



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Julio César Lone Cajas

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE
EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO CÉSAR LONE CAJAS

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de octubre de 2010.

Julio César Lone Cajas



Guatemala 01 de febrero de 2011.
Ref.EPS.DOC.124.02.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Julio César Lone Cajas** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200312508**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**.

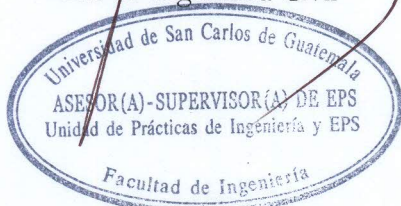
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 01 de febrero de 2011.
Ref.EPS.D.75.02.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

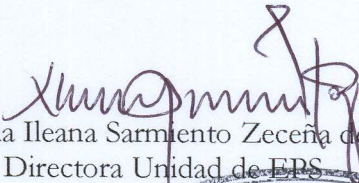
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Julio César Lone Cajas**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

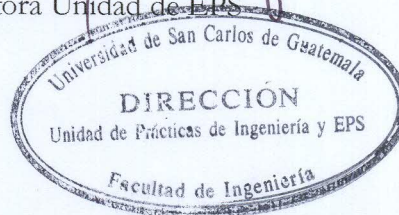
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
18 de marzo de 2011

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

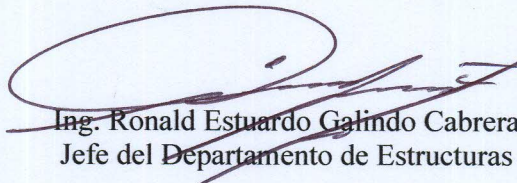
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Julio César Lone Cajas, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

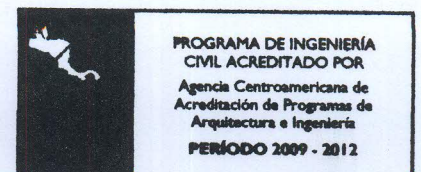

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

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





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



Guatemala,
3 de febrero de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Julio César Lone Cajas, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

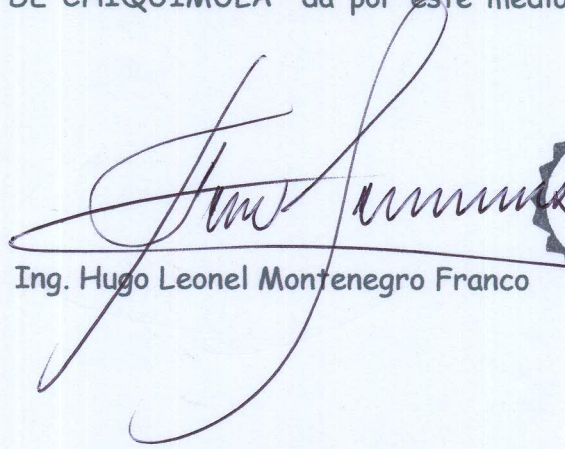
/bbdeb.



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Julio César Lone Cajas, titulado DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo de 2011

/bbdeb.



DTG. 152.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Julio César Lone Cajas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 24 de mayo de 2011

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por estar conmigo en todo momento, y bendecirme con sabiduría, dirección, fuerza, protección y permitirme lograr este triunfo.
- Mis Padres** Julio César Lone y Delcira Magali Cajas, por sus múltiples sacrificios, instrucción, apoyo y amor incondicional que me brindaron, a ellos dedico este triunfo alcanzado.
- Mis hermanas** Delcy Magaly y Karen Elisa, con cariño y aprecio, por su comprensión y apoyo, que mi triunfo sea un ejemplo para que sigan adelante y no desfallezcan ante nada.
- Mis tíos y primos** Por todo su apoyo y cariño incondicional en especial al (compa "chepe").
- Mis seres queridos** Que desde lo alto siguen guiando mi caminar.
- Mis amigos y compañeros** A todos ellos que han estado conmigo en las buenas y malas incondicionalmente contribuyendo con sus conocimientos y consejos para alcanzar este triunfo, en especial a la compañera Melina Antonio González y su familia, que estuvieron a mi lado en momentos importantes de la carrera.

**La Universidad
de San Carlos**

En especial a la Facultad de Ingeniería, por darme la oportunidad de expandir mis conocimientos científicos, técnicos y éticos en tan prestigiosa casa de estudios.

Ing. Juan Merck

Por su valioso tiempo y apoyo técnico profesional, brindado de manera incondicional y por su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación.

**La Municipalidad
de San Juan Ermita**

Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en sus instalaciones, especialmente al alcalde Ing. Oscar Rolando Martínez Guerra (q.e.p.d.), por su apoyo incondicional, que el Señor lo tenga en su santa gloria.

**El pueblo
cebollero de
San Juan Ermita**

Por la calidez y generosidad de toda su gente, y por permitirme disfrutar de la experiencia del Ejercicio Profesional Supervisado, en especial a las familias, Martínez Jordán, Martínez Portillo y Villeda Jordán.

**El pueblo de
los poetas
Chiquimula**

Por la calidez y generosidad de su gente, en especial a las familias Miranda Díaz, Machorro Villeda y Vásquez Ruballos.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización del presente trabajo de graduación, que Dios los bendiga y los llene de éxitos en el futuro.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis Padres

Julio César Lone y Delcira Magali Cajas.
Hoy soy Ingeniero Civil, quizá no era lo planeado, pero soy
quién quería ser y todo se los debo a ustedes, que esto sea
una mínima recompensa a sus incontables sacrificios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructuras del área rural del municipio de San Juan Ermita	1
1.1.1. Límites y localización	1
1.1.2. Accesos y comunicaciones	2
1.1.3. Topografía e hidrografía	2
1.1.4. Aspectos climáticos	3
1.1.5. Actividades económicas	3
1.1.6. Aspectos poblacionales	4
1.1.7. Educación	5
1.1.8. Recurso agua	5
1.2. Diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Ermita	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	6
1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades	7
1.2.2.1. Edificios Escolares	7

1.2.2.2.	Abastecimiento de agua potable	7
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de la edificación de dos niveles para el Instituto de educación básica para el casco urbano	9
2.1.1.	Descripción general del proyecto	9
2.1.2.	Descripción del área disponible	9
2.1.3.	Estudio de suelos	10
2.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo	10
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios	11
2.1.4.1.	Criterios generales	11
2.1.4.2.	Criterios de conjuntos	12
2.1.4.3.	Criterios de iluminación	12
2.1.4.4.	Otros criterios	13
2.1.5.	Diseño arquitectónico	14
2.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno	14
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	15
2.1.5.3.	Alturas del edificio	15
2.1.6.	Selección del sistema estructural a usar	15
2.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales	15
2.1.6.1.1.	Columnas	16
2.1.6.1.2.	Vigas	17
2.1.6.1.3.	Losas	18
2.1.6.2.	Cargas de diseño	19
2.1.6.2.1.	Cargas verticales	20
2.1.6.2.2.	Cargas horizontales	24
2.1.6.3.	Fuerzas sísmicas	24

2.1.6.4.	Fuerzas por marcos	28
2.1.6.5.	Análisis de marcos	36
2.1.6.6.	Diagramas de corte y momento	38
2.1.6.7.	Envolvente de momentos	44
2.1.6.8.	Diseño de losas	52
2.1.6.9.	Diseño de vigas	57
2.1.6.10.	Diseño de columnas	63
2.1.6.11.	Diseño de gradas	71
2.1.6.12.	Diseño de cimientos	75
2.1.7.	Instalaciones	92
2.1.7.1.	Drenajes	92
2.1.7.2.	Electricidad	92
2.1.8.	Elaboración de planos	92
2.1.9.	Presupuesto	93
2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Ceibita	94
2.2.1.	Descripción del proyecto	94
2.2.2.	Aforos, dotación y tipo de servicio	94
2.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional	95
2.2.4.	Período de diseño, población futura	95
2.2.5.	Factores de consumo y caudales	96
2.2.5.1.	Caudal medio diario	97
2.2.5.2.	Caudal máximo diario	98
2.2.5.3.	Caudal máximo horario	99
2.2.6.	Calidad del agua y sus normas	99
2.2.6.1.	Análisis bacteriológico	100
2.2.6.2.	Análisis físico químico	100
2.2.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	101
2.2.8.	Presiones y velocidades	102

2.2.9.	Levantamiento topográfico	104
2.2.9.1.	Planimetría	105
2.2.9.2.	Altimetría	105
2.2.10.	Diseño hidráulico del sistema	105
2.2.10.1.	Captación	105
2.2.10.2.	Línea de conducción	106
2.2.10.3.	Tanque de almacenamiento	108
	2.2.10.3.1. Cálculo del volumen	109
	2.2.10.3.2. Diseño estructural del tanque	109
2.2.10.4.	Red de distribución	117
2.2.10.5.	Sistema de desinfección	119
2.2.10.6.	Obras de arte	121
	2.2.10.6.1. Caja rompedora	121
2.2.10.7.	Válvulas	121
	2.2.10.7.1. Válvulas de limpieza	121
	2.2.10.7.2. Válvulas de aire	121
2.2.11.	Administración, operación y mantenimiento	122
2.2.12.	Propuesta de tarifa	124
2.2.13.	Elaboración de planos	126
2.2.14.	Elaboración de presupuesto	126
2.2.15.	Evaluación socio-económica	127
	2.2.15.1. Valor presente neto	128
	2.2.15.2. Tasa interna de retorno	129
2.2.16.	Evaluación de impacto ambiental	130

CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	137
BIBLIOGRAFÍA	139
APÉNDICES	141
ANEXOS	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa 1:50 000 del municipio	1
2.	Áreas tributarias	16
3.	Marco típico en sentido "X"	18
4.	Marco típico en sentido "Y"	19
5.	Simetría de marcos en el edificio	29
6.	Localización del centro de masa y centro de rigidez	33
7.	Marco típico sentido "Y", cargas verticales y horizontales	37
8.	Marco típico sentido "X", cargas verticales y horizontales	37
9.	Diagrama de momentos, carga muerta, vigas sentido "X"	38
10.	Diagrama de momentos, carga muerta, columnas sentido "X"	38
11.	Diagrama de momentos, carga muerta, vigas sentido "Y"	39
12.	Diagrama de momentos, carga muerta, columnas sentido "Y"	39
13.	Diagrama de momentos, carga viva, vigas sentido "X"	40
14.	Diagrama de momentos, carga viva, columnas sentido "X"	40
15.	Diagrama de momentos, carga viva, vigas sentido "Y"	41
16.	Diagrama de momentos, carga viva, columnas sentido "Y"	41
17.	Diagrama de momentos, carga sísmica, vigas sentido "X"	42
18.	Diagrama de momentos, carga sísmica, columnas sentido "X"	42
19.	Diagrama de momentos, carga sísmica, vigas sentido "Y"	43
20.	Diagrama de momentos, carga sísmica, columnas sentido "Y"	43
21.	Diagrama de momentos últimos en vigas sentido "X"	47
22.	Diagrama de momentos últimos en columnas sentido "X"	47
23.	Diagrama de momentos últimos en vigas sentido "Y"	48

24.	Diagrama de momentos últimos en columnas sentido “Y”	48
25.	Diagrama de cortes últimos en vigas sentido “X”	49
26.	Diagrama de cortes últimos en columnas sentido “X”	49
27.	Diagrama de cortes últimos en vigas sentido “Y”	50
28.	Diagrama de cortes últimos en columnas sentido “Y”	50
29.	Distribución de losas	52
30.	Momentos actuantes en losas	55
31.	Diagrama de momentos y cortes últimos en viga analizada	57
32.	Áreas de acero requeridas en viga analizada	58
33.	Armado final de la viga analizada	61
34.	Sección de columna	69
35.	Armado final de columna	70
36.	Planta de módulo de gradas	72
37.	Armado final de gradas	74
38.	Sección de zapata	75
39.	Corte simple en zapata	78
40.	Corte punzonante en zapata	79
41.	Armado final de zapata	81
42.	Sección de zapata	81
43.	Sección de zapata combinada	82
44.	Presión última bajo cimiento	86
45.	Presiones últimas por metro lineal	86
46.	Vigas transversales	89
47.	Detalle de armado de zapata combinada	91
48.	Geometría y diagrama de presiones en el muro	114

TABLAS

I.	Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel	32
II.	Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	34
III.	Cálculo del centro de rigidez en el primer nivel	35
IV.	Fuerza por marco por torsión del primer nivel	36
V.	Cálculo de acero	59
VI.	Resumen de armado de vigas	62
VII.	Presupuesto final del instituto	93
VIII.	Bases generales de diseño	104
IX.	Área de acero y espaciamiento	112
X.	Momento estabilizante en el muro	114
XI.	Presupuesto final	127

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
Asmáx	Área de acero máxima
Asmín	Área de acero mínima
Ag	Área gruesa de columna
W	Carga
P	Carga horizontal
Cm	Carga muerta
CMu	Carga muerta última
CU	Carga última
Cv	Carga viva
CVu	Carga viva última
Q	Caudal
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
cm	Centímetros
cm²	Centímetros cuadrados
cm³	Centímetros cúbicos
PVC	Cloruro de polivinilo
Cb	Coeficiente ACI, del lado mayor
Ca	Coeficiente ACI, del lado menor
C.P.	Cota piezométrica

Dh	Distancia horizontal
fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Fs	Factor de seguridad
ACI	Instituto Americano del Concreto
kg-m	Kilogramo metro
kg/m²	Kilogramo sobre metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo sobre metro cúbico
kg	Kilogramos
lbs	Libras
lbs/in	Libras por pulgada
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
l/hab/día	Litros por habitante día
l/s	Litros por segundo
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m	Metro lineal
m.c.a.	Metros columna de agua
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros sobre segundo
Mb	Momento del lado mayor
Ma	Momento del lado menor
Mmáx	Momento máximo
Mr	Momento resultante
d	Peralte efectivo
t	Peralte total de un elemento
hf	Pérdida de carga en tubería
P.E.	Presión estática
P.D.	Presión dinámica
plg	Pulgada

f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
S	Segundos
@	Separación entre varillas
ton	Tonelada
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Agua potable	Agua sanitariamente segura, agradable a los sentidos y libre de microorganismos patógenos.
Aldea	Pueblo pequeño de escaso vecindario, que por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
Análisis estructural	Proceso para determinar la respuesta de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
Bacteria	Organismo microscópico sin clorofila, de varias especies y algunas patógenas.
Captación	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.
Caudal	Cantidad de agua que corre por una tubería en cada unidad de tiempo.
Comunidad	Conjunto de personas que viven bajo ciertas reglas y que tienen algo en común.
Concreto	Mezcla adecuadamente proporcionada de cemento, agregado fino (arena) agregado grueso (pedrín o grava) y agua.

Dimensionamiento	Medidas utilizadas en los elementos que componen una estructura.
Diseño	Trazo o delineación de la distribución u orden de los elementos estructurales que componen un edificio.
Dotación	Volumen de agua consumido por una persona en un día.
Examen bacteriológico	Examen que permite determinar y medir el grado de contaminación del agua.
Hidrografía	Arte de la geografía física, que trata de la descripción del globo terrestre o conjunto de las aguas de un país o región.
Predimensionar	Es dar medidas preliminares a los elementos que componen una estructura y que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno o también es el conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

La estructura que existe actualmente, es una edificación con insuficiente espacio para albergar a la población estudiantil. Por lo que tomando en cuenta que la población, en este período de tiempo, ha aumentado considerablemente y seguirá en aumento, pues según datos de población y vivienda 2009 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en San Juan Ermita, se estima una tasa de crecimiento poblacional del 1,47% por lo que el tamaño de las aulas existentes resulta muy pequeño en relación al número de alumnos, debido a ello se planificará la construcción de un nuevo instituto, que satisfaga las necesidades de la población estudiantil de este municipio.

El proyecto consiste en el diseño de una estructura de concreto armado de dos niveles, la cual está compuesta por seis aulas, las dimensiones de cada aula son de 7,50 m de ancho y 6,30 m de largo, con una losa de concreto armado de 19,10 m de largo por 9,80 m de ancho con un espesor de 0,12 m de espesor.

Se espera que este edificio pueda albergar una población estudiantil óptima de 180 alumnos, comprendidos entre las edades de 14 a 18 años y que el período de diseño satisfaga las necesidades con el incremento poblacional.

El barrio La Ceibita, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo cual la comunidad se abastece mediante el acarreo de agua en distintos recipientes, desde la quebrada “El Cuje”, ubicada a 500 metros de distancia aproximadamente, agua que no cuenta con la calidad requerida, pudiendo generar enfermedades infecciosas, principalmente en los niños, provocando con esto que el índice de morbilidad vaya en aumento.

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, con una longitud total de 3 465 m los cuales se dividen en 2 825 m de conducción y 640 m correspondientes a la red de distribución, la cual estará conectada a un tanque de distribución para poder distribuir agua en mayor calidad y cantidad, y así brindar a la población del barrio La Ceibita, una razonable dotación de agua, beneficiando de esta forma a 250 habitantes para un período de diseño de 20 años.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de dos niveles para el Instituto de Educación Básica del casco urbano, y el sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Ceibita, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico, sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula.
2. Capacitar a los miembros del Comité Pro-Mejoramiento del barrio La Ceibita del municipio de San Juan Ermita; con respecto a la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula.

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

La segunda sección contiene la fase de servicio técnico profesional, en la que se describen las características de los proyectos. El sistema de abastecimiento de agua potable, presenta la metodología para la realización del diseño hidráulico. En cuanto al edificio para uso educativo se utilizaron códigos internacionales que regulan el diseño de las estructuras de concreto armado.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo con los planos y presupuestos respectivos.

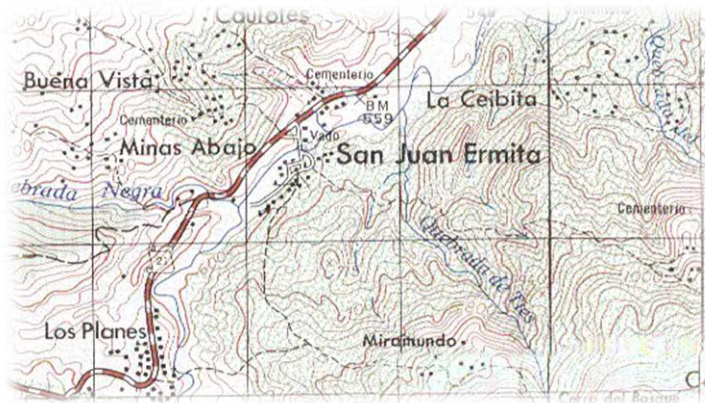
1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructuras del área rural del municipio de San Juan Ermita.

1.1.1. Límites y localización

El municipio de San Juan Ermita tiene una altura de 434,58 MSNM, se ubica en el Nororiente de la República de Guatemala, en el Norte del departamento de Chiquimula con una extensión territorial de 90 km², es parte de la región Nororiente o región III de Guatemala. Se ubica en la latitud Norte de 14°46'12" y longitud Oeste de 91°10'58". Colinda al Norte con el municipio de Jocotán; al Sur con el municipio de Esquipulas; al Este con los municipios de San Jacinto y Quetzaltepeque y al Oeste con el municipio de Olopa, todos municipios del departamento de Chiquimula.

Figura 1. Mapa 1:50 000, del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN), hoja 2360 iii.

1.1.2. Accesos y comunicaciones

Para poder llegar desde la cabecera departamental al municipio se utiliza la Ruta CA-10, llegando a la altura de la aldea Vado Hondo en el kilómetro 180. Desde este punto, se desvía por la Ruta Nacional 21 que se dirige a la frontera de Honduras (El Florido). Al llegar al kilómetro 191 se encuentra la cabecera municipal de San Juan Ermita.

La cabecera municipal se comunica con sus aldeas y caseríos, por medio de carreteras de terracería transitables en cualquier época del año, en vehículo de doble transmisión, algunos de estos tramos están pavimentados, o por veredas que se recorren a pie o en bestia. Para llegar al municipio de Jocotán, hay una distancia de ocho kilómetros; al municipio de Olopa 30 kilómetros; al municipio de Quetzaltepeque 42 kilómetros y al municipio de San Jacinto 18 kilómetros.

1.1.3. Topografía e hidrografía

En el municipio de San Juan Ermita predominan las pendientes superiores a 55%, que ocupan el 52% del área del municipio; siguen las que se encuentran en un rango de 26%-36%, que ocupan el 30% del área del territorio municipal; las pendientes entre 36%-55%, ocupan el 10% del área del municipio; solamente el 6% del territorio es apto para cultivos y son áreas localizadas principalmente en vegas de ríos, riachuelos y quebradas, presentando pendientes entre 0%-12% y, además, existen pequeñas extensiones correspondientes al 2% que presentan pendiente de 12%-26%.

Debido a estas características se considera el terreno de este municipio como quebrado u ondulado. El municipio está a 434,58 metros sobre el nivel del mar.

En el municipio predomina la micro cuenca del río Carcaj, que ocupa el 70% del área del municipio, en segundo lugar está la del río Shataqué que abarca un 26% del territorio del municipio; con porcentajes entre 1% y 2% se encuentra el río San Nicolás y las quebradas Morguán y Torja. Su hidrología es excelente, en la mayoría de comunidades se cuenta con pequeños nacimientos de agua o riachuelos.

1.1.4. Aspectos climáticos

La temperatura media anual oscila entre 23°C y 25°C; la precipitación pluvial varía entre 110 mm³ y 1 600 mm³. En el municipio de San Juan Ermita se identifican dos zonas de vida: el bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) que ocupa el 82% del área del municipio y el bosque seco subtropical (bs-S) con el porcentaje restante, que corresponde al 18%. Estos datos fueron obtenidos en la estación climatológica Camotán, ubicada en el municipio de Camotán del departamento de Chiquimula.

1.1.5. Actividades económicas

En el municipio de San Juan Ermita un 92% de la población económicamente activa, se dedica a la agricultura, este fenómeno está asociado a un bajo nivel de escolaridad y escasa o ninguna preparación para el trabajo, en consecuencia los ingresos son bajos y la dependencia de los recursos naturales es alta. El 4% se ocupa en artes mecánicas y otros oficios;

el 3% está ocupado en servicios y comercio y el 1% que corresponde a operadores de máquinas agrícolas.

En el municipio no se cuenta con actividades que generen fuente de empleo permanente para sus habitantes del área urbana y la rural, la única actividad que genera trabajo en mano de obra no calificada en el municipio, es la del “jornalero”, en actividades agropecuarias, de la construcción y en la extracción y procesamiento de minerales existentes, principalmente en el área rural, siendo estos trabajos temporales, con salarios que oscilan de Q.35,00 a Q50,00 por día. Otra fuente de empleo, es el de formar parte del sistema estatal, ya que muchos habitantes poseen títulos del nivel medio y consiguen emplearse en el magisterio u otro ministerio, con predominio en el área urbana.

1.1.6. Aspectos poblacionales

La población del municipio de San Juan Ermita es actualmente de 16 000 habitantes, de los cuales el 83% es no indígena y el 17% es indígena; ésta se distribuye en 39 centros poblados. La distribución de la población urbana y rural en el municipio de San Juan Ermita es del 12% para el área urbana y el 88% para el área rural.

El área urbana está conformada por la cabecera municipal y aldeas como Los Planes y Veguitas, que son comunidades con distribución continua y con población similar a la de la cabecera municipal. En la población por rangos de edad, predomina la población de edad productiva, representada por el 43% del total; en segundo lugar está el grupo entre 7 y 14 años (22 %) y en tercer lugar se encuentra el grupo menor de 6 años (21%); el grupo entre los 15 y 17 años comprende solamente el 7% de la población del área de estudio. La población mayor a 60 años representa el 8%, lo cual indica que la expectativa

de vida es muy baja, esto se relaciona directamente con las características de desnutrición y pobreza entre otros.

1.1.7. Educación

La educación formal en el municipio de San Juan Ermita, está conformada por varios sectores y niveles; dentro de estos sectores participa el sector oficial, sector privado, sector por cooperativa y sector municipal; cubriendo los niveles pre-primario, primario, nivel medio sólo el ciclo básico, en cuanto al diversificado tiene que hacerse en otros municipios, ya que este municipio no cuenta con un establecimiento en este nivel.

Según el Plan Estratégico de Planificación de la municipalidad de San Juan Ermita, el 45% de la población carece de cualquier nivel de estudios, el 47% cuenta con educación primaria y solamente el 7% de la población tiene educación media; en cuanto a la educación superior las cifras son más dramáticas, debido a que el porcentaje de personas con educación superior no rebasa el 0,5%, lo que quiere decir que por cada doscientos habitantes hay únicamente una persona con formación superior.

1.1.8. Recurso agua

El municipio de San Juan Ermita, a pesar de contar con 90 nacimientos y 7 ojos de agua, carece de un sistema que satisfaga las necesidades de la población.

Las comunidades que mantienen organización en cuanto administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable son: aldea Los Planes, aldea Buena Vista, aldea Caulotes, aldeas Tasharjá y

Los Encuentros, los demás sistemas son manejados informalmente por vecinos de manera empírica, por lo que en algunos casos existen deficiencias en la prestación del servicio, existiendo inclusive acueductos que suministran el vital líquido a la población de manera intermitente e inclusive de 2 ó 3 horas cada tres días.

1.2. Diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Ermita

1.2.1. Descripción de las necesidades

A través de una encuesta sanitaria y entrevistas realizadas a las autoridades y líderes del área rural del municipio, se determinaron las necesidades que a continuación se puntualizan:

- Sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Ceibita: actualmente no cuenta con un sistema capaz de satisfacer las necesidades a la comunidad.
- Ampliación del instituto de educación básica del casco urbano: el cual no cuenta con el espacio suficiente para albergar a los estudiantes de las aldeas adyacentes al casco urbano.
- Salón comunal: alrededor de tres aldeas de la población se ve afectada por la falta de un lugar apropiado, para el montaje de actividades socioculturales y eventos importantes en la comunidad.

1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades

1.2.2.1. Edificios escolares

La juventud, que es el futuro de la sociedad, no cuenta en este municipio con suficientes instalaciones educativas, que les permita recibir sus clases de manera segura y los institutos existentes resultan demasiado pequeñas e inseguras para todos los niños, así como también para los maestros.

Ésta es una de las principales causas por la cual los alumnos no terminan la educación básica y por lo cual la población alfabetizada del municipio es un porcentaje muy bajo, siendo éste del 54%.

Así también, cabe mencionar que en el municipio de San Juan Ermita se carece de establecimientos idóneos para formación técnica profesional y universitaria, lo cual hace que los jóvenes para continuar sus estudios, tengan que trasladarse a la cabecera departamental de Chiquimula.

1.2.2.2. Abastecimientos de agua potable

Mejorar el sistema de agua potable para el barrio La Ceibita, dado el crecimiento poblacional y territorial del municipio es la razón de este proyecto, volviéndose de urgencia la construcción de un sistema que pueda abastecer a 250 habitantes de dicho barrio. Con la construcción de este proyecto se estará ayudando a la salud, pues se disminuirá la probabilidad de posibles enfermedades gastrointestinales que puedan afectar a los habitantes de dicho municipio.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el Instituto de Educación Básica para el casco urbano, del municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de una edificación de dos niveles, la estructura será a base de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado. Cada uno de los niveles se dividirá en 3 aulas. Ambos niveles contarán con ventanales y corredor, el del segundo nivel con su respectivo barandal, así como también contará con losas de concreto armado como entrepiso y techo. La edificación en su totalidad estará conformada por seis aulas, cada una de 7,50 m de ancho y 6,30 m. Así también se construirá un módulo de gradas exteriores para acceder al segundo nivel.

Se espera que este edificio pueda albergar una población estudiantil de 180 alumnos, comprendidos entre las edades de 14 a 18 años.

2.1.2. Descripción del área disponible

El terreno disponible, tiene un área de 235 m² de forma irregular, de la cual se pudo optimizar un área de construcción de 190 m² considerando el resto como área de jardín.

2.1.3. Estudio de suelos

Para el análisis, se obtuvieron muestras del suelo inalterado. Los datos obtenidos del ensayo son:

- Descripción del suelo: arcilla limosa con presencia de grava color café
- Ángulo de fricción interna = $15,94^{\circ} \cong 0,27821$ rad
- Cohesión $C_u = 7,7$ Ton/m².
- Densidad seca = 1,48 Ton/m³
- Densidad húmeda = 1,90 Ton/m³
- Desplante (Z) = 1,50 m

2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo

Para efectos de cálculo, se aplicó la fórmula del Dr. Karl Terzaghi a los valores obtenidos del análisis.

Factores

N_q factor de flujo de carga

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \phi_r\right) \cdot \tan \phi}}{2 * \left(\cos 45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_q = 4,89$$

N_c factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot \phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = 13,63$$

N factor de flujo

$$N_{\gamma} = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi$$

$$N_{\gamma} = 3,36$$

q_o capacidad portante última

$$q_o = 0,4 * \gamma_s * B * N_{\gamma} + 1,3 * C * N_c + \gamma_s * D_f * N_q$$

$$q_o = 147,74$$

q_{on} capacidad portante neta última

$$q_{on} = q_o - \gamma_s * D_f$$

$$q_{on} = 145,74$$

V_s valor soporte

$$V_s = \frac{q_{on}}{FS} \quad \text{donde F.S} = \text{factor de seguridad} = 3$$

$$V_s = 48,58 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}, \text{ por seguridad} \approx 35 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

2.1.4. Normas para el diseño de edificios

De acuerdo al reglamento que norma la construcción de edificios para educación, el Ministerio de Educación, se aplicó todo lo concerniente a los requisitos que debe cumplir la edificación.

2.1.4.1. Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que se toman para el diseño, se puede mencionar: ubicación del edificio, altura de ventanas, iluminación, entre otros.

2.1.4.2. Criterios de conjuntos

Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los alumnos que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

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

2.1.4.3. Criterios de iluminación

La iluminación, sea ésta natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuída, debiendo evitarse la proyección de sombras y contrastes muy marcados, estudiando la relación entre las fuentes de

iluminación y las posiciones de los alumnos, sobre todo en razón de que éstas pueden variar por el carácter flexible de las actividades.

Para el establecimiento del nivel de iluminación óptimo de los diferentes locales de un edificio escolar, se debe considerar la iluminación sobre áreas de trabajo, ésta se da en luces y varía de acuerdo a la naturaleza de la actividad y a la edad de los alumnos, como se muestra en la tabla que da los niveles de iluminación recomendados por el tipo de local.

La iluminación que penetra a un local no sólo depende de la cantidad de luz exterior, sino del número tamaño y la altura de las ventanas, así por ejemplo, para una misma área de ventanas, el promedio de iluminación será mayor y la distribución de la luz será mejor, cuanto más altas se encuentren localizadas las mismas.

2.1.4.4. Otros criterios

- Criterios de color: el color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.
- Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.
- Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los estudiantes. Para que exista un confort acústico, es

necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en un aula pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlos.

2.1.5. Diseño arquitectónico

Las aulas se diseñaron con capacidad para 30 alumnos con un área interna de salón de 47,00 m² tienen forma rectangular de 7,50 * 6,30 m. El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios, tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, crecimiento poblacional, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno

Para la ubicación de las aulas se tomó en cuenta la disposición del área total de 235 m², de la cual se pudo optimizar un área de construcción de 190

m², considerando los 45 m² restantes como área de jardín; los cuales circulan el perímetro de la construcción.

2.1.5.2. Distribución de ambientes

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

2.1.5.3. Alturas del edificio

Cada nivel posee una altura de 3,00 metros, por lo que la altura total del edificio es de 6,00 metros.

2.1.6. Selección del sistema estructural a usar

La estructura propuesta es con base en un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado, muros (tabiques) de mampostería de block, losas planas de concreto reforzado, que den resistencia a la estructura cuando éste se vea sometido a fuerzas de sismo y a otras, así también hay que tomar en cuenta que es una construcción permanente con respecto al tiempo de vida útil que va de 30 a 40 años.

2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

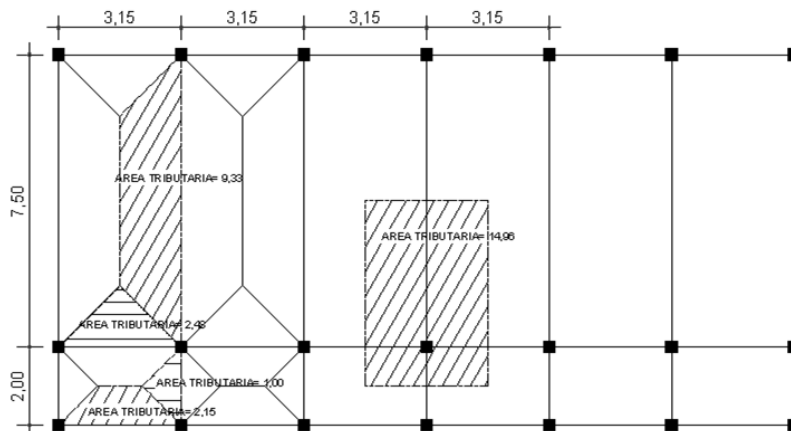
Predimensionar la estructura es dar medidas preliminares a los elementos que la componen, que serán utilizados para soportar las cargas

aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y/o utilizar métodos analíticos cortos.

2.1.6.1.1. Columnas

Se determinó la sección de la columna aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento. Según lo que establece el código ACI 318-05, Capítulo 10, ecuación (10-2). En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de la columna, tomando la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Figura 2. Áreas tributarias



Fórmula:
$$P = 0,80 \left[(0,85 * f_c (A_g - A_{st}) + F_y * A_{st}) \right]$$

$$1\% < A_{st} < 6\% A_g$$

Donde:

P = carga axial por área tributaria

f'_c = resistencia especificada a la compresión del hormigón (Mpa)

A_{st} = área total de armadura longitudinal (1%)

F_y = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo no pretensado (Mpa)

A_g = área total de la sección

Solución: $P = 14,96 \text{ m}^2 * 2 * 2\,400 = 71\,808 \text{ kg}$

$$71\,808 = 0,80[(0,85 * 210(A_g - 0,01) + 2\,810 * 0,01)]$$

$$71\,808 = 178,5 * A_g - 28,10$$

$$A_g = 402,44 \text{ cm}^2$$

Por seguridad se propone una columna de $30 \times 30 \text{ cm}^2$.

2.1.6.1.2. Vigas

Para predimensionar las vigas el método utilizado determina el peralte o altura de la viga, ésta depende de la luz que cubra la viga. La base de la viga que a criterio del diseñador se usa aquí, es el ancho de las columnas. En este caso sólo se calcula la viga crítica, es decir; la de mayor longitud, quedando las demás con igual sección.

Según Código ACI el espesor mínimo de vigas no pretensadas con un extremo continuo es $L/18,5$; donde L es la luz máxima, por lo que se tiene:

$$h_{\text{viga}} = \frac{7,5}{18,5} = 0,405 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$$

Sección para vigas propuesta de 0,30 m * 0,50 m.

2.1.6.1.3. Losas

El método empleado usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados, aunque se tienen diferentes medidas de losa se toma la crítica y el peralte resultante se usa en ambas.

$$t_{\text{losa}} = \frac{(\text{perimetro de losa})}{180}$$

$$t_{\text{losa}} = \frac{(3,15 * 2 + 7,50 * 2)}{180} = 0,118 \approx 0,12 \text{ m}$$

Utilizar $t = 0,12 \text{ m}$.

Figura 3. Marco típico en sentido "X"

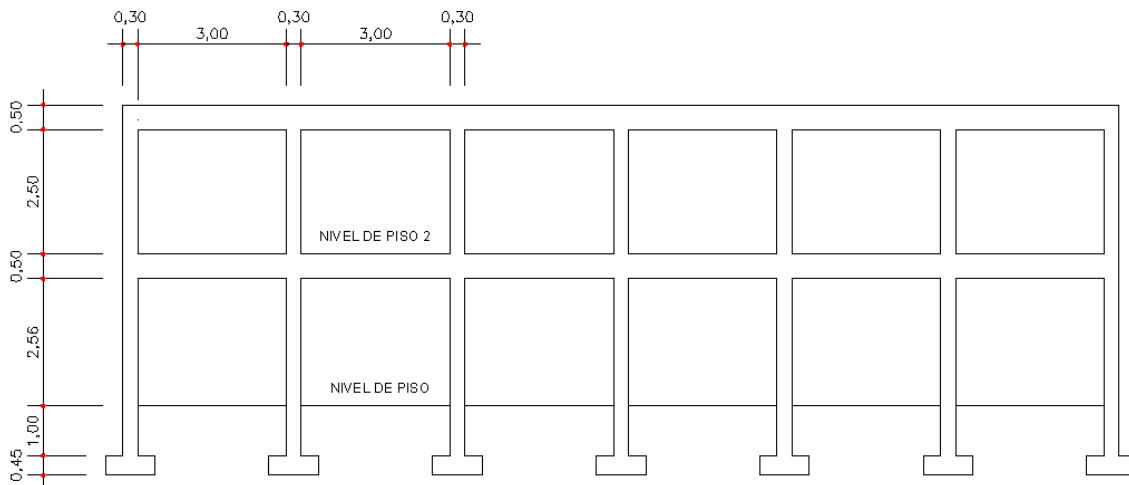
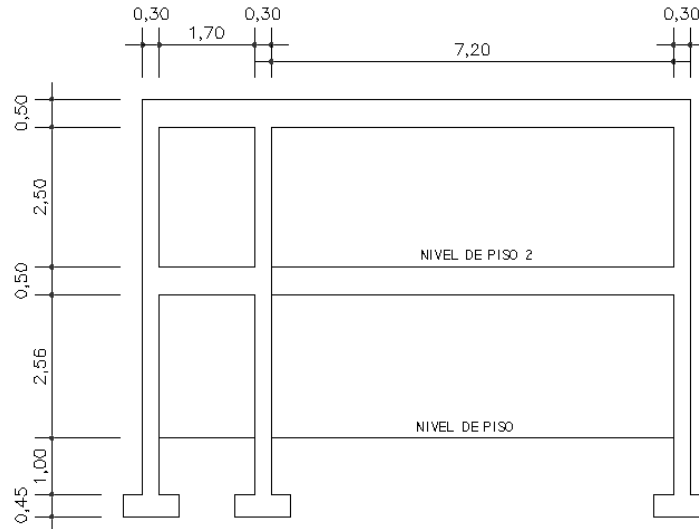
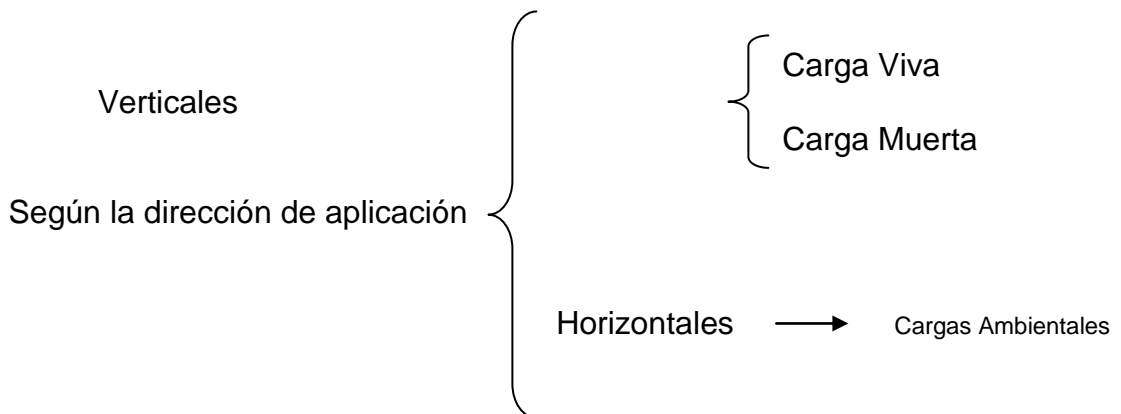


Figura 4. Marco típico en sentido “Y”



2.1.6.2. Cargas de diseño

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente tipo por lo cual se utilizan distintos métodos para su clasificación, en este caso se hace una distinción según la dirección de su aplicación. Las cargas que actúan sobre la estructura son las siguientes:



2.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Cargas vivas: son las cargas de ocupación y equipos móviles. Pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación. La magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.

Cargas muertas: son las cargas permanentes, debidas al peso de los elementos estructurales y de los elementos que actúan en forma permanente sobre la estructura.

La mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Se calculan con buena aproximación, de acuerdo a la conformación de la misma y de los materiales.

CARGA MUERTA (CM)

Peso del concreto = 2 400 kg /m³

Peso de acabados = 60 kg / m²

Peso de muros = 250 kg /m²

Fuente: Norma AGIES NR-2:2 000, pag. 28

CARGA VIVA (CV)

En techo = 100 kg / m²

En pasillo = 500 kg / m²

En aulas = 300 kg / m²

- Integración de cargas verticales

- Segundo nivel

CARGA MUERTA

$$W_{\text{losa}} = \left(18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 2 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$W_{\text{losa}} = 51,71 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{viga}} = \left[(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m})(7 * 9,50 \text{ m} + 3 * 18,90 \text{ m}) \left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \right]$$

$$W_{\text{viga}} = 44,35 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{columna}} = \left(0,30 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 1,50 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 21 \right)$$

$$W_{\text{columna}} = 6,80 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = \left(20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} \right)$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 3,59 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = \left(25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} \right)$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 4,49 \text{ Ton}$$

Total de carga muerta segundo nivel = 110,94 Ton

CARGA VIVA

$$W_{\text{viva2}} = \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} \right)$$

$$W_{\text{viva2}} = 17,96 \text{ Ton}$$

Total de carga viva segundo nivel = 17,96 Ton

PESO TOTAL DEL SEGUNDO NIVEL

$$W_{\text{total2}} = CM + 0,25CV$$

$$W_{\text{total2}} = 110,94 + 0,25(17,96) \text{ Ton}$$

$$W_{\text{total 2}} = 115,43 \text{ Ton}$$

PESO TOTAL DEL SEGUNDO NIVEL = 115,43 Ton

- Primer nivel

CARGA MUERTA

$$W_{\text{losa}} = \left(18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$W_{\text{losa}} = 51,71 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{viga}} = \left[(0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m})(7 * 9,50 \text{ m} + 3 * 18,90 \text{ m}) \left(2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \right]$$

$$W_{\text{viga}} = 44,35 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{columna}} = \left(0,30 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 5,56 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 21 \right)$$

$$W_{\text{columna}} = 25,22 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = \left(20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} \right)$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 3,59 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = \left(25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90 \text{ m} * 9,50 \text{ m} \right)$$

$$W_{\text{instalaciones}} = 4,49 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{zapata}} = \left(1,20 \text{ m} * 1,20 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 21 \right)$$

$$W_{\text{zapata}} = 29,03 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{muros}} = (2,40 \text{ m} * 18,90 \text{ m} * 2 + 7,00 \text{ m} * 7,50 \text{ m} * 4) \left(60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$W_{\text{muros}} = 18,04 \text{ Ton}$$

Total de carga muerta primer nivel = 176,43 Ton

CARGA VIVA

$$W_{\text{viva1}} = \left(300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90\text{m} * 7,50\text{m} \right) + \left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 18,90\text{m} * 2,00\text{m} \right)$$

$$W_{\text{viva1}} = 61,43 \text{ Ton}$$

Total de carga viva primer nivel = 61,43 Ton

PESO TOTAL DEL PRIMER NIVEL

$$W_{\text{total1}} = \text{CM} + 0,25\text{CV}$$

$$W_{\text{total1}} = 176,43 + 0,25(61,43) \text{ Ton}$$

$$W_{\text{total1}} = 191,79 \text{ Ton}$$

PESO TOTAL DEL PRIMER NIVEL = 191,79 Ton

RESUMEN

$$W \text{ primer nivel} = 191,79 \text{ Ton}$$

$$W \text{ segundo nivel} = 115,43 \text{ Ton}$$

PESO TOTAL DEL EDIFICIO = 307,22 Ton

2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Cargas ambientales: en Guatemala se toma en cuenta principalmente las cargas debidas al sismo.

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Además, el análisis realizado con la fuerza de sismo, cubre los efectos que podría causar la fuerza de viento si se presentara.

2.1.6.3. Fuerzas sísmicas

Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas en una estructura, se puede utilizar el método SEAOC y el método de AGIES. Para este proyecto se utilizó el método SEAOC, el cual se describe a continuación:

- Corte basal (V): Es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura. Se calcula en base a la fórmula siguiente:

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

Donde:

Z: coeficiente que depende de la zona sísmica, para Chiquimula = 1

I: coeficiente que depende del tipo de ocupación e importancia de la estructura.

Valores de I según el Capítulo 13 del Código SEAOC:

Complejo esencial, 1,50

Complejo de alto riesgo, 1,25

Todos los demás, 1,00

Utilizar I = 1,3

C: coeficiente que depende del período natural de vibración, está dado por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} ; t = \frac{\text{espesor losa} * H}{\sqrt{B}}$$

donde C no puede ser mayor de 0,12 y $T = \frac{0,0906 * H}{\sqrt{B}}$

donde: H = altura del edificio, B = base del edificio

S: coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimenta la estructura, si se desconoce usar 1,5, chequear C*S 0,14, si el producto de estos coeficientes exceden este valor, tomar C*S = 0,14

K: factor que refleja la ductilidad de la estructura = 0,67

W: peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

Como el sismo actúa en diferentes direcciones, es necesario evaluar el corte basal en las direcciones "X" y "Y" (longitudinal y transversal respectivamente).

En el sentido X del caso estudiado:

Entonces:

$$T = \frac{0,0906 \times 7,06}{\sqrt{18,9}} = 0,147 \text{ s}; \quad C = \frac{1}{15\sqrt{0,147}} = 0,17 \text{ Por lo que se utiliza } 0,12$$

$S = 1,5$ por que no se conoce el valor de S , se utiliza el mayor valor permitido.

El valor de CS debe ser menor a $0,14$ el valor conjunto de $C*S$

$$C * S = (0,12 * 1,5) = 0,18 \text{ por lo que se utiliza, } C*S=0,14$$

$$V = V_x = V_y = [(1 * 1,3 * 0,67 * 0,14 * 307,22)]$$

$$V = 37,46 \text{ Ton}$$

- Fuerzas por Nivel

Según la sección I(E) del Código SEAOC, la fuerza total lateral “V” puede ser distribuida en toda la estructura.

Donde:

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

Condiciones a cumplir, dadas en la sección I(E) del Código SEAOC:

Si $T < 0,25$ segundos; $F_t = 0$

Si $T > 0,25$ segundos; $F_t = 0,07 T*V$

Donde:

T = período fundamental de la estructura

El corte basal V o el valor de la fuerza puede ser distribuida en los niveles de la estructura, con la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) - W_i * H_i}{\sum W_i * H_i}$$

Donde:

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

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

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

Cálculo de F_n respecto al eje X y Y

Como $t = 0,25$,

Fuerza en la cúspide $F_t = 0,00$

Fuerza por Nivel

$$F_2 = \frac{[(37,46 - 0)(115,43 * 7,06)]}{[(191,79 * 4,06) + (115,43 * 7,06)]}$$

$F_2 = 19,16$ Ton

$$F_1 = \frac{[(37,46 - 0)(191,79 * 4,06)]}{[(191,79 * 4,06) + (115,43 * 7,06)]}$$

$$F_1 = 18,30 \text{ Ton}$$

Chequeando:

$$V = F_t + F_2 + F_1$$

$$V = 0 + 19,16 + 18,30 \text{ Ton}$$

$$V = 37,46 \text{ Ton}$$

2.1.6.4. Fuerza por marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

En las estructuras se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, cuando los marcos espaciados están simétricamente colocados. En caso contrario, de ser marcos asimétricos se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

- 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

$$F_m = \frac{F_2 + F_t}{\# \text{ de marcos}}$$

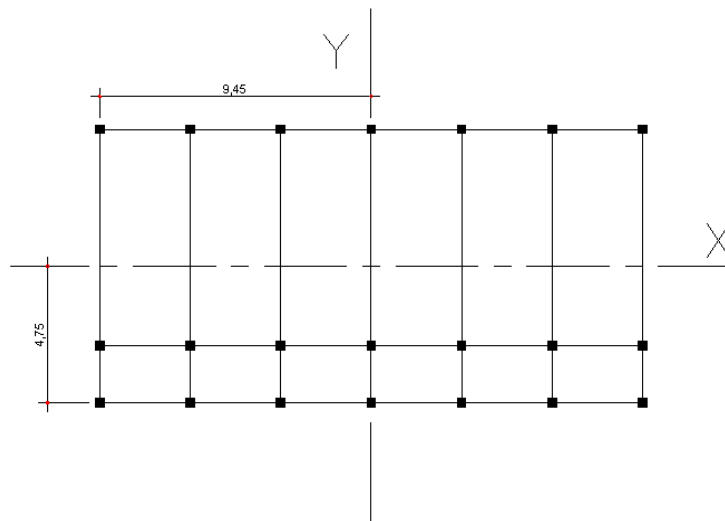
$$F_m = \frac{19,16 + 0}{7}$$

$$F_m = 2,61 \text{ Ton}$$

- Fuerza por marco x – x

En la figura 4, se puede observar que la estructura no es simétrica en X, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y uno arriba. Para analizar la torsión en las estructuras, se puede utilizar un método simplificado, el cual consiste en considerar por separado los desplazamientos relativos al edificio, ocasionados por la traslación y rotación de cada piso, considerando la rigidez de cada nivel y con esto determinado por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortes por torsión según su rigidez.

Figura 5. **Simetría de marcos en el edificio**



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. El tipo de estructura a analizar y el tipo de apoyo, determinan que ecuación de rigidez hay que utilizar, de las cuales podemos citar:

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{P * h^3}{3 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G} \right)}$$

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{P * h^3}{12 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G} \right)}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10 000 kg

h = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto $\left(15\,100 * \sqrt{f'_c} \right)$

I = inercia de elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez $(0,40 * E)$

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

Fuerzas 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 rotacional y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos.

$$F_m = F_{m'} \pm F_{m''}$$

$F_{m''}$ = fuerza rotacional

$$F_{m''} = \frac{(e * F_n)}{E_i}$$

$F_{m'}$ = fuerza traslacional

$$F_{m'} = \frac{(K_n * F_n)}{\sum K_i}$$

Donde:

K_m = rigidez del marco

k_i = rigidez total del nivel

d_i = distancia del CR a marco considerado

F_n = fuerza por nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo a cada marco

e = excentricidad

Segundo Nivel

Rigidez de columna x – x utilizando la fórmula de voladizo por ser el último nivel

$$K = \frac{1}{\left(\frac{10\,000 * 300^3}{3 * 15\,100 * \sqrt{210} * \frac{30^4}{12}} + \frac{1,2 * 10\,000 * 300}{30^2 * 0,4 * 15\,100 * \sqrt{210}} \right)}$$

$$K = 0,163$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, entonces:

$$K_m = K_{c1} + K_{c2} + K_{c3} + K_{c4} + K_{c5} + K_{c6} + K_{c7}$$

$$K_m = 0,163 * 7$$

$$K_m = 1,141$$

Tabla I. **Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel**

MARCO	K	L	KL
1	1,141	9,50	10,840
2	1,141	2,00	2,282
3	1,141	0,00	0,00
Sumatoria	3,423		13,122

Centro de rigidez = CR

$$CR = \frac{\sum K * L}{\sum K} = \frac{13,122}{3,423} = 3,833$$

$$CM_X = \frac{9,50}{2,00} = 4,75 \text{ m}$$

$$CM_Y = \frac{18,90}{2,00} = 9,45 \text{ m}$$

$$e = CM - CR = 4,75 - 3,833 = 0,917 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín}} = 5\% * H_{\text{del edificio}}$$

$$e_{\text{mín}} = 0,05 * 7,56 = 0,378 \text{ m}$$

$e_x > e_{\text{mín}}$, por lo que se considera que si existe torsión en el sentido X.

Figura 6. Localización del centro de masa y centro de rigidez

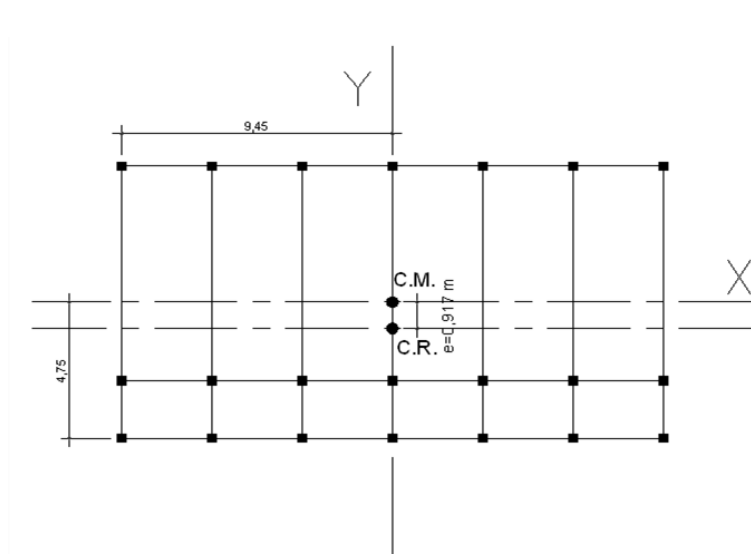


Tabla II. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	K_m	D_i	$K_m * D_i$	$(K_m * D_i)^2$	E_i	$F_{m'}$	$F_{m''}$	F_m
1	1,141	5,667	6,466	41,809	11,524	6,387	1,525	7,91
2	1,141	-1,833	-2,091	4,372	-35,627	6,387	-0,493	5,89
3	1,141	-3,833	-4,373	19,123	-17,037	6,387	-1,031	5,36
	3,423			65,304				19,16

Primer Nivel

Por ser el primer nivel, la columna se trabaja como doblemente empotrada.

$$K = \frac{1}{\left(\frac{10\,000 * 400^3}{12 * 15\,100 * \sqrt{210} * \frac{30^4}{12}} + \frac{1,2 * 10\,000 * 400}{30^2 * 0,4 * 15\,100 * \sqrt{210}} \right)}$$

$$K = 0,272$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, entonces:

$$K_m = K_{c1} + K_{c2} + K_{c3} + K_{c4} + K_{c5} + K_{c6} + K_{c7}$$

$$K_m = 0,272 * 7$$

$$K_m = 1,904$$

Tabla III. **Cálculo del centro de rigidez en el primer nivel**

MARCO	K	L	KL
1	1,904	9,50	18,088
2	1,904	2,00	3,808
3	1,904	0.00	0.00
Sumatoria	5,712		21,896

Centro de rigidez = CR

$$CR = \frac{\sum K * L}{\sum K} = \frac{13,122}{3,423} = 3,833$$

$$CM_x = \frac{9,50}{2,00} = 4,75 \text{ m}$$

$$CM_y = \frac{18,90}{2,00} = 9,45 \text{ m}$$

$$e = CM - CR = 4,75 - 3,833 = 0,917 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín}} = 5\% * H_{\text{del edificio}}$$

$$e_{\text{mín}} = 0,05 * 7,56 = 0,378 \text{ m}$$

$e_x > e_{\text{mín}}$, por lo que se considera que si existe torsión en el sentido X

Tabla IV. **Fuerza por marco por torsión del primer nivel**

	K_m	D_i	$K_m * D_i$	$(K_m * D_i)^2$	E_i	$F_{m'}$	$F_{m''}$	F_m
1	1,904	5,667	10,790	116,424	16,855	6,10	0,996	7,10
2	1,904	-1,833	-3,490	12,180	-52,110	6,10	-0,322	5,78
3	1,904	-3,833	-7,298	53,261	-24,920	6,10	-0,673	5,42
	5,712			181,865				18,30

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

Para efecto de análisis estructural, se utilizó el *software* SAP2000 para la obtención de los momentos en cada uno de los elementos estructurales, luego se realizó una comprobación; a través del método numérico de Kani, concluyendo que los resultados variaron en un porcentaje mínimo de 3%.

El análisis se realizó para cada una de las cargas, siendo estas: carga muerta, carga viva y sismo. Los datos se ingresaron al *software*, de acuerdo a los modelos resultantes de las cargas en el edificio, los cuales se presentan a continuación; para diseño estructural, se utilizan los resultados obtenidos del método numérico de KANI.

Figura 7. Marco típico sentido Y, cargas verticales y horizontales

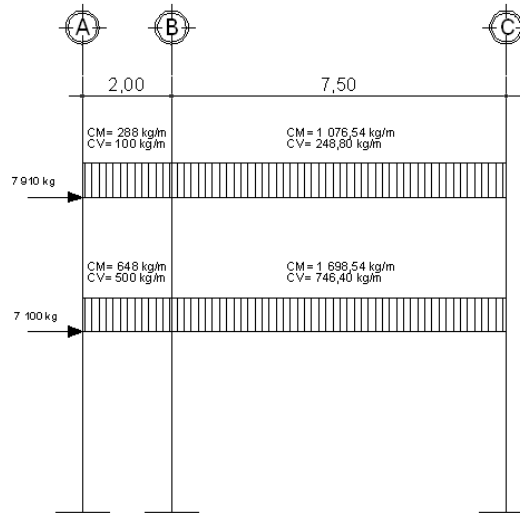
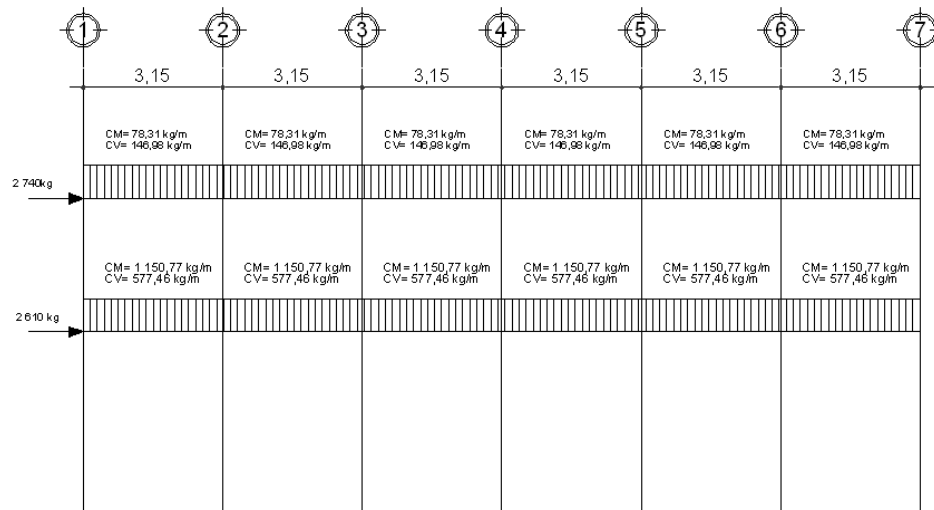


Figura 8. Marco típico sentido X, cargas verticales y horizontales



2.1.6.6. Diagramas de corte y momento

Figura 9. Diagrama de momentos, carga muerta en vigas del eje X

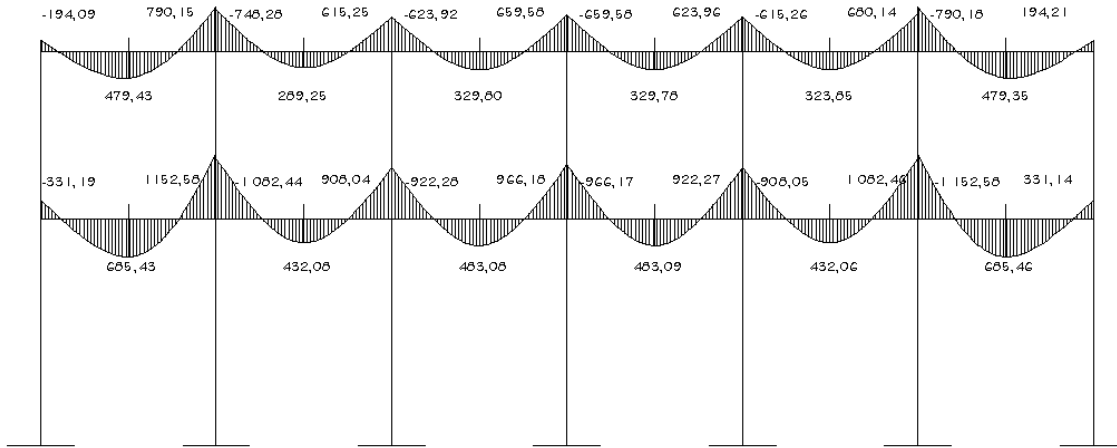


Figura 10. Diagrama de momentos, carga muerta en columnas del eje X

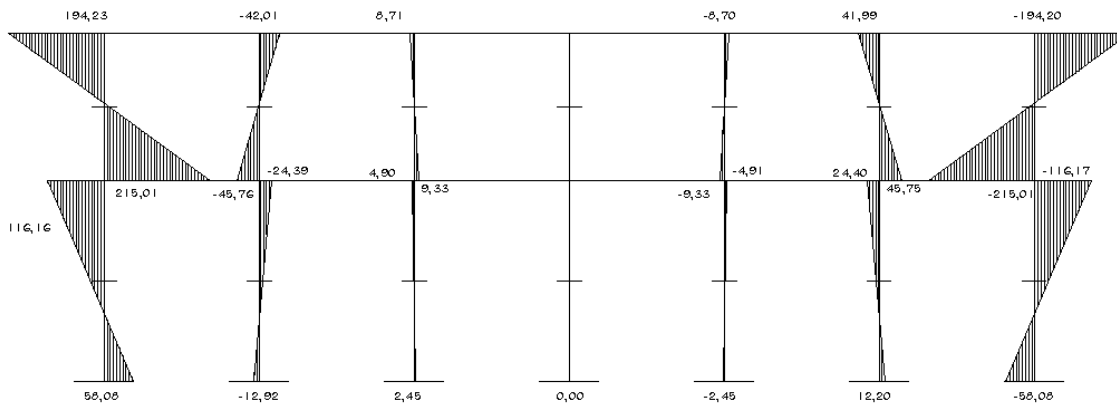


Figura 11. Diagrama de momentos, carga muerta en vigas del eje Y

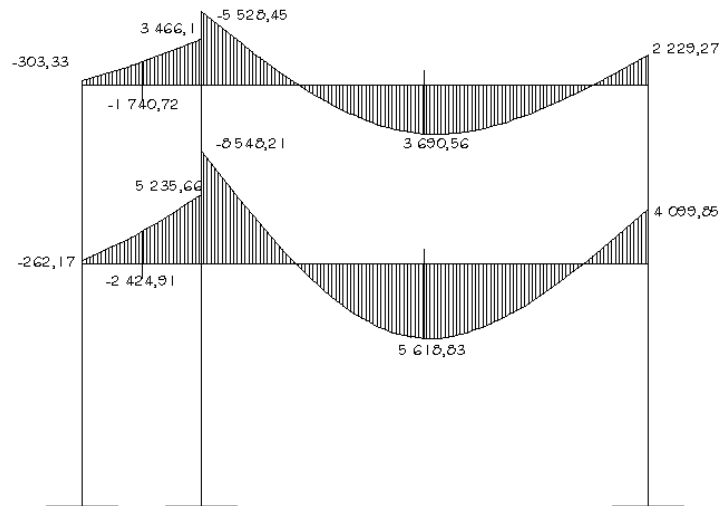


Figura 12. Diagrama de momentos, carga muerta en columnas del eje Y

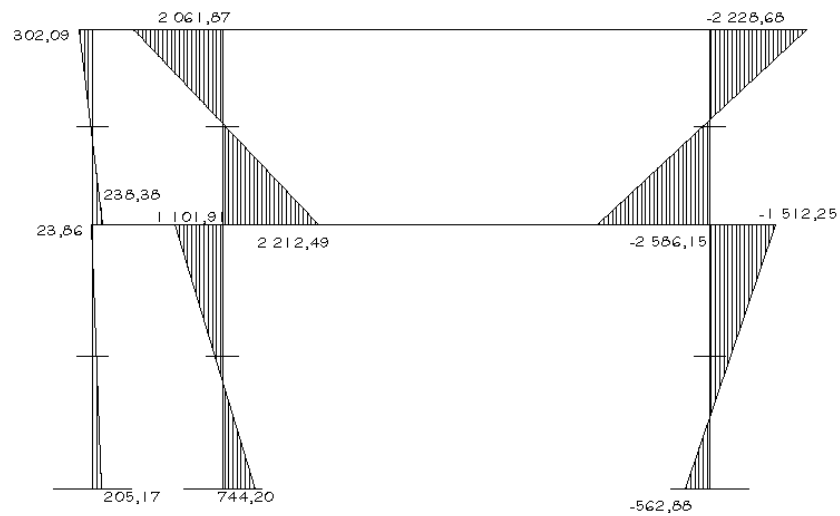


Figura 13. Diagrama de momentos, carga viva en vigas del eje X

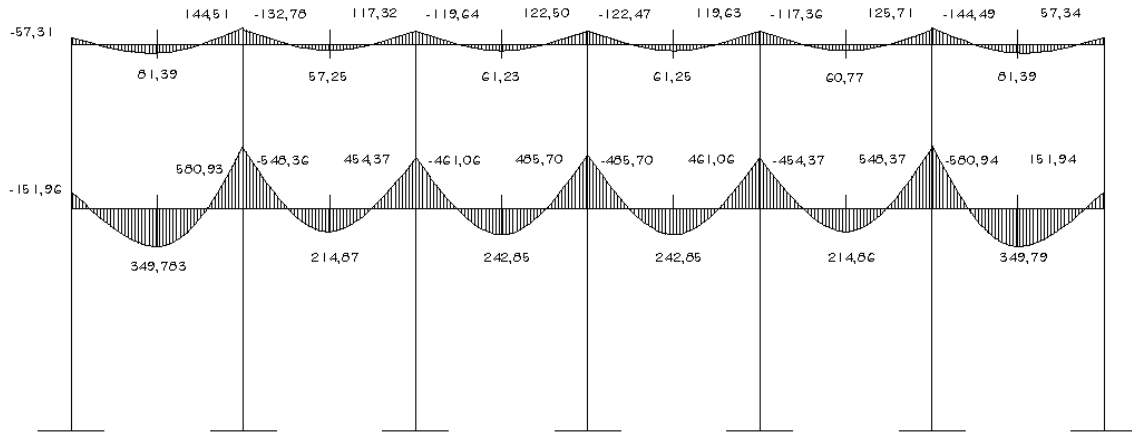


Figura 14. Diagrama de momentos, carga viva en columnas del eje X

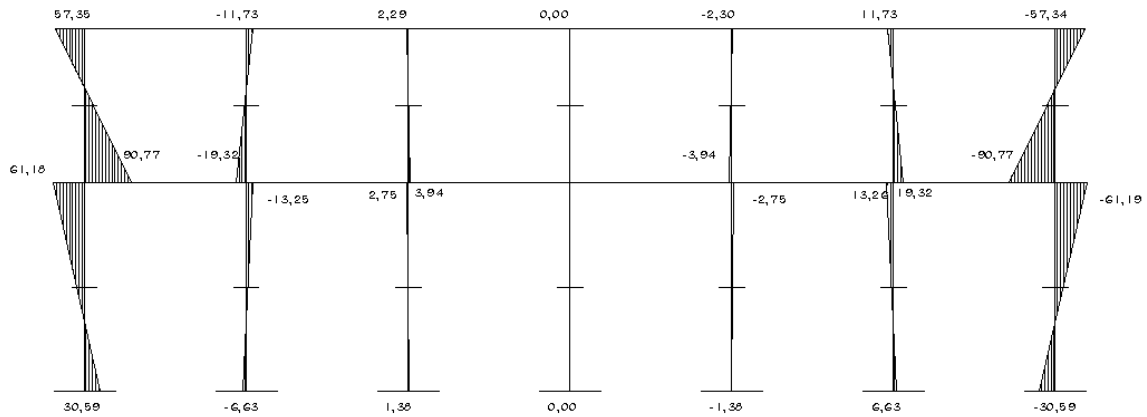


Figura 15. Diagrama de momentos, carga viva en vigas del eje Y

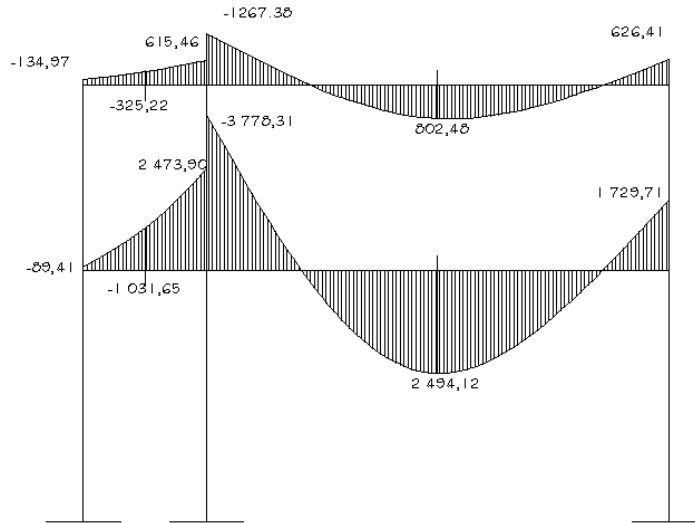


Figura 16. Diagrama de momentos, carga viva en columnas del eje Y

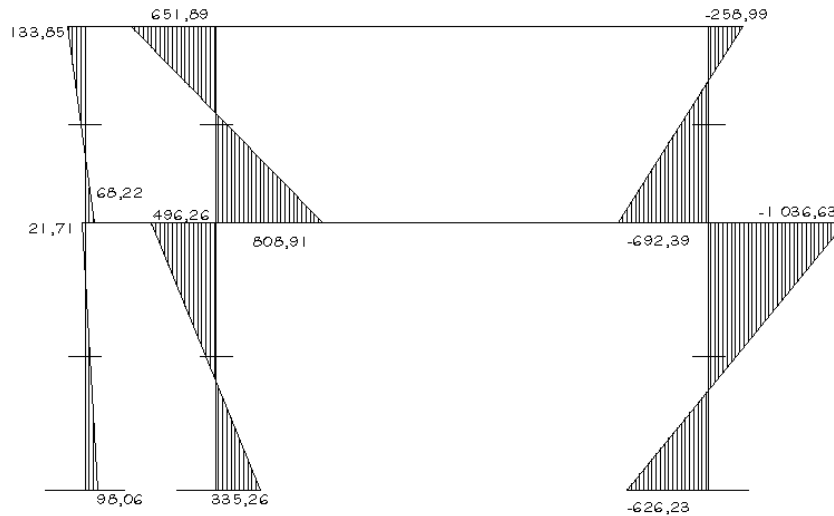


Figura 17. Diagrama de momentos, carga sísmica en vigas del eje X

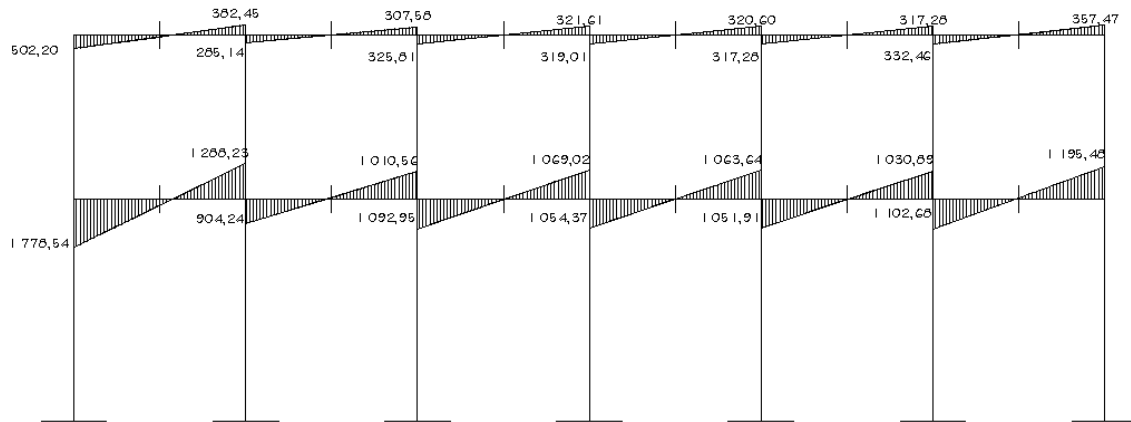


Figura 18. Diagrama de momentos, carga sísmica en columnas del eje X

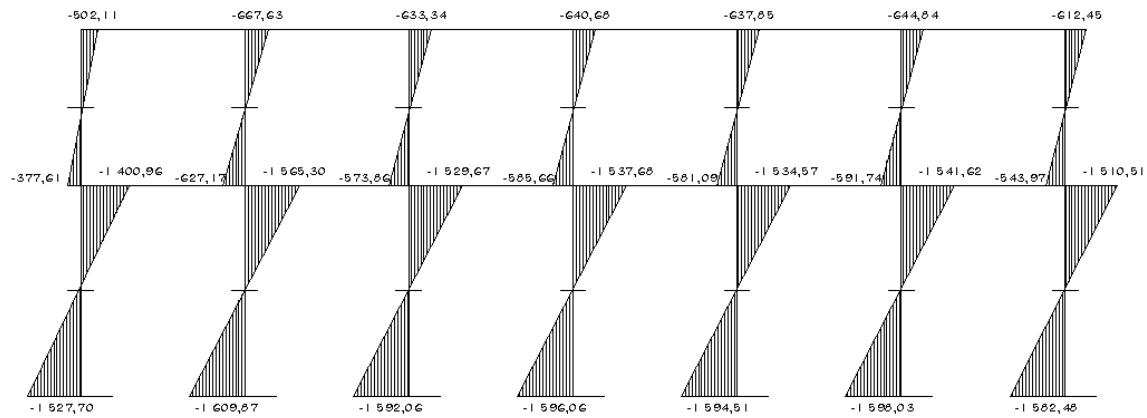


Figura 19. Diagrama de momentos, carga sísmica en vigas del eje Y

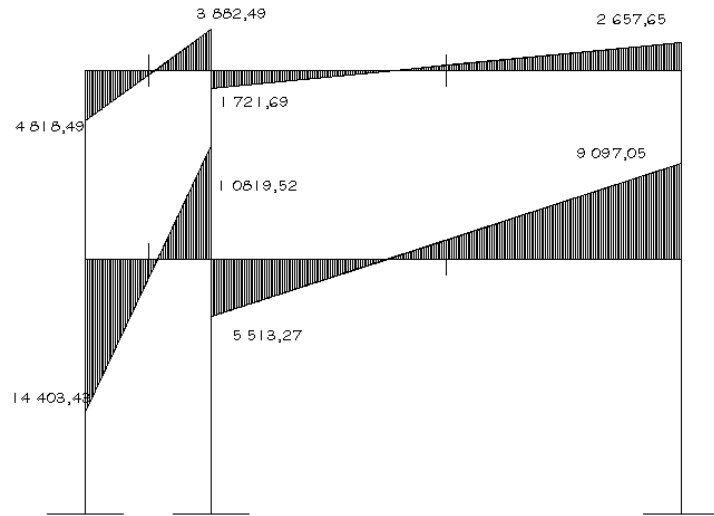
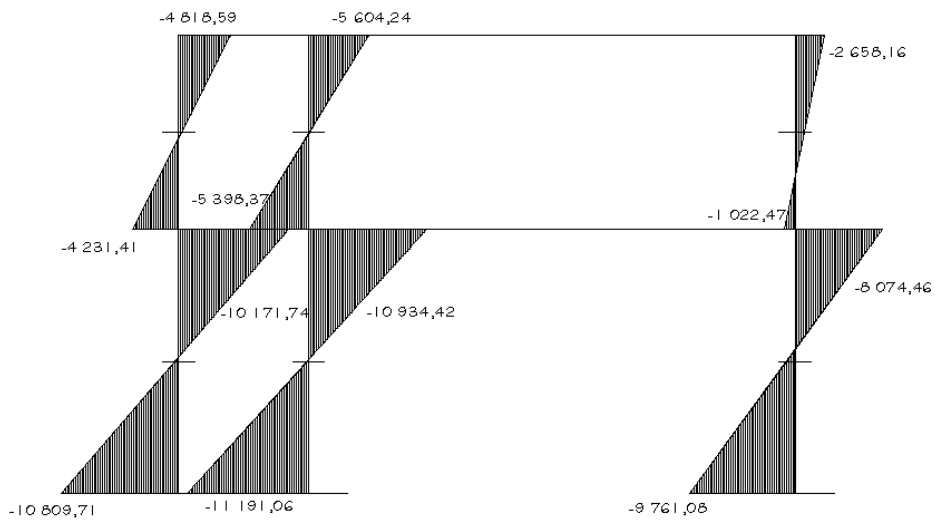


Figura 20. Diagrama de momentos, carga sísmica en columnas del eje Y



2.1.6.7. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos, que se pueden dar o que pueden ocurrir al suponer los efectos de cargas, tanto en columnas como en vigas.

El Código ACI propone las siguientes combinaciones de fórmulas para considerar la superposición de efectos:

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

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

$$M_{(+)} = 1,40 * M_{CM} + 1,7 * M_{CV}$$

- Momento de corte

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

Corte en vigas:

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

Corte en columnas:

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

Cálculo de la envolvente de momentos y momento de corte en marcos

Sentido X envolvente de momentos en segundo nivel en los ejes 1-2:

$$M_{1(-)} = 0,75[1,4 * (-194,09) + 1,7 * (-57,313) - 1,87 * (502,204)]$$

$$M_{1(-)} = -981,204 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{1(+)} = 1,4 * (479,43) + 1,7 * (81,392)$$

$$M_{1(+)} = 809,57 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{2(-)} = 0,75[1,4 * (790,15) + 1,7 * (144,51) + 1,87 * (382,45)]$$

$$M_{2(-)} = 1\ 550,29 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{1(-)} = 0,90 * (-194,09) - 1,43 * (502,204) = -892,83 \text{ kg} - \text{m} < M_{1(-)} \text{ anterior}$$

$$M_{2(-)} = 0,90 * (790,15) + 1,43 * (382,45) = 1\ 258,03 \text{ kg} - \text{m} < \text{el } M_{2(-)} \text{ anterior}$$

$$M_{1\text{col}} = 0,75[1,4 * (215,01) + 1,7 * (90,77) - 1,87 * (-377,61)]$$

$$M_{1\text{col}} = 871,09 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{1\text{col}} = 0,75[1,4 * (215,01) + 1,7 * (90,77) + 1,87 * (-377,61)]$$

$$M_{1\text{col}} = -188,11 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{2\text{col}} = 0,75[1,4 * (194,23) + 1,7 * (57,35) - 1,87 * (-502,11)]$$

$$M_{2\text{col}} = 981,27 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{2\text{col}} = 0,75[1,4 * (194,23) + 1,7 * (57,35) + 1,87 * (-502,11)]$$

$$M_{2\text{col}} = -427,15 \text{ kg} - \text{m}$$

Sentido X envolvente de momentos en segundo nivel en los ejes 1-2:

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

$$V_{V1-2} = 0,75 * \left[\frac{1,4(783,31 * 3,15)}{2} + \frac{1,7(146,98 * 3,15)}{2} + \frac{1,87(502,20 + 382,45)}{3,15} \right]$$

$$V_{V1-2} = 1\,984,44 \text{ kg}$$

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

$$V_{C1} = \frac{871,09 + 981,27}{3}$$

$$V_{C1} = 617,45 \text{ kg}$$

$$V_{C2} = \frac{-952,29 - 995,43}{3}$$

$$V_{C2} = -649,24 \text{ kg}$$

Figura 21. Diagrama de momentos últimos en vigas del eje X

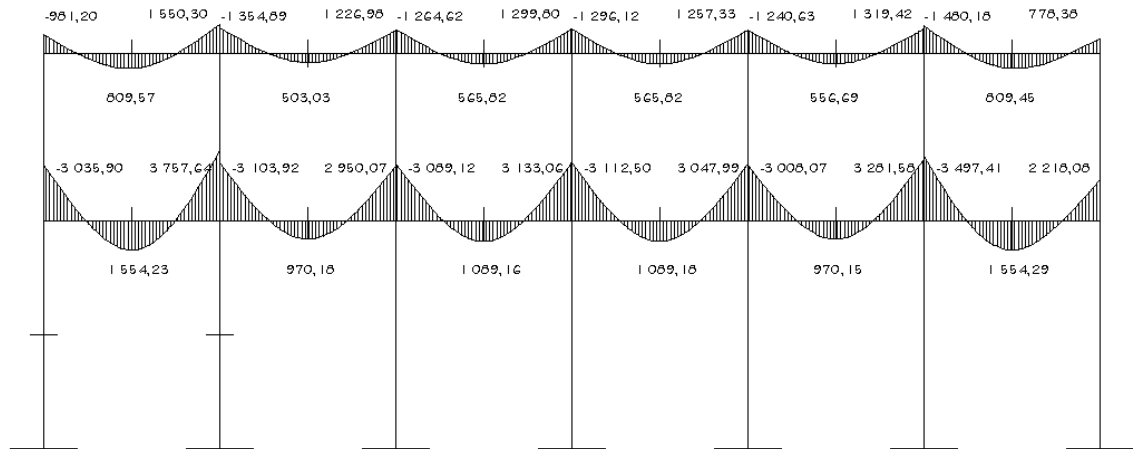


Figura 22. Diagrama de momentos últimos en columnas del eje X

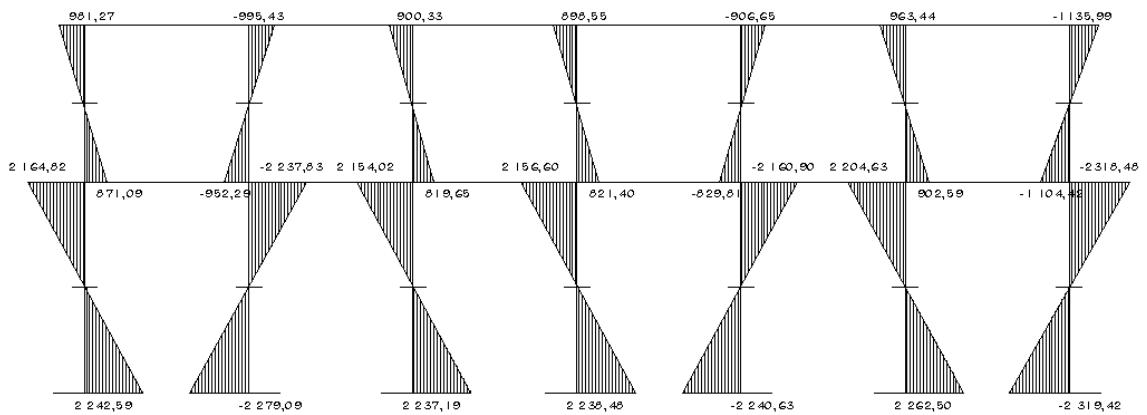


Figura 23. Diagrama de momentos últimos en vigas del eje Y

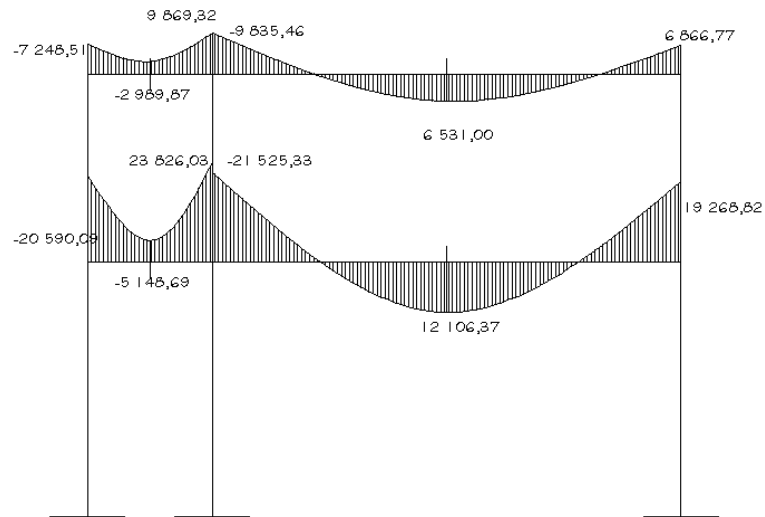


Figura 24. Diagrama de momentos últimos en columnas del eje Y

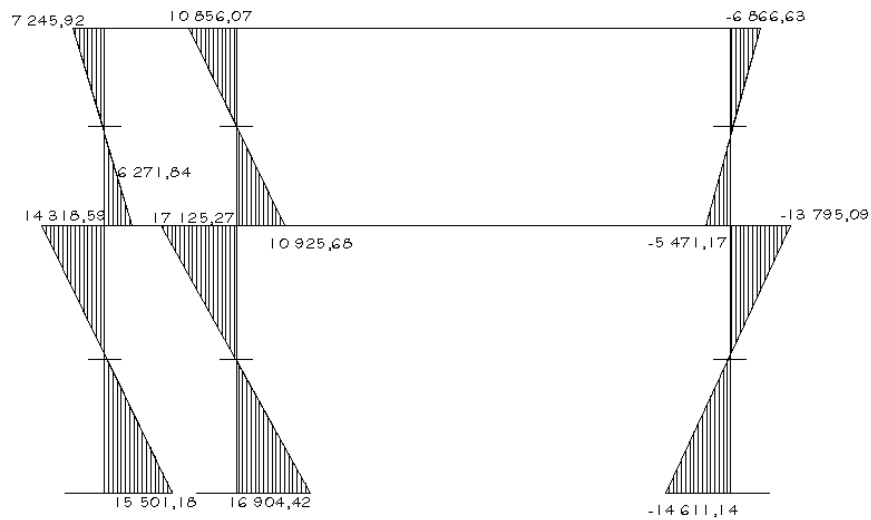


Figura 25. Diagrama de cortes últimos en vigas del eje X

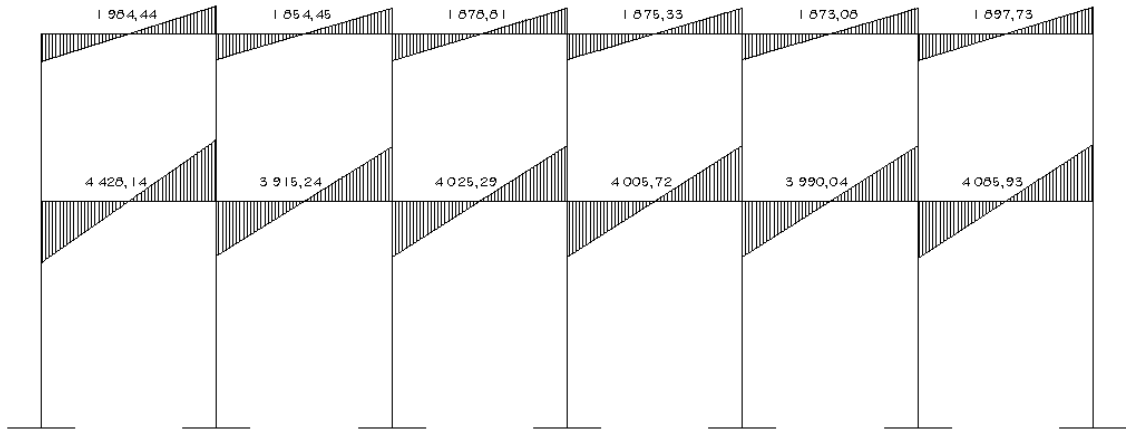


Figura 26. Diagrama de cortes últimos en columnas del eje X

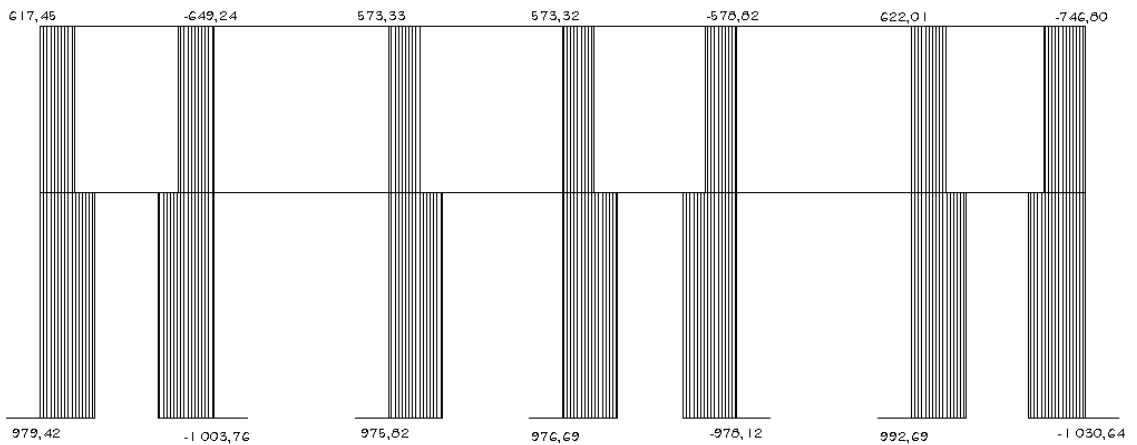


Figura 27. Diagrama de cortes últimos en vigas del eje Y

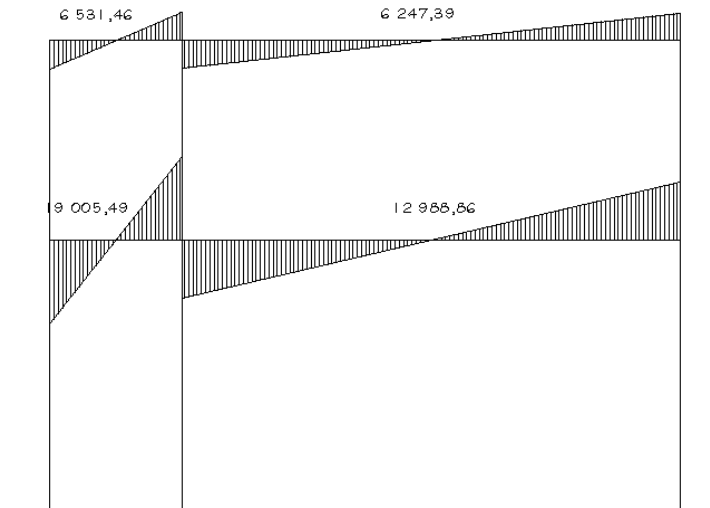
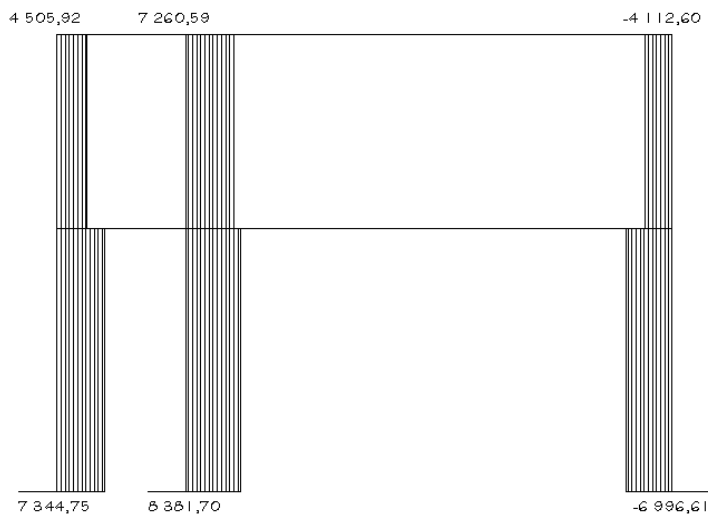


Figura 28. Diagrama de cortes últimos en columnas del eje Y



- **Diseño estructural**

El diseño estructural, es una serie de cálculos con el propósito de definir las características detalladas de los elementos que forman una estructura. La resistencia real, es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva.

Todas las cargas previsible que puedan actuar sobre el elemento, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio.

En el diseño estructural de este proyecto, se aplicaron las siguientes especificaciones:

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

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

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

$$E_s = 2,1 * 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$W_{\text{concreto}} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_{\text{muros}} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

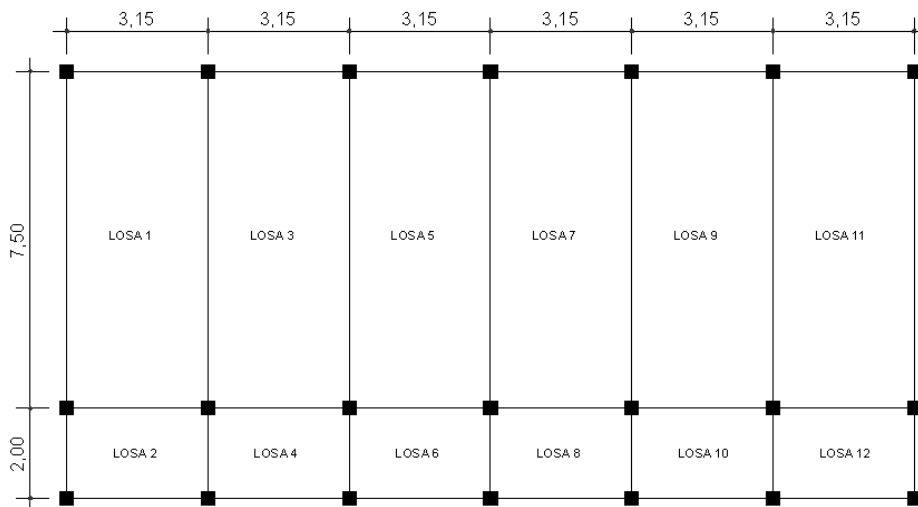
2.1.6.8. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubierta o techo. Se pueden trabajar en uno o dos sentidos, esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0,50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario se debe trabajar en un sentido.

Por su espesor, pueden dividirse en: cascarones ($t < 0,09$), planas ($0,09 \leq t \leq 0,15$) y nervuradas ($t < 0,15$). Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI-318-05.

Espesor de losa: el procedimiento para calcular el espesor de losa, se detalla en la sección de predimensionamiento estructural (2.1.6.1.3), dando como resultado: $t = 0,12$ metros.

Figura 29. Distribución de losas



Las losas del edificio educativo llevan el mismo diseño para los dos niveles, tomando en cuenta la figura 28, la distribución de las mismas hace que sus características de empotramiento sean iguales, siendo estas para el caso 4 las losas 1 y 11 y 2 y 12, estas parejas varían únicamente en sus dimensiones, para el caso 8 las losas 4, 6, 8 y 10 y para el caso 9 las losas 3, 5, 7 y 9, tomando que para cada caso corresponde un coeficiente diferente basado también en las dimensiones de las mismas, por lo que se trabajaron de la siguiente forma:

Carga muerta última: peso de losa + sobrecarga

$$CM_u = 1,4 \left(2 \cdot 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,12\text{m} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 543,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \approx 544 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga viva última: carga viva de aulas

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

Carga viva última: carga viva de pasillo

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

Carga última total para aulas

$$CU_T = 544 + 510 = 1\,054 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga última total para pasillo

$$CU_T = 544 + 850 = 1\,394 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

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

Momentos negativos:

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

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

Momentos positivos:

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

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

Donde:

C_{b-} = coeficiente para momentos negativos

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

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

Análisis para losas 1 y 11

$$m = \frac{3,15}{7,5} = 0,42 \approx 0,50; \text{ armadura en dos sentidos.}$$

Caso 4

$$M_{a(-)} = (0,094) * (1\ 054) * (3,15)^2 = 983,08 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{a(+)} = 0,059 * 544 * (3,15)^2 + 0,077 * 510 * (3,15)^2 = 708,13 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(-)} = 0,006 * 1\ 054 * 7,5^2 = 355,73 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)} = 0,004 * 544 * 7,5^2 + 0,005 * 510 * 7,5^2 = 265,84 \text{ kg} - \text{m}$$

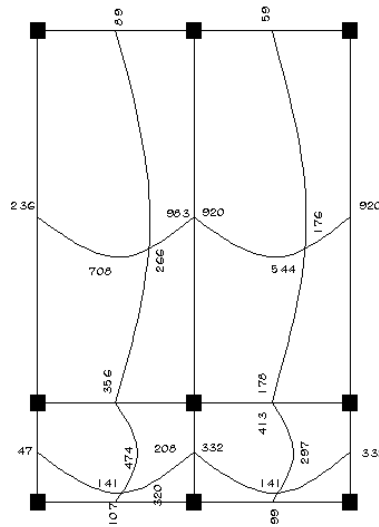
Como la losa analizada no tiene continuidad tanto en (a) como en (b), los momentos negativos para cada uno de estos lados se presentan a continuación:

$$M_{a(-)} = \frac{708,13}{3} = 236,04 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(-)} = \frac{265,84}{3} = 88,61 \text{ kg} - \text{m}$$

De la misma manera se calculan los momentos en todas las losas, únicamente variando los coeficientes para cada caso, el resultado se expresa en la siguiente figura.

Figura 30. **Momentos actuantes en losas**



Diseño de armado de losa: se considera como el diseño de viga con un ancho unitario de 1,00 m, el recubrimiento será de 2,5 cm, el espesor de 12 cm, según el predimensionamiento. Se utilizará varilla No 3.

Cálculo del peralte

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

$$d = 12 - 2,5 = 9,5 \text{ cm}$$

El área de acero mínimo ($A_{smín}$) en una losa, se calcula como el 40% del área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 1,00 m.

$$A_{smín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm})}{4,77 \text{ cm}^2} = 14,88 \text{ cm}$$

Momento que resiste el área de acero mínima

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

$$M_{asmín} = 0,90 \left[4,77 * 2810 \left(9,5 - \frac{4,77 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 110\,072,41 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{asmín} = 1\,100,72 \text{ kg} - \text{m}$$

Como el $M_{asmín}$ es mayor que todos los momentos requeridos en las losas, no se realizó balance de momentos. Por lo que todas las losas del primer y segundo nivel, van armadas con varillas No 3 @ 0,14 m, en ambos sentidos.

Chequeo por corte

$$V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = \frac{W * L}{2} = \frac{1\,394 * 3,15}{2} = 2\,195,55 \text{ kg}$$

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

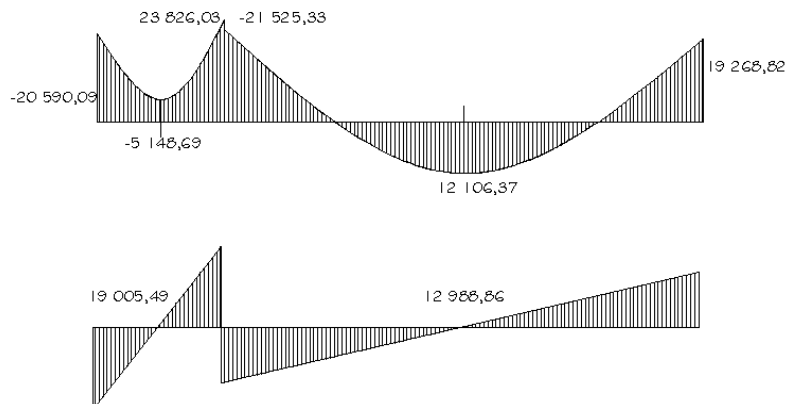
Si $V_r > V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$ el espesor es el adecuado, en caso contrario aumentar el espesor de la losa “t”, en este caso $V_r > V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$ el espesor es el adecuado.

2.1.6.9. Dise\~no de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresi3n, tensi3n y corte. Para su dise\~no se utilizan datos del an\~alisis estructural como lo son momentos \acute{u}ltimos y cortes \acute{u}ltimos actuantes.

La viga que se dise\~nar\~a a continuaci3n est\~a ubicada en el primer nivel del marco t\~ipico en el sentido Y. Los datos tomados del an\~alisis estructural, se muestran en las figuras 24 y 26. En esta gr\~afica se incluyen los momentos positivos, negativos, as\~i tambi3n los cortes \acute{u}ltimos.

Figura 31. **Diagrama de momentos y corte \acute{u}ltimos de la viga analizada**



Límites de acero

Sección= 0,30*0,50 m

Peralte = 46 cm

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

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810} * 30 * 46 = 6,92 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

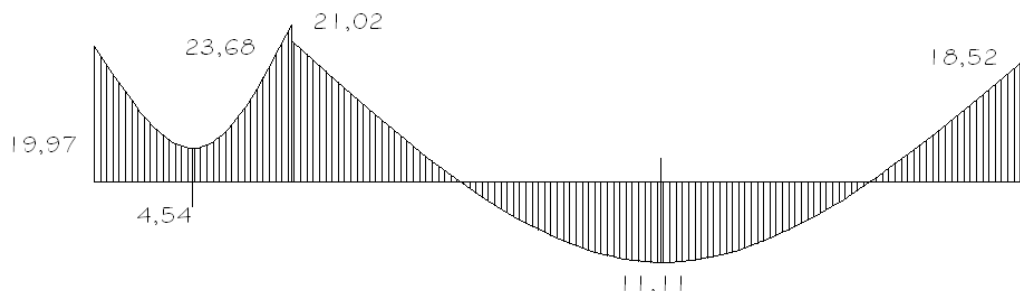
$$A_{s\text{máx}} = 0,01847 * 30 * 46 = 25,49 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal: utilizando los momentos dados se calculan las áreas de acero utilizando la fórmula:

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

Por lo que para cada uno de los momentos anteriormente descritos, necesitan un área de acero distinta, mostrada en la siguiente figura.

Figura 32. **Áreas de acero requeridas en viga analizada en (cm²)**



El capítulo 21 del Código ACI 318-05 en la sección 21.3.2.2 da los siguientes parámetros para calcular el refuerzo corrido y los bastones:

- La resistencia a momento positivo en la cara del nudo, no debe ser menor que el 50% de la resistencia a momento negativo en esa misma cara.
- La resistencia a momento negativo o positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor de un 25% de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.
- Se deben proporcionar como mínimo dos varillas corridas, en la cama superior e inferior.

En la siguiente tabla, se muestra el cálculo del refuerzo requerido para el diseño de la viga.

Tabla V. **Cálculo de acero**

Momento	As cm²	Varillas	Área Cubierta
20 590,09 kg-m	19,97 cm ²	3 # 8 + 2 # 6	20,90 cm ²
5 148,69 kg-m	4,54 cm ²	2 # 8 y 1 # 6	12,98 cm ²
23 826,03 kg-m	23,68 cm ²	3 # 8 + 2 # 8	25,34 cm ²
21 525,33 kg-m	21,02 cm ²	3 # 8 + 2 # 8	25,34 cm ²
12 106,37 kg-m	11,11 cm ²	2 # 8 y 1 # 6	12,98 cm ²
19 268,82 kg-m	18,52 cm ²	3 # 8 + 2 # 6	20,90 cm ²

Acero Transversal: éste tiene como objetivo mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de corte resistente:

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 46 = 9\,009,14 \text{ kg}$$

$$V_u = 12\,988,86 \text{ kg}$$

Chequeo de corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$, la viga necesita estribos sólo por armado con $S = \frac{d}{2}$

Si $V_r < V_u$, se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

Se propone utilizar estribos No. 3, se procede a calcular el espaciamiento de los estribos de acuerdo a los requerimientos de la sección 21.3.3.2 del Código ACI 318-05, el cual no debe exceder el menor de:

- $d/4$
- ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- 300 mm

Para este ejemplo cumple:

$$S = \frac{d}{4}$$

$$S = \frac{46 \text{ cm}}{4} = 11,5 \text{ cm}$$

Se utiliza $S = 10 \text{ cm}$, en una longitud de confinamiento igual a:

$$L_0 = 2 * d$$

$$L_0 = 2 * 46 \text{ cm} = 92 \text{ cm}$$

Figura 33. Armado final de la viga analizada

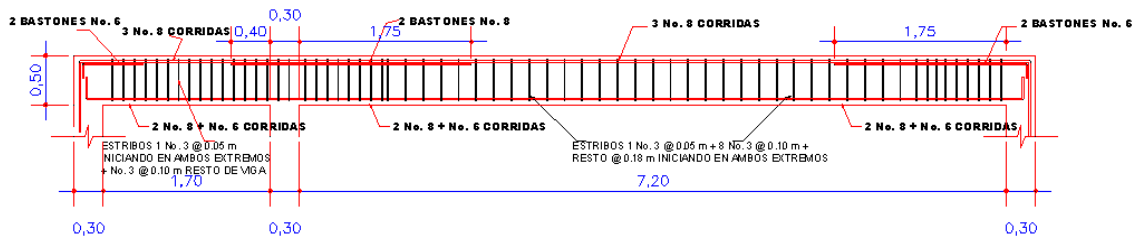


Tabla VI. Resumen de armado de vigas

Viga	Momento En kg-m	Área de Acero en cm ²	Armado		Refuerzo Transversal No 3
			Corrido	Bastones	
Sentido X, 1er. y 2do. nivel	3 497,41	3,06	4 No. 4	----	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 + resto @ 0.19
	1 554,29	1,35	4 No. 4	----	
	2 218,08	1,93	4 No. 4	----	
Sentido Y, eje A-B, 2do. nivel	7 248,51	6,47	3 No. 6	----	1 @ 0.05 + resto @ 0.10
	2 989,87	2,61	3 No. 6	----	
	9 869,32	8,94	3 No. 6	2 No. 4	
Sentido Y, Eje B-C, 2do. nivel	9 835,46	8,9 1	3 No. 6	2 No. 4	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 + resto @ 0.18
	6 531,00	5,81	3 No. 6	----	
	6 866,77	6,12	3 No. 6	----	
Sentido Y, Eje A-B, 1er. nivel	20 590,09	19,97	3 No. 8	2 No. 6	1 @ 0.05 + resto @ 0.10
	5 148,69	4,34	2 No. 8 1 No. 6	----	
	23 826,03	23,68	3 No. 8	2 No. 8	
Sentido Y, Eje B-C, 1er. nivel	21 525,33	21,02	3 No. 8	2 No. 8	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 + resto @ 0.18
	12 106,37	11,11	2 No. 8 1 No. 6	----	
	19 268,82	18,52	3 No. 8	2 No. . 6	

2.1.6.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales sometidos a momentos flexionantes y a carga axial. Se le llama carga axial al valor de todas las cargas verticales últimas que la columna soporta, para determinar esta carga se utilizan las áreas tributarias. El análisis estructural aporta los momentos flexionantes tomando el mayor de los momentos actuantes de esta, para el diseño.

El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel analizado. Para este caso, únicamente se diseñarán para cada nivel las columnas críticas. En esta sección se describe el procedimiento a seguir para el diseño de columnas típicas de la edificación, enfocándose en este caso a la columna crítica del segundo nivel.

Diseño de columna de segundo nivel:

Sección de columna = 30 cm x 30 cm

Sección de vigas = 30 cm x 50 cm

Longitud de viga = 9,50 m

Área tributaria = 15 m²

Momento máximo en X $M_x = 1\,135,99 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Momento máximo en Y $M_y = 1\,104,42 \text{ kg}\cdot\text{m}$

Carga axial

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

$$CU = 1,4 * 388 + 1,7 * 100 = 713,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Factor de carga última

$$F_{CU} = \frac{CU}{CM + CV}$$

$$F_{CU} = \frac{713,20}{388 + 100} = 1,46$$

Peso de viga

$$P_V = b * h * \gamma_{concreto} * L$$

$$P_V = 0,30 * 0,50 * 2400 * 9,5 = 3420 \text{ kg}$$

Carga axial última

$$P_U = (A_{losa} * CU) + (P_V * F_{CU})$$

$$P_U = (15 * 713,20) + (3420 * 1,46) = 15696,25 \text{ kg} \approx 15,70 \text{ Ton}$$

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

La ecuación a utilizar es $E = \frac{K * L_u}{\sigma}$, por lo que es necesario encontrar los valores del coeficiente de rigidez de la columna (K), la longitud efectiva de pandeo (L_u) y el 30% del lado menor de la columna (), regularmente en las estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas por las uniones viga-columna o columna-zapata, por lo que el grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de los elementos, se encuentra a través de la siguiente ecuación:

Grado de empotramiento a la rotación

$$\Psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{viga}} \quad K = \frac{I}{L} \quad I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{col} = \frac{(0,30^4)}{12} = 0,000675 \text{ m}^4$$

$$K_{col} = \frac{0,000675}{3,00} = 0,000225$$

$$I_{viga} = \frac{(0,30 \cdot 0,50^3)}{12} = 0,00313 \text{ m}^4$$

$$K_{viga} = \frac{0,00313}{3,00} = 0,000992$$

$$\Psi_a = \frac{0,000225}{(0,000992 + 0,000992)} = 0,11$$

$$\Psi_b = \frac{0,000225 + 0,000225}{0,000992 + 0,000992} = 0,23$$

$$\Psi_{prom} = \frac{0,11 + 0,23}{2} = 0,17 < 2$$

Calculo del coeficiente K

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

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

$$K = \frac{20 - 0,17}{20} * \sqrt{1 + 0,17} = 1,07$$

$$E = \frac{1,07 * 3,0}{0,30 * 0,30} = 35,67 \approx 36$$

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

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

$$\beta_d = \frac{1,4 * 388}{713,2} = 0,76$$

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 335,38}{(1,07 * 3)^2} = 319,73$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{15,70}{0,70 * 319,73}} = 1,08$$

Por lo que los momentos de diseño serán:

$$M_{dx} = \delta_x * M_x = 1,08(1\,135,99 \text{Kg} - \text{m}) = 1\,221,67 \text{kg} - \text{m}$$

$$M_{dy} = \delta_y * M_y = 1,08(1\,104,42 \text{Kg} - \text{m}) = 1\,187,72 \text{kg} - \text{m}$$

Refuerzo longitudinal por medio del método de Bresler; consiste en determinar el perfil de falla de la columna y determinar la cantidad de acero longitudinal.

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

Cálculo de parámetros independientes:

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

$$\frac{e_x}{h_x} = \left(\frac{M_x}{P_u * h} \right)_x = \left(\frac{1\ 221,67}{15\ 696,25 * 0,30} \right) = 0,26$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \left(\frac{M_y}{P_u * h} \right)_y = \left(\frac{1\ 187,72}{15\ 696,25 * 0,30} \right) = 0,25$$

Área de acero: según el Código ACI el área de acero debe estar entre un 1% a un 6% del área transversal de la columna (A_g), de tal manera que el área considerada será cercano al 1% de A_g .

$$A_s = 12,98 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 4 varillas No 5 + 4 varillas No 4 que equivale a 12.98 cm²

Cuantía de acero para el área de acero:

$$\rho_w = \frac{A_s * f_y}{0,85 * A_g * f'_c} = \frac{12,98 * 2\ 810}{0,85 * 30^2 * 210} = 0,23$$

Valores de los coeficientes del diagrama de interacción, obtenidos del *software* para diseño de columnas de J.C. Corado:

$$K'_x = 0,59$$

$$K'_y = 0,60$$

$$P'_o = 0,70(0,85 * 210 * 30^2 + 12,98 * 2810) = 137,99 \text{ Ton}$$

$$P'_x = 0,59(210 * 30^2) = 111,51 \text{ Ton}$$

$$P'_y = 0,60(210 * 30^2) = 113,40 \text{ Ton}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{111,51} + \frac{1}{113,40} - \frac{1}{137,99}$$

$$P'_u = 94,89 \text{ Ton}$$

Debido a que la carga axial última que resiste la columna es mayor a la carga actuante última, se considera adecuado el armado propuesto.

Refuerzo transversal: las columnas también sufren esfuerzos de corte máximos en los nudos, por lo que es necesario reforzar estas áreas a través de un confinamiento adecuado, se utilizarán estribos No 3.

$$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 27 = 5\,288 \text{ kg}$$

$$V_u = 8\,381,70 \text{ kg}$$

Como el esfuerzo resistente del concreto no es mayor que el actuante, es necesario diseñar de acuerdo con el Código ACI.

Estribos se colocarán a:

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento, la mayor de las siguientes:

$$\frac{L_u}{6} = \frac{300}{6} = 50 \text{ cm}$$

$$16 * \phi_{\text{var-long}} = 16 * 1,905 = 30,48 \text{ cm}$$

$$48 * \phi_{\text{var-trans}} = 48 * 0,953 = 45,72 \text{ cm}$$

Se utilizará una longitud de confinamiento igual a 50 centímetros.

Espacio entre estribos en zona confinada:

Relación volumétrica ρ_s :

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{900}{576} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right) = 0,016$$

$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s * L} = \frac{4 * 0,71}{0,016 * 24} = 7,35 \text{ cm}$$

Colocar estribos a cada 5 cm en zona confinada.

Se colocaran estribos rotados a 45° alternados según el Código ACI 318, en el Capítulo 7.10.5, debido a las barras longitudinales en las caras. Este método de cálculo se aplicó para las columnas principales del edificio educativo tanto para el primer nivel como para el segundo, tomando en cuenta los momentos y cortes máximos de cada nivel. A continuación se muestra el resultado de diseño de la columna, para los dos niveles.

Figura 34. Sección de columna

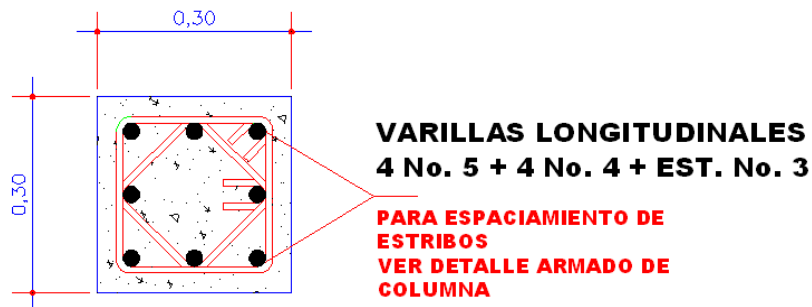
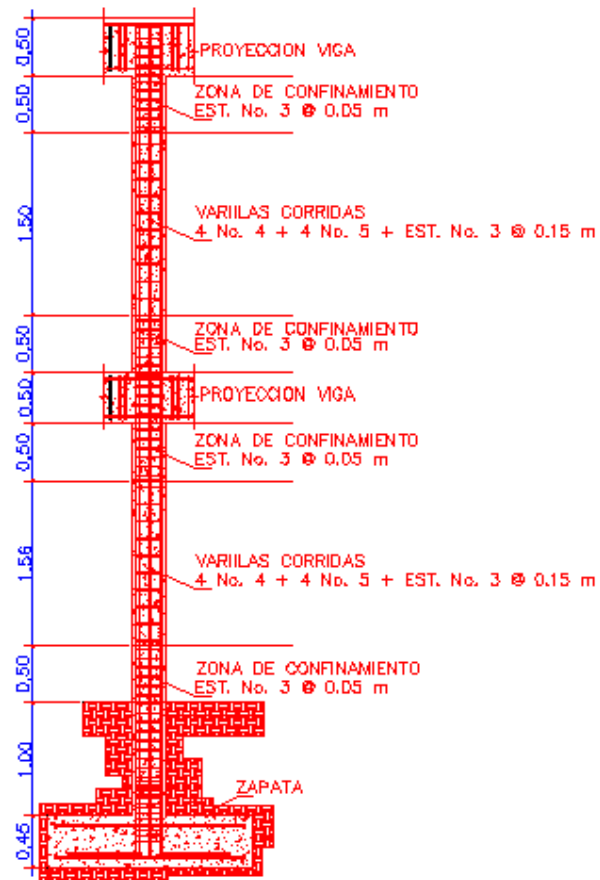


Figura 35. Armado final de columna



2.1.6.11. Diseño de gradas

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera:

Donde:

C= contrahuella y H= huella

C 20 cm

H > C

2C + H 64 cm (valor cercano)

C + H= 45 a 48 cm

C*H= 480 a 500 cm²

Procedimiento para el diseño de la escalera

Número de escalones mínimo = $h/c = 3,06/0,17 = 18$ escalones. Se tomaran 9 contrahuellas antes del descanso.

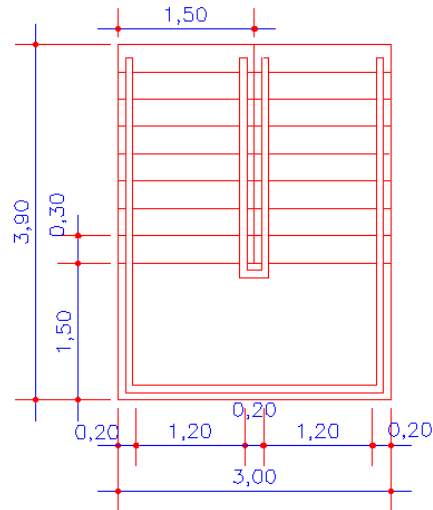
Número de huellas = Núm. contrahuellas – 1 = 9 – 1 = 8 huellas

Relaciones de comodidad:

- C= 17 cm 20 cm
- H= 30 cm > 20 cm
- 2C + H= 2*17 + 30 = 64 64 cm
- C + H= 0,17 + 30 = 47 cm
- C*H= 17*30 = 510 cm²

Por lo tanto se obtienen 9 contrahuellas de 17 cm y 8 huellas de 30 cm.

Figura 36. **Planta de módulo de gradas**



Integración de cargas

Carga muerta

- Peso propio de la escalera

$$\gamma_c * \left(t + \frac{C}{2} \right) = 2\,400 * \left(0,10 + \frac{0,17}{2} \right) = 444 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Acabados = 100 kg/m²

$$\text{Total} = 544 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva

- Edificación escolar = 500 kg/m²

$$C_u = 1,4 * CM + 1,7 * CV = 1,4 * 544 + 1,7 * 500 = 1\ 612 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$D = \sqrt{(2,40)^2 + (1,50)^2} = 2,83 \text{ m}$$

Cálculo de momentos

$$M_{(+)} = \frac{C_u * L^2}{9} = \frac{1\ 612 * 3,00^2}{9} = 1\ 612 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{C_u * L^2}{14} = \frac{1\ 612 * 3,00^2}{14} = 1\ 036,30 \text{ kg} - \text{m}$$

Límites para el acero

$$b = 100 \text{ cm} \quad f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 7,5 \text{ cm} \quad f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2\ 810} * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

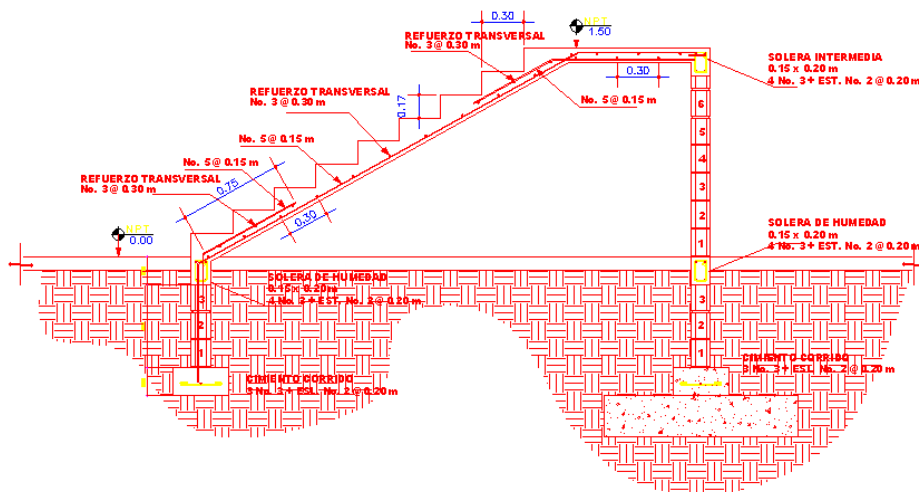
$$A_{s\text{máx}} = 0,50 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,50 * 0,03695 * 100 * 7,5 = 13,86 \text{ cm}^2$$

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

- $M_{(+)} = 1\ 612\ \text{kg}\cdot\text{m} = A_s = 5,82\ \text{cm}^2$; usar $A_{s\text{máx}} = 13,86\ \text{cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,15m
- $M_{(-)} = 1\ 036,30\ \text{kg}\cdot\text{m} = A_s = 9,43\ \text{cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,15m
- Acero por temperatura= $A_{st} = 0,002b*t = 0,002*100*10 = 2\ \text{cm}^2$
- $S_{\text{máx}} = 3t = 3(10) = 30\ \text{cm}$, por lo tanto se refuerza con varilla No. 3 @ 0,30m

Figura 37. Armado final de gradas

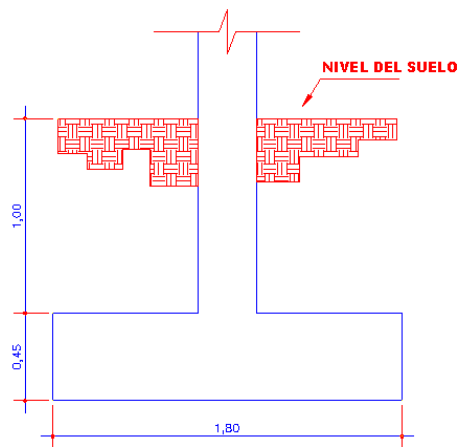


2.1.6.12. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma, esto a su vez la transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben tomar en cuenta, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones de la misma. En este proyecto se utilizarán un tipo de zapata y un tipo de cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

Zapata: las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas combinadas o zapatas amarradas para permitir el diseño de una zapata que no se extienda más allá del muro o columna.

Figura 38. Sección de zapata



$$M_x = 2,32 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 61,37 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = 1,90 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1,50$$

$$M_y = 16,90 \text{ Ton-m}$$

$$V_s = 35 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ Ton}$$

$$\text{Base} = 75 \text{ cm}$$

Reducción de cargas últimas a cargas de trabajo para dimensionar la losa de la zapata, ésta debe soportar las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

Cargas de trabajo

$$P'_T = \frac{61,37}{1,50} = 40,91 \text{ Ton}$$

$$M_{Tx} = \frac{2,32}{1,50} = 1,55 \text{ Ton - m}$$

$$M_{Ty} = \frac{16,90}{1,50} = 11,27 \text{ Ton - m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 * P_T}{30} = 2,05 \text{ cm}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas $A_z = 1,80 * 1,80 = 3,24 \text{ cm}^2 > 2,05 \text{ cm}^2$

Revisión de presión sobre el suelo: la zapata transmite las cargas que se le aplican hacia el suelo de manera vertical por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión que se define por la fórmula:

$$q = \frac{P_T}{A_z} \pm \frac{M_{Tx}}{S_x} \pm \frac{M_{Ty}}{S_y}$$

La cual al utilizarla con signo (+), da $q_{\text{máx}}$ y lo contrario para $q_{\text{mín}}$.

$$S_x = S_y = \frac{b * h^2}{6}$$

$$S_x = S_y = \frac{1,80 * 1,80^2}{6} = 0,9720$$

$$P = P_T + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$$

$$P = 52,09 \text{ Ton}$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{52,09}{3,24} + \frac{2,32}{0,9720} + \frac{16,90}{0,9720}$$

$$q_{m\acute{a}x} = 29,26 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < V_s$$

$$q_{m\acute{i}n} = \frac{52,09}{3,24} - \frac{2,32}{0,9720} - \frac{16,90}{0,9720}$$

$$q_{m\acute{i}n} = 2,896 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 0$$

q_u presión ultima

$$q_u = q_{m\acute{a}x} * F_{cu}$$

$$q_u = 29,26 * 1,5 = 43,89 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

La presión que la estructura ejerce al suelo es menor a la que puede soportar y mayor que cero, las dimensiones de la zapata son correctas.

Peralte efectivo:

$$d = 45 - 7,5 - \frac{1,905}{2} = 36,55 \text{ cm}$$

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

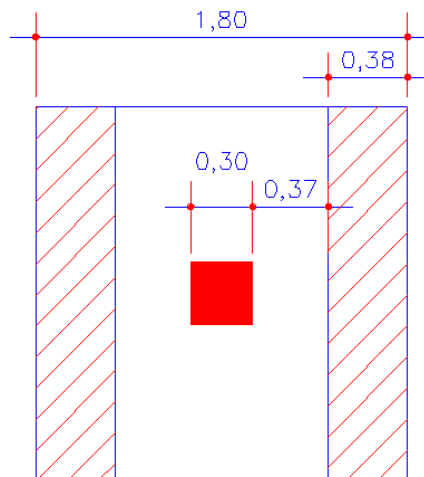
$$d = 36,55 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A * q_u = 0,3845 * 1,80 * 43,89 = 30,38 \text{ Ton}$$

$$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 180 * 36,55 = 42,95 \text{ Ton}$$

$$V_{act} < V_r \text{ si cumple}$$

Figura 39. **Corte simple en zapata**



Chequeo por corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

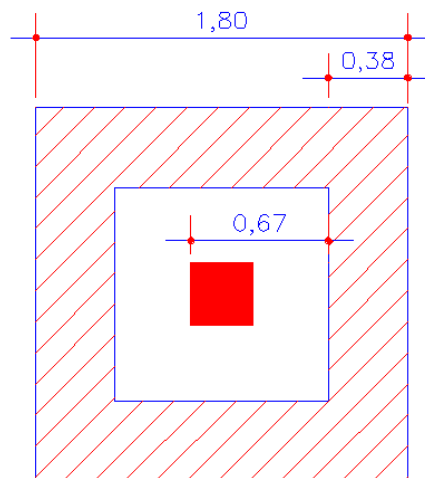
$$V_{act} = A * q_u = (1,80^2 - 0,665^2) * 43,89 = 122,77 \text{ Ton}$$

$$b_o = 4 * (d + \text{sección de columna}) = 4 * (36,55 + 30) = 266,20$$

$$V_r = \phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 266,20 * 36,55 = 127,04 \text{ Ton}$$

$$V_{act} < V_r, \text{ si cumple}$$

Figura 40. **Corte punzonante en zapata**



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

Diseño por flexión

$$M_u = \frac{W * l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{43,89 * 0,75^2}{2} = 12,34 \text{ Ton - m}$$

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

$$A_s = 13,91 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810} * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810} * 75 * 36,55 = 13,76 \text{ cm}^2$$

Se utilizaran 13,91 cm² de As

$$S = \frac{2,85 * 75}{13,91} = 15,36 \text{ cm por seguridad } 15 \text{ cm}$$

Cama superior

$$A_{s\text{temp}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s\text{temp}} = 0,002 * 180 * 45 = 16,20 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{2,85 * 180}{16,20} = 31,67 \text{ cm por seguridad } 25 \text{ cm}$$

Armado

Se utilizará No. 6 @ 0,15 m para cama inferior

Y para cama superior se utilizará No. 6 @ 0,25m.

Figura 41. Armado final de zapata

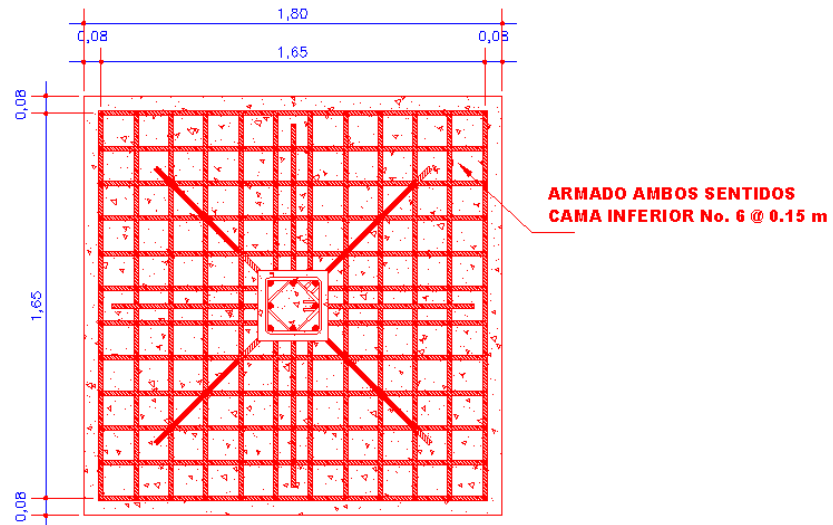
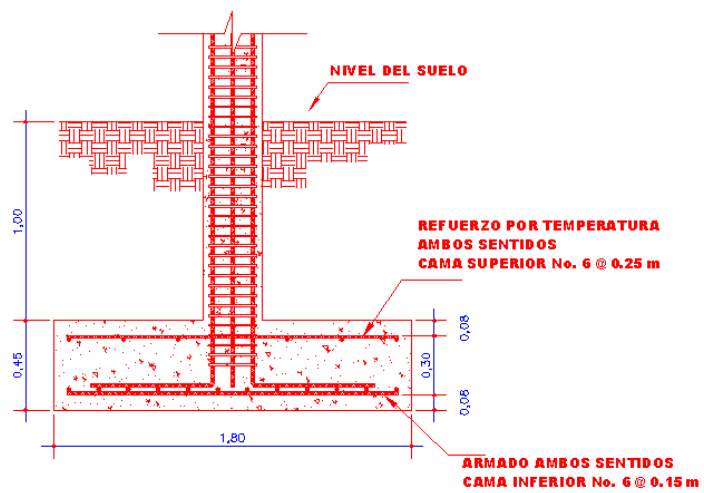
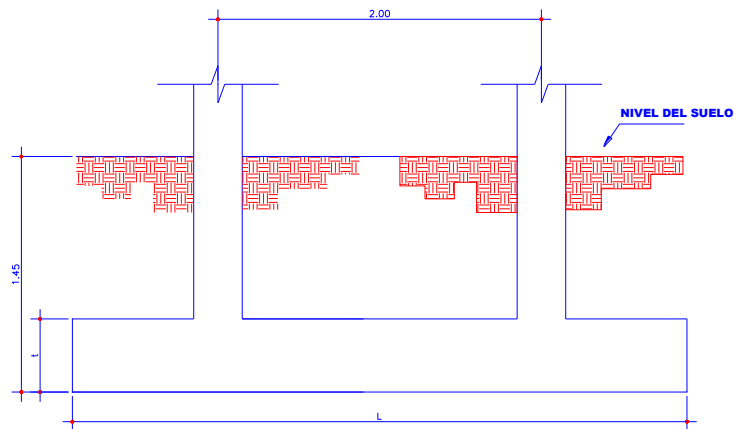


Figura 42. Sección de zapata



Zapata combinada

Figura 43. Sección de zapata combinada



$$M_{y1} = 16,90 \text{ Ton-m}$$

$$M_{y2} = 15,50 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 61,37 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = 1,90 \text{ Ton/m}^3$$

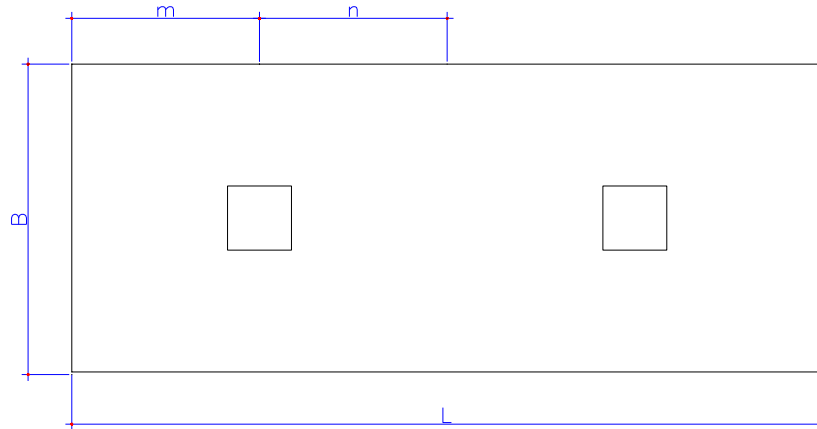
$$M_{x1 \text{ y } x2} = 2,32 \text{ Ton-m}$$

$$F_{cu} = 1,50$$

$$V_s = 35 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ Ton}$$

Haciendo el cimientto rectangular y tomando como base la distancia entre columnas, se tiene que:



Donde:

$$L=2(m + n) \quad b=R / (q * L)$$

$$R=P_1+P_2 \quad q=V_s$$

Cargas de trabajo

$$P'_T = \frac{61,37}{1,50} = 40,91 \text{ Ton}$$

$$M_{Tx1y2} = \frac{2,32}{1,50} = 1,55 \text{ Ton - m}$$

$$M_{Ty1} = \frac{16,90}{1,50} = 11,27 \text{ Ton - m}$$

$$M_{Ty2} = \frac{15,50}{1,50} = 10,33 \text{ Ton - m}$$

Se asume $m = 1 \text{ m}$

$$n = 1,00$$

$$L = 2(1+1) = 4,00 \text{ m}$$

$$b = (40,91+40,91)/(35*4) = 0,58 \text{ m} \cong 0,60 \text{ m}$$

$$A = 0,60 \text{ m} * 4 \text{ m} = 2,40 \text{ m}^2$$

Al observar el área no es suficiente para cubrir las presiones requeridas del suelo y de la estructura por lo que se proponen las siguientes dimensiones para la zapata combinada:

$$A = 2 \text{ m} * 4 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$$

Presiones sobre el suelo

$$q = \frac{P_T}{A_Z} \pm \frac{M_{Tx}}{S_x} \pm \frac{M_{Ty}}{S_y}$$

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$$S_x = \frac{2,0 * 4,0^2}{6} = 5,3333$$

$$S_y = \frac{4,0 * 2,0^2}{6} = 2,6667$$

$$P = P_T + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$$

$$P = 108 \text{ Ton}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{108}{8} + \frac{21,60}{2,6667} + \frac{11,88}{5,3333}$$

$$q_{\text{máx}} = 23,83 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{108}{8} - \frac{21,60}{2,6667} - \frac{11,88}{5,3333}$$

$$q_{\text{mín}} = 3,173 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 0$$

q_u presión última

$$q_u = q_{\text{máx}} * F_{cu}$$

$$q_u = 23,83 * 1,5 = 35,75 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

q_u presión última

$$q_u = q_{\text{mín}} * F_{cu}$$

$$q_u = 3,173 * 1,5 = 4,76 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Se encuentra una expresión para cualquier distancia x , una presión dada por la relación de triángulos.

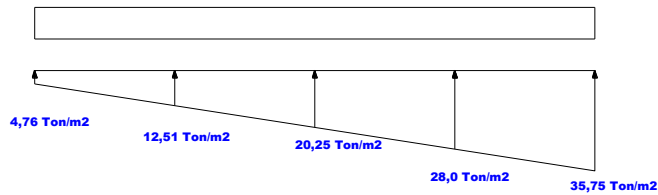
$$\frac{4,0}{(35,75 - 4,76)} = \frac{X}{q_{d(x)} - 4,76}, \quad q_{d(x)} = 7,747X + 4,76$$

Para:

$$x=1, q_{d(x)} = 7,747(1) + 4,76 = 12,51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$x=3, q_{d(x)} = 7,747(3) + 4,76 = 28,0 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

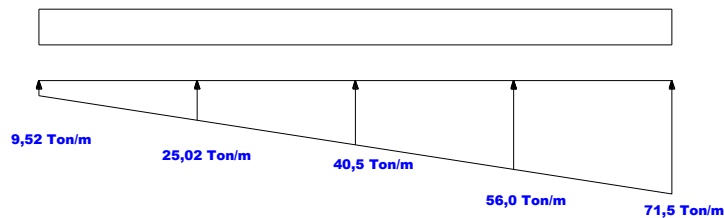
Figura 44. **Presión última bajo el cimiento**



Las presiones últimas por metro lineal se obtienen de $W = b * q_{disu}$

Donde: $b = 2$ m, por lo que tenemos el siguiente diagrama de presiones por metro lineal.

Figura 45. **Presiones últimas por metro lineal**



Encontrando una expresión por relación de triángulos para cualquier distancia x una presión última por metro lineal, se obtiene lo siguiente:

$$W_{(x)} = 15,494 X + 9,52$$

Si se encuentra W para cuando $X_{(CG)} = 2$ m, se tiene:

$$W_{(x)} = 15,494 (2) + 9,52 = 40,50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$V_{ab} = (9,52 + 25,02) * 0,5 = 17,27 \text{ Ton}$$

$$V_b = V_{ab} - 61,37 = 17,27 - 61,37 = -44,10 \text{ Ton}$$

$$V_{bc} = V_b + 25,02y + 15,494y^2, \text{ cuando } V_{bc} = 0, y = 1,06 \text{ m}$$

El valor de la presión última por metro lineal cuando $V_{bc} = 0$, $y = 2,09$ m

$$W_{(x)} = 15,494 (2,06) + 9,52 = 41,44 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$M_{ab} = \left(\frac{9,52 * 1^2}{2} + \frac{15,494 * 1^2}{3} \right) = 9,92 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{\text{máx}} = 11,27 + \left(\frac{25,02 * 1,06^2}{2} \right) + \left(\frac{25,94 * 1,06^2}{2} \right) \left(\frac{1}{3} \right) - 44,10(1,06)$$

$$M_{\text{máx}} = -16,56 \text{ Ton} - \text{m}$$

Chequeo por corte simple

Asumiendo $t = 0,45$ m y \emptyset No. 6

$$d = 45 - 7,5 - \frac{1,97}{2} = 36,5 \text{ cm}$$

$$V_{\text{máx}} = 44,10 \text{ Ton}$$

$$V_r = \emptyset * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 200 * 36,5 = 47,65 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{máx}} < V_r, \text{ si cumple}$$

Chequeo por corte punzonante

$$V_{act} = A * q_u = (1,80^2 - 0,6655^2) * 43,89 = 122,77 \text{ Ton}$$

$$b_o = 4 * (d + \text{sección de columna}) = 4 * (36,55 + 30) = 266,20$$

$$V_r = \phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 266,20 * 36,55 = 127,04 \text{ Ton}$$

$$V_{act} < V_r, \text{ si cumple}$$

Refuerzo mínimo

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2810} * b * d$$

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 36,5 = 18,31 \text{ cm}^2$$

Refuerzo mínimo en el ancho de 2 m

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2810} * b * d$$

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2810} * 200 * 36,5 = 36,62 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste

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

$$M_{asmín} = 0,90 \left[36,62 * 2810 \left(36,5 - \frac{36,62 * 2810}{1,7 * 210 * 200} \right) \right] = 32,48 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$S = \frac{2,85 * 200}{36,62} = 15,56 \text{ cm por seguridad } 15 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,15 m

Acero por temperatura

$$A_{\text{stemp}} = 0,002 * b * t$$

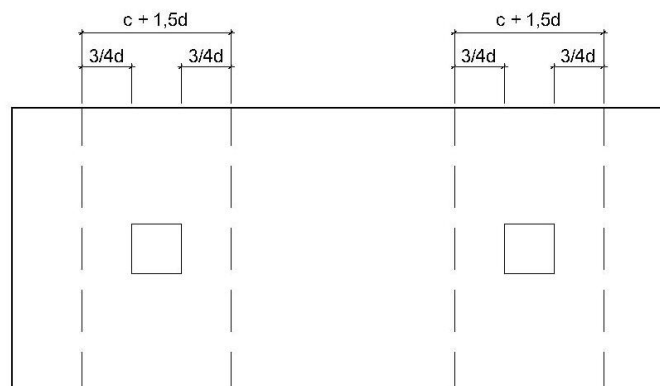
$$A_{\text{stemp}} = 0,002 * 400 * 45 = 36,0 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1,77 * 400}{36,0} = 19,67 \text{ cm por seguridad } 20 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 5 @ 0,20 m

Vigas transversales

Figura 46. Vigas transversales



Asumiendo un ancho de viga de $(c + 1,5d)$ se chequea bajo la columna crítica 1 y considerando que la viga será igual para las dos columnas.

$$d_{y-y} = d_{x-x} - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2} \rightarrow 36,5 - \frac{2,54}{2} - \frac{1,91}{2} = 34,28 \text{ cm}$$

$$c + 1,5d = (30 + 1,5 \cdot 34,28) = 81,42 \text{ cm}$$

La viga transversal, se diseñará con la presión uniforme, causada por la carga puntual de la columna.

$$q_d = \frac{P_{u1}}{b \cdot (c + 1,5d)} = \frac{53,80}{2 \cdot 0,8142} = 33,04 \text{ t/m}^2$$

Chequeo por corte simple

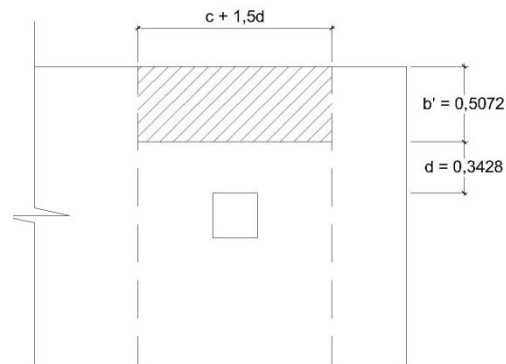
$$V_{act} = q_d \cdot b' \cdot (c + 1,5d)$$

$$V_{act} = (33,04)(0,5072)(0,8142)$$

$$V_{act} = 13,64 \text{ t}$$

$$V_r = \phi \cdot 0,53 \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \sqrt{210} \cdot (34,28)(81,42) = 18,22 \text{ t}$$

$V_r > V_{act}$, si chequea por corte simple



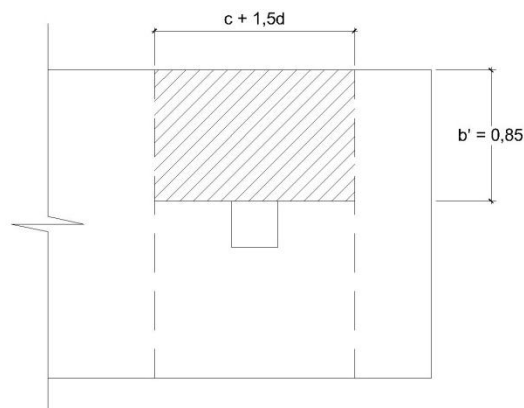
Chequeo por flexión

$$M_{act} = \frac{q_d \cdot b'^2}{2} = \frac{33,04(0,85)^2}{2}$$

$$M_{act} = 11,94 \text{ t.m}$$

$$A_s = 14,35 \text{ cm}^2$$

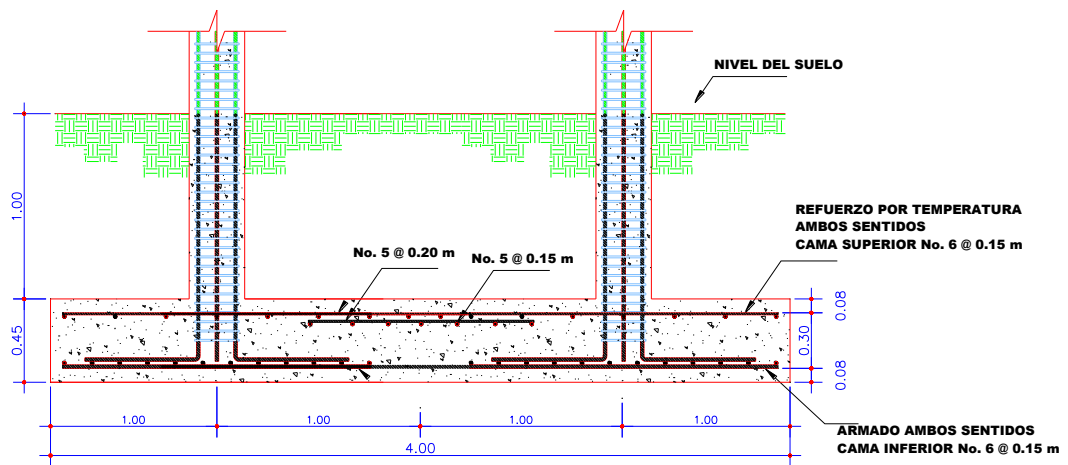
$$A_{smin} = 14,00 \text{ cm}^2$$



$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2)(81,42 \text{ cm})}{14,35 \text{ cm}^2} = 16,17 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,15 m

Figura 47. **Detalle de armado de zapata combinada**



2.1.7. Instalaciones

2.1.7.1. Drenajes

El diseño cuenta únicamente con alcantarillado pluvial porque la edificación no cuenta con servicio sanitario. El sistema de evacuación de aguas pluviales, es a través de un sistema independiente. Se utilizó tubería PVC de Ø 3", cajas de registro, cajas unión. La tubería de aguas pluvial será colocada con una pendiente mínima de 2%.

2.1.7.2. Electricidad

La instalación eléctrica posee un tablero de distribución de 12 polos de los cuales se utilizarán 4 para iluminación y 4 para los circuitos de fuerza, dejando el resto para posible ampliación ó conexiones especiales futuras.

Cada circuito de iluminación tiene 8 lámparas fluorescentes de 2x40W, cada circuito de fuerza tiene 11 tomacorrientes dobles con placa metálica.

2.1.8. Elaboración de planos constructivos

Los planos que se elaboraron son: planta amueblada, planta acotada, planta de acabados, planta de cimentación y columnas, planta de techos y vigas, detalles de gradas y muros, planta de drenajes y planta de instalación eléctrica.

2.1.9. Presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada con base en precios unitarios en cuanto a precios de materiales de construcción se aplicaron los que se cotizan en lo concerniente a mano de obra calificada y no calificada, se averiguó lo que la municipalidad aplica para casos similares. Los costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos equivalentes al 35%.

Tabla VII. Presupuesto final del instituto

PRESUPUESTO					
Cálculo	JULIO CÉSAR LONE CAJAS			Fecha	octubre 2010
Proyecto	PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN EDIFICIO ESCOLAR, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE			Programa	EPS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Código	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Nivelación y Trazo	ml	100	Q 65,14	Q 6 513,75
2	Zapatas Tipo Z-1	unidad	21	Q 10 969,95	Q 230 368,86
3	Columnas Tipo C-1	ml	150	Q 714,26	Q 107 138,97
4	Columnas Tipo C-2	ml	100	Q 333,88	Q 33 388,47
5	Viga tipo V-1	ml	123	Q 622,31	Q 76 544,73
6	Losa - 1 nivel	m ²	190	Q 594,32	Q 112 921,29
7	Cimiento Corrido	ml	70	Q 229,44	Q 16 060,95
8	Levantado Hasta Solera Humedad 1 nivel	m ²	57	Q 168,82	Q 9 622,80
9	Solera de Húmedad o viga de amarre	ml	100	Q 216,34	Q 21 634,33
10	Levantado Muro 1-2	m ²	150	Q 129,56	Q 19 434,60
11	Solera Intermedia	ml	65	Q 171,46	Q 11 144,79
12	Solera corona 1	ml	70	Q 179,33	Q 12 553,25
13	Losa - 2 nivel	m ²	190	Q 594,32	Q 112 921,29
14	Solera Intermedia 2 nivel	ml	65	Q 171,46	Q 11 144,79
15	Solera corona 2	ml	70	Q 179,33	Q 12 553,25
16	tallado o cernido de columnas y vigas	m ²	40	Q 56,70	Q 2 268,00
17	Instalación de piso de granito mármol	m ²	360	Q 128,25	Q 46 170,00
18	Puertas metálicas	unidad	6	Q 4 387,50	Q 26 325,00
19	Ventanería metálica	m ²	66	Q 410,00	Q 27 060,00
20	Instalaciones eléctricas "ILUMINACIÓN"	global	1	Q 16 200,00	Q 16 200,00
21	Instalaciones eléctricas "FUERZA"	global	1	Q 10 800,00	Q 10 800,00
22	Instalación drenaje pluvial	global	1	Q 25 357,94	Q 25 357,94
23	Módulo de Gradass	m ²	12	Q 823,96	Q 9 887,47
24	Limpieza Final	m ²	380	Q 9,86	Q 3 744,90
Total Proyecto					Q 961 759,42

VALOR TOTAL DEL PROYECTO	Q 961 759,42
---------------------------------	---------------------

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para barrio La Ceibita, Municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual debido a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía del lugar, el sistema deberá ser por gravedad, y abastecerá a 37 viviendas. Incluye: captación típica, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución. El planteamiento general es aprovechar el 100% del caudal de las fuentes existentes. De esta manera se podrá aprovechar el recurso hídrico de estas fuentes en actividades domésticas.

2.2.2. Aforos, dotación y tipo de servicio

En el caserío El Pinalito de la aldea Buena Vista se ubica una fuente de agua con brote definido en una ladera, de la cual se captará el caudal en su totalidad, para conducirla por gravedad a las viviendas de la comunidad del barrio La Ceibita.

El aforo de la fuente se realizó por el método volumétrico obteniendo un caudal total de 1,5 l/s, realizándose éste el 23 de marzo de 2010 y el 07 de mayo de 2010. El aforo de la fuente tomada en estas dos fechas no presentó variación de caudal, según los pobladores de la aldea, el caudal de la fuente se mantiene constante en cualquier época del año.

La dotación es la cantidad de agua asignada a una persona durante un día. Desde el punto de vista económico, la dotación es muy importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería, y por consiguiente eleva el costo del proyecto.

De acuerdo con las normas y debido a que la comunidad tiene un clima templado, y haciendo un análisis de consumo por el tipo de actividad de sus habitantes de la comunidad, siendo ésta una fracción del área urbana, se decidió adoptar una dotación de 150 l/hab/día y un tipo de servicio predial.

2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional

Según datos de Población y Vivienda del 2009 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en San Juan Ermita, se estima una tasa de crecimiento poblacional del 1,50%, dado que se aplicó para estimar la población futura.

2.2.4. Período de diseño, población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base en las normas establecidas, todas las partes del proyecto fueron diseñadas para un período de 20 años.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico, según la fórmula siguiente.

$$P_f = P_o * (r + 1)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual según censo realizado en el EPS = 185 hab

r = tasa de crecimiento poblacional (%) = 1,5

n = período de diseño = 20 años

Sustituyendo valores:

$$P_f = 185 * (0,015 + 1)^{20} = 250 \text{ habitantes}$$

2.2.5. Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y distintos de una comunidad a otra.

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

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

- **Factor de día máximo (FDM):** este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente.

Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8

Para poblaciones urbanas un FDM de 1,8 a 2

Para el área metropolitana un FDM de 2 a 3

Para este proyecto se utilizó un FDM de 1,8

- **Factor de hora máximo (FHM):** éste como el anterior depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente.

Para poblaciones del área rural un FHM de 1,8 a 2

Para poblaciones urbanas un FHM de 2 a 3

Para el área metropolitana un FHM de 3 a 4

Para este proyecto se utilizó un FHM de 2,5

2.2.5.1. Caudal medio diario (Q_m)

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros generalmente se asume como el producto de la dotación, por el número posible de usuarios al final del período de diseño, se calcula según la siguiente expresión.

$$Q_m = \frac{D * P}{86\ 400}$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario en l/s

D = 150 l/Hab/día

P = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$Q_m = \frac{150 * 250}{86\ 400} = 0,434 \frac{l}{s}$$

2.2.5.2. Caudal máximo diario (Q_{md})

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año. Se utiliza para diseñar la línea de conducción:

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

$$FDM = 1,8$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 0,434 * 1,8 = 0,781 \frac{l}{s}$$

2.2.5.3. Caudal máximo horario (Q_{mh})

El caudal máximo horario es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, las cuales indican que:

$$Q_{mh} = Q_m * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2,5$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 0,434 * 2,5 = 1,085 \frac{l}{s}$$

2.2.6. Calidad de agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones tales como:

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

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes.

2.2.6.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos que pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, que determinan el número más probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, pero para su mayor confiabilidad, se hace necesario implementar una desinfección a base de cloro, para aprovechar los efectos residuales. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

2.2.6.2. Análisis físico químico

El análisis físico sirve para medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos, como aspecto, color, turbiedad, olor, sabor, PH, temperatura y conductividad eléctrica.

El análisis químico tiene el propósito de determinar las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua, que afectan su calidad, como lo son: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también su alcalinidad (clasificación). El resultado del laboratorio, desde el punto de vista físico químico sanitario, indica:

pH cumple. Según Norma COGUANOR NGO 4010. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano. (ver resultados en anexos).

2.2.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería se recurre a la fórmula de Hazen Williams, la cual está expresada por:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga en metros

C = coeficiente de fricción interno (Para HG (C=100), y para PVC (C=150))

D = diámetro interno en pulgadas

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder se toma como H_f la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

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

Obteniendo el diámetro teórico se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula la H_f final.

2.2.8. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico se hará con base en la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluye los principales conceptos utilizados:

a) Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática recomendable que soportan las tuberías debe ser entre 90% y 95%, teóricamente puede soportar más pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de PVC de 250 psi o HG.

b) Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua la presión estática reduce su valor por la resistencia o fricción de la pared de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

c) Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites.

- Para conducciones: mínima = 0,40 m/s y máxima = 3 m/s
- Para distribución: mínima = 0,60 m/s y máxima = 3 m/s
- Por seguridad se limita a: mínima 0,60 m/s y máxima 2 m/s

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se conducirá el 100% del caudal de la fuente, para lo cual se tomará como caudal de conducción el caudal de aforo (Q_{md}).

Tabla VIII. **Bases generales de diseño**

Tipo de sistema	Gravedad
No. de conexiones	37
Población actual	185 hab.
Población futura	250 hab.
Viviendas actuales	37 viviendas
Viviendas futuras	50 viviendas
Período de diseño	20 Años
Tasa de crecimiento	1,50 %
Dotación	150 l / h / d
Caudal medio	0,434 l / s
Caudal de conducción	1,5 l / s
Caudal de distribución	1,085 l / s
Factor día máximo	1,8
Factor hora máximo	2,5
Clase de tubería	PVC
Presión de trabajo	160 psi
Coeficiente hidráulico	150
Factor de almacenamiento	40%
Volumen de tanque	15 m ³

2.2.9. Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, zona del tanque de almacenamiento, áreas de posibles obras de arte y la red de distribución.

Se utilizó como equipo un teodolito Sokisha modelo TM20E, nivel de precisión marca Wild modelo N24, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros y machetes.

2.2.9.1. Planimetría

Tiene como objetivo determinar la longitud del proyecto localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

Para la medición de planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación de azimut.

2.2.9.2. Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

Para la medición de altimetría del proyecto se utilizó el método taquimétrico.

2.2.10. Diseño hidráulico del sistema

2.2.10.1. Captación

Se define como las obras de artes o estructuras de obra civil adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, el cual puede ser: superficial, brote definido y galerías de infiltración; todas estas estructuras diseñadas bajo ciertas normas y reglamentos. La fuente de abastecimiento constituye el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación.

Para este proyecto la fuente es un brote definido consiste en hacer una excavación hasta el suelo firme, rodeando el nacimiento del cual se deriva un muro frontal y dos aletones dentro de los cuales se realiza una galería de infiltración, la cual consiste en la colocación de rocas, de mayor a menor, en orden ascendente, con una capa de pedrín y el sello sanitario, tomando en cuenta que las salidas de tubería tienen que quedar libres normalmente en un espacio de 1 metro por 1 metro; además, consta de un dispositivo de rebalse y uno de seguridad en la tapadera.

2.2.10.2. Línea de conducción

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación al tanque de distribución. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener los siguientes aspectos fundamentales.

- a) Capacidad suficiente para transportar el caudal de día máximo
- b) La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la máxima economía

A continuación se muestra el cálculo a manera de ejemplo del tramo E-0 a la estación E-24.

a) Datos

Longitud = $L = 805,73$ m

Caudal = $Q = 1,5$ l/s

CHW = 150

Cota E-00 = 500 m

Cota E-24 = 329 m

Primero se calcula la carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones, es decir H_f .

$$H_f = \text{cota}_{E-00} - \text{cota}_{E-24}$$

$$H_f = 500 - 329 = 171 \text{ m}$$

Para esta carga disponible se obtendrá un diámetro teórico, despejando de la fórmula Hazen Williams, el diámetro se obtiene.

$$\phi_{\text{teórico}} = \left[\frac{1\,743,811 * 805,73 * 1,5^{1,85}}{150^{1,85} * 171} \right]^{\frac{1}{4,87}} = \phi = 1,107 \approx 1 \frac{1}{2}$$

Pérdida de carga

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 805,73 * 1,5^{1,85}}{150^{1,85} * 1,754^{4,87}} = 18,166 \text{ m}$$

Cota piezométrica en E-24:

Es la diferencia entre la altura de un punto y la pérdida de carga de la tubería.

$$C_p = \text{cota de salida} - \text{pérdida de carga}$$

$$C_p = 500 - 18,166 = 481,834 \text{ m}$$

Presión Dinámica

$$PD = \text{cota piezométrica en (E - 24)} - \text{cota de terreno en (E - 24)}$$

$$PD = 481,834 - 329 = 152,834 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{0,50670866 * \phi^2}$$

$$V = \frac{1,5}{0,50670866 * 1,5^2} = 0,96 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ por lo que si cumple con el limite.}$$

Cantidad de tubos

$$\#_{\text{tubos}} = \frac{L_{\text{total}}}{L_{\text{tubo}}}$$

$$\#_{\text{tubos}} = \frac{805,73 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 135 + 5\% \text{ por pendiente} = 142 \text{ tubos}$$

2.2.10.3. Tanque de almacenamiento

En todo sistema incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones.

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias
- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios
- Regular presiones en la red de distribución
- Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento

Se podría suprimir el tanque de almacenamiento sólo cuando la fuente asegure un caudal superior a 3 veces el consumo medio diario de la población, en toda época del año.

Las variaciones de consumo pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso

estudiado. De lo contrario el volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 40% del consumo medio diario.

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

2.2.10.3.1. Cálculo del volumen

En los sistemas por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 25% al 40% del caudal medio diario, o el 25% del caudal máximo diario, según normas de diseño.

$$\text{Vol} = \frac{40\% * Q_m * 86\ 400}{1\ 000}$$

Donde:

Vol. = Volumen del tanque

Qm = Caudal medio

En este caso se tomó un almacenamiento del 40% del caudal medio.

$$\text{Vol} = \frac{0,40 * 0,434 * 86\ 400}{1\ 000} = 14,99\ \text{m}^3 \approx 15\ \text{m}^3$$

2.2.10.3.2. Diseño estructural del tanque

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de muros de gravedad de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada, y cubierta de losa de concreto reforzado; en los tanques elevados, predomina el uso de acero.

Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En este caso el tanque se diseñará con muros de gravedad de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, y para evitar la excesiva excavación, será superficial, donde la condición crítica es cuando ésta se encuentra completamente lleno. La estructura de cubierta se diseñará, con una losa de concreto reforzada y con las siguientes dimensiones que se mostraran a continuación.

Longitud = 4 m

Ancho = 3 m

Haciendo uso del Código ACI (American Concrete Institute) y el método 3, se procede a diseñar:

- **Coefficientes de momentos**

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

$$m = a / b = 3 / 4 = 0,75$$

Como $0,75 > 0,5$ entonces la losa se diseñará en dos sentidos.

- **Espesor de la losa**

$$t = \text{perímetro} / 180$$

$$t = 2 * (3 + 4) / 180 = 0,08 \quad 0,10 \text{ m}$$

- **Integración de cargas**

Carga muerta: es el peso propio de la estructura.

$$CM = P_p \text{Losa} + \text{sobre peso}$$

$$P_p \text{Losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * t * 1 \text{ m}$$

$$P_p \text{Losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 * 1 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}$$

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

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

Carga viva: son las fuerzas externas que actúan en la estructura.

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

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

$$CU = CM_u + CV_u$$

$$CU = 1,4(300 \text{ kg/m}) + 1,7(100 \text{ kg/m}) = 590 \text{ kg/m}$$

- **Momentos que actúan en la losa**

Los momentos pueden ser positivos o negativos conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo a la posición de giro.

$$M(+)\text{A} = A^2 * (C_{aCM} * CM_u + C_{aCV} * CV_u)$$

$$M(+)\text{A} = (3)^2 * ((0,061 * 420 \text{ kg/m}) + (0,061)(170 \text{ kg/m}))$$

$$M(+)\text{A} = 323,91 \text{ kg-m}$$

$$M(-)\text{A} = 323,91 \text{ kg-m} / 3 = 107,97 \text{ kg-m}$$

$$M(+)\text{B} = B^2 * (C_{bCM} * CM_u + C_{bCV} * CV_u)$$

$$M(+)\text{B} = (4)^2 * ((0,019 * 420 \text{ kg/m}) + (0,019)(170 \text{ kg/m}))$$

$$M(+)\text{B} = 179,36 \text{ kg-m}$$

$$M(+)\text{B} = 179,36 \text{ kg-m} / 3 = 59,79 \text{ kg/m}$$

- **Acero mínimo y espaciamiento**

$$A_{\text{smín}} = \frac{14,1}{2\ 810} * b * d$$

Donde:

$$b = 1 \text{ m}$$

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

$$A_{\text{smín}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 3,76 cm² de As

$$S = \frac{0,71 * 100}{3,76} = 18,88 \text{ cm por seguridad } 18 \text{ cm}$$

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

Calculando el acero para los momentos:

Tabla IX. **Área de acero y espaciamiento**

Momento (kg/m)	As (cm ²)	Espaciamiento (cm)	S _{mín} (cm)	S _{máx} (cm)
323,91	1,73	41,0	18	30
107,97	0,57	124,6	18	30
179,36	0,95	74,7	18	30
59,79	0,32	221,8	18	30

Los espaciamientos finales quedan de la siguiente manera:

Momento 323,91 kg-m No.3 @ 0,18 m

Momento 107,97 kg-m No.3 @ 0,18 m

Momento 179,36 kg-m No.3 @ 0,18 m

Momento 59,79 kg-m No.3 @ 0,18 m

- **Diseño estructural del muro del tanque**

Para el cálculo se utilizan los siguientes datos:

Peso específico del concreto ciclópeo ($W_{\text{concreto ciclópeo}}$) = 2 700 kg/m³

Peso específico del concreto armado ($W_{\text{concreto armado}}$) = 2 400 kg/m³

Peso específico del suelo (W_{suelo}) = 1 700 kg/m³

Valor soporte del suelo (V_s) (asumido) = 20 t/m²

Figura 48. Geometría y diagrama de presiones del muro

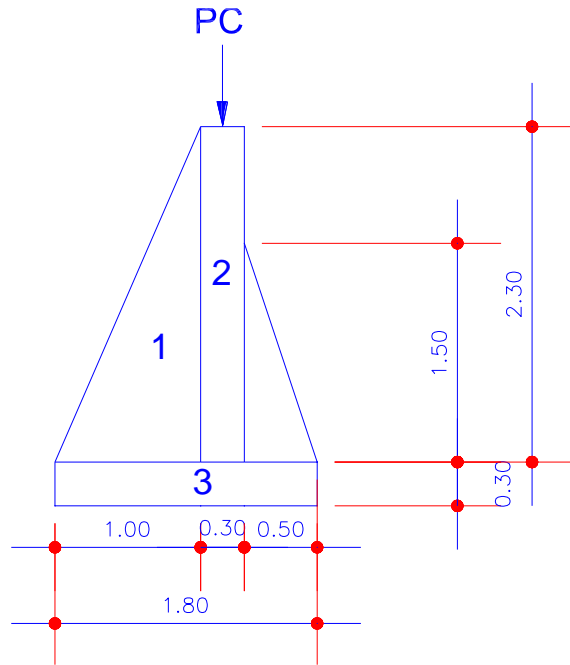


Tabla X. Momento estabilizante en el muro

Sección	Dimensiones (m)		Área (m ²)	Peso vol (kg/m ³)	Peso Wr (kg)	Brazo (m)	Momento Mr (kg-m)
1	1,0	2,30	2,30	2 700	1 647	0,47	774,09
2	0,3	2,30	0,53	2 700	1 431	0,85	1 216,35
3	1,8	0,3	0,54	2 700	1 215	0,75	911,25
					4 293		2 901,69

- **Carga de losa y vigas sobre el muro**

Carga muerta (CM):

Peso propio de la losa: $2\,400\text{ kg/m}^3 \cdot 0,10\text{ m} = 240\text{ kg/m}^2$

Sobre peso = 60 kg/m^2

$$CM = 240 \text{ kg/m}^2 + 60 \text{ kg/m}^2 = 300 \text{ kg/m}^2$$

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

$$CU = 1,4CM + 1,7CV = 1,4(300 \text{ kg/m}^2) + 1,7(100 \text{ kg/m}^2) = 590 \text{ kg/m}^2$$

Área tributaria:

$$A = (3,0\text{m} * 1,5\text{m}) / 2 = 2,25 \text{ m}^2$$

$$B = ((4,0\text{m} + 1) * 1,5\text{m}) / 2 = 3,00 \text{ m}^2$$

Peso sobre el muro = peso área tributaria de losa + peso propio de viga

$$W_A = (590 * 2,25) / 3 + (2\ 400 * 0,15 * 0,20) = 514,50 \text{ kg/m}$$

$$W_B = (590 * 3) / 4 + (2\ 400 * 0,15 * 0,20) = 625,13 \text{ kg/m}$$

Se toma el mayor como el caso crítico que es $W = 625,13 \text{ kg/m}$

Considerando W como carga puntual (P_C):

$$P_C = 625,13 \text{ kg/m} * 1,0\text{m} = 625,13 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual (M_C):

$$M_C = 625,13 \text{ kg} [(0,30 / 2) + 0,70] \text{ m} = 531,36 \text{ kg-m}$$

Peso total del muro (W_t):

$$W_t = W + W_r = 625,13 + 4\ 293 = 4\ 918,13 \text{ kg/m}$$

Fuerza activa (F_a):

$$F_a = Y_{\text{agua}} * H^2 / 2 = 1\ 000 \text{ kg/m}^3 * (1,25)^2 / 2 = 781,25 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo con respecto a "x":

$$M_{\text{act}} = F_a * (H / 3) = 781,25 \text{ kg/m} * ((1,25 / 3) + 0,60) = 794,27 \text{ kg-m / m}$$

- **Chequeos**

a) Estabilidad contra volteo (F_{sv}) > 1,5

$$F_{sv} = (M_r + M_C) / M_{act} = (2\,901,69 + 531,36) / 794,27 = \mathbf{4,32 > 1,50}$$

b) Estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1,5

$$F_{sd} = (W_T * \mu) / F_a = (4\,918,13 * 0,40) / 781,25 = \mathbf{2,52 > 1,50}$$

c) Presión máxima bajo la base del muro $P_{m\acute{a}x} < V_s$

$$a = (M_r + M_C - M_{act}) / W_T = (2\,901,69 + 531,36 - 794,27) / 4\,918,13$$

$$a = 0,54 \text{ m}$$

Donde la excentricidad (e_x) = $(1/2 * \text{base}) - a$

$$e_x = (1/2 * 1,50) - 0,54 = 0,21 \text{ m}$$

Módulo de sección por metro lineal (S_x):

$$S_x = 1/6 * (\text{base})^2 * \text{longitud} = 1/6 * (1,50 \text{ m})^2 * 1 \text{ m} = 0,38 \text{ m}^3$$

Presión máxima $P_{m\acute{a}x}$.

$$P_{m\acute{a}x} = (W_T / A) + [(W_T * e_x) / S_x]$$

$$P_{m\acute{a}x} = (4\,918,13 / 1,50 * 1) + [(4\,918,13 * 0,21) / 0,38]$$

$$P_{m\acute{a}x} = \mathbf{5.996 \text{ t/m}^2 < 20 \text{ t/m}^2}$$

$$P_{m\acute{i}n} = (W_T / A) - [(W_T * e_x) / S_x]$$

$$P_{m\acute{i}n} = (4,918.13 / 1.50 * 1.0) - [(4,918.13 * 0.21) / 0.38]$$

$$P_{m\acute{i}n} = 0.560 \text{ t/m}^2 > 0 \text{ t/m}^2$$

Las dimensiones propuestas del muro resisten las cargas a que estarán sujetas.

2.2.10.4. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución se utilizó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas se encuentran dispersas; se tomará en cuenta que el cálculo de redes abiertas, es similar al de la conducción de la sección 2.2.10.2.

A continuación se diseñará el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución cota E-70 = 268,48 m a cota E-83 = 220,74 m, a manera de ejemplo.

$$Q_d = 1,085 \text{ lt/seg (} Q_m * \text{FHM)}$$

$$L = 639,77 \text{ m}$$

$$H_f = 268,48 - 220,74 = 47,74 \text{ m}$$

Para esta carga disponible se obtendrá un diámetro teórico, despejando de la fórmula Hazen Williams el diámetro se obtiene.

$$\phi_{\text{teórico}} = \left[\frac{1\,743,811 * 639,77 * 1,085^{1,85}}{150^{1,85} * 47,74} \right]^{\frac{1}{4,87}} = \phi = 1,213 \approx 1 \frac{1}{4}$$

Pérdida de carga

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 639,77 * 1,085^{1,85}}{150^{1,85} * 1,532^{4,87}} = 15,314 \text{ m}$$

Cota piezométrica en E-83:

$$C_p = \text{cota de salida} - \text{pérdida de carga}$$

$$C_p = 268,48 - 15,31 = 253,17 \text{ m}$$

Presión Dinámica

PD = cota piezométrica en (E – 83) – cota de terreno en (E – 83)

$$PD = 253,17 - 220,74 = 32,43 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{0,50670866 * \phi^2}$$

$$V = \frac{1,085}{0,50670866 * 1,25^2} = 0,91 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ por lo que si cumple con el límite.}$$

Cantidad de tubos

$$\#_{\text{tubos}} = \frac{L_{\text{total}}}{L_{\text{tubo}}}$$

$$\#_{\text{tubos}} = \frac{639,77 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 107 + 5\% \text{ por pendiente} = 112 \text{ tubos}$$

Teniendo en cuenta para el diseño las siguientes consideraciones.

- a) En el diseño se estará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}) con su respectivo factor hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) Para el chequeo de redes debe tomarse en cuenta lo siguiente.
 - El caudal que entra es igual al caudal que sale en cada nudo
 - La presión dinámica estará entre 10 y 40 mca excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 mca
 - Caudal unitario de vivienda = $Q_{mh} / \text{No. Viviendas}$
 - Presión mínima en los nudos 10 mca

- Caudal instantáneo = $k = \sqrt{n - 1}$; donde $k = 0,15$ si $n \leq 55$,
 $k = 0,20$ si $n > 55$, y $n =$ número de viviendas en cada tramo

Considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal de consumo y el caudal instantáneo, utilizando el mayor de los dos, y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

2.2.10.5. Sistema de desinfección

El tratamiento mínimo que debe dársele al agua con el fin de entregarla libre de organismos patógenos, es la desinfección la que puede obtenerse por medio de cualquiera de los procedimientos siguientes:

- Desinfección por rayos ultravioleta; se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita su aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.
- Desinfección por medio de ozono; el empleo del ozono como desinfectante, es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar éstas en contacto con el oxígeno, produce el ozono.
- Desinfección por medio de cloro (cloración) este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los dos métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar

un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos.

En la práctica el método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías, y más usado en el medio guatemalteco es la cloración.

Para efectuar una adecuada limpieza en los tanques primero se debe conocer el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará según el grado de desinfección que se requiera, para una desinfección al 5% deberá agregarse 50 gr de cloro por cada litro de agua y cuando sea al 10% deberán administrarse 100 gr de cloro por cada litro. Además de seguirse el siguiente procedimiento:

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable;
- Inmediatamente después llenar el depósito completamente de agua;
- Abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada;
- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.

2.2.10.6. Obras de arte

2.2.10.6.1. Cajas rompe-presión

Es necesario construir 1 caja rompe-presión de mampostería de piedra reforzada. Esta caja rompe-presión se construirá en la estación E – 24 de la línea de conducción.

2.2.10.7. Válvulas

2.2.10.7.1. Válvulas de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías; se deben colocar única y exclusivamente en la línea de conducción, ya que en la red de distribución, los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una tee a la cual se conecta lateralmente un niple (tubería menor de 6 m), además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos acumulados. Éstas están colocadas en las estaciones E-45, E-51 y E-65 de la línea de conducción.

2.2.10.7.2. Válvulas de aire

Las líneas por gravedad tienen tendencias a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continua en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de

relativa baja presión, el aire no se disuelve, creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno debe utilizarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitirán la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado. Estas están colocadas en las estaciones E-46, E-54 y E-66 de la línea de conducción.

2.2.11. Administración, operación y mantenimiento

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por si mismo, ni funcionar de manera adecuada, si se opera de de manera inadecuada; por otra parte su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se pretende que exista un comité capaz de resolver de manera inmediata la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable.

✓ Administración

El comité de vecinos debidamente organizado es el encargado de velar por el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro, en caso de emergencia. Así mismo debe dirigir al encargado del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema e implementar los mecanismos de seguridad adecuados, que estén a su alcance para evitar actos de vandalismo contra el sistema y perjuicio de los usuarios.

Puesto que el comité tiene a su bien la administración del sistema debe efectuar el cobro de la tarifa previamente determinada, en la fecha estipulada; dicha tarifa incluye ingresos para cubrir gastos administrativo, reparaciones, cambios y mejoras en el sistema. Además, tiene a su cargo llevar el registro de cuantos usuarios están conectados al sistema y otorgar nuevos derechos de conexión, sin exceder la capacidad del sistema, para ello debe elaborarse un reglamento interno de la comunidad, esta actividad se recomienda que sea supervisada por la comunidad.

Para que la administración sea funcional la comunidad tiene que estar en completo acuerdo con los diferentes elementos que intervienen o que componen a la misma, por lo que el comité, la tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua debe determinarse o avalarse en una asamblea comunitaria.

✓ **Operación y mantenimiento**

El encargado del funcionamiento debe ser preferiblemente un fontanero asalariado, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posibles fugas, cuando se registra continuamente insuficiente; efectuar reparaciones necesarias; alimentación y limpieza del sistema de desinfección; mantener limpia las unidades y limpias de maleza y velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias. Si no se cuenta con un fontanero, entonces, el comité de vecinos es el encargado de realizar dichas actividades.

Es importante enfatizar que ningún sistema de agua funciona adecuadamente sin la supervisión del elemento humano; de lo contrario, el sistema tarde o temprano colapsará y dejará de prestar el servicio.

2.2.12. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerita también correctivo; dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las viviendas deberá cancelar.

Salario del fontanero: en este caso se le asignará un salario al fontanero de Q.400,00 mensual, obligado a visitar al menos cuatro veces al mes el tanque de almacenamiento y la línea de conducción.

Repuestos y herramientas

$$R = \frac{(0,004 * 852\ 132,05)(1 + 0,11)}{12} = Q. 315,30/\text{mes}$$

Donde: 0,004 = 0,4% para afectar el costo del proyecto por mantenimiento mayor y menor

Q 852 132,05 = costo del proyecto sin incluir terrenos y fuentes.

0,11= % de inflación

1 = constante

12 = número de meses del año

Costo de desinfección

$$D = 0,781 * 86,4 * 3 * 0,0132 * 30 = Q. 80,15$$

Donde: 0,781 = Caudal máximo diario en litros/segundo

86,4 = Factor de conversión de l/s a m³/día

3 = Cantidad de cloro por litro de agua en cc

0,0132 = Costo del clorinador por unidad de peso aplicado

30 = Días del mes para aplicar el tratamiento

Costo del tesorero

$$CT = (S + R + D) * 0,10 = (400,00 + 80,15 + 315,30) * 0,10 = Q. 80,00/mes$$

Donde: S, R, D = cálculos de incisos anteriores

0,10 = % de lo recaudado para el pago del tesorero según

Acuerdo Gubernativo No. 293-82

Propuesta de tarifa

$$T = \frac{(S + R + D + CT)}{25}$$

$$T = \frac{(400 + 80,15 + 315,3 + 80)}{25} = Q. 35,00/mes$$

Se propone una tarifa de Q.35,00 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q.20,00 y Q.45,00 mensuales.

2.2.13. Elaboración de planos

Los planos constructivos están conformados por: planta de densidad de vivienda, planta y perfil de línea de conducción y red de distribución, tanque de captación, detalles generales y estructurales de tanque de distribución, detalle de hipoclorador y conexión domiciliar.

2.2.14. Elaboración de presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se aplicó el procedimiento del caso del proyecto anterior.

La tabla siguiente muestra el presupuesto en un resumen general de renglones unitarios.

Tabla XI. Presupuesto final

PRESUPUESTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE			
Diseño	Julio César Lone Cajas	Fecha	octubre 2010
Proyecto	CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA.	Programa	EPS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

PRESUPUESTO						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
1	Replanteo topográfico	3 465	ml	Q 9,45	Q	32 744,25
CAPTACIÓN						
2	Caja Captación	1	Unidad	Q 8 100,00	Q	8 100,00
LINEA DE CONDUCCION						
3	Caja Rompe-Presión + válvula de salida	1	Unidad	Q 5 858,97	Q	5 858,97
4	Caja y válvula de limpieza	3	Unidad	Q 9 956,74	Q	29 870,21
5	Caja y válvula de aire	3	Unidad	Q 7 506,03	Q	22 518,08
6	Excavación de Zanja	2 826	ml	Q 33,75	Q	95 377,50
7	Instalación de tubería 1 1/2" pvc 160 psi	2 826	ml	Q 108,00	Q	305 208,00
8	Relleno de Zanjas	2 826	ml	Q 33,75	Q	95 377,50
9	Tanque de Distribución de 15m3 + caja de salida	1	Unidad	Q 47 250,00	Q	47 250,00
RED DE DISTRIBUCION						
10	Excavación de Zanja	640	ml	Q 33,75	Q	21 600,00
11	Instalación de tubería 1 1/4" pvc 160 psi	155	ml	Q 87,75	Q	13 601,25
12	Conexiones Prediales	70	Unidad	Q 945,00	Q	66 150,00
13	Relleno de Zanjas	640	ml	Q 33,75	Q	21 600,00
14	Caja para válvulas de control	1	Unidad	Q 5 606,29	Q	5 606,29
15	Reposición de pavimento	640	ml	Q 108,00	Q	69 120,00
16	Clorinador	1	unidad	Q 12 150,00	Q	12 150,00
TOTAL					Q	852 132,05

2.2.15. Evaluación socio-económica

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

2.2.15.1. Valor presente neto

Al investigar diferentes situaciones económicas se observa que el tiempo es un factor continuo indispensable. Las escalas de tiempo son frecuentemente necesarias para visualizar, el flujo previsto de efectivo resultante de una inversión propuesta. Así las cantidades que se indiquen sobre la escala de tiempo se consideran como desembolso o ingresos. Es decir, que el valor del dinero cambia conforme el tiempo, debido a diferentes factores tales como inflación, mercado, etc.

Dicho valor se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial los ingresos y egresos anuales, así como valores futuros de rescate de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si éste es rentable al término del período de funcionamiento; para el presente proyecto se determina el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es de 12%.

El procedimiento a realizar es el siguiente: la municipalidad de San Juan Ermita invertirá Q. 852 132,05 para la ejecución del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable. Para esto se emplearán los servicios de técnicos encargados de limpieza del tanque de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y conexiones domiciliarias, con un sueldo de Q. 1 500,00, el costo de conexión por cada casa que cobra la municipalidad es de Q. 1 000,00 y el costo por mantenimiento mensual es de Q. 35,00 al mes. El período de diseño es de 20 años.

$$\text{VPN} = -852\,132,05 - 18\,000,00(1+0,12)^{20} + 35\,000,00 + 4\,500,00(1+0,12)^{20}$$

$$\text{VPN} = -\text{Q. } 947\,357,00$$

Como se puede observar el resultado es negativo indicando esto que no es conveniente ya que no se recuperará el dinero invertido, pero como éste proyecto es de necesidad primaria es conveniente la inversión ya que se beneficiará a muchas familias, y mejorará la calidad de vida de los habitantes del barrio La Ceibita.

2.2.15.2. Tasa interna de retorno

Ésta, es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{Inversión inicial} \\ &= \text{Q. } 852\,132,05 \end{aligned}$$

Beneficio=No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\begin{aligned} \text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Q. } 852\,132,05}{250 \text{ Hab}} \\ &= \text{Q. } 3\,408,53 / \text{Hab} \end{aligned}$$

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base en valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.2.16. Evaluación de impacto ambiental del proyecto de agua potable

- Localización del proyecto: barrio La Ceibita se localiza en la cabecera municipal de San Juan Ermita, Chiquimula.
- Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.
- Características generales del proyecto:
 - Longitud del proyecto: 3 465 metros
 - Tipo de sistema: por gravedad
 - Período de diseño: 20 años
 - Aforo: 1,5 l/s
 - Dotación: 150 l/hab./día
 - Población actual: 185 habitantes
 - Población futura: 250 habitantes
 - Tiempo aproximado de ejecución: 5 meses
- Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 10 km² es montañosa, boscosa, existen áreas de cultivo de milpa y café, hay viviendas en la mayor parte de la red de distribución; no presenta problemas legales, debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos donde se ubican los nacimientos, paso de tubería y tanque de distribución.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: la limpieza y desmonte, la explotación de bancos de material, el manejo y disposición

final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte excavación y compactación o consolidación del terreno.

- Uso de recursos naturales del área: agua de los nacimientos y suelo proveniente de las excavaciones.
- Sustancias o materiales que serán utilizados: cemento, hierro, arena, piedra, grava y tubería de PVC.

Impacto ambiental que será producido

- Residuos y/o contaminantes que serán generados: de las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales, desechos sólidos y otros.
- Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por actividades como el acarreo de material; durante la realización de esta actividad, se generan partículas de polvo, las cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.
- Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.
- Sitios arqueológicos: es importante como objetivo fundamental para este factor determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.

- Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto, se tienen los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema; además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.
- Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de herramienta y equipo durante la fase de preparación del sitio y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.
- Contaminación visual: una mala selección del sitio donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla de la zanja donde va la tubería.

CONCLUSIONES

1. La construcción del proyecto de agua potable del barrio La Ceibita beneficiará a 37 familias con el vital líquido en cantidad suficiente y de mejor calidad, elevando la calidad de vida de los habitantes de esta aldea, durante los próximos 20 años. Al costo a que asciende este proyecto es de Q.852 132,05.
2. De acuerdo al resultado del análisis físico-químico y bacteriológico efectuado a la muestra de agua en el Centro de Investigaciones de Ingeniería debe asegurarse la potabilidad del agua aplicándole un tratamiento de desinfección, razón por la cual dentro del diseño se incorporó un sistema de alimentador automático de tricloro.
3. En el diseño estructural del edificio escolar se aplicaron diferentes criterios como los contenidos en el reglamento ACI y atendiendo a los criterios establecidos en el reglamento de Construcción de Edificios Educativos del Ministerio de Educación, los cuales proporcionarán confiabilidad a los usuarios.
4. La ejecución de los proyectos es ambientalmente viable siempre que se cumplan con las medidas de mitigación aquí propuestas y las establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; pues con ellas, su realización serán satisfactorios, sin afectar su entorno.
5. A través del Ejercicio Profesional Supervisado se complementa la formación profesional del estudiante ya que éste experimenta la

confrontación teórica - práctica, y adquiere confianza y madurez para iniciar con mayor eficiencia el desempeño de su profesión.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Juan Ermita, Chiquimula

1. Dar prioridad a la ejecución de los proyectos propuestos debido a que son de necesidad primaria para la salud y bienestar de la población del municipio.
2. Implementar programas de capacitación hacia la población sobre la importancia de los árboles y las consecuencias de la tala de éstos en las áreas cercanas a los nacimientos de agua.
3. Asegurar la implementación de la operación y mantenimiento preventivo y correctivo en ambos proyectos ya que éstas inciden en la duración y buen funcionamiento para el período que fueron diseñados.
4. Garantizar la supervisión técnica en la ejecución de ambos proyectos, a través de la Dirección Municipal de Planificación DMP, para que se cumplan con las especificaciones técnicas contenidas en los planos, para así obtener mayor eficiencia y calidad de ambos proyectos.

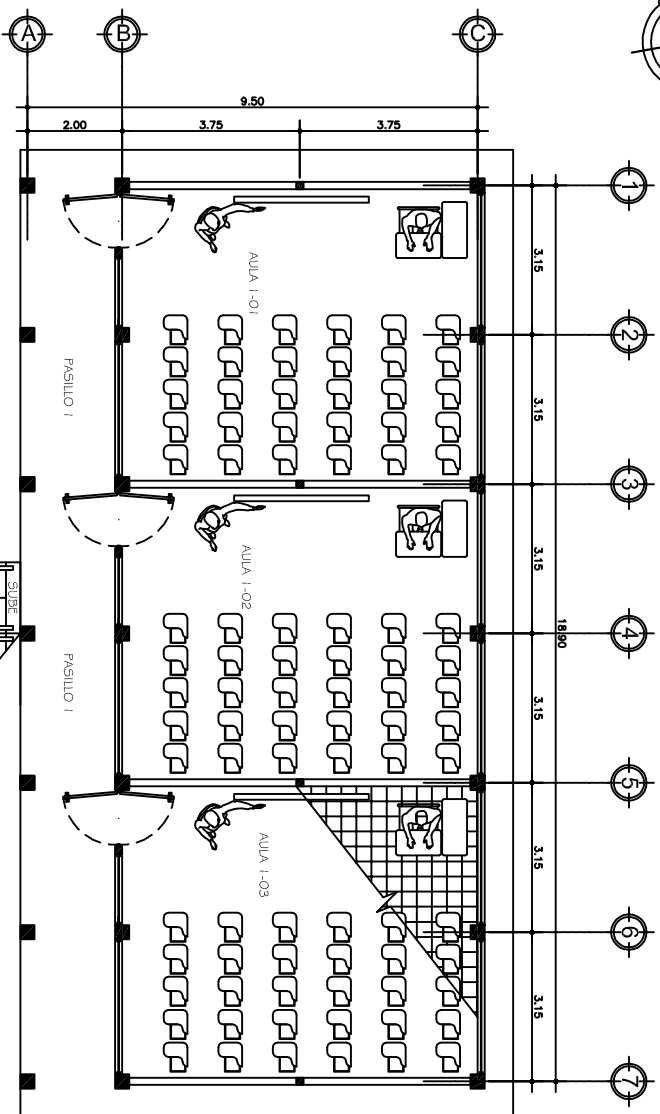
BIBLIOGRAFÍA

1. DÍAZ GÓMEZ, Juan José. "Diseño de la línea de conducción de agua potable y escuela de nivel primario del cantón Santabal I y pavimento rígido del sector central de la cabecera municipal de San Pedro Jocopilas, Quiché. Trabajo de graduación de ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 190 p.
2. EMPAGUA. *Normas para el diseño y construcción de redes de distribución de agua potable*. Guatemala: EMPAGUA, 1983. 220 p.
3. OLVERA, Alfonso. *Análisis de Estructuras*. Argentina: Continental, 1972. 600 p.
4. PARKER, Harry. *Diseño Simplificado de Concreto Reforzado*. México: Limusa, 1973. 722 p.
5. SANTISTEBAN QUIROZ, Luis Eduardo. "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón comunal de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla. Trabajo de graduación de ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 168 p.

APÉNDICE

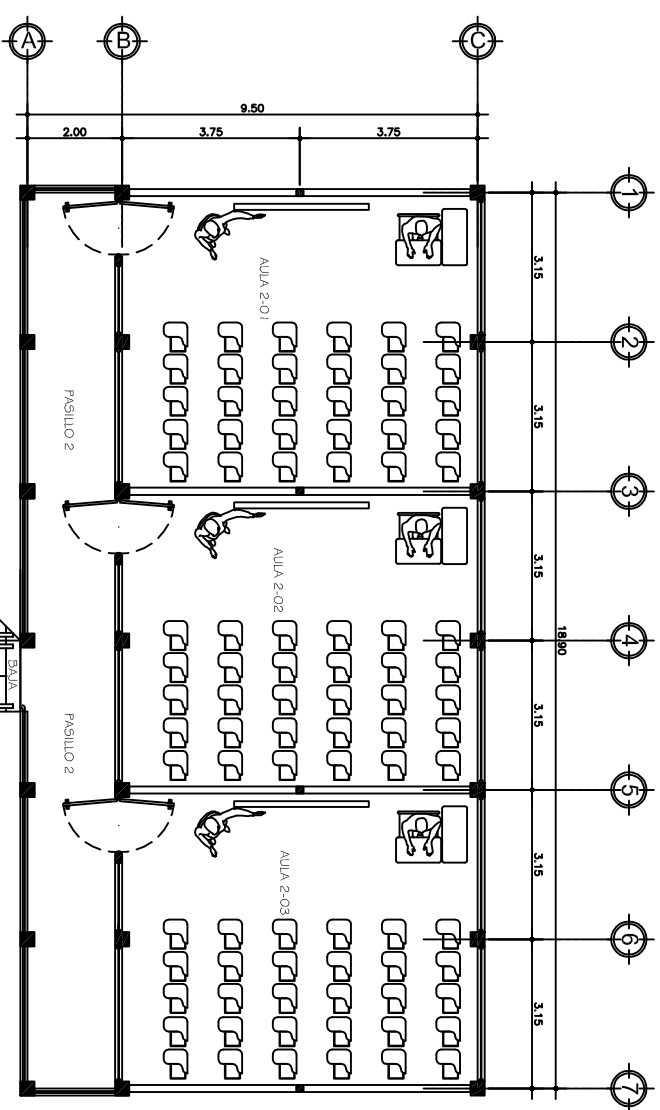
APÉNDICE 1

- Planos constructivos del instituto de educación básica



PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICA

ESCALA. 1:75



PLANTA ALTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA. 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANNIFICACIÓN
SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

EPS INGENIERÍA
REGIÓN NORORIENTE

PROYECTO
NOVIEMBRE JULIO CESAR LONE CALAS CANE 2003-12508

DISEÑO
JULIO C. LONE CALAS
JULIO C. LONE CALAS

CONTENIDO
DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, CASCO URBANO

CALENDA
JULIO C. LONE CALAS
NOVIEMBRE 2010

ESCALA
INGENIARIA

ESCALA
INGENIARIA

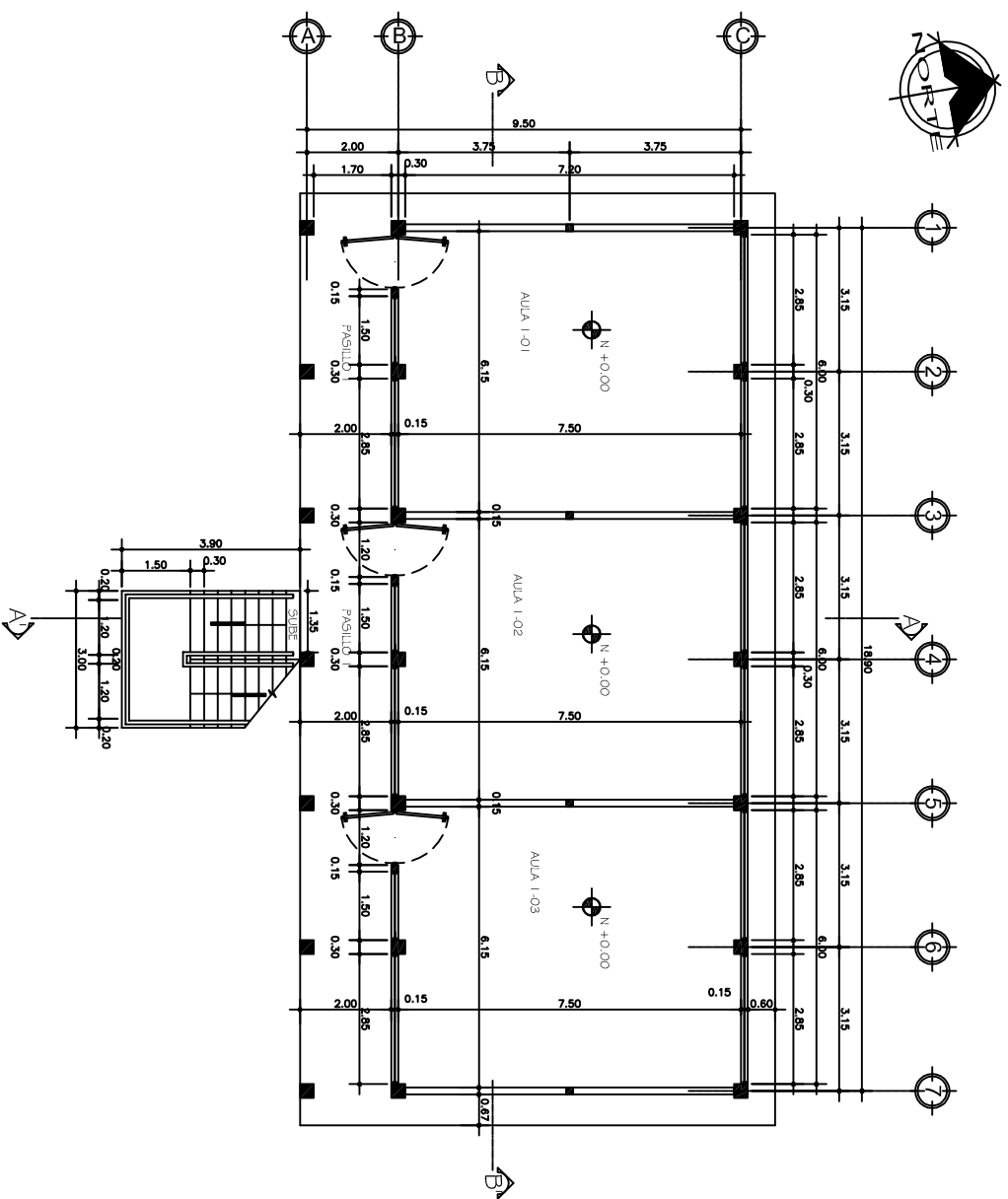
HOJA

HOJA

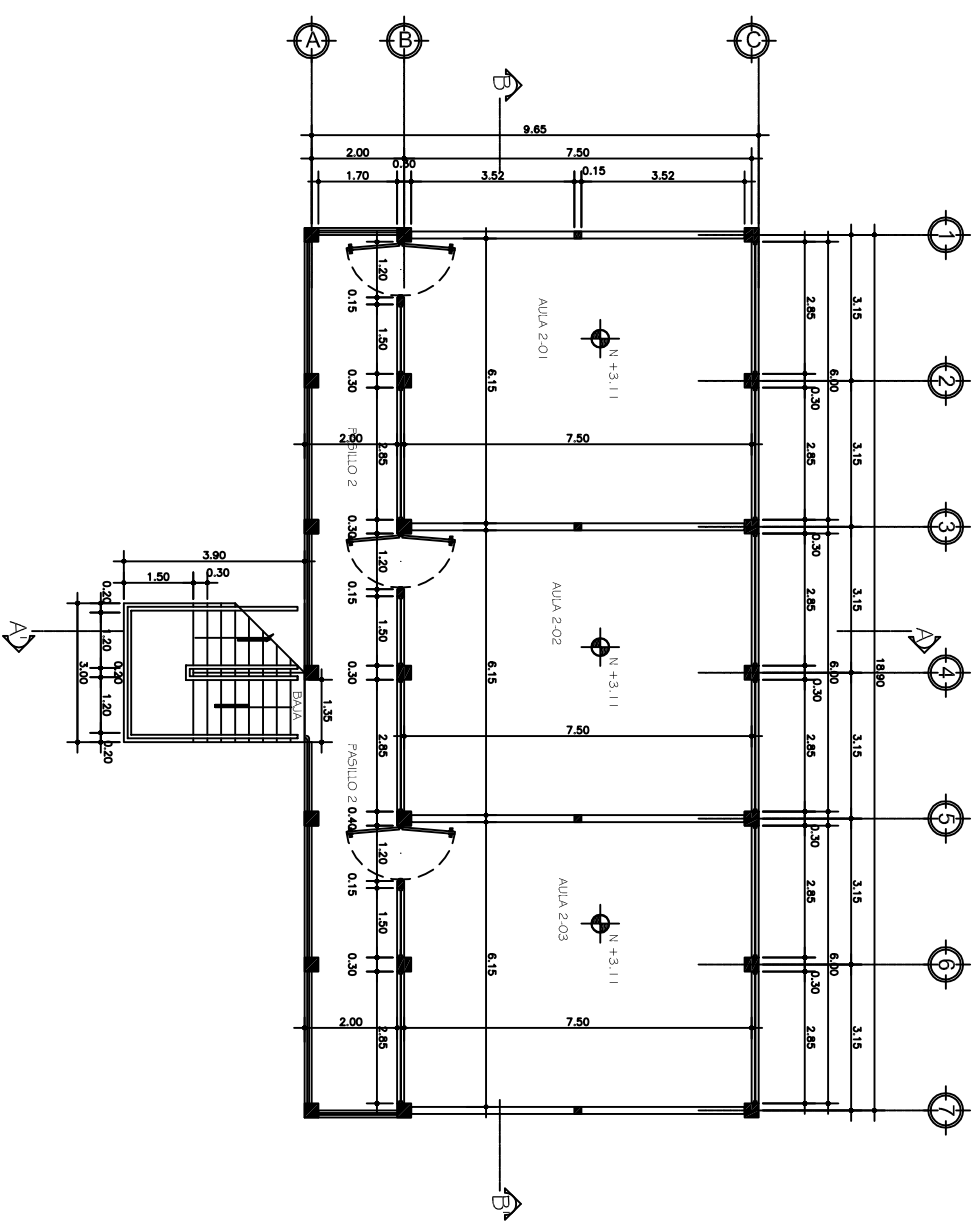
ING. JUAN MERCEDES
DISEÑO Y DIBUJO

JULIO CESAR LONE CALAS
DISEÑO Y DIBUJO

1/1



PLANTA BAJA ACOTADA
 ESCALA. 1:75



PLANTA ALTA ACOTADA
 ESCALA. 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTACION
 SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
 REGION NORORIENTE
 NOMBRE: JULIO CESAR LONE CAJAS CARRIL 2003-12508

PROYECTO: **DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CASCO URBANO**

CONTENIDO: **PLANTA ACOTADA**

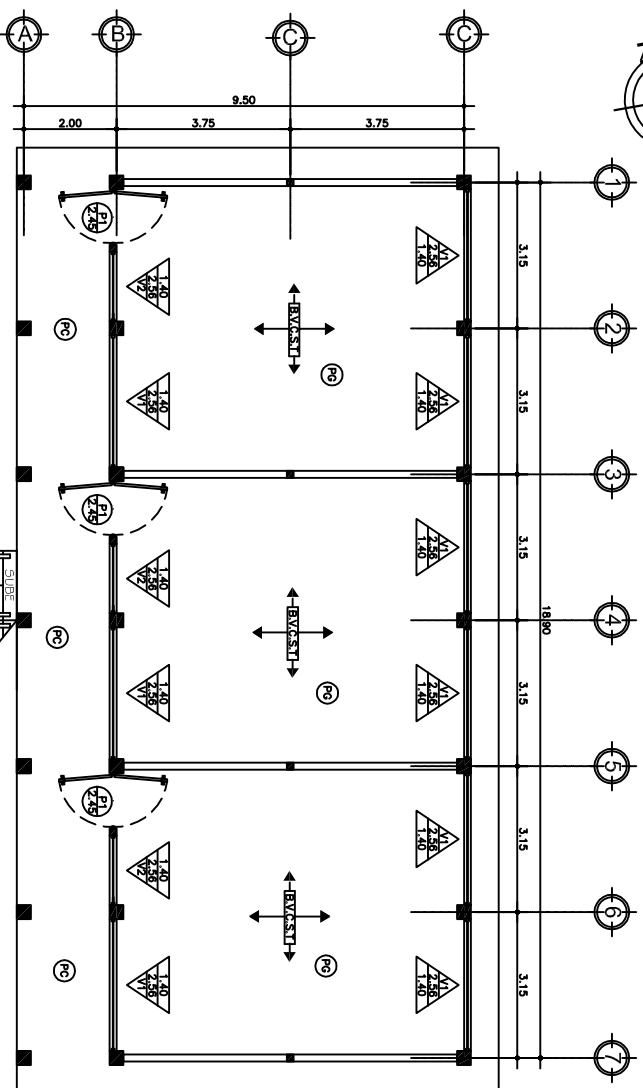
HOJA 2/1

DESIGNO: JULIO C. LONE CAJAS
 JULIO C. LONE CAJAS

FECHA: NOVIEMBRE 2010

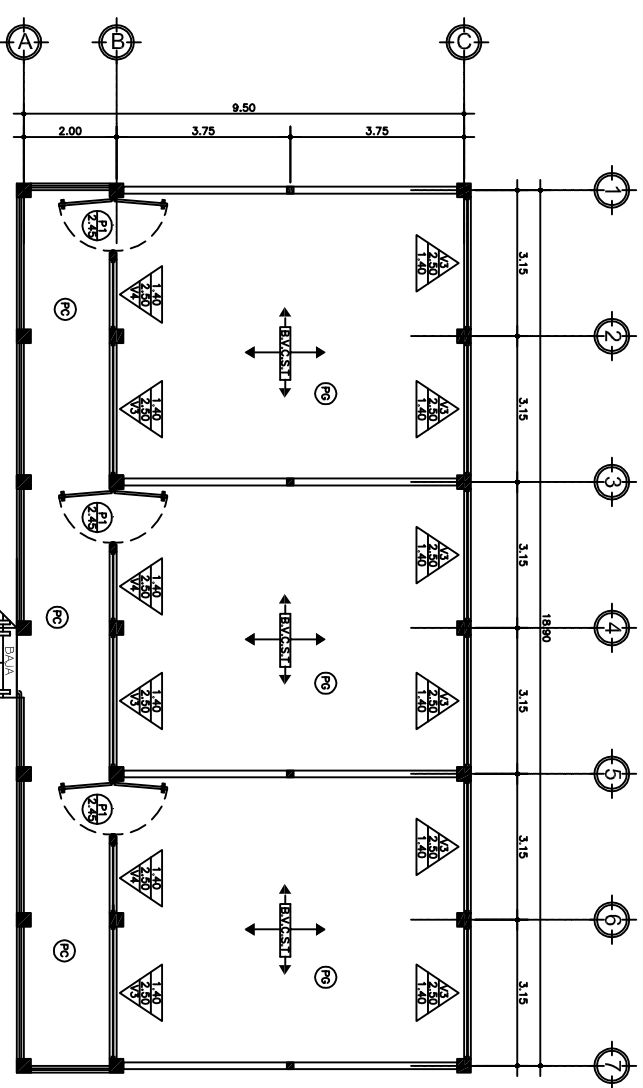
ESCALA: INDICADA

TITULO: TITULO ESPECIALIZACION EN PLANIFICACION URBANA Y AMBIENTAL



PLANTA BAJA ACABADOS

ESCALA. 1:75



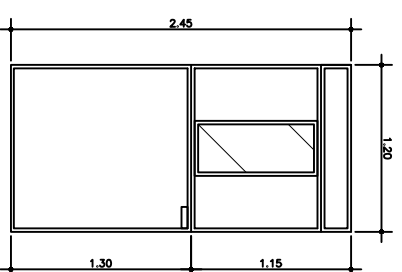
PLANTA ALTA ACABADOS

ESCALA. 1:75

SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA	
	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS
	INDICA TIPO DE PUERTA Y ALTURA
	INDICA TIPO DE VENTANA, SILLAR Y DINTEL
	PC o PG PISO DE CONCRETO O PISO GRANITO

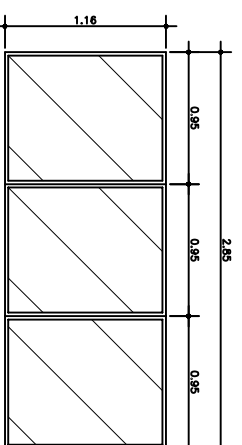
PLANILLA DE VENTANAS			
TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDADES
V-1	2,56 m	2,85 m	9
V-2	2,56 m	1,50 m	3
V-3	2,50 m	2,85 m	9
V-4	2,50 m	1,50 m	3

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDADES	MATERIALES
P-1	2,56 m	1,20 m	6	Maderas



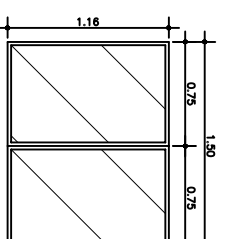
DETALLE DE PUERTA

ESCALA. 1:25



DETALLE DE VENTANA V-1

ESCALA. 1:25



DETALLE DE VENTANA V-2

ESCALA. 1:25



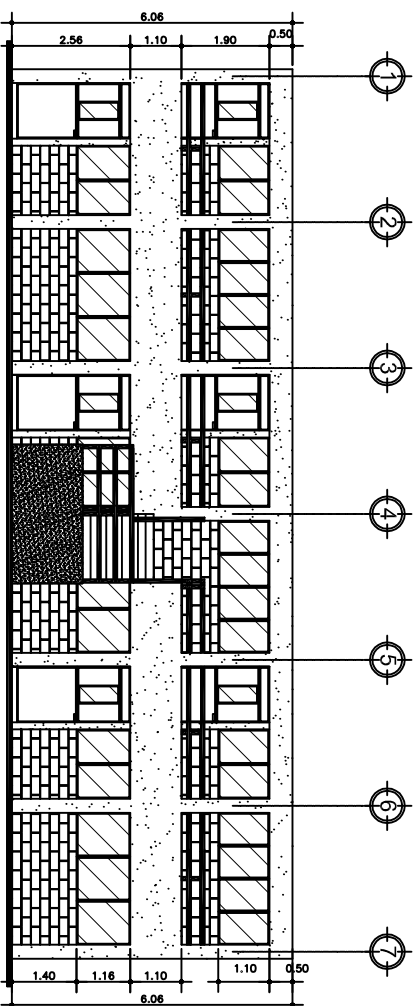
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTACION
SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
REGION NORORIENTE
NOMBRE: JULIO CESAR LONE CALAS CARRIL 2003-12508

PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CASCO URBANO
DISEÑADOR: JULIO C. LONE CALAS
FECHA: NOVIEMBRE 2010
ESCUELA: INGENIERIA

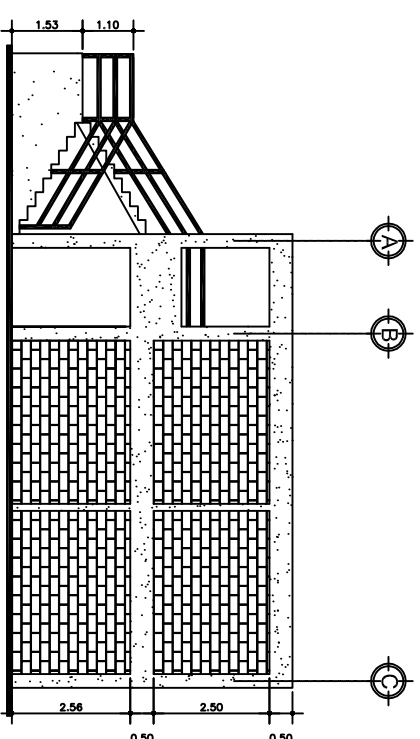
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS Y DETALLES

ING. JUAN VARGAS COS
ASESOR UNIVERSITARIO
TITULO ESCUELA ZONE CALAS
FACULTAD DE INGENIERIA



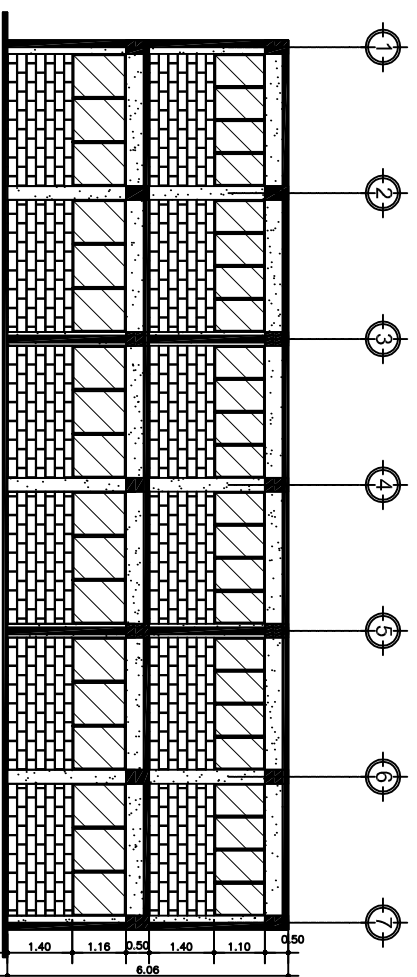
ELEVACIÓN FRONTAL

ESCALA. 1:75



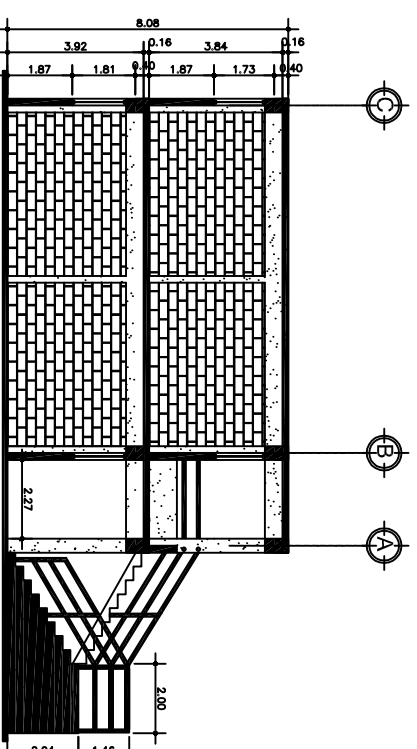
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA

ESCALA. 1:75



SECCIÓN B-B'

ESCALA. 1:75



SECCIÓN A-A'

ESCALA. 1:75



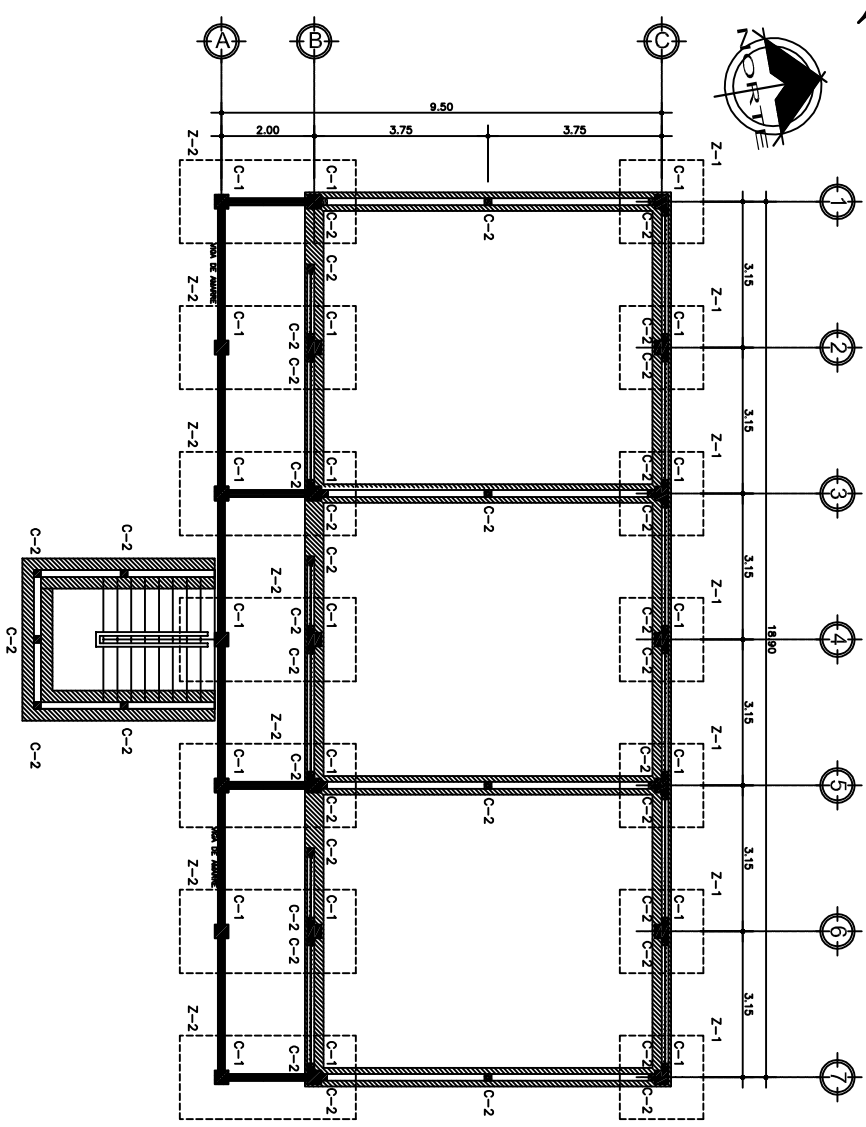
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN
 SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

EPS INGENIERÍA
 REGIÓN NORORIENTE
 NOMBRE JULIO CESAR LONE CALAS CARRÉ 2003-12208

PROYECTO DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, CASCO URBANO

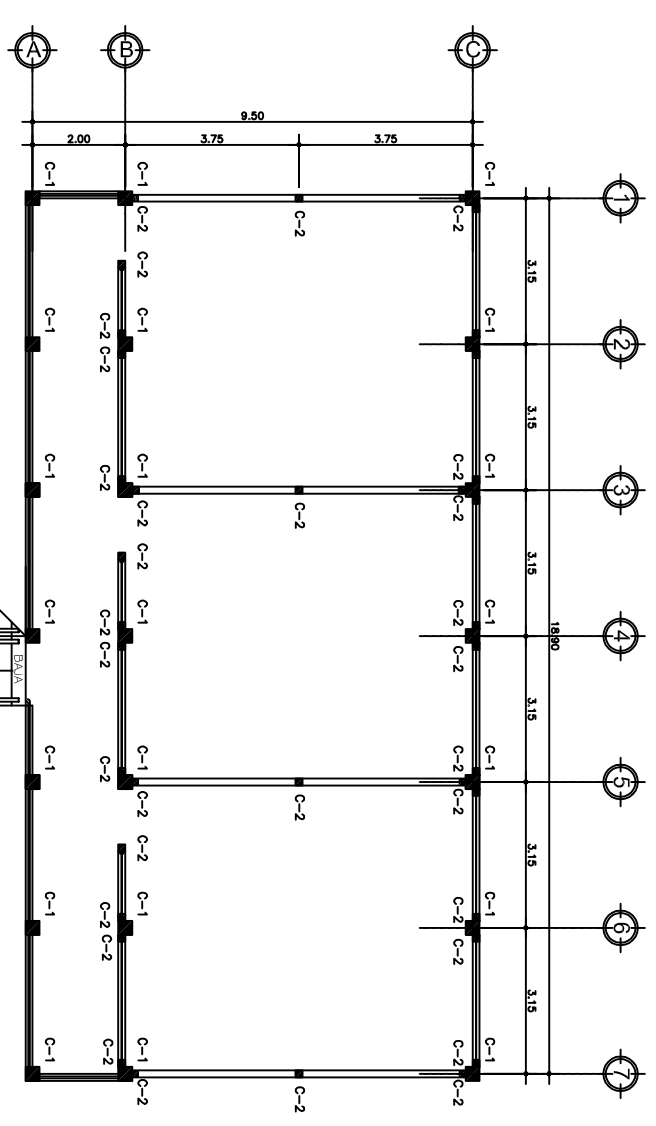
CONTENIDO ELEVACIONES Y SECCIONES

HOJA 4



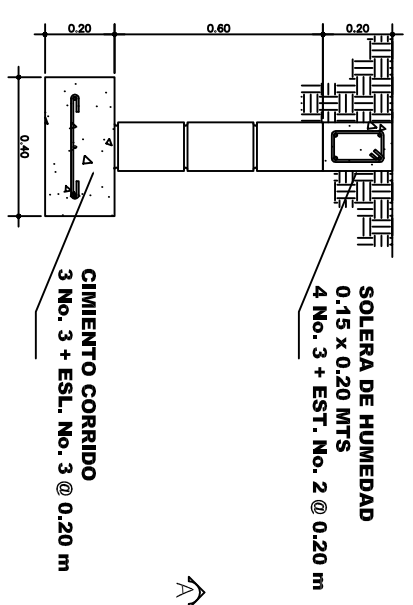
PLANTA BAJA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESCALA. 1:75



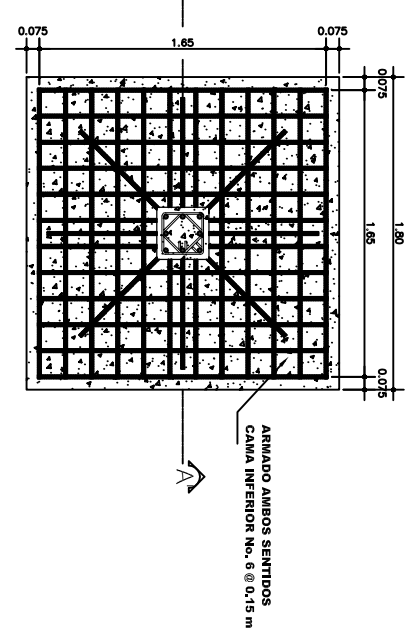
PLANTA ALTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESCALA. 1:75



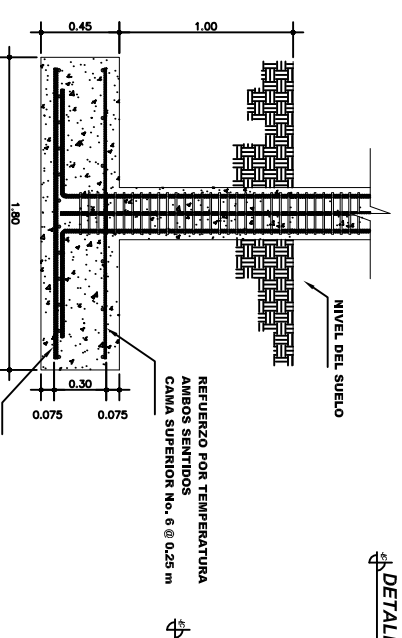
DETALLE DE CIMENTO CORRIDO

ESCALA. 1:10



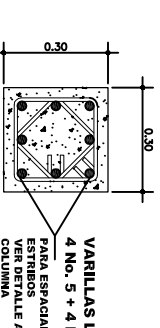
DETALLE DE ARMADO DE ZAPATA

ESCALA. 1:20



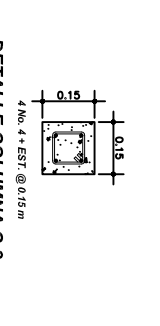
SECCIÓN A-A'

ESCALA. 1:20



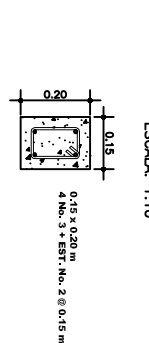
DETALLE COLUMNA C-1

ESCALA. 1:10



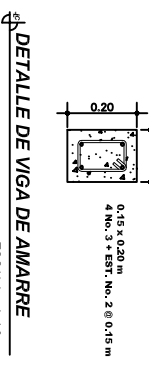
DETALLE COLUMNA C-2

ESCALA. 1:10



DETALLE DE SOLERA DE HUMEDAD

ESCALA. 1:10



DETALLE DE VIGA DE AMARRE

ESCALA. 1:10



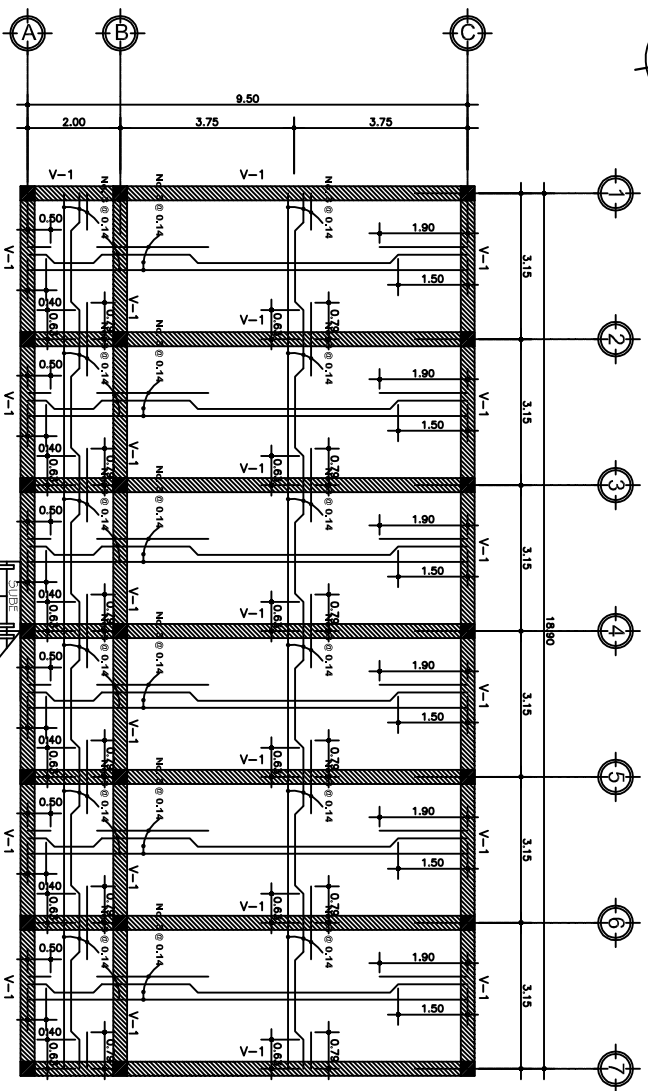
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANTIFICACIÓN
SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERÍA
REGIÓN NOROCCIDENTE
NOVEMBRE JULIO CESAR LÓPEZ CAJAS
CARR. 2003-172048
CARR. 2003-172048
JULIO C. LÓPEZ CAJAS

PROYECTO
DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, CASCO URBANO
ESCALA
INDICADA

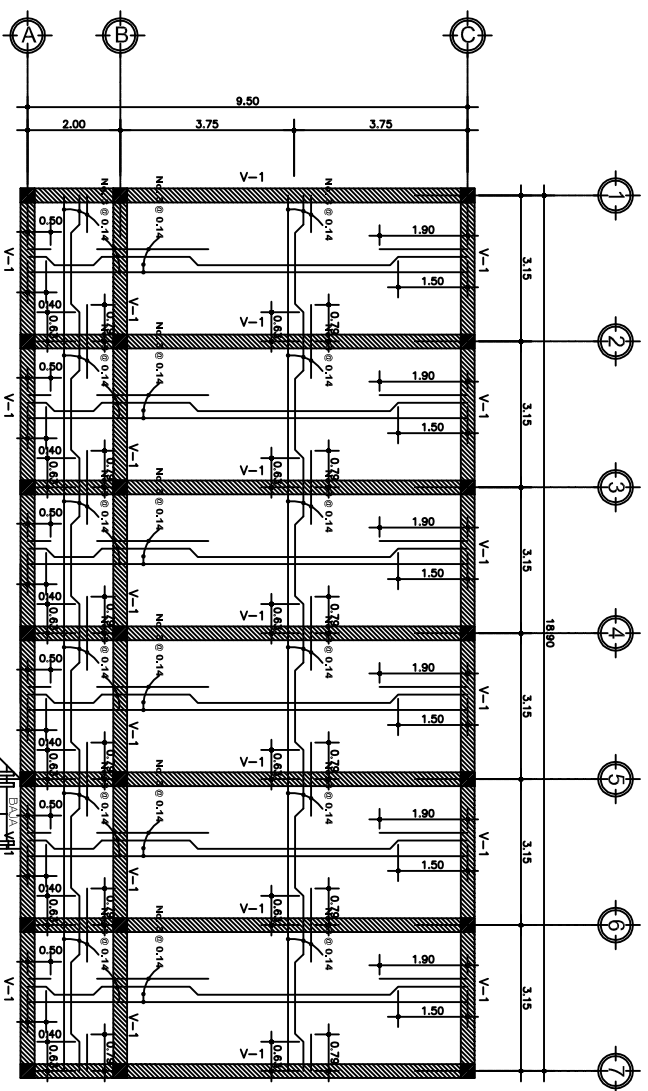
CONTENIDO
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DETALLES

HOJA
5/1



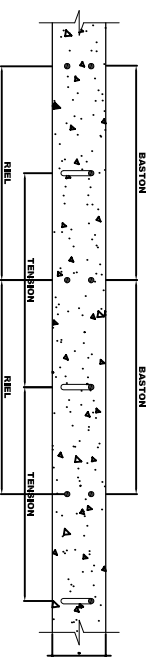
PLANTA BAJA LOSAS Y VIGAS

ESCALA. 1:75

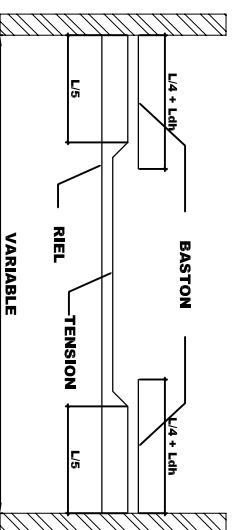


PLANTA ALTA LOSAS Y VIGAS

ESCALA. 1:75



SECCION DE LOSA
SIN ESCALA



DETALLE DE ARMADO LOSA
SIN ESCALA

Varilla No.	Ldh ¹⁾	2.5 x Ldh ²⁾	3.5 x Ldh ³⁾
3	11	27	38
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

1) Dpto. 21-318-93
2) Barmos, si el espesor del concreto es > 0.30 m.
3) Barmos, Vigas, Losas y Columnas.
Columnas: si el espesor del concreto es < 0.30 m.

RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	3.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.5 cm



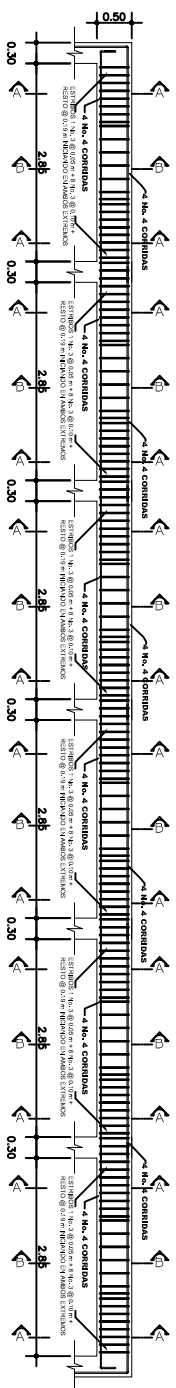
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANEACION
SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA REGION NORORIENTE
NOMBRE: JULIO CESAR LONE CALAS CARRIL
2003-12508

PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CASCO URBANO
DISEÑO: JULIO C. LONE CALAS
REVISOR: JULIO C. LONE CALAS
FECHA: NOVIEMBRE 2010
ESCALA: INDICADA

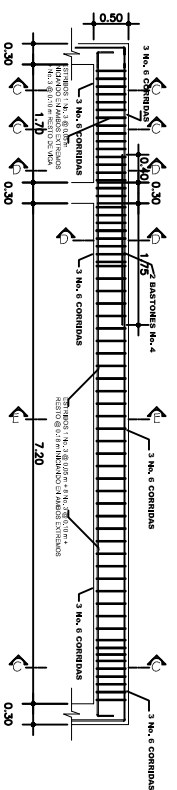
CONTENIDO: **PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**

HOJA 7/1
ING. JULIO CESAR LONE CALAS
INGENIERO CIVIL
INGENIERIA DE INGENIERIA



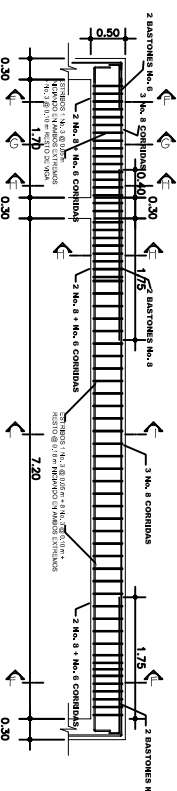
ARMADO DE VIGA NIVEL 1 Y 2 EJE "X"

ESCALA. 1:50



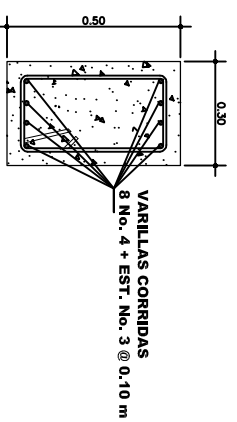
ARMADO DE VIGA NIVEL 2 EJE "Y"

ESCALA. 1:50



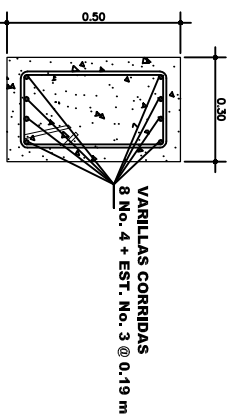
ARMADO DE VIGA NIVEL 1 EJE "Y"

ESCALA. 1:50



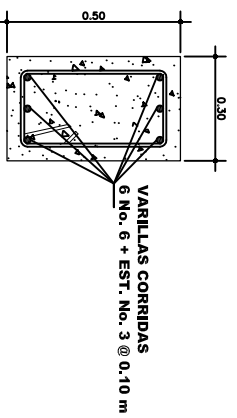
CORTE A-A' DE EJE "X"

ESCALA. 1:10



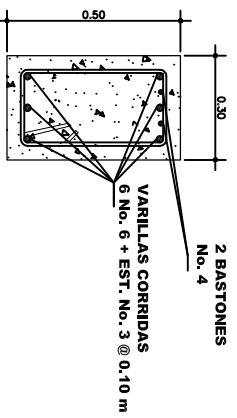
CORTE B-B' DE EJE "X"

ESCALA. 1:10



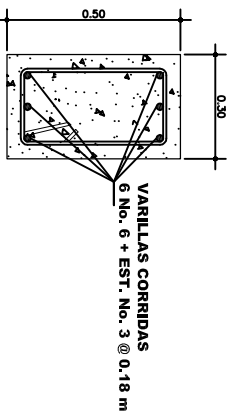
CORTE C-C' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



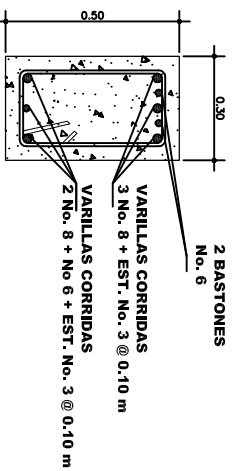
CORTE D-D' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



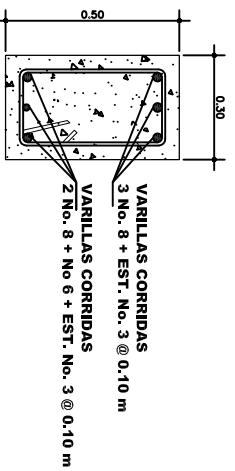
CORTE E-E' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



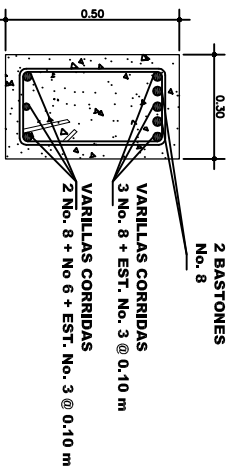
CORTE F-F' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



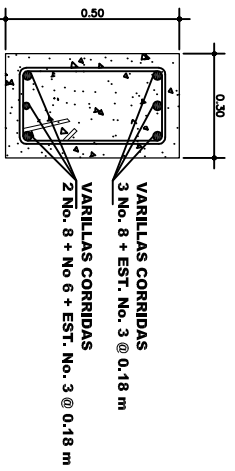
CORTE G-G' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



CORTE H-H' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10



CORTE I-I' DE EJE "Y"

ESCALA. 1:10

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $3,000 \text{ psi}$
 - $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ o $40,000 \text{ psi}$
 - Block Fronez de fin = 35 kg/cm^2
 - Agregado Grueso = $1/2"$
 - CARGAS VIVAS UTILIZADAS
 - ALL.S = 300 kg/m^2
 - PASILLOS = 500 kg/m^2
 - TECHOS = 1000 kg/m^2
 - ACABADOS = 60 kg/cm^2
- NOTAS:
- Previo a la construcción, realizar ensayo dinámico para verificar valor soporte del suelo.
 - GANCHO STANDARD A 135°
 - El doblaz del gancho será 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10cm.
 - TRASLAPES MINIMOS
 - No. 3 = 0.35 m.
 - No. 4 = 0.50 m.
 - No. 5 = 0.60 m.
 - No. 6 = 0.75 m.
- Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas A.G.I.E.S.

GANCHOS DE REFUERZO		No. Ref.	1.1	1.2	1.3
GANCHO 135°	1	0.02	0.01	0.01	0.02
	2	0.02	0.01	0.01	0.02
	3	0.02	0.01	0.01	0.02
GANCHO 90°	4	0.02	0.01	0.01	0.02
	5	0.02	0.01	0.01	0.02
	6	0.02	0.01	0.01	0.02
GANCHO 45°	7	0.04	0.02	0.02	0.04
	8	0.04	0.02	0.02	0.04
	9	0.04	0.02	0.02	0.04
GANCHO 180°	10	0.02	0.01	0.01	0.02
	11	0.02	0.01	0.01	0.02

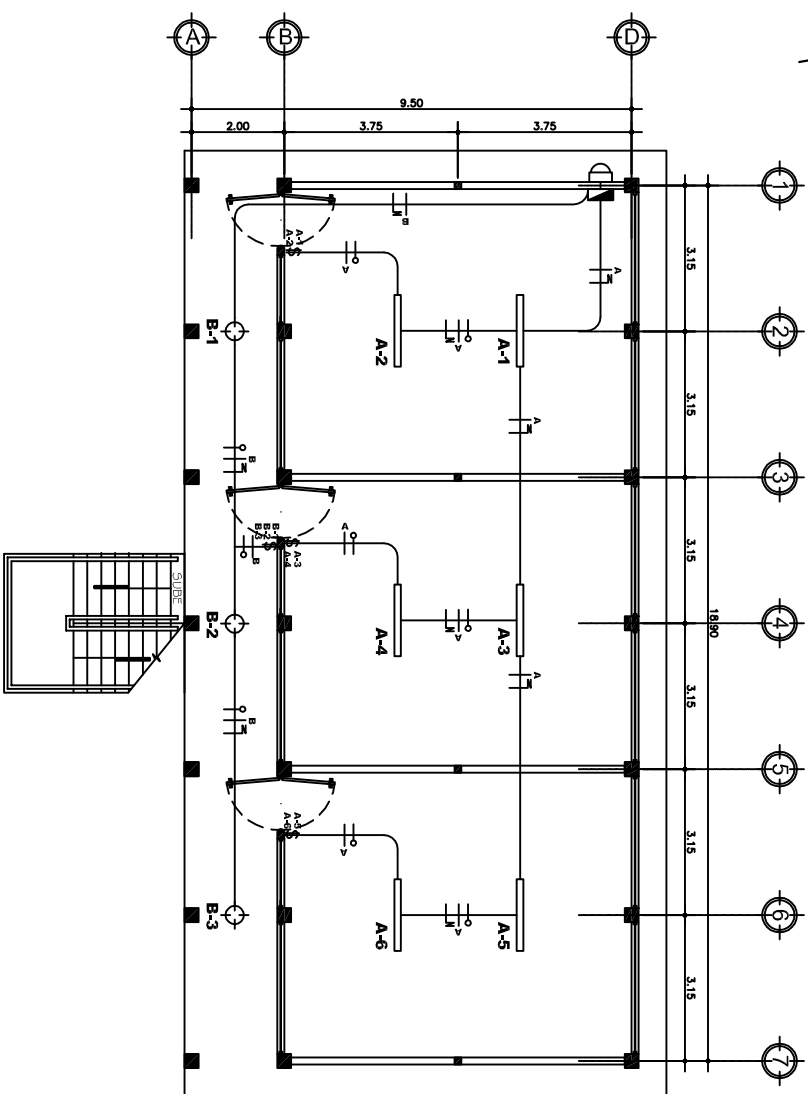


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION MUNICIPAL DE MANIFIACION
 SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
 REGION NORORIENTE
 NOMBRE JULIO CESAR LONE CALAS CARGO 2003-212508
 DISEÑO JULIO C. LONE CALAS
 CALULO JULIO C. LONE CALAS
 FECHA NOVIEMBRE 2010
 ESCALA HORIZONTAL

CONTENIDO
DETALLES DE VIGAS

HOJA 8/11
 NOMBRE DEL DISEÑADOR: JULIO CESAR LONE CALAS
 TITULO DEL DISEÑO: DETALLES DE VIGAS

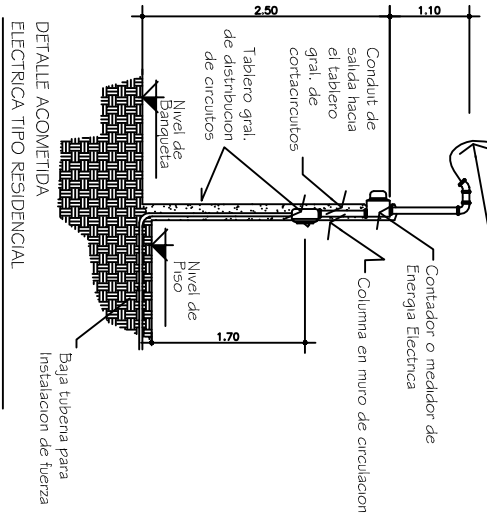


PLANTA BAJA ILUMINACIÓN

ESCALA. 1:75

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA DE CIELO
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA VIVA
	LINEA NEUTRA
	LINEA RETORNO
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.

KW= # UNID X 110 / 100
 AMP = # UNID X 100 / 1000

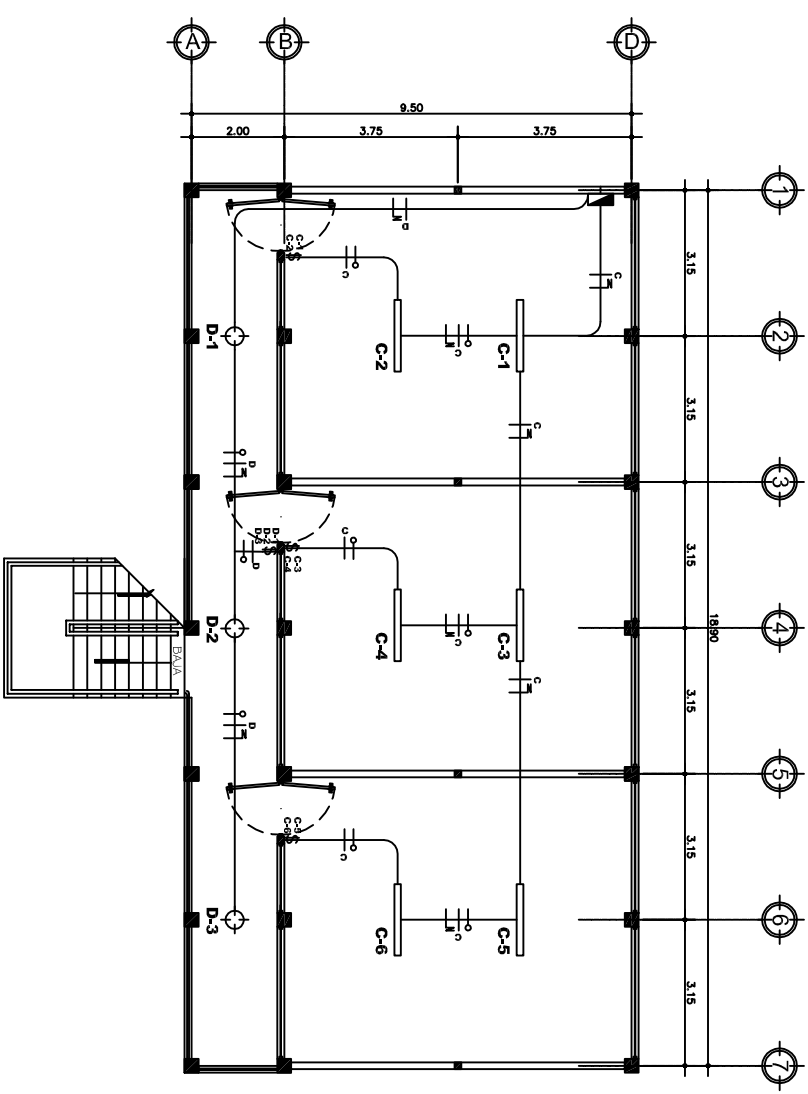


DETALLE ACOMETIDA ELECTRICA TIPO RESIDENCIAL

Sin Escala

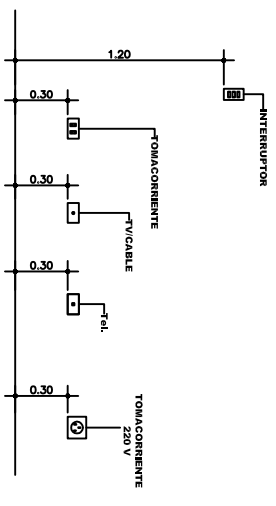
NOTA:

Se recomienda que el tablero general de distribucion de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts sobre el nivel de piso. Para evitar que niños manipulen los flip-ones o corta circuitos



PLANTA ALTA ILUMINACIÓN

ESCALA. 1:75



ALTURA TOMAS

ESCALA. 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION MUNICIPAL DE MANUTENCION
 SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

EPS INGENIERIA
 REGION NORORIENTE

NOMBRE JULIO CESAR LONE CALAS C.A.R.C. 2003-12208

PROYECTO DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CASCO URBANO

CONTENIDO PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION

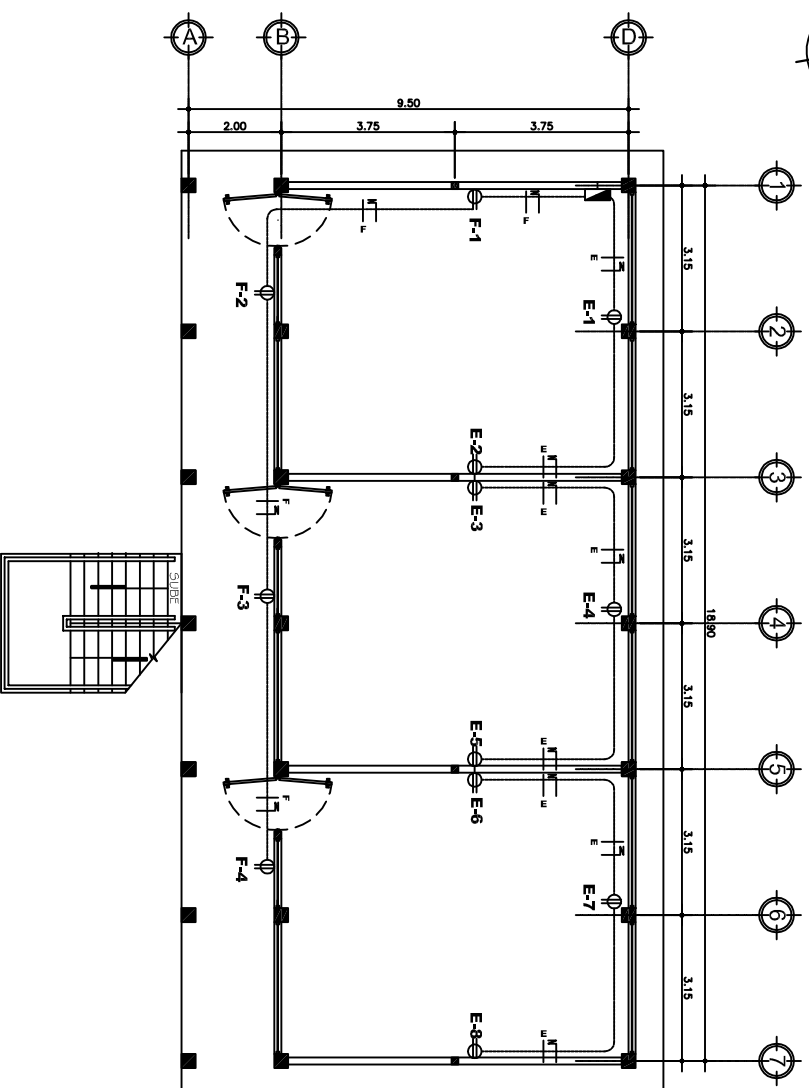
ING. JUAN VARGAS COSA ASISTENTE DE INGENIERIA

TITULO ESCALA LONG CALAS

FECHA NOVIEMBRE 2010

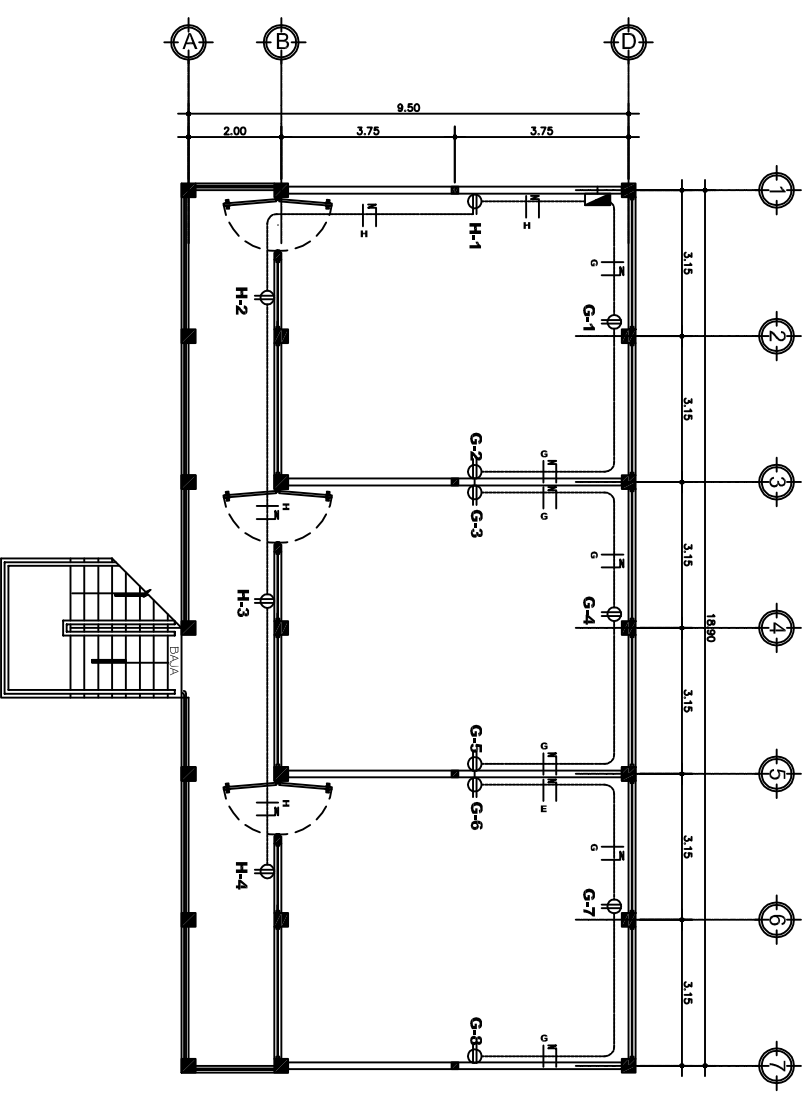
ESCALA HORIZONTAL

HOJA 9/11



PLANTA BAJA FUERZA

ESCALA. 1:75



PLANTA ALTA FUERZA

ESCALA. 1:75

SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 0.30
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 H = 1.20
	TOMACORRIENTE 220
	TUBO PVC ELECTRICO Ø 3/4"
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTACION
 SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
 REGION NORORIENTE
 NOMBRE: JULIO CESAR LONE CAJAS C.A.R.E.L. 2005-12508

PROYECTO
 DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CASCO URBANO

CONTENIDO
PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA

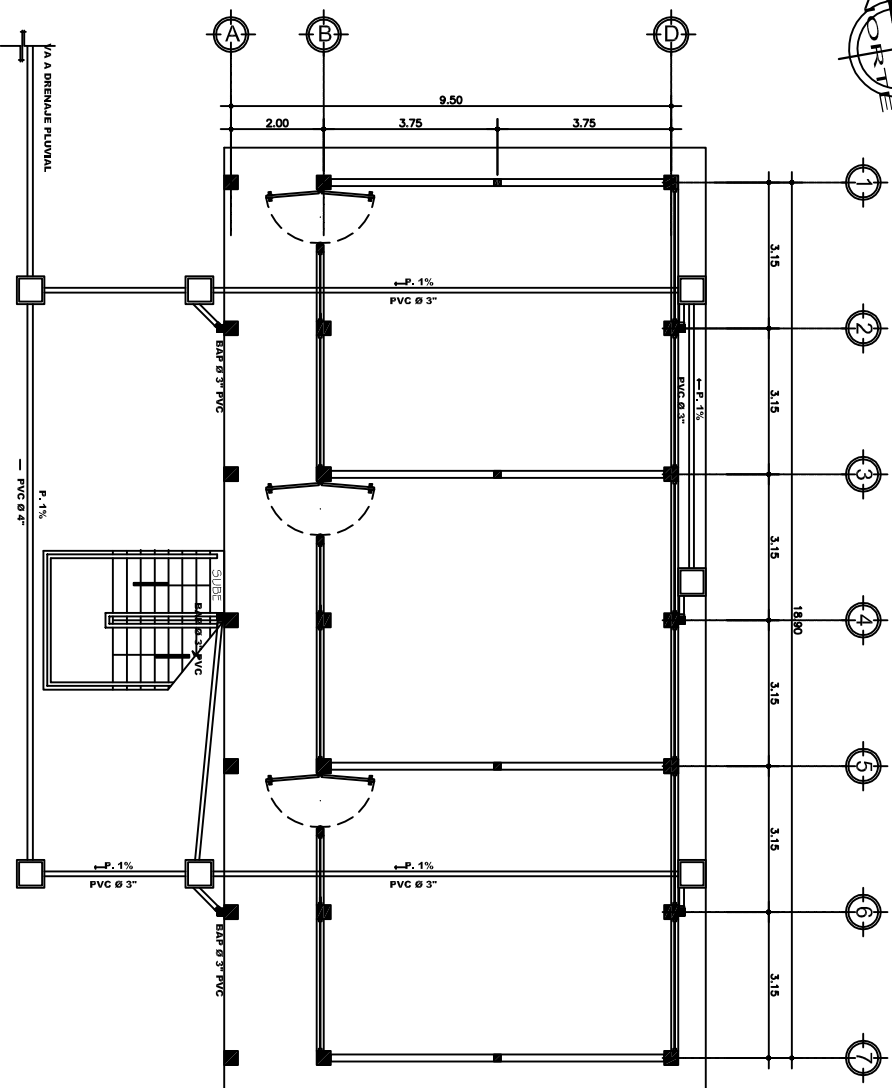
ING. JULIO CESAR LONE CAJAS
 ASISTENTE ADMINISTRATIVO

DESIGNADO
 JULIO C. LONE CAJAS

FECHA
 NOVIEMBRE 2010

ESCALA
 INDICADA

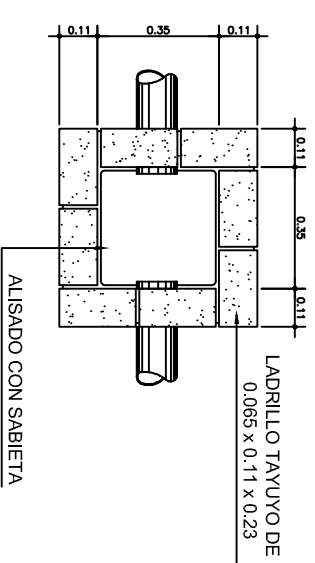
HOJA
 19



PLANTA BAJA DRENAJE PLUVIAL

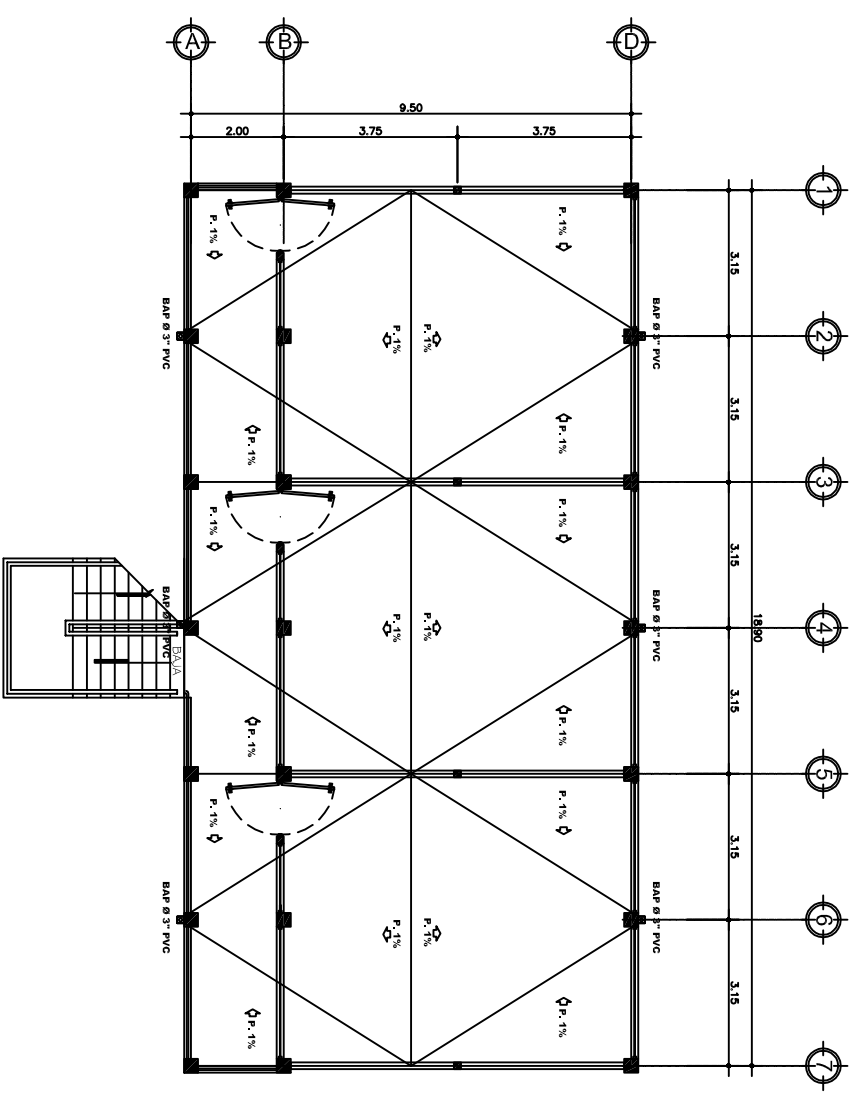
ESCALA. 1:75

SIMBOLOGIA	
	TUBO PVC DE AGUA PLUVIA
	YEE HORIZONTAL
	CODO 90°
	CODO 45°
	BAJADA AGUA PLUVIA PVC Ø 3"
	PENDIENTE Y DIRECCION
	CAJA UNION



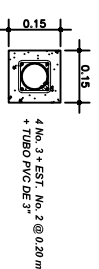
PLANTA CAJA UNIÓN

ESCALA. 1:10



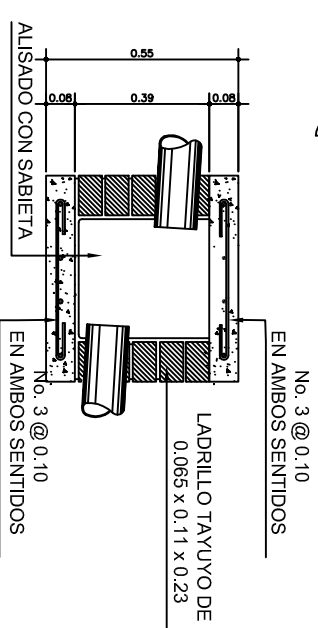
PLANTA ALTA DRENAJE PLUVIAL

ESCALA. 1:75



DETALLE COLUMNA B.A.P.

ESCALA. 1:10



SECCIÓN

ESCALA. 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTIFICACION
SAN JUAN ERMITA, CHIMULULA

EPS INGENIERIA
REGION NORORIENTE
NOMBRE JULIO CESAR LONE CAJAS
CAREC 2003-12508

PROYECTO
DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA, CARGO URBANO

CONTENIDO
PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL

ING. JUAN VARGAS COS
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
TITULO ESPECIALIZACION
INGENIERIA DE INGENIERIA

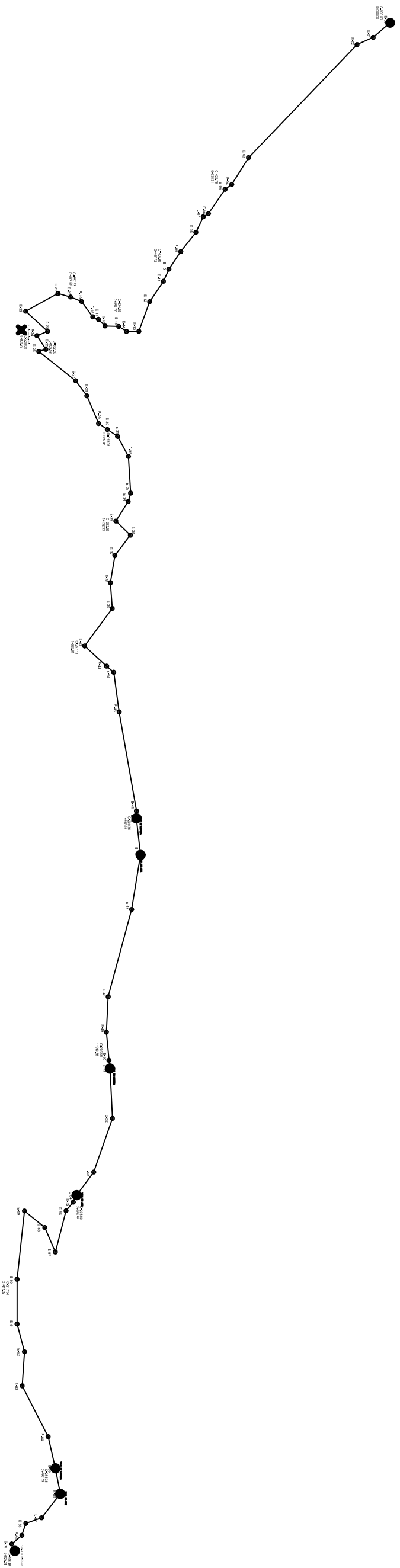
HOJA
1/1

APÉNDICE 2

- Resumen hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Ceibita, San Juan Ermita, Chiquimula
- Planos constructivos sistema de abastecimiento de agua potable

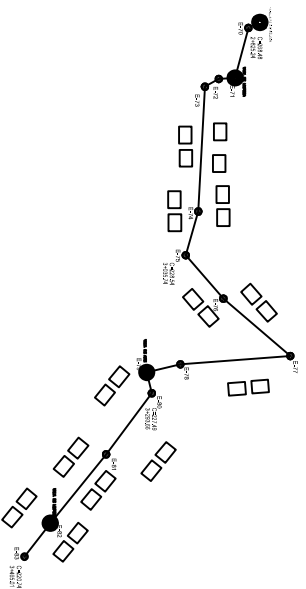
Apéndice 2. Resumen hidráulico

BARRIO LA CEBITA CASCO URBANO MUNICIPIO: SAN JUAN ERMITA DEPARTAMENTO: CHIQUMILA		RESUMEN CÁLCULO HIDRÁULICO										FECHA: OCTUBRE 2010								
LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE																				
ESTACIÓN	DE	AL	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	CAÍDA DE PRESIÓN (m)	PERDIDA DE CARGA (m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)		
E-0	E-24	500	329	150	1.754	18.17	0.96	0.96	481.83	14.89	152.83	171	142	160 P.V.C	E-24 = CRP 1					
E-24	E-70	329	268.48	150	1.754	45.53	0.96	0.96	283.47	14.89	60.52	354	112	160 P.V.C						
		LC=	2825.24																	496
LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE																				
ESTACIÓN	DE	AL	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	CAÍDA DE PRESIÓN (m)	PERDIDA DE CARGA (m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/100m)		
E-70	E-83	639.77	268.48	150	1.532	15.31	0.91	0.91	253.17	32.43	47.74	112	112	160 P.V.C						
		LD=	640																	112



PLANTA GENERAL DE CONDUCCIÓN E-00 A E-70

ESCALA. 1:3000



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE E-70 A E-83

ESCALA. 1:3000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERÍA
 REGIÓN NORORIENTE
 JULIO CESAR LONE CALAS
 CARGO: 2003-12/2008

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA

CONTENIDO: **PLANTA GENERAL DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

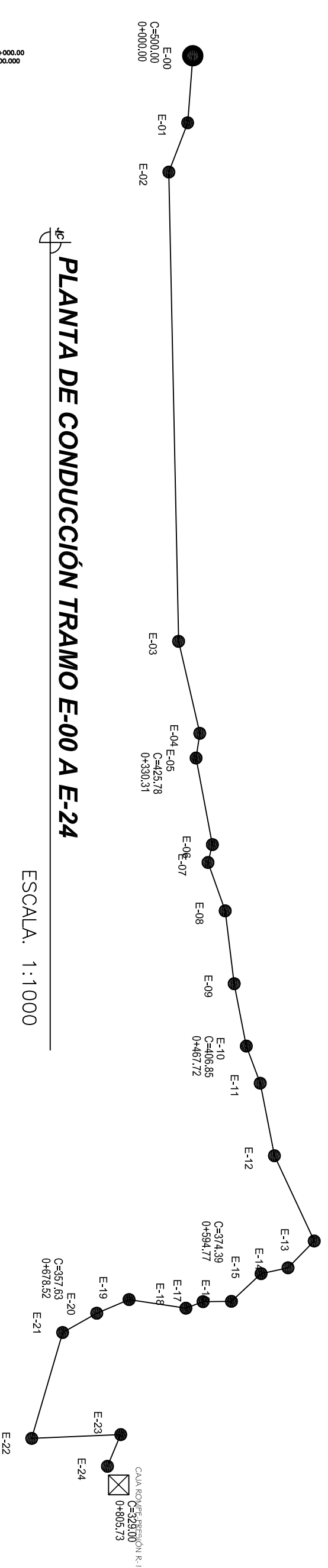
ING. JUAN VARGAS COS
 ASISTENTE ADMINISTRATIVO

DESIGNO: JULIO C. LONE CALAS
 TÍTULO: JULIO C. LONE CALAS

FECHA: NOVIEMBRE 2010

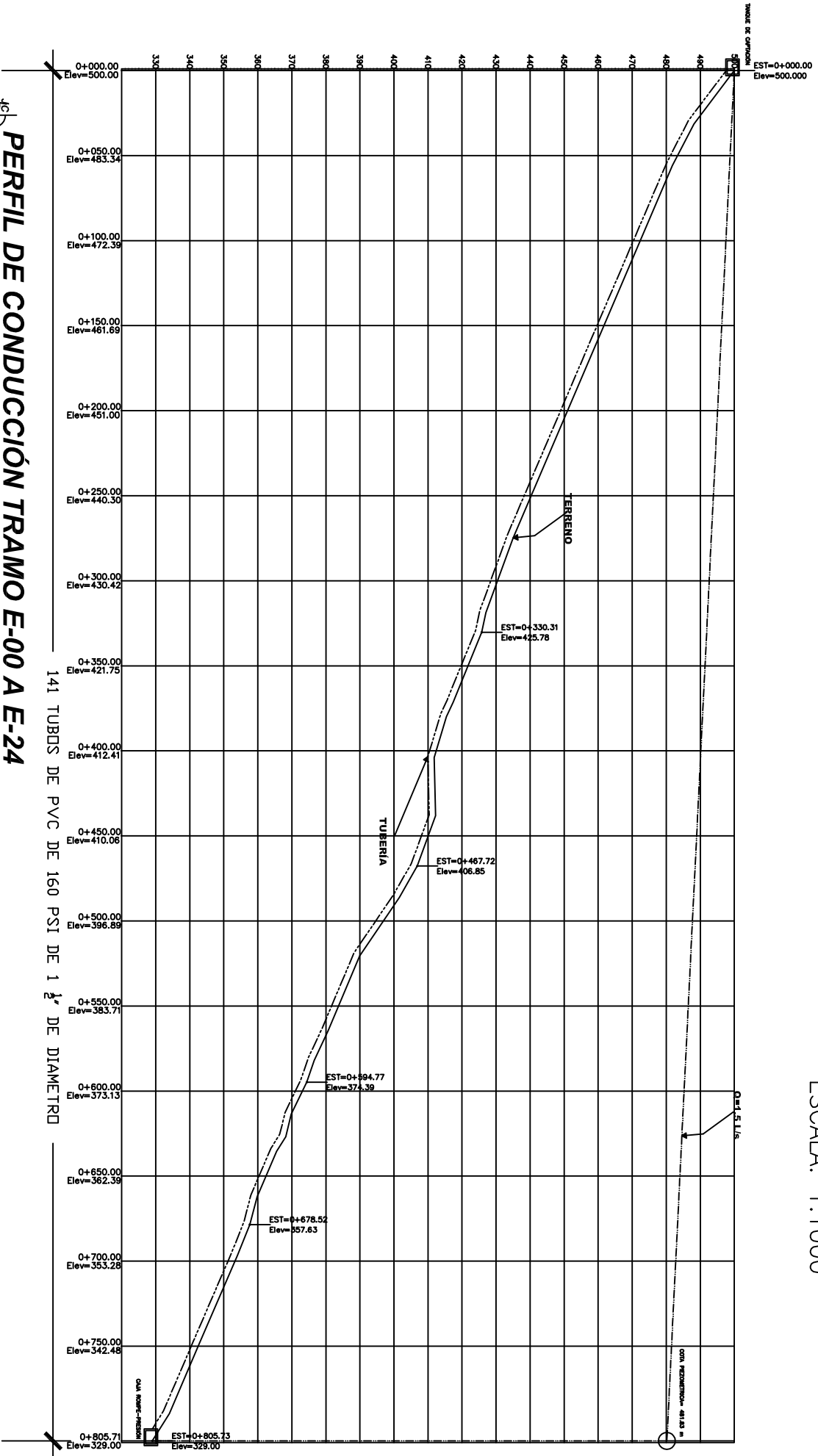
ESCALA: INDICADA

TÍTULO: JULIO CESAR LONE CALAS
 ESPECIALIDAD: INGENIERÍA



PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-00 A E-24

ESCALA. 1:1000



PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-00 A E-24

141 TUBOS DE PVC DE 160 PSI DE 1 1/2" DE DIAMETRO

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTIFICACION
SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

REGION NORORIENTE

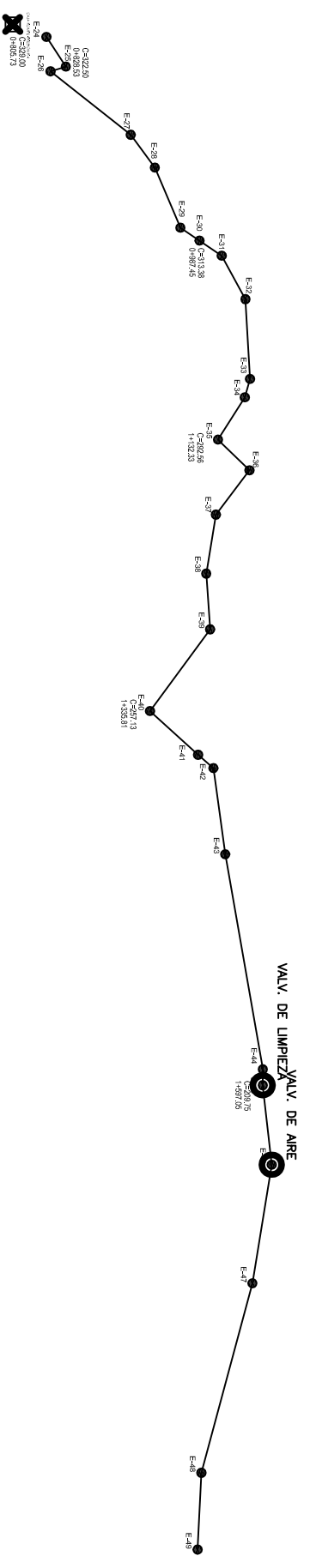
EPS INGENIERIA

PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA

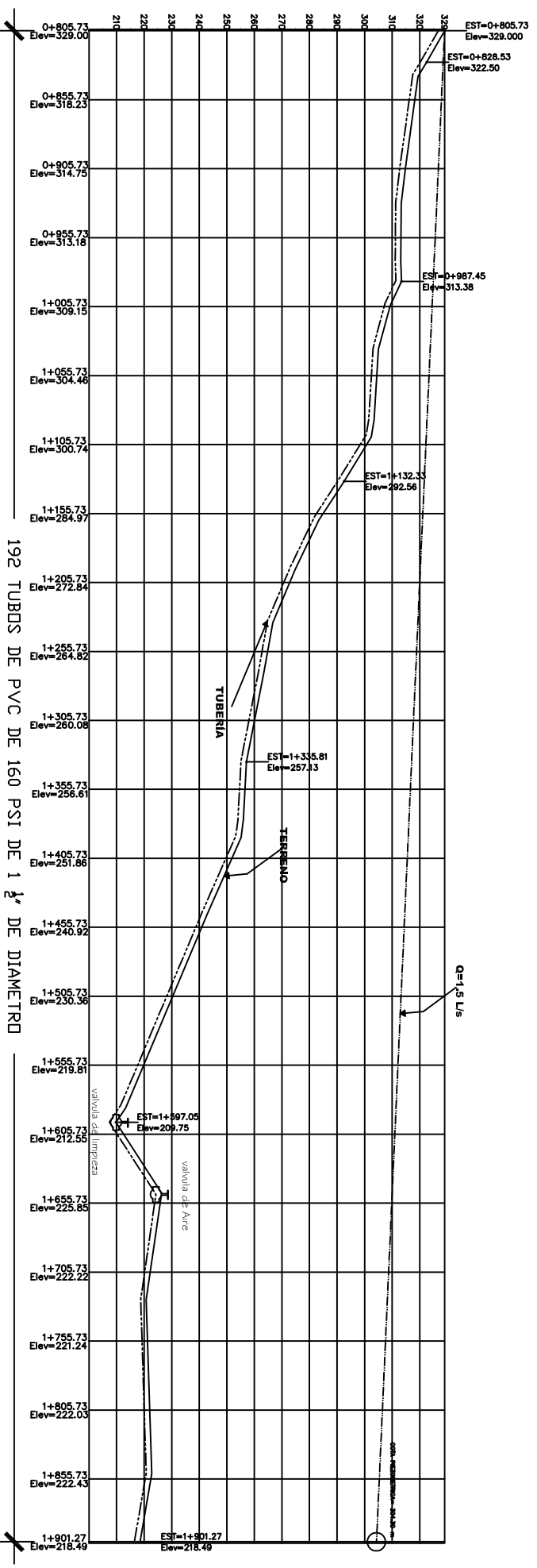
CONTENIDO PLANTA-PERFIL TRAMO E-00 A E-24

NOMBRE	JULIO CESAR LONE CALAS	CAREC	2005-12508
SESION	JULIO C. LONE CALAS	FECHA	NOVIEMBRE 2010
TITULO	JULIO C. LONE CALAS	ESCALA	INDICADA

ING. JUAN VARGAS COS	TITULO	JULIO CESAR LONE CALAS
ASISTENTE SUPERVISOR	PROYECTO	SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA
	ESCALA	INDICADA



PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-24 A E-49
ESCALA. 1:2000



PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-24 A E-49

ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:1000



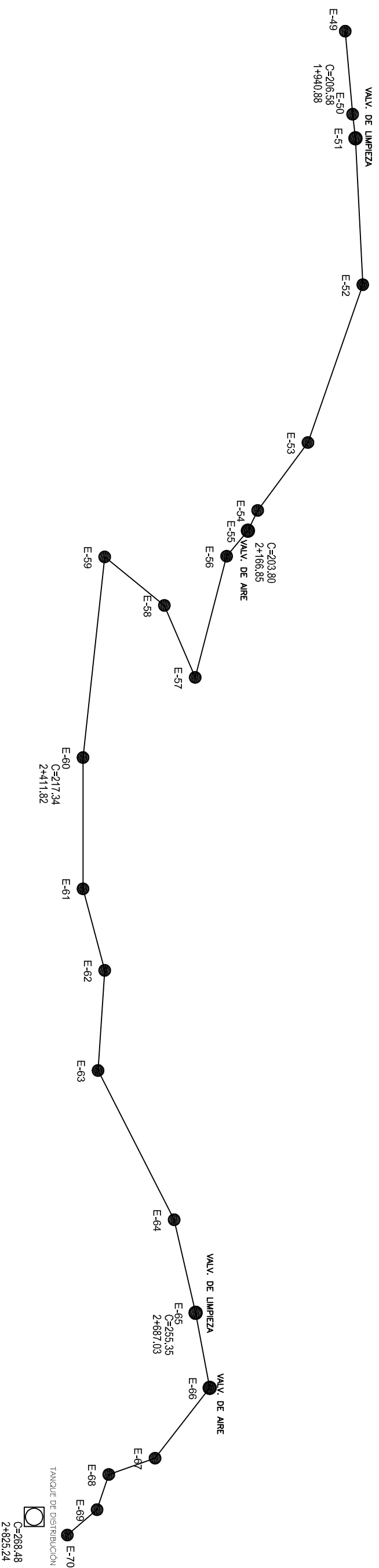
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTACION
SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
REGION NORORIENTE
NOMBRE JULIO CESAR LONE CALAS CARR. 2005-12508

PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA
DISEÑO JULIO C. LONE CALAS
CALCULO JULIO C. LONE CALAS
FECHA NOVIEMBRE 2010
ESCALA HORIZONTAL

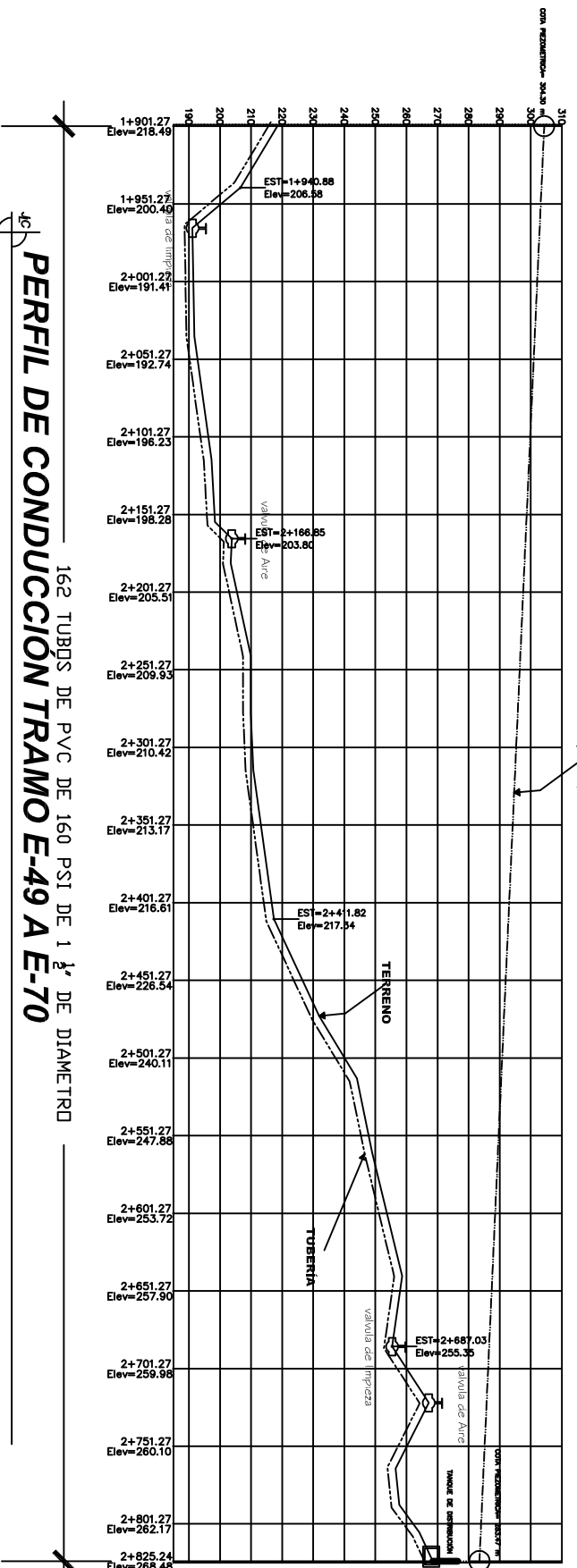
CONTENIDO
PLANTA-PERFIL TRAMO E-24 A E-49

ING. JULIAN VARGAS COS
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
TITULO ESPECIALIZACION EN
PROYECTO DE INGENIERIA
HOLA 3/8



PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-49 A E-70

ESCALA. 1:1000



PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-49 A E-70

ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANTIFICACIÓN
SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERÍA
REGIÓN NORORIENTE

NOMBRE: JULIO CESAR LÓPEZ CALIAS
CARGO: 2005-12-08

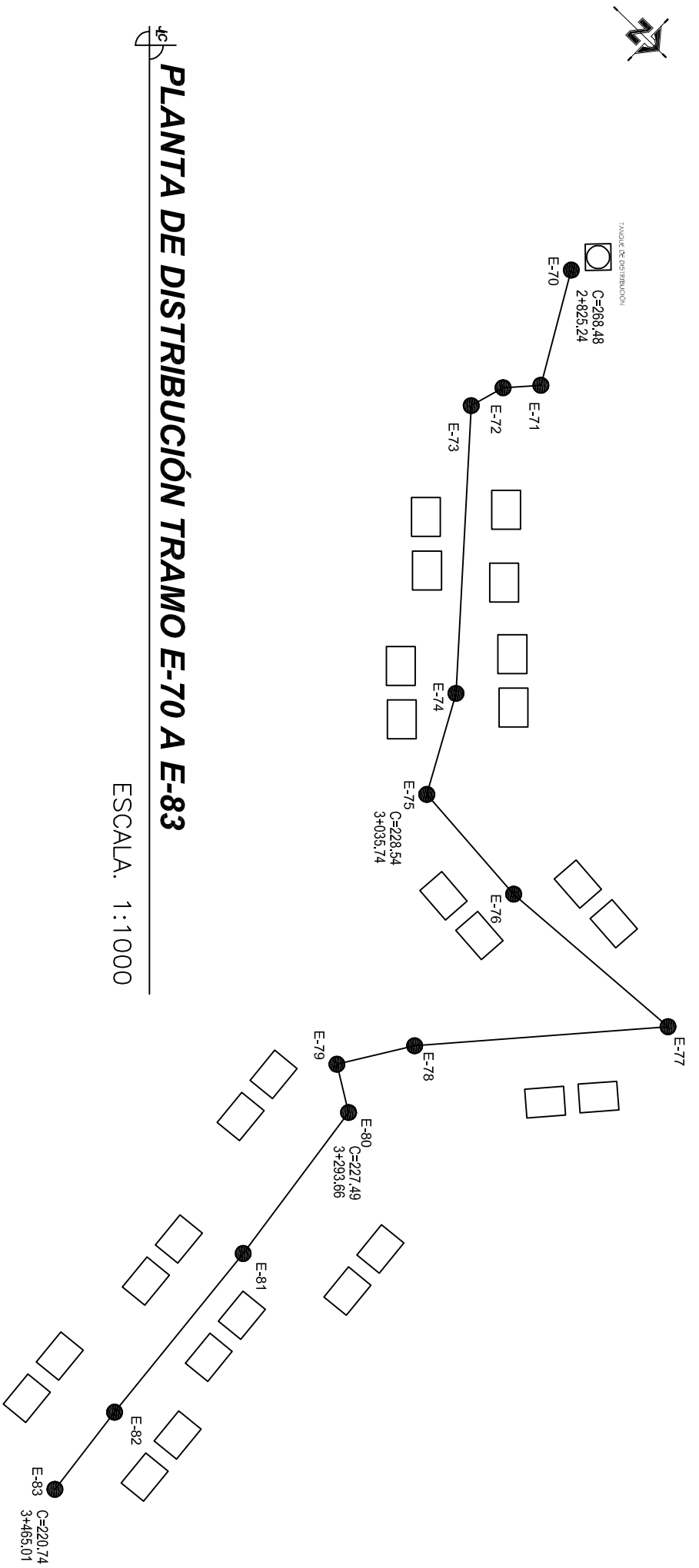
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL TRAMO E-49 A E-70

SESIÓN: JULIO C. LÓPEZ CALIAS
FECHA: JULIO C. LÓPEZ CALIAS
FECHA: NOVIEMBRE 2010
ESCALA: INDICADA

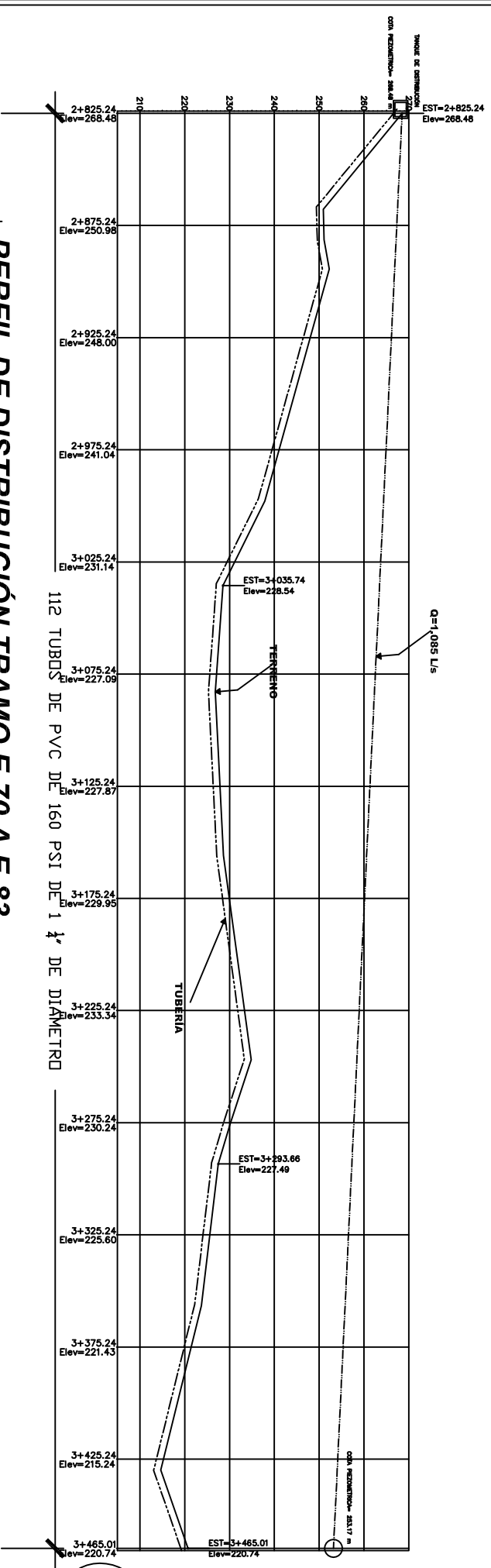
ING. JULIO LÓPEZ CALIAS
ASESOR UNIVERSITARIO
TÍTULO ESPECIALIZACION
INGENIERÍA DE INGENIERÍA

HOLLA 4/8



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-70 A E-83

ESCALA. 1:1000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-70 A E-83

ESCALA HORIZONTAL 1:1200
ESCALA VERTICAL 1:600



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANEACION
SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

EPS INGENIERIA
REGION NORORIENTE

NOMBRE JULIO CESAR LONE CALAS CARR. 2005-12508

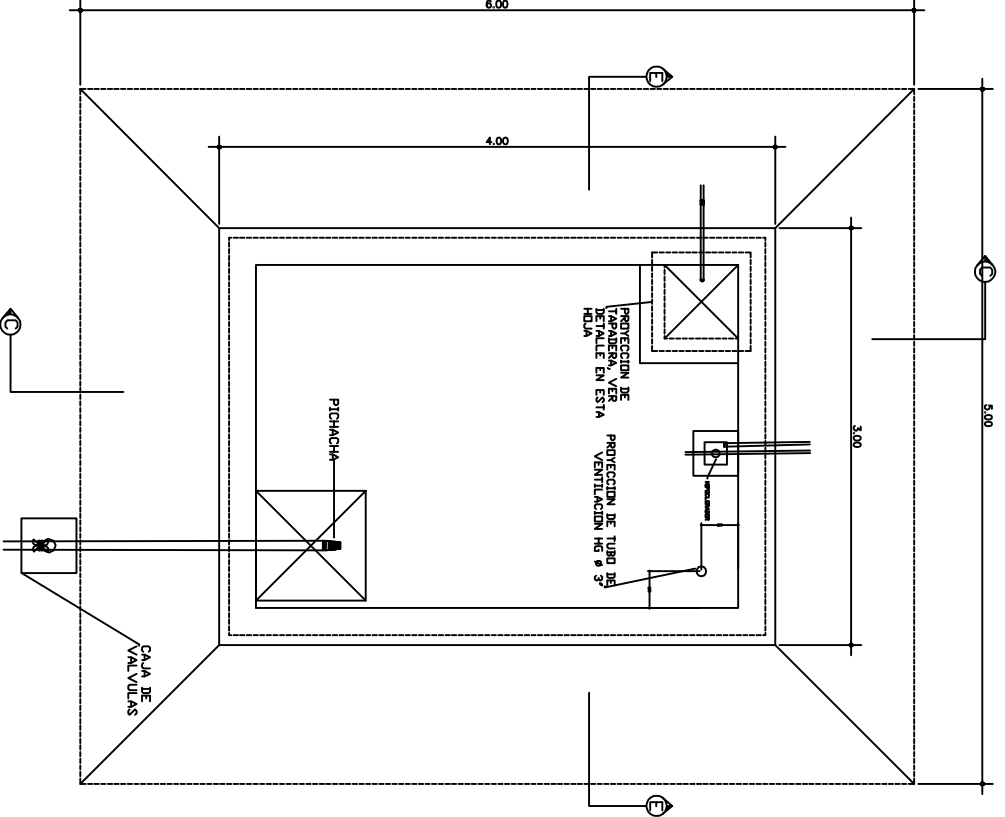
PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CERBITA

CONTENIDO PLANTA-PERFIL TRAMO E-70 A E-83

SESION	JULIO C. LONE CALAS	CALCULO	JULIO C. LONE CALAS
FECHA	JULIO	FECHA	NOVIEMBRE 2010
ESCUELA	JULIO C. LONE CALAS	ESCUELA	INGENIERIA

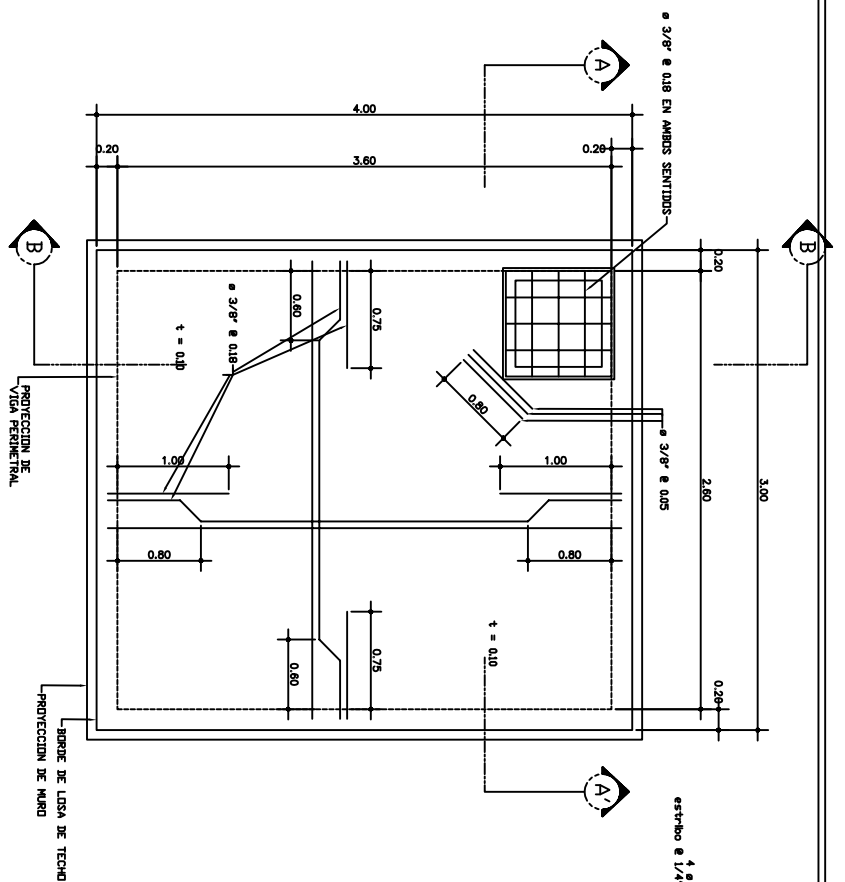
ING. JUAN VARGAS COS
ASESORA UNIVERSITARIA

JULIO CESAR LONE CALAS
PROFESOR DE INGENIERIA



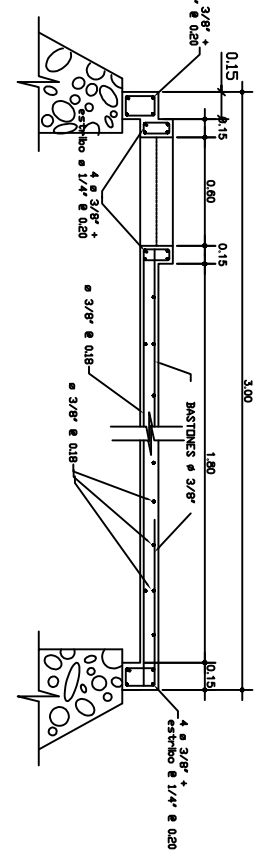
PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:25



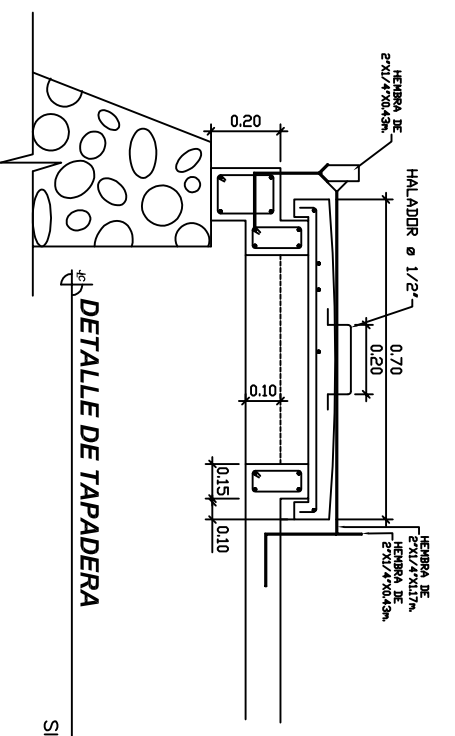
PLANTA DE LOSA DE TECHO

SIN ESCALA



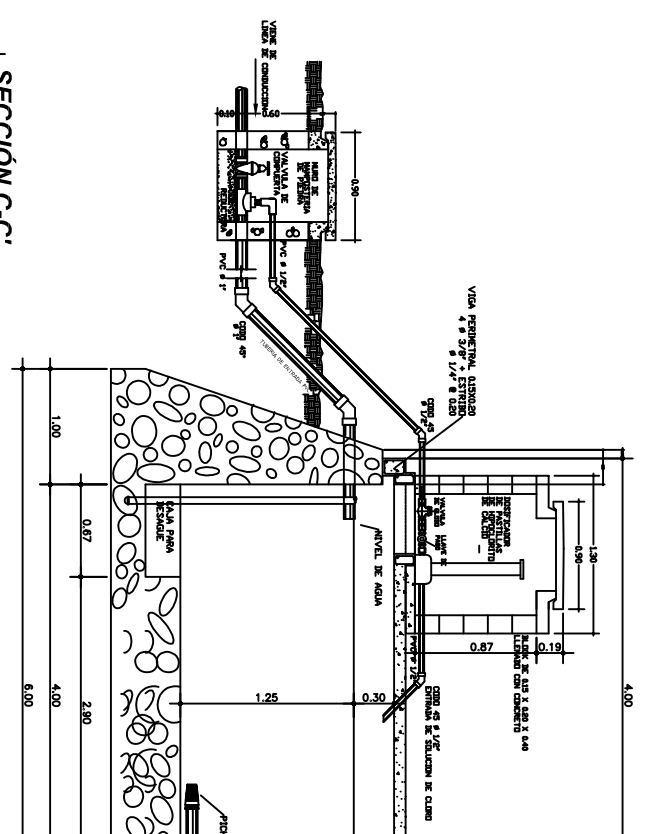
SECCION A-A'

SIN ESCALA

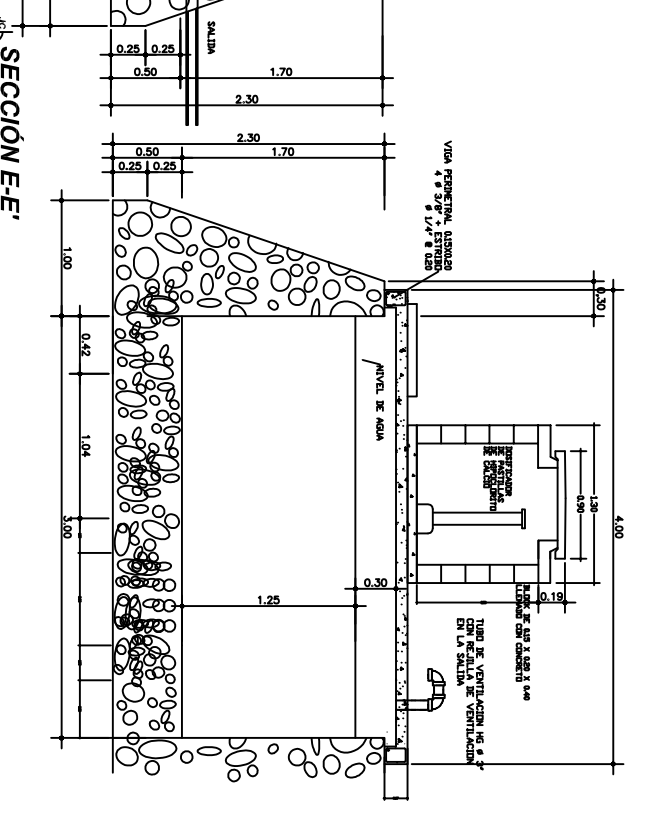


DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA



SECCION C-C'



SECCION E-E'

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANTACION
 SAN JUAN ERMITA, CHOQUIMULA

EPS INGENIERIA
 REGION NORORIENTE

NOMBRE: JULIO CESAR LONE CALAS
 CARGO: 2003-12208

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION

PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA

PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA
PROYECTO	ESCALA
SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO LA CEBRITA	INDICADA

ANEXOS

- Ensayo de compresión triaxial, diagrama de MOHR
- Examen bacteriológico
- Examen físico químico sanitario

Anexo 1. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de MOHR



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

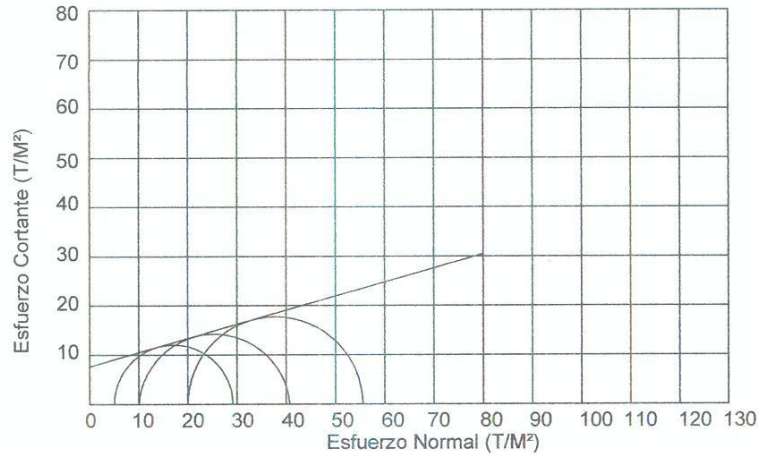


Nº 21218

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 321 S.S. O.T.No.: 27,487

INTERESADO: Julio César Lone Cajas
PROYECTO: Diseño de edificación para el instituto de educación básica - EPS
UBICACIÓN: Casco Urbano, San Juan Ermita, Chiquimula
pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1
Fecha: 02 de Noviembre de 2010



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 15.94^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 7.70 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa con presencia de grava color café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	24.15	30.68	35.52
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	5.0	8.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.48	1.48	1.48
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.90	1.90	1.90
HUMEDAD (%H)	28.9	28.9	28.9

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 2. Examen bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19530

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 27 509		INF. No.A-309 443	
INTERESADO	<u>JULIO CESAR LONE CAJAS</u> (Carné No. 200312508)	PROYECTO:	EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEIBITA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPTO. DE CHIQUIMULA"
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>LAS VENTANAS, SAN JUAN ERMITA</u>	FECHA DE RECOLECCIÓN:	<u>2010-10-28; 09 h00</u> min.
FUENTE:	<u>Vertiente</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2010-10-28; 14 h 40</u> Min
MUNICIPIO:	<u>San Juan Ermita</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Chiquimula</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	-----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 16 X 10 ²	240
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se encuentra enmarcada 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, 2010 -11-11			
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zenon Much Santos Ing. Químico Col. N.º. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Anexo 3. Examen físico químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19529

O.T. No. 27 509		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 24 167	
INTERESADO: JULIO CESAR LONE CAJAS (carné No. 200312508)		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO LA CEBITA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPTO. DE CHIQUIMULA"			
RECOLECTADA POR: Interesado		DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: LAS VENTANAS, SAN JUAN ERMITA		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2010-10-28; 09 h 00 min.			
FUENTE: Vertiente		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2010-10-28; 14 h 40 min.			
MUNICIPIO: San Juan Ermita		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Sin refrigeración			
DEPARTAMENTO: Chiquimula					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Claro	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) 23,00° C			
2. COLOR: 01,00 Unidades	5. SABOR: -----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 829,00 µmhos/cm			
3. TURBIEDAD: 00,91 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH): 07,06 unidades				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,04	6. CLORUROS (Cl ⁻)	17,00	11. SOLIDOS TOTALES	490,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,005	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,57	12. SOLIDOS VOLÁTILES	02,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	10,34	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	265,00	13. SOLIDOS FIOS	488,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,194	10. DUREZA TOTAL	424,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	440,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	84,00	84,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21TH EDITION 2005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA, Guatemala, 2010-11-11

Vo.Bo.
Inga. Telma Matricula Cano Morales,
DIRECTORA CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Zerón Muct Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



