f'c}{f_y}$$

Donde:

S = espaciamiento medidos centro a centro

b = dimensión transversal del núcleo medida de centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo transversal con área A_{sh}

A_g = área gruesa de la sección en cm^2

A_{ch} = área de la sección transversal de un elemento, medidas desde los bordes exteriores del refuerzo transversal

A_{sh} = área total del refuerzo transversal, colocados dentro del espaciamiento y perpendicular a la dimensión b en cm^2

$$A_{sh} = 0,09 \frac{S * 17 \text{ cm} * 280 \text{ kg/ cm}^2}{2 810 \text{ kg/ cm}^2} = S * 0,15 \text{ cm}$$

Proponiendo refuerzo transversal No. 3 $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$

$$A_{sh} = 2 * 0,71 \text{ cm}^2 = 1,42 \text{ cm}^2$$

$$1,42 = 0,15 * S$$

$$S_{\text{mín}} = 9,47 \text{ cm}$$

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.2, requiere que la separación de refuerzo transversal no debe exceder la menor de lo siguiente:

- a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento
- b) Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal
- c) S_o , según lo definido por la siguiente ecuación:

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$$

El valor de S_o no debe de ser mayor de 15 cm, ni se necesita tomarlo menor de 10 cm.

Haciendo la revisión:

a) $\frac{1}{4} * 25 \text{ cm} = 6,25 \text{ cm}$

b) $6 * 1,905 \text{ cm} = 11,43 \text{ cm}$

c) $S_o = 100 + \left(\frac{350-450}{3} \right) = 66,67 \text{ mm} = 6,66 \text{ cm}$

$$S_o = \frac{2A_v}{L_n * \rho_s}$$

Donde:

$A_v = \text{área de la varilla} = 0,71 \text{ cm}^2 \text{ (No. 3)}$

$L_n = \text{longitud del elemento} = 4,50 \text{ m}$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{25 * 25}{17 * 17} - 1 \right) * \frac{280}{2810} = 0,052$$

Entonces:

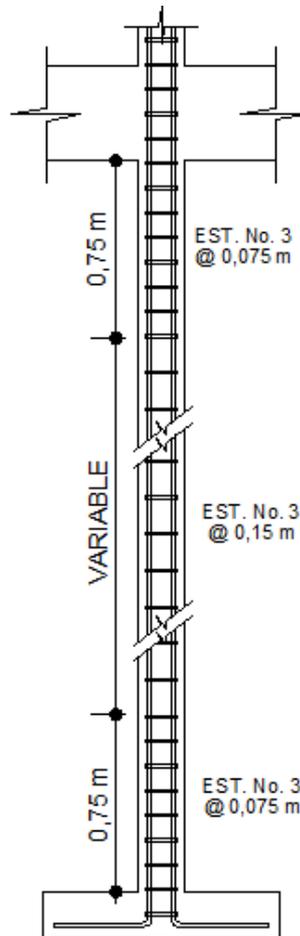
$$S_o = \frac{2(0,71 \text{ cm}^2)}{(450 \text{ cm}) * (0,052)} = 0,06 \text{ cm}$$

Por tanto, se tomará un valor de 10 cm para la separación de estribos de confinamiento.

El código ACI 318-05, sección 21.4.4.6 indica que cuando no se requieran estribos de confinamiento a lo largo de la longitud de la columna, el resto de la longitud de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, con un espaciamiento S, medido centro a centro que no exceda al menor de seis veces el diámetro de la barras longitudinales de la columna o 150 mm.

Con base en lo anterior, se colocarán estribos No.3 @ 0,10m, dentro de la longitud de confinamiento 0,75 m en ambos extremos de la columna y en el resto @ 0,15 m.

Figura 109. **Confinamiento de columna**



2.3.11.5. **Diseño de zapatas**

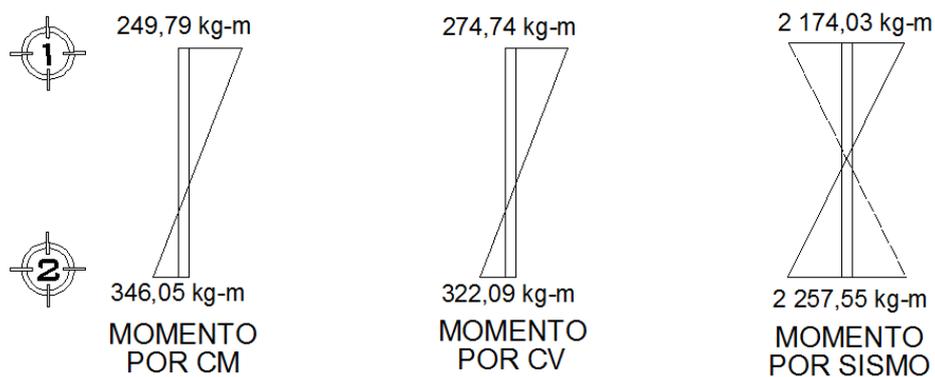
Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; éstos a su vez distribuyen las fuerzas verticales sobre el estrato del suelo. Donde el principio fundamental es que las presiones actuantes de las columnas y zapatas, no excedan las presiones admisibles que puede soportar el suelo; para esto es necesario que la zapata resista los momentos producidos en la parte inferior de la columna,

además, que resista el corte punzonante ejercido por la columna sobre el cimiento.

Para el presente proyecto se utilizarán zapatas aisladas y el cimiento corrido bajo los muros.

Determinación de momento de diseño en el sentido X:

Figura 110. **Diagrama de momentos de la zapata analizada, módulo I, marco B, sentido X**



Considerando el caso 1: $U = 1,4CM + 1,7CV$

$$M_{ux} = 1,4(346,05) + 1,7(322,09) = 1\ 032,02 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 2: $U = 0,75 (1,4CM + 1,7CV) \pm E$

$$M_{ux} = 0,75[1,4(346,05) + 1,7(322,09)] + 2\ 257,55 = 3\ 031,57 \text{ kg-m}$$

Considerando el caso 3: $U = 0,90 (CM) \pm E$

$$M_{ux} = 0,90(346,05) + 2\ 257,55 = 2\ 569,00 \text{ kg-m}$$

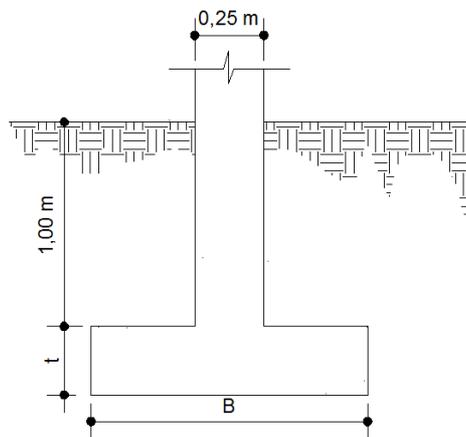
De la misma manera se determinan los tres casos para el sentido Y, generando los momentos críticos siguientes.

Momento crítico en el sentido X = 3 031,57 kg-m

Momento crítico en el sentido Y = 2 049,12 kg-m

Datos de diseño

Figura 111. **Desplante de la zapata**



$$M_{ux} = 3\ 031,57 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 2\ 049,12 \text{ kg-m}$$

$$P_u = 32\ 363,54 \text{ kg}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

FCU = 1,59

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

$\gamma_{\text{suelo}} = 1\,500 \text{ kg/m}^3$ peso específico del suelo,

$V_{\text{soporte}} = 27\,950 \text{ kg/m}^2$

El valor soporte que se utilizó, fue adquirido como resultado del ensayo de compresión triaxial del estudio de suelo, realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Estudio de suelos

El estudio de suelos se realizó cumpliendo con las normas y estatutos que rige el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), para esto se llevó a cabo la perforación de un pozo de 2,00 m de alto, del cual se obtuvo una muestra de 1 ft³, a esta se le practicó el ensayo de compresión triaxial (no consolidado y no drenado), los resultados mostraron que el suelo es del tipo arcilloso color café, que posee un ángulo de fricción interna ϕ de 14,03° y una cohesión C_u de 0,60 t/m². El resultado completo del ensayo se muestra en el apéndice A.

Con los datos obtenidos en este estudio se determinó el valor soporte del suelo, es decir, la capacidad de carga que éste posee; para calcular esta carga se utilizó la ecuación general de capacidad de carga última, dicha ecuación se detalla a continuación.

Ecuación general de capacidad de carga última

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

Donde:

q_u = capacidad de carga última

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

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma que dependen del tamaño de la zapata

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores que dependen de la profundidad de la zapata

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores que dependen de la inclinación

Datos necesarios para determinar la capacidad de carga última del suelo:

$\phi = 14,03^\circ$

$C_u = 0,60 \text{ t/m}^2$

$\gamma_{\text{suelo}} = 1500,00 \text{ kg/m}^3$

$d_f = 1,00 \text{ m}$

Donde:

ϕ = ángulo de fricción interna

C_u = cohesión

γ_{suelo} = peso específico del suelo

d_f = desplante de la base del suelo a la zapata

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

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

q_u = capacidad de carga última

$$FS = 2$$

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

$$Vs = 27\,950,00 \text{ kg/m}^2$$

Tabla LXXII. **Presión máxima permisible del suelo para el edificio escolar**

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

Fuente: Jack C McCormac. Diseño de concreto reforzado. p. 392

Obteniendo cargas de servicio

$$P = \frac{32\,363,54 \text{ kg}}{1,59} = 20\,354,43 \text{ kg}$$

$$M_{tx} = \frac{3\,031,57 \text{ kg-m}}{1,59} = 1\,906,65 \text{ kg-m}$$

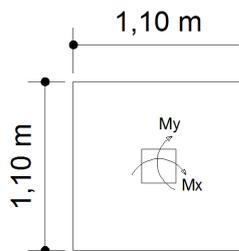
$$M_{ty} = \frac{2\,049,12 \text{ kg-m}}{1,59} = 1\,288,75 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área en contacto con el suelo

$$A_z = \frac{1,5 * P}{V_s} = \frac{1,5(20\,354,43 \text{ kg})}{27\,950,00 \text{ kg/m}^2} = 1,09 \text{ m}^2$$

Si se propone una zapata cuadrada se tienen dimensiones de 1,04 m * 1,04 m, pero como se puede observar para esta estimación sólo se toma en cuenta la carga de trabajo y no la acción de momentos, basados en esto se proponen dimensiones de 1,10 m * 1,10 m con un área 1,21 m².

Figura 112. Dimensiones de la zapata



Ahora se chequea la presión sobre el suelo, suponiendo un espesor de zapata de 0,30 m.

$$P_{zapata} = 0,30 \text{ m} * 1,10 \text{ m} * 1,10 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 871,20 \text{ kg}$$

$$P_{suelo} = 0,70 \text{ m} * 1,15 \text{ m}^2 * 1\,500 \text{ kg/m}^3 = 1\,207,50 \text{ kg}$$

$$P = 20\,354,43 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = P_{\text{zapata}} + P_{\text{suelo}} + P$$

$$P_{\text{total}} = 871,20 \text{ kg} + 1\,207,50 \text{ kg} + 20\,354,43 \text{ kg} = 22\,433,13 \text{ kg}$$

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

$$q = \frac{P_{\text{total}}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y} \quad \text{donde} \quad S = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

Además, se debe tomar en cuenta que “q” no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (V_s), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{(1,10 \text{ m}) \cdot (1,10 \text{ m})^2}{6} = 0,22 \text{ m}^3$$

$$q = \frac{22\,433,13 \text{ kg}}{(1,10 \text{ m})(1,10 \text{ m})} \pm \frac{1\,906,65 \text{ kg-m}}{0,22 \text{ m}^3} \pm \frac{1\,288,75 \text{ kg-m}}{0,22 \text{ m}^3}$$

$q_{\text{máx}} = 27\,464,32 \text{ kg/m}^2$ cumple porque no excede el V_s ,

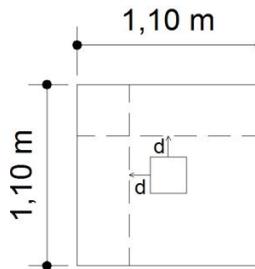
$q_{\text{mín}} = 4\,015,23 \text{ kg/m}^2 > 0$ no existen presiones negativas.

Tomando en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto, es distinta a la localizada en cualquier otro, por motivos de diseño se trabajará con una presión constante, por lo cual se tomará $q_{\text{máx}}$ como $q_{\text{diseño}}$.

$$q_{\text{diseño}} = F_{cu} \cdot q_{\text{máx}} = 1,59 \cdot 27\,464,32 \text{ kg/m}^2 = 43\,668,27 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo del espesor de zapata

Figura 113. Área crítica para corte simple en el sentido “X” y “Y”



Para calcular el corte actuante se necesita obtener primero el peralte (d), de la zapata, según el espesor asumido (t), asumiendo también un diámetro de varilla de 3/4 de pulgada y un recubrimiento de 7,5 cm.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2 = 30 - 7,5 - 1,91 / 2 = 21,55 \text{ cm}$$

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

$$V_{\text{actuante}} = q_{\text{diseño}} * \text{área} = 43\,668,27 \text{ kg/m}^2 * 0,21 \text{ m} * 1,10 \text{ m} = 10\,087,37 \text{ kg}$$

Según el código ACI 318-05, sección 11.3.1.1, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados es:

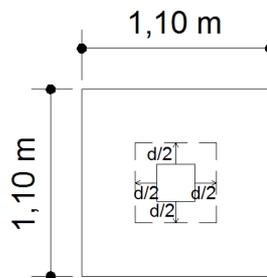
$$V_{\text{resistente}} = \phi \cdot 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 110 \text{ cm} * 21,55 \text{ cm}$$

$$V_{\text{resistente}} = 17\,869,56 \text{ kg}$$

Como se puede observar el corte resistente es mayor que el corte actuante, esto quiere decir que el espesor de 30 cm es correcto.

Chequeo por corte de punzonamiento: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

Figura 114. Área crítica por punzonamiento



$$V_{actuante} = \text{área} * q_{diseño}$$

$$V_{actuante} = (1,10 \text{ m} * 1,10 \text{ m} - 0,22 \text{ m}^2) * 43\,668,27 \text{ kg/m}^2 = 43\,231,59 \text{ kg}$$

$$V_{resistente} = 1,06 * \phi * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = perímetro de corte de punzonamiento

d = peralte efectivo

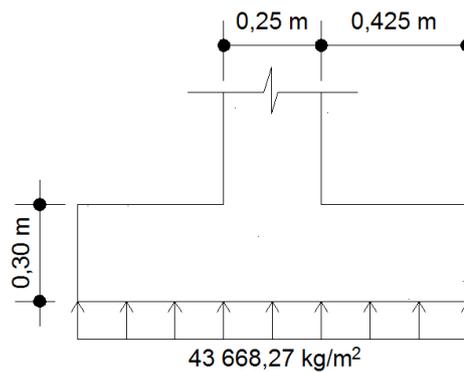
f'_c = resistencia a la compresión del concreto

$$V_{resistente} = 1,06 * 0,85 * \sqrt{280} * 186,20 \text{ cm} * 21,55 \text{ cm} = 60\,496,57 \text{ kg}$$

De esta manera el corte resistente es mayor que el corte actuante, esto quiere decir que el espesor de la zapata resiste el corte por punzonamiento. Por tanto, 30 cm es el adecuado.

Diseño por flexión sentido X: el empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Figura 115. Flexión de la zapata



Si se calcula el acero para una franja de 1 m, entonces se tiene que la carga esta linealmente distribuida debajo de la zapata.

El momento último se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_{\text{último}} = \frac{q_{\text{diseño}} * L^2}{2}$$

Donde:

L= distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata

$$\text{Múltimo} = \frac{43\,668,27 \text{ kg/m}^2 * (0,425)^2}{2} = 3\,943,79 \text{ kg-m}$$

Área de acero: para determinar el área de acero requerida para el momento se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003\,825 * f'c}} \right] \left(\frac{0,85 * f'c}{fy} \right)$$

$$Asmín = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

Donde:

As = área de acero en cm²

Mu = momento último en kg-m

b = franja de 100 cm

d = peralte efectivo de la zapata = 21,55 cm

f'c = resistencia a la compresión del concreto = 280,00 kg/cm²

fy = resistencia a la fluencia del acero = 2 810,00 kg/cm²

$$As = 7,39 \text{ cm}^2 \text{ (área de acero requerido)}$$

$$Asmín = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 21,55 = 10,81 \text{ cm}^2$$

Asmín > Asrequerida por tanto colocar Asmín

$$S = \frac{1}{A_s / A_v}$$

Donde:

S = espaciamiento de las varillas de acero

A_s = área de acero requerido

A_v = área de la varilla propuesta (1,98 cm² para una varilla No. 5)

$$S = \frac{1}{10,81 \text{ cm}^2 / 1,98 \text{ cm}^2} = 0,18 \text{ cm}$$

Pero por facilidad constructiva se colocarán varillas No. 5 @ 0,15 m.

Diseño por flexión sentido Y: para calcular el refuerzo a flexión en el sentido "Y" se debe usar nuevamente el momento último calculado para el sentido "X", pero el peralte (d), disminuye debido a la cama inferior de acero colocada en el sentido X.

$$\text{Múltimo} = \frac{43\,668,27 \text{ kg/m}^2 * (0,425)^2}{2} = 3\,943,79 \text{ kg-m}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi - \phi / 2 = 30 - 7,5 - 1,91 - 1,91 / 2 = 19,64 \text{ cm}$$

$$A_s = 8,14 \text{ cm}^2 \text{ (área de acero requerido)}$$

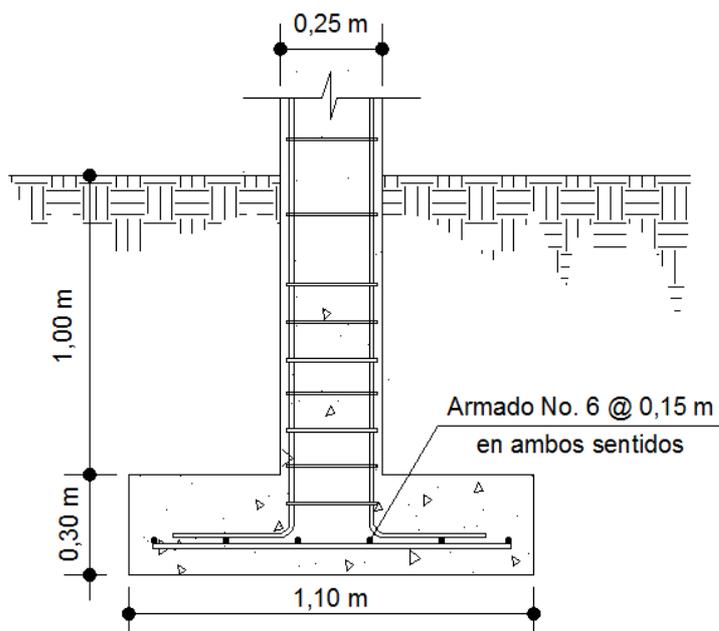
$$A_{s\text{mín}} = 10,81 \text{ cm}^2$$

A_smín > A_srequerida por tanto colocar A_smín

Al determinar la separación requerida para este sentido, se puede observar que es el mismo valor que para el sentido X, por lo cual, también se deberán colocar varillas No. 5 @ 0,15 m en el sentido Y.

En resumen, se deberán colocar varillas No. 5 @ 0,15 m en ambos sentidos.

Figura 116. Armado de la zapata



2.3.11.6. Diseño de módulo de gradas

$$c < 20 \text{ cm}$$

$$H > c$$

$$2c + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$c + H = \text{de } 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$$

$$c \times H = 450 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Donde:

c = contrahuella

H = huella

Cargas de diseño para una escalera:

$$CM = PP \text{ (escalera)} + PP \text{ (acabados)}$$

$$PP \text{ (escalera)} = Wc = (t + c / 2)$$

Número de contrahuellas:

$$h/cmáx = 3 \text{ m} / 0,15 = 20 \text{ contrahuellas o escalones}$$

Se tomarán 10 contrahuellas antes y después del descanso

Número de huellas:

$$\text{Número de huellas} = 10 - 1 = 9 \text{ huellas antes}$$

Se tomarán 9 huellas antes y después del descanso

Chequeo de los datos:

$$c = 15 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$$

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

$$2c + H = 2 (15) + 30 = 60 < 64 \text{ cm}$$

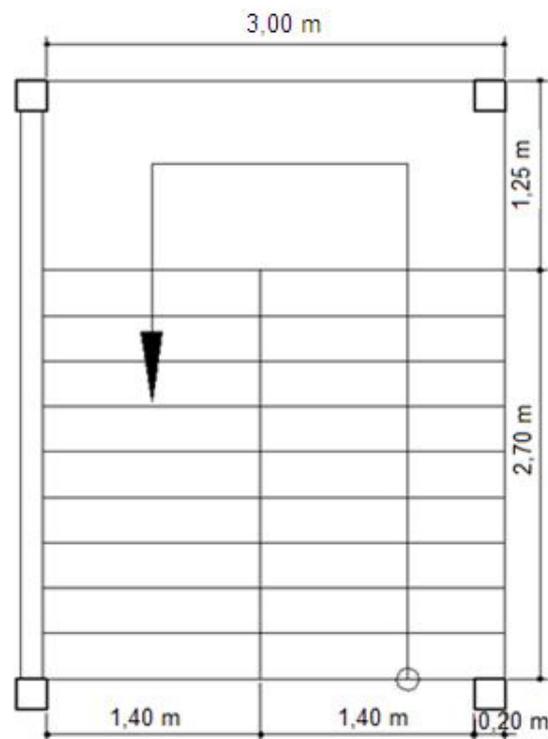
$$c + H = 15 + 30 = 45 \text{ cm}$$

$$c * H = 15 * 30 = 450 \text{ cm}^2$$

Espesor de la losa:

$$t = \text{perímetro}/180 = (3,00 * 2 + 1,25 * 2 + 2,70 * 4)/180 = 0,10 \text{ m}$$

Figura 117. Dimensiones de escalera



Integración de cargas:

$$\text{Peso propio de escalera} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 (0,10 \text{ m} + 0,15 \text{ m} / 2) = 420 \text{ kg/m}^2$$

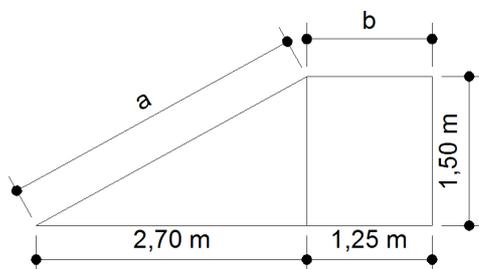
$$\text{Acabados} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 520 \text{ kg/m}^2$$

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

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,4(520) + 1,7(500) = 1\,578,00 \text{ kg/m}^2$$

Figura 118. **Determinación de longitud**



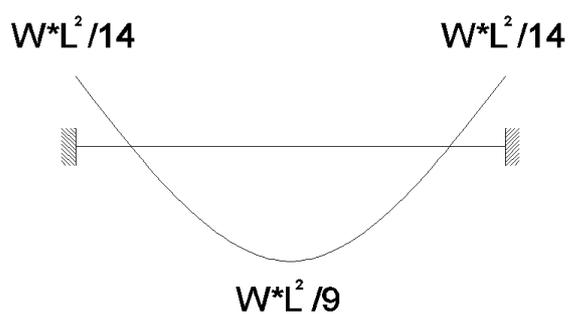
$$a + b = L$$

$$a = \sqrt{(1,50 \text{ m})^2 + (2,70 \text{ m})^2} = 3,09 \text{ m}$$

$$b = 1,25 \text{ m}$$

$$L = 3,09 + 1,25 = 4,34 \text{ m}$$

Figura 119. **Determinación de momentos**



$$M_{(+)} = \frac{(1\,578 \text{ kg/m}^2) * (4,34 \text{ m})^2}{9} = 3\,302,51 \text{ kg}$$

$$M_{(-)} = \frac{(1\,578 \text{ kg/m}^2) * (4,34 \text{ m})^2}{14} = 2\,123,04 \text{ kg}$$

Acero requerido por los momentos:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2\,810} * 100 \text{ cm} * 7,5 \text{ cm} = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003\,825 * f'_c}} \right] \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

$$M_{(+)} = A_s = 20,82 \text{ cm}^2 = \text{usar varilla No. 4 @ 0,15 m}$$

$$M_{(-)} = A_s = 12,40 \text{ cm}^2 = \text{usar varilla No. 4 @ 0,20 m}$$

Acero por temperatura:

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * b * t$$

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * 100 * 10 = 2,00 \text{ cm}^2$$

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

Colocar acero por temperatura con varilla No. 3 @ 0,20 m

2.3.12. Elaboración de planos

En el apartado anterior se ha ejemplificado el proceso de diseño para los elementos estructurales (losas, vigas, columnas, zapatas y módulo de gradas), los planos constituyen la parte en que se puede plasmar toda esta información obtenida del diseño, en donde se muestran todos los detalles de la estructura, acabados, instalaciones, etc. (ver planos en apéndice C).

2.3.13. Presupuesto del edificio de dos niveles

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, en los que se tomaron en cuenta los costos de materiales y salarios de mano de obra calificada y no calificada de la región.

A continuación se muestra el resumen de costos del diseño de la escuela de dos niveles:

Tabla LXXIII. Presupuesto edificio escolar de dos niveles

RESUMEN DE COSTOS					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (TOTAL RENGLON/CANT.)	TOTAL RENGLÓN
No.	MATERIALES				
1	PRELIMINARES	1	GLOBAL	Q 14 255,10	Q 14 255,10
2	ZAPATAS (1,00 x 1,00 x 0,30 m)	27	UNIDAD	Q 1 245,21	Q 33 620,60
3	CIMIENTO MÓDULO DE GRADAS	6,48	m	Q 254,78	Q 1 650,97
4	COLUMNA C-1 (0,25 x 0,25 m)	198,40	m	Q 591,15	Q 117 283,80
5	COLUMNA C-2 (0,10 x 0,15 m)	105,40	m	Q 175,62	Q 18 510,06
6	SOLERA DE ANCLAJE EN GRADAS (0,20 x 0,20 m)	3	m	Q 222,40	Q 667,19
7	MÓDULO DE GRADAS	12	m ²	Q 1 010,96	Q 12 131,47
8	VIGAS (0,25 X 0,40 m) PRIMER NIVEL	157,60	m	Q 584,07	Q 92 048,65
9	VIGAS (0,25 X 0,30 m) SEGUNDO NIVEL	121,91	m	Q 444,07	Q 54 136,06
10	LOSA (t = 0,10 m)	223,77	m ²	Q 689,91	Q 154 381,12
11	LEVANTADO DE MURO BLOCK VISTO, LIMPIO Y SISADO (SOLO 2DO. NIVEL + 10% DEL 1ER. NIVEL)	180	m ²	Q 158,74	Q 28 573,87
12	SOLERA SILLAR DE VENTANA (0,10 x 0,15 m) SOLO EN 2DO. NIVEL	40,85	m	Q 144,08	Q 5 885,80
13	VIGA MOJINETE (0,20 x 0,20 m)	50,40	m	Q 224,06	Q 11 292,84
14	ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHOS + BAJADA DE AGUA PLUVIAL	283,21	m ²	Q 659,64	Q 186 817,59
15	ACABADO PISO DE CEMENTO LÍQUIDO (ALISADO) SOLO 2DO. NIVEL SOBRE LOSA t = 0,05 m + 10% DEL PRIMER NIVEL	184,68	m ²	Q 26,38	Q 4 872,50
16	BANQUETA DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI ACABADO RUGOSO (ÁREA FALTANTE EN PRIMER NIVEL)	5,30	m ²	Q 247,34	Q 1 310,90
17	ELECTRICIDAD (AMBOS NIVELES)	1	ACOMETIDA	Q 45 851,00	Q 45 851,00
18	VENTANAS DE METAL + VIDRIO (SOLO 2DO. NIVEL)	17	UNIDAD	Q 3 326,85	Q 56 556,50
19	PUERTAS (1,00 x 2,20 m) SOLO 2DO. NIVEL	4	UNIDAD	Q 2 914,68	Q 11 658,73
20	LIMPIEZA FINAL	223,77	m ²	Q 12,48	Q 2 792,65
	TOTAL MANO DE OBRA + MATERIAL				Q 854 297,39

2.3.14. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución físico-financiero se realizó con base en el presupuesto, y a tiempos estimados de duración de los distintos renglones de trabajo que conlleva este tipo de proyectos.

Tabla LXXIV. Cronograma de ejecución e inversión de edificio escolar de dos niveles

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN												
No.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE EJECUCIÓN						%	SUB TOTAL			
		1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	6to. Mes					
1	PRELIMINARES							1,67	Q 14 255,10			
2	ZAPATAS (1,00 x 1,00 x 0,30 m)							3,94	Q 33 620,60			
3	CIMENTO MÓDULO DE GRADAS							0,19	Q 1 660,97			
4	COLUJINA C-1 (0,25 x 0,25 m)							13,73	Q 117 283,80			
5	COLUJINA C-2 (0,10 x 0,15 m)							2,17	Q 18 510,06			
6	SOLERA DE ANCLAJE EN GRADAS (0,20 x 0,20 m)							0,08	Q 667,19			
7	MÓDULO DE GRADAS							1,42	Q 12 131,47			
8	VIGAS (0,25 x 0,40 m) PRIMER NIVEL							10,77	Q 92 048,65			
9	VIGAS (0,25 x 0,30 m) SEGUNDO NIVEL							6,34	Q 54 136,06			
10	LOSA (t=0,10 m)							18,07	Q 154 381,12			
11	LEVANTADO DE MURO BLOCK VISTO, LIMPIO Y SBADO (SOLO 2DO. NIVEL + 10% DEL 1ER. NIVEL)							3,34	Q 28 573,87			
12	SOLERA SILLAR DE VENTANA (0,10 x 0,15 m) SOLO EN 2DO. NIVEL							0,69	Q 5 885,80			
13	VIGA MOJINETE (0,20 x 0,20 m)							1,32	Q 11 292,84			
14	ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHOS + BAJADA DE AGUA FLUVIAL							21,87	Q 186 817,59			
15	A CABADO PRO DE CEMENTO LIQUIDO (ALISADO) SOLO 2DO. NIVEL SOBRE LOSA t = 0,5 cm + 10% DEL PRIMER NIVEL							0,57	Q 4 872,50			
16	BANQUETA DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3000 PSI A CABADO RUGOSO (ÁREA FALTANTE EN PRIMER NIVEL)							0,15	Q 1 310,90			
17	ELECTRICIDAD (AMBOS NIVELES)							5,37	Q 45 851,00			
18	VENTANAS DE METAL + VIDRIO (SOLO 2DO. NIVEL)							6,62	Q 56 566,50			
19	PUERTAS (1,00 x 2,20 m) SOLO 2DO. NIVEL							1,36	Q 11 668,73			
20	LIMPIEZA FINAL							0,33	Q 2 792,65			
INVERSIÓN FÍSICA		Q 55 715,05	Q 148 573,46	Q 148 573,46	Q 130 001,78	Q 241 431,87	Q 130 001,78	100%	Q 854 297,39			
TOTAL INVERSIÓN		6,52%	17,39%	17,39%	15,22%	28,26%	15,22%		Q 854 297,39			

2.3.15. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se llevó a cabo por medio de una boleta de riesgo que presenta el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, según el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), dicha boleta fue proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación (OMP), del municipio de Chiché. Los resultados obtenidos durante la evaluación fueron de 168 puntos. En la boleta se especifica que para un valor arriba de 400 puntos se debe reformular el proyecto, y si muestra un valor arriba de los 1 000 puntos, se rechazará el proyecto por completo, ya que representa un gran riesgo para el ambiente.

Tabla LXXV. **Boleta de riesgo municipal edificio escolar de dos niveles**

Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP.													
Boleta de identificación y evaluación de riesgo en proyectos de inversión pública.													
Proyecto:	DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA												
Localización:	MUNICIPIO DE CHICHÉ, EL QUICHÉ												
Identificación y evaluación de riesgo programas / proyectos	N.A.	Exposición al evento	Genera el evento	Amenaza				Vulnerabilidad				Total = A * V	
				0	4	8	10	2	4	8	10		R = amenaza * vulner.
Origen del evento	Factor	Tipo de Evento											
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones		X					X				0
		Tornados (vientos fuertes)		X					X				0
		Tormenta tropical			X					X			8
		Onda térmica fría			X					X			16
		Onda térmica cálida		X					X				0
		Inundaciones			X				X				8
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas		X					X				0
	Otros: Especifique												
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes				X				X			8
		Deslizamientos				X				X			8
		Lahares		X						X			0
		Flujos de lodo y agua		X						X			0
	Tectónicos o geológicos	Otros											0
		Terremotos (sismos)				X				X			16
		Erupciones volcánicas		X						X			0
Maremotos (tsunamis)			X						X			0	
Otros													

Continuación tabla LXXV

Origen del evento	Factor	Tipo de Evento			0	4	8	10		2	4	8	10	
Antrópico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos				X				X				8
		Genera pobreza y exclusión social				X				X				8
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)				X				X				0
		Ocurrencia de epidemias				X				X				8
		Otros												
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes					X				X			8
		Delincuencia organizada					X				X			0
		Delincuencia común					X				X			0
		Conflictos limítrofes					X				X			0
		Ocurrencia de guerra					X				X			0
		Ocurrencia de terrorismo					X				X			0
	Otros													
	Entorno político económico-social	Crisis política (pérdida democracia)					X				X			0
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)					X				X			8
		Crisis económica (empobrecimiento)					X				X			8
		Crisis social (conflictos entre pobladores)					X				X			8
		Otros												
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.					X				X			8
		Radiación solar intensa					X				X			8
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua					X				X			8
		Descarga de partículas sólidas al aire					X				X			8
		Contaminación por ruido superior a 90 DB					X				X			0
		Contaminación de suelos					X				X			8
		Sobreexplotación de recursos naturales					X				X			0
		Desertificación					X				X			0
		Incendios forestales					X				X			0
		Otros												
	Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas					X				X			0
		De transporte aéreo, acuático y terrestre					X				X			0
		Derrame de productos petroleros					X				X			0
Depósitos industriales y químicos						X				X			0	
Colapso de estructuras						X				X			0	
Explosiones						X				X			0	
Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.						X				X			0	
Oleoductos						X				X			0	
Coheterias						X				X			0	
Urbanización desordenada						X				X			8	
Edificios, ruinas, monumentos abandonados					X				X			0		
Otros														
Factor	Escala	Descripción												
Amenaza	Nula	No apreciable												
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema												
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido												
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dafinas y mortales												
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte												
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte												
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte												
	Extrem. alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación												
Escala de decisión	Bajo	Menor 400 (se acepta el proyecto con medidas mitigación)												
Riesgo	Medio	Mayor de 401 hasta 1000 (reformular el proyecto)												
(puntos de riesgo) 168 PUNTOS	Alto	Mayor de 1000 (se rechaza el proyecto, reformularlo)												
TOTAL														168

Fuente: municipalidad de Chiché, El Quiché.

CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo el diseño del edificio escolar de dos niveles y el salón social, se utilizaron códigos de construcción como el ACI 318-2005, con el fin de cumplir con las normas de calidad que existen en la construcción de obras civiles, además de hacer que las construcciones a realizarse fueran seguras y estables, para las personas que las utilizarán.
2. Con la construcción del edificio escolar de dos niveles se beneficiará a la población de la cabecera municipal de Chiché, no sólo con infraestructura moderna que sea capaz de albergar una mayor cantidad de alumnos que en la actualidad no pueden ser inscritos por falta de espacio, así mismo también serán instalaciones seguras que brindarán albergue en casos de emergencia. Para lograr realizar esta construcción se deberá contar con un presupuesto de Q 854 297,39.
3. La construcción del salón social busca como beneficio principal el brindar un espacio digno a la población del cantón Tzalamabaj II para que lleven a cabo sus reuniones y festejos, además se brindará un espacio para el alojamiento de personas que sean afectadas por desastres naturales que pudieran ocurrir en la región. Para llevar a cabo la construcción del salón se debe contar con un presupuesto de Q 441 560,94.
4. Para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se consideró la forma más adecuada para transportarla desde la fuente hasta la comunidad, y el resultado fue hacerlo por medio de un sistema por gravedad, debido a que el nacimiento se encuentra en un

punto más alto que el tanque de distribución que se planea construir en la comunidad Tululché III o Xexac. La distribución del agua en la comunidad se hizo por medio de ramales abiertos, con el fin de llevar hasta el punto más alejado de la comunidad el vital líquido que beneficiará alrededor de 378 familias que en la actualidad no cuentan con este servicio y esperan que se pueda llevar a cabo la ejecución, dicha ejecución necesita un presupuesto de Q 6 824 602,29.

5. Para llevar a cabo la construcción de cualquier proyecto se debe causar el menor impacto posible a la naturaleza, además, como es sabido los proyectos de infraestructura del tipo de sistemas de agua potable provocan daños casi nulos para el ambiente; sin embargo, siempre es recomendable tomar en cuenta el conjunto de especificaciones para poder mitigar el impacto negativo que se podría generar.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Chiché se le hace saber que lo contenido en los planos, presupuestos y especificaciones, que les fueron entregados, se deben cumplir a cabalidad, ya que dichos proyectos fueron diseñados con algunos parámetros que de ser modificados alterarían el diseño y comportamiento de las construcciones.
2. A los responsables de ejecutar los proyectos se les pide que consideren el cambio que podrían sufrir los precios que fueron incluidos en los presupuestos, ya que al llegar el tiempo de ejecución pueden haber aumentado, debido a los altibajos que sufre la economía en estos tiempos, por eso se recomienda actualizar los precios de cada proyecto.
3. A los habitantes del municipio de Chiché, del cantón Tzalamabaj II y del cantón Tululché III o Xexac, que brinden todo el apoyo durante la realización de los proyectos, por medio de la mano de obra no calificada. Además, que ayuden a mitigar los impactos negativos que se puedan producir.
4. A la municipalidad de Chiché, para que capaciten al personal de la Oficina Municipal de Planificación, de tal modo que puedan ser capaces de llevar a cabo las supervisiones correspondientes durante la ejecución de los proyectos, y además que puedan ser capaces de velar porque se cumplan las especificaciones colocadas en los planos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. “Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1”. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 196 p.
2. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) 318-05. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos, 2005. 495 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4ª ed. México: Editorial Limusa, 1999. 640 p.
4. HIBBELER, Russel Charles. *Análisis estructural*. 3ª ed. México: Editorial Prentice Hall, 1997. 730 p.
5. RAMOS VALDÉZ, Juan José. “Diseño de edificación de dos niveles para supervisión escolar y sistema de abastecimiento de agua potable para tres comunidades, municipio de Pachalum, departamento de Quiché”. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 249 p.
6. SIGUÍ VILLEDA, Max Adolfo. “Diseño de edificio escolar de dos niveles para aldea limones y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Zapote, municipio de Gualán, Zacapa”. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 225 p.

APÉNDICE A
Pruebas de laboratorio

Análisis físico químico sanitario, para el sistema de agua potable



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19576

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 24 264	
O.T. No. 27 756					
INTERESADO: JORGE LUIS LÓPEZ LANUZA carné 200611177 MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ OSORIO carné 200611450		PROYECTO:		EPS "Diseño del sistema de agua potable para el cantón Tuluiché III o Xecac Municipio de Chiché, Quiché"	
RECOLECTADA POR: <u>Interesados</u>		DEPENDENCIA:		FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Pajulihoy, Chichicastenango</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:		2011-02-08; 09 h. 35 min.	
FUENTE: <u>Brote definido en ladera</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:		2011-02-08; 17 h 15 min.	
MUNICIPIO: <u>Chichicastenango</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:		<u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Quiché</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Turbia</u>	4. OLOR:	<u>Mat. Orgánica</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	<u>21,6 °C</u>
2. COLOR:	<u>21,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>80,40 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>31,00 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	<u>06,50 unidades</u>		
SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,07	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,50	11. SOLIDOS TOTALES	89,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,017	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	10,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,28	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	03,00	13. SOLIDOS FIJOS	79,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,40	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	04,00
5. MANGANESO (Mn)	00,073	10 DUREZA TOTAL	44,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	42,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		00,00		50,00	
				ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
				50,00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO turbia (rechazable), OLOR a materia orgánica (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21st EDITION 2 005. NORMAS COGUANOR NCO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2011-03-18

Vo.Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenón Much Santos
Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. N.º 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Examen bacteriológico, para el sistema de agua potable



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19577

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 310 593
O.T. No. 27 756		
INTERESADO	JORGE LUIS LÓPEZ LANUZA Carné 200611177 MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ OSORIO carné 200611450	PROYECTO: EPS "Diseño del sistema de agua potable para el cantón Tutulche III o Xecac Municipio de Chiché, Quiché"
MUESTRA RECOLECTADA POR	interesados	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Pajuliboy, Chichicastenango	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2011-02-08; 09 h 35 min.
FUENTE:	Brote definido en ladera	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2011-02-08; 17 h 15 min.
MUNICIPIO:	Chichicastenango	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Quiché	
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Reg. cantidad
ASPECTO:	Turbia	CLORO RESIDUAL
OLOR:	Materia orgánica	
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)		
		PRUEBA CONFIRMATIVA
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL
		FECAL 44.5 °C
01,00 cm ³	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++
00,01 cm ³	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 16 x 10 ³
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.		
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.		
Guatemala, 2011-03-18		
Vo.Bo.	 Inga. Telma Mariela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zeno Yich Mantos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio
FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt		

Ensayo de compresión triaxial, para el salón social



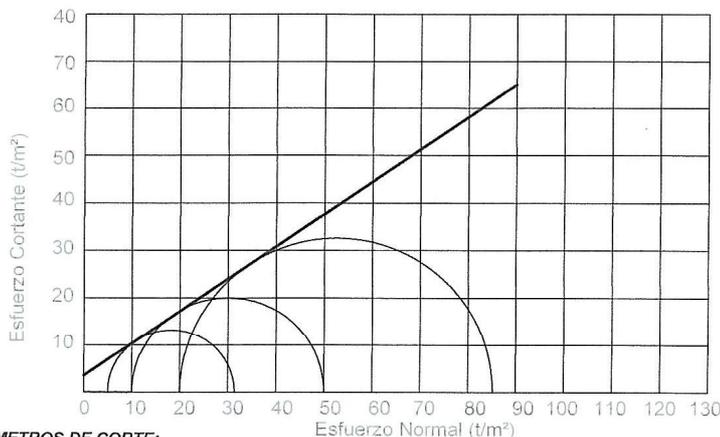
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 21023

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 239 S.S. O.T.: 27,107
 INTERESADO: Jorge Luis López Lanuza
 PROYECTO: EPS-Diseño de Salón Social
 UBICACIÓN: Cantón Tzalamabaj II, Municipio de Quiché, El Quiché.
 Fecha: 28 de junio de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 34.33$ **COHESIÓN: $C_u = 3.60 \text{ t/m}^2$**

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (t/m ²)	26.41	40.10	65.16
PRESION INTERSTICIAL u (t/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.5	4.5	8.0
DENSIDAD SECA (t/m ³)	1.49	1.49	1.49
DENSIDAD HUMEDA (t/m ³)	1.92	1.92	1.92
HUMEDAD (%H)	27.3	27.3	27.3

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Atentamente,

Omar E. Méndez Méndez
Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Ensayo de compresión triaxial, para el edificio de dos niveles



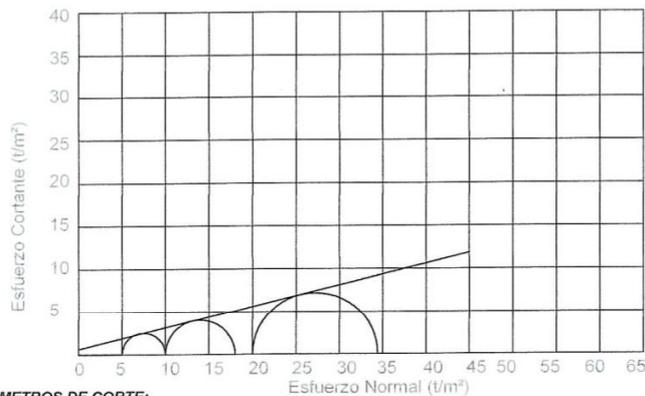
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 21022

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 240 S.S. O.T.: 27,108
 INTERESADO: María José González Osorio
 PROYECTO: EPS-Diseño de Edificio de dos niveles.
 UBICACIÓN: Escuela Oficial Urbana Mixta del Municipio de Chiché, El Quiché.
 Fecha: 28 de junio de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 14.03$ COHESIÓN: $C_u = 0.60 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla color café

DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m²)	4.93	8.08	14.33
PRESION INTERSTICIAL u(t/m²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	5.0	10.0
DENSIDAD SECA (t/m³)	0.93	0.93	0.93
DENSIDAD HUMEDA (t/m³)	1.41	1.41	1.41
HUMEDAD (%H)	51.6	51.6	51.6

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Melarano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



APÉNDICE B
Memoria hidráulica

Memoria hidráulica, línea de conducción

TRAMO		L		5%		COTA		Dif. de Cotes	TOTAL TUBOS	Ø Diseño (Inch)	MATERIAL	TIPO	Ce.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
		Tomada (m)	Increment. (m)	TERRENO INICIAL	TERRENO FINAL	INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
MEMORIA HIDRÁULICA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD																						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DESDE CAJA REINIDORA DE CAUDALES A TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (Qmd = 3.71 l/s)																						
0	10	335.00	355.95	988.95	979.04	19.91	60	3.71	4	PVC	160	150	0.77	0.457	988.95	988.18	0.00	19.14	0.00	19.91	19.91	
10	22	597.00	616.35	979.04	952.80	26.24	103	3.71	4	PVC	160	150	1.34	0.457	997.44	986.10	18.40	43.30	19.91	46.15	46.15	
22	23	455.00	477.75	952.80	974.55	21.75	80	3.71	4	PVC	160	150	1.04	0.457	994.96	993.92	42.16	19.37	46.15	24.40	24.40	
23	25	609.00	639.45	974.55	964.72	9.83	107	3.71	4	PVC	160	150	1.39	0.457	993.92	992.53	19.37	27.81	24.40	34.23	34.23	
24	25	24.00	25.20	964.72	964.72	0.00	5	3.71	4	PVC	160	150	0.05	0.457	992.53	992.48	27.81	27.76	34.23	34.23	34.23	
25	26	732.00	766.60	964.72	952.62	12.10	129	3.71	4	PVC	160	150	1.67	0.457	992.48	990.81	38.19	38.19	34.23	46.33	46.33	
26	3+200	478.00	501.90	952.62	931.20	21.42	84	3.71	4	PVC	160	150	1.09	0.457	990.81	989.72	38.19	58.52	46.33	67.75	67.75	C.R.P. No. 1
3+200	27	1.650.00	1.732.50	931.20	885.95	45.25	289	3.71	4	PVC	160	150	3.76	0.457	931.20	927.44	0.00	41.49	0.00	45.25	45.25	
27	28	20.00	21.00	885.95	887.21	1.26	4	3.71	4	PVC	160	150	0.05	0.457	927.44	927.39	41.49	40.18	45.25	43.89	43.89	
28	5+300	430.00	451.50	887.21	828.35	57.86	76	3.71	4	PVC	160	150	0.98	0.457	927.39	926.41	40.18	97.06	43.89	101.85	101.85	
5+300	5+760	460.00	483.00	828.35	766.22	62.13	81	3.71	4	PVC	250	150	1.08	0.457	926.41	925.36	97.06	159.14	101.85	164.98	164.98	
5+760	5+940	180.00	189.00	766.22	717.71	48.51	32	3.71	4	H.G	700	100	0.87	0.457	925.36	924.49	159.14	206.78	164.98	213.49	213.49	
5+940	7+480	1.520.00	1.596.00	717.71	723.31	5.60	266	3.71	4	H.G	700	100	7.34	0.457	924.49	917.15	206.78	193.84	213.49	207.89	207.89	
7+480	7+580	120.00	126.00	723.31	765.45	42.14	21	3.71	4	H.G	700	100	0.58	0.457	917.15	916.57	193.84	151.12	207.89	165.75	165.75	
7+580	7+700	120.00	126.00	765.45	825.31	59.86	21	3.71	4	PVC	250	150	0.27	0.457	916.57	916.30	151.12	90.99	165.75	105.89	105.89	
7+700	7+780	80.00	84.00	825.31	822.03	3.28	14	3.71	4	PVC	250	150	0.18	0.457	916.30	916.12	90.99	94.09	105.89	108.17	108.17	
7+780	8+080	300.00	315.00	822.03	826.78	4.75	53	3.71	4	PVC	250	150	0.68	0.457	916.12	915.44	94.09	88.66	108.17	104.42	104.42	
8+080	29	165.00	176.40	826.78	864.18	37.40	30	3.71	4	PVC	160	150	0.38	0.457	915.44	915.06	88.66	50.88	104.42	67.02	67.02	
29	35	689.00	733.95	864.18	873.59	9.41	123	3.71	4	PVC	160	150	1.59	0.457	915.06	913.47	50.88	39.88	67.02	57.61	57.61	
35	45	504.00	529.20	873.59	852.00	21.59	89	3.71	4	PVC	160	150	1.15	0.457	913.47	912.32	39.88	60.32	57.61	79.20	79.20	
45	50	635.00	670.95	852.00	859.59	7.59	112	3.71	4	PVC	160	150	1.46	0.457	912.32	910.86	60.32	51.27	79.20	71.61	71.61	
50	57	804.00	844.2	859.59	832.30	27.29	141	3.71	4	PVC	160	150	1.83	0.457	910.86	909.03	51.27	76.73	71.61	88.90	88.90	
57	60	365.00	381.15	832.30	830.96	1.34	64	3.71	4	PVC	250	150	0.83	0.457	909.03	908.20	76.73	77.24	88.90	100.24	100.24	
60	70	526.00	554.4	830.96	840.88	9.92	93	3.71	4	PVC	160	150	1.20	0.457	908.20	907.00	77.24	66.12	88.90	90.32	90.32	
70	75	585.00	614.25	840.88	864.11	23.23	103	3.71	4	PVC	160	150	1.33	0.457	907.00	905.67	66.12	41.56	90.32	67.09	67.09	
75	80	395.00	414.75	864.11	881.34	17.23	70	3.71	4	PVC	160	150	0.90	0.457	905.67	904.77	41.56	23.43	67.09	49.86	49.86	
80	81	95.00	99.75	881.34	889.90	1.56	17	3.71	4	PVC	160	150	0.22	0.457	904.77	904.00	22.88	21.10	49.86	48.30	48.30	C.R.P. No. 2
81	82	42.00	44.10	882.90	877.22	5.68	8	3.71	4	PVC	160	150	0.10	0.457	882.90	882.80	0.00	5.68	0.00	5.68	5.68	
82	88	306.00	321.30	877.22	815.70	61.52	54	3.71	4	PVC	160	150	1.70	0.457	882.80	882.10	66.40	5.68	66.40	67.20	67.20	
88	89	483.00	513.45	815.70	854.52	38.82	86	3.71	4	PVC	160	150	1.12	0.457	881.53	880.41	65.83	25.89	67.20	28.38	28.38	
89	94	195.00	204.75	854.52	859.92	5.40	35	3.71	4	PVC	160	150	0.44	0.457	880.41	879.97	25.89	20.05	28.38	22.98	22.98	

Memoria hidráulica, línea de distribución

TRAMO	EST	P.O.	L Tomada (m)	5% Incom. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Discho (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
					INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DESDE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (Caso simultáneo = 12,16 l/s)																						
94	95	70,00	73,50	847,63	841,25	6,38	13	11,84	6	PVC	160	150	0,19	0,649	847,44	847,44	0,00	6,19	0,00	6,38	DE EST. 94 SALE RAMAL 1	
95	96	78,00	81,90	841,25	838,83	2,42	14	11,81	6	PVC	160	150	0,21	0,647	847,23	847,23	6,19	8,40	6,38	8,80		
96	97	94,00	98,70	838,83	837,84	0,89	17	11,71	6	PVC	160	150	0,25	0,642	846,98	846,98	8,40	9,04	8,80	9,69	DE EST. 96 SALE RAMAL 2	
97	98	99,00	103,95	837,84	839,33	1,39	18	11,65	6	PVC	160	150	0,26	0,638	846,98	846,72	9,04	7,39	9,69	8,30		
98	99	207,00	217,35	839,33	830,34	8,99	37	11,30	6	PVC	160	150	0,51	0,619	846,72	846,21	7,39	15,87	8,30	17,28		
99	100	112,00	117,60	830,34	826,55	3,79	20	11,24	6	PVC	160	150	0,28	0,616	846,21	845,33	15,87	19,38	17,28	21,08		
100	101	114,00	119,70	826,55	824,09	2,46	20	11,20	6	PVC	160	150	0,28	0,614	845,33	845,65	19,38	21,56	21,08	23,54		
101	102	72,00	75,60	824,09	823,91	0,18	13	11,17	6	PVC	160	150	0,18	0,612	845,65	845,47	21,56	21,56	23,54	23,72		
102	103	147,00	154,35	823,91	828,17	4,26	26	11,11	6	PVC	160	150	0,35	0,609	845,47	845,12	21,56	16,95	23,72	19,46	DE EST. 102 SALE RAMAL 3	
103	104	60,00	63,00	828,17	831,52	3,35	11	11,01	6	PVC	160	150	0,14	0,604	845,12	844,98	16,95	13,46	19,46	16,11		
104	105	60,00	63,00	831,52	832,07	0,55	11	10,18	6	PVC	160	150	0,12	0,558	844,98	844,86	13,46	12,79	16,11	15,56		
105	106	64,00	67,20	832,07	831,15	0,92	12	10,15	6	PVC	160	150	0,13	0,556	844,86	844,73	12,79	13,58	15,56	16,48		
106	107	91,00	95,55	831,15	827,28	3,87	16	10,09	6	PVC	160	150	0,18	0,553	844,73	844,55	13,58	17,27	16,48	20,35		
107	108	177,00	185,85	827,28	823,54	3,74	31	9,80	6	PVC	160	150	0,34	0,537	844,55	844,21	17,27	20,67	20,35	24,09		
108	109	49,00	51,45	823,54	822,88	0,66	9	9,74	6	PVC	160	150	0,09	0,534	844,21	844,12	20,67	21,24	24,09	24,75		
109	110	173,00	181,85	822,88	815,26	7,62	31	9,58	6	PVC	160	150	0,32	0,525	844,12	843,80	21,24	28,54	24,75	32,37	DE EST. 109 SALE RAMAL 5	
110	111	131,00	137,55	815,26	817,51	2,25	23	9,51	6	PVC	160	150	0,24	0,521	843,80	843,56	28,54	26,05	32,37	30,12		
111	112	111,00	116,55	817,51	817,63	0,12	20	9,22	6	PVC	160	150	0,19	0,506	843,56	843,37	26,05	25,74	30,12	30,00	DE EST. 112 SALE RAMAL 6	
112	113	142,00	149,10	817,63	815,73	1,90	25	8,01	5	PVC	160	150	0,45	0,632	843,37	842,92	25,74	27,19	30,00	31,90		
113	114	89,00	93,45	815,73	810,17	5,56	16	7,97	5	PVC	160	150	0,28	0,63	842,92	842,64	27,19	32,47	31,90	37,46	DE EST. 114 SALE RAMAL 7 Y 8	
114	115	210,00	220,80	810,17	815,95	5,78	37	7,40	5	PVC	160	150	0,58	0,595	842,64	842,06	32,47	26,71	37,46	32,28		
115	116	81,00	85,05	815,95	811,77	4,18	15	7,41	5	PVC	160	150	0,22	0,565	842,06	841,84	26,71	30,07	32,28	35,68		
116	117	146,00	153,30	811,77	805,36	6,41	26	7,12	5	PVC	160	150	0,38	0,562	841,84	841,46	30,07	36,10	35,68	42,27		
117	118	182,00	191,10	805,36	807,46	2,10	32	7,06	5	PVC	160	150	0,46	0,557	841,46	841,00	36,10	33,54	42,27	40,17		
118	119	63,00	66,15	807,46	807,80	0,34	12	6,99	5	PVC	160	150	0,16	0,552	841,00	840,84	33,54	35,04	40,17	39,83	DE EST. 118 SALE RAMAL 9	
119	120	58,00	60,90	807,80	806,88	0,92	11	6,99	5	PVC	160	150	0,14	0,552	840,84	840,70	33,04	33,82	39,83	40,75		
120	121	59,00	61,95	806,88	806,45	0,43	11	6,73	5	PVC	160	150	0,14	0,531	840,70	840,56	33,82	34,11	40,75	41,18	DE EST. 121 SALE RAMAL 10	
121	122	186,00	195,30	806,45	802,58	3,87	33	5,96	5	PVC	160	150	0,34	0,471	840,56	840,22	34,11	37,64	41,18	45,05		
122	123	90,00	94,50	802,58	800,88	1,70	16	5,87	4	PVC	160	150	0,48	0,724	840,22	838,74	37,64	38,86	45,05	46,75		
123	124	86,00	90,30	800,88	800,80	0,08	16	5,74	4	PVC	160	150	0,44	0,708	838,74	839,30	38,86	38,86	46,75	46,83	DE EST. 123 SALE RAMAL 11	
124	125	146,00	153,30	800,80	796,02	4,78	26	5,42	3	PVC	160	150	2,73	1,189	839,30	836,57	38,50	40,55	46,83	51,61		
125	126	88,00	92,40	796,02	793,36	2,66	16	5,26	3	PVC	160	150	1,56	1,154	836,57	835,01	41,65	41,65	51,61	54,27		

Continuación memoria hidráulica, línea de distribución

EST	P.O.	TRAMO	L Tomada (m)	5% Increment. (m)	COTA		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO PSI	Cte.	Pérdida Ht (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
					TERRENO INICIAL	TERRENO FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
126	127	52.00	54.60	793.36	792.25	1.11	10	5.26	3	PVC	160	150	0.92	1.134	835.01	834.09	41.65	41.84	54.27	55.38		
127	128	83.00	66.15	792.25	791.81	0.44	12	5.17	3	PVC	160	150	1.08	1.133	834.09	833.01	41.84	41.20	55.38	55.82		
128	129	105.00	110.25	791.81	790.98	0.83	19	4.98	3	PVC	160	150	1.67	1.091	833.01	831.34	41.20	40.36	55.82	56.65		
129	130	53.00	60.90	790.98	789.81	1.17	11	4.78	3	PVC	160	150	0.86	1.049	831.34	830.48	40.36	40.67	56.65	57.82		
130	131	182.00	191.10	789.81	787.90	1.91	32	4.69	3	PVC	160	150	2.60	1.028	830.48	827.88	40.67	39.98	57.82	59.73		
131	132	122.00	128.10	787.90	785.83	2.07	22	4.63	3	PVC	160	150	1.70	1.014	827.88	826.18	39.98	40.35	59.73	61.80		
132	133	86.00	90.30	785.83	784.75	1.08	16	4.53	3	PVC	160	150	1.15	0.993	826.18	825.03	40.35	40.28	61.80	62.88		
133	134	134.00	140.70	784.75	781.28	3.47	24	4.40	2	PVC	160	150	4.14	1.390	825.03	820.89	40.28	39.61	62.88	66.35		
134	135	116.00	121.80	781.28	778.16	3.12	21	4.27	2	PVC	160	150	3.39	1.350	820.89	817.50	39.61	39.34	66.35	69.47	DEEST. 06 SALE RAMAL 12	
135	136	62.00	65.10	778.16	777.22	0.94	11	4.24	2	PVC	160	150	1.79	1.340	817.50	815.71	39.34	38.49	69.47	70.41		
136	137	100.00	105.00	777.22	776.30	0.92	18	3.83	2	PVC	160	150	2.39	1.209	815.71	813.32	38.49	37.02	70.41	71.33		
137	138	150.00	157.50	776.30	773.83	2.47	27	3.73	2	PVC	160	150	3.42	1.179	813.32	809.90	37.02	36.07	71.33	73.80		
138	139	126.00	132.30	773.83	775.73	1.90	23	3.57	2	PVC	160	150	2.65	1.129	809.90	807.25	36.07	31.52	73.80	71.90		
139	140	86.00	90.30	775.73	774.37	1.36	16	3.57	2	PVC	160	150	1.81	1.129	807.25	805.44	31.52	31.07	71.90	73.26	DEEST. 40 SALE RAMAL 13	
140	141	219.00	229.85	774.37	773.14	1.23	39	3.09	2	PVC	160	150	3.53	0.978	805.44	801.91	31.07	28.77	73.26	74.49		
141	142	152.00	159.80	773.14	767.95	5.19	27	3.03	2	PVC	160	150	2.36	0.958	801.91	798.55	28.77	31.60	74.49	79.68	DEEST. 43 SALE RAMAL 14	
142	143	60.00	63.00	767.95	766.00	1.95	11	2.97	2	PVC	160	150	0.89	0.938	799.55	798.66	31.60	32.66	79.68	81.63		
143	144	181.00	190.05	766.00	764.39	1.61	32	2.55	2	PVC	160	150	2.05	0.807	798.66	796.61	32.66	32.22	81.63	83.24		
144	145	66.00	69.30	764.39	763.34	1.05	12	2.46	2	PVC	160	150	0.70	0.777	796.61	795.91	32.22	32.57	83.24	84.29	DEEST. 46 SALE RAMAL 15	
145	146	81.00	85.05	763.34	762.50	0.84	15	2.17	2	PVC	160	150	0.68	0.686	795.91	795.23	32.57	32.73	84.29	85.13		
146	147	188.00	198.45	762.50	761.91	0.59	34	2.05	2	PVC	160	150	1.42	0.646	795.23	793.81	32.73	31.90	85.13	85.72		
147	148	100.00	105.00	761.91	761.62	0.29	18	1.89	2	PVC	160	150	0.64	0.596	793.81	793.17	31.90	31.35	85.72	85.91		
148	149	91.00	95.55	761.62	763.64	1.82	16	1.79	2	PVC	160	150	0.53	0.566	793.17	792.64	31.35	29.00	85.91	83.99		
149	150	49.00	51.45	763.64	763.40	0.24	9	1.79	2	PVC	160	150	0.29	0.566	792.64	792.35	29.00	28.95	83.99	84.23	DEEST. 50 SALE RAMAL 16 Y 17	
150	151	101.00	106.05	763.40	757.21	6.19	18	1.05	2	PVC	160	150	0.65	0.518	792.35	791.70	28.95	34.49	84.23	90.42		
151	152	125.00	131.25	757.21	751.00	6.21	22	1.02	1	PVC	160	150	3.10	0.893	791.70	788.60	34.49	37.60	90.42	96.63	DEEST. 52 SALE RAMAL 18	
152	153	113.00	118.65	751.00	751.76	0.76	20	0.70	1	PVC	160	150	1.40	0.614	788.60	787.20	37.60	35.44	96.63	95.87		
153	154	110.00	115.50	751.76	751.78	0.02	20	0.54	1	PVC	250	150	6.09	1.068	787.20	781.11	35.44	29.33	95.87	96.85		
154	155	39.00	40.95	751.78	752.54	0.76	7	0.54	1	PVC	250	150	2.16	1.068	781.11	778.95	29.33	26.41	95.85	95.09		
155	156	35.00	36.75	752.54	750.74	1.80	7	0.48	1	PVC	250	150	1.54	0.942	778.95	777.41	26.41	26.67	95.09	96.89		
156	157	45.00	47.25	750.74	752.15	1.41	8	0.45	1	PVC	250	150	1.74	0.879	777.41	775.67	26.67	23.52	96.89	95.48		
157	158	60.00	63.00	752.15	746.30	5.85	11	0.45	1	PVC	250	150	2.32	0.879	775.67	773.35	23.52	27.05	95.48	101.33		
158	159	91.00	95.55	746.30	742.01	4.29	16	0.35	1	PVC	250	150	2.25	0.690	773.35	771.10	27.05	28.09	101.33	105.62		
159	160	83.00	87.15	742.01	743.52	1.51	15	0.25	1	PVC	250	150	1.14	0.502	771.10	769.96	28.09	26.44	105.62	104.11		
160	161	47.00	49.35	743.52	749.20	5.68	9	0.25	1	PVC	250	150	0.64	0.502	769.96	769.32	26.44	20.12	104.11	98.43		
161	162	55.00	57.75	749.20	749.32	0.12	10	0.20	3/4	PVC	250	150	1.96	0.701	769.32	767.36	20.12	18.04	98.43	98.31		
162	163	80.00	84.00	749.32	748.44	0.88	14	0.20	3/4	PVC	250	150	2.85	0.701	767.36	764.51	18.04	16.07	98.31	99.19		
163	164	64.00	67.20	748.44	748.56	0.12	12	0.20	3/4	PVC	250	150	2.28	0.701	764.51	762.23	16.07	13.67	99.19	99.07		
164	165	42.00	44.10	748.56	747.92	0.64	8	0.20	3/4	PVC	250	150	1.50	0.701	762.23	760.73	13.67	12.81	99.07	99.71		

Memoria hidráulica, ramales 5, 6, 7 y 8

RAMAL 5 (SALE DE ESTACIÓN 111)																						
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES	
				Tomada	increm.										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL
111		192	79.00	81.90	817.51	817.32	0.19	14	0.20	3/4	PVC	160	150	2.78	0.702	843.56	840.78	26.05	23.46	30.12	30.31	
182		193	178.00	186.90	817.32	815.30	1.98	32	0.20	3/4	PVC	160	150	6.35	0.702	840.78	834.43	23.46	15.13	30.31	26.33	
193		194	41.00	43.05	819.30	817.13	2.17	8	0.20	3/4	PVC	160	150	1.46	0.702	834.43	832.97	15.13	15.84	26.33	30.50	
FINAL RAMAL 5																						
RAMAL 6 (SALE DE ESTACIÓN 112)																						
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES	
				Tomada	increm.										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL
112		195	71.00	74.55	817.63	817.60	0.03	13	1.15	1 1/2	PVC	160	150	2.19	1.01	843.37	841.18	25.74	23.58	30.00	30.03	
195		196	98.00	102.90	817.60	815.93	1.67	18	0.86	1 1/2	PVC	160	150	1.78	0.784	841.18	839.40	23.58	23.47	30.03	31.70	
196		197	75.00	78.75	815.93	812.07	3.86	14	0.83	1 1/2	PVC	160	150	1.27	0.726	839.40	838.13	23.47	26.06	31.70	35.56	
197		198	134.00	140.70	812.07	814.16	2.09	24	0.60	1 1/2	PVC	160	150	1.27	0.531	838.13	836.86	26.06	22.70	35.56	33.47	
198		199	82.00	86.10	814.16	814.50	0.34	15	0.57	1 1/2	PVC	160	150	0.70	0.503	836.86	836.16	22.70	21.66	33.47	33.13	
199		200	170.00	176.50	814.50	806.52	5.98	30	0.54	1 1/2	PVC	160	150	1.31	0.475	836.16	834.85	21.66	26.33	33.13	39.11	
200		201	76.00	79.80	806.52	806.13	2.39	14	0.48	1 1/2	PVC	160	150	0.46	0.419	834.85	834.39	26.33	26.26	39.11	41.50	
201		202	157.00	164.85	806.13	796.20	9.93	28	0.46	1 1/4	PVC	160	150	2.05	0.563	834.39	832.34	26.26	36.14	41.50	51.43	
202		203	81.00	85.05	796.20	794.83	1.37	15	0.38	1 1/4	PVC	160	150	0.80	0.482	832.34	831.54	36.14	36.71	51.43	52.80	
203		204	102.00	107.10	794.83	792.99	1.84	18	0.32	1 1/4	PVC	160	150	0.71	0.402	831.54	830.83	36.71	37.84	52.80	54.64	
204		205	165.00	173.25	792.99	786.61	6.38	29	0.29	1	PVC	160	150	2.82	0.565	830.83	828.01	37.84	41.40	54.64	61.02	
205		206	117.00	122.85	786.61	782.50	4.11	21	0.25	1	PVC	160	150	1.61	0.502	828.01	826.40	41.40	43.90	61.02	65.13	
206		207	91.00	95.55	782.50	785.41	2.91	16	0.25	1	PVC	160	150	1.25	0.502	826.40	825.15	43.90	39.74	65.13	66.22	
207		208	107.00	112.35	785.41	780.73	4.68	19	0.20	3/4	PVC	160	150	3.82	0.701	825.15	821.33	39.74	40.60	62.22	66.80	
208		209	102.00	107.10	780.73	773.08	7.65	18	0.20	3/4	PVC	160	150	3.64	0.701	821.33	817.69	40.60	44.61	66.80	74.55	
209		210	75.00	78.75	773.08	769.18	3.90	14	0.20	3/4	PVC	160	150	2.68	0.701	817.69	815.01	44.61	45.83	74.55	78.45	
210		211	63.00	66.15	769.18	770.17	0.99	12	0.20	3/4	PVC	160	150	2.25	0.701	815.01	812.76	45.83	42.59	78.45	77.46	
FINAL RAMAL 6																						
RAMAL 7 (SALE DE ESTACIÓN 114)																						
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES	
				Tomada	increm.										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL
114		212	103.00	106.15	810.17	810.37	0.20	19	0.32	1 1/4	PVC	160	150	0.72	0.402	842.64	841.92	32.47	31.55	37.46	37.26	
212		213	112.00	117.60	810.37	809.77	0.60	20	0.25	1	PVC	160	150	1.54	0.503	841.92	840.38	31.55	30.61	37.46	37.86	
213		214	120.00	126.00	809.77	808.02	1.75	21	0.20	3/4	PVC	160	150	4.28	0.702	840.38	836.10	30.61	28.08	37.86	39.61	
214		215	60.00	63.00	808.02	804.28	3.74	11	0.20	3/4	PVC	160	150	2.14	0.702	836.10	833.96	28.08	29.68	39.61	43.35	
FINAL RAMAL 7																						
RAMAL 8 (SALE DE ESTACIÓN 114)																						
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES	
				Tomada	increm.										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL
114		216	155.00	162.75	810.17	812.23	2.06	28	0.22	1	PVC	160	150	1.66	0.44	842.64	840.98	32.47	28.75	37.46	35.40	
216		217	60.00	63.00	812.23	813.17	0.94	11	0.20	3/4	PVC	160	150	2.14	0.702	840.98	838.64	28.75	25.67	35.40	34.46	

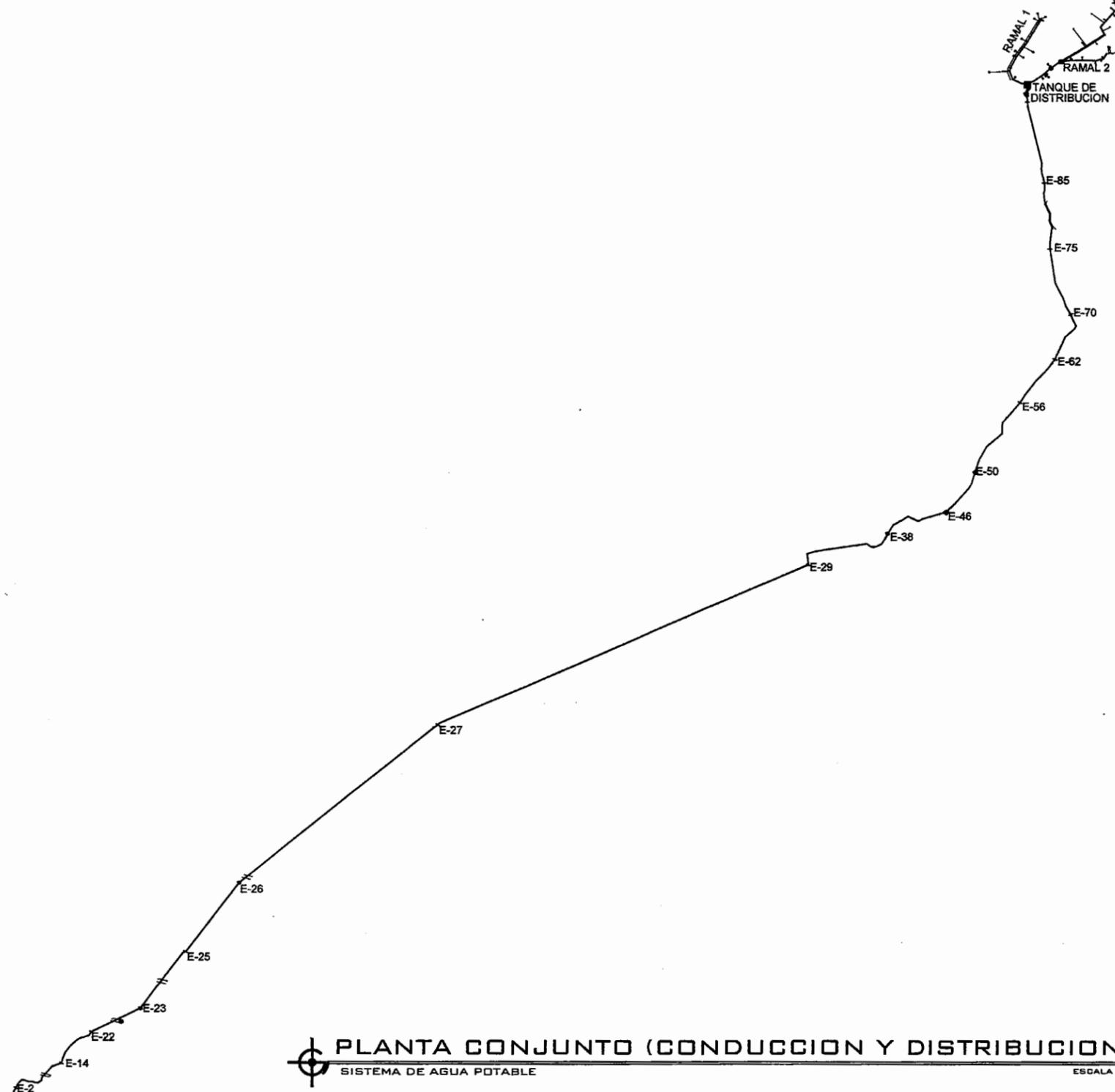
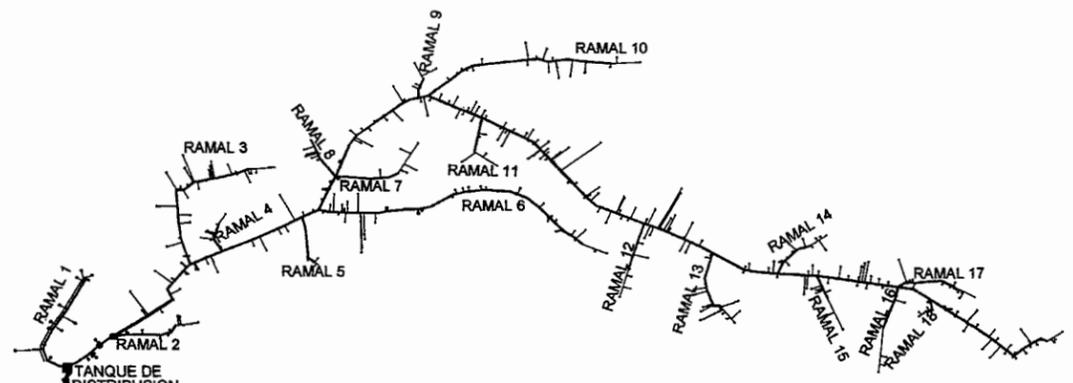
Memoria hidráulica, ramales 9, 10, 11, 12, 13 y 14

RAMAL 9 (SALE DE ESTACIÓN 120)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			120	218	53.00	808.88	805.93	1.49	10	0.20	3/4	PVC	160	150	1.89	0.702	840.70	838.81	33.82	33.42	40.75	42.24			
			218	219	70.00	805.58	805.84	0.55	13	0.20	3/4	PVC	160	150	2.50	0.702	838.81	836.31	33.42	30.37	42.24	41.68			
FINAL RAMAL 9																									
RAMAL 10 (SALE DE ESTACIÓN 121)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			121	220	164.00	808.45	802.40	4.05	29	0.64	1 1/4	PVC	160	150	4.14	0.804	840.56	836.42	34.11	34.02	41.18	45.23			
			220	221	95.00	802.40	802.04	0.36	17	0.57	1 1/4	PVC	160	150	1.97	0.724	836.42	834.45	34.02	32.41	45.23	45.59			
			221	222	88.00	802.04	801.05	0.99	16	0.45	1 1/4	PVC	160	150	1.15	0.853	834.45	833.30	32.41	32.25	45.59	46.58			
			222	223	208.00	801.05	796.58	4.47	37	0.41	1 1/4	PVC	160	150	2.35	0.833	833.30	830.95	32.25	34.37	46.58	51.05			
			223	224	187.00	796.58	792.92	3.66	33	0.32	1	PVC	160	150	3.87	0.828	830.95	827.08	34.37	34.16	51.05	54.71			
			224	225	65.00	792.92	794.19	1.27	12	0.29	1	PVC	160	150	1.11	0.855	827.08	825.97	34.16	31.78	54.71	53.44			
			225	226	115.00	794.19	793.44	0.75	21	0.20	3/4	PVC	160	150	4.10	0.702	825.97	821.87	31.78	28.43	53.44	54.19			
			226	227	117.00	793.44	788.21	5.23	21	0.20	3/4	PVC	160	150	4.17	0.702	821.87	817.70	28.43	28.49	54.19	59.42			
			227	228	159.00	788.21	783.96	4.25	28	0.20	3/4	PVC	160	150	5.67	0.702	817.70	812.03	28.49	28.07	59.42	63.67			
FINAL RAMAL 10																									
RAMAL 11 (SALE DE ESTACIÓN 124)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			124	229	128.00	134.40	800.80	795.57	5.23	23	0.22	3/4	PVC	160	150	5.58	0.782	839.30	833.72	38.50	38.15	46.83	52.06		
			229	230	86.00	800.30	795.57	797.22	8.35	16	0.20	3/4	PVC	160	150	3.07	0.702	833.72	830.65	38.15	43.43	52.06	60.41		
FINAL RAMAL 11																									
RAMAL 12 (SALE DE ESTACIÓN 136)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			136	231	212.00	222.60	777.22	777.74	0.52	38	0.22	3/4	PVC	160	150	9.24	0.782	815.71	808.47	38.49	28.73	70.41	69.89		
			231	232	78.00	81.80	777.74	777.79	0.05	14	0.20	3/4	PVC	160	150	2.78	0.702	808.47	803.89	28.73	25.90	69.89	69.84		
FINAL RAMAL 12																									
RAMAL 13 (SALE DE ESTACIÓN 140)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			140	233	163.00	171.15	774.37	767.65	6.72	29	0.45	1	PVC	160	150	5.31	0.880	805.44	799.13	31.07	31.48	73.26	79.88		
			233	234	75.00	76.65	767.65	765.13	2.52	13	0.35	3/4	PVC	160	150	7.33	1.228	799.13	791.80	31.48	26.67	79.88	82.50		
			234	235	102.00	107.10	765.13	767.45	2.32	18	0.25	3/4	PVC	160	150	5.69	0.894	791.80	786.11	26.67	18.66	82.50	80.18		
			235	236	40.00	42.00	767.45	770.01	2.56	7	0.20	3/4	PVC	160	150	1.43	0.702	786.11	784.68	18.66	14.67	80.18	77.62		
FINAL RAMAL 13																									
RAMAL 14 (SALE DE ESTACIÓN 143)																									
TRAMO	EST	P.O.	L (m)	5% Increment. (m)	COTA TERRENO		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (in)	MATERIAL	TIPO	Cte.												
					INICIAL	FINAL																			
			143	237	71.00	74.55	766.00	766.15	0.15	13	0.35	3/4	PVC	160	150	7.14	1.229	798.66	791.52	32.66	25.37	81.63	81.48		
			237	238	53.00	55.65	766.15	767.08	0.93	10	0.25	3/4	PVC	160	150	2.96	0.893	791.52	788.66	25.37	21.48	81.48	80.55		
			238	239	76.00	79.80	767.08	766.70	0.38	14	0.20	3/4	PVC	160	150	2.71	0.702	788.66	785.85	21.48	19.15	80.55	80.93		
			239	240	75.00	78.75	766.70	765.18	1.52	14	0.20	3/4	PVC	160	150	2.88	0.702	785.85	783.17	19.15	17.99	80.93	82.45		
FINAL RAMAL 14																									

Memoria hidráulica, ramales 15, 16, 17, y 18

RAMAL 15 (SALE DE ESTACIÓN 145)																						
TRAMO	L		5%		COTA		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (m)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
	P.O.	Tomada	Incrom.	(m)	INCIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
145	241	86,00	90,30	763,34	763,28	0,06	16	0,22	3/4	PVC	160	150	150	3,75	0,782	795,91	792,16	32,57	28,88	84,29	84,35	
241	242	65,00	68,25	763,28	758,32	4,96	12	0,20	3/4	PVC	160	150	150	2,32	0,702	792,16	789,84	28,88	31,52	84,35	89,31	
FINAL RAMAL 15																						
RAMAL 16 (SALE DE ESTACIÓN 150)																						
TRAMO	L		5%		COTA		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (m)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
	P.O.	Tomada	Incrom.	(m)	INCIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
150	243	56,00	58,80	763,40	753,91	9,49	10	0,20	3/4	PVC	160	150	150	2,00	0,702	792,35	790,35	28,95	36,44	84,23	93,72	
243	244	207,00	217,95	753,91	748,15	5,76	37	0,20	3/4	PVC	160	150	150	7,38	0,702	790,35	782,97	36,44	34,82	93,72	99,48	
FINAL RAMAL 16																						
RAMAL 17 (SALE DE ESTACIÓN 150)																						
TRAMO	L		5%		COTA		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (m)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
	P.O.	Tomada	Incrom.	(m)	INCIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
150	245	68,00	71,40	763,40	763,90	0,40	12	0,51	1	PVC	160	150	150	3,37	1,060	792,35	786,98	28,95	25,18	84,23	83,83	
245	246	50,00	52,50	763,80	764,68	0,88	9	0,48	1	PVC	160	150	150	2,20	0,942	786,98	786,78	25,18	22,10	83,83	82,95	
246	247	29,00	30,45	764,68	761,96	2,72	6	0,48	1	PVC	160	150	150	1,28	0,942	786,78	785,50	22,10	23,54	82,95	85,67	
247	248	133,00	138,65	761,96	751,66	10,30	24	0,48	1	PVC	160	150	150	5,85	0,942	785,50	778,65	23,54	27,89	85,67	95,97	
248	249	90,00	94,50	751,66	755,79	4,13	16	0,29	1	PVC	160	150	150	1,54	0,965	778,65	778,11	27,89	22,32	95,97	91,84	
FINAL RAMAL 17																						
RAMAL 18 (SALE DE ESTACIÓN 152)																						
TRAMO	L		5%		COTA		Dif. de Cotas	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Ø Nominal (m)	MATERIAL	TIPO	Cte.	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		OBSERVACIONES
	P.O.	Tomada	Incrom.	(m)	INCIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
152	250	63,00	66,15	751,00	757,27	6,27	12	0,22	3/4	PVC	160	150	150	2,75	0,782	786,60	785,85	37,60	28,58	96,63	90,36	
250	251	41,00	43,05	757,27	757,83	0,56	8	0,20	3/4	PVC	160	150	150	1,46	0,702	785,85	784,39	28,58	26,56	90,36	89,80	
FINAL RAMAL 18																						

APÉNDICE C
Planos del proyecto



PLANTA CONJUNTO (CONDUCCION Y DISTRIBUCION)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE

ESCALA : 1/2000

NACIMIENTO
BROTE
DEFINIDO

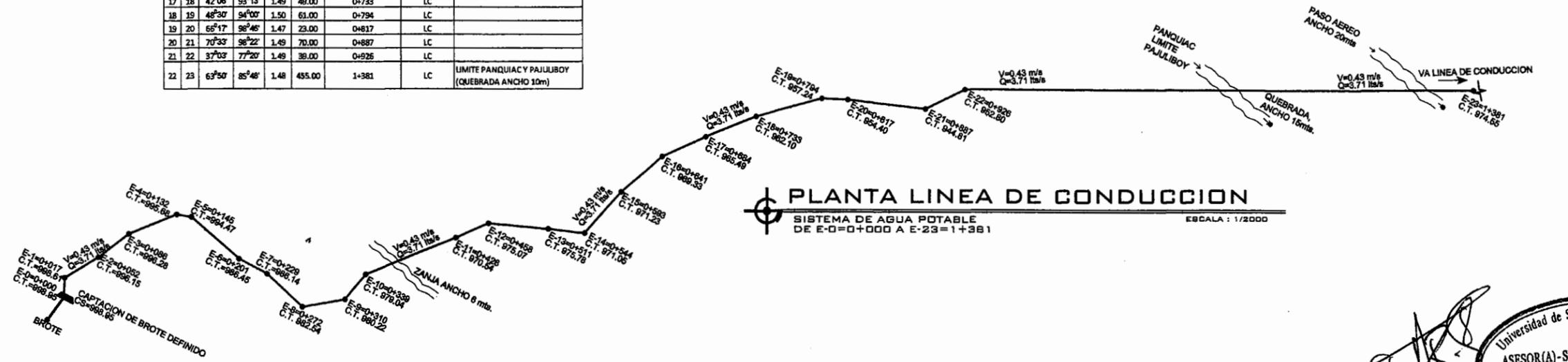
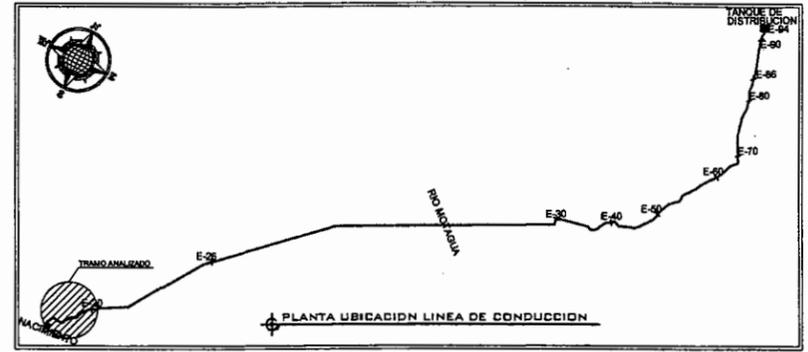
Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULLULCHE III O XEXAC.
PROYECTADO:	MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO:	ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA
CONTENIDO:	PLANTA DE CONJUNTO LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION.
ESCALA INDICADA:	ESCALA: 1/2000
HOJA No.	1/42

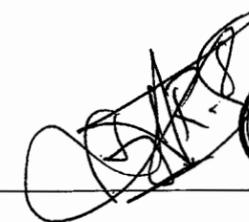


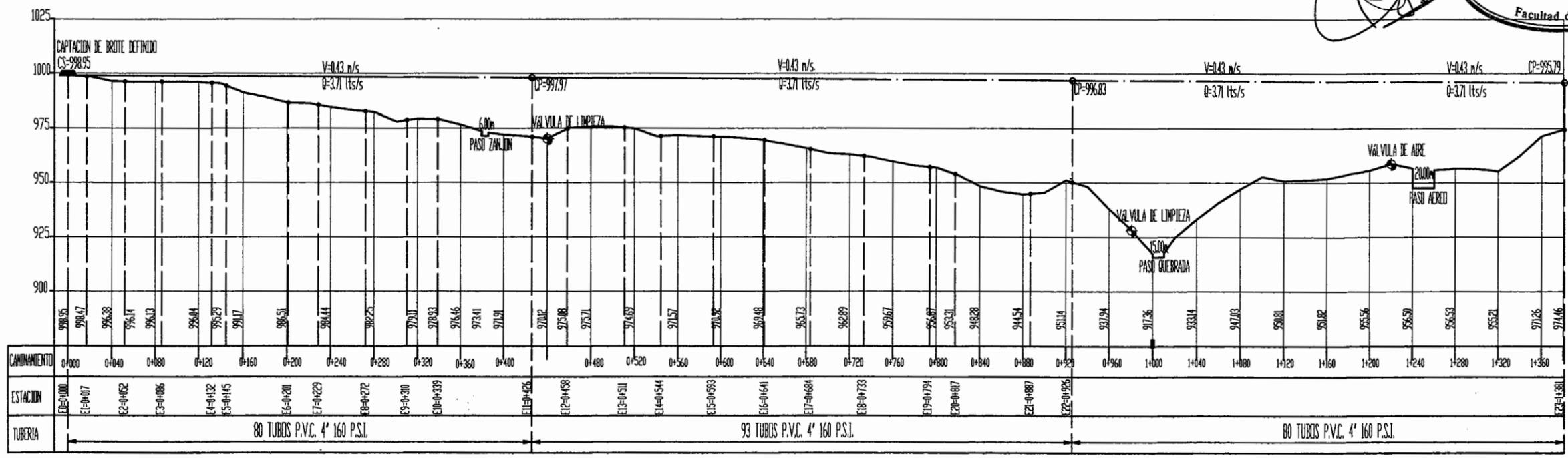
ESTUDIO TOPOGRÁFICO POR GRAVEDAD, DEL NACIMIENTO PAJULIBOY # 1 PARA EL CANTÓN TULULCHE # 3 O XEXAC, CHICHÉ, QUICHÉ. 2/11/2009

EST	PO	AZIMUT	ZENIT	Hs (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
0	A	117°20'	86°30'	1.49	16.00	0+000	BROTE	
0	B	133°40'	84°10'	1.49	25.00	0+000	BROTE	
0	C	189°30'	82°20'	1.49	25.00	0+000	BROTE	
0	1	336°20'	91°04'	1.49	17.00	0+017	LC	
1	2	31°56'	93°41'	1.50	35.00	0+052	LC	
2	3	25°17'	89°04'	1.47	34.00	0+086	LC	
3	4	41°38'	91°28'	1.50	46.00	0+132	LC	
4	5	74°10'	96°14'	1.47	13.00	0+145	LC	
5	6	105°18'	100°05'	1.49	56.00	0+201	LC	
6	7	92°00'	89°56'	1.48	28.00	0+229	LC	
7	8	105°57'	95°30'	1.49	43.00	0+272	LC	
8	9	53°48'	92°58'	1.48	38.00	0+310	LC	
9	10	13°48'	93°17'	1.48	29.00	0+339	LC	
10	11	41°48'	97°10'	1.49	87.00	0+426	LC	ZANJA, ANCHO 6m
11	12	40°05'	89°21'	1.50	32.00	0+458	LC	
12	13	69°00'	88°14'	1.48	53.00	0+511	LC	
13	14	70°38'	99°38'	1.47	33.00	0+544	LC	
14	15	15°20'	88°01'	1.50	49.00	0+593	LC	
15	16	27°52'	92°28'	1.48	48.00	0+641	LC	
16	17	39°30'	95°59'	1.47	43.00	0+684	LC	
17	18	42°08'	93°13'	1.49	49.00	0+733	LC	
18	19	48°30'	94°00'	1.50	61.00	0+794	LC	
19	20	65°17'	98°45'	1.47	23.00	0+817	LC	
20	21	70°33'	98°22'	1.49	70.00	0+887	LC	
21	22	37°03'	77°20'	1.49	39.00	0+926	LC	
22	23	63°50'	85°48'	1.48	435.00	1+381	LC	UMITE PANQUIAC Y PAJULIBOY (QUEBRADA ANCHO 10m)



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMIENTO
OT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—▲—	OPCION DE BROTE DEFINIDO
□	CAJA ROMPE PRESION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
—+—	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lts/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJA
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
—	PROFUNDIDAD


 Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-0+0+000 A E-23+1+381
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN TULULCHE III O XEXAC.

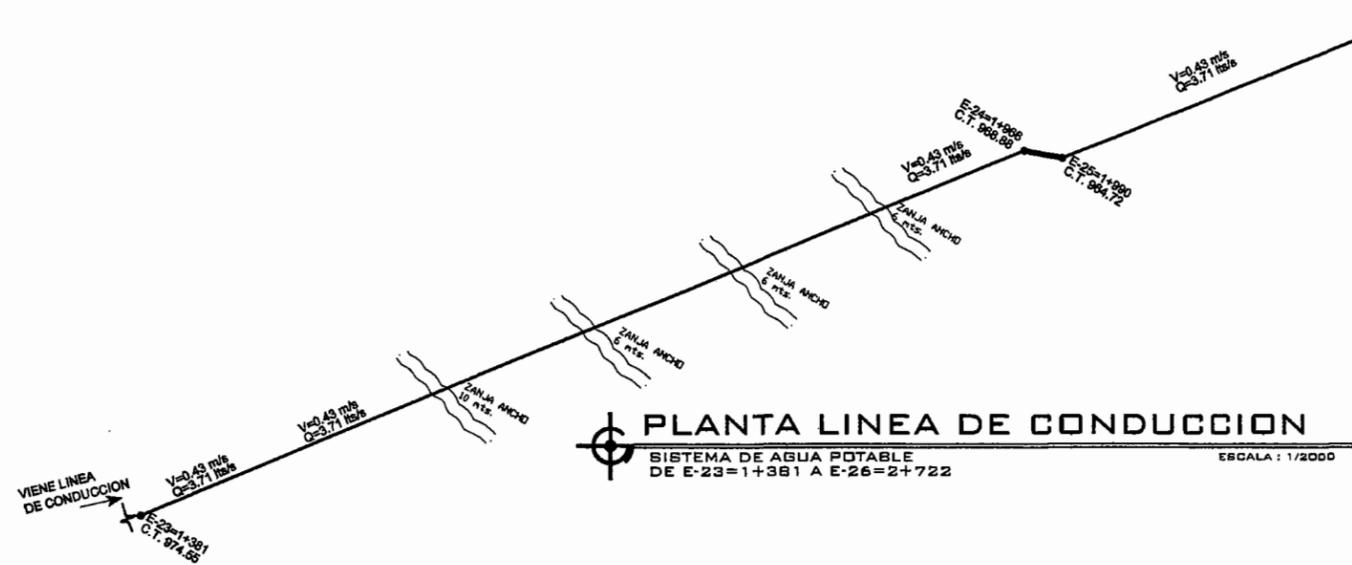
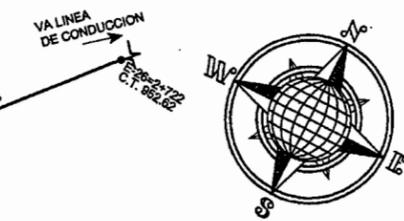
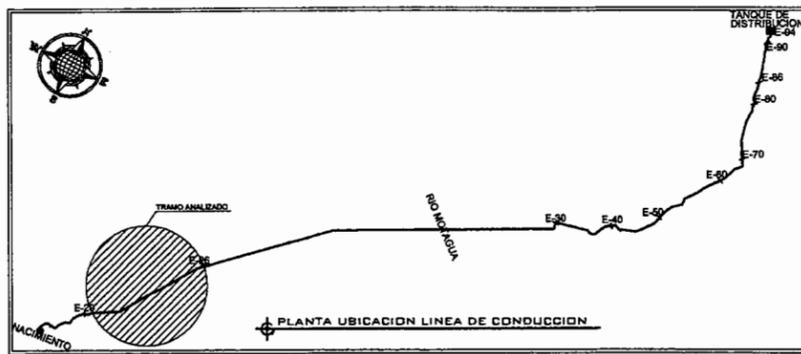
PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ASISTENTE:
 ÁNGEL ROBERTO SIO GARCÍA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 LINEA DE CONDUCCION DE E-0 A E-23

ESCALA:
 INDICADA

HOJA No. **2/42**

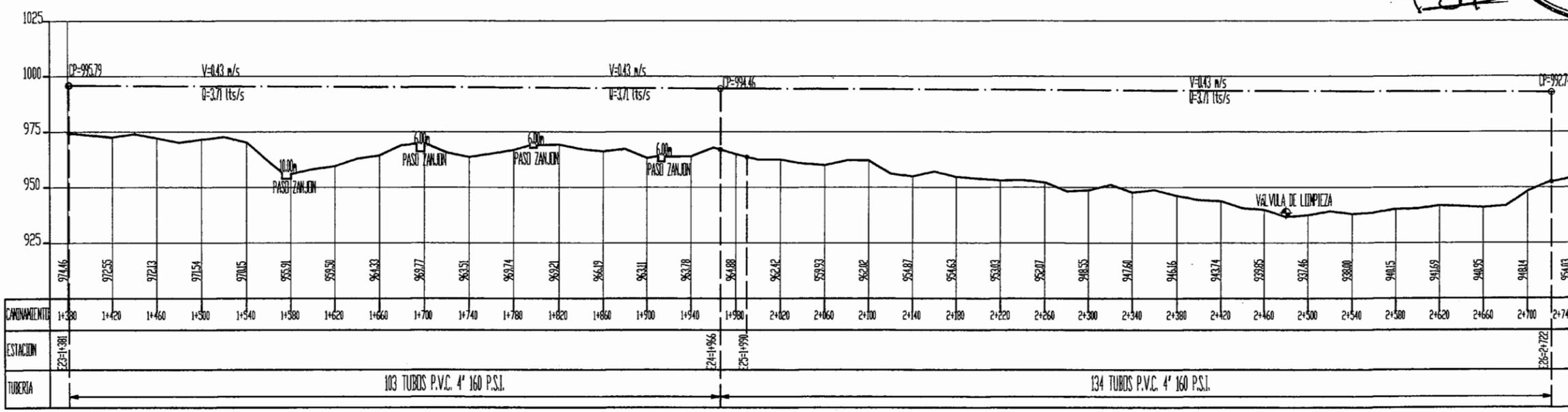


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
23	24	36°30'	91°23'	1.49	585.00	1+966	LC	ZANJÓN, ANCHO 8m
24	25	70°03'	105°42'	1.47	24.00	1+990	LC	
25	26	37°20'	90°48'	1.49	752.00	2+722	LC	

REFERENCIA	
E-H	NÚMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBIAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—■—	CAPICIÓN DE BROTE DEFINIDO
□	CAJA ROMPE PRESION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
—·—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJON
PQ	PASO DE CUBIERTA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA

PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-23=1+381 A E-26=2+722
 ESCALA : 1/2000


 Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-23=1+381 A E-26=2+722
 ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
 ESCALA VERTICAL : 1/1000

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CICHÉ, DEPARTAMENTO DE CICHÉ.

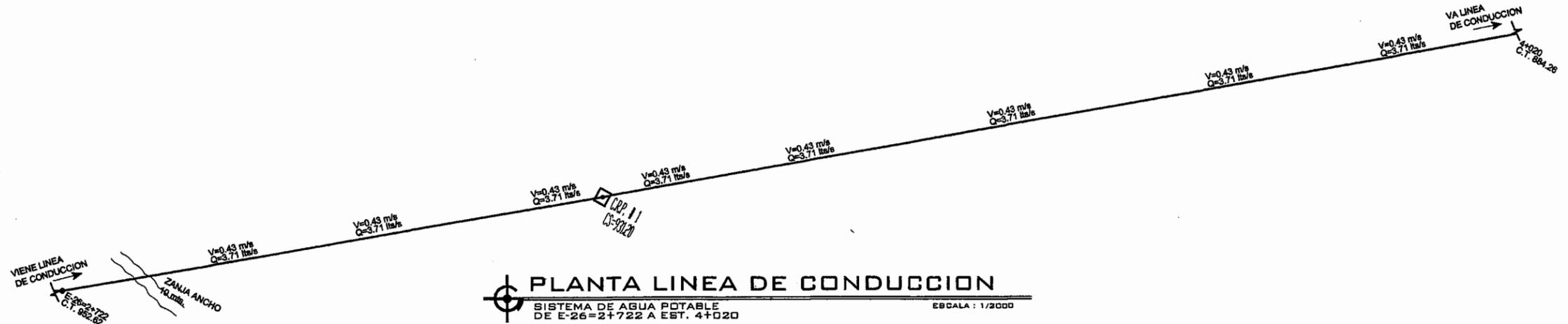
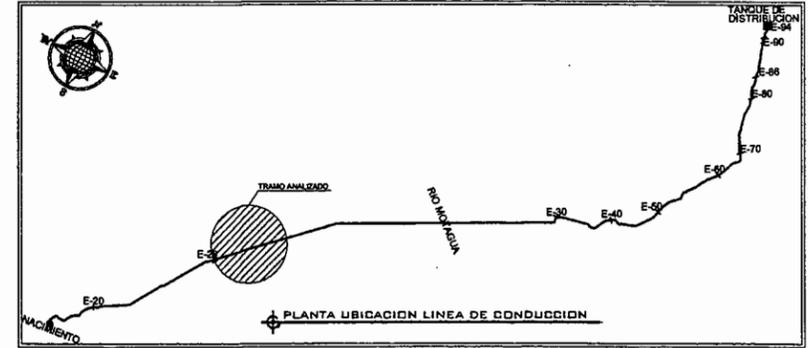
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO POR:
 ANGELO ROBERTO SIO GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE E-23 A E-26

HOJA No. **3/42**

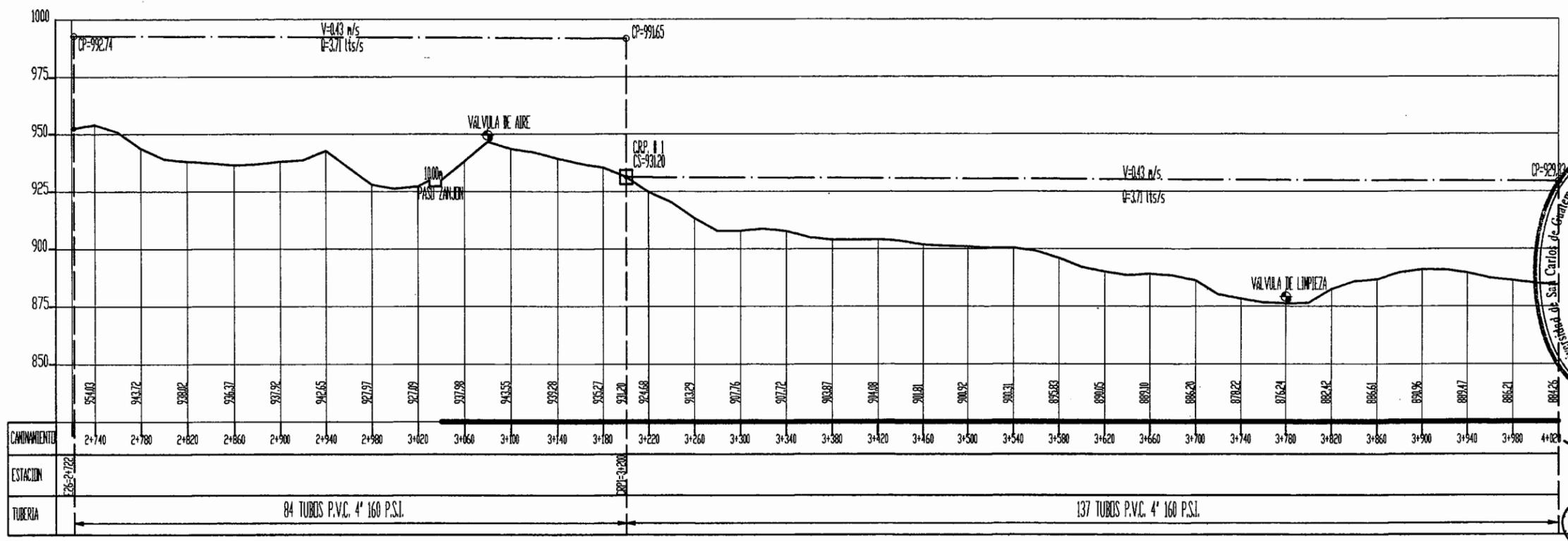


EST	PD	AZIMUT	ZENIT	RI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
26	27	51°38'	92°50'	1.48	2128.00	4+850	LC	ZANJA, ANCHO 10m



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-26=2+722 A EST. 4+020
 ESCALA: 1/2000

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	COMIENZO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
▬▬▬	CAPTACION DE SUELO DEFINIDO
□	CASA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lts/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJA
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRERA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-26=2+722 A EST. 4+020
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA
 SUPERVISOR (A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

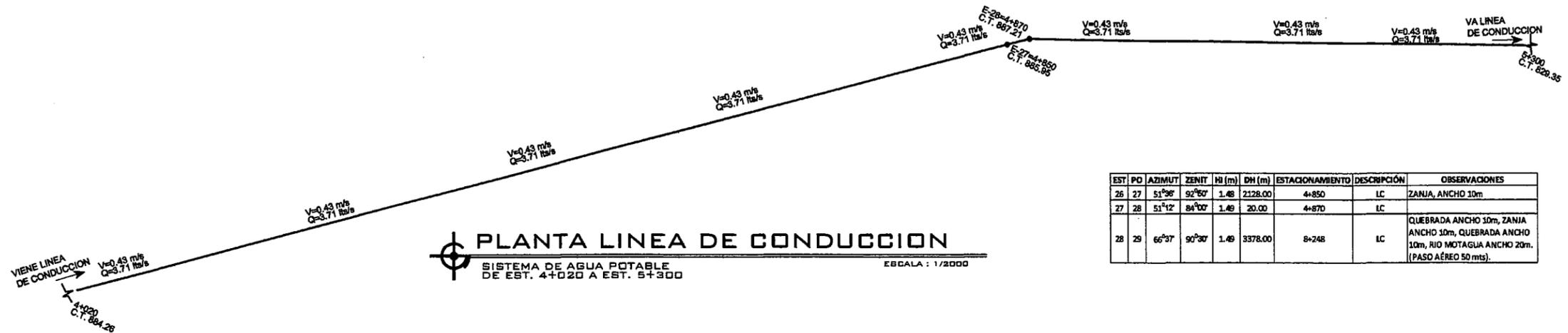
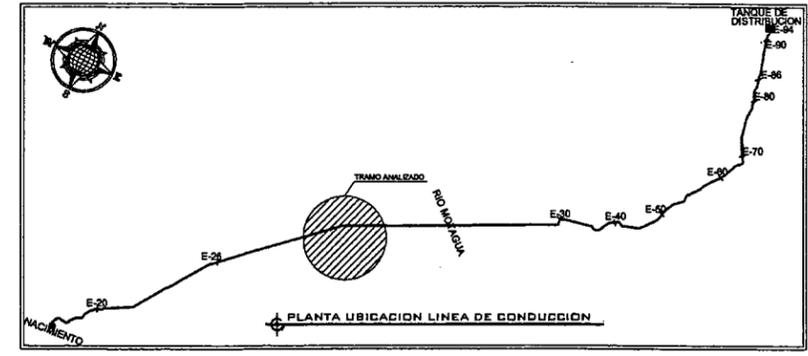
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO:
 ANGELO ROBERTO SIO GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE E-26 A EST. 4+020

ESCALA INDICADA:
 PLANTA: 1/2000
 PERFIL: 1/1000

FECHA: ABRIL 2011

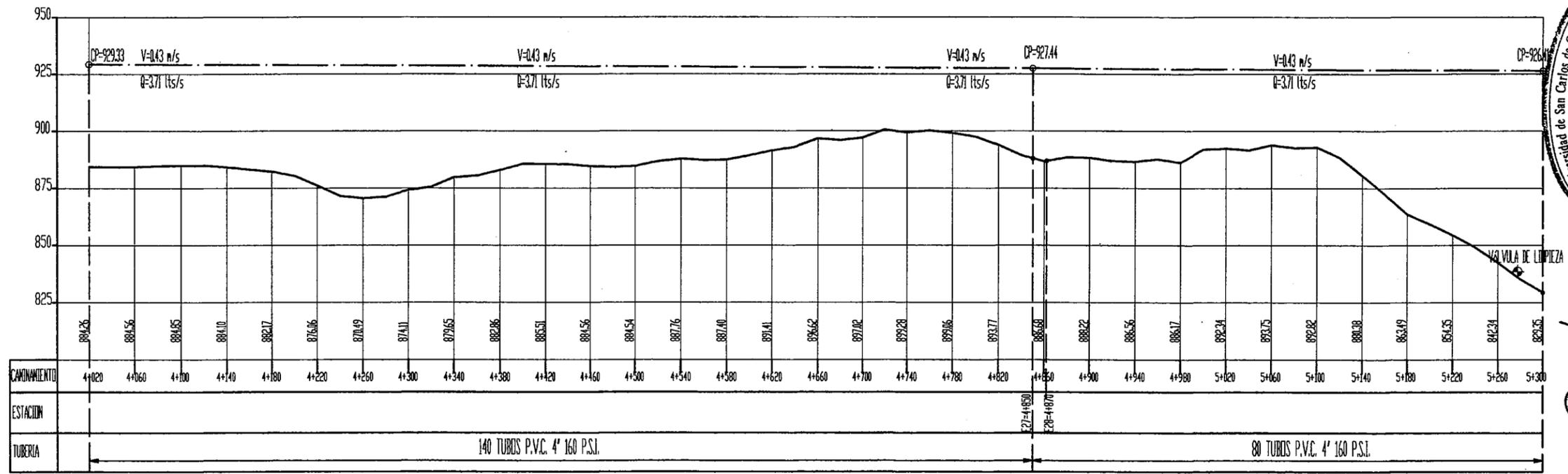
HOJA No. **4/42**



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 4+020 A EST. 5+300
 ESCALA : 1/2000

EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
26	27	51°36'	92°50'	1.48	2128.00	4+850	LC	ZANIA, ANCHO 10m
27	28	51°12'	84°00'	1.48	20.00	4+870	LC	
28	29	66°37'	90°30'	1.48	3378.00	8+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANIA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGUA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50 mts).

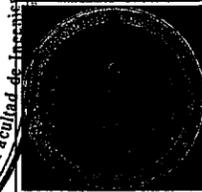
REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
+	0+000.00
CT	COTA DE TERRENO
—○—	ESTACION
—▲—	CAPTACION DE BROTE DEFINIDO
—□—	CAJA RAMPE FRENOS
—■—	TANQUE DE DISTRIBUCION
—·—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	QUEDAL (m/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CB	COTA DE SALIDA
FZ	FRENOS DE ZANAJON
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
—	PASO DE CARRETERA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 4+020 A EST. 5+300
 ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
 ESCALA VERTICAL : 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

[Handwritten signature]



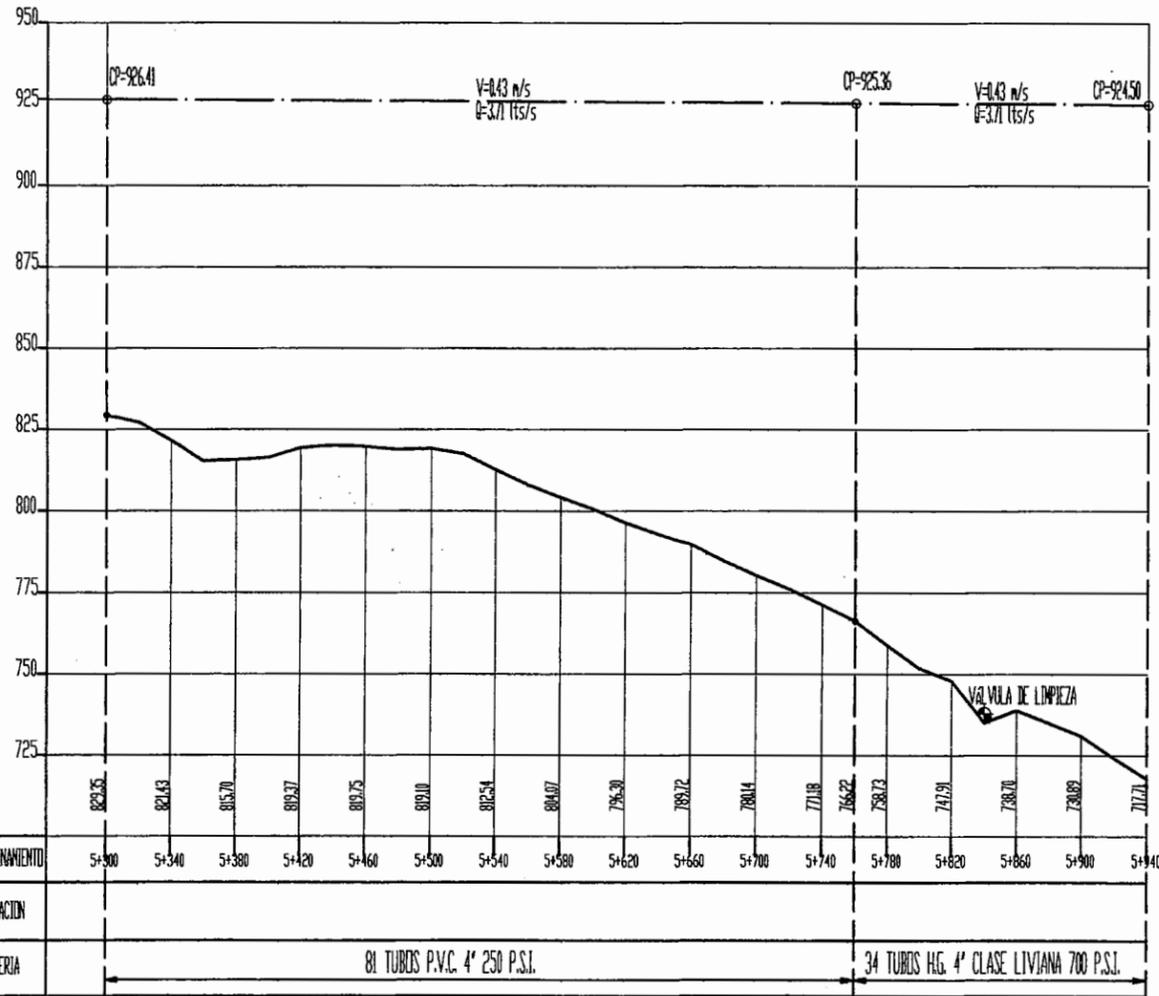
PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE CUNCHE, DEPARTAMENTO DE CUNCHE.

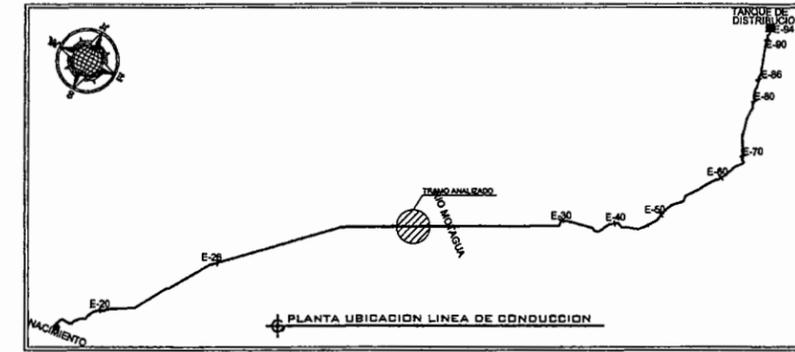
EXERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANGELO ROBERTO SICA GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE EST. 4+020 A EST. 5+300

HOJA No. **5/42**

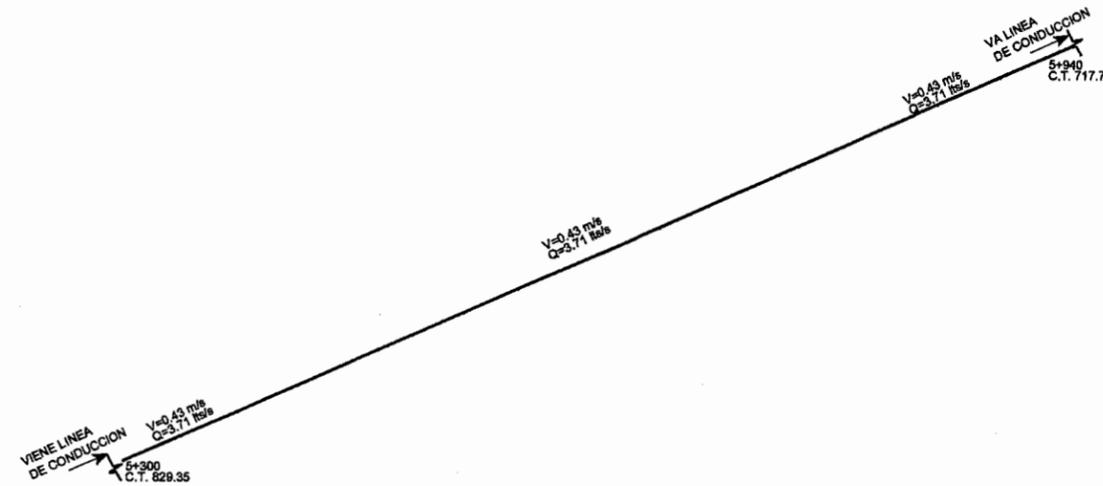


PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 5+300 A EST. 5+940
 ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
 ESCALA VERTICAL : 1/1000

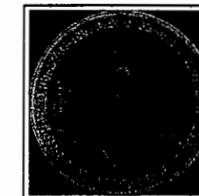


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
26	27	51°36'	92°50'	1.48	2128.00	4+850	LC	ZANIA, ANCHO 10m
27	28	51°12'	84°00'	1.49	20.00	4+870	LC	
28	29	66°37'	90°30'	1.46	3378.00	8+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANIA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGUA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50mts).

REFERENCIA	
E-H	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORIGINAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
○	ESTACION
▭	CAPTACION DE BROTE DEFINIDO
□	CASA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
---	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CANAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANION
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 5+300 A EST. 5+940
 ESCALA : 1/2000



PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE QUICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

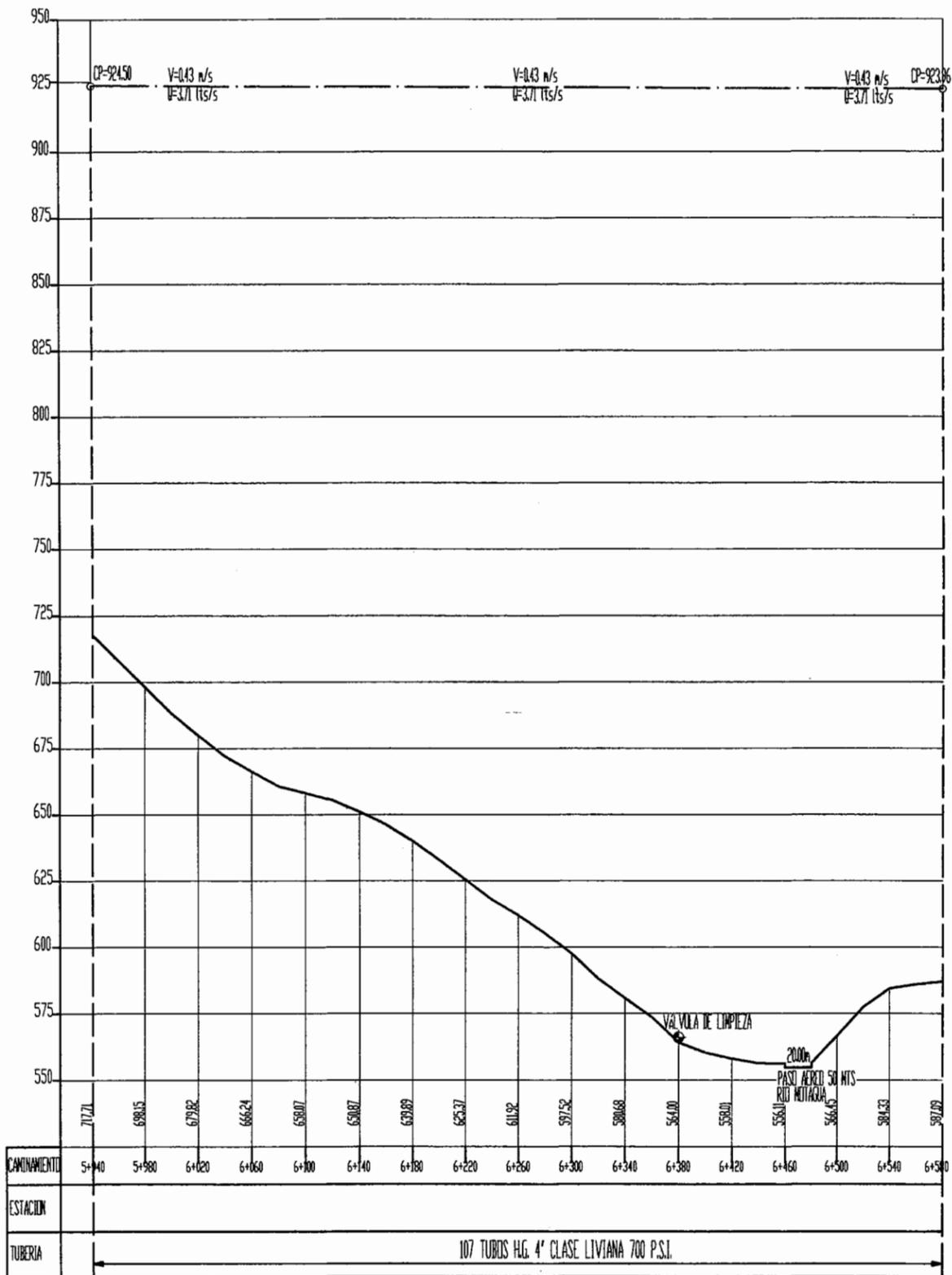
ELABORACION Y SUPERVISADO:
 ANGELO ROBERTO GARCIA

PLANTA PERFIL
 LINEA DE CONDUCCION
 DE EST. 5+300 A EST. 5+940

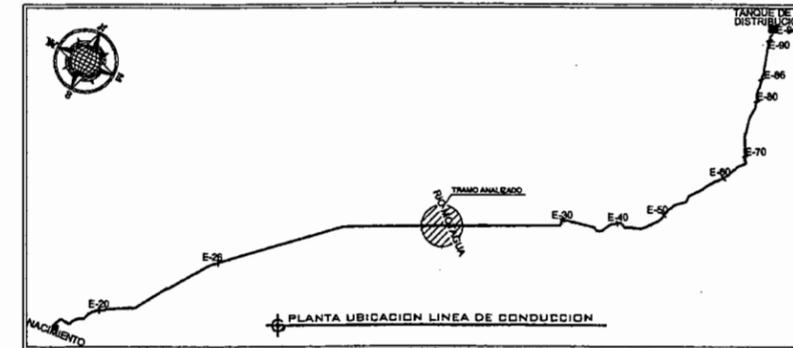
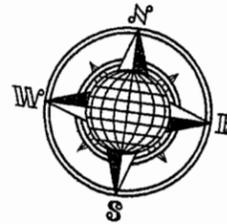
ESCALA: INDICADA
 DISEÑO: ANGELO ROBERTO GARCIA
 DIBUJO: ANGELO ROBERTO GARCIA
 CANTON: TULULCHE III O XEXAC
 DEPARTAMENTO: QUICHE
 FECHA: 2011

HOLIA No. 6/42

Universidad de San Carlos
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería



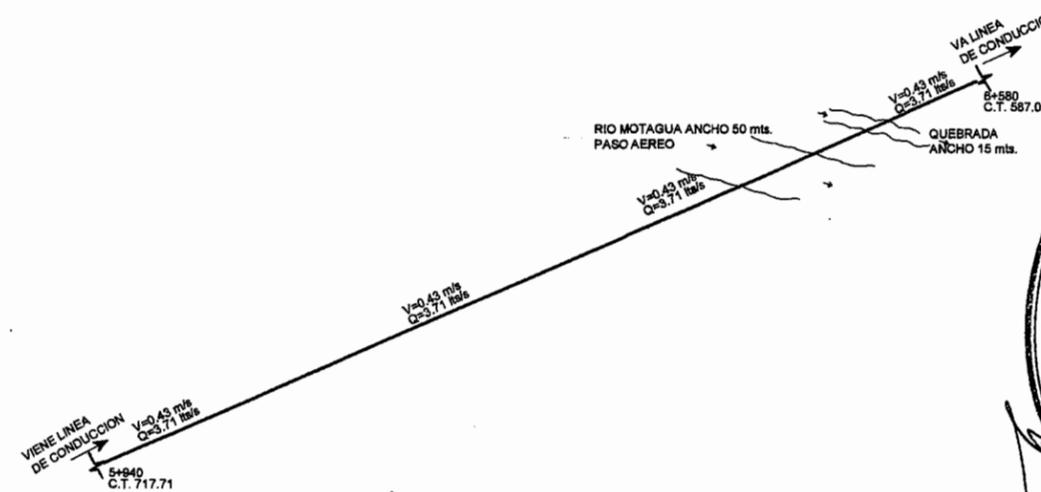
PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 5+940 A EST. 6+580
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
26	27	51°36'	92°50'	1.48	2328.00	4+850	LC	ZANJA, ANCHO 10m
27	28	51°12'	84°00'	1.48	20.00	4+870	LC	
28	29	66°37'	90°30'	1.48	3378.00	6+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANJA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGUA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50 mts).

REFERENCIA

E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORNAMENTO
OT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
▭	DEFINICION DE BROTE DEFINIDO
□	CAMA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
---	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJA
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 5+940 A EST. 6+580
 ESCALA: 1/2000

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



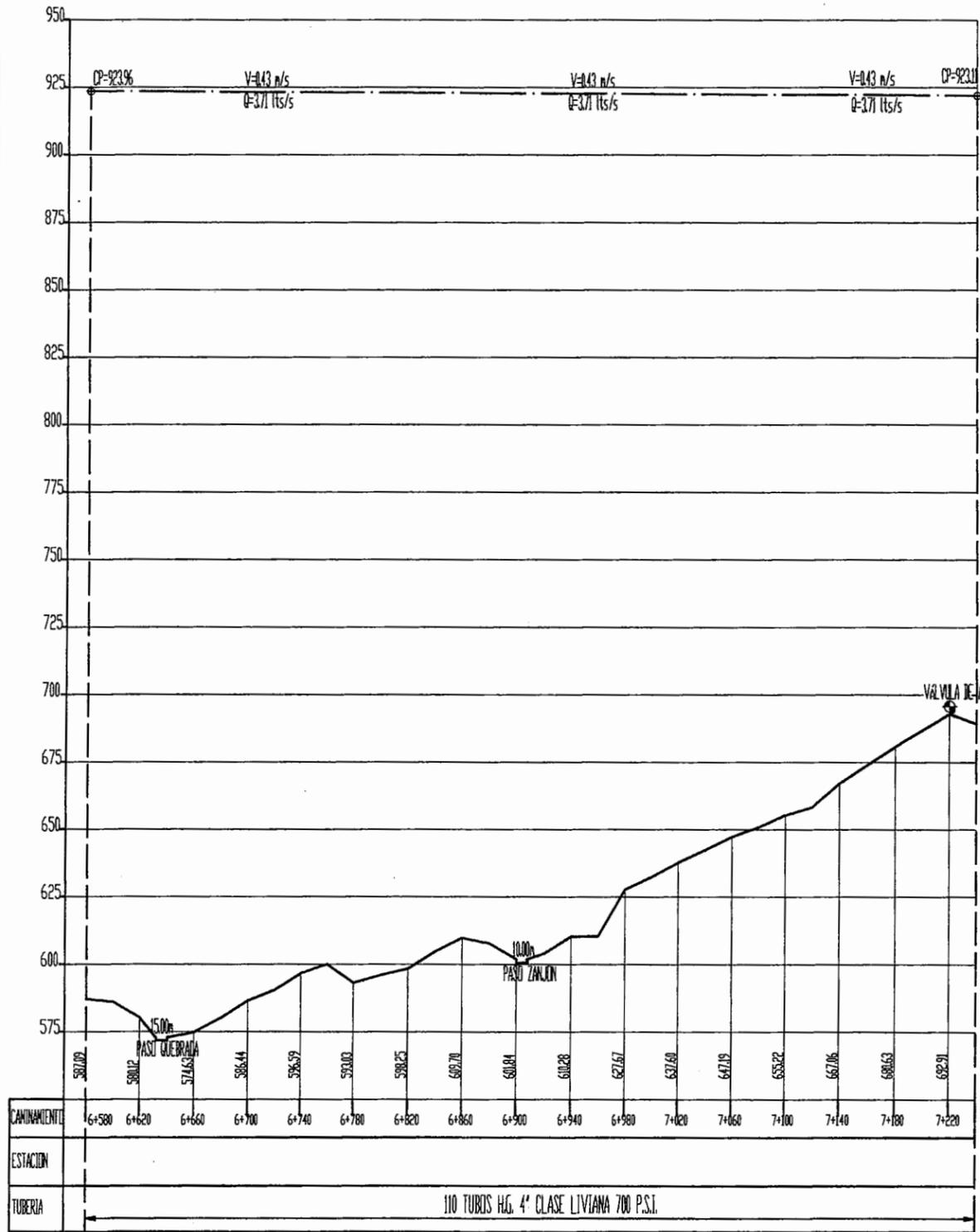
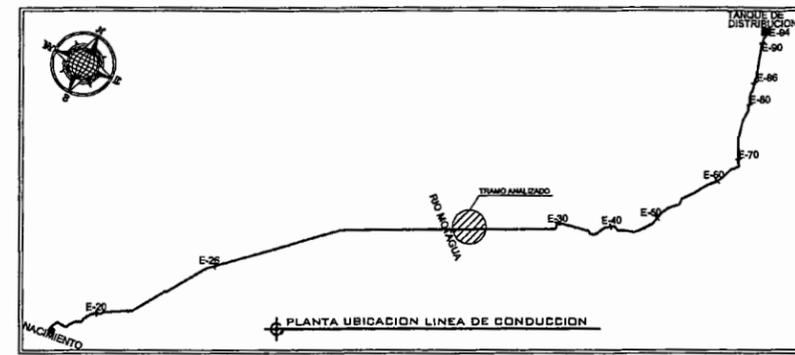
PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULUCHE III O XEXAC.

PROFESOR MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANGELO ROBERTO SIG GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 LINEA DE CONDUCCION
 DE EST. 5+940 A EST. 6+580

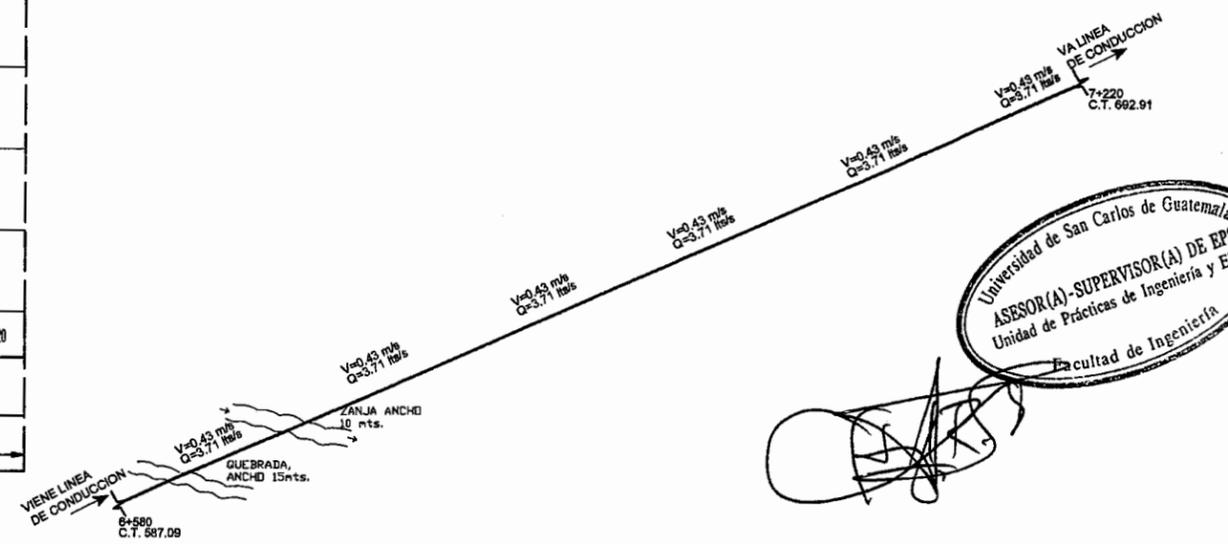
ESCALA: INDEICADA
 ELABORADO POR: LUIS LÓPEZ LARREA
 REVISADO POR: JUAN JOSÉ GONZÁLEZ ORDOÑO
 APROBADO POR: LUIS LÓPEZ LARREA
 CALIFICADO POR: JUAN JOSÉ GONZÁLEZ ORDOÑO
 FECHA: 2011

HOJA No. **7/42**



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
26	27	51°36'	92°50'	1.48	2128.00	4+850	LC	ZANJA ANCHO 10m
27	28	51°12'	84°00'	1.49	20.00	4+870	LC	
28	29	66°37'	50°30'	1.49	3378.00	8+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANJA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGUA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50 mts.)

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORIGNAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
▲	CAPTACION DE BROTE DEFINIDO
□	CAJA ROMPE PRESION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJA
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 6+580 A EST. 7+220
 ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
 ESCALA VERTICAL : 1/1000

PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE EST. 6+580 A EST. 7+220
 ESCALA : 1/2000

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHÉ III O XEXAC.

PROYECTISTA:
 MUNICIPALIDAD DE CHIMÉ, DEPARTAMENTO DE GUICHÉ.

INGENIERO SUPERVISADO:
 ANGELO ROBERTO SIG GARCÍA

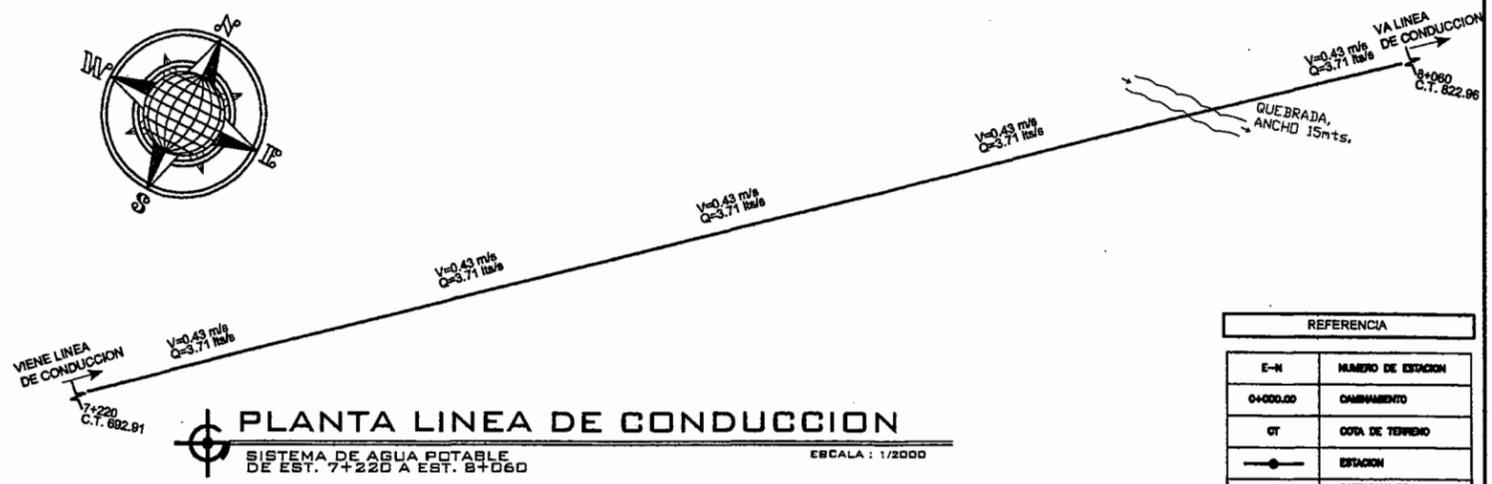
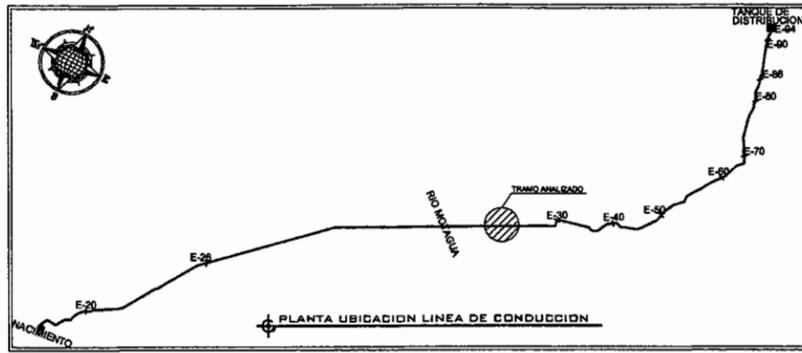
CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE EST. 6+580 A EST. 7+220

ESCALA INDICADA:
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

FECHA:
 ABRIL 2011

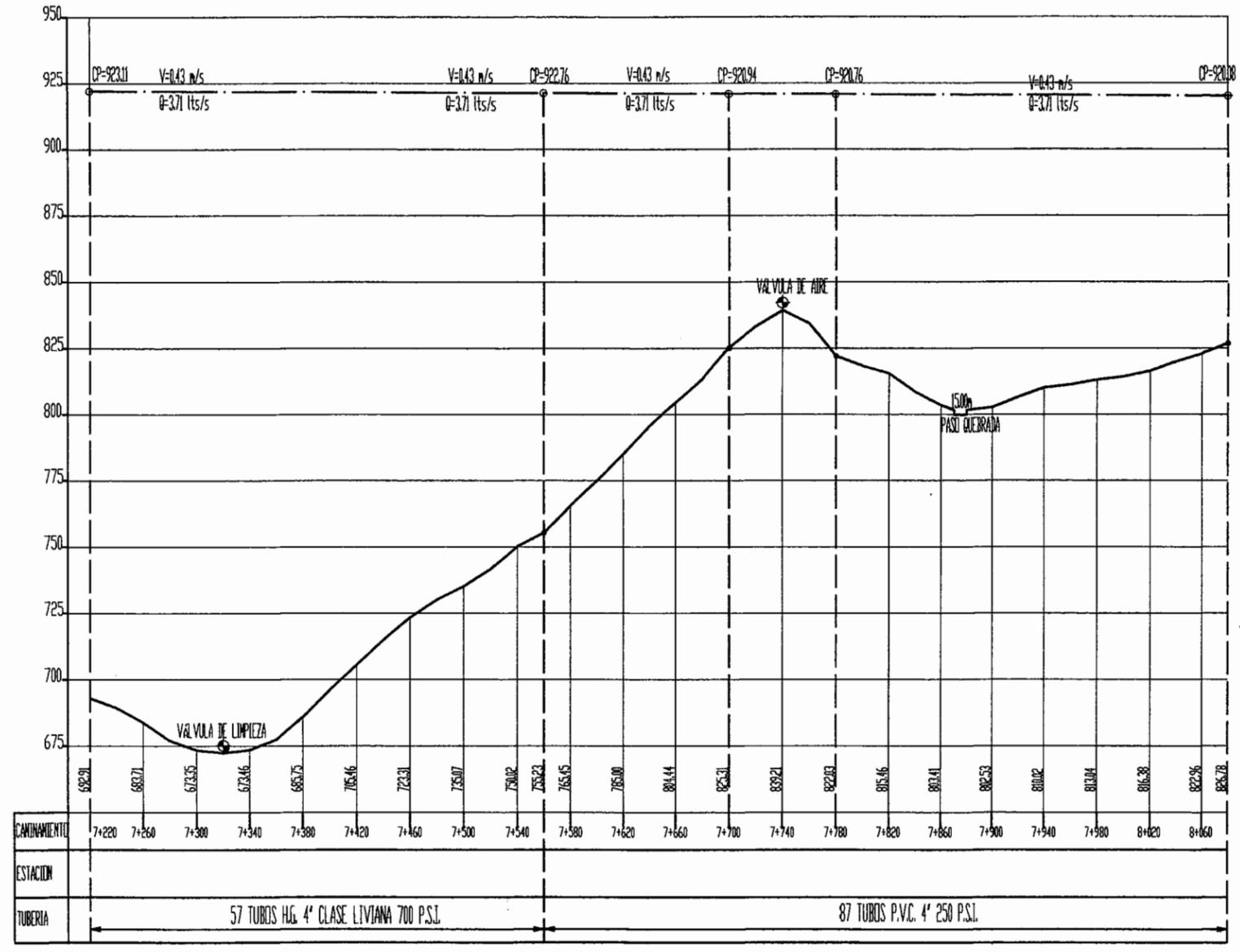
HOJA No.:
 8/42

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMENTO
OT	COTA DE TERRENO
●	ESTACION
▬	DEFINICION DE PUNTO DEFINIDO
□	CASA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
G	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJA
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA

EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
26	27	51°36'	92°00'	1.48	2128.00	4+850	LC	ZANJA ANCHO 10m
27	28	51°12'	84°00'	1.49	20.00	4+870	LC	
28	29	66°37'	90°30'	1.49	3378.00	8+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANJA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGLA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50 mts).



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE EST. 7+220 A EST. 8+060
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

[Handwritten Signature]
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASSESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE ESTUDIOS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y Arquitectura
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

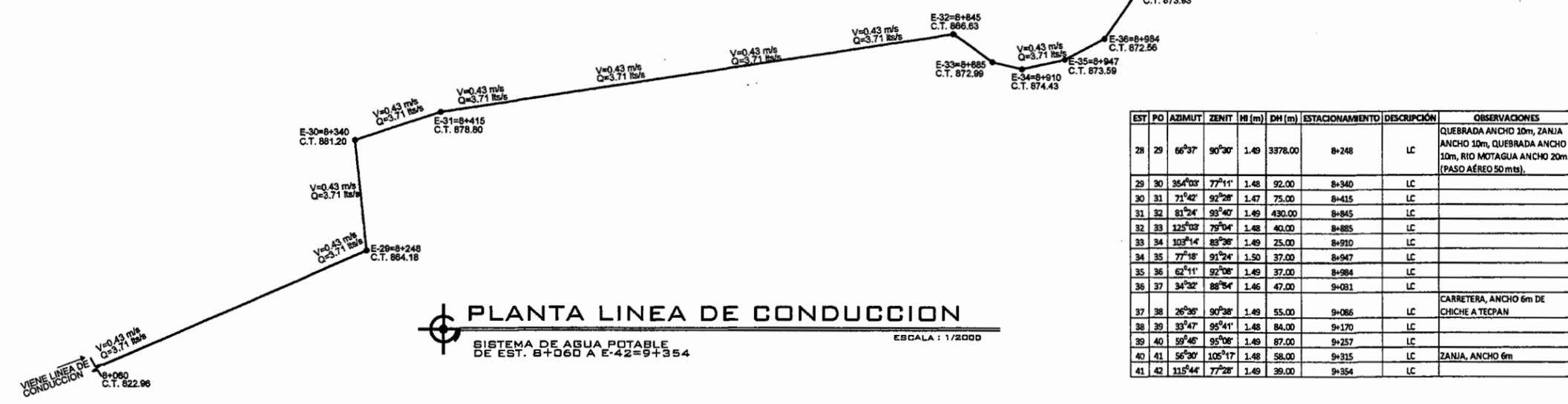
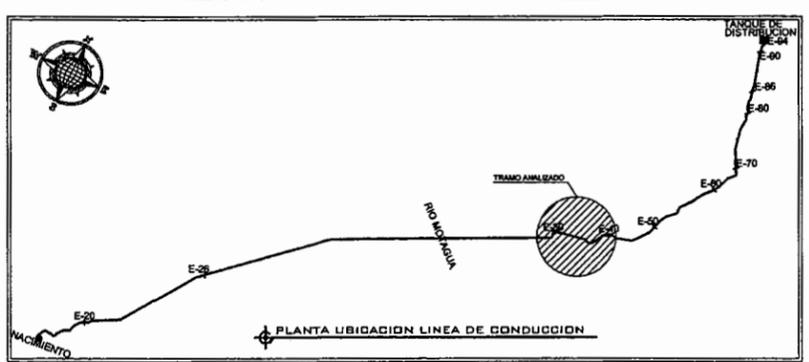
MUNICIPALIDAD DE GUICHÉ DEPARTAMENTO DE GUICHÉ

PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANSEL ROBERTO SIC GARCÍA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE EST. 7+220 A EST. 8+060

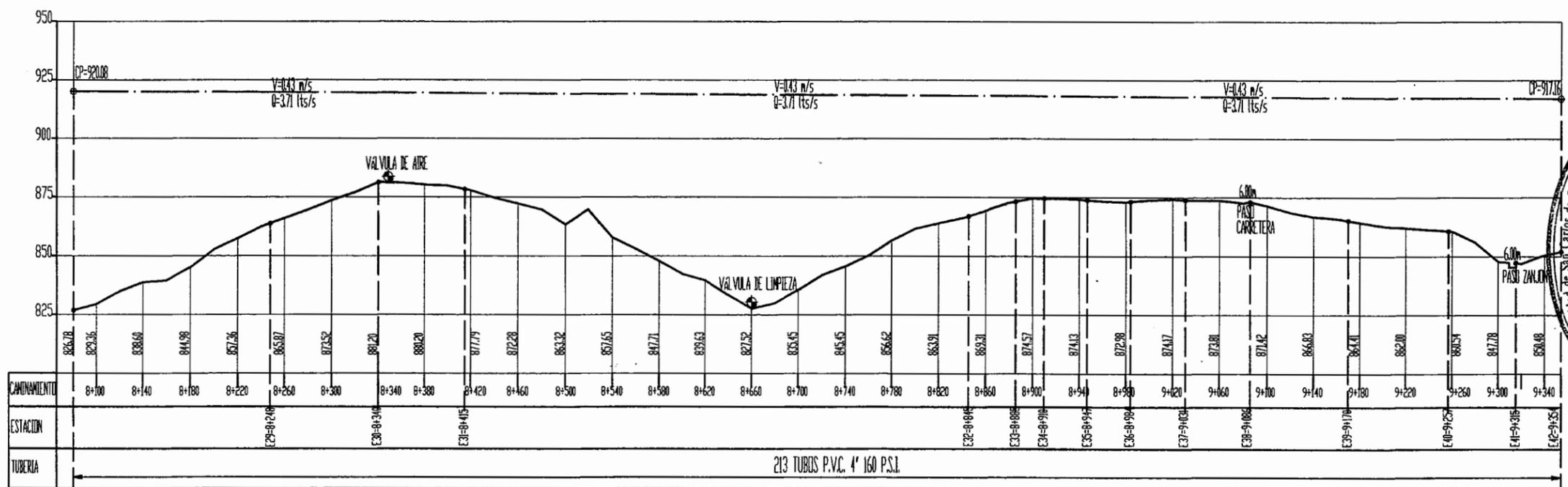
INDICADA
 ELABORADO POR: LONEL LARREA
 REVISADO POR: LONEL LARREA
 APROBADO POR: LONEL LARREA
 FECHA: 2015

HOJA No. **9/42**



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
28	29	66°37'	90°30'	1.49	3378.00	8+248	LC	QUEBRADA ANCHO 10m, ZANJA ANCHO 10m, QUEBRADA ANCHO 10m, RIO MOTAGUA ANCHO 20m. (PASO AEREO 50 mts).
29	30	354°03'	77°11'	1.48	92.00	8+340	LC	
30	31	71°42'	92°28'	1.47	75.00	8+415	LC	
31	32	81°24'	93°40'	1.49	430.00	8+945	LC	
32	33	125°03'	79°04'	1.48	40.00	8+885	LC	
33	34	103°14'	85°36'	1.49	25.00	8+910	LC	
34	35	77°18'	91°24'	1.50	37.00	8+947	LC	
35	36	62°11'	92°08'	1.49	37.00	8+984	LC	
36	37	34°32'	88°34'	1.46	47.00	9+031	LC	
37	38	26°35'	90°38'	1.49	55.00	9+086	LC	CARRETERA, ANCHO 6m DE CHICHE A TECPAN
38	39	33°47'	95°41'	1.48	84.00	9+170	LC	
39	40	59°46'	95°06'	1.49	87.00	9+257	LC	
40	41	56°30'	105°17'	1.48	58.00	9+315	LC	ZANJA, ANCHO 6m
41	42	115°44'	77°28'	1.49	39.00	9+354	LC	

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBIAMIENTO
CT	CUOTA DE TERRENO
○	ESTACION
▒	CAPTACION DE SIFOTE DEFUNDO
□	CANA ROMPE PRESION
▒	TINQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	CUOTA PIEZOMETRICA
Q	ORDEN (m/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	CUOTA DE SUELO
PZ	PASO DE ZANJA
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

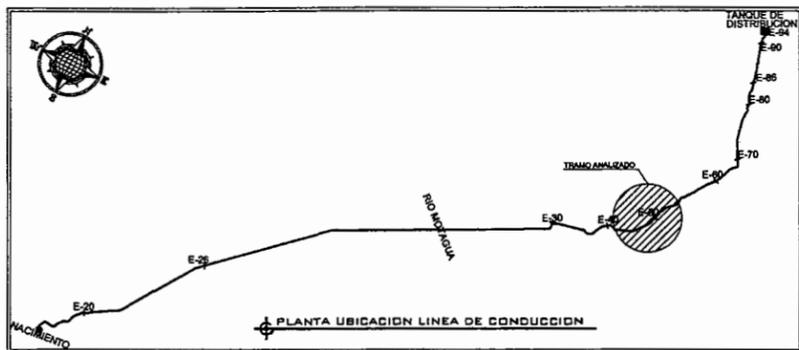
PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPIALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE CHICHE.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANGEL ROBERTO SAC GARCIA

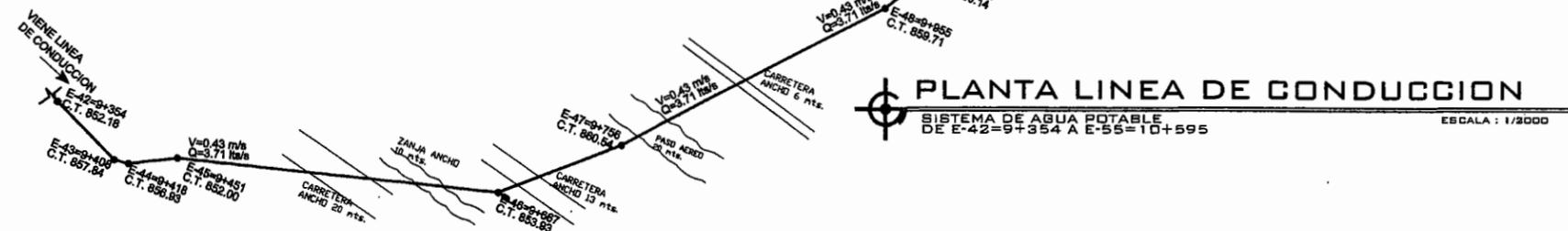
CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE EST. 8+060 A E-42

HOJA No. 19/42

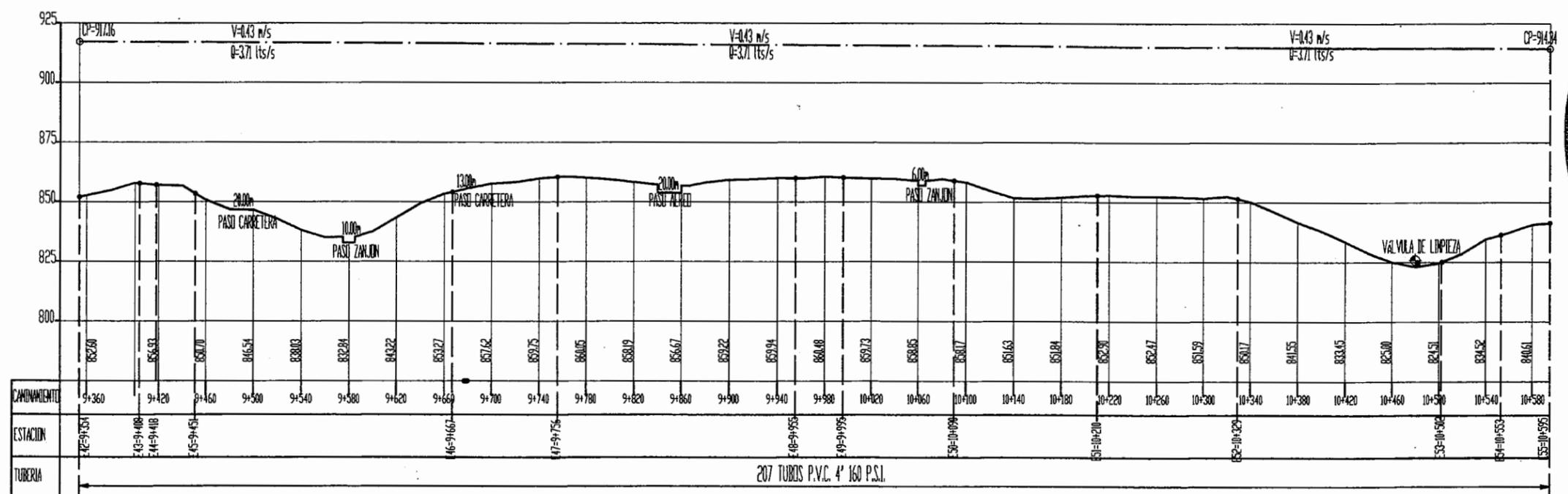


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
42	43	114°17'	83°37'	1.49	54.00	9+408	LC	
43	44	83°36'	95°40'	1.48	10.00	9+418	LC	
44	45	62°10'	101°22'	1.49	33.00	9+451	LC	
45	46	74°22'	88°50'	1.48	216.00	9+667	LC	ZANJA ANCHO 10 m, CARRETERA ANCHO 20 m.
46	47	47°20'	84°48'	1.46	89.00	9+756	LC	CARRETERA, ANCHO 13m.
47	48	40°51'	89°46'	1.50	199.00	9+955	LC	ZANJÓN ANCHO 20 m, CARRETERA ANCHO 6 m.
48	49	29°53'	89°00'	1.48	40.00	9+995	LC	
49	50	16°10'	90°37'	1.48	95.00	10+090	LC	ZANJA ANCHO 6 m.
50	51	20°17'	92°47'	1.49	120.00	10+210	LC	
51	52	30°34'	91°11'	1.48	119.00	10+329	LC	
52	53	50°31'	100°37'	1.49	173.00	10+502	LC	
53	54	360°00'	75°20'	1.48	51.00	10+553	LC	
54	55	3°10'	82°40'	1.47	42.00	10+595	LC	

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
D+000.00	CAMBAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
○	ESTACION
▬	CAPTACION DE BUNDE DEFINIDO
□	CAJA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
OS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AREO
PC	PISO DE CARRETERA



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-42=9+354 A E-55=10+595
 ESCALA : 1/2000



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-42=9+354 A E-55=10+595
 ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
 ESCALA VERTICAL : 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULLULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

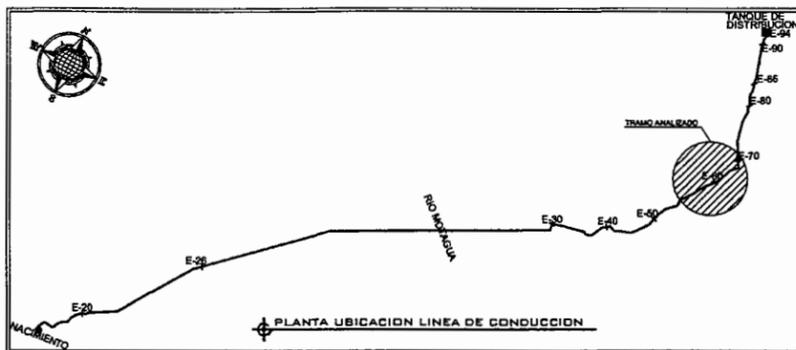
EXERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO:
 ANGELO ROBERTO SIO GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 LINEA DE CONDUCCION DE E-42 A E-55

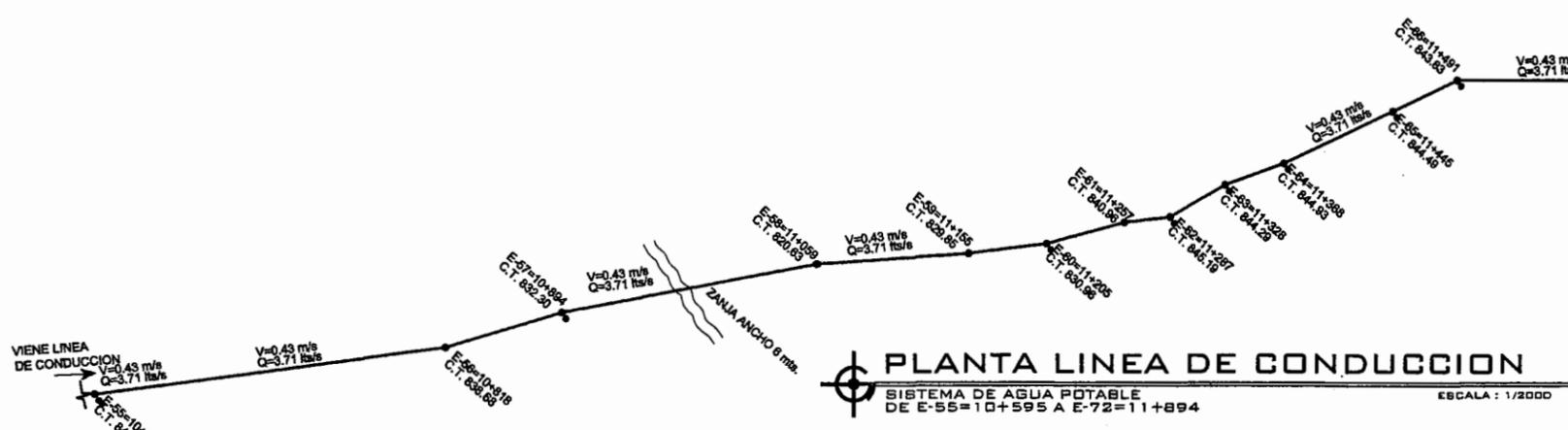
ESCALA: INDICADA

HOJA No. 1/42

FECHA: ABRIL 2011



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
55	56	41°00'	90°30'	1.49	223.00	10+818	LC	
56	57	31°38'	91°50'	1.49	76.00	10+894	LC	
57	58	38°07'	95°00'	1.48	165.00	11+059	LC	QUEBRADA ANCHO 6m.
58	59	44°40'	83°17'	1.49	96.00	11+155	LC	
59	60	41°35'	86°57'	1.48	50.00	11+205	LC	
60	61	33°41'	78°04'	1.47	52.00	11+257	LC	
61	62	41°54'	79°42'	1.49	30.00	11+287	LC	
62	63	19°07'	92°40'	1.47	41.00	11+328	LC	
63	64	28°40'	88°38'	1.49	40.00	11+368	LC	
64	65	23°07'	90°27'	1.48	77.00	11+445	LC	
65	66	23°13'	85°47'	1.48	46.00	11+491	LC	
66	67	48°41'	87°34'	1.47	110.00	11+601	LC	
67	68	30°38'	85°09'	1.50	23.00	11+624	LC	
68	69	33°28'	92°22'	1.48	62.00	11+686	LC	
69	70	33°20'	102°10'	1.49	47.00	11+733	LC	
70	71	32°28'	96°28'	1.48	71.00	11+804	LC	QUEBRADA, ANCHO 10m.
71	72	34°10'	73°48'	1.47	90.00	11+894	LC	

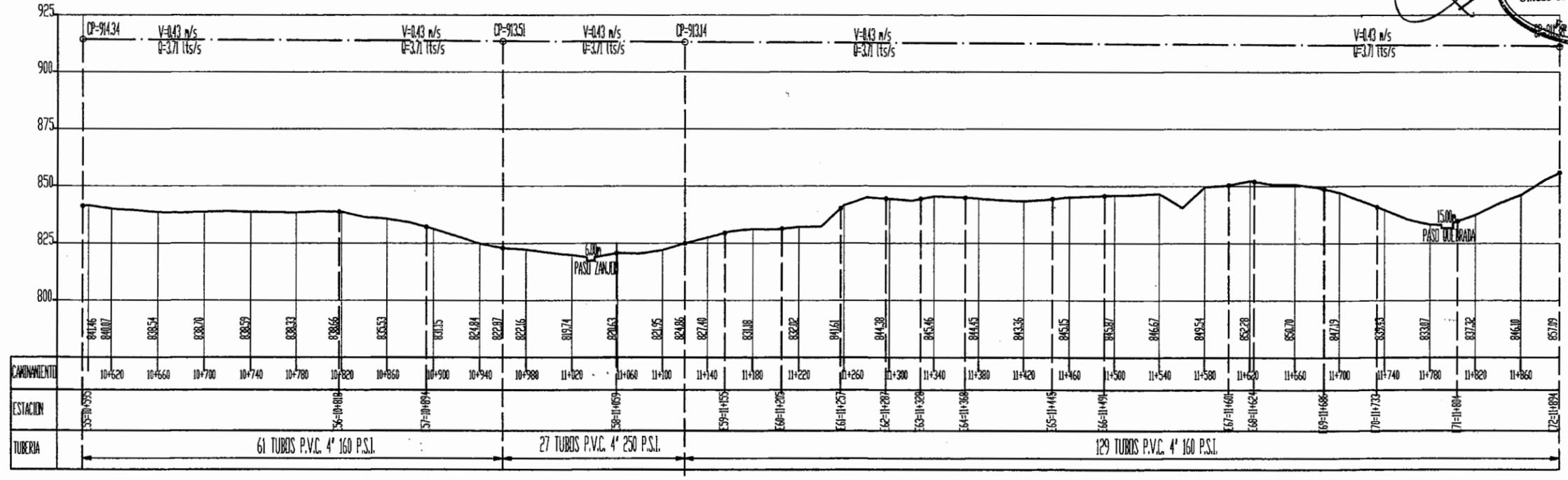


PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-55=10+595 A E-72=11+894
 ESCALA: 1/2000



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORIGNAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
▬▬▬	CAPICION DE BROTE DEFINIDO
□	CAJA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lts/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
OS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJA
PQ	PASO DE QUEBRADA
—	PASO AEREO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-55=10+595 A E-72=11+894
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

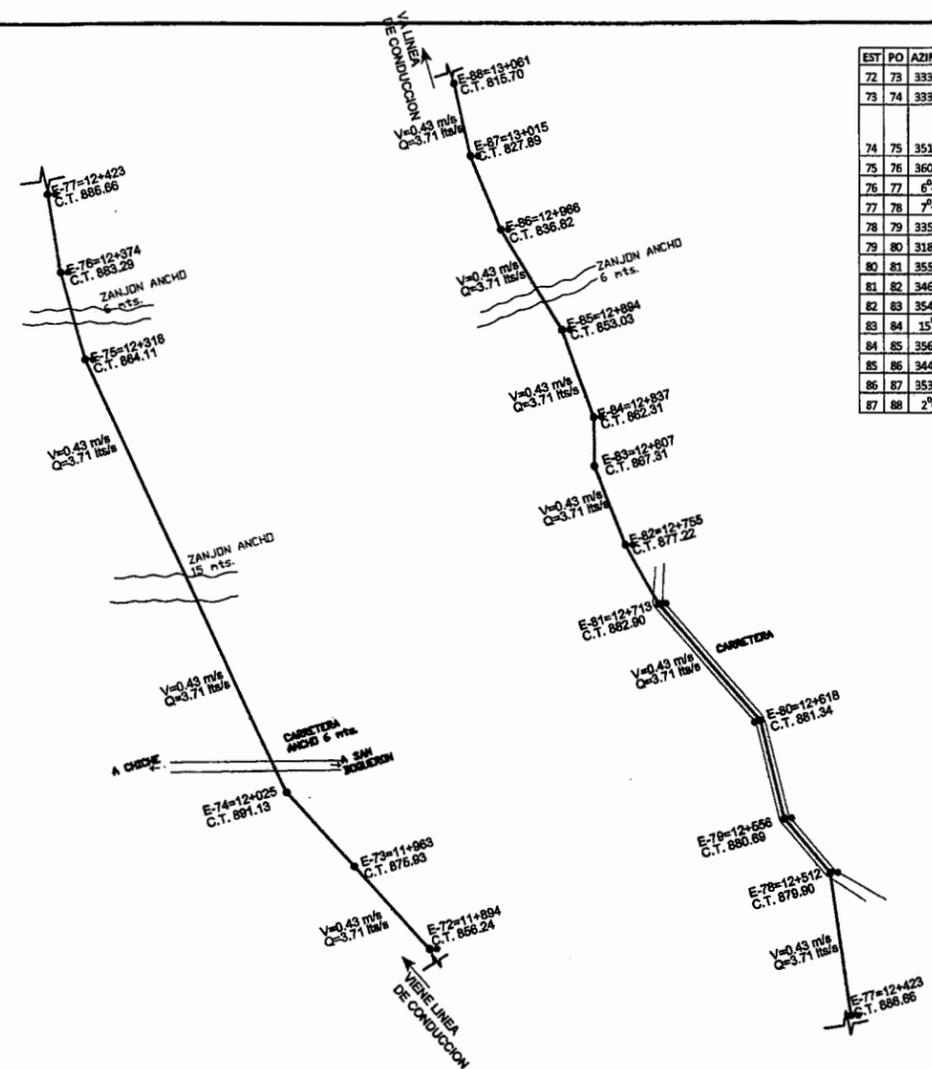
PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANGELO ROBERTO SICA GARCIA

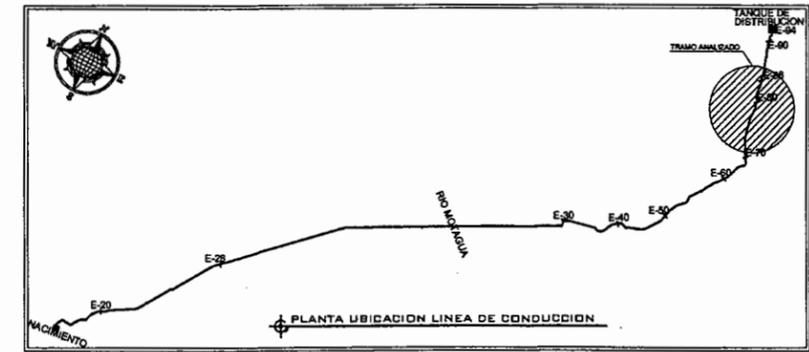
CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE E-55 A E-72

BRILA INICIADA
 BRILA CERRADA
 BRILA EN CURSO

HOJA No. 12/42

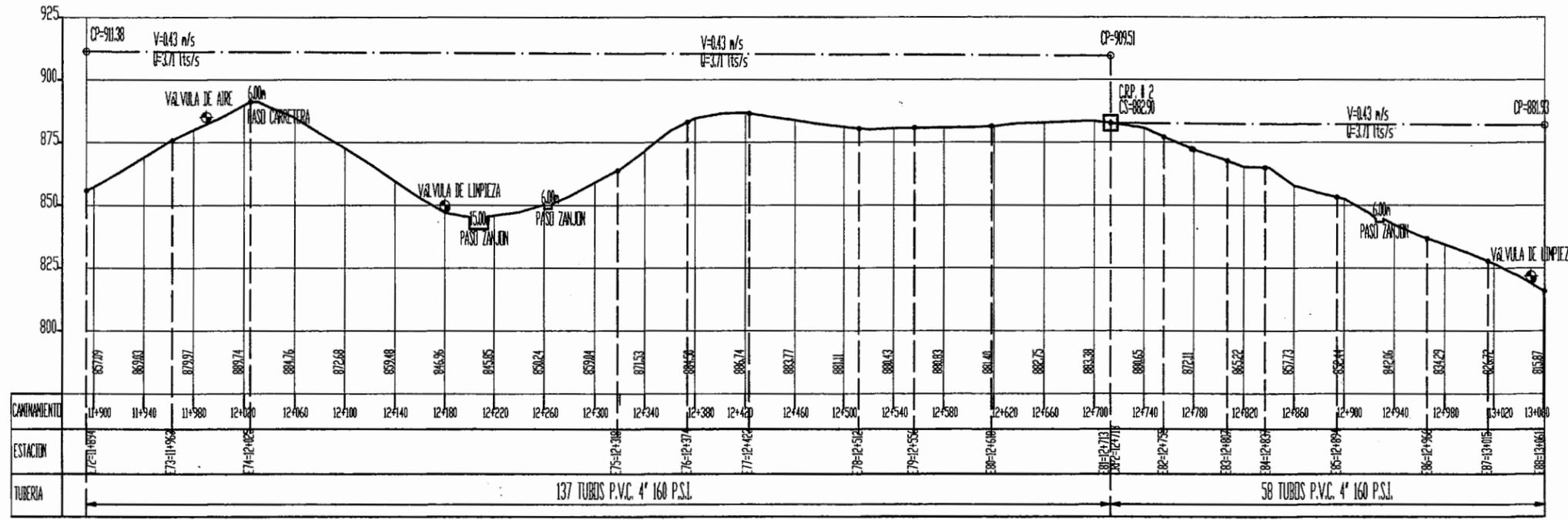


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
72	73	333°15'	66°16'	1.49	69.00	11+963	LC	
73	74	333°10'	73°00'	1.48	62.00	12+025	LC	
74	75	351°10'	96°31'	1.47	293.00	12+318	LC	
75	76	360°14'	66°52'	1.48	56.00	12+374	LC	
76	77	6°22'	84°55'	1.47	49.00	12+423	LC	
77	78	7°40'	95°01'	1.49	89.00	12+512	LC	
78	79	335°00'	88°03'	1.48	44.00	12+556	LC	PARALELO A CARRETERA
79	80	318°51'	86°18'	1.47	62.00	12+618	LC	PARALELO A CARRETERA
80	81	355°07'	82°17'	1.48	95.00	12+713	LC	PARALELO A CARRETERA
81	82	346°08'	99°04'	1.49	42.00	12+755	LC	
82	83	354°34'	102°40'	1.50	52.00	12+807	LC	
83	84	15°13'	100°47'	1.48	30.00	12+837	LC	
84	85	356°10'	102°08'	1.49	57.00	12+894	LC	
85	86	346°40'	104°17'	1.48	72.00	12+996	LC	
86	87	353°40'	102°10'	1.49	49.00	13+015	LC	
87	88	2°60'	105°42'	1.50	46.00	13+061	LC	



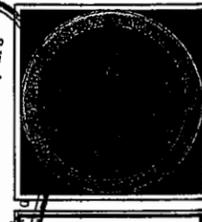
PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-72=11+894 A E-88=13+061
 ESCALA: 1/2000

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
D+000.00	COMIENZO
CT	COTA DE TORNEO
—●—	ESTACION
—■—	CAPTION DE BOCHE DEFINIDO
□	CAMA ROMPE PRESION
—■—	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
OS	COTA DE SADA
PZ	PASO DE ZANJON
PO	PASO DE OBRERA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-72=11+894 A E-88=13+061
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR (A)-SUPERVISOR (A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE CHICHE.

SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ANGELO ROBERTO SIC GARCIA

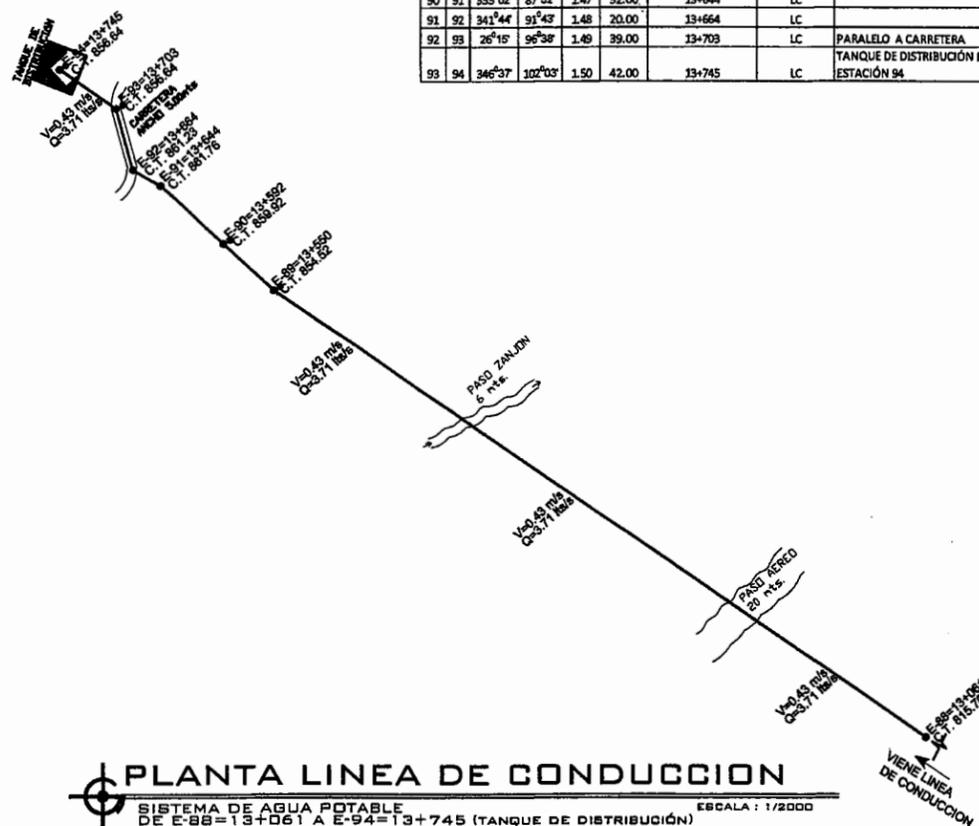
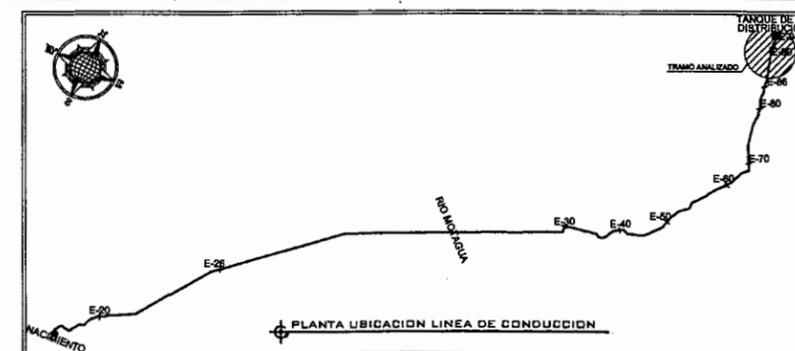
CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE E-72 A E-88

FECHA INDICADA
 13/04/2011

HOJA No. 13/42

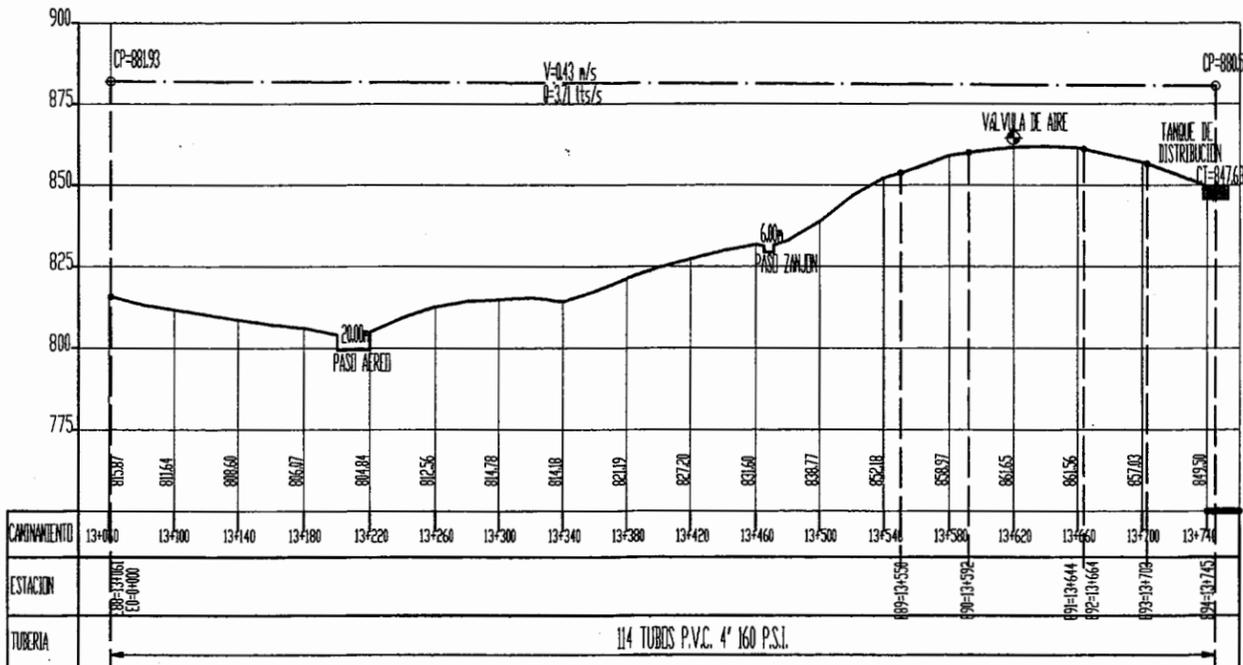


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
88	89	346°00'	84°43'	1.50	489.00	13+550	LC	QUEBRADA ANCHO 6m, ZANJA ANCHO 20m.
89	90	355°00'	82°12'	1.48	42.00	13+592	LC	
90	91	355°02'	87°52'	1.47	52.00	13+644	LC	
91	92	341°44'	91°43'	1.48	20.00	13+664	LC	
92	93	26°15'	96°38'	1.49	39.00	13+703	LC	PARALELO A CARRETERA
93	94	346°37'	102°03'	1.50	42.00	13+745	LC	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EN ESTACIÓN 94



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-88=13+061 A E-94=13+745 (TANQUE DE DISTRIBUCIÓN)
 ESCALA: 1/2000

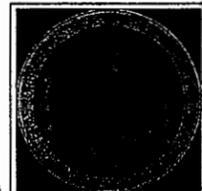
REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	COMBAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
●	ESTACION
▭	CAPTION DE BRINTE DEFUNDO
□	CAJA ROMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
---	LINIA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lts/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANJON
PC	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-88=13+061 A E-94=13+745 (TANQUE DE DISTRIBUCIÓN)
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

[Handwritten signature]



PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROYECTADO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

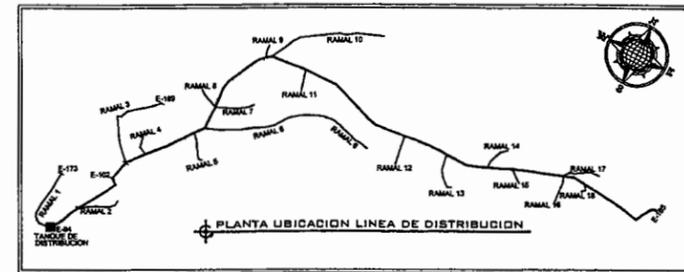
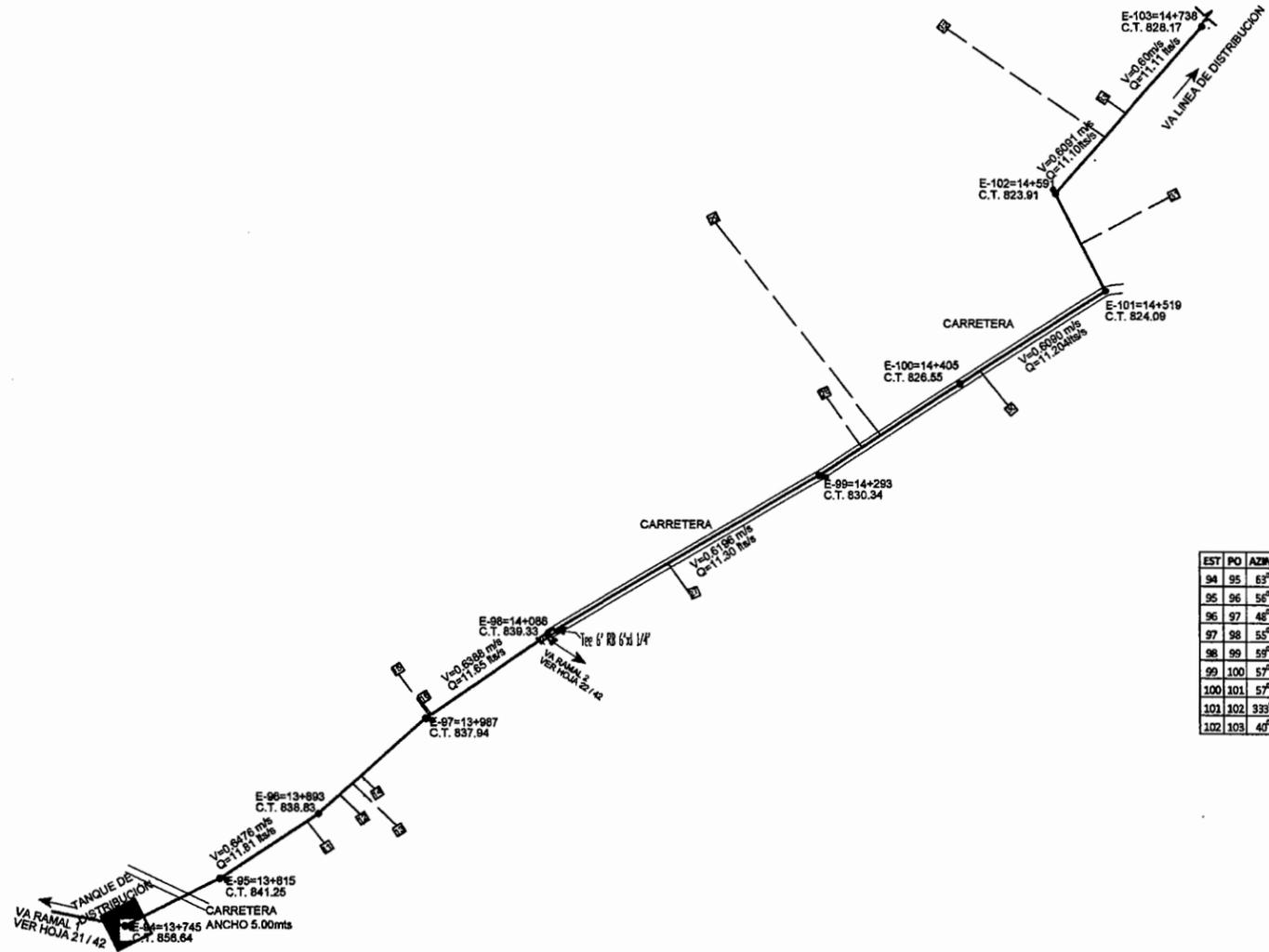
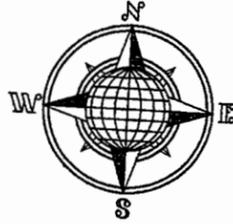
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 AMBOS:
 ÁNGEL ROBERTO SIO GARCÍA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DE E-88 A E-94 (TANQUE DE DISTRIBUCIÓN).

ESCALA INDICADA:
 PLANTA: 1/2000
 PERFIL: 1/1000

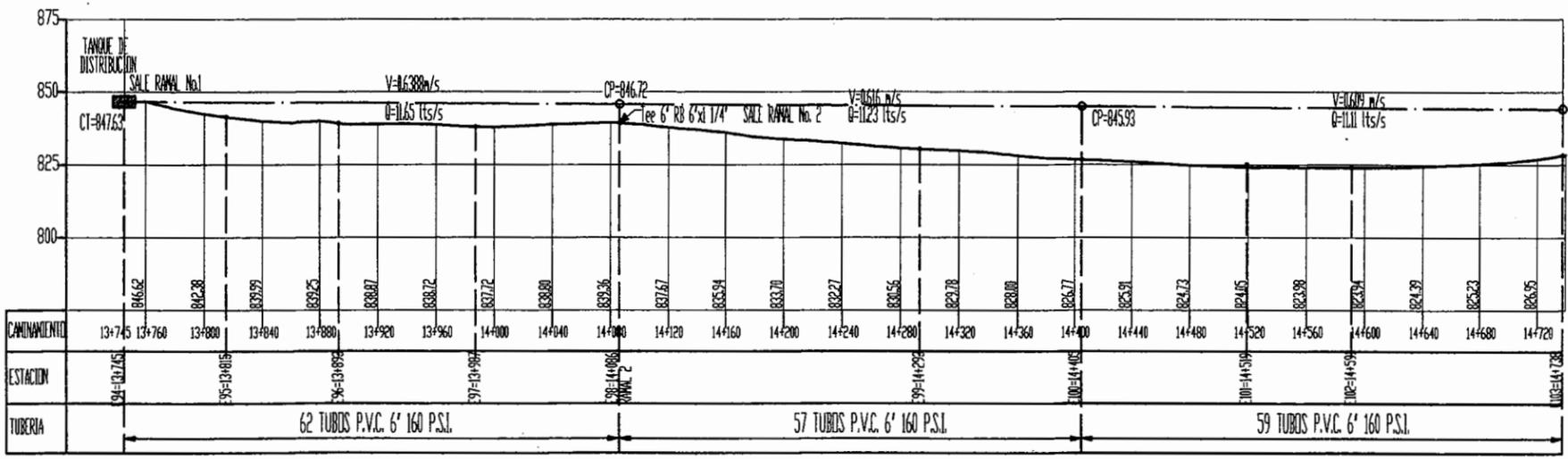
FECHA: 2011

HOJA No. 14/42



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
94	95	63°14'	95°34'	1.45	70.00	13+815	LC	SALE RAMAL No. 1 (E-94)
95	96	56°40'	91°40'	1.49	78.00	13+893	LD	
96	97	46°16'	90°51'	1.47	94.00	13+987	LD	
97	98	55°56'	85°10'	1.48	99.00	14+086	LD	SALE RAMAL No. 2 (E-98)
98	99	59°21'	93°06'	1.49	207.00	14+293	LD	
99	100	57°32'	93°12'	1.48	112.00	14+405	LD	PARALELO A CARRETERA
100	101	57°13'	91°46'	1.49	134.00	14+519	LD	PARALELO A CARRETERA
101	102	33°06'	90°44'	1.50	72.00	14+591	LD	
102	103	40°56'	88°30'	1.48	147.00	14+738	LD	

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-94=13+745 (TANQUE) A E-103=14+738
ESCALA: 1/2000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-94=13+745 (TANQUE) A E-103=14+738
ESCALA HORIZONTAL: 1/8000
ESCALA VERTICAL: 1/1000

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	DAMBAJUNTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—■—	CONDICION DE BROTE DEFASADO
□	CAJA ROMPE PRESION
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
— — —	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SUELO
PZ	PISO DE ZANAH
PQ	PISO DE GUERRINCA
PA	PISO AGUERO
PC	PISO DE CARRETERA
—H—	VANEDA FASILIN
—T—	TRE P.V.C. # MEDIDO
—C—	CRUZ P.V.C/O MEDIDO

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ASISTENTE:
ÁNGEL ROBERTO SIG GARCÍA

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
LINEA DE DISTRIBUCION
DE E-94 A E-103

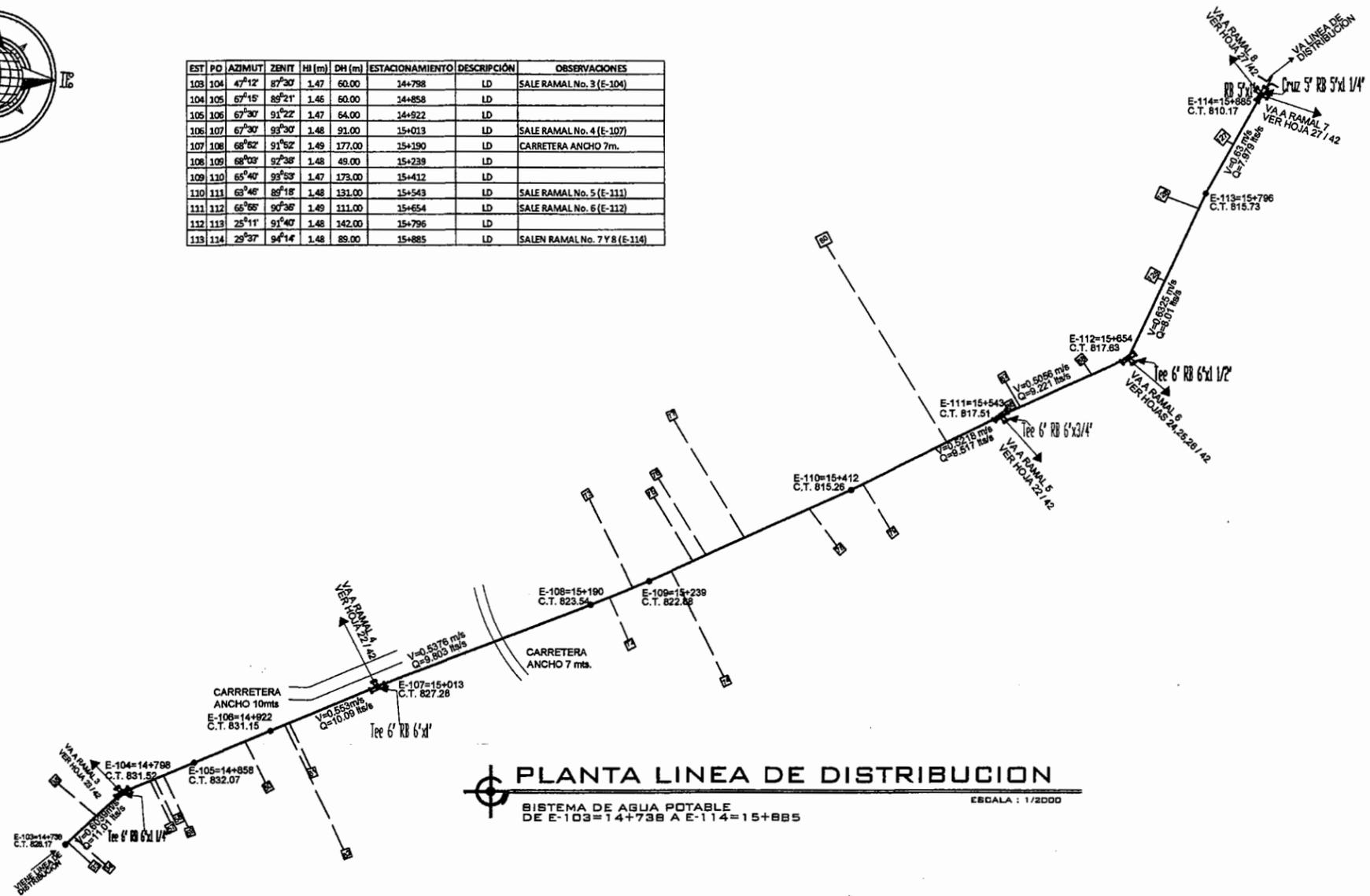
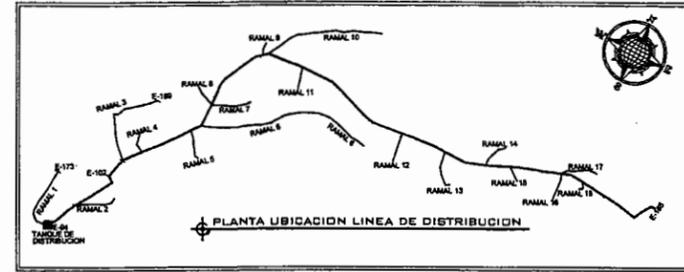
ESCALA: INDICADA

HOJA No. 15/42

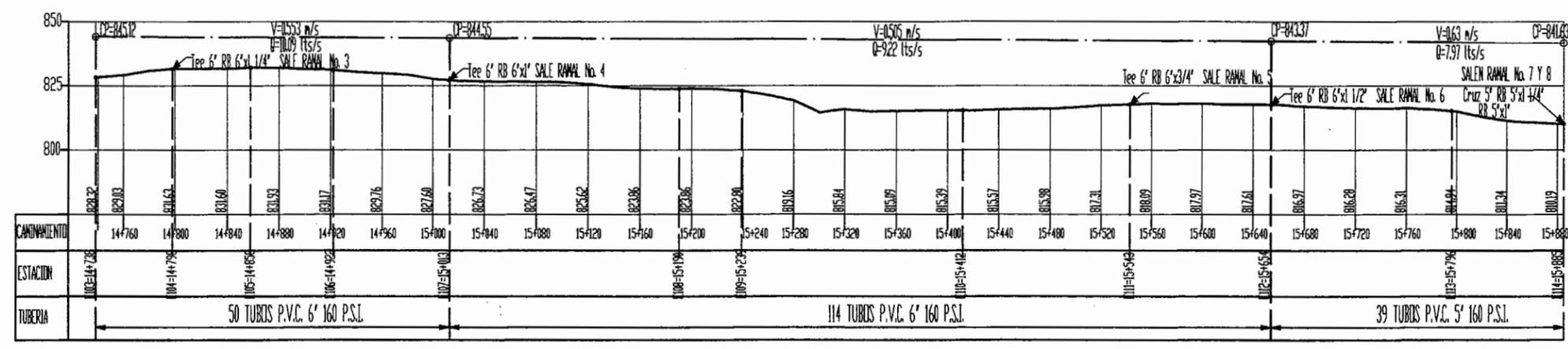
FECHA: 2011



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
103	104	47°12'	87°30'	1.47	60.00	14+798	LD	SALE RAMAL No. 3 (E-104)
104	105	67°15'	89°21'	1.46	60.00	14+858	LD	
105	106	67°30'	91°22'	1.47	64.00	14+922	LD	
106	107	67°30'	93°30'	1.48	91.00	15+013	LD	SALE RAMAL No. 4 (E-107)
107	108	68°52'	91°52'	1.49	177.00	15+190	LD	CARRERA ANCHO 7m.
108	109	68°03'	92°38'	1.48	49.00	15+239	LD	
109	110	65°40'	93°53'	1.47	173.00	15+412	LD	
110	111	63°46'	89°18'	1.48	131.00	15+543	LD	SALE RAMAL No. 5 (E-111)
111	112	66°56'	90°36'	1.49	111.00	15+654	LD	SALE RAMAL No. 6 (E-112)
112	113	25°11'	91°40'	1.48	142.00	15+796	LD	
113	114	29°37'	94°14'	1.48	89.00	15+885	LD	SALEN RAMAL No. 7 Y 8 (E-114)



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CANALAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—▲—	OPCION DE BROTE DEFINIDO
□	CAMA RAMPA PIEDON
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
— — —	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRERA
—N—	VANEDA FAMILIAR
—T—	TEE P.V.C. 6' INDIADO
—C—	CRUZ P.V.C. 6' INDIADO



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-103=14+738 A E-114=15+885
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

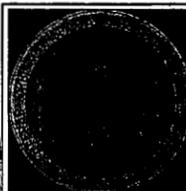
PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULUCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 AMBITO:
 ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE E-103 A E-114

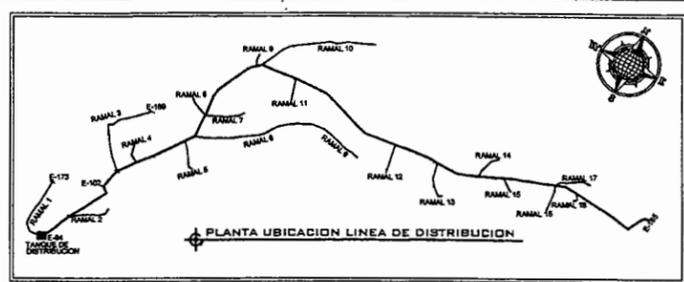
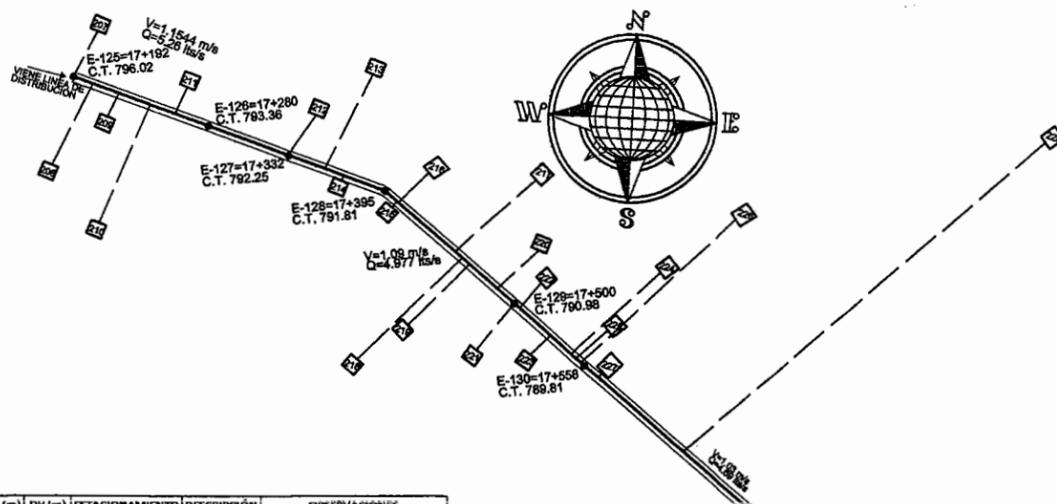
BRILLA INDICADA
 ESCALA: 1/2000
 HOJA: 16/42



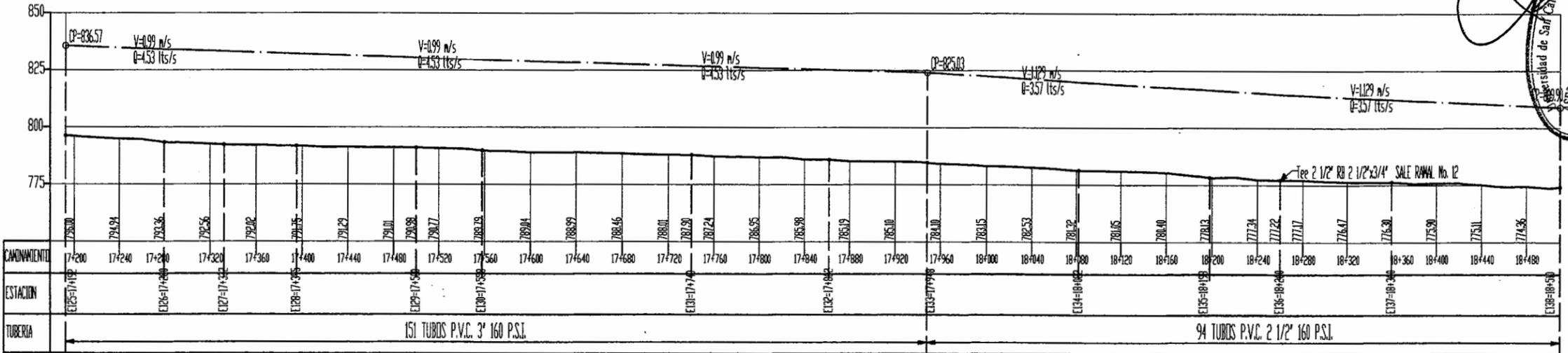
HOJA No. 16/42

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
D+000.00	CAMINAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—▲—	CAPICION DE BROTE DEFINIDO
□	CAJA RAMPE PRESION
▨	TANQUE DE DISTRIBUCION
— — —	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m ³ /s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PIED DE ZANJON
PQ	PIED DE OUBRINA
PA	PIED AEREO
PC	PIED DE CARRETERA
—N—	VANEDIA FAMILIAR
—T—	TEE P.V.C. Ø MEDICADO
—C—	CRUZ P.V.C. Ø MEDICADO

ESTI	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
125	126	115°03'	92°32'	1.48	88.00	17+280	LD	PARALELO A LA CARRETERA
126	127	115°33'	91°56'	1.47	52.00	17+332	LD	PARALELO A LA CARRETERA
127	128	115°33'	91°16'	1.49	63.00	17+395	LD	PARALELO A LA CARRETERA
128	129	136°24'	91°53'	1.47	105.00	17+500	LD	PARALELO A LA CARRETERA
129	130	136°33'	91°28'	1.48	58.00	17+558	LD	PARALELO A LA CARRETERA
130	131	44°26'	88°20'	1.50	182.00	17+740	LD	PARALELO A LA CARRETERA
131	132	136°11'	91°26'	1.48	122.00	17+862	LD	PARALELO A LA CARRETERA
132	133	136°22'	92°00'	1.47	86.00	17+948	LD	PARALELO A LA CARRETERA
133	134	110°35'	92°13'	1.48	134.00	18+082	LD	PARALELO A LA CARRETERA
134	135	110°22'	92°24'	1.47	116.00	18+198	LD	PARALELO A LA CARRETERA
135	136	110°37'	92°05'	1.47	62.00	18+260	LD	SALE RAMAL No. 12 (E-136)
136	137	108°50'	90°40'	1.51	100.00	18+360	LD	PARALELO A LA CARRETERA
137	138	112°16'	91°27'	1.45	150.00	18+510	LD	PARALELO A LA CARRETERA



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-125=17+192 A E-138=18+510
 ESCALA: 1/2000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-125=17+192 A E-138=18+510
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

[Signature]
ASISOR (A) - SUPERVISOR (A) DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHÉ III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

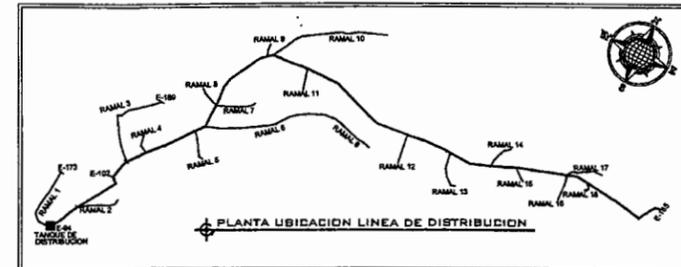
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ASISOR:
ANGEL ROBERTO SUC GARCIA

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 LINEA DE DISTRIBUCION
 DE E-125 A E-138

ESCALA INDICADA
 HOJA No. **18**
42

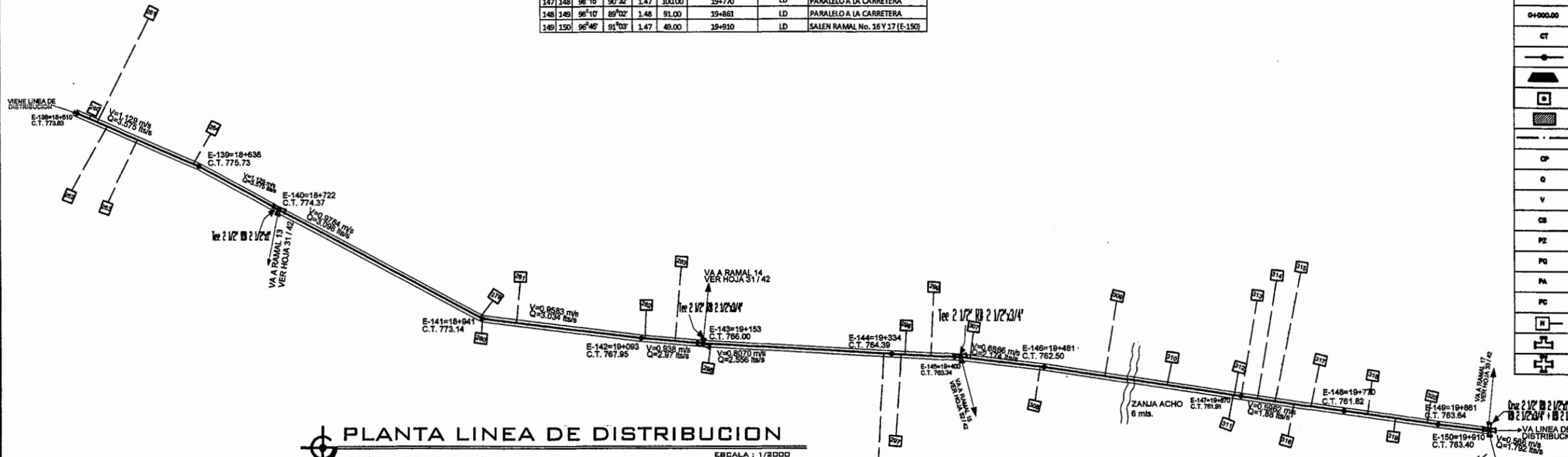


EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
138	139	113°47'	88°47'	1.50	326.00	18+636	LD	PARALELO A LA CARRETERA
139	140	113°10'	91°05'	1.48	86.00	18+722	LD	SALE RAMAL No. 13 (E-140)
140	141	118°12'	90°34'	1.50	219.00	18+941	LD	PARALELO A LA CARRETERA
141	142	97°02'	92°30'	1.49	152.00	19+093	LD	PARALELO A LA CARRETERA
142	143	94°43'	93°00'	1.48	60.00	19+153	LD	SALE RAMAL No. 14 (E-143)
143	144	93°14'	91°16'	1.50	181.00	19+334	LD	PARALELO A LA CARRETERA
144	145	92°02'	92°10'	1.48	66.00	19+400	LD	SALE RAMAL No. 15 (E-145)
145	146	96°20'	92°00'	1.49	81.00	19+481	LD	PARALELO A LA CARRETERA
146	147	96°22'	90°11'	1.50	189.00	19+670	LD	ZANJA ANCHO 6m PASO AEREO, PARALELO A LA CARRETERA
147	148	98°18'	90°32'	1.47	100.00	19+770	LD	PARALELO A LA CARRETERA
148	149	96°10'	89°02'	1.48	91.00	19+861	LD	PARALELO A LA CARRETERA
149	150	96°45'	91°03'	1.47	49.00	19+910	LD	SALEN RAMAL No. 16 Y 17 (E-150)

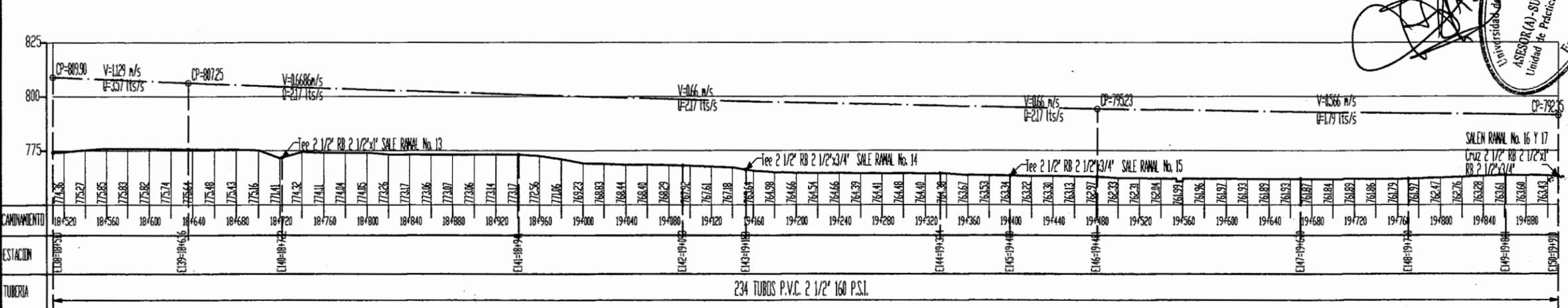


REFERENCIA

E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	COMPRIMITO
CT	COTA DE TERRENO
ESTACION	ESTACION
CAPACION DE BIOTE DEFUNDO	CAPACION DE BIOTE DEFUNDO
CAJA ROMPE PRESION	CAJA ROMPE PRESION
TANQUE DE DISTRIBUCION	TANQUE DE DISTRIBUCION
LINEA PIEZOMETRICA	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (l/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA
H	VINDIDA FAMILAR
T	TRE P.V.C. Ø INCHADO
C	CRUZ P.V.C. Ø INCHADO



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-138=18+510 A E-150=19+910
ESCALA: 1/2000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION 5
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-138=18+510 A E-150=19+910
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
ESCALA VERTICAL: 1/1000

[Handwritten signature]
ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería y EPS

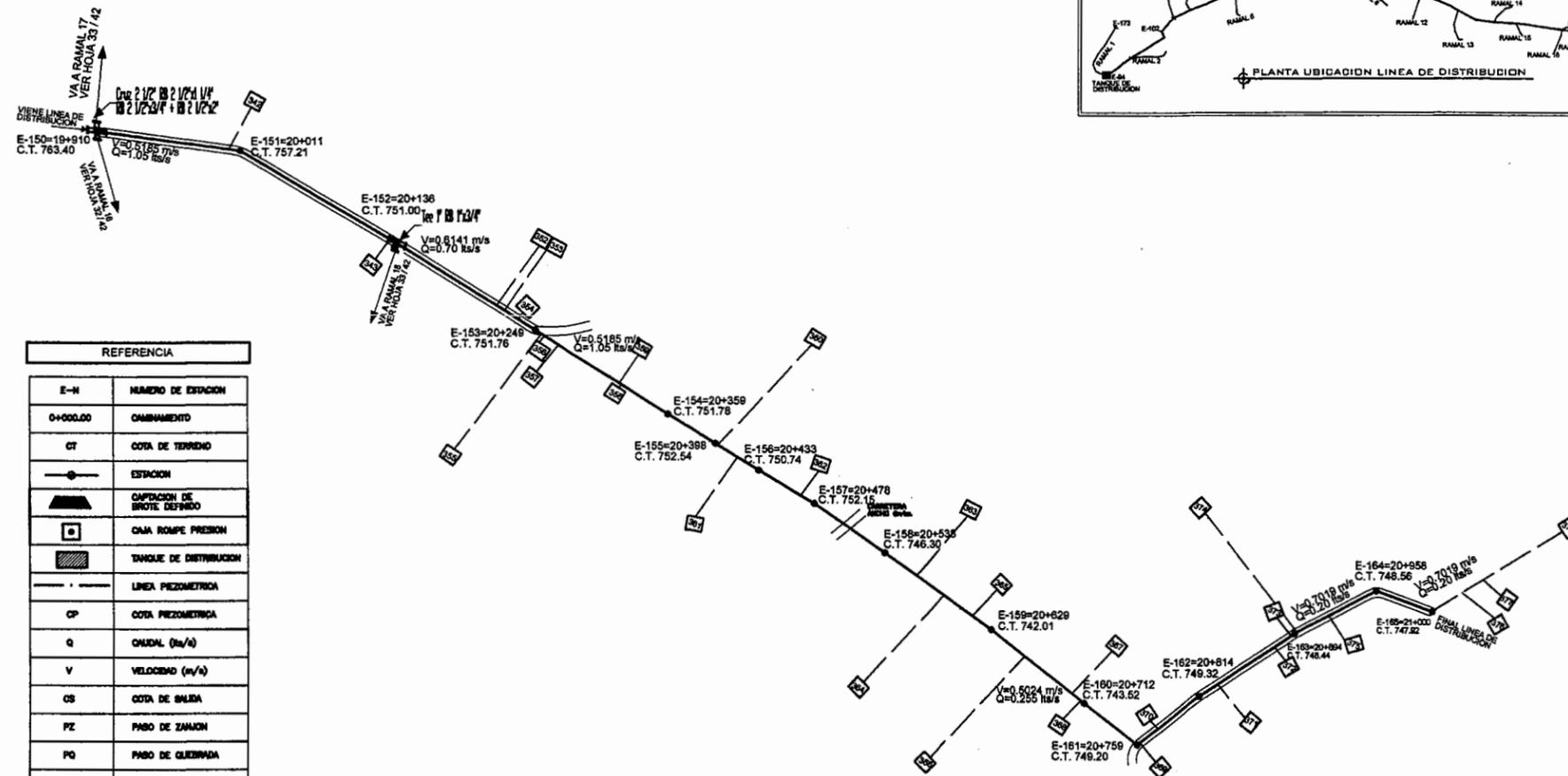
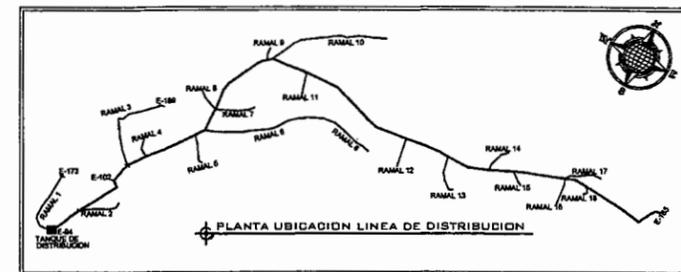
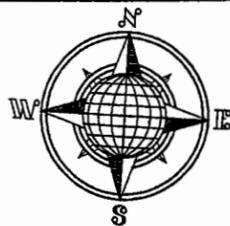
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

ASERVIDOR PROFESIONAL SUPERVISADO:
ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE E-138 A E-150

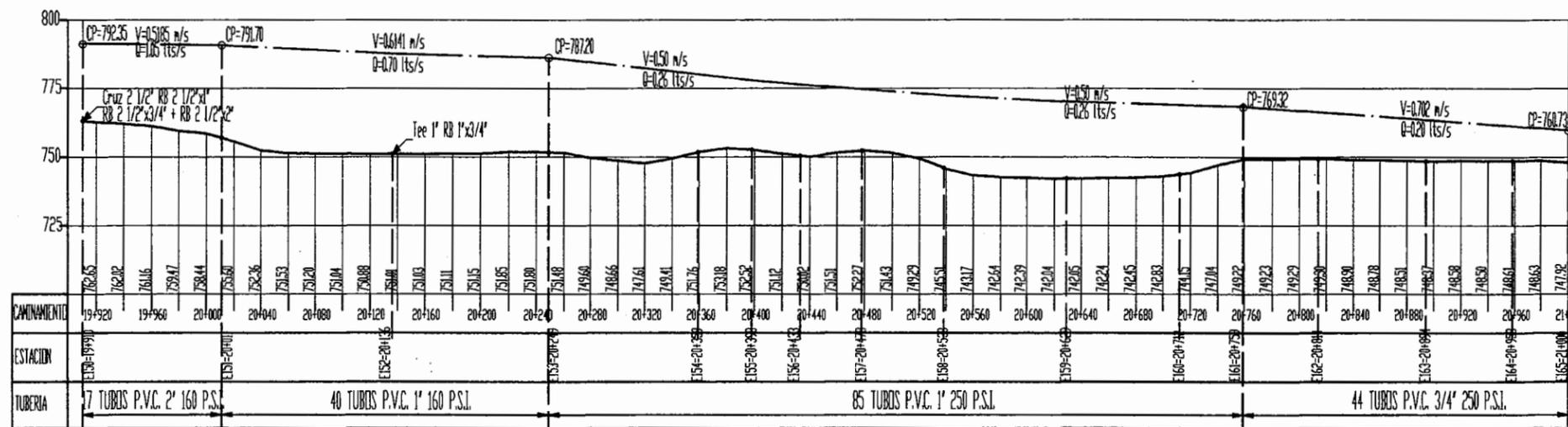
ESCALA INDICADA:
HOJA No. 19/42



EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
150	151	97°43'	95°02'	1.49	101.00	20+011	LD	PARALELO A LA CARRETERA
151	152	120°50'	93°00'	1.48	125.00	20+136	LD	PARALELO A LA CARRETERA
152	153	122°22'	89°27'	1.49	113.00	20+249	LD	PARALELO A LA CARRETERA
153	154	122°00'	90°20'	1.50	110.00	20+359	LD	FINALIZA PARALELO A CARRETERA
154	155	121°50'	88°30'	1.49	39.00	20+398	LD	
155	156	121°50'	94°10'	1.50	35.00	20+433	LD	
156	157	120°50'	87°41'	1.46	45.00	20+478	LD	
157	158	124°25'	97°18'	1.49	60.00	20+538	LD	A LA MITAD ATRAVIESA UNA CARRETERA CON UN ANCHO DE 6m.
158	159	125°50'	93°50'	1.48	91.00	20+629	LD	
159	160	127°40'	88°24'	1.47	83.00	20+712	LD	
160	161	127°40'	83°00'	1.46	47.00	20+759	LD	
161	162	52°50'	90°00'	1.47	55.00	20+814	LD	INICIA PARALELO A LA CARRETERA
162	163	57°20'	90°47'	1.48	80.00	20+894	LD	PARALELO A LA CARRETERA
163	164	62°47'	89°27'	1.49	64.00	20+958	LD	PARALELO A LA CARRETERA
164	165	109°50'	90°15'	1.5	42.00	21+000	LD	PARALELO A LA CARRETERA
FINAL LÍNEA EJE						FINAL LÍNEA EJE		

REFERENCIA	
E-N	NÚMERO DE ESTACION
0+000.00	ORNAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
ESTACION	ESTACION
CAPTORIO DE BIOTE DEFUNDO	CAPTORIO DE BIOTE DEFUNDO
ONA ROMPE PRESION	ONA ROMPE PRESION
TANQUE DE DISTRIBUCION	TANQUE DE DISTRIBUCION
LÍNEA PIEZOMETRICA	LÍNEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
OS	COTA DE SUELO
PZ	PISO DE ZANJON
PO	PISO DE GUERRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA
M	VIVIENDA FAMILIAR
TRE P.V.C. # INDICADO	TRE P.V.C. # INDICADO
CRUZ P.V.C/O INDICADO	CRUZ P.V.C/O INDICADO

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-150+19+910 A E-165+21+000 (FINAL LÍNEA DE DISTRIBUCION)
 ESCALA: 1/2000



PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-150+19+910 A E-165+21+000 (FINAL LÍNEA DE DISTRIBUCION)
 ESCALA HORIZONTAL: 1/2000
 ESCALA VERTICAL: 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHÉ III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO:
 NOMBRE: **ÁNGEL ROBERTO SUC GARCÍA**

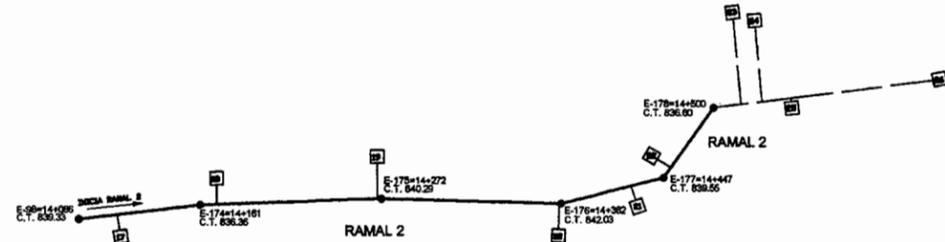
CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE E-150 A E-165 (FINAL)

ESCALA INDICADA:
 HOJA No. **20/42**

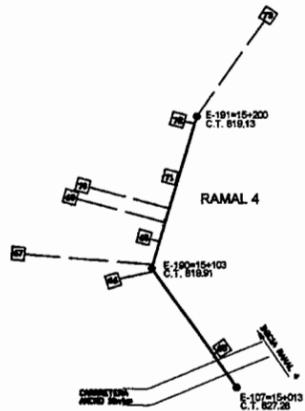


RAMAL N° 2, SALE DE EST. N° 98 A LA DERECHA						
EST	PD	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO
98	174	83°13'	94°25'	1.49	75.00	14+161
174	175	88°14'	88°02'	1.50	111.00	14+272
175	176	91°23'	89°01'	1.48	110.00	14+382
176	177	76°00'	93°18'	1.49	65.00	14+447
177	178	35°20'	93°44'	1.50	53.00	14+500

FINAL RAMAL N° 2



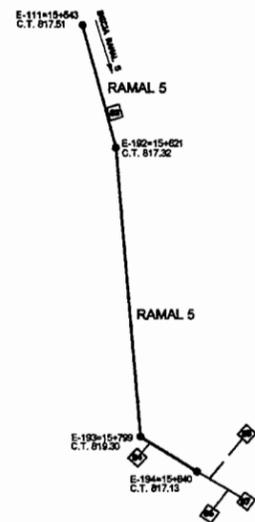
PLANTA RAMAL 2
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-98=14+086 A E-178=14+500
ESCALA: 1/2000



RAMAL N° 4, SALE DE EST. N° 307 A LA IZQUIERDA						
EST	PD	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO
107	190	32°48'	95°02'	1.50	90.00	15+103
190	191	16°24'	91°11'	1.47	97.00	15+200

FINAL RAMAL N° 4

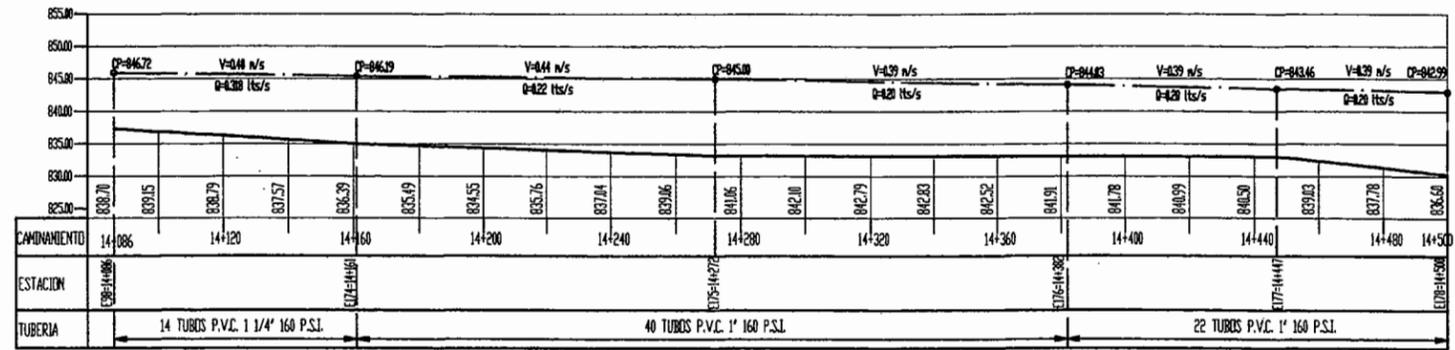
PLANTA RAMAL 4
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-107=15+013 A E-191=15+200
ESCALA: 1/2000



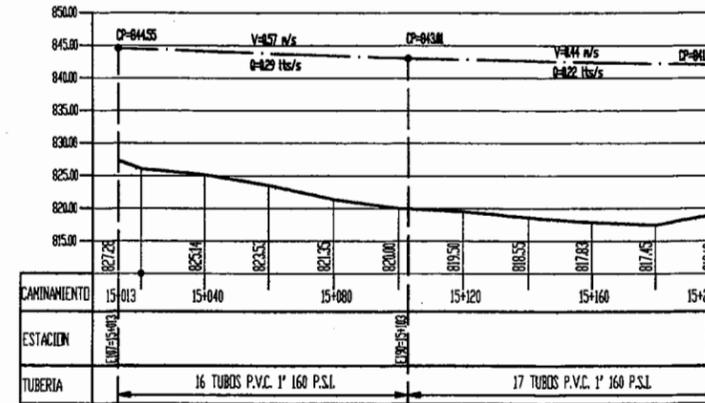
RAMAL N° 5, SALE DE EST. N° 111 A LA DERECHA						
EST	PD	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO
111	192	164°40'	91°53'	1.49	78.00	15+621
192	193	175°00'	89°30'	1.48	178.00	15+799
193	194	121°50'	93°38'	1.49	41.00	15+840

FINAL RAMAL N° 5

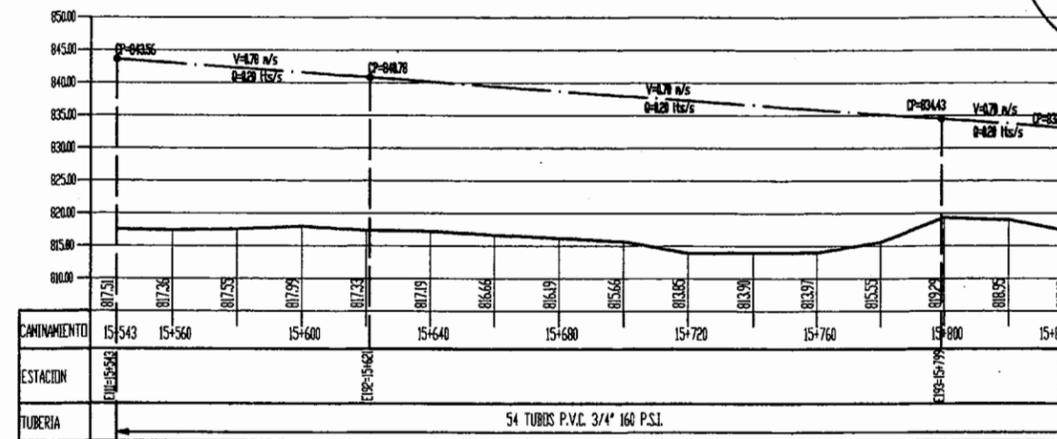
PLANTA RAMAL 5
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-111=15+543 A E-194=15+840
ESCALA: 1/2000



PERFIL DE RAMAL 2
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-98=14+086 A E-178=14+500
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



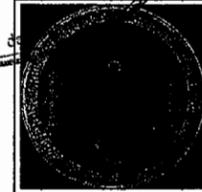
PERFIL DE RAMAL 4
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-107=15+013 A E-191=15+200
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE RAMAL 5
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-111=15+543 A E-194=15+840
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
●	ESTACION
---	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lt/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZAMBON
PD	PASO DE GUERRINA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



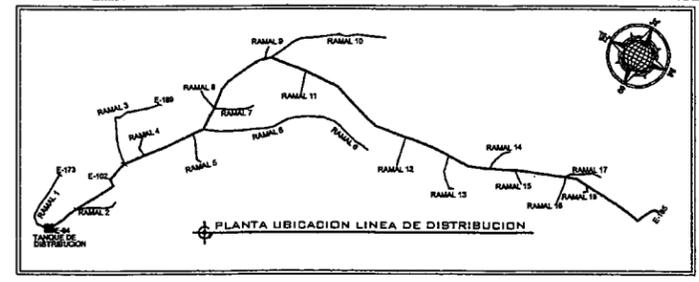
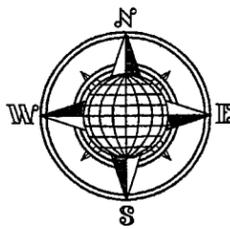
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE GUICHÉ.

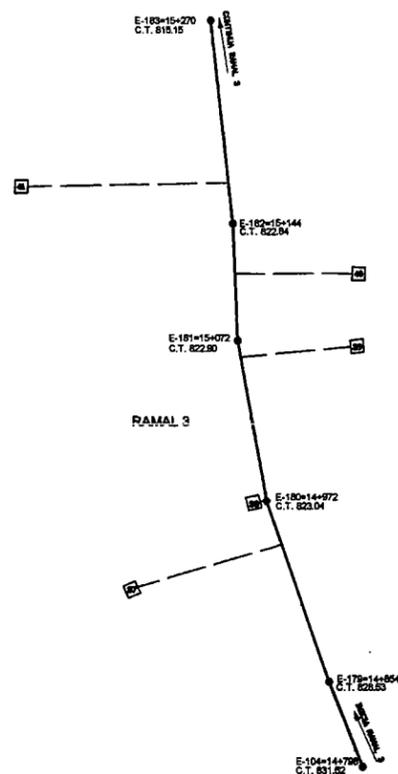
DISEÑO:
CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
RAMAL 2 DE E-98 A E-178
RAMAL 4 DE E-107 A E-191
RAMAL 5 DE E-111 A E-194

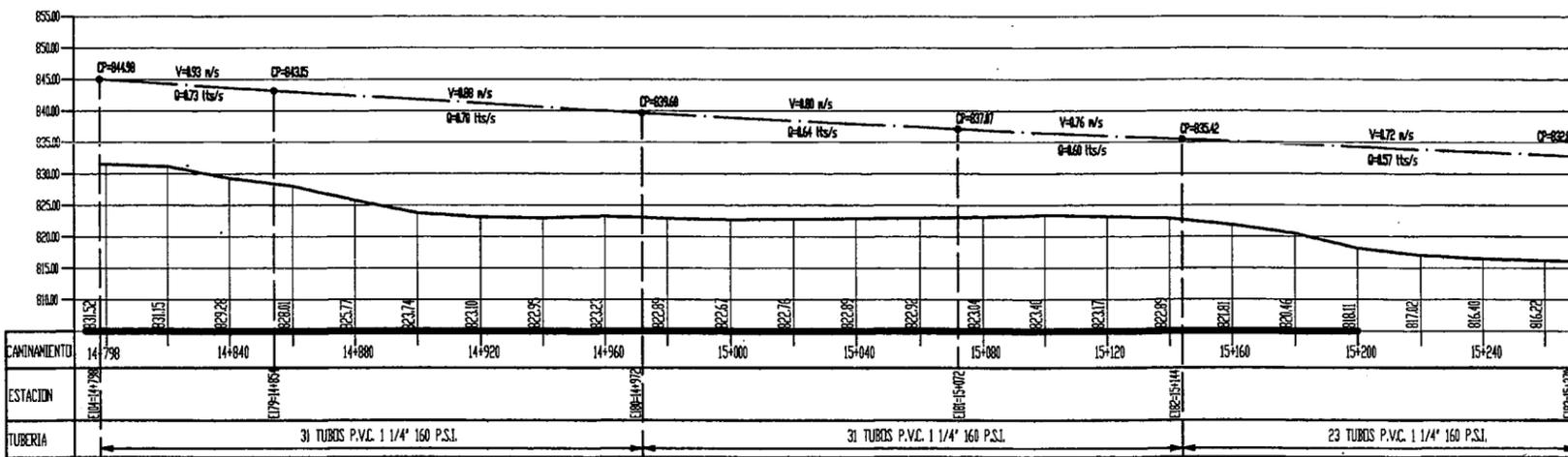
INDICADA
HOJA N°: 22/42



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
---	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDA (lt/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANON
PD	PASO DE GUERRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PLANTA RAMAL 3 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-104+14+798 A E-183+15+270
 ESCALA: 1/2000

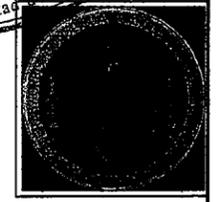


PERFIL DE RAMAL 3 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-104+14+798 A E-183+15+270
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

RAMAL N° 3, SALE DE EST. N° 104 A LA IZQUIERDA									
EST 104					14+798				
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	
104	179	339°00'	93°31'	1.48	56.00	14+854	LD		
179	180	341°10'	93°10'	1.47	118.00	14+972	LD		
180	181	350°00'	89°58'	1.50	100.00	15+072	LD		
181	182	357°43'	90°53'	1.48	72.00	15+144	LD		
182	183	353°52'	94°01'	1.47	126.00	15+270	LD		
183	184	91°16'	91°05'	1.48	46.00	15+316	LD	AL INICIO ATRAVIESA UNA CARRETERA DE ANCHO 6m.	
184	185	53°12'	90°28'	1.49	81.00	15+397	LD		
185	186	79°14'	92°37'	1.48	101.00	15+498	LD	INICIA PARALELO A LA CARRETERA	
186	187	79°17'	91°20'	1.48	94.00	15+582	LD	PARALELO A LA CARRETERA	
187	188	75°15'	89°48'	1.49	76.00	15+668	LD	PARALELO A LA CARRETERA	
188	189	69°28'	89°03'	1.48	72.00	15+740	LD	PARALELO A LA CARRETERA	

FINAL RAMAL N° 3

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



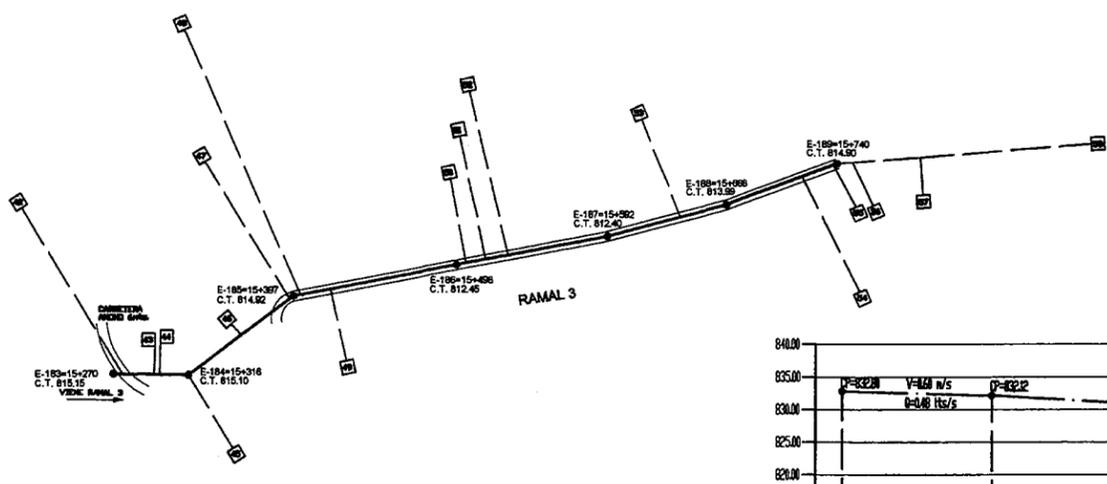
PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

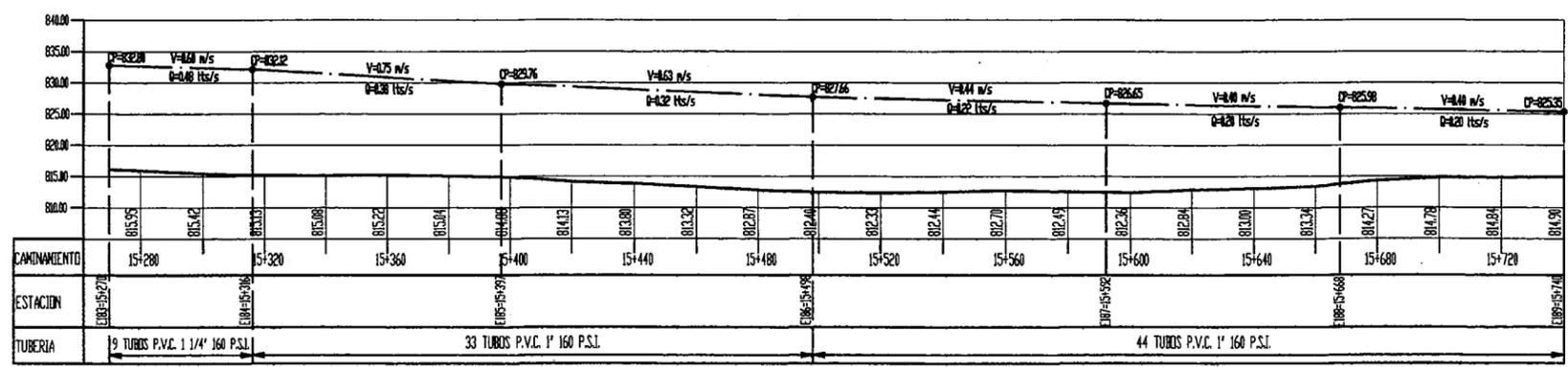
DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL RAMAL 3 DE E-104 A E-189

HOJA No. 23/42



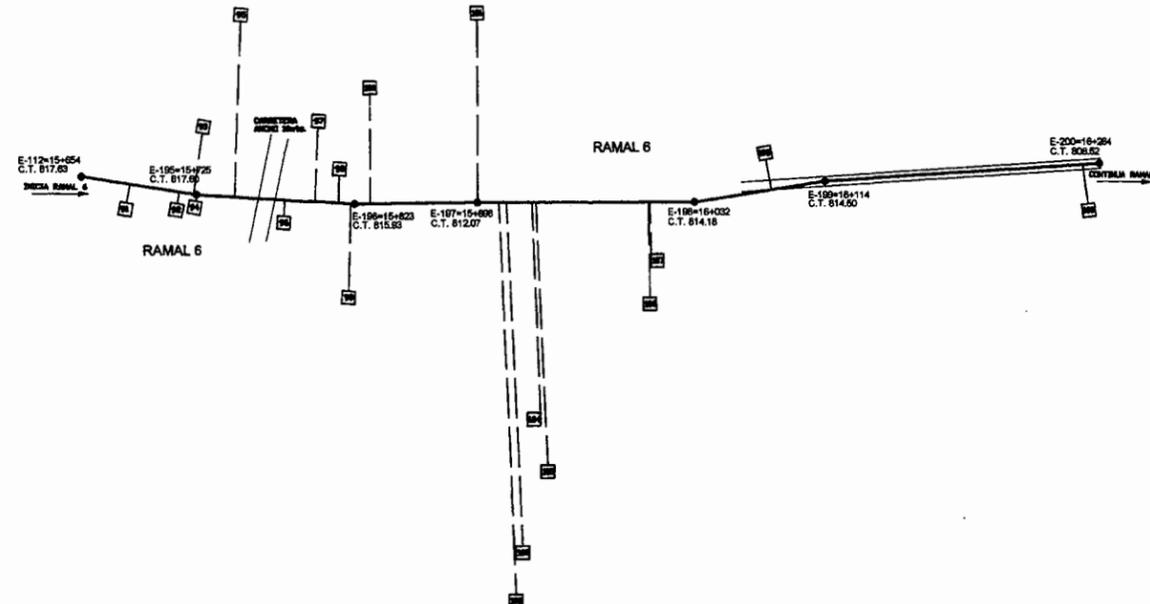
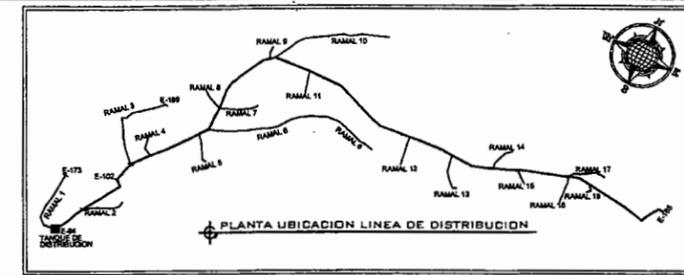
PLANTA RAMAL 3 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE VIENE DE E-183+15+270 A E-189+15+740
 ESCALA: 1/2000



PERFIL DE RAMAL 3 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE VIENE DE E-183+15+270 A E-189+15+740
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



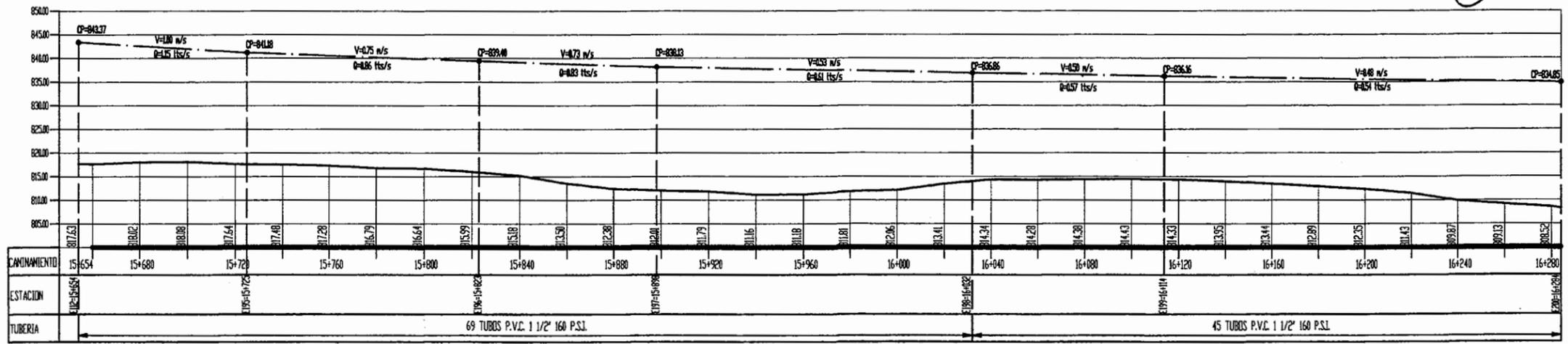
RAMAL N° 6, SALE DE EST. N° 112 A LA DERECHA							
EST 112		35+654					
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN
112	195	98°33'	90°03'	1.49	71.00	15+725	LD
195	196	93°36'	91°47'	1.46	98.00	15+823	LD
196	197	89°23'	94°15'	1.47	75.00	15+898	LD
197	198	90°04'	90°04'	1.48	134.00	16+032	LD
198	199	81°00'	89°00'	1.53	82.00	16+114	LD
199	200	86°15'	92°45'	1.48	170.00	16+284	LD
CONTINUA RAMAL 5							



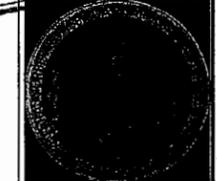
REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
— — —	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lt/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANAHON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA

PLANTA RAMAL 6 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-112=15+654 A E-200=16+284
 ESCALA: 1/2000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PERFIL DE RAMAL 6 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-112=15+654 A E-200=16+284
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE CHICHE.

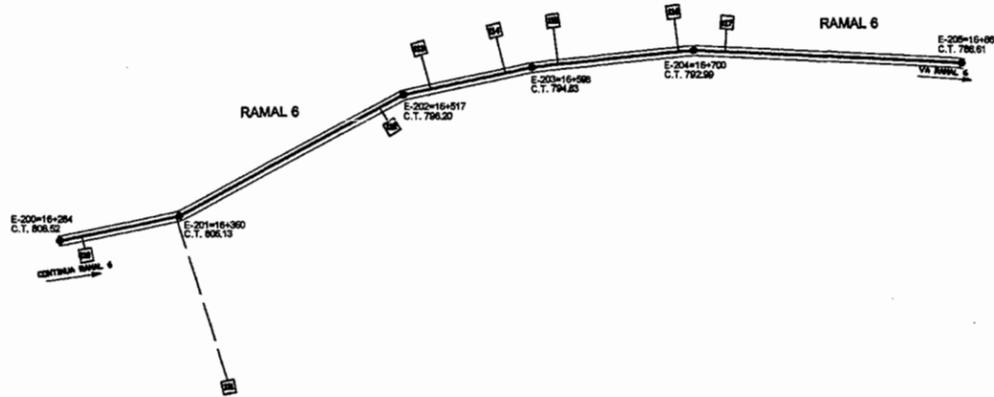
DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 RAMAL 6
 PRIMERA PARTE
 DE E-112 A E-200

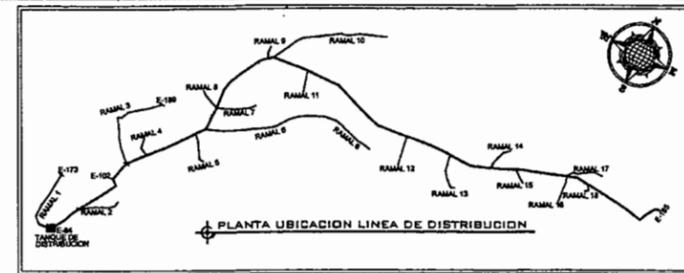
INDICADA
 HOJA No. 24/42



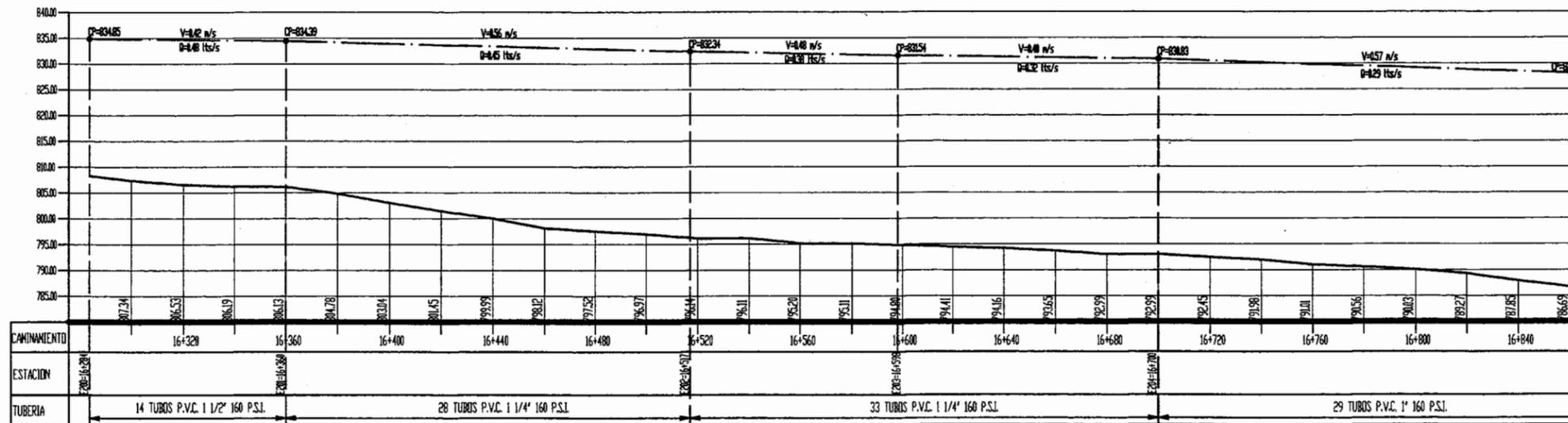
CONTINUA RAMAL 6								
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
200	201	78°24'	92°13'	1.50	76.00	16+360	LD	PARALELO A LA CARRETERA
201	202	61°51'	94°20'	1.47	357.00	16+517	LD	PARALELO A LA CARRETERA
202	203	78°01'	90°20'	1.48	81.00	16+598	LD	PARALELO A LA CARRETERA
203	204	84°24'	92°00'	1.50	102.00	16+700	LD	PARALELO A LA CARRETERA
204	205	92°37'	93°14'	1.49	165.00	16+865	LD	PARALELO A LA CARRETERA



PLANTA RAMAL 6 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-200=16+284 A E-205=16+865
 ESCALA: 1/2000



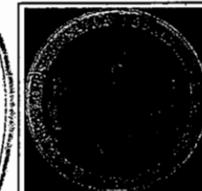
REFERENCIA	
E-H	NUMERO DE ESTACION
D+000.00	CAMBAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—○—	ESTACION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CANTIDAD (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANAHON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA



PERFIL DE RAMAL 6 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-200=16+284 A E-205=16+865
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 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

[Handwritten signature]



PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

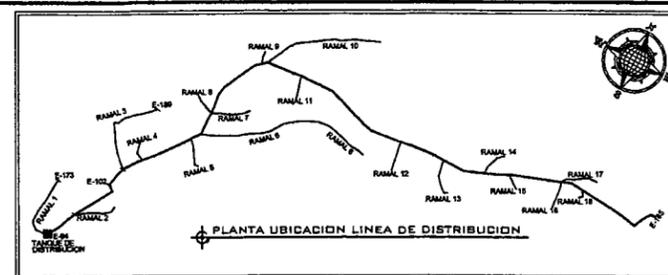
PROPIEDAD:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE GUICHÉ.

DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 RAMAL 6
 SEGUNDA PARTE
 DE E-200 A E-205

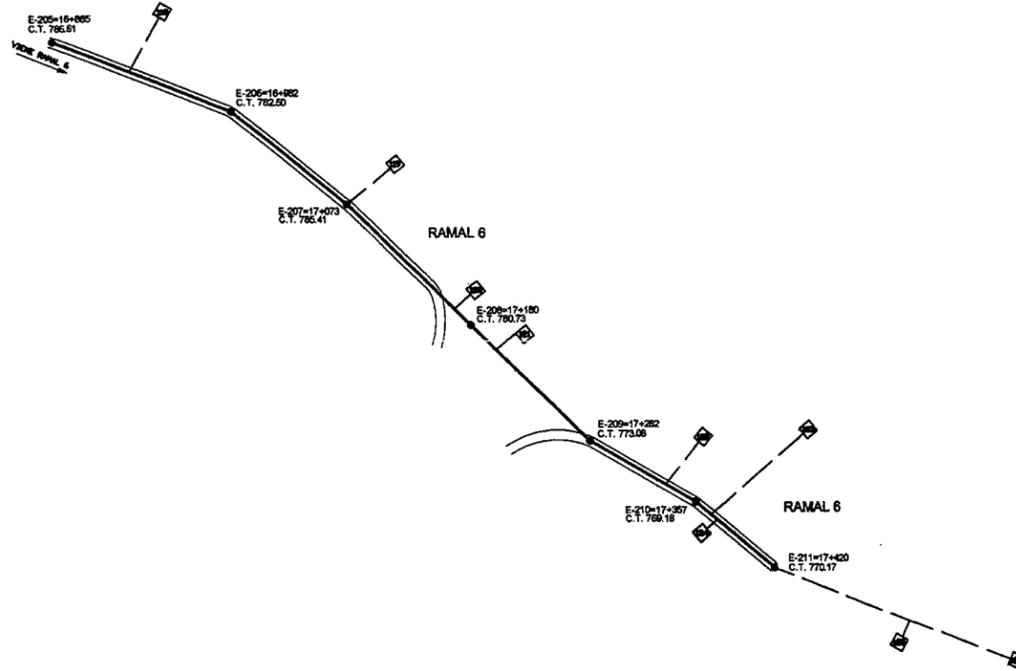
ESCALA: INDECADADA

HOJA No. 25/42



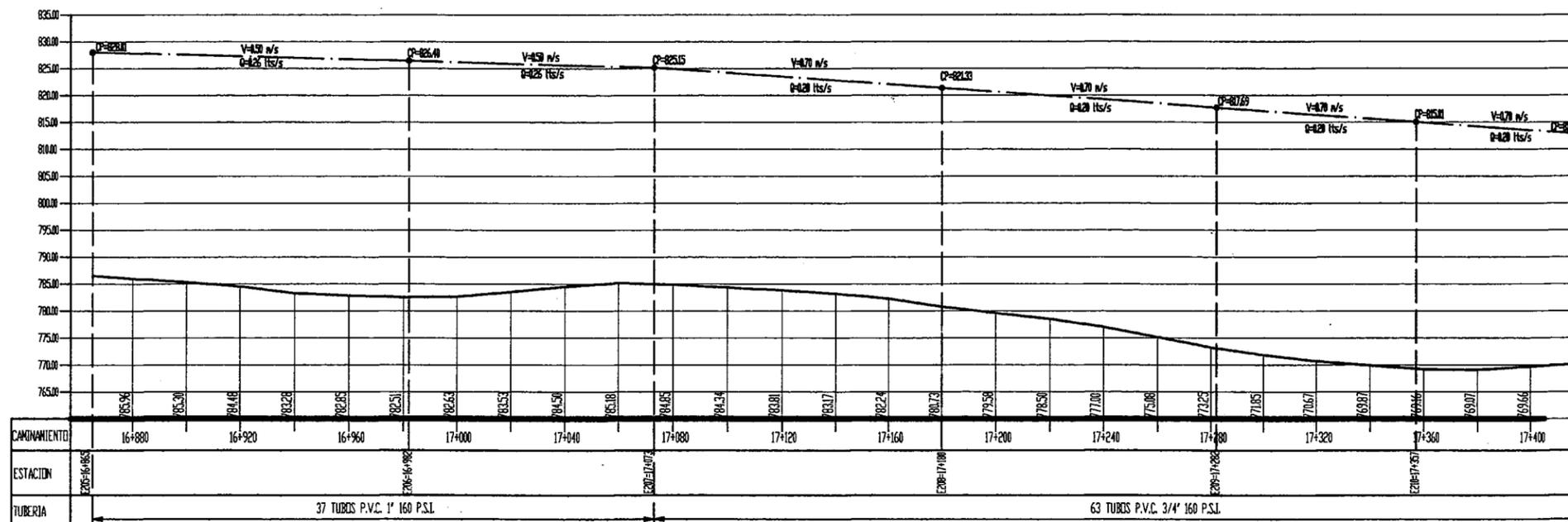
CONTINUA RAMAL 6									
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	
205	206	111°32'	92°31'	1.49	117.00	16+982	LD	PARALELO A LA CARRETERA	
206	207	128°50'	88°10'	1.49	91.00	17+073	LD	PARALELO A LA CARRETERA	
207	208	134°00'	93°15'	1.48	107.00	17+180	LD	AL FINAL, FINALIZA LO PARALELO A LA CARRETERA	
208	209	134°30'	95°23'	1.47	102.00	17+282	LD		
209	210	120°02'	93°51'	1.48	75.00	17+357	LD	INICIA PARALELO A LA CARRETERA	
210	211	123°34'	88°27'	1.49	63.00	17+420	LD	PARALELO A LA CARRETERA	

FINAL RAMAL N.º 6



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORINAMIENTO
OT	COTA DE TERRENO
●	ESTACION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZANOH
PO	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA

PLANTA RAMAL 6 (3RA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-205=16+865 A E-211=17+420
 EBCALA : 1/2000



PERFIL DE RAMAL 6 (3RA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-205=16+865 A E-211=17+420
 EBCALA HORIZONTAL : 1/1000
 EBCALA 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

[Handwritten signature]

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

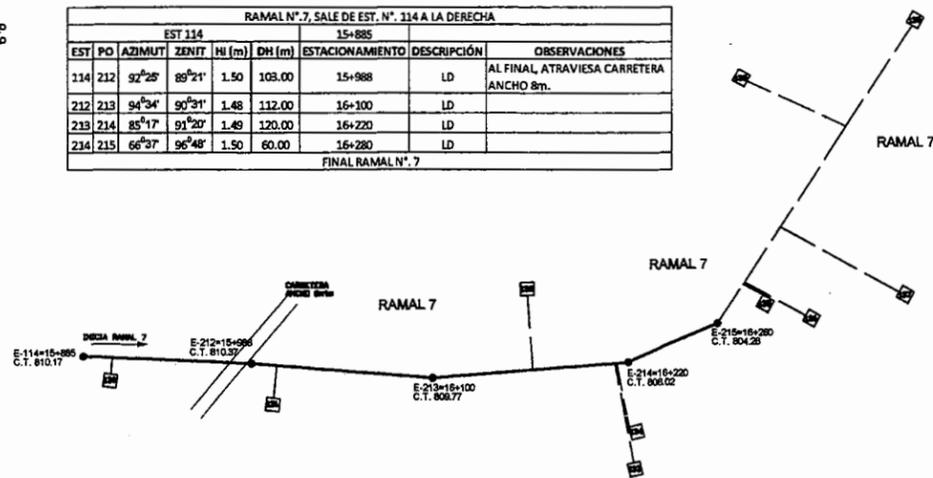
CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL RAMAL 6 TERCERA PARTE DE E-205 A E-211

ESCALA: INDICADA

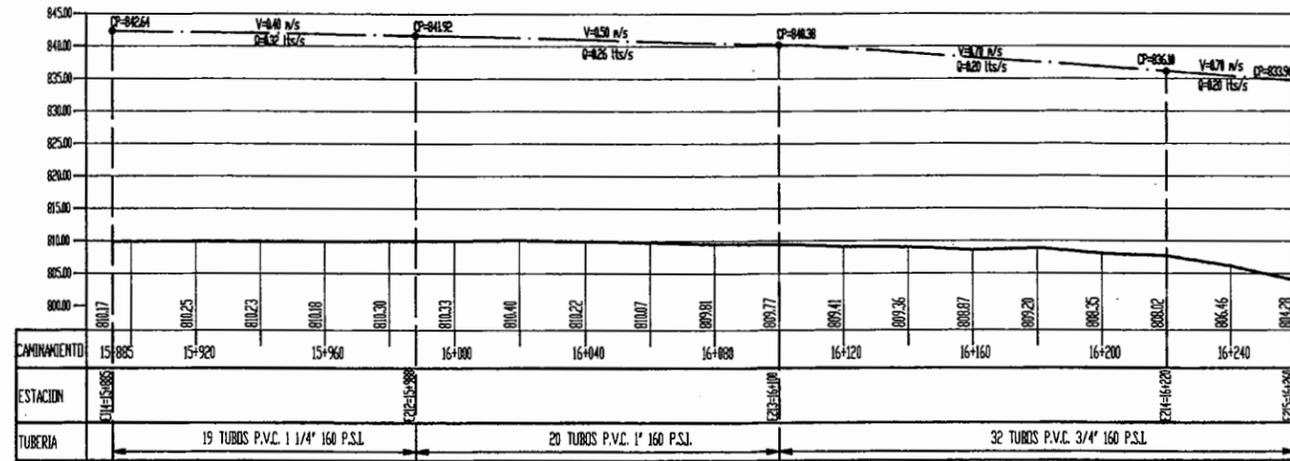
HOJA No. 26/42



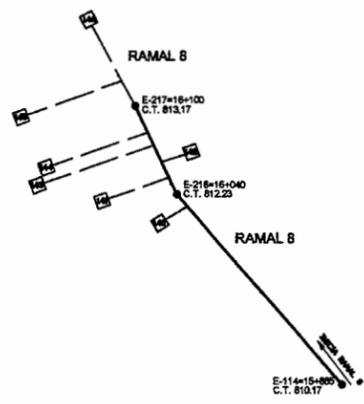
RAMAL N° 7, SALE DE EST. N° 214 A LA DERECHA									
EST 114					15+885				
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
114	212	92°25'	89°21'	1.50	103.00	15+988	LD	AL FINAL, ATRAVIESA CARRETERA ANCHO 8m.	
212	213	94°34'	90°21'	1.48	112.00	16+100	LD		
213	214	85°17'	91°20'	1.49	120.00	16+220	LD		
214	215	66°37'	96°48'	1.50	60.00	16+280	LD		



PLANTA RAMAL 7
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-114=15+885 A E-215=16+260
ESCALA: 1/2000

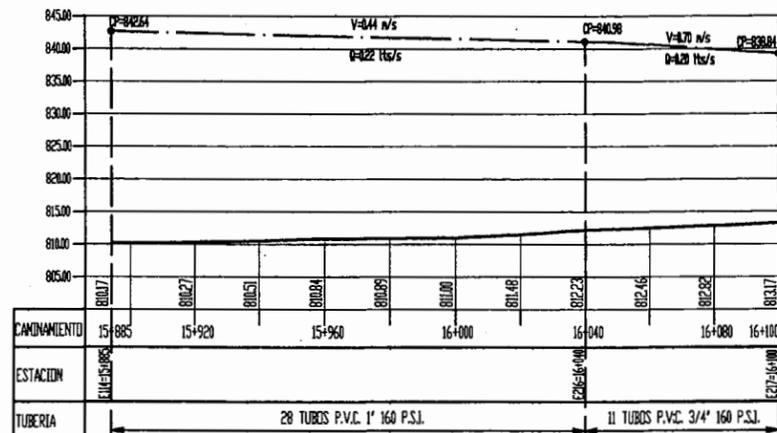


PERFIL DE RAMAL 7
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-114=15+885 A E-215=16+260
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

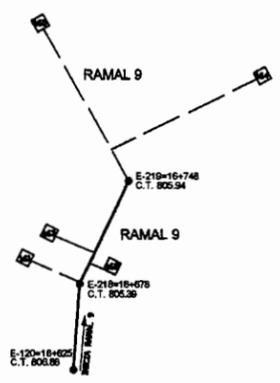


RAMAL N° 8, SALE DE EST. N° 114 A LA IZQUIERDA									
EST 114					15+885				
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
114	216	319°07'	88°24'	1.49	155.00	16+040	LD		
216	217	334°43'	87°43'	1.49	60.00	16+100	LD		

PLANTA RAMAL 8
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-114=15+885 A E-217=16+100
ESCALA: 1/2000

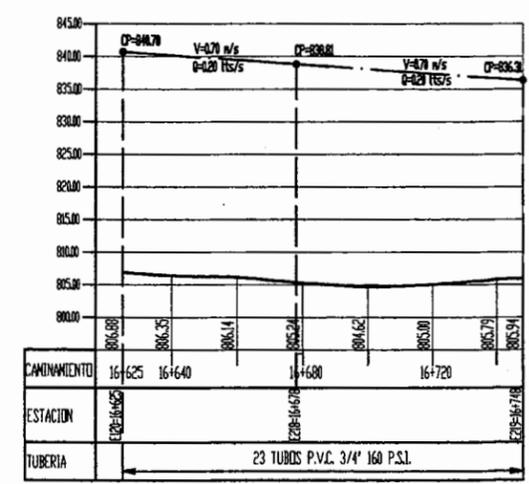


PERFIL DE RAMAL 8
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-114=15+885 A E-217=16+100
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



RAMAL N° 9, SALE DE EST. N° 120 A LA IZQUIERDA									
EST 120					16+625				
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
120	218	4°17'	91°05'	1.48	53.00	16+678	LD		
218	219	25°23'	89°10'	1.50	70.00	16+748	LD		

PLANTA RAMAL 9
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-120=16+625 A E-219=16+748
ESCALA: 1/2000



PERFIL DE RAMAL 9
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-120=16+625 A E-219=16+748
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
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

[Handwritten signature]

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

OFICINA:
CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
RAMAL 7 DE E-114 A E-215
RAMAL 8 DE E-114 A E-217
RAMAL 9 DE E-120 A E-219

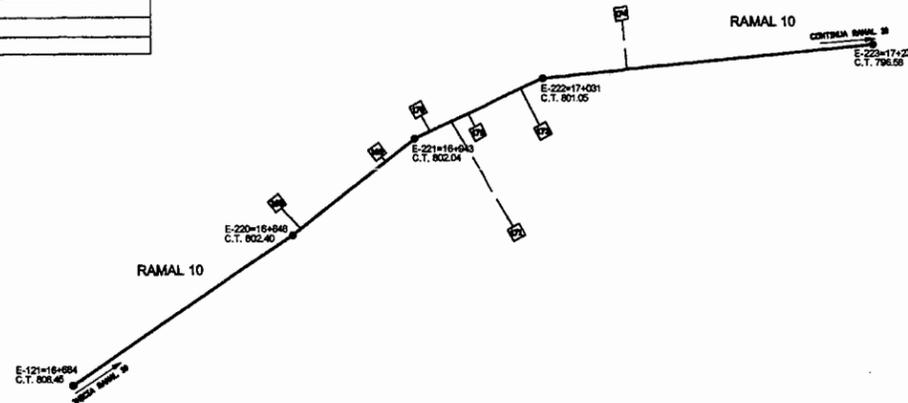
ESCALA:
INDICADA

HOJA No.: 27 / 42

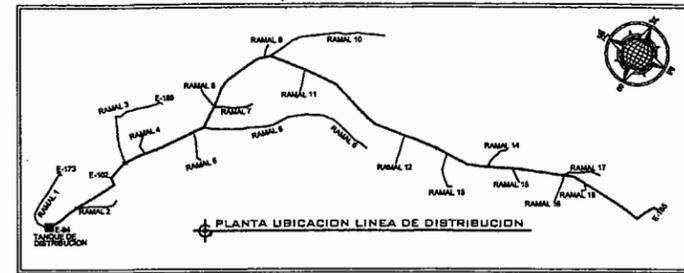


RAMAL N.º 10, SALE DE EST. N.º 121 A LA IZQUIERDA							
EST 121				16+684			
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN
121	220	55°42'	92°02'	1.49	164.00	16+848	LD
220	221	51°36'	90°32'	1.48	95.00	16+943	LD
221	222	65°01'	91°02'	1.49	88.00	17+031	LD
222	223	84°43'	91°44'	1.48	206.00	17+237	LD

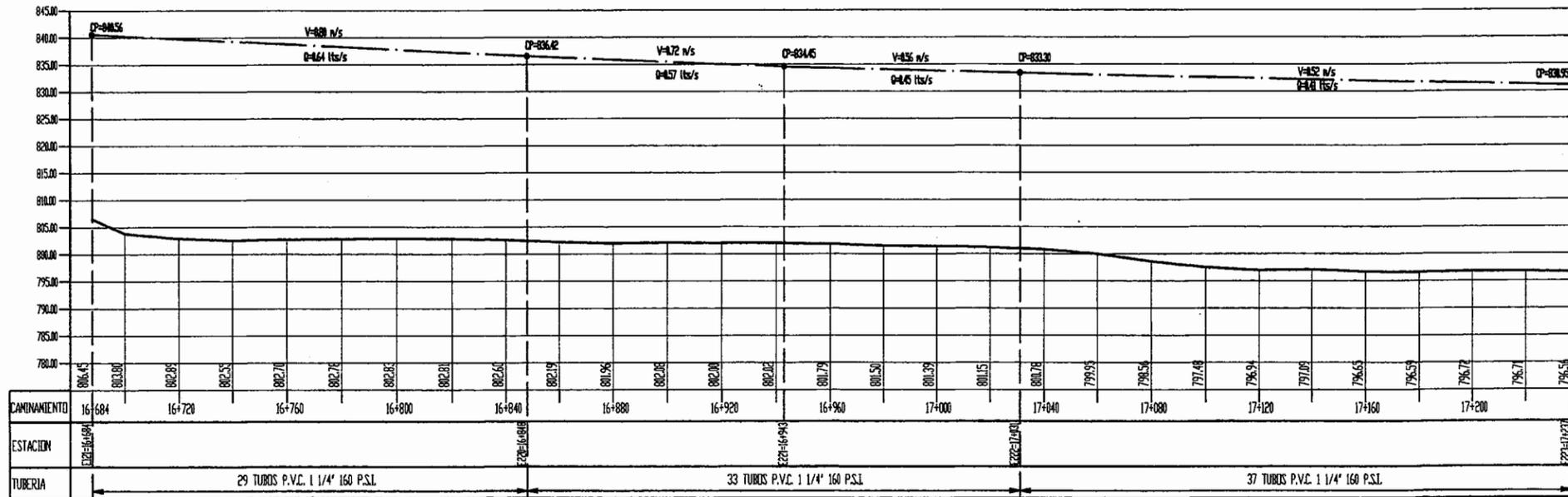
CONTINUA RAMAL 10



PLANTA RAMAL 10 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-121+16+684 A E-223+17+237
 ESCALA: 1/2000



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
+	CAMBAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
— —	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (lts/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PHSO DE ZANOH
PO	PHSO DE QUEBRADA
PA	PHSO AEREO
PC	PHSO DE CARRETERA



PERFIL DE RAMAL 10 (1ERA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-121+16+684 A E-223+17+237
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 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

[Handwritten signature]

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 RAMAL 10
 PRIMERA PARTE
 DE E-121 A E-223

ESCALA:
 INDICADA

ELABORADO POR:
 JUAN LOPEZ LAMBA
 JUAN JOSE DONALDO OSORIO

REVISADO POR:
 JUAN LOPEZ LAMBA
 JUAN JOSE DONALDO OSORIO

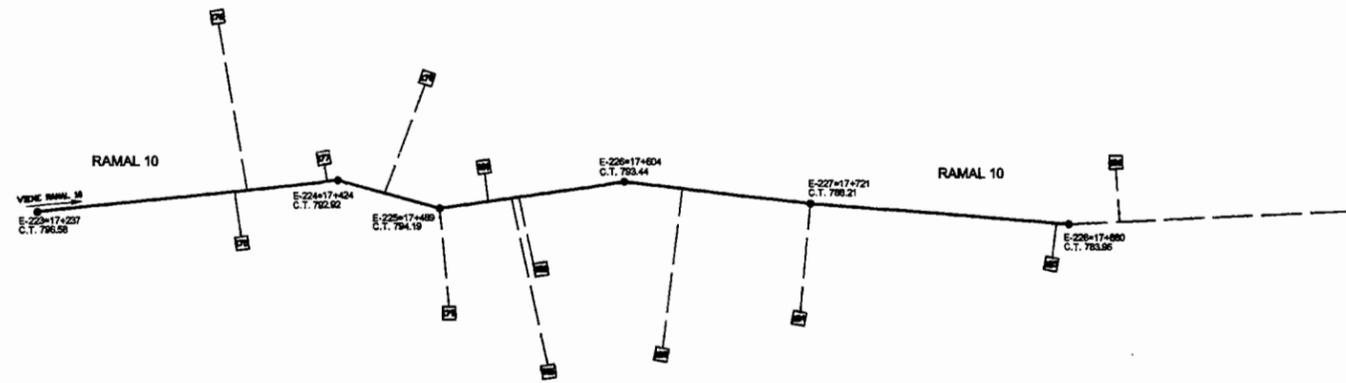
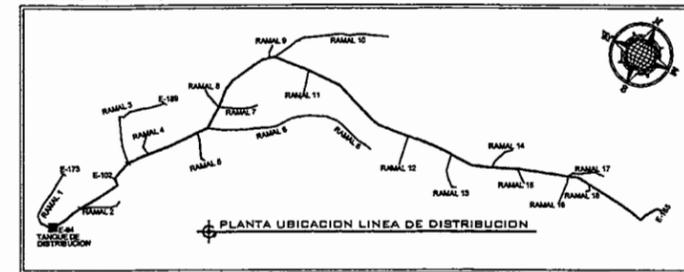
FECHA:
 ABRIL 2011

HOJA No. 28/42



CONTINUA RAMAL 10								
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
223	224	84°08'	92°02'	1.49	187.00	17+424	LD	
224	225	105°36'	88°31'	1.50	65.00	17+489	LD	
225	226	81°58'	92°44'	1.47	115.00	17+604	LD	
226	227	96°40'	93°28'	1.47	117.00	17+721	LD	
227	228	94°27'	92°02'	1.49	159.00	17+880	LD	

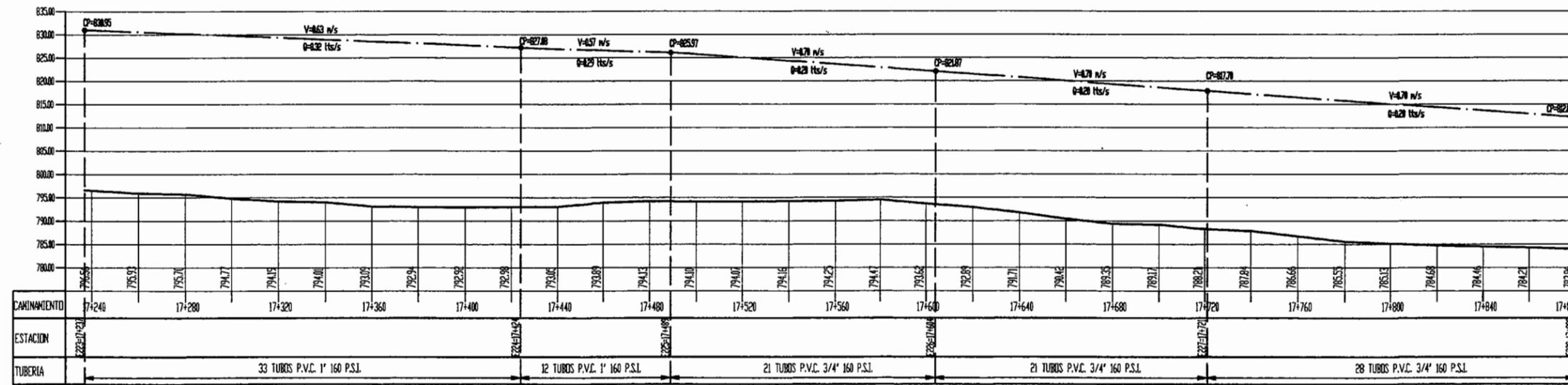
FINAL RAMAL N° 10



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	ORIGINAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—	LINEA PIEZOMETRICA
OP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANJON
PO	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA

PLANTA RAMAL 10 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-223=17+237 A E-228=17+880
 ESCALA: 1/2000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PERFIL DE RAMAL 10 (2DA. PARTE)
 SISTEMA DE AGUA POTABLE
 DE E-223=17+237 A E-228=17+880
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

DIRECCION:
 CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
 PLANTA - PERFIL
 RAMAL 10
 SEGUNDA PARTE
 DE E-223 A E-228

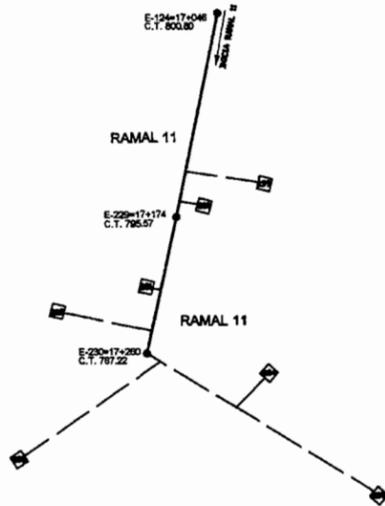
ESCALA:
 INDICADA

HOJA No. 29/42



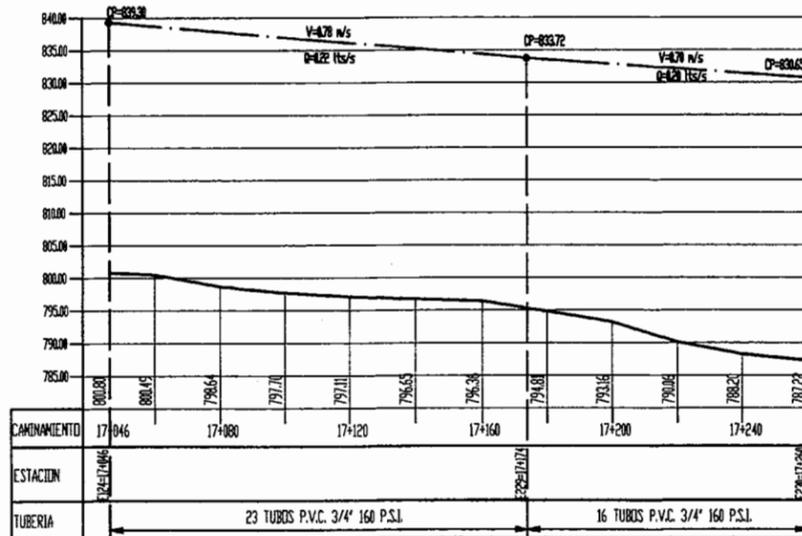
RAMAL N° 11, SALE DE EST. N° 124 A LA DERECHA						
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO
124	229	191°31'	92°54'	1.49	128.00	17+174
229	230	192°23'	96°23'	1.46	86.00	17+260

FINAL RAMAL N° 11



PLANTA RAMAL 11
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-124=17+046 A E-230=17+260

ESCALA: 1/2000

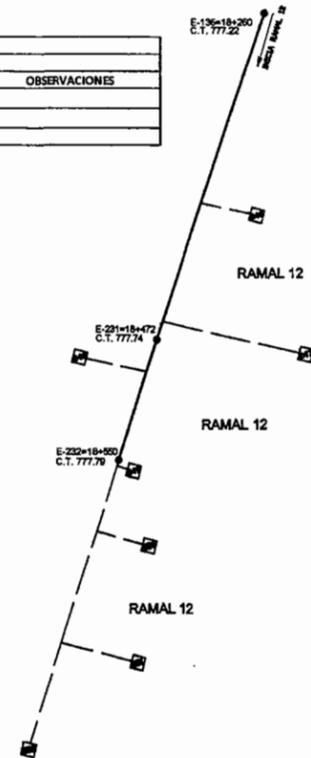


PERFIL DE RAMAL 11
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-124=17+046 A E-230=17+260

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

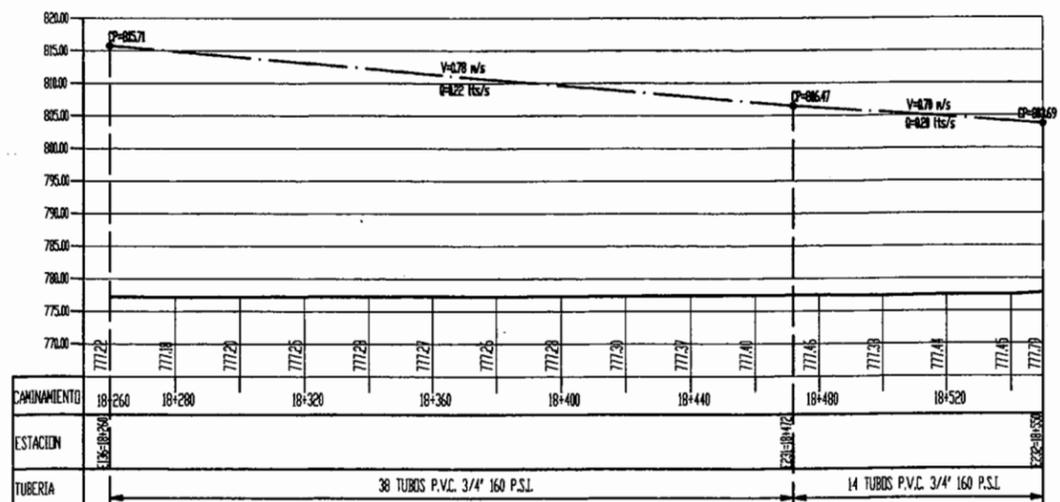
RAMAL N° 12, SALE DE EST. N° 136 A LA DERECHA						
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO
136	231	198°34'	89°38'	1.49	212.00	18+472
231	232	198°05'	89°45'	1.47	78.00	18+550

FINAL RAMAL N° 12



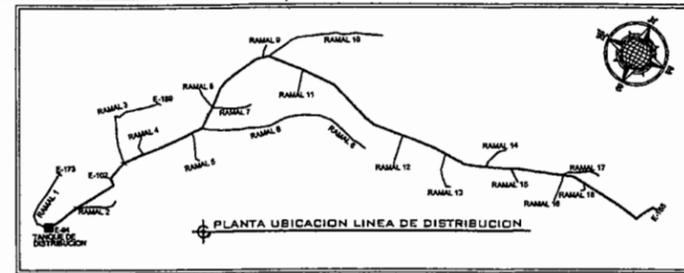
PLANTA RAMAL 12
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-136=18+260 A E-232=18+550

ESCALA: 1/2000



PERFIL DE RAMAL 12
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-136=18+260 A E-232=18+550

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



REFERENCIA	
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
— —	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PHSO DE ZANJON
PG	PHSO DE GUARDIA
PA	PHSO AEREO
PC	PHSO DE CARRETERA

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



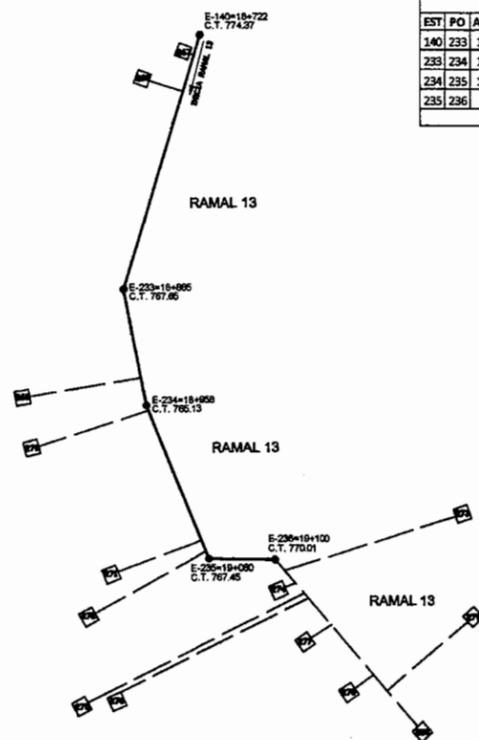
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

DIRECCION:
CANTON TULULCHE III O XEXAC.

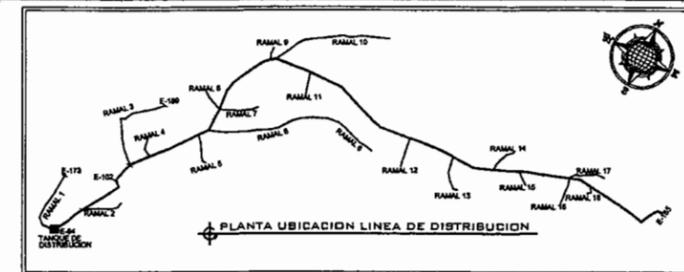
CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
RAMAL 12 DE E-124 A E-230
RAMAL 13 DE E-136 A E-232

HOJA No. 30/42

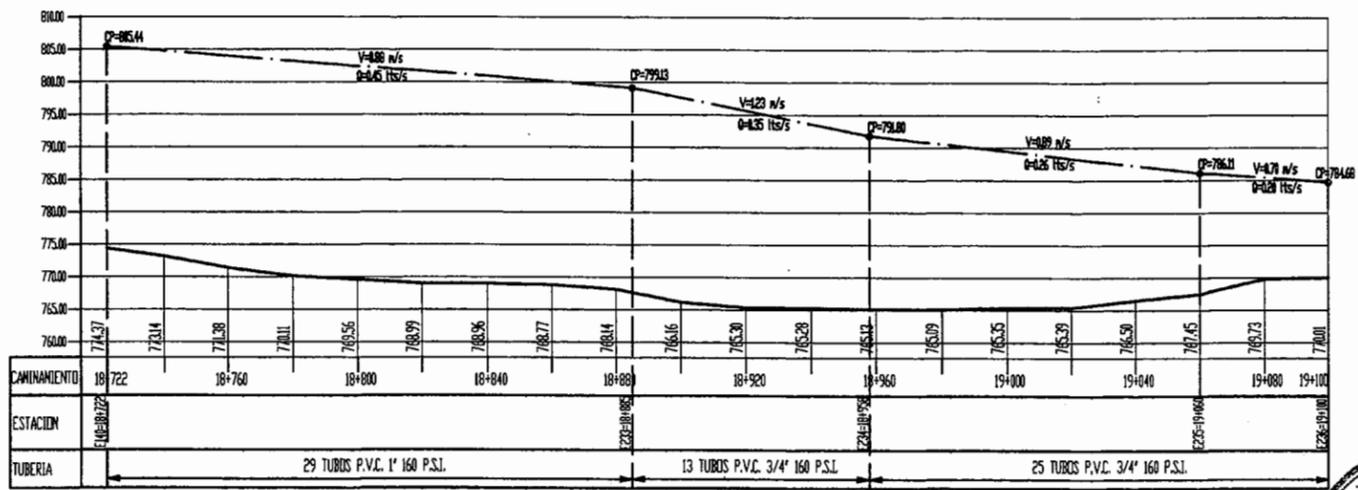


RAMAL N° 13, SALE DE EST. N° 140 A LA DERECHA									
EST 140		18+722							
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
140	233	196°30'	92°56'	1.50	163.00	18+885	LD		
233	234	169°03'	92°18'	1.47	73.00	18+958	LD		
234	235	158°03'	87°51'	1.49	102.00	19+060	LD		
235	236	90°50'	86°20'	1.48	40.00	19+100	LD		

FINAL RAMAL N° 13



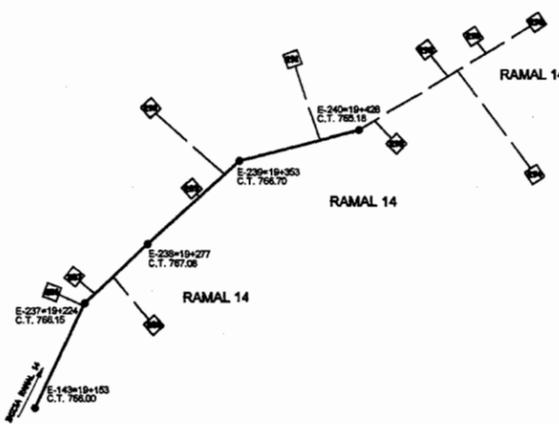
REFERENCIA	
E-M	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBIAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
—●—	ESTACION
—	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDA (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PISO DE ZANAHON
PQ	PISO DE QUEBRADA
PA	PISO AEREO
PC	PISO DE CARRETERA



PLANTA RAMAL 13
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-140=18+722 A E-236=19+100
ESCALA: 1/2000

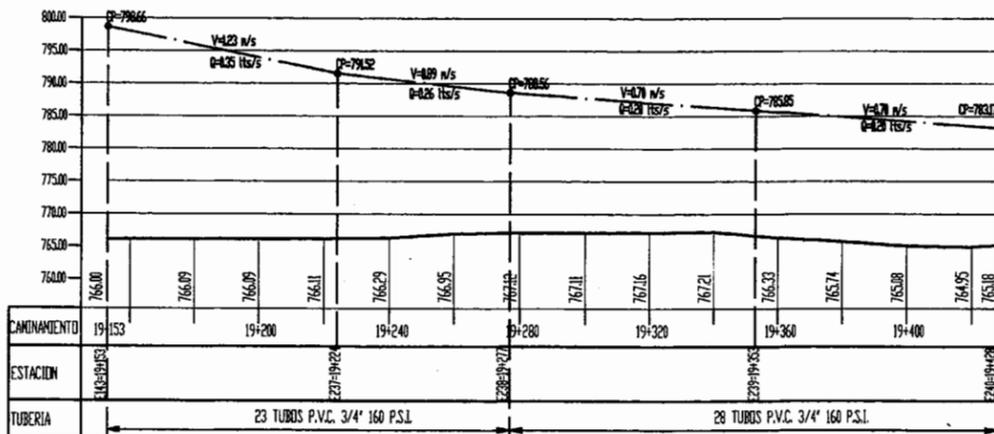
PERFIL DE RAMAL 13
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-140=18+722 A E-236=19+100
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



RAMAL N° 14, SALE DE EST. N° 143									
EST 143		19+153							
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	H (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	
143	237	25°32'	88°58'	1.47	71.00	19+224	LD		
237	238	46°44'	88°45'	1.49	53.00	19+277	LD		
238	239	47°27'	90°10'	1.50	76.00	19+353	LD		
239	240	75°31'	92°04'	1.48	75.00	19+428	LD		

FINAL RAMAL N° 14



PLANTA RAMAL 14
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-143=19+153 A E-240=19+428
ESCALA: 1/2000

PERFIL DE RAMAL 14
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE E-143=19+153 A E-240=19+428
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULLICHÉ III O XEKAC.

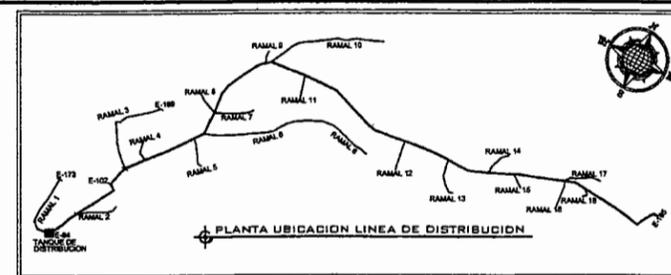
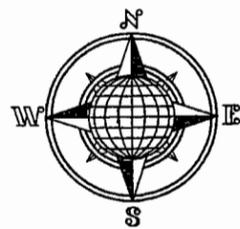
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

DIRECCION:
CANTON TULLICHÉ III O XEKAC.

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL RAMAL 13 DE E-140 A E-236
RAMAL 14 DE E-143 A E-240

FECHA:
JUNIO 2011

HOJA No. 31/42



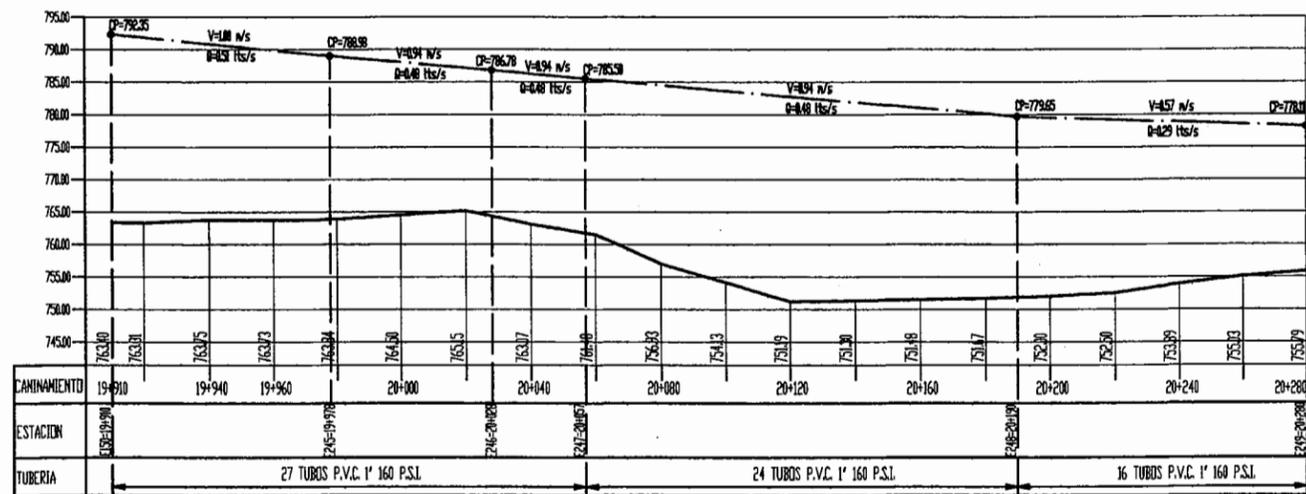
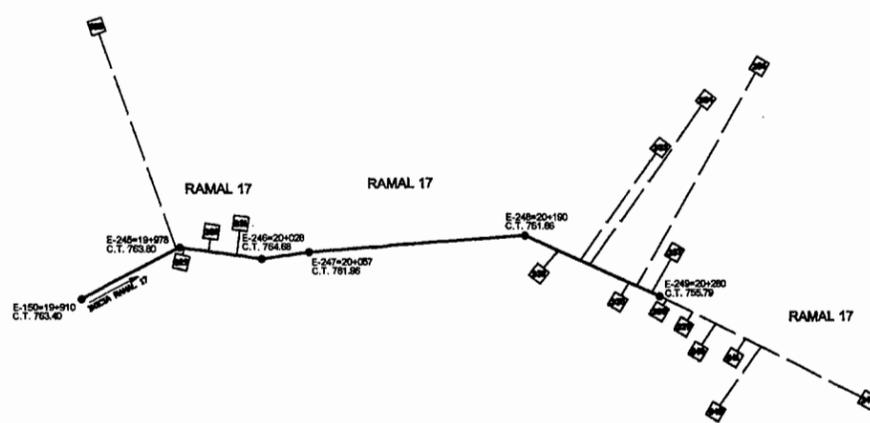
RAMAL N° 17, SALE DE EST. N° 150 A LA IZQUIERDA

EST 150				19+910				DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	ID		
150	245	62°28'	89°17'	1.49	68.00	19+978	LD		
245	246	97°54'	88°56'	1.47	50.00	20+028	LD		
246	247	81°54'	97°20'	1.46	29.00	20+057	LD		
247	248	85°51'	95°49'	1.50	133.00	20+190	LD		
248	249	114°23'	87°18'	1.49	90.00	20+280	LD		

FINAL RAMAL N° 17

REFERENCIA

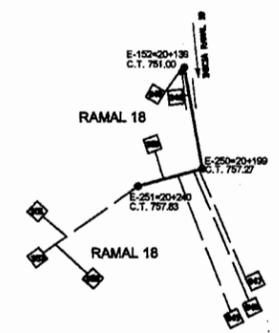
E-N	NUMERO DE ESTACION
0+000.00	CAMBAMIENTO
CT	COTA DE TERRENO
○	ESTACION
---	LINEA PIEZOMETRICA
CP	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL (m³/s)
V	VELOCIDAD (m/s)
CS	COTA DE SALIDA
PZ	PASO DE ZAMON
PQ	PASO DE QUEBRADA
PA	PASO AEREO
PC	PASO DE CARRETERA



PLANTA RAMAL 17
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-150=19+910 A E-249=20+280
ESCALA: 1/2000

PERFIL DE RAMAL 17
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-150=19+910 A E-249=20+280
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

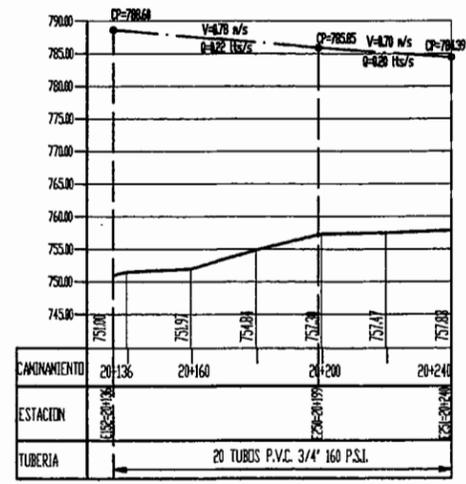
Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



RAMAL N° 18, SALE DE EST. N° 152 A LA DERECHA

EST 152				20+136910				DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
EST	PO	AZIMUT	ZENIT	HI (m)	DH (m)	ESTACIONAMIENTO	ID		
152	250	166°50'	83°13'	1.49	63.00	20+199	LD		
250	251	254°41'	89°51'	1.50	41.00	20+240	LD		

FINAL RAMAL N° 18



PLANTA RAMAL 18
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-152=20+136 A E-251=20+240
ESCALA: 1/2000

PERFIL DE RAMAL 18
SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE E-152=20+136 A E-251=20+240
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

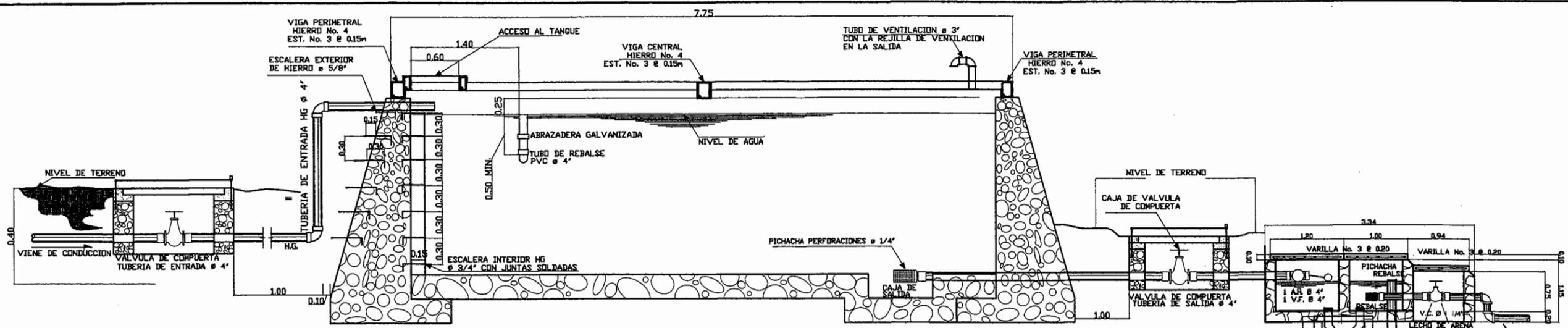
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

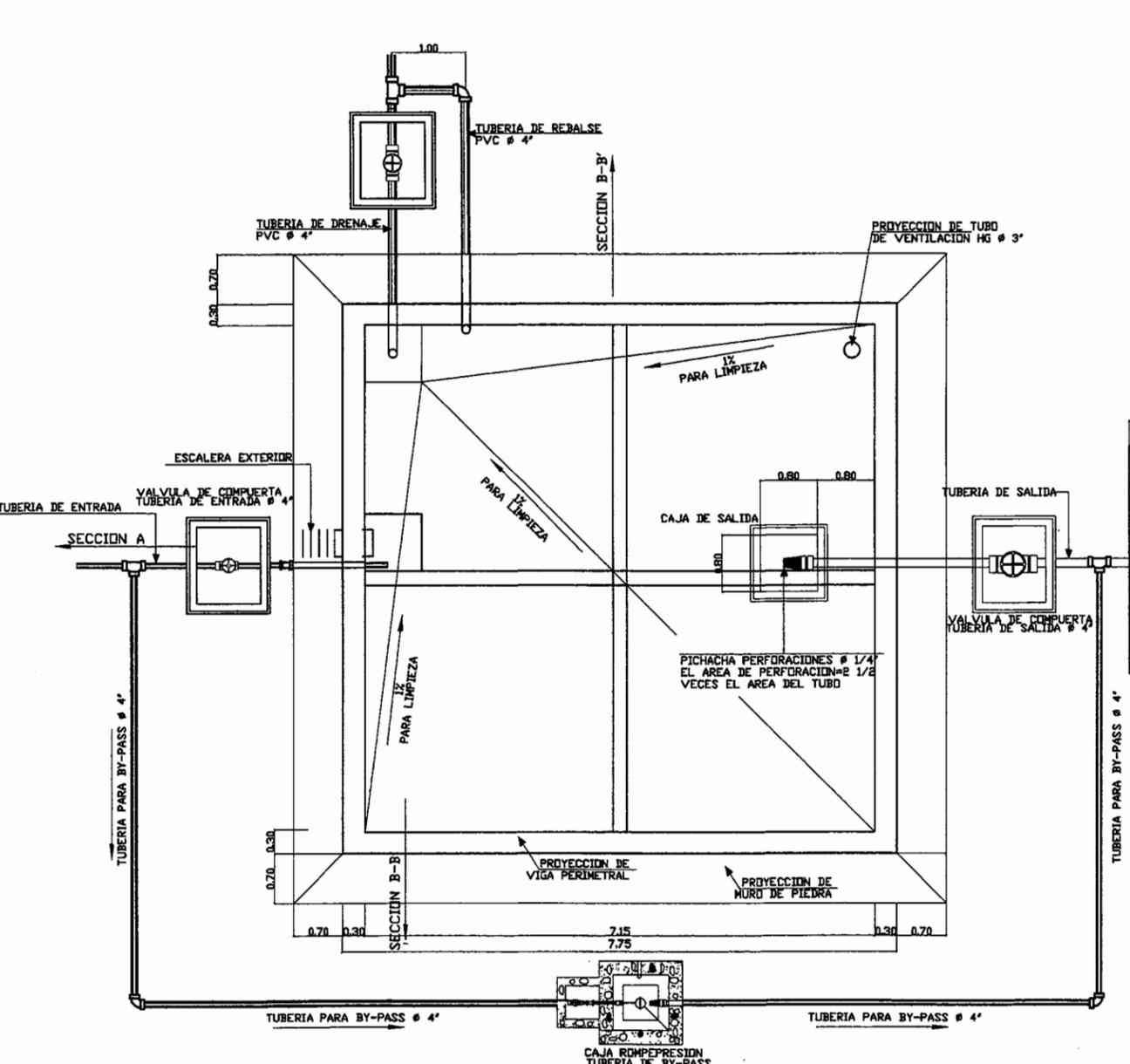
PROYECTOR:
CANTON TULULCHE III O XEXAC.

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
RAMAL 17 DE E-150 A E-249
RAMAL 18 DE E-152 A E-251

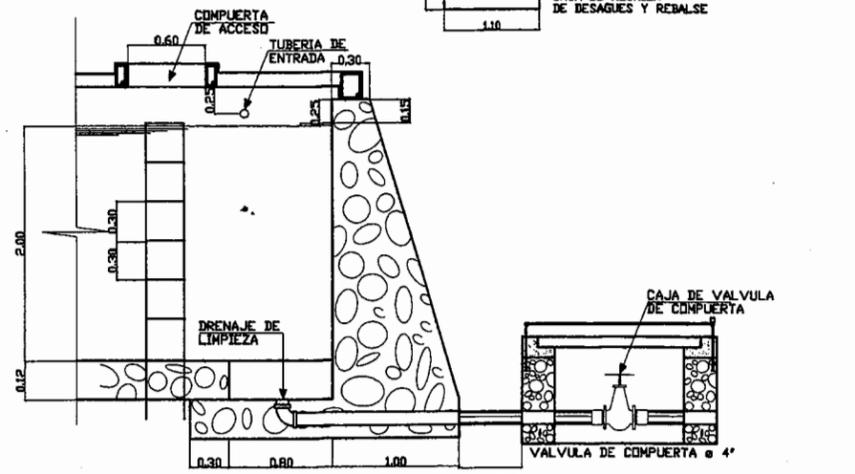
HOJA No. **33**
42



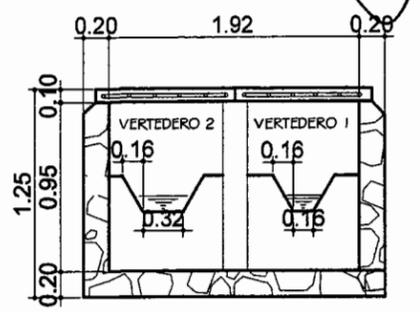
SECCION A-A' ESCALA 1:10



PLANTA TIPICA DE TANQUE DE DISTRIBUCION ESCALA 1/70



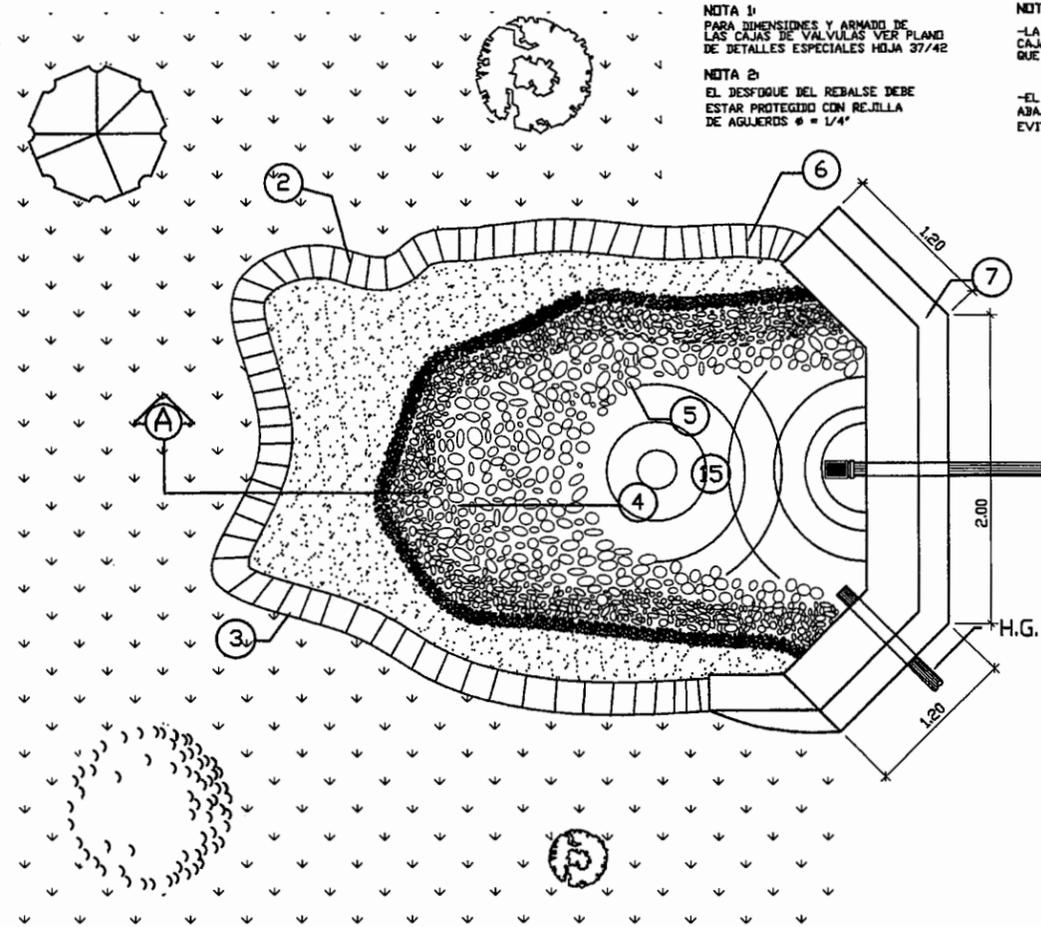
SECCION B-B'



SECCION VERTEDERO ESCALA 1:25

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Francisco Inglaterra

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO:	ÁNGEL ROBERTO SIO GARCÍA
CONTENIDO:	DETALLES ESPECIALES TANQUE DE DISTRIBUCION
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ABRIL 2011
HOJA No.:	34 / 42



NOTA 1:
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO DE DETALLES ESPECIALES HOJA 37/42

NOTA 2:
EL DESFOQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS $\phi = 1/4"$

NOTA 3:
-LA TUBERIA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA GALERIA A LA CAJA DE CAPTACION DEBE DISEÑARSE POR EL CAUDAL MAXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.

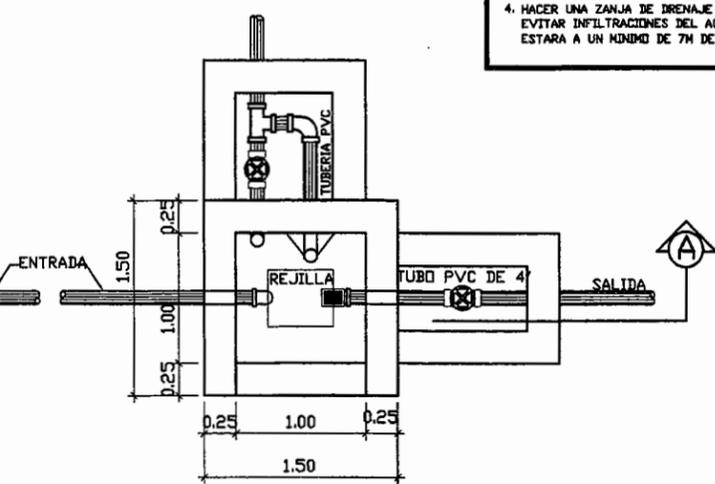
-EL REBALSE DE $\phi 4"$ DEBE SER INSTALADO A UN MINIMO DE 5cm. ABAJOS DE LA COTA MAS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RECARGAS EN EL MISMO.

NOTAS GENERALES:

1. EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR.
2. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
3. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE.
4. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL, ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7M DE LA CAPTACION.

SIMBOLOGIA

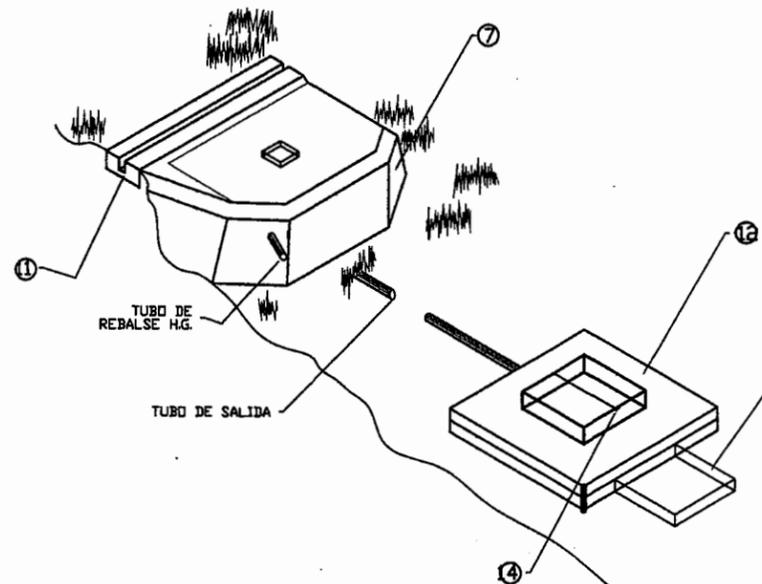
1	TERRENO NATURAL
2	ACUIFERO
3	GRAVA 1/2"
4	GRAVA 3"
5	PIEDRA BOLA DE 6"-10"
6	MANTO DE ROCA
7	MURO DE CONTENCION DE CONCRETO CICLOPEO
8	VIGA 0.20 X 0.20 4 # 3/8" + EST. # 1/4" @ 0.20
9	TAPADERA PARA INSPECCION
10	SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
11	CONTRACUNETTA REVESTIDA
12	CAJA REUNIDORA
13	CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
14	CANDADO PARA INTERPERIE
15	DEPOSITO DE AGUA
16	REBALSE $\phi 4"$ MIN.
17	CERCO DE PROTECCION CONTRA ANIMALES.



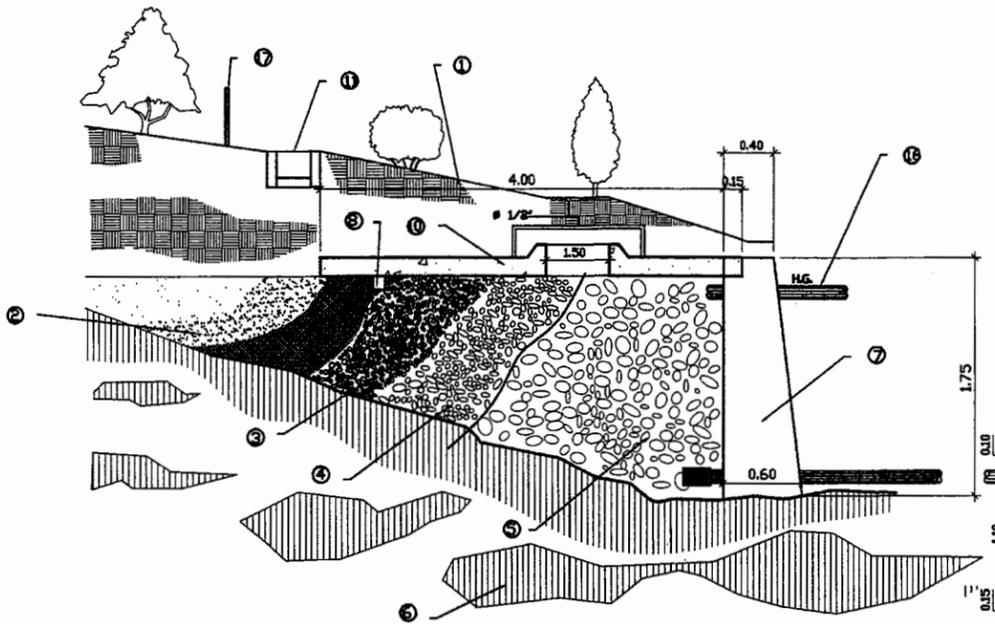
ESPECIFICACIONES:

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA: PIEDRA BOLA 67% MORTERO 33% EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA(2)
- CONCRETO: F'c=210 Kg/cm² 3000 Lbs./plg² PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1@3)
- MURDOS: LOS MURDOS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1@2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1@2)
- REFUERZO: fy = 2810 Kg/cm²

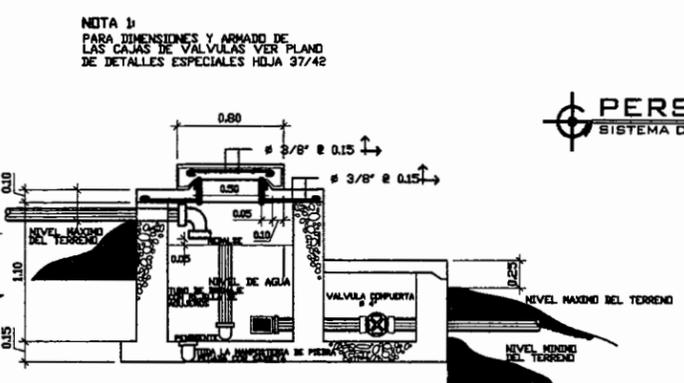
PLANTA DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO
SISTEMA DE AGUA POTABLE
ESCALA : 1/25



PERSPECTIVA DE CAPTACION
SISTEMA DE AGUA POTABLE
ESCALA : 1/50



CORTE A-A
SISTEMA DE AGUA POTABLE
ESCALA : 1/25



NOTA 1:
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO DE DETALLES ESPECIALES HOJA 37/42

Universidad de San Carlos de Guatemala
Asesor (A) SUPERVISOR
Catedra de Hidraulica de Tercer Grado
Facultad de Ingenieria

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

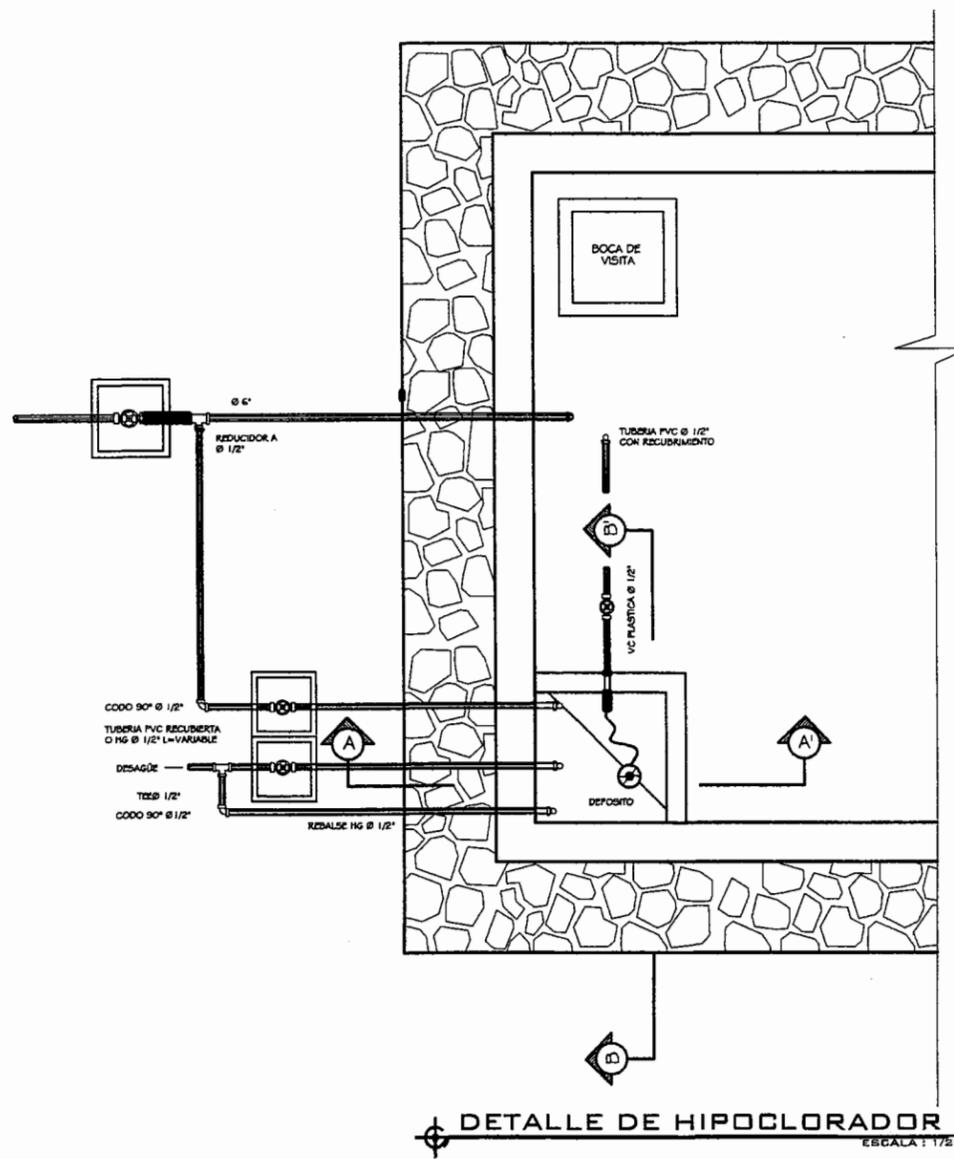
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE OJUCA.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
NOMBRE:
ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

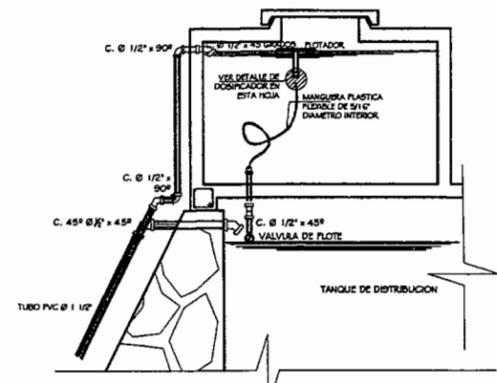
CONTENIDO:
DETALLES ESPECIALES CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO.

ESCALA INDICADA
DISEÑADO POR: JUAN LOPEZ LARREA
DISEÑADO POR: JUAN LOPEZ LARREA
DISEÑADO POR: JUAN LOPEZ LARREA
CALCULO: JUAN LOPEZ LARREA
DISEÑADO POR: JUAN LOPEZ LARREA

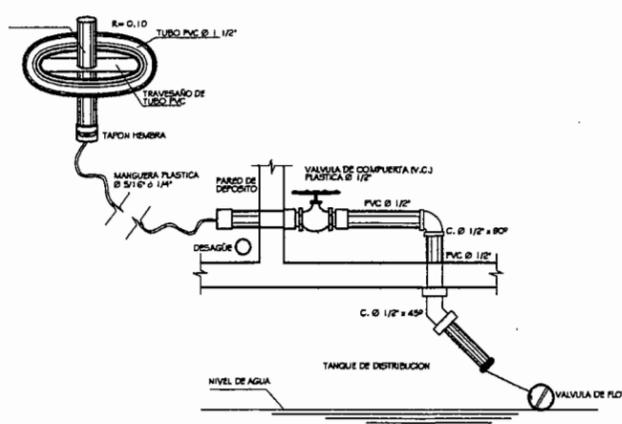
HOJA No. 36/42



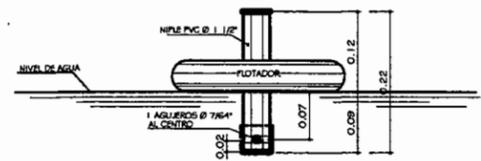
DETALLE DE HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/25



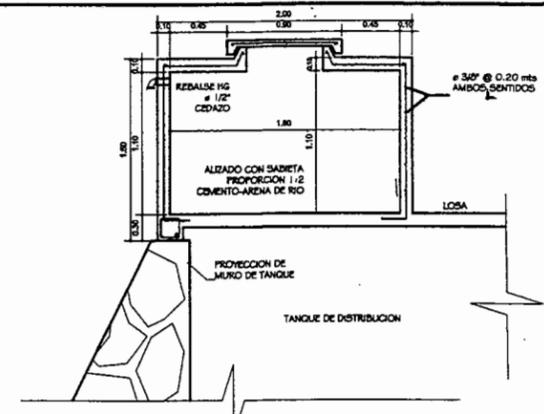
SECCION A-A'
HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/25



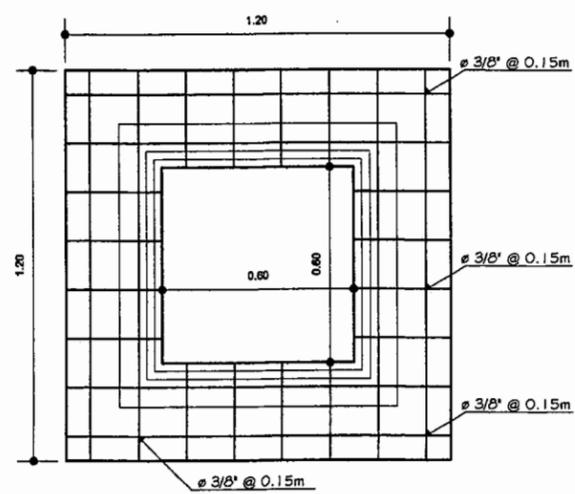
SECCION B-B'
DOSIFICADOR
ESCALA: 1/20



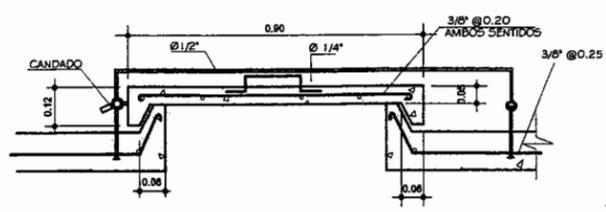
FLOTADOR
HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/20



DETALLE DE ARMADO
HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/25



DETALLE DE LOSA
HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/10



DETALLE DE TAPADERA
HIPOCLORADOR
ESCALA: 1/10

RECOMENDACIONES:

- SE PREPARA UNA SOLUCION DE 15 GOTAS DE HIPOCLORITO DE SODIO (CLORO) POR CADA LITRO DE AGUA. PARA LAVAR Y CEPILLAR EL INTERIOR DEL TANQUE. SE ENJUAGA BIEN Y SE LLENA NUEVAMENTE.
- SE APLICARA CLORO PARA OBTENER UNA DOSIS ENTRE 1.5 Y 2 mg/litro. LA CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CALCIO VARIA CON EL VOLUMEN DEL TANQUE, SEGUN LA TABLA 1.
- PREPARAR LA SOLUCION CONCENTRADA DE HIPOCLORITO DE CALCIO EN OTRO TANQUE O DEPOSITO MEZCLANDOLA PERFECTAMENTE. LA TABLA 1 INDICA LA CANTIDAD DE CLORO NECESARIA.
- ANTES DE HECHAR LA SOLUCION AL TANQUE SE CIERRA LA SALIDA DEL TANQUE.
- DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCION. EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL DEPOSITO DEL HIPOCLORADOR. EL SEDIMENTO DESECHARLO YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTOS EN LA TUBERIA.
- LA CAIDA DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE CONDUCCION, O EN OTRAS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCION DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORRO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCION, CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
- EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCION SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCION ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACION.
- SI SE CUENTA CON UN COMPARIMETRO O COMPARADOR DE CLORO RESIDUAL, SE DEBERA MEDIR EL CLORO RESIDUAL EN UNO O VARIOS CHORROS, EL CLORO RESIDUAL DEBERA ESTAR DENTRO DE 0.5 Y 1.0 mg/litro.

HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR LA SOLUCION

VOLUMEN DEL TANQUE (m ³)	CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CALCIO (ONZAS)
10	UNA ONZA
15	ONZA Y MEDIA
20	DOS ONZAS
25	DOS ONZAS Y MEDIA
30	TRES ONZAS
50	CINCO ONZAS
100	10 ONZAS

1 lb. = 16 ONZAS
1 ONZA = 28.375 gms

VOLUMEN DEL DEPOSITO A UTILIZARSE 120 m³
DOSIFICAR 12 ONZAS, (0.75 lb) PARA PREPARAR LA SOLUCION

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASPSOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

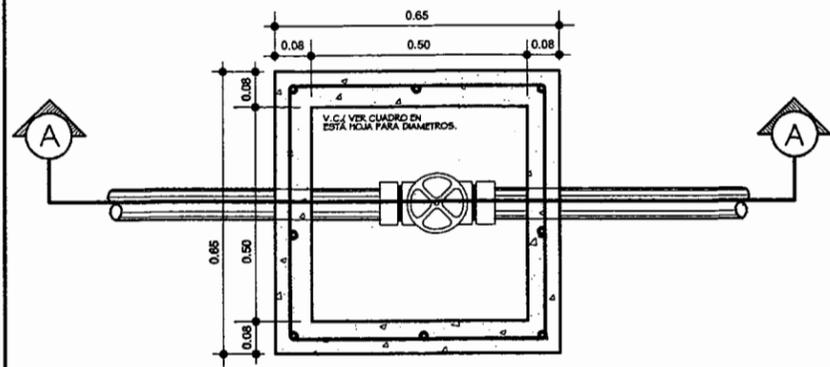
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ANEXO:
ÁNGEL ROBERTO SIO GARCÍA

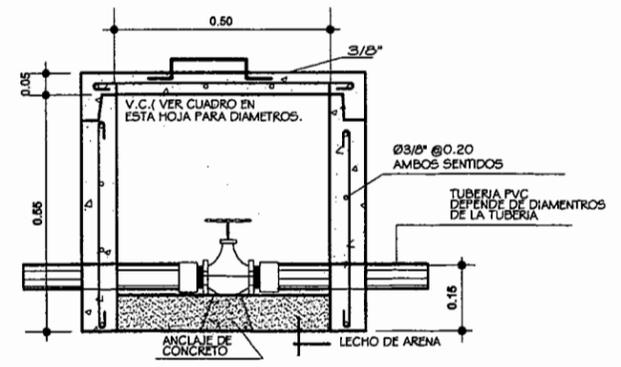
CONTENIDO:
DETALLES ESPECIALES HIPOCLORADOR

ESCALA: INDICADA

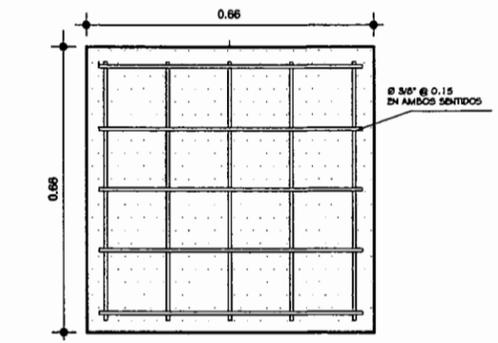
HOJA No. 38/42



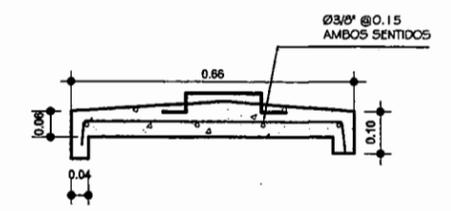
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA: 1/7.5
(12 UNIDADES PARA VALVULA LIMPIEZA)
(7 UNIDADES PARA VALVULA DE AIRE)



SECCION A-A'
VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA: 1/7.5



PLANTA
TAPA PARA CAJA DE VALVULAS ESCALA: 1/7.5

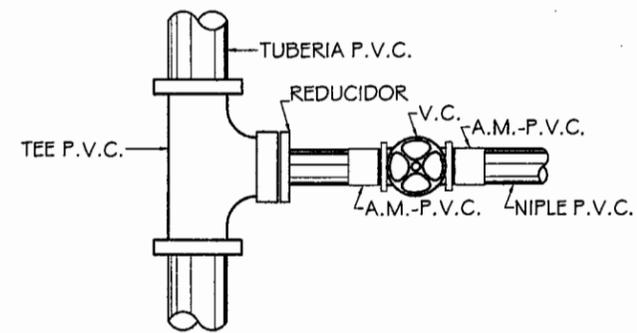


SECCION
TAPA PARA CAJA DE VALVULAS ESCALA: 1/7.5

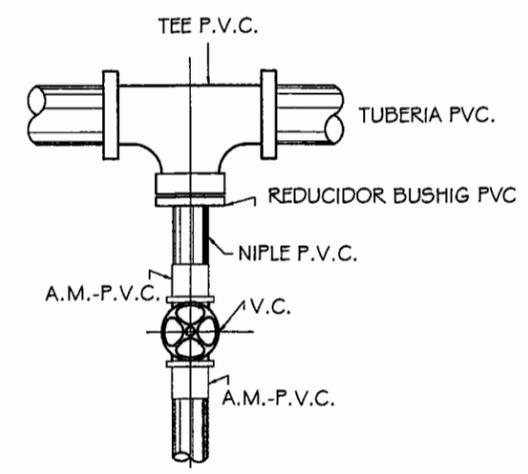
REFERENCIAS	
P.V.C.	CLORURO DE POLIVINILO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
V.C.	VALVULA DE COMPUERTA
V.A.	VALVULA DE AIRE
A.M.	ADAPTADOR MACHO
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA

NOTA:
TODAS LAS VALVULAS DE LIMPIEZA SERAN VALVULAS DE COMPUERTA, LAS CUALES SE PROTEGEN CON CAJAS DE CONCRETO.

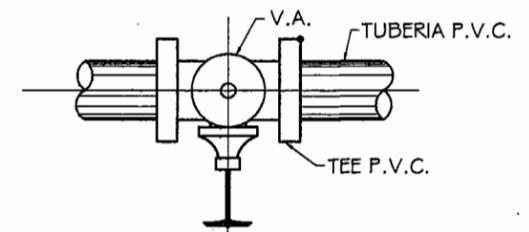
DIÁMETROS DE VÁLVULAS	
VALVULA DE AIRE	CANTIDAD
4"	7
VALVULA DE LIMPIEZA	CANTIDAD
4"	12



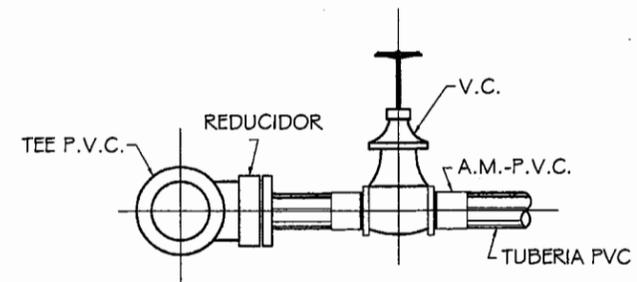
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
SIN ESCALA



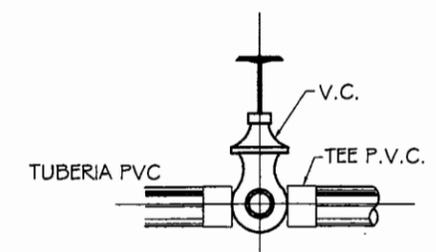
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
(12 UNIDADES) SIN ESCALA



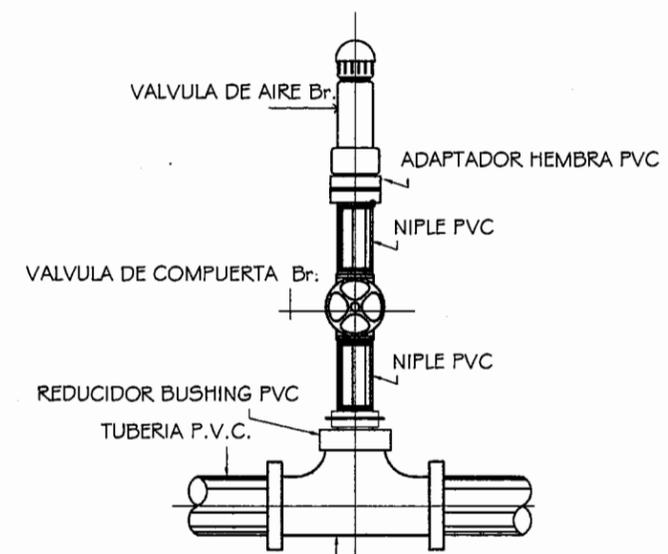
PLANTA VALVULA DE AIRE
(7 UNIDADES) SIN ESCALA



ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
SIN ESCALA



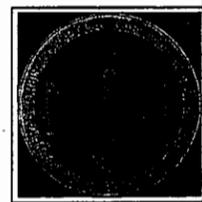
ELEVACION VALVULA DE LIMPIEZA
(12 UNIDADES) SIN ESCALA



ELEVACION VALVULA DE AIRE
(7 UNIDADES) SIN ESCALA

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASOCIACION SUPERVISORA DE EPS
1997 2000 de Prácticas de Ingeniería y EPS
Escuela de Ingeniería

[Handwritten signature]



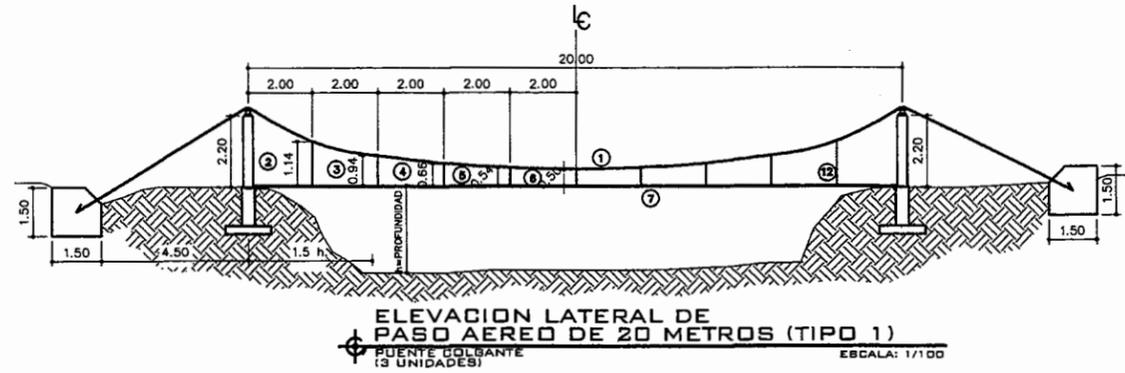
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULULCHE III O XEXAC.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

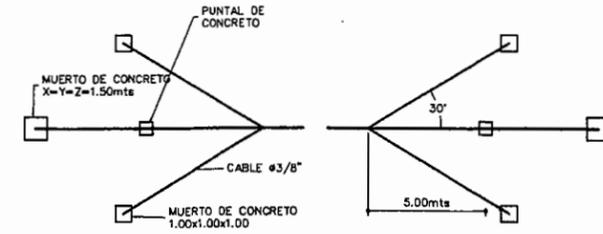
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ANEXO:
ÁNGEL ROBERTO SIO GARCÍA

CONTENIDO:
DETALLES ESPECIALES DE CAJAS Y ACCESORIOS

HOJA No. 39/42



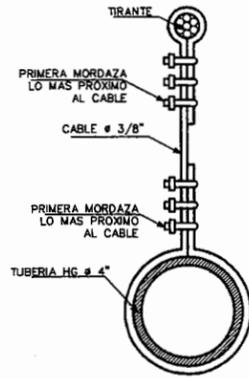
ELEVACION LATERAL DE PASO AEREO DE 20 METROS (TIPO 1)
PUENTE COLGANTE (3 UNIDADES)
ESCALA: 1/100



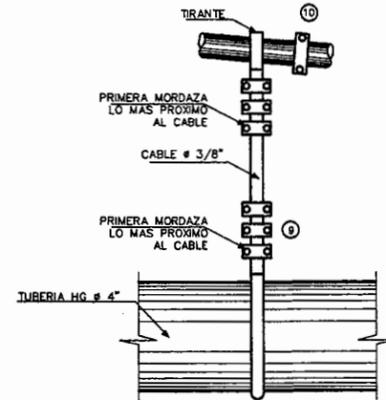
PLANTA, ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES
SIN ESCALA

NOTAS GENERALES

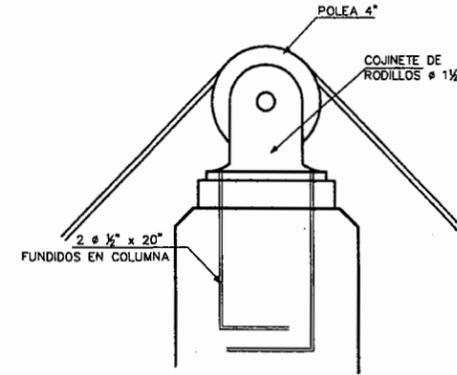
- A. MATERIALES**
- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A AL COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lbs/pulg²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS
 - ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Kai.
 - CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- B. VARIOS**
- EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
 - LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
 - EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM, RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BASA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
 - EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
 - A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA DE DIFERENTE COLOR.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
 - TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
 - SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



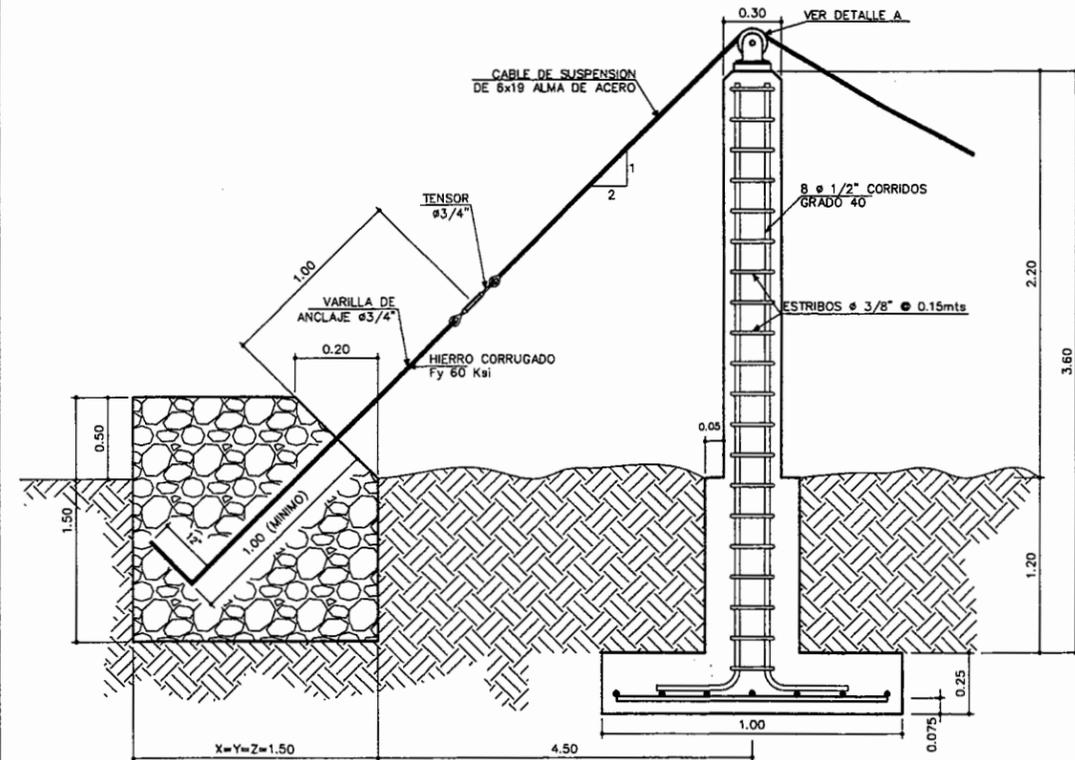
ELEVACION FRONTAL DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA



ELEVACION LATERAL DE SUSPENSION DE TUBO
SIN ESCALA



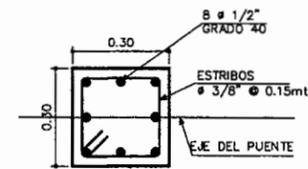
APOYO DEL CABLE SOBRE COLUMNA
DETALLE A
SIN ESCALA



ELEVACION DE COLUMNA + MUERTO
ESCALA: 1/7.5



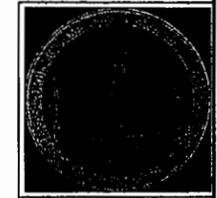
DETALLE DE TENSOR
SIN ESCALA



PLANTA DE COLUMNA
ESCALA: 1/10

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE	29
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	2.15
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.80
04	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.80
05	2	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.80
06	1	CABLE DE SUSPENSION # 3/8"	1.50
07	4	TUBOS DE HG # 4"	
08	2	GUARDACABO	
09	04	MORDAZA # 3/8"	
10	10	MORDAZA # TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	

Universidad de San Carlos de Guatemala
SUPERVISOR(A) DE EPS
Prácticas de Ingeniería y EPS



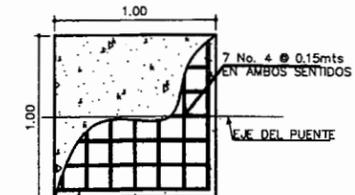
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULUCHE III O XEXAC.

PROPIEDAD:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

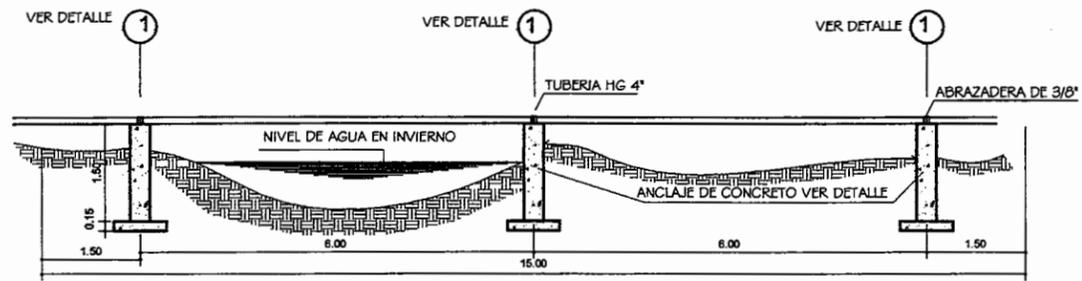
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
NOMBRE:
ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

CONTENIDO:
DETALLES ESPECIALES PASO AEREO DE 20mts (TIPO 1)

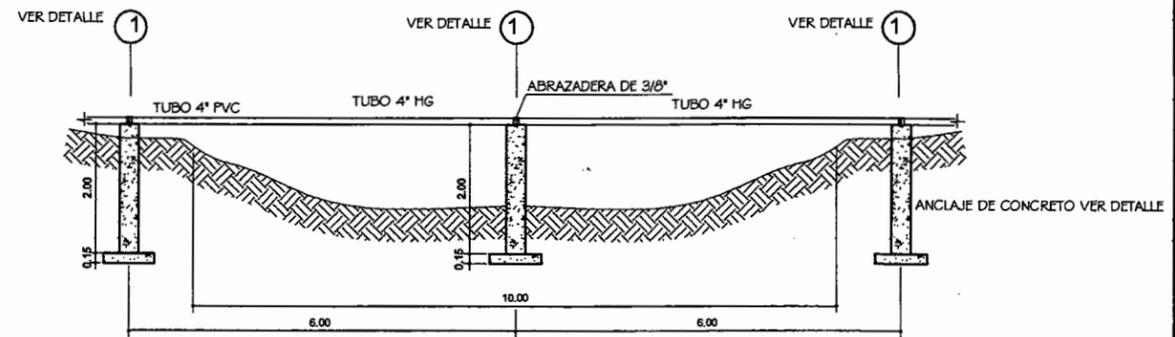
HOJA No. 40/42



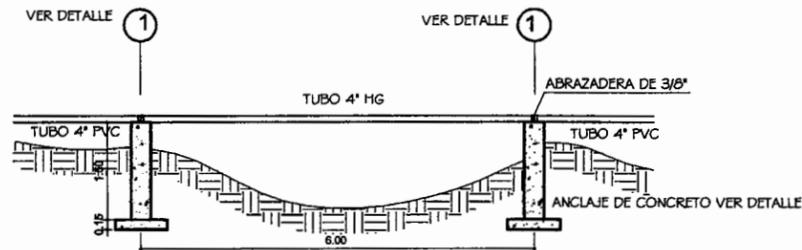
PLANTA DE ZAPATA
ESCALA: 1/5



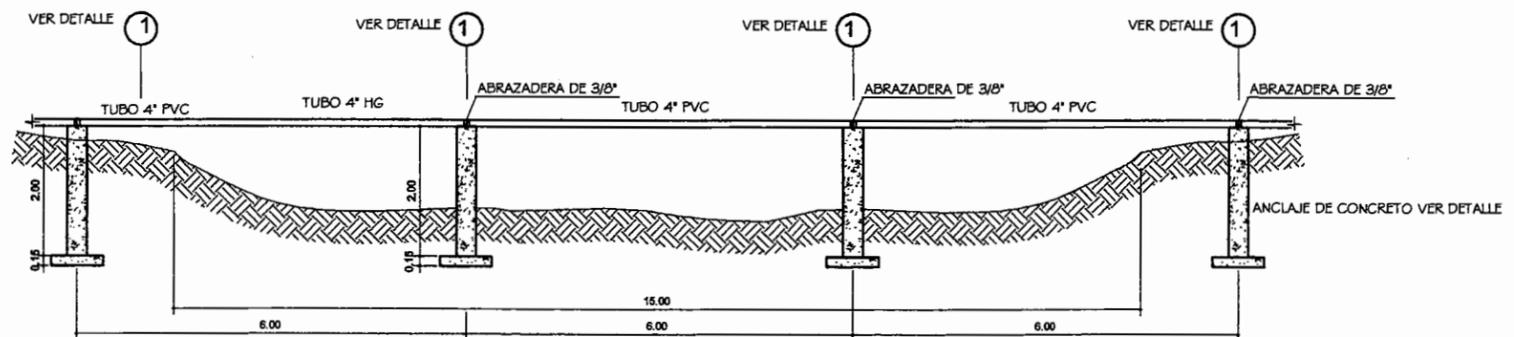
PASO DE QUEBRADA
 ANCHO=15.00 METROS
 (5 UNIDADES) ESCALA: 1/50



PASO DE ZANJON (TIPO 2)
 ANCHO=10.00 METROS
 (4 UNIDADES) ESCALA: 1/50

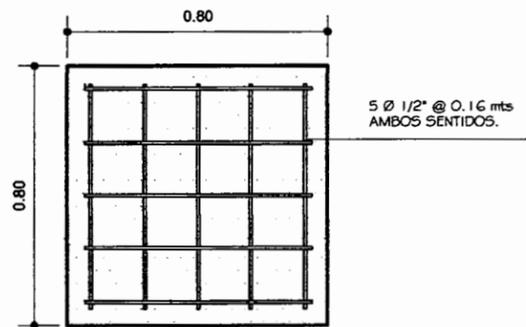


PASO DE ZANJON (TIPO 1)
 ANCHO=6.00 METROS
 (1 UNIDADES) ESCALA: 1/50

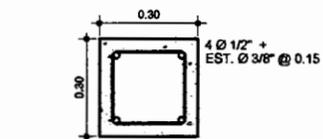


PASO DE ZANJON (TIPO 3)
 ANCHO=15.00 METROS
 (1 UNIDAD) ESCALA: 1/50

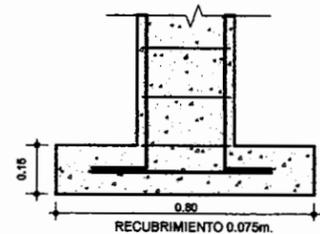
NOTA:
 Los anclajes tendrán una altura de 1.00 a 1.50m dependiendo las condiciones del terreno ésta altura incluye el desplante hasta la parte superior de la zapata.



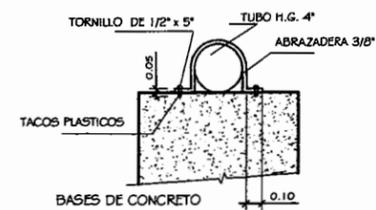
PLANTA
 ZAPATA DE SOPORTE ESCALA: 1/10



DETALLE
 COLUMNA DE SOPORTE ESCALA: 1/10



SECCION
 ZAPATA DE SOPORTE ESCALA: 1/10

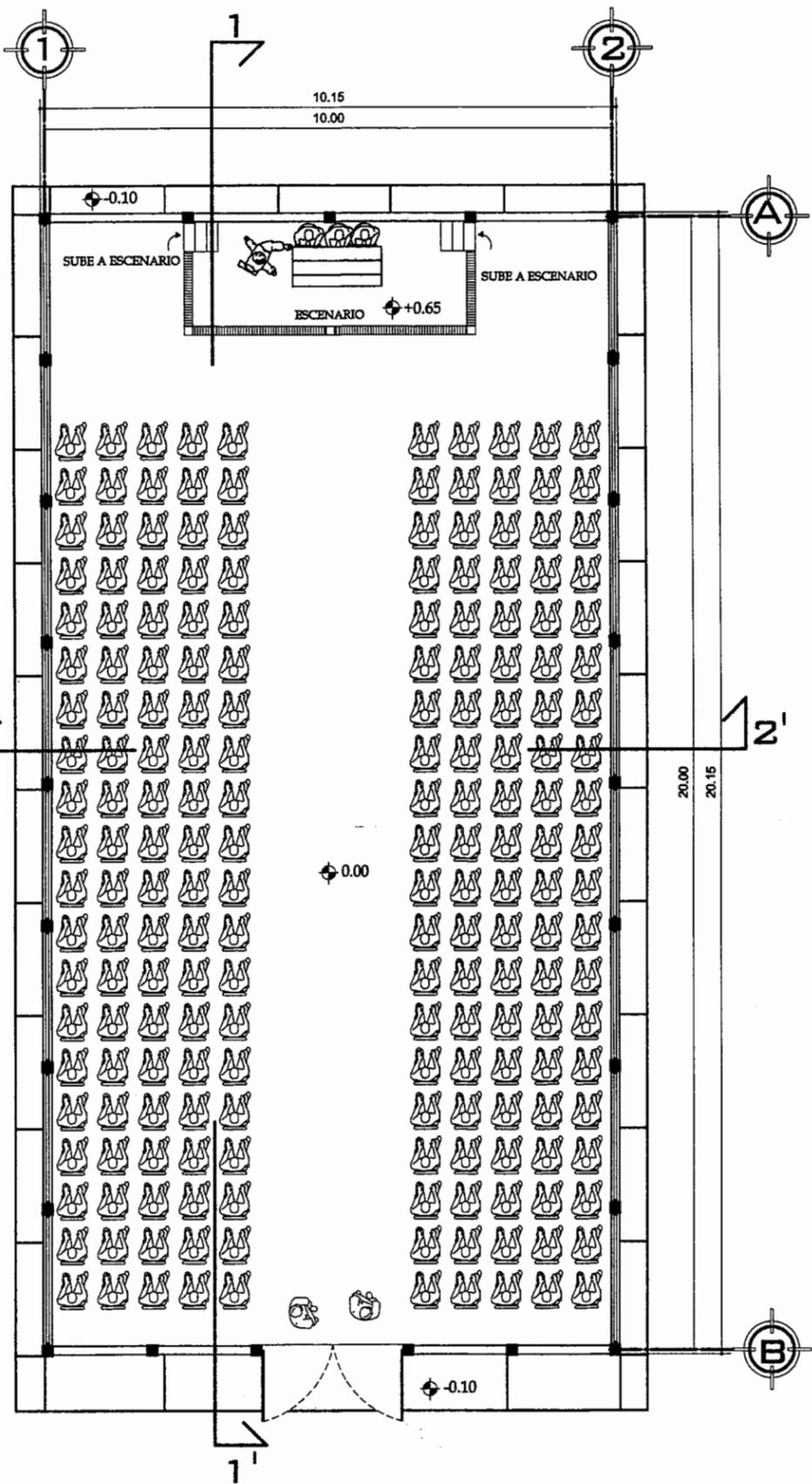


DETALLE NO. 1
 ESCALA: 1/20

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

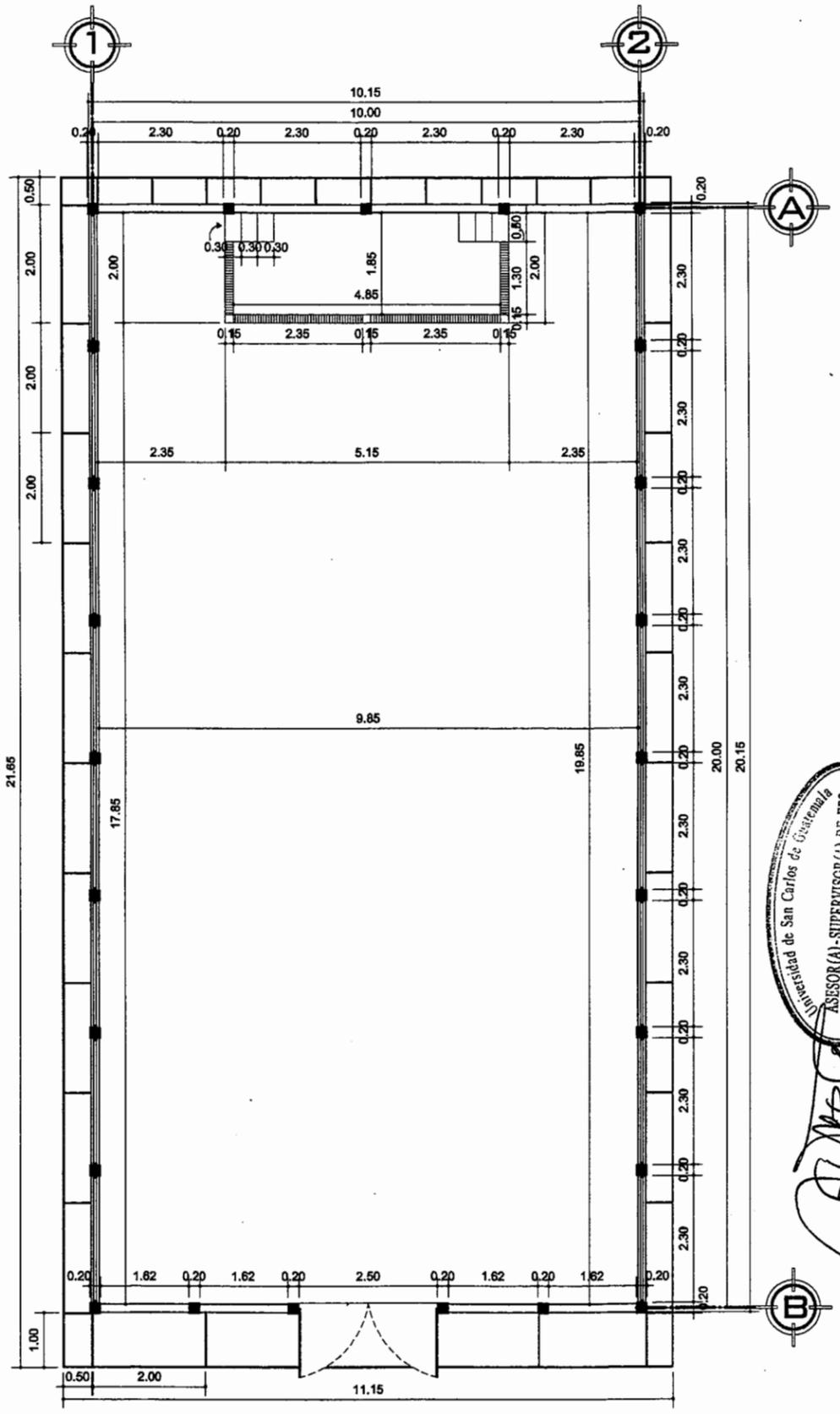
[Handwritten signature]

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON TULLULCHE III O XEXAC.
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE GUICHÉ
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO POR:	ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA
CONTENIDO:	DETALLES ESPECIALES PASOS DE ZANJON Y QUEBRADA.
ESCALA:	INDICADA
ELABORADO POR:	INGENIERO LÓPEZ LAMAR, INGENIERO GONZÁLEZ ORDOÑO
REVISADO POR:	INGENIERO LÓPEZ LAMAR, INGENIERO GONZÁLEZ ORDOÑO
APROBADO POR:	INGENIERO LÓPEZ LAMAR, INGENIERO GONZÁLEZ ORDOÑO
FECHA:	NOVIEMBRE 2011



PLANTA AMUEBLADA

ESCALA: 1/50



PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1/50

Municipalidad de San Carlos de Guastamala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II.

PROYECTANTE:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

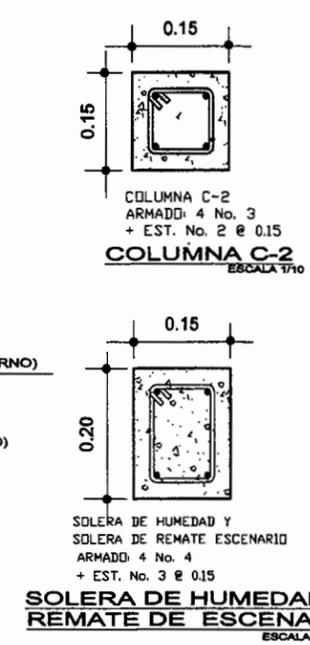
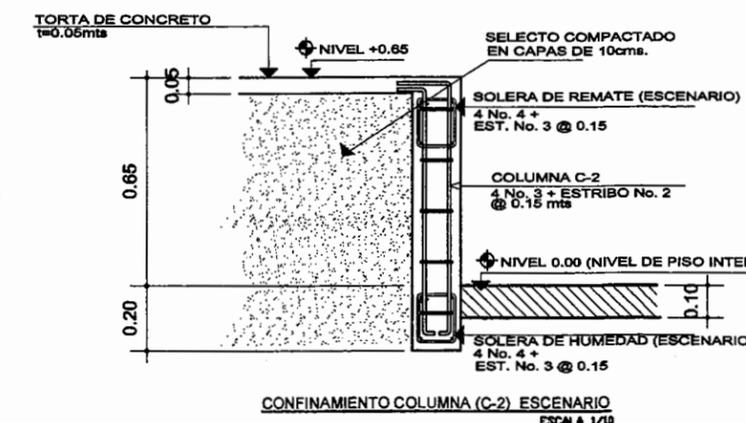
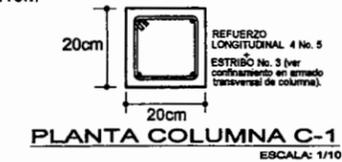
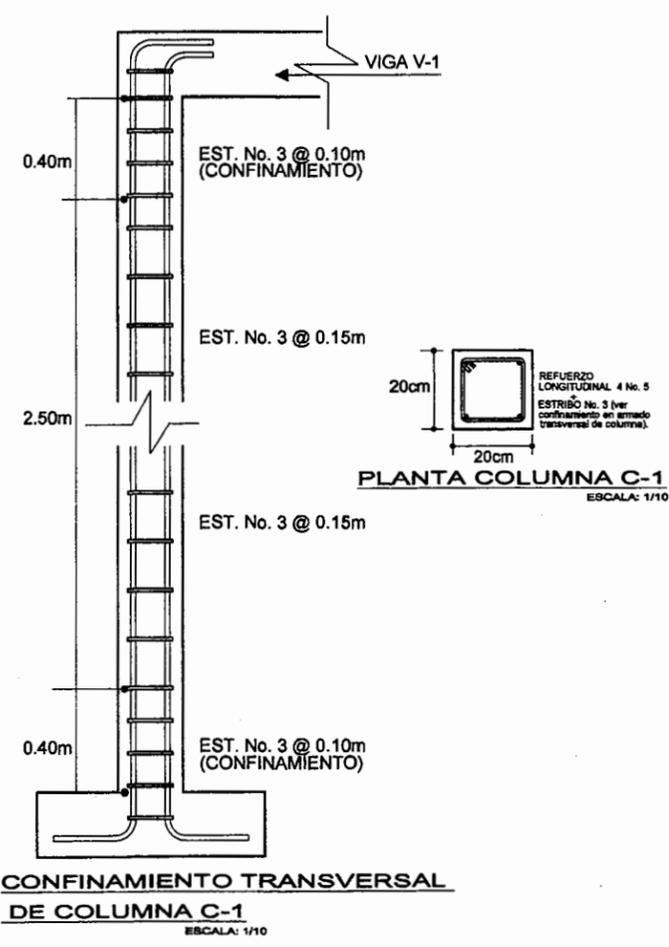
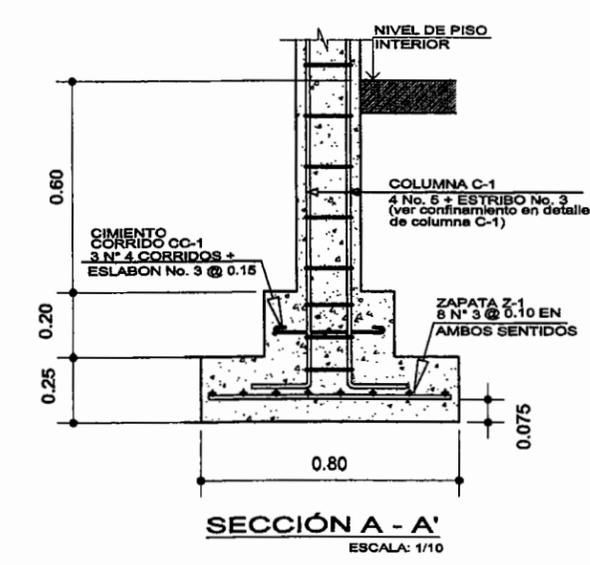
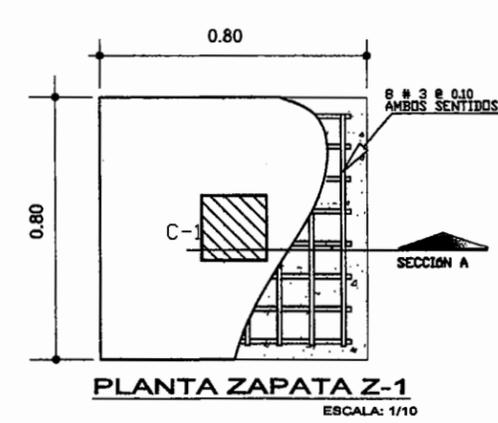
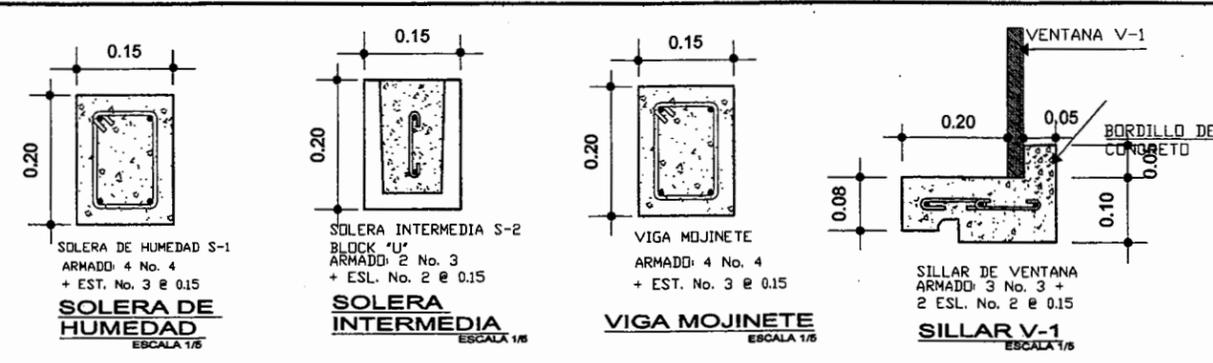
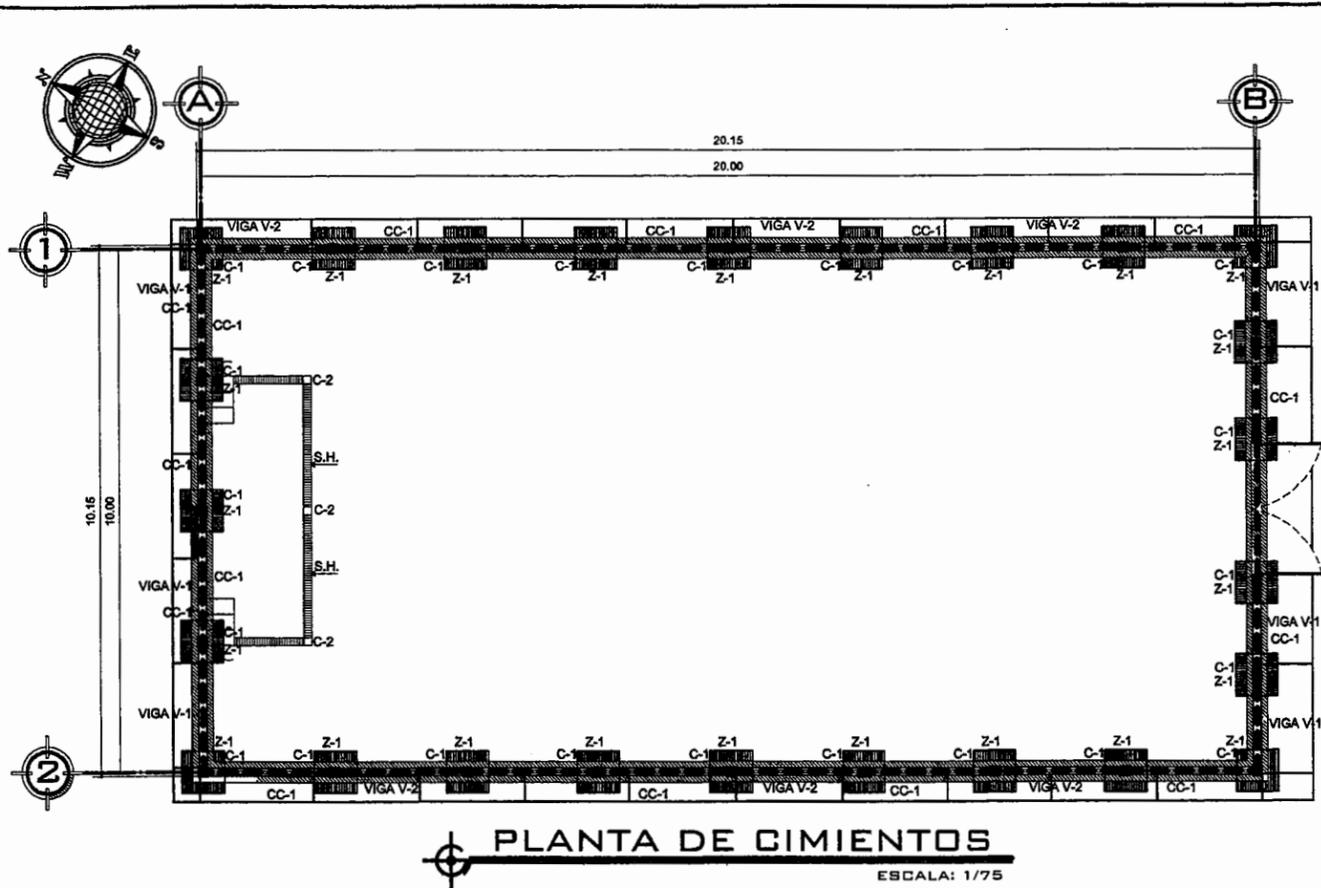
EFECTUO PROFESIONAL SUPERVISADO
ANEXO:
ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA Y PLANTA ACOTADA.

FECHA INDICADA:
DISEÑO: DONALDO LAPAT LARREA, CONSULTORA DE INGENIERIA CIVIL, S.A.S.
CALCULO: DONALDO LAPAT LARREA, CONSULTORA DE INGENIERIA CIVIL, S.A.S.
DISEÑO: DONALDO LAPAT LARREA, CONSULTORA DE INGENIERIA CIVIL, S.A.S.
CALCULO: DONALDO LAPAT LARREA, CONSULTORA DE INGENIERIA CIVIL, S.A.S.

HOJA No. **1/7**

NOVIEMBRE 2010



SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Z-1	ZAPATA TIPO Z-1
C-1	COLUMNA TIPO C-1
CC-1	CIMIENTO CORRIDO TIPO CC-1
C-2	COLUMNA TIPO C-2
S.H.	INDICA SOLERA DE HUMEDAD EN ESCENARIO.
VIGA V-1, V-2	INDICA VIGA V-1, V-2 EN PLANTA. VER PLANO 3/7 BARRAS ARMADO.

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTON TZALAMABAJ II.

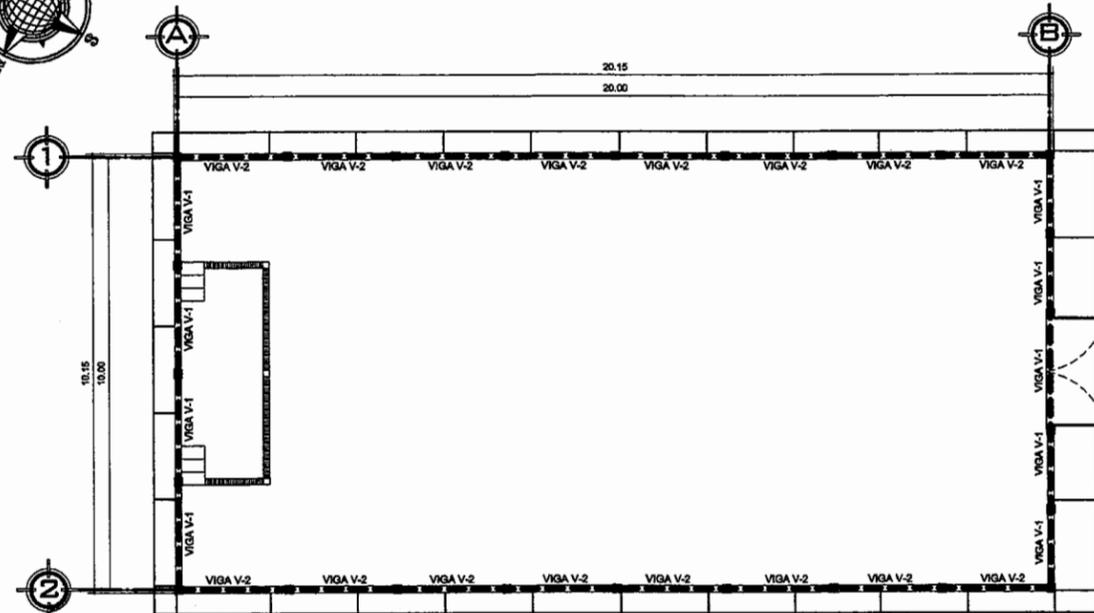
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CINCHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EFECTUO PROFESIONAL SUPERVISADO:
ING. ANGEL ROBERTO SIO GARCÍA

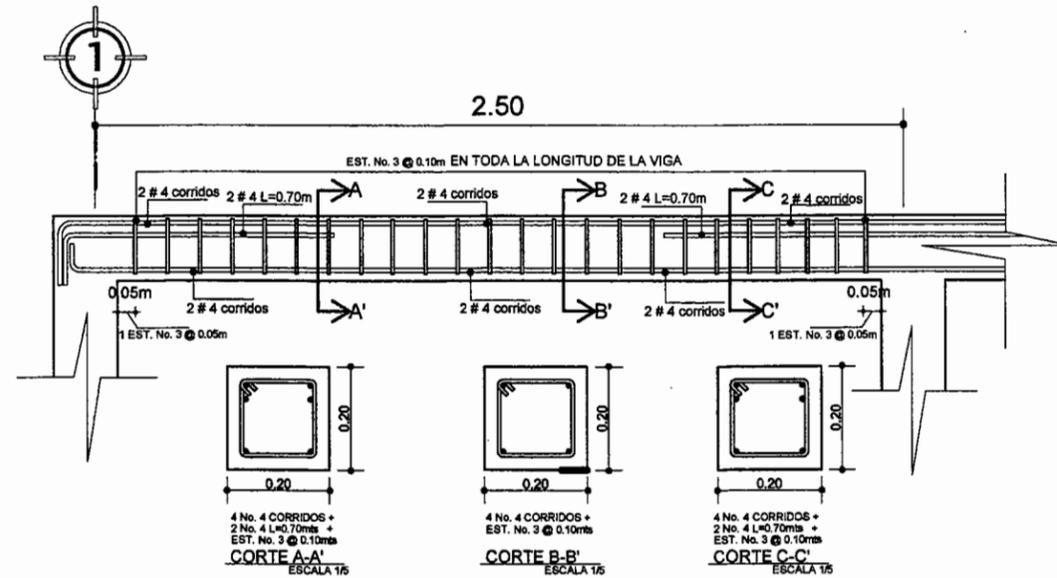
CONTENIDO:
PLANTA DE CIMIENTACIONES + DETALLES ESTRUCTURALES

FECHA: 2010
NOVIEMBRE 2010

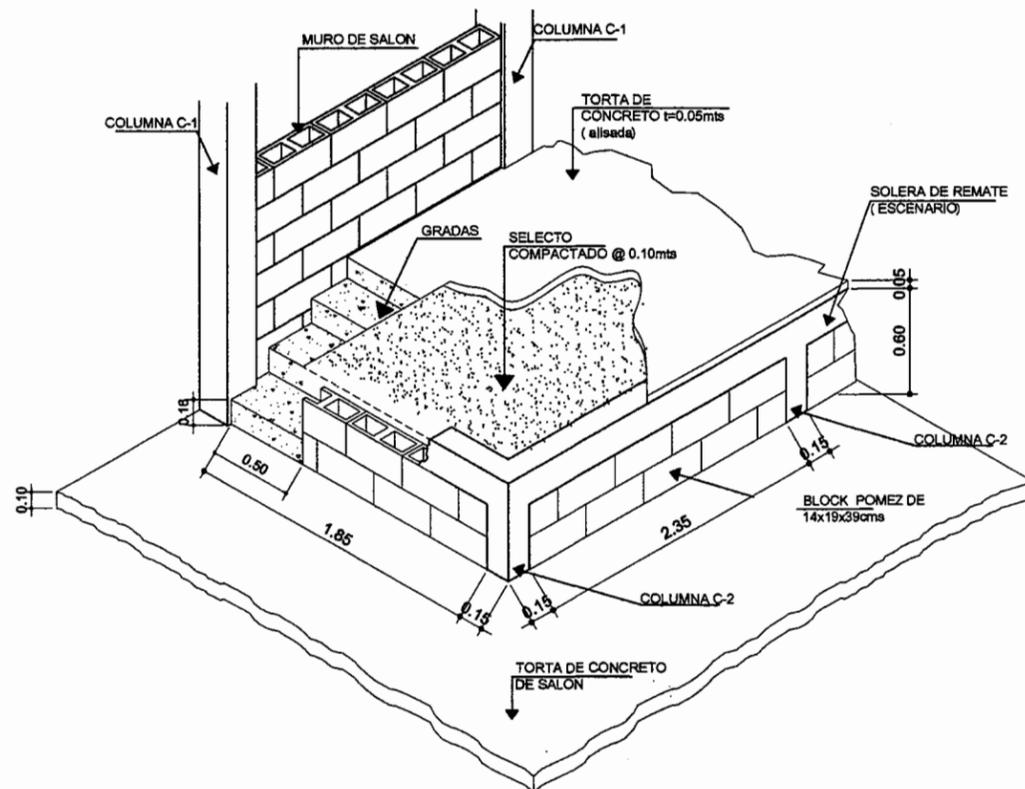
HOJA No. 2/7



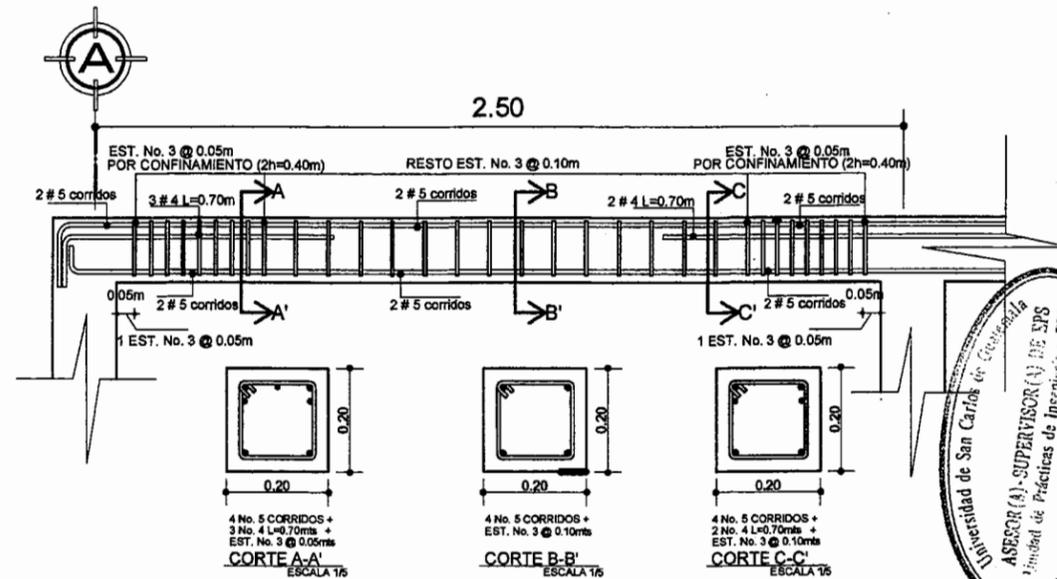
PLANTA DE VIGAS
ESCALA: 1/75



ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL VIGA 1 MARCO A
ESCALA: 1/10



DETALLE DE ESCENARIO
ESCALA 1/20



ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL VIGA 2 MARCO 1
ESCALA: 1/10

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASesor (A) SUPERVISOR (A) DE SPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTON TZALAMABAJ II.

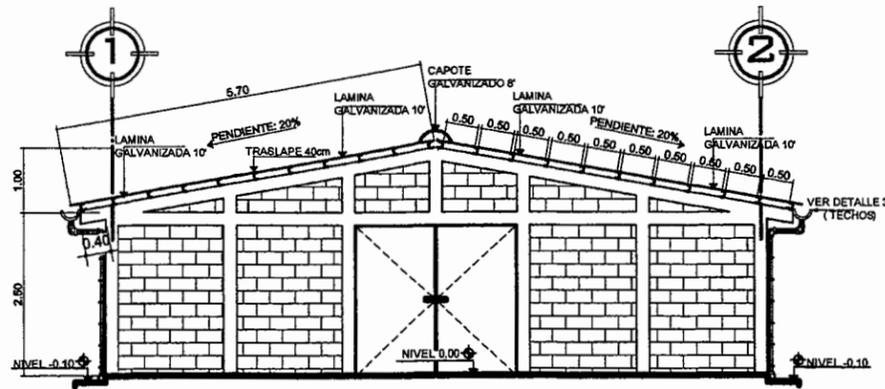
PROPONENTE: MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ASesor: ANGEL ROBERTO SIO GARCÍA

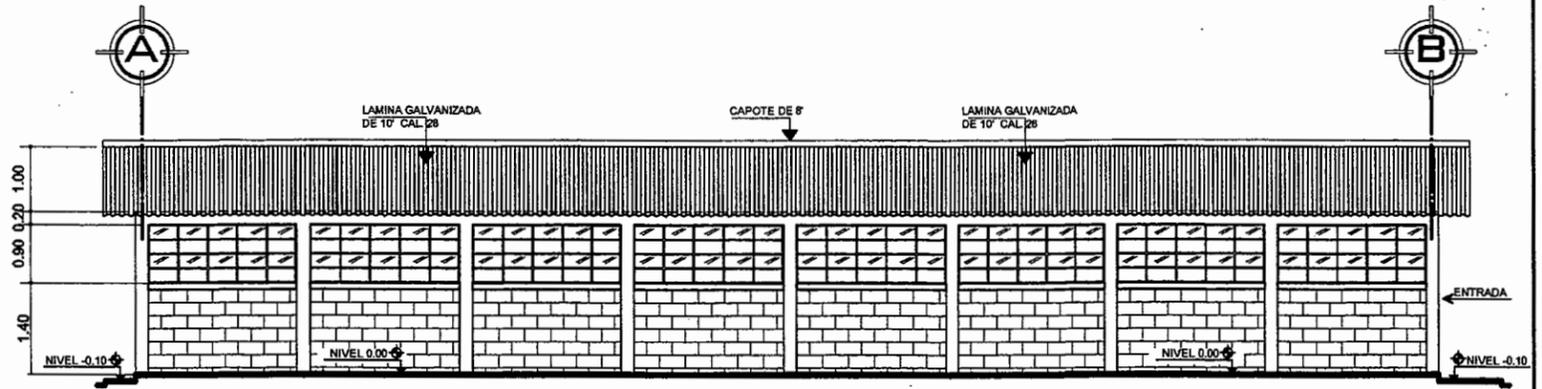
CONTENIDO:
 PLANTA DE VIGAS +
 DETALLES DE VIGAS +
 DETALLE DE ESCENARIO.

ESCALA: INDICADA
 DISEÑO: JORGE LUIS JIMÉNEZ LARREA
 EMPRESA: INGENIERÍA CIVIL S.A.S.
 CHICLAO
 JORGE LUIS JIMÉNEZ LARREA
 EMPRESA: INGENIERÍA CIVIL S.A.S.

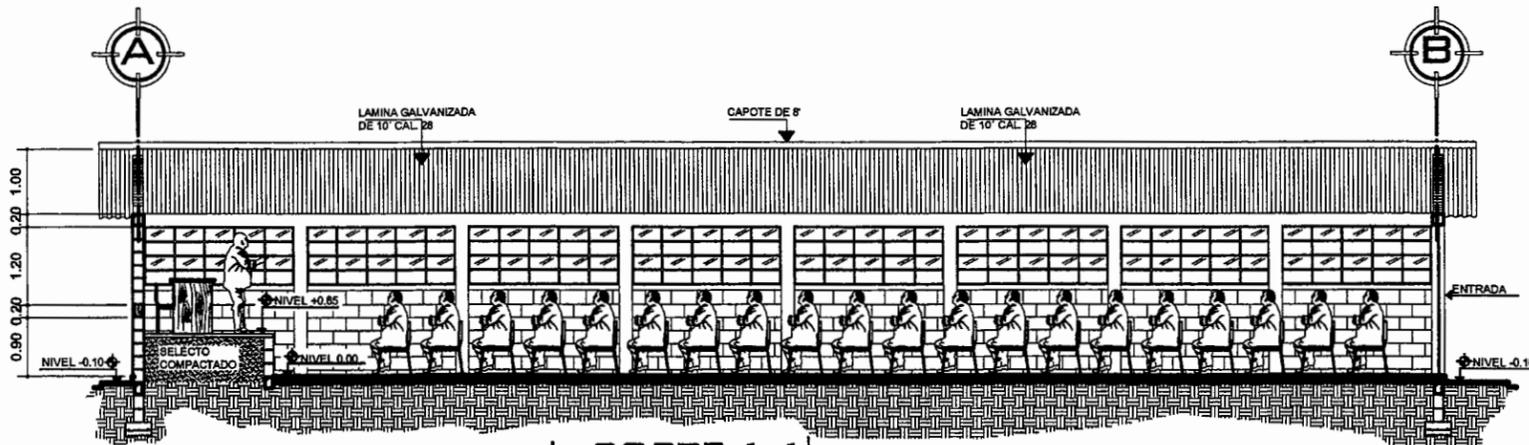
HOJA No. **3/7**



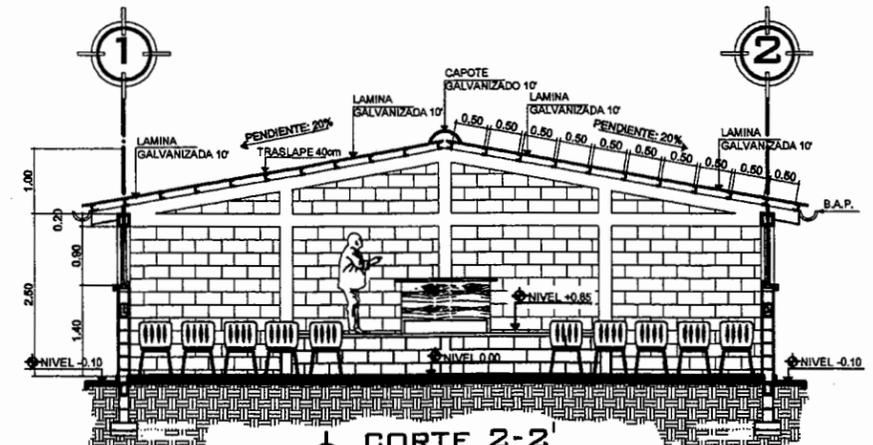
ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/50



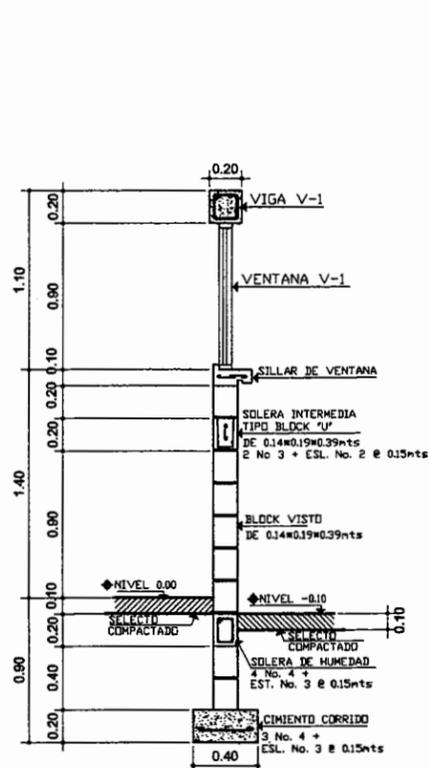
ELEVACION LATERAL
ESCALA: 1/75



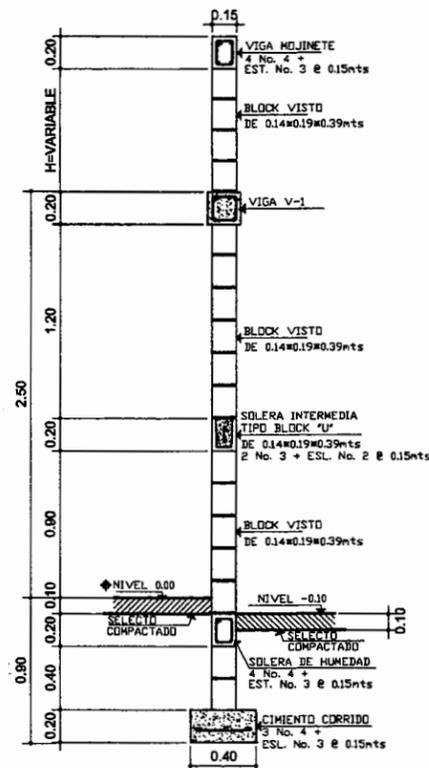
CORTE 1-1
ESCALA: 1/75



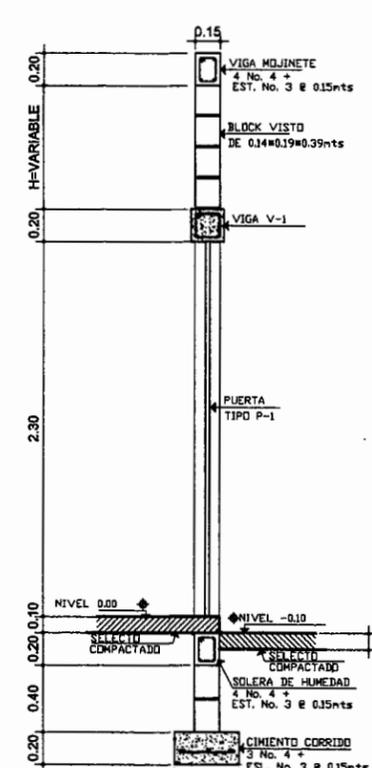
CORTE 2-2
ESCALA: 1/75



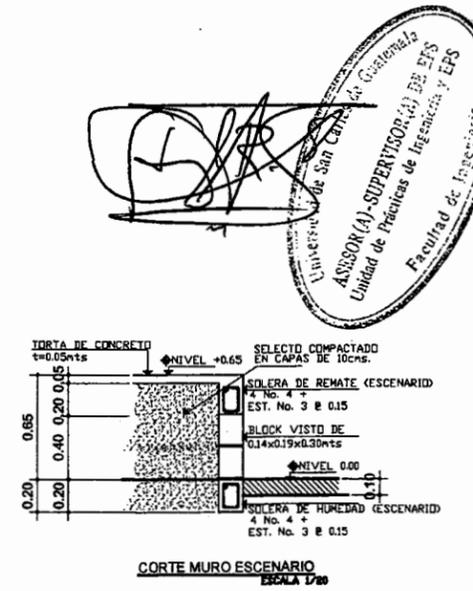
CORTE VENTANA V-1
ESCALA 1/20



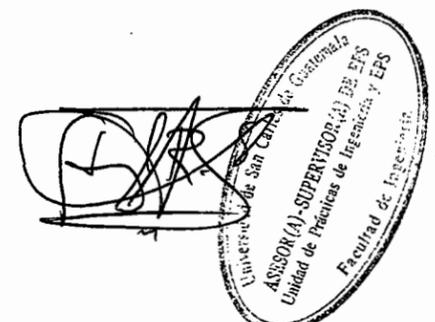
CORTE MURO TÍPICO
ESCALA 1/20



CORTE PUERTA TIPO P-1
ESCALA 1/20



CORTE MURO ESCENARIO
ESCALA 1/20



PROYECTO:
DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTÓN TZALAMABAJ II.

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

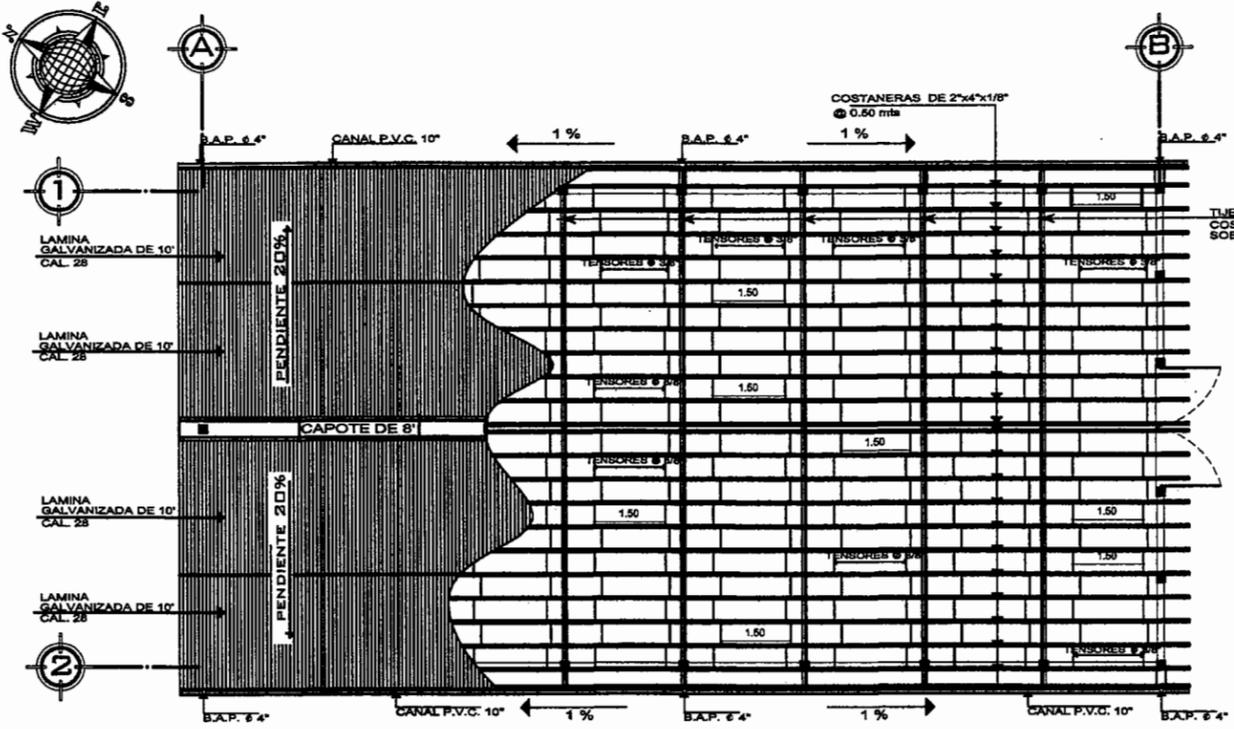
ABRADO:
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ÁNGEL ROBERTO SUC GARCÍA

CONTENIDO:
ELEVACIONES Y CORTES
+
DETALLES DE MUROS

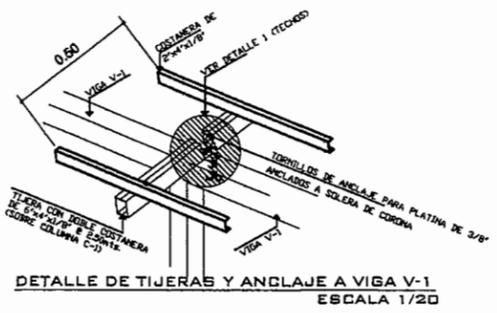
ESCALA: INDICADA

FECHA: 05 DE NOVIEMBRE DE 2010

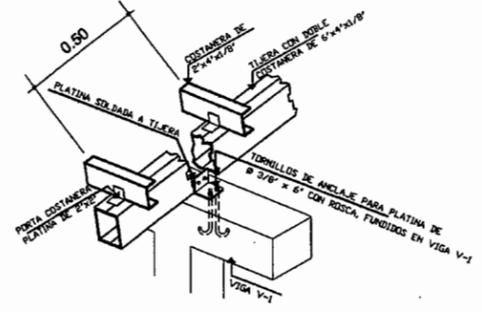
HOJA NO. 4/7



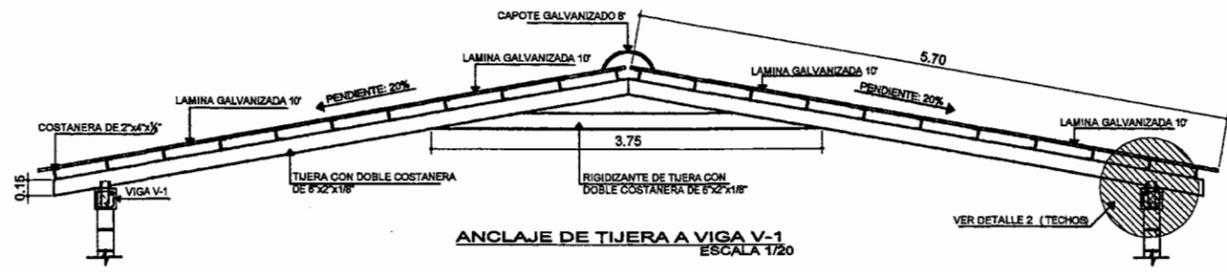
PLANTA DE TECHOS
ESCALA: 1/75



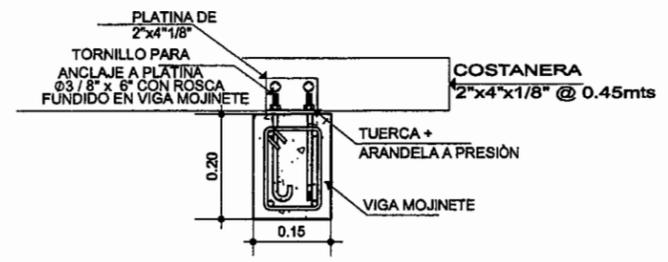
DETALLE DE TIJERAS Y ANCLAJE A VIGA V-1
ESCALA 1/20



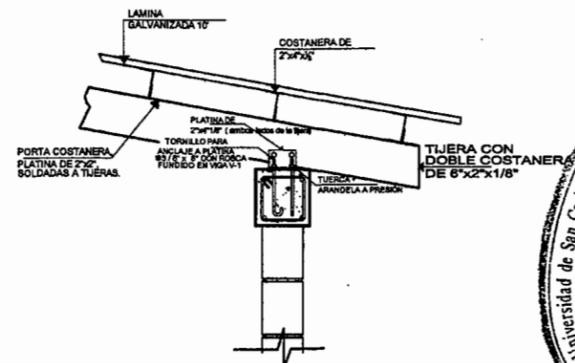
DETALLE 1 (TECHOS)
ANCLAJE DE TIJERA A VIGA V-1 ESCALA 1/10



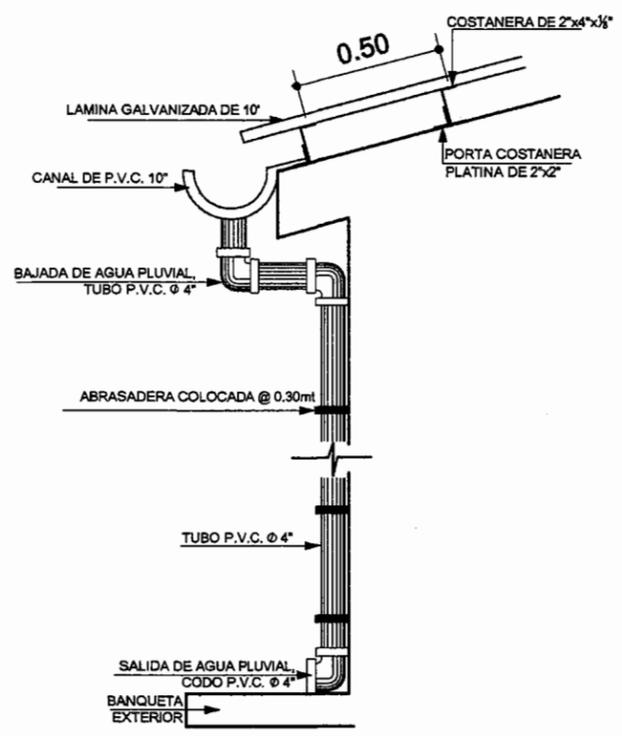
ANCLAJE DE TIJERA A VIGA V-1
ESCALA 1/20



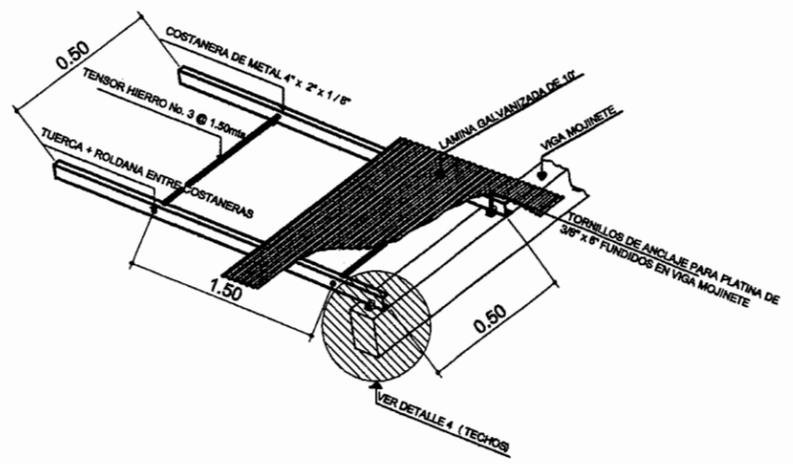
CORTE DE ANCLAJE DE PLATINA A VIGA MOJINETE
ESCALA 1/5



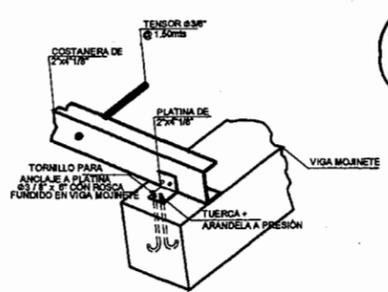
DETALLE 2 (TECHOS)
ANCLAJE DE TIJERA A VIGA V-1 ESCALA 1/20



DETALLE 3 (TECHOS)
BAJADA DE AGUA PLUVIAL ESCALA 1/10



ANCLAJE DE PLATINAS Y TENSORES
ESCALA 1/20



DETALLE 4 (TECHOS)
ANCLAJE DE COSTANERA A VIGA MOJINETE ESCALA 1/10

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTON TZALAMABAJ II.

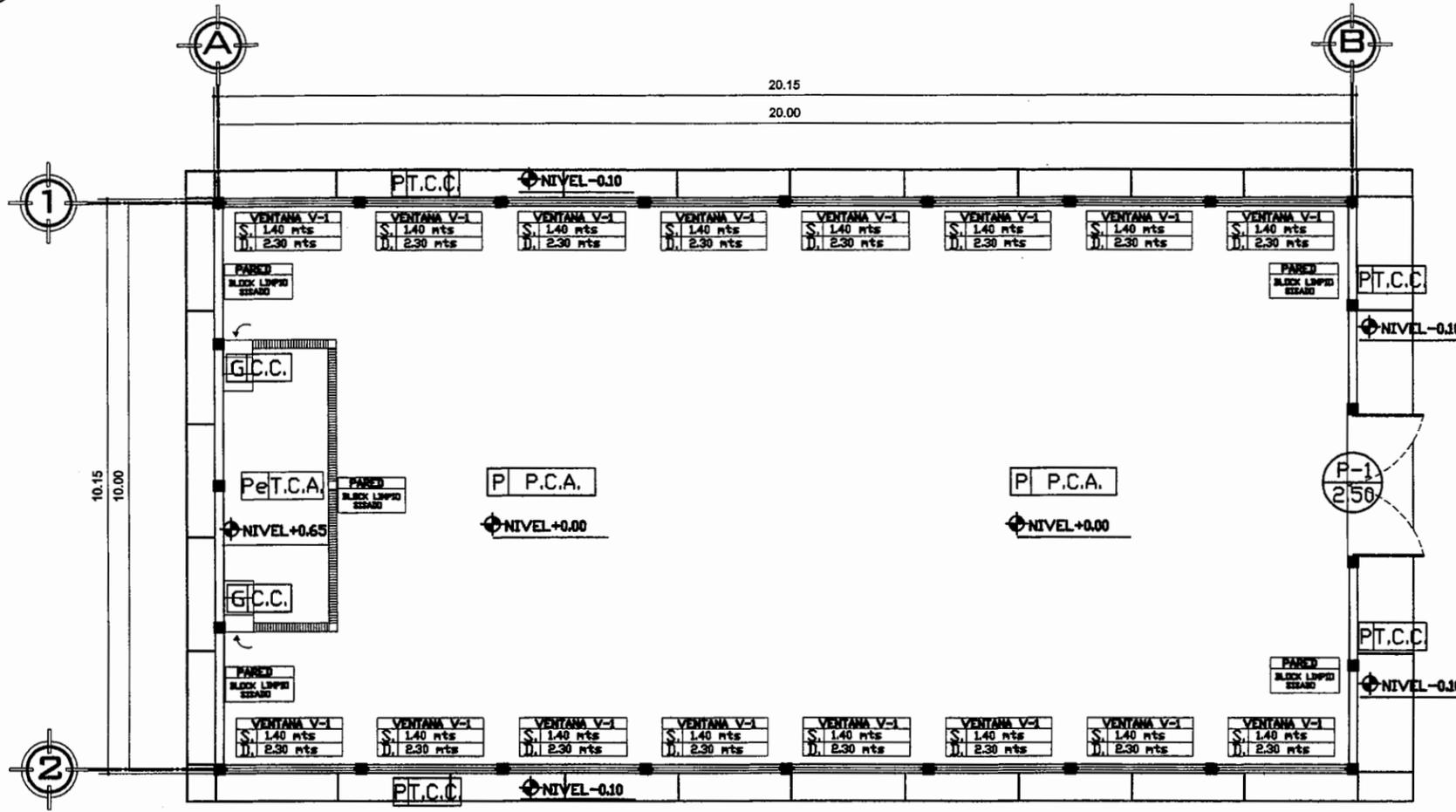
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO POR:
ING. ROBERTO SIO GARCÍA

CONTENIDO:
PLANTA DE TECHOS + DETALLES ESTRUCTURALES

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
NOVIEMBRE 2010

HOJA No. 5/7



PLANTA DE ACABADOS
ESCALA: 1/50

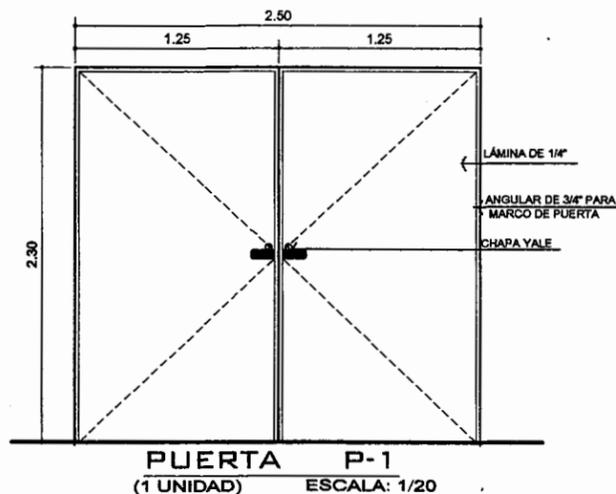
SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
P P.C.A.	ACABADO EN PISO INTERIOR, PISO DE CONCRETO ALISADO.
◊ NIVEL	NIVEL DE PISO: INTERNO Y EXTERNO.
PARED BLOCK LIMPIO SISADO	ACABADO EN PAREDES INTERNAS Y EXTERNAS.
PeT.C.A.	ACABADO EN PISO DE ESCENARIO, TORTA DE CONCRETO ALISADA.
G.C.C.	ACABADO EN GRADAS, CONCRETO CERNIDO.
P.T.C.C.	ACABADO EN PISO EXTERIOR, TORTA DE CONCRETO CERNIDA.
VENTANA V-1	TIPO DE VENTANA, SILLAR DE VENTANA, DINTEL DE VENTANA.
P-1 2.50	PUERTA TIPO ANCHO DE PUERTA

VENTANAS	
ACABADOS DE VENTANAS	
- Las ventanas serán de marco de angular de 3/4" + vidrio transparente, con las siguientes dimensiones: ANCHO ALTO	
- Ventana V-1	2.30 x 0.90 mts
	16 UNIDADES

PUERTAS	
ACABADOS DE PUERTAS	
- La puerta será de lámina de 1/4" + marco de angular de 3/4" con chapa yale y tendrá 2 hojas de abatimiento. ANCHO ALTO	
- Puerta P-1	1.50 x 2.30 mts
	1 UNIDAD

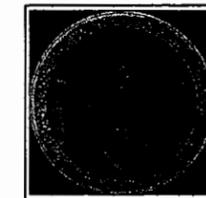
ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES:

1. TODO EL PISO SERÁ DE CONCRETO ALISADO CON JUNTAS @ 2mts, PULIDO Y LUSTRADO.
2. EL PISO DEBERÁ SER COLOCADO SOBRE UNA BASE DE MATERIAL SELECTO BIEN COMPACTADA.
3. EL TECHO SERÁ DE LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 28 CON LONGITUDES INDICADAS EN PLANTA DE TECHOS.
4. TODAS LAS BANQUETAS EXTERIORES SERÁN DE TORTA DE CONCRETO CON t=0.10mts, ACABADO CERNIDO.
5. EL ESCENARIO DEBERÁ TENER UNA TORTA DE CONCRETO DE t= 0.05mts Y DEBERÁ COLOCARSE - SOBRE SELECTO EN CAPAS DE 10cms.
6. LOS MUROS INTERNOS Y EXTERNOS DEBERÁN SER DE BLOCK LIMPIO Y SISADO, INCLUIDOS LOS MUROS DEL ESCENARIO.



VENTANA V-1
(16 UNIDADES) ESCALA: 1/20

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EP.
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y Ep.
 Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
DISEÑO DEL SALÓN SOCIAL PARA EL CANTON TZALAMABAJI II.

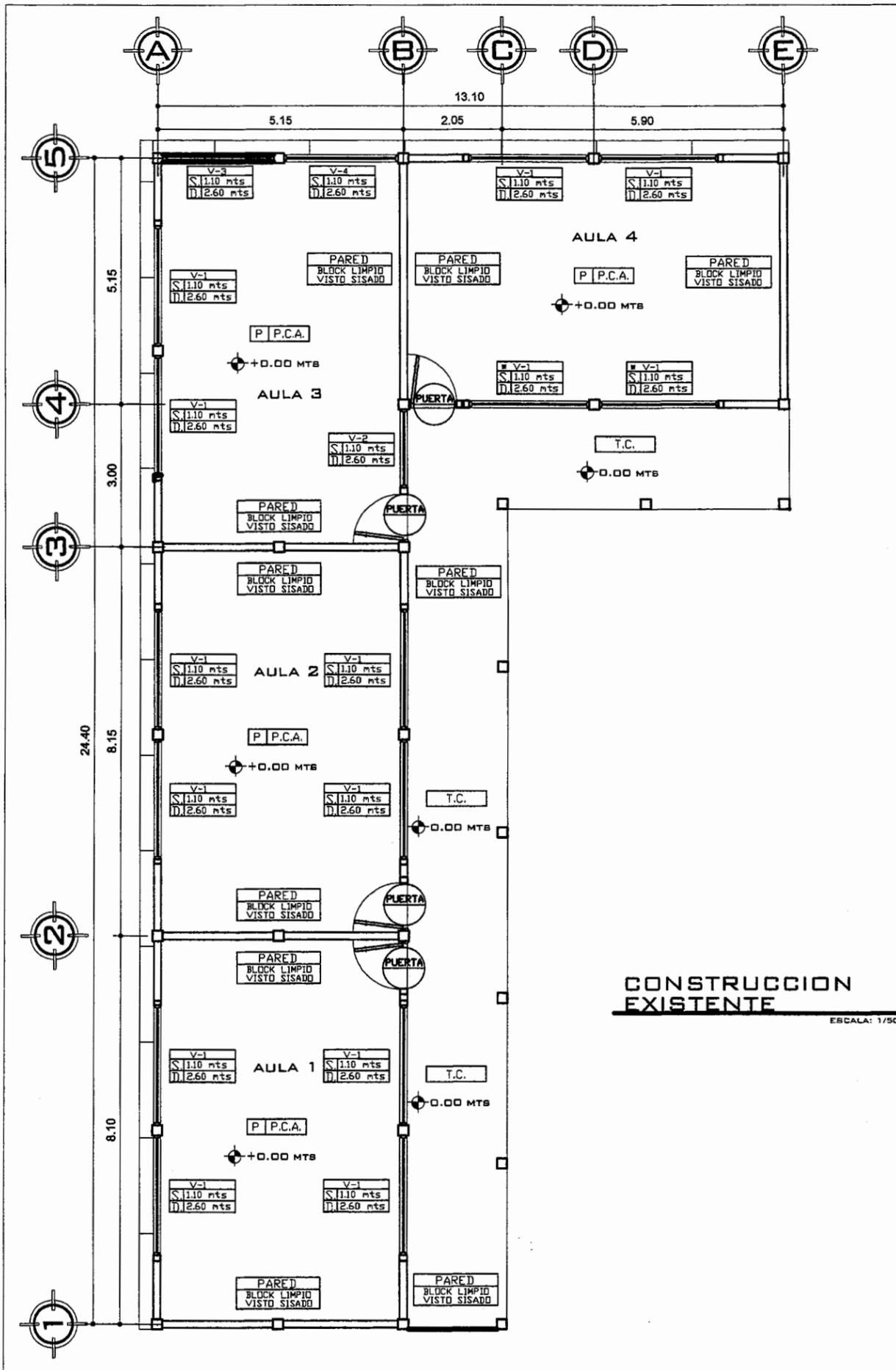
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE QUIRICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
NOMBRE:
ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

CONTENIDO:
PLANTA DE ACABADOS
DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS.

FECHA:
NOVIEMBRE 2010

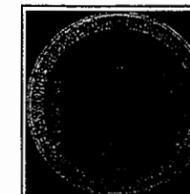
HOJA No. **6/7**



CONSTRUCCION EXISTENTE
ESCALA: 1/50

OBSERVACIONES

- Las puertas y ventanas del primer nivel de la construcción existente se conservarán, por lo que la cuantificación de estos solo se realizó en el segundo nivel.
- Las ventanas que se indican con el símbolo * V-1 son ventanas que serán anuladas de la construcción existente y reemplazadas por muro de block pomez.
- El cimientto corrido, solera de humedad, solera sillar y muros del primer nivel de la construcción existente se conservarán.
- En el caso de las zapatas y columnas, deberán demolerse y construirse nuevamente según indicaciones en planos.
- Las columnas del corredor de la construcción existente deberán demolerse para construir elementos que esten en alineacion con los ejes de la estructura.
- La nueva construcción se divide en dos modulos, Modulo I y Modulo II los cuales se separaran por medio de una junta de expansion de 5 cm de espesor.
- Para la construcción del modulo de gradas, deberá ampliarse la banqueta existente frente al aula 4.



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ,
DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

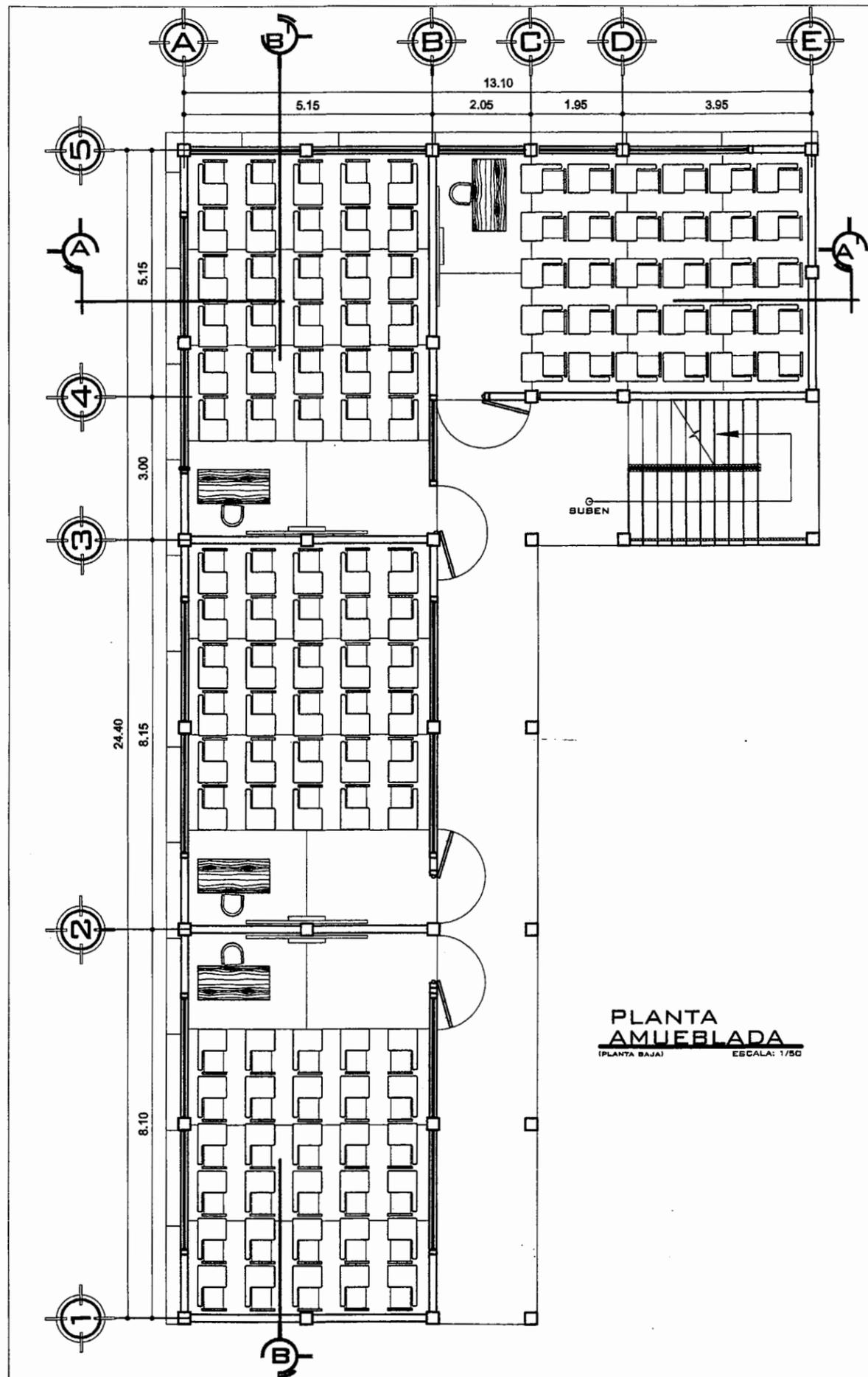
ESPECIALISTA PROFESIONAL SUPERVISADO:
INGENIERO
ANGEL ROBERTO BIC GARCIA

CONTENIDO:
CONSTRUCCION ACTUAL

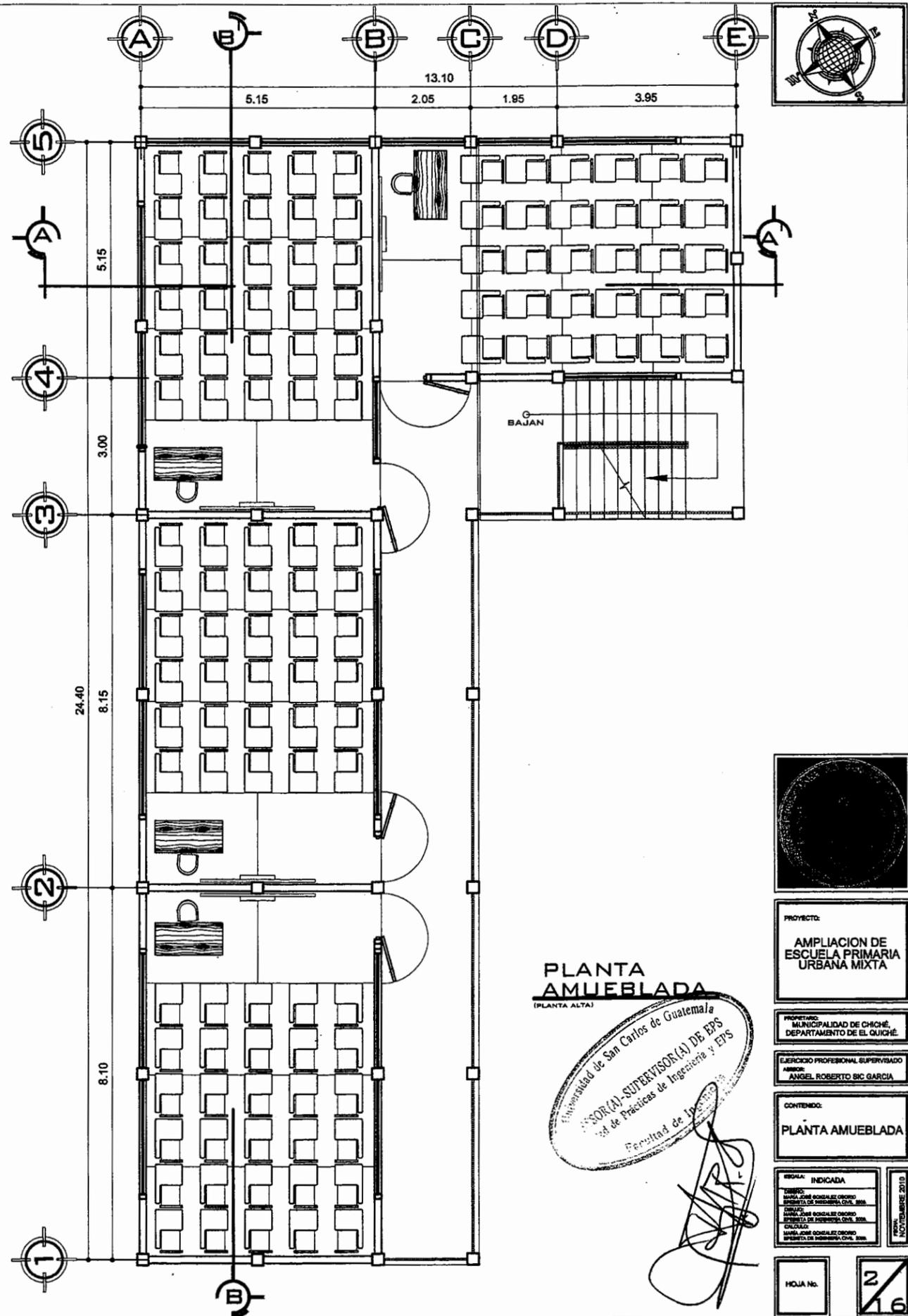
ESCALA: INDICADA
DISEÑADO POR: [Illegible]
CORRECCION: [Illegible]
CALCULO: [Illegible]
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2010

HOJA No. **1/16**

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DR. ETS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Escuela de Ingeniería



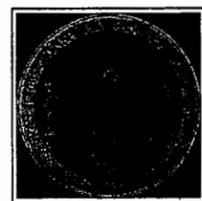
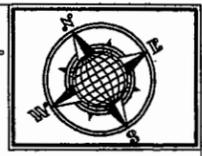
PLANTA AMUEBLADA
(PLANTA BAJA) ESCALA: 1/50



PLANTA AMUEBLADA
(PLANTA ALTA)

Universidad de San Carlos de Guatemala
 SUPERVISOR(A) DE EPS
 Facultad de Ingeniería y EPS

[Handwritten signature]



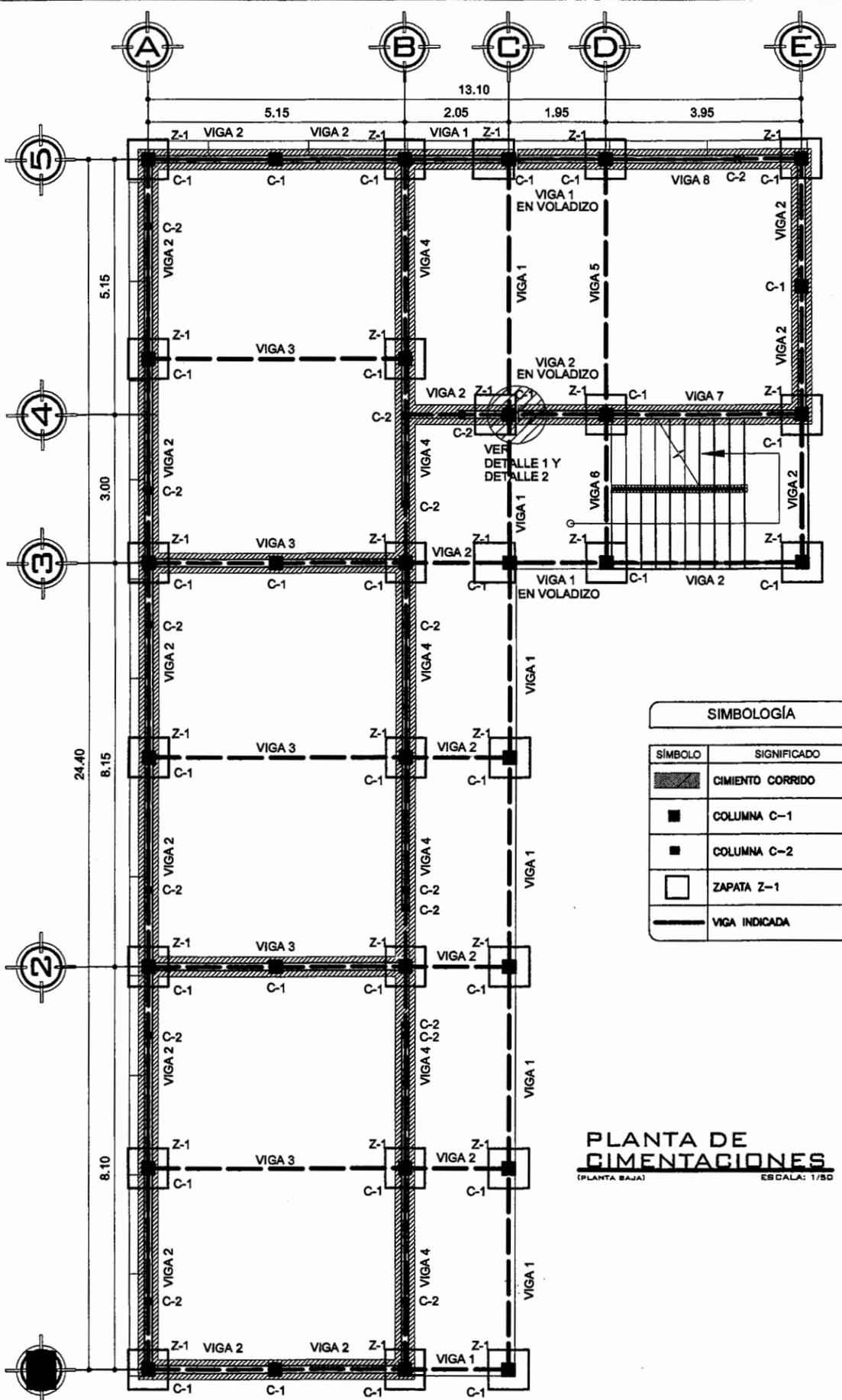
PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ,
 DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 NOMBRE:
ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

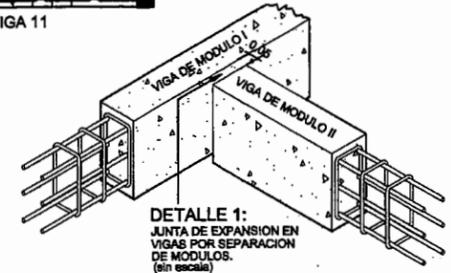
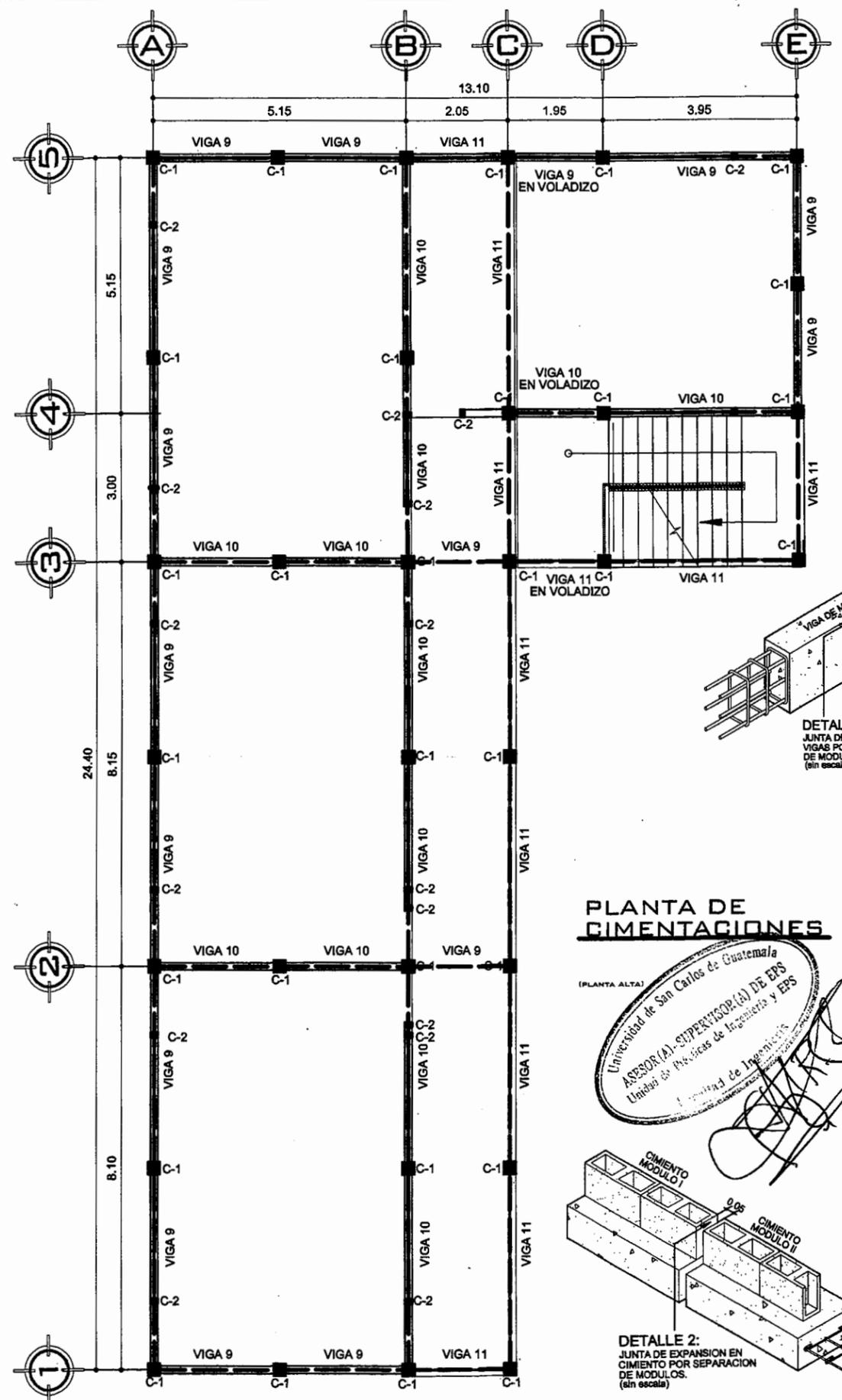
CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA

HOJA No. **2/16**



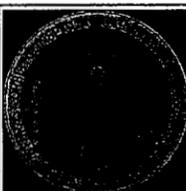
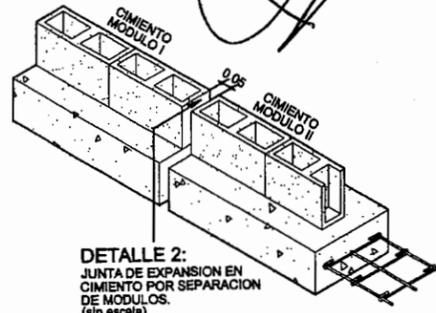
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CIMIENTO CORRIDO
	COLUMNA C-1
	COLUMNA C-2
	ZAPATA Z-1
	VIGA INDICADA

PLANTA DE CIMENTACIONES
(PLANTA BAJA) ESCALA: 1/50



PLANTA DE CIMENTACIONES

(PLANTA ALTA)
 Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Técnicas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

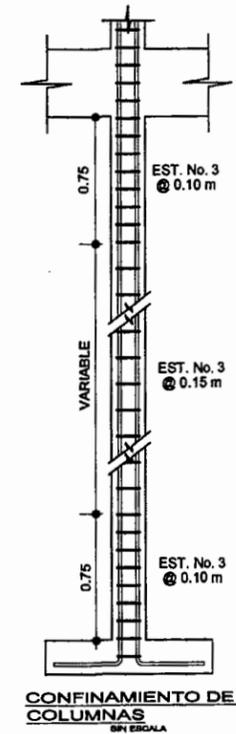
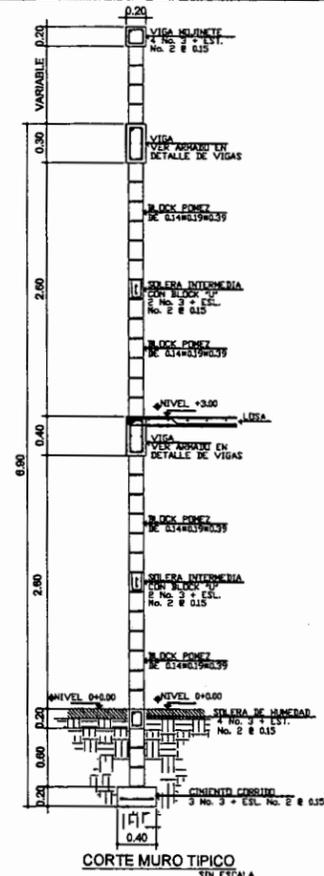
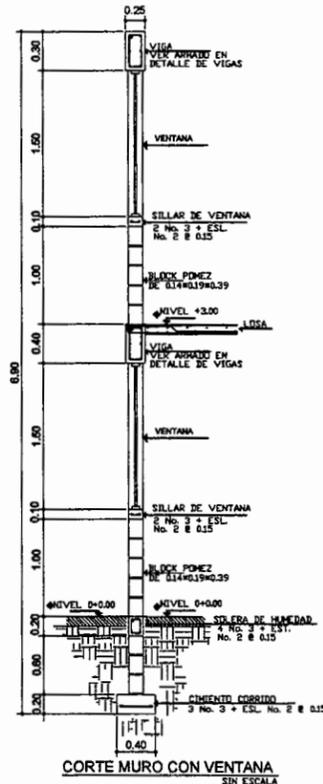
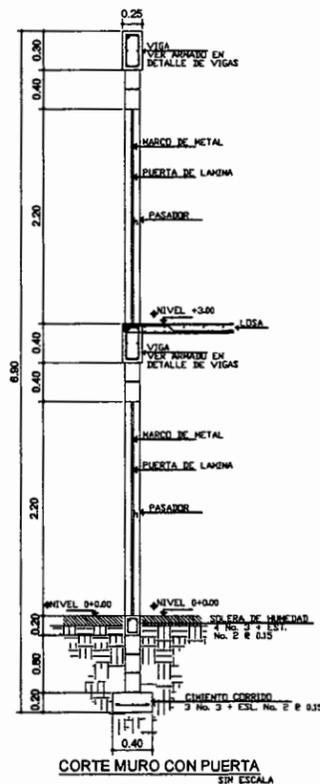
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ASESOR:
ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

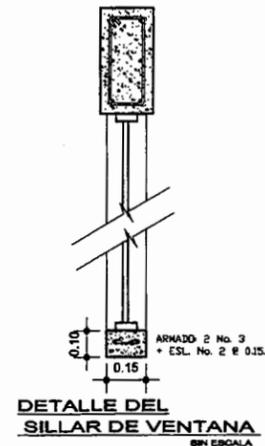
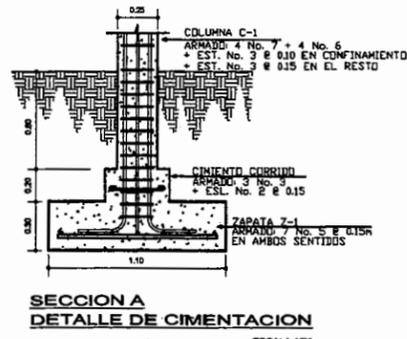
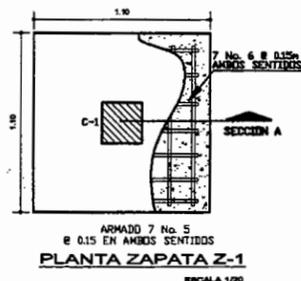
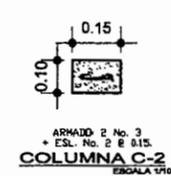
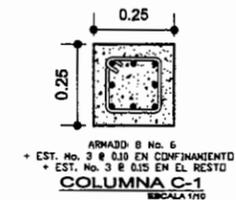
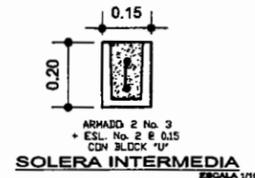
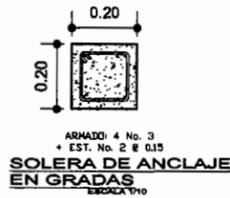
CONTENIDO:
- PLANTA DE COLUMNAS, VIGAS Y CIMENTACIONES

REGULA: INDICADA
 DISEÑADO: ANA LIZBETH BANCALAZ GONZALEZ
 INGENIERA EN INGENIERIA CIVIL, 2005
 VERIFICADO: ANA LIZBETH BANCALAZ GONZALEZ
 INGENIERA EN INGENIERIA CIVIL, 2005
 CALCULO: ANA LIZBETH BANCALAZ GONZALEZ
 INGENIERA EN INGENIERIA CIVIL, 2005

HOJA No. **4** / 16

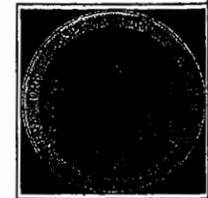


DETALLE DE MUROS



DETALLE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
ESCALA INDICADA

Universidad de Guatemala
ASISOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

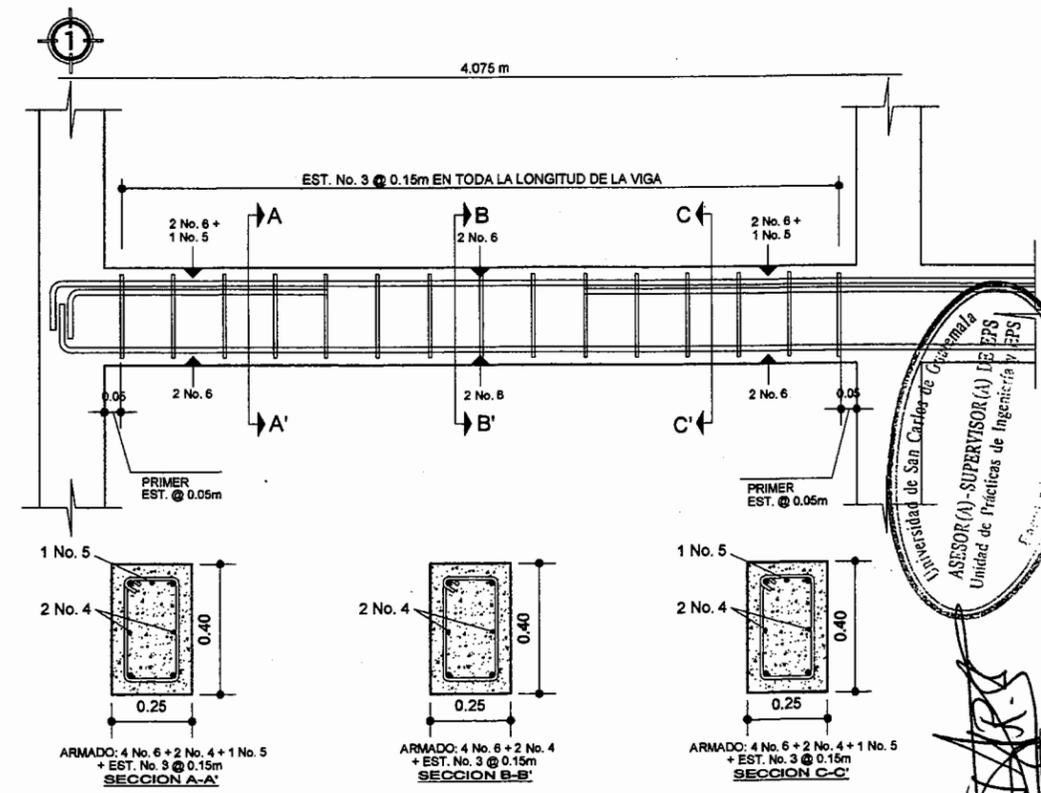
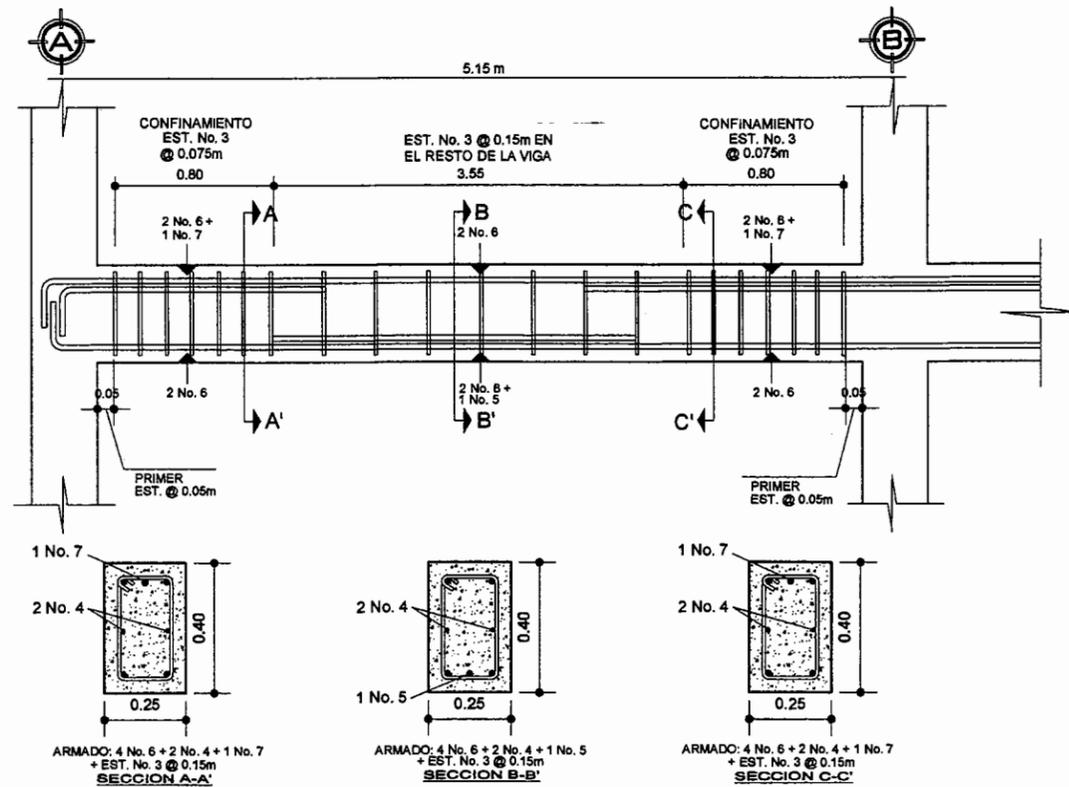
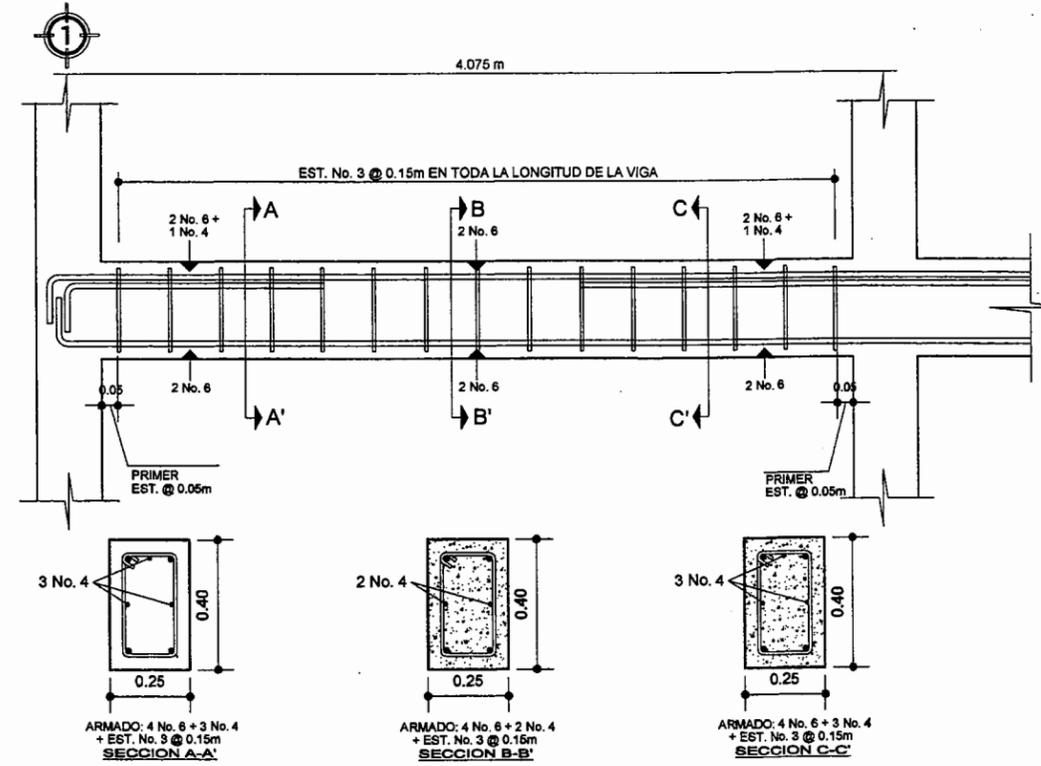
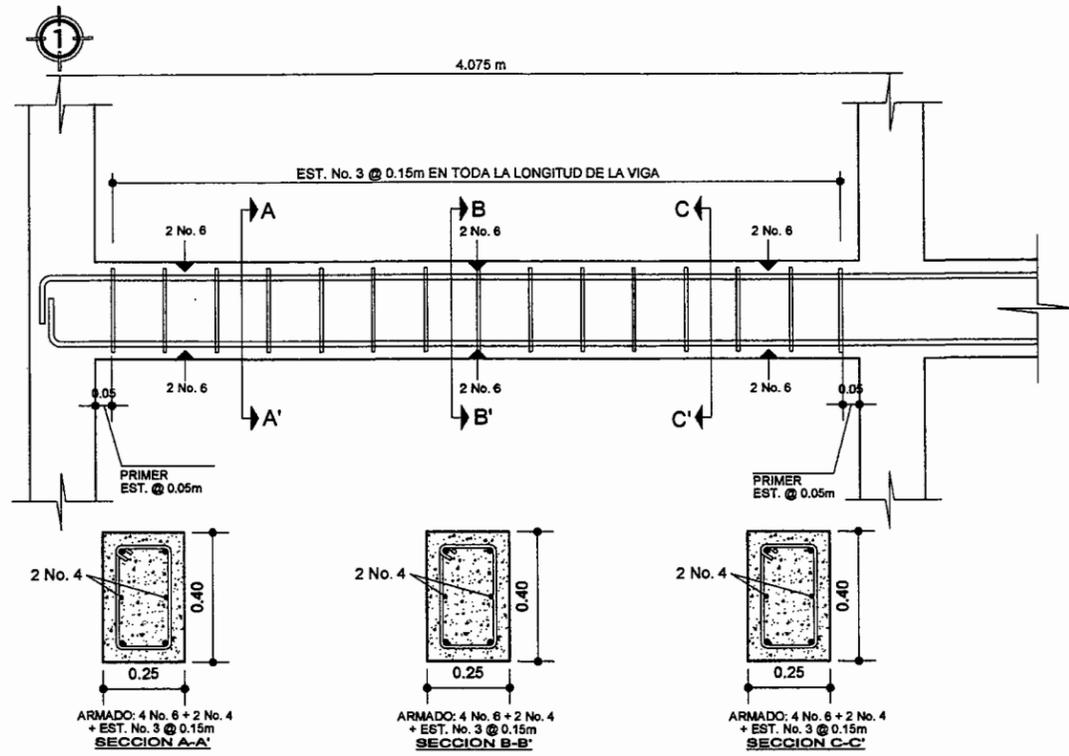
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ARQUITECTO:
ANGEL ROBERTO BIC GARCIA

CONTENIDO:
DETALLE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ESCALA: INDICADA
DISEÑO: JUAN CARLOS BACHILLER ORLANDO
INGENIERO DE INGENIERIA CIVIL, S.M.
DIBUJO: JUAN CARLOS BACHILLER ORLANDO
INGENIERO DE INGENIERIA CIVIL, S.M.
CALCULO: JUAN CARLOS BACHILLER ORLANDO
INGENIERO DE INGENIERIA CIVIL, S.M.

HOJA No. **5** / 16



VIGA V-3
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10

VIGA V-4
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
INGENIERIA CIVIL

ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

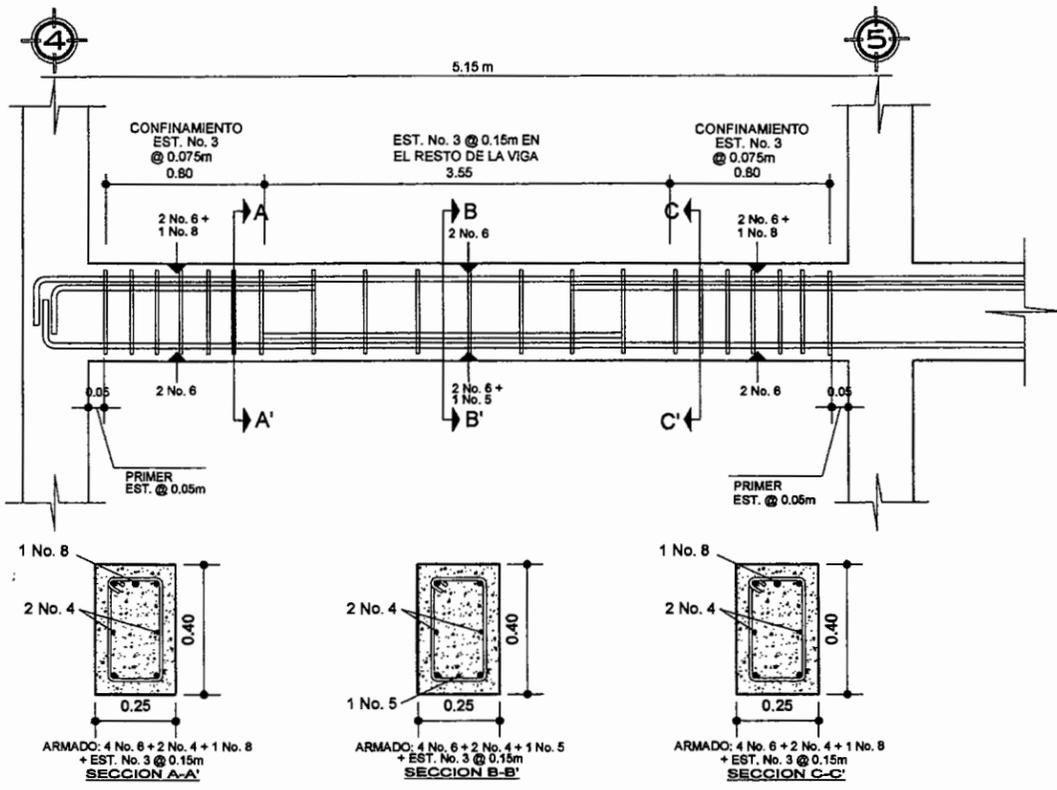
PROYECTO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ASESOR:
ANGEL ROBERTO SIO GARCIA

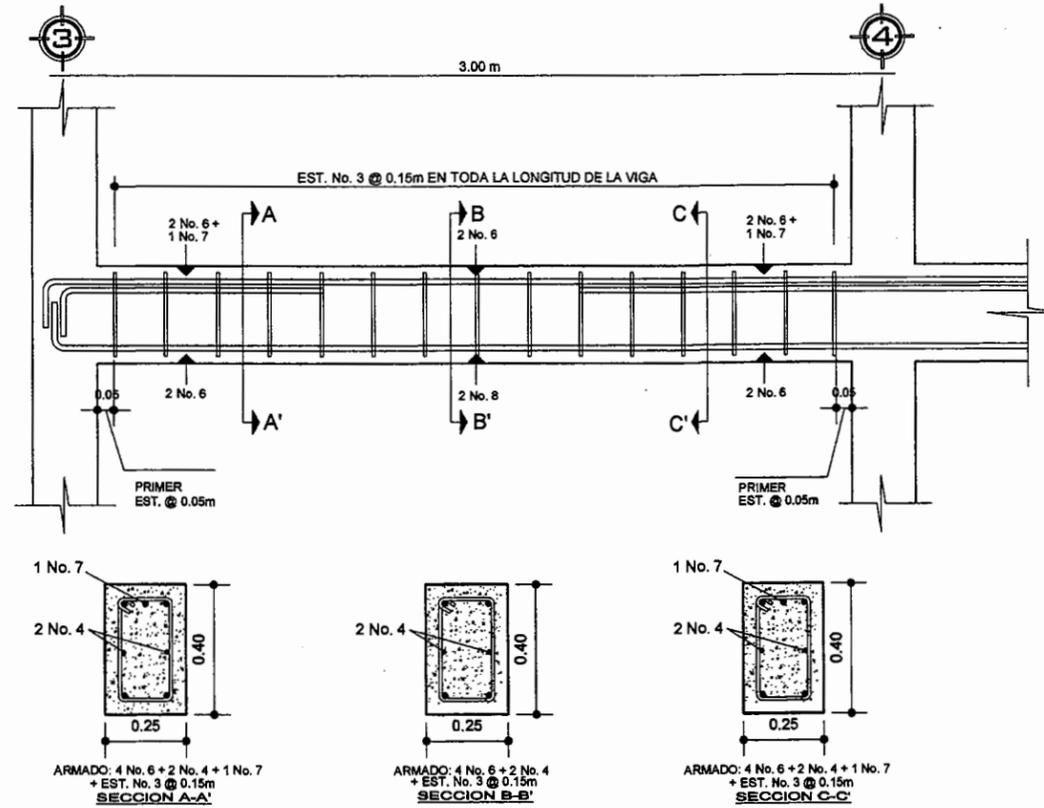
CONTENIDO:
DETALLE DE VIGAS PRIMER NIVEL

ESCALA: INDICADA

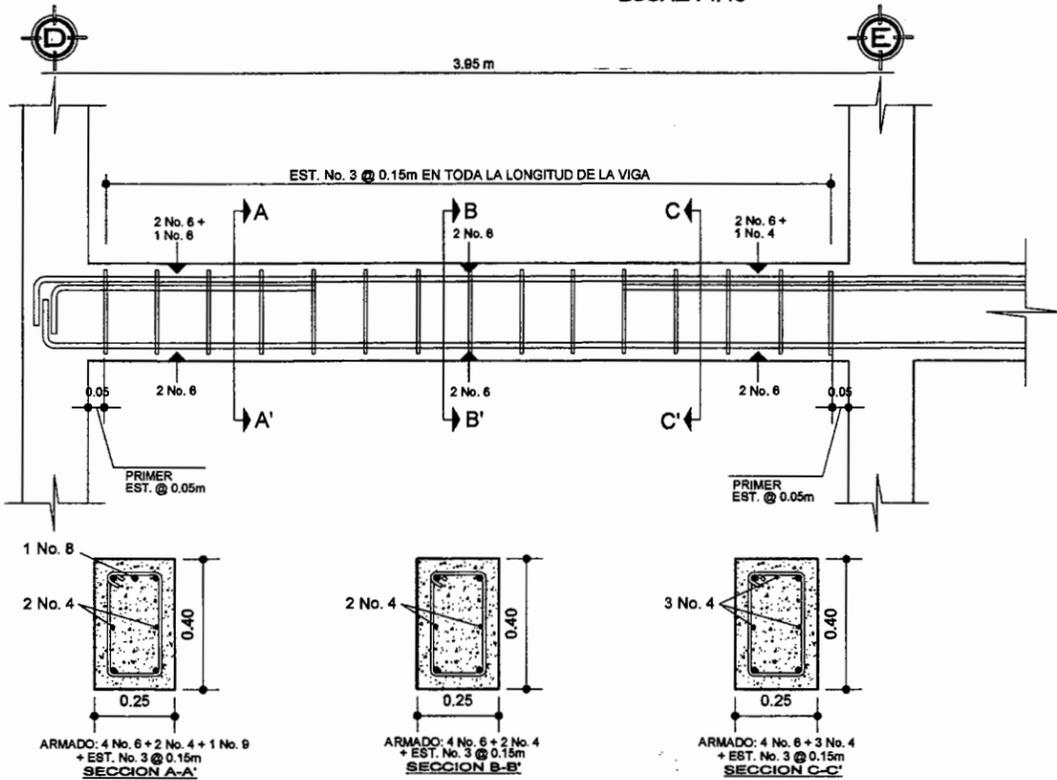
HOJA No. 6/16



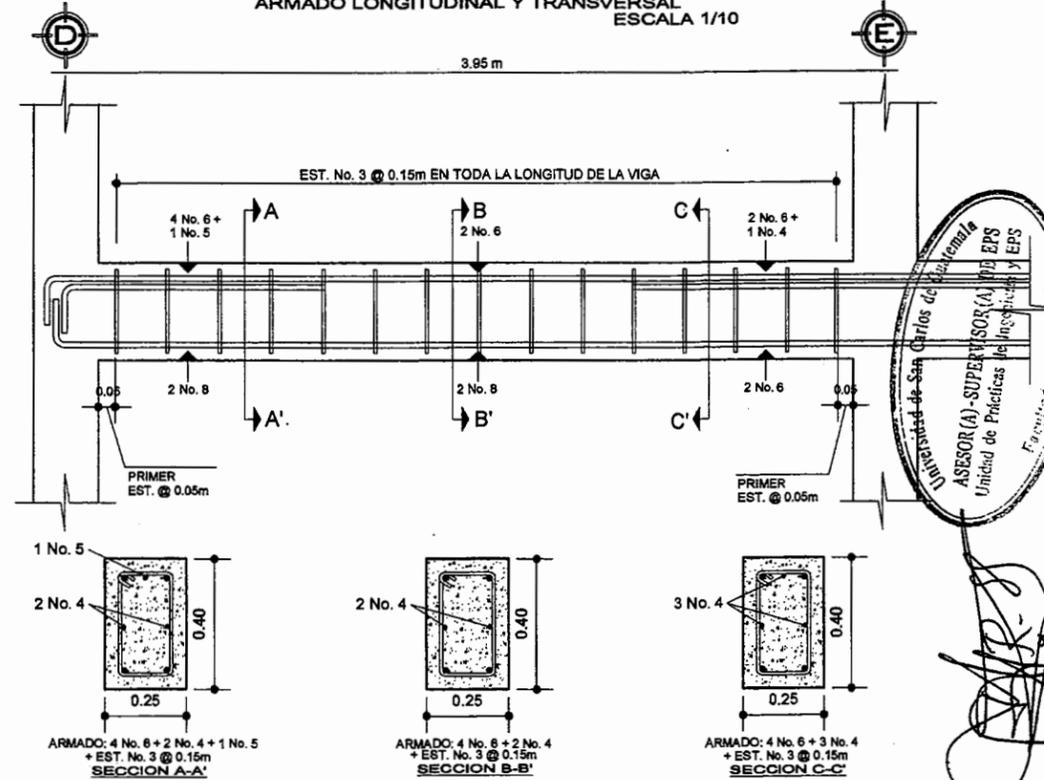
VIGA V-5
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10



VIGA V-6
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10

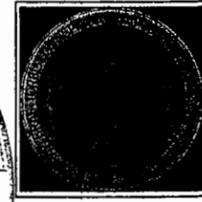


VIGA V-7
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10



VIGA V-8
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10

Universidad de San Carlos de Guatemala
INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL
ASesor(A)-SUPERVISOR(A) de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Ejercicios



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ASESOR:
ANGEL ROBERTO SIG GARCIA

CONTENIDO:
DETALLE DE VIGAS PRIMER NIVEL

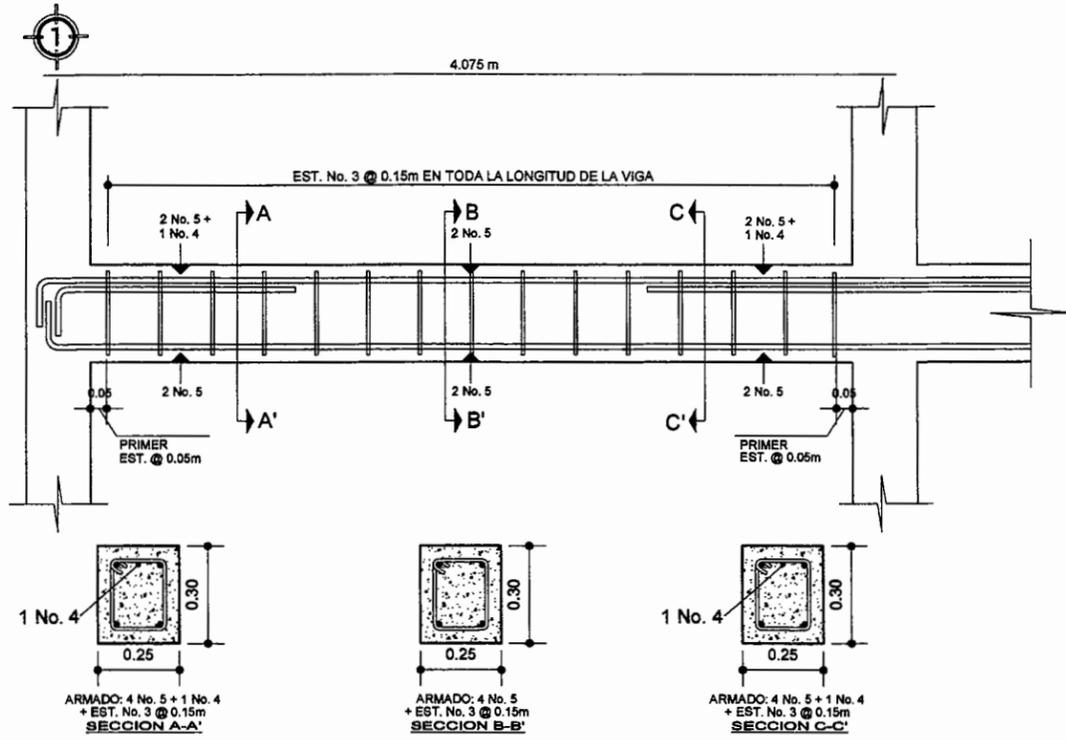
ESCALA INDICADA

INGENIERO: ANA JOSE GONZALEZ ORDOZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2004

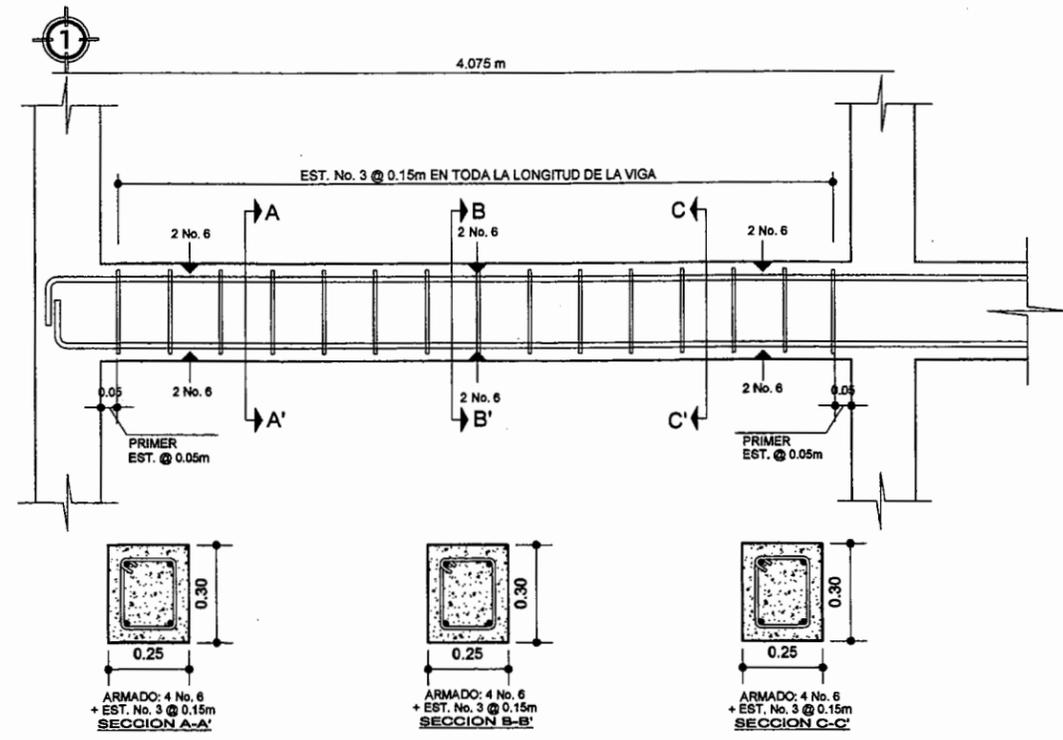
INGENIERO: ANA JOSE GONZALEZ ORDOZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2004

INGENIERO: ANA JOSE GONZALEZ ORDOZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2004

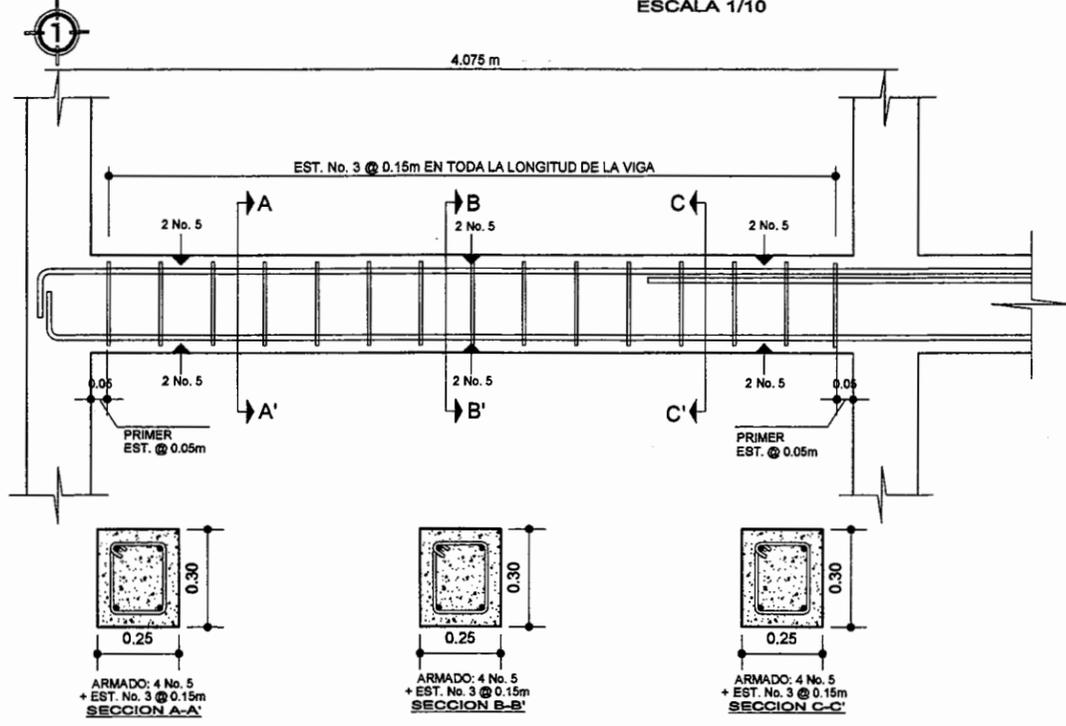
HOJA No. **7** / **16**



VIGA V-9
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10



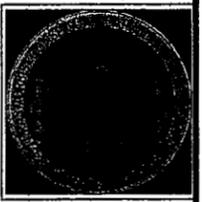
VIGA V-10
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL



VIGA V-11
ARMADO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
ESCALA 1/10

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

[Handwritten Signature]



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROFESION:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

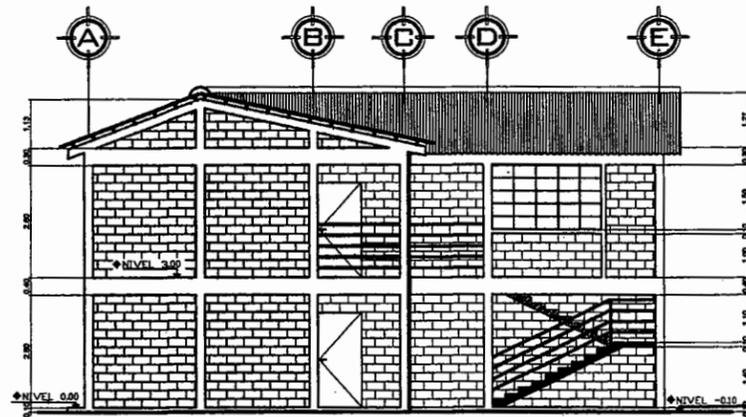
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
ASESOR:
ANGEL ROBERTO SIG GARCIA

CONTENIDO:
DETALLE DE VIGAS SEGUNDO NIVEL

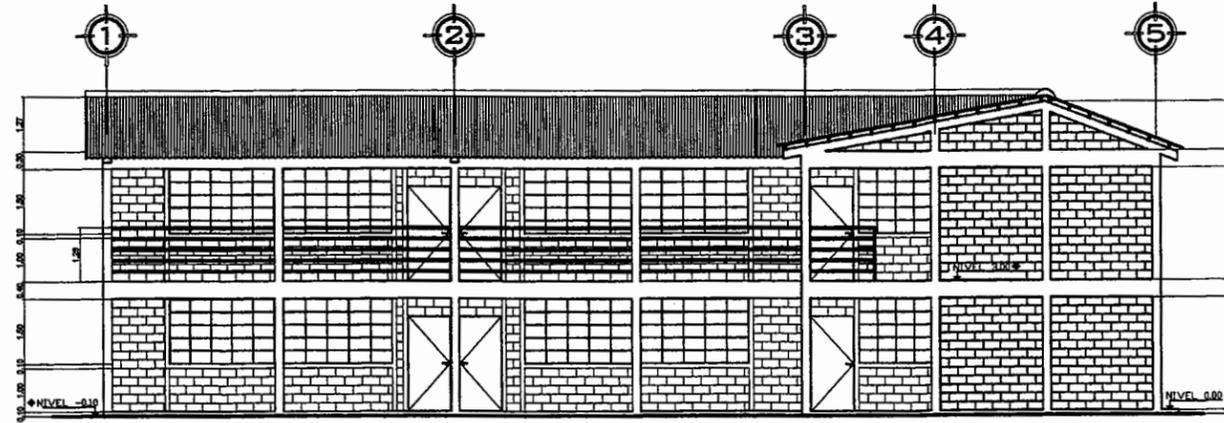
ESCALA: INDICADA
DISEÑO: ANGEL ROBERTO SIG GARCIA
OPORTUNIDAD DE INGENIERIA S.A.S.
CALZADA: AV. JOSE BONILLA GARCIA
OPORTUNIDAD DE INGENIERIA S.A.S.

HOJA No. **8** / **16**

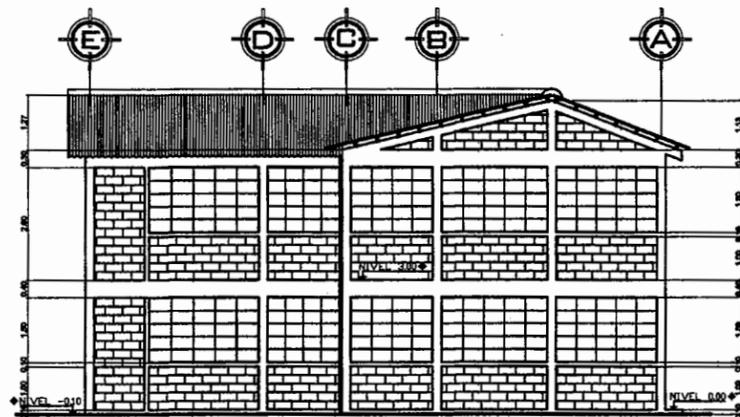
NOVEMBRE 2010



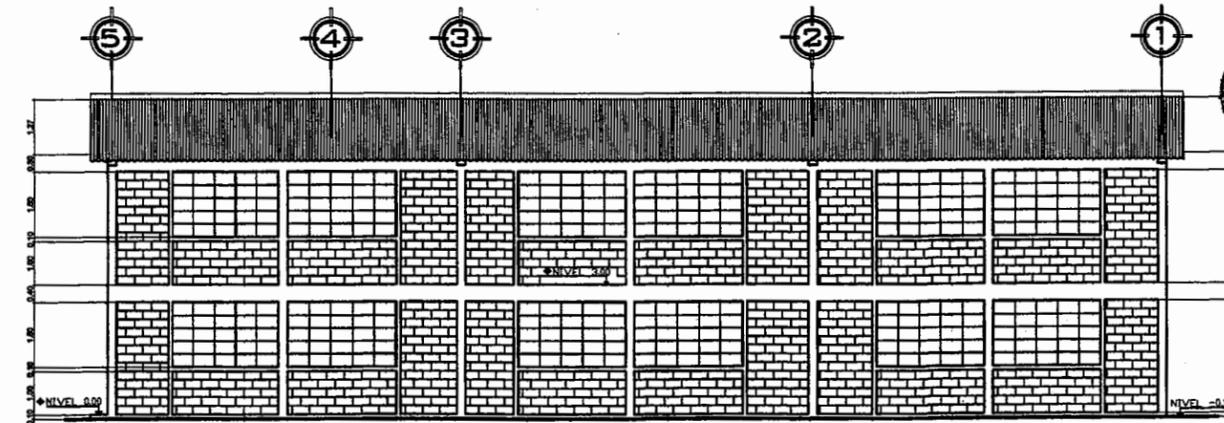
FACHADA LATERAL IZQUIERDA
ESCALA: 1/75



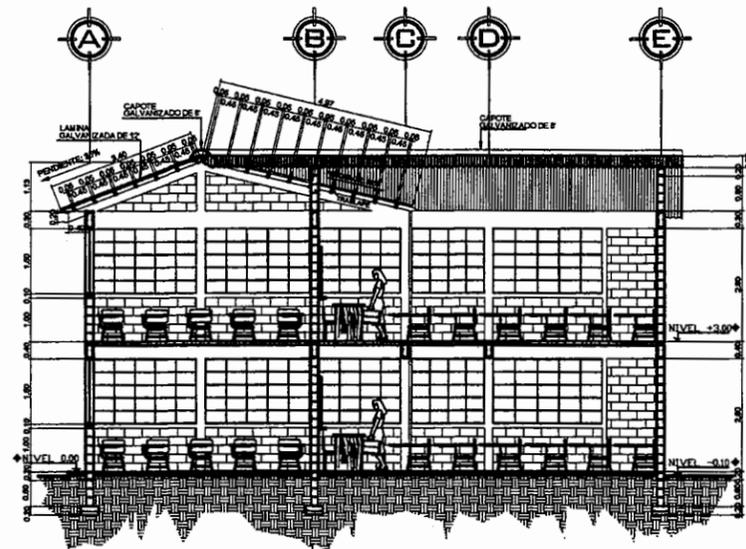
FACHADA FRONTAL
ESCALA: 1/75



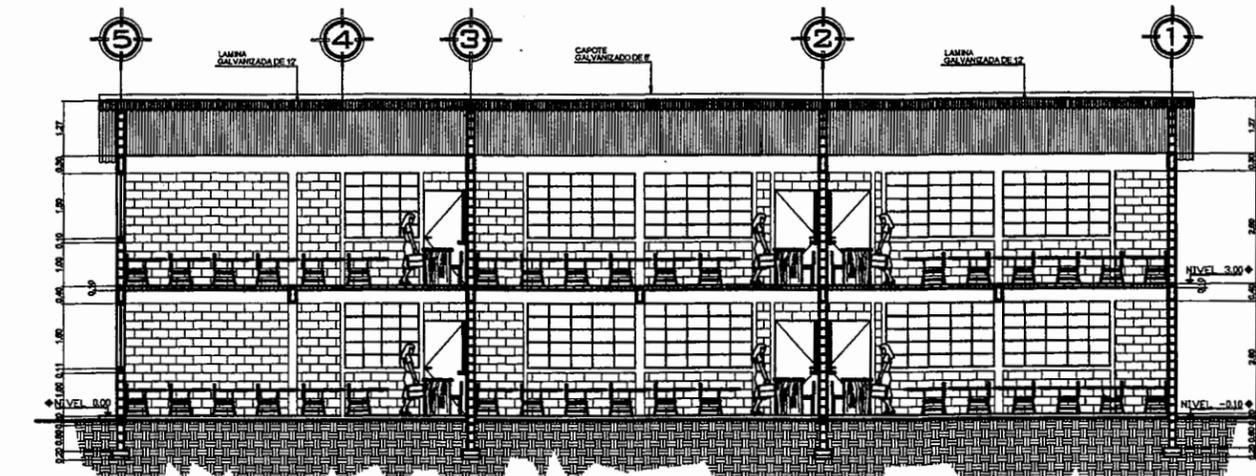
FACHADA LATERAL DERECHA
ESCALA: 1/75



FACHADA TRASERA
ESCALA: 1/75



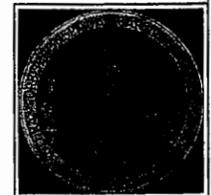
CORTE A - A'



CORTE B - B'

ESCALA: 1/75

Universidad de San Carlos de Guatemala
Asesor(a)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PROYECTO:
AMPLIACION DE
ESCUELA PRIMARIA
URBANA MIXTA

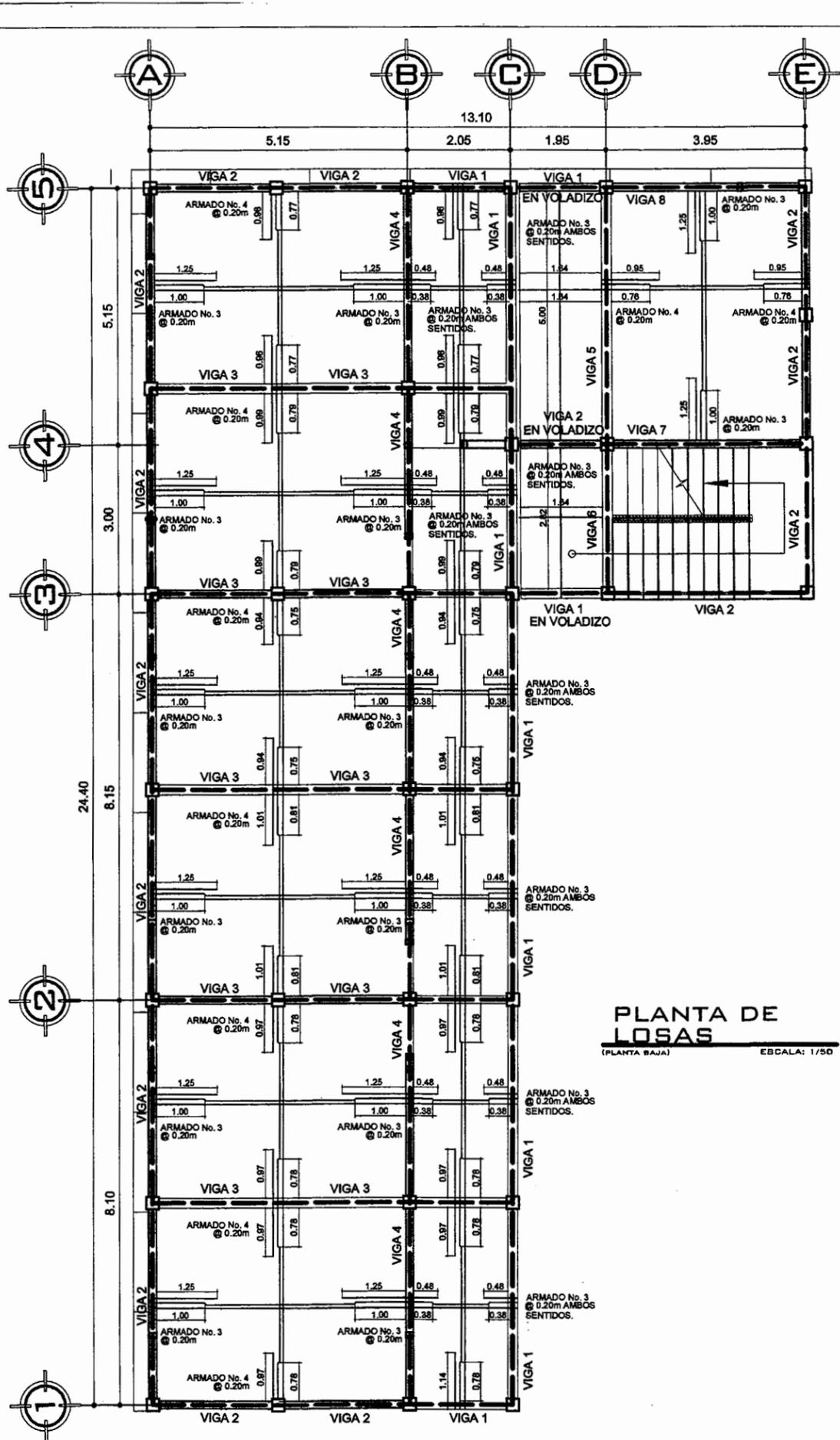
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ,
DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EFERICO PROFESIONAL SUPERVISADO
AUTOR:
ANGEL ROBERTO SUC GARCIA

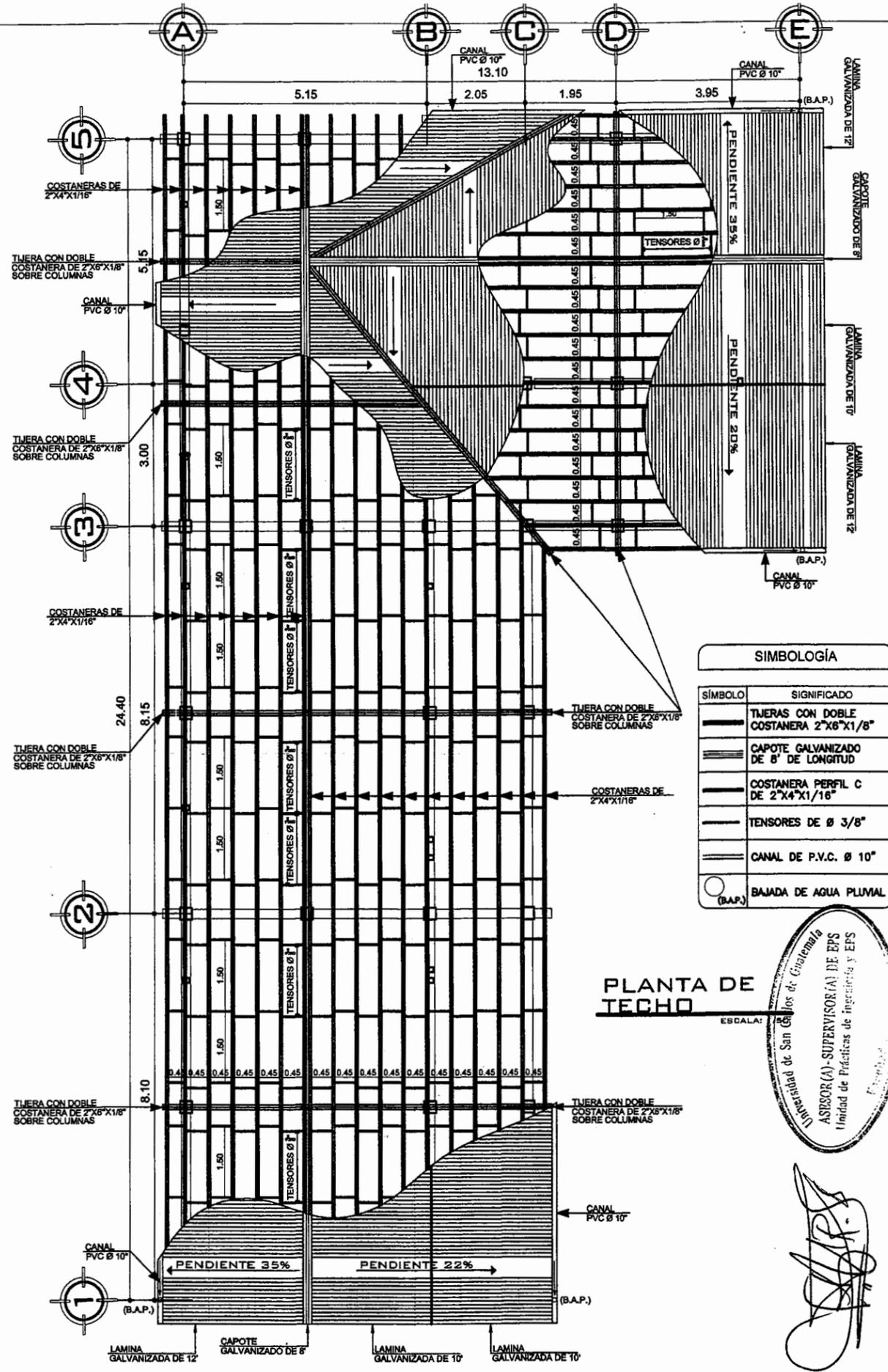
CONTENIDO:
CORTES Y
ELEVACIONES

ESCALA: INDICADA
DISEÑO:
DIBUJO:
CORRECCION:
CALIFICADO:
FECHA: 15/09/2010

HOJA No. 9/16



PLANTA DE LOSAS
(PLANTA BAJA) ESCALA: 1/50

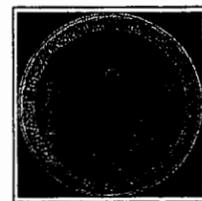
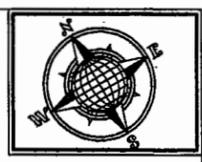


PLANTA DE TECHO
ESCALA: 1/50

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TIJERAS CON DOBLE COSTANERA 2"x8"x1/8"
	CAPOTE GALVANIZADO DE 8" DE LONGITUD
	COSTANERA PERFIL C DE 2"x4"x1/16"
	TENSORES DE Ø 3/8"
	CANAL DE P.V.C. Ø 10"
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL (B.A.P.)

Universidad de Guatemala
 ASISOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

[Handwritten Signature]



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

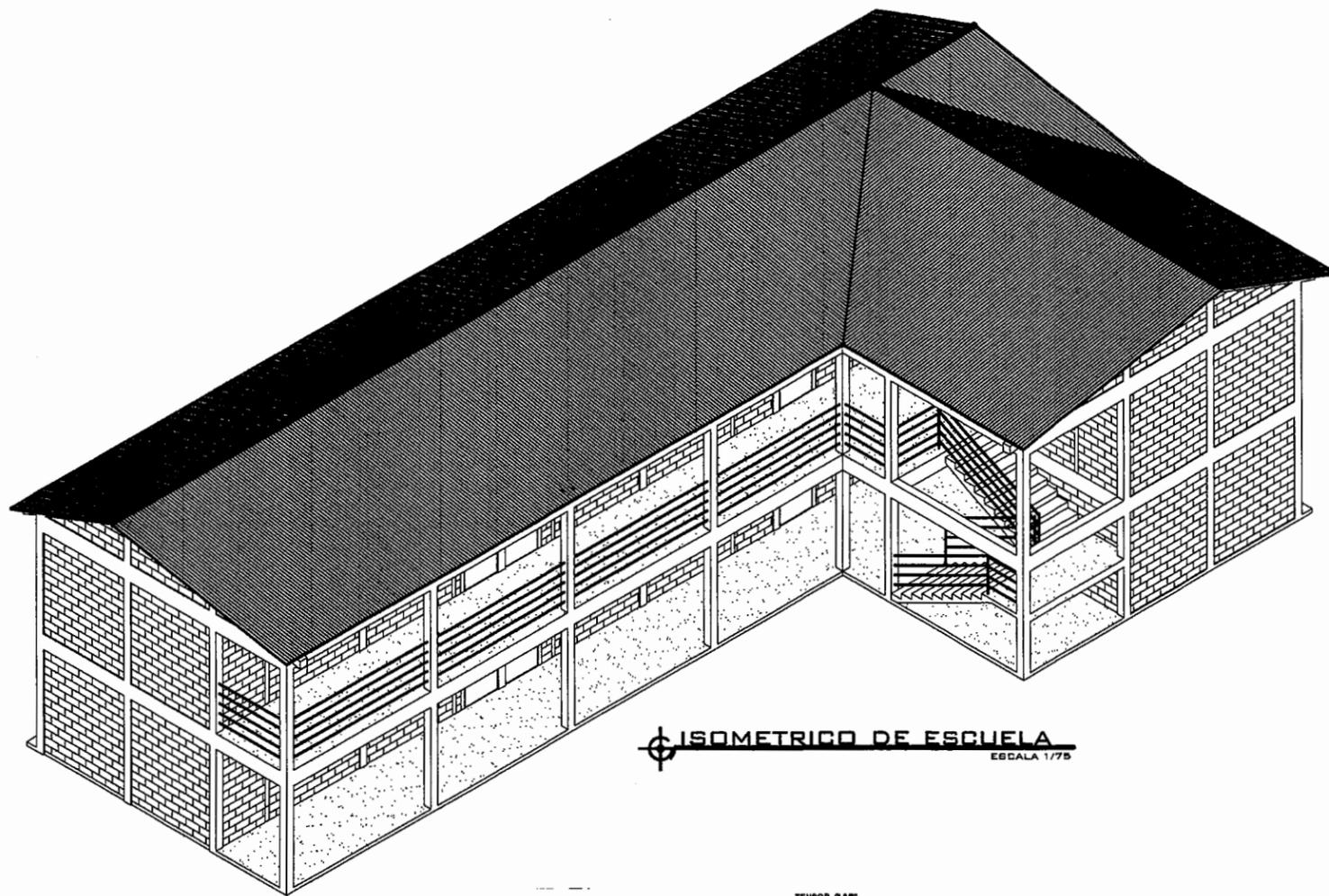
PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO ASISOR(A)
 ANGEL ROBERTO SUC GARCIA

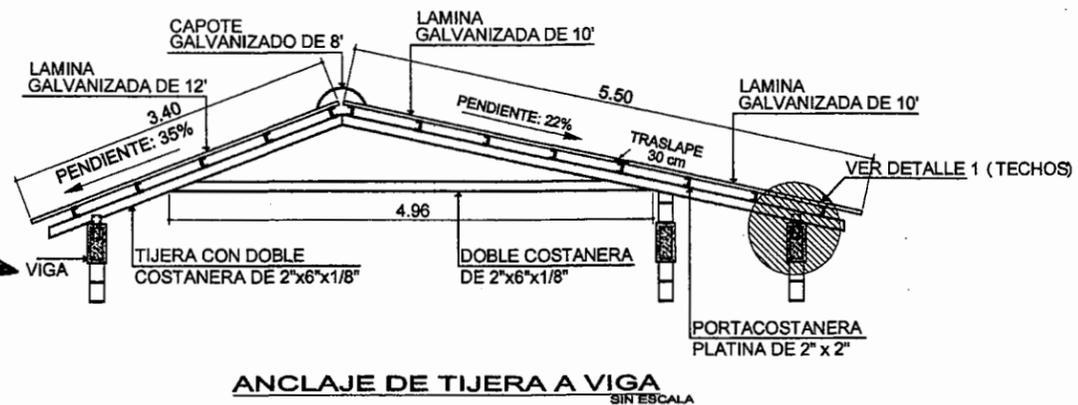
CONTENIDO:
PLANTA DE TECHOS

FECHA: INDICADA
 ELABORADO: MANA JUNE ROSALES OSORIO
 REVISADO: ROSALBA ROSALES OSORIO
 DISEÑADO: ROSALBA ROSALES OSORIO
 CALIFICADO: MANA JUNE ROSALES OSORIO
 EMPRESA DE INGENIERIA CIVIL, S.A.S.

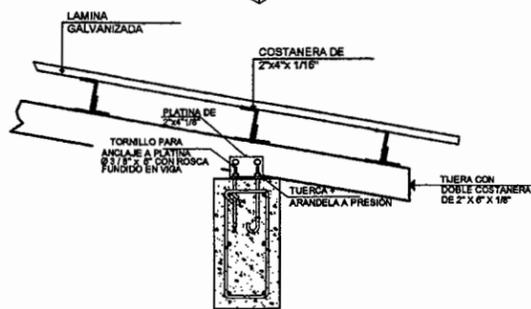
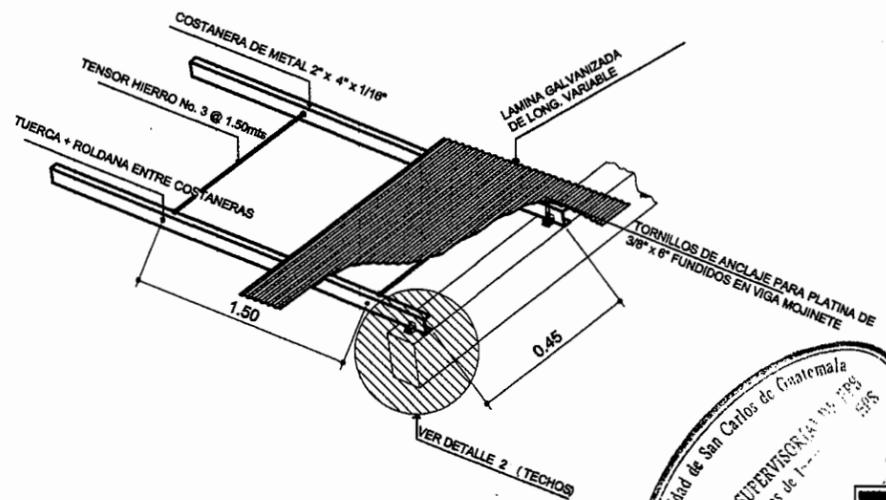
HOJA No. **10** / **16**



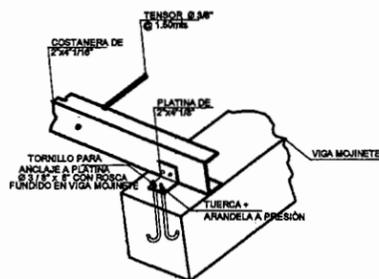
ISOMETRICO DE ESCUELA
ESCALA 1/75



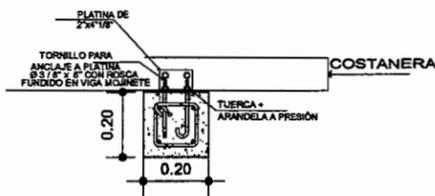
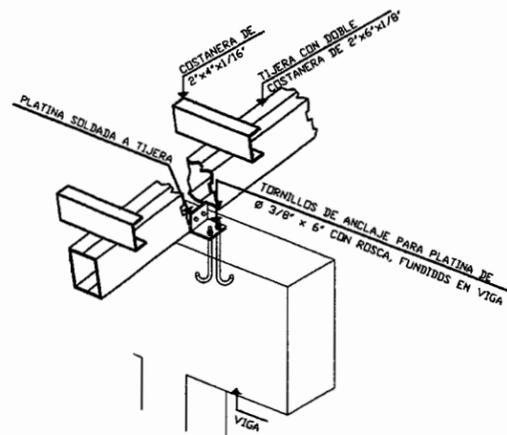
ANCLAJE DE TIJERA A VIGA
SIN ESCALA



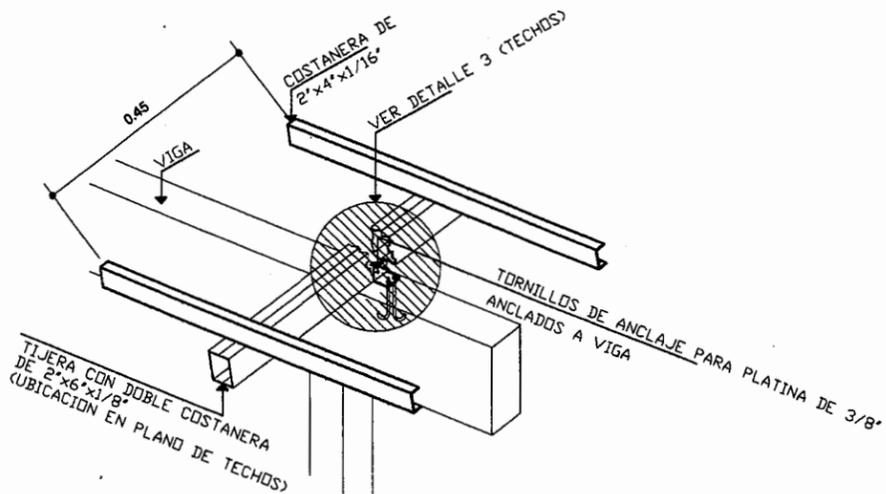
DETALLE 1 (TECHOS)
ANCLAJE DE TIJERA A VIGA
ESCALA 1/10



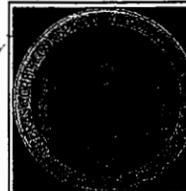
DETALLE 2 (TECHOS)
ANCLAJE DE COSTANERA A VIGA MOJINETE
ESCALA 1/10



CORTE DE ANCLAJE DE PLATINA A VIGA MOJINETE
ESCALA 1/10



Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASISTENTE SUPERVISOR (a) No. 1779
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería



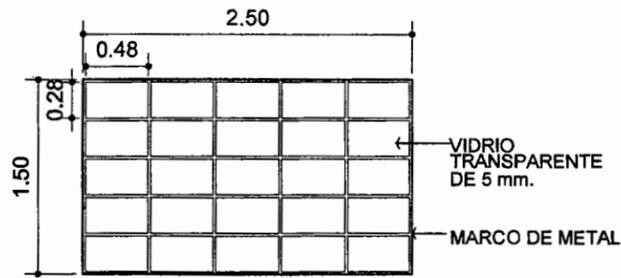
PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ,
 DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

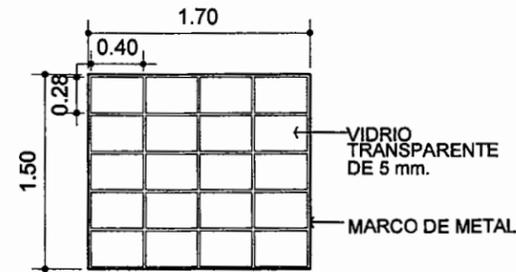
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ASISTENTE SUPERVISOR (a) No. 1779
 ANGELO ROBERTO SICA GARCIA

CONTENIDO:
DETALLE DE ANCLAJES EN TECHOS + ISOMETRICO

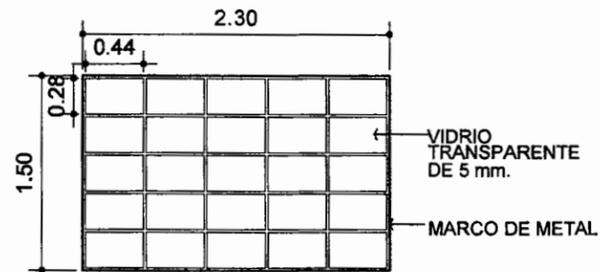
ESCALA: INDICADA
 HOJA No. 11/16



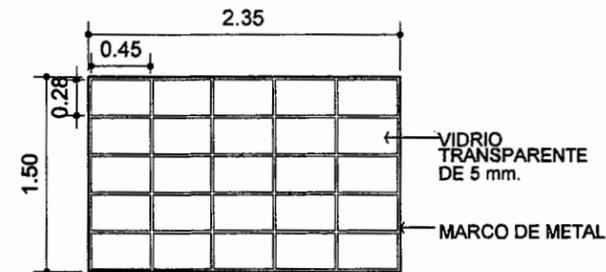
VENTANA V-1
(12 UNIDADES) ESCALA: 1/25



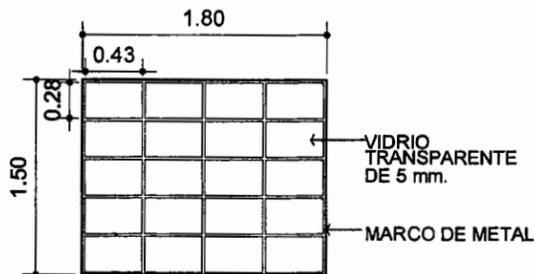
VENTANA V-2
(1 UNIDAD) ESCALA: 1/25



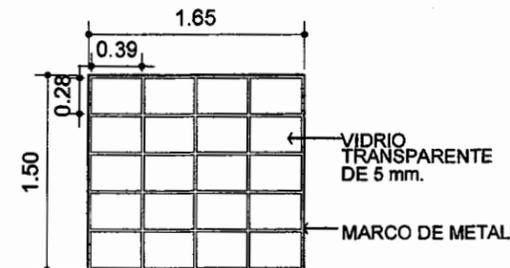
VENTANA V-3
(1 UNIDAD) ESCALA: 1/25



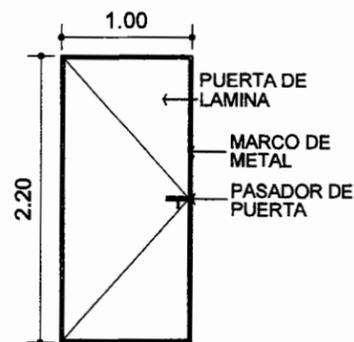
VENTANA V-4
(1 UNIDAD) ESCALA: 1/25



VENTANA V-5
(2 UNIDADES) ESCALA: 1/25



VENTANA V-6
(2 UNIDADES) ESCALA: 1/25



PUERTA P-1
(4 UNIDADES) ESCALA: 1/25

VENTANAS

- Las ventanas serán de metal + vidrio fijo transparente de 5 mm con las siguientes dimensiones en metros:

TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
Ventana V-1	2.50	1.50	12.00
Ventana V-2	1.70	1.50	1.00
Ventana V-3	2.30	1.50	1.00
Ventana V-4	2.35	1.50	1.00
Ventana V-5	1.80	1.50	2.00
Ventana V-6	1.65	1.50	2.00

PUERTAS

- Las puertas serán de metal y tendrán un marco de 3/4", pasador y halador de metal. Con las siguientes dimensiones en metros:

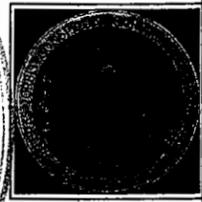
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
Puerta P-1	1.00	2.20	4.00

⊕ SIMBOLOGIA + PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA: 1/25



[Handwritten signature]



PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
AMBIENTE:
ANGEL ROBERTO SIZ GARCIA

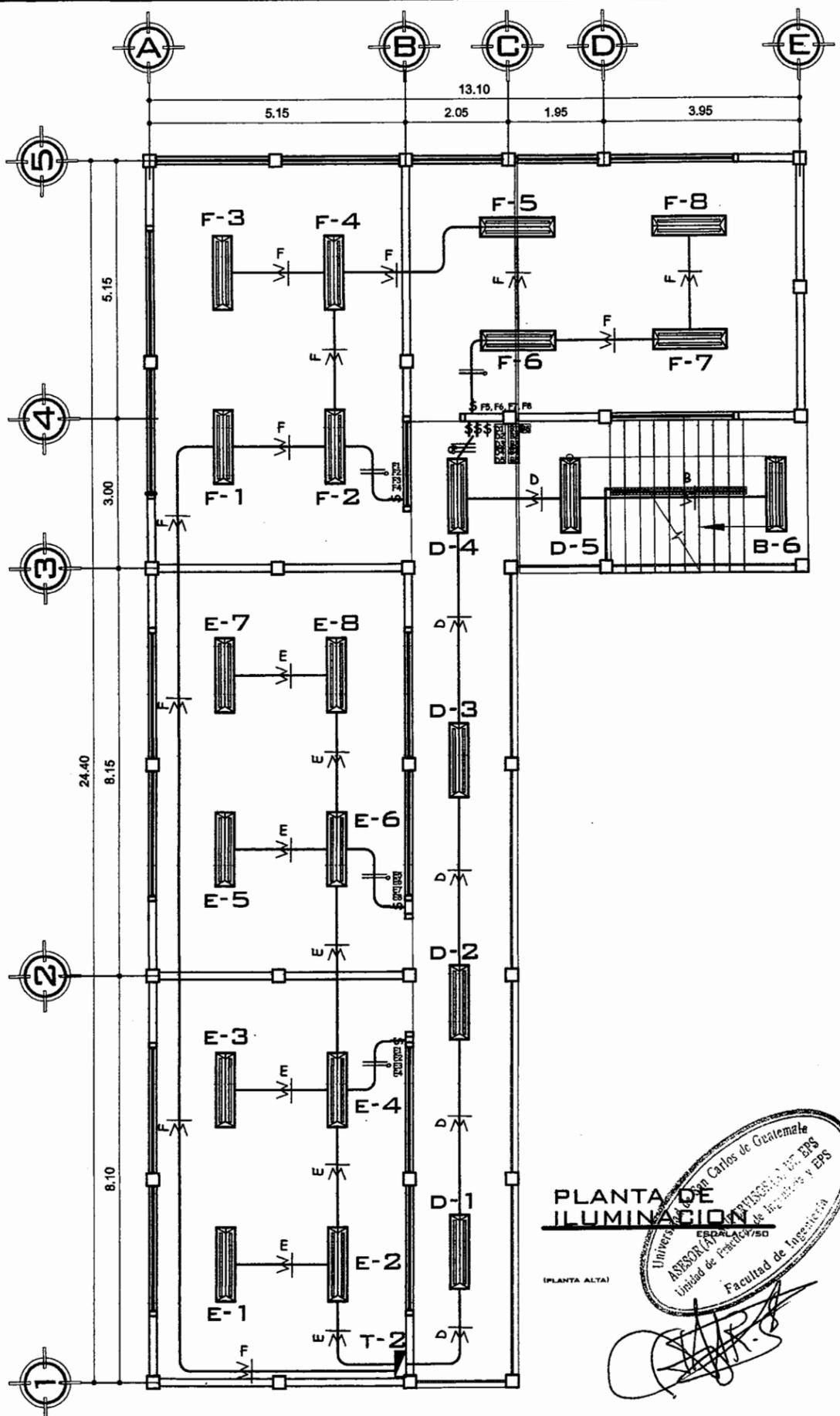
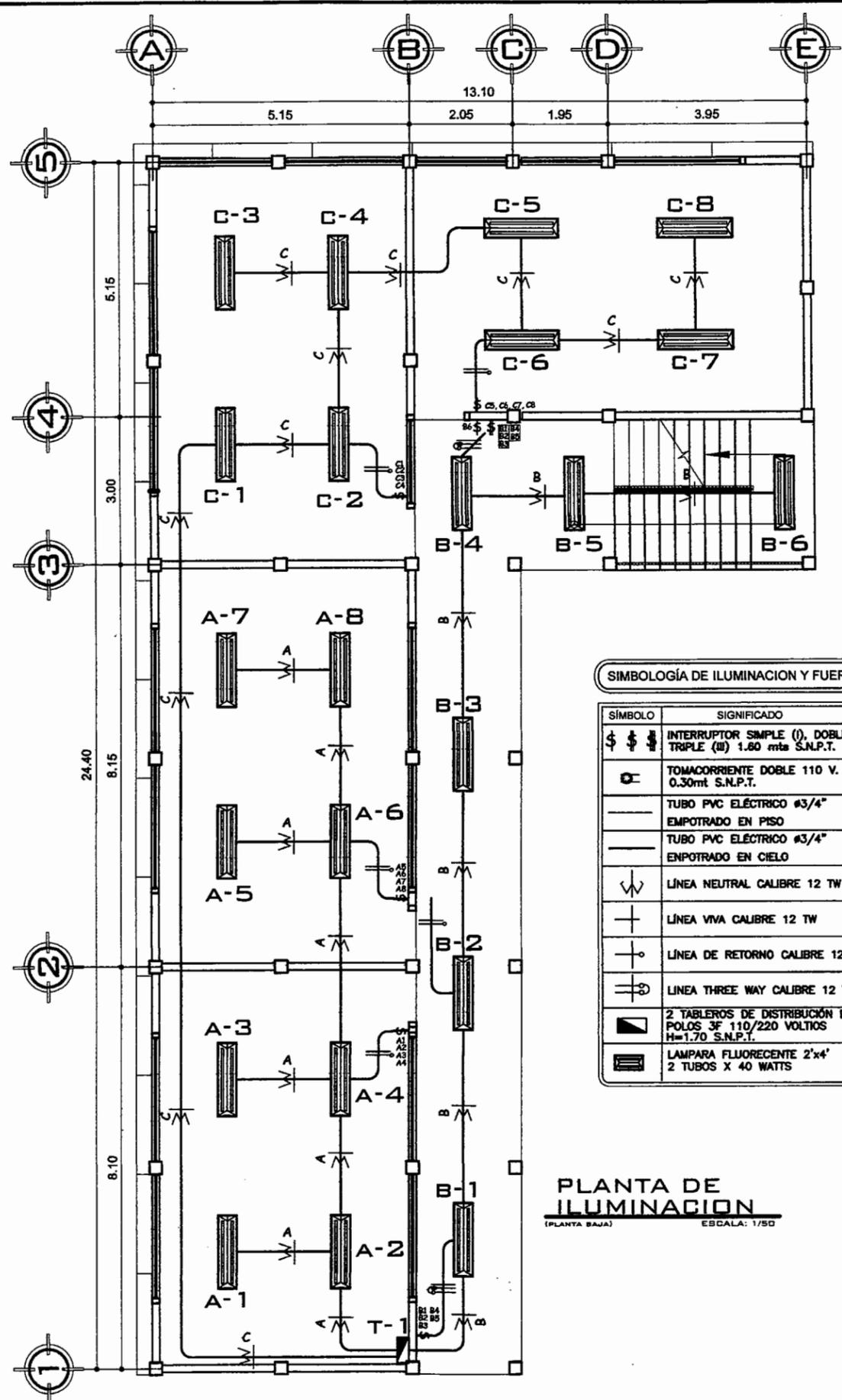
CONTENIDO:
DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA: INDICADA
ELABORADO POR:
INGENIERO CIVIL
DISEÑADO POR:
INGENIERO CIVIL
CALCULADO POR:
INGENIERO CIVIL

HOJA No. **13**
16

⊕ DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA: 1/25



SIMBOLOGÍA DE ILUMINACION Y FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
⚡	INTERRUPTOR SIMPLE (I), DOBLE (II), TRIPLE (III) 1.60 mts S.N.P.T.
⏏	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V. 0.30mt S.N.P.T.
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" EMPOTRADO EN PISO
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" EMPOTRADO EN CIELO
⏏	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW
+	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW
⏏	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW
⏏	LÍNEA THREE WAY CALIBRE 12 TW
⏏	2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE 6 POLOS 3F 110/220 VOLTIOS H=1.70 S.N.P.T.
⏏	LAMPARA FLUORESCENTE 2'x4' 2 TUBOS X 40 WATTS

PLANTA DE ILUMINACION
(PLANTA BAJA) ESCALA: 1/50

PLANTA DE ILUMINACION
(PLANTA ALTA)

Universidad de los Carros de Guatemala
 ASESOR (A) UNIVERSIDAD DE LOS CARROS DE GUATEMALA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



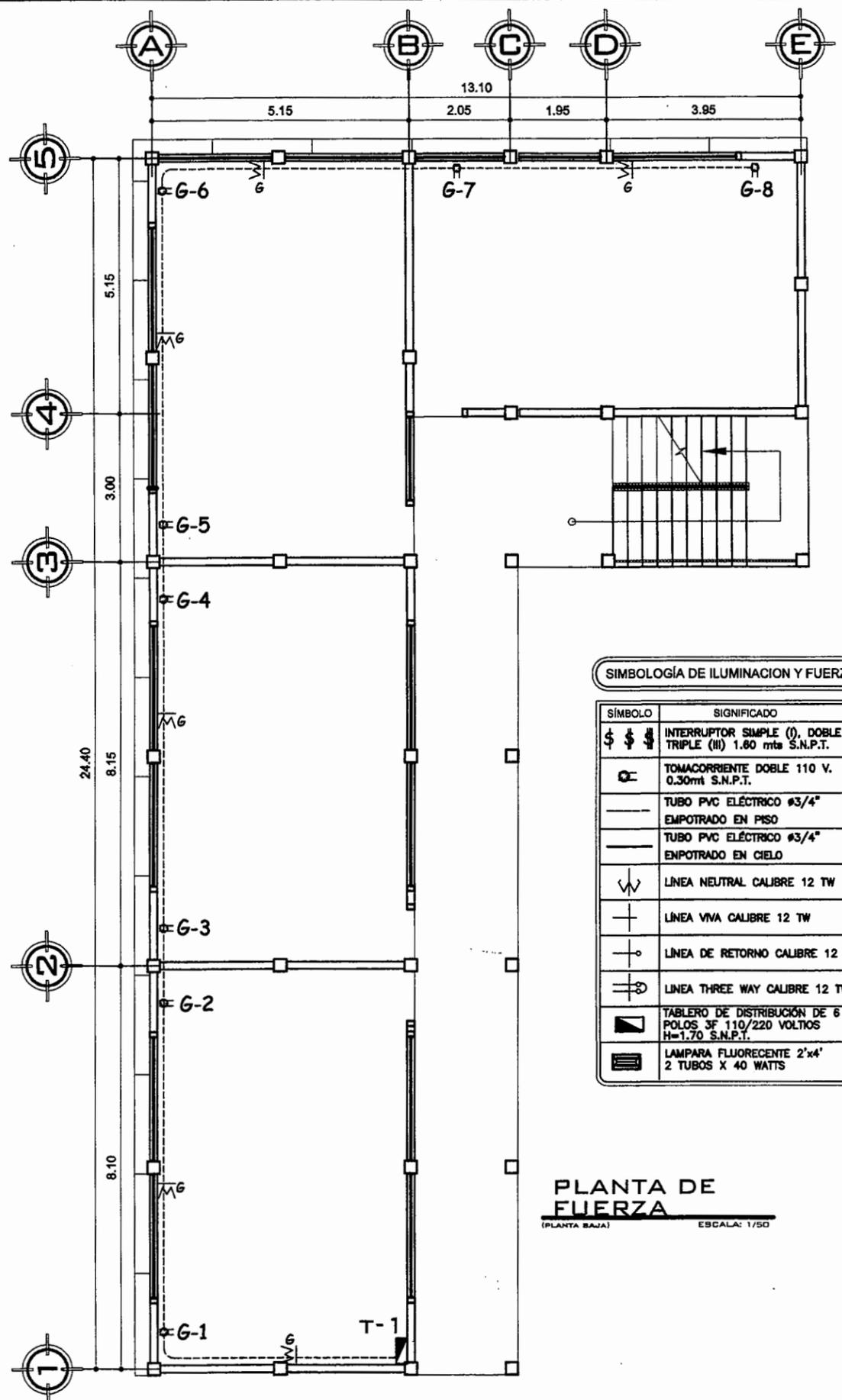
PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE.

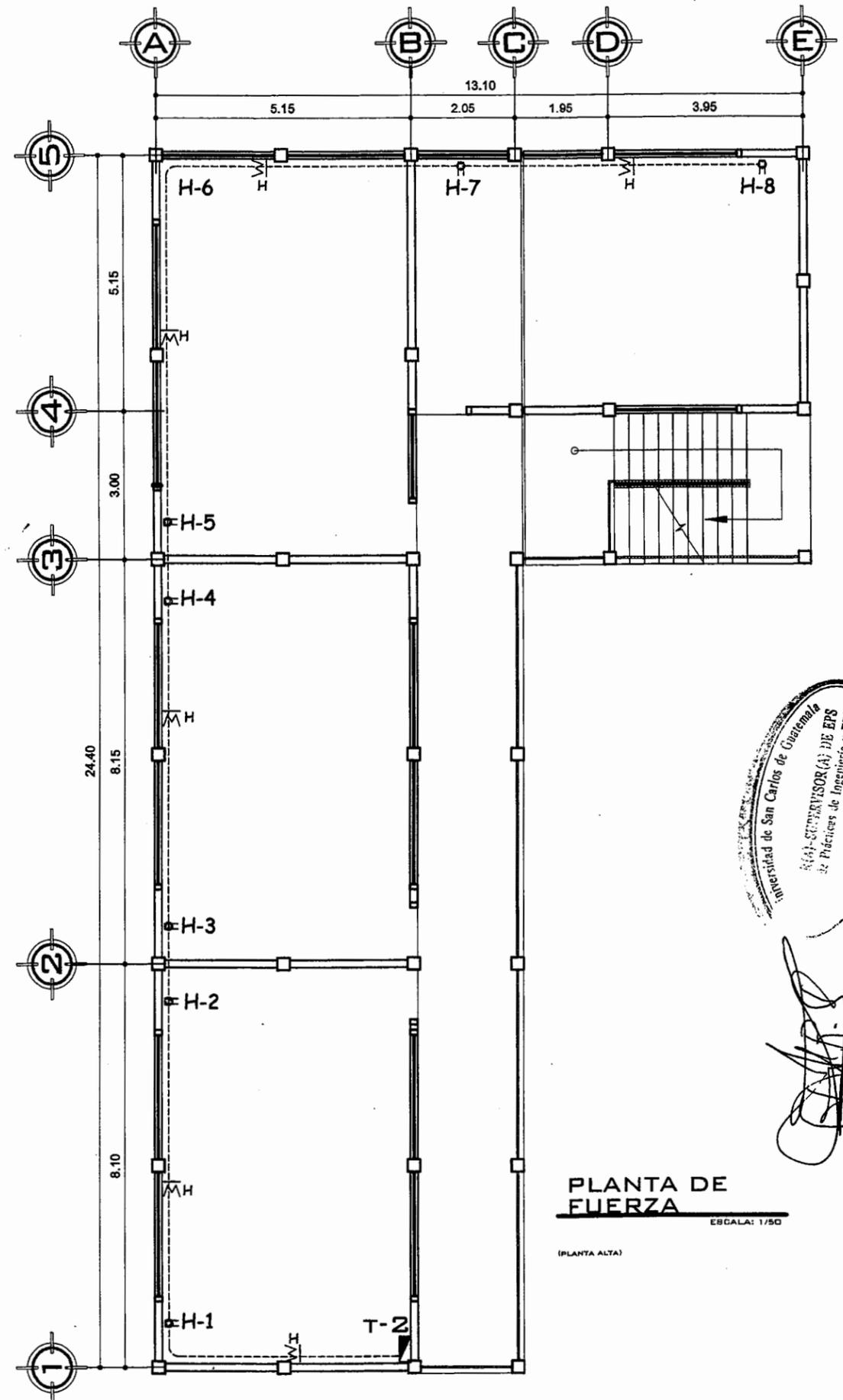
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ARQUITECTO:
 ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

CONTENIDO:
PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)

HOJA No. **14**
16



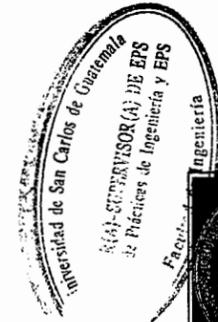
PLANTA DE FUERZA
(PLANTA BAJA) ESCALA: 1/50



PLANTA DE FUERZA
(PLANTA ALTA) ESCALA: 1/50

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACION Y FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
⌘ ⌘ ⌘	INTERRUPTOR SIMPLE (I), DOBLE (II), TRIPLE (III) 1.80 mts S.N.P.T.
⌘	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V. 0.30mt S.N.P.T.
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4"
—	EMPOTRADO EN PISO
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4"
—	EMPOTRADO EN CIELO
W	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW
+	LÍNEA VVA CALIBRE 12 TW
⊕	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW
⊕	LÍNEA THREE WAY CALIBRE 12 TW
⌘	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE 6 POLOS 3F 110/220 VOLTIOS H=1.70 S.N.P.T.
⌘	LAMPARA FLUORESCENTE 2'x4' 2 TUBOS X 40 WATTS



[Handwritten signature]

PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

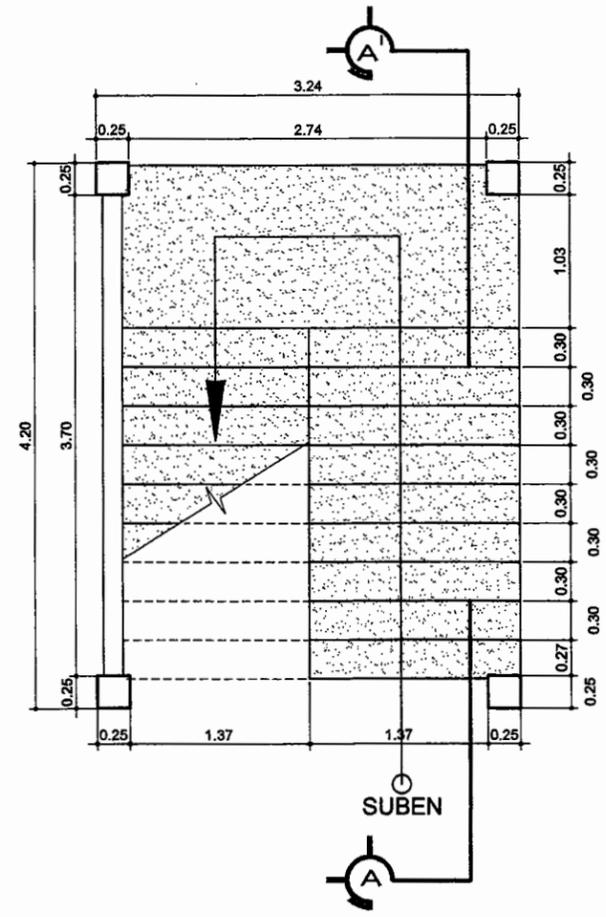
PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHE, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERO:
ANGEL ROBERTO SIG GARCIA

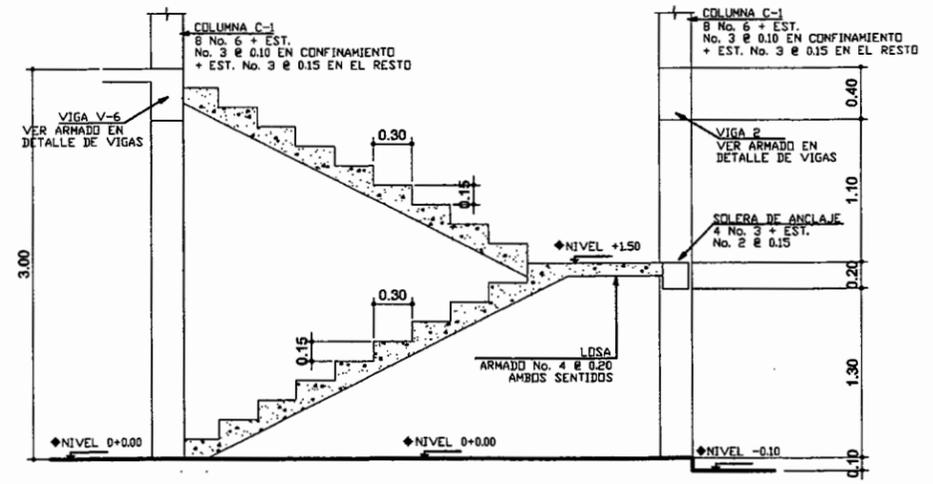
CONTENIDO:
PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)

FECHA:
INDICADA
DISEÑADO:
INGENIERO JUAN GONZALEZ ORTIZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2010
CALIFICADO:
INGENIERO JUAN GONZALEZ ORTIZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2010
REVISADO:
INGENIERO JUAN GONZALEZ ORTIZ
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL, 2010
NOVIEMBRE 2010

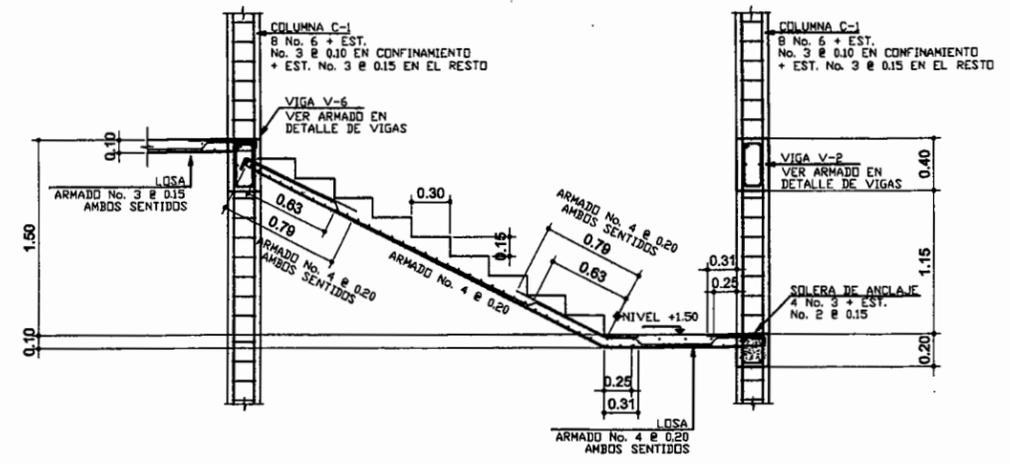
HOJA No. **15** / **16**



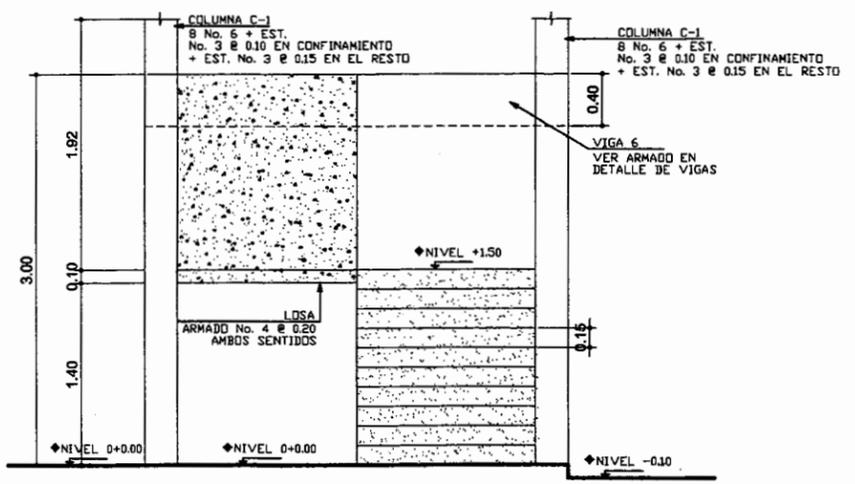
PLANTA MODULO DE GRADAS
ESCALA 1/20



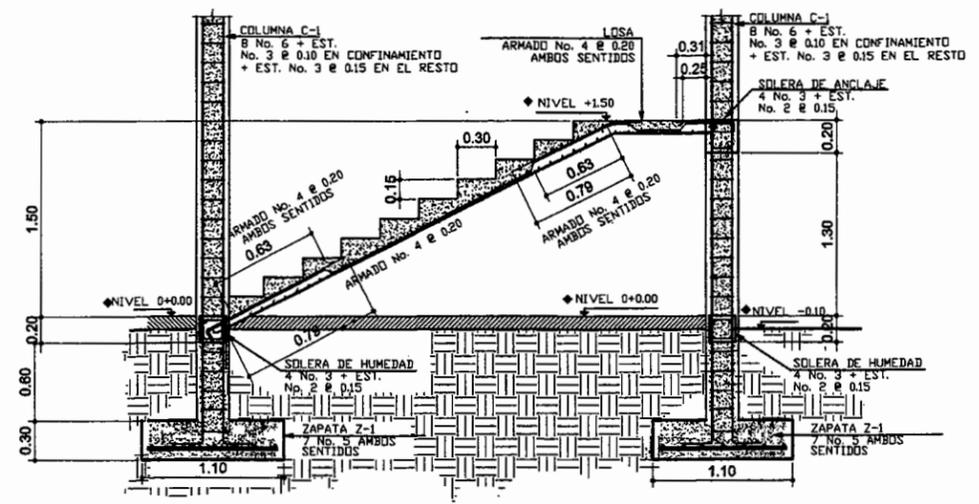
PERFIL MODULO DE GRADAS
ESCALA 1/20



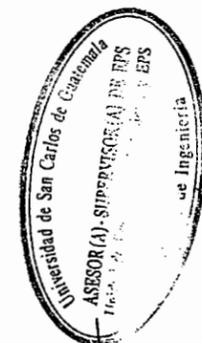
SECCION A-A', GRADAS SUPERIORES
ESCALA 1/20



ELEVACION MODULO DE GRADAS
ESCALA 1/20



SECCION A-A', GRADAS INFERIORES
ESCALA 1/20



[Handwritten signature]

PROYECTO:
AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

PROPIETARIO:
MUNICIPALIDAD DE CHICHÉ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
NOMBRE:
ANGEL ROBERTO SANCHEZ GARCIA

CONTENIDO:
DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCALA: INDICADA

FECHA: 16/11/2010

PROYECTO: AMPLIACION DE ESCUELA PRIMARIA URBANA MIXTA

HOJA No. **16** / **16**