



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA
ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR,
SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Mario Vicente Yac Joj

Asesorado por el Ing. Luis Gregório Alfaro Veliz

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA
ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR,
SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARIO VICENTE YAC JOJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregório Alfaro Veliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de enero de 2007.

Mario Vicente Yac Joj



Guatemala, 16 de septiembre de 2008.
REF: EPS.D.513/09.08

Inga. Norma Itina Sarmiento Zecón de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecón:

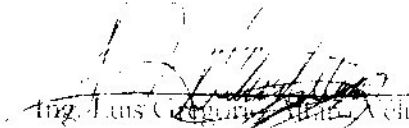
Por este medio atentamente le informo que como Asesor Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), del estudiante universitario **MARIO VICENTE YAC JOJ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No **200031014**, presento por usted el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE, CASERIO LA NUEVA ESPERANZA CANTON CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERIO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLA DEPARTAMENTO DE SOLOLA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole a cargo de tramite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Totus"


Ing. Luis Celmar Velaz
Asesor Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
EGM/rn



Guatemala, 16 de septiembre de 2008.
REF. EPS.D.513.09.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE, CASERIO LA NUEVA ESPERANZA CANTON CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERIO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLA DEPARTAMENTO DE SOLOLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **MARIO VICENTE YAC JOJ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

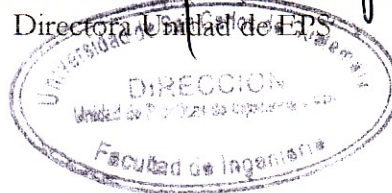
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



Guatemala.
4 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

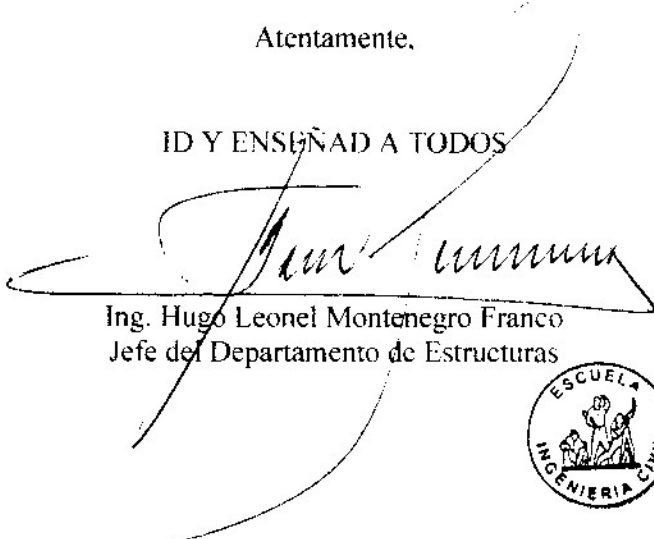
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Vicente Yac Joj, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala.
4 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Vicente Yac Joj, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

Y ENSEÑAD A TODOS

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



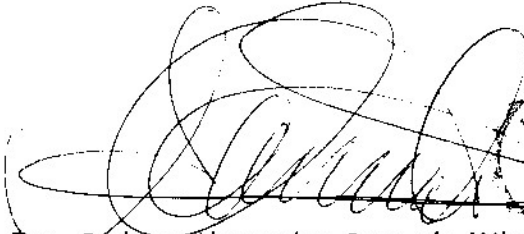
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC


/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mario Vicente Yac Joj, titulado DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL Y DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Vicente Ciriaco Yac Vásquez

Santos Maclovia Joj Ulario, por enseñarme el respeto a la vida. Con su amor, comprensión, buenos ejemplos y apoyo incondicional, han hecho de mí un hombre de bien para el mañana.

Mis hermanas

Por ese amor, comprensión y estar conmigo en los momentos de alegría y en esos momentos difíciles de mi carrera; gracias por ese apoyo, siempre lo tendré presente.

Mis hermanos

Por estar siempre conmigo y creer en mí, por los ejemplos y los ánimos de seguir adelante, muy agradecido.

Mis demás familiares

Por compartir los momentos felices de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

El Señor y Creador, por las bendiciones que ha derramado en mí, y conceder que alcanzara mis sueños.

La Facultad de Ingeniería

Por abrirme las puertas y poder estar en sus aulas universitarias e inculcar mi formación profesional.

Ing. Luis Gregório Alfaro Veliz

Por la asesoría, consejos y amistad a lo largo de la elaboración de mi trabajo de graduación.

Mis amigos

Los que estuvieron en toda mi formación universitaria y a quienes han participado en el proceso de mi graduación.

A mis amigos de infancia, gracias por todo.

La FEPMAYA

Por el apoyo en todo el proceso de mi formación, tanto profesional como social.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

FASE DE INVESTIGACIÓN

1 ASPECTOS MONOGRÁFICOS DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ	1
1.1 Aspectos históricos	1
1.1.1 origen del nombre	1
1.2 Aspectos físicos	2
1.2.1 Extensión territorial	2
1.2.2 Ubicación geográfica	2
1.2.3 Distancia relativa	4
1.2.4 Colindancias	5
1.2.5 Población	5
1.2.6 Clima	6
1.2.7 Actividades económicas	8
1.3 Servicios	9
1.3.1 Vías de acceso	9
1.3.2 Agua potable	10
1.3.3 Drenaje	10
1.3.4 Centros educativos	11
1.3.5 Centros de salud	13
1.4 Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio	13
1.4.1 Descripción de las necesidades	13
1.4.2 Justificación social	14
1.4.3 Justificación económica	14
1.4.3.1 Priorización de necesidades	14

FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2 DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

2.1 Descripción del proyecto	15
2.1.1 Descripción del sistema a utilizar	15
2.1.2 Fuentes de abastecimiento	15
2.1.3 Tipos de servicios	16
2.2 Análisis de laboratorio de agua	17
2.2.1 Análisis físico químico.	17
2.2.2 Análisis bacteriológico	18
2.3 Levantamiento topográfico	18
2.4 Periodo de diseño	19
2.5 Dotación	20
2.6 Estimación de la población	20
2.7 Factores de consumo	21
2.7.1 Factor de día máximo (FDM)	21
2.7.2 Factor hora máxima (FHM)	22
2.8 Determinación de caudal	22
2.8.1 Caudal medio diario	22
2.8.2 Caudal máximo diario	22
2.8.3 Caudal máximo hora	23
2.8.4 Caudal por vivienda	23
2.9 Captación	24
2.10 Línea de conducción	24
2.11 Tanque de almacenamiento	28

2.12 Línea de distribución	39
2.13 Obras de arte	44
2.13.1 Caja unificadora de caudal	44
2.13.2 Caja rompe presión	44
2.13.3 Paso aéreo	44
2.13.4 Caja para válvulas	53
2.13.5 Desinfección	54
2.14 Descripción del mantenimiento del sistema de agua	56
2.14.1 Captación	56
2.14.2 Caja rompe presión	56
2.14.3 Tanque de almacenamiento	57
2.14.4 Línea de conducción y red de distribución	57
2.14.5 Hipocloración	58
2.15 Propuesta de tarifa	58
2.16 Elaboración de planos	60
2.17 Presupuesto del proyecto	60
2.17.1 Cuantificación por renglones	60
2.17.2 Integración de costos unitarios	61
2.17.3 Costo total del proyecto	62
2.18 Cronograma	62
2.18.1 Cronograma de ejecución	63
2.18.2 Cronograma de inversión	63
2.19 Evaluación de impacto ambiental	64
2.20 Evaluación socio económica	66
2.20.1 Valor presente neto	66
2.20.2 Tasa interna de retorno	67

3 DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

3.1 Investigación preliminar	71
3.1.1 Antecedentes	71
3.1.2 Reconocimiento del terreno	71
3.1.3 Capacidad de alumnos	72
3.1.3.1 Aula teórica	72
3.1.4 Sistema estructural	73
3.2 Análisis de suelos	73
3.2.1 Ensayo triaxial	73
3.3 Distribución arquitectónica	75
3.3.1 Diseño del edificio	75
3.3.2 Predimensionamiento de los elementos	76
3.3.2.1 Viga	76
3.3.2.2 Columna	77
3.3.2.3 Espesor de losa	78
3.4 Cargas aplicada a los marcos rígidos	78
3.4.1 Cálculo del peso por nivel	78
3.4.2 Cálculo del corte basal	80
3.4.2.1 Fuerzas por nivel	82
3.4.2.2 Fuerzas por marcos	84
3.4.2.3 Fuerza del marco por torsión	86
3.4.3 Integración de cargas	89
3.5 Análisis de marcos rígidos por el método de ETABS	92
3.6 Envoltente de momentos	99
3.6.1 Balance de momentos	99
3.6.2 Cálculo del momento positivo de las viga	100
3.6.3 Cálculo de cortes	101

3.7 Diseño estructural	104
3.7.1 Diseño de muro de contención	104
3.7.2 Diseño de losa primer nivel	105
3.7.3 Diseño de losa segundo nivel	113
3.7.4 Diseño de viga	114
3.7.5 Diseño de columnas	121
3.7.6 Diseño de zapatas según valor soporte del suelo	130
3.7.7 Diseño de escalera	135
3.8 Fosa séptica	137
3.9 Diseño de instalaciones	139
3.9.1 Hidráulicas	139
3.9.2 Eléctricas	141
3.10 Elaboración de planos	142
3.11 Presupuesto por renglones	142
3.11.1 Cuantificación por renglones	142
3.11.2 Integración de costos unitarios por renglón	143
3.11.3 Costo total del proyecto	144
3.12. Cronograma	144
3.12.1 Cronograma de ejecución	145
3.12.2 Cronograma de inversión	145
3.13 Evaluación de impacto ambiental	146
3.14 Evaluación Socioeconómica	147
3.14.1 Valor presente neto	147
3.14.2 Tasa interna de retorno	147
CONCLUSIONES	149
RECOMENDACIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	153
APÉNDICE	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Clasificación de Suelo, del departamento de Sololá	3
2	Departamento de Sololá	3
3	Mapa geográfico, Depto. Sololá	4
4	Balance hídrico, Municipio de Sololá	7
5	Lluvias máximas, Municipio de Sololá	8
6	Tanque de distribución	31
7	Muro T. D.	36
8	Diagrama de fuerzas, Muro T.D.	37
9	Área de corte	51
10	Área de punzonamiento	52
11	Armado final de zapata	53
12	Diagrama de tasa interna de retorno	68
13	Planta escuela	76
14	Marco típico escuela, eje B	91
15	Marco típico escuela, eje 4	92
16	Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido Y, eje 4	94
17	Momentos últimos en vigas	94
18	Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, en columnas	96
19	Diagramas de corte últimos en (Kg), eje 4	96
20	Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido X, eje B	97
21	Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, en columnas	98
22	Diagrama de corte último (Kg), eje B	98
23	Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido Y, eje 4. Método de Kani	102
24	Corte último, marco dúctil, sentido Y, eje 4, Método de Kani	103

25	Planta típica, distribución de losas	105
26	Losa típica tipo 1	107
27	Losa típica tipo 2	107
28	Momentos actuantes en losas, nivel 1	108
29	Momentos balanceados en losas, nivel 1	110
30	Momentos y cortes de viga tipo 4, segundo nivel	114
31	Momentos y cortes de viga tipo 1, primer nivel	117
32	Sección de columnas tipo A-1	126
33	Armado final de columnas tipo A-1	129
34	Área por corte	132
35	Área de punzonamiento	133
36	Armado final de zapata	134
37	Dimensiones de grada	135

TABLAS

I	Estructura de la población	6
II	Cálculo de momento estabilizante T.D.	37
II	Costo de operación y mantenimiento	59
IV	Presupuesto línea de conducción	61
V	Presupuesto obras de arte	61
VI	Presupuesto total	62
VII	Cronograma de ejecución e inversión, de Agua potable	63
VIII	E. I. A. Agua potable	65
IX	Cálculo de valor presente neto	66
X	Peralte mínimo de vigas	76
XI	Cálculo de centro de rigidez, en el segundo nivel	87

XII	Fuerzas por marco por torsión del segundo nivel	87
XIII	Cálculo del centro de rigidez del primer nivel	88
XIV	Fuerzas por marco, por torsión del primer nivel	89
XV	Acero requerido en losas primer nivel	112
XVI	Cálculo de área de acero de viga tipo 4, segundo nivel	115
XVII	Cálculo de área de acero de viga tipo 1, primer nivel	118
XVIII	Cálculo de vigas	120
XIX	Cálculo de columnas, tipo-A, primer nivel	130
XX	Diseño de zapata tipo 2	134
XXI	Cálculo de área de acero para gradas	137
XXII	Cálculo de caudal para la fosa séptica	138
XXIII	Instalaciones Hidráulicas. Cálculo drenajes	140
XXIV	Instalaciones Hidráulicas. Cálculo agua pluvial	140
XXV	Presupuesto Escuela La Fe	143
XXVI	Presupuesto total	144
XXVII	Cronograma de ejecución e inversión, de la Escuela La Fe	145
XXVIII	E. I. A. de la Escuela La Fe	146

LISTA DE SÍMBOLOS

A.C.I	Instituto Americano del Concreto
Ag	Área gruesa de columna
As	Área de acero
As_{mín}	Área de acero mínima
As_{máx}	Área de acero máxima
As (t)	Área de acero por temperatura
Az	Área de zapata
b	Base del elemento
C	Constante de la tubería
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
d	Peralte efectivo
d	Magnificador de momentos
e	Excentricidad
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
FCU	Factor de carga última
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máxima
Fi'	Fuerza traslacional
Fi''	Fuerza rotacional
fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Hf	Pérdida de carga en las tuberías
HG	Hierro galvanizado
Hi	Altura de cada nivel i
kg-m	kilogramo metro

L	Longitud
l/h/d	Litros habitante día
l/s	Litros por segundo
μ	Coefficiente de reparto
m.c.a.	Metro columna de agua
MF	Momento Fijo
Mn	Momento de piso
Ms	Momentos de sujeción
m/s	Metros por segundo
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qi	Caudal instantánea
Qv	Caudal por vivienda
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
\emptyset	Diámetro
V	Factor de corrimiento
Vs	Valor soporte del suelo
W	Carga distribuida
Wi	Peso de cada nivel i
y	Grado de empotramiento

GLOSARIO

Aforo	Es la acción de medir un caudal en una fuente determinada.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas
Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Corte basal	Fuerza aplicada a la base de una edificación, producto del sismo.
Cota de terreno	Número en los planos topográficos, que indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Caudal	Es la cantidad de agua que pasa por la alcantarilla por unidad de tiempo.
Dotación	Volumen de agua que se asigna en el diseño, al consumo de un habitante durante un día.

Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura, elaborado de acero; su función es resistir el esfuerzo cortante.
Excentricidad	Es la distancia que separa el centro de masa del centro de rigidez.
Formaleta	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
Fosa séptica	Es un recipiente cerrado, diseñado y construido para recibir la descarga de aguas negras del alcantarillado del edificio, separar los sólidos de los líquidos, digerir la materia orgánica y almacenar los sólidos digeridos durante un período de retención, y permitir a los líquidos clarificados ser descargados para su eliminación.
Mortero	Mezcla plástica obtenida con un aglomerante, arena y agua, que sirve para unir las piedras y/o ladrillos que integran obras de mampostería y/o para revestirlas con los acabados de albañilería.

Momento	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultado de la aplicación de una fuerza a "X", distancia de su centro de masa.
Perdida de carga	Es la caída de presión ocasionada por la fricción entre el agua y las paredes de la tubería.
Pendiente	Inclinación necesaria respecto de una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas, se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad.
Planimetría	Proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación.
Relaciones hidráulicas	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Rigidez	Resistencia de un elemento estructural a la deformación.
Sismo	Es una sacudida o aceleración de la corteza terrestre, por un acomodamiento de las placas, a una cierta profundidad, partiendo de un epicentro.

Solera

Elemento estructural horizontal de los muros de mampostería reforzada, el cual tiene la función de resistir esfuerzos de corte.

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos, situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

Al hablar de un proyecto de ingeniería se está refiriendo a un conjunto de obras de infraestructura, para el beneficio de las personas y por ello es necesario trabajar con todos los factores de seguridad y normas de diseño para el correcto cálculo, así como aspectos arquitectónicos para la buena relación y funcionalidad, llegando a una obra de infraestructura óptima.

En este trabajo de graduación se describe el proceso para diseñar la infraestructura física de un centro escolar y la introducción de agua potable, haciendo referencia sobre el cálculo y diseño arquitectónico del edificio. Proceso que puede imitarse y/o mejorarse al momento de diseñar obras similares.

En el proyecto Diseño de Introducción de Agua Potable, se contempla, las siguientes obras de arte, construcción de cajas de captación, para nacimiento difuso y nacimiento puntual, tanque de distribución, caja unificadora de caudales, cajas de válvulas, pasos aéreos, pasos a zanjón y caja de hipoclorador. Así como la línea de conducción y red de distribución para el correcto funcionamiento del sistema.

La realización de estos proyectos se hará por medio de la colaboración de la Municipalidad de Sololá, la comunidad beneficiada. La planificación se desarrollará por medio del programa de E.P.S. de la Facultad de Ingeniería.

OBJETIVOS

1. Desarrollar la investigación monográfica, para identificar las características geográficas, sociales, de servicio público y de producción, de las comunidades beneficiadas.
2. Realizar el diseño de la introducción de agua potable para el caserío La Nueva Esperanza, Cantón Chuiquel, municipio de Sololá, departamento de Sololá, y proveerlo a la comunidad para contribuir a la solución de la falta de ese vital líquido.
3. Integrar los diseños arquitectónico y estructural del edificio escolar, para el Sector III, caserío la Fe, Pujujil II, municipio de Sololá, departamento de Sololá.
4. Establecer las cantidades de trabajo, costo y tiempo de ejecución, así como los planos más detalles constructivos, para la correcta ejecución de los proyectos de introducción de agua y del edificio escolar.

INTRODUCCIÓN

Evidentemente Guatemala es un país en vías de desarrollo, la cual hace que las necesidades de infraestructura y servicios básicos sean de primer orden en las comunidades.

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos: Diseño de la introducción de agua potable para el caserío La Nueva Esperanza Cantón Chuiquel, y diseño de edificio escolar para el sector III, caserío La Fe, Pujujil II, municipio de Sololá, departamento de Sololá; como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El primer capítulo contiene la fase de investigación donde se detalla la monografía del departamento, características de la población, urbanismo e infraestructura.

En la segunda parte, se presenta la fase de servicio técnico profesional, desarrollando tanto el diseño de la introducción de agua potable como el diseño del edificio escolar de dos niveles.

Finalmente, se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndice -planos constructivos, presupuestos, cronograma de ejecución e inversión- como complemento a la fase de servicio técnico profesional.

FASE DE INVESTIGACIÓN

1 ASPECTOS MONOGRÁFICOS DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Los dos proyectos se desarrollaron en comunidades del departamento de Sololá, por ello la monografía se centró para: el caserío La Nueva Esperanza, cantón Chuiquel y el sector III, caserío La Fe, Pujujil II.

1.1 Aspectos históricos

1.1.1 Origen del nombre

Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel, Sololá.

A principios del año 1991, se formó un Comité Pro-puente. Esta comunidad se formó a través de una necesidad; en ese mismo año se legalizó a los comités y también el caserío. En ese año solo había 10 casas, anteriormente la comunidad tenía el nombre “Xejuyub”, después de esos tiempos se cambió el nombre porque había otras comunidades que tenían el mismo nombre. En el año 1994, el 6 de julio, se legalizó el caserío como “Nueva Esperanza”, cuyo nombre surgió de un proyecto que se logró en esa comunidad.

(Versión de dirigentes comunales de Nueva Esperanza, año 2001).

Caserío La Fe, Sector III Pujujil II, Sololá

Anteriormente el sector III se encontraban adscrito a la comunidad la Fe, la razón principal de su independencia fue porque estaban muy apartados de la comunidad y cuando el sector La Fe, tendría que ser beneficiado con algún proyecto, difícilmente los incluían; posteriormente se independizaron e iniciaron

a gestionar sus propios proyectos. Fue así como lograron la apertura del camino que también se conecta con la carretera interamericana. Dicha independencia también obedeció al incremento del número de habitantes.

(Versión de dirigentes comunales del sector III, año 2001).

1.2 Aspectos físicos

1.2.1 Extensión territorial

La extensión territorial de cada comunidad, se omitió por falta de datos exactos.

1.2.2 Ubicación geográfica

El Caserío Nueva Esperanza, se sitúa al oeste de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,113.50 metros sobre el nivel del mar.

La Fe, Sector III, Pujujil II se sitúa al nororiente de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,113 metros sobre el nivel del mar.

(Según datos del Diagnóstico del Municipio de Sololá.)

Administrativamente el caserío La Nueva Esperanza, cantón Chuiquel, y caserío La Fe, sector III, Pujujil II, pertenecen al municipio y departamento de Sololá.

Figura 1. Clasificación de suelo, del departamento de Sololá

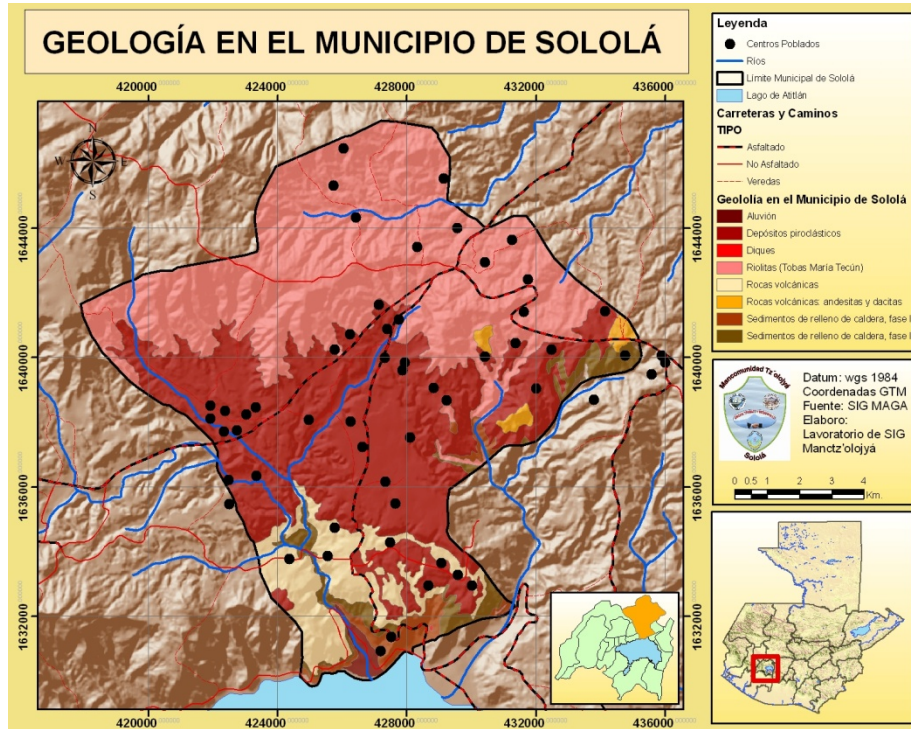


Figura 2. Departamento de Sololá

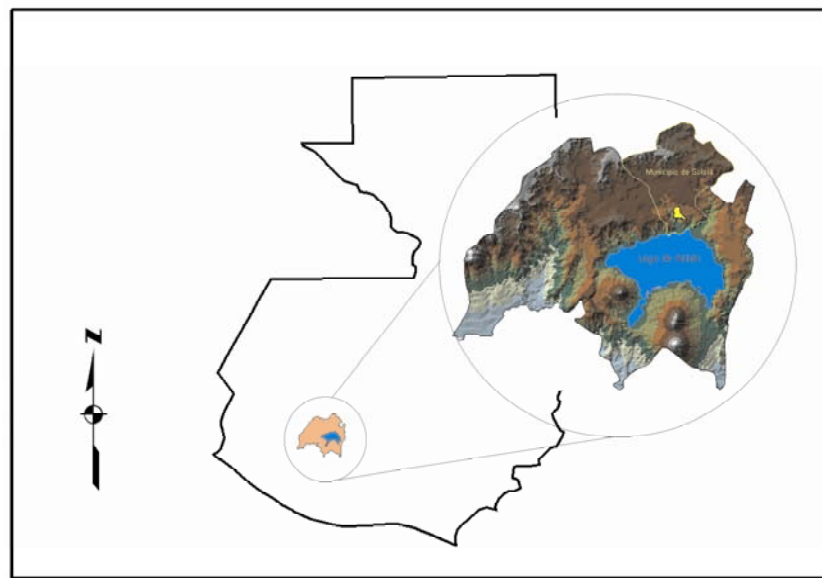


Figura 3. Mapa geográfico, Depto. Sololá



Fuente I.G.N. Hoja 1960 II

1.2.3 Distancia relativa

El caserío La Nueva Esperanza, dista de Sololá a 12 kilómetros. Y a 143, de la ciudad capital.

El sector III, caserío La Fe, dista de Sololá a 15 kilómetros y a 120 kilómetros de la ciudad capital.

1.2.4 Colindancias

La Nueva Esperanza colinda al norte con el caserío Chuiquel Central, al este con el caserío La Ilusión Chuiquel, al oeste con el caserío Chuiquel Central y al sur con el caserío Ascenso Chuiquel.

La Fe, colinda al norte con Chichicastenango, al sur con El Triunfo y El Mirador, al este con Las Trampas y al oeste con El Encanto.

1.2.5 Población

De acuerdo con los datos proporcionados por los dirigentes comunales, la población actual del caserío Nueva Esperanza Chuiquel, es de 200 habitantes, aproximadamente entre hombres y mujeres.

El cien por ciento de la población es de ascendencia Maya Kaqchikel. La gran mayoría de la población es monolingüe y son pocas las personas que hablan el castellano como segundo idioma.

Nueva Esperanza cuenta actualmente con 50 familias, con un promedio de 8 a 10 personas por familia. Existen en la comunidad aproximadamente unas 25 viviendas formales.

Con base en los datos del Centro de Salud del año 2000, la población total del Caserío La Fe Sector III, Pujujil II; asciende a 813 personas de las cuales 406 son hombres y 407 son mujeres. En relación con la población por sexo y edad, se tienen los siguientes datos:

Tabla I. Estructura de la población

EDAD (años)	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
0-4	66	65	131
5-14	117	125	242
15-24	100	84	184
25-49	90	92	182
50 o mas	33	41	74
total	406	407	813

Fuente: Centro de Salud de Sololá año 2000.

1.2.6 Clima

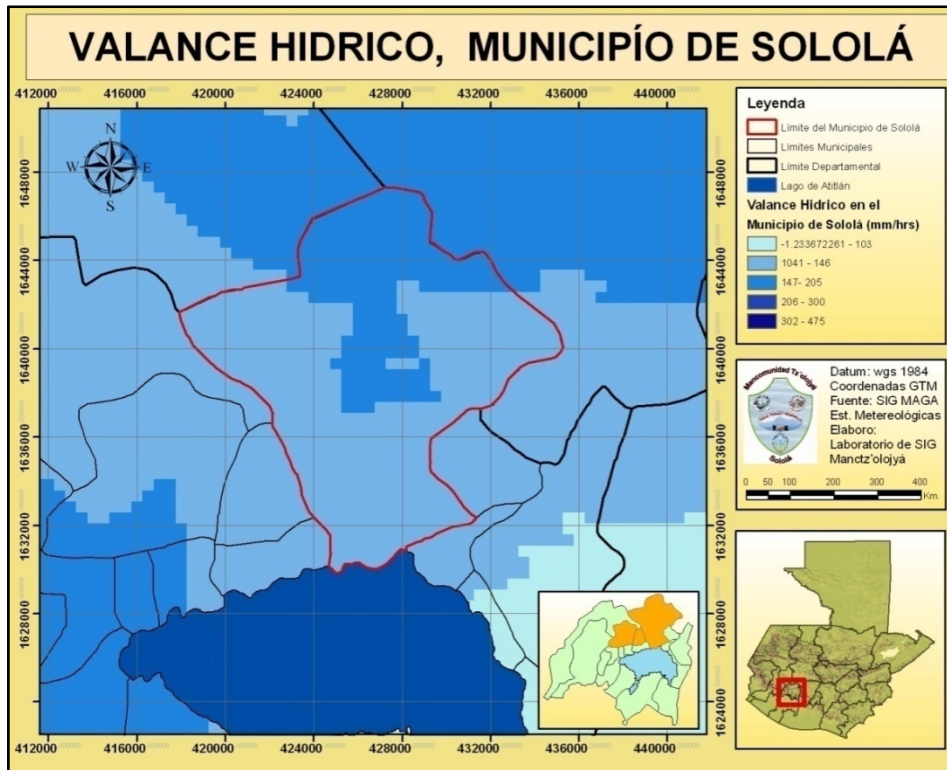
Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel

Por la ubicación geográfica de la comunidad, se considera que el clima es frío, la población opina que antes se sentían menos los rayos del sol y menos vientos; pero en la actualidad se manifiesta más calor y vientos fuertes; los mismos consideran que es resultado de la tala inmoderada de árboles y por la contaminación de la capa de ozono.

Caserío La Fe, Sector III Pujujil II

De acuerdo con la ubicación geográfica de la comunidad y por su altitud, el clima que prevalece es frío, aunque los pobladores indican que en los últimos años han experimentado cambios en la temperatura al manifestarse más calor y alteración en la época lluviosa y en el volumen de la lluvia causando problemas de inundaciones o sequías. Los vecinos perciben dichos cambios y alteraciones como consecuencia de la deforestación y la contaminación del medio ambiente que el hombre ha causado. Según estación meteorológica más cercana se dan los siguientes mapas.

Figura 4. Balance hídrico, Municipio de Sololá



Fuente: SIG. M

Figura 5. Lluvias máximas, Municipio de Sololá



Fuente: SIG. MAGA

1.2.7 Actividades económicas

Por la cercanía de las comunidades, las actividades económicas son las mismas.

Los hombres diariamente se dedican a las labores agrícolas teniendo un horario efectivo de 10 horas y el resto del día, lo toman para descansar.

Tenencia de tierra

La tenencia de la tierra en la comunidad es de tipo minifundista teniendo un promedio de 5 a 10 cuerdas de terreno por cada familia. La cuerda en mención es de 32 x 32 varas. Normalmente 5 cuerdas se utilizan para la

siembra agrícola que son arrendados, de 3 a 4 cuerdas de bosques o barrancos y 1 a 2 para la vivienda. Este es el uso que generalmente tiene la tierra.

Migración

De acuerdo con los datos proporcionados por la población, sí existe migración de personas en especial los hombres para buscar mejoría en sus ingresos económicos. Normalmente viajan a la ciudad capital; para trabajar en algún negocio o establecen un negocio de su propiedad; hay algunos que establecen Tenderos. Se ausentan de la comunidad por un mes o un poco más. Algunos se han ido a los Estados Unidos en busca de mejores oportunidades, por lo que se ausentan de su familia y de su comunidad por años enteros.

En el caso de las mujeres que se dedican a múltiples actividades entre ellas, los oficios domésticos, el cuidado de los niños y los animales domésticos, el lavado y la confección de ropa para la familia, trabajan alrededor de 16 horas efectivas diariamente sin tener mayores descansos que el horario para dormir.

1.3 Servicios

1.3.1 Vías de acceso

Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel

Tiene dos vías de acceso ambas se desprenden de la ciudad de Sololá: una de ellas tomando la ruta sobre la carretera interamericana y la otra vía por el municipio de San José Chacayá. Las dos son accesibles durante toda época del año.

Caserío La Fe, Sector III, Pujujil II.

La comunidad cuenta con una vía de acceso principal de terracería que se interconecta con la carretera interamericana, la cual es accesible durante toda época del año.

1.3.2 Agua potable

Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel.

De acuerdo con el informe brindado por la comunidad mencionan que el 95% de las viviendas cuentan con un solo sistema de agua entubada y un 5% carece de ello.

Caserío La Fe, Sector III, Pujujil II.

En la comunidad existen 163 familias; de las cuales el 80 % cuenta con agua entubada domiciliar y el 20 % de las familias se abastece de manantiales o de pozos cercanos.

1.3.3 Drenaje

Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel.

La comunidad no cuenta con un sistema de drenajes, por lo que las aguas negras referidas al lavado de ropa y de utensilios de cocina, se deja correr entre la milpa o el terrero de cada familia o vivienda y allí mismo se consume o desaparece. En algunos casos corre hasta el río o en alguna área de cultivo.

En cuanto a la disposición de excretas, la comunidad menciona que sí disponen de letrinas tipo fosa séptica y aboneras.

Caserío La Fe, Sector III, Pujujil II.

Referente al sistema de disposición de excretas, se constató que el 85 % de familias posee letrinas de tipo tradicional, es decir pozo ciego con plancha y taza de cemento. El 15 % de la población evacua las heces al aire libre entre los cultivos o en los barrancos.

Las familias no cuentan con sistema de drenaje, por tal razón las aguas servidas, producto del lavado de ropa y de otros enseres del hogar, corren a flor de tierra y son dirigidas hacia los barrancos.

1.3.4 Centros educativos

Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel

Nivel educativo

Los habitantes de la comunidad comentan que la mayor parte de padres de familia no sabe leer ni escribir; por no haber asistido a la escuela, debido a los bajos recursos económicos. En la comunidad existen un 4% de personas que está estudiando; no existen estudiantes universitarios ni profesionales.

Infraestructura educativa

La comunidad no cuenta con edificio escolar propio, por lo que sus hijos asisten a la escuela del centro de Chuiquel, donde ofrecen los grados de pre-

primaria y primaria completa. Los niños y niñas asisten a la escuela movilizándose a pie no más de ½ kilómetro y para ello tardan aproximadamente 15 minutos. En el caso de los jóvenes se trasladan a la Escuela Normal de la aldea Argueta a una distancia de 5 kilómetros.

Caserío La Fe, Sector III, Pujujil II

Nivel educativo

La mayoría de las personas adultas no sabe leer ni escribir porque no pudo asistir a la escuela; en virtud de ello, prevalece el alto grado de analfabetismo, lo que es más evidente en las mujeres.

Los vecinos indicaron que la mayoría de jóvenes sabe leer y escribir, porque todos han logrado culminar la primaria. Informaron que la mayor parte de de niños y niñas asiste a las escuelas; por lo que esto constituye un índice de mejoría del nivel educativo de la comunidad.

Infraestructura educativa

El Caserío La Fe, cuenta con un edificio escolar; actualmente los niños comparten un salón de clases para dos grados. Los niños y las niñas se trasladan a pie y se tardan alrededor de 15 a 20 minutos para hacerlo.

1.3.5 Centros de salud

En el área de salud las dos comunidades tienen las mismas características.

No cuentan con los servicios de promotores de salud, ni comadronas. Normalmente la gente acude al hospital nacional que se localiza en la ciudad de Sololá, también visitan a los curanderos situados en otras comunidades.

En la actualidad la comunidad cuenta con programas permanentes de asistencia en salud; los promotores visitan a las familias constantemente.

1.4 Investigaciones, diagnósticos sobre necesidades de servicio

1.4.1 Descripción de las necesidades

Conjuntamente con la Unidad Técnica de Planificación de la Municipalidad, y los líderes comunitarios, se hizo un diagnóstico sobre las necesidades de infraestructura en las dos comunidades; recolectada la información se analizó las diferentes necesidades, dando prioridad a las siguientes:

a. Caserío Nueva Esperanza, cantón Chuiquel.

- Adoquinado de calle central
- Introducción de agua potable
- Construcción de escuela
- Sistema de drenaje

b. Caserío La Fe, Sector III, Pujujil II

- Adoquinado de calle central

- Proyecto de iluminado público
- Construcción de escuela primaria de dos niveles
- Muro de contención para calle principal.

1.4.2 Justificación social

Hablar de un proyecto de infraestructura es referirse al mejoramiento del nivel de vida de la sociedad; los habitantes de las dos comunidades en mención, llevan años solicitando un apoyo a las distintas entidades, para la planificación y ejecución de los proyectos de importancia en sus comunidades y así lograr un pequeño, pero muy significativo cambio en sus vidas.

1.4.3 Justificación económica

Las condiciones económicas que se vive en el país, es imposible la ejecución de los proyectos de urgencia en cada comunidad, por ello al tener en manos la solicitud de los pobladores, se tomó en cuenta para la planificación del mismo.

1.4.3.1 Priorización de necesidades

En coordinación con las autoridades municipales y oficina de planificación de proyectos municipales, se determinó que es necesario contar con la planificación y diseño de dos proyectos, siendo éstos: Diseño de introducción de agua potable, caserío La Nueva Esperanza, Cantón Chuiquel, y Diseño de edificio escolar, sector III, caserío la Fe, Pujujil II, municipio de Sololá, departamento de Sololá.

FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2. DISEÑO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE, CASERÍO LA NUEVA ESPERANZA CANTÓN CHUIQUEL, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la introducción de agua potable, para el caserío la nueva Esperanza, ya que actualmente cuenta con un sistema que no satisface las necesidades básicas, por el aumento de población.

2.1.1 Descripción del sistema a utilizar

La selección del sistema a utilizar se hace de acuerdo con la fuente disponible y la capacidad económica de la comunidad, para costear la operación y mantenimiento; después de un recorrido por el área y realizar altimetría del terreno se llegó a la opción a considerar un sistema por gravedad.

2.1.2 Fuentes de abastecimiento

Debido al aumento de población y a la falta de agua, los habitantes del caserío La Nueva Esperanza, en años anteriores efectuaron la compra de dos nacimientos; uno de ellos es difuso y el otro es puntual. Los nacimientos son el resultado de la percolación del agua superficial a través de diferentes estratos

del terreno y por su recorrido dentro del manto acuífero, experimentan una filtración que generalmente la hace de buena calidad para el consumo humano.

Sin embargo, esto no ocurre siempre, ya que puede haber alguna contaminación aguas arriba del nacimiento. De lo anterior se hace necesario efectuar un análisis químico sanitario y bacteriológico antes de proceder a su aprovechamiento. Los resultados de este análisis se encuentran en el anexo de este trabajo, donde se muestra que desde el punto de vista físico químico sanitario que el agua cumple con las normas, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua y en el examen bacteriológico se establece que, bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación 1. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales O. M. S. y norma COGUANOR NGO 29001.

El aforo realizado a los dos nacimientos da un total de 0.53 l/seg., en época de estiaje, la cual tomando una dotación de 70 l/Hab-Día permite reconocer que los dos nacimientos sí abastecen a la población futura según los cálculos realizados.

2.1.3 Tipos de servicios

El sistema de servicio podrá ser por conexiones prediales, conexiones intradomiciliares, llena cántaros y mixtos. Para este proyecto se propone la utilización de una conexión predial; por razones económicas este servicio es el más aconsejable para el área rural. Los cálculos en la red de distribución se realizaron como ramal abierto por la lejanía entre las viviendas.

2.2 Análisis de laboratorio de agua

El análisis del agua se efectúa para identificar los contenidos y concentraciones de sustancias indicadoras de su calidad, utilizando instrumentos y reactivos, según métodos científicos estandarizados.

2.2.1 Análisis físico químico.

La muestra fue extraída desde el nacimiento, con un recipiente plástico, limpio, de 4 litros de capacidad. Se hicieron de forma preliminar tres llenados y vaciados; en el cuarto se tomó la muestra, llevándola al laboratorio para mantener sus propiedades.

Este análisis determina las condiciones físicas y químicas del agua, como temperatura, color, olor, sabor y aspecto, el análisis físico-químico se efectuó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12. El resultado de la muestra indica que el agua cumple con las normas, según normas internacionales de la Organización Mundial de Salud. (Ver apéndice).

La toma de la muestra se realizó con una probeta especialmente preparada por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, transportada directamente del nacimiento al laboratorio, con el fin de no exceder del tiempo prudencial desde que se toma la muestra hasta que se realiza el análisis.

2.2.2 Análisis bacteriológico

La muestra se obtuvo conjuntamente con la anterior, en un recipiente de vidrio de cien mililitros, esterilizado, de boca ancha con tapón de lastrado especial. Ésta fue tomada teniendo cuidado de no alterarla para su correcto análisis.

El principal peligro con el agua es la posibilidad de su contaminación con heces fecales de origen humano o animal. Estas heces pueden contener bacterias patógenas capaces de producir enfermedades, como la fiebre tifoidea, cólera, u otras enfermedades diarreicas. Para comprobar que el agua es apta para beber y para uso doméstico, se efectuó el examen, el cual identifica el número de organismos indicadores de contacto fecal en el agua.

Las muestras obtenidas se enmarcan en la clasificación 1, la cual cumple con las normas internacionales de la O.M.S. y con las normas de COGUAOR NGO 29-001 (norma guatemalteca obligatoria) de especificaciones para agua potable (ver examen de laboratorio, en el apéndice)

2.3 Levantamiento topográfico.

En el presente caso se realizó un levantamiento de segundo orden, debido a que la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad lo permite. Para representar el perfil del terreno del nacimiento a la comunidad sobre un plano horizontal, se adoptó el método de conservación de azimut; para ello se consideró un norte arbitrario como referencia.

Para altimetría se utilizó el método taquimétrico, la diferencia de nivel se obtuvo mediante la ecuación:

$$DN = 100 \times \Delta h \times (0.5 \times \text{sen} (2\varphi))$$

Donde:

DN=Diferencia de nivel entre dos puntos.

Δh =diferencia de lecturas entre el hilo superior y el inferior

\varnothing =Ángulo vertical

Este método permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes. El equipo que se utilizó comprende teodolito, estadal, estacas y cinta métrica. (Los resultados se observan en el apéndice).

2.4 Período de diseño.

Éste se considera como el tiempo durante el cual, la obra dará un servicio satisfactorio para la población. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos, tasas de interés, población de diseño, comportamiento de la obra y posibilidades de ampliación de acuerdo con el recurso del agua. Debido a estos factores, se determinó para el presente proyecto un período de veinte años y un año más de gestión del mismo.

2.5 Dotación

Es el volumen de agua asignado a una persona para consumo en una unidad de tiempo. Usualmente en el medio, la dotación se determina en lts/hab/día.

Los factores que influirán en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, tamaño de la población, actividades productivas, costumbres, así como la cantidad disponible y uso del agua.

Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR, la dotación para el área rural con conexiones de tipo predial se encuentra entre los valores de 60-120lts/hab/día; para el diseño de este proyecto se establece una dotación de 70 lts/hab/día.

2.6 Estimación de la población

Para este fin, se utilizará el modelo geométrico, que consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio proyectándolo hacia el futuro. La fórmula empleada es:

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde

P_f = Población futura o población de diseño

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño (período de diseño 20 años, por tiempo de gestión 1 año)

Por lo que se tiene:

$$P_0 = 290 \text{ habitantes}$$

$$r = 0.030$$

$$n = 21 \text{ años}$$

$$P_f = 290 \times (1 + 0.030)^{21} = 540 \text{ hab.}$$

2.7 Factores de consumo

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varía en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a un grupo social y que varían de una comunidad a otra. Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición.

2.7.1 Factor de día máximo (FDM)

Llamado también caudal máximo diario, es el registrado en el día de máximo consumo de un grupo de registros; está en función del factor de día máximo (FDM), definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año. Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR, el factor de día máximo varía entre 1.2 y 1.8 para poblaciones rurales.

2.7.2 Factor hora máxima (FHM)

Es el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el periodo de un año, se utiliza para diseñar la red de distribución. Está ligado al factor de hora máximo FHM, que varía entre 2 y 3, para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes.

2.8 Determinación de caudal

2.8.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume una población en un día; se obtiene mediante el promedio de consumos diarios durante un año. Cuando no se cuenta con esta información, se puede calcular en función de la población futura y la dotación, así:

$$Q_m = \frac{(poblacion\ futura) \times (dotaci\o n)}{86,400seg}$$

$$Q_m = ((540) \times (70))/86,400 = 0.438 \text{ l/seg.}$$

2.8.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, siendo el consumo máximo de agua que se utiliza en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por

incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular multiplicando el factor de día máximo por el caudal medio diario.

En este proyecto, se determinó de 1.2. El caudal día máximo será:

$$QDM = QMD \times FDM = (0.438 \text{ lts/seg}) \times 1.2$$

$$QDM=Qc= 0.526 \text{ lts / seg}$$

2.8.3 Caudal máximo hora

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución; es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año. Si no se tiene registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

Por criterio se tomó el valor de 2. El caudal máximo horario está dado por:

$$QHM = QMD \times FHM = (0.438 \text{ lts/seg}) \times 2$$

$$QHM= 0.876 \text{ lts / seg}$$

2.8.4 Caudal por vivienda

Conocido también como caudal de gasto, está definido como el consumo de agua que se da por vivienda. El caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el

número de viviendas que comprenden la línea de distribución y los tramos del proyecto a diseñar.

$$Q_v = Q^{HM} / \text{Numero de viviendas}$$

$$Q_v = 0.876/58=0.0151$$

2.9 Captación

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente de uno o varios nacimientos de brotes definidos o difusos, que salen de la montaña. La captación puede ser de dos tipos: captación para brotes definidos o captación con brotes difusos.

Esta obra es la más crítica y de ella depende el éxito o fracaso del proyecto, por lo que se deberá tener información detallada para lograr el beneficio a los habitantes. El primer nacimiento muestra un afloramiento horizontal en donde el brote se encuentra perfectamente definido y concentrado se propone una captación de brote definido. El segundo nacimiento el brote es difuso, por la que se deberá trabajar la captación con una galería de arte. El detalle de las captaciones se muestra en apéndice, planos 18/18 (Detalle de nacimientos.)

2.10 Línea de conducción

Es la tubería que, en su mayoría es de PVC, diseñada para conducir el caudal de día máximo, sale de la captación hacia el tanque de distribución. Antes de la colocación de la tubería, el fondo de la zanja deberá emparejarse

cuidadosamente, para que el tubo quede firmemente apoyado en toda su longitud; se evitará que quede desigualmente soportada y en contacto con piedras, terrones, ripio u otro material que pueda dañarla.

Diseño de tuberías

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo, durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados, a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weisbach o Hazen & Williams. Para el proyecto estudiado, se aplicó la segunda mencionada, por proporcionar resultados más aproximados:

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

$$D = \left[\frac{1743.811141 \times L \times Q^{1.85}}{H_f \times C^{1.85}} \right]^{1/4.87}$$

Donde: H_f = Pérdida de carga (m)

Q = Caudal en la tubería (lt/sg)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro (pulg)

C = Coeficiente de rugosidad en la tubería

Tipo de tuberías

En sistemas de acueductos, se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie.

La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, y es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a, en pasos de zanjón o aéreos. Para altas presiones, se recomienda utilizar en cuanto sea posible tubería PVC de alta presión y HG sólo donde el PVC no soportará la presión, o donde las características del terreno no permitan su empleo, ya que su costo es alto.

Diámetro de tuberías

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo con el tipo de sistema que se trate; para todo diseño, se debe utilizar el diámetro interno de la tubería.

Coefficiente de fricción

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, se puede utilizar un coeficiente de fricción (C), 140 a 160, y se recomienda un C = 140 cuando se duda de la topografía, y un C = 150, para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para tuberías de HG, puede utilizarse un C = 100. En caso de aplicar otras fórmulas, se deben utilizar coeficientes de fricción equivalentes a las mismas.

Presiones y velocidades

La presión hidrostática en la línea de conducción se recomienda mantenerla en lo posible, debajo de 80 m.c.a, ya que arriba de ésta es conveniente prestar especial atención; la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 m.c.a; la presión hidrodinámica en la línea de conducción no debe ser mayor de 60 m.c.a.

Ejemplo de cálculo

De E-0.01 (Nacimiento) A E-4.3 (Caja Unificadora de Caudales)

Cota inicial del terreno = 999.8

Cota final del terreno = 992.63

Longitud. $133.34 \times 1.05 = 140.007$ metros

Caudal (Q). = 0.18 lt/sg.

C=150

Hfs= 7.17

Luego, aplicando la fórmula de Hazen & Williams y sustituyendo valores, se obtiene el diámetro adecuado para la longitud de tubería indicada en los datos anteriores:

$$D = \left[\frac{1743.811141 \times L \times Q^{1.85}}{H_f \times C^{1.85}} \right]^{1/4.87} = 0.6623 \text{ plg.}$$

D= 3/4"

Hfr=3.91

Cpiezométrica =999.8-3.91=995.89

Cantidad de tubos $T_{PVC} = longitud/6 mts = 23.33 \approx 24$

Velocidad en el tramo: $V = (1.974 \times Q)/D^2 = 0.6317$

Comprobación de velocidad $0.40 < 0.63 < 3.00$ correcto.

De acuerdo con los resultados, el tramo estará formado por 24 tubos PVC de 3/4" de 160 P.S.I, equivalentes a 144.00 metros. Toda la línea de conducción fue calculada de la misma forma (Ver hoja de cálculo en apéndice)

2.11 Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución es un depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de máximo consumo. Cuando el suministro de agua puede considerarse seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se prescinde del volumen de reserva para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

La previsión de gastos de incendios para localidades pequeñas no se justifica en la mayoría de los usos, por consiguiente este volumen es cero.

Resumiendo, el volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecido utilizando la curva de variaciones horarias del consumo de una población con iguales características de la localidad. Cuando se dispone de una curva aplicable al caso estudiado, el volumen de compensación para localidades con poblaciones pequeñas debe ser del 30% al 45% del consumo máximo diario, salvo en los casos en los que se necesita proveer una capacidad adicional para contingencias e incendios.

Todos los tanques de almacenamiento o distribución se deben construir de concreto ciclópeo o de de concreto armado; se deben cubrir con losa de concreto reforzada, provista de ventana de inspección y/o reparación. El acceso al tanque debe estar cerca de la entrada de la tubería para poder realizar aforos cuando sea necesario, el tanque de distribución del proyecto se compone de las siguientes partes:

- Depósito principal
- Caja de válvula de salida
- Caja de válvula de entrada
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Ventilación
- Obras de protección

Depósito principal

Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. Los muros se construyen de mampostería de piedra. Pero la losa y la tapadera son de concreto reforzado.

Caja de válvulas de entrada

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal.

Caja de válvulas de salida

Tanto la caja de válvula de entrada como la de salida deberán tener el espacio necesario libre para el manejo de las mismas, construidas de concreto ciclópeo, con su respectiva tapadera de seguridad, evitando así su mal uso por personas ajenas al mantenimiento del sistema. (Ver detalle en plano de detalles)

Dispositivo de desagüe y rebalse

La capacidad del tubo de rebalse será igual a la máxima de entrada, utilizando tubería de PVC debidamente anclada al tanque de distribución. El tubo de desagüe, con su respectiva llave de paso, que permita vaciar el tanque para limpieza o futuras reparaciones, en este caso se usará tubo PVC.

Ventilación

Tubería de PVC o HG debidamente protegidos para evitar la entrada de insectos al depósito principal; para este caso se utilizará tubo HG de 2" con rejilla. (Ver detalle en plano 14/18 Tanque de Distribución)

Para el diseño del tanque se tomó como base un porcentaje de almacenamiento de 40% el cual da como resultado:

$$\text{Vol.} = 0.40 \times Q_c$$

Donde

$$Q_c = 0.526 \text{ lts / seg}$$

Entonces:

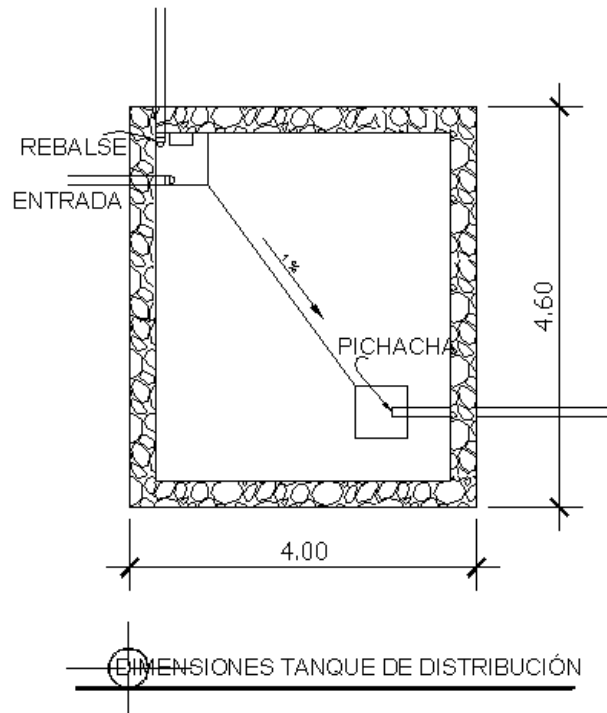
$$\text{Vol} = \frac{(0.40 \times 0.526 \times 86400)}{1000} = 18.19M^3 \cong 20M^3$$

Con el propósito de poder almacenar en determinados días y épocas del año una mayor cantidad de agua se tomó el criterio de aumentarle el volumen del tanque a 30 m³.

Diseño estructural de la cubierta

Para de cubierta se diseñará una losa de concreto reforzado con las siguientes dimensiones:

Figura 6. Tanque de distribución



Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Para conocer si trabaja en uno o dos sentidos, se divide el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.5, trabaja en dos sentidos; de lo contrario trabajará en uno.



$$m_1 = 4/4.60 = 0.869$$

Para calcular el espesor se divide el perímetro entre 180

$$t = (4 \times 2 + 2 \times 4.6)/180 = 0.095$$

Se utilizará por facilidad de construcción un espesor de losa de 0.10 mts.

Integración de cargas:

Carga muerta

$$\text{Peso de la losa} \quad (0.10) (2400) = \quad 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobre carga} \quad \underline{30 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Total de carga muerta} \quad 270 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de carga viva} \quad 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1.4 (\text{carga muerta}) + 1.7 (\text{carga viva})$$

$$C_u = 1.4(270) + 1.7 (200) = 378 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2 = 718 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de momentos

Para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa, se emplearán las fórmulas especificadas por la ACI: 318-05

Donde:

M=momento actuante

C=coeficiente de tablas de ACI 318-05 para momentos

CU=cargas últimas vivas, muertas y totales

A, B=Dimensión del lado corto y largo de la losa respectivamente

Método 3

$$m = 4/4.6 = 0.869$$

Sin continuidad en los apoyos

Caso 1

Momentos negativos

$$M_{A(-)} = C_{A-} * C_U * A^2$$

$$M_{B(-)} = C_{B-} * C_U * B^2$$

Momentos positivos

$$M_{A(+)} = C_{A+} * C_{MU} * A^2 + C_{A+} * C_{VU} * A^2$$

$$M_{B(+)} = C_{B+} * C_{MU} * B^2 + C_{B+} * C_{VU} * B^2$$

Momentos negativos

$$MA_{(-)} = 0.00 * 718 * 4^2 = 0.00$$

$$MB_{(-)} = 0.00 * 718 * 4.6^2 = 0.00$$

Momentos positivos

$$MA_{(+)} = .050 * 378 * 4^2 + .050 * 340 * 4^2 = 574.4 \text{ kg.m}$$

$$MB_{(+)} = .026 * 378 * 4.6^2 + .026 * 340 * 4.6^2 = 395.01 \text{ kg.m}$$

Cálculo del área de acero

Se calcula como si fuera una viga, usando el ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento aplicado es el siguiente:

$$M_A = 574.4 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_B = 395.01 \text{ kg} - \text{m}$$

$$t = 10 \text{ cm.} \quad d = 10 - \text{recubrimiento} = d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm.}$$

Límite de acero

$$As_{min} = (14.1 \times b \times d) / Fy$$

$$As_{min} = (14.1 * 100 * 7.5) / 2810 = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$As_{MAX} = \phi (0.003 \times Es / (Fy + 0.003Es) \times (0.852 \times F'c / Fy)) \times b \times d$$

$$\phi = 0.75 \text{ en zona no sísmica;} \quad \phi = 0.5 \text{ en zonas sísmicas}$$

$$As_{MAX} = 0.5(0.003 * (2.10 * 10^6) / (2810 + 0.003 * 2.10 * 10^6)) * (0.852 * 210 / 2810) * 100 * 7.5 =$$

$$As_{MAX} = 14.05 \text{ cm}^2$$

Cálculo de momento soportado usando $A_{s_{min}}$

$$M_{SOP} = 0.90 (A_s \times F_y (d - (A_s \times F_y / 1.7F_c \times B)))$$

$$M_{SOP} = 0.90 (3.76 \times 2,810 (7.5 - (3.76 \times 2810 / 1.7 \times 210 \times 100))) =$$

$$M_{SOP} = 84,572.28 \text{ Kg} \cdot \text{cm} \times (1.00\text{m} / 100\text{cm}) = 845.72 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Usar acero No. 3

Área	Espaciamiento	
3.76 cm ²	100 cm.	} Para momento en A y B S = 18.88 cm ≈ 15 cm.
0.71 cm ²	S	

Cálculo de refuerzo

Para los momentos menores que el M_{SOP} se usa $A_{s_{MIN}}$; y para los momentos mayores que el M_{SOP} se calcula el área de acero con la fórmula:

$$A_s = (B \times d - ((B \times d)^2 - (M \times B / 0.003825F_c))^{1/2} (0.85F_c / F_y))$$

En este caso los momentos de la losa son menores al M_{sop} . Por lo tanto usar $A_{s_{min}}$.

Cálculo del espaciamento entre varillas de refuerzo

El espaciamento entre varillas se calcula con: $S = A_v / A_s$.

Tomando en cuenta que: $S_{MAX} = 3t$ ó $S_{MAX} = 0.30 \text{ m}$.

$$S_{MAX} = 3 \times 0.10 = 0.30 \text{ m}, \text{ entonces usar } S_{MAX} = 0.30 \text{ m}.$$

Chequeo:

Chequeo por corte: todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de las mismas. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de corte máximo actuante

$$V_{MAX} = CUU \times L / 2 = (718 \times 4.6) / 2 = 1,651.4 \text{ Kg}$$

L = lado mayor de la losa

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45(f'c)^{1/2} t = 45(210)^{1/2} (10) = 6521.12 \text{ Kg}$$

Comparar V_R con V_{MAX}

Si $V_R \geq V_{MAX}$ el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

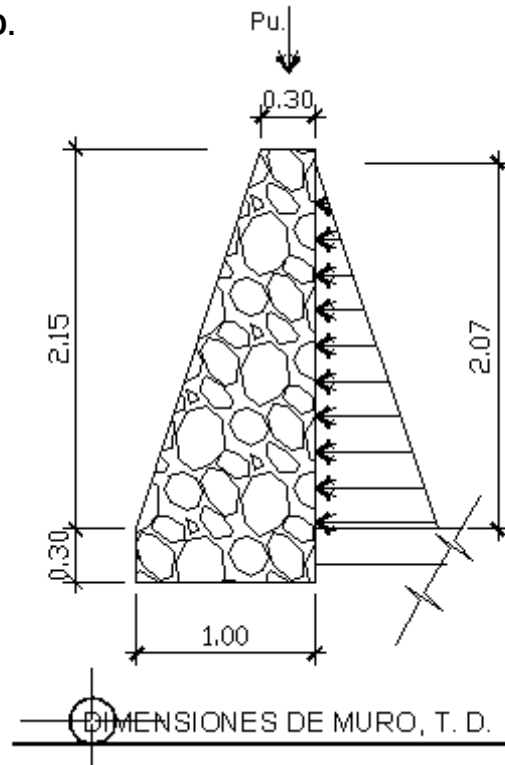
Como $V_R > V_{MAX}$ trabajar con $t=10$ cm.

Resumen: **usar varillas N 3 @ 30cm. en ambos sentidos.** El detalle de losa se encuentra en el plano de detalles constructivos plano 14/18 (Tanque de distribución 30 m³)

Diseño de las paredes del tanque

- Datos: Peso específico del suelo (γ_s) = 1,500 kg./m³.
 Densidad del agua (γ_a) = 1,000 kg./m³.
 Peso específico del concreto (γ_c) = 2,400 kg./m³.
 Peso específico del concreto ciclópeo (γ_{cc}) = 2,500 kg./m³.
 Ángulo de fricción (ϕ) = 28°
 Valor soporte del suelo (V_s) = 15 ton/m².

Figura 7. Muro T. D.



Carga uniforme distribuida (W)

$$W_{\text{losa+viga de carga}} = 2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.10 \text{ mts} + 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.25 \text{ m} \cdot 0.30 \text{ m} = 420 \text{ kg./m}$$

$$W = 420 \text{ kg/m}$$

Se considera W como carga puntual (P_c)

$$P_c = 420 \text{ kg/m} \cdot 1 \text{ m} = 420 \text{ kg}$$

El momento que ejerce la carga puntual es:

$$Mc = 420+ \text{ kg} * (0.7 + (0.3/2)) = 357 \text{ kg-m}$$

$$\mathbf{Mc = 357 \text{ kg - m.}}$$

Fuerza activa Fa

$$Fa = \gamma a * H^2/2$$

$$Fa = 1000 \text{ kg/m}^3 * 2.07^2/2 = 2142.45 \text{ kg/m}$$

$$Mact = Fa * H/3 = 2142.45 * (2.07/3)$$

$$\mathbf{Mact = 1,478.29 \text{ kg - m.}}$$

Momento de volteo respecto de 0

Figura 8. Diagrama de fuerzas, Muro T.D.

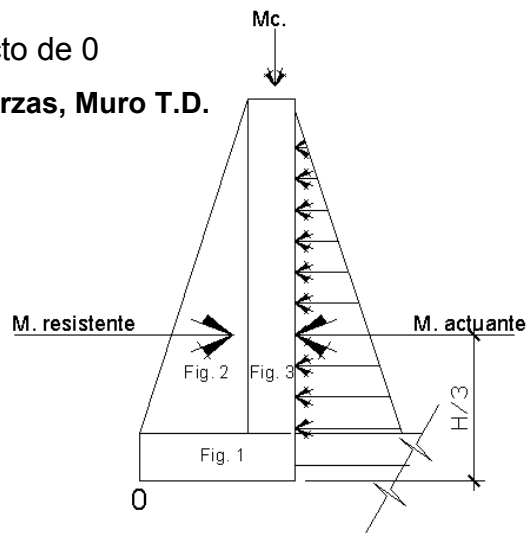


DIAGRAMA DE FUERZAS RESPECTO A 0

Tabla II. Cálculo de momento estabilizante T.D.

Sección	$\gamma_{cc} * A = W(\text{kg-m})$	Brazo (m)	MR (kg - m/m)
1	$2,500(0.30*1) = 750.00$	$1/2(1.00) = 0.50$	375.00
2	$2,500(2.15*.70/2)=$ 1881.20	$(0.70*2/3) = 0.46$	865.35
3	$2,500(0.3 * 2.15) =1612.50$	$(0.7 + 0.3/2) = 0.85$	1370.6

$$\mathbf{\Sigma W = 4,243.7}$$

$$\mathbf{\Sigma MR = 2,610.95}$$

Fuerza hidrostática

$$F_h = 0.5 \cdot W_{\text{agua}} \cdot H \cdot Y_{\text{centroidal}}$$

$$Y_{\text{centroidal}} = 2/3 \cdot 2.07\text{m} = 1.38\text{ m}$$

$$F_h = 0.5\text{m} \cdot 1000\text{ kg/m}^3 \cdot 2.07\text{m} \cdot 1.38\text{m} = 1540.8333\text{ kg}$$

$$F_h = 1540.83\text{ kg}$$

Factor de deslizamiento

$$F = 0.9 \cdot \text{tg}(30) = 0.5196$$

Resistencia al deslizamiento

$$0.5196 \cdot (4243.7 + 420) = 2423.25$$

Verificación contra deslizamiento

$$F_{SD} = (2423.25) / 1540.83 = \mathbf{1.57 > 1.5\text{ OK}}$$

Momento resistente último

$$MR_U = (\Sigma MR + Mc) = 2610.95 + 357 = 2967.95$$

Momento de volteo respecto de 0

$$M_{act.} = 1478.29\text{ kg-m}$$

Verificación de momento de volteo

$$F_{sv} = MR_U / M_{act.} = 2967.95 / 1478.29 = \mathbf{2.01 > 1.5\text{ OK}}$$

Momento neto

$$M_n = MR_U - M_{act.} = 2967.95 - 1478.29 = 1489.66$$

Excentricidad

$$e_x = B/2 - a \quad a = (\Sigma Mr - \Sigma Mv) / \Sigma R = (2967.95 - 1478.29) / 4243.7 = 0.37$$

$$e_x = (1/2 - 0.37) = 0.13\text{ mts}$$

Longitud en la base del muro A donde actúa presión positiva

$$A = 3 \cdot a > B_m = 3 \cdot 0.37 = 1.11 > 1$$

Por lo tanto debajo del muro no existen presiones negativas, está a compresión.

Módulo de sección (Sx)

$$S_x = 1/6 \cdot \text{Base}^2 \cdot \text{Long} = 1/6 (1)^2 \cdot 1\text{m} = 0.167\text{ m}^3$$

Presión máxima y mínima. P_{máx} y P_{mín}.

$$WT/A \pm WT*(Ex/Sx)$$

$$P_{\max}=4243.7/1 + (4243.7*0.13)/0.167 = 7,547.17 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\min}=4243.7/1 - (4243.7*0.13)/0.167 = 940.22 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo:

$$P_{\max} = 7,547.17 \text{ kg/m}^2 < 15,000 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Correcto}$$

$$P_{\min} = 940.22 \text{ kg/m}^2 > 0 \quad \text{Correcto}$$

Las dimensiones de los muros perimetrales del tanque son las adecuadas, ya que la presión máxima actuante es menor que la capacidad de soporte del suelo (15 ton/m²), y la presión mínima es mayor que cero, lo cual indica que no existen presiones negativas.

2.12 Línea de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor, y su función sanitaria es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad aceptable; por lo que se debe tratar el agua antes de entrar a la misma.

Para el diseño de la red, será necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución debe hacerse, mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.
- La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las normas establecidas, para facilitar así su mantenimiento.

Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

Red ramificada o abierta

Se construye en forma de árbol, la cual se recomienda cuando las casas están dispersas. En este tipo de red, los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten otros secundarios.

Red en forma de malla o de circuito cerrado

Ocurre cuando las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Esta técnica funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos, y permite la circulación del agua. En una red en forma de malla, la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la

cual es verificada por el método de Hardy Cross, que se considera balanceado cuando la corrección del caudal es menor del 1% del caudal que entra.

Para el proyecto en estudio, se adoptó el tipo de red ramificada, debido a la dispersión de las viviendas, y se utilizó para su cálculo la fórmula de Hazen & Williams.

Presiones y velocidades

Entre los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución, se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a, en algunas situaciones, podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a., ya que después de alcanzarse una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo de que fallen los empaques de los chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, ésta debe estar entre 40 y 10 m.c.a,

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda mantener como máxima 3 m/seg. y 0.4 m/seg como mínima.

Cálculo de la red de distribución.

Se presenta el cálculo para el tramo de tubería entre las estaciones E-87 a E-87.6, que corresponden al ramal 1.1, cuyo resumen de cálculo se incluye en el apéndice, hoja de cálculo.

Ejemplo de cálculo:

Donde:

E = Estacion

CTo = Cota de terreno inicial

CTf = Cota de terreno final

E-87 CTo = 903.0

E-87.6 CTf = 887.6

Diferencia de cotas 15.4

Distancia horizontal L $186.95 + 5\% = 196.29$ mts.

Caudal de distribución $Q = 0.304$ l/seg

Número total de conexiones 20

Número de viviendas entre E-87 y E-87.6 = 20

Factor de gasto (FG) = Qd / núm. viviendas

$FG = 0.304 / 20 = 0.0152$ l/sg

Para determinar el diámetro de la tubería en este tramo será necesario considerar los siguientes aspectos:

$H_f = 15.4$

$Q = 0.304$ lt/sg

$L = 196.29$ mts.°

$C = 150$

Donde:

D= Diámetro de tubería

Hf= Perdida en la tubería

C= Constante C de la tubería

L= Longitud del tramo

Q= Caudal

Aplicando la fórmula de Hazen & Williams, se obtiene:

$$D = \left[\frac{1743.8114 \times L \times Q^{1.85}}{Hf \times C^{1.85}} \right]^{\frac{1}{4.87}} = 0.7404''$$

Al no existir este diámetro en el mercado, entonces:

D=interior inmediato mayor = 1.195 Plg (D nominal 1" PVC 160 PSI)

Calculando Hf con Q, L, C y D = 1" se obtiene:

$$Hf = \frac{1743.8114 \times L \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}} = 3.564$$

Hf= 3.564 m.c.a

Verificación de la velocidad:

$$V = 1.974 Q/D^2$$

$$V = 1.974 \times 0.304 / 1.195^2 = 0.4202$$

$$0.40 < 0.4202 < 3 \text{ Correcto}$$

Las presiones tanto dinámicas como estáticas se aprecian en la hoja de cálculo (ver apéndice).

De acuerdo con los resultados, el tramo estará formado por 33 tubos PVC de 1" de 160 P.S.I, equivalentes a 198.00 metros. Toda la red de distribución fue calculada de la misma forma (Ver hoja de cálculo en apéndice).

2.13 Obras de arte

2.13.1 Caja unificadora de caudal

Es la que se construye para reunir dos o más caudales, previamente captados. Su capacidad será de acuerdo con el número de fuentes que se reúnan y el caudal de ellas. En el diseño, existe una caja en la estación E-4.3R (caminamiento 0+133.34), la cual está diseñada con muros de mampostería de piedra y tapadera de concreto. Cuenta con su desagüe y rebalse, pichacha para la tubería de salida y su caja con válvula de compuerta para la salida. (Ver detalle en plano 13/18, detalle de cajas)

2.13.2 Caja rompe presión

Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo o aliviando la presión en la línea de conducción o de distribución; evitando así la falla de tuberías y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos.

Cuenta en la entrada con una caja y válvula de compuerta, tubería de desagüe y rebalse o válvula de flote, según fuere el caso, y su pichacha en la tubería de salida.

2.13.3 Paso aéreo

Esta estructura se utiliza para salvar grandes depresiones de terreno, o donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuestas a la intemperie.

Para el proyecto la Nueva Esperanza, se utilizó un paso aéreo, con una longitud de 60 metros; está ubicado en la estación E-40 a E-41, y se compone de diez tubos HG, soportados por cable galvanizado, sujeto a dos columnas de concreto reforzado, con sus respectivos anclajes de concreto ciclópeo. El cálculo correspondiente se detalla a continuación:

Diseño de paso aéreo de 60 metros.

Diámetro de tuberías = 1.1/4"

Longitud = 60 mts

Longitud del tirante $A=L/4 = 60/4=15$ mts

Ángulo entre el tirante= $\text{tang}^{-1}(1.75/15) = 6^{\circ}39'15.93''$

Integración de cargas:

Cargas verticales: Carga muerta (CM'):

CM'= Peso de tubería + peso de agua a sección llena + peso de accesorios

W tubería ϕ 1.1/4" HG.= 3 kg/m

Peso del agua en tubería a sección llena

$\text{Vol}=\pi(0.01859)^2 * 1=0.00108$ m³ por cada metro lineal en la tubería

Peso del agua=Vol*peso específico del agua

W agua=0.00108 m³*1000 kg/m³=1.08 kg/m

W por accesorios=0.60 kg/m

Total carga murta CM'=3.00+1.08+0.60=**4.686 kg/m**

Carga viva (CV)= **30.00 kg/m**

Aunque se recomienda proteger la tubería con alambre espigado, se asumirá que ésta podría ser utilizada por alguna persona, para pasar de un extremo a otro; por lo que se distribuirá el peso promedio de una persona a lo largo de cada tubo.

CV = 30.00 kg/m

Diseño de péndulo

Integración de cargas

Según el reglamento de la ACI 318-05, para cargas de viento, la carga última está dada por:

$$U' = 0.75 (1.4 CM' + 1.7 CV + 1.7 Wv)$$

La fuerza de viento es despreciable

Se calcula sólo para el área que carga el péndulo=2.5 mts

$$U' = 0.75 (1.4 * 4.686 * 2.5 + 1.7 * 30 * 2.5 + 1.7 * 2.5 * 0) = 107.925 \text{ kg}$$

U' no debe ser menor de 1.4 CM' + 1.7 CV

$$1.4 * 4.686 * 2.5 + 1.7 * 30 * 2.5 = 143.9 \text{ kg}$$

$$U' = 107.925 < 143.9$$

Debido a que no cumple, se contemplará la carga más crítica para U', entonces:

$$U' = 143.9 \text{ kg.}$$

Cálculo del área del cable a utilizar

$$\gamma = F/a$$

Donde:

γ = esfuerzo

F = fuerza

A = área

$$A = F/\gamma = 143.9 \text{ Kg} / 2810 \text{ Kg/cm}^2 = 0.512 \text{ cm}^2 = 51.2 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto se podría utilizar un cable de 1/4", que es el área de acero requerido, por norma, para darle mayor rigidez utilizar cable de 3/8" con $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Diseño de cable principal

Carga Muerta:= 4.686 kg/m

Carga de péndulo=1.6 g/m

Total = 4.686+1.6= 6.286 kg/m

Carga Viva=30.0 kg/m

U=1.4 (6.286)+1.7(30) =59.80 kg/m

Tensión máxima del cable = $\frac{wL^2}{8f} \sqrt{1 + 16n^2}$

Donde:

W=Carga distribuida

L = longitud del claro

f= flecha máxima

n= f/L=1.75/60=0.029

Tmáx=15,383.61 kg-f

Calculo del área del cable a utilizar

$\gamma=F/a$

$A=F/\gamma= 15,383.61 \text{ kg}/4200 \text{ kg/cm}^2= 3.667\text{cm}^2 =366.7 \text{ mm}^2$

El área de acero requerido es de 366.7 mm² utilizar un cable número 7, con fy=4200 kg/cm²

Cálculo de reacciones en los apoyos:

Horizontal

$H=\frac{wL^2}{8f}= 59.80*60^2/8*1.75=15,377.14 \text{ kg}$

Vertical

$V=\frac{wL}{2}=59.80*60/2=1,794.0 \text{ kg}$

Peso horizontal total.

$$P_H = h + T_{\max} \cos \theta = 15,377.14 + 15,383.61 \cos 6.6544 = 30,657.11 \text{ kg}$$

Peso vertical total.

$$P_V = v + T_{\max} \sin \theta = 1,794 + 15,383.61 \sin 6.6544 = 3,576.65 \text{ kg}$$

Diseño de columna

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

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

Sección de la columna = 0.35×0.35 mts.

Recubrimiento = 1.2"

Refuerzo en la columna

Considerando que la columna únicamente trabajará a compresión, bajo carga axial muy pequeña, comparada con lo que la columna puede soportar, se usará el criterio de la sección 10.8.4 del reglamento ACI 318-05, que indica que cuando el elemento sujeto a compresión, tiene una sección transversal, mayor que la requerida para las condiciones de carga, se puede emplear con el fin de determinar el refuerzo mínimo, el área efectiva deducida A_g no podrá ser menor que $1/2$ del área total, por lo tanto:

Según ACI 318-05 capítulo-10.9.1

$$\text{Parámetros de acero } A_{s_{\min}} = 1\% A_g < A_{s_{\text{requerido}}} < A_{s_{\max.}} = 8\% A_g$$

Para una columna cuadrada como mínimo 4 var. Longitudinales

Espaciamiento estribos capítulo 7.10.5.3

16 veces el diámetro de la varilla longitudinal

48 veces el diámetro de la varilla transversal

El lado menor de la columna

$$A_g = (0.35-0.03)*(0.35-0.03)=0.1024 \text{ mts}=1,024 \text{ cm}^2$$

Propuesta: usar 8 varilla No. 4 $A_s = 10.32 \text{ cm}^2$

$$A_{s_{\text{propuesto}}} = 10.32/1,024*100 = 1.007\% \quad 1\% < 1.007 < 8\% \quad \text{si cumple}$$

Usar $A_{s_{\text{propuesto}}} = 8$ No. 4

Usar estribos No. 3 @ 0.15 cm.

Chequeo

$$16(\phi_{1/2}) = 16*1.29 = 20.64 > 15 \text{ cm}$$

$$48(\phi_{3/8}) = 48*0.95 = 45.6 > 15 \text{ cm}$$

$$\text{El lado menor de la col.} = 0.35 > 15 \text{ cm}$$

Según el chequeo, se determina que sí cumple el código ACI. 318-05

La carga última que puede resistir utilizando $A_s = 10.32 \text{ cm}^2$ es:

$$PU = \phi(0.85F'_c (A_g - A_s) + A_s F_y)$$

$$PU = \phi[0.85 * 210 (1,024 - 10.32) + 10.32 * 2,810] = 147,958.75 \text{ kg}$$

Como $PU = 147,958.75 \text{ kg} > P_v = 3,576.65 \text{ kg}$ entonces sí chequea.

Resumen: Sec. 0.35*0.35 mts. Usar 8 No. 4. Est. No. 3 @ 0.15 mts.

Diseño de zapata

En este caso, las zapatas son aisladas concéntricas, que normalmente se obtienen cuando la columna se encuentra en el centro de las mismas.

Los datos que se usaron para el diseño de zapatas son los siguientes:

$$\text{Momento en X} = M_x = 100 \text{ kg} - \text{m};$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.075 \text{ m}$$

$$\text{Momento en Y} = M_y = 100 \text{ kg} - \text{m};$$

$$\text{Espesor zapata} = 0.25 \text{ m}$$

Carga última = $P_u = 3,576.65 \text{ kg}$;

Resistencia del concreto = $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero = $f_y = 2,810 \text{ kg / cm}^2$

Valor soporte del suelo = $V_s = 15,000 \text{ kg / m}^2$

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

Peso específico del suelo = $\gamma_s = 1,400 \text{ kg / m}^3$

Factor de carga última = **$F_{cu} = 1.50$**

Cargas de trabajo: $P' = P_u / F_{cu} = 3,576.65 / 1.5 = 2,384.43 \text{ kg}$

$M'_x = M_x / F_{cu} = 100 / 1.5 = 66.66 \text{ kg- m}$

$M'_y = M_y / F_{cu} = 100 / 1.5 = 66.66 \text{ kg- m}$

Pre dimensionamiento del área de zapata = $A_z = (1.5 * P') / V_s$

$A_z = (1.5 * 2,384.43) / 15,000 = 0.23 \text{ m}^2$

Se propone usar las dimensiones siguientes, **$A_z = 0.80 \text{ m} * 0.80 \text{ m} = 0.64 \text{ m}^2$**

Chequeo de presión sobre el suelo (q): la presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dada por medio de la fórmula siguiente:

$$q = P / A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde

$S = \text{Módulo de sección} = (1/12) bh^3$

$P = \text{Presión sobre el suelo}$

Az=Area de Zapata

My,Mx= momentos en x, y

$$S_x = S_y = (1/12) * 0.80 * (0.80)^3 = 0.034$$

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

$$P = 2,384.43 + (0.35*0.35*2.75*2,400) + (0.52*1.0*1,400) + (0.64*0.25*2,400)$$

$$P = 4,304.93 \text{ Kg}$$

$$q = 4304.93 / 0.64 \pm 26.68 / 0.034 \pm 26.68 / 0.034$$

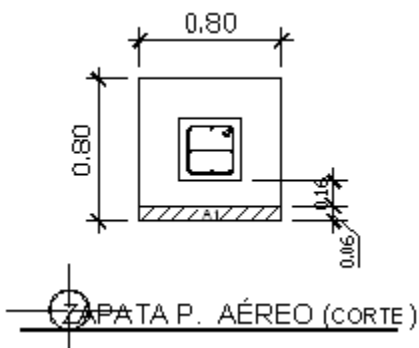
$$q_{\text{máxima}} = 8,295.85 \text{ Kg / m}^2 < V_s = 15000 \text{ kg/m}^2, \text{ sí cumple}$$

$$q_{\text{mínima}} = 5,157.05 \text{ Kg / m}^2 > 0, \text{ sí cumple, no existe tensión en el suelo.}$$

$$\text{Presión última} = q_u = q_{\text{máxima}} * F_{cu} = 8,295.85 * 1.5 = 12,443.77 \text{ kg / m}^2.$$

Chequeo por corte simple: la sección crítica de cortante en las zapatas ocurre a una distancia d (peralte efectivo), medido del rostro de la columna; por lo que se necesita analizar si el espesor de zapata asumido es capaz de resistir el corte actuante.

Figura 9. Área de corte



$$d = \text{espesor} - \text{recubrimiento} - (\text{diámetro varilla}/2)$$

$$d = 25 - 7.5 - (1.27 / 2) = 16.86 \text{ cm}$$

$$x = (80 - 35) / 2 * 16.86 = 5.64 \text{ cm}$$

$$V_a = \text{corte actuante} = A * q_u$$

$$V_a = (0.80 * 0.0564) * 12,443.77 = 561.46 \text{ kg}$$

$$V_R = \text{corte que resiste el concreto}$$

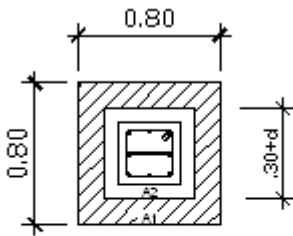
$$V_R = 0.85 * 0.53 * (f'c)^{1/2} * b * d$$

$$0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 80 * 16.86 = 8,805.45 \text{ kg}$$

Como $V_a < V_R$, entonces sí chequea por corte

Chequeo por corte punzonante: este corte es producto del efecto que provoca la columna al intentar traspasar la zapata. El perímetro de la sección crítica de corte, siempre se presenta a una distancia $d/2$ a partir del rostro de la columna.

Figura 10. Área de punzonamiento



$$35 + d = 35 + 16.86 = 51.86 \text{ cm}$$

$$V_a = \text{corte actuante} = (A_1 - A_2) * q_u$$

$$V_a = (.80^2 - 0.5186^2) * 12,443.77 = 4,617.31 \text{ kg}$$

VR = corte que resiste el concreto

$$VR = 0.85 * 1.06 * (f'c)^{1/2} * b_o * d$$

$$VR = 0.85 * 1.06 * (210)^{1/2} * (4 * 51.86) * 16.86 =$$



45,665.11 kg

Como $V_a < V_R$, entonces sí chequea por corte punzonante.

Diseño del refuerzo por flexión: el refuerzo se calcula para cubrir el momento flector (M_u) en la zapata, como producto del empuje hacia arriba del suelo. El momento se calcula como para una losa en voladizo y está dado por: $M_u = q_u * L^2 / 2$, donde L es la distancia medida desde el rostro de la columna al borde de la zapata.

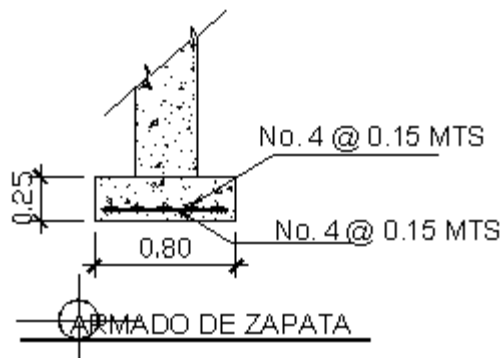
$$M_u (\text{momento último}) = 12,443.77 * (0.225)^2 / 2 = 314.98 \text{ kg-m.}$$

Para el sentido X y Y se tiene:

$M_u = 314.98 \text{ kg-m}$	}	A_s = área de acero requerida = 0.74 cm^2
$f_y = 2810 \text{ kg / cm}^2$		$A_{s \text{ min}} = (14.1/f_y)b * d = 6.76 \text{ cm}^2$ Usar
$A_{s \text{ min}}$		
$f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$		A_v = área varilla, (No.4 = 1.27 cm^2)
$b = 80 \text{ cm}$		S = espaciamiento entre varillas
$d = 16.86 \text{ cm}$		$S = A_v / A_s = 1.27/6.76 = 0.18 \text{ m}$

En el sentido X y Y de la zapata, colocar varillas No.4 @ 0.15m.

Figura 11. Armado final de zapata



2.13.4 Caja para válvula

Antes de seleccionar las válvulas, se debe considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, costo y disponibilidad; la caja de válvulas se colocará al principio de la red de distribución o en los lugares donde se considere necesario.

2.13.5 Desinfección

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto. Deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, y graduarse el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad proteger al clorador y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben de ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

El cloro residual que debe existir dentro de la tubería es de 1.538 kg/m^3 . Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus; la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos/hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$FC = Q \times DC \times 0.06 \quad (1)$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (0.526 L/s) = 31.56 L/min

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

$$FC = 31.56 \text{ L/min} \times 2 \text{ PPM} \times 0.06 = 3.78 \text{ gr/hr}$$

$$\mathbf{FC = 3.78 \text{ gr/hr.}}$$

Luego se hace la conversión a litros/min, de donde se obtienen los siguientes resultados FC = 1.663Litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro, utilizando la siguiente fórmula:

$$t = 60/SC$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos

SC = flujo de solución de cloro

$t = 60/1.663 = 36.07$ seg, que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente. El flujo de cloro del hipoclorador es de 3.78 gr/hr; entonces la cantidad de tabletas que consumirá en un mes es:

$3.78 \text{ g/hr} \times 24\text{hr}/1\text{día} \times 30\text{días}/1 \text{ mes} = 2,721.6 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta}/300 \text{ gr} = 9.1 \text{ tabletas/mes}$

9.1 tabletas/mes

2.14 Descripción del mantenimiento del sistema de agua.

2.14.1 Captación

Cada mes deberá limpiarse el área adyacente de plantas, basura o materiales extraños que puedan obstruir el fácil paso del agua y evitar también su contaminación. Controlar posibles fugas, tapaderas rotas o con fisuras reparándose según sea el caso. En época de verano, aforar los caudales producidos por la fuente.

2.14.1 Caja rompe presión

La limpieza de las cajas deberá realizarse cada mes. Esto lo realizarán limpiando las paredes de las cajas con cepillo metálico y con una solución compuesta por un bote de 5 galones de agua limpia y un vaso (250 ml) de cloro líquido. La limpieza nunca debe realizarse utilizando jabón en polvo.

2.14.2 Tanque de almacenamiento

La limpieza se realizará dos veces por año. Se necesita la misma solución utilizada en las cajas anteriores, un cepillo metálico, escobas, botas de hule, y guantes. Se realizará de la manera siguiente:

- a. Cerrar las válvulas de compuerta en la entrada como en la salida del tanque y abrir el desagüe para vaciar el tanque.
- b. Abrir la escotilla, entrar al tanque y limpiar con el cepillo las paredes, fondo, y esquinas del tanque.
- c. Abrir la válvula de entrada al tanque para poner a funcionar el sistema.

2.14.3 Línea de conducción y red de distribución

- a. Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área húmeda sobre la conducción o distribución debe ser explorada por posible rotura del tubo.
- b. Limpiar el polvo de las cajas de las válvulas, y revisar si están funcionando bien, haciéndolas girar lentamente; éstas deben abrir y cerrar fácilmente, en caso contrario se deberá colocar aceite en los vástagos, cambiar empaques o en último caso cambiar toda la válvula.
- c. Pintar con pintura anticorrosiva las válvulas y accesorios que están vistos en la conducción y en la distribución. Todo lo anterior se debe revisar y reparar, según sea el caso.

2.14.4 Hipocloración

Actividades que deberán realizarse cada semana:

- a. Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución
- b. Verificar que no existan fugas
- c. Verificar el nivel de la solución en el depósito

Actividades que deberán realizarse cada tres días:

- a. Preparar la dosificación correspondiente
- b. Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador
- c. Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.3 miligramos por litro, en la parte más lejana del proyecto.

Actividades que deberán realizarse cada mes:

- a. Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación
- b. Verificar la concentración de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que la misma, tenga la cantidad de cloro libre residual no menor de 0.3 miligramos por litro, en el punto más lejano de la red de distribución.

2.15 Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el cual se diseña, se requiere de un fondo de operación y mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa que cada una de las viviendas debe cancelar; en la propuesta se contemplan los gastos de mantenimiento, operación, pago del fontanero, pago del guardián y gasto de cloro.

a) Cantidad de cloro

Tomando el caudal y el hipoclorito de calcio al 65 % se tiene:

$$3.78 \text{ g/hr} \times 24\text{hr}/1\text{día} \times 30\text{días}/1 \text{ mes} = 2,721.6 \text{ gr/mes} = 6 \text{ Libras/mes}$$

Costo de 100 libras de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2 = \text{Q}900.00$

Costo mensual de la cloración = 6 libras/mes* (Q 9/libra) = **Q 54.00/mes.**

c) Costo de operación y mantenimiento.

Tabla III. Costo de operación y mantenimiento

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL (mes)
Fontanero	1	Q 400.00
Guardián	1	Q 400.00
Operador	1	Q 300.00
Consumo mensual de cloro	Global	Q 54.00
Mantenimiento del sistema	Global	Q 500.00
MONTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Q 1,654.00 mes

d) Tarifa por vivienda mensual

Q 1,654.00/58 viviendas.

TARIFA = Q 28.52 mes

2.16 Elaboración de planos

Los planos constructivos para el diseño de la introducción de agua potable para el caserío La Nueva Esperanza, cantón Chuiquel, se presentan en el apéndice, éstos están conformados por: planta general, libreta topografía, especificaciones de diseño, Planta-perfil línea de conducción, Planta-perfil red de distribución, detalle de tanque de almacenamiento y de obras hidráulicas.

2.17 Presupuesto del proyecto

2.17.1 Cuantificación por renglones

Tomando en cuenta varias cotizaciones, se realizó la cuantificación por renglones del proyecto. Los parámetros a tomar en la integración de costos unitarios fueron los siguientes: *como costo directo*; material y mano de obra calificada (datos proporcionados por la municipalidad), éstas incluyen factor de ayudante y prestaciones de ley, *como costo indirecto*; un 35% del costo directo del proyecto. Se tomó en cuenta un 12% de IVA, llegando así al precio unitario de cada renglón.

2.17.2 Integración de precios unitarios

PROYECTO: Diseño de la introducción de agua potable
 LUGAR: Caserío la Nueva Esperanza, Cantón Chuiquel
 MUNICIPIO: Sololá
 DEPARTAMENTO: Sololá

Tabla IV. Presupuesto línea de conducción

NO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	UNIDAD	CANT.	PRECIO/U.	TOTAL
1	Tubo PVC. de 3/4" 250 psi	De 0+00 a 0+150	Tubos	28.00	Q 384.78	Q 10,773.94
1.2	Tubo PVC. de 1 1/4" 160 psi	De 0+150a1+250	Tubos	200.00	Q 415.10	Q 83,020.29
1.3	Tubo PVC. de 1 1/4" 250 psi	De 1+250a3+520	Tubos	388.00	Q 456.61	Q 177,164.14
1.4	Tubo PVC. de 1 1/4" 160 psi	De 3+520a4+860	Tubos	237.00	Q 415.10	Q 98,379.68
1.5	Tubo PVC. de 1" 160 psi	De 4+860a5+066	Tubos	38.00	Q 384.96	Q 14,628.32
1.6	Tubo PVC. de 1" 160 psi	De 5+066a5+239	Tubos	28.00	Q 394.76	Q 11,053.28
1.7	Tubo PVC. 1 1/4" y 1" 160 psi	Ramal 1	Tubos	78.00	Q 410.64	Q 32,029.76
1.8	Tubo PVC. de 1" 160 psi	Ramal 1.1	Tubos	34.00	Q 394.40	Q 13,409.76
1.9	Tubo PVC. de 1" 160 psi	Ramal 2	Tubos	173.00	Q 393.69	Q 68,108.32
1.10	Tubo PVC. de 1/2" 315 psi	Ramal 2.1	Tubo	41.00	Q 371.48	Q 15,230.88
SUB TOTAL RENGLÓN 1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN						Q 523,798.37

Tabla V. Presupuesto obras de arte

NO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	UNIDAD	CANT.	PRECIO/U.	TOTAL
2.1	Captación de nac. difuso	--	Unidad	1	Q 23,968.63	Q 23,968.63
2.2	Captación de nac. puntual	--	Unidad	1	Q 22,028.00	Q 22,028.00
2.3	Tanque de D. 30 M ³	--	Unidad	1	Q 57,090.38	Q 57,090.38
2.4	Caja unificadora de caudal	--	Unidad	3	Q 5,173.18	Q 15,519.55
2.5	Válvula de control con caja	--	Unidad	2	Q 3,087.97	Q 6,175.95
2.6	Válvula de limpieza con caja	--	Unidad	7	Q 3,284.18	Q 22,989.23
2.7	Válvula de aire con caja	--	Unidad	4	Q 3,610.42	Q 14,441.69
2.8	Paso por zanjón	--	Unidad	3	Q 8,820.90	Q 26,462.69
2.9	Paso aéreo	--	Unidad	1	Q 54,823.38	Q 54,823.38
2.10	Caja rompe presión	--	Unidad	2	Q 4,405.15	Q 8,810.30
2.11	Conexión domiciliar	--	Vivienda	58	Q 2,255.50	Q 130,819.24
2.12	Hipoclorador con su caja	--	Unidad	1	Q 3,809.97	Q 3,809.97
2.13	Bodega	--	Unidad	1	Q 2,800.00	Q 2,800.00
SUB TOTAL RENGLÓN 2. ABRAS DE ARTE						Q 390,738.90

2.17.3 Costo total del proyecto

Tabla VI. Presupuesto total

NO	DESCRIPCIÓN	SUB-TOTAL
1	TOTAL LINEA DE CONDUCCIÓN	Q 523,798.37
2	TOTAL OBRAS DE ARTE	Q 390,738.90
	GRAN TOTAL DEL PROYECTO	Q 914,537.28

2.18 Cronograma

El cronograma de ejecución e inversión del proyecto se incluyó en una misma tabla, omitiéndose así los incisos 2.1.18.1 y 2.1.18.2; todo para hacer una mejor comparación del avance físico-financiero.

Tabla VII. Cronograma de ejecución e inversión, de Agua potable

CRONOGRAMA DE EJECUCION E INVERSIÓN																
No.	Reemplazo TUBERIA	Unidad	Cantidad	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		INVERSIÓN
				2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
1.1	Tubo PVC de 3/4" 250psi	TUBOS	28.00													10,773.94
1.2	Tubo PVC de 1 1/4" 160psi	TUBOS	200.00													83,020.29
1.3	Tubo PVC de 1 1/4" 250psi	TUBOS	388.00													177,164.14
1.4	Tubo PVC de 1 1/4" 160psi	TUBOS	237.00													98,379.68
1.5	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	38.00													14,628.32
1.6	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	28.00													11,053.28
1.7	Tubo PVC de 1 1/4" y 1" 160psi	TUBOS	78.00													32,029.76
1.8	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	34.00													13,409.76
1.9	Tubo PVC de 1" 160psi	TUBOS	173.00													68,108.32
1.10	Tubo PVC de 1/2" 315psi	TUBOS	41.00													15,230.88
2 OBRAS DE ARTE																
2.1	Captación de Nacimiento Difuso	Unidad	1													23,968.63
2.2	Captación de Nacimiento Puntual	Unidad	1													23,028.00
2.3	Tanque de Distribución de 30 m ³	Unidad	1													57,090.38
2.4	Caja Unificadora de Caudal	Unidad	3													15,519.55
2.5	Valvula de Control con Caja	Unidad	2													6,175.95
2.6	Valvula de Limpieza con Caja	Unidad	7													22,989.23
2.7	Valvula de Aire con Caja	Unidad	4													14,441.69
2.8	Paso por zanjón	Unidad	3													26,462.69
2.9	Paso Aéreo	Unidad	1													54,823.28
2.10	Caja Rompe Presiones	Unidad	2.00													8,810.30
2.11	Conexión Domiciliar	Viviendas	58.00													130,819.24
2.12	Hipoclorador con su Respectiva Caja	Unidad	1													3,809.97
2.13	Bodega	Global	1													2,800.00
TOTAL DEL PROYECTO															Q	914,537.28

2.19 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos no deseados.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, para que quienes tomen decisiones, cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

Como principio se debe establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotación del medio natural y un freno al desarrollismo negativo.

El medio ambiente en su conjunto, está compuesto por los siguientes sistemas y elementos ambientales:

- Sistema atmosférico (aire)
- Sistema hídrico (agua)
- Sistema lítico (roca y minerales)
- Sistema edáfico (suelos)
- Sistema biótico (animales y plantas)
- Elementos audio visuales
- Sociedad y cultura

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación,

ejecución y operación del proyecto. A continuación se presentan las medidas para la etapa de operación.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla VIII. E. I. A. Agua potable

No.	ALTERACIONES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Sistema atmosférico:	
1	Presencia de partículas de suspensión y polvo, en áreas habitadas y agrícolas	Riego constante, para humedecer el área. Dotación de equipo de seguridad a los trabajadores
2	Posible emanación de gases provenientes de solventes utilizados.	Manejo adecuado de los químicos a utilizar.
	Sistema hídrico:	
1	Disminución del acuífero, debido a la extracción de agua para distribución.	Monitorear el descenso de nivel y el porcentaje permitido para la utilización de los mantos freáticos. Reforestar el área para permitir la recarga hídrica
	Sistema lítico y edáfico:	
1	Movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de actividad.	Manejo ordenado de los volúmenes extraídos ejecutando una compactación adecuada.
	Sistema biótico:	
1	Considerando la carencia de una flora y fauna significativa, los impactos son mínimos.	Según topografía la línea de conducción pasará por una línea de conducción existente de otra comunidad.
	Sistemas audio visuales:	
1	En una mínima parte generación de ruidos, propios de la actividad.	Coordinación de trabajo en horas hábiles.
	Sociedad y cultura:	
1	Inconveniente en paso peatonal.	Correcta señalización en área de trabajo.

2.20 Evaluación socio económica

2.20.1 Valor presente neto

El valor presente neto, indica el valor real del dinero a través del tiempo; consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo, los valores futuros y series de anualidad del flujo de efectivo de un proyecto.

La inversión inicial para la ejecución del proyecto Introducción de agua potable para el caserío la Nueva Esperanza, será de Q 914,537.28. El costo de operación y mantenimiento mensual asciende a Q 400 por paga de fontanero y Q54 de cloración del sistema. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q 250.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 28.52, esto es por mantenimiento. Con los datos anteriores se determinará la factibilidad del proyecto para los 20 años de vida útil del sistema.

Tabla IX. Cálculo de valor presente neto

DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADOS
Costo inicial		Q 914,537.28
Ingreso inicial	(Q 250.00/viv.)(58viv)	Q 14,500.00
Costo anual (mantenimiento)	(454/mes)(12meses)	Q 5,448.00
Ingresos anuales	(Q28.52/viv.)(58hab)(12meses)	Q 19,849.92
Vida útil , en años		20 años

Para el análisis del proyecto se utiliza una tasa de interés del 6%. Debido a que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser lo más baja posible.

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

$$VPN = -914,537.28 + 14,500 - 5,448.00 * 1 / (1 + 0.06)^{20} + 19,849.92 * 1 / (1 + 0.06)^{20}$$

$$VPN = Q - 895,546.69$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, es decir que no produce utilidad alguna; cumpliendo su objetivo puesto que es de carácter social, pues la finalidad es promover el desarrollo en el caserío la Nueva Espereza, con el saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

2.20.2 Tasa interna de retorno

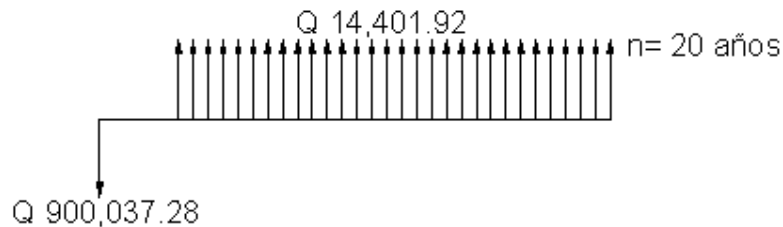
La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual, el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

La cantidad necesaria para la construcción del proyecto es de Q914,537.28. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 5,448.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y como cuota anual la comunidad estará aportando Q19,849.92; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, que será de Q 14,500.00 por el total de 58 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en la vida útil del sistema, que es de 20 años.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidades diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representan el Valor Presente Neto.

a. Para simplificar la operación se hace lo siguiente: Puesto que los Q19,849.92 y los Q 5,448.00 se encuentran en el mismo período de tiempo, así como los gastos iniciales que son: Q 852.383.64 se enfrentan con Q 14,500, se tendría una gráfica de la siguiente forma:

Figura 12. Diagrama de tasa interna de retorno



b. Teniendo claro lo anterior, se plantea la solución, usando la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

Se utiliza una tasa de interés de -10 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= - 900,037.28 + 14,401.92 * 1 / (1 + (- 0.10))^{20} \\ \text{VPN} &= -781577.69 \end{aligned}$$

Se utiliza una tasa de interés de -12 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= - 900,037.28 + 14,401.92 * 1 / (1 + (- 0.12))^{20} \\ \text{VPN} &= - 714,356.50 \end{aligned}$$

c. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{aligned} - 12\% &\rightarrow -714,356.50 \\ i &\rightarrow 0 \\ - 10\% &\rightarrow -781,577.69 \end{aligned}$$

d. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$(-12 - i) / (-12 - 10) = -714,356.50 / (-714,356.50 - 751,915.04)$$

Se determina el valor de i

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = -6.2697\%$, la tasa interna de retorno es negativa, y como ya se mencionó antes, el proyecto es de carácter social. Es decir es un proyecto del sector Público que tiene como objetivo principal, proveer servicios a la ciudadanía, buscando el bienestar público y no las ganancias.

3 DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR, SECTOR III, CASERÍO LA FE, PUJUIL II, MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

3.1 Investigación preliminar

3.1.1 Antecedentes

La escuela de Autogestión comunitaria Sector III, caserío la Fe, Pujuil II, que funciona actualmente en el sector identificado bajo el mismo nombre, fue fundada hace varios años con el propósito de atender a la población estudiantil que cursa el área de pre-primaria y primaria. Con el paso del tiempo la población estudiantil ha aumentado cada vez más, y se tiene el propósito que, en un futuro no muy lejano, solicitar la autorización para que funcione el nivel básico.

Al hablar de educación, se piensa que debe de contarse con personal calificado para inculcar a las futuras generaciones los conocimientos básicos para lograr un desarrollo deseable y de un ambiente agradable, con las comodidades mínimas tales como un techo, buena iluminación y ventilación, y los servicios indispensables como servicios sanitarios, entre otros. De ahí surge la iniciativa de tener unas instalaciones con dichas comodidades.

3.1.2 Reconocimiento del terreno

La Fe, Sector III, Pujuil II se sitúa al nororiente de la ciudad de Sololá y a una altura aproximada de 2,113 metros. Dista de Sololá a 15 kilómetros y a 120 kilómetros de la ciudad capital. Colinda al norte con Chichicastenango, al sur con El Triunfo y El Mirador, al este con Las Trampas y al oeste con El Encanto. El proyecto se ubica en el centro del sector. Y es propiedad del caserío en mención.

3.1.3 Capacidad de alumnos

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, según el Ministerio de Educación, para el área primaria, es de 30 a 40 alumnos por aula.

3.1.3.1 Aula teórica

Según las normas de diseño, se sugiere 1.35 m² por alumno, en el área rural y 1.50 m² por alumno, en el área urbana. Como la zona de la escuela es área rural, se tomará 1.35 m² por alumno.

En la experiencia pedagógica se ha demostrado que las aulas de dimensión cuadrada o rectangular, son las que mejor se adaptan a la forma educativa de los alumnos, tanto por la flexibilidad en su distribución como la colocación de muebles; por lo que presentan cualidades aceptables en cuanto a capacidad visual y auditiva.

Para las dimensiones teóricas adecuadas, tomando el criterio de 30 alumnos por aula, con 1.35 m²/alumno, se consideró un mínimo de alumnos; esto se debe a lo reducido del área a construir.

Por lo tanto:

$30 * 1.35 \text{ m}^2 = 40.5 \text{ m}^2$. Las dimensiones de las aulas serán de $6.35 * 6.35$ aproximadamente

3.1.4 Sistema estructura

Teniendo en cuenta el área del terreno y las necesidades de espacios por aula, se hace necesaria la construcción de un edificio de dos niveles, con servicio sanitario por nivel y para el método constructivo, se opta por un edificio de marcos rígidos.

3.2 Análisis de suelos

3.2.1 Ensayo triaxial

El suelo de esta área es limo-arenoso color café. Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 1.50 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 20.02^\circ$

Carga última CU= 4.0 ton/m²

Descripción del suelo= limo arenoso color café

Densidad seca= 0.87 ton/m³

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi. La siguiente resolución es para un suelo limo-arenoso.

Datos: Base B= 1.00 mts

Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 1.400 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción interna $\phi = 20.02^\circ = 0.349 \text{ rad}$

Carga última CU= 1.5 ton/m²

Desplante (profundidad a la que se tomó la muestra) D= 1.50 mts

Factor de flujo de carga (Hq)

$$Hq = \frac{e(3\pi/2 - \emptyset \text{ rad}) \tan \theta}{2 \cos^2(45 + \emptyset/2)}$$

$$Hq = \frac{e(3\pi/2 - 0.349) \tan 20.02}{2 \cos^2(45 + 20.02/2)}$$

$$Hq = 7.16 \text{ ton/m}^2$$

factor de flujo de carga última Nc

$$Nc = \cot(\emptyset) * (Hq - 1)$$

$$Nc = \cot(20.02) * (7.16 \text{ ton/m}^2 - 1 \text{ ton/m}^2)$$

$$Nc = 16.90 \text{ ton/m}^2$$

Factor de flujo del suelo N_v

$$N_v = 2 * (Hq + 1) * \tan(\emptyset)$$

$$N_v = 2 * (7.16 \text{ ton/m}^2 + 1) * \tan(20.02)$$

$$N_v = 15.45 \text{ ton/m}^2 \quad \text{como el suelo es limo-arenoso } N_v = 0$$

Valor soporte último q_o

$$q_o = 0.4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N_v + 1.3 * C_u * N_c + \gamma_{\text{suelo}} * D * Hq$$

$$q_o = 0.4 * 1.20 \text{ ton/m}^3 * 1 \text{ m} * 0 \text{ ton/m}^2 + 1.3 * 7.5 \text{ ton/m}^2 * 5.94 \text{ ton/m}^2 + 1.4 \text{ ton/m}^3 * 4 \text{ m} * 16.9 \text{ ton/m}^2 = 106.24 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte neto último q_u

$$q_u = q_o - \gamma * D$$

$$q_u = 106.24 \text{ ton/m}^2 - 1.4 \text{ ton/m}^3 * 1.50 \text{ m}$$

$$q_u = 104.14 \text{ ton/m}^2$$

El factor de seguridad FS es un número que puede estar comprendido entre 1.5 y 3, dependiendo del tipo de suelo; para este cálculo del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 3.

Valor soporte de diseño q_d

$$q_d = q_u / FS$$

$$q_d = (147 \text{ ton/m}^2) / 3$$

$q_d = 34 \text{ ton/m}^2$. Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte de 34.0 ton/m²

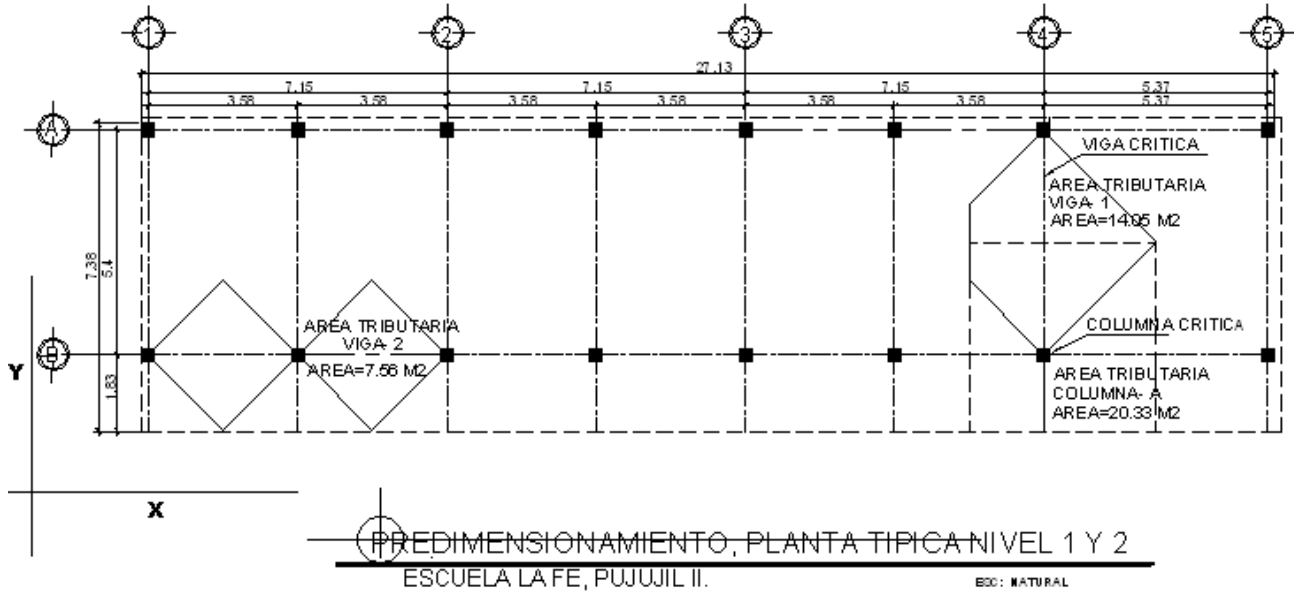
3.3 Distribución arquitectónica

3.3.1 Diseño del edificio

El diseño del edificio estará regido por las características siguientes: la dimensión del terreno a construir tendrá una longitud de 27.13 metros y el ancho de 7.38 metros, que incluye aula y pasillo: la altura de los niveles será de 3.46 metros de piso a cielo, en el primer nivel y de 2.84 de piso a cielo en el segundo nivel; esto se debe a que en la parte baja es necesaria la iluminación y ventilación en el área de pasillo (Ver planos). Las zapatas estarán a una profundidad promedio 1.40 metros por debajo del nivel del suelo, por la pendiente del terreno. Las paredes serán de mampostería y servirán como muros de tabique para división y no como muros de carga.

3.3.2. Pre dimensionamiento de los elementos

Figura 13. Planta escuela



3.3.2.1 Viga

Para el pre dimensionamiento de vigas rectangulares, ACI 318-05 contempla peraltes mínimos en vigas, para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones.

Tabla X. Peralte mínimo de vigas

Peralte mínimo, h				
Elemento	Simplemente apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan, o están ligados a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones.			
Vigas	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8

La tabla anterior calcula el peralte de viga, dependiendo ésta de la Luz (L) que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador puede ser h/2 o h/3. En este caso sólo se calcula la viga crítica, que es la que tiene mayor longitud a rostros internos, quedando las otras de igual sección. (Ver figura 13).

$$\text{Peralte viga} = L / 21 = 5.43 \text{ mts} / 21 = 0.258 \text{ mts} \cong 0.30 \text{ mts}$$

$$\text{Base de viga} = h/2 = 0.15 \text{ mts} \cong 1.20 \text{ mts}$$

Según área de acero mínimo, ACI Cap. 10.5, en esta sección no fluye el concreto, la cual aumenta la sección en la viga y según ACI Cap.- 21.3.1.4; la base de la viga depende de la sección de la columna. Por lo tanto, se debe usar una sección de viga = 0.45 m * 0.25 m. Ésta estará variándose dependiendo de la luz de la viga. (Ver diseño de viga, cálculo estructural).

3.3.2.2 Columna

Para este caso se usó la siguiente fórmula:

$$P = 0.8(0.225 \times f'c \times Ag + fy \times As)$$

Donde:

P = carga axial = 28,481.76 Kg. (se obtuvo por áreas tributarias)

f'c = 2101 kg/cm²

fy = 2810 kg/cm²

Ag = área gruesa de la sección

As = área de acero; $1\%(Ag) \leq \mathbf{As} \leq 6\% Ag$ ACI 318-05

$$P = 0.8(0.225 \cdot 210 \cdot A_g + 4200 \cdot (0.02 \cdot A_g))$$

$$A_g = P/84.18 = 28,481.76/82.76 = \mathbf{344.14 \text{ cm}^2}.$$

En este caso se usa una sección de columna = 0.30 * 0.30 m, que es mayor al área del grosor encontrado.

3.3.2.3 Espesor de losa

Para losas en una dirección, ACI 318-05 ha elaborado lo siguiente, que considera peraltes mínimos.

Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

$$\text{Espesor losa} = \text{Perímetro} / 180 = 21.3 / 180 = 0.118 \text{ m}$$

Entonces se usa un espesor de losa = 0.12 m

La figura 7 muestra las dimensiones de losa a ejes, pero para el cálculo del espesor de losa se tomarán las dimensiones a rostro interno de las vigas.

3.4 Cargas aplicadas a los marcos rígidos

CARGA MUERTA (CM)

Peso del concreto = **2,400 kg/m³**

Peso de acabados = **90 kg/m²**

Peso de muros = **150 kg/m²**

CARGA VIVA (CV)

En techo sin acceso = **100 kg/m²**

En pasillos = **500 kg/m²**

En aulas = **350 kg/m²**

Las cargas distribuidas que se muestran en los modelos matemáticos, fueron calculadas tomando en cuenta los valores anteriores y siguiendo el procedimiento siguiente:

3.4.1. Cálculo del peso por nivel

a. Segundo nivel

$$CM = W_{\text{losa, sobre carga, acabados}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{acabados}}$$

Carga muerta:

$$W_{\text{losa}} = (0.12 \text{ mts} \cdot 204 \text{ mts}^2 \cdot 2400 \text{ kg/mts}^3) + (204 \text{ mts}^2 \cdot 100 \text{ kg/mts}^2) + (204 \text{ mts}^2 \cdot 90 \text{ kg/mts}^2) = 97,512 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 31,936.8 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.30 \text{ mts} \cdot 0.30 \text{ mts} \cdot 2400 \text{ kg/mts}^3 \cdot 1.5 \text{ mts}) + (0.90 \text{ mts} \cdot 1.5 \text{ mts} \cdot 90 \text{ kg/mts}^2 \cdot 20) = 8,100 \text{ kg}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 137,548.8 \text{ kg}$$

Carga viva:

$$CV = (CV \text{ sin acceso}) (\text{área})$$

$$CV = (100 \text{ kg/m}^2)(204 \text{ mts}^2) = 20,400 \text{ kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 137,548.8 \text{ kg} + 0.25(20,400 \text{ kg}) = 142,648.8$$

b. Primer nivel

Carga muerta:

Peso del piso 144 kg/m^2

Peso de muros 150 kg/m^2

Wlosa= 128,740.5 kg

Wvigas =31,936.8 kg

Wcolumnas =41,470.56 kg

Total de la carga muerta = 202,147.86 kg

Carga viva:

CV= (CV por alumnos-aula) (área)+ (CV por alumnos-pasillo) (área)

CV= (350 kg/m²) (155.28 m²) + (500 kg/m²) (48.72 m²)=78,708.0 kg

Peso del primer nivel

W= CM + 0.25CV

W=202,147.86 kg + 0.25*(78,708.0 kg) = 221,821.86 kg.

Resumen

W del primer nivel = 221,821.86 kg

W del segundo nivel = 142,648.8 kg

Peso total = 364,473.66 kg

3.4.2 Cálculo del corte basal

El corte basal es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base.

Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula:

$$V= ZIKCSW$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona

I = coeficiente de importancia de la obra

C = coeficiente que depende del período natural de vibración

- S = coeficiente que depende del tipo de suelo
- K = coeficiente dependiente del sistema estructural usado
- W = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones “X” y “Y”; con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

En el sentido de “x” del caso estudiado:

Z=1 para la zona central de la república

I=1.30 para edificios de instituciones educativas

K=0.67 para marcos dúctiles

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \text{ Donde c no puede ser mayor de 0.12 y de serlo, se utiliza 0.12}$$

$$T = 0.0906H\sqrt{B}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

Entonces

$$T = (0.0906*7.5)/\sqrt{(26.98)} = 0.144 \text{ seg}$$

$$C = 1 / (15*\sqrt{0.144}) = 0.175 \text{ por lo que se utiliza } C=0.12$$

S= 1.50 como no se conoce el valor de S, se utiliza el mayor valor permitido.

El valor del producto de CS debe ser menor a 0.14; si el producto de ambos coeficientes excede este valor, se debe tomar 0.14 el valor conjunto de CS.

$$CS = (0.12*1.5) = 0.18 \text{ entonces se toma } 0.14$$

$$V_x = (1*1.30*0.67*0.14*364,473.66)=44,443.92 \text{ kg}$$

En el otro sentido, el valor que podría variar es C, por lo que se calcula:

$$T = (0.0906 \cdot 7.5) / \sqrt{8.3} = 0.274 \text{ seg}$$

$$C = 1 / (15 \cdot \sqrt{0.2745}) = 0.127 \text{ entonces se utiliza } C=0.12$$

$$CS = (0.12 \cdot 1.5) = 0.18, \text{ por tanto se toma } 0.14$$

Debido a que estos valores no varían respecto del sentido de "X", el corte basal es el mismo para ambas direcciones.

$$V_x = V_y = 44,443.92 \text{ kg}$$

3.1.4.2.1 Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo con la fórmula dada en la sección I (E) del código SEAOC:

$$V = F_t + \sum F_i$$

Donde

V= corte basal

F_t= fuerza en la cúspide

F_i= fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones, dadas en la sección I (E) del código SEAOC:

Si $T < 0.25$ segundos: $F_t = 0$

Si $T \geq 0.25$ segundos: $F_t = 0.07 TV$

Donde:

T= período fundamental de la estructura

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir, del corte basal V, puede ser distribuido en los niveles de la estructura, según la fórmula:

$$F_i = (V - F_t) \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

Donde:

W_i = peso de cada nivel i

H_i = altura de cada nivel i

Para el peso de las columnas hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- a. El peso de las columnas del primer nivel debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.
- b. El peso de las columnas intermedias se debe tomar de la mitad de la columna del nivel inferior a la mitad de la columna del nivel superior.

Fuerza en la cúspide $F_t = 0$

Fuerza por nivel

$$F_2 = \frac{(44,443.92 - 0) (142,648.8) (8.3)}{(142,648.8 * 8.3) + (221,829.86 * 5.3)} = 22,299.99 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{(44,443.92 - 0) (221,829.86) (5.3)}{(142,648.8 * 8.3) + (221,829.86 * 5.3)} = 22,143.92 \text{ kg}$$

A manera de comprobación: $V = F_t + F_2 + F_1 = 44,443.91 \text{ kg}$

3.4.2.2 Fuerzas por marcos

En la estructuras se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i , proporcional a la rigidez de los marcos.

a. Fuerzas por marcos y-y

El edificio es simétrico en y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido y.

Segundo nivel

La fuerza del segundo nivel debe incluir F_t

$$F_m = F_2 + F_t / \text{número de marcos} = (37680.10 + 0) / 9 = 4186.67 \text{ kg}$$

Primer nivel

$$F_m = F_1 / \text{número de marcos} = 27194.41 / 9 = 3021.60 \text{ kg}$$

b. Fuerzas por marcos x-x

No existe simetría en x, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y un marco arriba, por lo que hay torsión, esto se puede observar en la figura 7. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y los debidos a rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, con éstas, determinadas por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Simetría del edificio escolar

Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2 P h}{AG}}$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1.2 P h}{AG}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10000 kg

h = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto ($15100\sqrt{f'c}$)

I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez (0.4 E)

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura; esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

3.1.4.2.3 Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza por torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

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

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = (K_m * F_n) / \sum K_i$$

$$F_i'' = (e * F_n) / E_i$$

$$E_i = \sum (K_m d_i)^2 / K_m d_i$$

Donde:

K_m = rigidez del marco

$\sum K_i$ = rigidez total del nivel. Es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

d_i = distancia de CR a marco considerado

F_n = Fuerza por nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco.

e = excentricidad

Segundo nivel

Rigidez de columna x-x se utiliza la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$K = \frac{1}{\frac{10,000 \cdot 300^3}{3 \cdot 15,100 \sqrt{210} \cdot 1/12 \cdot 30^4} + \frac{1.2 \cdot 10,000 \cdot 300}{30 \cdot 30 \cdot 0.4 \cdot 15,100 \sqrt{210}}}. = 0.163$$

Como la sección de las columnas son iguales en los marcos, entonces:

$$K_m = 8 \text{ y } k = 1.30$$

Tabla XI. Cálculo de centro de rigidez en el segundo nivel

Marco	K	L	KL
A	1.30	7.5	9.25
B	1.30	1.83	2.379
C	0.00	0.00	0.00
Sumatoria	2.60		12.13

CR = centro de rigidez

$$CR = KL / K = 12.13 / 2.60 = 4.662$$

$$CM_x = 7.5 / 2 = 3.75$$

$$CM_y = 26.98 / 2 = 13.49$$

$$e = CM - CR = 3.75 - 4.662 = |-0.91| = 0.91$$

Tabla XII. Fuerzas por marco por torsión del segundo nivel

	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	1.30	2.838	3.68	13.61	7.39	11,149.9	2,745.9	13,895.8
B	1.30	-2.838	-3.68	-13.61	-7.39	11,149.9	-2,745.9	8,404.0
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,583.56
	2.61			27.22				

Si el valor $F_m < F_i'$ se debe tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor $F_m > F_i''$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

Primer nivel

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada por ser primer nivel de un edificio multiniveles.

$$K_c = \frac{1}{\frac{(10,000)(530^3)}{(12 \cdot 15,100 \cdot \sqrt{210} \cdot 1/12 \cdot 30^4)} + \frac{(1.2 \cdot 10,000 \cdot 530)}{(30^2 \cdot 0.4 \cdot 15,100 \cdot \sqrt{210})}} = 0.118 \cong 0.12$$

La rigidez del marco es

$$K_m = 0.12 \cdot 8 = 0.96$$

Tabla XIII. Cálculo del centro de rigidez del primer nivel

Marco	K	L	KL
A	0.96	7.5	7.2
B	0.96	1.83	1.756
C	0.00	0.00	0.00
Sumatoria	1.92		8.956

CR = centro de rigidez

$$CR = KL / K = 8.956 / 1.92 = 4.664$$

$$CM_x = 7.5 / 2 = 3.75 \quad CM_y = 26.98 / 2 = 13.49$$

$$e = CM - CR = 3.75 - 4.662 = |-0.91| = 0.91$$

Tabla XIV. Fuerzas por marco, por torsión del primer nivel

	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	0.96	2.83	2.72	7.40	5.44	11,071.9	3,704.2	14,776.1
B	0.96	-2.83	-2.72	7.40	-5.44	11,071.9	-3,704.2	7,367.76
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.92			14.80				

3.4.3 Integración de cargas

Peso específico del concreto = 2400 kg/m³

Acabados = 90 kg/m²

Muros divisorios y tabiques = 150 kg/m²

Carga viva = techos sin acc. 100 kg/m².

aulas 350 kg/m².

pasillos 500 kg/m²

Para realizar el análisis estructural, se determinaron las áreas tributarias de los marcos críticos, tanto para carga viva como cargas muertas y luego se calculó linealmente, utilizando los siguientes procedimientos:

$$C_M = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}}$$

$$C_M = \frac{A_{\text{tributaria}} \times (t) \text{ espesor} \times (\gamma)_{\text{conc.}}}{L} + b \times h \times (\gamma)_{\text{conc.}} + H \times P_{\text{muro}} + \frac{A_{\text{tributaria}} \times P_{\text{acabados}}}{L}$$

Cálculo de cargas marco dúctil sentido Y eje 4

De A a B.

Primer nivel: tomando en cuenta los muros y tabiques,

$$CM = ((6.436 \text{ mts}^2 + 7.62 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 5.40 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (2.72 \text{ mts} * 150 \text{ kg/m}^2) + (6.436 + 7.62) (90 \text{ kg/m}^2) / 5.40 \text{ mts} = 1,661.9 \cong 1662 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,662. \text{ kg/m}$$

$$CV = (6.436 \text{ mts}^2 + 7.62 \text{ mts}^2) (350 \text{ kg/m}^2) / 5.40 \text{ mts} = 911.1 \text{ kg/m}$$

De B a voladizo

$$CM = ((1.87 \text{ mts}^2 + 1.89 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 1.83 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (3.76) (90 \text{ kg/m}^2) / 1.83 \text{ mts} = 1,046.65 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,046.65 \text{ kg/m}$$

$$CV = (3.70 \text{ mts}^2) (500 \text{ kg/m}^2) / 1.83 \text{ mts} = 1,027. \text{ kg/m}$$

Segundo nivel: aquí no se incluye el peso de los muros y tabiques,

De A a B.

$$CM = ((14.05 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 5.40 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (14.05) (90 \text{ kg/m}^2) / 5.40 \text{ mts} = 1,546.2 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,546.2 \text{ kg/m}$$

$$CV_{\text{sin acceso}} = (14.05 \text{ mts}^2) (100 \text{ kg/m}^2) / 5.40 \text{ mts} = 260.18 \text{ kg/m}$$

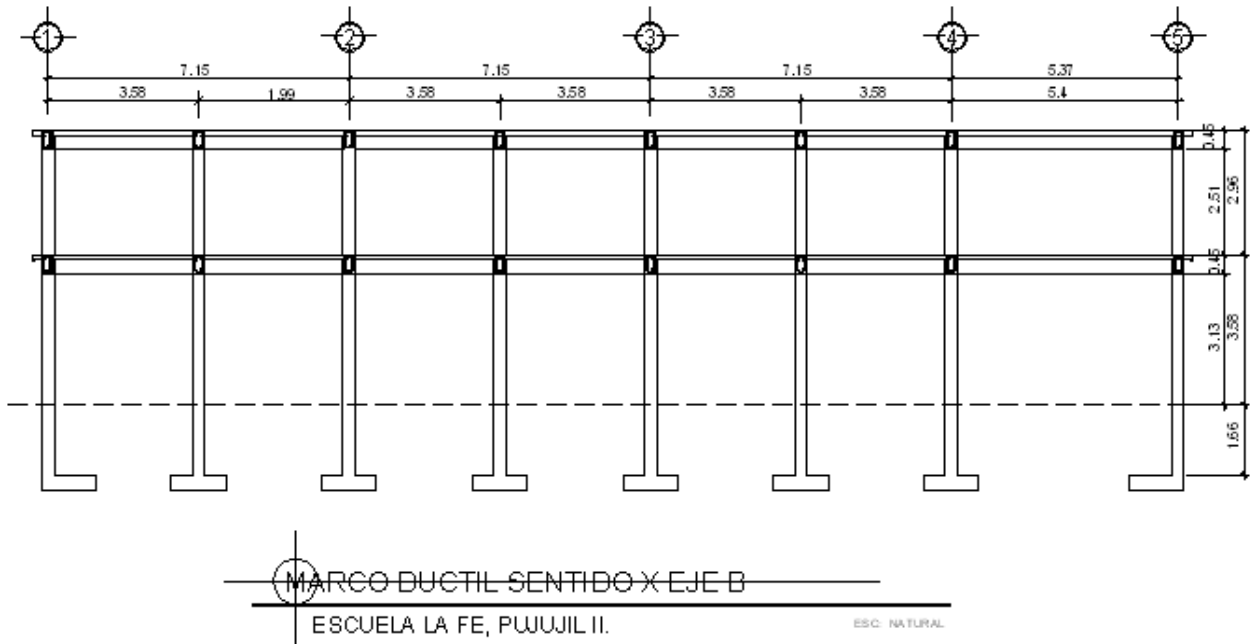
De B a voladizo

$$CM = ((3.76 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 1.83 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (3.76) (90 \text{ kg/m}^2) / 1.83 \text{ mts} = 1,046.65 \text{ Kg/m}$$

$$CM = 1046.65 \text{ Kg/m}$$

$$CV = (3.76 \text{ mts}^2) (100 \text{ kg/m}^2) / 1.83 \text{ mts} = 205.46 \text{ Kg/m}$$

Figura 14. Marco típico escuela, eje B



Cálculo de cargas marco dúctil sentido X eje B

Cálculo para marco más crítico

Primer nivel: tomando en cuenta los muros y tabiques

$$CM = ((6.015 \text{ mts}^2 + 5.753 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 5.37 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (2.72 \text{ mts} * 150 \text{ kg/m}^2) + (6.015 + 5.753) (90 \text{ kg/m}^2) / 5.37 \text{ mts} = 1,506.43 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,506.43 \text{ kg/m}$$

$$CV = (6.015 \text{ mts}^2) (350 \text{ kg/m}^2) / 5.37 \text{ mts} = 927.78 \text{ kg/m}$$

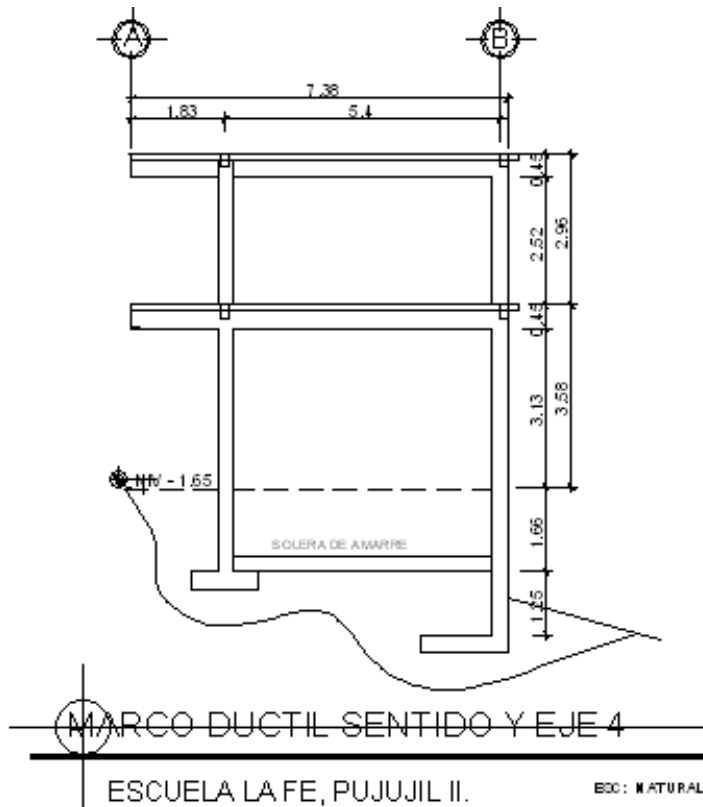
Segundo nivel: aquí no se incluye el peso de los muros y tabiques.

$$CM = ((6.015 \text{ mts}^2 + 5.753 \text{ mts}^2) (0.12 \text{ mts}) (2,400 \text{ kg/m}^3)) / 5.37 \text{ mts} + (0.45 \text{ mts} * 0.25 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/m}^3) + (6.015 \text{ mts}^2 + 5.753 \text{ mts}^2) (90 \text{ kg/m}^2) / 5.37 \text{ mts} = 1,098 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,098 \text{ Kg/m}$$

$$CV_{\text{sin acceso}} = (11.77 \text{ mts}^2) (100 \text{ kg/m}^2) / 5.37 \text{ mts} = 219.3 \text{ kg/m}$$

Figura 15. Marco típico escuela, eje 4



3.5 Análisis de marcos rígidos por el método de ETABS

Luego de la integración total de las cargas, se procede al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presentan en una estructura a través del programa ETABS.

ETABS, es un programa completamente integrado que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización del diseño, y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz. ETABS es un programa de análisis, elástico lineal y de segundo orden, de estructuras, por medio del método de

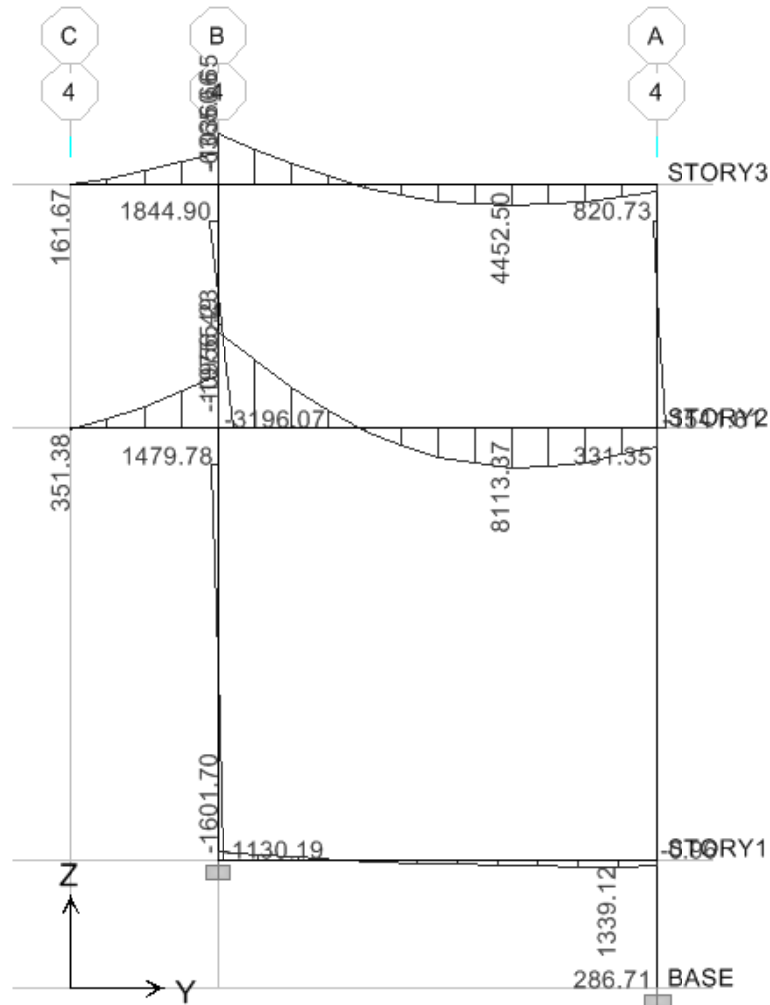
los elementos finitos, que incluye un post-procesador gráfico para la presentación de resultados.

En el análisis estructural, el método de elementos finitos puede ser entendido como una generalización de estructuras al análisis de sistemas continuos. El principio del método consiste en la reducción del problema con infinitos grados de libertad, en un problema finito en el que intervenga un número finito de variables asociadas a ciertos puntos característicos (nodos). Las incógnitas del problema dejan de ser funciones matemáticas del problema, cuando pasan a ser los valores de dichas funciones en un número infinito de puntos.

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

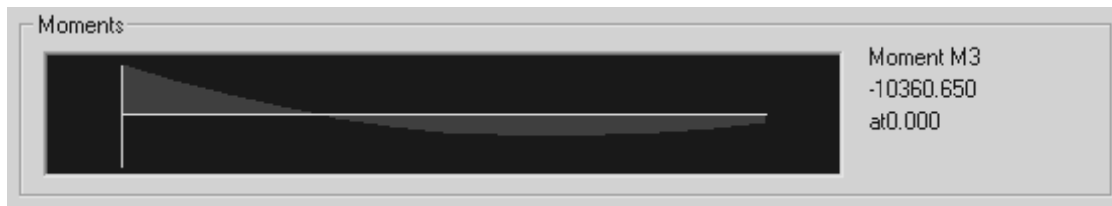
Definido el modelo matemático y las combinaciones correspondientes de cargas, se procedió a la realización del análisis estructural. Obteniendo los resultados de los dos marcos críticos eje B y eje 4, paralelos al eje X y eje Y respectivamente, las cuales se muestran en las figuras siguientes:

Figura 16. Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido Y, eje 4

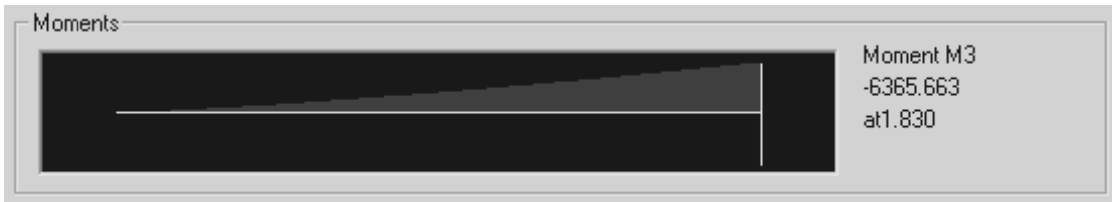


Para visualizar mejor los datos de los momentos últimos de cada viga se presenta el diagrama específico para cada elemento.

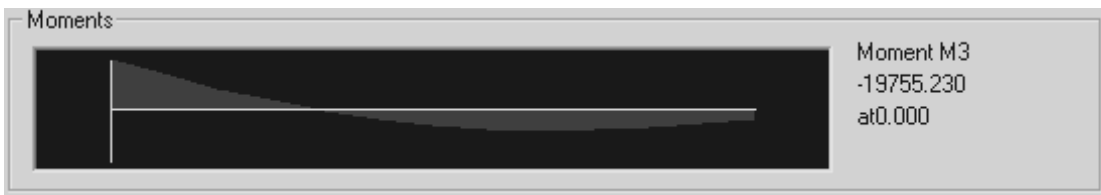
Figura 17. Momentos últimos en vigas



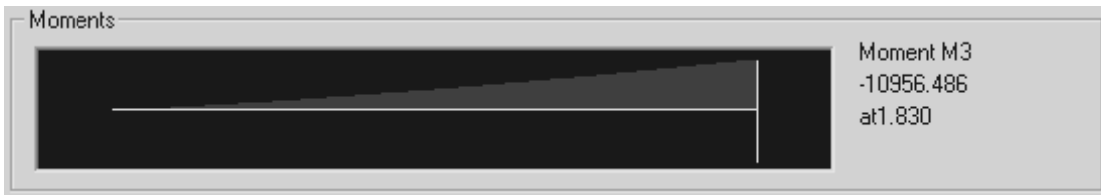
Momentos segundo nivel, viga 4



Momento en el voladizo, segundo nivel, viga 4



Momentos primer nivel, viga 1



Momentos en el voladizo, primer nivel, viga 1

Figura 18. Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, en columnas

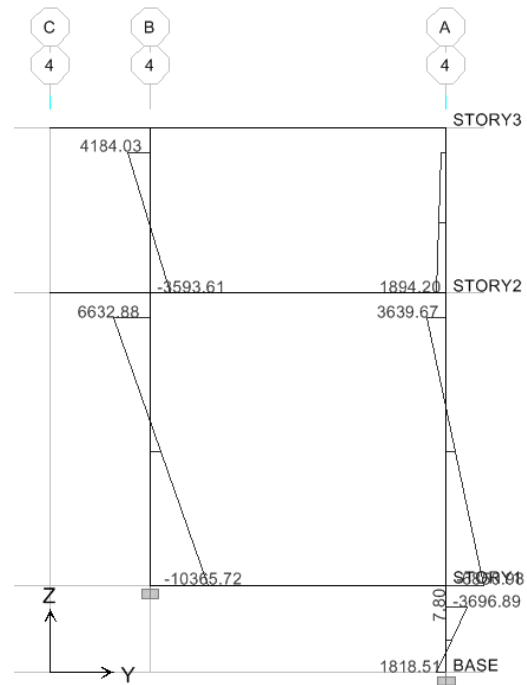


Figura 19. Diagramas de corte últimos en (Kg), eje 4

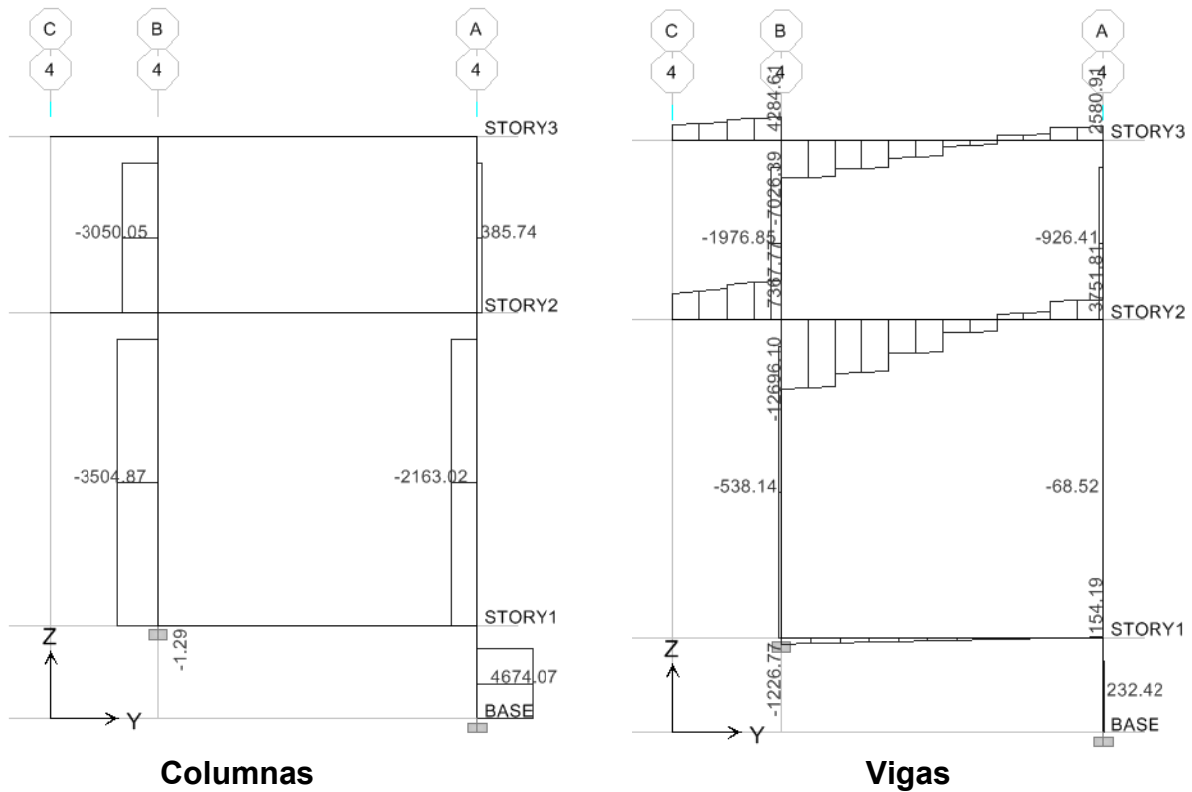


Figura 20. Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido X, eje B

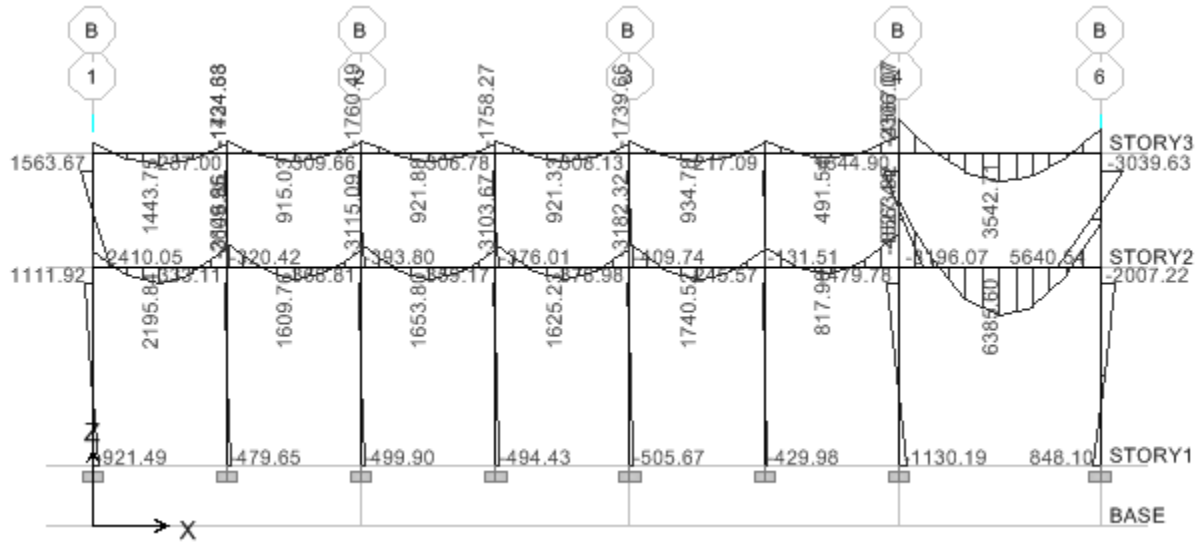


Figura 21. Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, en columnas

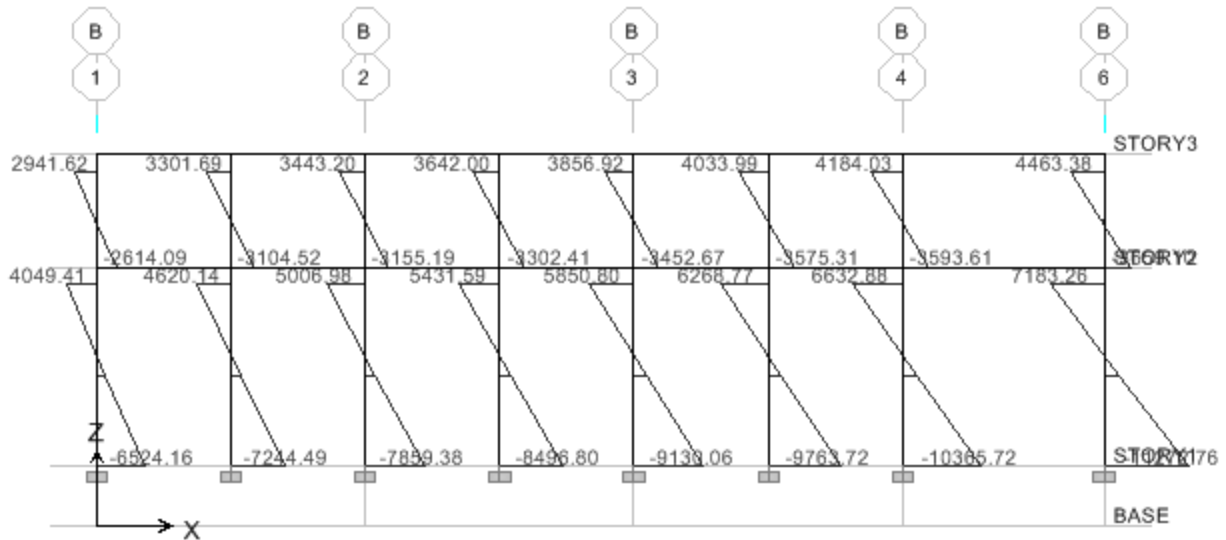
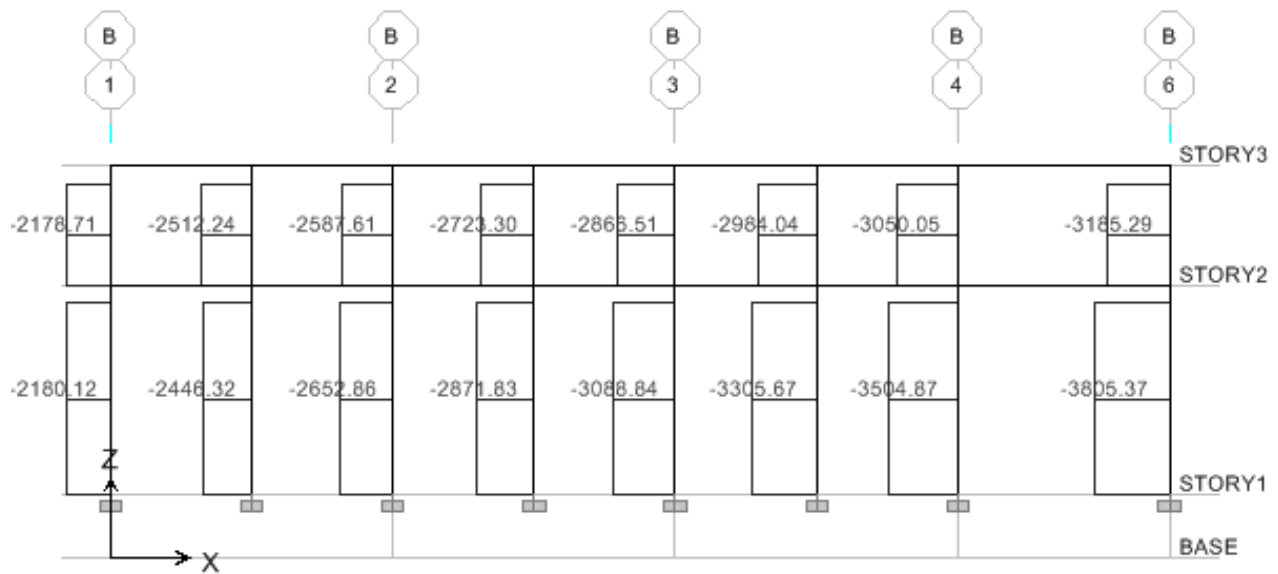
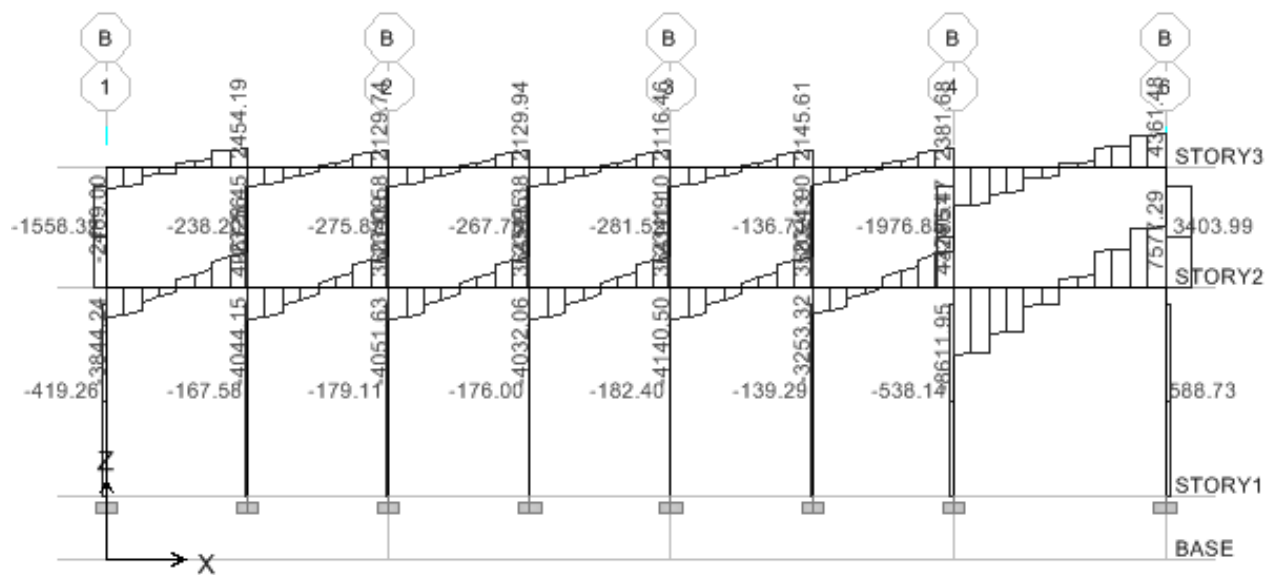


Figura 22. Diagrama de corte último (Kg), eje B



Columna



Vigas

El análisis estructural se trabajó con el programa ETABS, en el cual los diagramas de momentos últimos fueron presentados anteriormente. El análisis del mismo edificio fue analizado por el método de Kani, para llegar a una mejor comprensión de resultados y por ello se presenta el resumen final del cálculo realizado.

3.6. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, carga viva y la carga de sismo, tanto en vigas como en columnas.

Para considerar la superposición de efectos, el código A.C.I propone las siguientes combinaciones:

- Momentos últimos negativos en vigas.

$$0.75(1.4M_{CM}+1.7M_{CV}\pm 1.87M_s) = 1.05M_{CM}+1.28M_{CV}+1.40M_s$$

- Momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = (CU \cdot L^2 / 2) - ((\sum M_{(-)}) / 2) = ((1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) L^2 / 2) - ((\sum M_{(-)}) / 2)$$

- Momentos últimos en columnas

$$0.75(1.4M_{CM}+1.7M_{CV}+1.87M_s) = 1.05M_{CM}+1.28M_{CV}+1.40M_s$$

3.6.1. Balance de momentos

Los momentos obtenidos de la envolvente se deben balancear antes de diseñar el refuerzo. Para este caso el método consiste en multiplicar el momento mayor por 0.8; si este valor es menor o igual al momento menor se hace un promedio de los dos momentos; en cambio si es mayor se debe balancear proporcionalmente a su rigidez

3.6.2. Cálculo del momento positivo de las vigas

Los cálculos se realizaron para el marco típico sentido Y, eje 4

Vigas:

$$M_{AB(-)} = 0.75(1.4(2,188.46)+1.7(439.1)+1.87(2,109.35)) = 5,816.09 \text{ kg-m}$$

$$M_{AB(-)} = 0.75(1.4(2,188.46)+1.7(439.1)-1.87(2,109.35)) = -100.62 \text{ kg-m}$$

$$M_{BA(-)}=0.75(1.4(3,245.81)+1.7(524.14)+1.87(2,657.23))=7,804.41 \text{ kg-m}$$

$$M_{BA(-)}=0.75(1.4(3,245.81)+1.7(524.14)-1.87(2,657.23))=350.88 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC(-)}=0.75(1.4(1,95.57)+1.7(332.84)+1.87(0))=2,204.71 \text{ kg-m}$$

$$M_{BC(-)}=0.75(1.4(1,95.57)+1.7(332.84)-1.87(0))=2,204.71 \text{ kg-m}$$

$$M_{DE(-)}=0.75(1.4(2,757.52)+1.7(1,264.5)+1.87(6,574.17))=13,727.90 \text{ kg-m}$$

$$M_{DE(-)}=0.75(1.4(2,757.52)+1.7(1,264.5)-1.87(6,574.17))=-4,712.63 \text{ kg-m}$$

$$M_{ED(-)}=0.75(1.4(3,637.3)+1.7(2,251.14)+1.87(9,337.17))=19,784.74 \text{ kg-m}$$

$$M_{ED(-)}=0.75(1.4(3,637.3)+1.7(2,251.14)-1.87(9,337.17))=-6,406.01 \text{ kg-m}$$

$$M_{EF(-)}=0.75(1.4(1,695.57)+1.7(1663.85)+1.87(0))=3901.75 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_AB=(1.4*1,546.2+1.7*206.18)*(5.4^2/8)-(5,816.09+7,804.41)/2=2,357.60 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_DE=(1.4*1,662+1.7*911.10)*(5.40^2/8)-(13,727.90+19,784.74)/2=-2,629.5 \text{ kg-m}$$

Columnas:

$$M_{AD(-)} = 0.75(1.4(2,187.37)+1.7(439.21)+1.87(2,110.11)) = 5,816.16 \text{ kg-m}$$

$$M_{DA(-)} = 0.75(1.4(2,041.02)+1.7(804.7)-1.87(1,630.90)) = 5,456.40 \text{ kg-m}$$

$$M_{BE(-)}=0.75(1.4(1,549.08)+1.7(192.29)+1.87(930.77))=3,177.10 \text{ kg-m}$$

$$M_{EB(-)}=0.75(1.4(1,440.01)+1.7(375.88)+1.87(2,825.7))=5,954.38 \text{ kg-m}$$

$$M_{DG(-)}=0.75(1.4(705.06)+1.7(449.16)+1.87(4,944.58))=8,247.76 \text{ kg-m}$$

$$M_{GD(-)}=0.75(1.4(357.53)+1.7(224.58)+1.87(5,404.28))=8,241.24 \text{ kg-m}$$

$$M_{EH(-)}=0.75(1.4(500.1)+1.7(211.14)+1.87(2,627.39))=4,479.11 \text{ kg-m}$$

$$M_{HE(-)}=0.75(1.4(250.05)+1.7(105.57)+1.87(4,180.65))=7195.27 \text{ kg-m}$$

3.6.3. Cálculo de cortes

Para calcular los cortes en los marcos se utilizan las fórmulas siguientes:

- Corte en vigas:

$$V_V = 0.75 (1.4 ((W_{CM} * L) / 2) + 1.7 ((W_{CV} * L) / 2) + 1.87 ((\Sigma M_S) / L))$$

- Corte en columnas:

$$V_C = (\Sigma MC) / L$$

b) Cortes en marcos rígidos típicos

Vigas en Y, eje 4: Tramo A-B = $0.75 (1.4 (1,546.2 * 5.4) / 2 + 1.7 (206.18 * 5.4) / 2 + 1.87(2,657.23 + 2,109.35) / 5.40) = 6,331.23 \text{ kg}$

Tramo D-E = $0.75(1.4(1,662 * 5.40) / 2 + 1.7(911.10 * 5.40) / 2 + 1.87(6,574.17 + 9,337.17) / 5.40) = 11,980.76 \text{ kg}$

Tramo B-C = $0.75(1.4(1,046.65 * 1.83) / 2 + 1.7(205.46 * 1.83) / 2 + 1.87(0) / 1.83) = 1,245.26 \text{ kg}$

Tramo E-F = $0.75(1.4(1,046.65 * 1.83) / 2 + 1.7(1,027.07 * 1.83) / 2 + 1.87(0) / 1.83) = 2,203.77 \text{ kg}$

Columnas en Y, eje 4: Tramo A-D = $(5,816.16+5,456.40)/3 = 3,757.52$ kg

Tramo B-A= $(3,177.10+5,954.38)/3 = 3,043.82$ kg

Tramo D-G= $(8,247.76+8,241.24)/5.30 = 3,111.13$ kg

Tramo B-A= $(4,479.11+6,260.51)/5.30= 2,026.34$ kg

Figura 23. Momentos flexionantes últimos, marco dúctil, sentido Y, eje 4. Método de Kani

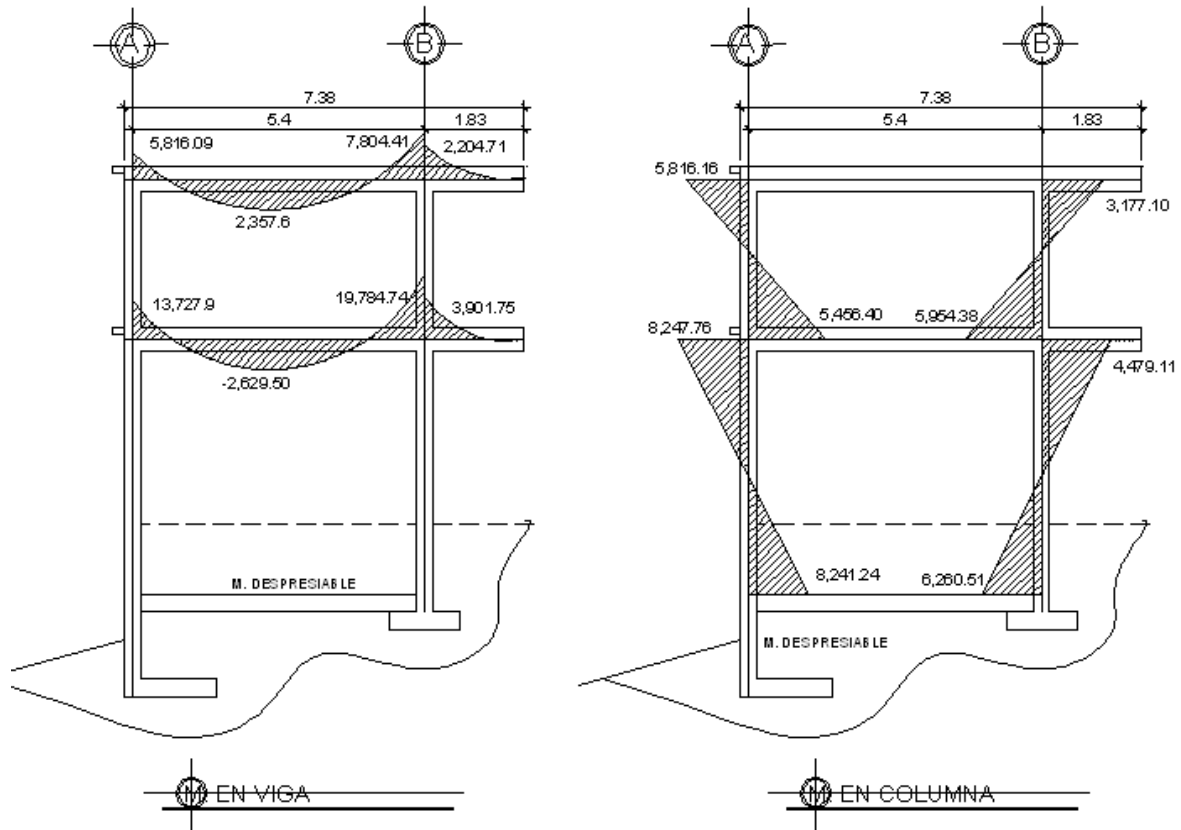
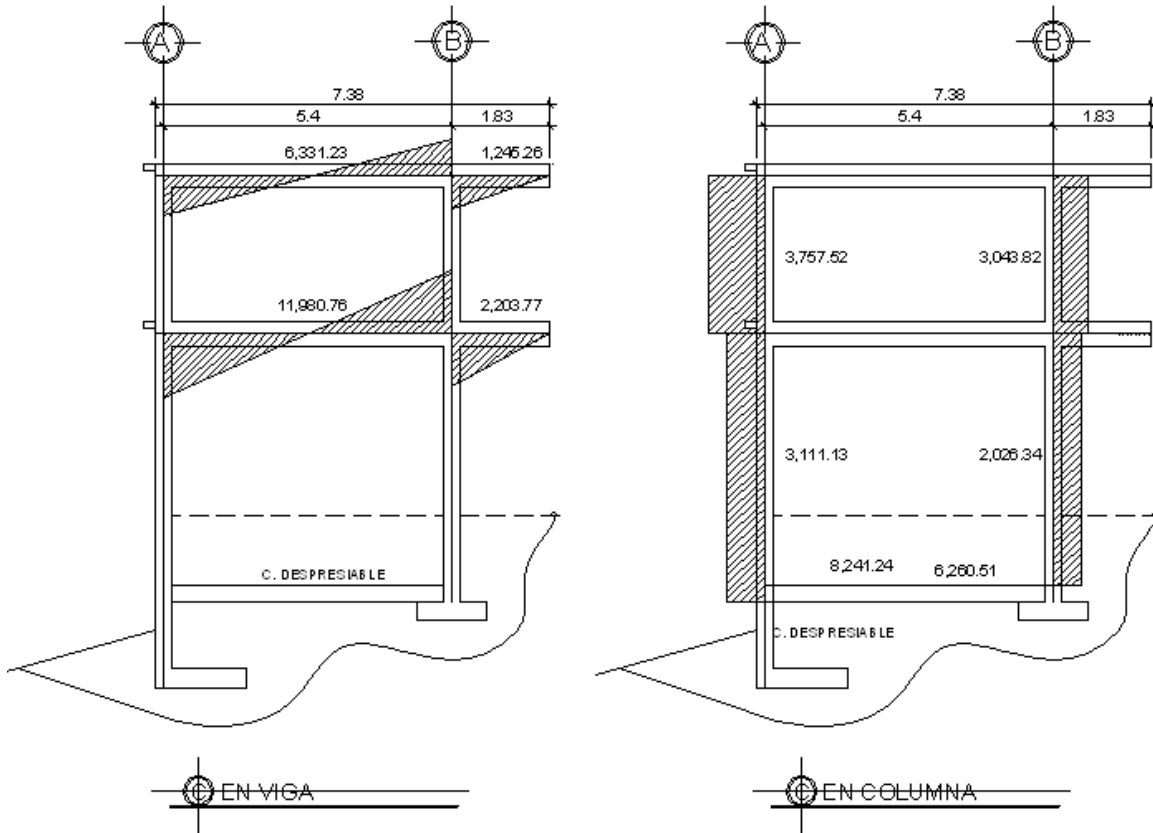


Figura 24. Corte último, marco dúctil, sentido Y, eje 4, Método de Kani



Al hacer una comparación con el análisis elaborado con el programa ETABS y los cálculos efectuados con el método de Kani, se pudo observar que los resultados obtenidos varían en un 10%, del uno del otro. Llegando a la conclusión de que los resultados obtenidos con el método de Kani, son un poco más conservadores. Por tal razón, en el análisis se tomaron estos datos para el cálculo estructural del edificio.

3.7 Diseño estructural

Es la actividad que se realiza por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura; es ésta la parte de la edificación que se destina para soportar las cargas que se presentarán en su vida útil.

Para el diseño estructural de este edificio, se usan los siguientes datos generales:

$$f_y = \text{resistencia a la fluencia del acero} = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = \text{módulo de elasticidad del acero} = 2.1 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'c = \text{resistencia a la compresión de concreto} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 15,100 (f'c)^{1/2} \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$V_s = \text{valor soporte del suelo} = 34 \text{ Ton/m}^2$$

Se usaron los siguientes recubrimientos en:

$$\text{Vigas} = 0.04 \text{ m}$$

$$\text{Losas} = 0.025 \text{ m}$$

$$\text{Columnas} = 0.03 \text{ m}$$

$$\text{Cimientos} = 0.075 \text{ m}$$

3.7.1 Diseño de muro de contención

Para resistir la fuerza de empuje provocada por el relleno en el nivel -1.60, ver plano 9/13 (secciones y detalle de gradas), se trabajó con block lleno de 0.20*.20*.40 con una columna tipo D, entre columnas principales. (Ver plano de cimentación).

3.7.2 Diseño de losa primer nivel

Para el diseño de losas se usó el método 3 del ACI-05, el cálculo del espesor de losa se presenta en la sección 3.3.2.3 espesor de losa página 78.

La figura 18 muestra una parte de la planta típica de distribución de losas del nivel 1, se usaron los datos de cargas vivas y muertas que se presentan en la página 66, (carga aplicada a los marcos rígidos)

La relación $m = A / B$, define si la losa trabaja en uno o dos sentidos, si m es mayor o igual a 0.50, entonces la losa trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabaja en un sentido. A, lado menor de la losa y B, lado mayor.

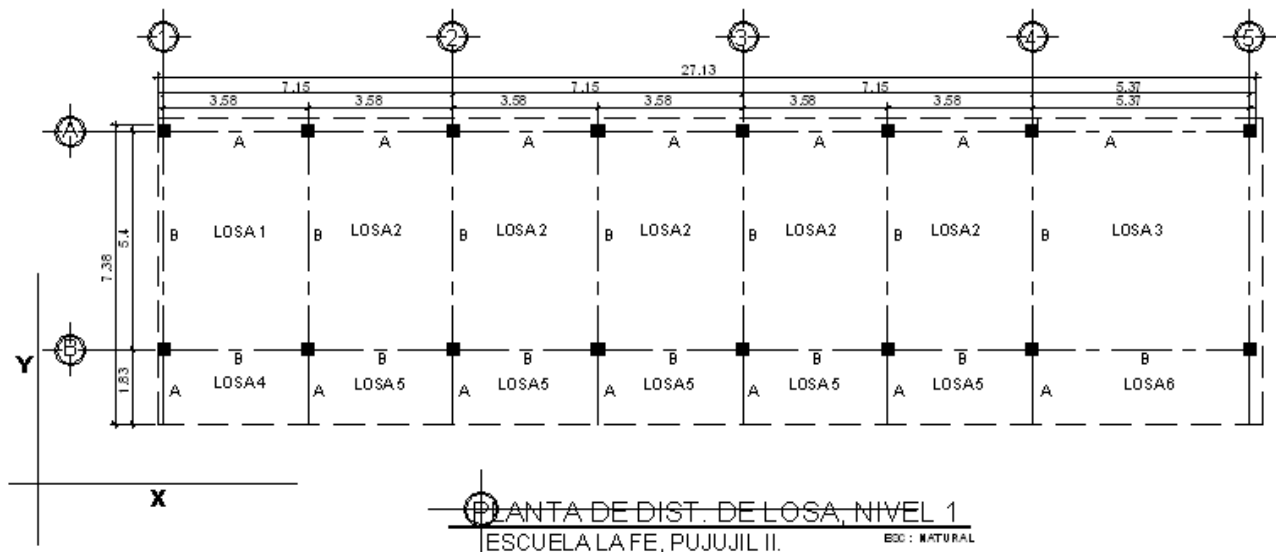
$$m_1 = 3.58 / 5.40 = 0.66; \text{ entonces trabaja en dos sentidos}$$

$$m_2 = 1.83 / 3.58 = 0.51; \text{ entonces trabaja en dos sentidos}$$

$$m_3 = 5.37 / 5.40 = 0.99; \text{ entonces trabaja en dos sentidos}$$

$$m_4 = 1.83 / 5.37 = 0.34; \text{ entonces trabaja en un sentido}$$

Figura 25. Planta típica, distribución de losas



Ahora se procede a calcular la carga última (CU) que está dada por la fórmula siguiente:

$$CU = 1.4 * CM + 1.7 * CV$$

$$CM = (\gamma_c * \text{espesor de losa}) + \text{acabados} + \text{peso de muro} + \text{peso de piso} \\ = (2400 \text{ kg/m}^3 * 0.12 \text{ m}) + 90 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2 + 144 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 672 \text{ kg/m}^2$$

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

$$CV_{\text{aulas}} = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = \text{carga muerta última} = 1.4 * 672 = 940.8 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU_{\text{pasillo}} = \text{carga viva última} = 1.7 * 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU_{\text{aulas}} = \text{carga viva última} = 1.7 * 350 = 595 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{pasillo}} = 940.8 + 850 = 1790.8 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{aulas}} = 940.8 + 595 = 1,535.8 \text{ kg/m}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1 m de ancho, entonces:

Fórmula para calcular los momentos actuantes:

$$M_{(-)} = \text{momento negativo} = C * CU * A^2$$

$$M_{(+)} = \text{momento positivo} = (C * CMU * A^2) + (C * CVU * A^2)$$

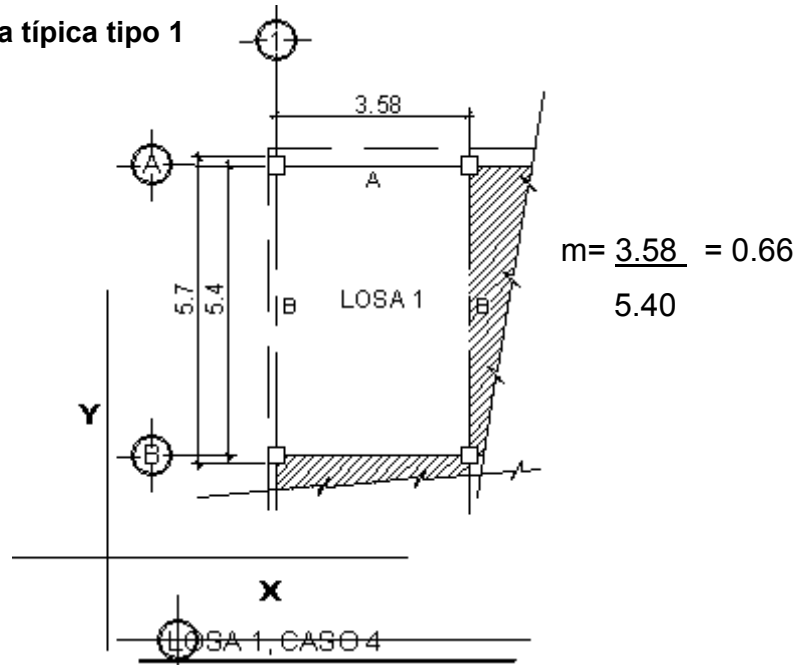
Donde:

C = coeficientes de tablas ACI

A = dimensión del lado considerado de la losa

Solución:

Figura 26. Losa típica tipo 1



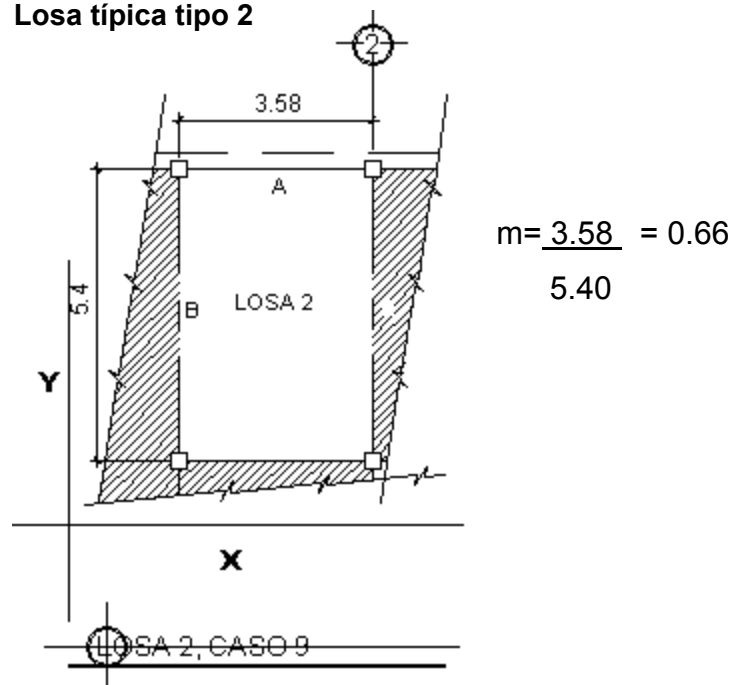
$$M_{(-)x} = 0.085 (1535.8)(3.58)^2 = 1,673.09 \text{ kg - m}$$

$$M_{(-)y} = 0.015 (1535.8)(5.40)^2 = 671.75 \text{ kg - m}$$

$$M_{(+)x} = 0.050 (940.8)(3.58)^2 + 0.062 (595)(3.58)^2 = 1,075.68 \text{ kg - m}$$

$$M_{(+)y} = 0.009(940.8)(5.40)^2 + 0.011 (595)(5.40)^2 = 437.37 \text{ kg - m}$$

Figura 27. Losa típica tipo 2



$$M_{(-)x} = 0.083 (1,535.8)(3.58)^2 = 1,633.72 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

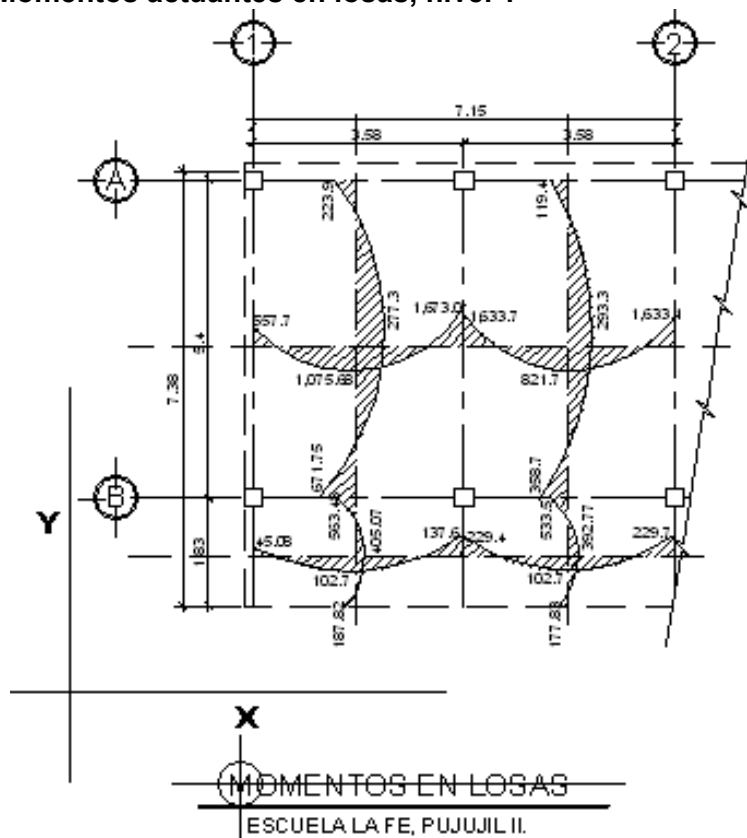
$$M_{(-)y} = 0.008 (1,535.8)(5.40)^2 = 358.27 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{(+)x} = 0.034 (940.8)(3.58)^2 + 0.054 (595)(3.58)^2 = 821.75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{(+)y} = 0.005(940.8)(5.40)^2 + 0.001 (595)(5.40)^2 = 293.32 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Los momentos actuantes en las losas 3 y 4 se calcularon aplicando el mismo procedimiento que se usó para las losas 1 y 2, los resultados se muestran en la figura 28.

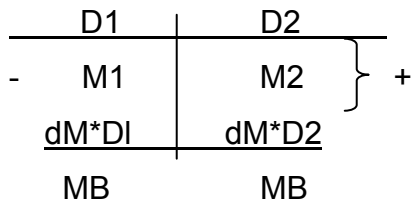
Figura 28. Momentos actuantes en losas, nivel 1



Balance de momentos: cuando dos losas que están unidas en un lado y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo. Para este caso, el método elegido es el siguiente:

Si $0.8 \cdot M_{\text{MAYOR}} \leq M_{\text{MENOR}} \rightarrow M_B = (M_{\text{MAYOR}} + M_{\text{MENOR}})/2$

Si $0.8 \cdot M_{\text{MAYOR}} > M_{\text{MENOR}} \rightarrow$ se balancean proporcionalmente a su rigidez



$$D1 = KI / (K1 + K2), \quad K1 = 1/L1$$

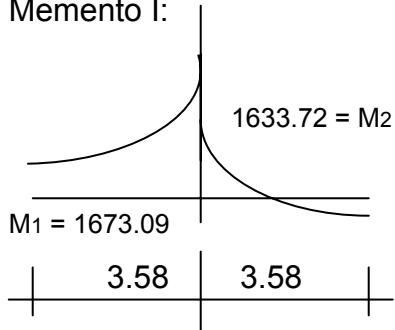
L = longitud de losa considerada

$$dM = M1 - M2$$

1 y 2 índices de M_{MAYOR} Y M_{MENOR}

BALANCE DE MOMENTOS ENTRE LOSAS 1 y 2:

Memento I:



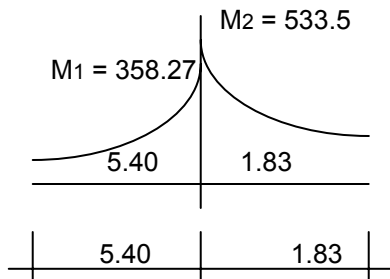
$$1,673.09 \cdot 0.8 = 1338.47 < 1633.72$$

Promedio:

$$M_{B I} = \frac{1673.09 + 1,633.72}{2} = 1653.40 \text{ kg.m}$$

BALANCE DE MOMENTOS ENTRE LOSAS 2 y 5:

Momento III:



$$533.5 \cdot 0.8 = 426.8 > 358.4 \text{ cálculo por rigideces}$$

$$K1 = \frac{1}{5.40} = 0.185 \quad D1 = \frac{0.185}{0.185 + 0.546} = 0.253$$

$$K2 = \frac{1}{1.83} = 0.546 \quad D2 = \frac{0.546}{0.185 + 0.546} = 0.746$$

$$D1 = 0.253$$

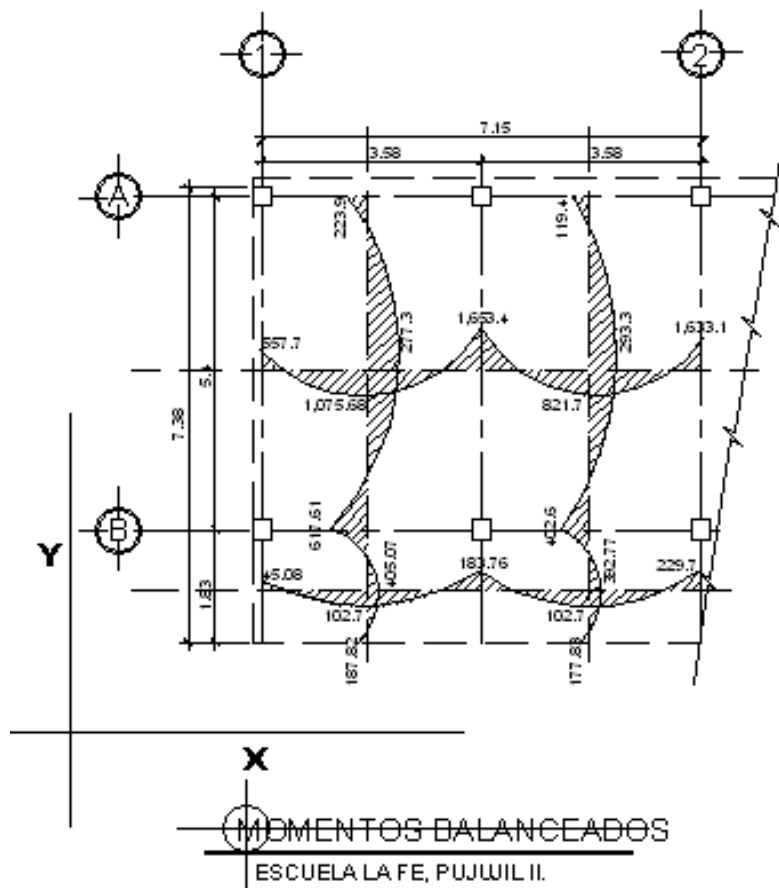
$$D2 = 0.746$$

$M1 = 358.27 +$ $(533.5 - 358.27) \cdot 0.253 = 44.33$	$M2 = 533.5 +$ $(533.5 - 358.27) \cdot 0.746 = 130.72$
---	---

$$402.6 \quad 402.6 \quad M_B = 402.6 \text{ kg.m}$$

El balance de momentos en todos los demás puntos se realizó de acuerdo con el cálculo de la losa 1-2 y 2-5. (Ver figura 29)

Figura 29. Momentos balanceados en losas, nivel 1



Con los momentos balanceados de la figura anterior, se procede al cálculo del acero de refuerzo que se necesita en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera:

$d = \text{espesor de losa} - \text{recubrimiento}$

$d = 12 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} = 9.5 \text{ cm}$

Se calcula para un ancho unitario, como una viga = 1 mts. = 100 cms

Cálculo de límites de acero

$$A_{s_{\min}} = (14.1/f_y) * b * d = (14.1/2810) * 100 * 9.5 = 4.77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = \Phi \{ (0.003 E_s) / (F_y + 0.003 E_s) * (0.85 F_c) / (F_y) \} * b * d$$

$\Phi = 0.5$ en zona sísmica $\Phi = 0.75$ en zona no sísmica

$$A_{s_{\max}} = 0.5 \{ (0.003 * 2.10 E_6) / (2810 + 0.003 * 2.10 E_6) * (0.85 * 210) / (2810) \} * 100 * 9.5 = 20.87 \text{ cm}^2$$

Cálculo de momento soportado usando acero mínimo

$$M_{s_{\min}} = \Phi (A_{s_{\min}} * F_y * (d - (A_{s_{\min}} * F_y) / (1.7 * F_c * B))) \quad \Phi = 0.9 \text{ a flexión}$$

$$0.9 \{ 4.77 * 2810 * (9.5 - (4.77 * 2810) / (1.7 * 210 * 100)) \} = 1,100.72 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero

Para los momentos menores que 1,100.72 se usa $A_{s_{\min}}$. y para los momentos mayores que 1,100.72, se calcula el área de acero con la fórmula:

$$\frac{A_s^2 F_y^2}{1.7 F_c b} - A_s F_y d + \frac{M_u}{\Phi} = 0$$

$$\frac{A_s^2 (2810)^2}{1.7(210)(100)} - A_s (2810)(9.5) + \frac{M(\text{kg.cm})}{0.9} = 0$$

$$221.18 A_s^2 - 26,695 A_s + M(\text{kg.cm}) / 0.9 = 0$$

Para $M_u = 1,633.72 \text{ kg-m} = 163,372. \text{ kg-cm}$.

$$221.18 A_s^2 - 26,695 A_s + 181,524.44 = 0 \quad A_s = 7.23 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento entre varillas de refuerzo

El espaciamiento entre varillas se calcula con: $S = A_v / A_s$.

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

Varilla No. 4 $A = 1.29 \text{ cm}^2$

$$4.77 \text{ cm} \frac{\quad}{\quad} 100 \text{ cm}$$

$$1.29 \text{ cm}^2 \frac{\quad}{\quad} S \qquad S = 27 \text{ cm.} \cong 25 \text{ cm}$$

$$7.23 \text{ cm} \frac{\quad}{\quad} 100 \text{ cm}$$

$$1.29 \text{ cm}^2 \frac{\quad}{\quad} S \qquad S = 17 \text{ cm.}$$

Áreas de acero requeridas en las losas típicas del nivel 1, según momentos y utilizando la fórmula:

$$221.18A_s^2 - 26,695A_s + M_u \text{ (Kg.cm)}/0.9 = 0$$

Tabla XV. Acero requerido en losas primer nivel

Momentos (Kg.m)	Momentos (Kg.cm)	$M_u(\text{Kg.cm}) /$ 0.9	$A_s(\text{cm}^2)$	No. Varilla	S(cm)
(-)1,653.40	165,340	183,711	7.32	4	17
(-)1,981.87	198,187	220,207.7	8.9	4	14
(+)1,213.16	121,316	134,795.5	5.28	4	20
(+)1,200.16	120,016	133,351.1	5.22	4	20
(-)1,851.2	185,120	205,688.8	8.27	4	15

El espaciamiento será de 14 cm, en las áreas donde existen estos momentos. (Ver plano de losas).

Chequeo por corte: todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de la misma. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por esa razón, se debe revisar si el espesor de la losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\text{MAX(AULAS)}} = CUU \cdot L / 2 = (1,535.8 \cdot 3.58) / 2 = 2,749.08 \text{ kg}$$

$$V_{\text{MAX(PASILLO)}} = CUU \cdot L / 2 = (1,790.8 \cdot 3.58) / 2 = 2,205.5 \text{ kg}$$

L = lado corto, de los lados cortos de las losas se toma el mayor

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45(F'c)^{1/2} t = 45(210)^{1/2} (12) = 7,825.35 \text{ kg}$$

Comparar V_R con V_{MAX}

Si $V_R \geq V_{\text{MAX}}$ el espesor es el adecuado; en caso contrario aumentar t

Como $V_R > V_{\text{MAX(AULA Y PASILLO)}}$, el espesor es el adecuado.

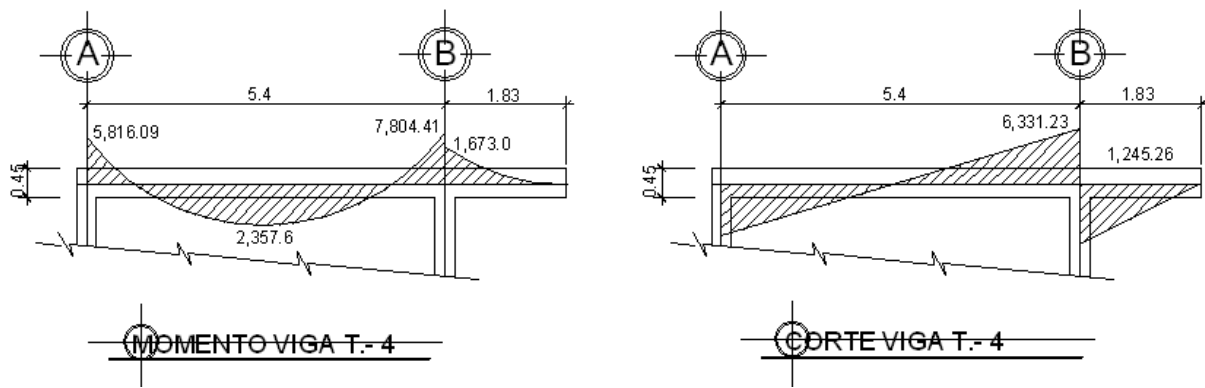
3.7.3 Diseño de losa segundo nivel

El procedimiento es similar al anterior, variando en el cálculo de la carga muerta porque no se incluye el peso provocado por los muros; en la carga viva se calcula para una carga de 100 kg/m^2 , tomando en cuenta que el techo será sin acceso. Siendo así, se muestran los resultados en el apéndice plano losas.

3.7.4 Diseño de viga

Una viga puede definirse como un miembro estructural que descansa sobre apoyos situados generalmente en sus extremos y que soporta cargas transversales. Las cargas que actúan sobre la viga, tienden a flexionarla someténdola a esfuerzos de tensión, compresión y corte. Los cálculos están basados con el ACI-05 capítulo 7 y 10.

Figura 30. Momentos y cortes de viga tipo 4, segundo nivel



Sección de Viga = 0.25 m x 0.45 m; Peralte efectivo $d = 0.41$ m

Límites de acero

Área de acero mínima ACI-05 cap. 10.5

$$A_{s_{\min}} = (14.1/f_y)bd$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810)(25)(41) = 5.14 \text{ cm}^2$$

Área de acero máxima

$$A_{s_{\max}} = \phi \rho_{bal}bd$$

$$\phi = 0.50 \text{ para zonas sísmicas}$$

$$\rho_{bal} = 0.036946 \text{ para } F_y = 40$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 41 = 18.93 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - (M \times b) / (0.003825 \times F_y)} \right] \times 0.85 F_c / F_y$$

Tabla XVI. Cálculo de área de acero de viga tipo 4, segundo nivel

Momento	As cm ²	Varillas	Área cubierta
5,816.09	5.99	2 No. 6+1 No.4	6.95
2,357.6	2.35	2 No. 6	5.66
7,804.41	8.18	2 No. 6+1 No.6	8.49
2,204.21	2.20	2 No. 6	5.66

Cama superior:

Se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más, de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{s_{\min}}$ o el 33%, A_s calculada para el momento negativo.

Cama inferior:

Se deben colocar como mínimo, dos varillas o más, de acero corridas, tomando el mayor de los valores: $A_{s_{\min}}$, 50% del A_s del M+ ó el 50% A_s del M-.

El resto del acero, en ambas camas, se coloca como bastones y rieles, usando la fórmula siguiente:

$$A_s \text{ (de bastón o riel)} = A_s \text{ total} - A_{s_{\min}} \text{ corrido}$$

Resistencia al corte

Para la resistencia al corte en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 \times 0.53 (f_c')^{1/2} b d = 0.53 \times 0.85 \times (210)^{1/2} (25)(41) = 6,691.57 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$6,691.57 \text{ kg} > 6,331.23 \text{ kg}$$

Si $V_r > V_u \rightarrow$ estribos sólo por armado.

Si $V_r < V_u \rightarrow$ diseño de estribos por corte según fórmula.

$$V_s = V_u - V_R$$

$$v_s = V_s / bd'$$

$$S = Av^*F_y / v_s^*b$$

En este caso $V_r > V_u$ por lo tanto los estribos se usan sólo por armado.

$$S_{max} = d/2 = 41\text{cm}/2 = 20.5 \text{ cm.}$$

Se colocan estribos No. 3 @ 20 cm.

Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

Longitud de confinamiento: para esto se toma el mayor de los siguientes valores (para el presente caso, el valor está en negrilla):

$$L_o = \left\{ \begin{array}{l} L_u / 6 = 5.4/6 = \mathbf{0.90m} \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.25 \text{ m} \\ 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

Espaciamiento entre estribos: éste se calcula tomando en cuenta las siguientes expresiones:

$$\rho_s = 0.45 ((A_g/A_{ch}) - 1) (0.85F_c / F_y)$$

$$= 0.45 ((25 \cdot 45 / 17 \cdot 37) - 1) (0.85 \cdot 210 / 2,810) = 0.022$$

$$\rho_s \geq 0.12 (F_c/F_y); 0.12 (F_c/F_y) = 0.12 (210/2,810) = 0.01$$

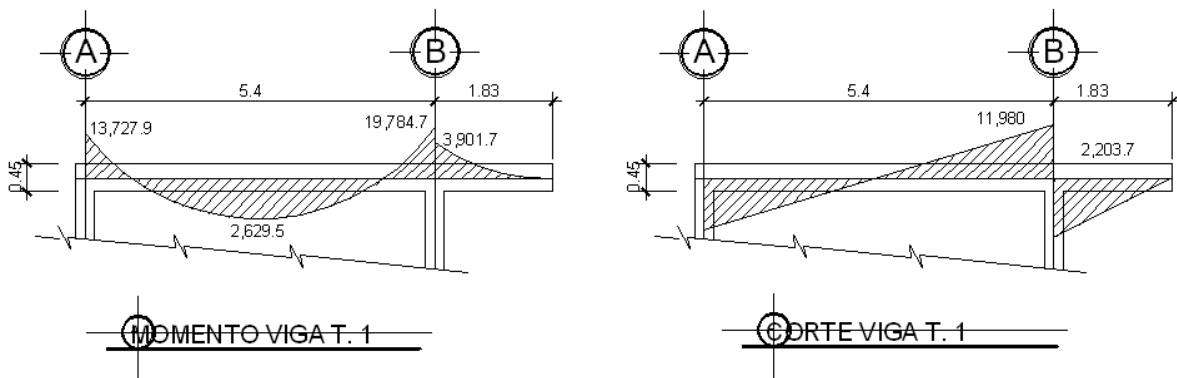
Las condiciones del espaciamiento entre estribos son:

$$S_i = 2A_v / \rho_s L_n; 3 \text{ cm} \leq S_i \leq 10 \text{ cm}; S_i < S$$

$$S_i = (2 \cdot 0.71) / (0.022 \cdot 17) = 3.79 \text{ cm} = \text{se usara } S_i = 5 \text{ cm}$$

Ver detalle de viga tipo -4 en plano 6/13 (detalle de vigas y pasamanos)

Figura 31. Momentos y cortes de viga tipo 1, primer nivel



Sección de Viga = 0.25 m x 0.45 m; Peralte efectivo d = 0.41 m

Límites de acero

Área de acero mínima ACI-05 cap. 10.5

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810)(25)(41) = 5.14 \text{ cm}^2$$

Área de acero máxima

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 41 = 18.93 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal

$$A_s = [b \times d - \sqrt{((b \times d)^2 - (M \times b) / (0.003825 \times F_c))}] \times 0.85 F_c / F_y$$

Tabla XVII. Cálculo de área de acero de viga tipo 1, primer nivel

Momento	As cm ²	Varillas	Área cubierta
13,727.90	14.95	2 No. 6+2 No.8	15.86
2,629.50	2.58	2 No. 8	10.2
19,784.74	23.22	2 No. 6+4 No.8	26.06
3,901.75	3.87	2 No. 6	5.66

Se toma el mismo criterio sobre camas superior e inferior descritas en viga 4.

Resistencia al corte:

Para la resistencia al corte en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 (f_c)^{1/2} b d = 0.53 * 0.85 * (210)^{1/2} (25)(41) = 6,691.57 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$6,691.57 \text{ kg} < 11,980.7 \text{ kg}$$

Si $V_r > V_u \rightarrow$ estribos sólo por armado

Si $V_r < V_u \rightarrow$ diseño de estribos por corte según fórmula.

En este caso $V_r < V_u$, por lo tanto se diseña los estribos por corte.

$$V_s = V_u - V_R = 5,289.1 \text{ kg}$$

$$v_s = V_s / bd' = 5.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = A_v \cdot F_y / v_s \cdot b = 0.71 \cdot 2,810 / 5.16 \cdot 25 = 15.46 \text{ cm} \cong 15 \text{ cm}$$

Se colocan estribos No. 3 @ 15 cm.

Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

Longitud de confinamiento: para esto se toma el mayor de los siguientes valores (para nuestro caso, el valor está en negrilla):

$$L_o = \begin{cases} L_u / 6 = 5.4 / 6 = \mathbf{0.90m} \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.25 \text{ m} \\ 45\text{cm} \end{cases}$$

Espaciamiento entre estribos: éste se calcula tomando en cuenta las siguientes expresiones:

$$\rho_s = 0.45 ((A_g / A_{ch}) - 1) (0.85 F_c / F_y)$$

$$= 0.45 ((25 \cdot 45 / 17 \cdot 37) - 1) (0.85 \cdot 210 / 2,810) = 0.022$$

$$\rho_s \geq 0.12 (F_c / F_y); 0.12 (F_c / F_y) = 0.12 (210 / 2,810) = 0.01$$

Las condiciones del espaciamiento entre estribos son:

$$S_l = 2A_v / \rho_s L_n; 3 \text{ cm} \leq S_l \leq 10 \text{ cm}; S_l < S$$

$$S_l = (2 \cdot 0.71) / (0.022 \cdot 17) = 3.79 \text{ cm} = \text{se usara } S_l = 5 \text{ cm}$$

Ver detalle de viga tipo -1 en plano 6/13 (detalle de vigas y pasamanos).

Para el diseño de las vigas 2 y 3 del aje A, se calcularon utilizando el mismo procedimiento.

Tabla XVIII. Cálculo de vigas

VIGA	CÁLCULO		PROPUESTA		CHEQUEO	ARMADO FINAL	
	Momento	As rec.	No. varillas	As cubierto	Cortes	Conf.	Refuerzo
En X eje B V-2 nivel 1	-2,067.1	4.37	2 No.4+2No.4	5.16	Extremo ver plano Vu = 2,741.9	Lo = 0.60	Est.No.3 1 @0.05. 8@0.10 RESTO @0.20
	2,195	4.67	2 No.4+2No.4	5.16			
	-2,609.9	5.67	2No.4+2No.4 +1 No.3	5.87			
	-3,146.8	7.05	2No.4+1No.5 +1No.3	7.41	Continuo ver plano. VR = 1,741.9	Lo = 0.60	Est.No.3 1 @0.05. 8@0.10 RESTO @0.20
	1,609	3.32	2 No.4+2No.3	4			
	-2,384	5.12	2 No.4+1No.6	5.41			
Sección 0.20*0.25							
En X eje B V-5 nivel 2	-1,734.68	3.71	2 No.4+2No.3	4	Extremo ver plano Vu. =2,741	Lo = 0.60	Est.No.3 1 @0.05. 8@0.10 RESTO @0.20
	+915	1.86	2 No.4	2.58			
	-1394.06	2.91	2 No.4+2No.3	4			
	-1,387	2.90	2 No.4+No.3	3.29	Continuo ver plano. VR = 1,741.9	Lo = 0.60	Est.No.3 1 @0.05. 8@0.10 RESTO @0.20
	+1443	3.03	2 No.4+No.3	3.29			
	-1,424	2.98	2 No.4+No.3	3.29			
Sección 0.20*0.25							

Ver detalle de viga en apêndice hoja 6/13

3.7.5 Diseño de columnas

Las columnas se definen como elementos estructurales que están sometidos a esfuerzos de compresión y momentos flexionantes.

Los datos que se necesitan para el diseño de columnas son: a) momentos flexionantes, resultados del análisis estructural y b) carga axial, que se obtiene por áreas tributarias.

Para este proyecto sólo se ilustra el diseño de la columna **tipo A-1**, que corresponde al elemento del nivel 2 que tiene mayor esfuerzo, por tener mayor área tributaria. Para el diseño de la columna crítica del nivel 1, se aplicó el mismo procedimiento usado para la columna tipo A-1.

Los datos que se usaron para el diseño de columnas tipo A-1 son los siguientes:

Sección = 0.30 * 0.30 m;

M_x = momento crítico en el sentido X = 3,193.07 kg-m

M_y = momento crítico en el sentido Y = 5,954.38 kg-m

V_a = corte actuante crítico = 3,043.82 kg

Longitud efectiva (L_u) = 2.51 m

La carga axial (P_u) se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$P_u = (A_{\text{Losas}} * CU) + (P_{\text{vigas}} * FCU)$$

Donde:

$$A_{\text{Losas}} = \text{área de losa tributaria} = 20.80 \text{ m}^2 \text{ (ver figura 1)}$$

$$CU = \text{Carga última} = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$CU = 1.4 (0.12 \cdot 2400 + 90) + 1.7(100) = 1.4 (378) + 1.7 (100) = 699.20 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{vigas}} = \text{Carga de vigas} = 0.25 \cdot 0.28 \cdot 2400 \cdot 9.00 = 1,512.0 \text{ kg}$$

$$FCU = \text{factor de carga última} = CU / (CM + CV) = 699.20 / (378 + 100) = 1.46$$

Entonces:

$$Pu = (20.0 \cdot 699.20) + (1,512.0 \cdot 1.46) = 16,191.52 \text{ Kg} = 16.2 \text{ ton.}$$

Según ACI, las columnas se clasifican por su relación de esbeltez (E) en:

- | | |
|----------------|-------------------------|
| a) Cortas | Si $E < 21$ |
| b) Intermedias | Si $21 \leq E \leq 100$ |
| c) largas | Si $E > 100$ |

Si las columnas son cortas ACI-05 cap. 10.11.1 recomienda que se diseñe con los momentos últimos; si son intermedias, se deben magnificar los momentos últimos, y si son largas no se deben construir porque pueden fallar por pandeo.

La esbeltez está dada por la siguiente relación:

$$E = (K \cdot Lu) / r$$

Donde: E = Esbeltez Lu = longitud entre apoyos = 2.60 m
 K = factor de pandeo r = radio de giro = 0.3 * lado menor

Según el capítulo 10.12.1 del ACI-05

$$K = ((20 - \Psi_{\text{promedio}}) / 20) \cdot (1 + \Psi_{\text{promedio}})^{1/2} \quad \text{para } \Psi_{\text{promedio}} < 2$$

$$K = 0.90 \cdot (1 + \Psi_{\text{promedio}})^{1/2} \quad \text{para } \Psi_{\text{promedio}} \geq 2$$

El factor K, se determina por medio de la fórmula de *Jackson*, basándose en la relación de rigidez (ψ), donde:

$$\psi = \frac{\sum \text{Rigideces de columnas que se unen en el nodo considerado}}{\sum \text{Rigideces de vigas que se unen en el nodo considerado}}$$

$$\text{Inercia de vigas} = (1/12) (25) (45)^3 = 189,843 \text{ cm}^4$$

$$\text{Inercia de columnas} = (1/12) (30) (30)^3 = 67,500 \text{ cm}^4$$

Se calcula la esbeltez de la columna en el sentido X, entonces:

$$\psi_A = (0.70 \cdot 67,500 / 251) / [(0.35 \cdot 189,843.7 / 358) + (0.35 \cdot 189,843.7 / 537)] = 0.61$$

$$\psi_B = [(0.70 \cdot 67,500 / 251) + (0.70 \cdot 67,500 / 485)] / [(0.35 \cdot 189,843.7 / 537) + (0.35 \cdot 189,843.7 / 358)] \quad \psi_B = 0.92$$

$$\psi_{\text{promedio}} = (\psi_A + \psi_B) / 2 = 0.76$$

$$\text{Como } \psi_{\text{promedio}} < 2, \text{ entonces } K = ((20 - 0.76) / 20) * (1 + 0.76)^{1/2} = 1.27$$

$$\text{Entonces } E = (1.27 * 2.51) / (0.3 * 0.30) = 35.41$$

Calculando la esbeltez de la columna en el sentido Y, se tiene:

$$\psi_A = (0.70 \cdot 67,500 / 2.51) / [(0.35 \cdot 189,843.7 / 183) + (0.35 \cdot 189,843.7 / 540)] = 0.38$$

$$\psi_B = [(0.70 \cdot 67,500 / 251) + (0.70 \cdot 67,500 / 485)] / [(0.35 \cdot 189,843.7 / 183) + (0.35 \cdot 189,843.7 / 540)] \quad \psi_B = 0.58$$

$$\psi_{\text{promedio}} = (\psi_A + \psi_B) / 2 = 0.48$$

$$\text{Como } \psi_{\text{promedio}} < 2, \text{ entonces } K = ((20 - 0.48) / 20) * (1 + 0.48)^{1/2} = 1.18$$

$$\text{Entonces } E = (1.37 * 2.60) / (0.3 * 0.30) = 32.90$$

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X y en el sentido Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo que se debe de magnificar los momentos actuantes.

El magnificador de momentos (δ) es un factor de seguridad por el cual deben multiplicarse los momentos últimos en columnas para evitar el pandeo.

$$\delta = 1 / (1 - [Pu / (\phi Pcr)]) \geq 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi = 0.70 \text{ si se usan estribos} \\ \phi = 0.75 \text{ si se usan zunchos} \end{array} \right.$$

$$Pcr = \text{Carga crítica} = (\pi^2 * EI) / (K * Lu)^2$$

$$EI = [(E_c * I_g) / 2.5] / (1 + \beta_d)$$

$$\beta_d = (\text{momento máximo de la carga muerta}) / (\text{momento máximo último})$$

Donde:

E = módulo de *young*

$E_c = \text{módulo de elasticidad del concreto} = 15,100(f'c)^{1/2}$

I = momento de inercia de la sección

β_d = factor de flujo plástico

Cálculo del magnificador de momentos en el sentido X:

$$E_c = 15,100(210)^{1/2} = 218,819.78 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\beta_d = 899.70 \text{ kg} - \text{m} / 3,196.07 \text{ kg} - \text{m} = 0.281$$

$$EI = [(218,819.78 * 67,500) / 2.5] / (1 + 0.281) = 4.612 * 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$Pcr = (\pi^2 * 4.612 * 10^9) / (1.27 * 251)^2 = 447,967.05 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - [16,191.52 / (0.70 * 447,967.05)]) = 1.054$$

$$M_{dx} = \text{momento de diseño en X} = \delta * M_x = 1.054 * 3,196.07 = 3,370.08 \text{ kg - m}$$

Cálculo del magnificador de momentos en el sentido Y:

$$\beta_d = 1,549.08 \text{ kg - m} / 5,954.38 \text{ kg - m} = 0.26$$

$$EI = [(218,819.8 * 67,500) / 2.5] / (1 + 0.23) = 4.688 * 10^9 \text{ kg - cm}^2$$

$$P_{cr} = (\pi^2 * 4.68 * 10^9) / (1.18 * 251)^2 = 527,555.46 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - [16,191.52 / (0.70 * 527,555.46)]) = 1.046$$

$$M_{dy} = \text{momento de diseño en Y} = \delta M_y = 1.046 * 5,954.38 = 6,227.42 \text{ kg - m}$$

Cálculo del acero longitudinal: existen varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de carga inversa, que es un método simple y aproximado desarrollado por *Bresler*. Este método sencillo ha sido comprobado satisfactoriamente mediante comparación de resultados en gran cantidad de ensayos y cálculos precisos.

La ecuación de carga inversa se define como:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'o}$$

Donde:

$P'u$ = valor aproximado de la carga última en flexión que resiste la columna a una excentricidad "e".

$P'x$ = $K'x * f'c * \text{sección del elemento}$ = carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad "e_y", ($e_x = 0$).

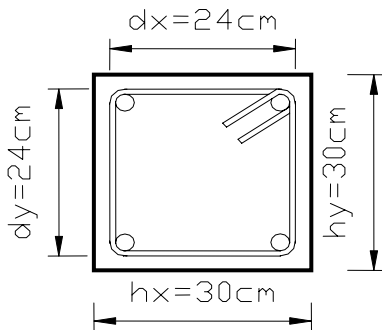
$P'y = K'y * f'c * \text{sección del elemento} = \text{carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad "e_x", (e_y = 0).$

$P'o = 0.70 [(0.85 * f'c * \text{área gruesa}) + \text{área de acero} * f_y] = \text{carga última axial que resiste la columna ó la carga concéntrica que resiste la misma, (e_x = 0, e_y = 0).$

K_x y K_y son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas.

Si $P'u > P_u$, entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se aumenta el área de acero.

Figura 32. Sección de columnas tipo A-1



Datos:

- $P_u = 16,191.52 \text{ kg}$
- $M_{dx} = 3,370.08 \text{ kg - m}$
- $M_{dy} = 6,227.42 \text{ kg - m}$
- $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$
- $f_y = 2810 \text{ kg / cm}^2$
- Recubrimiento: 3 cm

Área de acero propuesto:
 $4 \text{ No. } 7 = 4(3.88) = 15.52 \text{ cm}^2$

Según el ACI-05 Cap.10.9.1, el área de acero (A_s) en una columna debe estar dentro de los siguientes límites: $1\% \text{ del área gruesa } (A_g) \leq A_s \leq 6\% A_g$

$$A_{s \text{ mínimo}} = 0.01 * (30 * 30) = 9 \text{ cm}^2 \quad A_{s \text{ máximo}} = 0.06 (30 * 30) = 54 \text{ cm}^2$$

En este caso se proponen 4 varillas No. 6 = 11.32 cm^2

Para el diseño de columnas, el método de *Bresler* utiliza los diagramas de interacción. Los valores a utilizar en los diagramas son:

a) Valor de la gráfica: $\gamma_x = dx / hx = 24 / 30 = 0.8$

$\gamma_y = dy / hy = 24 / 30 = 0.8$

b) Valor de la curva: $\rho_\mu = (As \cdot fy) / (Ag \cdot 0.85 \cdot f'c)$

$\rho_\mu = (11.32 \cdot 2810) / (30 \cdot 30 \cdot 0.85 \cdot 210) = 0.198$

c) Excentricidades: $e_x = M_{dx} / P_u = 3,370.08 / 16,191.52 = 0.208$

$e_y = M_{dy} / P_u = 6,227.42 / 16,191.52 = 0.384$

d) Valor de las diagonales: $e_x / hx = 0.208 / 0.30 = 0.69$

$e_y / hy = 0.384 / 0.30 = 1.29$

Con los datos obtenidos en los incisos a), b) y d), se buscan los valores en el diagrama de interacción, según diagrama de factores de longitud efectiva. ACI-05. Cap. 10.12 encontrando que: $K_x = 0.73$ y $K_y = 0.67$

Cálculo de cargas:

$P'_x = 0.73 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 137,970 \text{ kg}$

$P'_y = 0.67 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 127,575 \text{ kg}$

$P'_o = 0.7 [(0.85 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30) + (11.32 \cdot 2,810)] = 134,721.44 \text{ kg}$

Cálculo de P'_u :

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{137,570} + \frac{1}{127,575} - \frac{1}{134,721.44} ; P'_u = 130,126.5 \text{ kg}$$

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.

Cálculo del acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos sólo por armado. Por requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y la ductilidad; debe ser en forma de anillos (estribos) o de refuerzo en espiral continua (zunchos).

Se usó el siguiente procedimiento para calcular el refuerzo transversal:

a) Se calcula el corte resistente = $VR = 0.85 * 0.53 * (f'c)^{1/2} * b * d$

$$VR = 0.85 * 0.53 * (281)^{1/2} * 30 * 27 = 6,116.92 \text{ Kg.}$$

Como $VR > Va$ ($6,116.92 > 3,043.82$), entonces se colocan estribos con un espaciamiento $S = d / 2 = 27 / 2 = 13.5 \text{ cm} \cong 13 \text{ cm}$, en caso contrario se diseñan los estribos por corte.

b) Confinamiento: para la longitud de confinamiento (**Lo**), debe tomarse el mayor de los siguientes criterios:

$$Lo = \begin{cases} L / 6 = 2.51 / 6 = 0.41 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.30 \text{ m;} \\ 0.45 \text{ m} \end{cases} \quad \text{usar } Lo = 0.45 \text{ m}$$

El espaciamiento de los estribos (S_1) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre $3 \text{ cm} < S_1 < 10 \text{ cm}$. Para estribos usar como mínimo varillas No. 3 (área varilla (A_v) No. 3 = 0.71 cm^2).

c) cálculo de la relación volumétrica: $\rho_s = 0.45((A_g/A_{ch})-1)(0.85*f'c/f_y)$

$$A_{ch} = dx * dy = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

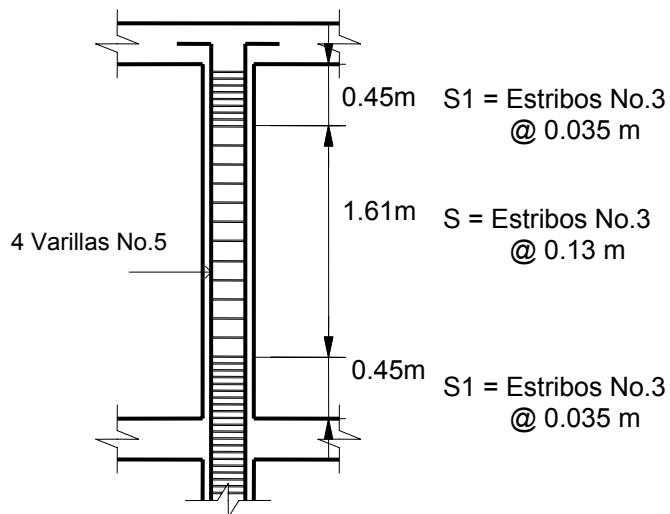
$$\rho_s = 0.45 ((30*30 / 576)-1) (0.85 * 210 / 2,810) = 0.016$$

d) cálculo de espaciamiento de estribos en zona confinada:

$$S1 = 2Av / (\rho_s * Le); \quad Le = dx \text{ ó } dy, \text{ tomar el mayor}$$

$$S1 = 2 * 0.71 / (0.016 * 24) = 3.69\text{cm} \cong 3.5 \text{ cm.}$$

Figura 33. Armado final de columnas tipo A-1



Para obtener los resultados del diseño de la columna tipo A, ubicada en el nivel 1, se trabajó con el mismo procedimiento como se calculó la columna tipo A-1, (Ver hoja de detalles plano 3/13).

Tabla XIX. Cálculo de columnas, tipo-A, primer nivel

COLUMNA	CARGAS	REFUERZO	CORTES	REFUERZO
1 NIVEL 1 SECCION =0.30*030 LU=4.85	Mx=1,479.78 My=6,260.51 Pu=40,328.9 Mdx=2,060.76 Mdy=8,865.21 P`u=142,264	8 No.5	Vac.=2026.27 VR= 6,116.9	Estribos No. 3. 14 @ 0.035 En extremos Resto a 0.13

3.7.6 Diseño de zapatas según valor soporte del suelo

En este proyecto se presenta el cálculo de dos tipos de zapatas: concéntricas y excéntricas; son zapatas aisladas concéntricas, las que se obtienen cuando la columna se encuentra en el centro de la zapata.

Los datos que se usaron para el diseño de zapatas son los siguientes:

Momento en X = $M_x = 3,196.07 \text{ kg} - \text{m}$; Recubrimiento = 0.075 m

Momento en Y = $M_y = 5954.38 \text{ kg} - \text{m}$; Espesor zapata = 0.35m

Carga última = $P_u = 40,328. \text{ kg}$;

Resistencia del concreto = $f'c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero = $f_y = 2810 \text{ kg} / \text{cm}^2$

Valor soporte del suelo = $V_s = 34,000 \text{ kg / m}^2$

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

Peso específico del suelo = $\gamma_s = 1,400 \text{ kg / m}^3$

Factor de carga última = $F_{cu} = 1.52$

Cargas de trabajo: $P' = P_u / F_{cu} = 40,328.9 / 1.52 = 26,532.17 \text{ kg}$

$M'_x = M_x / F_{cu} = 3,196.07 / 1.52 = 2100.04 \text{ kg- m}$

$M'_y = M_y / F_{cu} = 5,954.28 / 1.52 = 3,917.28 \text{ kg- m}$

Pre dimensionamiento del área de zapata = $A_z = (1.5 * P') / V_s$

$A_z = (1.52 * 26,532.17) / 34,000 = 1.18 \text{ m}^2$

Se propone usar las dimensiones siguientes, $A_z = 1.35 \text{ m} * 1.35 \text{ m} = 1.82 \text{ m}^2$

Chequeo de presión sobre el suelo (q): la presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dada por medio de la fórmula siguiente:

$$q = P / A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde $S = (1/6) bh^2$; además se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo (V_s). Para la zapata 1 se tiene:

$$S_x = S_y = (1/6)1.35(1.35)^2 = 0.41$$

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

$$P = 26,532.17 + (0.35^2 * 4.6 * 2,400) + ((1.35^2 - 0.30^2) * 1.5 * 1,400) + (1.82 * 0.35 * 2,400)$$

$$P = 33,051.62 \text{ Kg}$$

$$q = 33051.62 / 1.82 \pm 2,100.04 / 0.41 \pm 3,917.28 / 0.41$$

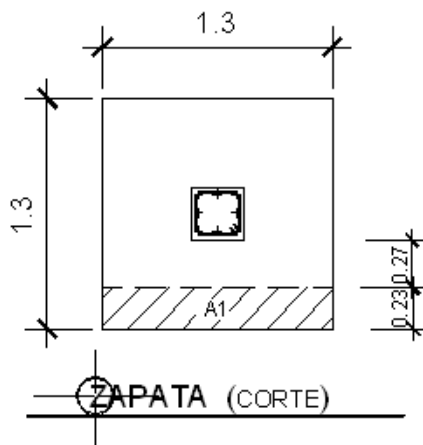
$$q_{\text{máxima}} = 32,836.62 \text{ kg / m}^2 < V_s = 34,000 \text{ kg/m}^2 \text{ sí cumple}$$

$$q_{\text{mínima}} = 3,483.84 \text{ kg / m}^2 > 0 \text{ si cumple, no existe tensión en el suelo.}$$

$$\text{Presión última} = q_u = q_{\text{máxima}} * F_{cu} = 32,836.62 * 1.52 = 49,911.66 \text{ kg / m}^2.$$

Chequeo por corte simple: la sección crítica de cortante en las zapatas ocurre a una distancia d (peralte efectivo), medida del rostro de la columna; por lo que se necesita analizar si el espesor de zapata asumido, es capaz de resistir el corte actuante.

Figura 34. Área por corte



$$d = \text{espesor} - \text{recubrimiento} - (\text{diámetro varilla} / 2)$$

$$d = 35 - 7.5 - (1.27 / 2) = 26.86 \text{ cm}$$

$$x = (130 - 30) / 2 - 26.86 = 23.14 \text{ cm}$$

$$V_a = \text{corte actuante} = A * q_u$$

$$V_a = (1.30 * 0.2314) * 49,911.66 = 15,591.9 \text{ kg}$$

$$V_R = \text{corte que resiste el concreto}$$

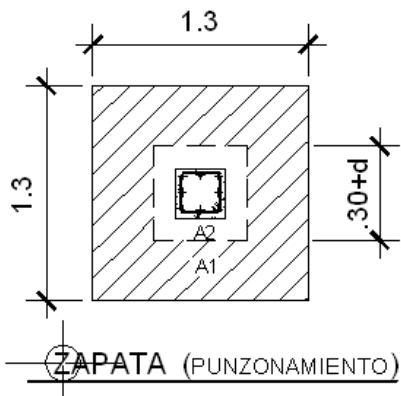
$$V_R = 0.85 * 0.53 * (f'c)^{1/2} * b * d$$

$$0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 130 * 26.86 = 22,795.74 \text{ kg}$$

Como $V_a < V_R$, entonces sí chequea por corte

Chequeo por corte punzonante: este corte es producto del efecto que provoca la columna al intentar traspasar la zapata. El perímetro de la sección crítica de corte siempre se presenta a una distancia $d/2$ a partir del rostro de la columna.

Figura 35. Área de punzonamiento



$$30 + d = 30 + 26.86 = 56.86 \text{ cm}$$

$$V_a = \text{corte actuante} = (A_1 - A_2) \cdot q_u$$

$$V_a = (1.30^2 - 0.5686^2) \cdot 49,911.66 = 68,213.96 \text{ kg}$$

VR = corte que resiste el concreto

$$VR = 0.85 \cdot 1.06 \cdot (f'c)^{1/2} \cdot b_o \cdot d$$

$$VR = 0.85 \cdot 1.06 \cdot (210)^{1/2} \cdot (4 \cdot 56.86) \cdot 26.86 = 79,764.06 \text{ kg}$$

Como $V_a < VR$, entonces sí chequea por corte punzonante.

Diseño del refuerzo por flexión: el refuerzo se calcula para cubrir el momento flector (M_u) en la zapata, como producto del empuje hacia arriba del suelo. El momento se calcula como para una losa en voladizo y está dado por: $M_u = q_u \cdot L^2/2$; donde L es la distancia medida desde el rostro de la columna al borde de la zapata.

Cálculo de acero según fórmula:

$$A_s = [b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - (M \times b) / (0.003825 \times F'c)}] \times 0.85 F'c / F_y$$

$$M_u = 49,911.66 \cdot (0.525)^2 / 2 = 6,878.45 \text{ Kg-m.}$$

Para el sentido X y Y se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} M_u = 6,878.45 \text{ Kg-m} \\ f_y = 2810 \text{ Kg / cm}^2 \\ f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2 \\ b = 100 \text{ cm} \\ d = 26.86 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} A_s = \text{área de acero requerido} = 10.44 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\min}} = (14.1/f_y) b \cdot d = 13.47 \text{ cm}^2 \text{ Usar } A_{s_{\min}} \\ A_v = \text{área varilla, (No.4} = 1.29 \text{ cm}^2) \\ S = \text{espaciamiento entre varillas} \\ S = A_v / A_s = 1.29 / 13.47 = 0.095 \text{ m} \end{array}$$

En el sentido X y Y de la zapata, colocar varillas No.4 @ 0.09 m.

Figura 36. Armado final de zapata

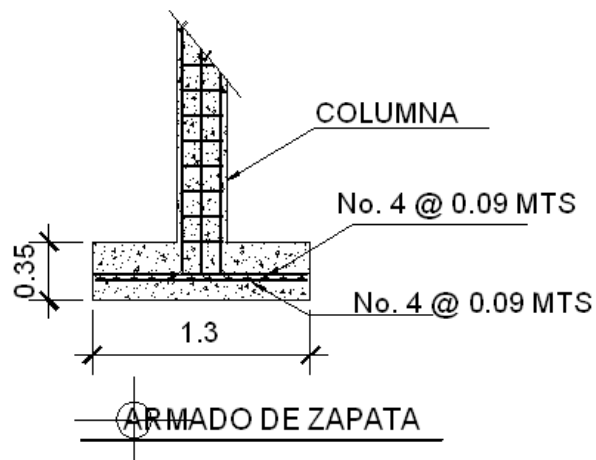


Tabla XX. Diseño de zapata tipo 2

ZAPATA	DATOS	Az/ t /qu	CORTES	REFUERZO
Zapata tipo 2	Mx=331.35	AZ=1.70*1.10	SIMPLE	Mu=2,540.1
	My=8,247.76	t=0.35	Vat= 8,658.58	As _{min} =13.47
	Fcu=1.52	qu=47,350.60	VR= 17,535.2	As=3.97
	Pu=28,043.89		PUNZANTE	Usar A _{min} .
			Vact=19,738.6	No. 4
		VR=50,406.1	S=0.09mts	

Ver detalle de zapatas en hoja de detalles plano 3/13

3.7.7 Diseño de escalera

Que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera.

$$c \leq 20 \text{ cm}$$

$$H > c$$

$$2c + H \leq 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$c + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$$

$$c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

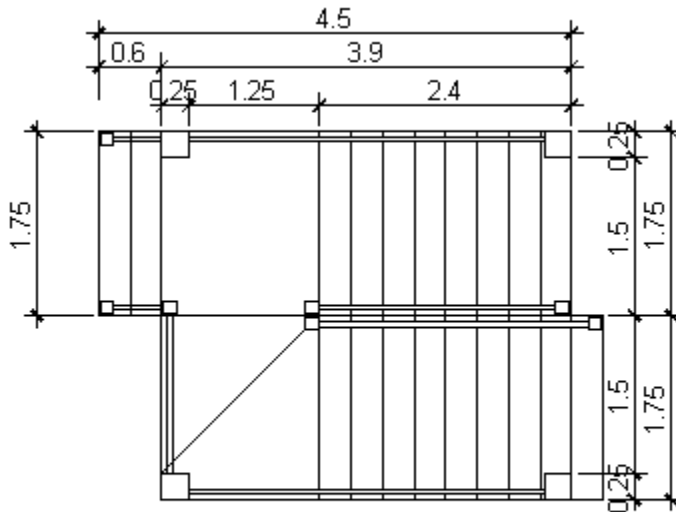
Donde: c = contrahuella H = huella

Cargas de diseño para una escalera

$$CM = P (\text{escalera}) + P (\text{acabados})$$

$$P (\text{escalera}) = W_c (t + c/2)$$

Figura 37. Dimensiones de grada



DIMENSIONES DE GRADAS
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

Número de escalones mínimo = $h/c_{\max} = 3.58/0.2 = 17.9 \approx 21$ escalones

Se tomarán 8 contrahuellas antes del descanso. Y 8 después del descanso.

Número de huellas = $9-1=8$ huellas

$$H = 2.40/8 = 0.30 \text{ m}$$

$$C = \text{Altura} / \text{núm. contrahuellas} = 3.58/21 = 0.17 \text{ m}$$

Chequeos de relaciones:

$$C = 17.0 \text{ cm} < 20 \text{ cm} \quad \text{sí.}$$

$$H = 30.0 \text{ cm} > 0.17 \quad \text{sí.}$$

$$2c + H = 2(17.) + 30.0 = 64 \text{ m} \leq 64 \quad \text{sí.}$$

$$c + H = [45 - 48] = 17 + 30 = 47 \quad \text{sí.}$$

$$c \times H = [480 - 500] = 17(30) = 510 \text{ cm}^2 \quad \text{se aproxima, sí.}$$

Por lo tanto, se tiene 20 contrahuellas de 17 cm y 21 huellas de 30.0 cm.

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2400(.10 + 0.17/2) = 444 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Total} = 544 \text{ kg/m}^2$$

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

$$C_u = 1.4(544) + 1.7(500) = 761.6 + 850 = 1,611.6 \text{ kg/m}^2$$

$$D = ((2.40)^2 + (1.53)^2)^{1/2} = 2.84 \text{ m}$$

Donde H = alto

L = largo

D = longitud de grada.

$$M_+ = 1,611.6(2.84)^2/9 = 1,444.28$$

$$M_- = 1,611.6(2.84)^2/14 = 928.46$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2,810)(100)(7.5) = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5\rho_b b d = 0.5(0.036)(100)(7.5) = 13.86 \text{ cm}^2$$

Tabla XXI. Cálculo de área de acero para gradas

Momento	As cm ²	núm. varilla	S	Smax
(+) 1,444.28	8.34	4	15	30
(-1) 928.46	1.44usar As _{min.} =3.76	4	30	30

Acero por temperatura

$$As=0.002bt=0.003(100)(10)=2\text{cm}^2$$

$$Smax=3t=30\text{cm}$$

varilla núm. 3@ 0.35 m

por la tanto No. 3@ 0.30 m

3.8 Fosa séptica

Las fosas sépticas son generalmente de concreto reforzado, pero también pueden utilizarse las prefabricadas de asbesto - cemento; pero en todo caso se debe ubicar la fosa séptica lo más próxima posible a la calle de acceso al terreno, recomendándose las siguientes distancias mínimas:

Límite de la propiedad 2.00 mts.

Cimientos u otras estructuras 2.00 mts.

Tuberías de agua 1.00 mts.

Cálculo de caudal

Personas por aula maestros y alumnos = 40

Personal de servicio =2

Tabla XXII. Cálculo de caudal para la fosa séptica

	núm. de personas	Caudal por persona	Total (l / día)
Alumnos y maestros	240	55	13,200
Personal de limpieza	2	200	400
Total			13,600

Volumen de líquidos

Volumen para la fosa séptica=0.75Q=10,200 l/día = 10.20 m³/día

Para garantizar que el agua no esté más de 24 horas en reposo.

Dimensiones

$$\text{Vol} = A * L * H = A * H$$

H = 1.40 m. por criterio, para facilitar la limpieza del mismo

Donde:

$$A * L = \text{Vol} / H = 10.20 / 1.40 = 7.28 \text{ m}^2$$

Por criterio: A=2.10 para hacer que los sólidos se depositen en el fondo a todo lo ancho de la fosa.

$$L = 7.28 / 2.10 = 3.46 \text{ m.}$$

3.9 Diseño de instalaciones

3.9.1 Hidráulicas

Agua potable

Para el cálculo de agua potable se usó como referencia el texto de: González B, E Vinicio, Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, Instalaciones 1. Facultad de Arquitectura, el cual se resume en una tabla y toma en cuenta las cantidades de artefactos y las unidades Hunter que ésta utiliza, y las pérdidas por fricción en accesorios para llegar al diámetro de tubería a utilizar, (Ver plano de agua potable, en apéndice).

Drenajes

Para el cálculo de drenaje se hizo uso de la tabla del mismo autor, la cual se presenta a continuación. Según la cantidad de artefactos dio 138 U.H. El edificio es de dos niveles, entonces se toma 240 u. h. utilizar PVC. De 4" y del artefacto a la salida principal usar PVC. De 3". Se deberá utilizar un respiradero en cada módulo de baño de 2 ½".

Tabla XXIII. Instalaciones Hidráulicas. Cálculo drenajes

MÁXIMA CANTIDAD DE UNIDADES DE DESCARGA EN TUBERÍA DE DRENAJES.			
DIÁMETRO EN PULGADAS	POR RAMAL HORIZONTAL (U.H.)	POR BAJADA HASTA 3 PISOS (U.H)	POR BAJADA MÁS DE 3 PISOS (U.H.)
1 1/2	3.00	4.00	8.00
2	6.00	10.00	24.00
2 1/2	18.00	20.00	42.00
3	20.00	30.00	60.00
4	160.00	240.00	500.00
6	620.00	960.00	1,900.00
8	1,400.00	2,200.00	3,600.00
10	2,500.00	3,800.00	5,600.00
12	3,900.00	6,000.00	8,400.00

Bajada de agua pluvial, según la tabla

Tabla XXIV. Instalaciones Hidráulicas. Cálculo agua pluvial

DIÁMETRO POR BAJADA en pulgadas	INTENSIDAD DE LLUVIA en mm/hora		
	100	150	200
	AREA MÁXIMA A DRENAR. En m²		
2	60	40	30
2 1/2	120	80	60
3	200	135	100
4	420	285	210
6	1,200	835	625
Coef. En l/seg/m ²	0.0278	0.0417	0.0556

Se tomó como intensidad de lluvia 150 mm/hora. La cantidad de metros cuadrados de techo es de 215 m²; se colocaron 6 bajadas de agua, entonces el m² a cubrir por bajada será de 35.83. Por criterio, utilizar tubos PVC. De 3". En desfogue principal usar PVC. De 4". Ver plano de drenajes hoja 11/13, en apéndice.

3.9.2 Eléctricas

La corriente eléctrica se puede definir como el movimiento continuo de los electrones libres de un átomo a otro en un conductor sólido, debido a una diferencia de potencia.

Para la iluminación y fuerza se calculó de la siguiente forma:

Iluminación, para hallar el área del cable a utilizar, en cada circuito se trabajó con las normas del N.E.C. (National Electrical Code.), con la siguiente fórmula:

$$Amm^2 = \rho \times \frac{l}{v} \times I$$

Donde:

ρ = Coeficiente resistivo (cobre)= 0.00158

l = Longitud del circuito

V =Caída de tensión (Max= 5% del voltaje)

I = Intensidad en línea

$$I = W/v$$

W =Potencia en línea, cantidad de luminarias en VATIOS (w)

v = voltaje en línea (115 o 230)

Se calcula para el circuito C, por ser la más crítica, las lámparas a utilizar son de gas neón de 2*40 y la cantidad en el circuito es 8

$$I = 8 * 80/110 = 5.82 \text{ w}$$

$$Amm^2 = 0.00158 \times 5.82 / (110 * .05) \times 28.68 = 0.0479 \text{ mm}^2$$

Según tabla (ver tabla en apéndice) utilizar calibre 14, se calculó para el tramo más crítico. El cable a utilizar del contador al tablero de distribución será calibre 8.

Para el cálculo de fuerza se analizó de la misma manera. (Ver plano de detalles, hoja 12/13 y 13/13).

3.10. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el edificio escolar se presentan en el apéndice; éstos están conformados por: planos estructurales, arquitectónicos e instalaciones.

3.11. Presupuesto por renglones

3.11.1. Cuantificación por renglones

En el presupuesto de la escuela La Fe, se realizó la cuantificación por renglones del proyecto. Al igual que el presupuesto del agua potable. Los parámetros que se tomaron en la integración de costos unitarios fueron los siguientes: *como costo directo*; material y mano de obra calificada; éstas incluyen factor de ayudante y prestaciones de ley, *como costo indirecto*; un 35% del costo directo del proyecto. Se tomó en cuenta un 12% de IVA, llegando así al precio unitario de cada renglón.

3.11.2 Integración de precios unitarios por renglón

Tabla XXV. Presupuesto Escuela La Fe

NO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U.	SUB-TOTAL
1	Bodega	Preliminares	Unidad	1	Q 3,500.00	Q 3,500.00
1.1	Limpieza y chapeo	Preliminares	M ²	214.03	Q 12.66	Q 2,709.85
1.2	Limpieza y estaqueado	Preliminares	MI	155.54	Q 38.49	Q 5,987.37
1.3	Zapata-1	Obra gris	Unidad	8.00	Q 1,488.91	Q 11,911.26
1.4	Zapata-2	Obra gris	Unidad	8.00	Q 2,178.54	Q 17,428.32
1.5	Zapata-3	Obra gris	Unidad	4.00	Q 1,248.52	Q 4,994.08
1.6	Cimiento corrido	Obra gris	MI	94.10	Q 316.53	Q 29,785.28
1.7	Solera de amarre	Obra gris	MI	17.10	Q 413.09	Q 7,063.84
1.8	Levantado de block lleno a sol. Hidrófuga de .15*.20.40	Obra gris	M ²	77.28	Q 155.92	Q 12,048.96
1.9	Levantado de block lleno a sol. Hidrófuga de .20*.20.*40	Obra gris	M ²	62.67	Q 157.71	Q 9,884.00
1.10	Solera hidrófuga	Obra gris	MI	115.68	Q 166.56	Q 19,267.36
1.11	Columna - A	Obra gris	MI	86.64	Q 721.33	Q 62,496.00
1.12	Columna - A-1	Obra gris	MI	40.16	Q 612.49	Q 24,597.44
1.13	Columna - B	Obra gris	MI	98.15	Q 208.48	Q 20,462.40
1.14	Columna - C	Obra gris	MI	28.64	Q 421.76	Q 12,079.20
1.15	Columna - D	Obra gris	MI	88.06	Q 116.36	Q 10,246.88
1.16	Columna - E	Obra gris	MI	12.60	Q 87.82	Q 1,106.56
1.17	Levantado de block total	Obra gris	M ²	28.00	Q 139.60	Q 43,391.68
1.18	Soleras intermedias	Obra gris	MI	272.41	Q 179.92	Q 49,012.32
1.19	Viga – 1	Obra gris	MI	69.94	Q 1,000.54	Q 69,977.60
1.20	Viga – 2	Obra gris	MI	42.90	Q 486.43	Q 20,867.84
1.21	Viga – 3	Obra gris	MI	50.26	Q 529.14	Q 26,594.40
1.22	Viga – 4	Obra gris	MI	69.94	Q 746.10	Q 52,181.92
1.23	Viga – 5	Obra gris	MI	42.90	Q 343.52	Q 14,736.96
1.24	Losa de entrepiso	Obra gris	M ²	214.75	Q 695.41	Q 149,339.68
1.25	Losa segundo nivel	Obra gris	M ²	214.75	Q 638.20	Q 137,053.28
1.26	Columna de pasamanos	Obra gris	Unidad	23.00	Q 455.74	Q 10,482.08
1.27	Módulo de gradas + techo	Acabados	M ²	13.65	Q 1,244.47	Q 16,987.04

CONTINÚA: Integración de precios unitarios por renglón

1.28	Piso primer nivel	Acabados	M ²	200.15	Q 422.96	Q 84,908.32
1.29	Piso segundo nivel	Acabados	M ²	200.75	Q 121.38	Q 24,367.8
1.30	Cernido en pared y columnas	Acabados	M ²	565.95	Q 99.13	Q 56,104.16
1.31	Cernido en cielo	Acabados	M ²	386.55	Q 93.10	Q 35,988.96
1.32	Puerta 1	Herrería	Unidad	6.00	Q 950.00	Q 5,700.00
1.33	Puerta 2	Herrería	Unidad	4.00	Q 900.00	Q 3,600.00
1.34	Puerta 3	Herrería	Unidad	10.00	Q 750.00	Q 7,500.00
1.35	Ventanas	Herrería	M ²	94.75	Q 300.00	Q 28,425.00
1.36	Instalación eléctrica	Instalaciones	Global	1.00	Q 7,000.00	Q 7,000.00
1.37	Instalación pluvial	Instalaciones	Global	1.00	Q 4,500.00	Q 4,500.00
1.38	Instalación de drenajes	Instalaciones	Global	1.00	Q 5,000.00	Q 5,000.00
1.39	Sanitarios	Instalaciones	Unidad	10.00	Q 950.00	Q 9,500.00
GRAN TOTAL DEL PROYECTO						Q 1,119,287.8

3.11.3 Costo total del proyecto

Tabla XXVI. Presupuesto total

NO	DESCRIPCIÓN	SUB-TOTAL
	GRAN TOTAL DEL PROYECTO ESCUELA LA FE.	Q 1,119,287.88

3.12 Cronograma

El cronograma de ejecución e inversión del proyecto escuela La Fe, se incluyó en una misma tabla, omitiéndose así los incisos 2.2.12.1 y 2.2.12.2, que corresponden a los cronogramas de ejecución e inversión, respectivamente; esto para hacer una mejor comparación del avance físico-financiero.

3.13 Evaluación de impacto ambiental

Para cada proyecto es indispensable evaluar el impacto que éste ocasione al medio ambiente y establecer un equilibrio entre el ser humano y el ambiente natural que lo rodea.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en la construcción del edificio escolar, para los deferentes sistemas y elementos naturales. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto, las cuales se presentan a continuación:

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla XXVIII. E. I. A. De la Escuela La Fe

No.	ALTERACIONES	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Sistema atmosférico:	
1	Presencia de partículas de suspensión y polvo, en áreas cercanas a la comunidad	Riego constante, para humedecer el área.
2	Posible emanación de gases provenientes de solventes	Manejo adecuado de los químicos a utilizar.
	Sistema hídrico:	
1	Uso desmedido del agua de la comunidad.	Mantener recipientes para almacenar el agua y utilizar lo necesario.
	Sistema lítico y edáfico:	
1	Zanjeado y exposición de tierra en áreas cercanas a aulas educativas.	Ubicar material excedente en aérea adecuada, o transportarlo a un lugar fuera del establecimiento.
	Sistema biótico:	
1	Considerando la carencia de una flora y fauna significativa, los impactos son mínimos.	Una vez terminada la construcción tener área verde en lugares donde no se pavimente.

	Sistemas audio visuales:	
1	En una mínima parte generación de ruidos, propios de la actividad.	Tener circulado el área para evitar visibilidad a la obra en horas de clases, y coordinación de trabajo que genere ruido en horas hábiles.
	Sociedad y cultura:	
1	Inconveniente en la circulación peatonal.	Correcta señalización en área de trabajo.

Considerando que existen otras actividades en el transcurso de la etapa de operación, que provocan un impacto mínimo en el medio ambiente, éstas deberán ser mitigadas o disueltas mediante la implementación de las medidas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

3.14 Evaluación Socioeconómica

3.14.1 Valor presente neto

El valor presente neto se trabajó de acuerdo con los cálculos efectuados en el proyecto anterior, y como es de esperarse el resultado es negativo; esto se debe a que la inversión para el proyecto es de carácter social y sin fines de lucro, y su fin es promover el desarrollo a los pobladores del caserío la Fe, Pujujil II.

3.14.2 Tasa interna de retorno

El resultado de la tasa interna de retorno fue negativo; el proyecto no busca lucro alguno en un futuro.

CONCLUSIONES

1. Las dos planificaciones presentadas a la municipalidad de Sololá, cumplen con los requerimientos planteados por dicha iniciativa, para lo cual se tomó en cuenta la economía, funcionalidad y la necesidad de la comunidad; por lo que las dos soluciones propuestas, tanto la introducción de agua potable como el edificio escolar, fueron tomadas como propuestas factibles.
2. De acuerdo con el mantenimiento de la línea de conducción y obras de arte, el sistema brindará su servicio de una forma correcta. En el edificio escolar el mantenimiento es mínimo, pero se debe tener en cuenta el cuidado de las instalaciones, para que brinden un buen funcionamiento en toda su vida útil.
3. Para el diseño de la línea de conducción en el encaminamiento 1+ 260 hasta la 3+520 el tubo PVC a utilizar será de 250 psi. Esto se debe a que en este punto la presión estática rebasa los 60 m.c.a. En tal punto no se puede trabajar con una caja rompe presión, debido a que al reducir la presión, el agua no llegará al tanque de distribución.
4. Al diseñar el edificio escolar se tomaron todos los parámetros y normas especificadas tanto de AGIES como del ACI-05; así como los requerimientos para zonas sísmicas, esto para asegurar que el edificio cuente con una estructura apta en caso de desastres naturales.

5. Al finalizar el Ejercicio Profesional Supervisado, se entregaron los planos, especificaciones técnicas y presupuesto de los dos proyectos, a la municipalidad de Sololá; dependerá de la administración municipal la pronta gestión y financiamiento para su construcción.

RECOMENDACIONES

1. En la fase de ejecución de los dos proyectos es indispensable que el supervisor se asegure que se construya de acuerdo con los planos y especificaciones de cada proyecto, para asegurar el buen funcionamiento y durabilidad de los mismos.
2. Para el sistema de agua potable se debe de dar una buena capacitación a las personas encargadas de la dosificación de cloro, para asegurar la purificación del vital líquido y el bienestar de los habitantes de la comunidad.
3. Los beneficiarios tanto del agua potable como del edificio escolar se deben de organizar y formar una directiva, para velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento. Así como velar para que los beneficios que cada proyecto proporcione se utilicen de una forma consciente y adecuada.
4. Con el alto costo de la vida y el precio de los materiales que cada vez aumenta, el presupuesto de cada proyecto no se debe de tomar como definitivo, sino como referencia.
5. Sí, en el momento de la ejecución de uno de los dos proyectos se requiere de alguna modificación, ésta tendrá que hacerse por escrito y llevar la firma de la empresa ejecutora y los beneficiarios, para que el supervisor, de verlo factible, y no tenga cambios significantes en la estructura, dará el visto bueno, con firma y sello.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. **Bases generales de diseño y construcción. (Colección NR-1)**. Guatemala: s.e., 2002. 7pp.
2. Comité ACI 318. **Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-95) y comentarios**. México: Editorial Limusa. 1995.152 pp.
3. Gonzales B. E. Vinicio. **Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias: Instalaciones 1**, Facultad de Arquitectura, USAC. 2000.
4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). **Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales**. Guatemala, junio de 1997.
5. Mayol Mallorqui, José M. **Tuberías, Instalaciones de Conducción, Distribución y Saneamiento, Aplicación de Cálculo**. España: Editorial Editores Técnicos Asociados, 1ª. Edición, 1999
6. Nilson, Arthur H. **Diseño de Estructuras de Concreto**. Duodécima Edición, Colombia: Editorial McGraw-Hill, 1999.
7. Piralla Meli, Roberto. **Manual de Diseño Estructural** México: Editorial Limusa, 1ª. Edición, 1991.

8. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). **Guía: encargado de mantenimiento 1, operación y mantenimiento de acueductos rurales.** Guatemala, julio de 1980.

APÉNDICE

A). Introducción de agua potable.

9. Análisis físico químico del agua

10. Análisis bacteriológico

11. Cálculo hidráulico línea de conducción y red de distribución

12. Planos agua potable

B). Edificio escolar.

- Análisis ensayo triaxial.
- Planos escuela



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 21 162		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 703
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Mario Vicente Yac	DEPENDENCIA:	USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Cerro Chichimuch Santa Lucía Utatlán	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2007-02-21: 07 h 30 min.	
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2007-02-21: 12 h 44 min.	
MUNICIPIO:	Sololá	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Sololá			

RESULTADOS

1. ASPECTO: Claro	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) -- °C
2. COLOR: 08,00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 66,90 µmhos/cm
3. TURBIEDAD: 01,19 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07,40 unidades	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,06	6. CLORUROS (Cl ⁻)	07,00	11. SÓLIDOS TOTALES	49,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,011	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,10	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	10,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,76	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	02,00	13. SÓLIDOS FIJOS	39,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,17	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	07,00
5. MANGANESO (Mn)	00,009	10. DUREZA TOTAL	22,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	35,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	42,00	42,00

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CI/USAC



Zenón Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
"DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 21 162 INF. No.A-201 803

INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Mario Vicente Yac</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Cerro Chichimuch Santa Lucía Utatlán</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-02-21; 07 h 30 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-02-21; 12 h 44 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Sololá</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
01,00 cm ³	+++++	++++-	++++-
00,10 cm ³	+-----	+	+
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		170	33

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad Bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de Agua.

Guatemala, 2007-03-16

Vo.Bo.
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CI/USAC



Zepherino Mudo Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



PROYECTO: Diseño de la Introducción de agua potable
COMUNIDAD: Caserío La Nueva Esperanza Cantón Chuiquel
DEPARTAMENTO: Solola

DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD

NOTA: Nivel estatico cota del tanque de distribucion

NIVEL ESTATICO = 929,26

TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% increment	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametr o (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte . de Tuberia	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES	
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
RED DE DIST. RAMAL 1 VIVIENDA FUTURA=108 Qhm.=0,876 L/S																						
46	83	14,89	929,26	927,58	1,680	1,006	14,98	3	0,876	1 1/4	1,532	PVC. 160psi	150	0,241	0,74	929,260	929,019	0,000	1,439	0,000	1,680	
83	84	26,14	927,58	922,93	4,650	1,016	26,55	5	0,876	1 1/4	1,532	PVC. 160psi	150	0,428	0,74	927,580	927,152	0,000	4,222	0,000	4,650	caja rompe presion
84	85	34,13	922,93	912,56	10,370	1,045	35,67	6	0,876	1 1/4	1,532	PVC. 160psi	150	0,575	0,74	927,152	926,577	4,222	14,017	4,650	15,020	
85	86	34,68	912,56	904,44	8,120	1,027	35,62	6	0,876	1 1/4	1,532	PVC. 160psi	150	0,574	0,74	926,577	926,003	14,017	21,563	15,020	23,140	DESVIO RAMAL 2
86	87	72,46	904,44	903,01	1,430	1,000	72,47	13	0,876	1	1,195	PVC. 160psi	150	3,915	1,21	926,003	922,088	21,563	19,078	23,140	24,570	DESVIO RAMAL 1,1
87	88	102,42	903,01	907,65	-4,640	1,001	102,53	18	0,876	1	1,195	PVC. 160psi	150	5,539	1,21	922,088	916,549	19,078	8,899	24,570	19,930	
88	88,19	61,92	907,65	898,49	9,160	1,011	62,59	11	0,876	1	1,195	PVC. 160psi	150	3,382	1,21	916,549	913,167	8,899	14,677	19,930	29,090	
88,19	88,7	89,93	898,49	887,46	11,030	1,007	90,60	16	0,876	1	1,195	PVC. 160psi	150	4,895	1,21	913,167	908,272	14,677	20,812	29,090	40,120	
RED DE DEST. RAMAL 2, VIVIENDAS FUTURAS= 47. Qhm=0,38 L/S																						
86	89	66,54	904,44	898,88	5,560	1,003	66,77	12	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,769	0,53	904,440	903,671	0,000	4,791	0,000	5,560	caja rompe presion
89	89,3	12,69	898,88	898,04	0,840	1,002	12,72	3	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,147	0,53	903,671	903,524	4,791	5,484	5,560	6,400	
89,3	89,4	12,53	898,04	898,54	-0,500	1,001	12,54	3	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,144	0,53	903,524	903,380	5,484	4,840	6,400	5,900	
89,4	90.a	22,27	898,54	896,28	2,260	1,005	22,38	4	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,258	0,53	903,380	903,122	4,840	6,842	5,900	8,160	
90.a	91	123,14	896,28	884,69	11,590	1,004	123,68	21	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	1,425	0,53	903,122	901,697	6,842	17,007	8,160	19,750	
91	92	54,7	884,69	880,46	4,230	1,003	54,86	10	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,632	0,53	901,697	901,065	17,007	20,605	19,750	23,980	
92	93	68,81	880,46	876,72	3,740	1,001	68,91	12	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,794	0,53	901,065	900,271	20,605	23,551	23,980	27,720	DESVIO RAMAL 2,1
93	93a	87,92	876,72	875,39	1,330	1,000	87,93	15	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	1,013	0,53	900,271	899,258	23,551	23,868	27,720	29,050	
93a	95a	30,13	875,39	871,35	4,040	1,009	30,40	6	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,350	0,53	899,258	898,908	23,868	27,558	29,050	33,090	
95a	95b	14,88	871,35	869,56	1,790	1,007	14,99	3	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,173	0,53	898,908	898,735	27,558	29,175	33,090	34,880	
95b	95c	17,53	869,56	868,09	1,470	1,004	17,59	3	0,380	1	1,195	H. G.	100	0,429	0,53	898,735	898,306	29,175	30,216	34,880	36,350	PASO A SANJON
95c	95d	62,41	868,09	874,43	-6,340	1,005	62,73	11	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,723	0,53	898,306	897,583	30,216	23,153	36,350	30,010	
95d	95e	79,07	874,43	876,3	-1,870	1,000	79,09	14	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,911	0,53	897,583	896,672	23,153	20,372	30,010	28,140	
95e	96	47,21	876,3	877,72	-1,420	1,000	47,23	8	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,544	0,53	896,672	896,128	20,372	18,408	28,140	26,720	
96	96a	54,96	877,72	875,96	1,760	1,001	54,99	10	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,634	0,53	896,128	895,494	18,408	19,534	26,720	28,480	
96a	97	113,98	875,96	884,27	-8,310	1,003	114,28	20	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	1,317	0,53	895,494	894,177	19,534	9,907	28,480	20,170	
97	97,4	104,26	884,27	882,46	1,810	1,000	104,28	18	0,380	1	1,195	PVC. 160psi	150	1,202	0,53	894,177	892,975	9,907	10,515	20,170	21,980	

TRAMO		L Tomada	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Exterior (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
E	P.O	(m)	INICIAL	FINAL			(m)									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
RED DE DIST. RAMAL 1,1 VIVIENDAS FUTURAS=37 Qhm= 0,304 L/S																						
87	87,1	19,25	903,01	901,75	1,260	1,002	19,29	4	0,304	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,147	0,42	926,003	925,856	22,993	24,106	22,990	24,250	
87,1	87,11	73,75	901,75	892,1	9,650	1,009	74,38	13	0,304	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,567	0,42	925,856	925,289	24,106	33,189	24,250	33,900	
87,11	87,3	67,95	892,1	889,17	2,930	1,001	68,01	12	0,304	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,519	0,42	925,289	924,770	33,189	35,600	33,900	36,830	
87,3	87,6	26,02	889,17	887,55	1,620	1,002	26,07	5	0,304	1	1,195	PVC. 160psi	150	0,199	0,42	924,770	924,571	35,600	37,021	36,830	38,450	
RED DE DIST. RAMAL 2,1 VIVIENDAS FUTURAS=11 Qhm= 0,090 L/S																						
93	94a	100,02	876,720	868,710	8,010	1,003	100,34	17	0,090	1/2	0,716	PVC. 315psi	150	0,975	0,35	901,065	900,090	24,345	31,380	24,345	32,355	
94a	94b	11,53	868,710	868,070	0,640	1,002	11,55	2	0,090	1/2	0,716	PVC. 315psi	150	0,112	0,35	900,090	899,978	31,380	31,908	32,355	32,995	
94b	94c	17,07	868,070	865,840	2,230	1,008	17,22	3	0,090	1/2	0,716	PVC. 315psi	150	0,167	0,35	899,978	899,811	31,908	33,971	32,995	35,225	
94c	94d	38,76	865,840	864,070	1,770	1,001	38,80	7	0,090	1/2	0,716	H.G	100	0,798	0,35	899,811	899,013	33,971	34,943	35,225	36,995	PASO A SANJON
94d	94e	19,13	864,070	862,400	1,670	1,004	19,20	4	0,090	1/2	0,716	PVC. 315psi	150	0,187	0,35	899,013	898,826	34,943	36,426	36,995	38,665	
94e	94,5	42,01	862,400	866,960	-4,560	1,006	42,26	8	0,090	1/2	0,716	PVC. 315psi	150	0,411	0,35	898,826	898,415	36,426	31,455	38,665	34,105	

PROYECTO: Diseño de la Introducción de agua potable
COMUNIDAD: Caserío La Nueva Esperanza Cantón Chuiquel
DEPARTAMENTO: Sololá

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GEVEDAD

	NAC.1	NAC.2	CAJA U.CAUDALES
NIVEL ESTATICO =	1020.32	999.81	992.63

TRAMO	L		COTA		Diferencia de Cotas	%	L	TOTAL TUBO S	Q	Diseño (l/s)	Diametr o Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte . de Tubería	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
	E	P.O	Tomada (m)	TERRENO INICIAL													FINAL	Incremento	(m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	
DE NACIMIENTO 1 A COJA ROMPE PRESIONES																							
NIVEL ESTATICO = 1020,32																							
8.2	8.1	16.94	1020.32	1020.32	0.000	0.000	0.00	0	0.346	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.000	0.48	1020.320	1020.320	0.000	0.000	0.000	0.000	NACIMIENTO 1	
8.1	8	2.99	1020.32	1019.44	0.880	1.042	3.12	1	0.346	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.030	0.48	1020.320	1020.290	0.000	0.850	0.000	0.880		
8	6.1	49.9	1019.44	1009.94	9.500	1.018	50.80	9	0.346	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.492	0.48	1020.290	1019.798	0.850	9.858	0.880	10.380		
6.1	5.1	81.32	1009.94	1000.49	9.450	1.007	81.87	14	0.346	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.793	0.48	1019.798	1019.005	9.858	18.515	10.380	19.830		
5.1	4.3	22.1	1000.49	992.81	7.680	1.059	23.40	4	0.346	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.227	0.48	1019.005	1018.778	18.515	25.968	19.830	27.510	CAJA U. DE CAUDAL	
DE NACIMIENTO 2 A CAJA ROMPE PRESIONES																							
NIVEL ESTATICO = 999,81																							
0.01	0.02	10.59	999.81	997.18	2.630	1.030	10.91	2	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.109	0.41	999.810	999.701	0.000	2.521	0.000	2.630	NACIMIENTO 2	
0.02	0.03	13.1	997.18	997.33	-0.150	1.000	13.10	3	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.131	0.41	999.701	999.570	2.521	2.240	2.630	2.480		
0.03	2.1	28.54	997.33	998.09	-0.760	1.000	28.55	5	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.286	0.41	999.570	999.284	2.240	1.194	2.480	1.720		
2.1	2.2	22.74	998.09	997.82	0.270	1.000	22.74	4	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.228	0.41	999.284	999.056	1.194	1.236	1.720	1.990		
2.2	3.1	5.91	997.82	996.07	1.750	1.043	6.16	2	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.062	0.41	999.056	998.994	1.236	2.924	1.990	3.740		
3.1	4	23.75	996.07	992.04	4.030	1.014	24.09	5	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.241	0.41	998.994	998.753	2.924	6.713	3.740	7.770		
4	4.1	5.1	992.04	991.96	0.080	1.000	5.10	1	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.051	0.41	998.753	998.702	6.713	6.742	7.770	7.850		
4.1	4.2	15.18	991.96	991.14	0.820	1.001	15.20	3	0.18	3/4	0.926	HG TL	100	0.322	0.41	998.702	998.380	6.742	7.240	7.850	8.670	PASO POR SANJON	
4.2	4.3	8.43	991.14	992.63	-1.490	1.016	8.56	2	0.18	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.086	0.41	998.380	998.294	7.240	5.664	8.670	7.180	CAJA U. DE CAUDAL	
DE CAJA ROMPE PRESIONES A TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																							
NIVEL ESTATICO = 992,63																							
4.3	9	63.82	992.63	983.54	9.090	1.010	64.46	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.404	0.44	992.630	992.226	0.000	8.686	0.000	9.090	CAJA U. DE CAUDAL	
9.0	10	38.66	983.54	979.06	4.480	1.007	38.92	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.244	0.44	992.226	991.982	8.686	12.922	9.090	13.570		
10.0	11	11.07	979.06	977.4	1.660	1.011	11.19	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.070	0.44	991.982	991.912	12.922	14.512	13.570	15.230		
11.0	12	18.76	977.4	973.33	4.070	1.023	19.20	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.120	0.44	991.912	991.792	14.512	18.462	15.230	19.300		
12.0	13	24.84	973.33	970.99	2.340	1.004	24.95	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.156	0.44	991.792	991.636	18.462	20.646	19.300	21.640		
13.0	14	20.73	970.99	969.43	1.560	1.003	20.79	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.130	0.44	991.636	991.506	20.646	22.076	21.640	23.200		
14.0	15.1	39.64	969.43	964.34	5.090	1.008	39.97	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.251	0.44	991.506	991.255	22.076	26.915	23.200	28.290		
15.1	16	25.19	964.34	964.92	-0.580	1.000	25.20	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.158	0.44	991.255	991.097	26.915	26.177	28.290	27.710		
16.0	17	20.87	964.92	961.37	3.550	1.014	21.17	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.133	0.44	991.097	990.964	26.177	29.594	27.710	31.260		
17.0	18	44.35	961.37	958.64	2.730	1.002	44.43	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.279	0.44	990.964	990.685	29.594	32.045	31.260	33.990		
18.0	19	16.99	958.64	957.79	0.850	1.001	17.01	3	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.107	0.44	990.685	990.578	32.045	32.788	33.990	34.840		
19.0	20	45.86	957.79	954.99	2.800	1.002	45.95	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.288	0.44	990.578	990.290	32.788	35.300	34.840	37.640		
20.0	21	43.57	954.99	951.55	3.440	1.003	43.71	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.274	0.44	990.290	990.016	35.300	38.466	37.640	41.080		
21.0	22	60.69	951.55	948.71	2.840	1.001	60.76	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.381	0.44	990.016	989.635	38.466	40.925	41.080	43.920		
22.0	23	85.19	948.71	940.42	8.290	1.005	85.59	15	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.537	0.44	989.635	989.098	40.925	48.678	43.920	52.210		
23.0	24	106.0	940.42	938.95	1.470	1.000	105.99	18	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.665	0.44	989.098	988.433	48.678	49.483	52.210	53.680		

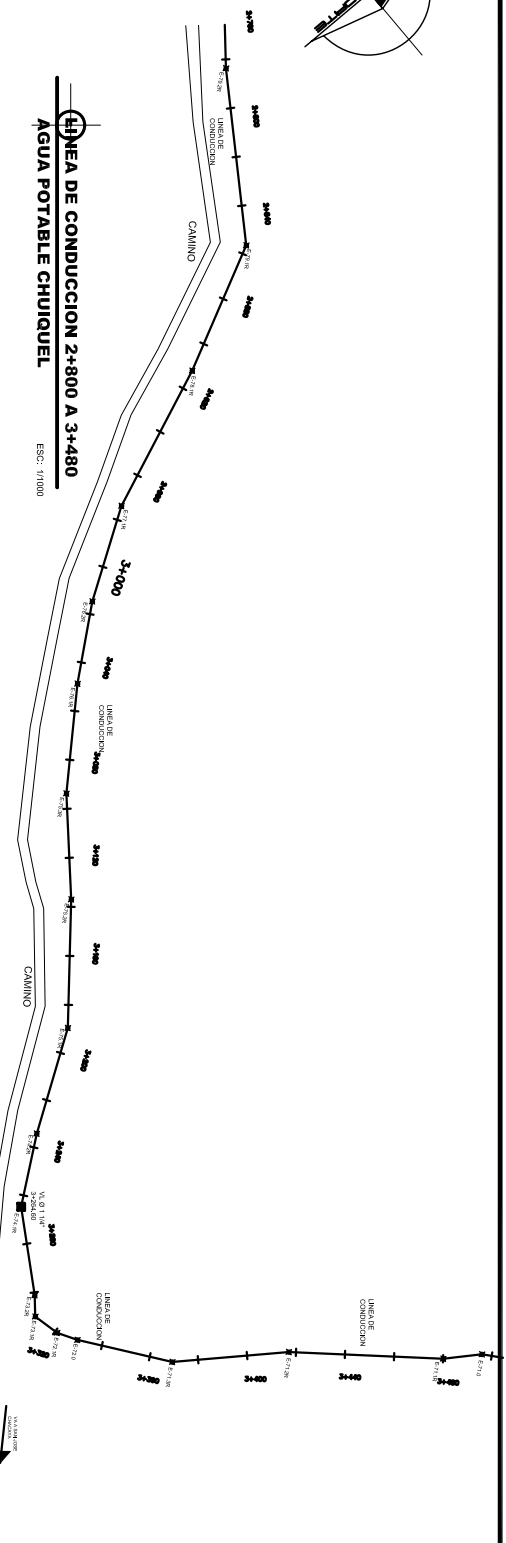
TRAMO		L	COTA		Diferencia de Cotas	%	L	TOTAL TUBOS	Q	Diametro	Diametro	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
E	P.O	Tomada (m)	TERRENO INICIAL	TERRENO FINAL												Incremento	DISEÑO (m)	Diseño (l/s)	Nominal (pulg.)	Interno (pulg.)	INICIAL	
24.0	25	72.68	938.95	936.25	2.700	1.001	72.73	13	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.456	0.44	988.433	987.977	49.483	51.727	53.680	56.380	
25.0	26	16.37	936.25	934.86	1.390	1.004	16.43	3	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.103	0.44	987.977	987.874	51.727	53.014	56.380	57.770	
26.0	27	168.98	934.86	933.19	1.670	1.000	168.99	29	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	1.060	0.44	987.874	986.814	53.014	53.624	57.770	59.440	
27.0	28	160.46	933.19	935.92	-2.730	1.000	160.48	27	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	1.006	0.44	986.814	985.808	53.624	49.888	59.440	56.710	
28.0	29	43.98	935.92	936.4	-0.480	1.000	43.98	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.276	0.44	985.808	985.532	49.888	49.132	56.710	56.230	
29.0	30	65.93	936.4	934.08	2.320	1.001	65.97	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.414	0.44	985.532	985.118	49.132	51.038	56.230	58.550	inicia PVC 250psi
30.0	30.1	23.89	934.08	932.36	1.720	1.003	23.95	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.150	0.44	985.118	984.968	51.038	52.608	58.550	60.270	
31.1	31	10.86	932.36	931.63	0.730	1.002	10.88	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.068	0.44	984.968	984.900	52.608	53.270	60.270	61.000	
31.0	32	49.92	931.63	929.79	1.840	1.001	49.95	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.313	0.44	984.900	984.587	53.270	54.797	61.000	62.840	
32.0	33	38.97	929.79	928.35	1.440	1.001	39.00	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.245	0.44	984.587	984.342	54.797	55.992	62.840	64.280	
33.0	34	38.3	928.35	927.85	0.500	1.000	38.30	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.240	0.44	984.342	984.102	55.992	56.252	64.280	64.780	
34.0	35	58.9	927.85	925.21	2.640	1.001	58.96	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.370	0.44	984.102	983.732	56.252	58.522	64.780	67.420	
35.0	36	68.87	925.21	922.01	3.200	1.001	68.94	12	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.432	0.44	983.732	983.300	58.522	61.290	67.420	70.620	
36.0	37	33.47	922.01	920.64	1.370	1.001	33.50	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.210	0.44	983.300	983.090	61.290	62.450	70.620	71.990	
37.0	38	23.14	920.64	916.49	4.150	1.016	23.51	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.147	0.44	983.090	982.943	62.450	66.453	71.990	76.140	
38.0	39.1	108.71	916.49	907.54	8.950	1.003	109.08	19	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.684	0.44	982.943	982.259	66.453	74.719	76.140	85.090	
39.1	40	11.13	907.54	908.16	-0.620	1.002	11.15	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.070	0.44	982.259	982.189	74.719	74.029	85.090	84.470	
40.0	41	57.99	908.16	907.39	0.770	1.000	58.00	10	0.526	1 1/4	1.532	HG TL	100	0.770	0.44	982.189	981.419	74.029	74.029	84.470	85.240	PASO AEREO
41.0	42	50	907.39	907.22	0.170	1.000	50.00	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.314	0.44	981.419	981.105	74.029	73.885	85.240	85.410	
42.0	43	9.67	907.22	906.2	1.020	1.006	9.72	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.061	0.44	981.105	981.044	73.885	74.844	85.410	86.430	
43.0	44	169.92	906.2	910.31	-4.110	1.000	169.97	29	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	1.066	0.44	981.044	979.978	74.844	69.668	86.430	82.320	
44.0	45	195.6	910.31	910.31	0.000	1.000	195.60	33	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	1.227	0.44	979.978	978.751	69.668	68.441	82.320	82.320	
45.0	82.0	195.6	910.31	910.94	-0.630	1.000	195.60	33	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	1.227	0.44	978.751	977.524	68.441	66.584	82.320	81.690	
82.0	81.1	91.98	910.94	917.39	-6.450	1.002	92.21	16	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.578	0.44	977.524	976.946	66.584	59.556	81.690	75.240	
81.1	80.4	60.73	917.39	915.43	1.960	1.001	60.76	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.381	0.44	976.946	976.565	59.556	61.135	75.240	77.200	
80.4	80.3	39.18	915.43	920.57	-5.140	1.009	39.52	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.248	0.44	976.565	976.317	61.135	55.747	77.200	72.060	
80.3	80.2	23.86	920.57	924.11	-3.540	1.011	24.12	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.151	0.44	976.317	976.166	55.747	52.056	72.060	68.520	
80.2	80.1	18.37	924.11	916.96	7.150	1.073	19.71	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.124	0.44	976.166	976.042	52.056	59.082	68.520	75.670	
80.1	79.2	76.46	916.96	912.92	4.040	1.001	76.57	13	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.480	0.44	976.042	975.562	59.082	62.642	75.670	79.710	
79.2	79.1	72.64	912.92	912.37	0.550	1.000	72.64	13	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.456	0.44	975.562	975.106	62.642	62.736	79.710	80.260	
79.1	78.1	55.64	912.37	913.91	-1.540	1.000	55.66	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.349	0.44	975.106	974.757	62.736	60.847	80.260	78.720	
78.1	77.1	62.17	913.91	913.46	0.450	1.000	62.17	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.390	0.44	974.757	974.367	60.847	60.907	78.720	79.170	
77.1	76.2	40.68	913.46	911.89	1.570	1.001	40.71	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.255	0.44	974.367	974.112	60.907	62.222	79.170	80.740	
76.2	76.1	34.09	911.89	910.61	1.280	1.001	34.11	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.214	0.44	974.112	973.898	62.222	63.288	80.740	82.020	
76.1	75.3	44.94	910.61	909.6	1.010	1.000	44.95	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.282	0.44	973.898	973.616	63.288	64.016	82.020	83.030	
75.3	75.2	43.22	909.6	909.53	0.070	1.000	43.22	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.271	0.44	973.616	973.345	64.016	63.815	83.030	83.100	
75.2	75.1	52.38	909.53	909.02	0.510	1.000	52.38	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.328	0.44	973.345	973.017	63.815	63.997	83.100	83.610	
75.1	74.2	44.89	909.02	907.46	1.560	1.001	44.92	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.282	0.44	973.017	972.735	63.997	65.275	83.610	85.170	
74.2	74.1	30.48	907.46	905.69	1.770	1.002	30.53	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.191	0.44	972.735	972.544	65.275	66.854	85.170	86.940	
74.1	73.2	36.48	905.69	909.77	-4.080	1.006	36.71	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.230	0.44	972.544	972.314	66.854	62.544	86.940	82.860	
73.2	73.1	8.67	909.77	907.8	1.970	1.025	8.89	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.056	0.44	972.314	972.258	62.544	64.458	82.860	84.830	
73.1	72.1	11.06	907.8	909.35	-1.550	1.010	11.17	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.070	0.44	972.258	972.188	64.458	62.838	84.830	83.280	
72.1	72.0	8.79	909.35	909.38	-0.030	1.000	8.79	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.055	0.44	972.188	972.133	62.838	62.753	83.280	83.250	
72.0	71.3	39.7	909.38	910.95	-1.570	1.001	39.73	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.249	0.44	972.133	971.884	62.753	60.934	83.250	81.680	
71.3	71.2	47.66	910.95	913.68	-2.730	1.002	47.74	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.299	0.44	971.884	971.585	60.934	57.905	81.680	78.950	

71.2	71.1	62.95	913.68	924.95	-11.270	1.016	63.95	11	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.401	0.44	971.585	971.184	57.905	46.234	78.950	67.680	
------	------	-------	--------	--------	---------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------------	-----	-------	------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--

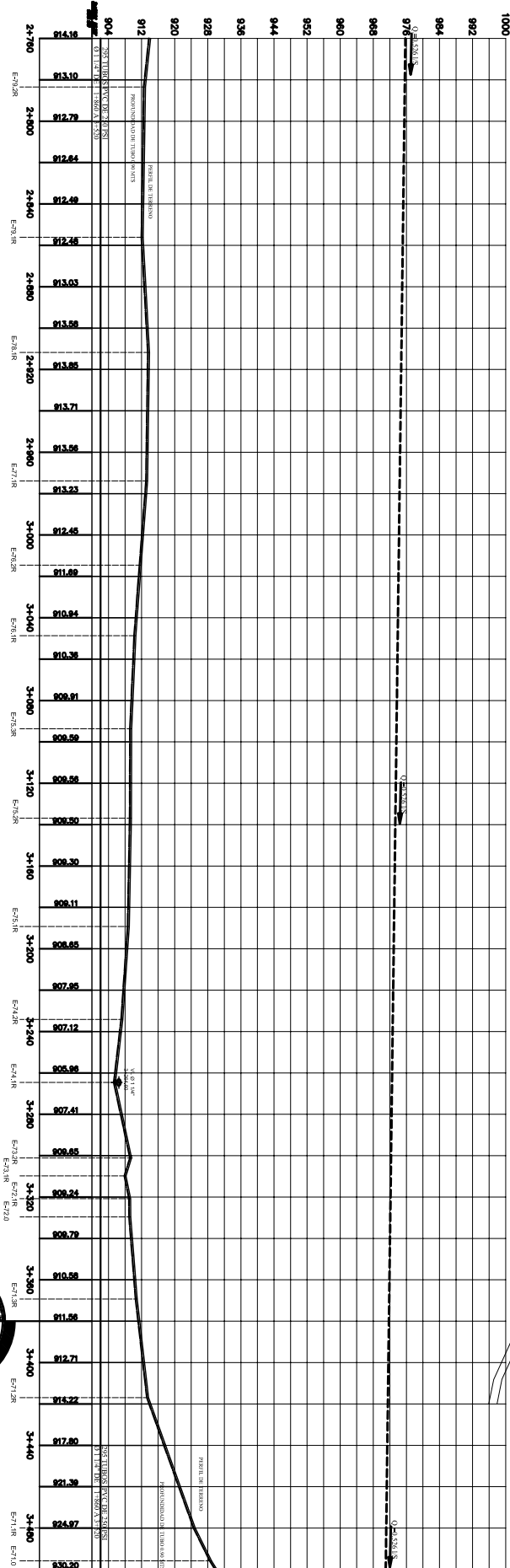
TRAMO		L	COTA		Diferencia de Cotas	%	L	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametr o Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte . de Tubería	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
E	P.O	Tomada (m)	INICIAL	FINAL			DISEÑO (m)									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
71.1	71.0	15.91	924.95	928.9	-3.950	1.030	16.39	3	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.103	0.44	971.184	971.081	46.234	42.181	67.680	63.730	
71.0	70.0	25.23	928.9	936.77	-7.870	1.048	26.43	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 250psi	150	0.166	0.44	971.081	970.915	42.181	34.145	63.730	55.860	finaliza PVC250psi
70.0	69.0	24.18	936.77	941.69	-4.920	1.020	24.68	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.155	0.44	970.915	970.760	34.145	29.070	55.860	50.940	
69.0	68.0	46.97	941.69	951.85	-10.160	1.023	48.06	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.301	0.44	970.760	970.459	29.070	18.609	50.940	40.780	
68.0	67.0	57.71	951.85	963.73	-11.880	1.021	58.92	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.369	0.44	970.459	970.090	18.609	6.360	40.780	28.900	
67.0	66.1	38.26	963.73	961.64	2.090	1.001	38.32	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.240	0.44	970.090	969.850	6.360	8.210	28.900	30.990	Escabar la profundidad
66.1	66.0	18.69	961.64	963.96	-2.320	1.008	18.83	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.118	0.44	969.850	969.732	8.210	5.772	30.990	28.670	Necesaria para llegar a
66.0	65.1	49.35	963.96	962.09	1.870	1.001	49.39	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.310	0.44	969.732	969.422	5.772	7.332	28.670	30.540	10 M. C. A.
65.1	65.0	22.27	962.09	962.96	-0.870	1.001	22.29	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.140	0.44	969.422	969.282	7.332	6.322	30.540	29.670	
65.0	64.2	29.64	962.96	960.93	2.030	1.002	29.71	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.186	0.44	969.282	969.096	6.322	8.166	29.670	31.700	
64.2	64.1	116.51	960.93	959.11	1.820	1.000	116.52	20	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.731	0.44	969.096	968.365	8.166	9.255	31.700	33.520	
64.1	63.1	42.33	959.11	956.72	2.390	1.002	42.40	8	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.266	0.44	968.365	968.099	9.255	11.379	33.520	35.910	
63.1	63.0	40.44	956.72	953.13	3.590	1.004	40.60	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.255	0.44	968.099	967.844	11.379	14.714	35.910	39.500	
63.0	62.2	14.93	953.13	951.45	1.680	1.006	15.02	3	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.094	0.44	967.844	967.750	14.714	16.300	39.500	41.180	
62.2	62.1	39.55	951.45	944.53	6.920	1.015	40.15	7	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.252	0.44	967.750	967.498	16.300	22.968	41.180	48.100	
62.1	61.1	21.91	944.53	942.25	2.280	1.005	22.03	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.138	0.44	967.498	967.360	22.968	25.110	48.100	50.380	
61.1	61.0	24.49	942.25	942.02	0.230	1.000	24.49	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.154	0.44	967.360	967.206	25.110	25.186	50.380	50.610	
61.0	60.2	34.57	942.02	940.7	1.320	1.001	34.60	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.217	0.44	967.206	966.989	25.186	26.289	50.610	51.930	
60.2	60.1	56.7	940.7	942.05	-1.350	1.000	56.72	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.356	0.44	966.989	966.633	26.289	24.583	51.930	50.580	
60.1	60.0	34.92	942.05	944.06	-2.010	1.002	34.98	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.219	0.44	966.633	966.414	24.583	22.354	50.580	48.570	
60.0	59.4	11.34	944.06	944.53	-0.470	1.001	11.35	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.071	0.44	966.414	966.343	22.354	21.813	48.570	48.100	
59.4	59.3	31.44	944.53	950.7	-6.170	1.019	32.04	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.201	0.44	966.343	966.142	21.813	15.442	48.100	41.930	
59.3	59.2	34.79	950.7	952.48	-1.780	1.001	34.84	6	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.218	0.44	966.142	965.924	15.442	13.444	41.930	40.150	
59.2	59.1	29.16	952.48	954.79	-2.310	1.003	29.25	5	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.183	0.44	965.924	965.741	13.444	10.951	40.150	37.840	
59.1	58.1	112.54	954.79	958.55	-3.760	1.001	112.60	19	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.706	0.44	965.741	965.035	10.951	6.485	37.840	34.080	
58.1	57.2	101.44	958.55	959.05	-0.500	1.000	101.44	17	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.636	0.44	965.035	964.399	6.485	5.349	34.080	33.580	
57.2	57.1	10.06	959.05	959.02	0.030	1.000	10.06	2	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.063	0.44	964.399	964.336	5.349	5.316	33.580	33.610	
57.1	56.1	51.55	959.02	962.67	-3.650	1.003	51.68	9	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.324	0.44	964.336	964.012	5.316	1.342	33.610	29.960	
56.1	55.0	22.99	962.67	961.8	0.870	1.001	23.01	4	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.144	0.44	964.012	963.868	1.342	2.068	29.960	30.830	
55.0	54.1	104.39	961.8	960.02	1.780	1.000	104.41	18	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.655	0.44	963.868	963.213	2.068	3.193	30.830	32.610	
54.1	54.0	55.9	960.02	961.04	-1.020	1.000	55.91	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.351	0.44	963.213	962.862	3.193	1.822	32.610	31.590	
54.0	53.0	56.68	961.04	958.74	2.300	1.001	56.73	10	0.526	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	0.356	0.44	962.862	962.506	1.822	3.766	31.590	33.890	
53.0	52.0	53.4	958.74	954.32	4.420	1.003	53.58	9	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	1.127	0.73	962.506	961.379	3.766	7.059	33.890	38.310	
52.0	51.0	42.65	954.32	951.29	3.030	1.003	42.76	8	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.899	0.73	961.379	960.480	7.059	9.190	38.310	41.340	
51.0	50.0	29.67	951.29	947.74	3.550	1.007	29.88	5	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.628	0.73	960.480	959.852	9.190	12.112	41.340	44.890	
50.0	49.0	19.98	947.74	945	2.740	1.009	20.17	4	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.424	0.73	959.852	959.428	12.112	14.428	44.890	47.630	
49.0	48.0	27.44	945	940.24	4.760	1.015	27.85	5	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.586	0.73	959.428	958.842	14.428	18.602	47.630	52.390	
48.0	47.0	21.11	940.24	933.73	6.510	1.046	22.09	4	0.526	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.465	0.73	958.842	958.377	18.602	24.647	52.390	58.900	
47.0	46.0	14.55	933.73	929.26	4.470	1.046	15.22	3	0.526	1	1.195	PVC. 250psi	150	0.320	0.73	958.377	958.057	24.647	28.797	58.900	63.370	Tanque de Dist.



LÍNEA DE CONDUCCION 2+800 A 3+480
AGUA POTABLE CHUIQUEL
 ESC: 1:1000



NOMENCLATURA	
	SINAL
	ESTACIONES
	PASO A NIVEL
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	BOMBAS
	VALVULA DE REGULACION
	VALVULA DE ABASTECIMIENTO
	CAJA PARA VALVULAS
	CERRAJES
	CUBO BOMBEO
	PASADIZO
	CANTON
	TUBERIA
	PASADIZO BOMBA

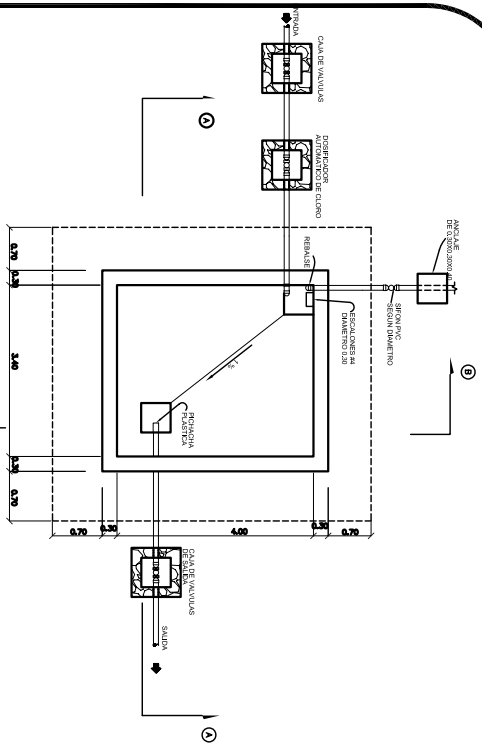


LÍNEA DE CONDUCCION DE 2+800 A 3+480
AGUA POTABLE CHUIQUEL
 ESC: HORIZONTAL: 1:1000
 ESC: VERTICAL: 1:1000

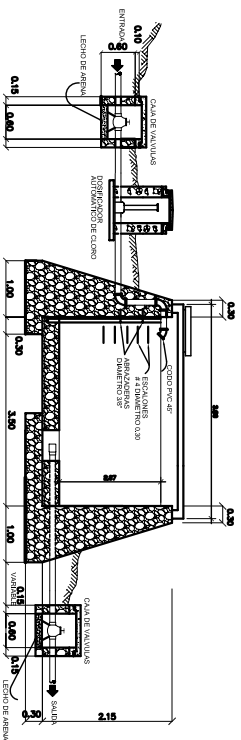


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
CATEDRA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
PLANTA PERFIL DE 2+800 A 3+480	
ING. LUIS ALFARO	MARZO Y AÑO
MARZO Y AÑO	MARZO Y AÑO
MARZO Y AÑO	MARZO Y AÑO
MARZO Y AÑO	MARZO Y AÑO

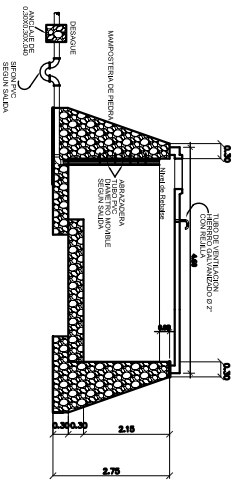
6/12	6/18
------	------



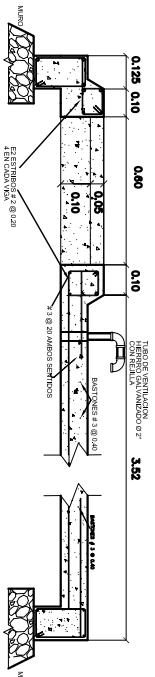
PLANTA ESCALA 1:50



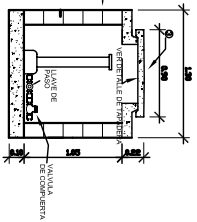
SECCION A-A ESCALA 1:50



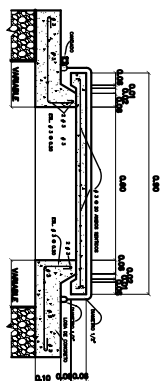
SECCION B-B ESCALA 1:50



SECCION A-A ESCALA 1:25



HIPCLOCLORADOR ESCALA 1:25



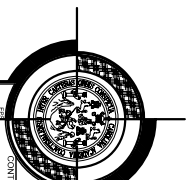
DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES

- LA MANIPULACION DE REJILLA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:

- 1.- LA REJILLA SE RECOGERA CON UN CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO Y SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 2.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 3.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 4.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 5.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 6.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 7.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 8.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 9.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.
- 10.- EL CABLE DE ACERO DE 1/2" DE DIAMETRO SE LE DARAN UNAS 10 VOLUTAS PARA RECOGERLA.

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 28 MTS 3
AGUA POTABLE CHUIQUEL
ESCA INDICADA

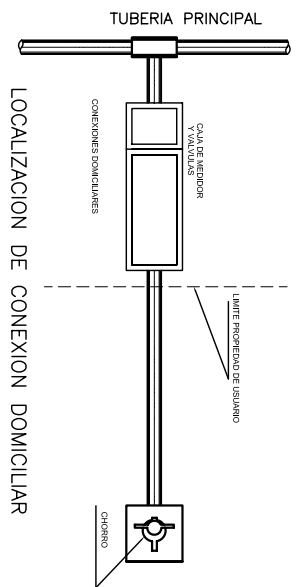


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
PROFESOR: MSc. JUAN CARLOS MORALES
ALUMNO: MSc. JUAN CARLOS MORALES

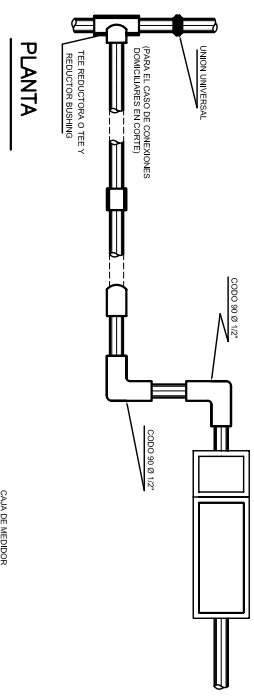
CONTENIDO	PAGINA	FECHA
TANQUE DE DISTRIBUCION DE 28 MTS 3	1	14/08/2018

INGENIERO	PROFESOR	ALUMNO
ING. LUIS ALFARO	MARCO V. YAC	MARCO V. YAC

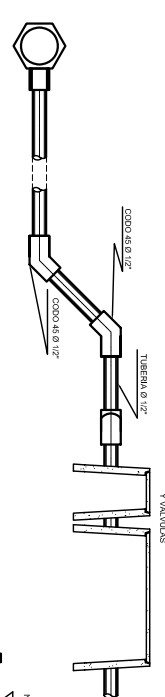
FECHA	CONCEPTO	VALOR
26	RENTA	14
14	COMIDA	18



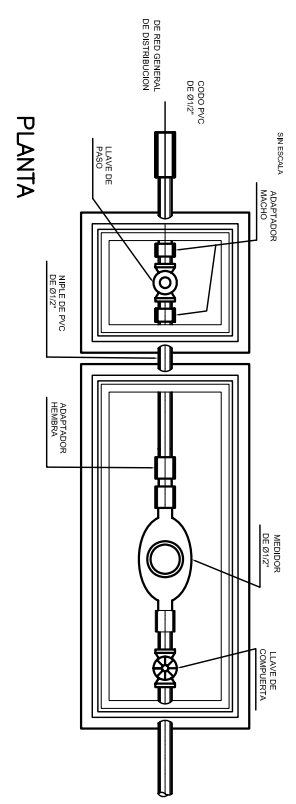
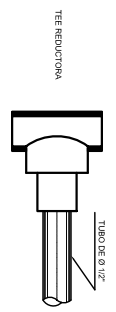
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR



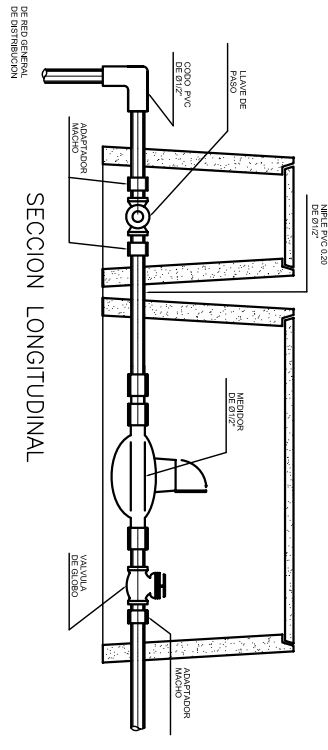
PLANTA



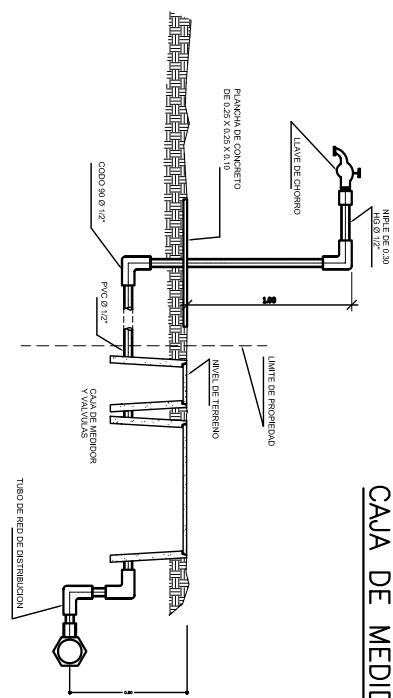
ELEVACION



PLANTA



SECCION LONGITUDINAL



CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PILA

DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR
AGUA POTABLE CHUIQUEL

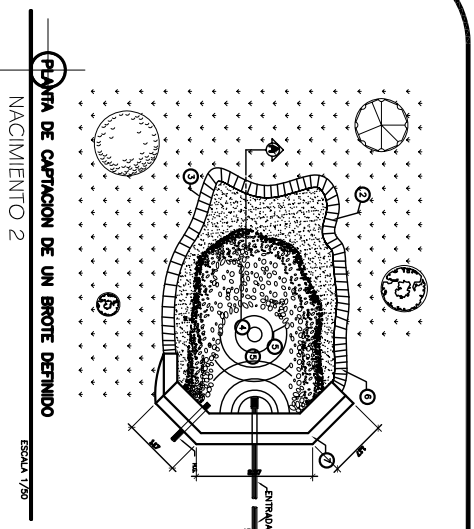
EPS INGENIERIA



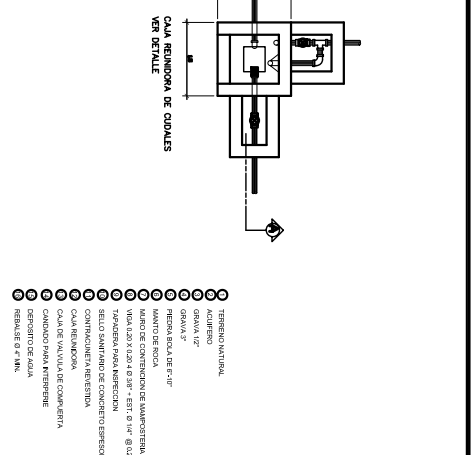
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EFECTUO PROFESIONAL SUPERANDO EPS
MANIFIESTACION DE BOCALIA, BOCALIA

FECHA	CONTENIDO	PROYECTISTA	REVISOR	APROBADO
18/05/2018	DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR	MARIO V. YAC	MARIO V. YAC	MARIO V. YAC

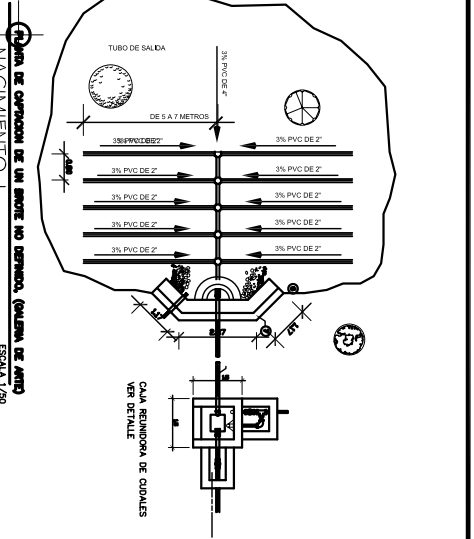
3	6	18
---	---	----



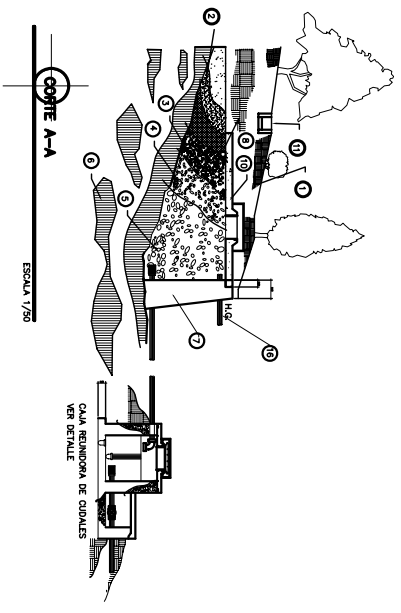
PLAN DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO
NACIMIENTO 2
ESCALA 1/50



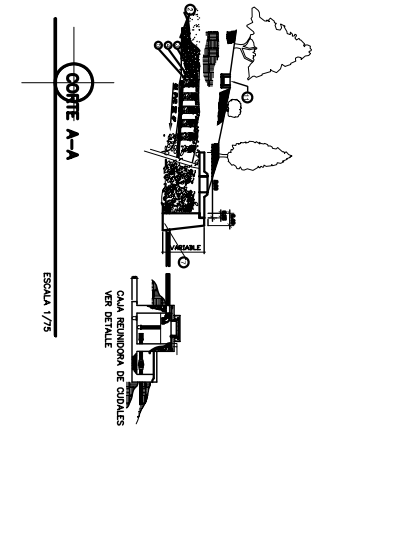
- 1. TERRENO NATURAL
- 2. ACRILO
- 3. GRILLA 60x60 CM
- 4. TUBO PVC 2" X 2"
- 5. TUBO PVC 2" X 2"
- 6. TUBO PVC 2" X 2"
- 7. TUBO PVC 2" X 2"
- 8. TUBO PVC 2" X 2"
- 9. TUBO PVC 2" X 2"
- 10. TUBO PVC 2" X 2"



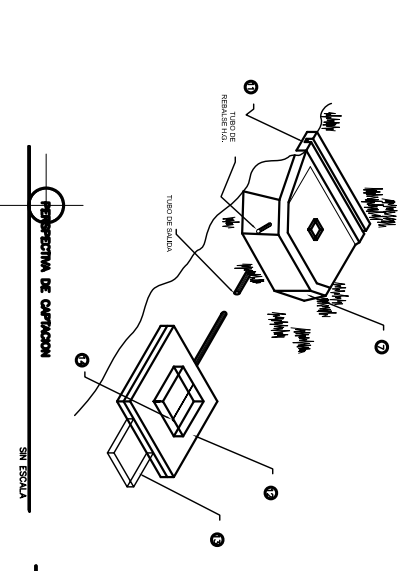
PLAN DE CAPTACION DE UN BROTE NO DEFINIDO (GALLERIA DE ARM)
NACIMIENTO 1 Y 2
ESCALA 1/50



- 1. TERRENO NATURAL
- 2. ACRILO
- 3. GRILLA 60x60 CM
- 4. TUBO PVC 2" X 2"
- 5. TUBO PVC 2" X 2"
- 6. TUBO PVC 2" X 2"
- 7. TUBO PVC 2" X 2"
- 8. TUBO PVC 2" X 2"
- 9. TUBO PVC 2" X 2"
- 10. TUBO PVC 2" X 2"



CORTE A-A
ESCALA 1/75



CORTE A-A
ESCALA 1/75

- 1. TERRENO NATURAL
- 2. ACRILO
- 3. GRILLA 60x60 CM
- 4. TUBO PVC 2" X 2"
- 5. TUBO PVC 2" X 2"
- 6. TUBO PVC 2" X 2"
- 7. TUBO PVC 2" X 2"
- 8. TUBO PVC 2" X 2"
- 9. TUBO PVC 2" X 2"
- 10. TUBO PVC 2" X 2"

ESPECIFICACIONES

MANIPONTELA DE PERALTA
REVESTIMIENTO EN LATA SUAVE
PROTECCION DE MEDICACIONES
PUNTO DE VENTILACION
AGUAS RESIDUALES
AGUAS RESIDUALES (CS)

CONDICIONES

1. MATERIAL: PUNTO DE VENTILACION
2. MATERIAL: PUNTO DE VENTILACION
3. MATERIAL: PUNTO DE VENTILACION
4. MATERIAL: PUNTO DE VENTILACION

NOTAS:

1. LA CAMA DE CONCRETO DEBE SER CONCRETO
2. LA SUPERFICIE DEBE SER LISA Y SIN
3. LA SUPERFICIE DEBE SER LISA Y SIN

NOTAS GENERALES

1. EN ESTE PLANO SE MUESTRA EL DISEÑO DE LA
2. EL DISEÑO DE LA REJILLA DEBEN SER DE
3. LA REJILLA DEBE SER DE 60x60 CM
4. EL ACRILO DEBE SER DE 10 CM DE ESPESOR
5. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO
6. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO
7. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO
8. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO
9. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO
10. EL TUBO PVC DEBE SER DE 2" X 2" DE DIAMETRO

DETALLE DE GALERIA DE ARM

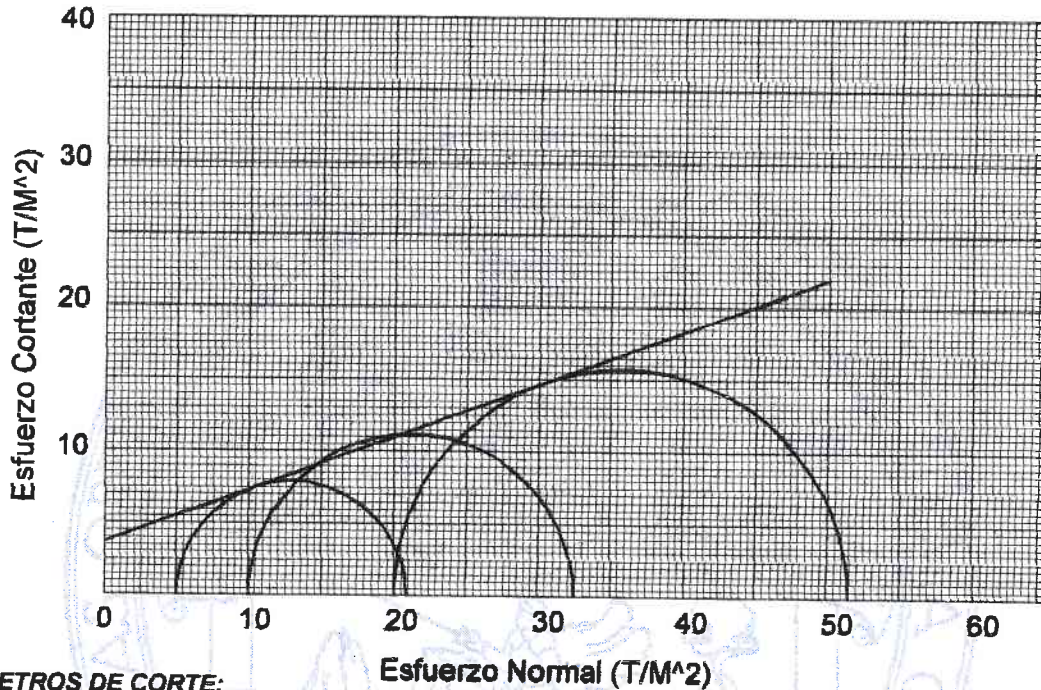
ESCALA: INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	
MATERIA: HIDRAULICA	
PROFESOR: MARIO V. YAC	ALUMNO: MARIO V. YAC
FECHA: MARZO V. YAC	FECHA: MARZO V. YAC
NOTAS: 6	NOTAS: 18



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 00103 S.S. O.T.No.: 21,167
 INTERESADO: Mario Vicente Yac Joj
 PROYECTO: Trabajo de graduación
 UBICACION: Santa Lucia Utatlan, Sololá FECHA: 19 de marzo de 2007
 Ensayo No: 1 Profundidad: 1,50 m



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 20,02^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 4,0 \text{ T/m}^2$

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 proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	12,92	21,20	35,73
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3,5	6,0	9,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0,87	0,87	0,87
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,45	1,45	1,45
HUMEDAD (%H)	67,2	67,2	67,2

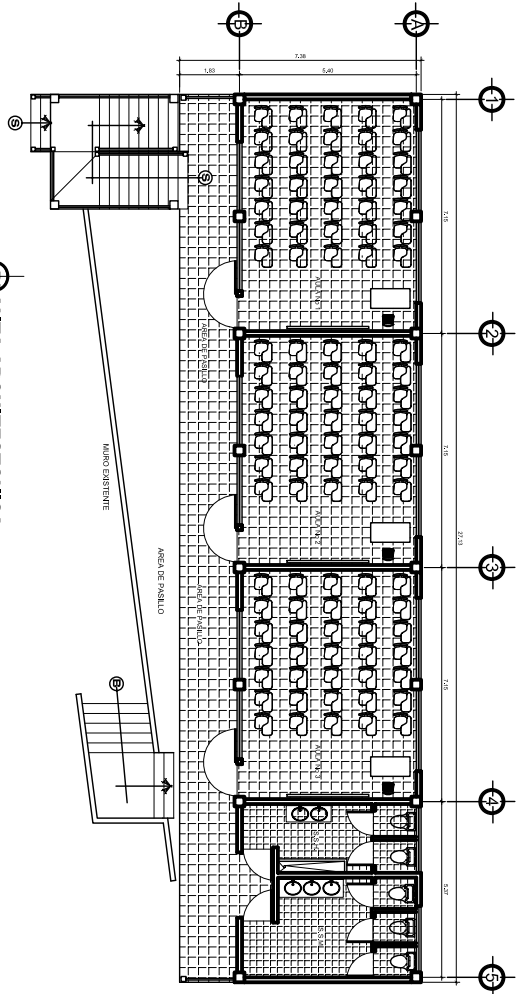
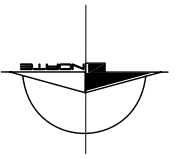
Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Ezequer Alvaroz
 DIRECTOR CII/USAC

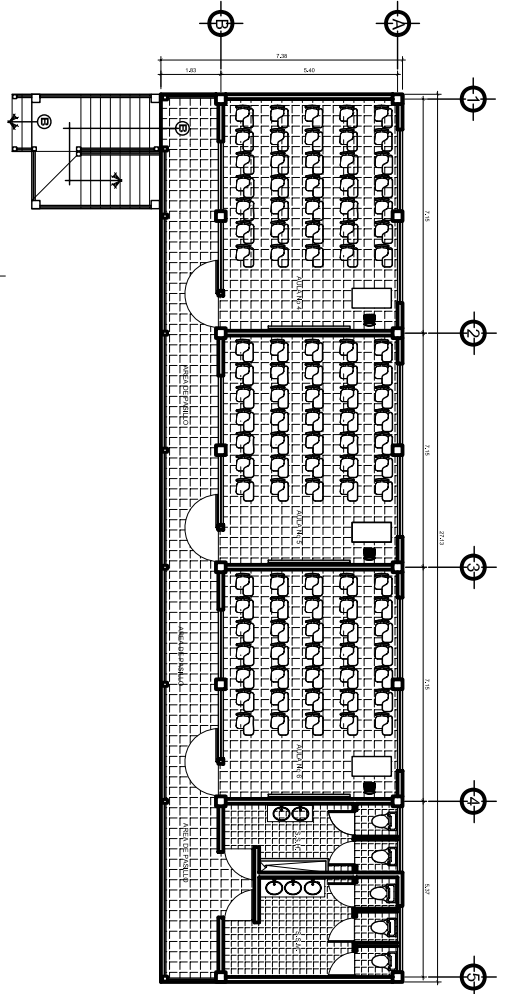
Atentamente,



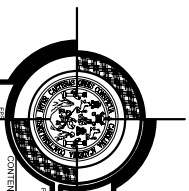
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



PLANTA-ARQUITECTONICA
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1175



PLANTA-ARQUITECTONICA
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1175

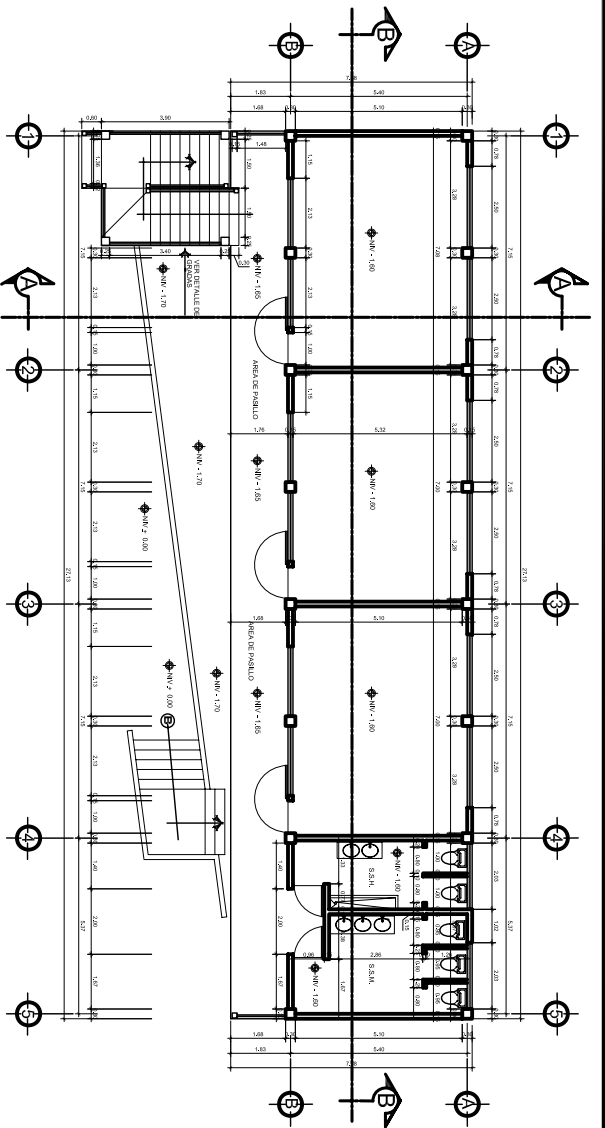
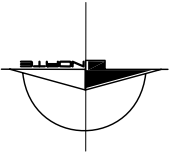


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN ARQUITECTURA
MAGISTERIO DE BODICA, BODICA

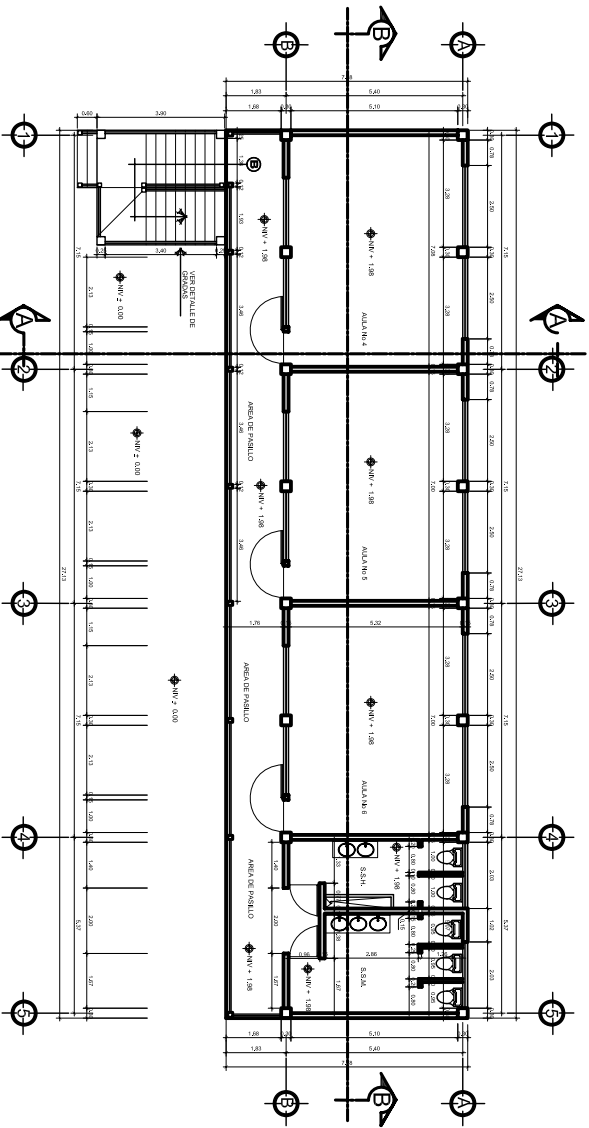
PROFESOR: CONDOMINIO PEREIRA
CONTENIDO: PLANTA-ARQUITECTONICA

ING. LUIS ALFARO	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC
------------------	-------------	-------------	-------------

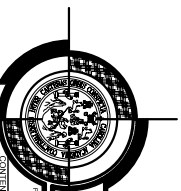
1	5	1	3
---	---	---	---



PLANTA DE GOTAS
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75



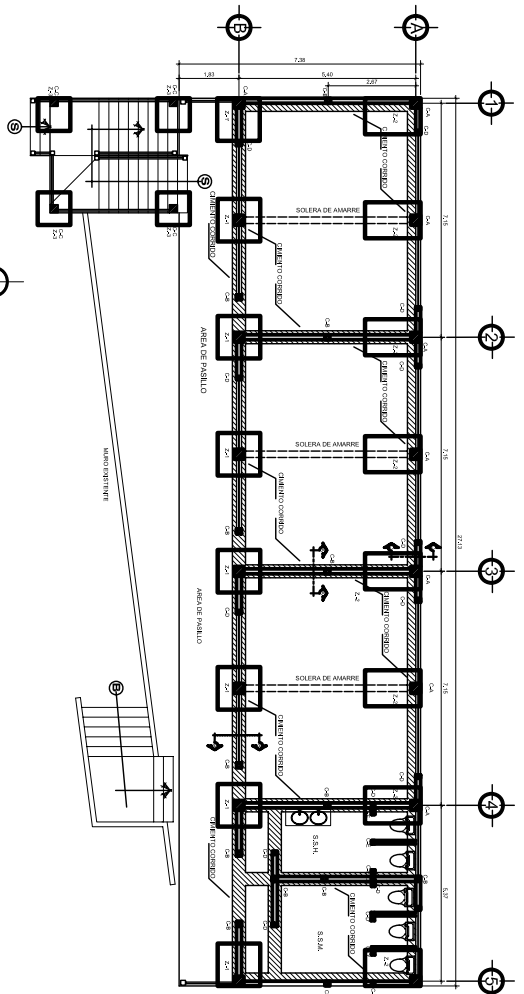
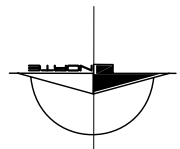
PLANTA DE GOTAS
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75



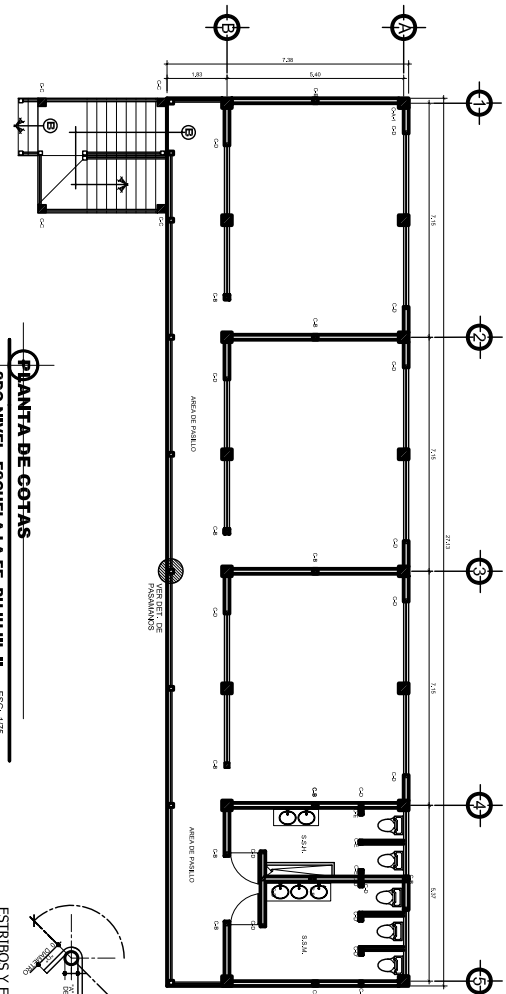
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
MANEJO DE OBRAS Y CONSTRUCCION DE BARRIO

PROYECTO	CONSTRUCCION DE ESCUELA	PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
CLIENTE	MUNICIPALIDAD DE BARRIO	ASISTENTE	MARIO Y. YAC
FECHA	MARZO Y ABRIL 2013	PROYECTISTA	MARIO Y. YAC
CONTENIDO	PLANTA DE GOTAS	REVISOR	MARIO Y. YAC
ESCALA	1:50	FECHA DE ENTREGA	MARZO Y ABRIL 2013
PROYECTISTA	MARIO Y. YAC	PROYECTISTA	MARIO Y. YAC
REVISOR	MARIO Y. YAC	REVISOR	MARIO Y. YAC
APROBADO	MARIO Y. YAC	APROBADO	MARIO Y. YAC

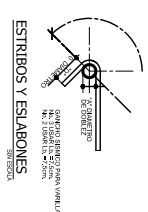
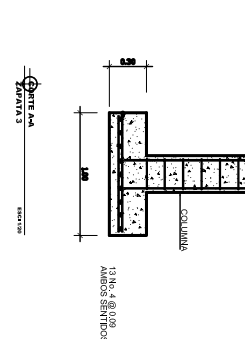
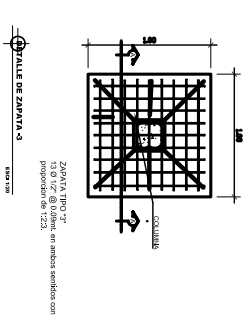
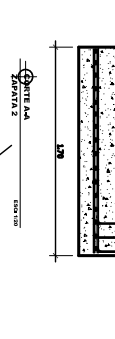
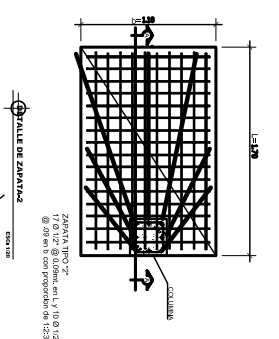
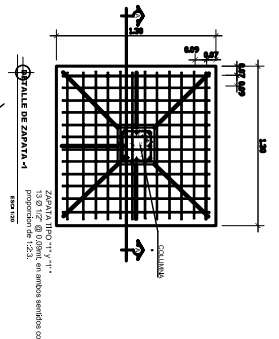
FECHA	25/03/13
FECHA	25/03/13
FECHA	25/03/13



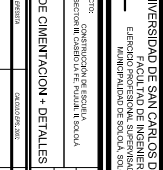
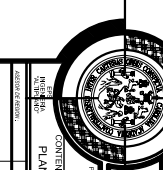
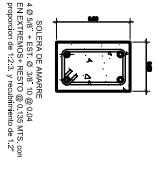
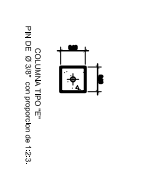
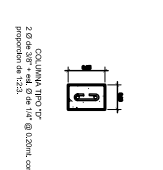
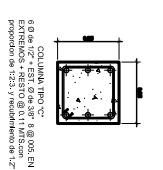
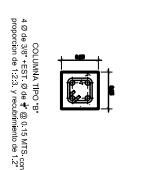
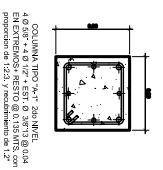
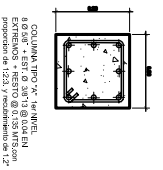
PLANTA DE GOTAS
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC. 1/75



PLANTA DE GOTAS
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC. 1/75

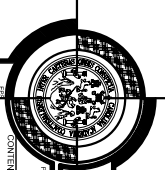


DETALLE DE ZAPATAS
ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC. 1/10



DETALLE DE COLUMNAS
ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC. 1/10

NOTA: VER DETALLE DE CIMENTOS EN PLANO DE CORTE VER PARAMETROS DE DISEÑO EN HOJA NO. 4/13

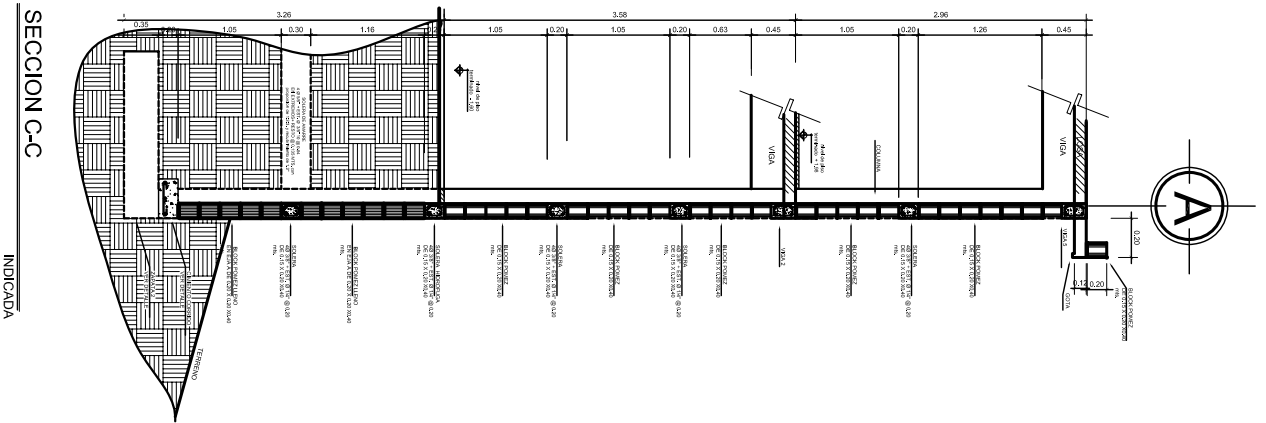


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
ASISTENTE	MARCO Y VAC
ESTUDIANTE	MARCO Y VAC
FECHA	MARCO Y VAC
PROYECTO	PROYECTO DE DISEÑO DE LA ESCUELA
ENCARGADO	ENCARGADO DE ESCUELA
PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
ASISTENTE	MARCO Y VAC
ESTUDIANTE	MARCO Y VAC
FECHA	MARCO Y VAC
PROYECTO	PROYECTO DE DISEÑO DE LA ESCUELA
ENCARGADO	ENCARGADO DE ESCUELA
PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
ASISTENTE	MARCO Y VAC
ESTUDIANTE	MARCO Y VAC
FECHA	MARCO Y VAC

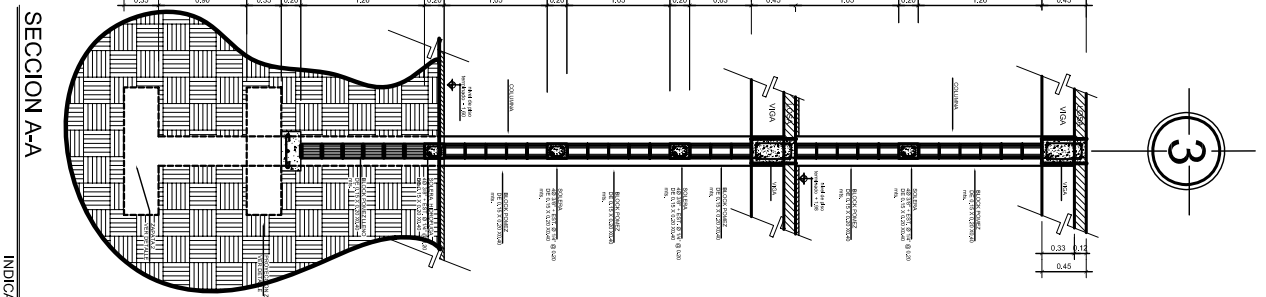
CONTENIDO: PLANO DE CIMENTACION + DETALLES

ING. LUIS ALFARO MARCO Y VAC MARCO Y VAC

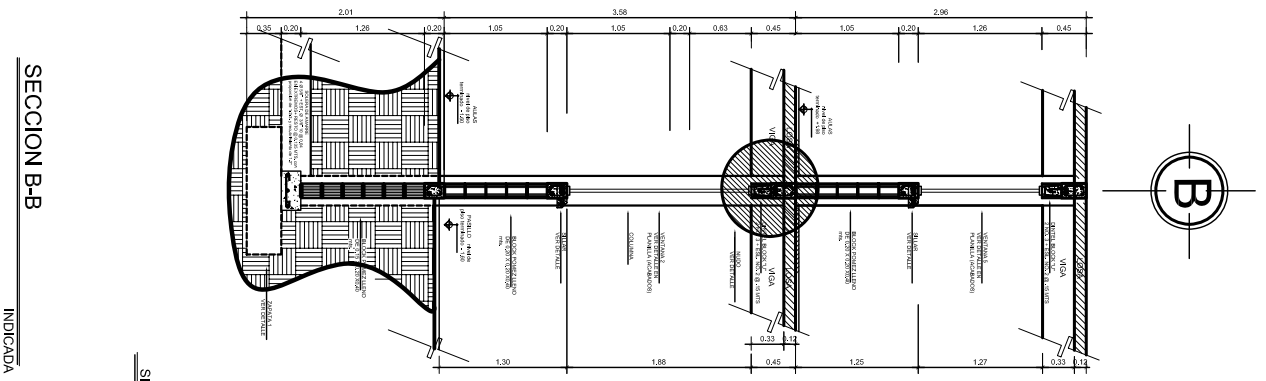
ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC. 1/75



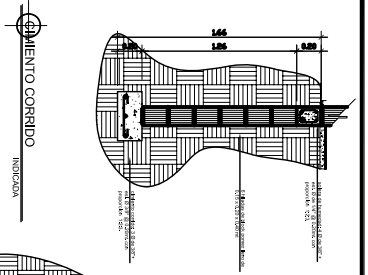
INDICADA



INDICADA

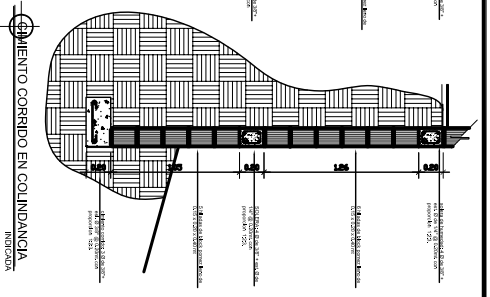


INDICADA

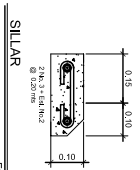


DETALLE DE CIMENTADO
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC: 1/20

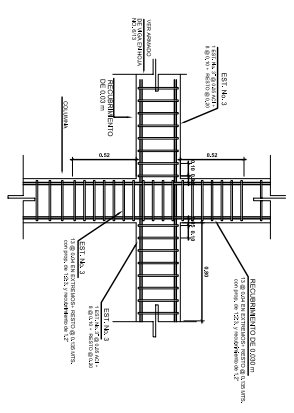



INDICADA



SILLAR
ESCALA: 1/75

DETALLE 1
Elevador detalle de Nudo



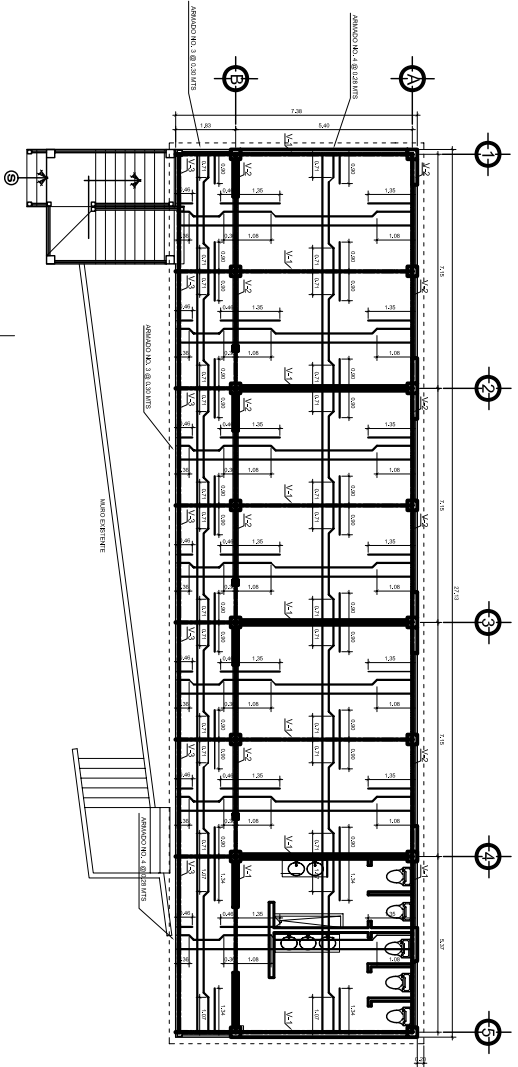
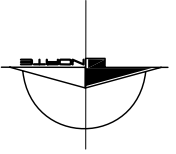


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR DE
MANEJO DE OBRAS DE BIODIVERSIDAD

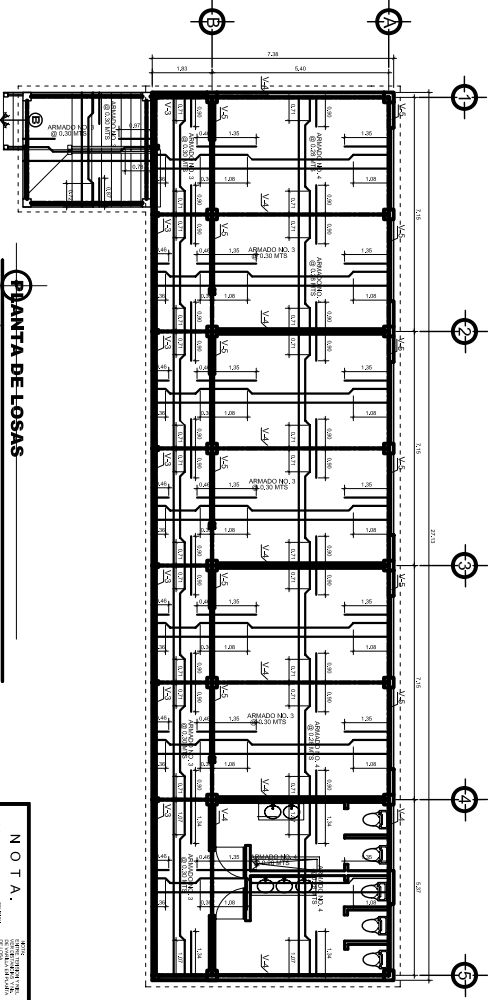
CONTENIDO		FECHA	
ING. LUIS ALFARO	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL
MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL
MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL	MARZO Y ABRIL

CORTE TIPICO DE MUROS
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC: 1/25



PLANTA DE LOSAS
TER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIJIL II. ESC. 175



PLANTA DE LOSAS
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIJIL II. ESC. 175

NOTA.

1. VERIFICAR EL ESTADO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA ANTES DE EMPEZAR EL TRABAJO.

2. EN CASO DE FALTAS, REPARAR O SUSTITUIR LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DEFECTUOSOS.

3. EN CASO DE FALTAS, REPARAR O SUSTITUIR LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DEFECTUOSOS.

4. EN CASO DE FALTAS, REPARAR O SUSTITUIR LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DEFECTUOSOS.

PARAMETRO DE DISEÑO			
NO.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	ALCANTARILLADO	100	CM
2	PANELO	100	CM
3	TIPO DE ACERO	ES-40	CM

RECURRIMIENTO MINIMO AQI 318-05			
NO.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	COLUNNA Y VIGAS ESTIMOS	6.00	M
2	REFUERZO PERIFERICO VIGAS Y COL.	6.00	M
3	LOSAS	4.00	M
4	CUERPOS	6.00	M
5	REO ESTIMOS CONTINIO	1.00	M
6	UN ESTIMOS CONTINIO	1.00	M
7	ESTIMOS Y ELABORACION DE L.A.	1.00	M

TABLAS DE MATERIALES			
NO.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	CONCRETO	25	MPA
2	ACERO	40	MPA
3	TIPO DE ACERO	ES-40	CM

TRASLAPPE Y ANCLAJE (m)			
NO.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	CONCRETO	25	MPA
2	ACERO	40	MPA
3	TIPO DE ACERO	ES-40	CM
4	CONCRETO	25	MPA
5	ACERO	40	MPA
6	TIPO DE ACERO	ES-40	CM

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

2. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

3. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

4. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

5. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

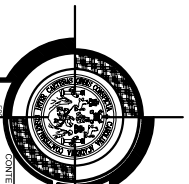
6. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

7. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

8. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

9. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.

10. EL DISEÑO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA OBRA DEBE SER HECHO DE ACORDA CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN LA MATERIA DE CONSTRUCCION CIVIL Y EN LA MATERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CIVIL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

ASISTENTE: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

COMENTARIOS: PLANTA DE LOSAS + ESPECIFICACIONES

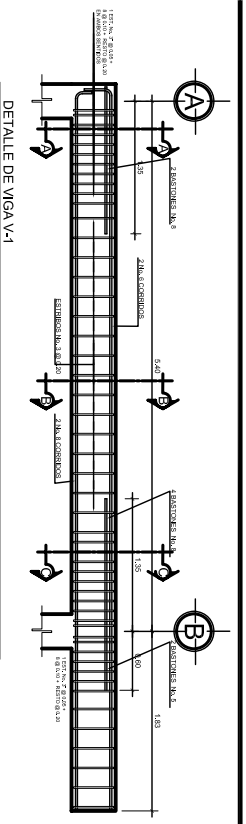
ING. LUIS ALFARO

MARZO Y AÑO

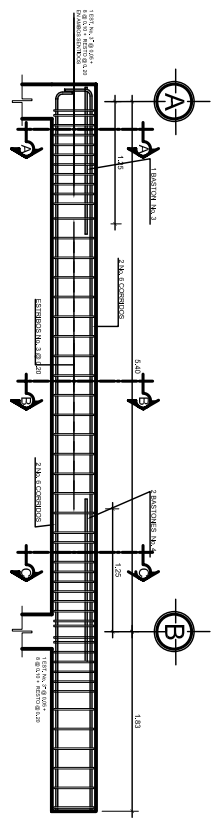
MARZO Y AÑO

MARZO Y AÑO

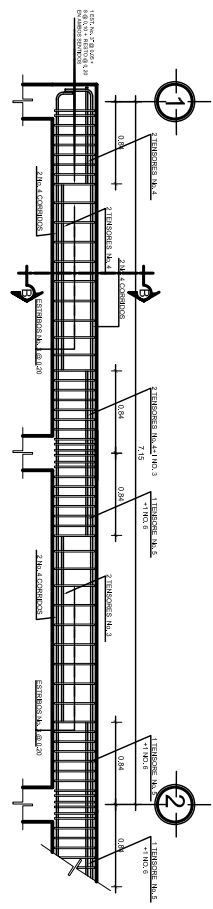
NO.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	CONCRETO	25	MPA
2	ACERO	40	MPA
3	TIPO DE ACERO	ES-40	CM
4	CONCRETO	25	MPA
5	ACERO	40	MPA
6	TIPO DE ACERO	ES-40	CM



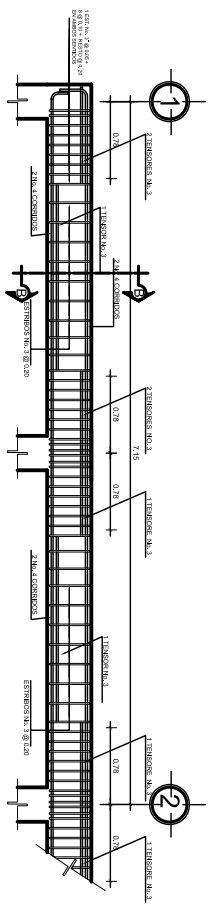
DETALLE DE VIGA V-1
ESCALA: 1/25



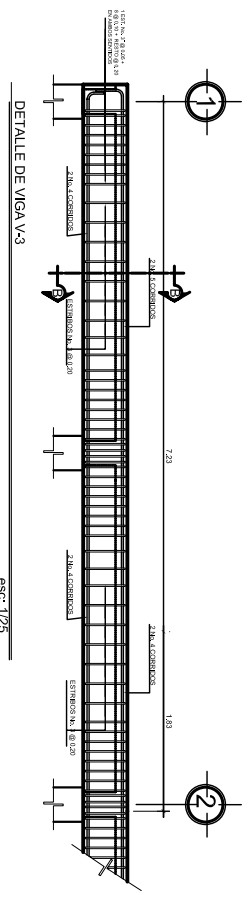
DETALLE DE VIGA V-4
ESCALA: 1/25



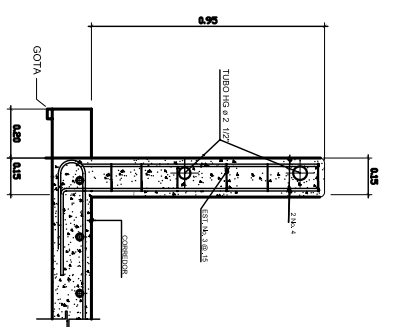
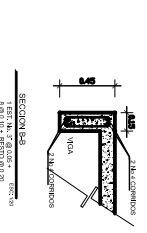
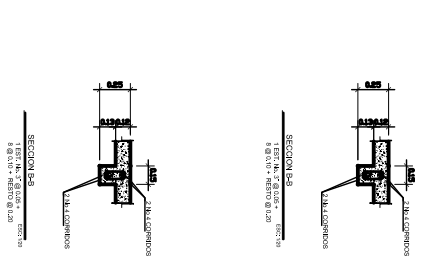
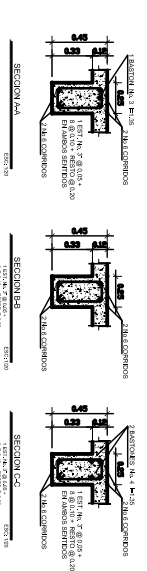
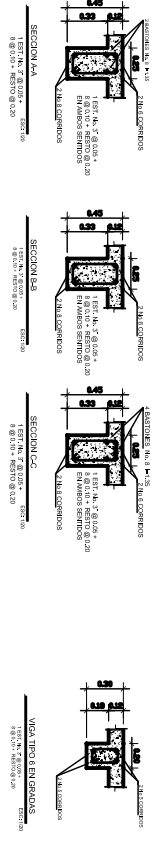
DETALLE DE VIGA V-2
ESCALA: 1/25



DETALLE DE VIGA V-5
ESCALA: 1/25



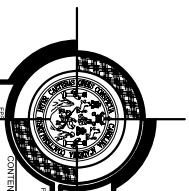
DETALLE DE VIGA V-3
ESCALA: 1/25



DET. DE PASMANOS
ESCALA: 1/10

DETALLE DE VIGAS
ESCUELA LA FE, PUJUIL II

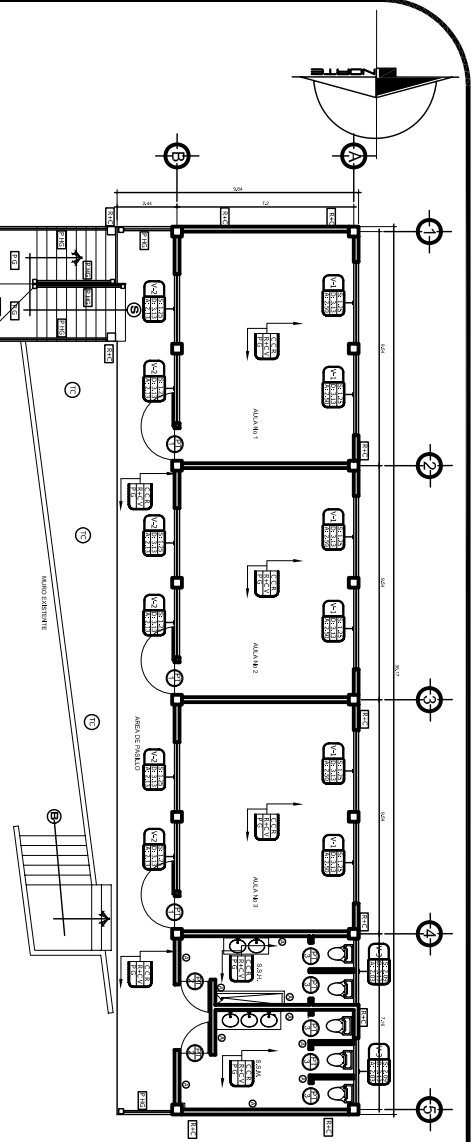
INDICADA



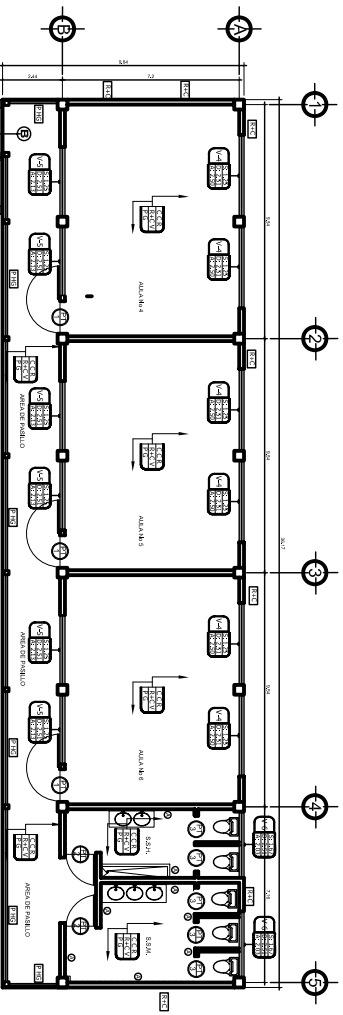
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA DE ESTRUCTURAS
PROFESOR: CONDOMINIO PEREZ/ESCUELA
SERVICIAL CONDOMINIO PEREZ/ESCUELA
MATERIA: ESTRUCTURAS DE ACERO
TITULO: ESTRUCTURAS DE ACERO
AUTOR: MARCO Y VAC
FECHA: MARZO 2013

CONTENIDO	FECHA	INDICADA
DETALLE DE VIGAS Y PASMANOS	13/03/2013	INDICADA
MARCO Y VAC	13/03/2013	INDICADA
MARCO Y VAC	13/03/2013	INDICADA
MARCO Y VAC	13/03/2013	INDICADA

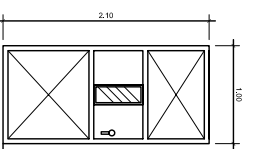
4	6	13
---	---	----



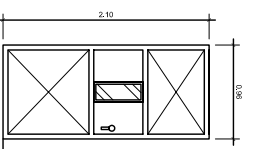
PLANTA DE ACABADOS
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75



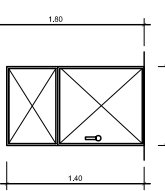
PLANTA DE ACABADOS
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75



PUERTA TIPO P-1



PUERTA TIPO P-2



PUERTA TIPO P-3

NIVEL INTERIOR

NOMENCLATURA DE ACABADOS

TIPO DE VENTANA: SILLAR, ALUMINIO, ACABADO EN CIELO GENERAL, ACABADO EN PISO GENERAL.

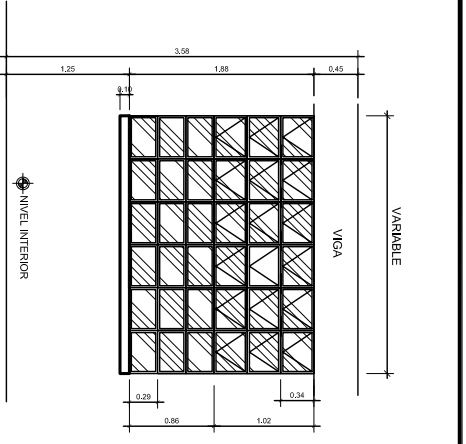
TIPO DE PUERTA: TORNO DE GIRO, TORNO DE HERRAJE.

TIPO DE PISO: C.C. + CEMENTO CON AGUILLADO, C.C. + CEMENTO CON AGUILLADO EN PISO, PISO DE CERAMICA, PISO DE MARMOL.

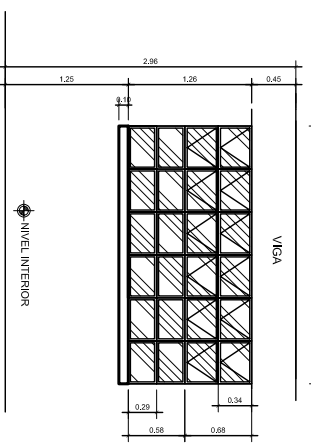
ESPECIFICACIONES TECNICAS PUERTAS Y VENTANAS DE METAL

- LAS PUERTAS SEBIRAN TRABAJADOS CON LOS SIGUIENTES MATERIALES: ALUMINIO.
- TUBO DE T x x x GALVANIZADO.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.
- MARCHA Y/O DE HERRAJE.

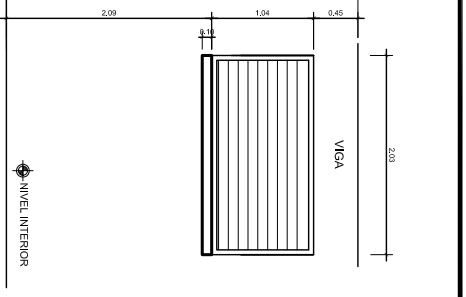
DETALLE DE PUERTAS ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/25



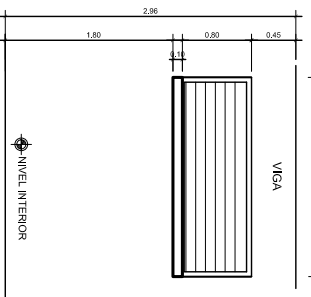
VENTANA TIPO V-1 Y 2 ESC: 1/25



VENTANA TIPO V-4 Y 5 ESC: 1/25



VENTANA TIPO -3 ESC: 1/25



VENTANA TIPO -6 ESC: 1/25

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNID.	Mts. x 2	MATERIAL	
V-1	1.25	3.10	2.50	1.88	5	29.2
V-2	1.25	3.10	2.13	1.68	5	24.02
V-3	2.09	3.10	2.03	1.04	2	4.32
V-4	1.25	2.51	2.50	1.26	6	18.9
V-5	1.25	2.51	2.13	1.26	6	18.9
V-6	1.80	2.51	2.03	0.84	2	3.41

PLANILLA DE PUERTAS

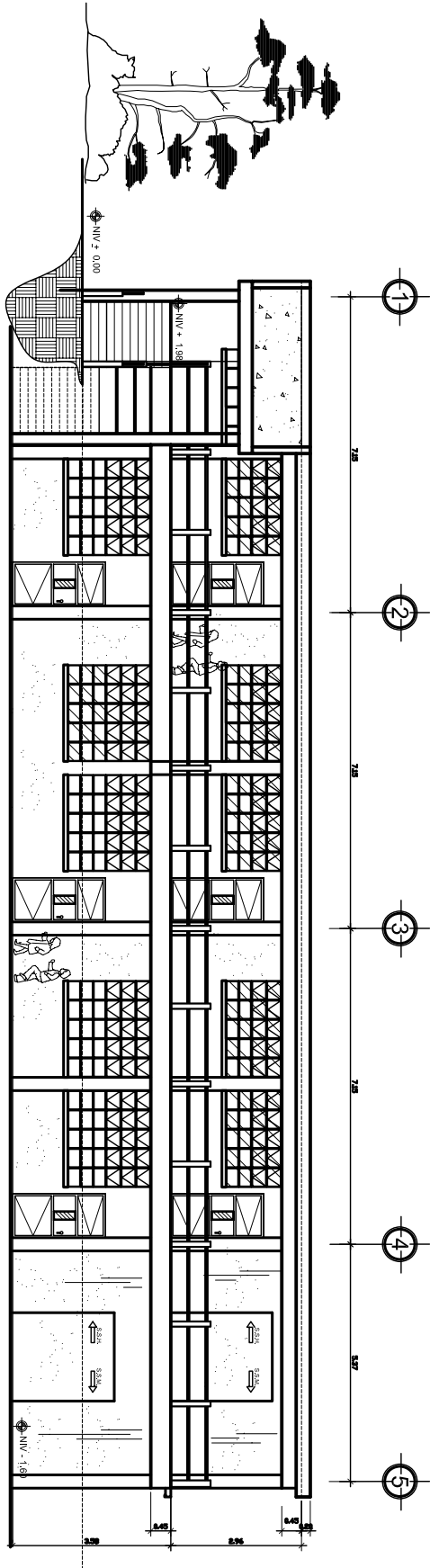
TIPO	ANCHO	ALTO	UNID.	Mts. x 2	MATERIAL
P-1	1.00	2.10	4	12.6	PUERTA + TUBO DE T.M.
P-2	0.98	2.50	4	9.83	PUERTA + TUBO DE T.M.
P-3	0.80	1.40	10	11.2	PUERTA + TUBO DE T.M.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EFICIENCIA PROFESIONAL. SERVICIO. RESPUESTA.
 MARCHANDO DE BOGOTÁ, BOGOTÁ.

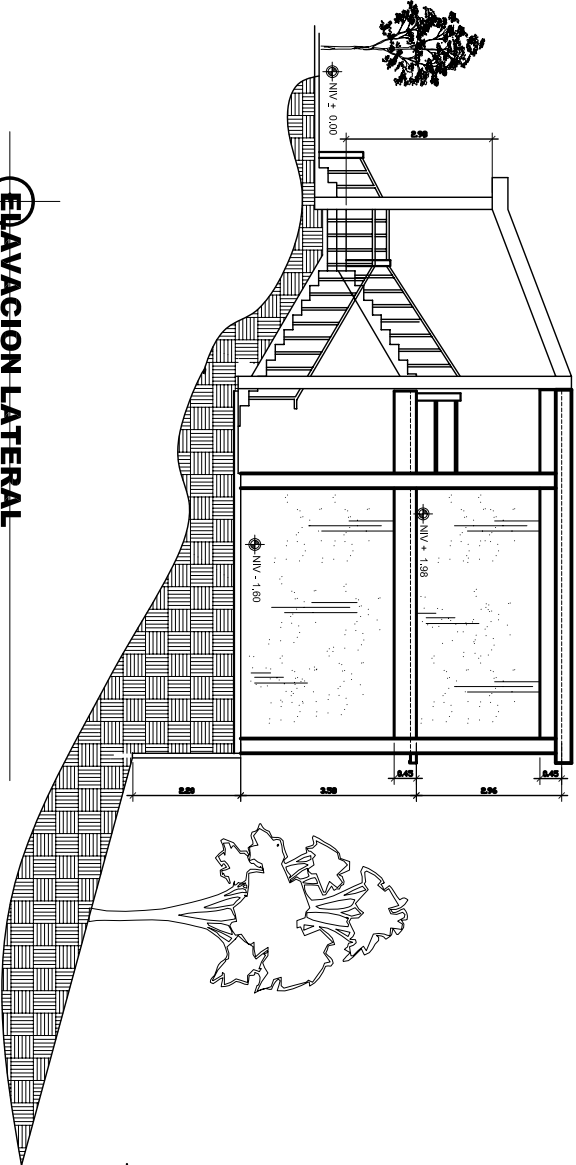
ING. LUIS ALFARO
 MARZO Y YAC
 MARZO Y YAC
 MARZO Y YAC

5/5
 7/13



FACHADA PRINCIPAL
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC. 160



ELEVACION LATERAL
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC. 160



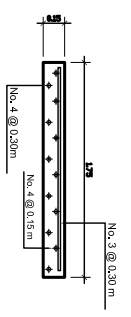
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE BOQUILÁ, BOQUILÁ

PROFESOR
 INGENIERO EN ARQUITECTURA
 CONTEINIDOS
 FACHADAS

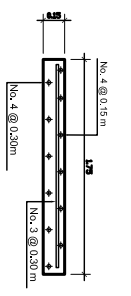
ING. LUIS ALFARO MARIO Y YAC MARIO Y YAC MARIO Y YAC

FECHA DE ENTREGA: 13/05/2018

3/5/8/13

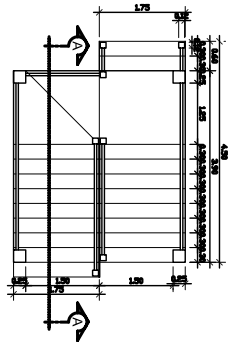
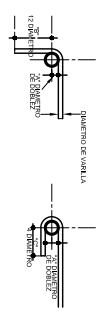


SECCION A-A' ESC: 1/20

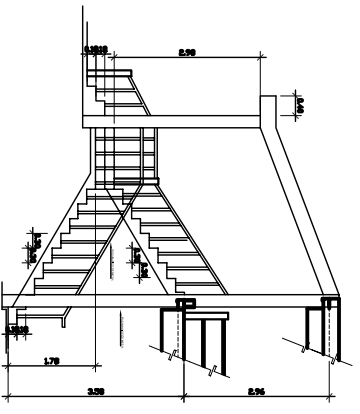


SECCION B-B' ESC: 1/20

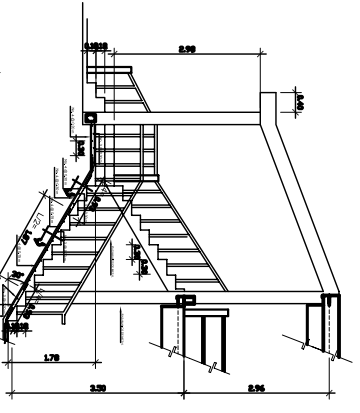
GANCHOS DE REFUERZO PRINCIPAL SIN ESCALA



PLANTA ESCALERA, ESCUELA LA FE, PUJUIL II, INDIOCA



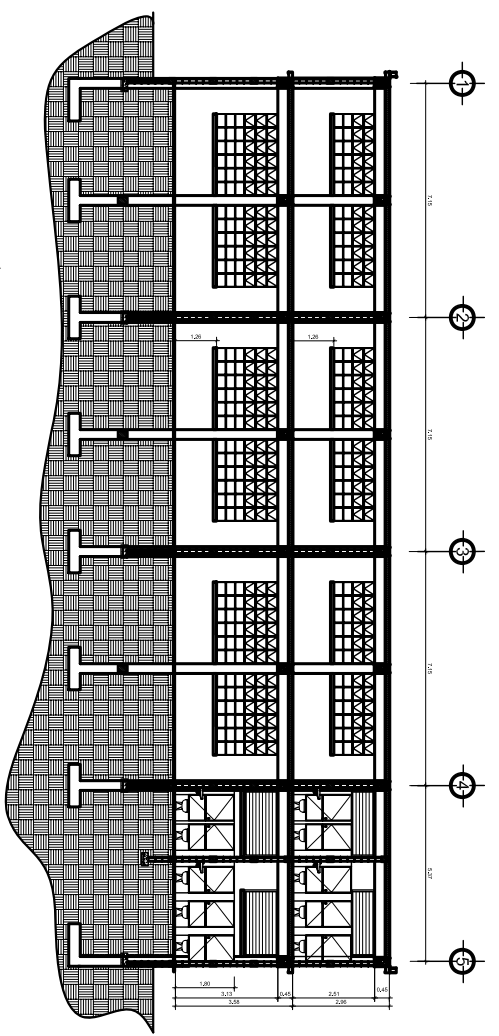
ELEVACION ESCALERA, ESCUELA LA FE, PUJUIL II, INDIOCA



ELEVACION A-A ESCALERA, ESCUELA LA FE, PUJUIL II, INDIOCA

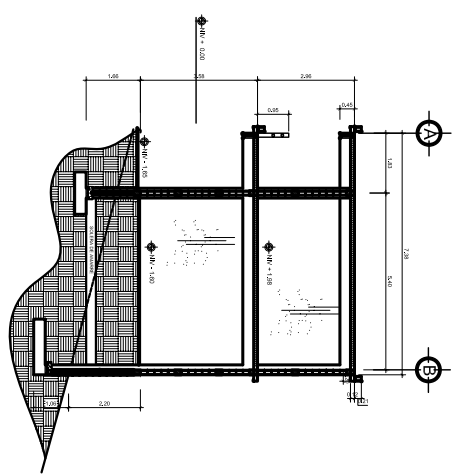
DETALLES DE ESCALERA
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC: 1/50



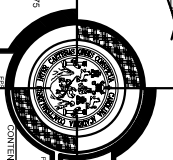
SECCION B-B'
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

ESC: 1/75



SECCION A-A'
ESCUELA LA FE, PUJUIL II.

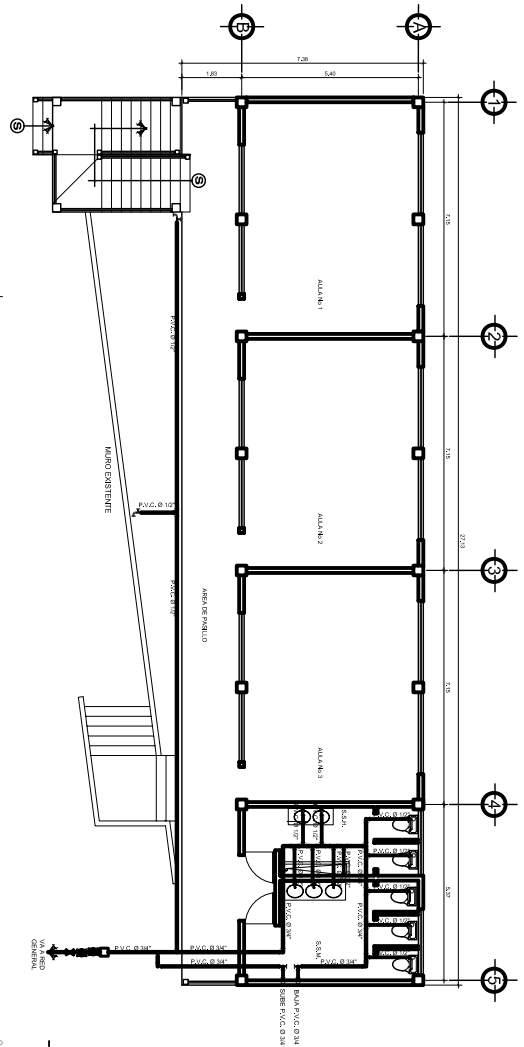
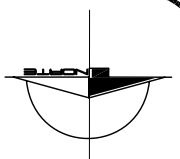
ESC: 1/75



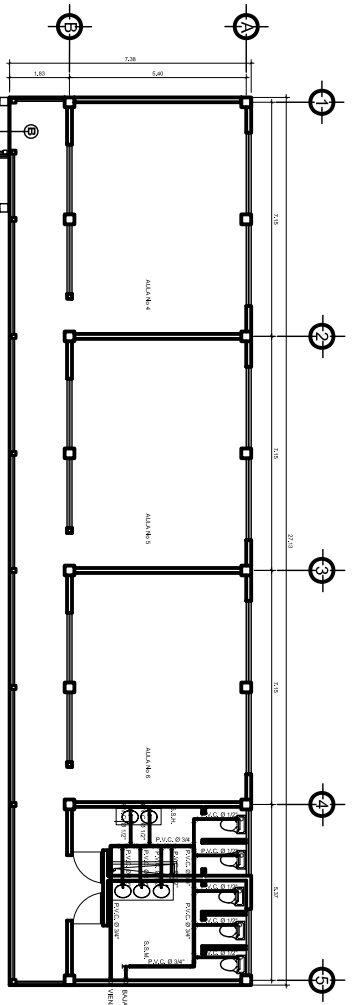
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR EN INGENIERIA PROFESIONAL EN INGENIERIA DE ESTRUCTURAS
MAGISTERIO DE ESTRUCTURAS

PROFESOR	ING. LUIS ALFARO	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC
ASISTENTE	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC	MARZO Y YAC
CONTENIDO	SECCIONES Y DET. DE GRADAS			
FECHA	MARZO Y YAC			
PROYECTO	CONSTRUCCION DE ESCUELA LA FE, PUJUIL II, INDIOCA			
ESTADO	PROYECTO DE			
FECHA	MARZO Y YAC			
FECHA	MARZO Y YAC			
FECHA	MARZO Y YAC			

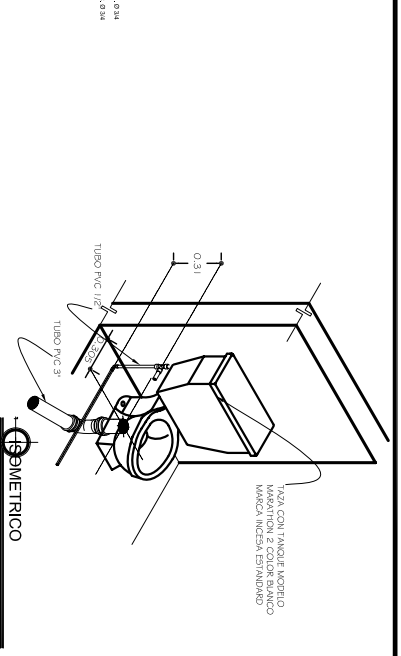
FECHA	4
FECHA	5
FECHA	9
FECHA	13



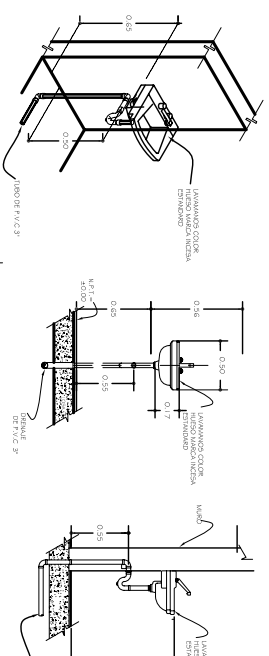
PLANTA DE INST. HIDRAULICA
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1775



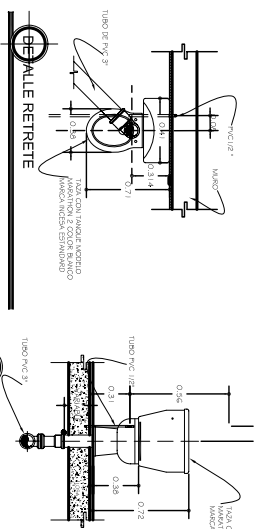
PLANTA DE INST. HIDRAULICA
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1775



ISOMETRICO



DETALLES LAVAMANOS



DETALLE RETRETE

NOMENCLATURA (Hidraulica)

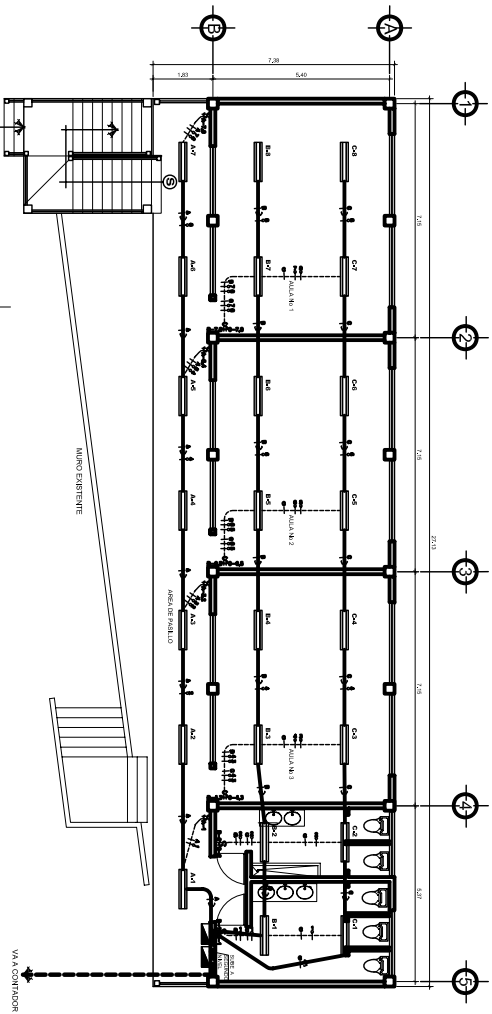
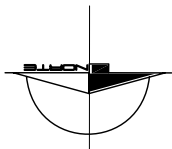
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CHUZDE PVC
	TER 3/8\"/>
	COUDO PVC 90°
	MARRIO
	REDUCCION PVC DE Ø 3/4\"/>
	VALVE DE COMENTIA
	LAVRE DE PASO
	CHIBOLE
	TUBO PVC CHAMETRO INDICADO



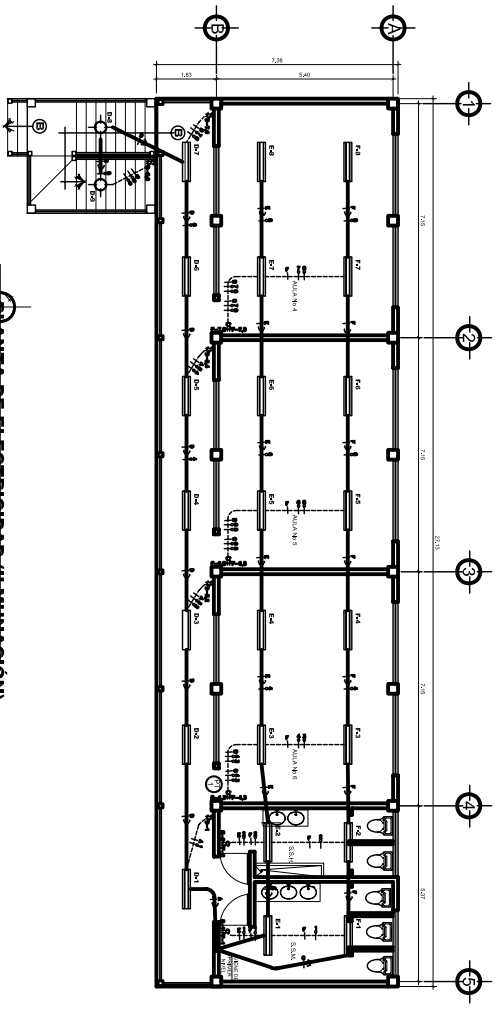
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EFECTUO PROFESIONAL SUPERANDO EPS
MANIFIESTACION DE BONDAD INDICA

CONTENIDOS	FECHA	PROFESOR	ESTADO
PLANTA DE INST. HIDRAULICA	14/05/2018	ING. LUIS ALFARO	APROBADO
MARRIO Y YAC	14/05/2018	ING. LUIS ALFARO	APROBADO
MARRIO Y YAC	14/05/2018	ING. LUIS ALFARO	APROBADO

14	13
----	----



PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75

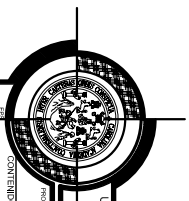


PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75

NOMENCLATURA INSTALACION ELECTRICA
 (Iluminación)

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TRAZADO DE INSTALACION
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12
	LINEA VIVA E INDICA CIRCUITO CALIBRE 12
	LINEA DE RETORNO Y No. LAMPARA
	CONDUCTO EN CIELO Y PARED
	CONDUCTO SUBTERRANEO VIA A CONTADOR

	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	LAMPARA FLORESCENTE
	LAMPARA EN CIELO
	INDICA SUBIDA O BAJADA DE TUBERIA EN PARED
	INDICA CIRCUITO Y No. DE ARTIFACTOS

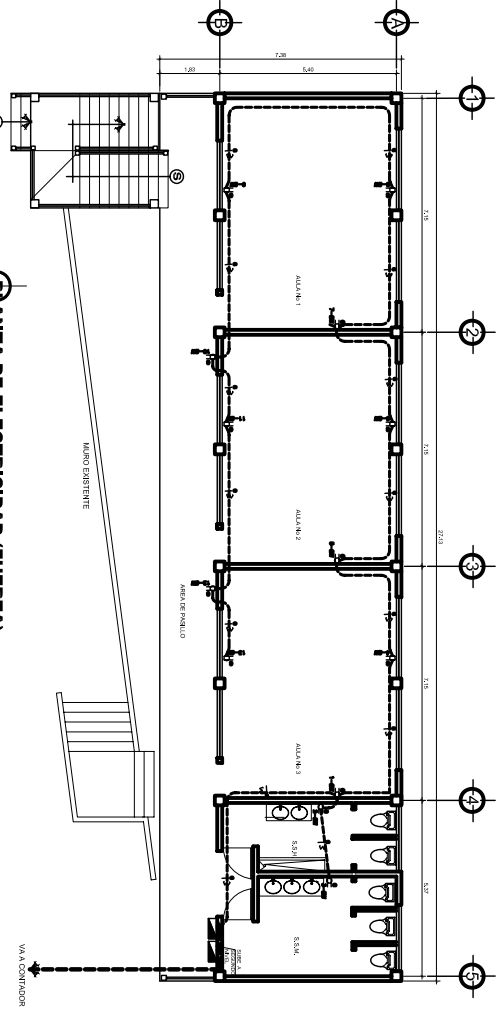
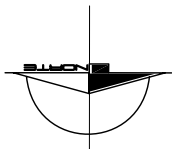


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ELECTRICIDAD
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

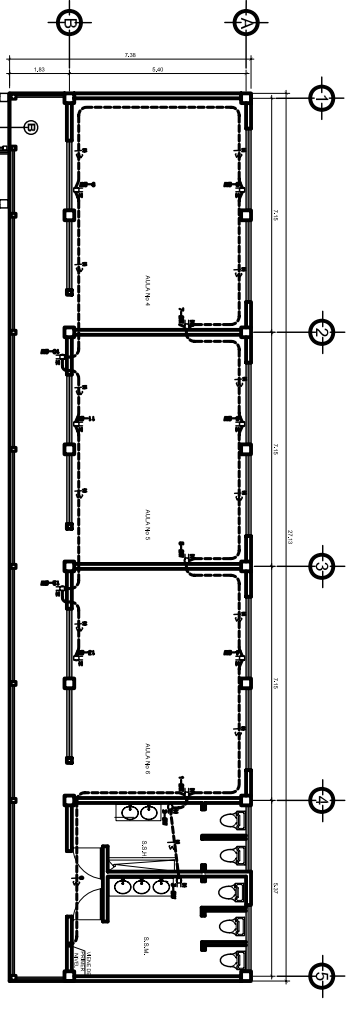
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ESCUELA
 ESCUELA LA FE, PUJUIL II, ESC: 1/75
 MANEJO DE LA OBRA

ING. LUIS ALFARO
 MARIO Y YAC
 MARIO Y YAC
 MARIO Y YAC

34 / 13



PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)
1ER NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75



PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)
2DO NIVEL, ESCUELA LA FE, PUJUIL II. ESC: 1/75

NOMENCLATURA INSTALACION ELECTRICA (Fuerza)	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⤵	LINIA NEUTRAL
+	LINIA VIVA
⊖	POLIDUCTO SUBTERRANEO
⊖	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V.
⊖	TUBERIO DE DISTRIBUCION
⊖	HAY 70 S.M.P.F. 2
⊖	BOCA MANDO DE CIRCUITO
⊖	BOCA MANDO DE INTERRUPTOR
⊖	2ER BOCA 3 TERMINOS EN TOMACORRIENTE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
MATERIA: SISTEMAS DE ENERGIAS ELÉCTRICAS

PROFESOR: **ING. LUIS ALFARO**
CONTENIDO: **PLANO DE ELECTRICIDAD FUERZA**
AUTOR: **MARIO Y. YAC**
FECHA: **MARZO Y. YAC**

FECHA DE ENTREGA: **MARZO Y. YAC**
FECHA DE CALIFICACION: **MARZO Y. YAC**
FECHA DE DEFENSA: **MARZO Y. YAC**
FECHA DE CALIFICACION FINAL: **MARZO Y. YAC**

4 / 4 / 13