



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

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO
VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL
CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ**

Juan Manuel Us Chay

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO
VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL
CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN MANUEL US CHAY

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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 ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ

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



Juan Manuel Us Chay



Guatemala, 22 de septiembre de 2011
REF.EPS.DOC.1230.09.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

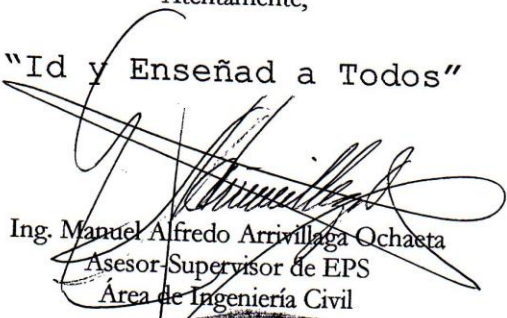
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan Manuel Us Chay** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200312630**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ”**.

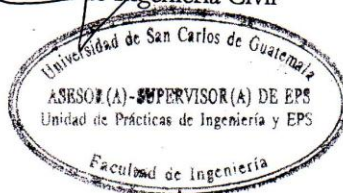
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 26 de octubre de 2011
REF.EPS.D.995.10.11

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 ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Manuel Us Chay**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS
de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

NISZ/ra



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



Guatemala,
29 de septiembre de 2011

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

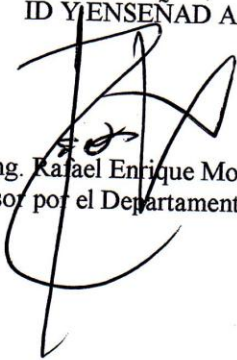
Estimado Ingeniero Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Manuel Us Chay, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

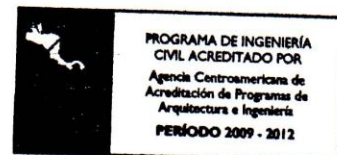

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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





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



Guatemala,
27 de octubre de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Manuel Us Chay, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

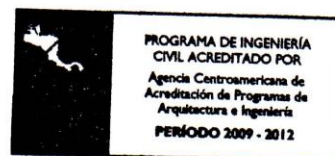
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

Más de **130** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Juan Manuel Us Chay, titulado DISEÑO DE LA ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

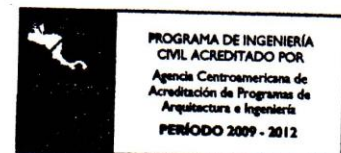

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.

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





DTG. 534.2011

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 ESCUELA OFICIAL URBANA MIXTA PARA EL BARRIO CEMENTERIO VIEJO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Juan Manuel Us Chay**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 28 de noviembre de 2011

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Todo poderoso, reconociendo que toda la vida y don perfecto provienen de Él.
Mis padres	Juan Us Chanchavac y Matea Chay de León, Con mucho amor y admiración por el esfuerzo, además del apoyo incondicional que siempre me brindaron para la obtención de este triunfo.
Mis hermanos	Por el cariño y por el apoyo que me han brindado incondicionalmente.
Mis amigos	Por su sincera e invaluable amistad.
La Facultad de Ingeniería	Con gratitud por la formación profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por las bendiciones y sabiduría recibidas en el transcurso de mi vida y permitirme alcanzar este triunfo.
Mis padres	Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento y saber guiarme por el camino de la vida con sus sabios consejos y porque sin su respaldo y confianza, no habría podido lograr este triunfo ni muchos otros.
Mis hermanos	Por el cariño y ayuda en los momentos más difíciles.
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta	Por brindarme su valiosa asesoría y apoyo incondicional.
Toda mi familia	Por su aprecio y por el apoyo que siempre me han manifestado.
Mis compañeros y amigos	Por compartir momentos inolvidables, formando nuestra vida hacia el éxito.
Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos adquiridos en sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía del municipio de Chinique de Las Flores	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Colindancias.....	2
1.1.3. Extensión territorial	3
1.1.4. Datos históricos.....	3
1.1.5. Costumbres y tradiciones.....	3
1.1.6. Idiomas.....	5
1.1.7. Economía	6
1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos	6
1.1.9. Clima	6
1.1.10. Servicios.....	7
1.1.11. Orografía	8
1.1.12. Áreas protegidas	8
1.1.13. Vías de comunicación	9
1.1.14. Población	9
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del barrio Cementerio Viejo y del	

caserío Buena Vista Primer Centro	10
1.2.1. Descripción de las necesidades	10
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	10
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Diseño de la escuela oficial mixta para el barrio	
Cementerio Viejo	11
2.1.1. Descripción del proyecto.....	11
2.1.2. Descripción del área disponible	11
2.1.3. Evaluación de calidad de suelos.....	12
2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo	12
2.1.4. Normas para el diseño de edificios	13
2.1.4.1. Criterios generales.....	14
2.1.4.2. Criterios de conjunto	15
2.1.4.3. Criterios de iluminación.....	15
2.1.4.4. Otros criterios.....	15
2.1.5. Diseño arquitectónico	16
2.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno	17
2.1.5.2. Distribución de ambientes.....	17
2.1.5.3. Altura del edificio.....	18
2.1.6. Selección del sistema estructural a usar.....	18
2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos	
estructurales	18
2.1.6.2. Cargas de diseño.....	21
2.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos	
dúctiles con nudos rígidos	21
2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos	
dúctiles con nudos rígidos	24
2.1.6.3. Fuerzas sísmicas	33

2.1.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos	34
2.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles, por un método de análisis estructural numérico y comprobación por medio de <i>software</i>	38
2.1.6.6.	Envolvente de momentos	45
2.1.6.7.	Diagrama de corte y momento	48
2.1.6.8.	Diseño de losas	52
2.1.6.9.	Diseño de vigas	59
2.1.6.10.	Diseño de columnas	65
2.1.6.11.	Diseño de gradas	73
2.1.6.12.	Diseño de cimientos	77
2.1.7.	Instalaciones	97
2.1.7.1.	Agua potable	97
2.1.7.2.	Drenajes	98
2.1.7.3.	Electricidad	100
2.1.8.	Presupuesto	101
2.1.9.	Evaluación de impacto ambiental	104

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO

3.1.	Descripción del proyecto	107
3.2.	Aforos dotación y tipo de servicio	107
3.3.	Tasa de crecimiento poblacional	109
3.4.	Período de diseño, población futura	109
3.5.	Factores de consumo y caudales	110
3.5.1.	Caudal medio diario	112
3.5.2.	Caudal máximo diario	112
3.5.3.	Caudal máximo horario	113

3.6.	Calidad de agua y sus normas	113
3.6.1.	Análisis bacteriológico	114
3.6.2.	Análisis fisicoquímico.....	114
3.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tubería	115
3.8.	Presiones y velocidades.....	116
3.9.	Levantamiento topográfico	117
3.9.1.	Planimetría.....	120
3.9.2.	Altimetría.....	120
3.10.	Diseño hidráulico del sistema	121
3.10.1.	Captación.....	121
3.10.2.	Línea de conducción.....	121
3.10.3.	Tanque de almacenamiento	122
3.10.4.	Línea de distribución.....	133
3.10.5.	Red de distribución	135
3.10.6.	Sistema de desinfección	136
3.10.7.	Obras de arte.....	138
3.10.8.	Válvulas	139
3.10.8.1.	Válvulas de limpieza	139
3.10.8.2.	Válvulas de aire	139
3.10.9.	Conexiones domiciliarias	140
3.11.	Administración, operación y mantenimiento	140
3.12.	Propuesta de tarifa	144
3.13.	Elaboración de planos	148
3.14.	Elaboración de presupuesto	149
3.15.	Evaluación socioeconómica	150
3.15.1.	Valor presente neto	150
3.15.2.	Tasa interna de retorno.....	153
3.16.	Evaluación de impacto ambiental.....	153

CONCLUSIONES	159
RECOMENDACIONES	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
APÉNDICE.....	165
ANEXO	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del barrio Cementerio Viejo, Chinique	1
2.	Localización del caserío Buena Vista Primer Centro, Chinique.....	2
3.	Ubicación del terreno.....	17
4.	Planta típica de edificio.....	19
5.	Planta de centro de masa y rigidez	29
6.	Marco eje B, cargas horizontales	32
7.	Marco eje 3, cargas horizontales.....	32
8.	Marco eje B, cargas verticales y horizontales	33
9.	Marco eje 3, cargas verticales y horizontales	34
10.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X.....	39
11.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje X.....	40
12.	Diagrama de momentos en vigas carga viva eje X.....	40
13.	Diagrama de momentos en columnas carga viva eje X.....	41
14.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje X.....	41
15.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje X.....	42
16.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje Y.....	42
17.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje Y.....	43
18.	Diagrama de momentos en vigas carga viva eje Y.....	43
19.	Diagrama de momentos en columnas carga viva eje Y.....	44
20.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje Y.....	44
21.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje Y.....	45
22.	Diagrama de momentos últimos en vigas eje X	48
23.	Diagrama de momentos últimos en columnas eje X.....	48

24.	Diagrama de cortes últimos en vigas eje X	49
25.	Diagrama de cortes últimos en columnas eje X	49
26.	Diagrama de momentos últimos en vigas eje Y	50
27.	Diagrama de momentos últimos en columnas eje Y	50
28.	Diagrama de cortes últimos en vigas eje Y	51
29.	Diagrama de cortes últimos en columnas eje Y	51
30.	Planta de distribución de losas.....	52
31.	Planta de distribución de momentos en losa.....	55
32.	Planta de distribución de momentos balanceados en losa	57
33.	Diagrama de momentos y corte en viga eje B.....	60
34.	Detalle de armado de viga tipo V-2.....	64
35.	Sección de columnas típicas de nivel	71
36.	Detalle de armado de columnas típicas	72
37.	Dimensiones de escalera.....	74
38.	Distribución de carga y momento en gradas	75
39.	Detalle de armado de escalera	77
40.	Elevación de zapata.....	79
41.	Diagrama de esfuerzo cortante	81
42.	Diagrama de esfuerzo corte punzonante	82
43.	Diagrama de esfuerzo flexionante.....	83
44.	Detalle de armado de zapata planta	84
45.	Detalle de elevación armado de zapata	85
46.	Fuerzas sobre zapata combinada	85
47.	Cargas equivalentes en el centro geométrico	87
48.	Presiones sobre el suelo.....	89
49.	Presiones sobre el cimiento	89
50.	Presión última bajo el cimiento.....	90
51.	Presiones últimas por metro lineal	91
52.	Diagramas de corte y momento	93

53. Vigas transversales	95
54. Detalle de elevación armado de zapata combinada	97
55. Momentos en losa	128
56. Armado de la losa.....	129
57. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque	130

TABLAS

I. Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido Y.....	30
II. Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido X.....	31
III. Balance de momentos.....	57
IV. Cuadro de resumen de armado de viga	64
V. Diseño de la línea principal de agua potable.....	98
VI. Diseño de la línea principal de drenaje	98
VII. Diseño de la instalación eléctrica	101
VIII. Presupuesto de edificio escolar de dos niveles.....	102
IX. Evaluación de impacto ambiental del edificio escolar	105
X. Dotaciones recomendadas.....	108
XI. Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del tanque	131
XII. Programa de operación y mantenimiento.....	144
XIII. Presupuesto de sistema de agua potable	149
XIV. Evaluación de impacto ambiental para proyectos de agua potable ...	156

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
b	Ancho del elemento en sección
A	Área
A_s	Área de acero de refuerzo
A_{smas}	Área de acero máximo
A_{smín}	Área de acero mínimo
A_{Stemp}	Área de acero por temperatura
A_v	Área de varilla
A_g	Área gruesa, área total de la sección
A_z	Área zapata
P	Carga aplicada a la columna
P'_o	Carga axial de resistencia de la columna
P_{CR}	Carga crítica de pandeo de Euler
P'_u	Carga de resistencia de la columna
P'_{ux}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x
P'_{uy}	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y
P'	Carga de trabajo actuando en la columna
CM	Carga muerta
P_u	Carga última
CU_T	Carga última total
CV	Carga viva
Qb	Caudal de bombeo
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución

Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio
Qv	Caudal por vivienda
cm	Centímetro
C	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas
V_{MÁX}	Corte máximo actuante
CP	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
D	Diámetro de la tubería
di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de la columna
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
F_{ni}	Fuerza por nivel, en el nivel i
km	Kilómetro
lb	Libras
l/h/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
δ	Magnificador de momentos
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metros por segundo
E_s	Módulo de elasticidad del acero

E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E_M	Módulo de elasticidad del material
M	Momento
M_b	Momento balanceado
M_d	Momento de diseño (magnificado)
M_{CM}	Momento inducido por la carga muerta
M_{CV}	Momento inducido por la carga viva
M_S	Momento inducido por la fuerza sísmica
$M_{(-)}$	Momento negativo
$M_{(+)}$	Momento positivo
M_x	Momento último actuando en el sentido x
M_y	Momento último actuando en el sentido Y
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
t	Peralte total de un elemento
h_s	Pérdida de carga en tubería
PU	Precio unitario
PD	Presión dinámica
PE	Presión estática

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, etc.
Acero mínimo	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.

Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cimiento corrido	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas.
Columna	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Columna en la cual además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes debido a la longitud del elemento en relación a su sección transversal.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y su capacidad de soportar cargas.

Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
Excentricidad	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
Fluencia	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar a su estado original luego de la aplicación de carga.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a banco de marca.
PVC	Material a base de cloruro de polivinilo.
SEAOC	<i>Structural Engineers Association of California</i> , (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
Solera	Elemento estructural horizontal, que sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en éste.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
Zapata	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene las actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, en Chinique de Las Flores, Quiché. La Universidad de San Carlos de Guatemala ha promovido apoyo a las instituciones estatales que no disponen de fondos para la contratación de profesionales.

Este informe presenta un diagnóstico de las necesidades de las comunidades, dicho diagnóstico se realizó con el COMUDE del municipio (comité de desarrollo municipal). Los proyectos se enfocan a la mejora de las condiciones de vida de los habitantes del barrio Cementerio Viejo y del caserío Buena Vista Primer Centro.

Para que sean funcionales los proyectos durante su ejecución se especifican todos los detalles que deben tomarse en cuenta para la construcción de las diversas obras de arte, los criterios y renglones para el presupuesto respectivo de cada proyecto. Se estimaron los materiales, mano de obra y se diseñaron los planos, de los cuales se entregó un juego a la unidad de técnica municipal.

OBJETIVOS

General

Diseñar la escuela oficial urbana mixta para el barrio Cementerio Viejo, para proveer aulas adecuadas y disminuir el índice de alfabetismo, y el diseño del sistema de agua potable por gravedad para el caserío Buena Vista Primer Centro para mejorar la higiene de cada habitante y evitar las enfermedades.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, del municipio de Chinique de Las Flores.
2. Capacitar al COCODE del caserío Buena Vista Primer Centro sobre operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
3. Capacitar a la oficina municipal de planificación (OMP) para la elaboración de perfiles de proyectos y transmisión de conocimientos básicos respecto de proyectos básicos de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el diagnóstico practicado en el municipio de Chinique de Las Flores, departamento de Quiché, se determinó que las áreas que requieren atención inmediata son: el diseño de la escuela urbana mixta para el barrio Cementerio Viejo y el diseño del sistema de agua potable por gravedad para el caserío Buena Vista Primer Centro; por lo que este Ejercicio Profesional Supervisado estará orientado hacia el planteamiento de soluciones tanto técnicas como económicas a esta problemática; proponiendo para el efecto, el diseño de edificación escolar y del sistema de agua potable.

En el capítulo uno se enfocan en los aspectos monográficos y la investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Chinique de Las Flores, departamento de Quiché.

En el capítulo dos, se explican las especificaciones técnicas, cálculos y presupuestos del diseño, de la escuela urbana mixta para el barrio Cementerio Viejo y el sistema de agua potable por gravedad para el caserío Buena Vista Primer Centro, Chinique de Las Flores, departamento de Quiché.

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

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Chinique de Las Flores, el Quiché

1.1.1. Ubicación

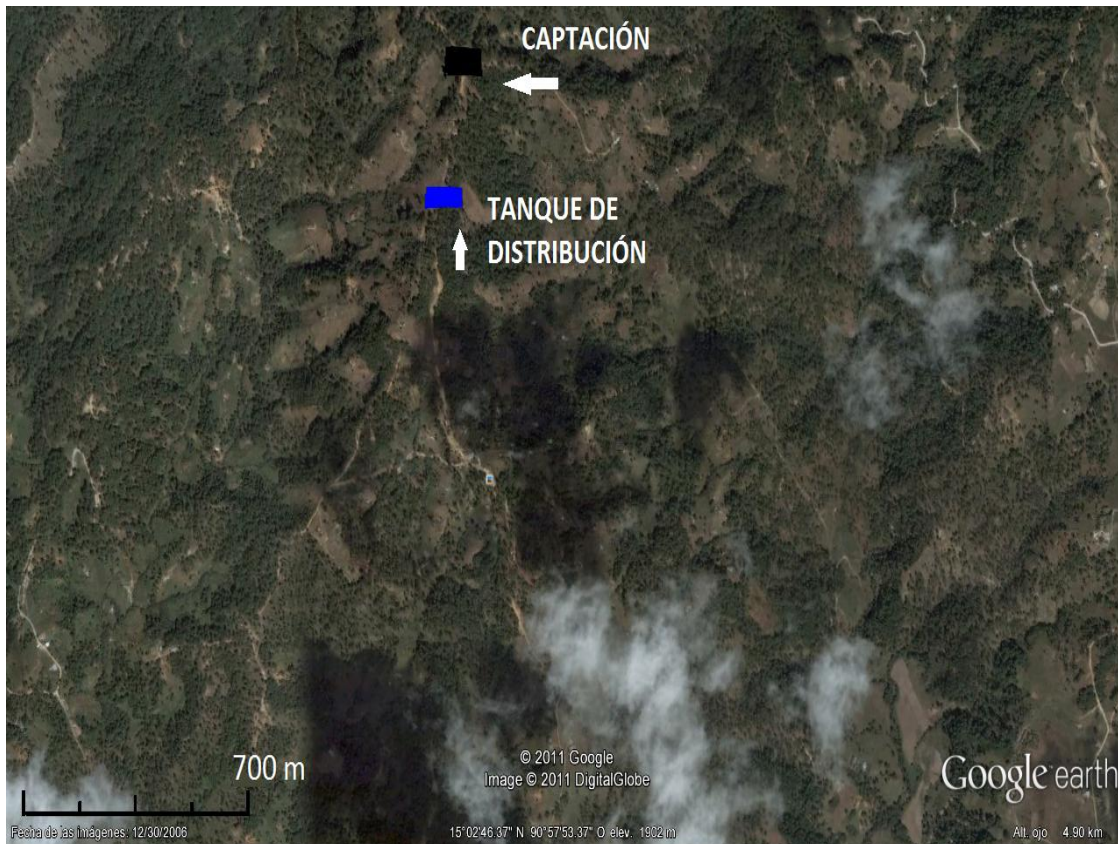
El municipio de Chinique, se encuentra ubicado en la Región VII Noroccidental de la República de Guatemala a 181 kilómetros de la ciudad capital y a 18 kilómetros de Santa Cruz del Quiché, cabecera departamental.

Figura 1. Localización del barrio Cementerio Viejo, Chinique



Fuente: Google Earth, programa satelital, fecha de consulta: 13/08/2011.

Figura 2. Localización del caserío Buena Vista Primer Centro, Chinique



Fuente: Google Earth, programa satelital, fecha de consulta: 13/08/2011.

1.1.2. Colindancias

Norte: San Andrés Sajcabaja y Santa Cruz del Quiché

Sur: Santo Tomas Chiche

Oeste: Santa Cruz del Quiché

Este: Zacualpa y Santo Tomas Chiche

Todos del departamento de El Quiché.

1.1.3. Extensión territorial

La extensión territorial es de 64 kilómetros cuadrados, entre los 21 municipios de Quiché, Chinique y Patzité son los más pequeños, Chinique se sitúa en el lugar número 20 con respecto a la extensión territorial y corresponde al 0,6 por ciento del total del departamento de Quiché.

1.1.4. Datos históricos

La palabra Chinique proviene del vocablo *echenique*, que era el apellido de un hacendado español que vivió en la región, conociéndose inicialmente como lo de Chinique, y que posteriormente cuando se transformó en población a principios del siglo XIX pasó a llamarse simplemente, Chinique. A mediados del Siglo XX el ilustre y distinguido maestro Salomón Arévalo Muñoz, lo bautizó como Chinique de Las Flores, tanto de la existencia de las mismas, como por la belleza incomparable de sus mujeres.

El territorio de Chinique estuvo ocupado en el período prehistórico por un pueblo al que los Quichés de Uatlán llamaron *quejnaj* que significa gente que cazaba venados.

Durante los primeros siglos del dominio español el territorio de Chinique perteneció a Santa Cruz del Quiché hasta principios del siglo XVIII, las áreas de Chiché, Chinique y Patzité que no eran explotadas por los indígenas de Santa Cruz, comenzaron hacer ocupadas por españoles y convertidas en haciendas ganaderas.

Así nació la hacienda de Chinic, que en 1752 pertenecía a Juan Barreneche, y es mencionada por el arzobispo Pedro Cortez y Larraz, en 1770 como una de las haciendas que existían en el territorio de la parroquia de Santa Cruz del Quiché con 47 habitantes.

En 1775 los frailes Dominicos adquieren esa propiedad y la agregaron a su hacienda de Chiché, dedicándola a la crianza de ganado. La separación de Chinique de la cabecera departamental de Santa Cruz del Quiché se produjo durante el gobierno de Justo Rufino Barrios, como premio a los ladinos de la localidad como ayuda que prestaron a Barrios durante la lucha revolucionaria de 1870.

El 12 de agosto de 1872, Chinique con el nombre de Chinic, pasó a formar parte del departamento de Quiché, creado por el decreto de esa fecha, con territorios desmembrados por los departamentos de Sololá y Totonicapán.

Su fiesta titular se celebra en honor al Cristo Moreno de Esquipulas del 11 al 16 de enero, cuyo día principal es el 15. Antes la patrona del Municipio era la Purísima Concepción de María que se celebraba el 12 de diciembre.

1.1.5. Costumbres y tradiciones

Chinique es un municipio lleno de tradiciones ya cuenta con seis convites de los cuales el del 14 de enero se fundó en 1876 teniendo ya 135 años de existencia; haciendo que sea el más antiguo del departamento, el mismo recibió el 14 de enero del 2011 el reconocimiento por el ministerio de Cultura y deportes como patrimonio intangible del estado, otro que se celebra el 15 de enero, cuenta con un convite de mujeres que se realiza el 16 de enero, el cual se inicio en 1986 y tiene ya 25 años. El 13 de enero de 2005 surgió el convite

infantil que tiene 7 años de haberse fundado, además existe un mixto estacionario que baila frente a la iglesia católica el 15 de enero, y el 17 de enero de 2009 surge el convite femenino del barrio El Carmen.

En los días de fiesta se realizan jaripeos, carrera de cintas, pelea de gallos, carreras de motos en duro y otros. Aún se conserva el baile de la conquista, el baile del torito, el baile de la culebra, el baile de los atzellez, la quema de toritos de fuego, y las procesiones a los santos en todo el año. En la semana santa se realizan decenas de alfombras que adornan el recorrido de las procesiones, todas elaboradas a mano por niños jóvenes y adultos destacando el ingenio y colorido de los Chiniquenses.

Las mujeres mantienen viva la tradición de la Santa Necas en honor a la virgen de Santa Ana la cual se celebra el 25 y 26 de julio.

El 15 de mayo se festeja el día a San Isidro Labrador, por la llegada de las lluvias. Todas las comunidades del municipio celebran la bendición de la semilla en los meses de marzo y abril, antes de las lluvias.

Chinique cuenta con su propio himno el cual fue escrito por don Ovidio Montufar y el cual lleva por nombre chinique querido. Y la mayoría de actividades que se realizan en todo el municipio no pueden terminar si no se escucha esta melodía sobre todo en los convites de la fiesta de enero.

1.1.6. Idiomas

Idiomas predominantes: Kiché 72 por ciento y Castellano 28 por ciento.

1.1.7. Economía

Se cultiva principalmente el maíz y el frijol, en algunas comunidades se cosecha café, hortalizas como: zanahoria, chile, repollo, cebolla, güisquil y papas, todos estos productos se utilizan para consumo familiar o comercio. La mayoría de los habitantes tiene en sus hogares animales domésticos como: gallinas, patos, chompipes, gansos, cerdos, ovejas y cabras, chivos; para consumo familiar y muy poco para comercio; ganado mayor como: vacas, toros, caballos y bueyes para comercio.

1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos

Chinique cuenta con varios lugares turísticos dignos de conocer y visitar como el parque municipal y área protegida “La Vega del Zope” declarada patrimonio natural de Guatemala, la cual tiene una extensión territorial de 39 hectáreas y es un bosque húmedo; el balneario Agua Tibia (piscina), el Chorro Blanco (una pila con una caída de agua cristalina), la poza de los Chebos, la Poza del Félix, la poza del Encanto y la poza del Molino, todas creadas por afluentes de los ríos, en lugares totalmente pacíficos y naturales donde se respira aire puro, lugares dignos para descansar y divertirse.

1.1.9. Clima

Nombre de la estación meteorológica: Chinique

Estación No.: 140 502

Municipio: Chinique de Las Flores

Departamento: El Quiché

Latitud: 15°02'38”

Longitud: 91°01'28”

Chinique esta situada en una zona que cuenta con la mayor cantidad de microclimas, con temperaturas promedio que oscilan entre los 8 grados centígrados y 29 grados centígrados durante todo el año y con un promedio de precipitación anual entre 1 000 - 2 000 milímetros.

1.1.10. Servicios

Energía eléctrica. De las 27 comunidades con que cuenta Chinique solamente tres no tienen energía eléctrica y solo el área urbana cuenta con alumbrado público.

Agua entubada. Un 90 por ciento de las comunidades cuenta con agua entubada.

Salón de usos múltiples. Sólo existe en el área urbana; en las comunidades utilizan galeras o las escuelas para reunirse.

Bomberos voluntarios. Este servicio es prestado a todo el municipio.

Cementerios. Existen tres cementerios en todo el municipio, uno en Agua Tibia I que es el municipal, otro en La Puerta y el tercero en Buena Vista I.

Rastro. Existe una instalación en el área urbana.

Mercado. Los días de mercado son los viernes y domingos y se cuenta con instalaciones propias.

Educación. Pre-primaria se cuenta con tres establecimientos que atiende este nivel en el área urbana, parraxquin y cordoncillo en el área rural.

Nivel primario. En el área urbana hay tres centros que atienden este nivel, y de las 27 comunidades una no cuenta con escuela. (Manzanillo)

Nivel básico. Se cuenta con siete centros que atienden este nivel, tres en el área urbana, uno en La Puerta, uno en Agua Tibia II, uno en Tapesquillo II, y una tele secundaria en Cacabal I.

Salud. Existe un centro de salud clase “B” el cual se encuentra en la cabecera municipal.

Deporte. El municipio cuenta con un estadio Municipal y varias canchas polideportivas para la recreación de los habitantes.

1.1.11. Orografía

El territorio de Chinique, pertenece a las tierras altas cristalinas de la sierra del Chuacús, con montañas altas y colinas fuertemente escarpadas, su orografía es irregular, presenta elevaciones hacia el norte y gradual hacia el sur, lo que facilita el uso de mecanización agrícola y crianza de ganado.

1.1.12. Áreas protegidas

Uno de los problemas serios, es el avance de la frontera agrícola de la zona boscosa debido a la tala inmoderada de árboles para diferentes usos, este fenómeno ha provocado áreas sin cubierta vegetal. Sin embargo urge una política de protección y conservación del recurso bosque, por medio de la práctica de reforestación.

A la fecha de la investigación solo existía un área protegida declarada como parque regional municipal identificada así por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- conocido como Parque Regional Municipal La Vega del Zope con un área de 39 hectáreas.

1.1.13. Vías de comunicación

Sistema vial. En el 70 por ciento de las vías de comunicación existentes están balastadas.

Teléfono. Sólo el área urbana cuenta con líneas residenciales pero en todas existe señal para teléfono celular.

Correos. En el área urbana se cuenta con este servicio; pero para que llegue a las comunidades los presidentes de los COCODES recogen el correo en la municipalidad, en donde es dejado por el trabajador de correos.

1.1.14. Población

10,045 habitantes	70% indígena	30% no indígena
	51% mujeres	49% hombres
(Datos 2009)	19% población urbana	81% población rural

1.2. Investigación diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del barrio Cementerio Viejo y del caserío Buena Vista Primer Centro

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades más relevantes del municipio son las que se presentan a continuación:

- Centro de educación de nivel primaria: el barrio Cementerio Viejo no posee ningún centro educativo de nivel primario. Es necesario implementar un edificio escolar debido a la gran población estudiantil del lugar.
- Sistema de agua potable: los habitantes del caserío Buena Vista Primer Centro no disponen de este servicio habiendo nacimientos cercanos.

1.2.1. Evaluación y priorización de las necesidades

Con colaboración del consejo municipal se determinó que es necesario que se atiendan las necesidades básicas del barrio Cementerio Viejo del municipio de Chinique de Las Flores, así como el caserío Buena Vista Primer Centro, se tiene el aspecto de infraestructura como el edificio de aulas para el nivel primario y mejorar el nivel educativo del barrio. También fue necesario proponer una solución consistente en un sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la higiene personal y elevar el nivel de vida de la comunidad.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la escuela oficial urbana mixta para el barrio Cementerio Viejo

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un edificio escolar de dos niveles para el barrio Cementerio Viejo

Contará con siete aulas, espacio para dirección y secretaria, un módulo de baños. Así mismo se diseñará un módulo independiente de gradas.

La estructura del edificio escolar estará compuesta por marcos dúctiles y losas planas de concreto reforzado, muros de block pómez, piso de granito, puertas y ventanas metálicas.

2.1.2. Descripción del área disponible

El terreno disponible tiene un área de 1 095 metros cuadrados de forma irregular, el área de construcción es de 326,3 metros cuadrados.

2.1.3. Evaluación de calidad de suelos

Dentro de las primeras actividades básicas en el diseño de la edificación escolar, se encuentra el estudio de suelos, el cual tiene como principal objetivo describir las características físicas y mecánicas del suelo portante de nuestra edificación, en especial la capacidad de carga admisible o valor soporte del suelo. Para la determinación de dicha propiedad mecánica del suelo se procedió a realizar el ensayo de compresión triaxial, el cual determina los parámetros de la resistencia al esfuerzo de corte (cohesión y ángulo de fricción interna).

Los datos obtenidos del ensayo son:

Descripción del suelo: limo arcilloso arenoso color café.

Ángulo de fricción interna Φ	= 23,5°
Cohesión C_u	= 1,59 t/m ²
Densidad húmeda	= 1,40 t/m ³
Desplante (Z)	= 2 m

2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo

Cálculo del valor soporte (V_s): el cálculo del valor soporte del suelo, se realizó por el método de Terzaghi, con los datos obtenidos en el ensayo de compresión triaxial.

El suelo tiene una descripción de limo arcilloso arenoso color café

Coefficiente de cohesión (C_u)	= 1,59 t/m ²
Ángulo de fricción interna (Φ)	= 23,5°

12

Base de la cimentación (B)	= 1 m
Desplante (D_f)	= 2 m
Peso volumétrico del suelo (γ_{suelo})	= 1,40 t/m ³
Factor de seguridad (F_s)	= 3

Factores

$$N'_q = 10,80$$

$$N'_c = 22,54$$

$$N'_\gamma = 6,54$$

$$q_u = 1,3C_u N'_c + qN'_q + 0,4\gamma_{\text{suelo}}BN'_\gamma$$

$$q_u = 1,3(1,59)(22,54) + (1,40 \cdot 2)(10,80) + 0,4(1,40)(1)(10,80) = 80,48 \text{ t/m}^2$$

$$V_s = \frac{q_u}{F_s} = \frac{80,48}{3} = 26,83 \text{ t/m}^2$$

2.1.4. Normas para el diseño de edificios

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, conjugándolas con criterios profesionales.

2.1.4.1. Criterios generales

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

2.1.4.2. Criterios de conjunto

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 construida en la planta baja no exceda el 40 por ciento 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

- Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.
- Tipos de iluminación: la iluminación se divide en; natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital.

2.1.4.4. Otros criterios

- 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.
- 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.
- Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues 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 prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, se debe construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido; además las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlos.

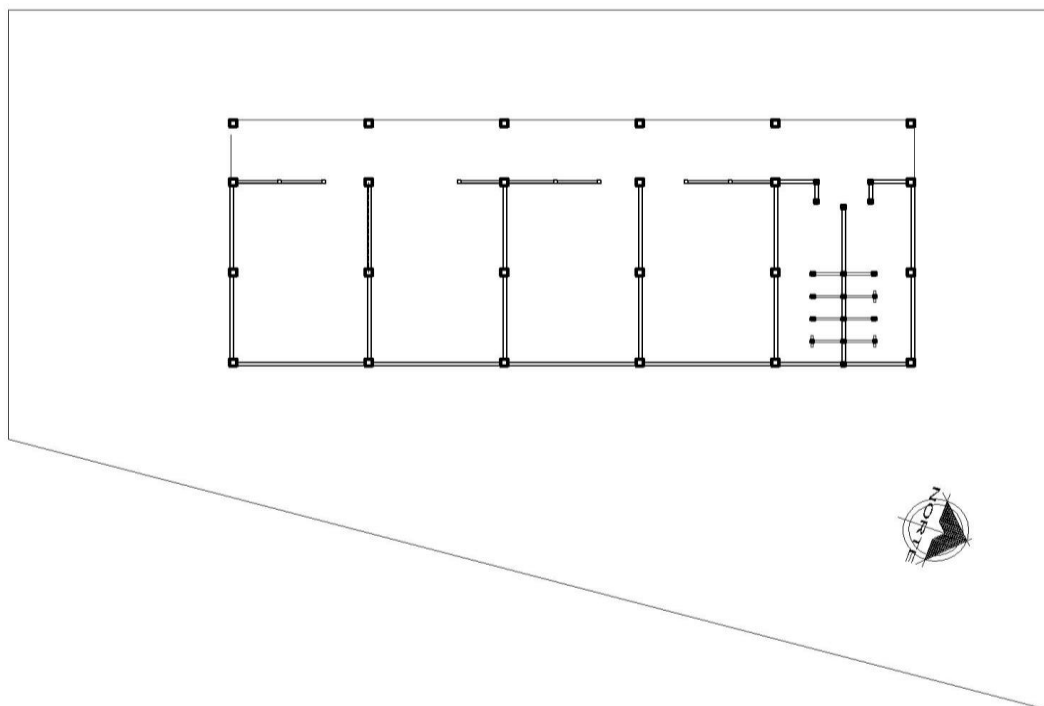
2.1.5. Diseño arquitectónico

Las aulas se diseñaron con capacidad de 24 alumnos, necesitando un área mínima de 1,30 metros cuadrados por alumno, y un área interna de salón de 45,60 metros cuadrados, es de forma rectangular, de 5,70 x 8 metros. 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

La edificación escolar estará situada en la parte noreste del área disponible.

Figura 3. Ubicación del terreno



Fuente: elaboración propia.

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 esta la que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible.

2.1.5.3. Altura del edificio

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

2.1.6. Selección del sistema estructural a usar

Se utilizó un sistema de marcos espaciales dúctiles con nudos rígidos, losa tradicional de concreto reforzado, muros de mampostería reforzada de block pómez.

2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Es necesario considerar dimensiones de los elementos estructurales que se crean convenientes para la estructura y que soporten esfuerzos y cargas. A través del código ACI 318-99 se establecen métodos sencillos que garantizan su funcionalidad. Estos valores pueden modificarse, según lo demande el diseño estructural.

Predimensionamiento de viga

La viga se define con base a la longitud efectiva. Un criterio es asignar el 8 por ciento de la luz libre, la base igual al 50 por ciento del peralte. El código ACI 318 en el capítulo 9, tabla 9.5(a), establece diferentes situaciones para predimensionar.

Longitud de viga 5,70 m

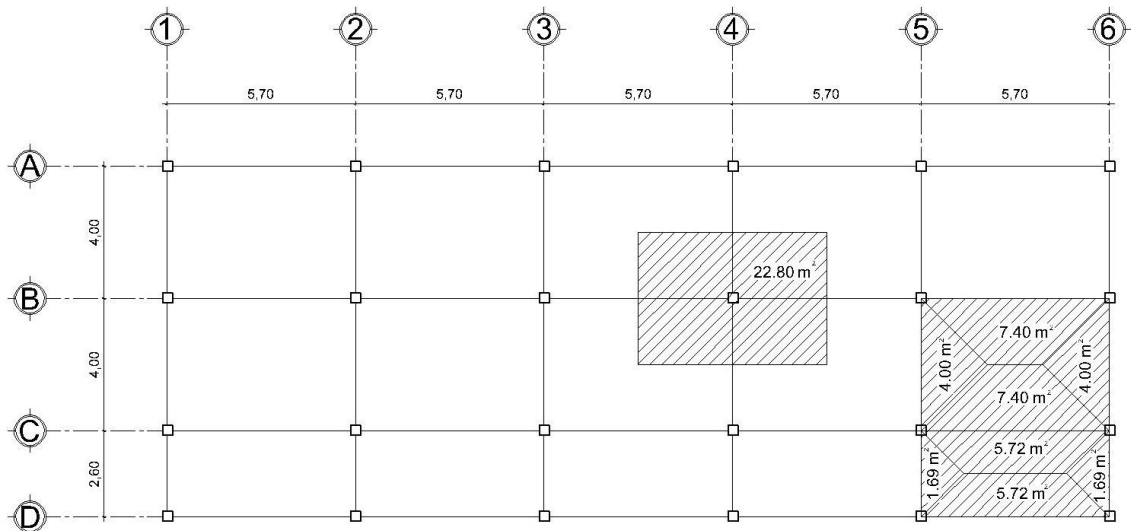
$$h_{\text{viga}} = 0,08 * 5,70 = 0,456 \text{ m} \quad h_{\text{viga}} = L/21 = 5,70/21 = 0,27 \text{ m}$$

Se propone una sección de 40 cm x 25 cm

Predimensionamiento de columna

El Código ACI 318, en su capítulo 10, considera la sustitución de la carga puntual en la siguiente ecuación. La siguiente figura muestra el área tributaria para las vigas y columnas

Figura 4. **Planta típica de edificio**



Fuente: elaboración propia.

$$P = 0,80 * \left[0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + f_y * A_s \right], \quad \text{donde } A_s = \rho * A_g$$

Haciendo la estimación de la carga puntual con el peso específico del concreto y la carga tributaria. Para dos niveles se obtiene:

$$P = \text{peso esp} * A_t * 2 \text{ niveles} = 2\,400 \text{ kg/m}^2 * 22,80 \text{ m}^2 * 2 \text{ niveles} = 109\,440 \text{ kg}$$

Sustituyendo el valor obtenido en la fórmula despejada para A_g se obtiene:

$$A_g = \frac{P}{0,80 * [0,85 * f'_c * (A_g - \rho) + f_y * \rho]}, \text{ donde } \rho \text{ es la cuantía de acero.}$$

$$A_g = \frac{109\,440}{0,80 * [0,85 * 210 * (1 - 0,01) + 2\,810 * 0,01]} = 667,92 \text{ cm}^2$$

Por lo que se propone una sección de 30 cm x 30 cm = 900 cm²

Predimensionamiento de losa

Para la estimación del espesor de la losa, se utiliza el método del perímetro dividido 180.

$$t = \frac{(5,70 * 2 + 4,00 * 2)}{180} = 0,11 \text{ m} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Con, } m = \frac{4}{5,70} = 0,70 \text{ losa en dos direcciones}$$

Predimensionamiento de zapata

Los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas.

$$A_z = \frac{1,5P_T}{V_s} = \frac{1,5(35,46)}{26,83} = 1,98 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1,85 m cuadrada con $A_z = 3,4225 \text{ m}^2$

2.1.6.2. Cargas de diseño

Las cargas que soporta una estructura están dadas por ella misma, así como las personas y objetos que la habitarán, dependiendo del tipo y uso que se le dará. Las cargas se dividen en horizontales y verticales, de acuerdo a su dirección.

2.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

De acuerdo al tipo de carga estas se dividen en cargas muertas y cargas vivas.

- Cargas muertas: son las cargas que producen los elementos estructurales, así como los diversos materiales que se utilizan en la construcción de la estructura.

Para un edificio, las cargas muertas lo componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulica, eléctricas), acabados y otros permanentes en la estructura.

Para este edificio se utilizarán

Concreto	=	2 400 kg/m ³
Muros	=	100 kg/m ²
Acabados	=	40 kg/m
Sobre carga	=	60 kg/m ³

- Cargas vivas: son cargas que se producen de acuerdo a la utilidad que tenga la estructura, ya que la componen los objetos temporales o móviles dentro del edificio, como personas, mobiliario, equipo y otros.

La norma AGIES y otros códigos, regulan los valores de la carga viva, para los diferentes tipos de estructura y la función que estos tengan.

Para este edificio se utilizarán

Techo	=	100 kg/m ²
Vestíbulo	=	500 kg/m ²
Aulas	=	300 kg/m ²

Fuente: normas AGIES NR-2: 2000, p 28.

Integración de cargas para marcos dúctiles

Eje B – Viga 1-2

Nivel 2

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

Peso losa	=	$(14,80 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) / 5,70 \text{ m}$	=	747,79 kg/m
Peso acabados	=	$(14,80 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	=	103,86 kg/m
Peso sobrecarga	=	$(14,80 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	=	155,79 kg/m
Peso viga	=	$(0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3)$	=	240,00 kg/m
Total carga muerta			=	1 247,44 kg/m
Total carga viva	=	$(14,80 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	=	259,65 kg/m

Nivel 1

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga + muro

Peso losa	= $(14,80 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) / 5,70 \text{ m}$	= 747,79 kg/m
Peso acabados	= $(14,80 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	= 103,86 kg/m
Peso acabados	= $(14,80 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	= 155,79 kg/m
Peso viga	= $(0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3)$	= 240,00 kg/m
Total carga muerta		= 1 247,44 kg/m
Total carga viva	= $(14,80 \text{ m}^2 * 300 \text{ kg/m}^2) / 5,70 \text{ m}$	= 778,95 kg/m

Eje 3 – Viga A-B

Nivel 2

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

Peso losa	= $(8 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3) / 4 \text{ m}$	= 576,00 kg/m
Peso acabados	= $(8 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 80,00 kg/m
Peso sobrecarga	= $(8 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 120,00 kg/m
Peso viga	= $(0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^3)$	= 240,00 kg/m
Total carga muerta		= 896,00 kg/m
Total carga viva	= $(8 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 200,00 kg/m

Nivel 1

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga + muro

Peso losa	= $(8 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) / 4 \text{ m}$	= 576,00 kg/m
Peso acabados	= $(8 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 80,00 kg/m
Peso sobrecarga	= $(8 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 120,00 kg/m
Peso viga	= $(0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3)$	= 240,00 kg/m
Peso muro	= $(4 \text{ m} * 100 \text{ kg/m}^2)$	= 400,00 kg/m
Total carga muerta		= 1 416,00 kg/m
Total carga viva	= $(8 \text{ m}^2 * 300 \text{ kg/m}^2) / 4 \text{ m}$	= 600,00 kg/m

2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Las cargas horizontales son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de la gravedad, estas son producidas por viento, sismo o impacto y son puramente dinámicas. Debido a que Guatemala se considera una zona sísmica, se aplica únicamente la fuerza del sismo. Para encontrar estas fuerzas sísmicas se utilizó el método SEAOC, que se describe a continuación:

Corte basal(V): es la fuerza sísmica que el suelo trasmite a la base del edificio, su valor se obtiene de la siguiente fórmula.

$$V = Z * I * C * S * K * W_T, \text{ donde:}$$

Z = 1 coeficiente de la zona sísmica

$I = 1,40$ coeficiente de importancia del edificio después del sismo, para oficinas y lugares públicos.

$$T = \frac{0,09h_n}{\sqrt{D}} \qquad C = \frac{1}{15\sqrt{T_x}}$$

Sentido X

$$T = \frac{0,09(6)}{\sqrt{28,5}} = 0,10 \qquad C = \frac{1}{15\sqrt{0,10}} = 0,209, \text{ usar } 0,12$$

Sentido Y

$$T = \frac{0,09(6)}{\sqrt{10,60}} = 0,166 \qquad C = \frac{1}{15\sqrt{0,166}} = 0,16, \text{ usar } 0,12$$

$C_x = C_y = 0,12$ coeficiente que depende del periodo natural de vibración

$S = 1,5$ factor de interacción suelo – estructura cuando es desconocido.

Si $C_x * S > 0,14$ utilizar $C_x * S = 0,14$, Si $C_y * S > 0,14$ utilizar $C_y * S = 0,14$.

$$C_x * S = C_y * S = (0,12)(1,5) = 0,18 > 0,14, \text{ usar } 0,14$$

$K = 0,67$ para sistema estructural de marcos dúctiles espaciales.

W_T = carga muerta total de la estructura + 25% de carga viva, la cual se obtiene de la siguiente manera.

Segundo nivel

Losa	= $302,10 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 87 004,80 kg
Vigas	= $(20 * 5,7 \text{ m} + 12 * 4 \text{ m} + 6 * 2,60 \text{ m}) * (0,25 * 0,40) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 42 624 kg
Columnas	= $1/2 * (24 * 3 \text{ m}) * (0,30 * 0,30) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 7 776 kg
Muros	= $(10 * 5,70 \text{ m} + 12 * 4 \text{ m}) * (3 \text{ m}) * 100 \text{ kg/m}^2$	= 31 500 kg
Carga viva	= $302,10 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2 * 25\%$	= 7 552,50 kg
Peso total del segundo nivel		= 176 457,30 kg

Primer nivel

Losa	= $302,10 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 87 004,8 kg
Vigas	= $(20 * 5,70 \text{ m} + 12 * 4 \text{ m} + 6 * 2,60 \text{ m}) * (0,25 * 0,40) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 42 624 kg
Columnas	= $(24 * 3 \text{ m}) * (0,30 * 0,30) * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 15 552 kg
Muros	= $(10 * 5,70 \text{ m} + 12 * 4 \text{ m}) * (3 \text{ m}) * 100 \text{ kg/m}^2$	= 31 500 kg
Carga viva (Aulas)	= $228 \text{ m}^2 * 300 \text{ kg/m}^2 * 25\%$	= 17 100 kg
Carga viva (Pasillo)	= $74,10 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 * 25\%$	= 9 262,50 kg
Peso total del primer nivel		= 203 043,30 kg
Peso total de la estructura		= 379 500,6 kg

Por lo que el valor del corte basal es:

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

$$V_{x,y} = 1(1,40)(0,14)(0,67)(379\ 500,6) = 49\ 836,02 \text{ kg}$$

Fuerza por nivel (F_i): es la fuerza que se transmite del corte basal hacia los distintos niveles de la estructura. Se obtiene de la siguiente fórmula.

$$F_i = \frac{(V-F_t)(W_i*H_i)}{\sum(W_i*H_i)}, \text{ de donde:}$$

F_t = fuerza en la cúspide igual a 0, cuando el período de vibración < 0,25

W_i = peso de nivel_i

H_i = altura de nivel_i

$$F_1 = \frac{(49\ 836,02)(203\ 043,30*4,50)}{(203\ 043,30*4,50)+(176\ 457,30*7,50)} = 20\ 354,21 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{(49\ 836,02)(176\ 457,30*7,50)}{(203\ 043,30*4,50)+(176\ 457,30*7,50)} = 29\ 481,80 \text{ kg}$$

Fuerzas por marco

CR = centro de rigidez

CM = centro de masa

e = excentricidad, $e_{\min} = 0,05*(\text{altura total})$

Marco típico sentido X

$$CR_x = \frac{\sum K_i \cdot d}{K_i} \quad CR_x = \frac{K(5,70 + 11,4 + 17,1 + 22,8 + 28,5)}{6K} = 14,25 \text{ m}$$

$$CM_x = \frac{D}{2} \quad CM_x = \frac{28,5}{2} = 14,25 \text{ m}$$

$$e_x = |CR - CM| \quad e_x = |14,25 - 14,25| = 0$$

$$e_{\min} = 0,05h \quad e_{\min} = 0,05 \cdot 7,5 = 0,375$$

$e_x < e_{\min}$ por lo que se considera que no existe torsión en el sentido X

Marco típico sentido Y

$$CR_y = \frac{\sum K_i \cdot d}{K_i} \quad CR_y = \frac{K(4 + 8 + 10,60)}{4K} = 5,65 \text{ m}$$

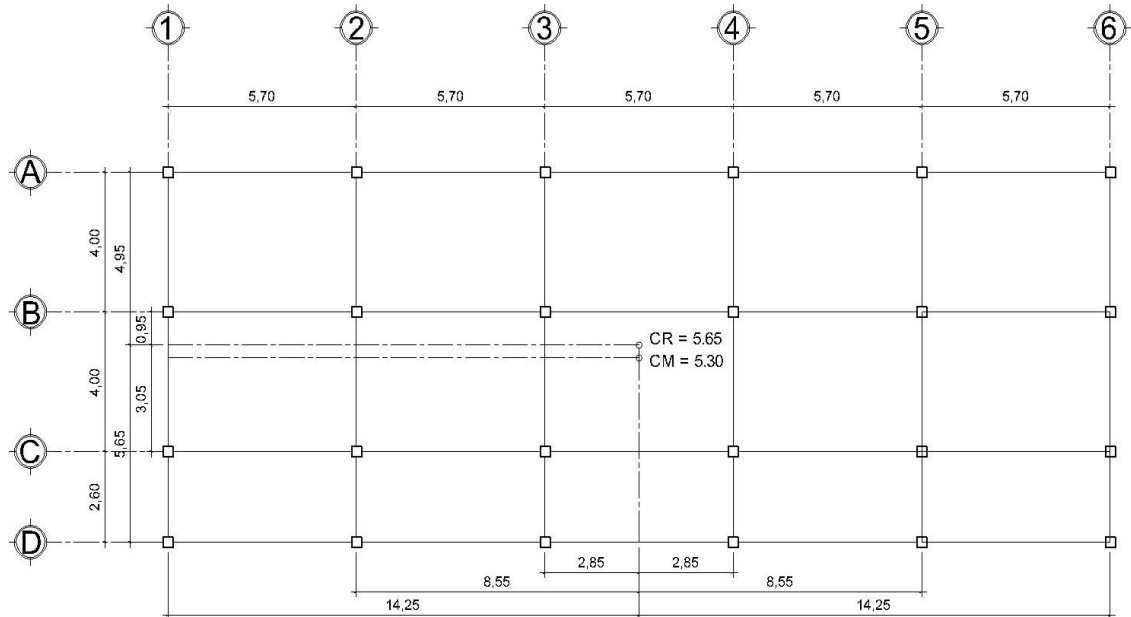
$$CM_y = \frac{D}{2} \quad CM_y = \frac{10,6}{2} = 5,30 \text{ m}$$

$$e_y = |CR - CM| \quad e_y = |5,65 - 5,30| = 0,35 \text{ m}$$

$$e_{\min} = 0,05h \quad e_{\min} = 0,05 \cdot 7,5 = 0,375$$

$e_y > e_{\min}$ por lo que se considera que si existe torsión en el sentido Y

Figura 5. Planta de centro de masa y rigidez



Fuente: elaboración propia.

$$FM = FM' \pm FM''$$

$$FM' = \frac{K_i * F_{ni}}{\sum K_i}$$

$$FM'' = \frac{(e * F_{ni})}{E_i}$$

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

Donde: FM = fuerza proporcional a la rigidez

FM' = fuerza de torsión

K_i = rigidez de marco $K = 1$ (los elementos son simétricos)

E_i = módulo de rigidez

e = excentricidad

d_i = distancia de CR a marco considerado

Fuerza por marco, sentido Y

Nivel 1

$$FM' = \frac{1 \cdot 20\,354}{4} = 5\,088,55 \text{ kg} \quad FM'' = \frac{(0,35 \cdot 20\,354)}{\left[\frac{66,63}{0,95} \right]} = 101,57 \text{ kg}$$

$$FM = 5\,088,55 + 101,57 = 5\,617,80 \text{ kg}$$

Nivel 2

$$FM' = \frac{1 \cdot 29\,842}{4} = 7\,370,45 \text{ kg} \quad FM'' = \frac{(0,35 \cdot 29\,842)}{\left[\frac{66,63}{0,95} \right]} = 147,12 \text{ kg}$$

$$FM = 7\,370,45 + 147,12 = 7\,517,57 \text{ kg}$$

Tabla I. **Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido Y**

MARCO	K _i	d _i	K _{idi}	K _{idi} ²	NIVEL 1			NIVEL 2		
					FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM
A	1	4,95	4,95	24,50	5 088,55	529,25	5 617,80	7 370,45	766,58	8 137,03
B	1	0,95	0,95	0,90	5 088,55	101,57	5 190,13	7 370,45	147,12	7 517,57
C	1	-3,05	-3,05	9,30	5 088,55	-326,10	4 762,45	7 370,45	-472,34	6 898,11
D	1	-5,65	-5,65	31,92	5 088,55	-604,09	4 484,46	7 370,45	-874,99	6 495,47
	4			66,63						

Fuente: elaboración propia.

Fuerza por marco, sentido X

Nivel 1

$$FM' = \frac{1 \cdot 20\,354}{6} = 3\,392,4 \text{ kg} \qquad FM'' = \frac{(0 \cdot 20\,354)}{\begin{matrix} 568,58 \\ -2,85 \end{matrix}} = 0 \text{ kg}$$

$$FM = 3\,392,4 + 0 = 3\,281,4 \text{ kg}$$

Nivel 2

$$FM' = \frac{1 \cdot 29\,482}{6} = 4\,913,63 \text{ kg} \qquad FM'' = \frac{(0 \cdot 23\,109)}{\begin{matrix} 568,58 \\ -2,85 \end{matrix}} = 0 \text{ kg}$$

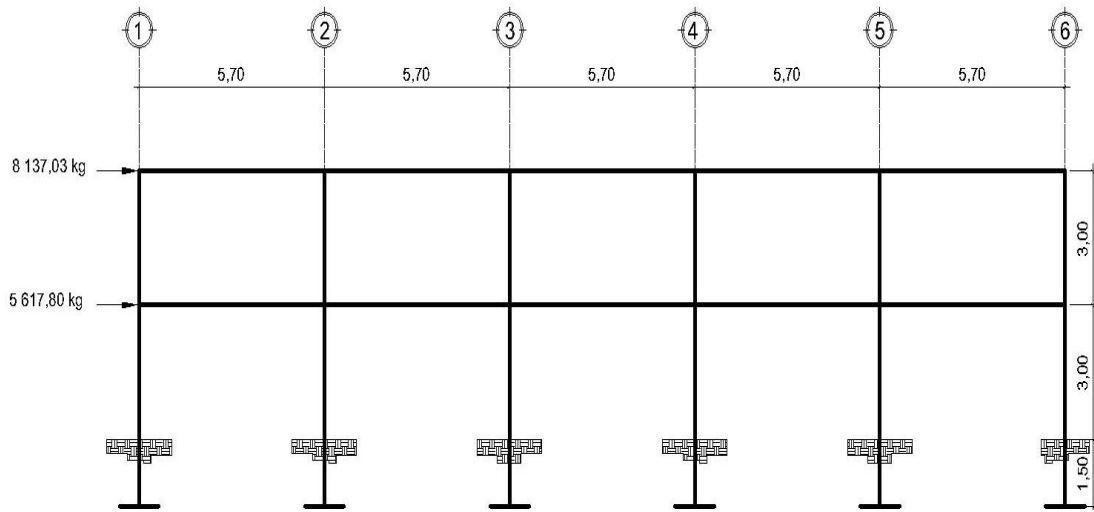
$$FM = 4\,913,63 + 0 = 4\,913,63 \text{ kg}$$

Tabla II. **Fuerza por marco en cada nivel, marcos rígidos sentido X**

MARCO	Ki	di	Kidi	Kidi ²	NIVEL 1			NIVEL 2		
					FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM
1	1	-14,25	-14,3	203,06	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
2	1	-8,55	-8,55	73,10	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
3	1	-2,85	-2,85	8,12	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
4	1	2,85	2,85	8,12	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
5	1	8,55	8,55	73,10	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
6	1	14,25	14,25	203,06	3 392,4	0,00	3 392,37	4 913,63	0,00	4 913,63
	6			568,58						

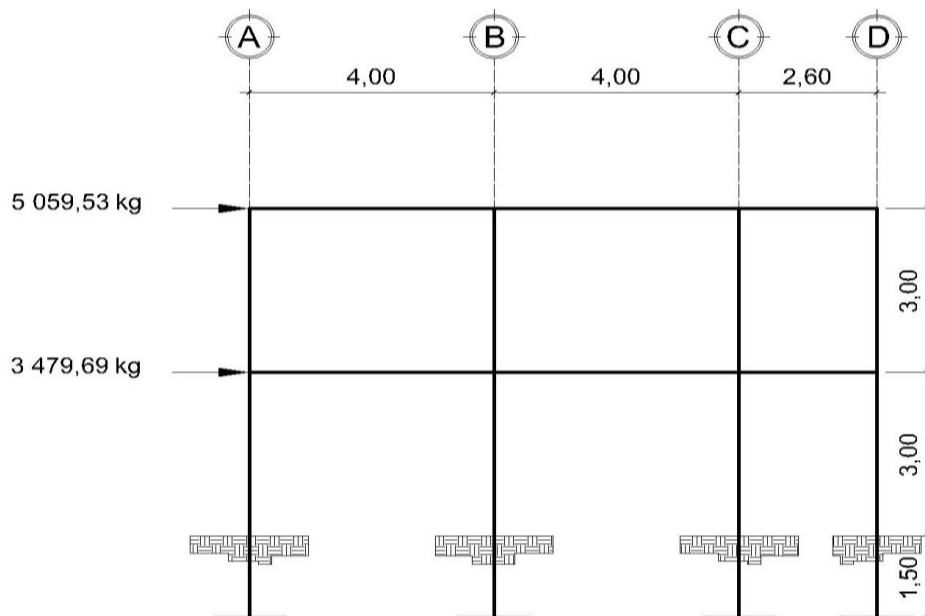
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Marco eje B, cargas horizontales



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Marco eje 3, cargas horizontales



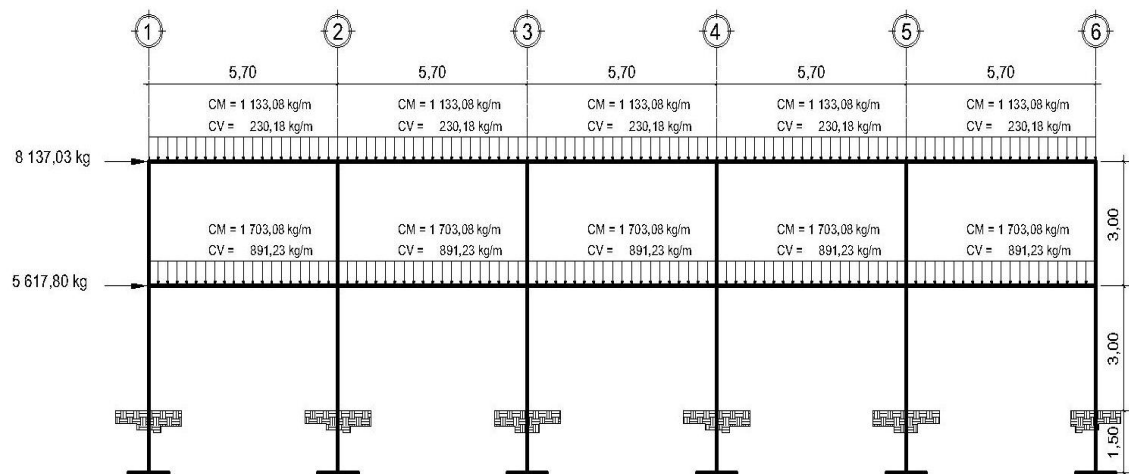
Fuente: elaboración propia.

2.1.6.3. Fuerzas sísmicas

El análisis sísmico de la edificación tiene como objetivo encontrar las fuerzas y momentos internos debidos a la carga sísmica, en cada uno de los elementos del sistema estructural, para luego proceder al diseño.

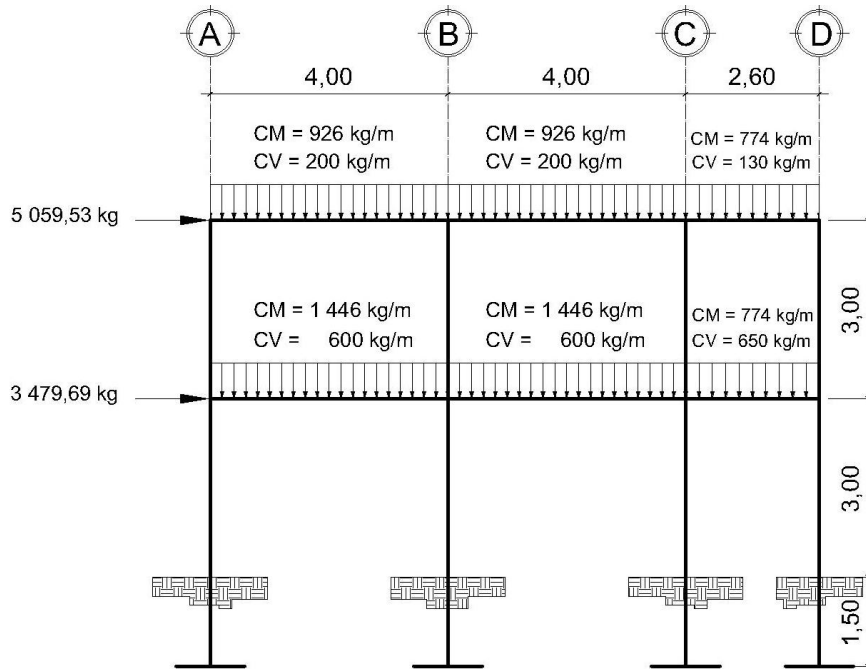
A continuación se detallan las fuerzas sísmicas y gravitacionales que se utilizaran en el análisis estructural del edificio escolar.

Figura 8. Marco eje B, cargas verticales y horizontales



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Marco eje 3, cargas verticales y horizontales**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Existen muchas formas de clasificar los métodos utilizados en el análisis estructural, una de ellas es la siguiente:

- Métodos aproximados: estos métodos son utilizados en diseños preliminares y sirven además como comprobaciones rápidas de los resultados de métodos más refinados.
- Métodos exactos: estos son métodos que utilizan una matemática muy refinada, básicamente se realizan a través de procesos iterativos.

Para efectos de este proyecto nos enfocaremos en la utilización de los métodos exactos, ya que son estos los que mejor describen el comportamiento real de la estructura ante la acción de las cargas.

Los métodos exactos son también conocidos como métodos de los desplazamientos, los cuales están basados en la metodología de distribución de momentos, entre los cuales podemos mencionar:

- Método de *Cross*
- Método de *Kani*

Para la realización del análisis estructural de este proyecto utilizaremos el método de Kani, el cual efectúa una distribución de momentos que se desarrolla a través de aproximaciones sucesivas, lo cual implica que las respuestas se pueden lograr con la exactitud que se desee.

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante, además no incluye los casos en los que existan columnas de diferente altura en un mismo piso o cuando existan articulaciones en los apoyos de las columnas.

Momentos fijos o de empotramiento perfecto (MFik): en los momentos que se encuentran sometidos a cargas intermedias surgen otros momentos para anular los giros que producirán tales cargas si los extremos pudiesen rotar libremente, estos son los llamados momentos de empotramiento y se calculan de la siguiente manera:

$$MF_{ik} = \frac{(WL^2)}{12}; \text{ (Para carga linealmente distribuida)}$$

Momentos de sujeción (Ms): estos se calculan cuando hay cargas verticales, se aplican en los nudos en donde concurren varios momentos fijos. En los nudos en donde solamente concurre un momento fijo, este será igual al momento de sujeción.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

Fuerzas de sujeción (Hn): se dan cuando hay carga lateral en los nudos, para nuestro caso la fuerza de sujeción será igual a:

$$H_n = F_n; \text{ (Fuerza por marco del nivel n)}$$

Fuerza cortante en el piso (Qn): se calculan en función de la fuerza de sujeción en el nudo. La determinación del cortante de piso en el nivel "n" es igual a la suma de las fuerzas H_n por encima del piso en análisis. (Incluyendo el nivel n).

Momentos de piso (Mn): estos se calculan aplicando la siguiente fórmula a las fuerzas cortantes de piso:

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3}; \text{ (H}_n \text{ = altura del piso "n")}$$

Rigideces de los elementos (K_{ik}): La rigidez es la medida de la capacidad de un elemento para oponerse al giro de uno de sus extremos cuando se le aplica en él un momento. Se calcula de la siguiente manera en función de su rigidez relativa:

$$K_{ik} = \frac{I}{L}$$

Dónde:

I = inercia del elemento ($b \cdot h^3$)/12

L = longitud del elemento

Factores de giro o coeficiente de reparto (μ_{ik}): estos se dan en todos los elementos, en las zapatas por definición $\mu_{ik} = 0$, y para el resto de los elementos se calcula de la siguiente manera:

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Factores de corrimiento o desplazamiento (V_{ik}): estos se dan cuando existe desplazamiento en los nudos de las columnas debido a la carga lateral, o algún tipo de antisimetría estructural, de cargas o de apoyos. Se calcula solamente a las columnas de cada nivel, de la siguiente manera:

$$V_{ik} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Cálculo de iteraciones, influencia de giro (M'_{ik}):

$$M' = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}); \text{ (sin ladeo)}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{in})); \text{ (con ladeo)}$$

Cálculo de iteraciones, influencia del desplazamiento de columnas (M''_{ik}):

$$M''_{ik} = v_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})); \text{ (ladeo por antisimetría)}$$

$$M''_{ik} = v_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})); \text{ (ladeo por fuerza horizontal)}$$

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

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}; \text{ (sin ladeo)}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}; \text{ (con ladeo)}$$

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

El *software ETABS*, es ideal para el análisis y diseño de edificios. Al igual que el *SAP 2000*, puede realizar análisis a estructuras complejas, pero tiene muchas más opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones. Entre estas opciones se pueden mencionar:

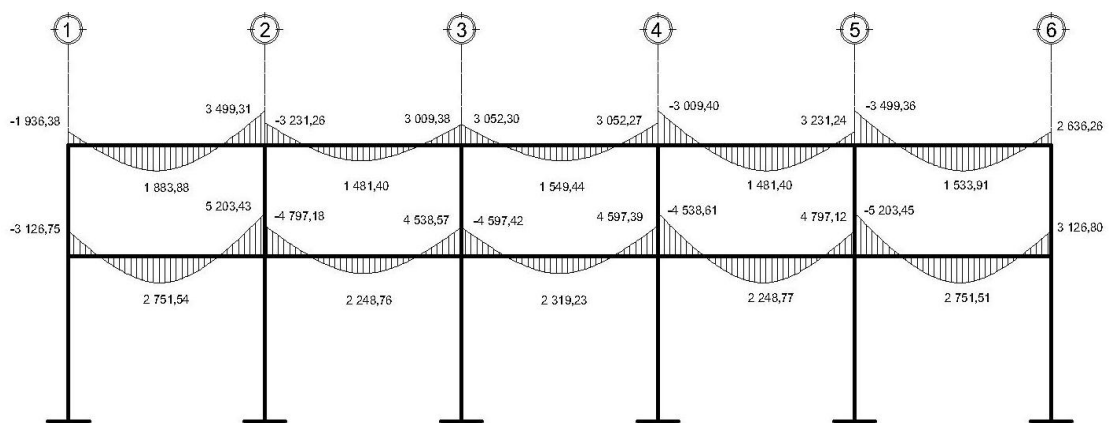
- Cálculo automático de coordenadas de centros de masas.
- Cálculo automático de coordenadas de centros de rigideces.

- Cálculo automático de fuerzas sísmicas, sus excentricidades y aplicación en el centro de masas.
- Cálculo automático de masas de edificio a partir de los casos de carga elegidos.
- Plantillas predefinidas de sistemas de losas planas, losas en una dirección, losas reticulares o con nervaduras, cubiertas, entre otras.

Se realizó el análisis estructural, por medio del *software ETABS*, para la obtención de los momentos en cada uno de los elementos estructurales. Luego, se realizó la comprobación a través del método numérico de *Kani*.

Para efectos de diseño, se tomaron los resultados obtenidos con el método *Kani*. A continuación se presentan los diagramas de momentos del marco típico del eje “X” y eje “Y”, debido a la carga: muerta, viva y sísmica respectivamente.

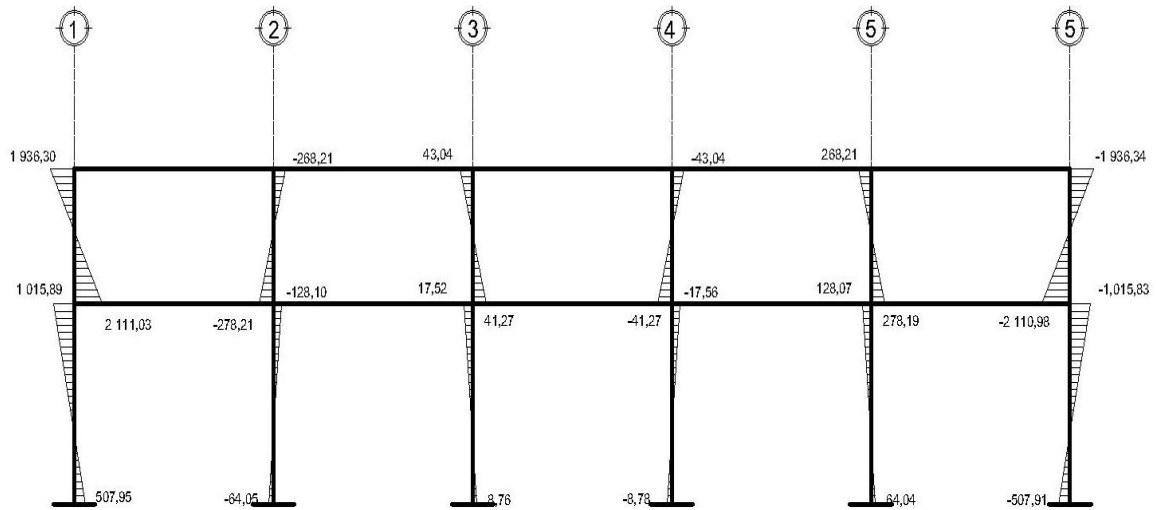
Figura 10. Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje X



Equation Chapter 1 Section 1

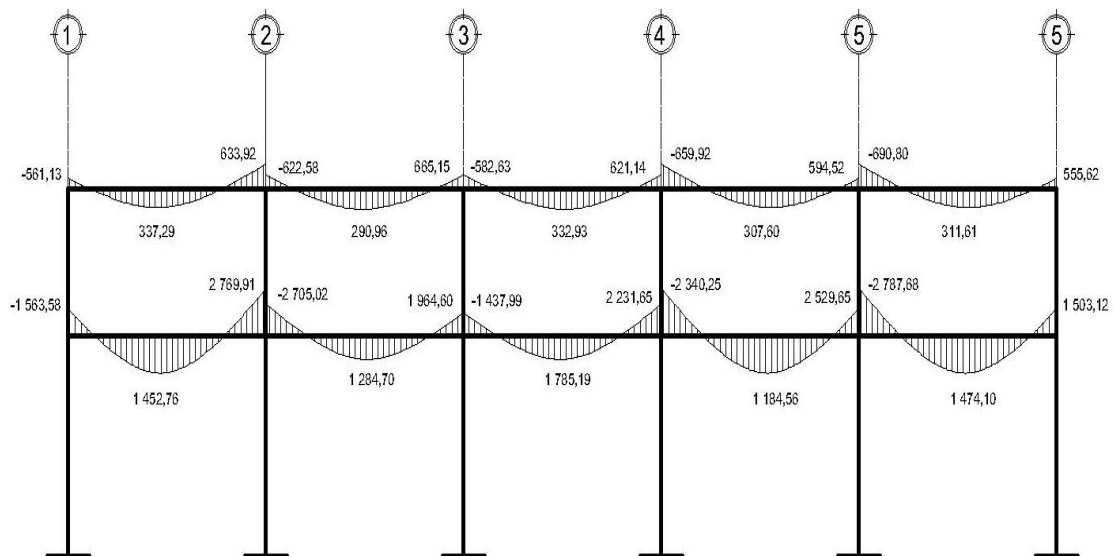
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje X



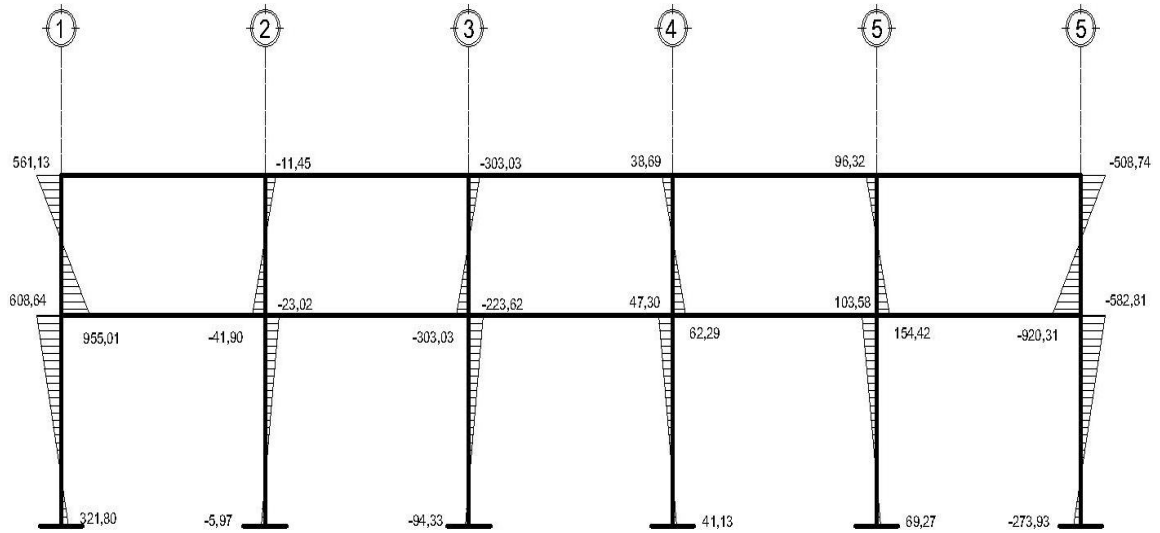
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de momentos en vigas carga viva eje X



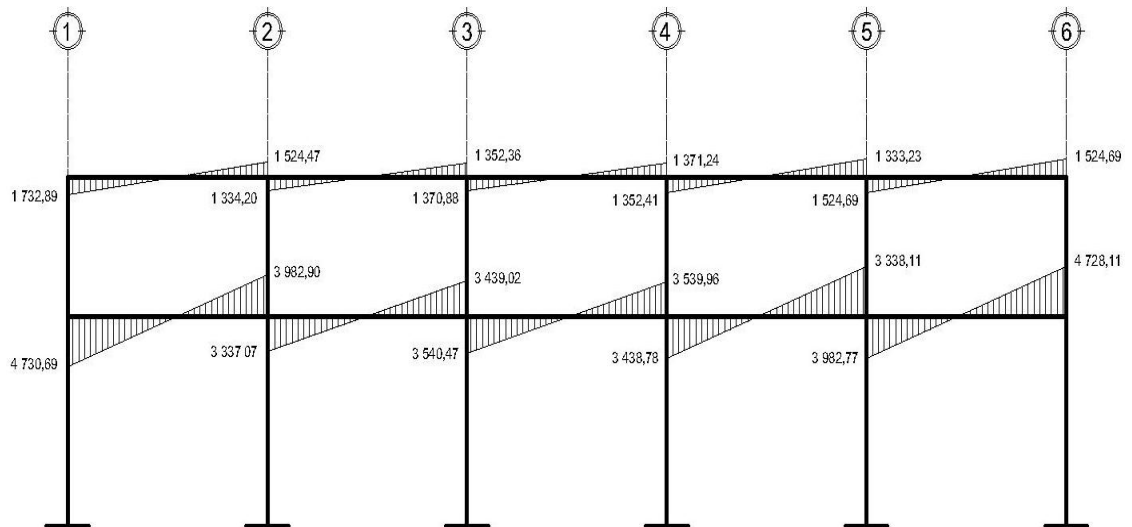
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de momentos en columnas carga viva eje X



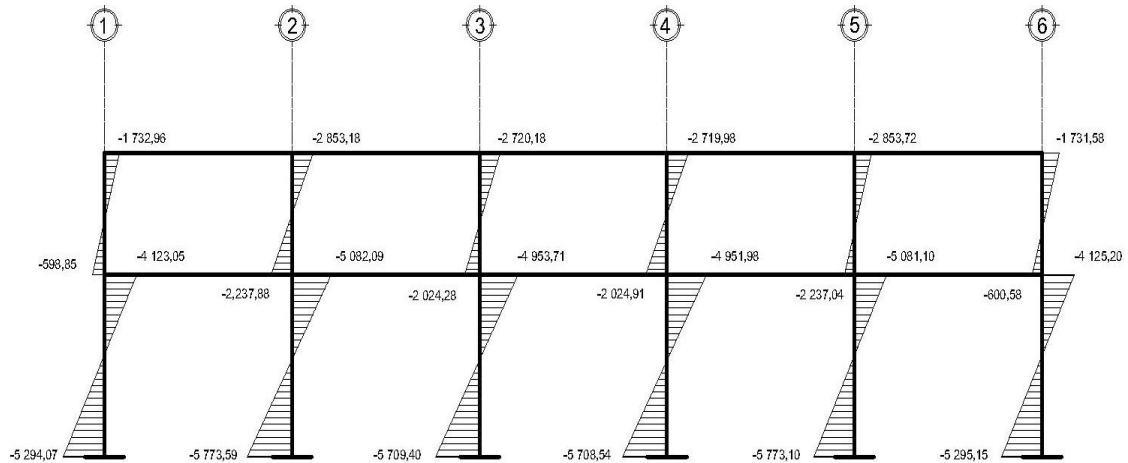
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje X



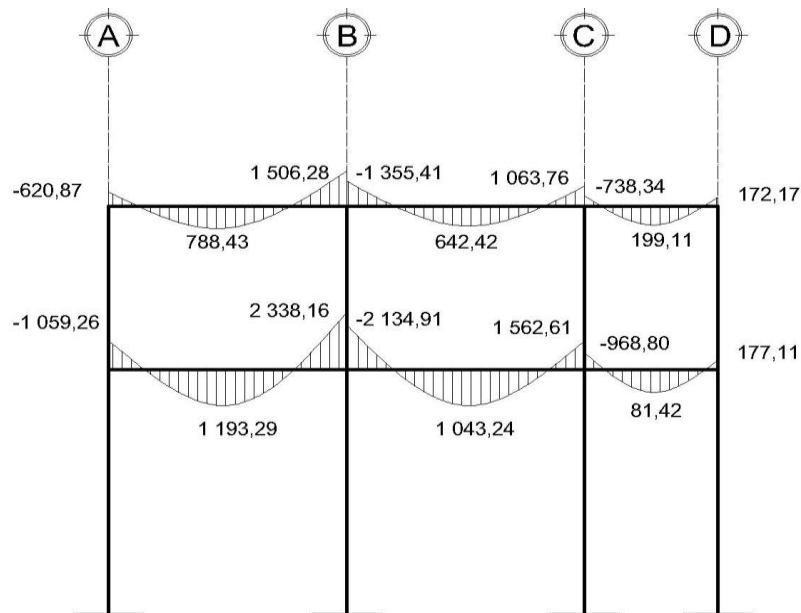
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje X



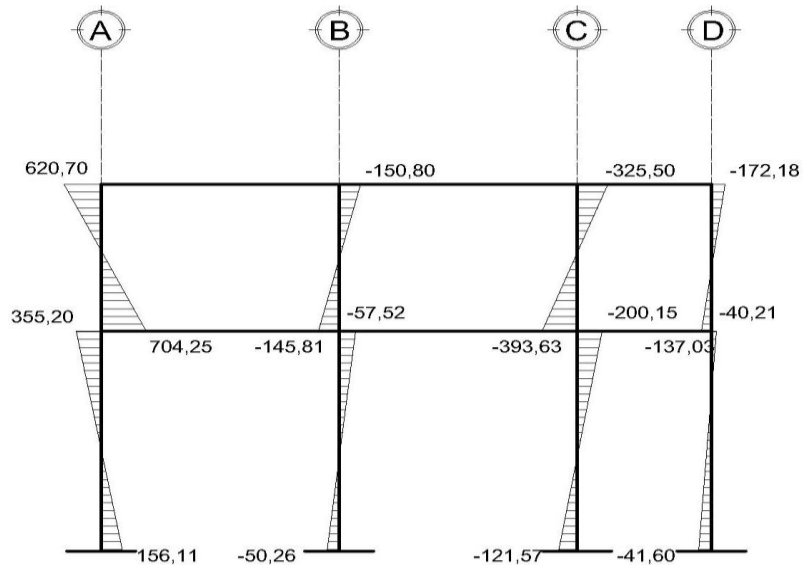
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de momentos en vigas carga muerta eje Y



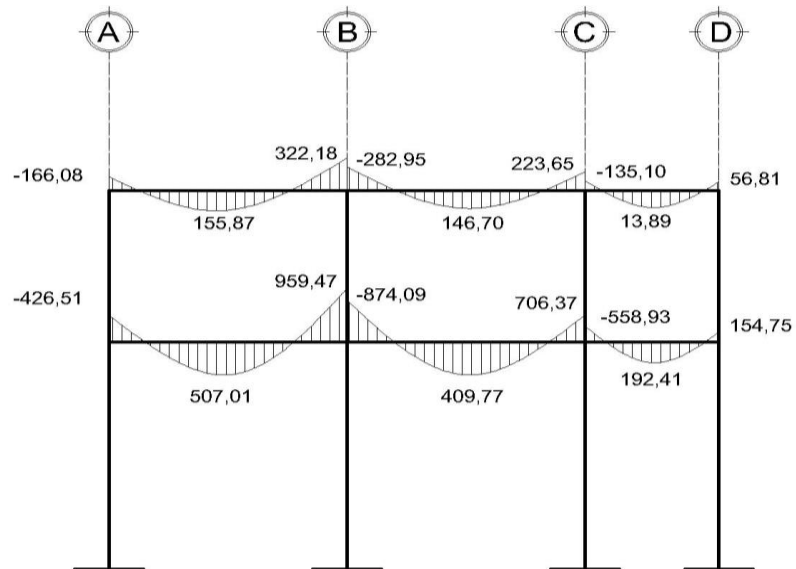
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de momentos en columnas carga muerta eje Y



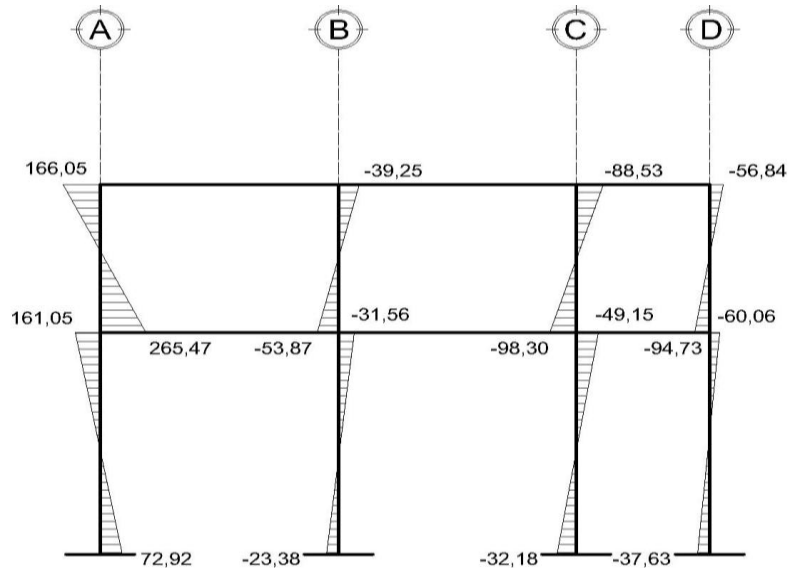
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de momentos en vigas carga viva eje Y



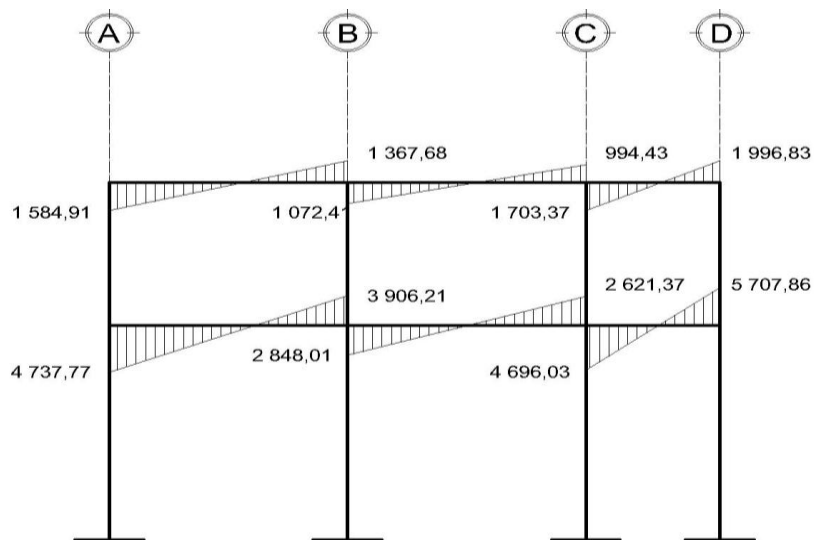
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de momentos en columnas carga viva eje Y



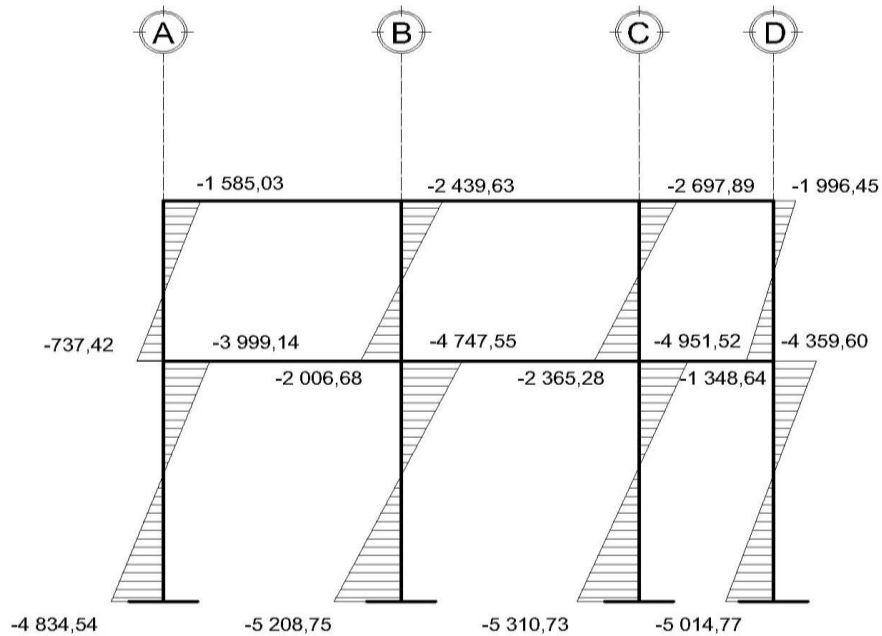
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de momentos en vigas carga sísmica eje Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de momentos en columnas carga sísmica eje Y



Fuente: elaboración propia.

3.1.6.4. Envolvente de momentos

La envolvente proporciona los momentos que pueden ocurrir debido a la combinación de cargas que afectan la estructura. De aquí que el código ACI propone las siguientes combinaciones.

- Fórmulas utilizadas para envolvente de momentos
 - Para los momentos últimos negativos en vigas y columnas

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

- Para los momentos últimos de inversión en vigas

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

- Para los momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$$

Diagramas 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 en los marcos analizados

Eje 3 momentos en segundo nivel

Viga A – B

$$M_{A(-)} = 0,75 * (1,4(-320,87) + 1,7(-166,08) - 1,87(1\ 584,91)) = -3\ 086,498\ \text{kg-m}$$

$$M_{(+)} = 1,4(788,43) + 1,7(155,87) = 1\ 368,772\ \text{kg-m}$$

$$M_{B(-)} = 0,75 * (1,4(1\ 506,28) + 1,7(322,18) + 1,87(1\ 367,65)) = 3\ 910,511\ \text{kg-m}$$

$$M_{A(-)} = 0,90(-620,87) - 1,43(1\ 584,91) = -2\ 825,201\ \text{kg-m}$$

menor que el anterior $M_{A(-)}$

$$M_{B(-)} = 0,90(1\ 506,28) + 1,43(1\ 367,65) = 3\ 311,395\ \text{kg-m}$$

menor que el anterior $M_{B(-)}$

$$M_{ACol} = 0,75 * (1,4(620,69) + 1,7(166,05) - 1,87(-1\ 585,034)) = 3\ 086,459\ \text{kg-m}$$

$$M_{ACol} = 0,75 * (1,4(704,24) + 1,7(265,46) - 1,87(-737,42)) = 2\ 112,164\ \text{kg-m}$$

Corte en segundo nivel

Viga

$$V_{2v} = 0,75 * \left[\frac{1,4(926*4)}{2} + \frac{1,7(200*4)}{2} + \frac{1,87(1\ 584,908 + 1\ 367,65)}{4} \right]$$

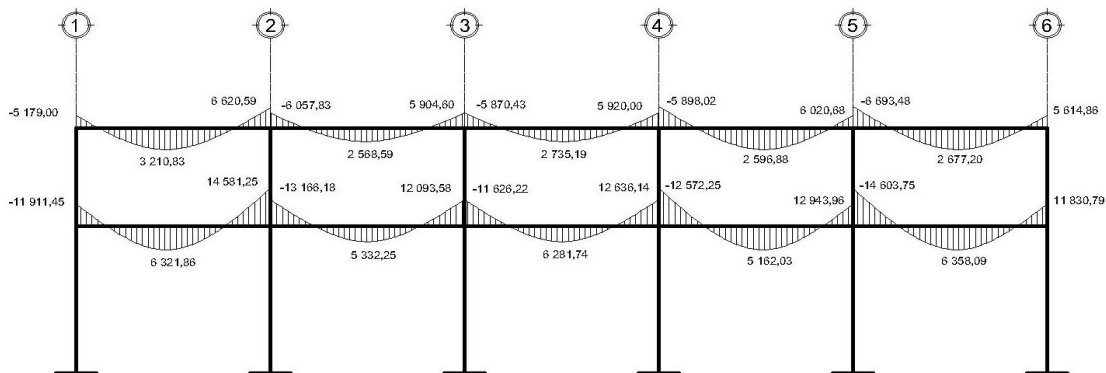
$$V_{Av} = 3\ 489,842\ \text{kg}$$

Columna

$$V_{A\text{ COL}} = \frac{2\,112,164 + 3\,086,459}{3} = 1\,732,875 \text{ kg}$$

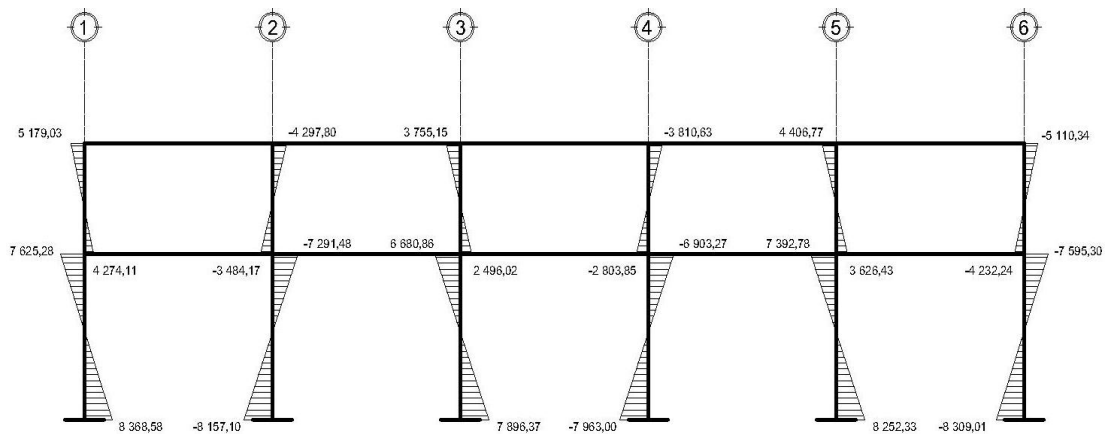
2.1.6.7. Diagrama de corte y momentos

Figura 22. Diagrama de momentos últimos en vigas eje X



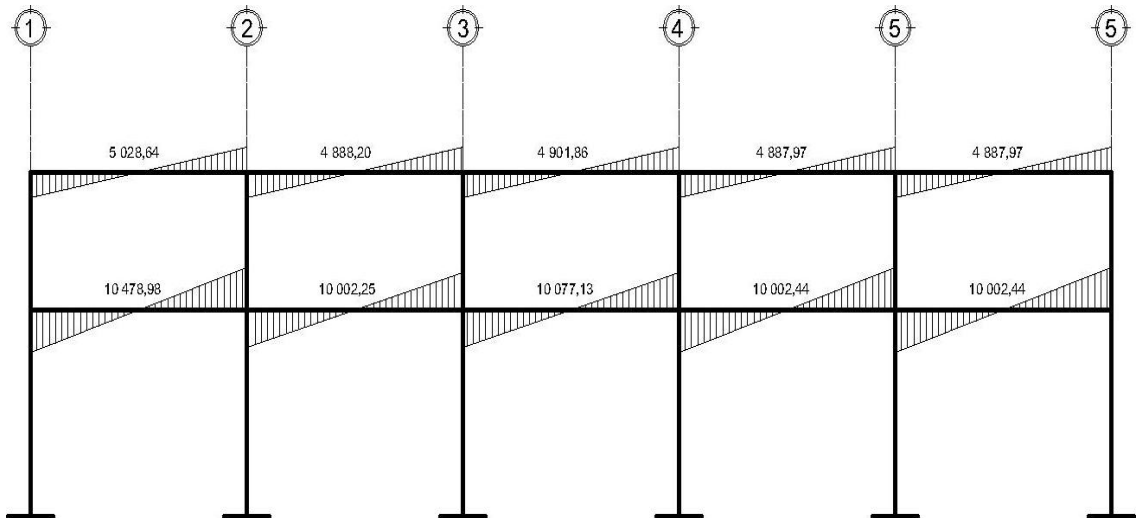
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de momentos últimos en columnas eje X



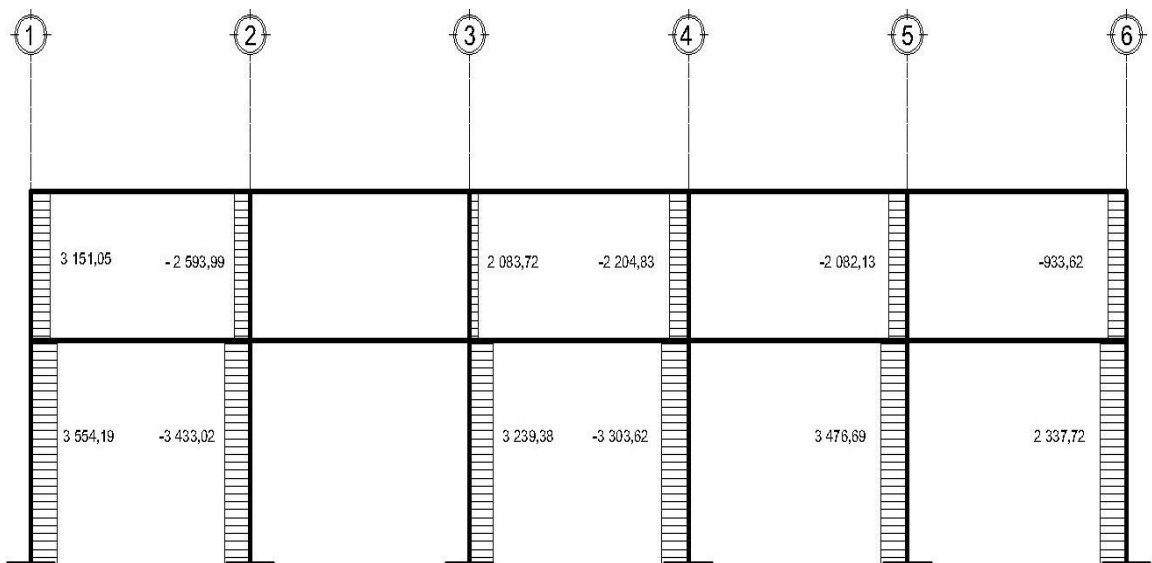
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de cortes últimos en vigas eje X



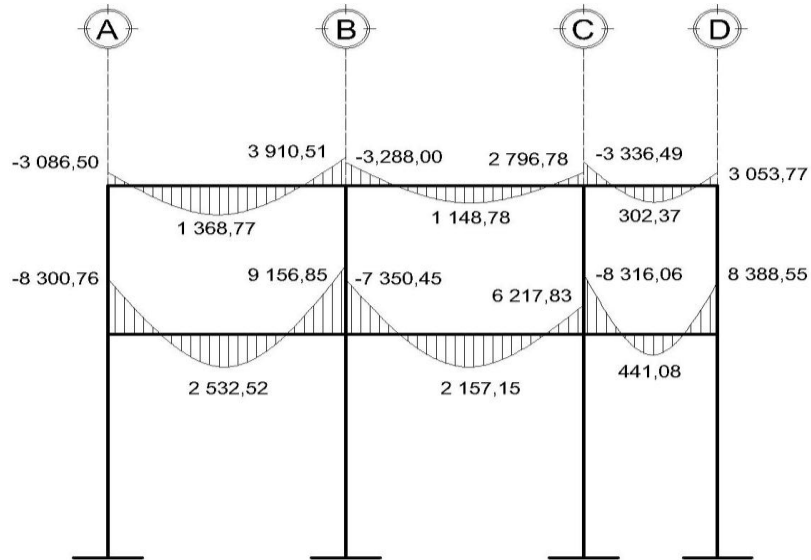
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de cortes últimos en columnas eje X



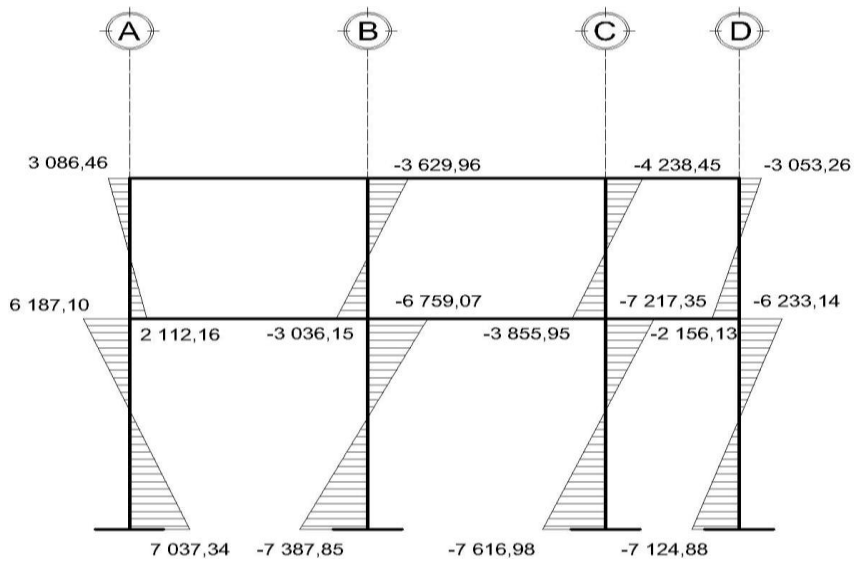
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de momentos últimos en vigas eje Y



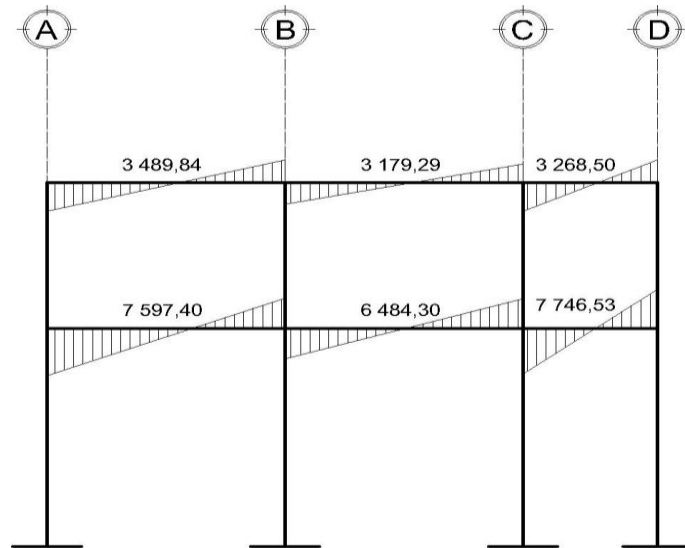
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de momentos últimos en columnas eje Y



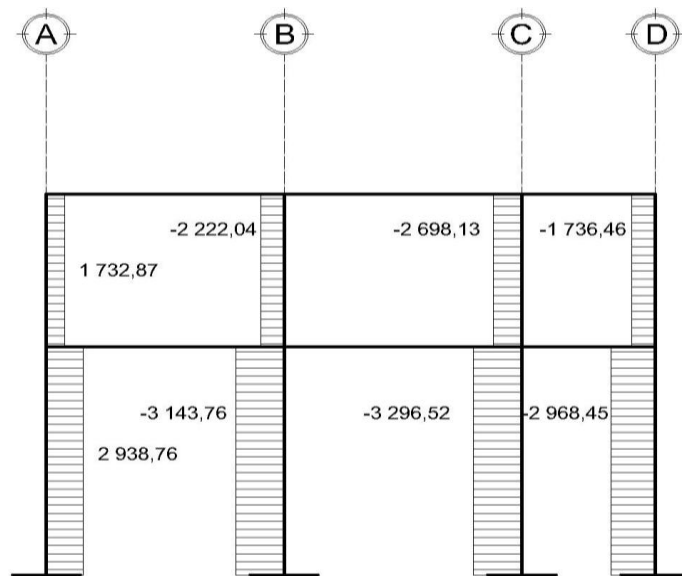
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de cortes últimos en vigas eje Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de cortes últimos en columnas eje Y

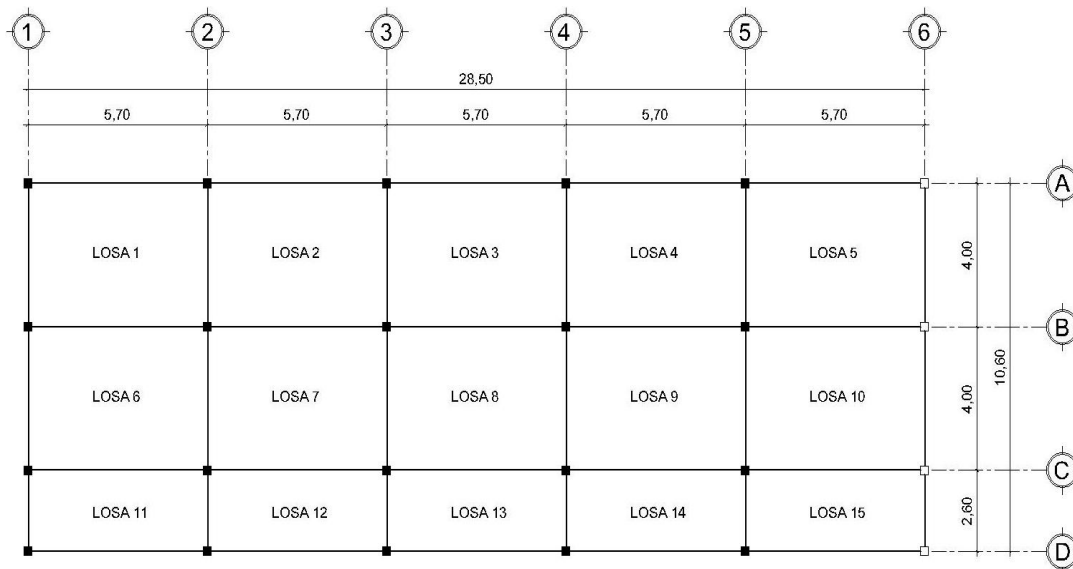


Fuente: elaboración propia.

2.1.6.8. Diseño de losas

Las losas son elementos horizontales, que sirven para proporcionar superficies planas de circulación útiles. Por lo regular van apoyadas a las vigas y se funden monolíticamente con estas. Para el diseño se utilizó el método 3 del código ACI.

Figura 30. Planta de distribución de losas



Fuente: elaboración propia.

Análisis de losas del primer nivel

Carga muerta última: peso de losa + sobrecarga

$$CM_u = 1,4(2400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} + 100 \text{ kg/m}^2) = 1,4(388 \text{ kg/m}^2) = 543,2 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva última: carga viva de aulas.

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

Carga viva última: carga viva de pasillo

$$CV_U = 1,7(500 \text{ kg/m}^2) = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última total para aulas } CU_T = 543,2 + 510 = 1\,053,2 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última total para pasillo } CU_T = 543,2 + 850 = 1\,393,2 \text{ kg/m}^2$$

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

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

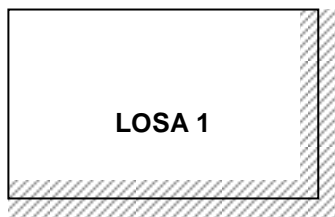
$$M_{b(+)} = C_{bm-} * CM_U * b^2 + C_{bv-} * CV_U * b^2$$

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

Losa 1



$$m = \frac{4}{5,70} = 0,70, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 4

$$M_{a(-)} = (0,081) * (1\,053,2) * 4^2 = 1\,364,95 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,046) * (543,2) * 4^2 + (0,057) * (510) * 4^2 = 864,92 \text{ kg-m}$$

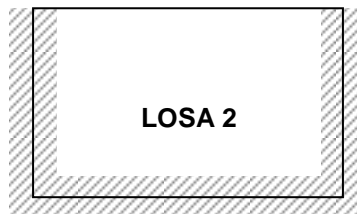
$$M_{a(+)} = \frac{M_{a(+)}}{3} = \frac{864,92 \text{ kg-m}}{3} = 288,31 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,019) * (1\ 053,2) * 5,70^2 = 650,15 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,011) * (543,2) * 5,70^2 + (0,011) * (510) * 5,70^2 = 376,40 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = \frac{M_{b(+)}}{3} = \frac{376,40 \text{ kg-m}}{3} = 125,47 \text{ kg-m}$$

Losa 2



$$m = \frac{4}{5,70} = 0,70, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 8

$$M_{a(-)} = (0,068) * (1\ 053,2) * 4^2 = 1\ 145,88 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,040) * (543,2) * 4^2 + (0,054) * (510) * 4^2 = 788,29 \text{ kg-m}$$

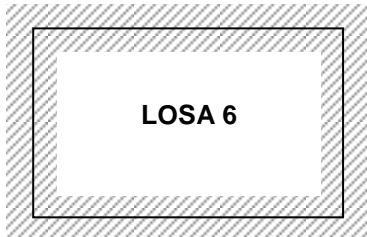
$$M_{a(+)} = \frac{M_{a(+)}}{3} = \frac{788,29 \text{ kg-m}}{3} = 262,76 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,029) * (1\ 053,2) * 5,70^2 = 992,34 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,011) * (543,2) * 5,70^2 + (0,014) * (510) * 5,70^2 = 426,11 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = \frac{M_{b(+)}}{3} = \frac{426,11 \text{ kg-m}}{3} = 142,04 \text{ kg-m}$$

Losa 6



$$m = \frac{4}{5,50} = 0,73 \text{ usar } 0,75, \text{ losa en dos direcciones}$$

Caso 2

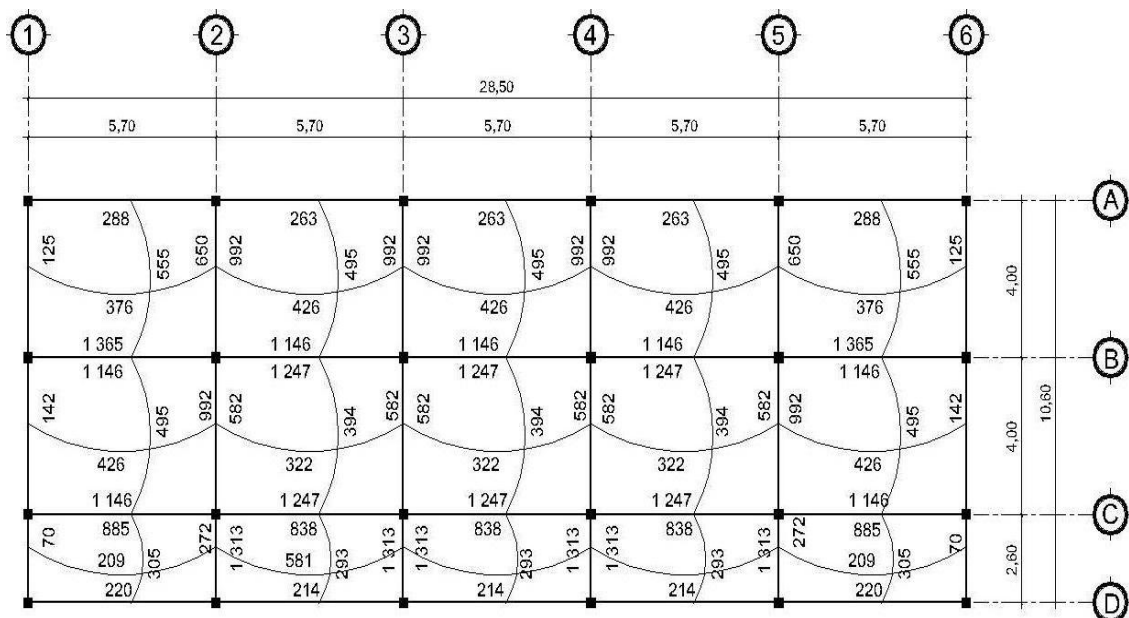
$$M_{a(-)} = (0,074) * (1\ 053,2) * 4^2 = 1\ 247 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,030) * (543,2) * 4^2 + (0,049) * (510) * 4^2 = 661 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = (0,017) * (1\ 053,2) * 5,50^2 = 582 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,007) * (543,2) * 5,70^2 + (0,012) * (510) * 5,70^2 = 322 \text{ kg-m}$$

Figura 31. **Planta de distribución de momentos en losa**



Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos: cuando las losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Se puede balancear los momentos de la siguiente manera:

Si $M_{1menor} > 0,80 * M_{2mayor}$

$$M_b = (M_{2mayor} + M_{1menor}) / 2$$

Si $M_{1menor} < 0,80 * M_{2mayor}$

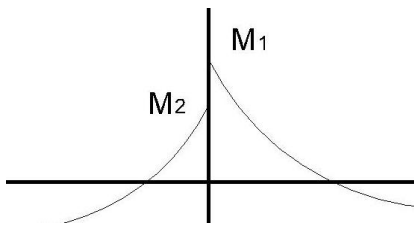
Se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}$$

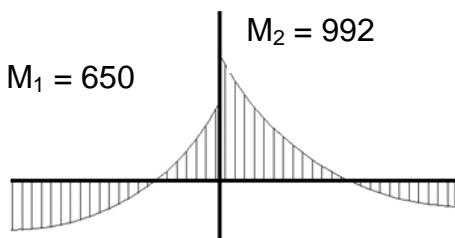
$$K_2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$



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



$$M_2 = (0,80 * 992) = 793,87 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 650 \text{ kg-m}$$

$M_1 < M_2$ balancear por su rigidez

$$K_1 = \frac{1}{5,70} = 0,18$$

$$K_2 = \frac{1}{5,70} = 0,18$$

$$D_1 = \frac{0,18}{0,18 + 0,18} = 0,50$$

$$D_2 = \frac{0,18}{0,18 + 0,18} = 0,50$$

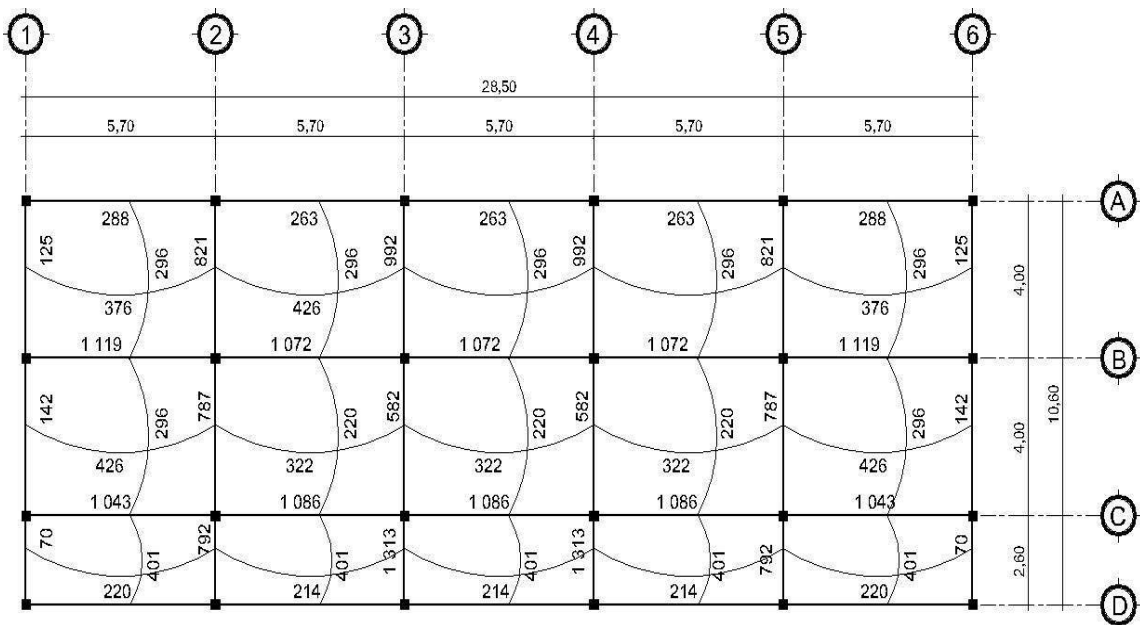
Tabla III. **Balance de momentos**

D ₁	D ₂
$(992 - 650) \cdot 0,50 + 650$	$(992 - 650) \cdot 0,50 - 992$
821,24 kg	-821,24 kg

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del balance de momentos, en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la siguiente figura.

Figura 32. **Planta de distribución de momentos balanceados en losa**



Fuente: elaboración propia.

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

Calculo del peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - (\emptyset/2)$$

$$d = 12 - 2,5 - (0,953/2) = 9 \text{ cm}$$

El área de acero mínimo ($A_{s\text{min}}$) en una losa, se calcula como el 40 por ciento del área de acero de una viga, usando un ancho unitario de 1 metro.

$$A_{s\text{min}} = \rho_{\text{min}} bd = \frac{14,1}{2810} (100)(9) = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{4,52 \text{ cm}^2} = 15,71 \text{ cm}$$

Tomando en cuenta el espaciamiento de la armadura en las secciones críticas, no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa, según el ACI 318-99, capítulo 13, sección 13.3.2.

$$S_{\text{max}} = 2t = 2(12) = 24 \text{ cm}$$

Momento que resiste el área de acero mínima

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

$$M_{Asmín} = 0,90 \left[4,52 * 2\ 810 \left(9 - \frac{4,52(2\ 810)}{1,7(210)(100)} \right) \right] = 971,87 \text{ kg-m}$$

Cálculo de área de acero para momentos mayores

$$A_s = \left[(9 * 100) - \sqrt{(9 * 100)^2 - \frac{(1\ 119)(100)}{0,003\ 825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\ 810} = 4,99 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{4,99 \text{ cm}^2} = 14,28 \text{ cm}$$

Todas las losas No 3 @ 0,14 m, ambos sentidos.

Chequeo por corte

$$V_{máx} = \frac{WL}{2} = \frac{1\ 393,2(5,70)}{2} = 3\ 970,62 \text{ kg}$$

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

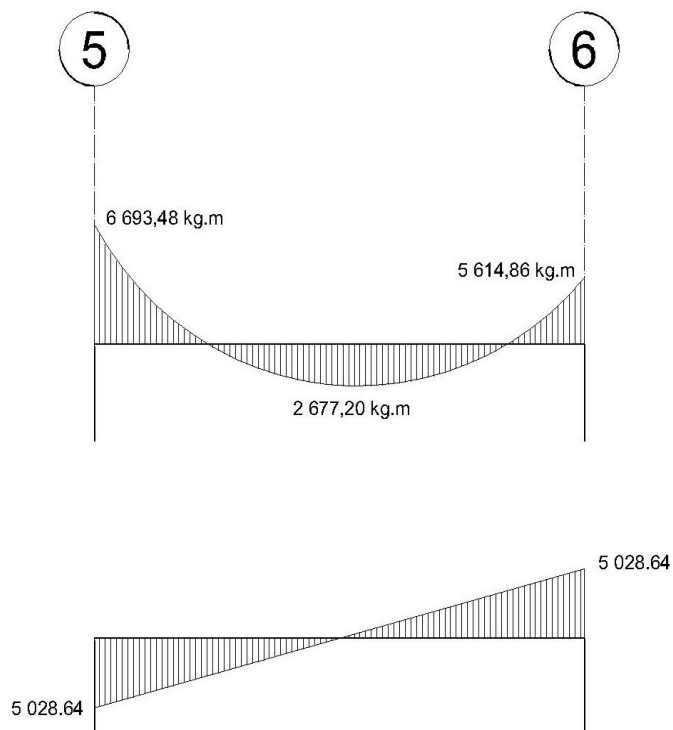
El valor del cortante resistente es mayor al actuante, por lo tanto, es correcto. El armado final se encuentra en apéndice: plano de techos y vigas del edificio.

2.1.6.9. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales horizontales, que reciben la carga de la losa y la transmiten a las columnas, están sometidas a esfuerzos de tensión, compresión y corte.

Como ejemplo, se diseñará la viga del eje x segundo nivel con los momentos críticos, las dimensiones de la viga serán de 25 centímetros por 40 centímetros.

Figura 33. Diagrama de momento y corte en viga eje B



Fuente: elaboración propia.

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} bd = \frac{14,1}{2\,810} (25)(36) = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{bal}} = \phi \left[\frac{\beta^* f'_c}{f_y} \frac{6\,090}{(f_y + 6\,090)} \right] = 0,85 \left[\frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} \frac{6\,090}{(2\,810 + 6\,090)} \right] = 0,036\,947$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,50 \rho_{\text{bal}} bd = 0,50 (0,036\,947) (25)(36) = 16,63 \text{ cm}^2$$

Cálculo del área de acero longitudinal, para los momentos dados

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

$$M_{(-)} = 6\,693,48 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(6\,693,48)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 7,90 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 2\,677,20 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(2\,677,20)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 3,02 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 5\,614,86 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[(25*36) - \sqrt{(25*36)^2 - \frac{(5\,614,86)(25)}{0,003825(210)}} \right] * \frac{0,85(210)}{2\,810} = 6,54 \text{ cm}^2$$

Según el código ACI 318, los requerimientos para el armado de la cama superior e inferior se definen de la siguiente manera.

- Cama superior al centro: dos varillas mínimo con las dimensiones siguientes, el mayor de los dos.
 - $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$
 - $33\%A_{s(M)} = 0,33*7,90 = 2,61 \text{ cm}^2$
 - Colocar $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$

- En la cama inferior en apoyos se debe colocar como mínimo dos varillas corridas tomando el mayor:
 - $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$
 - $50\%A_{s(M-)} = 0,50*7,90 = 3,95 \text{ cm}^2$
 - $50\%A_{s(M+)} = 0,50*3,02 = 1,51 \text{ cm}^2$
 - Colocar $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$

El armado final queda de la siguiente manera.

Cama superior: $4,52 \text{ cm}^2$ se cubre con 2 varillas corridas No 6 ($5,70 \text{ cm}^2$)

Cama inferior: $4,52 \text{ cm}^2$ se cubre con 2 varillas corridas No 6 ($5,70 \text{ cm}^2$)

En los momentos donde se necesite más refuerzo se cubrirá con bastones.

Refuerzo a corte: los esfuerzos cortantes serán resistidos por el refuerzo transversal o estribos. A esto se le llama confinamiento, debido a que el efecto es mayor en los apoyos.

Si $V_r > V_{act}$, colocar estribos por armado a $S_{m\acute{a}x} = d/2$

Si $V_r < V_{act}$, calcular S y longitud de confinamiento.

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'_c} * bd = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (25)(36) = 5\ 875,53 \text{ kg}$$

$V_{act} = 5\ 028,64 \text{ kg}$, el esfuerzo resistente es mayor que el actuante, colocar estribos por armado a $S_{m\acute{a}x} = d/2$

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ cm}$$

Para la separación de estribos en zona de confinamiento, según el ACI en su capítulo 21,3,3 el armado debe ser:

- Colocar estribos en extremos del elemento, en una longitud igual a dos veces la altura del elemento.

$$S = 2d = 2 \cdot 36 = 72 \text{ cm}$$

- El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros del borde de columna.
- El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder a:

$$d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$$

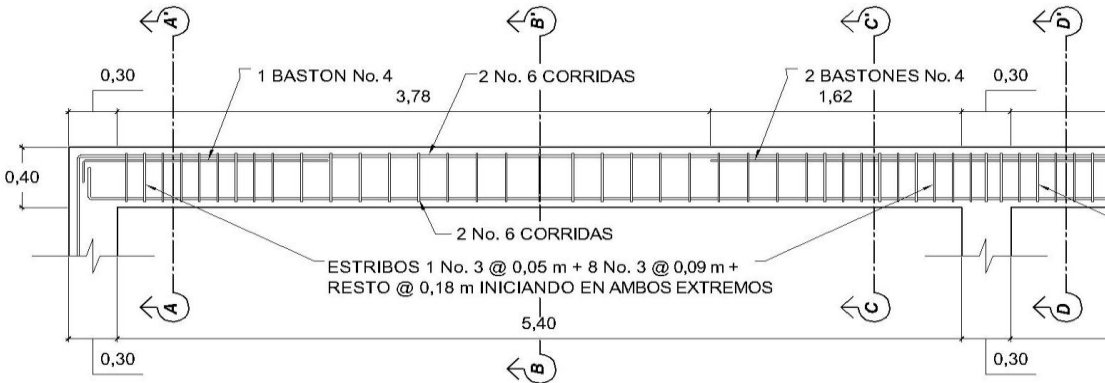
$$8\phi_{\text{var_long}} = 8 \cdot 1,905 = 15,24 \text{ cm}$$

$$24\phi_{\text{var_trans}} = 24 \cdot 0,953 = 22,88 \text{ cm}$$

30 centímetros

Por lo tanto la separación de estribos en la zona de confinamiento debe ser de 9 centímetros y el resto a 18 centímetros. Ver cuadro resumen de armado de vigas, tabla III, plano de techos y vigas en apéndice. El armado queda de la siguiente manera:

Figura 34. Detalle de armado de viga tipo V-2



Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Cuadro de resumen de armado de viga

Viga tipo	Momento en kg-m	Área de acero en cm ²	Armado		Refuerzo transversal No 3
			Corrido	Bastones	
Tipo 1	14 603,75	16,07	2 No. 8	2 No. 6	1 @ 0,05 + 8 @ 0,10 + resto @ 0,20
	6 358,09	6,45	2 No. 8	----	
	11 830,79	12,64	2 No. 8	1 No. 6	
Tipo 2	6 693,48	7,90	2 No. 6	2 No. 4	1 @ 0,05 + 8 @ 0,09 + resto @ 0,18
	2 677,20	3,02	2 No. 6	----	
	5 614,86	6,54	2 No. 6	1 No. 4	
Tipo 3	8 300,76	8,57	2 No.	2 No. 5	1 @ 0,05 + 8 @ 0,10 + resto @ 0,20
	2 532,52	2,49	2 No. 6	----	
	9 156,86	9,53	2 No. 6	2 No. 5	
Tipo 4	3 086,50	3,50	2 No. 6	----	1 @ 0,05 + 8 @ 0,10 + resto @ 0,18
	1 368,77	1,52	2 No. 6	----	
	3 910,51	4,47	2 No. 6	----	

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Está sometido principalmente a esfuerzos de compresión axial y momentos flexionantes. Se diseña únicamente la columna crítica para el nivel completo.

Diseño de columna de segundo nivel:

Sección de columna = 30 cm x 30 cm

Sección de vigas = 25 cm x 40 cm

Longitud de columna = 2,60 m

Área tributaria = 22,80 m²

Momento máximo en X Mx = 5 179,03 kg-m

Momento máximo en Y My = 4 274,11 kg-m

Carga axial CU = 1,4CM + 1,7CV CU = 1,4(388) + 1,7(100) = 713,2 kg/m²

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} \quad F_{cu} = \frac{713.2}{388 + 100} = 1,46$$

Peso de viga

$$P_v = b \cdot h \cdot \gamma_{\text{concreto}} \cdot L \quad P_v = (0,25)(0,40)(2\,400)(9,7) = 2\,328 \text{ kg}$$

Carga axial última

$$P_u = (A_{\text{losa}} \cdot CU) + (P_{\text{viga}} \cdot F_{cu})$$

$$P_u = (22 \cdot 713,2) + (2\,328 \cdot 1,46) = 19\,663,27 \text{ kg} = 19,66 \text{ t}$$

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

La ecuación a utilizar es, $E = \frac{KL_u}{\sigma}$ 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 por ciento del lado menor de la columna (σ).

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

$$\psi = \frac{\sum K_{\text{Col}}}{\sum K_{\text{Viga}}}; \quad K = \frac{I}{L}; \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12}(0,30)^4 = 0,000\ 675\ \text{m}^4 \quad K_{\text{col}} = \frac{0,000\ 675}{2,60} = 0,000\ 260$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12}(0,25)(0,40)^3 = 0,001\ 333\ \text{m}^4 \quad K_{\text{viga}} = \frac{0,001\ 333}{5,70} = 0,000\ 234$$

$$\psi_a = \frac{0,000\ 260}{0,000\ 234 + 0,000\ 234} = 0,55 \quad \psi_b = \frac{0,000\ 260 + 0,000\ 260}{0,000\ 234 + 0,000\ 234} = 1,11$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{0,55 + 1,11}{2} = 0,83$$

Cálculo del coeficiente K

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

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

$$K = \frac{20 - 0,83}{20} \sqrt{1 + 0,83} = 1,30$$

$$E = \frac{KL_u}{\sigma} = \frac{(1,30)(2,60)}{(0,30)(0,30)} = 37,48$$

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

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

$$\beta_d = \frac{1,4(338)}{713,2} = 0,76$$

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (335,38)}{(1,29 * 2,60)^2} = 290,93 \text{ t}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{19,66}{0,7(290,93)}} = 1,11 \quad \text{por lo que los momentos de diseño serán}$$

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 1,11(5\,179,03 \text{ kg-m}) = 5\,732,52 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 1,14(7\,625,28 \text{ kg-m}) = 8\,681,93 \text{ kg-m}$$

Refuerzo longitudinal (método de Bressler) 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.

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

$$\left(\frac{e}{h}\right)_x = \left(\frac{M_x}{P_u h}\right)_x = \left(\frac{5\,732,52}{19\,663,27(0,30)}\right) = 0,97$$

$$\left(\frac{e}{h}\right)_y = \left(\frac{M_y}{P_u h}\right)_y = \left(\frac{8\,681,93}{19\,663,27(0,30)}\right) = 0,79$$

Área de acero: según el Código ACI, el área de acero debe estar entre un 1 por ciento a un 8 por ciento del área transversal de la columna, de tal manera que el área considerada será:

$$A_s = 0,025(30^2) = 22,50 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 4 No 6 + 4 No 4 que equivale a 16,47 cm²

Cuantía de acero para el área de acero

$$\rho_w = \frac{A_s f_y}{0,85 A_g f'_c} = \frac{16,47(2\ 810)}{0,85(30^2)(210)} = 0,29$$

Valores de los coeficientes del diagrama de interacción

$$K'_x = 0,17 \quad K'_y = 0,23, \text{ ver anexo, diagrama de interacción}$$

$$P'_o = 0,70 [0,85 \cdot 210 \cdot 30^2 + 16,47 \cdot 2\ 810] = 144,85 \text{ t}$$

$$P'_x = 0,17 (210 \cdot 30^2) = 32,13 \text{ t}$$

$$P'_y = 0,23 (210 \cdot 30^2) = 43,47 \text{ t}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{43,47} + \frac{1}{32,13} - \frac{1}{144,85}$$

$$P'_u = 21,18 \text{ t}$$

$$P'_u > \frac{P_u}{0,7}$$

$$30,01 > 19,66$$

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: al igual que las vigas, 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.

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

El esfuerzo resistente del concreto es mayor que el actuante, es necesario diseñar de acuerdo con el código ACI.

$$\text{Estribos se colocarán a } S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento: la mayor de las siguientes.

$$L_u/6 = 260/6 = 43 \text{ cm}$$

$$16\emptyset_{\text{var_long}} = 16(1,905) = 30,48 \text{ cm}$$

$$48\emptyset_{\text{var_trans}} = 48(0,953) = 45,72 \text{ cm}$$

Se utilizará una longitud de confinamiento, igual a 50 centímetros.

Espacio entre estribos en zona confinada;

Relación volumétrica ρ_s

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0,85 f'_c}{f_y} \right) \quad A_{ch} = d_x * d_y = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{900}{576} - 1 \right) \left(\frac{0,85(210)}{2\,810} \right) = 0,016$$

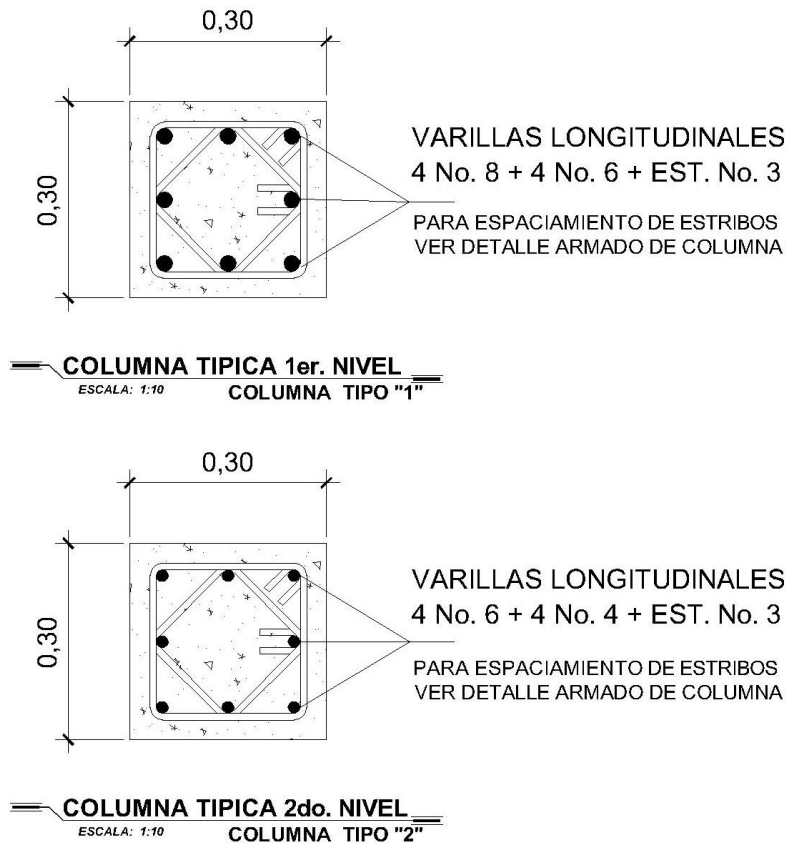
$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s L} = \frac{4(0,71)}{0,016(24)} = 7,35 \text{ cm}$$

Colocar estribos a cada 7 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.

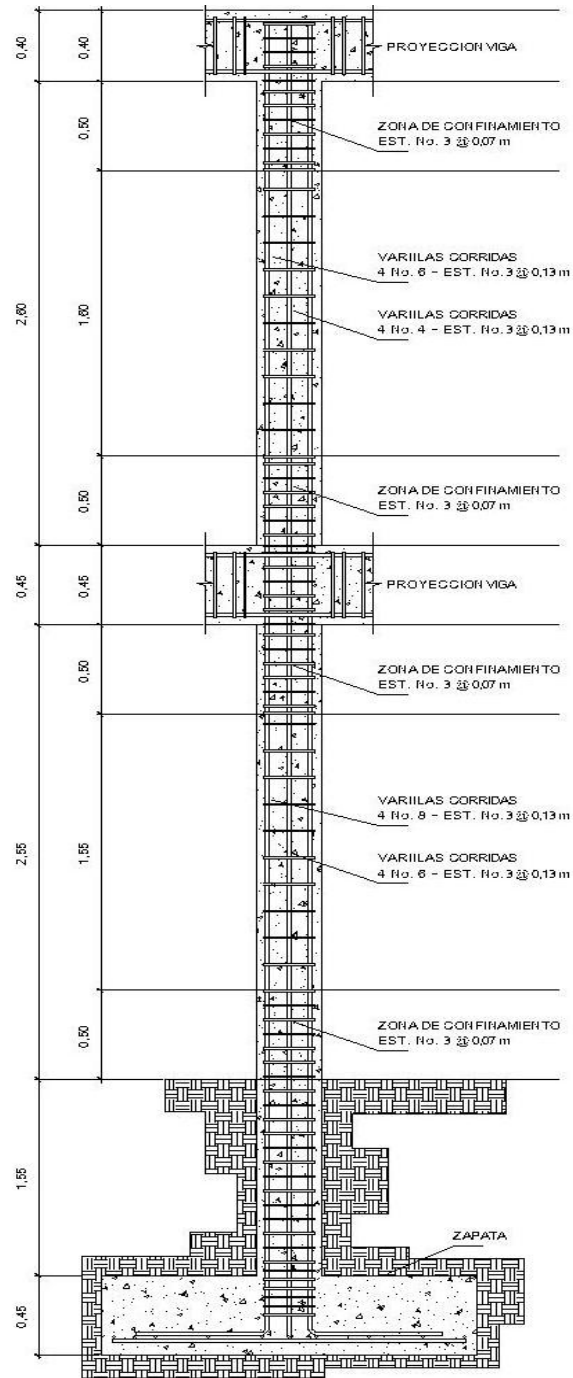
Este método de cálculo se aplicó para la columna del primer nivel, con los momentos y corte máximos de nivel. A continuación se muestran los resultados del diseño.

Figura 35. **Sección de columnas típicas de nivel**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Detalle de armado de columnas típicas



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.11. Diseño de gradas

El ritmo general de vida exige que las escaleras puedan ser recorridas de modo rápido y seguro, con el menor gasto de energía posible. Para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática; además, debe tener iluminación y ventilación aceptable.

La forma y disposición que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

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 nos pueden garantizar la comodidad de una escalera.

Donde:

c = contrahuella y H = huella

$c \leq 20$ cm

$H > c$

$2c + H \leq 64$ cm (valor cercano)

$c + H = 45$ a 48 cm

$c \cdot H = 480$ 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:

$$c = 17 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 29 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$2c + H = 2 \cdot 17 + 29 = 63 \leq 64 \text{ cm}$$

$$c + H = 0,17 + 29 = 46 \text{ cm}$$

$$c \cdot H = 17 \cdot 29 = 493 \text{ cm}^2$$

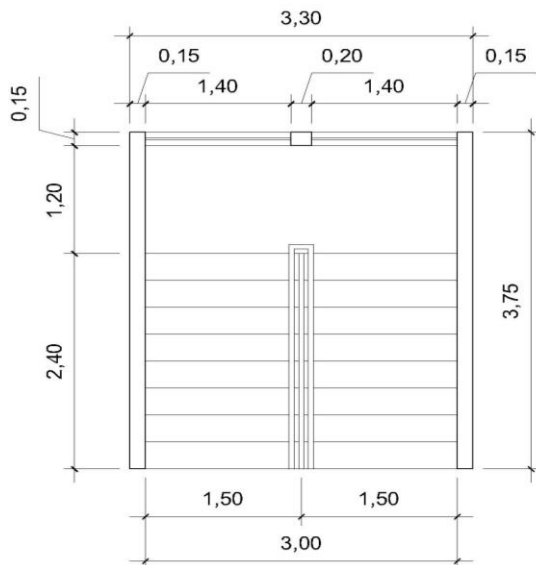
Por lo tanto se obtienen 9 contrahuellas de 17 cm y 8 huellas de 29 cm.

Espesor de la losa

$$t = L/21 = 3,30/21 = 0,15 \text{ m}$$

Tomar $t = 0,15 \text{ m}$

Figura 37. Dimensiones de escalera



Datos

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

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

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

$$\gamma_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas

Carga muerta

Peso propio de la escalera

$$\gamma_c * \left(t + \frac{c}{2} \right) = 2\,400 \left(0,15 + \frac{0,17}{2} \right) = 564 \text{ kg/m}^2$$

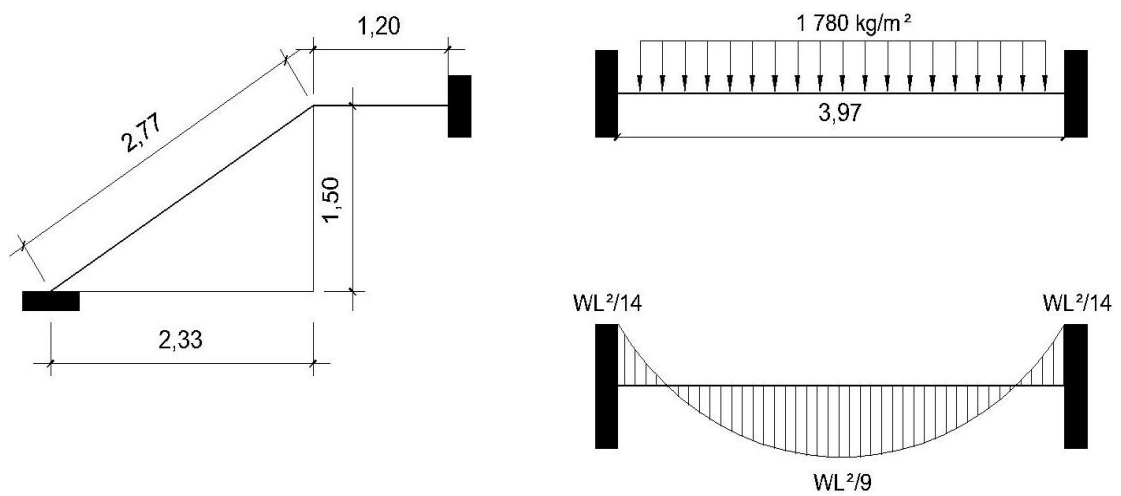
$$\text{Acabados} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 664 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva Edificación escolar} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,4(664) + 1,7(500) = 1\,780 \text{ kg/m}^2$$

Figura 38. **Distribución de carga y momentos en gradas**



Fuente: elaboración propia.

$$D = \sqrt{(2,33)^2 + (1,50)^2} = 2,77 \text{ m}$$

Cálculo de momentos

$$M_{(+)} = \frac{Cu \cdot L^2}{9} = \frac{1\,780(3,97)^2}{9} = 3\,117,16 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = \frac{Cu \cdot L^2}{14} = \frac{1\,780(3,97)^2}{14} = 2\,003,88 \text{ kg-m}$$

Límites para el acero

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

$$d = 7,5 \text{ cm} \quad f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$As_{\text{mín}} = \left(\frac{14,1}{F_y} \right) (b \cdot d) = \left(\frac{14,1}{2\,810} \right) (100 \cdot 7,5) = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{máx}} = 0,50 \rho_b b d = 0,50 \cdot 0,036\,95 \cdot 100 \cdot 7,5 = 13,86 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M \cdot b}{0,003\,825 \cdot f'_c}} \right] \cdot \left[\frac{0,85 f'_c}{F_y} \right]$$

$M_{(+)} = 3\,117,16 \text{ kg-m} = As = 21,11 \text{ cm}^2$; usar $As_{\text{máx}} = 13,86 \text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,15 m

$M_{(-)} = 2\,003,88 \text{ kg-m} = As = 12,10 \text{ cm}^2$; usar varilla No. 5 @ 0,15 m

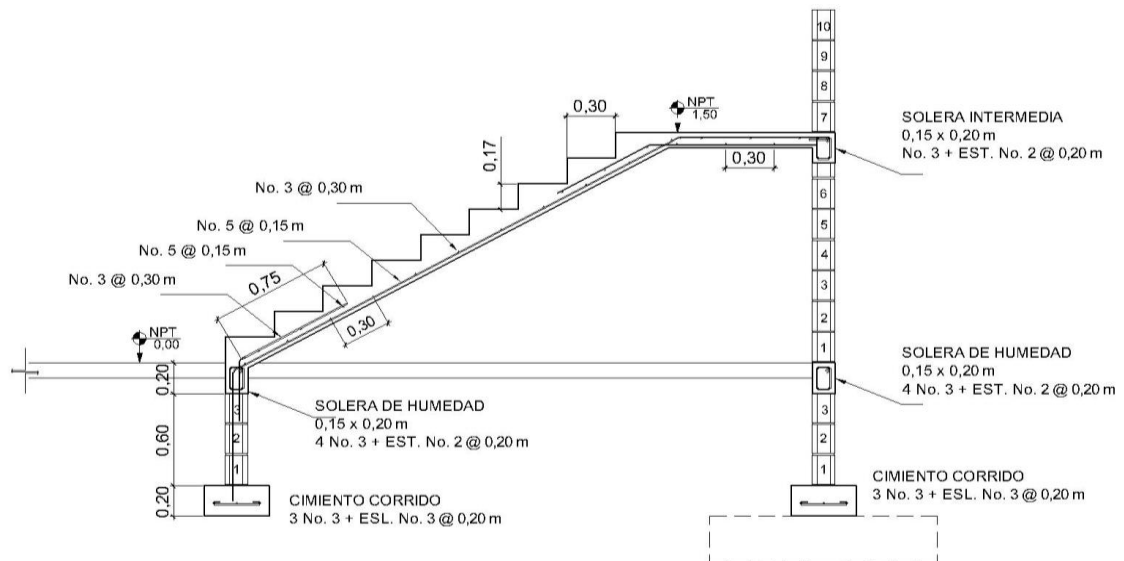
Acero por temperatura = $Ast = 0,002 b \cdot t = 0,002 \cdot 100 \cdot 10 = 2 \text{ cm}^2$.

$S_{\text{máx}} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$, por lo tanto se refuerza con varilla No. 3 @ 0,30 m

El acero por temperatura debe colocarse en el otro sentido, tomando en consideración lo siguiente:

- Se debe alternar cuando exista cama doble de refuerzo principal
- Se coloca en el espacio formado por la cama superior e inferior del refuerzo principal.

Figura 39. Detalle de armado de escalera



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.12. Diseño de cimientos

Cimiento, es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son, que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible, el asentamiento

diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

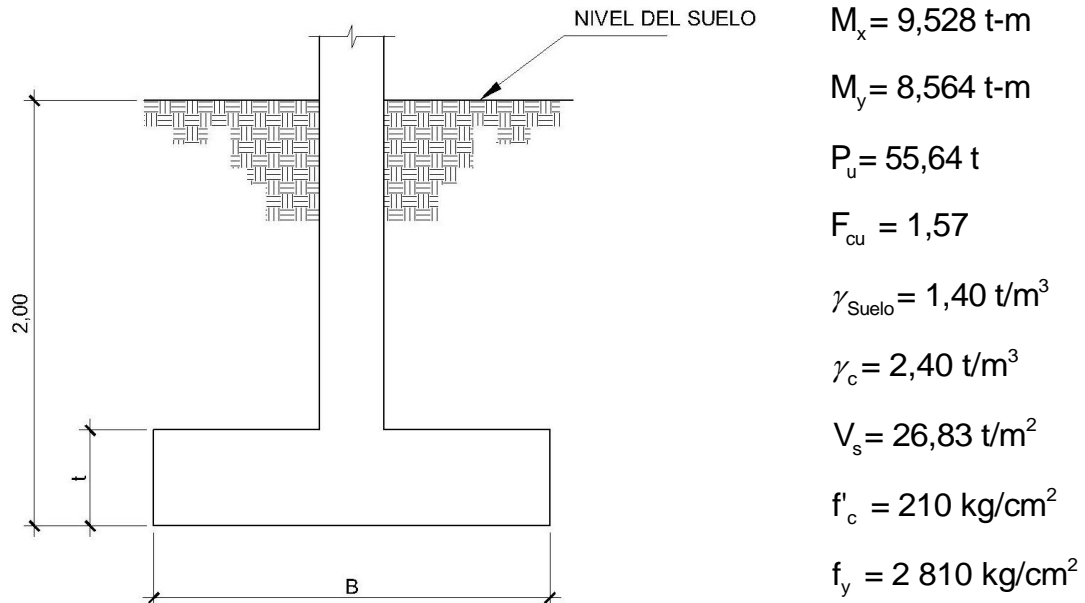
- Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente.
- Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

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.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas, se toman del análisis estructural y de los estudios de suelo realizados en el lugar. Los datos a utilizarse para el diseño de la zapata, son los siguientes.

Figura 40. Elevación de zapata



Fuente: elaboración propia.

Cargas de trabajo

$$P_T = \frac{55,64}{1,57} = 35,46 \text{ t}$$

$$M_{dx} = \frac{9,528}{1,57} = 6,07 \text{ t-m}$$

$$M_{dy} = \frac{8\ 564}{1,57} = 5,46 \text{ t-m}$$

Predimensionamiento

$$A_z = \frac{1,5P_T}{V_s} = \frac{1,5(35,46)}{26,83} = 1,98 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1,85 m cuadrada con $A_z = 3,42 \text{ m}^2$

Presión al suelo

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{Md_x}{S_x} \pm \frac{Md_y}{S_y}$$

$$S_x = S_y = \frac{1,85 \cdot 1,85^2}{6} = 1,055 \text{ m}^2$$

$$P = P_T + P_{Col} + P_{Suelo} + P_{Cim}$$

$$P = 35,46 + 0,3^2(2,4)(7,5) + 1,4(2,00)(3,42) + 2,4(0,45)(3,42) = 49,71 \text{ t}$$

$$q = \frac{49,71}{3,42} \pm \frac{6,07}{1,055} \pm \frac{5,46}{1,055}$$

$$q_{\text{máx}} = 14,54 + 5,75 + 5,18 = 25,45 \text{ t/m}^2 < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 14,54 - 5,75 - 5,18 = 3,60 \text{ t/m}^2 > 0$$

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.

$$q_{\text{dis}} = 1,57(25,45 \text{ t/m}^2) = 39,93 \text{ t/m}^2$$

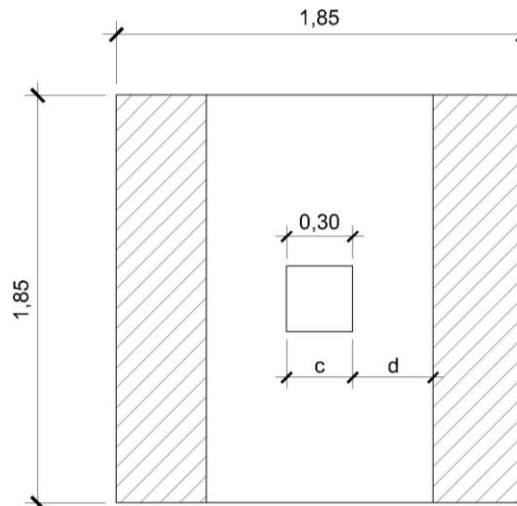
Peralte efectivo

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

Chequeo por esfuerzo cortante

Diseño de zapata por esfuerzo cortante.

Figura 41. Diagrama esfuerzo cortante



Fuente: elaboración propia.

$$V_{act} = q_{dis} \left(\frac{B_{Zap} - B_{Col}}{2} - d \right) H_{Zap} = 39,93 \left(\frac{1,85 - 0,30}{2} - 0,365 \right) * 1,85 = 30,28 \text{ t}$$

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b d = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (185) (36,5) = 44,10 \text{ t}$$

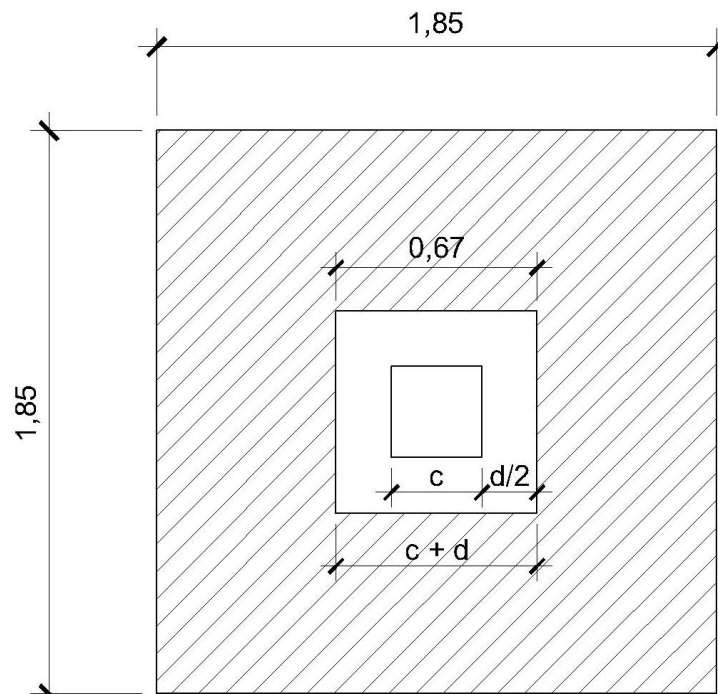
Resiste debido a que el corte actuante es menor al que puede soportar la estructura, el peralte seleccionado es correcto.

Chequeo por corte punzonante.

$$b_o = 4(c + d) = 4(30 + 36,5) = 266 \text{ cm}$$

Diseño de zapata por esfuerzo de corte punzonante.

Figura 42. Diagrama esfuerzo corte punzonante



Fuente: elaboración propia.

$$V_{act} = q_{dis} (A_{Zap} - (c + d)^2) = 39,93 (1,85^2 - (0,665)^2) = 119,01 \text{ t}$$

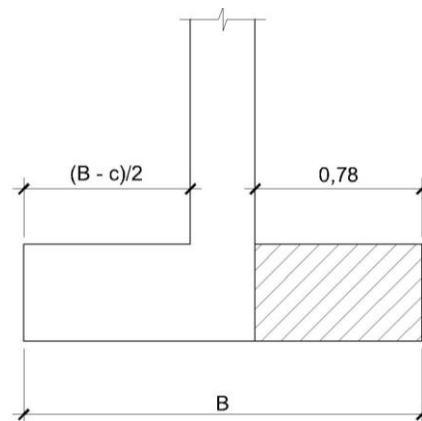
$$V_r = \phi * 1,06 \sqrt{f'_c} * b d = 0,85 * 1,06 \sqrt{210} * (266) (36,5) = 126,82 \text{ t}$$

El corte que resiste la zapata es mucho mayor que el actuante, no hay problema con el corte punzonante.

Diseño del refuerzo: el suelo causa presión a la zapata, por lo que produce un momento flector, es necesario reforzarla con acero estructural de la siguiente manera:

Diseño de zapata por esfuerzo flexionante.

Figura 43. **Diagrama esfuerzo flexionante**



Fuente: elaboración propia.

$$M_U = \frac{q_{dis} * (B/2 - c/2)^2}{2} = \frac{39,93 * (1,85/2 - 0,3/2)^2}{2} = 11,99 \text{ t-m}$$

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

$$A_s = \left[(78 \cdot 36,5) - \sqrt{(78 \cdot 36,5)^2 - \frac{11\,99378}{0,003\,825(210)}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} = 13,49 \text{ cm}^2$$

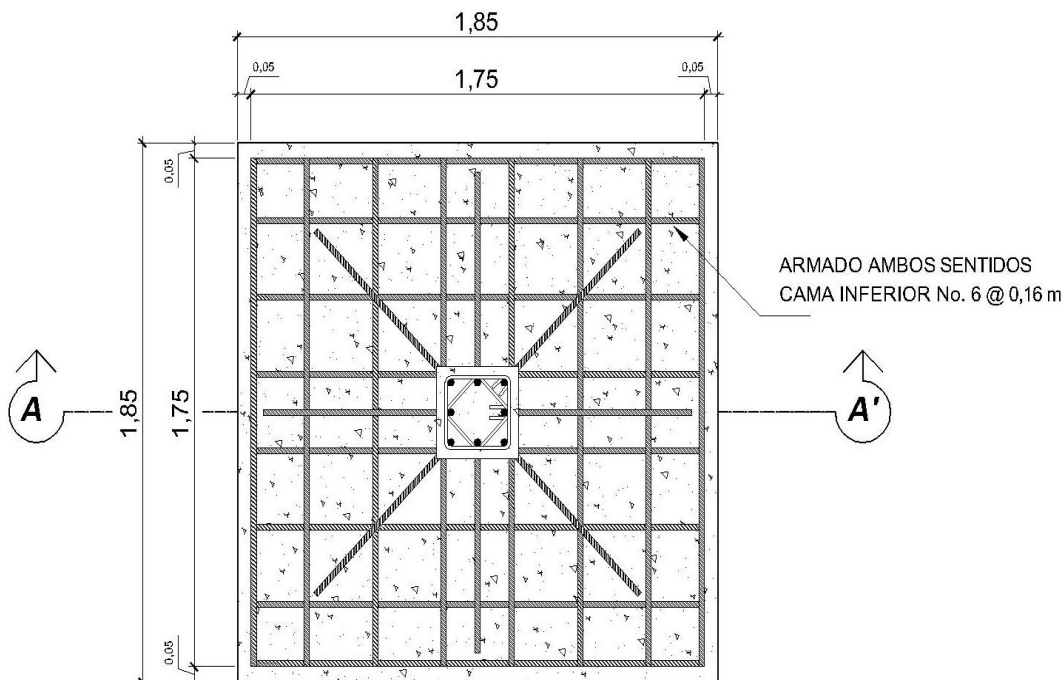
$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} b d = \frac{14,1}{2\,810} (78)(36,5) = 14,29 \text{ cm}^2, \text{ como } A_s < A_{s\text{mín}}, \text{ colocar } A_{s\text{mín}}$$

$$S = \frac{A_v b}{A_s} = \frac{2,85 \cdot 78}{14,29} = 15,56 \text{ cm} \text{ Se utilizará No 6 @ 0,16 m cama inferior.}$$

Para cama superior, colocar $A_{s\text{Temp}} = 0,002 b t = 0,002(78)(45) = 7,02 \text{ cm}^2$

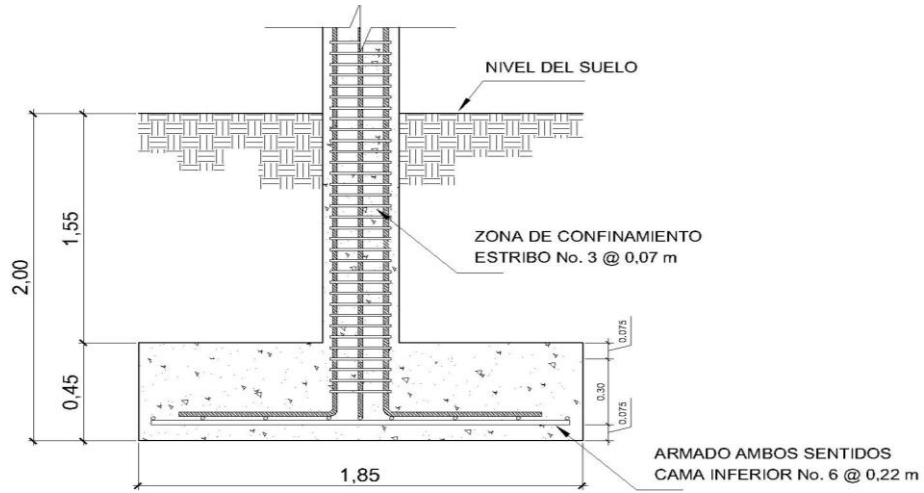
$$S = \frac{A_v b}{A_{s\text{Temp}}} = \frac{1,97 \cdot 78}{7,02} = 21,89 \text{ cm} \text{ Se utilizará No 5 @ 0,22 m cama superior.}$$

Figura 44. **Detalle de armado de zapata planta**



Fuente: elaboración propia.

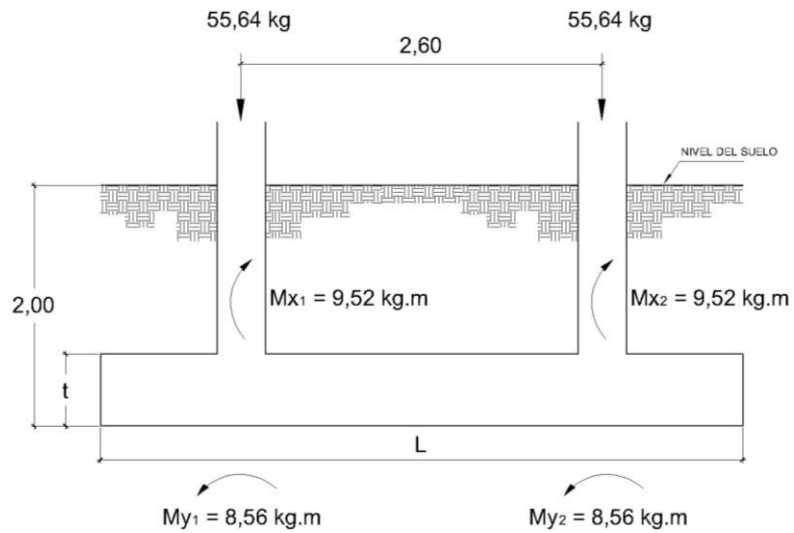
Figura 45. **Detalle de elevación armado de zapata**



Fuente: elaboración propia.

Diseño de zapata combinada.

Figura 46. **Fuerzas sobre zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Datos

$$F_{cu} = 1,57$$

$$\gamma_{\text{Suelo}} = 1,40 \text{ t/m}^3$$

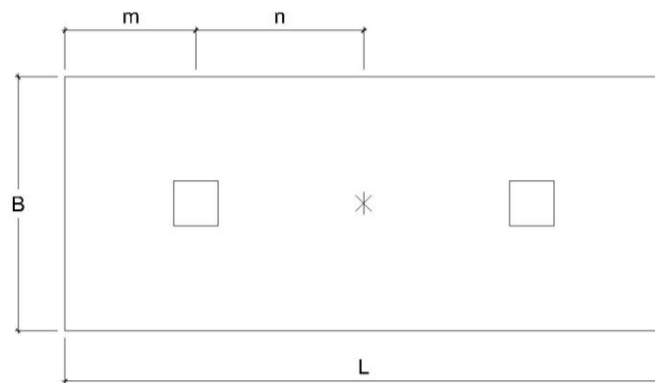
$$\gamma_c = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$V_s = 26,83 \text{ t/m}^2$$

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

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Haciendo el cimiento 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

$$P_T = \frac{55,64}{1,57} = 35,46 \text{ t}$$

$$M_{dx} = \frac{9,528}{1,57} = 6,07 \text{ t-m}$$

$$M_{dy} = \frac{8,564}{1,57} = 5,46 \text{ t-m}$$

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

$$n = 1,30 \text{ m}$$

$$L = 2(1 + 1,30) = 4,60 \text{ m}$$

$$b = (35,46 + 35,46) / (30 * 4,60) = 0,51 \text{ m}$$

$$A = 0,51 \text{ m} * 4,60 \text{ m} = 2,36 \text{ m}^2$$

Área de zapata

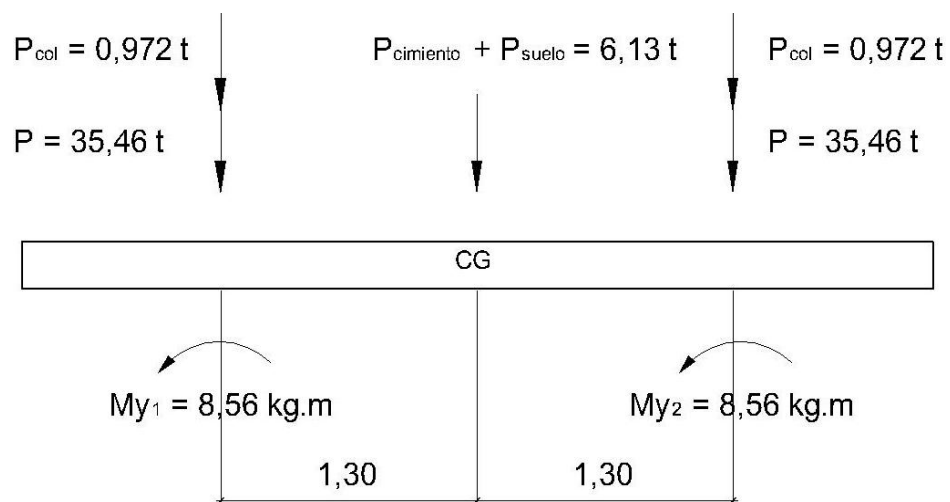
$$P_{\text{col}} = (0,30 * 0,30 * 4,5) 2,40 = 0,972 \text{ t}$$

$$P_{\text{suelo}} = (1,40 * 2,36) 1 = 3,310 \text{ t}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (2,36 * 0,50) 2,4 = 2,83 \text{ t}$$

$$P_{\text{cimiento}} + P_{\text{suelo}} = 2,83 + 3,310 = 6,13 \text{ t}$$

Figura 47. **Cargas equivalentes en el centro geométrico**



Fuente: elaboración propia.

$$P_{CG} = (35,46 * 2) + (2 * 0,972) + 6,13 = 78,99 \text{ t}$$

$$M_{CGY} = - 5,46 - 1,30(0,972 + 35,46) + 1,30(0,972 + 35,46) - 5,46 = - 10,92 \text{ t}$$

$$M_{CGX} = - 6,07 - 1,30(0,972 + 35,46) + 1,30(0,972 + 35,46) - 6,07 = - 12,14 \text{ t}$$

Presiones sobre el suelo

$$q = (P_{CG}/A_z) \pm (M_{CG}/S)$$

$$S = 1/6 * b * L^2$$

$$q = \left(\frac{78,99}{2,36} \right) \pm \left(\frac{6 * 10,92}{0,51 * 4,60^2} \right) \pm \left(\frac{6 * 12,14}{0,51^2 * 4,60} \right)$$

$$q_{M\acute{a}x} = 33,47 + 6,07 + 60,88 = 100,42 \text{ t/m}^2 > V_s$$

$$q_{M\acute{i}n} = 33,47 - 6,07 - 60,88 = - 33,48 \text{ t/m}^2 < 0$$

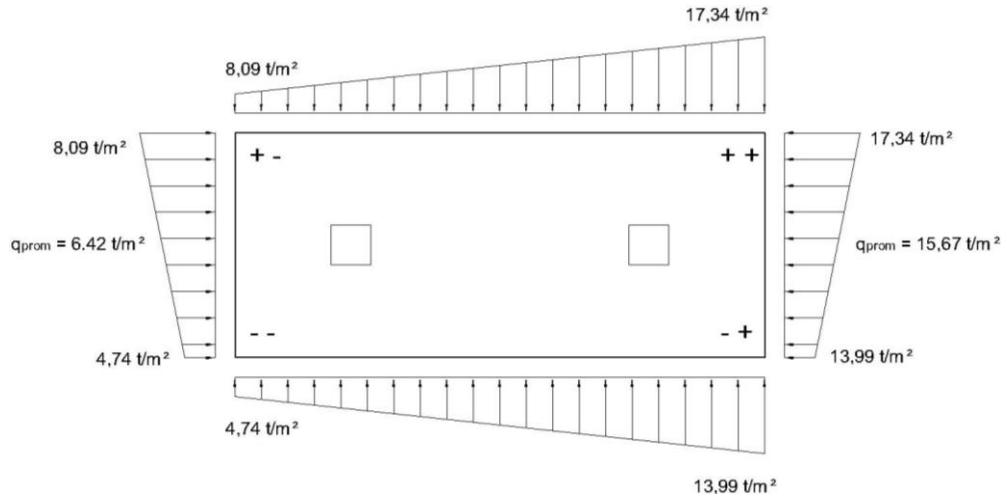
$q_{M\acute{a}x}$ es mayor que V_s y $q_{M\acute{i}n}$ es menor que cero, se debe aumentar el \u00e1rea de la zapata.

$$\text{\u00c1rea Propuesta} = 1,85 \text{ m} * 4,60 \text{ m} = 8,51 \text{ m}^2$$

$$q_{M\acute{a}x} = 17,34 \text{ t/m}^2 < V_s, \text{ cumple}$$

$$q_{M\acute{i}n} = 4,74 \text{ t/m}^2 > 0, \text{ cumple}$$

Figura 48. Presiones sobre el suelo



Fuente: elaboración propia.

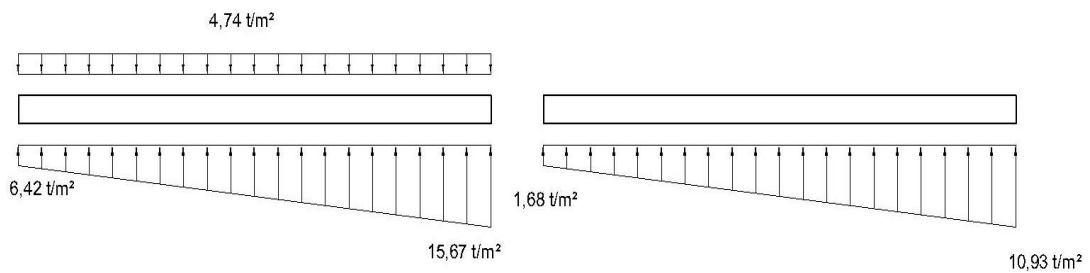
Las presiones del suelo y cimiento son:

$$q_s = \text{Desp} * \gamma_{\text{suelo}} = 2,00 * 1,40 = 2,80 \text{ t/m}^2$$

$$q_{\text{cim}} = t * \gamma_c = 0,50 * 2,4 = 1,20 \text{ t/m}^2$$

$$q_{\text{cim}} + q_{\text{suelo}} = 2,80 + 1,20 = 4,00 \text{ t/m}^2$$

Figura 49. Presiones sobre el cimiento



Fuente: elaboración propia.

Las presiones últimas de diseño serán: $q_{disu} = F_{cu} * q$, las presiones últimas por metro lineal se obtienen de $W = b * q_{disu}$, para, $b =$ ancho de cimiento, $b = 1,85$ metros.

$$P_u = F_{cu} * q_{dis}, \quad \text{para } q = 1,68 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{dis} = 1,57 * 1,68 = 2,64 \text{ t/m}^2$$

$$\text{para } q = 10,93 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{dis} = 1,57 * 10,93 = 17,16 \text{ t/m}^2$$

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

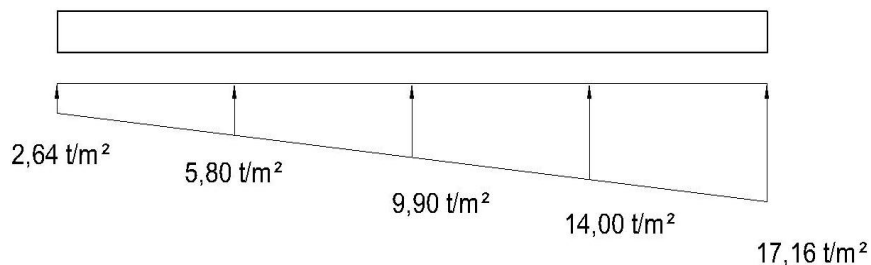
$$\frac{4,60}{(17,16 - 2,64)} = \frac{x}{q_{d(x)} - 2,64}, \quad q_{d(x)} = 2,64 + 3,16x$$

$$\text{Para: } x = 1 \text{ m, } q_{d(x)} = 2,64 + 3,16(1) = 5,80 \text{ t/m}^2$$

$$x = 3,60 \text{ m, } q_{d(x)} = 2,64 + 3,16(3,60) = 14,00 \text{ t/m}^2$$

$$x = 2,30 \text{ m, } q_{d(x)} = 2,64 + 3,16(2,30) = 9,90 \text{ t/m}^2$$

Figura 50. **Presión última bajo el cimiento**



Fuente: elaboración propia.

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

Para: $q_{disu} = 2,64 \text{ t/m}^2 \rightarrow W = 1,85 \text{ m} * 2,64 \text{ t/m}^2 = 4,88 \text{ t/m}$

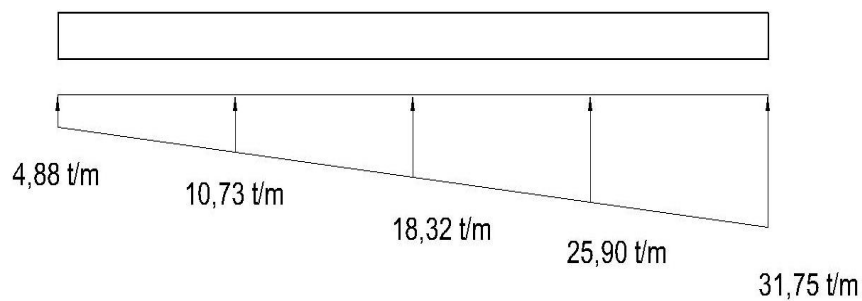
$$q_{disu} = 5,80 \text{ t/m}^2 \rightarrow W = 1,85 \text{ m} * 5,80 \text{ t/m}^2 = 10,73 \text{ t/m}$$

$$q_{disu} = 9,90 \text{ t/m}^2 \rightarrow W = 1,85 \text{ m} * 9,90 \text{ t/m}^2 = 18,32 \text{ t/m}$$

$$q_{disu} = 14,00 \text{ t/m}^2 \rightarrow W = 1,85 \text{ m} * 14,00 \text{ t/m}^2 = 25,90 \text{ t/m}$$

$$q_{disu} = 17,16 \text{ t/m}^2 \rightarrow W = 1,85 \text{ m} * 17,16 \text{ t/m}^2 = 31,75 \text{ t/m}$$

Figura 51. Presiones últimas por metro lineal



Fuente: elaboración propia.

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

$$\frac{4,60}{(31,75 - 4,88)} = \frac{x}{W_{(x)} - 4,88}, W_{(x)} = 4,88 + 5,84x$$

Si se encuentra W para cuando $x_{(CG)} = 2,30 \text{ m}$ se tiene

$$W_{(CG)} = 4,88 + 5,84(2,30) = 18,32 \text{ t/m}^2$$

Diagramas de corte y momento

$$V_{ab} = (4,88 + 10,73) * 1/2 = 7,81 \text{ t}$$

$$V_b = V_{ab} - 55,64 = 7,81 - 55,64 = - 47,83 \text{ t}$$

$$V_{bc} = V_b + 10,73y + 4,88y^2, \text{ cuando } V_{bc} = 0, y = 2,22 \text{ m}$$

El valor de la presión última por metro lineal cuando $V_{bc} = 0, y = 2,22 \text{ m}$

$$W_{(x)} = 4,88 + 5,84x \rightarrow x = 1 + 2,22 = 3,22 \text{ m}$$

$$W = 5,36 + 5,32(3,22) = 22,93 \text{ t/m}^2$$

$$V_{cd} = [(31,75 + 25,90)/2] * 1 = 28,83 \text{ t}$$

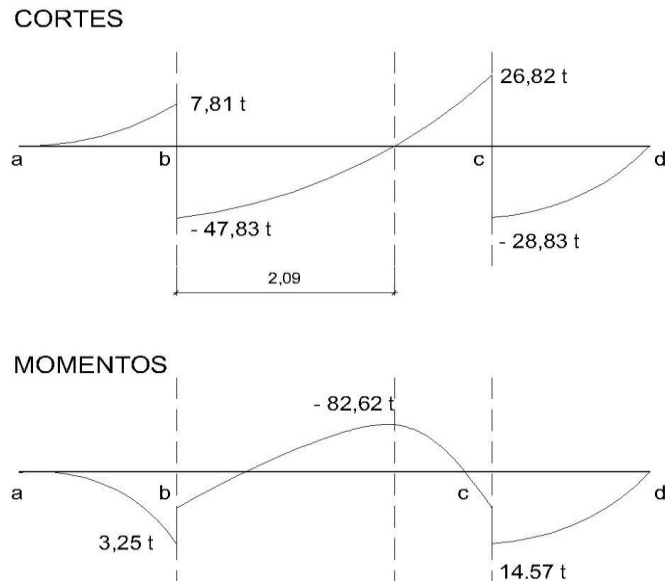
$$V_c = 55,64 - 28,83 = 26,82 \text{ t}$$

$$M_{cd} = \frac{4,88 * 1^2}{2} + \left(\frac{4,88 * 1^2}{2} \right) (2/3) = 3,25 \text{ t.m}$$

$$M_{Max} = 4,88 + \left(\frac{10,73 * 2,22^2}{2} \right) + \left(\frac{18,32 * 2,22^2}{2} \right) (1/3) - 47,83(2,22) = -82,62 \text{ t.m}$$

$$M_{cd} = \frac{34,56 * 1^2}{2} + \left(\frac{5,32 * 1^2}{2} \right) (2/3) = 19,05 \text{ t.m}$$

Figura 52. Diagramas de corte y momento



Fuente: elaboración propia.

Chequeo por corte simple

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

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

$$V_r = \phi * 0,53\sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 0,53\sqrt{210} * (185)(41,5) = 50,12 \text{ t}$$

$$V_{M\acute{a}x} = 47,83 \text{ t}$$

$$V_{M\acute{a}x} < V_r \Rightarrow \text{si resiste el corte}$$

Chequeo por corte punzonate

$$d = 41,5 \text{ cm} \Rightarrow 30 + d = 71,50 \text{ cm}$$

$$V_r = \phi * 1,06\sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 1,06\sqrt{210} * (185)(71,5) = 172,71 \text{ t}$$

Cálculo del corte punzonante actuante

$$V_{pz} = P_{u1} - q_c * A_{pz} = V_{pz} = 55,64 - 14,00 * 0,7155^2 = 48,48 \text{ t}$$

$V_{pz} < V_r \Rightarrow$ si resiste el punzonamiento

Chequeo por flexión

Refuerzo mínimo

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} b d = \frac{14,1}{2810} (100)(41,5) = 20,82 \text{ cm}^2$$

Refuerzo mínimo en el ancho de 1,85 m

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} b d = \frac{14,1}{2810} (185)(41,5) = 38,52 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste

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

$$M_{As\text{mín}} = 0,90 \left[38,52 * 2810 \left(41,5 - \frac{38,52 * 2810}{1,7 * 210 * 185} \right) \right] = 38,83 \text{ t.m}$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2)(185 \text{ cm})}{38,52 \text{ cm}^2} = 13,69 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,13 m

Para el M_{Max} se encontrará el momento faltante

$$M_F = M_{\text{Max}} - M_R = (82,62 - 38,83) = 43,79 \text{ t.m}$$

Cálculo de A_s para momento máximo

$$A_s = \left[(185 \cdot 41,5) - \sqrt{(185 \cdot 41,5)^2 - \frac{43\,790 \cdot 185}{0,003\,825 \cdot 210}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} = 44,33 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2)(185 \text{ cm})}{44,33 \text{ cm}^2} = 11,89 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,11 m

Acero por temperatura

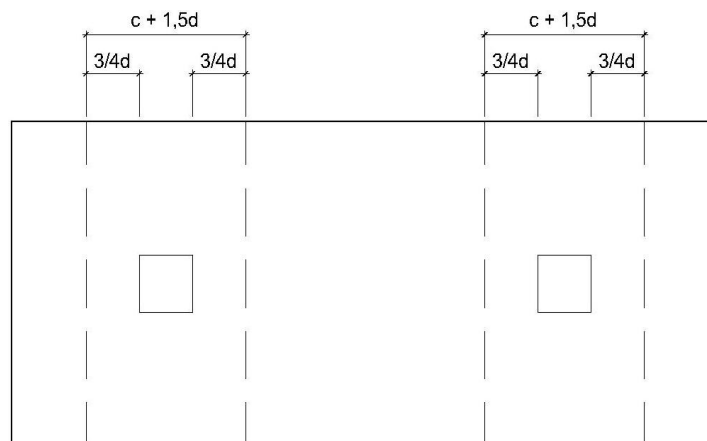
$$A_{STemp} = 0,002bt = 0,002(460)(50) = 46 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(1,97 \text{ cm}^2)(460 \text{ cm})}{46 \text{ cm}^2} = 19,70 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 5 @ 0,18 m

Vigas transversales.

Figura 53. Vigas transversales



Fuente: elaboración propia.

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

$$d_{y-y} = d_{x-x} - \frac{\varnothing_x}{2} - \frac{\varnothing_y}{2} \rightarrow 41,5 - \frac{2,54}{2} - \frac{1,91}{2} = 39,28 \text{ cm}$$

$$c + 1,5d = (30 + 1,5 \cdot 39,28) = 88,91 \text{ cm}$$

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

$$q_d = \frac{P_{u1}}{b \cdot (c + 1,5d)} = \frac{55,64}{1,85 \cdot 0,8891} = 33,82 \text{ t/m}^2$$

Chequeo por corte simple,

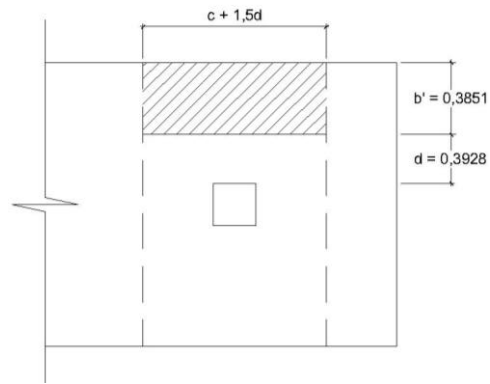
$$V_{act} = q_d \cdot b' \cdot (c + 1,5d)$$

$$V_{act} = (33,82)(0,3851)(0,8891)$$

$$V_{act} = 11,58 \text{ t}$$

$$V_r = \phi \cdot 0,53 \sqrt{f'c} \cdot b d = 0,85 \cdot 0,53 \sqrt{210} \cdot (39,28)(88,91) = 22,80 \text{ t}$$

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



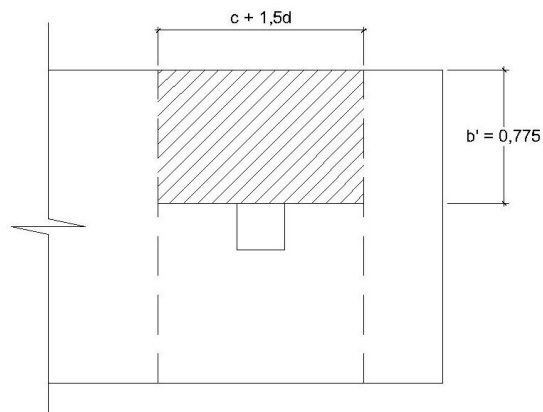
Chequeo por flexión.

$$M_{act} = \frac{q_d \cdot b'^2}{2} = \frac{33,82(0,775)^2}{2}$$

$$M_{act} = 10,16 \text{ t.m}$$

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

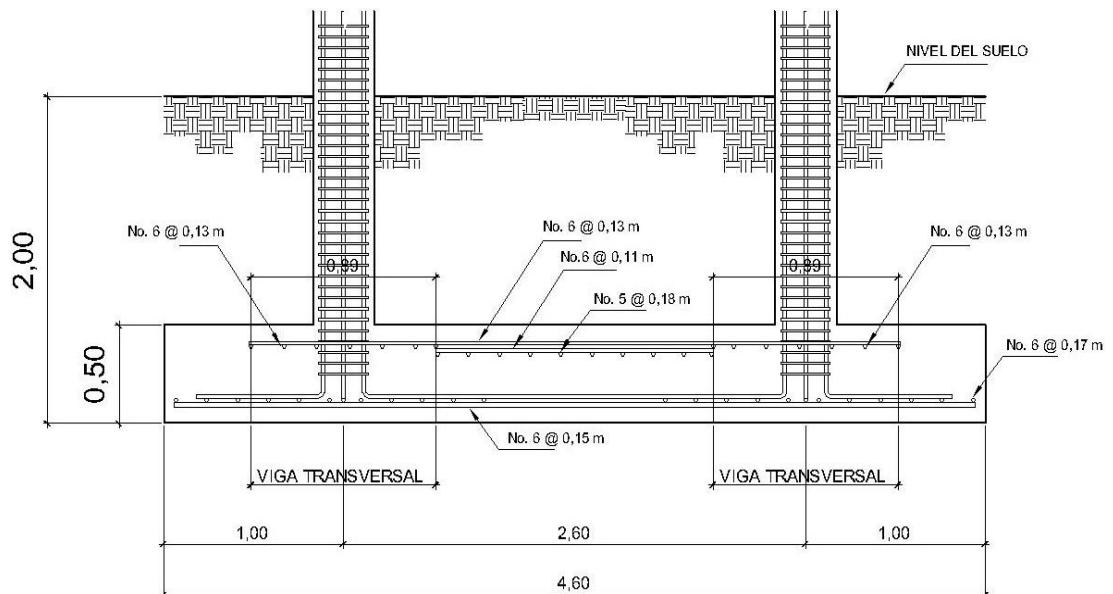
$$A_{smin} = 14,00 \text{ cm}^2$$



$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2)(88,91 \text{ cm})}{14,35 \text{ cm}^2} = 17,65 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,17 m

Figura 54. **Detalle de elevación armado de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Instalaciones

2.1.7.1. Agua potable

El sistema de agua potable está diseñado para los servicios sanitarios del edificio. La red principal deberá estar por lo menos a 0,50 metros por debajo del nivel del piso y a 0,30 metros sobre la tubería del alcantarillado. Se colocara una válvula de cheque y una válvula de compuerta, como seguridad y para mantenimiento de la tubería.

Debido a que es un ramal abierto se utilizó la ecuación de *Hazen – Williams* para realizar el diseño del agua potable, usando un coeficiente de rugosidad para tubería PVC de C=150.

Tabla V. **Diseño de la línea principal de agua potable**

De	A	Cota terreno	Cota terreno	Longitud (m)	Q. local (l/s)	C CHW	Ø Teorico (plg)	Ø Comercial (plg)	Hf (m)	Velocidad Chequeo	Tubería PVC tubos	Presión PSI
		inicial (m)	final (m)									
1	2	100	99,7	11	0,1	150	0,6	0,5	0,78	0,79	2	100

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.2. Drenajes

La evacuación de aguas negras y pluviales, es a través de sistemas independientes. Para evitar la contaminación e incremento de caudal en el sistema del drenaje general.

Tabla VI. **Diseño de la línea principal de drenaje**

De	A	Cotas de Terreno		Dist. H (m)	Terreno S (%)	Población Estudiantil	Fact. Harmon	Q. escuela (l/s)	Q. ilícito (l/s)	Q. ifil (l/s)	Q. med (l/s)	fqm
		Inicio	Final									
1	2	99,7	100	15	-2	192	4,15	0,165	0,041	0,04	0,246	0,001

De	A	Q dis (l/s)	Tubo S Ø (plg)	Tubo S (%)	Area (m ²)	Seccion llena		Rel q/Q actual	Rel d/D actual	Rel v/V actual	chequeo Vel. Act
						Vel (m/s)	Q (l/s)				
1	2	1,02	4	2	0,00 811	1,22	9,91	0,10 296	0,22	0,651	0,8

Fuente: elaboración propia.

Se utilizara tubería y accesorios PVC de diámetro de 3 pulgadas, según norma ASTM D-3 034. La tubería del drenaje será colocada con una pendiente mínima del 2 por ciento, será ubicada a 0,60 metros por debajo del nivel del piso y se utilizaran cajas de unión en los cambios de dirección.

Para el diseño del drenaje pluvial se utilizó la ecuación racional.

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

Dónde:

I: intensidad de lluvia máxima previsible en un período de retorno.

$$I = \frac{6\,889,1}{t + 39,5} \quad t=5 \text{ min}$$

I=154,81 mm/hora

C: coeficiente de escorrentía del lugar. Por ser una superficie impermeable se estimara coeficiente igual a 1.

A=Área a drenar por cada bajada igual a 61,50 m

A=0,00615 hectáreas

$$Q = \frac{1 \cdot 154,81 \cdot 0,00615}{360} = 0,00264 \text{ m}^3/\text{s} = 2,64 \text{ l/s}$$

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

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

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad n=0,009. Se estimará una pendiente S=1%.

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

$$Q = \left(\frac{691\,000 * 0,00264 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 6,77 \text{ cm} = 2,66''$$

Para las bajadas se utilizara tubería de 3 pulgadas de diámetro.

2.1.7.3. Electricidad

La instalación eléctrica constara de circuitos de iluminación y fuerza que estarán ubicados en los diferentes ambientes del edificio escolar y en los sanitarios.

Para este caso, la potencia real P (Watts) será igual a la potencia activa P (VA), en lo que a iluminación y tomacorrientes se refiere.

Las cargas mínimas para la iluminación y tomacorrientes comunes menores a 20 A, será de 32 VA por metro cuadrado de construcción, entonces según la anterior afirmación, se considera que para 100 metros cuadrados de construcción se utilizan 3 200 VA.

Entonces para el edificio escolar que mide 326 metros cuadrados se utilizaran 10 432 VA.

$$I (A) = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{10\,432 \text{ VA}}{120 \text{ V}} = 86,93 \text{ A}; \text{ Se proponen 8 circuitos para el edificio escolar.}$$

$$\frac{86,93 \text{ A}}{4} = 21,73 \text{ A};$$

Tabla VII. **Diseño de la Instalación eléctrica**

Circuito	Tomacorrientes			Lamparas			P (W)	I (A)	Seguridad	Calibre del	Protección
	240 V	120 V	Total	100 W	2x40 W	Total			1.25*I	cable (AWG)	Flipon (A)
A	0	0	0	0	8	640	640	5,33	6,67	3 # 12	1 x 15
B	0	0	0	5	4	820	820	6,83	8,54	3 # 12	1 x 15
C	0	0	0	0	8	640	640	5,33	6,67	3 # 12	1 x 15
D	0	0	0	6	4	920	920	7,67	9,58	3 # 12	1 x 15
E	0	11	1 320	0	0	0	1 320	11	13,75	3 # 12	1 x 15
F	0	5	600	0	0	0	600	5	6,25	3 # 12	1 x 15
G	0	11	1 320	0	0	0	1 320	11	13,75	3 # 12	1 x 15
H	0	5	600	0	0	0	600	5	6,25	3 # 12	1 x 15

Fuente: elaboración propia.

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 o conexiones especiales futuras, en la iluminación se usara lámparas fluorescentes de 2x40 watts en las aulas y baños, y bombillas incandescentes de 100 watts en los pasillos, en cuanto a los circuitos de fuerza se usara tomacorrientes dobles con placa metálica de 120V y se usara cable de cobre de calibre #12 AWG para todos los circuitos.

2.1.8 Presupuesto

La integración del presupuesto fue realizada con costos directos: materiales de construcción, mano de obra calificada y no calificada, dentro de los costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos equivalentes al 25 por ciento.

Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Chinique de Las Flores, para los salarios de mano de obra se consideraron los que la municipalidad asigna para casos similares.

Tabla VIII. **Presupuesto de edificio escolar de dos niveles**

UBICACIÓN: BARRIO CEMENTERIO VIEJO, CHINIQUE DE LAS FLORES, EL QUICHÉ					
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES					
No	REGLÓN	Unidad	Cantidad	P.U. (Q)	Total (Q)
1	TABAJOS PRELIMINARES				
1,1	LIMPIEZA Y NIVELACIÓN	m ²	308	15,00	4 620,00
1,2	TRAZO Y ESTAQUEADO	m ²	237,90	20,00	4 758,00
2	CIMENTACIÓN				
2,1	EXCAVACIÓN	m ³	121,55	50,00	6 077,50
2,2	ZAPATAS	Unidad	24	3 447,58	82 741,92
2,3	RELLENO	m ³	110,10	50,00	5 505,00
3	MUROS				
3,1	MUROS DE 0,15X0,20X0,40 m	m ²	305,28	160,94	49 131,60
3,2	SOLERAS				
3,2,1	Solera hidrófuga de 0,15x0,20 m	m	78,60	193,82	15 234,39
3,2,2	Solera intermedia de 0,15x0,20 m	m	181,40	193,82	35 159,26
3,2,3	Solera intermedia de 0,15x0,15 m	m	57,80	179,50	10 375,03
3,2,4	Solera en sillar de 0,15x0,15 m	m	41,60	179,50	7 467,15
4	ESTRUCTURAS				
4,1	COLUMNAS				
4,1,1	Columna tipo A (primer nivel)	Unidad	24	3 671,50	88 116,00
4,1,2	Columna tipo B (segundo nivel)	Unidad	24	1 787,44	42 898,56
4,1,3	Columna tipo C (primer nivel)	Unidad	72	540,90	38 944,80
4,1,4	Columna tipo C (segundo nivel)	Unidad	72	441,89	31 816,08
4,2	VIGAS				
4,2,1	Viga tipo 1	Unidad	20	3 342,47	66 849,40
4,2,2	Viga tipo 2	Unidad	20	2 406,92	48 138,40
4,2,3	Viga tipo 3	Unidad	18	2 046,58	36 838,44

Continuación tabla VIII...

4,2,4	Viga tipo 4	Unidad	18	1 799,28	32 387,04
5	TECHOS				
5,1	LOSA TRADICIONAL				
5,1,1	Losa primer nivel	m ²	302,10	374,27	104 910,27
5,1,2	Losa segundo nivel	m ²	302,10	316,66	95 662,99
6	GRADAS	Global	1	60 749,85	60 749,85
7	ACABADOS				
7,1	ACABADO DE PISO				
7,1,1	Piso cerámico	m ²	302,10	150,00	45 315,00
7,1,2	Base de concreto para piso	m ²	302,10	60,00	18 126,00
7,2	ACABADO DE MURO				
7,2,1	Repello	m ²	770,96	55,00	42 402,80
7,2,2	Cernido vertical	m ²	770,96	60,00	46 257,60
7,2,3	Pintura	m ²	788,26	60,00	47 295,60
7,3	TALLADO				
7,2,1	Columnas	m ²	87,30	50,00	4 365,00
7,2,2	Vigas	m ²	173,95	50,00	8 697,50
7,2,3	Losas	m ²	402,04	60,00	24 122,40
8	SISTEMA DE DRENAJE				
8,1	DRENAJE PLUVIAL	Global	1	10 070,84	10 070,84
9	SISTEMA ELÉCTRICO				
9,1	ILUMINACIÓN	Global	1	11 056,00	11 056,00
9,2	FUERZA	Global	1	6 780,80	6 780,80
10	PUERTAS Y VENTANAS	Global	1	31 200,00	31 200,00
11	BARANDAS	m ²	30,20	400,00	12 080,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q.	1 138 132 31

Fuente: elaboración propia.

2.1.9 Evaluación de impacto ambiental

Antes de comenzar determinados proyectos que puedan producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una evaluación de impacto ambiental, con la finalidad de identificar, predecir e interpretar los impactos que ese proyecto producirá si es ejecutado.

En el caso de este proyecto, al evaluar los posibles daños al medio ambiente, se mitigaron los impactos causados por los trabajos de instalaciones hidráulicas, drenaje sanitario, drenaje pluvial y la construcción de las aulas, con el objetivo de crear un ecosistema agradable para el medio ambiente, para que los usuarios de la escuela y la comunidad a su alrededor obtengan un correcto funcionamiento de dicha escuela.

Tabla IX. **Evaluación de impacto ambiental del edificio escolar**

ETAPA DE EJECUCIÓN		
ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Limpieza y desmonte.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la erosión por eliminación de la vegetación en zonas cercanas a la construcción. • Tala de árboles. • Destrucción parcial de cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la actividad de limpieza y desmonte solo en las áreas que sean necesarias. • Concientizar previamente a los vecinos sobre la tala de árboles y destrucción de los cultivos.
Ingreso de maquinaria liviana, cuadrilla de trabajadores y materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de ruido. • Producción de desechos. • Obstrucción parcial del tránsito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar en horas donde se cauce la menor molestia a la población. • Mantener bolsas de basura para cualquier desecho que produzca la cuadrilla.
Construcción de la obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Posibles accidentes de los trabajadores y población. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar avisos o señales cerca de la construcción. • Cuando lo amerite usar equipos de protección como casco y arnés para realizar el trabajo.

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO

3.1. Descripción del proyecto

La selección del sistema que va a utilizarse se hace de acuerdo con la fuente disponible y la capacidad económica de la comunidad, para costear la operación y mantenimiento del mismo; el sistema más económico y conveniente de construir es el de gravedad, por lo que se verificó en primer lugar si las condiciones del terreno lo permiten.

Para este sistema se cuenta con un nacimiento, captación superficial, línea de conducción, tanque de distribución, red de distribución, válvulas, y conexiones domiciliarias.

3.2 Aforos, dotación y tipo de servicio

Aforo: es el procedimiento que se utiliza para medir el caudal de una fuente; existen varios métodos según las necesidades y circunstancias específicas de la fuente.

El método que más se utiliza para aforar manantiales, con corrientes menores o iguales a 5 litros por segundo es el volumétrico, por lo exacto que representa su aplicación; el dato obtenido en la fuente es el siguiente: 3,27 litros por segundo.

Dotación: la dotación se determina en función de aspectos importantes, como: la demanda de la comunidad, la cual está en función de sus costumbres, que están regidas por la cultura y el clima que afecta a la zona; disponibilidad del caudal de la fuente, la capacidad económica de la comunidad para costear el mantenimiento y operación del sistema.

Algunas dotaciones recomendadas por algunas instituciones en el país dependiendo del tipo de abastecimiento que se tenga:

Tabla X. **Dotaciones recomendadas**

DOTACIÓN	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
40 a 50	Llenacántaros en el clima frío
50 a 60	Llenacántaros en el clima cálido
60 a 80	Conexión predial en clima frío
100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y en zonas urbanas marginales
150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y colonias no residenciales
200 a 250	Colonias residenciales

Fuente: guía para el diseño de abastecimiento de agua potable para zonas rurales.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en el caserío Buena Vista Primer Centro, se utilizó una dotación de 150 l/h/día.

3.3. Tasa de crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional o demográfico es el cambio en la población en un cierto plazo, y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando "tiempo por unidad" para su medición. El término crecimiento demográfico puede referirse técnicamente a cualquier especie, pero se refiere casi siempre a seres humanos, y es de uso frecuentemente informal para el término demográfico más específico tarifa del crecimiento poblacional, y es de uso frecuente referirse específicamente al crecimiento de la población del mundo. En Guatemala, el crecimiento poblacional corresponde al 2,5 por ciento.

3.4. Período de diseño y población futura

El período de diseño se refiere al número de años, para el cual el sistema va a proporcionar un servicio satisfactorio a la población. Es recomendable que éste no sea menor de 20 años; además, se debe contemplar un período adicional por concepto de planificación, financiamiento, diseño y construcción, aproximadamente de 2 años; por lo que en este proyecto, se tomó un período de diseño de 22 años.

Población futura

Aunque existen varios métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico, por considerarse el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones de países en vías de desarrollo. Para el efecto, se utiliza la población actual que registra el último censo realizado en la comunidad, siempre y cuando éste sea confiable. Para la tasa de crecimiento poblacional, puede considerarse las

estimaciones calculadas por el Instituto Nacional de Estadística. En el proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento departamental de Quiché, la cual es del 3 por ciento.

Método geométrico

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

Donde:

P_f = población futura

r = tasa de crecimiento = 3%

P_o = población inicial = 150 hab

n = período de diseño = 22 años

$$P_f = 150 * (1 + 0,03)^{22} = 287 \text{ hab}$$

3.5. Factores de consumo y caudales

Factores: 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 que varían 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:

Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, en cualquier época del año, bajo condiciones no previstas.

Factor de día máximo (FDM): este incremento porcentual se utiliza, cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. En acueductos rurales, el FDM puede variar de 1,2 a 1,5, y se recomienda utilizarlo de la siguiente forma:

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes un FDM de 1,4 a 1,5
- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes un FDM de 1,2 a 1,3

Para el proyecto del caserío Buena Vista Primer Centro, se utilizó un factor de día máximo de 1,5, ya que la población actual es de 150 habitantes < 1 000 habitantes.

Factor de hora máxima (FHM): este otro factor, como el anterior, también depende del número de habitantes a beneficiar según sus costumbres.

El FHM para sistemas rurales puede variar de 2,2 a 2,5, se puede considerar de la manera siguiente:

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes, un FHM de 2,4 a 2,5
- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes, un FHM de 2,2 a 2,3

Para el sistema de abastecimiento de agua del caserío Buena Vista Primer Centro, se utilizó un factor de día máximo de 2,5, por ser su población menor de 1 000 habitantes.

Factor de gasto: estos factores son los utilizados para el diseño del diámetro óptimo en la red de distribución, tomando el mayor de ellos para el diseño a través de la fórmula de *Hazen Williams*.

3.5.1. Caudal medio diario

Es el consumo de agua promedio diario que se le proporciona a la población futura, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Poblacion futura} \cdot \text{dotación}}{86\ 400}$$

Donde: Q_m = consumo medio diario o caudal medio

$$Q_m = \frac{287 \text{ hab} \cdot 150 \text{ l/hab/día}}{86\ 400 \text{ s/día}} = 0,50 \text{ l/s}$$

3.5.2. Caudal máximo diario

Es el máximo consumo en un día, registrado durante un año; utilizado para el diseño de la línea de conducción, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_c = Q_m \cdot \text{FDM}$$

Donde:

Q_c = Caudal máximo diario ó caudal de conducción

Q_m = Consumo medio diario o caudal medio

FDM= Factor día máximo

El caudal de conducción para el caserío Buena Vista Primer Centro es el siguiente:

$$Q_c = 0,50 \text{ l/s} * 1,5 = 0,75 \text{ l/s}$$

3.5.3. Caudal máximo horario

Es el máximo consumo en una hora observado en el período de un año; utilizado para el diseño de diámetro de tubería en la red de distribución, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_d = Caudal máximo horario o caudal de distribución

Q_m = Consumo medio diario o caudal medio

FHM = Factor hora máxima

El caudal de distribución para el caserío Buena Vista Primer Centro es el siguiente:

$$Q_d = 0,50 \text{ l/s} * 3 = 1,50 \text{ l/s}$$

3.6. Calidad de agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.

- Aireada, sin substancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

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

3.6.1. Análisis bacteriológico

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

Según los resultados de los exámenes realizados, respecto de la calidad de agua, desde el punto de vista bacteriológico, sí es apta para el consumo humano, pero para su mayor confiabilidad, se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

3.6.2. Análisis físico químico

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: el aspecto, color, olor, sabor, su pH, y dureza. Para este proyecto, como se mencionó anteriormente, el agua es apta para consumo humano, dictaminado por el Ministerio de Salud Pública.

3.7. 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:

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

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:

$$D = \left[\frac{1\,743,811141 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{H_f \cdot C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se cálculo el H_f final.

Tipo de tuberías: generalmente en sistemas de abastecimiento de agua, se utiliza tubería de policloruro de vinilo (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar. La tubería HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su

exterior por zinc, y es utilizada donde se requiera una presión mayor de 175 metros columna agua, pasos de zanjón o aéreos.

Diámetro de tubería: los diámetros de tubería se calculan en el diseño hidráulico; se hará necesario utilizar tuberías de diámetros comerciales para evitar atrasos y costos elevados.

Coeficiente de fricción: en el caso de utilizar la fórmula de *Hazen & Williams* para el diseño hidráulico, siendo este el caso, se puede utilizar un coeficiente de rugosidad (C) que varía en el rango de 140 a 160 para tubería PVC.

Se recomienda un $C = 140$; cuando se duda de la topografía $C = 150$, para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Cuando se utiliza tubería HG, puede aplicarse un $C = 100$.

3.8. Presiones y velocidades

La presión hidrostática en línea de conducción es recomendable mantenerla debajo de 80 metros columna agua, ya que arriba de ésta se hace necesario prestar especial atención; la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 metros columna agua.

En caso de no poder mantener presiones debajo de los límites, se hace necesario el uso de cajas rompepresión, para evitar mal funcionamiento del sistema.

La presión hidrodinámica en la línea de conducción no debe ser mayor de 60 metros columna agua.

Ejemplo:

De E-0 A E-7

Cota inicial del terreno = 2 046 m

Cota final del terreno = 2 037,23 m

Longitud = 52,40 m

Caudal (Q_c) = 0,75 l/s

C (coeficiente de rugosidad) =140

Al aplicar la fórmula de *Hazen & Williams* y sustituir valores, se puede obtener el diámetro adecuado para el tramo que se está analizando:

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) * (L) * (Q)^{1,85}}{(140)^{1,85} * (\Delta ct)} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left[\frac{(1743.811) * (52,40) * (0,75)^{1,85}}{(140)^{1,85} * (8,77)} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 0,93''$$

$$D = 1,5''$$

$$H_f = \frac{(1\,743,811) * (52,40) * (0,75)^{1,852}}{(140)^{1,852} * (1,5)^{4,87}} = 0,83 \text{ m.}$$

$$C \text{ piezométrica} = 2\,046 - 0,83 = 2\,045,17 \text{ m.}$$

3.9. Levantamiento topográfico

En un proyecto de agua potable el levantamiento topográfico es de gran importancia, ya que define el diseño del sistema; tiene por objeto medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados

sobre y bajo la superficie del terreno, tanto en la línea de conducción como de distribución, así como tanques y demás obras en sistema.

La topografía se compone de planimetría y altimetría, los cuales se pueden realizar con teodolito y nivel de precisión respectivamente, dependiendo del orden del levantamiento topográfico

Orden de los levantamientos topográficos

Dependiendo del tamaño, tipo de proyecto, número de habitantes que serán beneficiados, características del terreno, aparatos que se utilizarán y errores permisibles, los levantamientos topográficos pueden ser: de primero, segundo o tercer orden.

Levantamiento topográfico de primer orden

Debe usarse en levantamientos de sistema por gravedad con diferentes totales de altura entre puntos obligados críticos menores de 5 m/km. También debe usarse en sistemas por bombeo.

El levantamiento altimétrico será efectuado con nivel de precisión de trípode, referenciado a B.M. convencional o de preferencia geodésico.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta métrica metálica de precisión.

Levantamiento topográfico de segundo orden

Debe usarse cuando:

- La distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de 6 kilómetros.
- La diferencia de altura fuente-comunidad (vivienda más alta) sea hasta de 10 metros por kilómetros en sistemas por gravedad.
- El número de viviendas que se abastecerá sea mayor de 100, al momento de hacer el levantamiento.

El levantamiento altimétrico se hará por nivelación trigonométrica con teodolito, con doble lectura adelante y atrás, referenciado a un B.M. convencional o preferentemente geodésico.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión o taquimétricamente.

Levantamiento topográfico de tercer orden

Se usará cuando:

- La distancia fuente-comunidad, sea hasta de 2 600 metros.
- La diferencia de altura de la fuente a la comunidad (vivienda más alta), sea de 15 metros mínima por kilómetro en sistemas por gravedad.
- El número de viviendas que se abastecerá sea de 100 como máximo, al momento de hacer el levantamiento.

El levantamiento altimétrico se hará con nivel de mano o alímetro, referenciado a un B.M. convencional o preferentemente geodésico.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético, utilizando brújula y cinta métrica de cualquier clase.

3.9.1. Planimetría

Es la manifestación de la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario; para este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut, considerando un norte arbitrario como referencia.

Se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito Sokkia DT 600
- Cinta métrica Stanley
- Estadal
- Plomada
- Brújula.

3.9.2. Altimetría

La altimetría o nivelación se realizó a través de un método indirecto, el cual es llamado taquimétrico; permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades, cambios de dirección importantes, como en lugares donde se realizarán obras.

3.10. Diseño hidráulico del sistema

3.10.1. Captación

La captación es una estructura de concreto que sirve para proteger al manantial y recolectar el agua para abastecer a la población. Para este proyecto se hará una captación superficial.

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable; se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente, en lo posible, no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerán de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial, buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

3.10.2. Línea de conducción

Diseño de línea de conducción

Previamente a iniciar el levantamiento de la (s) líneas de conducción, deberá hacerse un recorrido desde la (s) fuentes hasta la (s) comunidades para hacer una selección preliminar de la localización de dichas líneas.

La línea de conducción puede definirse como el conjunto de tubería que inicia desde las obras de captación, hasta el tanque de distribución, las cuales están diseñadas para trabajar a presión.

Para la línea de conducción, se debe seleccionar la clase y diámetro de tubería que se ajuste a la máxima economía, siempre y cuando la capacidad de la tubería sea suficiente para transportar el caudal deseado.

Es conveniente incrementar la longitud horizontal de la misma, en un porcentaje de 2 por ciento a 5 por ciento, de acuerdo con la pendiente del terreno; cuanto más quebrado sea, mayor será el porcentaje; para el proyecto se tomó un 3 por ciento de incremento.

Para hacer eficiente la línea de conducción, puede requerirse desarenadores, válvulas de expulsión de aire, válvulas de limpieza, llaves de paso, reductores, codos, anclajes etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño, según las condiciones y características particulares.

3.10.3. Tanque de almacenamiento

Tanque de distribución

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

A todo tanque de distribución construido con mampostería de piedra, concreto ciclópeo o concreto armado, se le deberá cubrir con losa de concreto

reforzado, provista con boca de inspección con tapadera sanitaria, rebalse y limpieza, para efectos de inspección y reparación; el acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación, para realizar aforos cuando sea necesario.

Requisitos sanitarios del tanque de distribución

- Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua, polvo del exterior, con pendiente para drenar el agua de lluvia.
- Evitar la entrada de luz para que no nazcan algas.
- El tubo de ventilación tendrá la abertura exterior hacia abajo, con rejilla, para impedir la entrada de insectos y polvo.
- Escotilla de visita para inspección de limpieza, ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
- El diámetro mínimo de la tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada al tanque.
- El tubo de salida se colocará al lado opuesto del tubo de entrada, para que el agua circule en el tanque.
- Contará con escaleras interiores y exteriores, si el tanque excede de 1,2 metros de alto. La superficie del terreno, alrededor del tanque, tendrá una pendiente que permita drenar hacia fuera el agua superficial, sobresaliendo las paredes por lo menos 30 centímetros, de la superficie del terreno.

- El fondo del tanque estará siempre por encima del nivel freático

Funciones principales de un tanque de distribución

- Suplir las demandas máximas horarias, esperadas en la línea de distribución.
- Almacenar un volumen determinado de reserva, por eventualidades.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Proporcionar una presión suficiente, para que funcione el sistema.

El volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecida mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la población estudiada y cuando se carezca de ésta, pueden adoptarse los criterios de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), los cuales establecen que el volumen del tanque debe ser del 25 por ciento al 45 por ciento del caudal medio diario; que se aplican de acuerdo con las restricciones siguientes:

- En poblaciones menores a 1 000 habitantes, del 25 por ciento al 35 por ciento del consumo medio diario, sin considerar reserva por eventualidades.
- Si la población está entre 1 000 y 5 000 habitantes, 35 por ciento del consumo medio diario, más un 10 por ciento por eventualidades.

- Para poblaciones mayores a 5 000 habitantes, 40 por ciento del consumo medio diario, más un 10 por ciento por eventualidades.

Cálculo del volumen de almacenamiento

Para este proyecto, que cuenta con una población menor de 1 000 habitantes, se tomará un 30 por ciento del caudal medio diario.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$V = 30\% * Q_m$$

Donde:

Q_m	= 0,50 l/s
1 día	= 86 400 s
1 m ³	= 1 000 l
Volumen	= 0,30*(0,50 l/s)*(86 400/1 000)
Volumen	= 12,90 m ³ = 13 m ³
Volumen de almacenamiento	= 13 m ³

Diseño estructural del tanque proyectado

El tanque poseerá muros contruidos de concreto ciclópeo, lo cual significa que estarán hechos de piedra bola y las medidas de la roca variarán desde dos hasta seis pulgadas de diámetro, las cuales se unirán entre sí con mezcla de cemento o sabieta, utilizando una proporción de 1:3.

Los muros del tanque estarán sometidos a fuerzas del agua y del suelo, por lo cual se procederá a realizar su diseño, tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

Diseño de losa

Las dimensiones de la losa serán de 3,00 metros por 3,00 metros, empleándose el método 3, de la *American Concrete Institute (ACI)*.

Descripción	Losa
A/B	1,00
Refuerzo	2 sentidos
Espesor (t)	10 cm

El espesor mínimo recomendado por el ACI es de 9 centímetros, pero para su construcción se empleará un espesor de 10 centímetros.

Carga muerta (CM)

Son cargas que estarán durante toda la vida útil del proyecto.

W propio de losa	$= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m}$	$= 240 \text{ kg/m}^2$
Sobrecargas		$= 90 \text{ kg/m}^2$
Total carga muerta		$= 330 \text{ kg/m}^2$
Carga muerta última (C_{mu})	$= 1,4 * 330$	$= 462 \text{ kg/m}^2$

Carga viva (CV)

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kilogramos por metro cuadrado.

$$\text{Carga viva última} = 1,7 * 80 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

Es la carga resultante al haberse aplicado los factores que recomienda el ACI a las cargas vivas y muertas.

$$CU = 1,4*(CM) + 1,7*(CV) = 462 + 136 = 598 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 598 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

M_A = Es el momento generado en el lado más corto de la losa.

M_B = Es el momento generado en el lado más largo de la losa.

CADL = Factor de momentos de carga muerta.

CALL = Factor de momentos de carga viva.

$$M_{A(+)} = A^2(CADL*CMu + CALL*CVu)$$

$$M_{A(-)} = A^2(CAneg*CU)$$

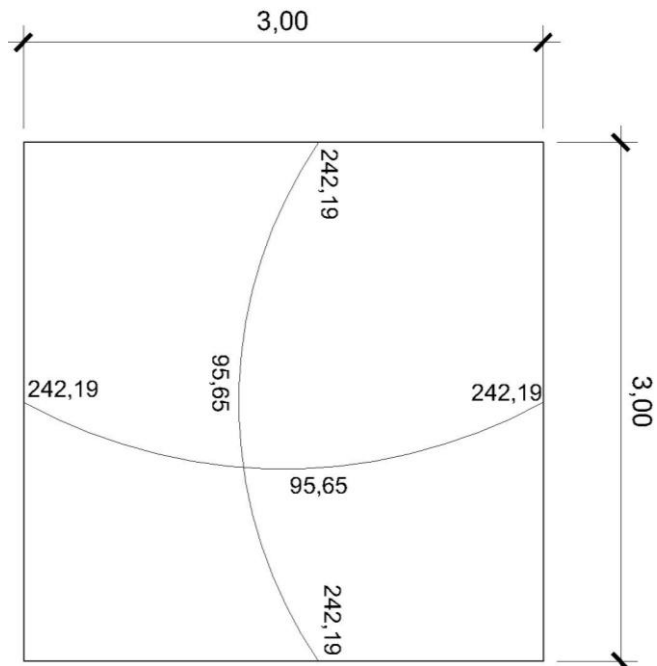
$$M_{A(+)} = 3^2(0,018 * 462 + 0,027 * 136) = 95,65 \text{ kg - m}$$

$$M_{A(-)} = 3^2(0,045 * 598) = 242,19 \text{ kg - m}$$

$$M_{B(+)} = 3^2(0,018 * 462 + 0,027 * 136) = 95,65 \text{ kg - m}$$

$$M_{B(-)} = 3^2(0,045 * 598) = 242,19 \text{ kg - m}$$

Figura 55. **Momentos en losa**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del área de acero

$$M_A = 242,19 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$t = 10 \text{ cm.}$$

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

$$A_s = \left[(100) \cdot (7,5) - \sqrt{\left[(100) \cdot (7,5) \right]^2 - \frac{(242,19) \cdot (100)}{(0,003825) \cdot (210)}} \right] \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{210}{2810} \right) = 1,29 \text{ cm}^2$$

$A_s = 1,29$ centímetros cuadrados para momento en A (área de acero necesaria, para el lado A).

Chequeo del área mínima de acero que requerirá la losa

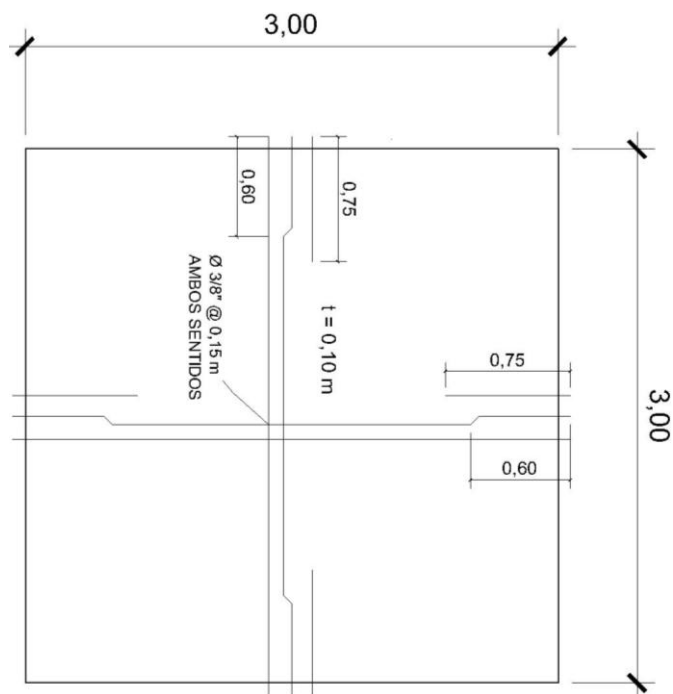
$$A_{s\min} = \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s\min} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Área	Espaciamiento	} Para momento en A S = 18 cm = 15 cm
3,76 cm ²	100 cm	
0,71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamiento de S = 15 cm

Figura 56. Armado de la losa



Fuente: elaboración propia.

Diseño muros

Datos:

Peso específico del suelo (γ_{Suelo}) = 1,400 kg/m³

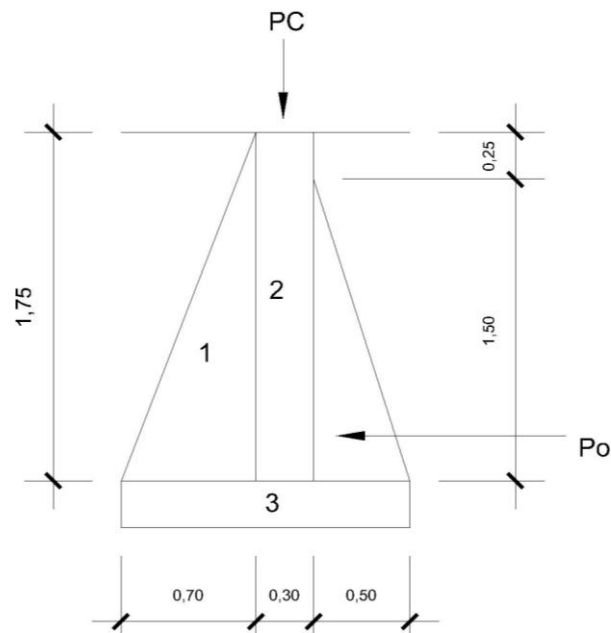
Peso específico del concreto (γ_c) = 2,400 kg/m³

Peso específico del concreto ciclópeo (γ_{cc}) = 2,500 kg/m³

Ángulo de fricción (Φ) = 25°

Valor soporte del suelo (V_s) = 15,000 kg/m²

Figura 57. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque



Fuente: elaboración propia.

Carga uniforme distribuida (W)

$$\begin{aligned}
 W_{\text{losa}} + \text{viga de carga} &= 557,2 \text{ kg/m} \\
 W &= 557,2 \text{ kg/m} \\
 \text{Carga puntual (Pc)} &= 557,2 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 557,2 \text{ kg} \\
 \text{Momento por carga puntual (Mc)} &= 557,2 \text{ kg} * (0,7 + (0,3/2)) = 473,62 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

Fuerza activa Fa (Fuerza del agua)

$$Fa = \gamma_{\text{agua}} * H^2/2$$

$$Fa = 1\,000 \text{ kg/m}^3 * 1,5^2/2 = 1\,125 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo respecto de 0

$$M_{\text{act}} = Fa * H/3 = 1\,125 * ((1,5/3) + 0,3) = 900 \text{ kg-m}$$

Tabla XI. **Cálculo del momento estabilizante, sobre el muro del tanque**

Sección	$\gamma_{\text{cc}} * A = WR(\text{Kg/m})$	Brazo (m)	MR (kg-m/m)
1	$2\,500(0,7*1,75/2) = 1\,531$	$2/3*(0,7) = 0,47$	719,57
2	$2\,500(0,3*1,75) = 1\,313,5$	$(0,7 + (0,3 / 2)) = 0,85$	1 151,63
3	$2\,500(0,3*1,5) = 1\,125$	$(1/2 + 0,25) = 0,75$	843,75
	$\Sigma 3\,968,5$		$\Sigma 2\,678,95$

Fuente: elaboración propia.

Carga total (WT) = W + WR

$$WT = 557,2 + 3\,968,5 = 4\,525,7 \text{ kg/m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo ($F_{sv} > 1,5$)

$$F_{sv} = (MR + Mc) / M_{act} \quad F_{sv} = (2\,678,95 + 473,62) / 900 = 3,5$$

Verificación de la estabilidad contra deslizamiento ($F_{sd} > 1,5$)

$F_d = WT * \text{Coeficiente de fricción}$

$$F_d = 4\,525,7 * 0,9 \text{ Tg}(25^\circ) = 1\,899,33 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = F_d / F_a = 1\,899,33 \text{ kg} / 1\,125 \text{ kg} = 1,69$$

Verificación de la presión bajo base del muro, $P_{max} < V_s$ y $P_{min} > 0$

Donde la excentricidad (ex) = $\text{Base} / (2 - a)$

$$a = \frac{MR + Mc - M_{act}}{WT}$$

$$a = \frac{2\,678,95 + 473,64 - 900}{4\,525,7} = 0,497$$

$$ex = \frac{1,5}{2 - 0,497} = 0,253 \text{ m} \quad ex = \text{es el punto donde se está aplicando la fuerza.}$$

Módulo de sección (S_x)

$$S_x = \frac{1}{6} * \text{base}^2 * \text{long}$$

$$S_x = \frac{1}{6} * 1,5^2 * 1 = 0,38 \text{ m}^3$$

La presión es:

$$P_{\text{máx}} = \frac{WT}{A} \pm \frac{WT \cdot ex}{S_x}$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{5\,256,57}{1,5 \cdot 1} \pm \frac{5\,256,57 \cdot 0,42}{0,38} = 6\,030,03 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{máx}} = 6\,030,3 \text{ kg/m}^2 < 15\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{mín}} = 3,97 \text{ kg/m}^2$$

3.10.4. Línea de distribución

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

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

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

acuerdo con las normas establecidas; todo esto para facilitar su mantenimiento.

Tipo de redes de distribución

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

Red ramificada o abierta

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

Red en forma de malla o de circuito cerrado

Se refiere a la red en la cual las tuberías están en forma de circuito cerrado, intercomunicados entre sí. Esta técnica funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. En una red en forma de malla, la fórmula de *Hazen & Williams* define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross, que se considera balanceado cuando la corrección del caudal es menor al 1 por ciento del caudal que entra.

Presiones y velocidades

Entre los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución, se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 metros columna agua; en algunas situaciones, podrá

permitirse una presión máxima de 70 metros columna agua, ya que después de alcanzarse una presión de 64 metros columna agua se corre el riesgo de falla en los empaques de chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, ésta debe estar entre 40 metros columna agua y 10 metros columna agua, aunque en muchas de las regiones donde se ubica la comunidad, la topografía es irregular y se hace difícil mantenerla, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión mínima de 6 metros columna agua.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda que esté entre el rango de 0,4 metros por segundo – 3,0 metros por segundo.

3.10.5. Red de distribución

Para el diseño del caserío Buena Vista Primer Centro, se presenta el cálculo para el tramo de tubería entre las estaciones E-6 y E-9, que corresponden al ramal 1 principal.

De E-6 A E-9

Cota inicial del terreno = 2 038,67 m

Cota final del terreno = 2 015,12 m

Longitud = 129 m

Caudal (Q_{ramal1}) = 1,25 l/s

C (coeficiente de rugosidad) = 140

Cota piezométrica inicial = 2 038,67 m

$$D = \left[\frac{(1\,743,811) \cdot (129) \cdot (1,25)^{1,85}}{(140)^{1,85} \cdot (23,55)} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,10$$

Para chequear presiones y velocidades se usará un diámetro comercial de 2 pulgadas.

$$V = \frac{1,97352524 \times 1,25}{2^2} = 0,62 \text{ m/s}$$

$$H_f = \frac{(1\,743,811) \times (129) \times (1,25)^{1,85}}{(140)^{1,85} \times (2)^{4,87}} = 1,30 \text{ m}$$

$$D = 2''$$

$$H_f = 1,30 \text{ m}$$

$$V = 0,62 \text{ m/s}$$

$$\text{Piezométrica inicial} = 2\,038,67 \text{ m}$$

$$\text{Piezométrica final} = 2\,037,37 \text{ m}$$

3.10.6. Sistema de desinfección

Para asegurar la calidad del agua, esta debe someterse a tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. El punto de aplicación de compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que se garantice una mezcla efectiva con el agua y aseguren un periodo de contacto de 20 minutos como mínimo, antes de que llegue el agua al consumidor. La desinfección debe ser tal que se asegure un residual de 0,2 a 0,5 miligramos por litro en el punto más lejano de la red.

El cloro

Es un elemento que se utiliza como desinfectante y como blanqueador, ya sea de forma granular o líquida. Este actúa de manera prolongada en el agua

destruyendo los microorganismos. De manera comercial puede encontrarse en las siguientes formas:

- Cloro gaseoso
- Cal clorada
- Hipoclorito de sodio
- Hipoclorito de calcio

En cada una de sus diferentes presentaciones el cloro se encuentra en concentraciones diferentes. Es decir, no todo el producto es 100 por ciento cloro.

El llamado Cloro Activo es el que se utiliza para nombrar el porcentaje del peso de cloro puro que contienen las diferentes presentaciones.

Por ejemplo:

- El cloro gaseoso es 99,5 por ciento cloro activo
- El hipoclorito de sodio es entre 1 – 15% cloro activo
- El hipoclorito de calcio (HTH) normalmente es entre 65 – 70 por ciento cloro activo

Hipoclorito de calcio

También conocido como HTH, es de estructura sólida, fuerte olor, color blanco y se disuelve fácilmente en el agua. Utilizado comúnmente para el tratamiento del agua en sistemas de agua potable ya sea de forma granulada o en forma de tabletas.

Hipoclorador

Un hipoclorador es una bomba dosificadora de químicos que alimenta una solución de hipoclorito de calcio al sistema. La solución es una concentración conocida y la dosificación es ajustada para lograr la dosis deseada.

Se usará un solo hipoclorador, que dosifique una solución al 65 por ciento, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en el tanque de distribución.

Tomando en cuenta que el caudal de entrada al tanque de distribución es de (2,80 litros por segundo), se recomienda un hipoclorador modelo PPG 3015, usado para el tratamiento de aguas a pequeñas comunidades de entre 25 y 250 familias, en sistemas de abastecimiento por gravedad. El hipoclorador requiere de un mantenimiento simple y puede hacerlo el fontanero.

3.10.7. Obras de arte

También son llamadas obras hidráulicas, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar el sistema hidráulico y con eso mejorar su funcionamiento para brindar el mejor servicio posible.

Pasos aéreos

Esta estructura se utiliza para salvar grandes depresiones de terreno, o donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuestas a la intemperie. Estos están constituidos por dos torres de concreto debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero, el cual va sujetado en dos pesos

muertos que están enterrados uno a cada lado; con la finalidad que de este cable cuelgue la tubería, por medio de péndolas, debiendo usarse tubo HG entre las torres.

3.10.8. Válvulas

Antes de seleccionar las válvulas se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, así como el costo y disponibilidad.

3.10.8.1. Válvula de limpieza

En un sistema de conducción de agua, siempre se considerarán dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados; éstas se deben colocar en los puntos más bajos.

3.10.8.2. Válvula de aire

El objetivo de esta es extraer el aire que se va acumulando dentro de la tubería; debe de colocarse en la línea de conducción, después de una depresión y en la parte más alta donde el diseño hidráulico lo indique. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, protegida con una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

3.10.9. Conexiones domiciliarias

Conexiones prediales

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

3.11. Administración, operación y mantenimiento

Todo sistema de abastecimiento de agua, para incrementar su eficiencia en funcionamiento necesita un programa o planificación de operación y mantenimiento.

Las actividades de operación y mantenimiento son realizadas por un operador, en este caso el fontanero, quien será el responsable del buen funcionamiento del servicio, con la colaboración de la comunidad. Para lo cual se propone lo siguiente:

De operación y mantenimiento

Se dan a conocer aspectos que se deben tomar en cuenta para una buena operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.

- La cantidad y calidad del agua

Cuidar las fuentes de agentes contaminantes y mejorar la calidad del agua en las presas, es el primer factor para el buen funcionamiento del sistema.

- Mantener el tanque de distribución lleno

Se hace necesaria la inspección del tanque, para garantizar que toda vivienda contemplada esté dotada del servicio.

- Mantener la presión del agua

Esto se logra con el manejo de las válvulas. El abrir o cerrar válvulas permiten que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema.

Programa de mantenimiento

Además de un programa operativo, se hace necesario el mantenimiento del sistema, para prevenir daños que se den en el transcurso del tiempo de la vida útil del proyecto.

Se puede mencionar dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo.

Mantenimiento preventivo

Este comprende todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua; se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

Mantenimiento correctivo

Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños en el equipo e instalaciones causados por deterioro normal del uso del sistema de abastecimiento de agua o por acciones extrañas o imprevistas.

Recomendaciones necesarias para dar mantenimiento a las diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua en el área rural u otros sistemas que se adapten al mismo:

- En la obra de captación

En época de invierno, es recomendable visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes o cuando se crea necesario debido a la cantidad de precipitación que se haya dado. Esto se hará para detectar desperfectos, el estado de la misma y para corregir algún problema encontrado; se limpiará la fuente de maleza y vegetación, escombros o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación.

- Revisión de la línea de conducción

Observar si hay deslaves o hundimientos de tierra, además se debe verificar si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.

- Revisión de válvulas

Se debe revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las mismas lentamente, para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones,

también se deberá observar que no haya fugas o rupturas; si existieran, deben repararse o cambiarse. Esta actividad puede realizarse cada 4 meses o cuando sea necesario.

- Revisión del tanque de distribución

Realizar limpieza e inspecciones constantes al tanque de distribución, por lo menos una vez al mes, observando que el mismo no tenga grietas o filtraciones; se debe verificar que la escalera que conduce a la parte superior y que la tapa de visita estén en buenas condiciones, además vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución, así como el sistema de desinfección se encuentren en buen estado.

- Revisión de la red de distribución

La red de distribución es la que constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución, hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o cualquier tipo de conexiones; las mismas se deberán inspeccionar, recorriendo las vías por las que se encuentra enterrada la tubería de la red, con el fin de detectar y controlar fugas u otras anomalías. Esta actividad se recomienda realizarla cada cuatro meses.

Tabla XII. **Programa de operación y mantenimiento**

No	Actividad	Frecuencia	Responsable
1	Inspección del sistema de desinfección	Cada mes	Fontanero
2	Limpieza e inspección de la captación	Cada mes	Fontanero
3	Limpieza e inspección del tanque de distribución	Cada mes	Fontanero
4	Inspección del área adyacente a la fuente, para determinar agentes de contaminación	Cada 3 meses	Fontanero
5	Limpieza, chapeo e inspección de línea de conducción y red de distribución	Cada 4 meses	Fontanero y comunitarios
6	Inspección de cajas de válvulas	Cada 4 meses	Fontanero
7	Chapeo y limpieza de áreas adyacentes a la captación	Cada 6 meses	Fontanero y Comunitarios
8	Reforestar el área de la captación	Cada año	Comunitarios
9	Realizar aforo de la fuente utilizada	Cada año	Fontanero
10	Tomar muestras para análisis de laboratorio	Cada año	Técnico de salud rural

Fuente: elaboración propia.

3.12. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con su función y sea sostenible durante el período de diseño, se requiere de un fondo para operar dicho sistema y darle su respectivo mantenimiento. Para esto se debe determinar una tarifa que debe aportar cada una de las viviendas beneficiadas con el proyecto, la cual está en función de la operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva del mismo.

Costo de operación (M)

Es el costo que representa el pago mensual al fontanero por la inspección y el buen funcionamiento de todo el sistema. Este se calcula tomando en cuenta el pago por jornal en el municipio de Chinique y las prestaciones de ley.

Pago por jornal Q 30.00

Prestaciones 66% (vacaciones, indemnización, aguinaldo, bono 14 e IGSS).

$$\text{Salario mensual} = \left(\frac{Q 30,00}{\text{dia}} \right) \times \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}} \right) \times 1,66 = Q1 494,00$$

El salario del fontanero es de Q1 494,00 al mes.

Costo de mantenimiento (M)

Este costo servirá para la compra de materiales para el sistema, en caso de que sea necesario cambiarlos por deterioro de los mismos, estimando el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$M = \frac{[(R) * \text{Costo total del proyecto}]}{\text{periodo de diseño del proyecto}} = \frac{[(0,004) * 228 053,51]}{22} = Q41,46 \text{ mensual}$$

Donde:

R = Porcentaje de 4 por millar del costo total del proyecto

M = Costo de mantenimiento

Costo de tratamiento (T)

Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de tricloro, método que se utilizará para la desinfección del agua, el cual se hará mensualmente,

T = Costo de tratamiento

T = (costo de la tableta de tricloro) * (No. de tabletas a utilizar en un mes)

T = (Q 0,50) * (21 tabletas por mes) = Q 10,50 por mes

Costo de administración (A)

El costo de administración es el valor que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc.; el cual debe corresponder al 15 por ciento de la suma de los tres costos anteriores.

A = Costo de Administración

A = 15% * (O + M + T) = 0.15 * (1 494,00 + 41,46 + 10.50) = Q 231,89 al mes

Donde: O = Costo de operación

M = Costo de mantenimiento

T = Costo de tratamiento

Costo de reserva (R)

Este costo servirá como reserva para cubrir cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el mismo debe corresponder al 10% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

R = Costo de reserva

$$R = 10\% * (O + M + T) = 0.10 * (1\,494,00 + 41,46 + 10,50) = Q\,154,60 \text{ mensual}$$

Donde: O = Costo de operación
 M = Costo de mantenimiento
 T = Costo de tratamiento

Tarifa calculada

La tarifa calculada es la suma de los costos anteriores, dividido entre el número de viviendas:

$$\text{Tarifa} = \frac{(O + M + T + A + R)}{\text{No. de viviendas}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{(1\,494,00 + 41,46 + 10,50 + 231,89 + 154,60)}{25} = Q\,77,29 \approx Q\,77,00 \text{ mensual}$$

Donde: O = Costo de operación
 M = Costo de mantenimiento
 T = Costo de tratamiento
 A = Costo de Administración
 R = Costo de reserva

De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinó una cuota máxima de Q 77,00 mensual, la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo sus prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como otros gastos que puedan surgir para el buen funcionamiento del mismo.

Según datos proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación (OMP) de la Municipalidad de Chinique, el ingreso promedio anual por familia en el área urbana es de Q 19 800,00 anual, mientras que en el área rural es de Q 17 928,00 anual; por lo tanto, para determinar si la comunidad está en condiciones de pagar la cuota mensual propuesta para este proyecto, se deben realizar los siguientes cálculos:

Tarifa máxima mensual < 6 por ciento ingreso promedio mensual de la comunidad.

El caserío Buena Vista Primer Centro es parte del área rural del municipio, por lo tanto se asumirá un ingreso promedio mensual de Q 1 494,00

$$1\,494,00 \times 0,05 = 89,64$$

$$Q\,77,00 < Q\,89,64$$

De acuerdo con el costo actual para la adquisición del agua y a la capacidad económica de la población, se concluye que los beneficiarios tienen la capacidad de pagar la tarifa propuesta.

3.13. Elaboración de planos

Se elaboraron los planos de planta general, densidad de vivienda, planta perfil de la línea de conducción y red de distribución, detalles de tanque de distribución, obras de arte, pasos aéreos. Ver planos en apéndice.

3.14. Elaboración de presupuesto

Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas.

Se integró aplicando el criterio de precios unitarios, tomando como base el precio de materiales, mano de obra calificada y no calificada de la región.

Tabla XIII. **Presupuesto de sistema de agua potable**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
1	Topografía	1	global	Q5 239,70	Q5 239,70
2	Captación	1	U	Q11,826	Q11 826,00
3	Línea de conducción	143,50	ml	Q39,00	Q5 596,50
4	Tanque de distribución 13,5 m ³	1	U	Q14 919,30	Q14 919,30
5	Red de distribución	3 349,63	ml	Q37,00	Q123 936,31
7	Sistema de cloración	1	U	Q10 000,00	Q10 000,00
8	Conexiones domiciliarias	25	U	Q437,00	Q10 925,00

Costo de materiales y mano de obra	Q 182 442,81
Costos indirectos (25%-30%)	<u>Q 45 610,70</u>
Costo total del proyecto	Q 228 053,51

Fuente: elaboración propia.

3.15. Evaluación socio-económica

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto; en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

Análisis económico

Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben de ser sometidos a un análisis económico para determinar la conveniencia de ejecutarlos y para este efecto se debe identificar, cuantificar, y valorar sus costos y beneficios.

Análisis costo/beneficio

Este análisis se aplica en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Los indicadores más comunes asociados a este tipo de análisis son: el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

3.15.1. Valor presente neto (VPN)

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del periodo de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 por ciento.

Debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser financiada por alguna institución. Para el análisis del VPN este rubro no se considerará debido a que debe analizarse si el proyecto es auto sostenible o no.

Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP)

CA = costo de operación y mantenimiento

$$CA = (O + M + T + A + R) * 12$$

$$CA = (Q1\ 932,43) * 12 = Q\ 23\ 189,40$$

Donde: O = Costo de operación
 M = Costo de mantenimiento
 T = Costo de tratamiento
 A = Costo de administración
 R = Costo de reserva

VP_{CA} = Valor presente del costo de operacion y mantenimiento anual

$$VP_{CA} = CA \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right]$$

$$VP_{CA} = Q\ 23\ 189,40 * \left[\frac{(1+,11)^{22} - 1}{,11 * (1+,11)^{22}} \right] = Q\ 189\ 590,48$$

Cálculo de tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente (VP)

TPA = Tarifa poblacional anual

$$TPA = Q 77,00 * 25 * 12 = Q 23 100,00$$

VP_{TPA} = Valor presente de la tarifa poblacional anual

$$VP_{TPA} = TPA \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right]$$

$$VP_{TPA} = 23 100 \times \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 \times (1+0,11)^{22}} \right] = Q 188 859,57$$

El valor presente neto estará dado por la diferencia de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

VPN = Valor presente neto

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{egresos} = Q 189 590,48 - Q 188 859,57 = Q 730,91$$

Donde:

Ingresos = VP_{CA} = Valor presente del costo de operación y mantenimiento anual

Egresos = VP_{TPA} = Valor presente de la tarifa poblacional anual

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento.

3.15.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN} = \text{Q } 228\,053,51 - \text{Q } 730,91 = \text{Q } 227\,732,60$$

VPN = Valor presente neto

Beneficio = No. de habitantes a futuro

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{Q } 227\,732,60}{287} = \text{Q } 792,06 \text{ por habitante}$$

Las instituciones de inversión social, toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor del costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

3.16. Evaluación de impacto ambiental

Los proyectos de infraestructura para el sector de agua potable no representan impactos ambientales adversos de gran magnitud, que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente, sino por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad.

Durante la etapa de construcción de un sistema de agua potable, es necesario preparar los terrenos donde se instalarán los diferentes componentes del sistema, desde la fuente de agua hasta el tanque de distribución y de este a

las conexiones domiciliarias. Si no son bien estudiados los métodos de construcción de las diferentes partes del sistema, se pueden generar impactos ambientales adversos de mayor magnitud; sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

Plan de manejo ambiental

Para la ejecución del proyecto se deberá incorporar un plan de manejo ambiental, que consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas destinada a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno debido a la implementación de un proyecto, también deberá contemplar la elaboración de una estrategia ambiental que incluya medidas de prevención de riesgos ambientales y de control de accidentes.

Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno en cualquiera de sus fases de ejecución. Estas medidas se determinan en función del análisis de cada una de las componentes ambientales afectadas por la ejecución del proyecto en cada una de las etapas de este, pudiendo ser de tres categorías diferentes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimicen o disminuyan el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.

- Medidas que reduzcan o eliminen el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.

Medidas de reparación y/o restauración

Estas medidas tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o en caso de no ser posible restablecer sus propiedades básicas.

Medidas de compensación

Estas medidas tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El ejecutor debe describir de forma sencilla el componente afectado y los potenciales impactos ambientales que se puedan ocasionar como producto de la ejecución y operación de su proyecto, con su respectiva medida de mitigación, reparación y/o restauración y compensación, con la finalidad de que este diseñe un plan de mitigación apropiado para su proyecto.

Tabla XIV. **Evaluación de impacto ambiental para proyectos de agua potable**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra. • Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Efluentes de líquidos	Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar el efluente producido por la prueba del tanque de distribución y la tubería. • Disponer de baños químicos para personal en la obra.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal. • Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos excavaciones • Retirar transportar y disponer los residuos antes, en lugares autorizados.
Ruidos y/o vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. • Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial o subterránea. Contaminación de cursos de agua o cauces por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Que las obras no perjudiquen o entorpezcan el aprovechamiento del agua para otros fines. • Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje. • No afectar los derechos constituidos de terceros. • No almacenar temporalmente material de excavación en cauces o lechos de río o sectores que desemboquen en ellos. • No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento. • Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados.

Continuación tabla XIV...

Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)	<ul style="list-style-type: none"> • No realizar directamente en el suelo las mezclas para las obras de concreto. • Realizar los trabajos de mantenimiento de equipo y maquinaria, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. • Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Separar la capa de material orgánico del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. • Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. • Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. • Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. • Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. • Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. • Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. • Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con la alarma de reversa.
Paisaje	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades, se puede continuar con el trabajo.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado, como apoyo a la Municipalidad de Chinique de las Flores, departamento de Quiché, permitió comprobar y conocer las diferentes necesidades que en el municipio existen, tanto en el área de servicios básicos e infraestructura, como en las de salud, educación y otras.
2. El diseño estructural de la edificación se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo a la utilización de la misma; además, se consideró el efecto que puede producir un sismo en determinado momento. El edificio de dos niveles para el barrio Cementerio Viejo está diseñado con el método de *SEAOC*, para fuerzas inducidas por sismo. El diseño estructural se realizó con el código ACI 318 y norma AGIES.
3. La implementación del proyecto para el nuevo sistema de agua potable será de gran beneficio para toda la población del caserío Buena Vista Primer Centro del municipio de Chinique de Las Flores, dando como resultado el abastecimiento de agua potable a un total de 25 viviendas actuales; contribuyendo con ello al desarrollo integral de la comunidad.
4. De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinó una cuota máxima de Q 50,00 mensual, la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo sus prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como otros gastos que puedan surgir para el buen funcionamiento del mismo.

5. El sistema de agua potable para el caserío de Buena Vista Primer Centro, beneficiará directamente a 150 habitantes en la actualidad, con un costo de Q 228 053,51, por lo que el costo unitario por habitantes es de Q 1 520,35. Esta inversión es razonable respecto a la zona de construcción y al número de beneficiarios finales.

6. El edificio escolar del barrio Cementerio Viejo, posee un área de construcción de 327 metros cuadrados, con un costo de Q 1 138 132,31, por lo que el costo por metro cuadrado de construcción es de Q 3 480,53, siendo una inversión razonable, según los costos de transporte de material y la ubicación del barrio.

7. Acorde a los estudios de impacto ambiental efectuados, los daños al medio ambiente por la construcción de ambos proyectos serán mínimos, ocasionando únicamente, polvo, ruidos y vibraciones debido a la maquinaria que se encuentra cerca del área de construcción y al transporte de los materiales.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de ambos proyectos deberá ser ejecutada y supervisada por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, ya que así se garantiza la funcionalidad y durabilidad de los mismos.
2. Para la conservación de las fuentes es necesario que la comunidad dé una mejor protección a la misma, contra el ingreso de personas y animales; prohibiendo la agricultura y el pastizaje en su cercanía, y evitando la construcción de fosas sépticas o similares a distancias cercanas.
3. El comité de agua debe informar a todos los usuarios que el uso del agua, es exclusivamente domiciliar, y que no se permite el uso de la misma para fines agrícolas.
4. Los presupuestos son referencias, ya que estos están sujetos a cambios, debido principalmente a la situación económica en la que este viviendo el país a la hora de construir el proyecto, por lo que la municipalidad debe de tener claro estas situaciones.
5. Dado que no es sólo importante el incremento en cobertura sino la concientización del uso adecuado del recurso del agua, es necesario implementar campañas de educación sanitaria referentes al uso racional del agua.

6. Al iniciar la construcción de ambos proyectos, se deben establecer medidas de mitigación, para reducir los posibles daños al medio ambiente y a la población cercana al área de construcción de la escuela y del sistema de agua potable.

7. Desarrollar una campaña de concientización a la población del municipio, a fin de conocer, valorar y conservar el medio ambiente. Esto debe realizarse durante las fases de construcción y ejecución de las actividades de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute, ACI 318-99. *Código de diseño de hormigón armado y comentarios*. 1999. Estados Unidos: ACI, 586 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala. Guatemala: AGIES, 2002. 22 p.
3. BAJÁN HERNÁNDEZ, William Eduardo. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea Panimache, municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 166 p.
4. CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. p. 97-102
5. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, UNEPAR, 1997. 100 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13ª ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 772 p. ISBN: 958600953X.

APÉNDICES

Diseño del sistema de agua potable

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Ø	Est		Long m	Caudal l/s	Vel m/s	C	Diametro Teórico	Diametro Comercial	HF m	Dif H	No tubos	Piezométrica		Cota terreno		Presión Dinámica		Presión Estática		Observación	
	De	A										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
1 1/2"	6,00	9,00	129,00	1,25	0,82	140,00	1,10	2,00	1,30	23,55	22,68	160,00	2 038,67	2 037,37	2 015,12	0,00	22,25	0,00	23,55	Inicio ramal	
1 1/2"	2,00	3,00	52,40	0,75	0,66	140,00	0,93	1,50	0,83	8,77	9,17	160,00	2 046,00	2 045,17	2 046,00	2 037,23	0,00	7,94	0,00	8,77	Captación
1 1/2"	2,00	3,00	23,00	0,75	0,66	140,00	0,95	1,50	0,37	3,41	4,03	160,00	2 045,17	2 044,80	2 037,23	2 033,82	7,94	10,98	8,77	12,18	
1 1/2"	3,00	6,00	68,10	0,75	0,66	140,00	1,10	1,50	1,08	4,85	11,92	160,00	2 044,80	2 043,72	2 033,82	2 038,67	10,98	5,05	12,18	7,33	Tanque Dist.

**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
RAMAL 1 PRINCIPAL**

Ø	Est		Long m	Caudal l/s	Vel m/s	C	Diametro Teórico	Diametro Comercial	HF m	Dif H	No tubos	Piezométrica		Cota terreno		Presión Dinámica		Presión Estática		Observación	
	De	A										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
2"	6,00	12,00	129,00	1,25	0,82	140,00	1,10	2,00	1,30	23,55	22,68	160,00	2 038,67	2 037,37	2 015,12	0,00	22,25	0,00	23,55	Inicio ramal	
2"	9,00	10,00	169,80	1,25	0,62	140,00	2,30	2,00	1,71	0,86	29,72	160,00	2 037,37	2 035,65	2 015,12	2 015,98	22,25	19,67	23,55	22,68	
2"	10,00	11,00	54,90	1,25	0,62	140,00	2,19	2,00	0,55	0,36	9,61	160,00	2 035,65	2 035,10	2 015,98	2 016,34	19,67	18,76	22,69	22,33	
2"	11,00	12,00	41,70	1,25	0,62	140,00	1,67	2,00	0,42	1,00	7,30	160,00	2 035,10	2 034,68	2 016,34	2 017,34	18,76	17,34	22,33	21,33	
1 1/2"	12,00	13,00	40,20	1,25	1,09	140,00	1,44	1,50	0,65	2,00	7,04	160,00	2 034,68	2 033,03	2 017,34	2 019,34	17,34	13,69	21,33	19,33	
1 1/2"	13,00	15,00	88,90	1,25	1,09	140,00	1,31	1,50	3,64	6,99	15,56	160,00	2 033,03	2 029,39	2 019,34	2 012,35	13,69	17,04	19,33	26,32	
1 1/2"	15,00	17,00	47,90	1,25	1,09	140,00	1,41	1,50	1,96	2,67	8,38	160,00	2 029,39	2 027,43	2 012,35	13,69	17,04	19,33	26,32	28,99	Sub-ramal
1 1/2"	17,00	19,00	58,40	1,25	1,09	140,00	1,54	1,50	2,39	2,09	10,22	160,00	2 027,43	2 025,04	2 009,68	2 007,69	17,45	28,99	31,08	38,25	Sub-ramal
1 1/2"	19,00	24,00	58,40	1,25	1,09	140,00	1,20	1,50	8,68	15,24	37,08	160,00	2 025,04	2 022,64	2 000,42	17,45	22,22	31,08	38,25	53,49	Sub-ramal
1 1/2"	24,00	29,00	211,90	1,25	1,09	140,00	1,34	1,50	3,49	4,66	14,93	160,00	2 022,64	2 019,96	2 000,42	17,45	28,78	38,25	53,49	58,15	Sub-ramal
1 1/2"	29,00	31,00	85,30	1,25	1,09	140,00	1,41	1,50	6,50	11,98	11,43	160,00	2 019,96	2 010,47	1 985,18	1 980,52	28,78	29,95	53,49	58,15	Sub-ramal
1 1/4"	31,00	32,00	65,30	1,25	1,58	140,00	1,10	1,25	4,20	8,00	7,39	160,00	2 010,47	2 003,97	1 980,52	1 968,54	29,95	35,43	58,15	70,13	
1 1/4"	32,00	33,00	42,80	1,25	1,58	140,00	1,10	1,25	4,20	8,00	7,39	160,00	2 003,97	1 999,77	1 968,54	1 960,54	35,43	39,23	70,13	78,13	
1 1/4"	33,00	35,00	138,90	1,25	1,58	140,00	1,57	1,25	13,83	4,54	24,31	160,00	1 999,77	1 985,94	1 960,54	1 956,00	39,23	29,94	78,13	82,67	

**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
RAMAL 2 PRINCIPAL**

Ø	Est		Long m	Caudal l/s	Vel m/s	C	Diametro Teórico	Diametro Comercial	HF m	Dif H	No tubos	Piezométrica		Cota terreno		Presión Dinámica		Presión Estática		Observación	
	De	A										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
1 1/2"	6,00	37,00	72,90	1,25	1,09	140,00	1,04	1,50	2,99	17,83	12,76	160,00	2 038,67	2 035,68	2 020,84	0,00	14,84	0,00	17,83	Inicio ramal	
1 1/2"	37,00	38,00	10,10	1,25	1,09	140,00	0,90	1,50	0,41	5,00	1,77	160,00	2 035,68	2 035,27	2 020,84	14,84	19,43	17,83	22,83		
1 1/2"	38,00	39,00	70,40	1,25	1,09	140,00	1,62	1,50	2,88	2,01	12,32	160,00	2 035,27	2 032,99	2 015,84	19,43	16,96	22,83	24,84		
1 1/2"	39,00	41,00	64,90	1,25	1,09	140,00	1,34	1,50	2,66	4,64	11,36	160,00	2 032,99	2 029,73	2 015,84	18,56	20,54	24,84	29,48		
1 1/2"	41,00	42,00	29,20	1,25	1,09	140,00	1,13	1,50	1,20	4,68	5,11	160,00	2 029,73	2 028,53	2 009,19	20,54	14,66	29,48	24,60		
1 1/2"	42,00	44,00	53,30	1,25	1,09	140,00	1,29	1,50	2,18	4,52	9,33	160,00	2 028,53	2 026,35	2 013,87	2 009,35	14,66	17,00	24,80	29,32	
1 1/2"	44,00	46,00	21,40	1,25	1,09	140,00	1,30	1,50	0,88	1,76	3,75	160,00	2 026,35	2 024,85	2 009,25	17,00	15,60	29,32	29,42		
1 1/2"	46,00	47,00	12,90	1,25	1,09	140,00	2,16	1,50	0,53	0,09	2,26	160,00	2 024,85	2 023,97	2 007,49	15,60	16,48	29,42	31,18		
1 1/2"	47,00	49,00	48,40	1,25	1,09	140,00	1,23	1,50	1,98	5,24	8,47	160,00	2 023,97	2 021,46	2 007,49	16,48	16,05	31,18	31,27		
1 1/2"	49,00	50,00	56,00	1,25	1,09	140,00	1,23	1,50	2,29	6,10	9,80	160,00	2 021,46	2 019,17	2 002,16	16,05	19,30	31,27	36,51		
1 1/2"	50,00	53,00	28,00	1,25	1,09	140,00	1,42	1,50	1,15	1,49	4,90	160,00	2 019,17	2 018,02	2 008,26	19,30	10,91	36,51	30,41		
1 1/2"	53,00	56,00	54,10	1,25	1,09	140,00	1,09	1,50	2,22	10,36	9,47	160,00	2 018,02	2 015,81	2 009,75	19,30	8,27	30,41	28,92	Sub-ramal	
1 1/2"	56,00	58,00	68,00	1,25	1,09	140,00	1,58	1,50	1,59	1,23	6,79	160,00	2 015,81	2 014,22	1 999,39	16,42	16,06	39,28	40,51		
1 1/2"	58,00	61,00	33,00	1,25	1,09	140,00	1,69	1,50	2,58	1,45	11,03	160,00	2 014,22	2 011,64	1 999,61	16,06	12,03	40,51	39,06		
1 1/2"	61,00	64,00	61,00	1,25	1,09	140,00	1,61	1,50	5,41	14,98	23,12	160,00	2 011,64	2 009,14	1 999,61	12,03	11,32	39,06	40,85	Sub-ramal	
1 1/2"	64,00	69,00	132,10	1,25	1,09	140,00	1,22	1,50	3,86	13,92	16,50	160,00	2 009,14	2 003,72	1 997,82	12,03	20,88	40,85	55,83	Sub-ramal	
1 1/2"	69,00	73,00	36,30	1,25	1,09	140,00	1,14	1,50	1,49	5,61	6,35	160,00	2 003,72	1 999,86	1 982,84	20,88	30,84	55,83	69,75	Sub-ramal	
1 1/2"	73,00	74,00	33,50	1,25	1,09	140,00	1,14	1,50	1,37	5,16	5,86	160,00	1 999,86	1 997,00	1 974,53	20,84	23,84	69,75	64,14		
1 1/2"	74,00	76,00	33,50	1,25	1,09	140,00	1,14	1,50	3,96	3,69	16,92	160,00	1 997,00	1 993,04	1 979,69	17,31	17,04	64,14	58,98		
1 1/2"	76,00	77,00	86,70	1,25	1,09	140,00	1,52	1,50	2,08	1,12	8,89	160,00	1 993,04	1 990,96	1 976,00	17,31	13,84	62,67	61,65	Sub-ramal	
1 1/2"	77,00	79,00	50,60	1,25	1,09	140,00	1,70	1,50	2,56	0,90	10,92	160,00	1 990,96	1 985,40	1 977,12	17,31	10,38	61,65	60,65		
1 1/2"	79,00	80,00	10,00	1,25	1,09	140,00	1,28	1,50	0,41	0,89	1,75	160,00	1 985,40	1 987,99	1 978,02	10,38	9,08	60,65	59,76		

RAMALES SECUNDARIOS
RAMAL 1 PRINCIPAL

Ø	Est		Long m	Caudal l/s	Vel m/s	C	Diametro Teorico	Diametro Comercial	Hf m	Dif H	No tubos	Tipo PSI	Piezometrica		Cota terreno		Presion Dinamica		Presion Estatica		Observacion
	De	A											Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1 1/4"	17,00	18,00	27,00	1,25	1,58	140,00	1,29	1,25	2,69	2,32	4,73	160,00	2 027,43	2 024,74	2 009,68	2 007,36	17,75	17,38	28,99	31,31	Inicio Sub-ramal
2"	19,00	20,00	138,60	1,25	0,62	140,00	1,71	2,00	1,40	2,96	24,26	160,00	2 025,04	2 023,64	2 007,59	2 004,63	17,45	19,01	31,08	34,04	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	20,00	21,00	53,90	1,25	1,09	140,00	1,23	1,50	2,21	5,70	9,43	160,00	2 023,64	2 021,43	2 004,63	1 998,93	19,01	22,50	34,04	39,74	
1 1/2"	21,00	22,00	24,90	1,25	1,09	140,00	1,31	1,50	1,02	2,00	4,36	160,00	2 021,43	2 020,41	1 998,93	1 996,93	22,50	23,48	39,74	41,74	
1 1/2"	24,00	25,00	29,00	1,25	1,09	140,00	1,24	1,50	1,19	3,00	5,08	160,00	2 022,64	2 021,46	2 000,42	1 997,42	22,22	24,04	38,25	41,25	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	25,00	26,00	63,20	1,25	1,09	140,00	1,66	1,50	2,59	11,06	11,06	160,00	2 021,46	2 018,87	1 997,42	1 995,83	24,04	23,04	41,25	42,84	
1 1/2"	26,00	27,00	20,20	1,25	1,09	140,00	1,22	1,50	0,83	2,22	3,54	160,00	2 018,87	2 018,04	1 995,83	1 993,61	23,04	24,43	42,84	45,06	
1 1/2"	29,00	30,00	66,10	1,25	1,09	140,00	1,17	1,50	2,71	9,26	11,57	160,00	2 013,96	2 011,25	1 995,83	1 975,92	28,78	35,33	53,49	62,75	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	33,00	34,00	54,10	1,25	1,09	140,00	1,54	1,50	2,22	1,92	9,47	160,00	1 999,77	1 997,55	1 960,54	1 958,62	39,23	38,93	78,13	80,05	Inicio Sub-ramal

RAMALES SECUNDARIOS
RAMAL 2 PRINCIPAL

Ø	Est		Long m	Caudal l/s	Vel m/s	C	Diametro Teorico	Diametro Comercial	Hf m	Dif H	No tubos	Tipo PSI	Piezometrica		Cota terreno		Presion Dinamica		Presion Estatica		Observacion
	De	A											Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1 1/4"	50,00	51,00	24,70	1,25	1,58	140,00	1,15	1,25	2,46	3,74	4,32	160,00	2 019,17	2 016,71	2 008,26	2 004,52	10,91	12,19	30,41	34,15	Inicio Sub-ramal
1 1/4"	51,00	52,00	33,10	1,25	1,58	140,00	1,29	1,25	3,30	2,88	5,79	160,00	2 016,71	2 013,42	2 004,52	2 001,64	12,19	11,78	34,15	37,03	
1 1/2"	53,00	54,00	11,33	1,25	1,09	140,00	1,56	1,50	0,46	0,38	1,98	160,00	2 018,02	2 017,56	2 009,75	2 009,37	8,27	8,19	28,92	29,30	Inicio Sub-ramal
2"	61,00	62,00	12,01	1,25	0,62	140,00	2,04	2,00	0,12	0,11	2,10	160,00	2 011,64	2 011,51	1 999,61	1 999,50	12,03	12,01	39,06	39,17	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	64,00	65,00	38,41	1,25	1,09	140,00	1,46	1,50	1,57	1,80	6,72	160,00	2 009,14	2 007,56	1 997,82	1 996,02	11,32	11,54	40,85	42,65	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	69,00	70,00	11,78	1,25	1,09	140,00	1,34	1,50	0,48	0,84	2,06	160,00	2 003,72	2 003,24	1 982,84	1 982,00	20,88	21,24	55,83	56,67	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	75,00	82,00	52,80	1,25	1,09	140,00	1,32	1,50	2,16	3,98	9,24	160,00	1 997,00	1 994,84	1 979,69	1 975,71	30,34	19,13	69,75	73,73	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	69,00	83,00	31,00	1,25	1,09	140,00	1,08	1,50	1,27	6,35	5,43	160,00	2 003,72	2 002,45	1 982,84	1 976,49	20,88	25,96	55,83	62,18	Inicio Sub-ramal
1 1/2"	83,00	84,00	19,70	1,25	1,09	140,00	0,99	1,50	0,81	6,00	3,45	160,00	2 002,45	2 001,65	1 976,49	1 970,49	25,96	31,16	62,18	68,18	
1 1/2"	84,00	86,00	44,10	1,25	1,09	140,00	1,24	1,50	1,81	4,51	7,72	160,00	2 001,65	1 999,84	1 970,49	1 965,98	31,16	33,86	68,18	72,69	
1 1/2"	86,00	87,00	41,20	1,25	1,09	140,00	1,26	1,50	1,69	4,00	7,21	160,00	1 999,84	1 998,15	1 965,98	1 969,98	33,86	28,17	72,69	68,69	
1 1/2"	87,00	88,00	29,90	1,25	1,09	140,00	1,49	1,50	1,22	1,28	5,23	160,00	1 998,15	1 996,93	1 969,98	1 971,26	28,17	25,67	68,69	67,41	
1 1/2"	88,00	89,00	52,80	1,25	1,09	140,00	1,24	1,50	2,16	5,38	9,24	160,00	1 996,93	1 994,77	1 971,26	1 976,64	25,67	18,13	67,41	62,03	

Fuente: elaboración propia.

Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



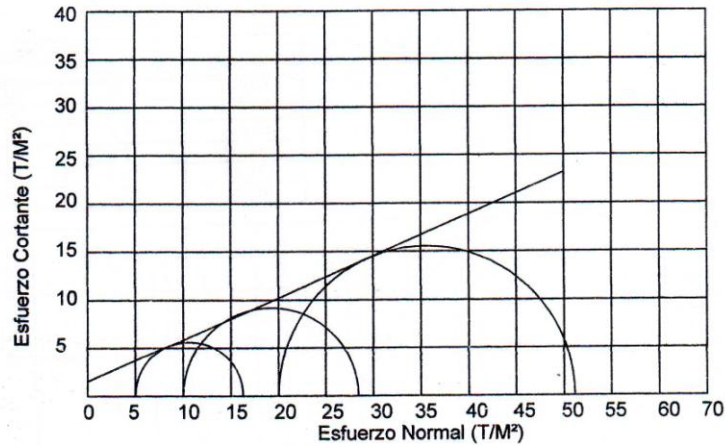
Nº 19141

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0142 S.S. O.T.: 28,299

INTERESADO: Juan Manuel Us Chay
PROYECTO: EPS-Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta para El Barrio Cementerio Viejo.
Ubicación: Municipio de Chinique de Las Flores, El Quiché.
Fecha: 11 de mayo de 2011.

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 23.5^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 1.59 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcillo arenoso color café.
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	11.28	18.43	31.15
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	4.0	7.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.11	1.11	1.11
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.40	1.40	1.40
HUMEDAD (%H)	26.3	26.3	26.3



Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Análisis granulométrico con tamices y lavado previo



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



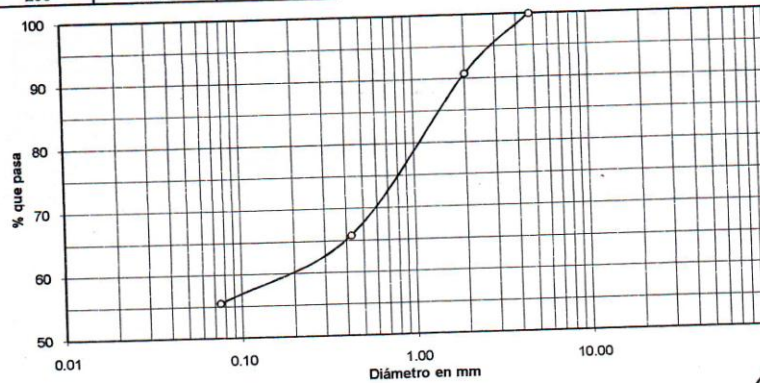
Nº 19124

INFORME No. 0143 S.S. O.T. No. 28,299

Interesado: Juan Manuel Us Chay
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: EPS-Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta para El Barrio Cementerio Viejo.
 Ubicación: Municipio de Chinique de Las Flores, El Quiché.
 Fecha: 11 de mayo de 2011

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1 1/2"	38.10	100.00
3/4"	19	100.00
4	4.75	100.00
10	2	90.77
40	0.425	65.78
200	0.075	55.50

% de Grava: 0.00
 % de Arena: 44.50
 % de finos: 55.50



Descripción del suelo: Limo arcillo arenoso color café.
 Clasificación: S.C.U.: ML P.R.A.: A-5
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.



Vo. Bo. *[Signature]*
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CI/USAC



[Signature]
 Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

Ensayo de límites de Atterberg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 19140

INFORME No. 0144 S. S. O.T.: 28,299

Interesado: Juan Manuel Us Chay
Proyecto: EPS-Diseño de la Escuela Oficial Urbana Mixta para El Barrio Cementerio Viejo.
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Chiniqué de Las Flores, El Quiché.
FECHA: 11 de mayo de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	44.6	9.5	ML	Limo arcillo arenoso color café.

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Análisis físico químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19670

O.T. No. 28 400		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 24 433	
INTERESADO: <u>JUAN MANUEL US CHAY</u> (CARNÉ No. 200312630)		PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO BUENA VISTA PRIMER CENTRO MUNICIPIO DE CHINIQUE DE LAS FLORES, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"</u>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Caserío Buena Vista, Primer Centro</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-05-25; 05 h 40 min.</u>			
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2011-05-25; 11 h 35 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Chinique</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>El Quiché</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>		4. OLOR: <u>Inodora</u>		7. TEMPERATURA: <u>--° C</u> (En el momento de recolección)	
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>		5. SABOR: <u>-----</u>		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>157,50 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>00,83 UNT</u>		6.potencial de Hidrógeno (pH) : <u>06,60 unidades</u>			
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
mg/L		mg/L		mg/L	
1. AMONIACO (NH ₃)	00,01	6. CLORUROS (CT)	11,50	11. SOLIDOS TOTALES	106,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,001	7. FLUORUROS (F)	00,06	12. SOLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO ₃)	04,62	8. SULFATOS (SO ₄)	09,00	13. SOLIDOS FIJOS	102,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	56,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	84,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS		CARBONATOS		BICARBONATOS	
mg/L		mg/L		mg/L	
00,00		00,00		78,00	
				ALCALINIDAD TOTAL	
				mg/L	
				78,00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de la 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. 21^{ra} EDITION 2 005, NORMAS COGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA, INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2011-06-13



[Signature]
Zenón Much Gómez
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



Vo.Bo. **Inga. Telma Mariela Cano Morales**
DIRECTOR 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>

Examen bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



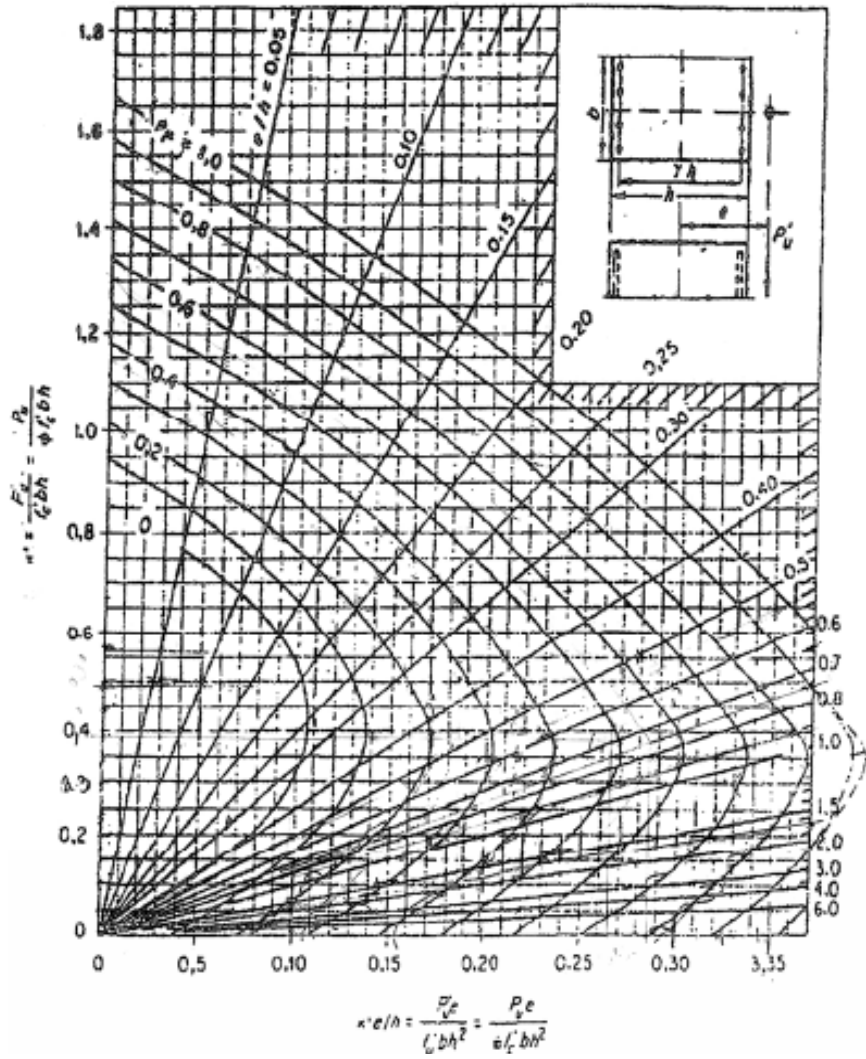
Nº 19671

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 28 400		INF. No. A – 311 289	
INTERESADO	<u>JUAN MANUEL US CHAY</u> (CARNÉ No. 200312630)		PROYECTO: <u>EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERIO BUENA VISTA PRIMER CENTRO MUNICIPIO DE CHINIQUE DE LAS FLORES DEPARTAMENTO QUICHE"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Buena Vista, Primer Centro</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2011-05-25; 05 h40 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2011-05-25; 11 h 35 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Chinique</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>El Quiché</u>		
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: <u>Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.</u>			
Guatemala, 2011-06-13			
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cando Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zenón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA – USAC –
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

ANEXOS

Diagrama de interacción para columna rectangular



Fuente: Gonzales, Robles, Casillas y Díaz de Cossio. Aspectos fundamentales del concreto reforzado. p. 396.

Tabla de factores de capacidad de carga de Terzaghi

Tabla 3.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi; ecuaciones (3.4), (3.5) y (3.6)

ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a	ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1 072.80
25	25.13	12.72	8.34				

^aSegún Kumbhojkar (1993)

Fuente: Braja M. Das, Principios de ingeniería de cimentaciones. 5ta edición. p. 197.

Cargas vivas en edificaciones AGIES NR-2:2000

Tipo de ocupación o uso	kg/m ²	Tipo de ocupación o uso	kg/m ²
Vivienda	200	Zonas de asientos	400
Oficina	250	Aulas y escuelas	200
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200	Bibliotecas	
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350	Área de lectura	200
Hoteles - alas de habitaciones	200	Depósito de libros	600
Hoteles - servicios y áreas públicas	500	Almacenes	
Escaleras privadas	300	Minoristas	350
Escalera públicas o de escape	500	Mayoristas	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300	Estacionamientos y garajes	
Áreas de salida y/o escape	500	Automóviles	250
Vestíbulos públicos	500	Rampas de uso colectivo	750
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500	Corredores de circulación	500
Salones de reunión		Servicio y reparación	500
Con asientos fijos	300	Bodegas	
Sin asientos fijos	500	Cargas livianas	600
Escenarios y circulaciones	500	Cargas pesadas	1 200
Instalaciones deportivas públicas			
Zonas de circulación	500		

Fuente: Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala. p. 22

PLANOS CONSTRUCTIVOS

1. Edificio escolar de dos niveles
 - 1.1. Planta amueblada y acotada
 - 1.2. Elevaciones y secciones
 - 1.3. Cimentación y columnas
 - 1.4. Cimentación y columnas
 - 1.5. Detalles de vigas y losas
 - 1.6. Losas y vigas
 - 1.7. Planta de acabados
 - 1.8. Iluminación
 - 1.9. Fuerza
 - 1.10. Agua potable
 - 1.11. Drenaje pluvial
 - 1.12. Drenaje sanitario

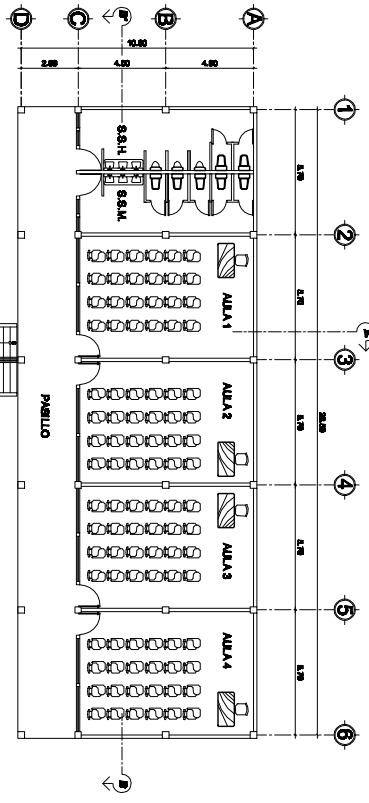
2. Sistema de agua potable
 - 2.1. Planta conjunto
 - 2.2. Planta perfil
 - 2.3. Planta perfil
 - 2.4. Planta perfil
 - 2.5. Planta perfil
 - 2.6. Planta perfil
 - 2.7. Planta perfil
 - 2.8. Planta perfil

2.9. Planta perfil

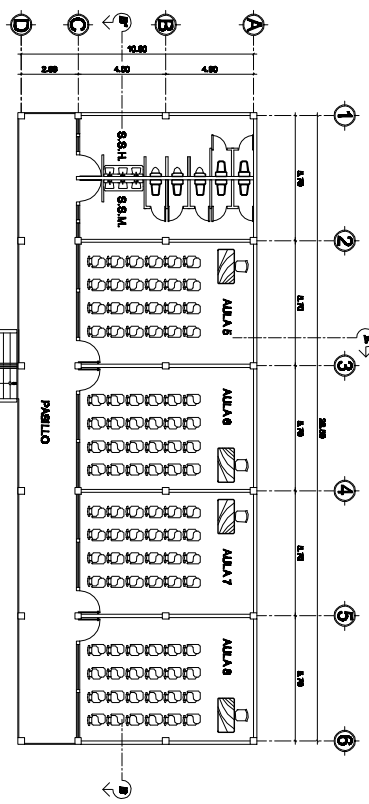
2.10. Planta perfil

2.11. Tanque de captación y válvulas

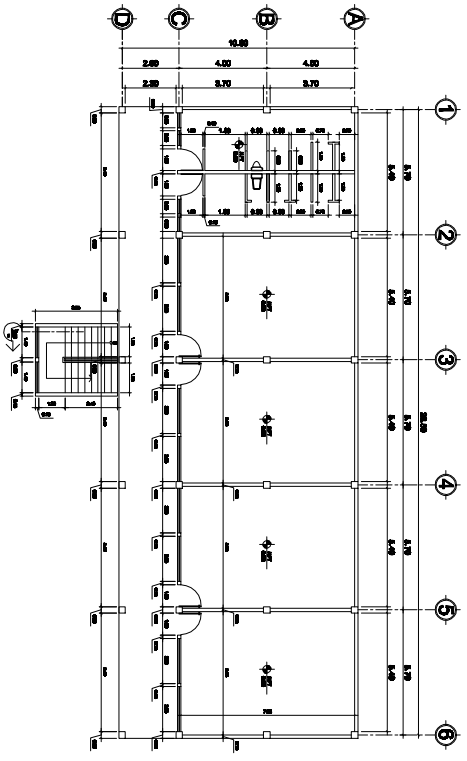
2.12. Tanque de distribución



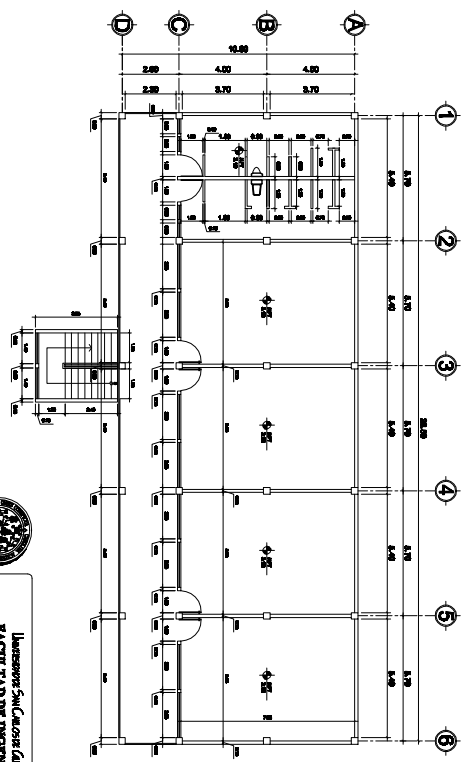
PLANTA BAJA AMERIADA




PLANTA ALTA AMERIADA



PLANTA BAJA ACOTADA

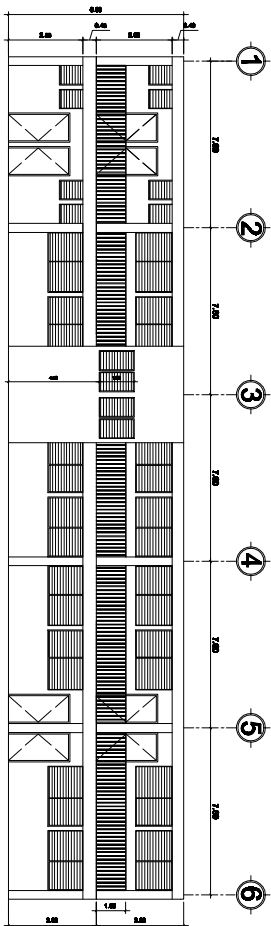


PLANTA ALTA ACOTADA



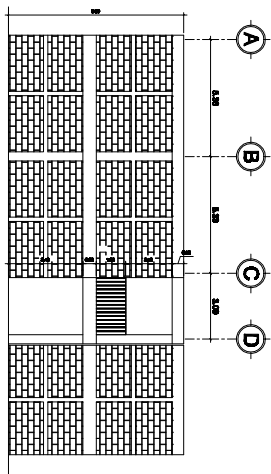
Universidad de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Proyectos

NOMBRE DEL PROYECTO	FECHA	ESCALA
PROYECTO DE DISEÑO DE UN CENTRO EDUCATIVO	15/05/2023	1/12
NOMBRE DEL ALUMNO	GRUPO	PROFESOR
ALVARO MORALES VILLALBA	101010101	INGENIERO
<p style="font-size: small;">Este documento es propiedad de la Universidad de Ingeniería y no debe ser reproducido sin el consentimiento expreso de la misma.</p>		



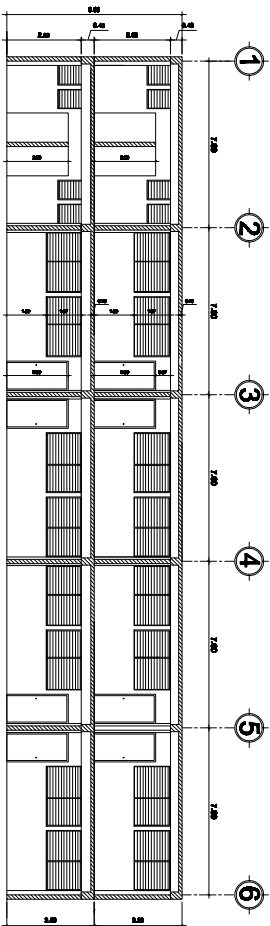
ELEVACION FRONTAL

ANEXO: 578



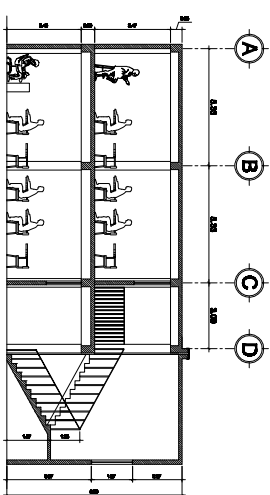
ELEVACION LATERAL

ANEXO: 579




ELEVACION FRONTAL

ANEXO: 578

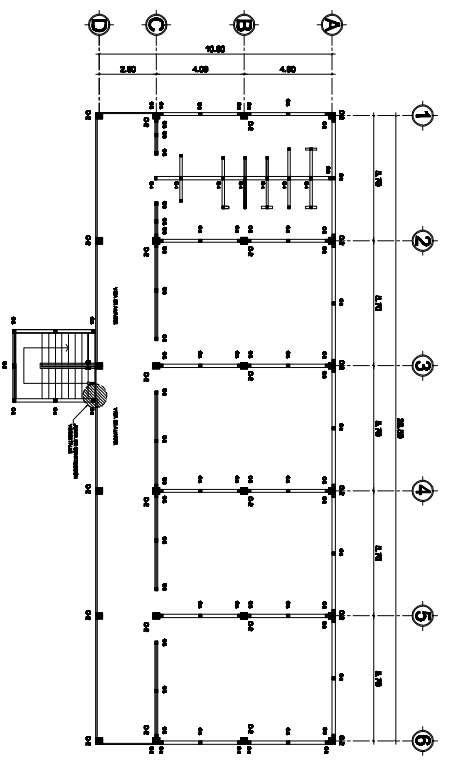
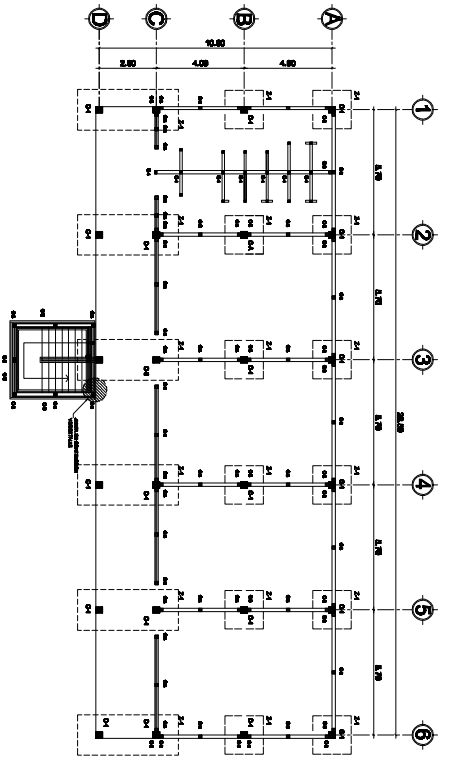


SECCION A - A'

ANEXO: 579

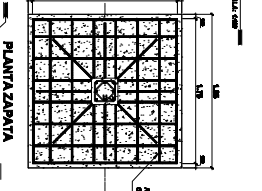
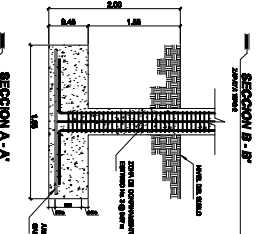
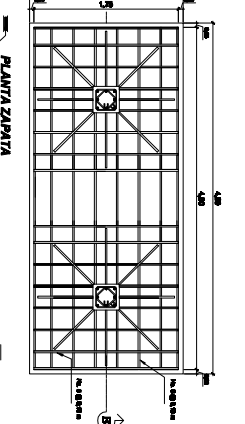
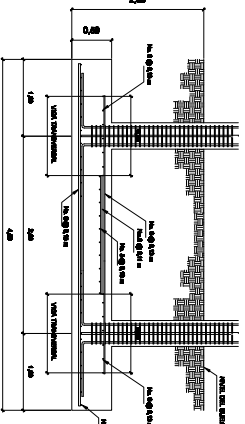
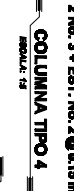
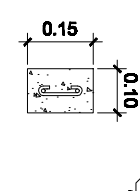
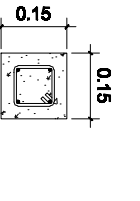
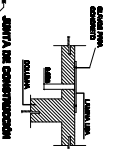
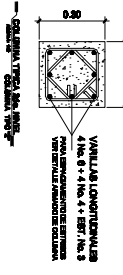
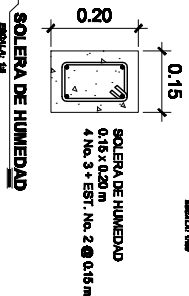
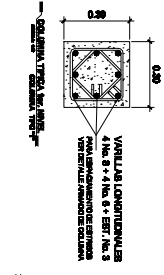

Universidad de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO: SIMULACIO


NOMBRE	CARRERA	SEMESTRE	FECHA
INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE INGENIERIA LABORATORIO: SIMULACIO			
1. ELABORACION DEL DISEÑO 2. REVISOR 3. APROBADO	4. CALIFICACION 5. FECHA	6. CALIFICACION 7. FECHA	
8 / 12		9 / 12	

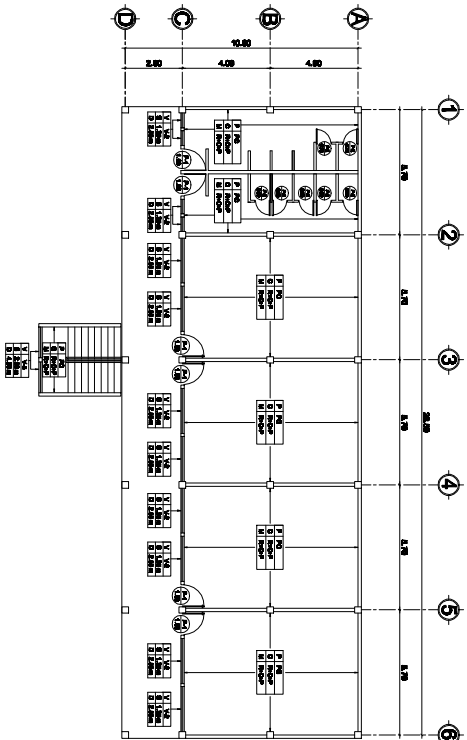


PLANTA BAJA CIMENTACION Y COLUMNAS

PLANTA ALTA COLUMNAS

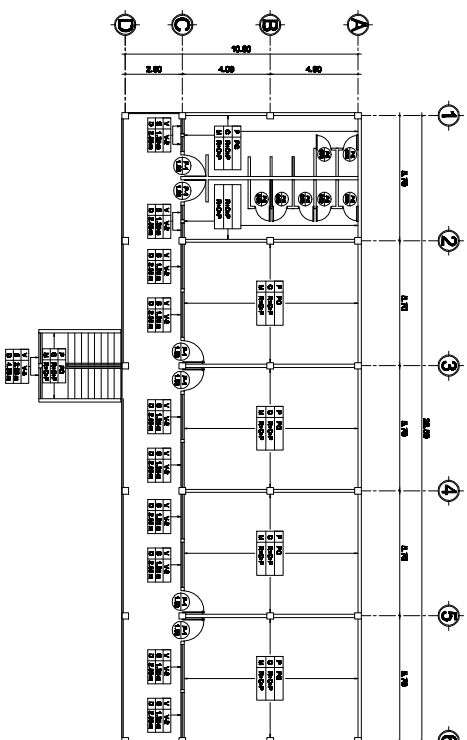



Инженерное бюро "Сибирь-Гарант"
РАСЧЕТЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
КАЧЕСТВО И СРОК ГАРАНТИИ
 Проектирование и строительство объектов инженерной инфраструктуры
 Новосибирск, ул. Мухоморова, д. 10
 Контакт: +7 (383) 211-11-11
 Сайт: www.sibgarant.ru
 3 / 12



PLANTA BAJA ACABADOS

ESCALA: 1/50



PLANTA ALTA ACABADOS

ESCALA: 1/50

SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA

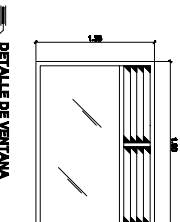
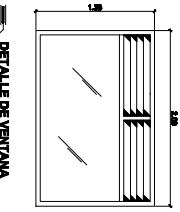
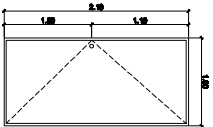
	ACABA ACABADO EN PISO, CERO Y LADO
	ACABA TIPO DE PARED Y ANCHO DE VANO
	ACABA TIPO DE VENTANA, BILBAO Y PANTALON
	ACABA TIPO DE PUERTA, BILBAO Y PANTALON
	ACABA TIPO DE PUERTA, BILBAO Y PANTALON CON MANEJO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	SEÑAL	ANCHO	ALTO	MATERIALES
V1	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V2	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V3	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V4	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V5	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V6	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V7	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V8	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V9	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V10	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V11	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V12	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V13	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V14	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V15	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V16	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V17	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V18	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V19	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL
V20	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO, CRISTAL, VENTANA DE ALUMINIO Y CRISTAL

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	SEÑAL	ANCHO	ALTO	MATERIALES	ESPECIES
P1	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO	1/2"
P2	2.50M	1.50M	2.50M	ALUMINIO	1/2"



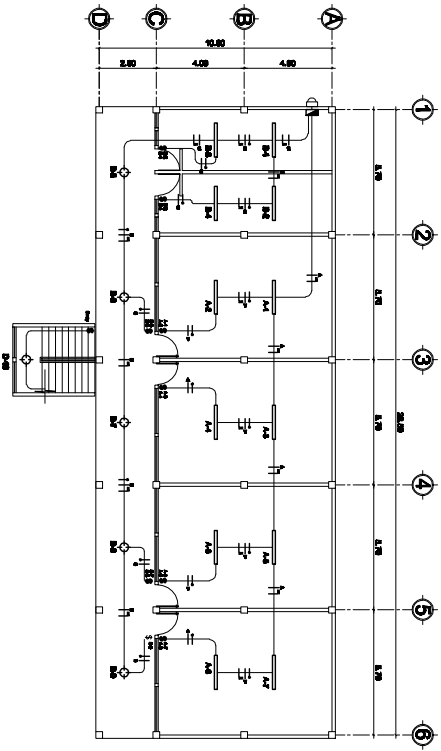
Universidad San Carlos de Guaymas
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE DISEÑO

INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA

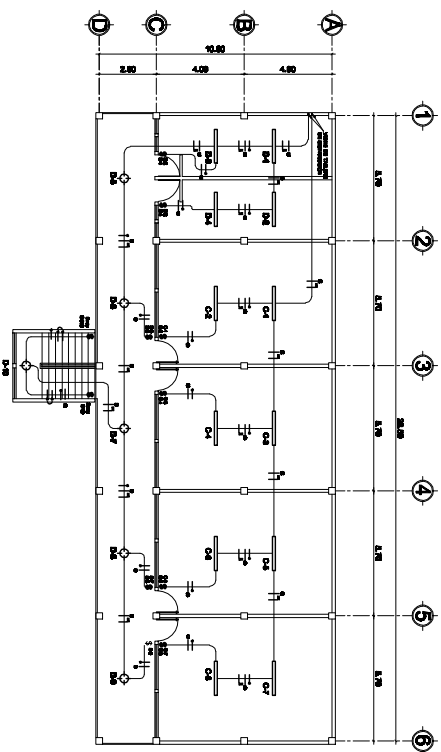
PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE INGENIERIA

ALUMNO: JUAN CARLOS

FECHA: 7/12



PLANTA BAJA ILUMINACION

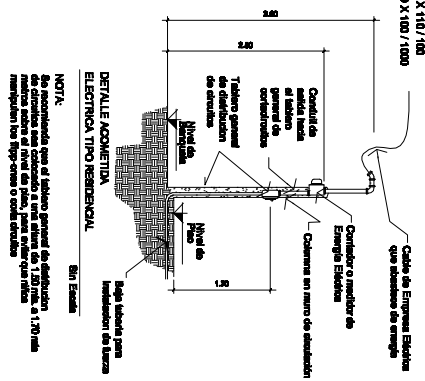


PLANTA ALTA ILUMINACION

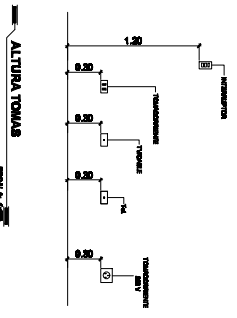
SIMBOLOGIA

	TIPO BANDO DE DISTRIBUCION
	LAMPARA DE CEILAO
	TIPO PUNO EL. ELECTRO 8 WATT
	LINEA AVA
	LINEA NEUTRA
	LINEA RETORNO
	INTERRUPTOR DOBLE 1x1=20 WATT.
	PUENTE 2x2x1
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 20W WATT

1000 x 1100 X 110 / 100
 APP - # 4100 X 100 / 1000



NOTA:
 Se recomienda que el tubo general de distribucion de conductores se instale en un tubo de PVC de 1 1/2" de diametro y que el tubo de PVC sea de tipo R-100 para resguardar los tipos de cable electrico.



ALTURA TOMAS

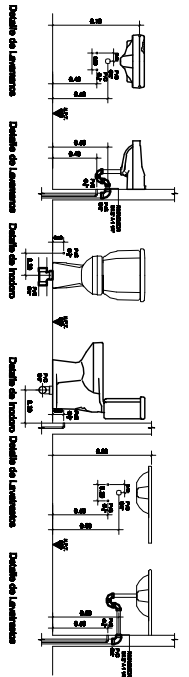
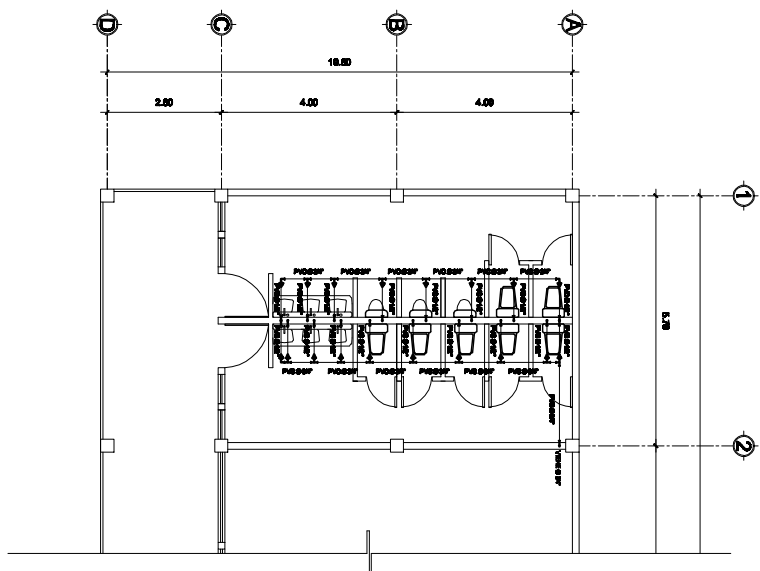
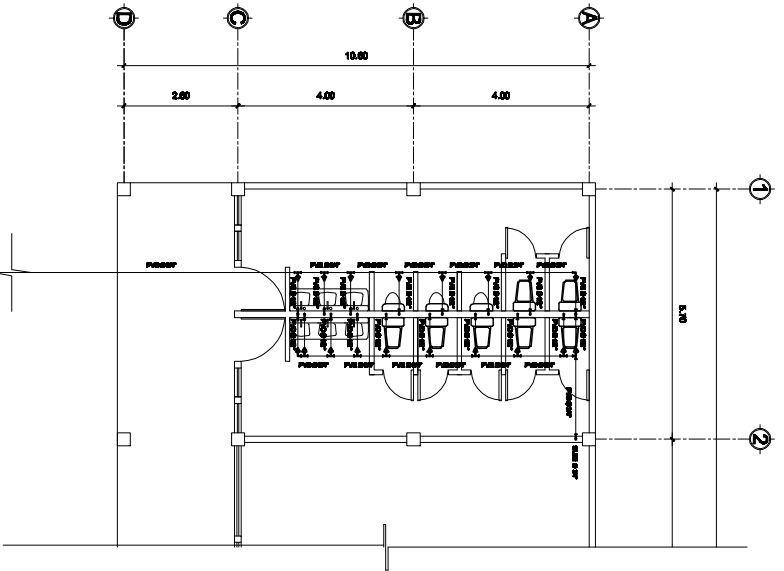
Ingeniero Sr. Carlos Ramirez
FACULTAD DE INGENIERIA
 Universidad Simon Bolivar

INFORMACION DEL PROYECTO

PROYECTO	INFORMACION DEL PROYECTO
FECHA	FECHA
PROYECTADO POR	PROYECTADO POR
REVISADO POR	REVISADO POR
APROBADO POR	APROBADO POR

1. LA INFORMACION DEL PROYECTO


8/12



PLANTA BAJA AGUA POTABLE

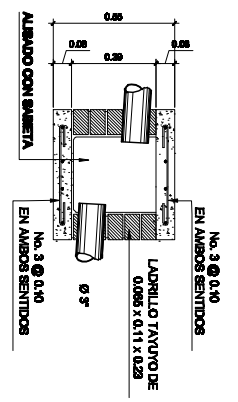
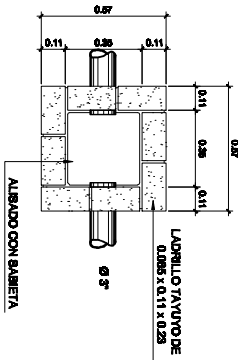
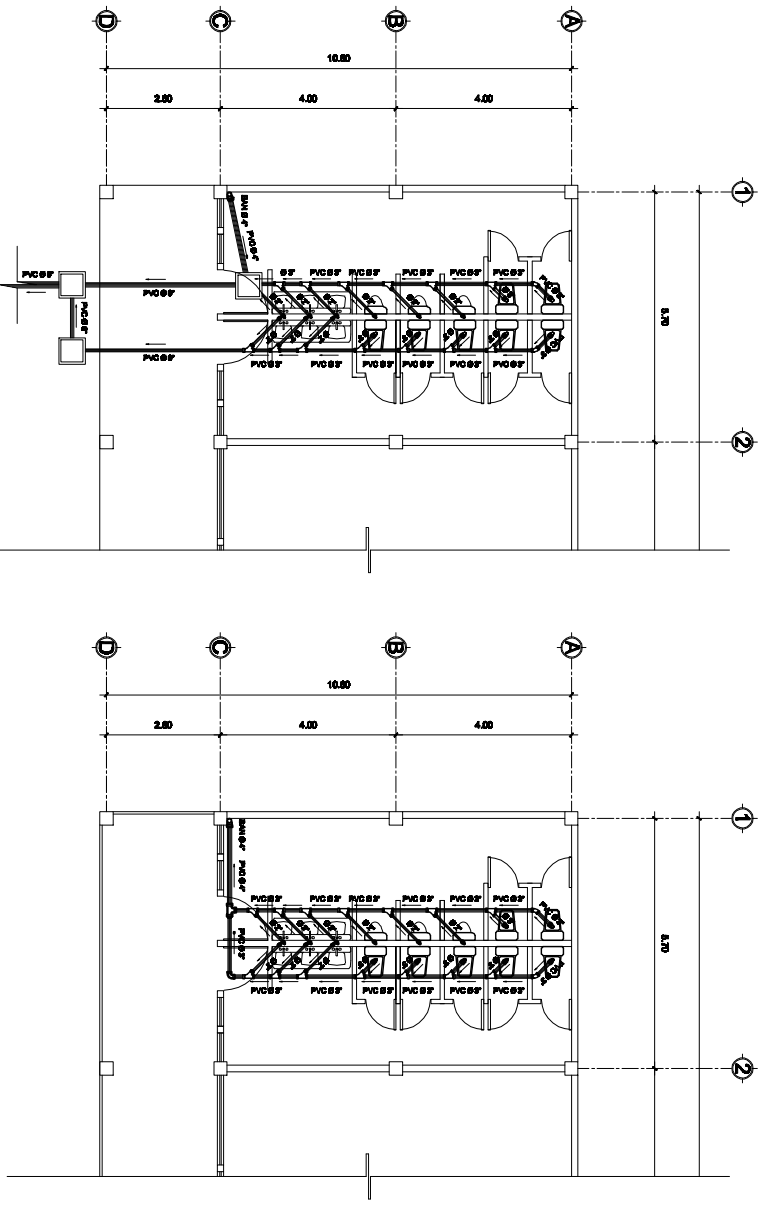
PLANTA ALTA AGUA POTABLE

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
□	ESQUEMA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-
○	TUBERIA DE PVC Ø 80 (SUCUCO) -ALTERNATIVA-
○	ESQUEMA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-
△	ALTERNATIVA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-
▽	ALTERNATIVA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-
○	ALTERNATIVA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-
○	ALTERNATIVA DE PLANTA DE LA INSTALACION -ALTERNATIVA-



Ingeniería Snc Carlos Farfán
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Ingeniería

<p>PROFESOR: ING. CARLOS FARFÁN</p> <p>ALUMNO: [Nombre]</p> <p>FECHA: 10/12</p>	<p>TÍTULO: [Título]</p> <p>FECHA: [Fecha]</p>
--	---



PLANTA BAJA UNIÓN

SECCIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).

ACERCA:

- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).


NOTAS:

- Reservado todos los derechos de propiedad intelectual.
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).
- El drenaje debe ser de tipo sanitario y de 6 pulgadas (152.4 mm).

TÍTULOS:

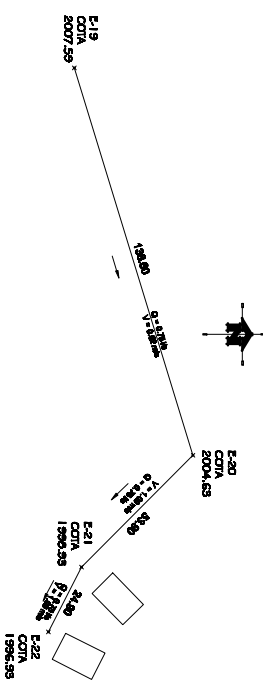
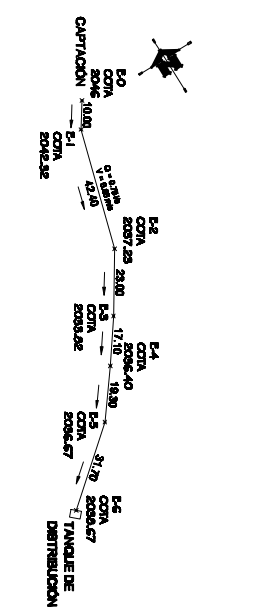
- Título de Ingeniero Civil en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Título de Ingeniero Civil en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Título de Ingeniero Civil en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Título de Ingeniero Civil en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

SIMBOLOGÍA	
	VENT VERTICAL
	COOQ. 6" VERTICAL
	COOQ. 6" HORIZONTAL
	COOQ. 6" HORIZONTAL
	INCLUSIÓN EN P.A.C.
	MANHOLE
	MANHOLE CON TAPA
	MANHOLE CON TAPA Y MARCO
	MANHOLE CON TAPA Y MARCO Y MARCO



Ingenieros Snc Carlos Ramirez
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio Sanitario

PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS.	FECHA: 18/12
CLIENTE: EMPRESA X S.A.	PROYECTISTA: INGENIERO CARLOS RAMIREZ
PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS.	FECHA: 18/12
CLIENTE: EMPRESA X S.A.	PROYECTISTA: INGENIERO CARLOS RAMIREZ



PLANTA CONDUCCION

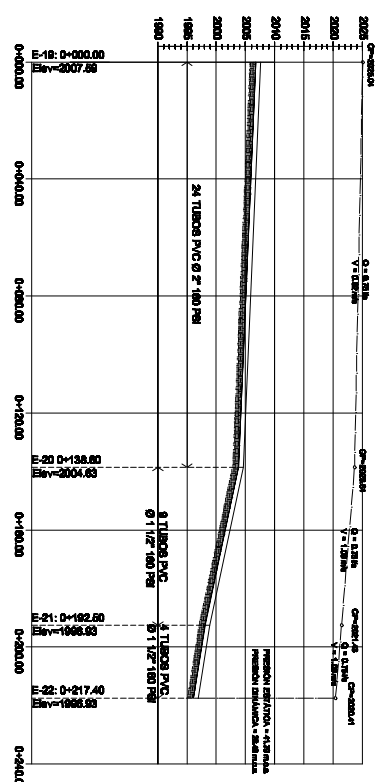
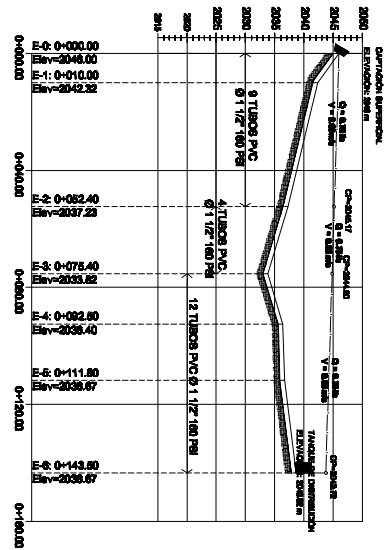
ESCALA: 1:750

PLANTA RAMAL 1 (SECUNDARIO)

(E-19 A E-22)

ESCALA: 1:750

SIMBOLOGIA	
	REDONDA: CONDUCCION SECUNDARIA
	CUADRO: TANGULE DE DISTRIBUCION
	CP: LINEA PERIFERICA CONTA INDEPENDIENTE
	Q: DUCTO EN VELOCIDAD (M)
	V: VALVULA



PERFIL CONDUCCION

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000


ESCALA VERTICAL: 1:500

PERFIL RAMAL 1 (SECUNDARIO)

(E-19 A E-22)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

ESCALA VERTICAL: 1:500



Universidad Simón Bolívar
FACULTAD DE INGENIERIA
Departamento de Saneamiento

PROFESOR MAGISTER EN CIENCIAS DE LA TIERRA INGENIERIA DE AGUAS	ASISTENTE INGENIERIA DE AGUAS
PROFESOR ASISTENTE INGENIERIA DE AGUAS	ASISTENTE INGENIERIA DE AGUAS
PROFESOR INGENIERIA DE AGUAS	ASISTENTE INGENIERIA DE AGUAS
PROFESOR INGENIERIA DE AGUAS	ASISTENTE INGENIERIA DE AGUAS

FECHA DE ENTREGA: 2013

FECHA DE RECEPCION: 2013

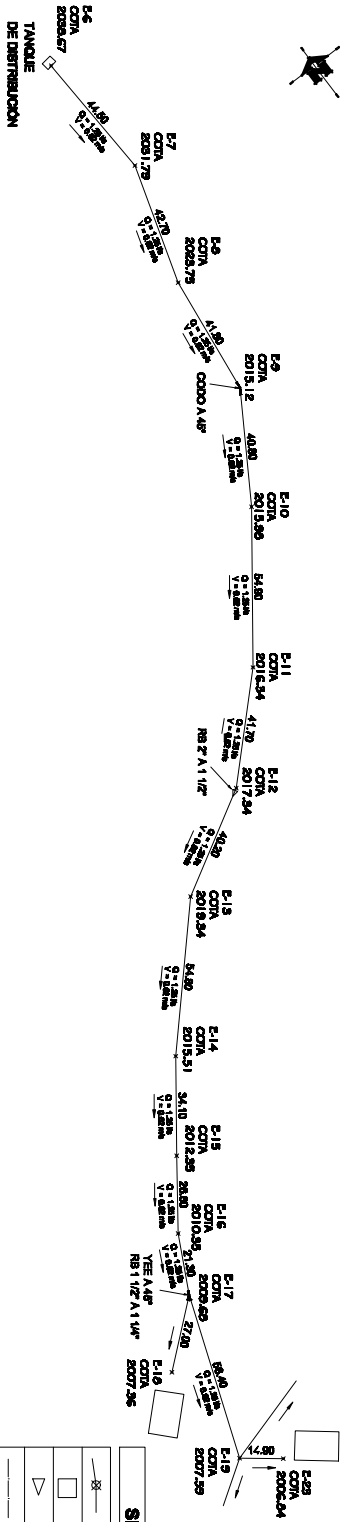
FECHA DE APROBACION: 2013

FECHA DE DEFENSA: 2013

FECHA DE CALIFICACION: 2013

FECHA DE PUBLICACION: 2013

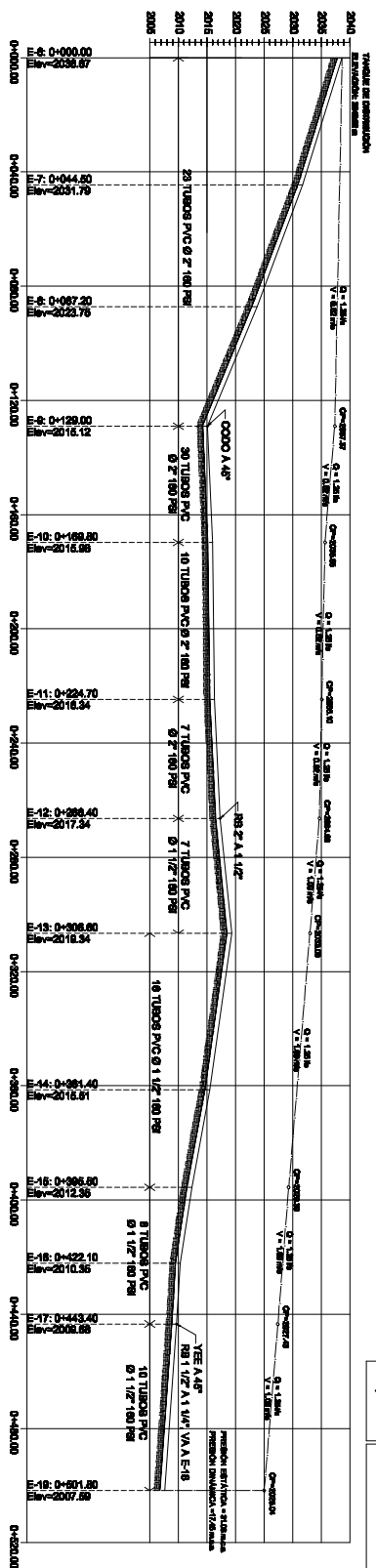
FECHA DE ARCHIVO: 2013



PLANTA RAMAL 1 (PRINCIPAL)
(E-6 A E-19)

ESCALA: 1:750

SIMBOLOGIA	
	ESTACION
	CANAL
	REDUCTOR MANNING (M)
	LINEA FISICOMETRICA
	CONTO DEL TERRENO
	CAUDAL (Q)
	VELOCIDAD (V)
	VELOCIDAD (V)
	CODO 45°



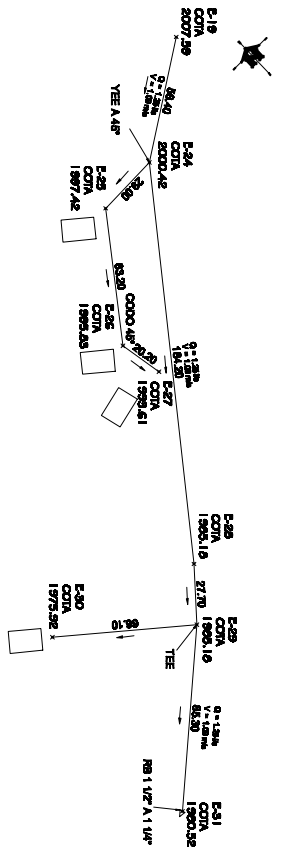
PERFIL RAMAL 1 (PRINCIPAL)
(E-6 A E-19)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

Universidad de Cienfuegos
ESCUELA DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería de Sanitario

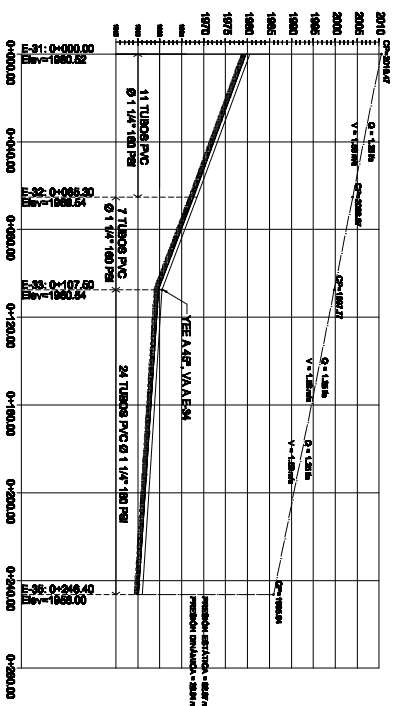
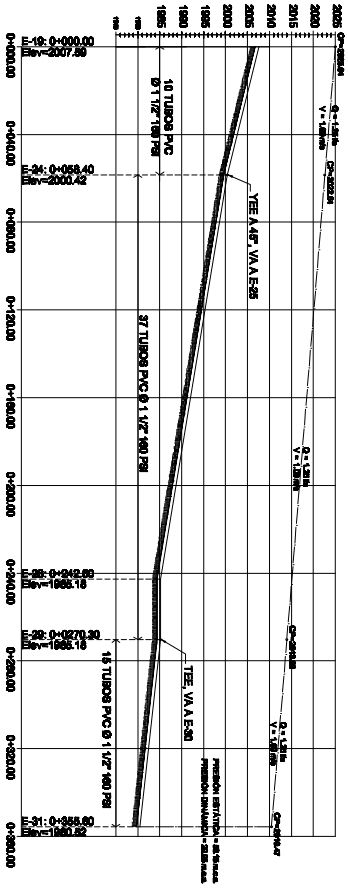
<p>PROFESOR: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>ASISTENTE: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>PROFESOR ASISTENTE: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>PROFESOR: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p>	<p>PROFESOR: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>ASISTENTE: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>PROFESOR ASISTENTE: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p> <p>PROFESOR: MSc. INGENIERO EN SANITARIA MSc. INGENIERO EN SANITARIA</p>
--	--

FECHA: 3/13




PLANTA RAMAL 1 (PRINCIPAL)
(E-19 A-E-31) Y (E-31 A-E-36)

ESCALA: 1:100



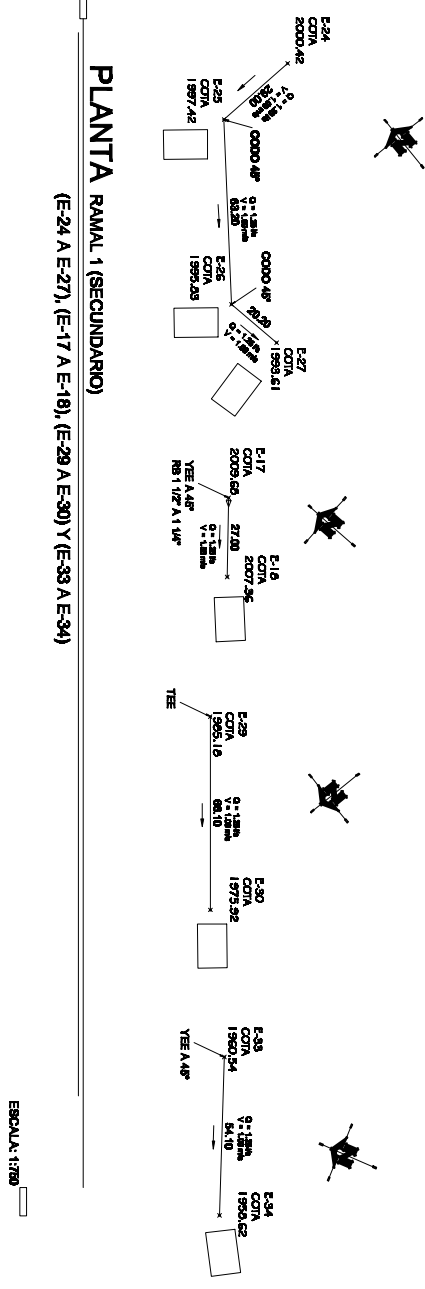
PERFIL RAMAL 1 (PRINCIPAL)
(E-19 A-E-31) Y (E-31 A-E-36)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

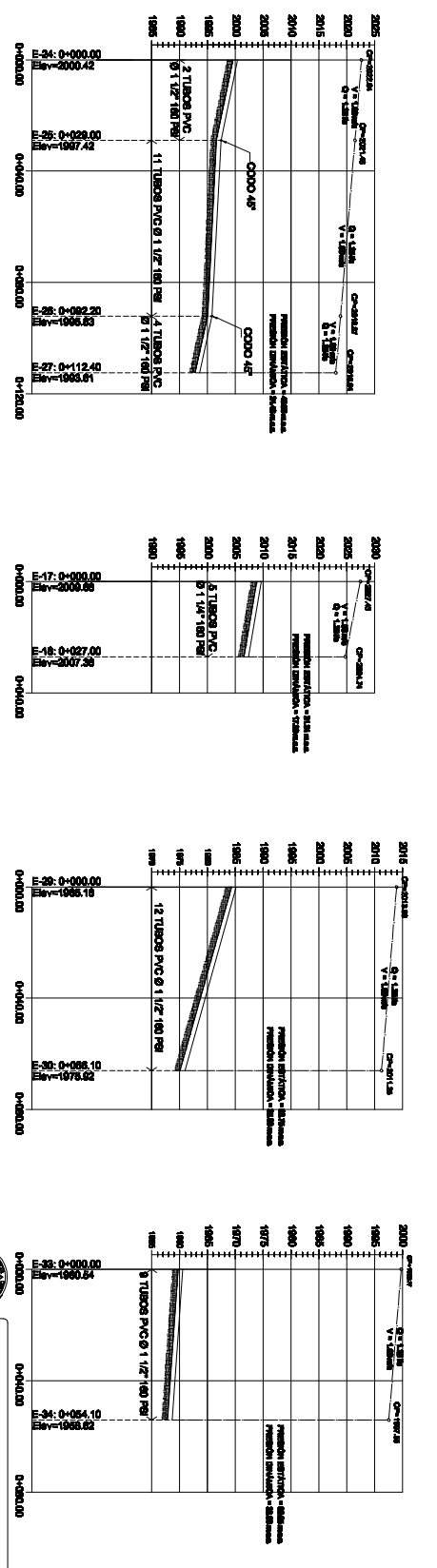


Ingeniería San Carlos de Lima
ZACUFLAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Simulación

<p>PROFESOR ASISTENTE EN INGENIERÍA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</p>	<p>PROFESOR ASISTENTE EN INGENIERÍA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</p>	<p>PROFESOR ASISTENTE EN INGENIERÍA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</p>
<p>RAFAEL VILA</p>	<p>RAFAEL VILA</p>	<p>RAFAEL VILA</p>
<p>4/13</p>	<p>4/13</p>	<p>4/13</p>



SIMBOLOGIA	
	SERVICIO
	CAJA
	INSULACION RESISTENTE (R)
	LINEA GEOMETRICA
	COTA MEDIANERA
	PERFIL DEL TERRENO
	CUBICAL (Q)
	VALORADO (V)
	YES A 4°
	CODO 4°

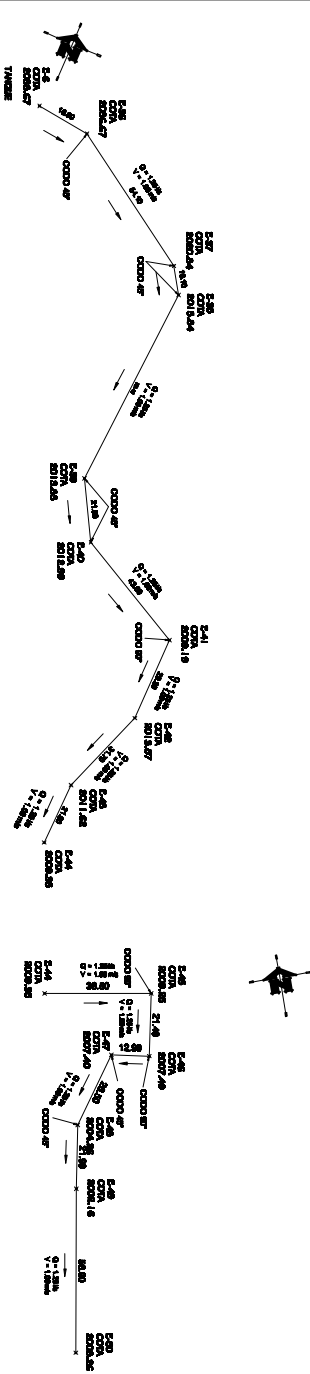


PERFIL RAMAL 1 (SECUNDARIO)
 (E-24 A E-27), (E-17 A E-18), (E-29 A E-30) Y (E-33 A E-34)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:500

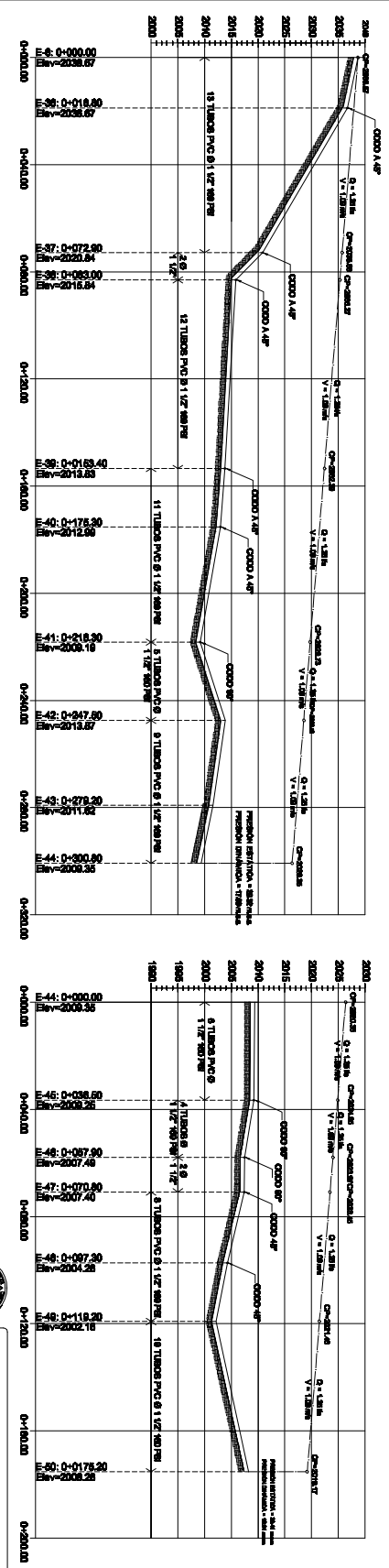
Universidad de Ingeniería
ESCUELA DE INGENIERIA
 LABORATORIO SIMULACION

PROYECTO	LABORATORIO DE SIMULACION
PROFESOR	RALPH BERL
ESTUDIANTE	ALVARO TORRES
FECHA	11/13




PLANTA RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-6 A E-44) Y (E-44 A E-50)

SIMBOLOGIA	
—	BRINCHOS
□	VALVA
△	RECTORIO BOMBAS (P)
CP	LINEA PERFORACION
○	OSPA/ RECONSTRUCCION
Q	CAUDAL (M)
V	VELOCIDAD (M/H)
→	SENDA DE TUBERIA
↔	VERE
↖	COORD 40°



PERFIL RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-6 A E-44) Y (E-44 A E-50)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

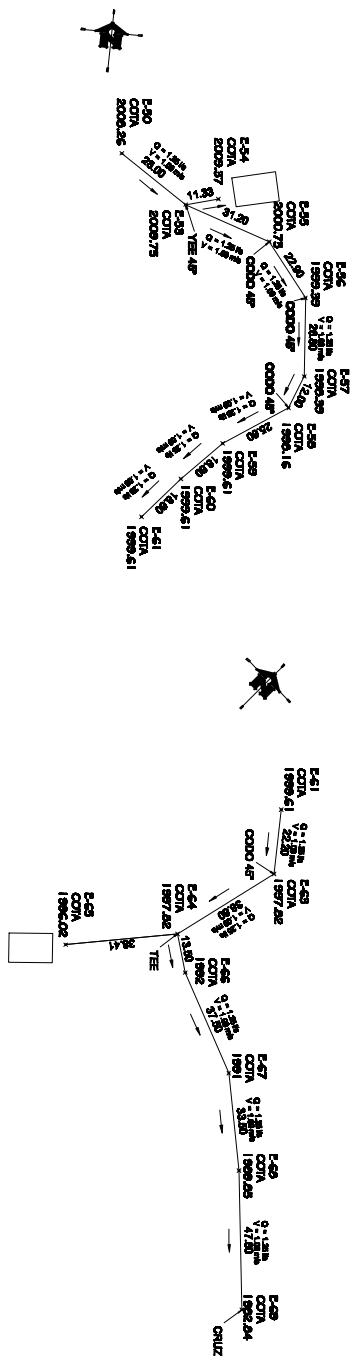


Ingeniería San Carlos de Lima
ZACULTAD DE INGENIERIA
EXPERIMENTAL SIMBOLIA

<p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR ASISTENTE INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p>	<p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p> <p>PROFESOR INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</p>
---	---

FECHA: 08/13

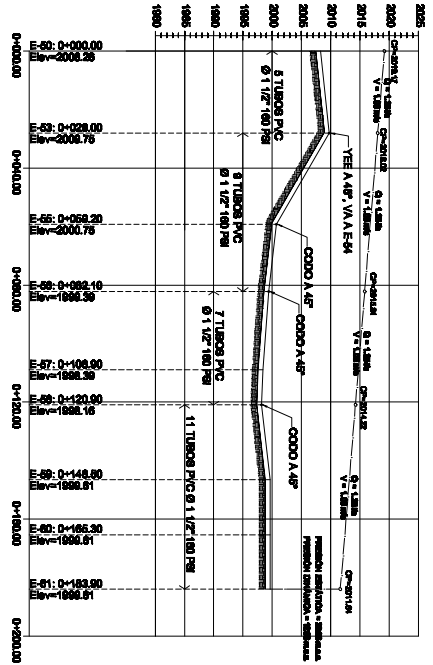
HOJA: 01/13



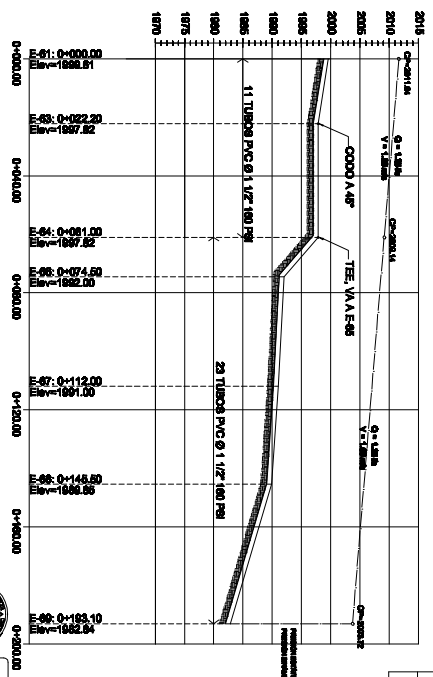
PLANTA RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-50 A E-61) Y (E-61 A E-89)

ESCALA: 1:750

SIMBOLOGIA	
	BRANCA
	DATA
	REDUCTOR (REDUCIDA)
	LINEA HORIZONTAL
	LINEA VERTICAL
	DIAMETRO (mm)
	VERTICAL (mm)
	VALVULA
	TEE
	CONEXION



PERFIL RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-50 A E-61) Y (E-61 A E-89)



ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:500

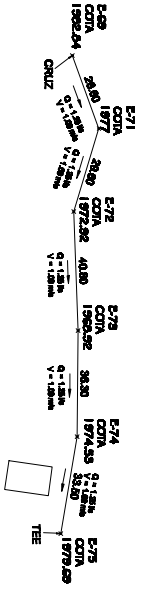
Universidad Simón Bolívar
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería Sanitaria

LABORATORIO DE SISTEMAS DE AGUAS

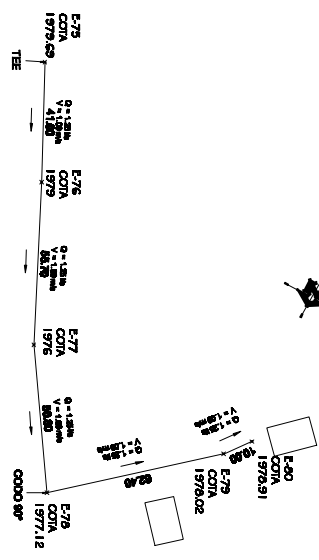
PROYECTO: AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

FECHA: 15/05/2013

HOJA: 7/13

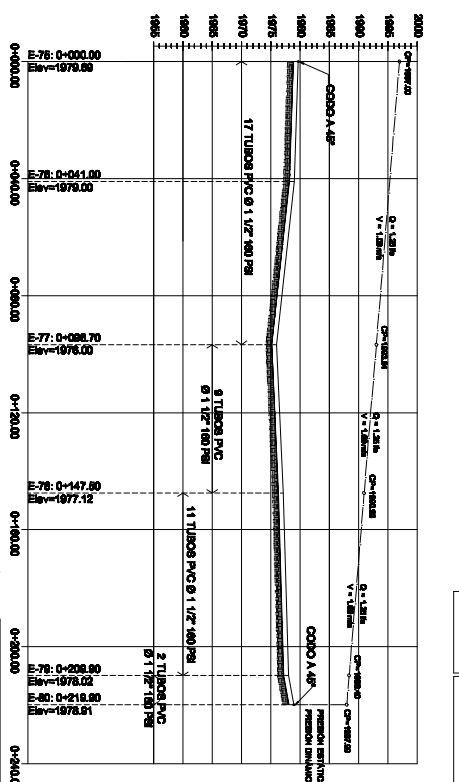
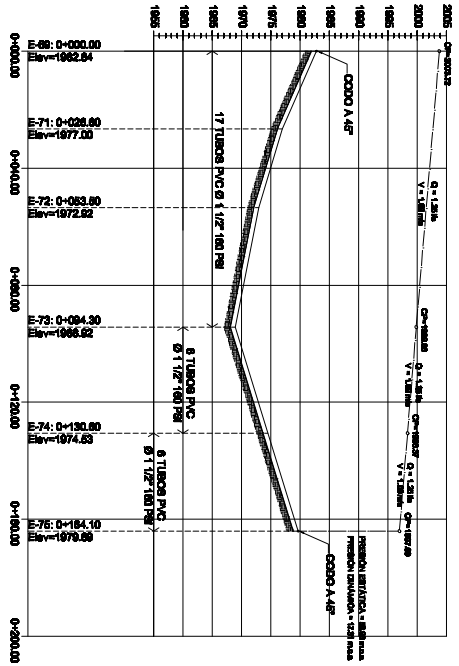


PLANTA RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-69 A E-75) Y (E-75 A E-80)



ESCALA: 1:750

SIMBOLOGIA	
	SERVICIO
	CANAL
	RECTORIO RECTANGULAR
	RECTORIO CIRCULAR
	LÍNEA (MATERIAL)
	DIÁM. (PULG.)
	LONGITUD (M)
	VALVULA
	TEE
	COMO MP

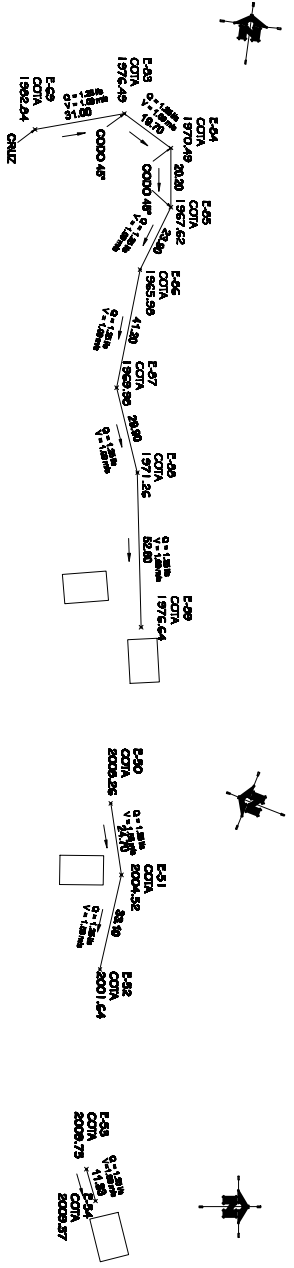


PERFIL RAMAL 2 (PRINCIPAL)
(E-69 A E-75) Y (E-75 A E-80)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

Ingenieros S.A. (Cesar) S.A.
ZACATELADO DE INGENIERIA
Expediente No. 10000000000000000000

<p>PROYECTO: RECTORIO MANIFIESTA, CANTON MANIFIESTA, PROVINCIA MANIFIESTA</p> <p>CLIENTE: MANIFIESTA</p> <p>FECHA: 15/03/2023</p> <p>HOJA: 8/13</p>	<p>PROYECTISTA: [Nombre]</p> <p>REVISOR: [Nombre]</p> <p>APROBADO: [Nombre]</p>
---	--

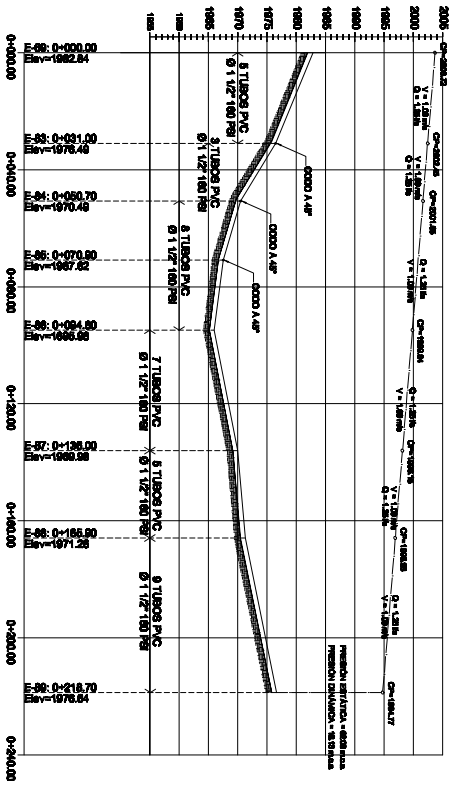


PLANTA RAMAL 2 (SECUNDARIO)

(E-99 A E-89), (E-50 A E-52) Y (E-53 A E-54)

ESCALA: 1:700

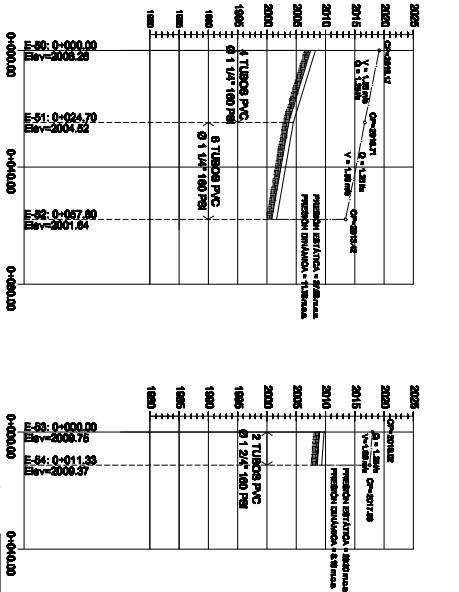
SIMBOLOGÍA	
	SERVICIO
	DATA
	INSPECCIÓN MANHOLE (IM)
	LÍNEA INSPECCIÓN MANHOLE (LIM)
	OPEN INSPECCIÓN MANHOLE
	PERFIL DEL TUBERÍO
	DIÁMETRO (mm)
	VELOCIDAD (m/s)
	PENDIENTE (%)
	VERTICAL
	MANHOLE
	DIÁMETRO (mm)




PERFIL RAMAL 2 (SECUNDARIO)

(E-99 A E-89), (E-50 A E-52) Y (E-53 A E-54)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

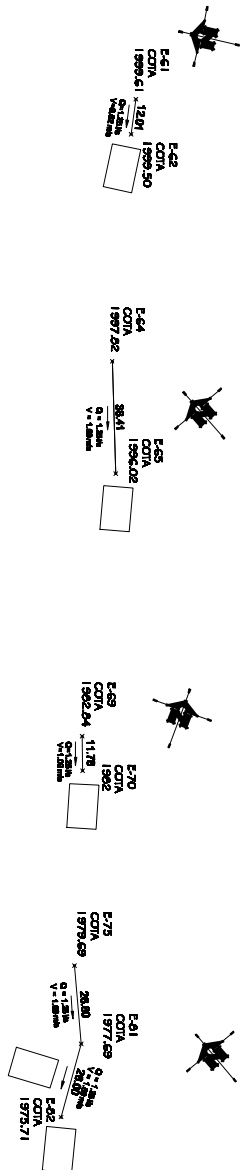




Universidad de Ingeniería y Tecnología
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Simulación

PROFESOR	ASISTENTE
ING. JUAN CARLOS GARCÍA	ING. JUAN CARLOS GARCÍA
PROFESOR ASISTENTE	PROFESOR ASISTENTE
ING. JUAN CARLOS GARCÍA	ING. JUAN CARLOS GARCÍA
ESTUDIANTE	ESTUDIANTE
ING. JUAN CARLOS GARCÍA	ING. JUAN CARLOS GARCÍA

FECHA: 09/13

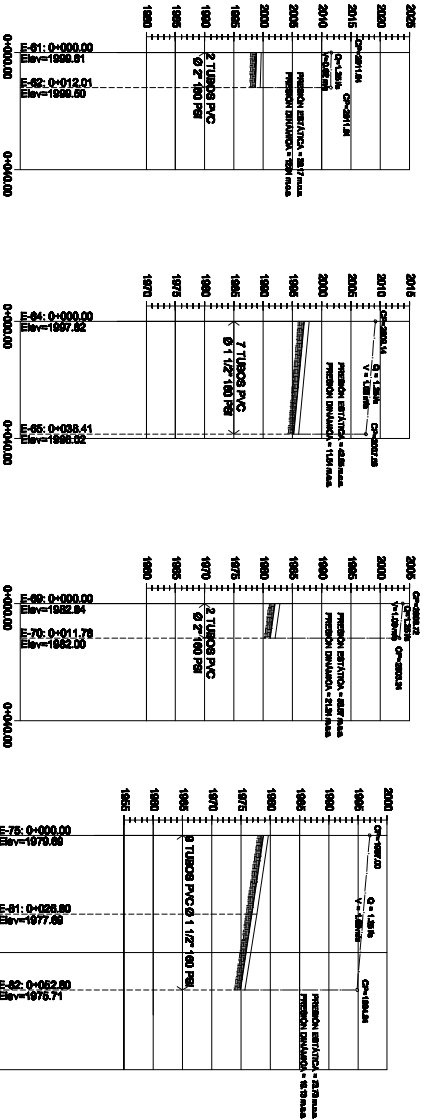


PLANTA RAMAL 2 (SECUNDARIO)

(E-61 A E-62), (E-64 A E-65), (E-69 A E-70) Y (E-75 A E-82)

ESCALA: 1:700

SIMBOLOGIA	
	ESTRUCTURA
	DATA
	RESECTOR SUBTERRANEO
	LÍNEA GEOMÉTRICA
	COTA GEOMÉTRICA
	PERFIL DEL TERRENO
	COTA (m)
	VERCADO (m)
	VERCADO
	VERCADO
	VERCADO



PERFIL RAMAL 2 (SECUNDARIO)

(E-61 A E-62), (E-64 A E-65), (E-69 A E-70) Y (E-75 A E-82)

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500

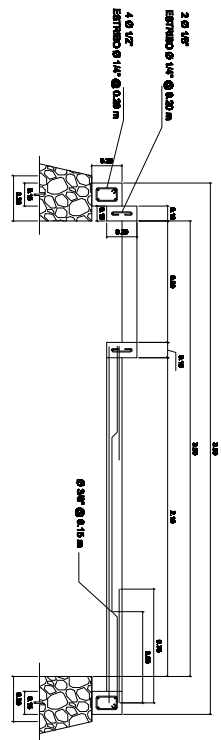
Universidad Simón Bolívar
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería

PROFESOR: MSc. JOSÉ ANTONIO GARCÍA GARCÍA

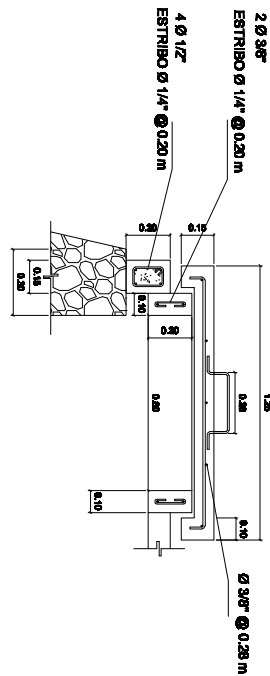
PROFESOR ASISTENTE: CAROLINA VILLALBA

ALUMNO: RAFAEL VELA

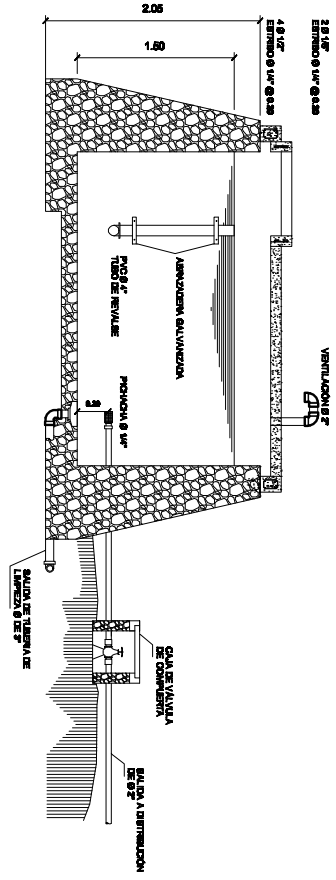
FECHA DE ENTREGA: 10/13



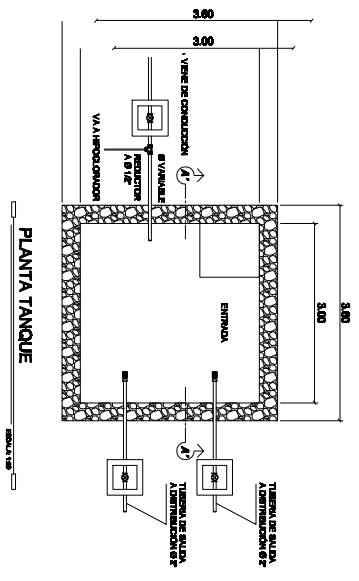
DETALLE SECCIÓN A - A'



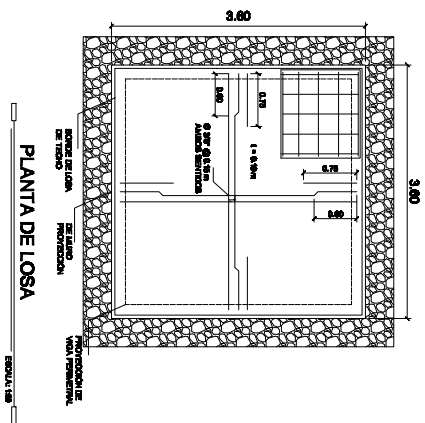
DETALLE TAVADERA



SECCIÓN A - A'



PLANTA TANQUE



PLANTA DE LOSA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONCRETO:

1. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².
2. El espigado grueso debe tener un diámetro mínimo de 12\"/>

ACERO:

1. El acero debe tener un fy = 2810 kg/cm².

MORTERO:

1. Proporción 1:2, una de cemento por dos de arena.
2. Cemento a utilizar debe ser tipo 40 kg, 50 kg, 60 kg, 70 kg, 80 kg, 90 kg, 100 kg, 110 kg, 120 kg, 130 kg, 140 kg, 150 kg, 160 kg, 170 kg, 180 kg, 190 kg, 200 kg, 210 kg, 220 kg, 230 kg, 240 kg, 250 kg, 260 kg, 270 kg, 280 kg, 290 kg, 300 kg, 310 kg, 320 kg, 330 kg, 340 kg, 350 kg, 360 kg, 370 kg, 380 kg, 390 kg, 400 kg, 410 kg, 420 kg, 430 kg, 440 kg, 450 kg, 460 kg, 470 kg, 480 kg, 490 kg, 500 kg, 510 kg, 520 kg, 530 kg, 540 kg, 550 kg, 560 kg, 570 kg, 580 kg, 590 kg, 600 kg, 610 kg, 620 kg, 630 kg, 640 kg, 650 kg, 660 kg, 670 kg, 680 kg, 690 kg, 700 kg, 710 kg, 720 kg, 730 kg, 740 kg, 750 kg, 760 kg, 770 kg, 780 kg, 790 kg, 800 kg, 810 kg, 820 kg, 830 kg, 840 kg, 850 kg, 860 kg, 870 kg, 880 kg, 890 kg, 900 kg, 910 kg, 920 kg, 930 kg, 940 kg, 950 kg, 960 kg, 970 kg, 980 kg, 990 kg, 1000 kg.
3. Su calidad debe de ser tipo ASTM C-110.

NOTAS:


- Las muras deben quedarlas para trabajar tanto sobre como bajo la tierra.
- Las inclinaciones serán de 3 cm, excepto donde se indique lo contrario.
- Y debe ser medida entre el centro de la tierra y la superficie de concreto.
- La base del muro deberá tener un espesor mínimo de 75 mm hasta su base.
- Las muras de piedra deberán impermeabilizarse en sus caras interiores por medio de una capa de sellado de concreto arena, proporción (1:1) doblemente espesa.

Las muros del tanque serán de concreto colado 87 % agua libre

53 % agua (formado y asent) proporción 1:2

LOSAS:

1. La losa de concreto debe tener un drenaje de 1% hacia las laderas y la superficie debe quedar curba con un camino-arena en proporción (1:1)
2. El concreto deberá tener una proporción de 1:2:3


Ingenieros Snc Carlos Ramirez
FACULTAD DE INGENIERIA
 Universidad Simón Bolívar

PROYECTO	REVISOR	FECHA	HOJA
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA	18/03/2018	18/03
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA	18/03/2018	18/03
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA	18/03/2018	18/03
PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA	18/03/2018	18/03

