



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO,
ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

Otto Mauricio Pérez Flores

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, junio de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO,
ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

OTTO MAURICIO PÉREZ FLORES

ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Inga. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V:	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO


DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR:	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIA:	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA
DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO,
ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 28 de julio de 2009.


OTTO MAURICIO PÉREZ FLORES



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 16 de abril de 2010.
Ref.EPS.DOC.596.04.10.

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 **Otto Mauricio Pérez Flores** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200413462**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**.

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

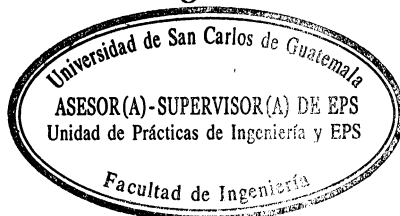
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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

c.c. Archivo
ARSG/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de abril de 2010.
Ref.EPS.D.320.04.10

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 PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Otto Mauricio Pérez Flores**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García .

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



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



Guatemala,
12 de mayo 2010

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otto Mauricio Pérez Flores, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

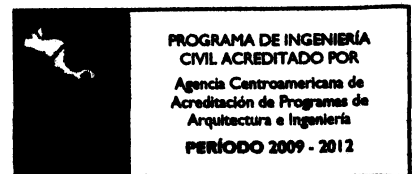

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

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





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



Guatemala,
19 de abril de 2010

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Otto Mauricio Pérez Flores, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Otto Mauricio Pérez Flores, titulado DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo de 2010

/bbdeb.



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 PRIMARIA EN EL CASCO URBANO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Otto Mauricio Pérez Flores**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, junio de 2010

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, dirección, fuerza, protección y permitirme lograr este triunfo.

MIS PADRES

Francisco Otoniel Pérez Girón (q.e.p.d.)

Elvia Flores Morales de Pérez

Por sus múltiples sacrificios, apoyo y amor incondicional que me brindaron, a ellos dedico este triunfo alcanzado.

MIS ABUELITOS

Por su cariño, amor y sus buenos consejos los llevo siempre en mi corazón.

MIS HERMANOS

Elvia Eugenia y Luis Eduardo.

Con cariño y aprecio, por su comprensión y apoyo, que mi triunfo sea un ejemplo para que sigan adelante.

MI SOBRINITO

Anthony André González Pérez, con amor.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A todos los que de una u otra forma contribuyeron con conocimientos, motivación y consejos para alcanzar este triunfo.

**LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS**

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

**ING. ANGEL ROBERTO
SIC GARCIA**

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

**A LA MUNICIPALIDAD
DE SAN JUAN ERMITA**

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

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

ACTO QUE DEDICO A:

MI MADRE

ELVIA I. FLORES MORALES DE PÉREZ

Hoy soy Ingeniero Civil y lo debo a la fuerza de tu juventud dedicada a mí, lo debo al desgaste de tus ojos a consecuencia del trabajo, lo debo a la forma tan especial en que me has encomendado a Dios, lo debo al amor desde cuando estuve en tu vientre, que esto sea una mínima recompensa a tus sacrificios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVO	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA	1
1.1 Generalidades	1
1.1.1 Límites y localización	1
1.1.2 Accesos y comunicaciones	1
1.1.3 Topografía e hidrografía	2
1.1.4 Aspectos climáticos	2
1.1.5 Actividades económicas	3
1.1.6 Aspectos poblacionales	3
1.1.7 Educación	4
1.1.8 Recurso agua	5
1.2 Principales necesidades del municipio	6
1.2.1 Edificios escolares	6
1.2.2 Abastecimientos de agua potable	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1 Diseño de escuela primaria para el casco urbano del municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.	9

2.1.1 Descripción del proyecto	9
2.1.2 Documentación bibliográfica	10
2.1.2.1 Normas para diseño de edificios educativos	10
2.1.2.1.1 Iluminación	11
2.1.2.1.1.1 Dimensión de ventanas	12
2.1.2.1.1.2 Proporción del local	12
2.1.2.1.1.3 Brillantez	12
2.1.2.1.1.4 Tipos de iluminación	14
2.1.2.1.1.4.1 Iluminación unilateral	14
2.1.2.1.1.4.2 Iluminación bilateral	15
2.1.2.1.1.4.3 Iluminación cenital	15
2.1.2.1.1.4.4 Iluminación artificial	15
2.1.2.1.2 Criterios de color	16
2.1.2.1.3 Criterios de ventilación	18
2.1.2.1.3.1 Áreas de abertura	18
2.1.2.1.4 Confort acústico	19
2.1.2.1.4.1 Generalidades	19
2.1.2.1.4.2 Fuentes de ruido	19
2.1.2.1.4.2.1 El exterior	20
2.1.2.1.4.2.2 Otros ambientes educativos	20
2.1.2.1.4.2.3 Interior del ambiente	21
2.1.2.1.5 Instalaciones	21
2.1.2.1.5.1 Instalaciones de agua potable	22
2.1.2.1.5.1.1 Abastecimiento	22
2.1.2.1.5.1.2 Gasto	23
2.1.2.1.5.2 Instalación sanitaria	24
2.1.2.1.5.2.1 Redes	24
2.1.2.1.5.2.2 Registro	24

23	2.1.2.1.5.2.3	Drenaje pluvial	24
24	2.1.2.1.5.2.4	Drenaje sanitario	26
25	2.1.2.1.5.2.5	Fosas sépticas	27
26	2.1.2.1.5.2.6	Pozos de absorción	28
26	2.1.2.1.5.2.7	Disposiciones especiales	28
27	2.1.2.1.5.3	Instalaciones eléctricas	29
28	2.1.2.1.5.3.1	Distribución	29
29	2.1.2.1.5.3.2	Circuitos y controles	31
30	2.1.2.1.5.3.3	Luminarias	34
31	2.1.2.1.6	Equipamiento	35
32	2.1.2.1.6.1	Definición	35
33	2.1.2.1.6.2	Características	35
34	2.1.2.1.6.3	Factores	36
35	2.1.2.1.6.3.1	El usuario	36
36	2.1.2.1.6.3.2	Tecnología	36
36	2.1.2.1.6.3.3	Tipo de escuela	36
37	2.1.2.1.7	Zonificación	37
38	2.1.2.1.8	Tamaño del edificio	38
38	2.1.2.1.8.1	Capacidad	38
38	2.1.2.1.9	Conjunto arquitectónico	38
38	2.1.2.1.10	Emplazamiento	38
39	2.1.2.1.11	Orientación	39
40	2.1.2.1.11.1	Superficie	40
41	2.1.2.1.11.2	Altura	41
41	2.1.2.1.12	Accesos	41
42	2.1.2.1.13	Espacios	42
42	2.1.2.1.13.1	Espacios educativos	42
43	2.1.2.1.13.2	Aula teórica	43
43	2.1.2.1.13.2.1	Función	43

2.1.2.1.13.2.2	Capacidad	44
2.1.2.1.13.2.3	Área por alumno	44
2.1.2.1.13.2.4	Superficie total	45
2.1.2.1.13.2.5	Forma	45
2.1.2.1.13.2.6	Confort	46
2.1.2.1.13.2.6.1	Visual	46
2.1.2.1.13.2.6.2	Acústicos	46
2.1.2.1.13.2.6.3	Térmico	46
2.1.2.1.13.2.6.4	Mobiliario y	
	equipo	47
2.1.2.1.13.2.6.5	Instalaciones	48
2.1.2.1.13.2.6.6	Acabados	48
2.1.2.1.13.2.6.7	Seguridad	49
2.1.2.1.13.3	Aula unitaria	49
2.1.2.1.13.4	Aula de proyecciones	50
2.1.3	Trabajo técnico profesional	51
2.1.3.1	Investigación preliminar	51
2.1.3.1.1	Antecedentes	51
2.1.3.1.2	Reconocimiento del lugar	52
2.1.3.1.3	Capacidad de alumnos	52
2.1.3.1.4	Tipo de estructura a diseñar	52
2.1.3.2	Distribución arquitectónica	53
2.1.3.2.1	Prediseño del edificio	53
2.1.3.2.1.1	Cargas gravitacionales	53
2.1.3.2.2	Predimensionamiento de elementos	54
2.1.3.2.2.1	Columnas	54
2.1.3.2.2.2	Vigas	55
2.1.3.2.2.3	Losas	55
2.1.3.3	Análisis estructural	56

2.1.3.3.1	Modelo matemático	56
2.1.3.3.1.1	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles unidos con nudos rígidos	58
2.1.3.3.1.2	Cargas verticales en marcos rígidos	58
2.1.3.3.1.3	Cargas horizontales en marcos dúctiles unidos con nudos	61
2.1.3.3.1.4	Fuerzas sísmicas	62
2.1.3.3.2	Análisis estructural de marcos por el método de Kani	77
2.1.3.3.3	Resultado de los análisis de Kani -sentido y-	85
2.1.3.3.4	Envolvente de momentos	87
2.1.3.3.5	Balance de momentos	87
2.1.3.3.6	Cálculo del momento positivo en vigas	88
2.1.3.3.6.1	Cálculo de cortes	89
2.1.3.3.7	Resultado de los análisis de kani -sentido X-	92
2.1.3.4	Diseño estructural	94
2.1.3.4.1	Diseño de losa del nivel 1	95
2.1.3.4.2	Diseño de la losa del segundo nivel	103
2.1.3.4.3	Diseño de vigas	104
2.1.3.4.4	Diseño de columnas	109
2.1.3.4.4.1	Columna típica nivel 2	109
2.1.3.4.5	Diseño de cimiento	117
2.1.3.4.5.1	Zapata tipo 1	118
2.1.3.4.5.2	Zapata tipo 2,3	122
2.1.3.4.6	Diseño de modulo de gradas	123
2.1.3.5	Cronograma de ejecución	126

2.1.3.6	Presupuesto	127
2.2	Diseño de línea de conducción de agua potable para barrio El Pinalito, aldea Buena Vista, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.	129
2.2.1	Descripción del proyecto	129
2.2.2	Documentación bibliográfica	129
2.2.2.1	Levantamiento topográfico	129
2.2.2.1.1	Planimetría	130
2.2.2.1.1.1	Error angular	131
2.2.2.1.2	Altimetría	131
2.2.2.1.2.1	Error de nivelación	132
2.2.2.1.3	Medición de distancias	132
2.2.2.2	Aforo de un nacimiento de agua	132
2.2.2.3	Calidad del agua	133
2.2.2.4	Crecimiento de la población	135
2.2.2.5	Períodos de diseño	136
2.2.2.6	Dotación	136
2.2.2.7	Demanda	137
2.2.2.8	Factor de día máximo (FDM)	137
2.2.2.9	Factor de hora máxima (FHM)	138
2.2.2.10	Almacenamiento	138
2.2.2.11	Principales componentes del sistema de agua potable	138
2.2.2.11.1	Captación	138
2.2.2.11.2	Línea de conducción	139
2.2.2.11.3	Caja rompe presión	139
2.2.2.11.4	Válvula de aire	140
2.2.2.11.5	Válvula de limpieza	140
2.2.2.11.6	Tanque de distribución	141

2.2.3	Trabajo técnico profesional	141
2.2.3.1	Condiciones actuales del nacimiento del agua y de terrenos por donde pasa la línea de agua.	141
2.2.3.1.1	Fuente disponible	141
2.2.3.1.1.1	Calidad del agua	142
2.2.3.1.1.1.1	Análisis bacteriológico	142
2.2.3.1.1.1.2	Examen físico químico	143
2.2.3.1.1.2	Fuente de agua seleccionada	143
2.2.3.1.2	Condición de los terrenos	144
2.2.3.2	Determinación de la línea de conducción	144
2.2.3.2.1	Parámetros de diseño	145
2.2.3.2.2	Determinación de caudales	145
2.2.3.2.2.1	Caudal medio diario (Qm)	145
2.2.3.2.2.2	Caudal máximo diario (Qmd)	146
2.2.3.2.2.3	Caudal máximo horario (Qmh)	146
2.2.3.2.3	Diseño de línea de conducción	147
2.2.3.2.4	Cálculo de presiones, pérdidas, diámetro, cota piezométrica, velocidad y cantidad de tubos.	148
2.2.3.2.5	Determinación del volumen del tanque de distribución.	150
2.2.3.2.6	Diseño del tanque de distribución	151
2.2.3.2.6.1	Diseño estructural de la cubierta	151
2.2.3.2.6.2	Diseño estructural del tanque	159
2.2.3.2.7	Diseño de la red de distribución	163
2.2.3.3	Obras estructurales, cajas rompe-presión, válvulas de aire y válvulas de limpieza.	165
2.2.3.3.1	Cajas rompe-presión	165
2.2.3.3.2	Válvulas de aire	165

2.2.3.3.3	Válvulas de limpieza	165
2.2.3.4	Evaluación preliminar ambiental	166
2.2.3.5	Cronograma	167
2.2.3.6	Presupuesto	168
2.2.3.7	Desinfección	170
2.2.3.8	Programa de operación y mantenimiento	171
2.2.3.9	Costos	172
2.2.3.10	Evaluación socio-económica	173
CONCLUSIONES		177
RECOMENDACIONES		179
BIBLIOGRAFÍA		181
APÉNDICE 1		183
APÉNDICE 2		195
ANEXO		207

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS	
1.	Planta típica edificio escolar niveles 1,2 56
2.	Elevación marco típico sentido x 57
3.	Elevación marco típico sentido y 57
4.	Marco tectónico república de Guatemala 62
5.	Simetría del edificio escolar 67
6.	Planta típica (niveles 1 y 2) – distribución de marcos – 71
7.	Marco típico dúctil unido con nudos rígidos sentido y -carga muerta 79
8.	Diagrama de momentos carga muerta – sentido y 85
9.	Diagrama de momentos carga viva – sentido y 86
10.	Diagrama de momentos carga sísmica – sentido y 86
11.	Diagrama de envoltente de momentos últimos (kg/m) –sentido y 89
12.	Diagrama de cortes últimos –sentido y 91
13.	Diagrama de momentos últimos –sentido x 92
14.	Diagrama de cortes últimos – sentido x 93
15.	Losas del edificio educativo 95
16.	Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1 97
17.	Planta de momentos balanceados en losa típica 101
18.	Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga tipo 1 104
19.	Desplante de zapata 117
20.	Corte simple de zapata 120
21.	Corte punzonante de zapata 120
22.	Planta módulo de gradas 122

23.	Perfil módulo de gradas	123
24.	Gráfica de momentos en losas tanque de distribución 20 m ³	152
25.	Armado de losas tanque de distribución	153
26.	Áreas tributarias para viga y sección propuesta	154
27.	Armado de viga principal tanque de distribución 20 m ³	157
28.	Armado viga perimetral tanque de distribución 20 m ³	158
29.	Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque	159
30.	Planta amueblada	185
31.	Planta acotada	186
32.	Elevaciones y secciones	187
33.	Planta de acabados	188
34.	Cimentaciones y columnas	189
35.	Vigas y losas	190
36.	Detalle de muros y columnas	191
37.	Detalle de vigas	192
38.	Planta de iluminación	193
39.	Planta de fuerza	194
40.	Planta general sistema de abastecimiento de agua potable	197
41.	Planta y perfil tramo E-0 a E-30	198
42.	Planta y perfil tramo E-31 a E-48	199
43.	Planta y perfil tramo E-49 a E-62	200
44.	Planta y perfil tramo E-63 a E-70 (TD)	201
45.	Planta y perfil línea de distribución	202
46.	Caja de captación	203
47.	Tanque de distribución 20 m ³	204
48.	Caja rompe presión, válvulas y compuertas	205

XXVI.	Momento estabilizante en el muro tanque de distribución	161
XXVII	Cronograma de ejecución	167
XXVIII	Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable	168
XXIX	Programa de operación y mantenimiento	171
XXX	Resumen del diseño hidráulico	206
XXXI	Ensayo de compresión triaxial, diagrama de MOHR	209
XXXII	Examen bacteriológico	210
XXXIII	Examen físico químico sanitario	211
XXXIV	Diagrama de interacción para columnas rectangulares	212

LISTA DE SÍMBOLOS

A.C.I.	Instituto Americano del Concreto	
Ag	Área gruesa de columna	
As	Área de acero	
As_{min}	Área de acero mínima	
As_{máx}	Área de acero máxima	
Ca	Coefficiente ACI, del lado menor	
Cb	Coefficiente ACI, del lado mayor	
Cm	Carga muerta	
Cv	Carga viva	
CMu	Carga muerta última	
CVu	Carga viva última	
cm	Centímetros	
cm²	Centímetros cuadrados	
cm³	Centímetros cúbicos	
CU	Carga última	
C.P.	Cota piezométrica	
d	Peralte efectivo	
Dh	Distancia horizontal	
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días	
Fs	Factor de seguridad	
fy	Esfuerzo de fluencia del acero	
hf	Pérdida de carga en tubería	
Kg	Kilogramos	
Kg-m	Kilogramo metro	
Kg/m²	Kilogramo sobre metro cuadrado	
Kg/m³	Kilogramo sobre metro cúbico	
lt/hab/día	Litros por habitante día	

lt/seg	Litros por segundo	lt/seg
lbs	libras	lbs
lbs/plg	libras por pulgada	lbs/plg
m³/seg	Metros cúbicos por segundo	m ³ /seg
m	Metro lineal	m
m²	Metros cuadrados	m ²
m³	Metros cúbicos	m ³
Ma	Momento del lado menor	kgm
Mb	Momento del lado mayor	kgm
Mr	Momento resultante	kgm
Mmáx	Momento máximo	kgm
m.c.a.	Metros columna de agua	m
m/seg	Metros sobre segundo	m/seg
P	Carga horizontal	kg
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada	PSI
PVC	Cloruro de polivinilo	PVC
plg	Pulgada	plg
P.E.	Presión estática	kg/cm ²
P.D.	Presión dinámica	kg/cm ²
Q	Caudal	lt/seg
Qd	Caudal de distribución	lt/seg
Qm	Caudal medio	lt/seg
Qmd	Caudal máximo diario	lt/seg
Qmh	Caudal máximo horario	lt/seg
Seg	Segundos	seg
t	Peralte total de un elemento	cm
Ton	Tonelada	ton
Vs	Valor soporte del suelo	kg/cm ²
W	Carga	kg
@	Separación entre varillas	cm
θ	Diámetro	cm

GLOSARIO

- AGUA POTABLE:** Es el agua sanitariamente segura, agradable a los sentidos y libre de microorganismos patógenos.
- ALDEA:** Pueblo pequeño de escaso vecindario que por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
- ANÁLISIS ESTRUCTURAL:** Proceso para determinar la respuesta de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
- BACTERIA:** Organismo microscópico sin clorofila, de varias especies y algunas patógenas.
- CAPTACIÓN:** Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.
- CAUDAL:** Es la cantidad de agua que corre por una tubería en cada unidad de tiempo.
- COMUNIDAD:** Conjunto de personas que viven bajo ciertas reglas y que tienen algo en común.
- CONCRETO:** Es una mezcla adecuadamente proporcionada de cemento, agregado fino (arena) agregado grueso (piedrín o grava) y agua.

DISEÑO: Trazo o delineación de la distribución u orden de los elementos estructurales que componen un edificio.

DIMENSIONAMIENTO: Son las medidas utilizadas en los elementos que componen una estructura.

DOTACIÓN: Es el volumen de agua consumido por una persona en un día.

EXÁMEN BACTERIOLÓGICO: Examen que permite determinar y medir el grado de contaminación del agua.

HIDROGRAFÍA: Arte de la geografía física que trata de la descripción del globo terrestre o conjunto de las aguas de un país o región.

PREDIMENSIONAR: Es dar medidas preliminares a los elementos que componen una estructura y que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas.

TOPOGRAFÍA: Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno o también es el conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.

RESUMEN

DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA.

La escuela que existe actualmente es una construcción de hace 50 años, por lo que presenta problemas en paredes, columnas, vigas, techo y no cumple con las normas o lineamientos de códigos de diseño, pues es una estructura muy antigua y ya no presta sus servicios de manera óptima. Además la población escolar en este período de tiempo a aumentado considerablemente y seguirá en aumento, pues según datos de Población y Vivienda 2,006 por la OMP, San Juan Ermita, se estima una tasa de crecimiento poblacional del 1.5%, por lo que el tamaño de las aulas existentes resulta muy pequeño en relación al número de alumnos que albergar. Además, la vida útil del material con que fue construida ya sobrepasó sus límites y genera peligro y riesgo para los estudiantes y para los maestros que la utilizan, debido a ello se planificará la construcción de una nueva escuela que satisfaga las necesidades de la población estudiantil de este municipio.

El proyecto consiste en la demolición de 2 aulas viejas que están bastante deterioradas y en el diseño y ejecución de una estructura de hormigón armado de dos niveles, la cual está compuesta por seis aulas, las dimensiones de cada aula son de 7.65 m x 6.30 m, la losa es de 23.00 m x 8.00 m, los dos niveles contarán con corredor, también con un módulo de gradas, el techo a utilizar es una losa de concreto armado con un espesor de 12 cm.

Se espera que este edificio pueda albergar una población estudiantil de 200 alumnos comprendidos entre las edades de 7 a 13 años y que el período de diseño satisfaga las necesidades con el incremento poblacional.

SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO EL PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA.

La cobertura de agua en el municipio, abarca 41 comunidades de las 43 existentes, de estas algunas tienen un sistema con llaves públicas y otras cuentan con conexiones domiciliarias. Es importante hacer notar que esta cobertura (79%) refleja una falsa seguridad, ya que en cuanto a continuidad en el servicio, la mayoría de los sistemas presentan deficiencias en el funcionamiento, existiendo algunos en los cuales el vital líquido llega 2 horas cada dos o tres días, estimándose un servicio efectivo en un 15% del tiempo diario, esto debido a que no se están aprovechando las fuentes de agua con que se cuenta, como en este caso del barrio Pinalito de la aldea Buena Vista la cual cuenta con 7 nacimientos de agua y sólo 2 de éstos están siendo aprovechados, por lo que el sistema de agua existente solo abarca un 10% de la población y además la cantidad de agua que llega a las viviendas es muy poca.

Un 90% de la comunidad del barrio el Pinalito de la aldea Buena Vista tiene la gran necesidad de contar con el servicio básico de agua potable, pues la carencia de este servicio es causa de enfermedades a la salud de los habitantes, provocando con esto que el índice de mortalidad vaya en aumento. Por lo que es indispensable hacer llegar el agua a este 90% y mejorarle el servicio al restante 10% para el beneficio total de la aldea.

El proyecto consiste en el diseño y ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable de 3.208 kilómetros de longitud, la cual se conectará a un tanque de distribución para distribuir agua en mayor calidad y cantidad, así, brindar a toda la población del barrio El Pinalito, aldea Buena Vista, una razonable dotación de agua y capacitar al personal para que el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable sea óptimo en beneficio del desarrollo de la comunidad y del mejoramiento de la calidad de vida de todos sus habitantes.

The first part of the paper is devoted to the study of the asymptotic behavior of the solutions of the system (1) as $t \rightarrow \infty$. It is shown that the solutions of the system (1) are bounded and tend to zero as $t \rightarrow \infty$. The second part of the paper is devoted to the study of the asymptotic behavior of the solutions of the system (1) as $t \rightarrow 0$. It is shown that the solutions of the system (1) are bounded and tend to zero as $t \rightarrow 0$.

OBJETIVOS

El presente estudio es necesario para el desarrollo de una obra social educativa en el barrio Pinalito, aldea Buena Vista, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula, para mejorar las condiciones de vida de la comunidad y brindar servicios básicos de agua potable a los habitantes de la zona.

- **Generales:**

1. Proveer a la niñez estudiantil y al claustro de maestros de instalaciones nuevas que ofrezcan un ambiente agradable y seguro, para el mejor desarrollo de actividades y para el aprendizaje de los alumnos.
2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para barrio Pinalito, aldea Buena Vista, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.

- **Específicos:**

1. Aprovechar las fuentes de agua existentes en la aldea Buena Vista para conducir la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de todos los sectores de la comunidad.
2. Crear un ambiente agradable de trabajo para los maestros y de estudio para los niños para ofrecer seguridad al estudiantado, al mobiliario y equipo de la escuela.
3. Brindar a toda la población de la aldea Buena Vista uno de los servicios más básicos del ser humano, el agua, y que el funcionamiento de la línea de conducción sea óptimo en beneficio del desarrollo de la comunidad y del mejoramiento de la calidad de vida de todos sus habitantes.

OBJETIVO

4. Ofrecer un buen servicio a través de un sistema de abastecimiento de agua potable que trabaje de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

CONSIDERACIONES *

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

RECOMENDACIONES *

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

El sistema de abastecimiento de agua potable debe ser capaz de proporcionar un servicio de agua potable a la población en condiciones de seguridad y calidad de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.

INTRODUCCIÓN

Son muchos los problemas que dificultan el desarrollo de las poblaciones como también la superación de las habitantes, entre los más importantes podemos mencionar el buen manejo y aprovechamiento de las fuentes de agua, pues debido a que las poblaciones aumentan considerablemente es mayor la cantidad de agua necesaria para cada persona.

El ser humano, día con día, se ha visto en la necesidad de mejorar su calidad de vida y de aprovechar de buena manera todos los recursos que están a su alcance y de crear ambientes que le permitan desarrollarse de mejor manera.

También la falta de edificios educativos que ofrezcan un ambiente agradable y seguro para los alumnos, y para los maestros es un problema grave, pues en la mayoría de comunidades son pocos los edificios educativos existentes y los estudiantes muchas veces tienen que caminar trayectos muy largos para llegar a ellos, por lo que no culminan sus estudios y esto viene a incrementar el grado de inescolaridad, de analfabetismo y de ignorancia en la población.

El presente estudio pretende solucionar la problemática de escasez de agua potable en la aldea Buena Vista, del municipio de San Juan Ermita, así como solucionar y mejorar el nivel de educación de los alumnos a través del diseño de un edificio de educación primaria en el casco urbano del municipio de San Juan Ermita, del departamento de Chiquimula.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de graduación contiene aspectos como la monografía del municipio, la topografía, hidrografía, aspectos climáticos, límites y colindancias, población, actividades económicas, educación, principales necesidades en el municipio y todos los aspectos necesarios para el diseño de conducciones de agua potable y para el diseño de edificios educativos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA

1.1 Generalidades

1.1.1 Límites y localización

El municipio de San Juan Ermita pertenece al departamento de Chiquimula, que es parte de la región nororiente o región III de Guatemala. Se ubica en la latitud norte de 14°46'12" y longitud oeste de 91°10'58". Colinda al norte con el municipio de Jocotán; al sur, con el municipio de Esquipulas; al este con los municipios de San Jacinto y Quetzaltepeque y al oeste con el municipio de Olopa, todos municipios del departamento de Chiquimula.

1.1.2 Accesos y comunicaciones

Para llegar desde la cabecera departamental al municipio, se utiliza la ruta CA-10, llegando a la altura de la aldea Vado Hondo en el kilómetro 177. Desde este punto, se desvía por la ruta CA-11 que se dirige a la frontera de Honduras (El Florido). Al llegar al kilómetro 187.5 se encuentra la cabecera municipal de San Juan Ermita. La cabecera municipal se comunica con sus aldeas y caseríos por medio de carreteras de terracería transitables en cualquier época del año en vehículo de doble transmisión y en algunos casos hay tramos pavimentados, o por veredas que se recorren a pie o en bestia.

1.1.3 Topografía e hidrografía

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

Debido a estas características se considera el terreno de este municipio como quebrado u ondulado. La latitud del municipio es de 434.58 metros sobre el nivel del mar.

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

1.1.4 Aspectos climáticos

La temperatura media anual oscila entre 23°C y 25°C; la precipitación pluvial varía entre 110 y 1600 mm³. En el municipio de San Juan Ermita se identifican dos zonas de vida: el bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) que ocupa el 82% del área del municipio y el bosque seco subtropical (bs-S) con el porcentaje restante, que corresponde al 18%.

1.1.5 Actividades económicas

En el municipio de San Juan Ermita un 92% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, este fenómeno está asociado a un bajo nivel de escolaridad y escasa o ninguna preparación para el trabajo, en consecuencia los ingresos son bajos y la dependencia de los recursos naturales es alta. El 4% se ocupa en artes mecánicas y otros oficios; el 3% está ocupado en servicios y comercio y el 1% corresponde a operadores de máquinas agrícolas.

En el municipio no se cuenta con actividades que generen fuente de empleo permanente para sus habitantes tanto del área urbana como la rural, la única actividad que genera trabajo en mano de obra no calificada en el municipio es la del "jornalero", tanto en actividades agropecuarias, de la construcción y en la extracción y procesamiento de minerales existentes, principalmente en el área rural, siendo estos trabajos temporales, pagando un precio que oscila de Q.35.00 a Q50.00 por día trabajado. Otra fuente de empleo es el de formar parte de la burocracia estatal ya que muchos habitantes poseen títulos que los acreditan como profesionales del nivel medio y consiguen emplearse en el magisterio u otro ministerio con predominio en el área urbana.

1.1.6 Aspectos poblacionales

La población del municipio de San Juan Ermita es actualmente de 16,003 habitantes, de los cuales el 83% es no indígena y el 17% es indígena; ésta se distribuye en 39 centros poblados. La distribución de la población urbana y rural en el municipio de San Juan Ermita es del 12% para el área urbana y el 88% para el área rural.

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

1.1.7 Educación

La educación formal en el municipio de San Juan Ermita está conformada por varios sectores y niveles; dentro de estos sectores participa el sector oficial, sector privado, sector por cooperativa y sector municipal; dentro de estos, se dan también diferentes niveles como el nivel pre-primario, el nivel primario, el nivel medio que comprende el ciclo básico y el diversificado que ha de hacerse en otros municipios ya que el nuestro no cuenta con un establecimiento en este nivel.

Según el Plan Estratégico de Planificación de la municipalidad de San Juan Ermita el 45% de la población carece de cualquier nivel de estudios, el 47% cuenta con educación primaria y solamente el 7% de la población tiene educación media; y en cuanto a la educación superior las cifras son más dramáticas, debido a que el porcentaje de las personas con educación superior es menor al 0.5%, lo que quiere decir que por cada doscientos habitantes hay únicamente una persona universitaria.

Actualmente el total de alumnos inscritos en primaria es de 1890 alumnos y el total de la población de los 7 a los 14 años es de 2607 personas, de lo que se deduce que el 28% de esta población no asiste a la escuela primaria. Entre las principales causas de estos problemas se tiene los de origen económico, migración de la familia, falta de voluntad de padres e hijos, falta de establecimientos educativos, falta de estrategias pedagógicas que contribuyan con la retención de la niñez en la escuela.

1.1.8 Recurso agua

El municipio de San Juan Ermita a pesar de contar con 90 nacimientos y 7 ojos de agua, carece de un buen sistema que administre, aproveche y distribuya el agua potable al máximo para satisfacer las necesidades de la población.

Las comunidades que mantienen organización en cuanto administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable son: aldea Los Planes, aldea Buena Vista, aldea Caulotes, aldeas Tasharjá y Los Encuentros, los demás sistemas son manejados informalmente por vecinos de manera empírica, por lo que en algunos casos existen deficiencias en la prestación del servicio, existiendo inclusive acueductos que suministran el vital líquido a la población de manera intermitente e inclusive de 2 ó 3 horas cada tres días.

1.2 Principales necesidades del municipio

1.2.1 Edificios escolares

La niñez, que es el futuro de nuestra sociedad, no cuenta en este municipio con suficientes instalaciones educativas, que les permita recibir sus clases de manera segura y en un ambiente agradable, pues en los últimos años la población estudiantil se ha incrementado considerablemente y las escuelas existentes resultan demasiado pequeñas e inseguras para todos los niños así como para los maestros.

Esta es una de las principales causas por la que los alumnos no terminan la educación primaria y por lo cual la población alfabetizada del municipio es un porcentaje muy bajo, siendo este del 54%. La mayoría de las escuelas constan de 2 a 3 aulas, en las cuales se imparten 6 grados, por lo que los maestros se ven en la necesidad de mezclar el alumnado de grados correlativos para que todos puedan recibir clases.

También cabe mencionar que en el municipio de San Juan Ermita se carece de establecimientos idóneos para formación técnica profesional y universitaria. Los jóvenes para continuar sus estudios, tienen que trasladarse a la cabecera departamental de Chiquimula.

1.2.2 Abastecimientos de agua potable

Mejorar el sistema de agua potable para el barrio El Pinalito dado el crecimiento poblacional y territorial del municipio es la razón de este proyecto ya que se hace insuficiente el sistema existente, volviéndose de urgencia la construcción de uno nuevo que pueda abastecer a 354 habitantes.

Con la construcción de este proyecto se estará ayudando a la salud, pues se disminuirá la probabilidad de posibles enfermedades gastrointestinales que puedan afectar a los habitantes de dicho municipio.

Es importante hacer notar que esta cobertura (79%) refleja una falsa seguridad, la mayoría de los sistemas presentan deficiencias en el funcionamiento, existiendo algunos en los cuales el vital líquido llega 2 horas cada dos o tres días, estimándose un servicio efectivo en un 15% del tiempo diario, esto debido a que no se están aprovechando las fuentes de agua con que se cuenta. Sin embargo, el 14% se abastece por medio de pozos artesanales.

Por la construcción de este proyecto se debe tener en cuenta el hecho de que el desarrollo de las actividades debe ser acorde a las necesidades de los estudiantes de la institución.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar el rol del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, considerando los aspectos metodológicos y pedagógicos que influyen en el desarrollo de las actividades de aula. Se abordará el tema de la planificación, la evaluación y la gestión del aula, así como el uso de recursos tecnológicos en el aula.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de escuela primaria para el casco urbano del municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la demolición de parte de la estructura antigua existente, para construir en su lugar una estructura de concreto armado de dos niveles. Cada uno de los niveles se dividirá en 3 aulas a través de muros de block pómez. Ambos niveles contarán con ventanales y corredor, el segundo nivel con su respectivo barandal, así como con losas de concreto armado como entepiso y techo. La edificación en su totalidad estará conformada por seis aulas, cada una de 7.65 m. x 6.30 m. También se construirá un módulo de gradas exteriores para acceder al segundo nivel.

Se espera que este edificio pueda albergar una población estudiantil de 200 alumnos comprendidos entre las edades de 7 a 13 años y que el período de diseño satisfaga las necesidades con el incremento poblacional.

2.1.2 Documentación bibliográfica

2.1.2.1 Normas para diseño de edificios educativos

En la Unidad de Construcción de Edificios Educativos (UCEE) se encuentra el libro guía de reglamentos que norma la construcción de edificios para educación, el cual fue elaborado por el Ministerio de Educación y su división de Infraestructura física, para que toda construcción de este tipo llene estos requisitos mínimos para su construcción.

Con la necesidad de que las edificaciones brinden un ambiente agradable para impartir y recibir clases y sean óptimamente seguras para el desarrollo de las mismas, el presente trabajo de graduación da a conocer cierto número de requisitos mínimos que se han de satisfacer y varían de acuerdo a la edad y a la actividad de los alumnos, que se establece por la relación de los niveles educativos que existan:

- a) Pre-primario
- b) Primario
- c) Medio
- d) Superior

Este caso se presenta para nivel primario, aunque en las tablas utilizadas se tomará en cuenta a la mayoría de niveles.

2.1.2.1.1 Iluminación

La iluminación sea ésta natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuida, debiendo evitarse la proyección de sombras y contrastes muy marcados, estudiando la relación entre las fuentes de iluminación y las posiciones de los alumnos, sobre todo en razón de que éstas pueden variar por el carácter flexible de las actividades.

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

Tabla I. Iluminación

NIVEL	TIPO DE LOCAL	NIVEL MÍNIMO DE LUCES
Pre-primario	En general	100 - 200
Primario	Aulas	200 - 400
	Aulas	250-500
	Laboratorios	300-600
	Talleres	250-500
	Gimnasios	150-300
Medio	Cafeterías	150-300
	Aulas	= LEMBE
	salas de dibujo	400-800
	Talleres	250-500
	Gimnasios	300-600
Superior	Dormitorios	100-300

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.1 Dimensión de ventanas

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

2.1.2.1.2 Proporción del local

Esta se establece en función de la relación de las dimensiones del local. Un local estrecho y pequeño recibe, relativamente, mejor iluminación sobre el plano de trabajo, que uno grande y largo.

2.1.2.1.3 Brillantez

Aspecto importante que se refiere a la calidad de la iluminación sea ésta natural o artificial y que depende de la intensidad de la fuente de la iluminación, del color y del coeficiente de reflexión de los acabados, las tablas que se presentan a continuación proporcionan datos sobre coeficientes de aulas y los que se obtienen con los acabados más comunes. Hay que tomar en cuenta la constante, que es la diferencia de brillantez que se establece respecto al objeto de interés y sus alrededores, a fin que el ojo, no se vea obligado a hacer gran esfuerzo o se distraiga su atención.

Tabla II. Brillantez

SUPERFICIES	COEFICIENTES DE REFLEXIÓN
Cielo raso o techo	80 a 85%
Parte superior de muros	80 a 85%
Muros en general	50 a 70%
Molduras y rebordes	30 a 40%
Parte superior, escritorios y mesas	35 a 50%
Mobiliario	30 a 40%
Piso	15 a 30%
Pizarrón	15 a 20%

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

Tabla III. Brillantez en aulas

SUPERFICIE	TIPO	COLOR	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN
Pintada	Muy clara	Blanco	81%
		Marfil	79%
	Bastante Clara	Crema	74%
		Beige	63%
		Verde claro	63%
		Azul claro	58%
		Canela	48%
		Gris claro	58%
		Gris oscuro	26%
		Verde olivo	17%
Madera	Bastante Oscuro	Roble claro	32%
		Roble oscuro	13%
		Caoba	8%
Cemento	Oscuro	Natural	25%
Ladrillo		Rojo	13%

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

Tabla IV. Reflejo y brillantez

SITUACIÓN OBJETO	RELACIÓN
Del objeto con alrededores inmediatos	3 : 1
De la luminaria con el fondo (condición aceptable)	3 : 1
De la luminaria con el fondo (condición mínima)	20 : 1
Del objeto con partes más alejadas	10 : 1
Del objeto con superficies brillantes más alejadas	1 : 1
Entre la luminaria y los alrededores inmediatos	20 : 1

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.1.4 Tipos de iluminación

El diseño de ventanas o aberturas para la iluminación debe proporcionar luz natural pareja y uniforme sobre el plano de trabajo en todos los puntos del aula, sin incidencia directa de rayos solares, conos de sombra y reflejos o deslumbramientos molestos. La iluminación natural puede ser:

2.1.2.1.1.4.1 Iluminación unilateral

El área de ventanas debe ser del 25% al 30% del área del piso. El techo (cielo raso) y el muro del fondo (opuesto a la ventana) deben ser de color muy claro.

2.1.2.1.1.4.2 Iluminación bilateral

Las ventanas en el muro del fondo ayudan a mejorar las condiciones de iluminación, siempre y cuando den al exterior. También en éste caso el área total de ventanas debe ser del 25% al 30% del área del piso.

2.1.2.1.1.4.3 Iluminación cenital

Requiere de un 15% a un 20% del área total del piso del local. Los porcentajes anteriores se dan para vidrios transparentes o block de vidrio, los porcentajes indicados se multiplican por 1.5 si el material utilizado es de color blanco traslúcido (fibra de vidrio o acrílico), y por 2.0 si es de color azul o verde traslúcido.

2.1.2.1.1.4.4 Iluminación artificial

La iluminación artificial responderá al cálculo luminotécnico que permita alcanzar índices lumínicos adecuados al tipo de tareas a desarrollar. Deberá en todo caso limitar los contrastes y valores absolutos de iluminación, sobre los diferentes puntos del campo visual, proveer una iluminación correcta sobre el plano de trabajo y crear un ambiente de confort.

La iluminación artificial puede usarse como apoyo a la iluminación natural, en este caso es suficiente asegurar un nivel mínimo general de 150 luces. En el caso de requerir una iluminación para uso nocturno del local, la disposición de los artefactos debe cumplir con lo siguiente:

- a) Deben iluminar los puestos de trabajo en forma idéntica a la iluminación natural, con el fin de mantener condiciones similares.
- b) La iluminación debe ser difusa para que no moleste la vista.

- c) Deben tomarse precauciones especiales para la iluminación de los centros de interés, lo mismo que para el tratamiento de las superficies iluminadas, a fin de evitar reflejos y/o deformaciones.

2.1.2.1.2 Criterios de color

El color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobretodo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Es así que en forma general se recomienda el uso de colores fríos (verde, azul, gris, etc.) en regiones donde la luz solar sea muy intensa; en tanto que en aquella donde la luz sea poca, se utilizan los colores cálidos (amarillo, naranja, ocre, etc.)

Según diversos estudios desarrollados en relación a las respuestas psicológicas provocadas por los colores, se ha concluido lo siguiente:

Tabla V. Criterios de color

COLOR	CARACTERÍSTICA
Amarillo	Estimulante mental y nervioso
Naranja	Excitante emotivo (favorece la digestión)
Rojo	Aumenta la tensión
Verde	Sedativo
Azul	Disminuye la tensión, más activo que el color verde
Violeta	Calmante

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

Los colores en los espacios educativos deben tener un efecto tranquilizante, se recomienda el uso de contrastes de color para reforzar el área de interés, para ello se recomienda el uso de colores complementarios así:

Naranja: azul, azul oscuro, pardo, verde oscuro
Rojo: verde o azul oscuro
Amarillo: azul y violeta
Verde: rojo violáceo

En espacios de usos múltiples, parques infantiles, etc. Se recomienda utilizar colores fuertes que estimulen a los usuarios. Tomando en cuenta que las cualidades emotivas de los colores se ven ampliadas o disminuidas por el color e intensidad de la iluminación.

Las preferencias de color infantiles, se presentan en el siguiente orden:

- 1-. Naranja
- 2-. Rojo
- 3-. Violeta
- 4-. Azul

(Colores puros y brillantes)

2.1.2.1.3 Criterios de ventilación

La ventilación debe ser constante, alta, cruzada y sin corriente de aire. El volumen del aire dentro del aula debe ser de 4 a 6 m³ por alumno, teniendo en cuenta que para distintos niveles de escuelas y para distintas funciones de los locales hay una cantidad de metros cuadrados por alumno; al dividir el volumen de aire recomendado por dicha cantidad, obtenemos las alturas que deben tener los locales. Se recomienda aproximarse al coeficiente menor en las regiones de clima frío y el coeficiente mayor en las regiones de clima cálido.

Para calcular el área de apertura para la ventilación natural, debe tenerse en cuenta que el volumen de aire debe renovarse conforme se indica en la siguiente tabla:

Tabla VI. Criterios de ventilación

LOCAL	RENOVACIONES POR HORA
Bibliotecas, oficinas, etc.	5
Aulas similares	6
Laboratorios y similares	10
Talleres	10

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.3.1 Áreas de abertura

En la ventilación natural se sobreentiende que tanto el área de entrada como de salida de aire, deben estar uniformemente distribuidas para garantizar una ventilación pareja en todo el ambiente.

Si a todo lo expuesto anteriormente se le agregan factores como velocidad, sentido del viento y la diferencias de temperaturas en el exterior de las distintas épocas del año y/u horas del día, se llega a la conclusión que el área de abertura para la ventilación natural, debe ser graduable para garantizar una ventilación adecuada en cualquier circunstancia.

2.1.2.1.4 Confort acústico

2.1.2.1.4.1 Generalidades

El confort acústico es muy importante en un centro educativo, pues el ambiente debe ser tranquilo, para que influya favorablemente en el estado anímico del alumno.

Las condiciones acústicas esenciales a observarse en la construcción de un centro educativo, pueden ser obtenidas por métodos muy simples, y deberán considerar:

- 1-. La ausencia de interferencias sonoras entre los distintos ambientes.
- 2-. La eliminación de ruidos que sobrepasen el límite de tolerancia aceptable.

2.1.2.1.4.2 Fuentes de ruido

Si bien la tarea escolar en el desarrollo de sus espacios no requiere de tramos acústicos especiales, si es necesario protegerlos de los ruidos de grado variable.

2.1.2.1.4.2.1 El exterior

De preferencia los terrenos deben ubicarse en zonas tranquilas, de no ser esto posible, debe estudiarse el diseño de modo que el viento se lleve los ruidos en lugar de atraerlos.

2.1.2.1.4.2.2 Otros ambientes educativos

La mejor forma de prevenir ésta interferencia es separar en el diseño del conjunto, las zonas tranquilas de las zonas ruidosas. Aquí también es muy importante considerar el sentido del viento. Ver tabla VII.

Tabla VII. Tolerancia al ruido

	GRUPO	1	2	3	4
GRUPO	TOLERANCIA	BIBLIOTECA	LABORATORIO	TALLERES	AULA PURA
1	Biblioteca		30	70	50
2	Laboratorio	-5*		65	45
3	Talleres	-40*	-10*		-10*
4	Aula pura	-20*	-10*	50	

*La tolerancia es mayor que la interferencia producida por el ambiente generador.

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.4.2.3 Interior del ambiente
Es importante considerar la atenuación de los ruidos en el mismo lugar, donde se producen.

Esto se puede lograr mediante el uso de materiales que absorban el sonido. En general los materiales porosos son los que mejor absorben el sonido, mientras que los duros y compactos tienden a propagarlo.

Es importante anotar que el mobiliario y equipo móvil, deben tener las patas con aislamiento acústico para reducir el ruido al manipularlo.

2.1.2.1.5 Instalaciones

Las instalaciones usadas regularmente en los edificios escolares cualquiera que sea su nivel educativo al que pertenezcan, son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas.

En su diseño y colocación deberá garantizarse lo siguiente:

- 1-. Seguridad de operación para los habitantes.
- 2-. Capacidad adecuada para prestar el servicio específico.
- 3-. Duración razonable y economía de mantenimiento.
- 4-. Servicio interrumpido de sus funciones.
- 5-. Protección contra la humedad y corrosión por otros elementos distintos.

Para el control del adecuado funcionamiento de las instalaciones, es conveniente concentrar en un local de servicio de dimensiones adecuadas y a nivel del subsuelo, los elementos principales para el funcionamiento de las instalaciones tales como, tanques de bombeo, equipos elevadores de agua, calderas, bombas, medidores de presión, de consumo de gas, etc..

En tanto que medidores de consumo de agua y electricidad se localizarán en el exterior del edificio. Su distribución dentro del local debe permitir un fácil manejo, control y reparación de equipos, respetando todas las exigencias de seguridad, aislamiento y ventilación, e impidiendo toda posibilidad de acceso por parte de los alumnos o personal que no sea el directamente responsable de los mismos.

De especial consideración será el estudio de las instalaciones en los casos en que falten servicios públicos de obras sanitarias, pues éstos deben suplirse por medios adecuados de provisión de agua potable y eliminación de líquidos por la cloaca, que asegure las mejores condiciones de sanidad e higiene para el establecimiento.

2.1.2.1.5.1 Instalaciones de agua potable

2.1.2.1.5.1.1 Abastecimiento

Para el diseño y desarrollo en las instalaciones hidráulicas se tendrá en cuenta que la fuente de abastecimiento de agua potable deberá proporcionar el total del consumo promedio diario del plantel, cumpliendo inicialmente los requisitos para abastecimiento establecidos por la municipalidad del lugar.

El abastecimiento puede ser directo de la red municipal o independiente de la misma (tanques elevados, cisternas, etc.) según sea la capacidad y la ubicación de los planteles dentro o fuera de las área urbanizadas, en el caso de utilizarse pozos para captación de agua potable, éstos deberán alcanzar las capas no contaminadas y estarán encamisados en su totalidad. En general la potabilidad del agua de consumo deberá ser verificada periódicamente mediante el análisis de muestras en los organismos oficiales competentes.

2.1.2.1.5.1.2 Gasto

Para un edificio escolar la cantidad de agua requerida por día, para la capacidad actual y máxima se calculará con base al programa arquitectónico, al número de aulas y jornadas a las normas municipales correspondientes. En general la dotación diaria de agua no deberá ser menor a la que señalan los indicadores por alumnos obtenidos en la tabla VIII.

Tabla VIII. Dotación de agua potable

NIVEL EDUCATIVO	DOTACIÓN
Jardín de niños y primaria	50 litros / alumno
Medio básico y diversificado	75 litros / alumno

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.5.2 Instalación sanitaria

2.1.2.1.5.2.1 Redes

Las redes de drenaje deberán considerar en su diseño factores como: ubicación, diámetro, profundidad, pendientes, flujo de agua, registros cercanos y conexiones a colectores municipales; y en caso no se cuente con drenajes públicos, se considerará la disposición de uno o más sistemas independientes dentro de los límites del terreno.

El desarrollo de estas redes deberá hacerse mediante un sistema operativo de drenajes que garantice la evacuación tanto de aguas negras como pluviales. En caso de que se trate de un colector combinado, ésta deberá unificarse en el exterior del edificio.

2.1.2.1.5.2.2 Registro

Las redes de drenaje tienen que cumplir con los siguientes requisitos:

- Si van enterradas, en áreas no construidas, aceptables siempre que se dote de cajas de registro a distancias no mayores de 15 metros.
- Si van entrevistas, dentro del relleno superior (no en losa).
- Si van empotradas, siempre que no afecten los elementos estructurales, protegidas con mortero o concreto.

2.1.2.1.5.2.3 Drenaje pluvial

Se considerará un sistema independiente para las bajadas de aguas pluviales, el cual no podrá usarse como ventilación del sistema de drenaje sanitario.

En su diseño deberá considerarse:

- Una pendiente mínima para techos y áreas impermeables del 1%;
- Coladeras o rejillas en forma de cúpula en el extremo superior de las bajadas de agua, protegidas con material inoxidable;
- Las bajadas en paredes que den al exterior, preferiblemente estarán protegidas con mortero fino o concreto.
- Un área máxima a drenar según el diámetro de la bajada tal como lo indica la tabla IX.

Tabla IX. Drenaje pluvial

DIÁMETRO EN PULGADAS	ÁREA EN M ² .
2	30
2 1/2	60
3	100
4	240
6	625

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

Un diámetro mínimo de 4" en áreas exteriores y 6" para áreas interiores en tuberías horizontales.

Cuando no haya drenaje pluvial, estas aguas se podrán verter directamente a las áreas verdes. Las bajadas en este caso descargarán en un registro lleno de grava para evitar la socavación.

2.1.2.1.5.2.4.1.1 Drenaje sanitario

Las redes de drenaje sanitario tendrán un desarrollo mínimo, tratando de concentrar las diversas conexiones de los artefactos sanitarios sobre una misma línea, considerando una pendiente del 2 al 4% para tuberías enterradas y una pendiente del 2% para las redes desarrolladas en entresijos.

La tubería que se use en un artefacto sanitario debe tener un diámetro mínimo como se especifica en la tabla X.

Tabla X. Drenajes sanitarios

ARTEFACTO	DIÁMETRO MÍNIMO
Artesa y/o ducha	2"
Bidet	1 1/2"
Inodoro	4"
Lavamanos	1 1/2"
Lavadora	2"
Lava trastos	2"
Pila	2"
Reposadera piso	1 1/2"

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

Los cambios de dirección no serán en 90 grados, debiendo utilizar codos de radio largo, varios codos menores de 90 grados o cajas de registros. El flujo se orientará en una sola dirección y las intersecciones serán mediante uniones y tipo "Y".

Se aceptarán uniones con ángulo de hasta 90 grados siempre que se cuente con canalización adecuada en el fondo de las cajas de registros. Todos los artefactos sanitarios deberán tener sifón con sello hidráulico con altura mínima de 5 cm. El diámetro de colectores, de acuerdo al número y tipo de artefactos, no debe ser menor de:

- 4", colector sin aguas de inodoros;
- 6", colector con aguas de inodoros (en concreto)
- 5", colector de aguas e inodoros (asbesto cemento)

Las bajadas de agua serán por lo menos de la misma calidad de las tuberías horizontales y su diámetro no será menor que el mayor diámetro del ramal horizontal.

2.1.2.1.5.2.5 Fosas sépticas

Las fosas sépticas se usarán por lo menos en lugares donde no exista drenaje municipal, con solo sistema para las aguas provenientes de: excusados mingitorios, lavados y vertederas, ya que en el caso de escuelas el uso de estos artefactos no suponen el uso de jabón.

Las fosas sépticas son generalmente de concreto reforzado, pero también pueden utilizarse las prefabricadas de asbesto cemento, pero en todo caso, el diseño deberá cumplir con las siguientes condiciones:

Ubicar la fosa séptica lo más próxima posible a la calle de acceso al terreno recomendándose las siguientes distancias mínimas:

- **Límite de propiedad** 2.00 m
- **Cimientos u otras estructuras** 2.00 m
- **Tuberías de agua** 1.00 m

2.1.2.1.5.2.6 Pozos de absorción

Deben ubicarse en áreas no construidas y obligatoriamente en jardines. La profundidad dependerá de la permeabilidad de los estratos que formen el subsuelo y la descarga debe evitar erosión de las paredes, protegiéndose el fondo con una cama de piedras de 0.75 m mínimo de espesor.

Las distancias de perforación mínimas serán las siguientes:

Las distancias de perforación mínimas serán las siguientes:

Lindero propiedad	3.00 m
Cimientos y otras estructuras	3.00 m
Tuberías de Agua	3.00 m

En todos los casos deben preverse área para construcción de otros pozos en el futuro.

En todos los casos deben preverse área para construcción de otros pozos en el futuro.

2.1.2.1.5.2.7 Disposiciones especiales

La instalación de artefactos en establecimientos educativos,

esencialmente la de inodoros, requiere de consideraciones especiales que garanticen cierta duración en su funcionamiento adecuado, esto debido al mal uso y/o vandalismo por parte de los educandos. El sistema tradicional de instalación de inodoros con depósito individual resulta ser demasiado frágil. Ya que el fácil acceso al interior de los depósitos ocasiona en la mayoría de los casos su inmediata destrucción.

2.1.2.1.5.3 Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica en los establecimientos escolares cumple con dos funciones principales, la iluminación y la dotación de energía para el funcionamiento de diversos aparatos y equipos empleados como ayudas didácticas:

En el caso de iluminación, ésta puede programarse como apoyo a la iluminación natural y para uso nocturno del edificio. Estará diseñada para proporcionar en los diversos ambientes los niveles de iluminación que se señalan en el punto correspondiente a confort visual.

2.1.2.1.5.3.1 Distribución

El diseño de la distribución el sistema de iluminación artificial considerará en su desarrollo lo siguiente:

Se identificarán las líneas, tanto de alto como de bajo voltaje; localizando en el terreno de los puntos en donde se encuentran las acometidas, determinando si son aéreas o subterráneas.

Si las líneas de distribución son aéreas, las acometidas y los bancos de transformación se captarán a partir del poste más cercano, en donde en un murete o muro construido ex-profeso se localizarán los medidores y el tablero de baja tensión.

Si las líneas son subterráneas se identificarán los registros existentes sobre el terreno para determinar sus trayectorias y señalar si son de alta o baja tensión.

Se diseñará un sistema que provea a todos los ambientes de la iluminación necesaria para el desarrollo normal de sus actividades, empleando lámparas, desarrollando además un sistema de tomacorrientes suficiente para conectar cualquier carga monofásica de 120 voltios.

La red de distribución la formarán los ductos conductores subterráneos que darán alimentación al edificio o edificios que formen el complejo escolar.

La distribución se hará a partir de un tablero central localizado en el centro de masa del sistema, a través de circuitos y ramales. Deberán permitir completa flexibilidad para cualquier cambio futuro, ya sea por diferente uso o alteración de las dimensiones originales.

Las tuberías serán proyectadas en trayectorias rectas, con el menor número de curvas, evitando cruces de plazas o pórticos. Los registros irán como máximo a 30 metros de separación.

Para la instalación deberá colocarse los tubos y ductos en general antes de la fundición, como un sistema completo, sin los conductores, protegiendo las cajas y entradas a los tubos para evitar su obstrucción.

En la interconexión de tramos de tubería los tramos deberán quedar a tope para evitar daños en el forro de los conductores. Deberán evitarse instalaciones paralelas de cables de diferentes voltajes a fin de no provocar "inducción". Se recomienda el uso de ductos separados.

Los tubos que queden expuestos deberán ser mecánicamente capaces de soportar golpes y trato rudo. Se aceptará únicamente conducto metálico rígido con acoplamiento de roscas.

2.1.2.1.5.3.1 Cuando se utilicen ductos expuestos deberán anclarse a la estructura con sistemas de sujeción ex profeso, debiéndose tener cuidado de aislar la unión del ducto y el resto del edificio.

2.1.2.1.5.3.2 Los ductos y conductores deberán ser continuos entre dos salidas o accesorios consecutivos. La longitud libre de conductores en las salidas no será menor de 15 cm. para poder hacer la conexión de aparatos o dispositivos.

2.1.2.1.5.3.3 Todos los ductos estarán protegidos para evitar entrada de agua. Los ductos enterrados serán resistentes a la corrosión y si son metálicos serán recubiertos de concreto.

2.1.2.1.5.3.2 Circuitos y controles

2.1.2.1.5.3.2.1 El control del sistema se hará desde el tablero general de distribución conectado a tierra, el cual se colocará dentro del edificio, después del medidor de la compañía suministradora de energía eléctrica. Desde allí se controlará la totalidad de los interruptores de los circuitos, cuyo número será determinado en función del tamaño y tipo de escuela. Estará ubicado lo más próximo al centro de gravedad de la carga o centro de carga mayor del edificio.

2.1.2.1.5.3.2.2 El control por medio de interruptores será diseñado para cada circuito, de tal forma que permita hacer modificaciones y facilite la utilización del sistema.

2.1.2.1.5.3.2.3 Los interruptores para iluminación estarán preferiblemente centralizados con el fin de permitir su fácil y rápida operación. De no ser posible se colocarán interruptores locales próximos al ambiente iluminado.

Los circuitos y ramales tendrán una capacidad suficiente para obtener el nivel de iluminación recomendado, empleando lámparas incandescentes o fluorescentes, admitiendo un máximo de carga de 1,000 vatios. En el caso de circuitos de energía (fuerza motriz) la carga máxima será de 6 unidades (tomacorrientes de 110 v.) y la carga no deberá sobrepasar los 1,500 vatios por circuito.

En general los circuitos tendrán una capacidad adicional a la instalada de acuerdo con las consideraciones siguientes:

Para futuros aumentos, tendrá una capacidad de carga, como el consumo, la capacidad de la tubería y los conductores deberá calcularse para una variación del 15 al 40% por sobre lo establecido.

Los flipones deberán instalarse sin estimación de aumento, para evitar cambios de temperatura en los conductores antes de cada seguro (flipon); sin embargo, es conveniente prever espacio adicional para instalar más flipones.

Los tomacorrientes se colocarán a 0.30 m sobre el nivel del piso terminado y tomando como índice un tomacorriente por cada 12 m de pared o cada 20 m de área ambiente.

Los tomacorrientes de 208 voltios se colocarán a 0.30 m si son para uso indeterminado y a la altura conveniente en casos determinados, En este caso se instalará un máximo de 2 tomacorrientes con una carga máxima de 8,000 voltios por circuitos.

Los cables y alambres serán de alambre de cobre con aislamiento adecuado para llevar la energía. Se utilizará el No. 12 AWG como mínimo aceptándose No. 14 AWG para retorno de interruptores. Los cables serán de un conducto monofilar en estos casos y de varios hilos de calibres mayores. El tipo de aislamiento será TW y se empleará aislamiento THW o RHW en circuitos expuestos a la humedad o calor.

La sección transversal de cada conductor se determinará en función de la corriente que debe canalizar cuando está sometido a las cargas máximas, los cortocircuitos, fusibles, interruptores, conexiones y bornes, deberán ser adaptados a intensidades y voltajes iguales o mayores que los de conductores del circuito.

Los circuitos serán diseñados y dimensionados de tal forma que la caída de voltaje en las salidas de servicio no exceda de los porcentajes siguientes:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1) Iluminación | 2% en alimentadores |
| | 2% en circuitos |
| 2) Fuerza motriz | 4% en alimentadores |
| | 1% en circuitos |

2.1.2.1.5.3.3 Luminarias

La distribución de luminarias en los diferentes ambientes será en forma simétrica y modulada con respecto a la estructura, de tal forma que ofrezca uniformidad en la iluminación, poniéndose cuidado en los espacios del diseño de áreas peligrosas o irregulares, a fin de no provocar sombras u obstruir la visibilidad.

En el caso de iluminación directa se usará luminarias incandescentes con pantalla y distribución de luz amplia (solo en iluminación localizada se permitirán pantallas de distribución angosta). Para iluminación directa con pantallas reflectores se usarán luminarias fluorescentes. Solo en casos especiales se usaran difusores. Las lámparas fluorescentes serán de 40 vatios y emplearán balastos de arranque rápido, alto factor de potencia.

La ubicación de luminarias admitirá como espaciamientos máximos los siguientes:

Para luz directa:

100 a 115% de la distancia de piso a techo terminado.

130% del plano de trabajo al techo terminado.

Para luz indirecta:

100 a 125% de la distancia de piso a techo terminado.

135% del plano de trabajo al techo terminado.

Se aplicará el 50% de la distancia entre luminarias cuando éstas se encuentran colocadas próximas a la pared.

En los establecimientos educativos deberá considerarse también el alumbrado exterior, que servirá tanto para labores de vigilancia como para la circulación por plazas y caminatas por la noche.

Se utilizarán luminarias tipo punta de poste de 6.00 m de altura con lámparas de vapor de mercurio de 400 watts, color corregido, la distancia máxima de separación entre ellas será de 30.00 m y a una distancia mínima de los edificios de 5.00 m.

2.1.2.1.6.1. Equipamiento

2.1.2.1.6.1.1 Definición

Por mobiliario y equipo se denomina al conjunto de elementos complementarios del edificio escolar, fijos y/o móviles, que permiten el seguimiento de las actividades educativas, proporcionando espacios, superficies y servicios óptimos para el desarrollo de hábitos, actitudes de los educandos; así como para el desarrollo de las tareas administrativas y de conservación de la escuela.

2.1.2.1.6.2 Características

Para que un edificio escolar se considere completo, debe estar provisto de mobiliario y equipos necesarios para que las actividades previstas en los planes y programas de estudio se puedan desarrollar eficientemente, en consecuencia, el mobiliario y equipo deberá participar de las características del edificio, especialmente en lo que concierne a funcionalidad, flexibilidad, simplicidad y economía.

2.1.2.1.6.3 **Factores**

Para lo dotación de mobiliario y equipo de un edificio escolar se deberán atender todos los factores necesarios que se describen a continuación:

2.1.2.1.6.3.1 **El usuario**

Se considera como usuarios a maestros, alumnos, personal administrativo y de servicio. En el diseño de mobiliario es de suma importancia establecer la relación-mueble, en la que se deben de considerar tanto los aspectos físicos, como los aspectos psicológicos.

2.1.2.1.6.3.2 **Tecnología**

El proceso de fabricación deberá considerar, modulación sistematizada, estandarización, semi-ensamble, apilamiento, transporte, control de calidad, demandas, costo, etc.

2.1.2.1.6.3.3 **Tipo de escuela**

Características particulares conforme el nivel, especialidad (principalmente para las escuelas del nivel medio básico, diversificado debido a la variedad de especialidades que en ellas se presentan) y área, debido a los diferentes tipos de orientación que se imparten en las escuelas urbanas y rurales.

2.1.2.1.7 Zonificación

Las actividades que se desarrollan en el edificio escolar comprenden campos o sectores bien definidos, enseñanza teórica, enseñanza práctica, educación física, administración, etc., todos vinculados al núcleo directo y completados por los correspondientes servicios generales, debe haber una clara distinción entre los sectores de modo que la actividad que se desarrolla en cada uno de ellas no interfiera con las demás.

El edificio escolar debe estar organizado en sectores bien definidos y articulados.

Pero al mismo tiempo debe existir una adecuada vinculación entre los distintos sectores, mediante los correspondientes elementos de articulación, tales como circulaciones horizontales y verticales, patios abiertos, etc., de modo de asegurar la necesaria unidad de toda la tarea educativa que se desarrolla en el establecimiento.

Se debe tener en cuenta en su organización la necesidad de tener en cuenta los recorridos de circulación.

Los recorridos de circulaciones deben reducirse al mínimo indispensable, siempre que sea factible. Se integrarán las áreas de circulaciones, a las de usos múltiples, patios cubiertos y similares, a fin de lograr un mejor aprovechamiento y economía en el área por construir.

Se debe tener en cuenta la necesidad de tener en cuenta los recorridos de circulación.

Los espacios que integran el edificio escolar se clasifican en cuatro grupos: educativos, administrativos, complementarios y circulaciones. Esta división por funciones, en que quedan comprendidos todos los locales escolares, permite establecer relaciones entre el área óptima de cada uno de ellos y el total del edificio, facilitando los trabajos relativos al planeamiento, diseño y evaluación de los edificios escolares:

2.1.2.1.8 Tamaño del edificio

El establecimiento escolar, además de cubrir las proporciones establecidas en cuanto a la relación del área construida y la superficie total del terreno, considerando que ha de tomarse en cuenta lo siguiente.

2.1.2.1.8.1 Capacidad

El tamaño del edificio escolar en cuanto a capacidad, varía de acuerdo a las características de cada nivel educativo, a fin de mantener la convivencia disciplinada de los educandos y los niveles de operación de la escuela.

2.1.2.1.9 Conjunto arquitectónico

Aquí se toman como base los requisitos que ha de tener el edificio a construir con respecto a la cantidad mínima de alumnos que ha de recibir y calcular el máximo de alumnos que ha de alcanzar en su futuro y diseñar con respecto a su funcionalidad que incluye áreas de recreación, educación física de administración, de usos múltiples y para la función del proceso enseñanza-aprendizaje entre alumnos y maestros.

2.1.2.1.10 Emplazamiento

El correcto emplazamiento del conjunto en el terreno supone tener en cuenta, en primer lugar una adecuada relación entre la superficie ocupada por las construcciones y las superficies libres, incluidas en éstas las áreas de recreación, educación física, estacionamiento, áreas verdes, etc., la tendencia de este aspecto debe ser la de lograr el máximo de espacios abiertos compatibles con el tamaño del terreno y del edificio a construir.

Las superficies construidas a nivel de terreno o planta baja ocuparán como máximo un 40% de la superficie del mismo y estarán ordenadas de modo que los espacios abiertos puedan integrarse en ámbitos de forma regulares.

2.1.2.1.11 Orientación

Debe tenerse en cuenta que, tanto el emplazamiento como la forma del edificio están también condicionados por la necesidad de obtener una correcta orientación para la iluminación, ventilación y soleamiento de todos los sectores del edificio, de acuerdo al destino de los espacios escolares que lo integran y las condiciones geográficas del lugar. Así como el diseño del conjunto deberá contemplar el control de la penetración solar, tratamiento de las superficies externas, movimiento de aire, disposición de espacios exteriores, posición y protección de las aberturas exteriores y materiales de construcción.

La orientación ideal será de norte a sur, abriendo las ventanas bajas de preferencia al norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, teniendo en cuenta principalmente el sentido del viento dominante, debiendo abrir las ventanas bajas en ese sentido. En casos particulares como zonas frías extremas deberá evitarse abrir las ventanas en la dirección del viento. Las canchas deportivas se orientarán norte-sur.

En ese sentido se fija un máximo óptimo de 1,200 alumnos para el turno de mayor demanda, para el caso de edificios de uso simultáneo por distintos niveles educativos, y los valores indicados por el nivel de escolaridad en la tabla XI.

Tabla XI. Alumnos por aula según nivel

NIVEL	NÚMERO DE ALUMNOS	NÚMERO DE AULAS
Pre- primario	180 alumnos	6
Primario	960 alumnos	24
Medio básico	1000 alumnos	25
Medio diversificado	1200 alumnos	30

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.11.1 Superficie

El tamaño del edificio escolar en cuanto a área requerida, varía en función de las necesidades que tenga que satisfacer según sea la capacidad asignada y el nivel o modalidad de la enseñanza que se destina al establecimiento.

En general y sin perjuicio de cumplir con las exigencias correspondientes en cuanto a clase y cantidad de espacios necesarios y sus dimensiones respectivas, el edificio escolar deberá contar con la superficie cubierta mínima que indica la tabla XII.

Tabla XII. Espacio por alumno

ÁREA CONSTRUIDA	NIVEL
4 m ² . por alumno	Pre-primario
5 m ² . por alumno	Primario
7 m ² . por alumno	Medio básico
8 m ² . por alumno	Medio diversificado

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

A partir de la capacidad inicial que se le asigne y siempre que ella esté por debajo de los valores fijados óptimos admisibles para su nivel, el edificio debe tener posibilidades de crecimiento dentro de márgenes razonables, pero sin que pueda llegar en ningún caso a superar el valor considerado como máximo total. Es decir que el edificio debe mantenerse como medio eficiente, por lo que deberá impedirse incrementos desmedidos de matrícula que alteren el desarrollo normal del proceso educativo.

2.1.2.1.11.2 Altura

Normalmente, el edificio escolar debe alcanzar su máximo desarrollo en la planta baja, dentro de los límites que imponen la dimensión del terreno disponible, la necesidad de espacios abiertos y la conveniencia de reducir recorridos de circulación e instalaciones. El desarrollo en altura exigida por cualquiera de estas condiciones debe tener muy en cuenta los niveles máximos admisibles de acuerdo con la edad de los alumnos y la índole de las distintas actividades.

En general no se construirán edificaciones de más de 3 niveles y en el nivel pre-primario solo se aceptará uno. Los talleres y laboratorios deberán colocarse en el primer nivel por economía de instalaciones.

2.1.2.1.12 Accesos

Los centros educativos en su emplazamiento deberán asegurar:

- Facilidad y seguridad para acceso de alumnos, desde los lugares habituales de residencia.

- **Estratégica ubicación de sus accesos, reducidos al mínimo necesario y acorde a las características de las calles circundantes.**

Es así como los accesos desde el exterior serán de recorrido rápido y simple desde los distintos sectores, para facilitar la vigilancia. El control del acceso de alumnos se ubicará de preferencia evitando las vías de tránsito peligroso, alejado de las esquinas y retirado no menos de 7 metros con respecto al límite de la calle, en caso contrario se colocarán elementos de protección.

2.1.2.1.13 Espacios

2.1.2.1.13.1 Espacios educativos

Se denomina así al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional, de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en que las características de los espacios educativos varíen de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas a través de las cuales se logra el desarrollo de dichas actividades.

Se ha considerado aquí, los espacios característicos, algunos de ellos hacen referencias a asignaturas en particular ya que éstas últimas generan condiciones específicas; sin embargo, se ha procurado en la medida de lo posible, enunciar las características principales de la acción pedagógica (métodos, técnicas, recursos, etc.).

Esas características se refieren principalmente a la función o funciones que por requerimientos pedagógicos es necesario desarrollar para alcanzar los objetivos contenidos en los planes y programas de estudio; la capacidad, es decir el número de usuarios recomendables; el índice de superficie total; la forma del local; el mobiliario y equipo requeridos; las instalaciones que es preciso dotarlos; los acabados y las condiciones de seguridad, tanto para los usuarios como para el mantenimiento y conservación.

2.1.2.1.13.2 Aula teórica

2.1.2.1.13.2.1 Función

La naturaleza teórica parcial o total, de los contenidos de los programas de estudios de algunas asignaturas, exige espacios educativos flexibles y versátiles que permiten el desarrollo no sólo del método tradicional expositivo, sino también el de otras técnicas didácticas que generan otro tipo de actividades.

En este tipo de locales, los alumnos pueden permanecer sentados en sitios fijos de trabajo en forma de auditorio, manteniendo la atención hacia el maestro, tomando notas, exponiendo ideas o haciendo preguntas; o bien, modificar la ubicación del mobiliario colocándolo en forma tal que facilite el desarrollo de trabajos de equipo, efectúan mesas redondas, debates, etc.

En el nivel pre-primario el aula teórica no puede concebirse como un elemento cerrado, al contrario, debe tener su contraparte abierta o aula exterior cuyos objetivos principales son los de darle al aula teórica una extensión hacia afuera permitiendo que el quehacer educativo se expanda con ella, proveerá un área completamente flexible a los métodos y programas de estudio.

2.1.2.1.13.2.2 Capacidad

El número de alumnos recomendables para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, atendiendo los distintos niveles, se puede observar en la tabla XIII.

Tabla XIII. Capacidad de alumnos

NIVEL	CAPACIDAD ÓPTIMA	CAPACIDAD MÁXIMA
Pre-primario	25	30
Primario	30	40
Medio básico	30	40
Medio diversificado	30	40

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.13.2.3 Área por alumno

La superficie por alumno en aulas teóricas dependerá del nivel educativo, así tenemos que:

Tabla XIV. Área por alumno

NIVEL	ÓPTIMO (m ²)	MÍNIMO (m ²)	AULA EXTERIOR (m ²)
Pre-primario	2.40	2.00	2.00
Primario	1.50	1.25	-----
Medio básico	1.50	1.30	-----
Medio diversificado	1.50	1.30	-----

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.13.2.4 Superficie total

Para la determinación del área se considera únicamente el caso crítico, es decir aquel en que se toma, la capacidad máxima del aula. La siguiente tabla indica la superficie del aula de acuerdo al nivel educativo.

Tabla XV. Capacidad máxima del aula

NIVEL	ÓPTIMO (m ²)	MÍNIMO (m ²)	AULA EXTERIOR (m ²)
Pre-primario	72.00	60.00	60.00
Primario	60.00	50.00	-----
Medio básico	60.00	52.00	-----
Medio diversificado	60.00	52.00	-----

Fuente: Propia

2.1.2.1.13.2.5 Forma

Son recomendables los locales de forma cuadrada o rectangular, en éste último caso es preferible que la proporción ancho-largo, no exceda de una relación de 1: 1.5.

La altura mínima deberá ser en todos los casos de 2.50 metros y la altura máxima de 3.00 metros, en las escuelas de párvulos ésta deberá ser lo más semejante posible a la proporción de altura del hogar.

2.1.2.1.13.2.6 Confort

2.1.2.1.13.2.6.1 Visual

La distancia máxima del alumno sentado en última fila al pizarrón, no deberá exceder de los 8.00 m y el ángulo horizontal de visión respecto al pizarrón, de un alumno sentado en cualquier lugar no será menor de 30 grados. La iluminación natural deberá ser bilateral diferenciada, considerando como fuente principal la proveniente del lado izquierdo del estudiante, viendo hacia el pizarrón. Para asegurar que la iluminación natural sea suficiente y uniforme, la superficie de ventanas deberá ser por lo menos el equivalente a un tercio (1/3) del área del local (área de piso).

El nivel de iluminación deberá de ser uniforme (para las aulas teóricas de acuerdo a los distintos niveles educativos).

2.1.2.1.13.2.6.2 Acústicos

Se considerarán las aulas teóricas como locales de generación de ruidos y su tolerancia, se da por el aislamiento acústico recomendable considerando un nivel de atenuación de ruido de 20 a 30 decibeles como mínimo para los elementos de cierre lateral.

2.1.2.1.13.2.6.3 Térmico

De acuerdo a la localización geográfica, se debe tratar de proporcionar una ventilación constante, alta, cruzada y controlable por medios mecánicos.

El área de apertura de las ventanas deberá permitir un mínimo de 6 cambios por hora del volumen total de aire contenido en el local.

El volumen interior no deberá ser de menor de 3 m³ por alumno; en lugares de clima caluroso debe aumentarse a 4 m³ por alumno.

En todo caso y cuando la orientación resulte ser desfavorable durante las horas de clase; deberá considerarse el uso de aleros o parte luces para proteger al ambiente interior de la penetración de los rayos solares directos del reflejo de la radiación solar.

El aula exterior del nivel pre-primario debe estar expuesta al sol, pero con protección contra elementos donde el clima lo requiera (soleamiento, vientos, lluvia, etc.).

2.1.2.1.13.2.6.4 Mobiliario y equipo

Dentro de los prototipos existentes, se elegirán aquellos que estén concebidos de acuerdo a las características Antropométricas de la población escolar, de acuerdo a las edades previstas en los diferentes niveles educativos y que no atenten contra el normal y correcto desarrollo de la misma, los muebles en general deberán ser livianos y fáciles de mover, con aislamiento acústico en las patas y con superficies de acabado liso y mate, para evitar deslumbramiento sobre el plano de trabajo, deben ser de materiales fáciles de limpiar. El mobiliario del maestro está incluido bajo éstas consideraciones.

Tabla XVI. Mobiliario y Equipo

NIVEL	ESCRITORIO TIPO	NÚMERO	SILLAS NÚMERO	TIPO
Pre-primario	B	15	30	U
Primario	B	20	40	U
Medio básico	U	40	40	U
Medio diversificado	U	40	40	U

Fuente: construcción de edificios educativos/MINEDUC

2.1.2.1.13.2.6.5 Instalaciones

Además de la necesaria para proporcionar la energía eléctrica requerida, para obtener el nivel de iluminación artificial, deberán existir 2 tomacorrientes monofásicos a 0.30 metros sobre el nivel de piso terminado, de estos uno deberá estar localizado adyacente al área del profesor y el otro hacia el fondo del aula.

2.1.2.1.13.2.6.6 Acabados

1) Piso

Deberán ser resistentes al impacto y a la abrasión y de fácil mantenimiento. En el aula exterior del nivel pre-primario deberá estudiarse el pavimento según las características climáticas del lugar, para asegurar su continuo uso sin problemas de mantenimiento.

2) Muros

Estos deben ser materiales con cualidades de aislamiento acústico, resistentes al impacto, la abrasión, la desintegración y la erosión, su acabado será mate y de preferencia llevará colores claros.

2.1.2.1.13.2.6.7 Seguridad

Las puertas deberán ser de preferencia de una hoja, en caso de ser de 2 hojas, la que abre primero deberá tener un ancho mínimo de 0.90 m. El ancho óptimo de las puertas es de 1.20 metros y el máximo de 1.40 m (para puertas de una sola hoja).

La altura mínima recomendable es de 2.10 m. Todas las puertas deberán abrir hacia fuera en el sentido del flujo de la circulación exterior y abrir 180 grados; en pasillos, nunca deberán situarse una frente a otras. Deberán ser livianas para accionarse sin dificultad.

2.1.2.1.13.3 Aula unitaria

Modalidad de escuela aplicable al área rural, con el fin de atender una población escolar pequeña en la que las agrupaciones por grados son poco numerosas, lo que no justifica la construcción de aulas de baja capacidad y el nombramiento de maestro por grado.

La solución de escuela unitaria consiste en la asignación de un mismo maestro para atender varios grados, lo que trae como consecuencia la necesidad de diseño de espacio flexible.

El sistema es aplicado en el nivel primario donde existe una marcada similitud en el contenido de los programas de uno y otro grado.

La capacidad mínima será de 36 alumnos clasificados en grupos de tres grados. Y el área por alumno es de 2.25 m² lo óptimo y 2.00 m² lo mínimo.

Idealmente el aula unitaria deberá ser una construcción aislada, de forma tal que permita iluminación natural para varias posiciones de los pupitres. Su forma deberá ser cuadrada ya que en un espacio de éste tipo permitirá colocar varios grupos sin interferencias. Anexa al aula deberá existir una bodega.

2.1.2.1.13.4 Aula de proyecciones

La necesidad de un complemento demostrativo enunciado en los contenidos de los programas de estudio de algunas asignaturas, debe ser satisfecha mediante espacios educativos flexibles, que permitan el desarrollo de las actividades sugeridas en dichos programas, principalmente cuando se trate del uso de recursos como: películas, diapositivas, filminas retro-proyectores, etc., o de acciones de apoyo como conferencias o charlas. En este tipo de locales los alumnos deben permanecer sentados en sitios fijos dispuestos en forma de auditorio, manteniendo su atención hacia la zona de proyección o de la actividad demostrativa propiamente dicha, los sitios de los estudiantes deben permitir así mismo que éstos puedan tomar notas.

Se recomienda que estos locales no sobrepasen la capacidad de un aula teórica, de modo que den cabida a un grupo correspondiente, a un grado o a una sección, en tal virtud su capacidad será la misma que la unitaria.

2.1.3 Trabajo técnico profesional

2.1.3.1 Investigación preliminar

La presente investigación está basada en la realización de un diagnóstico del área de trabajo del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, por medio de la unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería, lo cual permitió conocer cuales eran las necesidades con más prioridad de la población. En definición se determinó que las principales necesidades del municipio son edificios escolares y mejorar los sistemas y abastecimientos de agua potable.

En el presente trabajo se realizó el diseño del edificio educativo primario urbano y el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio El Pinalito, aldea Buena Vista.

2.1.3.1.1 Antecedentes

Una de las necesidades de la población del casco urbano es la construcción de un edificio educativo para el nivel primario, pues actualmente existe una escuela que fue construida hace 50 años, la cual se encuentra bastante deteriorada y ya no presta el servicio de una manera eficiente. Además, la población escolar se ha incrementado considerablemente y en los años anteriores han ampliado las aulas y han remodelado la escuela, pero al incrementarse el número de alumnos, esta escuela recibe alumnos también de aldeas o caseríos aledaños, los maestros y población han solicitado a las autoridades competentes la construcción de un nuevo edificio que brinde seguridad y un ambiente agradable a los alumnos y que también tenga la capacidad de albergar la población actual de alumnos como una futura.

2.1.3.1.2 Reconocimiento del lugar

El edificio educativo se construirá en el terreno donde se encuentra la escuela actual, pues el terreno es bastante grande y hay espacio suficiente. Cabe mencionar que se demolerán 2 aulas antiguas, pues se encuentran bastante deterioradas y es el lugar en donde los maestros quieren el nuevo edificio y en donde más conviene para no afectar el área recreativa de la escuela.

2.1.3.1.3 Capacidad de alumnos

La población a nivel primario en el casco urbano de San Juan Ermita según indicaciones de los maestros no sobrepasa los 120 alumnos por año y teniendo en cuenta que la capacidad máxima por aula es de 30 alumnos podemos observar que sí se satisface la norma, pues se construirán 6 aulas en donde caben perfectamente más de 40 alumnos.

2.1.3.1.4 Tipo de estructura a diseñar

La estructura propuesta es el diseño de un edificio de dos niveles en donde la capacidad soporte del segundo nivel será alta, por lo que se optó por un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado, muros de mampostería de block, losas planas de concreto reforzado.

Tomando en cuenta que se busca que den resistencia a la estructura cuando éste se vea sometido a fuerzas de sismo y a otras, también hay que tomar en cuenta que es una construcción permanente con respecto al tiempo de vida útil que va de 30 a 40 años.

2.1.3.2 Distribución arquitectónica

Se requirió por parte del alcalde y el consejo municipal una distribución simétrica de los salones de clase y el estilo clásico de otros edificios de la región para evitar incrementos de presupuesto, tomando en cuenta parámetros de seguridad y comodidad para los usuarios.

2.1.3.2.1 Prediseño del edificio

Los elementos que conforman la edificación se planificaron con el objetivo de satisfacer las necesidades de los usuarios y según la situación de la población. La longitud del edificio será de 22.80 m y el ancho de 7.80 m la altura del primer nivel será de 3.00 m de piso a cielo, al igual que el segundo nivel. Las zapatas estarán enterradas a 1.00 m por debajo del nivel del suelo, las paredes serán de mampostería y se trabajará con muros de carga. La altura total del edificio será de 6.00 m de nivel de piso hasta la parte más alta de la losa del segundo nivel.

2.1.3.2.1.1 Cargas gravitacionales

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios métodos, aquí se hace una distinción de acuerdo a la dirección de su aplicación.

2.1.3.2.2 Predimensionamiento de elementos

Predimensionar la estructura es dar medidas preliminares a los elementos que la componen, que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos que se describen a continuación.

2.1.3.2.2.1 Columnas

Se determinó la sección de la columna, aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento. Según lo que establece el código ACI 318-05, capítulo 10.

En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de la columna, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Fórmula: $P = 0.8(0.225f'c \cdot Ag + fy \cdot As)$

$$1\% < As < 6\%Ag$$

Solución: $P = 14.73 \text{ m}^2 \times 2,400 = 35,352 \text{ kg}$

$$35,352 = 0.8 (0.225 \times 210 \times Ag) + (2,810 \times 0.01 \times Ag)$$

$$35,352 = 37.8Ag + 28.1Ag$$

$$35,352 = 65.9Ag$$

$$Ag = 536.5 \text{ cm}^2$$

→ Según ACI 318-05, sección mínima $25 \times 25 \text{ cm} = 625 \text{ cm}^2$

* Por su seguridad se propone una columna de $30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$

2.1.3.2.2 Vigas

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

Según código ACI, el espesor mínimo de viga no pretensadas con un extremo continuó es $L/24$, donde L es la luz máxima, ahora bien se tomará el criterio de ocho centímetros de peralte por cada metro de luz, es decir $h_{\text{viga}} = 6.05 * 0.08 = 0.484 \approx 0.50 \text{ m}$.

Si se propone una base de viga de 0.30 m. se tiene $6.05 - 0.30 = 5.75$ $\frac{5.75}{24} = 0.239 \approx 0.24$, se opta por usar 0.50 m. Se propone una sección para vigas de 0.30 m * 0.50 m.

2.1.3.2.3 Losas

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

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

$$t_{\text{Losa}} = \frac{(3.80 \times 2 + 6.05 \times 2)}{180} = 0.11 \rightarrow \text{Usamos } 0.12 \text{ m}$$

2.1.3.3 Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.

2.1.3.3.1 Modelo matemático

Los modelos matemáticos utilizados son de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos y representan la forma de cómo las cargas que soporta el marco sirven para realizar el análisis estructural. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la tipología de la estructura y los modelos matemáticos de marcos, en este caso, por la similitud de los marcos rígidos, se analizan únicamente los marcos críticos en el sentido Y

Figura 1. Planta típica, edificio escolar

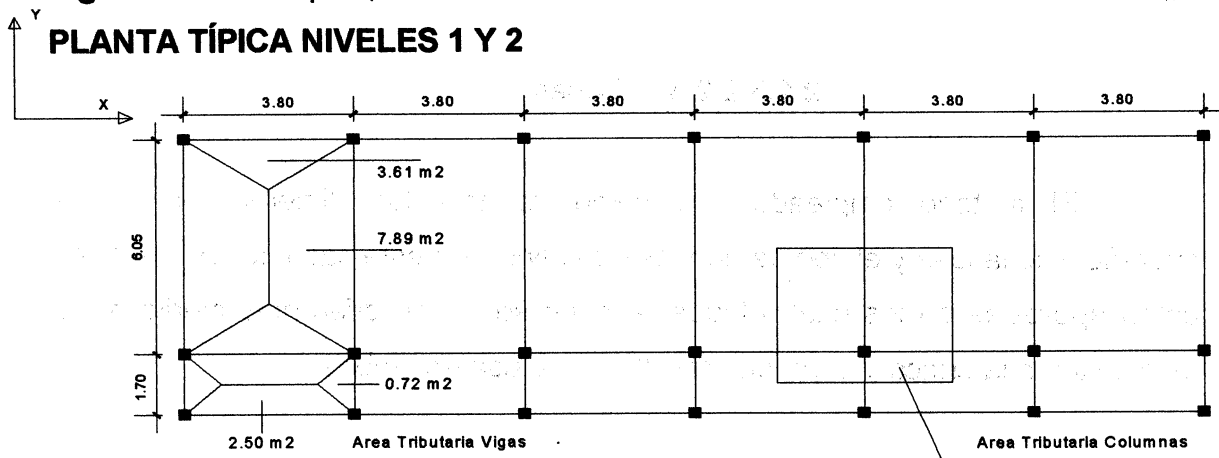


Figura 2. Elevación marco típico sentido X

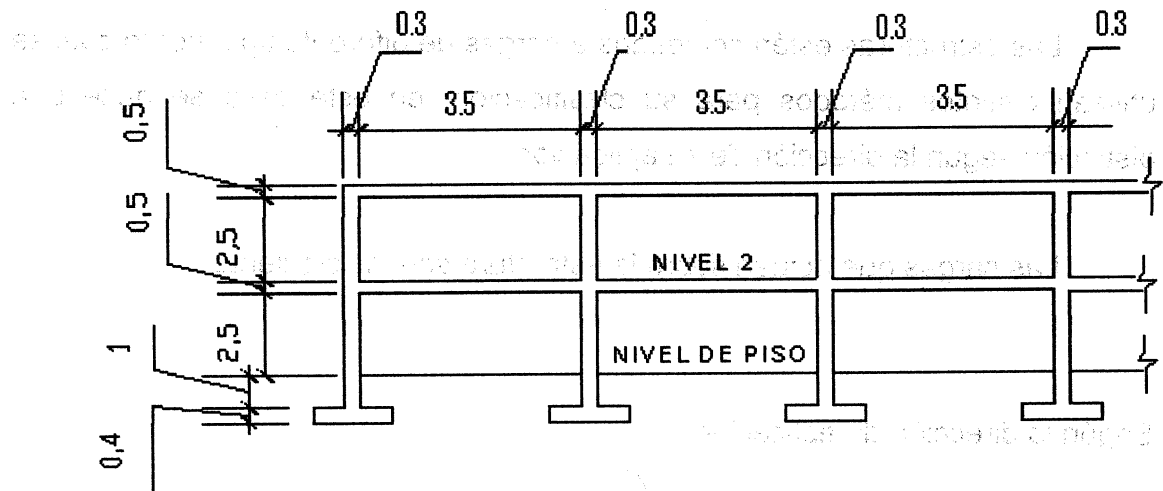
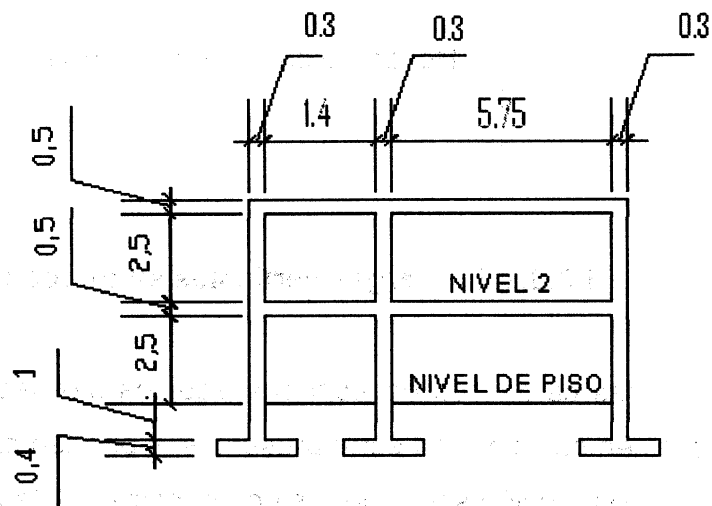


Figura 3. Elevación marco típico sentido Y

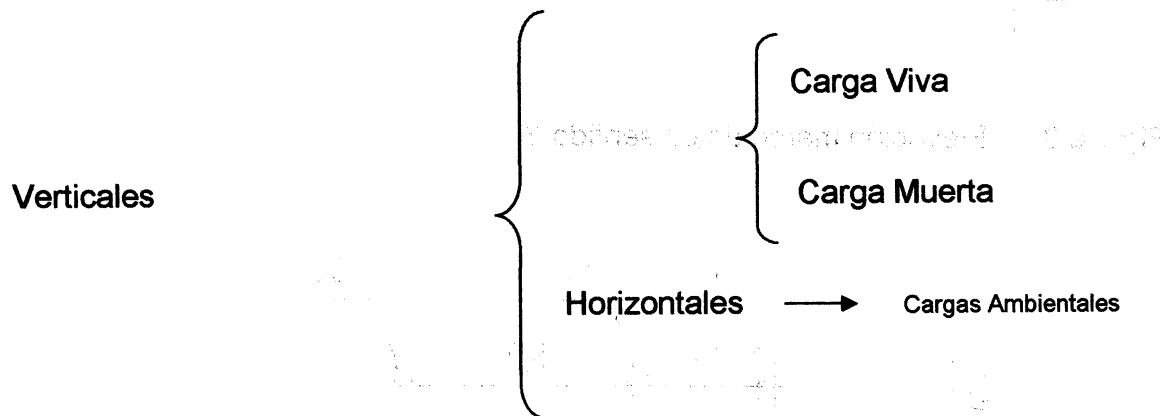


2.1.3.3.1.1 Cargas aplicadas a los marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente tipo, por lo cual se utilizan distintos métodos para su clasificación; en este caso se hace una distinción según la dirección de su aplicación.

Las cargas que actúan sobre la estructura son las siguientes:

Según la dirección de aplicación



2.1.3.3.1.2 Cargas verticales en marcos rígidos

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

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

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

CARGA MUERTA (CM)

Peso del concreto = 2400 kg / m^3

Peso de acabados = 60 kg / m^2

Peso de muros = 250 kg / m^2

CARGA VIVA (CV)

En techo = 100 kg / m^2

En pasillo = 500 kg / m^2

En aulas = 300 kg / m^2

1. Segundo nivel

Carga muerta

$$W_{losa} = \left(\left(22.8m \times 7.75m \times 0.12m \times 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) + (22.8m \times 7.75m \times 144kg) \right)$$

$$W_{losa} = 76,334.40 \text{ kg.}$$

$$W_{viga} = \left(\left(0.30m \times 0.50m \times 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 7 \times 7.75m \right) + \left(0.30m \times 0.30m \times 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 18 \times 3.80m \right) \right)$$

$$W_{viga} = 34,304.40 \text{ kg.}$$

$$W_{columna} = \left(0.30m \times 0.30m \times 1.50m \times 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 21 \right)$$

$$W_{columna} = 6,804 \text{ kg.}$$

$$W_{acabados} = \left(22.8m \times 7.75m \times 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$W_{acabados} = 10,602 \text{ kg.}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 128,044.80 \text{ kg}$$

Carga viva

$$CV = (22.8m \times 7.75m \times 100 \frac{kg}{m^2})$$

$$CV = 17,670 \text{ kg.}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 128,044.80 \text{ kg} + 0.25(17,670)$$

$$W = 132,462.30 \text{ kg}$$

2. Primer nivel

Carga muerta

Peso del piso 144 kg/m²

Peso de muros 250 kg/m²

$$W_{losa} = (0.12m \times 2400 \frac{kg}{m^3} + 144 \frac{kg}{m^2} + 250 \frac{kg}{m^2})(22.8m \times 7.75m)$$

$$W_{losa} = 120,509.40 \text{ kg.}$$

$$W_{vigas} = 34,304.40 \text{ kg}$$

$$W_{columnas} = (0.30m \times 0.30m \times 5.50m \times 2,400 \frac{kg}{m^3} \times 21)$$

$$W_{columnas} = 29,248 \text{ kg}$$

$$W_{acabados} = 10,602 \text{ kg}$$

Total de la carga muerta = 194,663.80 kg

Carga viva

$$CV = (300 \frac{kg}{m^2} \times 22.8m \times 6.05m) + (500 \frac{kg}{m^2} \times 1.70m \times 22.8m)$$

$$CV = 60,762 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 194,663.80 + 0.25(60,762)$$

$$W = 209,854.30 \text{ kg}$$

Resumen

W del primer nivel = 132,462.30 kg

W del segundo nivel = 209,854.30 kg

Peso total = 342,316.60 kg

2.1.3.3.1.3 Cargas horizontales en marcos dúctiles unidos con nudos

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

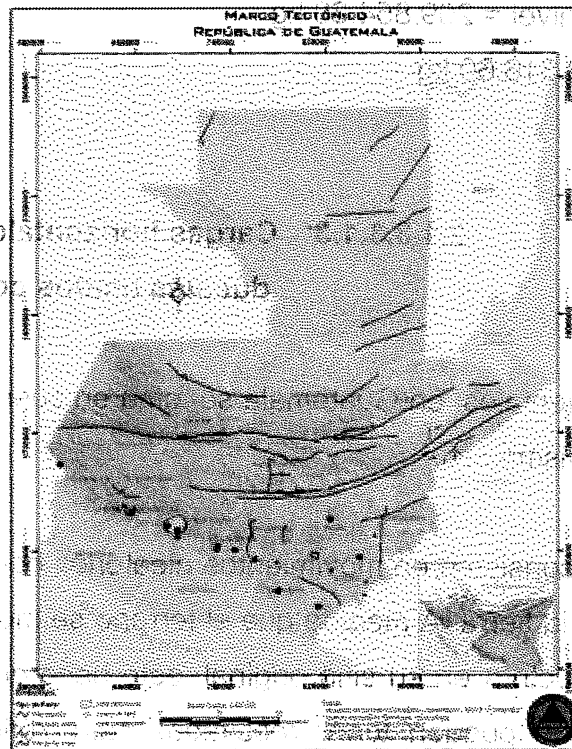
Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo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

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

2.1.3.3.1.4 Fuerzas sísmicas

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

Figura 4. Marco tectónico república de Guatemala



Fuente: conred.gov.gt/sig/mapas

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

$$V = Z \cdot I \cdot C \cdot S \cdot K \cdot W$$

donde: Z = coeficiente que depende de la zona sísmica, para Chiquimula = 0.50

I = coeficiente de importancia de la obra, para edificios educativos = 1.3

C = coeficiente que depende del período natural de vibración.

Está dado por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}; \quad T = \frac{\text{Espesor Losa} * H}{\sqrt{B}}$$

donde C no puede ser mayor de 0.12 y $T = 0.0906H/\sqrt{B}$

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

S = coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimenta la estructura, si se desconoce usar 1.5, chequear $C*S \leq 0.14$, si el producto de estos coeficientes exceden este valor, tomar $C*S = 0.14$.

K = Factor que refleja la ductilidad de la estructura = 0.67

W = Peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

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

En el sentido X del caso estudiado:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

entonces:

$$T = \frac{(0.0906 \times 7.40)}{\sqrt{23.10}} = 0.14s.$$

$$C = \frac{1}{(15 \times \sqrt{0.14})} = 0.18 \quad \text{por lo que se utiliza } 0.12$$

$S = 1.50$ por que no se conoce el valor de S , se utiliza el mayor valor permitido. El valor de CS debe ser menor a 0.14 el valor conjunto de CS

$$CS = (0.12 \times 1.50) = 0.18 \text{ por lo que se utiliza } 0.14$$

$$V = V_x = V_y = (0.50 \times 1.30 \times 0.67 \times 0.14 \times 342,316.60)$$

$$V = 20,871.04 \text{kg.}$$

En el sentido Y del caso estudiado:

$$T = \frac{(0.0906 \times 7.40)}{\sqrt{7.80}} = 0.21 \text{s.}$$

$$C = \frac{1}{(15 \times \sqrt{0.21})} = 0.145 \text{ por lo que se utiliza } 0.12$$

$$CS = (0.12 \times 1.50) = 0.18 \text{ por lo que se utiliza } 0.14$$

Se puede observar que tanto los valores en sentido X como en sentido Y no varían, por lo que el corte basal es el mismo en ambas direcciones.

$$V = V_x = V_y = (0.50 \times 1.30 \times 0.67 \times 0.14 \times 342,316.60)$$

$$V = 20,871.04 \text{kg.}$$

➤ Fuerzas por Nivel

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

donde:

V = corte basal

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

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

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

Si $T > 0.25$ segundos; $F_t = 0.07 T^*V$

donde:

T = período fundamental de la estructura

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

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

donde:

W_i = peso de cada nivel

H_i = altura de cada nivel

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

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

Cálculo de F_n respecto al eje X y Y

Como $t = 0.216 \leq 0.25$,

Fuerza en la cúspide $F_t = 0.00$

Fuerza por Nivel

$$F_2 = \frac{((20,871.04 - 0) \times (209,854.30 \times 7.24))}{((132,462.30 \times 4) + (209,854.30 \times 7.24))} =$$

$$F_2 = 15,474.53 \text{ kg}$$

$$F1 = \frac{((20,871.04 - 0) \times (132,462.30))}{((132,462.30 \times 4) + (209,854.30 \times 7.24))}$$

$$F1 = 5,936.51 \text{ kg}$$

chequeando: $V = Ft + F2 + F1$

$$V = 0 + 15,474.53 + 5,936.51$$

$$V = 20,871.04 \text{ kg.}$$

➤ Fuerza por marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

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

a. Fuerzas por marcos y - y

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

Segundo nivel

La fuerza del segundo nivel debe incluir F_t

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

$$F_m = (15,474.53 + 0) / 7 = 2,210.65 \text{ kg}$$

Primer nivel

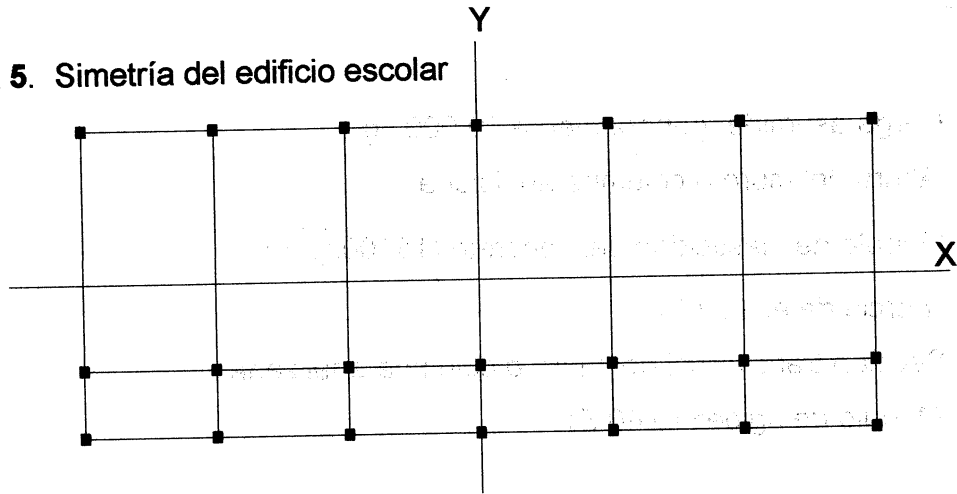
$$Fm = F1 / \#marcos$$

$$Fm = (5,936.51 + 0) / 7 = 848.07kg.$$

b. Fuerza por marco x - x

En la figura 5 se puede observar que la estructura no es simétrica en x, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y uno arriba. Para analizar la torsión en las estructuras se puede utilizar un método simplificado el cual consiste en considerar por separado los desplazamientos relativos al edificio ocasionados por la traslación y rotación de cada piso, considerando la rigidez de cada nivel y con esto determinado por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortes por torsión según su rigidez.

Figura 5. Simetría del edificio escolar



Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso. El tipo de estructura a analizar y el tipo de apoyo determinan que ecuación de rigidez hay que utilizar, de las cuales podemos citar:

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{Ph^3}{3EI} + 1.2Ph/Ag \right)}$$

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{Ph^3}{12EI} + 1.2Ph/Ag \right)}$$

donde:

P = Carga asumida, generalmente 10,000 kg.

h = Altura del muro o columna analizada

E = Módulo de elasticidad del concreto ($15,100\sqrt{f'c}$.)

I = Inercia de elemento

A = Sección transversal del muro o columna analizada

G = Módulo de rigidez (0.40 E)

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

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

➤ Fuerzas del marco por torsión

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

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

F_m'' = fuerza rotacional

$$F_m'' = \frac{(e \times F_n)}{E_i}$$

F_m' = fuerza traslacional

$$F_m' = \frac{(k_m \times F_n)}{\sum k_i}$$

donde:

K_m = Rigidez del marco

$\sum k_i$ = Rigidez total del nivel.

d_i = Distancia del CR a marco considerado

F_n = Fuerza por nivel

E_i = Relación entre rigideces y brazo a cada marco

e = Excentricidad

Segundo Nivel

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{Ph^3}{3EI} + 1.2Ph/Ag \right)}$$

$$K = \frac{(10,000 \times 300^3) / \left((3 \times 15,100 \sqrt{210}) \times \left(\frac{1}{12} \right) 30^4 \right) + (1.2 \times 10,000 \times 300) / \left(30^2 \times 0.4 \times 15,100 \sqrt{210} \right)}{}$$

$K = 0.16$

Como todas las columnas tienen la misma sección, entonces:

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

$K_m = 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16$

$K_m = 1.12$

Tabla XVII. Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel.

MARCO	K	L	KL
1	1.12	7.75	8.68
2	1.12	1.7	1.9
3	1.12	0.00	0.00
Sumatoria	3.36		10.58

Fuente: Propia

Centro de rigidez = CR

$CR = \frac{KL}{K} = \frac{10.58}{3.36} = 3.15$

$CM_x = \frac{7.75}{2} = 3.875$

$CM_y = \frac{22.8}{2} = 11.40$

$e = CM - CR = 3.875 - 3.15 = 0.725$

Figura 6. Planta típica (niveles 1 y 2) – distribución de marcos –

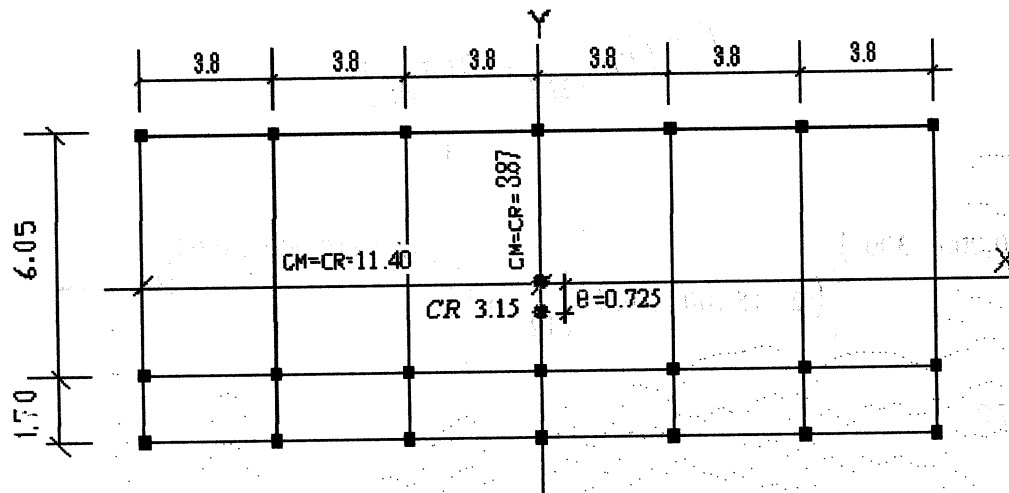


Tabla XVIII. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	Km	Di	Km.Di	(Km.Di) ²	Ei	Fm'	Fm''	Fm
1	1.12	4.6	5.15	26.52	8.08	5,158.18	1,388.49	6,546.67
2	1.12	-1.45	-1.62	2.62	-25.67	5,158.18	-437.05	4,721.13
3	1.12	-3.15	-3.53	12.46	-11.78	5,158.18	-952.38	4,205.80
	3.36			41.6				

Fuente: Propia

$$FM' = \frac{1.12 * 15,474}{3.36} = 5,158.18 \text{ kg/m}$$

$$FM'' = \frac{0.725 * 15,474}{\frac{41.6}{5.15}} = 1,388.49 \text{ kg/m}$$

$$FM = FM' + FM'' = 5158.18 + 1388.49 = 6,546.47 \text{ kg/m}$$

Primer Nivel

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

$$K = \frac{1}{\left(\frac{Ph^3}{12EI} + 1.2Ph/Ag \right)}$$

$$K = \frac{1}{\left(\frac{(10,000 \times 300^3)}{\left((12 \times 15,100 \sqrt{210}) \times \left(\frac{1}{12} \right) 30^4 \right)} + \frac{(1.2 \times 10,000 \times 300)}{(30^2 \times 0.4 \times 15,100 \sqrt{210})} \right)}$$

$$K = 0.272$$

Como las columnas son de sección igual, entonces:

$$K_m = k_c1 + k_c2 + k_c3 + k_c4 + k_c5 + k_c6 + k_c7$$

$$K_m = 0.272 + 0.272 + 0.272 + 0.272 + 0.272 + 0.272 + 0.272$$

$$K_m = 2.448$$

Tabla XIX. Cálculo del centro de rigidez del primer nivel

Marco	K	L	KL
1	2.448	7.75	18.97
2	2.448	1.7	4.16
3	2.448	0.00	0.00
Sumatoria	7.344		23.13

Fuente: Propia

Centro de rigidez = CR

$$CR = \frac{\sum KL}{\sum K} = \frac{23.13}{7.344} = 3.15$$

$$CM_x = \frac{7.75}{2} = 3.875$$

$$CM_y = \frac{22.8}{2} = 11.40$$

$$e = CM - CR = 3.875 - 3.15 = 0.725$$

Tabla XX. Fuerza por marco por torsión del primer nivel

	Km	Di	Km.Di	(Km.Di) ²	Ei	Fm'	Fm''	Fm
1	2.448	4.6	11.26	126.79	17.63	1,978.84	244.13	2,222.97
2	2.448	-1.45	-3.55	12.6	-55.92	1,978.84	-76.97	1,901.87
3	2.448	-3.15	-7.69	59.13	-25.81	1,978.84	-166.76	1,812.08
	7.344			198.52				

Fuente: Propia

$$FM' = \frac{2.448 * 5,936.92}{7.344} = 1,978.84 \text{ kg/m}$$

$$FM'' = \frac{0.725 * 5,936.92}{11.26} = 244.13 \text{ kg/m}$$

$$FM = FM' + FM'' = 1,978.84 + 244.13 = 2,222.97 \text{ kg/m}$$

➤ **Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos.**

Cargas muertas

$$\text{Losa} = \left(2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)(0.12) = 288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Muros divisorios y tabiques} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 360 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga viva

$$\text{Techos} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Aulas} = 350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Pasillo} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Áreas tributarias

$$A1 = (3.8 \times 1.9) \times 0.50 = 3.61 \text{ m}^2$$

$$A2 = \left(\frac{6.05 + 2.25}{2} \right) \times 1.9 = 7.89 \text{ m}^2$$

$$A3 = \left(\frac{3.89 + 2.1}{2} \right) \times 0.85 = 2.50 \text{ m}^2$$

$$A4 = (1.70 \times 0.85) \times 0.50 = 0.72 \text{ m}^2$$

➤ Cálculo de cargas sobre el marco 2

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

$$CM = \left(\frac{288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3.61 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right) + \left(\frac{288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 2.50 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right) + 360$$

$$CM = 823.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV = \left(\frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3.61 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right) + \left(\frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 2.50 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right)$$

$$CV = 160.79 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Primer nivel: tomando en cuenta los muros y tabiques.

$$CM = \left(\frac{538 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3.61 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right) + \left(\frac{538 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 2.50 \text{ m}^2}{3.8 \text{ m}} \right) + 360$$

$$CM = 1,225.05 \text{ kg/m}$$

$$CV = \left(\frac{\left(350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3.61 \text{m}^2 \right)}{3.8 \text{m}} \right) + \left(\frac{\left(500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 2.50 \text{m}^2 \right)}{3.8 \text{m}} \right)$$

$$CV = 661.45 \text{ kg/m}$$

➤ **Cálculo de cargas sobre el marco típico**

Segundo nivel

Tramo 1-2

$$CM = \frac{\left(288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) (7.89 \text{m}^2 + 7.89 \text{m}^2)}{6.05 \text{m}} + 360 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 1,111.18 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{\left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) (7.89 \text{m}^2 + 7.89 \text{m}^2)}{6.05 \text{m}}$$

$$CV = 260.83 \text{ kg/m}$$

Tramo 2-3

$$CM = \frac{\left(288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) (0.72 \text{m}^2 + 0.72 \text{m}^2)}{1.70 \text{m}} + 360 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 604 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CV = \frac{(100 \text{ kg/m}^2)(0.72\text{m}^2 + 0.72\text{m}^2)}{1.70\text{m}}$$

$$CV = 84.71 \text{ kg/m}$$

Primer nivel

Tramo 1-2

$$CM = \frac{(288 \text{ kg/m}^2)(7.89\text{m}^2 + 7.89\text{m}^2)}{6.05\text{m}} + 360 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1,111.18 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{(350 \text{ kg/m}^2)(7.89\text{m}^2 + 7.89\text{m}^2)}{6.05\text{m}}$$

$$CV = 912.89 \text{ kg/m}$$

Tramo 2-3

$$CM = \frac{(288 \text{ kg/m}^2)(0.72\text{m}^2 + 0.72\text{m}^2)}{1.70\text{m}} + 360 \text{ kg/m}$$

$$CM = 604 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{(500 \text{ kg/m}^2)(0.72\text{m}^2 + 0.72\text{m}^2)}{1.70\text{m}}$$

$$CV = 423.53 \text{ kg/m}$$

2.1.3.3.2 Análisis estructural de marcos por el método de Kani

El resumen que se presenta a continuación es aplicable para elementos de sección constante; no cuando hay articulaciones o casos en los que existen columnas de diferentes alturas en un mismo piso.

- Momento Fijos (MF_{ik}), se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Momentos de sujeción (M_s), se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- Rigideces de los elementos (K_{ik})

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

Donde: I = Inercia del elemento

L = Longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

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

- Factores de corrimiento (\hat{U}_{ik}), se calculan cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

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

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

$$H = FM_{nivel\ n} \text{ (fuerza por marco del nivel } n, \text{ tomada del análisis sísmico)}$$

- Fuerza cortante en el piso (Q_n), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M_n), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

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

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (Ms + \sum (M'_{ni} + M''_{ni})) \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento (M''_{ik}), esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = \dot{U}_{ik} (\sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \dot{U}_{ik} (Mn + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

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

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

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

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

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_i(-)| + |M_k(-)|}{2}$$

donde:

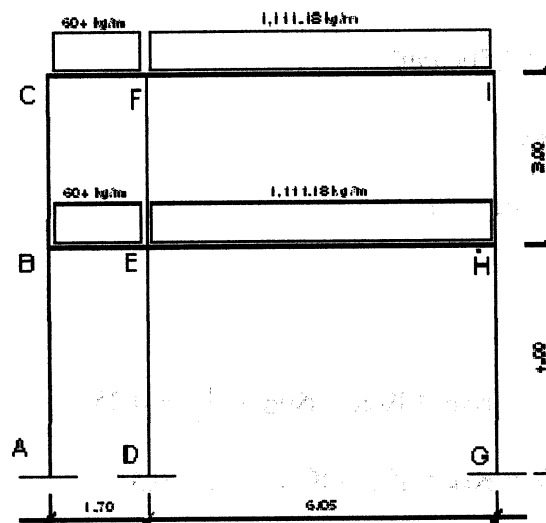
$M_{i(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_{k(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho

➤ **Método de Kani para carga muerta**

Marco típico sentido Y

Figura 7. Marco típico dúctil unido con nudos rígidos sentido y -carga muerta



- **Cálculo de momentos fijos (MF_{ik})**

Para cargas distribuidas uniformemente $MF = \pm \frac{WL^2}{12}$

$$MF_{BE} = -\frac{(604 \times 1.70^2)}{12} = -145.46 \text{ kg-m} = MF_{BE} = 145.46 \text{ kg-m}$$

$$MF_{CF} = -\frac{(604 \times 1.70^2)}{12} = -145.46 \text{ kg-m} = MF_{CF} = 145.46 \text{ kg-m}$$

$$MF_{EH} = -\frac{(1,111.18 \times 6.05^2)}{12} = -3,389.33 \text{ kg-m} = MF_{EH} = 3,389.33 \text{ kg-m}$$

$$MF_{FI} = -\frac{(1,111.18 \times 6.05^2)}{12} = -3,389.33 \text{ kg-m} = MF_{FI} = 3,389.33 \text{ kg-m}$$

- **Cálculo de rigidez de los elementos $K_{ik} = I/L_{ik}$**

Inercia de los elementos rectangulares $I = bh^3 / 12$

$$I_{VIGA} = \frac{(30 \times 50^3)}{12} = 312,500 \text{ cm}^4$$

$$I_{COLUMNA} = \frac{(30 \times 30^3)}{12} = 67,500 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas $I_{COLUMNA} = 1$

$$I_{VIGA} = \frac{312,500}{67,500} = 4.63 \approx 5I$$

Rigidez

$$K_{AB} = K_{BA} = K_{DE} = K_{ED} = K_{GH} = K_{HG} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$K_{BC} = K_{CB} = K_{EF} = K_{FE} = K_{HI} = K_{IH} = \frac{1}{3} = 0.33$$

$$K_{CF} = K_{FC} = K_{BE} = K_{EB} = \frac{4.63}{1.70} = 2.77$$

$$K_{FI} = K_{IF} = K_{EH} = K_{HE} = \frac{4.63}{6.05} = 0.77$$

• Factores de giro o coeficientes de reparto

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

Nudo a: $\mu_{AB} = -1/2 \left(\frac{K_{AB}}{K_{A-SUELO} + K_{AB}} \right) = 0$

Nudo b: $\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{BA}}{(K_{BA} + K_{BC} + K_{BE})} \right)$
 $= -\frac{1}{2} \left(\frac{0.25}{(0.25 + 0.33 + 2.72)} \right) = -0.03$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{BC}}{(K_{BC} + K_{BA} + K_{BE})} \right)$$

$$= -\frac{1}{2} \left(\frac{0.33}{(0.33 + 0.20 + 2.72)} \right) = -0.03$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{BE}}{(K_{BE} + K_{BA} + K_{BC})} \right)$$

$$= -\frac{1}{2} \left(\frac{2.72}{(2.72 + 0.25 + 0.33)} \right) = -0.41$$

Nudo c: $\mu_{CF} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{CF}}{(K_{CF} + K_{CB})} \right)$
 $= -\frac{1}{2} \left(\frac{2.72}{(2.72 + 0.33)} \right) = -0.44$

$$\mu_{CB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{CB}}{(K_{CB} + K_{CF})} \right)$$

$$= -\frac{1}{2} \left(\frac{0.33}{(0.33 + 2.72)} \right) = -0.05$$

- **Cálculo de momentos de sujeción $M_s = \sum (-MF_{ik})$**

$$\text{Nudo B} = MF_{BE} = -145.46 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CF} = -145.46 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo E} = MF_{EH} + MF_{EB} = -3,389.33 \text{ kg-m} + 145.46 \text{ kg-m} = -3,243.87 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo F} = MF_{FI} + MF_{FC} = -3,389.33 \text{ kg-m} + 145.46 \text{ kg-m} = -3,243.87 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo I} = MF_{FI} = 3,389.33 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo H} = MF_{HE} = 3,389.33 \text{ kg-m}$$

- **Cálculo de factores de corrimiento $V = -3/2 (k_{ik} / \sum k_{in})$**

$$\text{Nivel 1: } V_{AB} = -\frac{3}{2} \frac{K_{AB}}{(K_{AB} + K_{DE} + K_{GH})}$$

$$V_{AB} = -\frac{3}{2} \frac{0.25}{(0.25 + 0.25 + 0.25)} = -0.50$$

$$V_{AB} = V_{DE} = V_{GH} = -0.50$$

$$\text{Nivel 2: } V_{BC} = -\frac{3}{2} \frac{K_{BC}}{(K_{BC} + K_{EF} + K_{IH})}$$

$$V_{AB} = -\frac{3}{2} \frac{0.33}{(0.33 + 0.33 + 0.33)} = -0.50$$

$$V_{BC} = V_{EF} = V_{HI} = -0.50$$

- **Influencia de giro (M'_{ik}) – Primera iteración**

$$M'_{ik} = \mu_{ik} = (M_s + \sum M'_{in} + M''_{in})$$

$$\text{Nudo b: } M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 4.36 \text{ kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 4.36 \text{ kg} - m$$

$$M'_{BF} = \mu_{BF}(M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.41(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 59.64 \text{ kg} - m$$

Nudo c: $M'_{CF} = \mu_{CF}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{FC} + M'_{BC}))$

$$= -0.44(-145.46 + (4.36 + 0 + 0)) = 62.08 \text{ kg} - m$$

$$M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{FC} + M'_{BC}))$$

$$= -0.05(-145.46 + (4.36 + 0 + 0)) = 7.06 \text{ kg} - m$$

- **Influencia de desplazamiento (M''_{ik}) – Primera iteración**

$$M''_{IK} = V_{ik} \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ik}) \right)$$

Nivel 2: $M''_{BC} = V_{BC}(M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{EF} + M'_{FE} + M'_{HI} + M'_{IH})$

$$= -0.50(4.36 + 7.06 + 127.37 + 122.14 - 441.07 - 488.06)$$

$$= 334.10 \text{ kg} - m = M''_{EF} = M''_{HI}$$

Nivel 1: $M''_{AB} = V_{AB}(M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{GH} + M'_{HG})$

$$= -0.50(0 + 4.36 + 0 + 95.53 + 0 - 333.83)$$

$$= 115.47 \text{ kg} - m = M''_{DE} = M''_{GH}$$

- **Influencias de giro (M'_{ik}) – Segunda iteración**

$$M''_{ik} = \mu_{ik} (M'_s + \sum M''_{in})$$

Nudo b:

$$M''_{BA} = \mu_{BA} (M'_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 7.06 + 1,050.80 + 115.47 + 334.10)) = -40.86 \text{ kg} - m$$

$$M''_{BC} = \mu_{BC} (M'_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 7.06 + 1,050.80 + 115.47 + 334.10)) = 40.86 \text{ kg} - m$$

$$M''_{BF} = \mu_{BF} (M'_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{AB} + M''_{BC}))$$

$$= -0.41(-145.46 + (0 + 7.06 + 1,050.80 + 115.47 + 334.10)) = 599.26 \text{ kg} - m$$

Nudo c:

$$M''_{CF} = \mu_{CF} (M'_{SC} + (M'_{BC} + M'_{FC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.44(-145.46 + (-40.86 + 1,069.05 + 334.10)) = -535.40 \text{ kg} - m$$

$$M''_{CB} = \mu_{CB} (M'_{SC} + (M'_{BC} + M'_{FC} + M''_{BC}))$$

$$= -0.05(-145.46 + (40.86 + 1,069.05 + 334.10)) = -60.84 \text{ kg} - m$$

- **Influencia de desplazamiento (M''_{ik}) – Segunda iteración**

$$M''_{IK} = V_{ik} (\sum (M'_{ik} + M''_{ik}))$$

Nivel 2: $M''_{BC} = V_{BC} (M'_{BC} + M'_{CB} + M'_{EF} + M'_{FE} + M'_{HI} + M'_{IH})$

$$= -0.50(-40.86 + 172.76 + 178.25 - 448.75 - 558.05)$$

$$= 378.75 \text{ kg} - m = M''_{EF} = M''_{HI}$$

Nivel 1: $M''_{AB} = V_{AB} (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{GH} + M'_{HG})$

$$= -0.50(0 - 40.86 + 0 + 129.57 + 0 - 336.56)$$

$$= 123.93 \text{ kg} - m = M''_{DE} = M''_{GH}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M''_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M''_{ik} + M'''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{AB} = MF_{AB} + 2M'_{BA} + M''_{BA} + M'''_{BA}$$

$$M_{AB} = 0 + 2(0) - 40.86 + 123.93 = 83.07 \text{ kg-m}$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M''_{AB} + M'''_{BA}$$

$$M_{BA} = 0 + 2(-40.86) + 0 + 123.93 = 42.21 \text{ kg-m}$$

La rigidez, los factores de giro y los factores de corrimiento que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza de sismo.

2.1.3.3 Resultado de los análisis de kani - sentido y -

Figura 8. Diagrama de momentos (kg-m) - carga muerta - sentido y

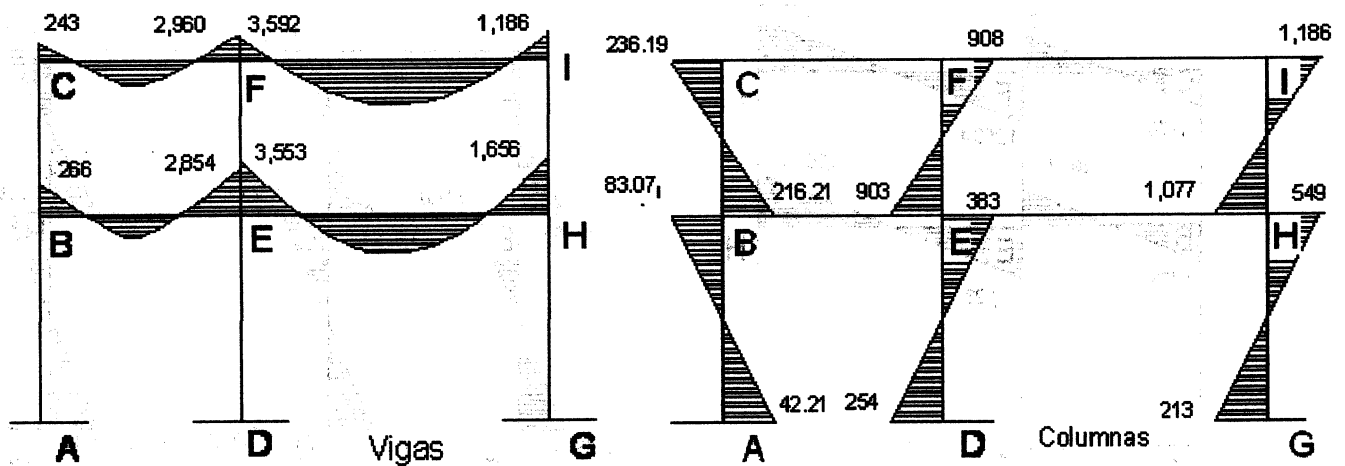


Figura 9. Diagrama de momentos (kg-m) - carga viva - sentido y

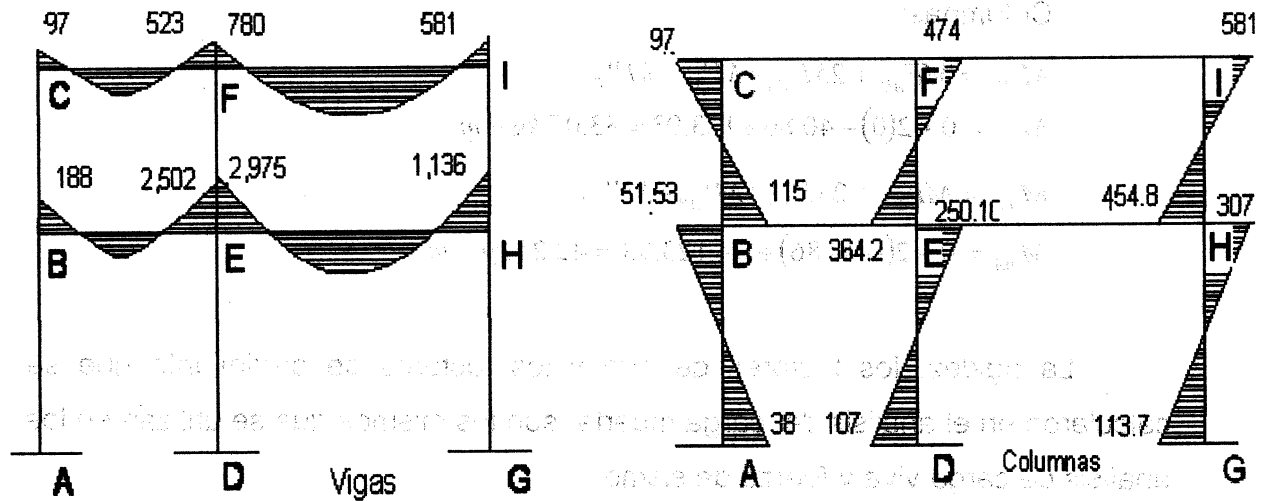
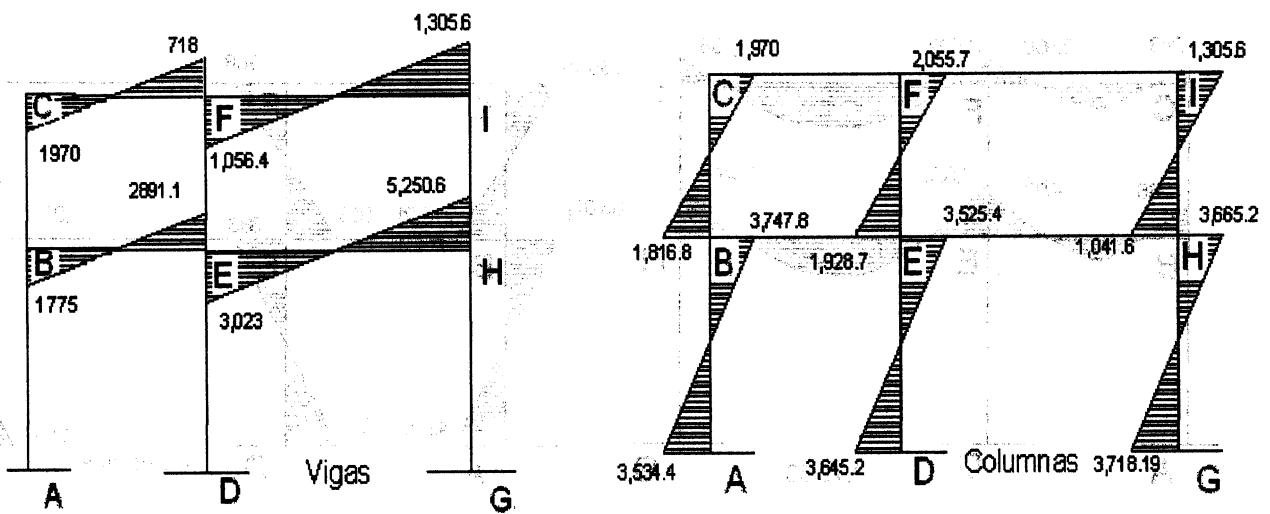


Figura 10. Diagrama de momentos (kg-m) - carga sísmica - sentido y



2.1.3.3.4 Envolvente de momentos

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

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

$$M(-) = 0.75(1.4MCM + 1.7MCV + 1.87MS)$$

$$M(-) = 0.75(1.4MCM + 1.7MCV - 1.87MS)$$

$$Mi = 0.90MCM \pm 1.43MS$$

$$Mi = 1.4MCM + 1.7MCV$$

2.1.3.3.5 Balance de momentos

Los momentos obtenidos de la envolvente de momentos se deben balancear antes de diseñar el refuerzo.

El método para este caso consiste en multiplicar el momento mayor por 0.80; si este valor es menor o igual al momento menor se hace un promedio de los dos momentos; en cambio si es mayor se debe balancear proporcionalmente a su rigidez.

2.1.3.3.6 Cálculo del momento positivo en vigas

En la envolvente de momentos se calcula el momento positivo de las vigas con la siguiente fórmula:

$$M+ = \frac{wl^2}{8} - \frac{(M1+M2)}{2}$$

donde:

M1 y M2 corresponden a los momentos de los extremos de cada viga.

$$Cu_{v1} = 1.4(604) + 1.7(100) = 1,015.60 \text{ kg}$$

$$Cu_{v2} = 1.4(1,111.18) + 1.7(260.83) = 1,999.06 \text{ kg}$$

$$Cu_{v3} = 1.4(604) + 1.7(500) = 1,695.60 \text{ kg}$$

$$Cu_{v4} = 1.4(1,111.18) + 1.7(912.81) = 3,107.43 \text{ kg}$$

$$M+ = \frac{wl^2}{8} - \frac{(M1+M2)}{2}$$

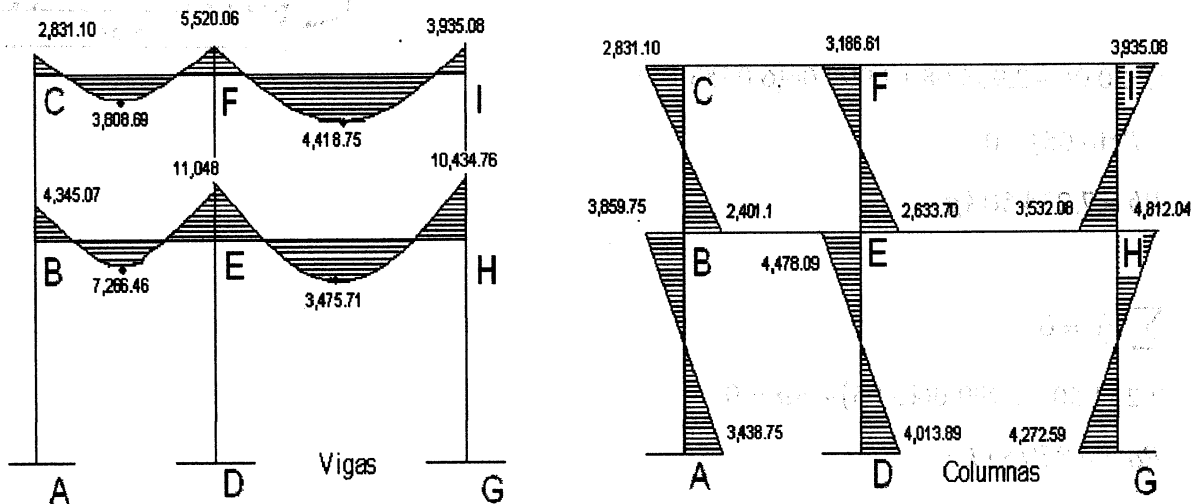
$$M+1 = \frac{(1,015.60 \times 1.70^2)}{8} - \frac{(2,831.10 + 5,520.06)}{2} = 3,808.69 \text{ kg} - m$$

$$M+2 = \frac{(1,999.60 \times 6.05^2)}{8} - \frac{(5,520.06 + 3,935.08)}{2} = 4,418.75 \text{ kg} - m$$

$$M+3 = \frac{(1,191.53 \times 1.70^2)}{8} - \frac{(4,345.07 + 11,048.74)}{2} = 7,266.46 \text{ kg} - m$$

$$M+4 = \frac{(3,107.43 \times 6.05^2)}{8} - \frac{(11,048.74 + 10,434.76)}{2} = 3,475.71 \text{ kg} - m$$

Figura 11. Diagrama de envolvente de momentos últimos (kg-m) -sentido y



2.1.3.3.6.1 Cálculo de cortes

En vigas para el cálculo de corte se debe descomponer la estructura y realizar sumatoria de momentos respecto a un extremo y así obtener una reacción, después se debe realizar sumatoria de momentos en el otro extremo o bien sumatoria de fuerzas verticales y así encontrar el otro corte.

Viga 1

$$\sum Ma = 0$$

$$5,520.06 - 2,831.10 + 1,015.60(1.70)(1)$$

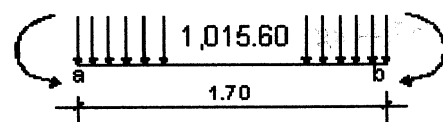
$$+ Rb(1.70) = 0$$

$$Rb = 2,597.34 \text{ kg}$$

$$\sum Fy = 0$$

$$2,597.34 - 1,015.60(1.70) + Ra = 0$$

$$Ra = 870.82 \text{ kg}$$



Viga 2

$$\sum Ma = 0$$

$$5,520.06 - 3,935.08 + 1,999.06(6.05)(3.75)$$

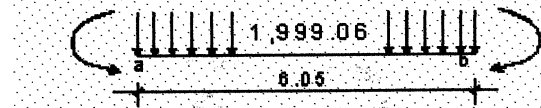
$$+ Rb(6.05) = 0$$

$$Rb = 7,234.50 \text{ kg}$$

$$\sum Fy = 0$$

$$7,234.50 - 1,999.06(6.05) + Ra = 0$$

$$Ra = 4,859.81 \text{ kg}$$



Viga 3

$$\sum Ma = 0$$

$$4,345.07 - 11,048.74 + 1,695.60(1.70)(1)$$

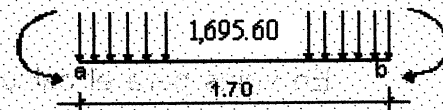
$$+ Rb(1.70) = 0$$

$$Rb = 5,638.94 \text{ kg}$$

$$\sum Fy = 0$$

$$5,638.94 - 1,695.60(1.70) + Ra = 0$$

$$Ra = 2,757.44 \text{ kg}$$



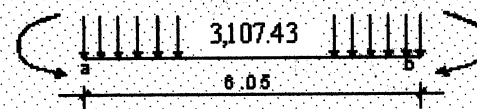
Viga 4

$$\sum Ma = 0$$

$$11,048.74 - 10,434.76 + 3,107.43(6.05)(3.75)$$

$$+ Rb(6.05) = 0$$

$$Rb = 11,551.38 \text{ kg}$$

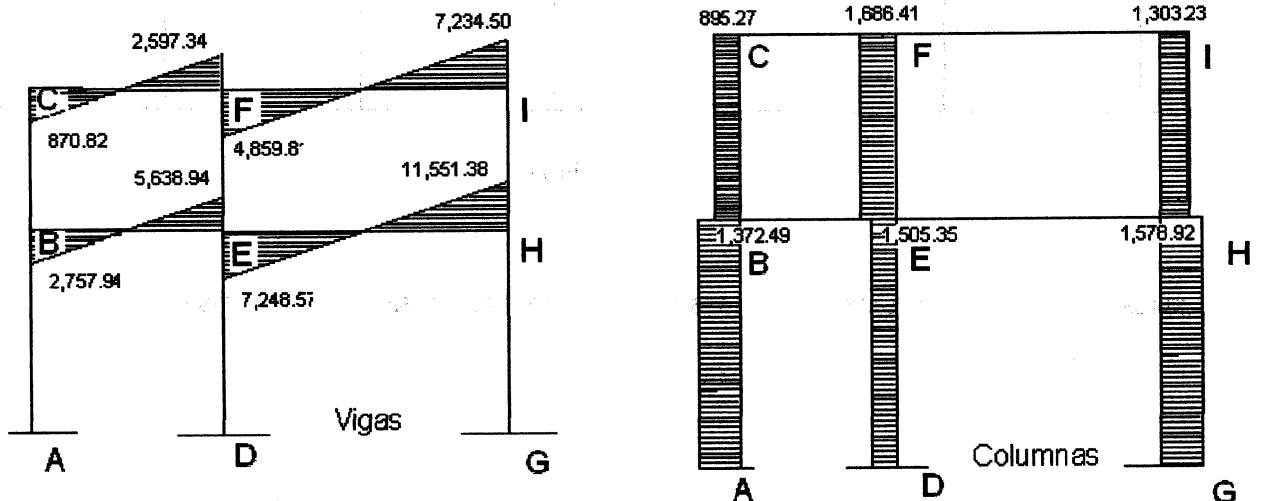


$$\sum Fy = 0$$

$$11,551.38 - 3,107.43(6.05) + Ra = 0$$

$$Ra = 7,248.57 \text{ kg}$$

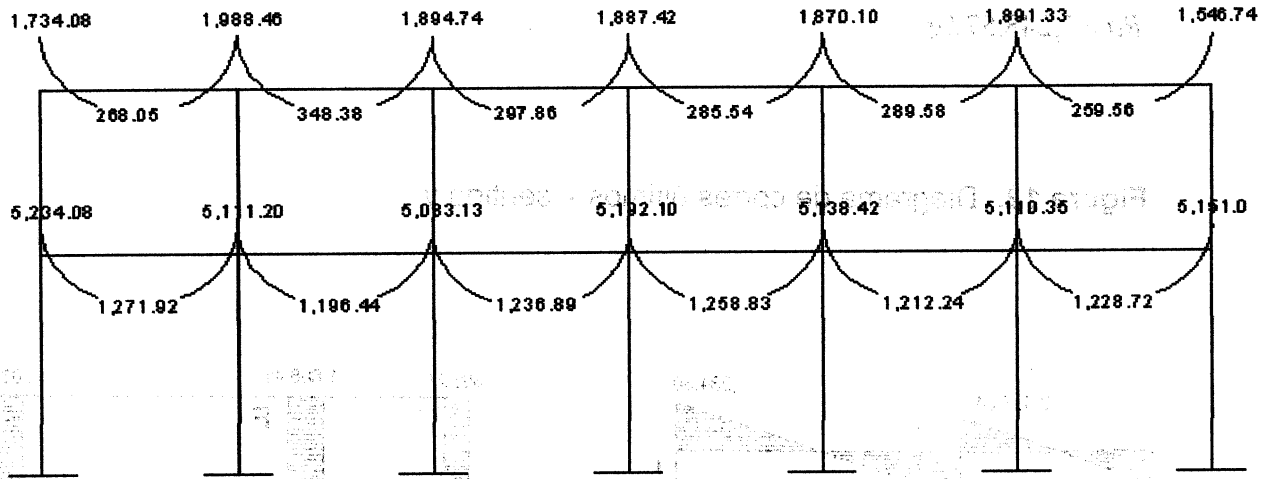
Figura 12. Diagrama de cortes últimos – sentido y



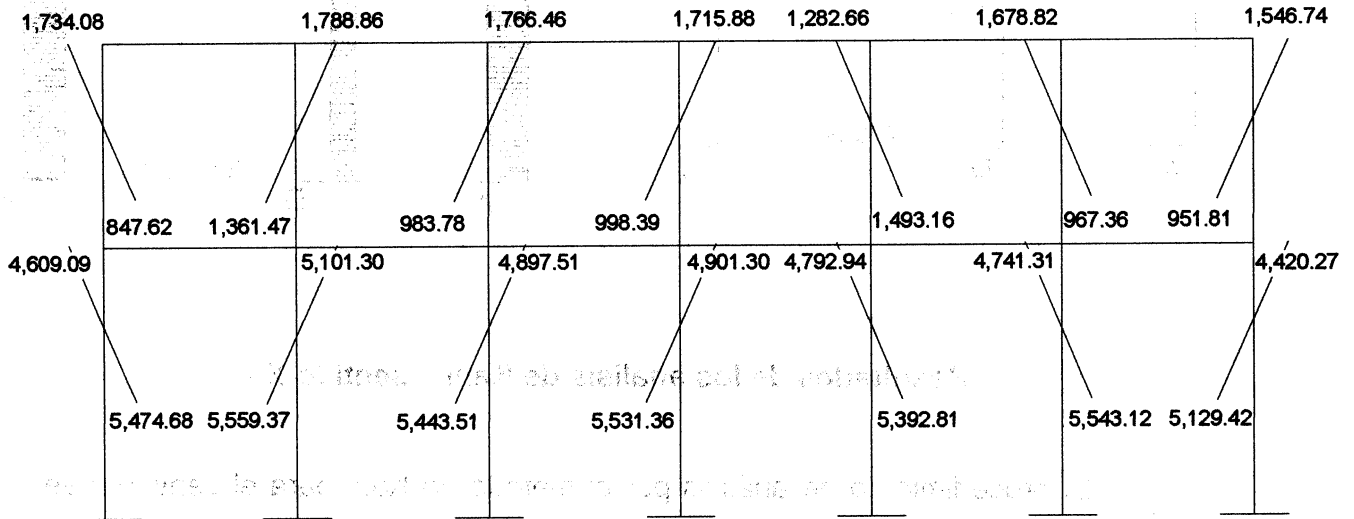
➤ **Resultados de los análisis de Kani – sentido X -**

El procedimiento de análisis por el método de Kani para el sentido x se realiza de la misma forma que el detalle realizado en el sentido y, por lo que se muestran únicamente los resultados del análisis en las siguientes figuras.

Figura 13. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – sentido x



Vigas



Columnas

2.1.3.4 Diseño estructural

El diseño estructural es una serie de cálculos con el propósito de definir las características detalladas de los elementos que forman una estructura.

La resistencia real, es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsible que puedan actuar sobre el elemento, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. En el diseño estructural de este proyecto, se aplicaron las siguientes especificaciones:

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

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 15,100 \sqrt{f_c} \text{ kg/cm}^2$$

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

$$W_m = 250 \text{ kg/m}^2$$

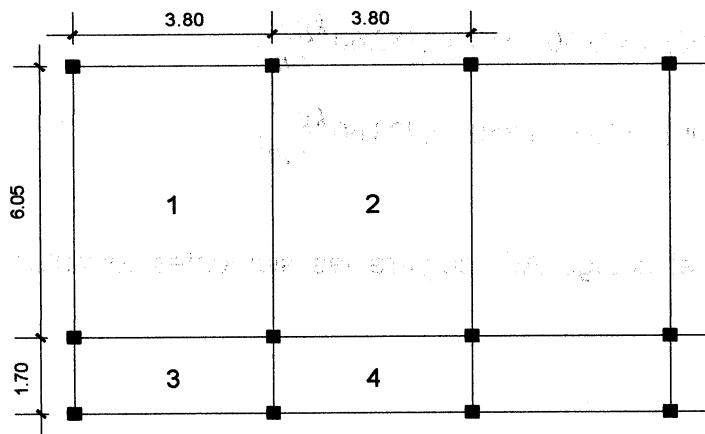
2.1.3.4.1 Diseño de losa del nivel 1

El diseño de losas se puede trabajar en uno o dos sentidos, esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario se debe trabajar en un sentido. Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubierta o techo. Por su espesor, pueden dividirse en: Cascarones ($t < 0.09$), planas ($0.09 \leq t \leq 0.15$) y nervuradas ($t > 0.15$). Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI – 318 – 05.

Espesor de losa

El procedimiento para calcular el espesor de losa se detalla en la sección de predimensionamiento estructural, dando como resultado: $t = 0.12$ metros.

Figura 15. Losas del edificio educativo



$$m1 = m2 = \frac{3.8}{6.05} = 0.62 \rightarrow \text{Armar en dos direcciones}$$

$$m3 = m4 = \frac{1.70}{3.80} = 0.45 \approx 0.50 \rightarrow \text{Armar en dos direcciones}$$

Integración de cargas

Carga muerta

$$\text{Losa } (2,400 \times 0.12) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga adicional} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón} = 66 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de muros} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 624 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva

$$\text{Aulas} = 300 \text{ kg/m}^2$$

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

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

$$\text{Cu } 1,2 = 1.4(624) + 1.7(300) = 873.60 + 510 = 1,383.60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Cu } 1,2 = 1.4(624) + 1.7(300) = 873.60 + 850 = 1,723.60 \text{ kg/m}^2$$

El método 3 del código ACI sugiere las siguientes fórmulas para el cálculo de momentos:

$$M_a^- = C_a^- (C_{ut}) (a)^2$$

$$M_a^+ = C_a^+ (C_{vu}) (a)^2 + C_a^+ (C_{mu}) (a)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+ (C_{vu}) (b)^2 + C_b^+ (C_{mu}) (b)^2$$

$$M_b^- = C_b^- (C_{ut}) (b)^2$$

donde: M = momento actuante en los bordes de la losa

Cut = Carga última total

Cvu = carga viva última

Cmu = Carga muerta última

Ca = Coeficientes de tabla ACI

Cb = Coeficientes de tabla ACI

Solución Losa 1 (caso 4)

$$Ma(-) = 0.085(1,383.60)(3.8)^2 = 1,693.23 \text{ kg} - m$$

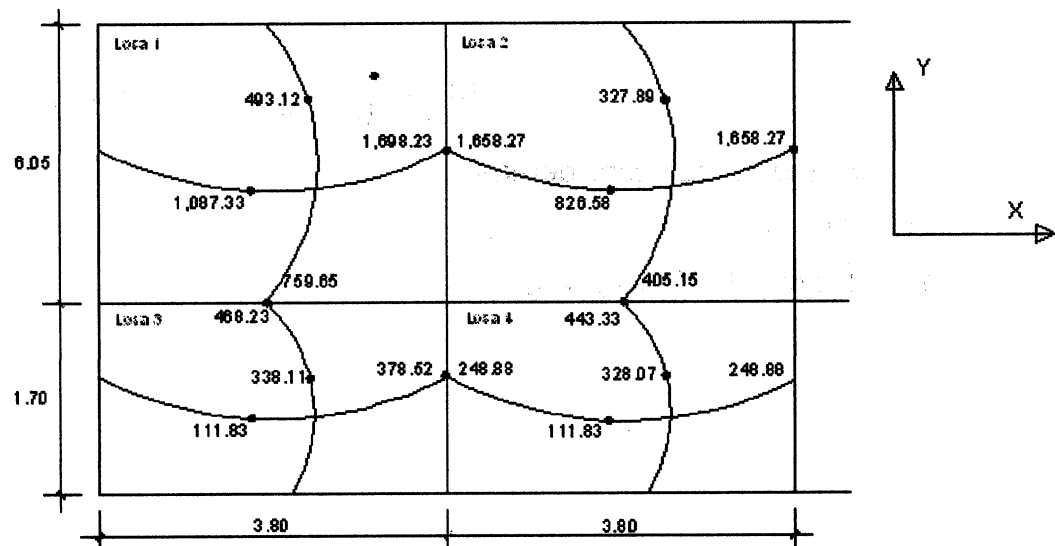
$$Mb(-) = 0.015(1,383.60)(6.05)^2 = 759.65 \text{ kg} - m$$

$$Ma(+) = 0.050(873.60)(3.8)^2 + 0.062(510)(3.8)^2 = 1,087.33 \text{ kg} - m$$

$$Mb(+) = 0.009(873.60)(6.05)^2 + 0.011(510)(6.05)^2 = 493.12 \text{ kg} - m$$

De la misma manera se calculan los momentos en todas las losas el resultado se expresa en la figura 16.

Figura 16. Planta de momentos actuantes en losas típicas – nivel 1



Balance de momentos: antes de diseñar el refuerzo de una losa, se deben balancear los momentos si dos losas están unidas en un lado y tienen momentos diferentes en dicho lado.

Si $0.80 \times M_{mayor} \leq M_{menor}$

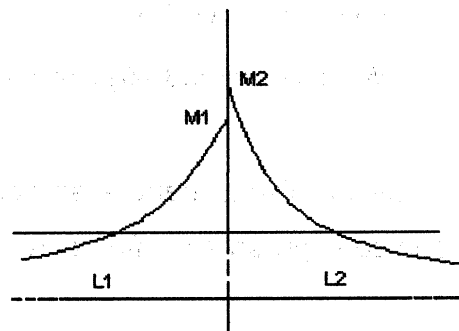
$$M_b = \frac{(M_{mayor} + M_{menor})}{2}$$

Si $0.80 \times M_{mayor} \geq M_{menor}$

Se balancean proporcionalmente a su rigidez.

Balance de momentos

D1	D2
M1	M2
$-dM \cdot D1$	$+dM \cdot D2$
Mb	Mb



$$D1 = \frac{K1}{(K1 + K2)}, \quad K1 = \frac{1}{L1}$$

L = longitud de losa considerada

$$dM = M1 - M2$$

1 y 2 Índices de M_{mayor} y M_{menor}

- Balance de momentos entre losa 1 y 2

0.78	0.22
759.65	468.23
$-(291.42)(0.78)$	$+(291.42)(0.22)$
532.34	532.34

$0.8(1,698.23) = 1,358.58 \leq 1,658.27$, entonces:

$$M_b = \frac{(1,698.23 + 1,658.27)}{2} = 1,678.25 \text{ kg-m}$$

- Balance de momentos entre losa 1 y 3

0.78	0.22
443.33	405.15
-	
$(38.18)(0.78)$	$+(38.18)(0.22)$
413.55	413.55
	E

$0.8(759.65) = 607.72 \geq 468.23$, entonces:

$$K_1 = \frac{1}{1.70} = 0.59, \quad K_2 = \frac{1}{6.05} = 0.17$$

$$D_1 = \frac{0.59}{(0.59 + 0.17)} = 0.78$$

$$D_2 = \frac{0.17}{(0.17 + 0.59)} = 0.22$$

$$dM = 759.65 - 468.23 = 291.42 \text{ kg-m}$$

Momento balanceado = 532.34 kg-m

- Balance de momentos entre losa 2 y 4

0.50	0.50
378.52	248.88
-	
(129.64)(0.50)	+(129.64)(0.50)
313.70	313.70

entonces:

$$0.8(443.33) = 354.66 \leq 405.15,$$

$$K1 = \frac{1}{1.70} = 0.59, \quad K2 = \frac{1}{6.05} = 0.17$$

$$D1 = \frac{0.59}{(0.59 + 0.17)} = 0.78$$

$$D2 = \frac{0.17}{(0.17 + 0.59)} = 0.22$$

$$dM = 443.33 - 405.15 = 38.18 \text{ kg-m}$$

Momento balanceado = 413.55 kg-m

- Balance de momentos entre losa 3 y 4

0.50	0.50
378.52	248.88
-	
(129.64)(0.50)	+(129.64)(0.50)
313.70	313.70

$$0.8(378.52) = 302.82 \geq 248.88,$$

entonces:

$$K1 = \frac{1}{3.80} = 0.26, \quad K2 = \frac{1}{3.80} = 0.26$$

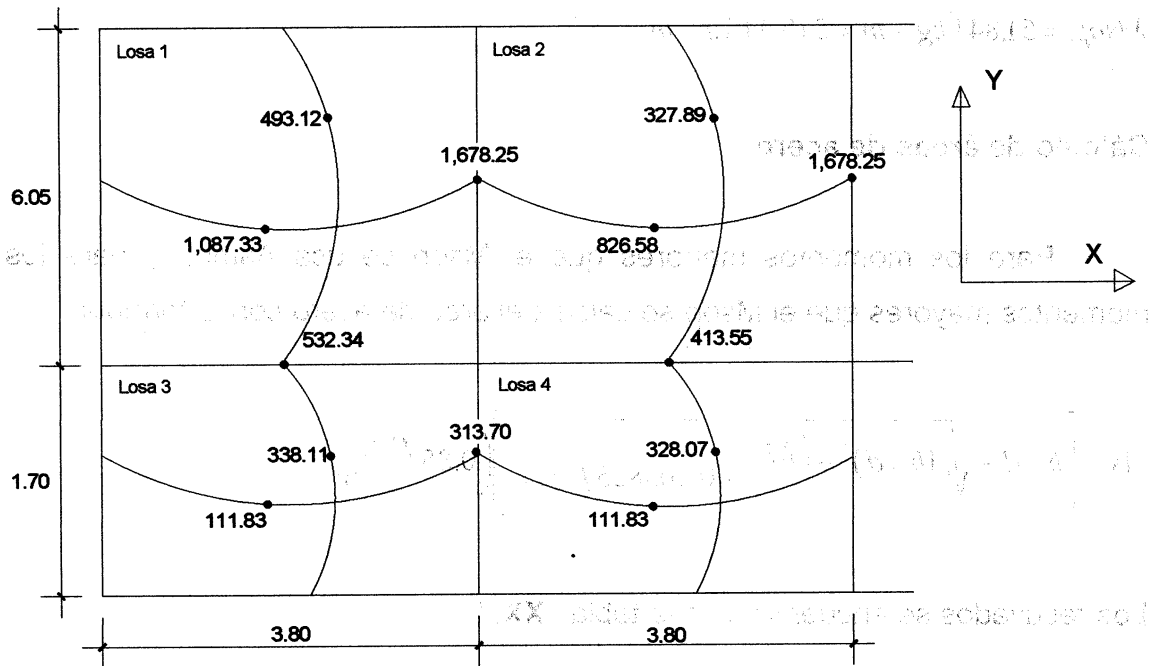
$$D1 = \frac{0.26}{(0.26 + 0.26)} = 0.50$$

$$D2 = \frac{0.26}{(0.26 + 0.26)} = 0.50$$

$$dM = 378.52 - 248.88 = 129.64 \text{ kg-m}$$

Momento balanceado = 313.70 kg-m

Figura 17. Planta de momentos balanceados en losa típica.



Diseño del acero de refuerzo: para el cálculo de acero de refuerzo se utiliza un ancho unitario de 1.00m. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de peralte

$$D = t - \text{recubrimiento} - \Phi_{\text{varilla}} = 12 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} - 1.27 = 8.73 \text{ cm}.$$

Cálculo de límites para el área de acero

Área de acero mínimo

$$A_{s \text{ min}} = (0.002)(100 \text{ cm})(12 \text{ cm}) = 2.4 \text{ cm}^2$$

Cálculo de momento soportado usando $A_{s \text{ min}}$

$$M_{sop} = 0.90 \left(A_s \cdot f_y \left(d - \left(\frac{A_s f_y}{1.7 f'c \cdot b} \right) \right) \right)$$

$$M_{sop} = 0.90 \left(2.4 \times 2,810 \left(8.73 - \left(\frac{2.4 \times 2,810}{1.7 \times 210 \times 100} \right) \right) \right)$$

$$M_{sop} = 51,841 \text{ kg} - m \approx 518.41 \text{ kg} - m$$

Cálculo de áreas de acero

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

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \left(\frac{M \times b}{0.003825 f'_c} \right)} \right] \left(\frac{0.85 f'_c}{f_y} \right)$$

Los resultados se encuentran en la tabla "XXI"

Cálculo de espaciamiento entre varillas de refuerzo

Fórmula: $S = \frac{A_v}{A_s}$

Fórmula de espaciamiento máximo: $S_{max} = 3t$ o $S_{max} = 30 \text{ cm}$.

para este caso $S_{max} = 3(0.12) = 0.36 \text{ m}$ o 36 cm , entonces se usa $S_{max} = 30 \text{ cm}$

Revisión por corte: este chequeo se hace para verificar que el espesor de la losa es el adecuado y de que el concreto resiste los esfuerzos a que es sometido.

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{max} = \frac{(C_{uu} \times L)}{2} = \frac{(1,383.69 \times 3.80)}{2} = 2,628.84 \text{ kg}$$

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

Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_r = 45\sqrt{f'c} \times t$$

$$V_r = 45\sqrt{210} \times 12 = 7,825.34 \text{ kg}$$

Chequeando V_r con V_{max} .

Si $V_r > V_{max}$ el espesor es el adecuado, en caso contrario aumentar el espesor de la losa "t"

Como $V_r > V_{max}$ el espesor es el adecuado.

Tabla XXI. Áreas de acero requeridas en losas típicas

Momento (M)	Áreas de acero (As)	No. Varilla	Espaciamiento (S)
1,678.25 kg-m	8.20 cm ²	4	15
1,087.33 kg-m	5.16 cm ²	4	24
523.34 kg-m	2.42 cm ²	4	52
826.58 kg-m	3.88 cm ²	4	33

Fuente: Propia

Se recomienda diseñar con acero No. 4 a 0.20 m.

2.1.3.4.2 Diseño de la losa del segundo nivel

Los resultados del diseño de la losa del segundo nivel se muestran en los planos, debido a que el procedimiento es similar al de la losa del primer nivel, variando únicamente el cálculo de carga viva y muerta porque el peso provocado por los muros no se incluye.

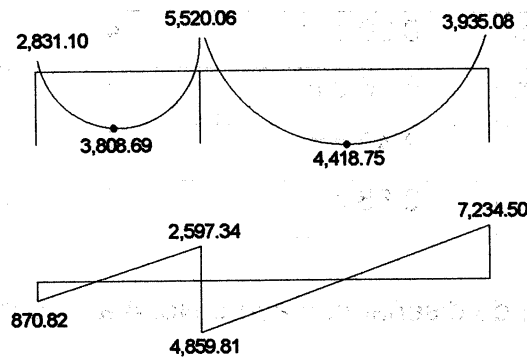
2.1.3.4.3 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para su diseño se utilizan datos del análisis estructural como lo son momentos últimos y cortes últimos actuantes.

Viga tipo 1

Ésta viga está ubicada en el segundo nivel del marco típico sentido Y. Los datos tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 18. En esta gráfica se incluyen los momentos positivos, negativos, así también los cortes últimos.

Figura 18. Diagrama de momentos y corte últimos de la viga tipo 1



Límites de acero

Sección = $0.30\text{ m} \times 0.50\text{ m}$

Peralte efectivo = $d = 50\text{ cm} - (4\text{ cm} + 2.95 + 2.2/2) = 43.95\text{ cm}$

$$A_{s\text{min}} = \left(\frac{14.1}{f_y} \right) b \cdot d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) (30)(43.95) = 6.62\text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{max}} = \rho_{\text{max}} \cdot b \cdot d = (0.0217)(30)(43.95) = 28.61\text{ cm}^2$$

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

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \left(\frac{M \times b}{0.003825 f'_c} \right)} \right] \left(\frac{0.85 f'_c}{f_y} \right)$$

Los resultados se muestran en la tabla XXII que se presenta a continuación.

Tabla XXII. Cálculo de acero.

Momento	As cm ²	Varillas	Área Cubierta
2,831.10 kg-m	2.59 cm ²	2 # 5 + 1 # 6	6.81 cm ²
3,808.69 kg-m	3.50 cm ²	2 # 5 + 1 # 6	6.81 cm ²
5,520.06 kg-m	5.12 cm ²	2 # 5 + 1 # 6	6.81 cm ²
4,418.74 kg-m	4.07 cm ²	2 # 5 + 1 # 6	6.81 cm ²
3,935.08 kg-m	3.62 cm ²	2 # 5 + 1 # 6	6.81 cm ²

Fuente: Propia

Requisitos sísmicos para cubrir el área de acero calculada

Cama superior

Colocar como mínimo dos varillas o más de acero corridas tomando el mayor de los siguientes valores: A_{smin} o 33% del A_s calculada para M^- .

Cama inferior

Colocar como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, utilizando el mayor de los valores: A_{smin} , 50% del A_s del M^+ ó el 50% A_s del M^- . El resto del acero se coloca como bastones y rieles en ambas camas.

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

Cálculo de corte resistente:

$$V_r = (0.85 \times 0.53 \sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} (30)(43.95) = 8,607.65 \text{ kg}$$

Chequeando corte resistente con corte último:

Si $V_r > V_u$, la viga necesita estribos solo por armado

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

$$V_s = V_u - V_r$$

$$U_s = \frac{V_s}{bd}$$

$$S = \frac{A_v \times F_y}{U_s \times b}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2}, \text{ usar mínimo acero No. 3}$$

Para este caso:

$$V_u = 5,929.75 \text{ kg}$$

$$V_r = 8,607.65 \text{ kg}$$

$$V_r > V_u \text{ usar estribos No. 3 a } S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{43.95}{2} = 21.97 \text{ cm} \approx \text{usar } 20$$

cm, entonces colocar No. 3 @ 0.20 m. El armado final se muestra en planos.

Vigas tipo 2, 3 y 4

Para el diseño de las vigas 2, 3 y 4 se utiliza el mismo procedimiento descrito para la viga tipo 1, los resultados se muestran en la tabla XXIII. Cabe mencionar que las vigas tipo 1 y 2, que están en sentido Y, se calcularon y se chequearon las áreas de acero entre los límites mínimo y máximo por lo que su predimensionamiento esta bien, mientras que en las vigas 3 y 4, que están en sentido X, se redujo el peralte de estas por economía del proyecto a una sección de 0.30*0.40 m.

Identificación	Longitud (m)	Alto (m)	Área de acero (cm ²)	Observaciones
Viga 2	3.00	0.40	10.00	
Viga 3	3.00	0.40	10.00	
Viga 4	3.00	0.40	10.00	
Viga 5	3.00	0.40	10.00	
Viga 6	3.00	0.40	10.00	
Viga 7	3.00	0.40	10.00	
Viga 8	3.00	0.40	10.00	
Viga 9	3.00	0.40	10.00	
Viga 10	3.00	0.40	10.00	
Viga 11	3.00	0.40	10.00	
Viga 12	3.00	0.40	10.00	
Viga 13	3.00	0.40	10.00	
Viga 14	3.00	0.40	10.00	
Viga 15	3.00	0.40	10.00	
Viga 16	3.00	0.40	10.00	
Viga 17	3.00	0.40	10.00	
Viga 18	3.00	0.40	10.00	
Viga 19	3.00	0.40	10.00	
Viga 20	3.00	0.40	10.00	
Viga 21	3.00	0.40	10.00	
Viga 22	3.00	0.40	10.00	
Viga 23	3.00	0.40	10.00	
Viga 24	3.00	0.40	10.00	
Viga 25	3.00	0.40	10.00	
Viga 26	3.00	0.40	10.00	
Viga 27	3.00	0.40	10.00	
Viga 28	3.00	0.40	10.00	
Viga 29	3.00	0.40	10.00	
Viga 30	3.00	0.40	10.00	

Tabla XXIII. Cálculo de vigas.

Tipo de Viga	Refuerzo Longitudinal			Refuerzo Transversal
	Momento	As	Refuerzo	
Tipo 1 Sección 0.30x0.50	4,345.07	4.00	2 No. 5 + 1 No. 6	Estribos No. 3 @ 0.11 m en extremos, el resto colocar @ 0.22 m
	7,266.46	6.81	2 No. 5 + 1 No. 6	
	11,048.74	10.61	3 No. 5 + 2 No. 6	
	3,475.71	3.18	2 No. 5 + 1 No. 6	
	10,434.78	9.98	3 No. 5 + 2 No. 6	
Tipo 2 Sección 0.30x0.50	2,831.10	2.59	2 No. 5 + 1 No. 6	Estribos No. 3 @ 0.11 m en extremos, el resto colocar @ 0.22 m
	3,808.69	3.5	2 No. 5 + 1 No. 6	
	5,520.06	5.12	3 No. 5 + 2 No. 6	
	4,418.74	4.07	2 No. 5 + 1 No. 6	
	3,935.08	3.62	2 No. 5 + 1 No. 6	
Tipo 3 Sección 0.30x0.40	1,734.08	1.57	3 No. 5	Estribos No. 3 @ 0.08 m en extremos, el resto colocar @ 0.15 m
	1,988.46	1.81	3 No. 5	
	268.05	0.24	3 No. 5	
	348.38	0.31	3 No. 5	
	1,894.74	1.72	3 No. 5	
Tipo 4 Sección 0.30x0.40	5,234.08	4.85	3 No. 5	Estribos No. 3 @ 0.08 m en extremos, el resto colocar @ 0.15 m
	1,271.92	1.15	3 No. 5	
	5,111.20	4.73	3 No. 5	
	1,196.44	1.08	3 No. 5	
	5,033.13	4.66	3 No. 5	

2.1.3.4.4 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales sometidos a momentos flexionantes y a carga axial. Se le llama carga axial al valor de todas las cargas verticales últimas que la columna soporta, para determinar esta carga se utilizan las áreas tributarias. El análisis estructural aporta los momentos flexionantes tomando el mayor de los momentos actuantes de esta para el diseño. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel analizado. Para éste caso, únicamente se diseñarán para cada nivel las columnas críticas. En esta sección se describe el procedimiento a seguir para el diseño de columnas típicas de la edificación, enfocándose en este caso a la columna crítica del segundo nivel.

2.1.3.4.4.1 Columna típica nivel 2

Dimensiones:

Sección de columna = $30 \times 30 \text{ cm}$

Longitud de viga 1 = 6.05 m

Sección de viga 1 = $30 \times 50 \text{ cm}$

Longitud de viga 2 = 3.80 m

Sección de viga 2 = $30 \times 40 \text{ cm}$

$M_x = 1,991.63 \text{ kg-m}$

Espesor de losa = 0.12m

$M_y = 3,186.61 \text{ kg-m}$

Área tributaria = 14.72 m^2

$V_{cx} = 989.20 \text{ kg}$

Longitud de columna = 3.00 m

$V_{cy} = 1,686.41 \text{ kg}$

Determinación de carga última

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = (1.4(0.12 \times 2,400) + 60) + (1.7 \times 100) = 633.20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{(CM + CV)}$$

$$F_{cu} = \frac{633.20}{(348 + 100)} = 1.41$$

Cálculo de la carga axial

$$P_u = (A_{\text{losas}} \times CU) + (P_{\text{vigas}} \times F_{cu})$$

$$P_u = (14.72 \times 633.20) + ((0.30 \times 0.50 \times 2,400 \times 3.96) + (0.30 \times 0.30 \times 2,400 \times 2.54))(1.41)$$

$$P_u = 12,104.38 \text{ kg}$$

Cálculo de la esbeltez de la columna en el sentido X:

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ):

Extremo superior

$$\Psi_A = \frac{(\sum E_M I / 2)}{(\sum E_M I / 2)}$$

E_M = Como todo el marco es del mismo material = 1

I = Inercia tomada del análisis estructural

$$\Psi_A = \frac{0.33}{(0.33 + 0.25 + 0.33 + 0.25)} = 0.28$$

Extremo inferior

$$\Psi_B = \frac{(0.33 + 0.25)}{(0.33 + 0.25 + 0.33 + 0.25)} = 0.50$$

Promedio

$$\Psi_P = \frac{(\Psi_A + \Psi_B)}{2} = \frac{(0.28 + 0.50)}{2} = 0.39$$

Cálculo de coeficiente K

$$K = \left(20 - \Psi P / 20\right) (1 + \Psi P)^{1/2} \quad \text{Para } \Psi P < 2$$

$$K = 0.90(1 + \Psi P)^{1/2} \quad \text{Para } \Psi P > 2$$

Como $\Psi P = 0.39$, utilizar:

$$K = \left(20 - 0.39 / 20\right) (1 + 0.39)^{1/2} = 1.15$$

Cálculo de la esbeltez de la columna:

$$E = Kl_u / \sigma, \quad \text{donde } \sigma = 0.30 \text{ (lado menor para columnas rectangulares)}$$

$$E = (1.15 \times 3.00) / (0.30 \times 0.30) = 38.33$$

Resumen del cálculo de la esbeltez de la columna en el sentido Y:

$$\Psi A = 0.33 / (2.72 + 0.77) = 0.09$$

$$\Psi B = (0.33 + 0.25) / (2.72 + 0.77) = 0.16$$

$$\Psi P = (\Psi A + \Psi B) / 2 = (0.09 + 0.16) / 2 = 0.12$$

$$K = \left(20 - 0.12 / 20\right) (1 + 0.12)^{1/2} = 1.05$$

$$E = (1.05 \times 3.00) / (0.30 \times 0.30) = 35$$

Se concluye según los resultados obtenidos que la columna se clasifica como intermedia por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

En un análisis estructural de segundo orden en el que se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Pero en caso como este, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, en el que se usan rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Sentido X

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = CMu / CU = 463.20 / 633.20 = 0.73$$

Cálculo del EI total del material

$$EI = \left(\frac{Ec \times Ig}{2.5} \right) / (1 + \beta d) ; Ec = 15,100 \sqrt{f'c} ; Ig = \left(\frac{1}{12} \right) \cdot b \cdot h^3$$

$$EI = \left(\left(15,100 \times \sqrt{210} \right) + \left(\frac{30^4}{12} \right) \right) / (1 + 0.75) = 3.37 \times 10^9 \text{ kg} - \text{cm} = 337 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \pi^2 EI / Klu^2$$

$$P_{cr} = \pi^2 (337) / (1.15 \times 3.00)^2 = 279.44 \text{ Ton}$$

Cálculo del magnificar momentos

$$\delta = \frac{1}{(1 - Pu / F_{cr})}$$

$$\delta = \frac{1}{(1 - 12.10 / 0.70 \times 279.44)}$$

$$\delta = 1.06$$

Cálculo de momentos de diseño: $Md = \delta \times Mu$

$$Mdx = 1.06(1,991.63) = 2,125.51 \text{ kg} - m$$

Sentido Y

$$\beta d = 463.2 / 633.2 = 0.73$$

$$EI = \left((15,100 \times \sqrt{210}) + \left(\frac{30^4}{2.5} \right) \right) / (1 + 0.75) = 3.37 \times 10^9 \text{ kg} - cm = 337 \text{ Ton} - m^2$$

$$P_{cr} = \pi^2 (337) / (1.05 \times 3.00)^2 = 335.20 \text{ Ton}$$

$$\delta = \frac{1}{(1 - 12.10 / 0.70 \times 335.20)}$$

$$\delta = 1.05$$

$$Mdy = 1.05(3,186.61) = 3,345.94 \text{ kg} - m$$

Calculo del acero longitudinal por el método de BRESLER

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, este es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es sencillo y los resultados son buenos. La idea fundamental del método de Bresler es aproximar el valor $\frac{1}{P'u}$. Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por los tres valores. Carga axial pura ($P'o$), la carga de falla para una excentricidad e_x ($P'x_0$) y la carga de falla para una excentricidad e_y ($P'y_0$).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de límites de acero: según ACI, el área de acero en una columna debe de estar dentro de los siguientes límites: $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$

$$A_{s \min} = 0.01(30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \max} = 0.06(30 \times 30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado con un valor cercano al $A_{s \min}$.

$$\text{Armado propuesto: } 4 \text{ No. } 7 = 4(3.88) = 15.52 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver apéndice). Los valores a utilizar en los diagramas son:

$$\text{Valor de la gráfica } Y = X = \frac{d}{h} = \frac{0.24}{0.30} = 0.80$$

Valores de la curva

$$\rho_u = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c A_g} = \frac{(15.52 \times 2,810)}{(0.85 \times 210 \times 900)} = 0.27$$

$$\text{Excentricidades} = e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{2,125.51}{12.104.38} = 0.18$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{3,345.94}{12,104.38} = 0.28$$

Valor de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.18}{0.30} = 0.60 \qquad \frac{e_y}{h_y} = \frac{0.28}{0.30} = 0.93$$

Con estos cuatro valores obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y , estos valores son: $K_x = 0.35$ y $K_y = 0.15$

Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{ux} = K_x \times f'_c \times b \times h = 0.35 \times 210 \times (30 \times 30) = 66,150 \text{ kg}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K_y \times f'_c \times b \times h = 0.15 \times 210 \times (30 \times 30) = 28,350 \text{ kg}$$

Carga axial de la resistencia de la columna

$$P'_o = \Phi(0.85 f'_c (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y)$$

$$P'_o = 0.70(0.85 \times 210(900 - 15.52) + (15.51 \times 2,810))$$

$$P'_o = 141,043.60 \text{ kg}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'_o}\right)}$$

$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{66,150} + \frac{1}{28,350} + \frac{1}{141,043.60}\right)} = 23,094.41 \text{ kg}$$

Como $P'_u > P_u$, el armado propuesto si cumple, de lo contrario se tendría que incrementar el área de acero o columna.

Cálculo del acero transversal (estribos):

Es necesario confinar los extremos de las columnas para dotarlas de suficiente ductilidad para que estas absorban parte de la energía del sismo.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Corte resistente:

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \sqrt{(210)}(30)(27.00) = 5,287.98 \text{ kg}$$

Comparar V_r con V_u con los siguientes criterios:

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la

No.3, en este caso $V_r > V_u$, se colocan estribos a $S = d/2 = 27/2 = 13.5 \text{ cm}$

Refuerzo por confinamiento:

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

Lo =	$Lu/6 = 3.00/6 = 0.50 \text{ m}$
	Lado mayor columna = 0.30 m
	0.45 m

Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(0.85 \frac{f'_c}{F_y} \right); \quad \rho_s > 0.12 \left(\frac{f'_c}{F_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{30^2}{24^2} - 1 \right) \left(0.85 \frac{210}{2,810} \right) = 0.016$$

El espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_2 = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{(2 \times 0.71)}{(0.016 \times 24)} = 3.68 \text{ cm} \approx 0.04 \text{ m}$$

4No. 7 Longitudinales

Est. No. 3 @ 0.12 m

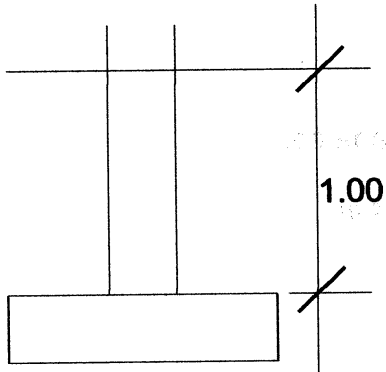
Confinamiento Est. No. 3 @ 0.04m

2.1.3.4.5 Diseño de cimiento

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

2.1.3.4.5.1 Zapata tipo 1

Figura 19. Desplante de zapata



$$M_x = 6,357.18 \text{ kg}$$

$$M_y = 6,083.06 \text{ kg}$$

$$P_u = 30,401.25 \text{ kg}$$

$$V_s = 35 \text{ Ton/m}^2 \text{ (ver anexo)}$$

$$P_{\text{suelo}} = 1.48 \text{ Ton/m}^3 \text{ (ver anexo)}$$

$$P_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ Ton}$$

$$F_{cu} = 1.55$$

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

$$P_T = \frac{30,401.25}{1.55} = 19,613.71 \text{ kg}$$

$$M_{TX} = \frac{6,357.18}{1.55} = 4,101.41 \text{ kg} - m$$

$$M_{TY} = \frac{6,083.06}{1.55} = 3,924.55 \text{ kg} - m$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5P_T}{V_s} = \frac{1.5(19,613.71)}{16,000} = 1.84 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas $A_z = 1.4 \times 1.4 = 1.96 \text{ m}^2$

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

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

donde $S = (1/6)bh^2$

Además se debe tomar en cuenta que "q" no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata 1 se tiene:

$$S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right)(1.40) \times (1.40)^2 = 0.46 \text{ m}^3$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimienta}$$

$$P = 19.61 + (4 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.4) + (1.96 \times 1.5 \times 1) + (1.86 \times 2.4 \times 0.40)$$

$$P = 25.30 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{25.30}{1.96} + \frac{4.10}{0.46} + \frac{3.92}{0.46} = 40.34 \text{ Ton}$$

$$q_{max} = 40.34 \text{ Ton/m}^2, \text{ no cumple excede el Vs}$$

Como la presión sobre el suelo excede el Vs, se debe aumentar el área, es decir, se hace otro predimensionamiento, hasta que cumpla.

Aumentando área

$$\text{Área propuesta } A_z = 2.00 \times 2.00 = 4 \text{ m}^2$$

$$S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right)(2.00) \times (2.00)^2 = 1.33 \text{ m}^3$$

$$P = 19.61 + (4 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.4) + (4.00 \times 1.5 \times 1) + (4.00 \times 2.4 \times 0.40)$$

$P = 30.31 \text{ Ton}$

$$q_{\max} = \frac{30.31}{4.00} + \frac{4.10}{1.33} + \frac{3.92}{1.33} = 13.61 \text{ Ton} \leq V_s, \text{ si cumple}$$

$$q_{\min} = \frac{30.31}{4.00} - \frac{4.10}{1.33} - \frac{3.92}{1.33} = 1.55 \text{ Ton} \geq 0, \text{ si cumple}$$

Presión última

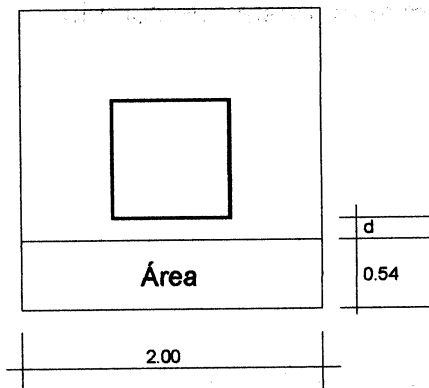
$$q_u = q_{\max} \times F_{cu} = 13.61 \times 1.55 = 21.10 \text{ Ton/m}^2$$

Espesor de la zapata: se procede a dimensionar basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0.075 m y que el peralte efectivo sea mayor de 0.15 m. Este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Asumir espesor $t = 0.40 \text{ m}$

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

Figura 20. Corte simple



$$d = 40 - 7.5 - \frac{1.91}{2} = 32 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A \times q_u = 0.54 \times 2.00 \times 21.10$$

$$V_{act} = 22.79 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

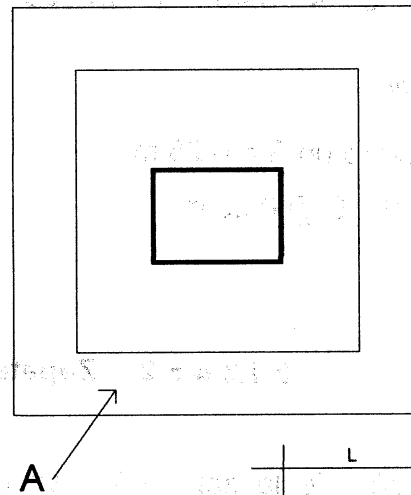
$$V_r = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} \times 2.00 \times 32$$

$$V_r = 41.78 \text{ Ton}$$

$V_{act} < V_r$ si cumple

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

Figura 21. Corte punzonante



$$V_{act.} = A \times q_u$$

$$V_{act.} = (4.00 - 0.40) \times 21.10 = 75.96 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0.85 \times 1.06 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 1.06 \sqrt{210} \times 248 \times 32 = 103.62 \text{ Ton}$$

$V_{act} < V_r$, si chequea

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

Diseño por flexión

$$M_{dis} = \frac{Wl^2}{2} = \frac{(21.10 \times 0.85^2)}{2} = 7.62 \text{ Ton-m}$$

Área de acero

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{\left((bd)^2 - \left(\frac{M \times b}{0.003825 f_c} \right) \right)} \right] \left(\frac{0.85 f_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = 9.63 \text{ cm}^2 ; A_s \text{ min} = 0.002 \times 100 \times 32 = 6.4 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento entre varilla de refuerzo está definido por:

$$S = A_v / A_s ; \text{ donde } S < 0.45 \text{ m. Si se usa varilla No. 6 se tiene}$$

$$S = 2.85 / 9.63 = 0.29 \text{ m}$$

Por seguridad se usará un $S = 0.25 \text{ m}$

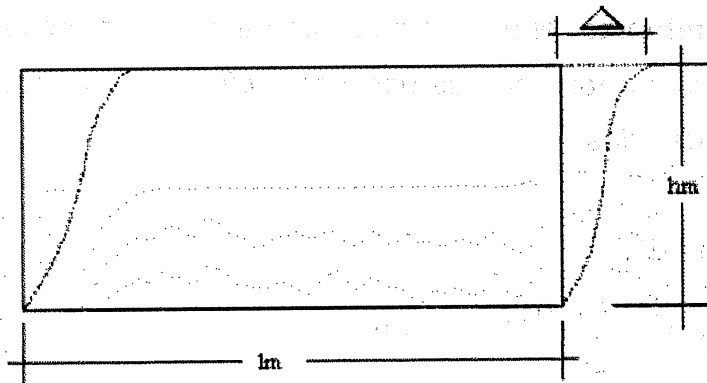
Armado = 1 varilla No. 6 @ 0.25 m

2.1.3.4.5.2 Zapata tipo 2,3

Para el diseño de la zapata 2,3 se usan los criterios descritos para diseñar la zapata 1.

2.1.3.4.5.3 Diseño de muro divisor

Para el diseño del muro divisor se usan los criterios descritos en el anexo



2.1.3.4.6 Diseño de módulo de gradas

Relación de huella y contrahuella

Figura 22. Planta módulo de gradas

C = contrahuella

H = huella

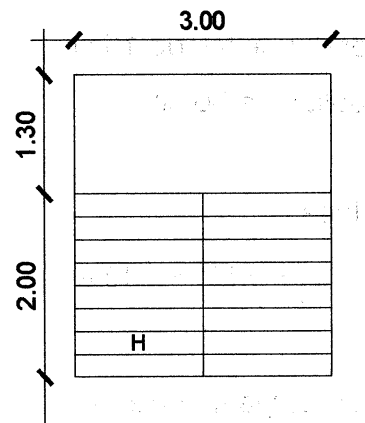
Chequeos de comodidad

$$C \leq 20 \text{ cm.} \quad H \geq C$$

$$2C + H \leq 64 \text{ cm. (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$$

$$C \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$



Dimensiones de escalera

Número de escalones mínimo

$$\frac{h}{C} \text{ max.} = \frac{3.00}{0.20} = 15 \text{ escalones}$$

$$\# \text{ de huellas} = 8 - 1 = 7 \text{ huellas}$$

$$H = \frac{2}{7} = 0.285 \approx 30.00 \text{ cm}$$

$$C = \frac{\text{altura}}{\text{No. Contrahuellas}}$$

$$C = \frac{3.00}{17} = 0.176 \approx 15.00 \text{ cm}$$

Chequeos de comodidad

$$C = 15.00 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm} \rightarrow \text{si cumple}$$

$$H = 30.00 \text{ cm} \geq C \rightarrow \text{si cumple.}$$

$$2C + H = 2(15) + 30 = 60 \leq 64 \text{ cm.} \rightarrow \text{si cumple.}$$

$$C + H = 15 + 30 = 45 \rightarrow \text{està en el rango (45 a 48)}$$

$$C \times H = (15)(30) = 450 \rightarrow \text{se toma como bueno el rango va de } 450 - 500 \text{ cm}^2$$

Figura 23. Perfil módulo de gradas

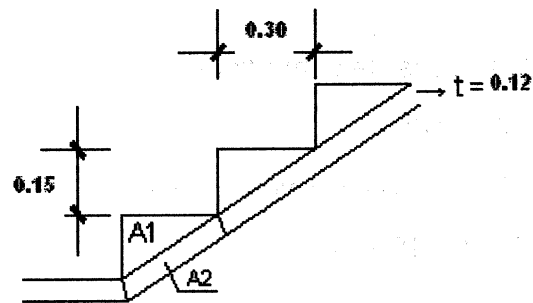
Por lo tanto:

8 contrahuellas de 15 cm

7 huellas de 30 cm

Espesor de losa

$$t = \ln / 24 = 3.00 / 24 = 0.125 \approx 0.12 \text{ m}$$



Integración de carga muerta

$$A_1 = \frac{(0.15)(0.30)}{2} = 0.023 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (0.12) \left(\sqrt{(0.15)^2 + (0.30)^2} \right) = 0.040 \text{ m}^2$$

$$CM = 1.4 [2,400 \times (0.023 + 0.040)] = 221.76 \approx 222 \text{ kg/m}^2$$

Integración de carga viva

$$CV = 500(1.7) = 850 \text{ kg/m}^2$$

Carga última

$$CU = 222 + 850 = 1,072 \text{ kg/m}^2$$

Distribución de carga y momento

$$d = \sqrt{(1.37^2)(2.00^2)} = 2.42 \text{ m}$$

Cálculo de momentos

$$M(+) = \frac{(1,072)(3.72^2)}{9} = 1,648.30 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-) = \frac{(1,072)(3.72^2)}{14} = 1,059.63 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo de refuerzo M (+)

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$M_u (+) = 1,648.30 \text{ kg} - \text{m} \quad f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = \left[(100)(10) - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{(1,648.30 \times 100)}{(0.003825 \times 210)}} \right] \times \frac{(0.85 \times 210)}{2,810}$$

$$A_s = 6.89 \text{ cm}^2$$

Usar varilla No. 4 @ 0.15 m

Cálculo de Refuerzo M (-)

$$A_s = \left[(100)(10) - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{(1,059.63 \times 100)}{(0.003825 \times 210)}} \right] \times \frac{(0.85 \times 210)}{2,810}$$

$$A_s = 4.34 \text{ cm}^2$$

Usar varilla No. 3 @ 0.15 m

Acero por temperatura (transversal)

$$A_s T_{EMP.} = 0.002 \times 100 \times 13 = 2.6 \text{ cm}^2$$

Usar varilla No.3 @ 0.25 m

2.1.3.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

polígono 60 cubilón

CONSTRUCCION DE ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA

No.	Descripción	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Preliminares								
1	Demolición de edificio existente	■						
2	Extracción de desechos	■						
3	Limpieza y nivelación	■						
4	Trazo y estaqueado	■						
Estructura Nivel 1								
5	Zapatas	■						
6	Cimiento corrido	■	■					
7	Solera de humedad		■					
8	Viga conectora		■	■				
9	Modulo de gradas		■	■	■			
10	Levantado de pared		■	■	■	■		
11	Columnas C-1,C-3 C-4		■	■	■	■		
12	Solera intermedia		■	■	■	■		
13	Sillares		■	■	■	■		
14	Solera de corona		■	■	■	■		
15	Vigas		■	■	■	■		
16	Losa		■	■	■	■		
17	Corredor							■
Estructura Nivel 2								
18	Viga conectora				■			
19	Levantado de pared				■	■		
20	Columnas C-2, C-4				■	■		
21	Solera Intermedia				■	■		
22	Sillares				■	■		
23	Solera de corona				■	■		
Techo								
24	Techo				■	■	■	
Instalaciones Eléctricas								
25	Iluminación						■	
26	Fuerza						■	
27	Acometida eléctrica						■	
Acabados								
28	Puertas							■
29	Ventanas							■
30	Pinturas y recubrimientos							■
31	Piso de granito							■
32	Barandal							■

2.1.3.6 XXIV Presupuesto escuela primaria

Diseño	OTTO MAURICIO PEREZ FLORES	Fecha	Noviembre de 2009	Tipo de cambio dólares americanos
Proyecto	PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN EDIFICIO ESCOLAR, MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA	Programa	EPS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Q 8.30

Código	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	Total
--------	---------	--------	----------	-----------------	-------	-------

1	Demolición de edificio actual	m ²	100	Q 105.75	Q 10,575.00	\$ 1,274.10
2	Nivelación y trazo	ml	60	Q 65.42	Q 3,925.00	\$ 472.89
3	Zapatas tipo 1	unidad	14	Q 3,922.93	Q 54,921.00	\$ 6,616.99
4	Zapatas tipo 2	unidad	11	Q 3,016.63	Q 33,182.95	\$ 3,997.95
5	Zapatas tipo 3	unidad	4	Q 2,524.00	Q 10,096.00	\$ 1,216.39
6	Columnas tipo 1	ml	63	Q 418.27	Q 26,350.76	\$ 3,174.79
7	Columnas tipo 2	ml	63	Q 379.63	Q 23,917.00	\$ 2,881.57
8	Columnas tipo 3	ml	36	Q 457.59	Q 16,473.20	\$ 1,984.72
9	Columnas tipo 4	ml	36	Q 225.00	Q 8,100.00	\$ 975.90
10	Viga tipo 1 - 1 nivel	ml	56	Q 584.25	Q 32,718.03	\$ 3,941.93
11	Viga tipo 2 - 2 nivel	ml	56	Q 408.03	Q 22,849.89	\$ 2,753.00
12	Viga tipo 3 - 1 nivel	ml	69	Q 415.93	Q 28,699.30	\$ 3,457.75
13	Viga tipo 4 - 2 nivel	ml	69	Q 415.93	Q 28,699.30	\$ 3,457.75
14	Losa - 1 nivel	m ²	187	Q 536.88	Q 100,395.82	\$ 12,095.88
15	Cimiento corrido	ml	90	Q 168.73	Q 15,185.85	\$ 1,829.62
16	Levantado hasta solera humedad 1 nivel	m ²	56	Q 151.19	Q 8,466.89	\$ 1,020.11
17	Solera de humedad	ml	141	Q 129.41	Q 18,247.37	\$ 2,198.48
18	Levantado muro	m ²	291	Q 46.18	Q 13,437.32	\$ 1,618.95
19	Solera intermedia	ml	95	Q 149.53	Q 14,205.55	\$ 1,711.51
20	Solera corona	ml	117	Q 117.27	Q 13,720.50	\$ 1,653.07
21	Losa - 2 nivel	m ²	187	Q 536.88	Q 100,395.82	\$ 12,095.88
22	Solera Intermedia 2 n	ml	95	Q 132.55	Q 12,592.24	\$ 1,517.14
23	Levantado hasta solera corona - 2 nivel	m ²	84	Q 271.07	Q 22,770.00	\$ 2,743.37
24	Solera corona 2 nivel	ml	117	Q 152.26	Q 17,814.32	\$ 2,146.30

25	Pintura	m ²	1,360	Q 32.17	Q 43,757.02	\$ 5,271.93
26	Instalación de piso	m ²	394	Q 225.31	Q 88,770.61	\$ 10,695.25
27	Puertas	global	1	Q 19,500.00	Q 19,500.00	\$ 2,349.40
28	Ventaneria	global	1	Q 25,000.00	Q 25,000.00	\$ 3,012.05
29	Instalaciones eléctricas "ILUMINACION"	global	1	Q 12,000.00	Q 12,000.00	\$ 1,445.78
30	Instalaciones eléctricas "FUERZA"	global	1	Q 8,000.00	Q 8,000.00	\$ 963.86
31	Instalación drenaje pluvial	global	1	Q 18,783.66	Q 18,783.66	\$ 2,263.09
32	Módulos de gradas	m ²	21	Q 610.34	Q 12,817.09	\$ 1,544.23
33	Limpieza final	m ²	420	Q 7.30	Q 3,066.00	\$ 369.40

Total Proyecto	Q	869,433.49	\$104,751.02
-----------------------	---	-------------------	---------------------

34	GASTOS INDIRECTOS	%	Total
-----------	--------------------------	----------	--------------

Gastos administrativos	10%	Q 86,943.35	\$ 10,475.10
Utilidades	15%	Q 130,415.02	\$ 15,712.65
Gastos legales y financieros	5%	Q 43,471.67	\$ 5,237.55
Imprevistos	5%	Q 43,471.67	\$ 5,237.55

Sub-total =	Q	304,301.72	\$ 36,662.86
--------------------	---	-------------------	---------------------

VALOR TOTAL DEL PROYECTO	Q	1,173,735.21	\$ 141,413.88
---------------------------------	---	---------------------	----------------------

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de un millón ciento setenta y tres mil setecientos treinta y cinco quetzales con veintiún centavos exactos, que equivale a ciento cuarenta y un mil cuatrocientos trece dólares con ochenta y ocho centavos.

2.2 Diseño de línea de conducción de agua potable para barrio El Pinalito, aldea Buena Vista, San Juan Ermita, Chiquimula.

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de agua potable, con el cual se pretende beneficiar a los pobladores de la aldea Buena Vista, quienes son los que demandan tal servicio, ya que es de vital necesidad para su subsistencia. Debido a que en la actualidad la mayoría de viviendas de la aldea no cuentan con este servicio, y las que cuentan es porque la misma comunidad lo ha llevado a través de manguera o poliducto hasta algunas viviendas, sin que éste cuente con algún método de desinfección adecuado. Con la realización de dicho proyecto se pretende reducir al máximo las enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de aguas contaminadas.

El proyecto consta de una línea de conducción de agua potable de 2,454 metros de longitud, la cual se conectará a un tanque de distribución de 20 m³ y una línea de distribución de 754 metros, por lo que el sistema de agua potable será de 3,208 metros.

2.2.2 Documentación bibliográfica

2.2.2.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se refiere a la obtención de datos a través de mediciones realizadas en el terreno en donde se desarrollará el proyecto. Las notas realizadas en la libreta de campo es el claro trabajo del levantamiento topográfico, tiene que ser lo más claro posible, especificando problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería.

Los datos de la libreta tienen que ser exactos y con símbolos, dado que el dibujante y el calculista tienen que tener un panorama del terreno y de las posibles dificultades.

Existen diferentes tipos de levantamientos topográficos y por su grado de exactitud están sujetos a diferentes casos de corrección, entre los diferentes tipos de levantamientos se tienen:

a) **PLANIMETRÍA**

b) **ALTIMETRÍA**

El equipo que se utilizó es el siguiente:

- **Teodolito**

- **Trípode**

- **Estadal**

- **Jalones**

- **Plomadas de bronce**

- **Cinta métrica**

2.2.2.1.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (Dh) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$Dh = \Delta H * 2h * \text{sen}(2\beta)$$

donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

2.2.2.1.1 Error angular

Es el error que se acumula en la medición de ángulos horizontales, por medio de la exactitud que tienen los teodolitos.

2.2.2.1.2 Altimetría

En esta fase se obtienen los datos para identificar los diferentes niveles del terreno con la ayuda del equipo de topografía antes mencionado. Para determinar las diferencias de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula.

$$COTA = 2 * \left[\left(\frac{1}{2} * Dh \right) * (2\beta) \right] + hi - hm$$

donde:

hi = Altura del instrumento (m).

hm = Hilo medio (m).

Dh = Distancia horizontal (m).

β = Ángulo vertical o cenital.

2.2.2.1.2.1 Error de nivelación

$$e = 2.5 \times t \times L$$

$e = 2.5 \times 1.5 \times 3.6$
 $e = 13.5$

e = error de nivelación
 L = longitud nivelada en (Km.)
 t = tolerancia 1.5 cm.

2.2.2.1.3 Medición de distancias

Existen dos métodos que son los más utilizados:

- a) Con cinta
- b) Con estadía

El método más común en proyectos de agua es el taquimétrico y en él se utiliza una estadía y un teodolito o nivel que sirven para ver los tres hilos que enfoca el lente del aparato.

2.2.2.2 Aforo de un nacimiento de agua

Es determinar la cantidad de agua existente en una fuente por el método más apropiado, existen varios, tales como:

- a) Volumétrico
- b) Pozos excavados
- c) Vertedor

Para este caso se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en definir el tiempo en que se llena un recipiente con un volumen conocido. Se realizaron las mediciones, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla XXV. Datos del caudal de aforo

CAUDAL DE AFORO					
Fecha de aforo 20/01/09			Volumen del recipiente: 10 Litros		
Fuete	Tiempo 1(s)	Tiempo 2 (s)	Tiempo 3 (s)	Tiempo Promedio (s)	Caudal de Aforo (lt/s)
1	8,65	8,85	8,84	8,78	1,14
2	11,35	11,75	11,85	11,65	0,86
				Caudal Total (l/s)	2,00

Fuente: Propia

Caudal existente: 2 lt/s.

2.2.2.3 Calidad del agua

La calidad del agua varía entre las fuentes superficiales que en su mayoría se encuentran contaminadas y algunas de muy buena calidad provenientes de nacimientos. Existe información técnica de los sistemas en uso; especialmente en cuanto a análisis bacteriológico no así del análisis fisicoquímico; de los cuales, el resultado del 100% de las fuentes de agua muestreadas el 60% es apta para el consumo humano y el 40% no.

La evaluación de los suministros de agua comunitarios requiere la consideración de una serie de factores cuantitativos que permitan la comparación entre los distintos sistemas y el establecimiento de prioridades en las acciones correctivas a tomar. Los indicadores usados para la evaluación han sido:

- Cobertura: uno de los parámetros a considerar en la evaluación de la situación de agua del municipio es la cobertura de los sistemas comunitarios de suministro, ya que cualquier solución individual presentará mayores riesgos sanitarios que un sistema de distribución comunitario.
- Calidad: la calidad microbiológica del agua representa un indicador del riesgo para la salud de las poblaciones que la consumen.
- Cantidad: la cantidad de agua disponible determina en gran medida las condiciones higiénicas de las que puede gozar una persona, y es por ello el parámetro fundamental a tener en consideración en la evaluación de riesgo sanitario ligado al agua.
- Continuidad: la continuidad del servicio de agua es un determinante que en gran medida contribuye a mejorar el bienestar en general de las personas especialmente el de los niños y mujeres, razón por la cual se constituye en otro parámetro a considerar en la evaluación de riesgo sanitario ligado al agua.

2.2.2.4 Crecimiento de la población

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, se requiere del cálculo más aproximado de la población a servir durante el período de diseño; dado que el número de habitantes de un poblado varía con el tiempo y por lo general este número se incrementa en la mayoría de poblaciones, es necesario conocer el factor de crecimiento poblacional; en este caso el crecimiento poblacional se calculará utilizando el modelo geométrico.

Modelo geométrico

El modelo geométrico da un crecimiento de manera exponencial en función del tiempo transcurrido. Es el método más apropiado para el proyecto, por ser el que más se ajusta al crecimiento de poblaciones en vías de desarrollo.

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

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

donde:

Pf = Población futura de diseño

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño en años

De acuerdo a datos confiables, obtenidos por la Oficina Municipal de Planificación, en la municipalidad de San Juan Ermita, se sabe que el número de viviendas a la fecha es de 180 a 200 y que existen 5 habitantes por vivienda, dando un total de mil personas en toda la aldea. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), la tasa de crecimiento poblacional en el área es del 1.5% por ciento.

De conformidad con los datos anteriores, y utilizando el método geométrico, se obtienen los siguientes resultados.

$P_o = 354$ habitantes

$r = 1.5\%$

$n = 21$ años

$$P_f = 354 \times \left(1 + \frac{1.5}{100}\right)^{21}$$

$P_f = 484$ habitantes

Para efectos de diseño el dato obtenido se aproxima a 484 habitantes.

2.2.2.5 Períodos de diseño

El período de diseño, es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones, y debe tomarse en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales y equipo utilizado, calidad de la construcción y su debido mantenimiento. El período de diseño que recomiendan instituciones como UNEPAR es de 20 años, esto no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, el sistema sigue funcionando pero con un porcentaje de deficiencia que está en función del mantenimiento que se le efectúe a dicho sistema. Basados en lo anterior, se adopta el período de diseño de 21 años, ya que el tiempo puede variar en la gestión y construcción del proyecto.

2.2.2.6 Dotación

La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona, se expresa en litros por habitante por día, (lt/hab/día). La dotación debe cubrir las necesidades de consumo de la persona sin afectar sus actividades personales y laborales.

Para poder dotar de agua a una comunidad, se deben tener en cuenta algunos factores importantes como son: clima, nivel de vida, actividad productiva y tipo de abastecimiento.

Determinación de la dotación

En este caso en particular, como el clima varía entre cálido y templado, dependiendo de la estación climatológica en que se encuentre la región y como el caudal de la fuente no es muy grande, se usará una dotación de 90 litros por habitante por día.

2.2.2.7 Demanda

Según las especificaciones de la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR), específica que a los servicios de conexión intradomiciliar, con opción a varios grifos por vivienda, se les calcule la dotación entre un parámetro de 90 a 170 litros dependiendo del clima de la región.

2.2.2.8 Factor de día máximo (FDM)

El factor de día máximo, compensa la variación en el consumo de agua por parte de la comunidad en un tiempo determinado y se calcula tabulando los datos de consumo durante un año. Según UNEPAR el factor de día máximo está entre 1.2 y 1.5 para poblaciones menores a 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones mayores a 1,000 habitantes, en nuestro caso usaremos 1.2.

2.2.2.9 Factor de hora máxima (FHM)

El factor de hora máxima sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo. Este factor se debe calcular tabulando los datos de consumo horarios; según UNEPAR este valor varía entre 2.0 a 3.0, para poblaciones menores a 1,000 habitantes, y 2.0 para poblaciones mayores a 1,000, por lo que en nuestro proyecto a diseñar se tomó 2.0.

2.2.2.10 Almacenamiento

El almacenamiento es una reserva que se utiliza para suplir las demandas horarias, en la línea de distribución, según normas de diseño de UNEPAR, para sistemas de gravedad, el volumen de almacenamiento debe estar entre el 25 y el 40 por ciento del caudal de conducción.

2.2.2.11 Principales componentes del sistema de agua potable

2.2.2.11.1 Captación

Es la estructura que recolecta el agua proveniente de la fuente. Se deberán mantener las condiciones naturales del sitio de captación. Por seguridad, la cota superior de la tubería de salida debe estar a un nivel inferior de la cota de brote.

2.2.2.11.2 Línea de conducción

Conjunto de tuberías forzadas que viene desde la captación, la presión puede ser causada por diferencia de alturas o presión ejercida por bombeo, la conducción de tramos largos exige diámetros mucho mayores, cuando los diámetros son menores la pérdida de energía es mucho mayor.

La tubería de conducción debe estar debidamente enterrada a una profundidad que oscila entre 60 cm a 80 cm, para protección de la tubería, de manera de que esta no sufra roturas por el paso de vehículos o personas.

2.2.2.11.4 Cajas rompe presión

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

La caja disipa la presión en el instante en que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al haber un cambio drástico de sección hidráulica.

La caja rompe presión se coloca antes de que la presión estática sobrepase los 80 m.c.a. en la línea de conducción y los 40 m.c.a. en la red de distribución.

Las cajas de la red de distribución se recomienda dejarlas con válvulas de flote menores de 3/4" de diámetro.

2.2.2.11.4 Válvula de aire

Las líneas por gravedad tienen tendencia a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos en relativa baja la presión es relativamente baja, el aire no se disuelve, creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno deben utilizarse válvulas en todos los puntos altos para permitir la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado.

Para su instalación deberá observarse lo indicado en los planos, consta de válvulas de cuerpo, tapadera y flotado.

2.2.2.11.5 Válvula de limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar válvulas que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tubería.

Para su instalación deberá observarse lo indicado en los planos para su localización, consta de una te colocada en la línea, a la cual se conecta un niple y sucesivamente una válvula de compuerta.

2.2.2.11.6 Tanque de distribución

En los sistemas de abastecimiento de agua se necesita un tanque de distribución por los beneficios que presenta, la capacidad y el tipo varían, pero la finalidad es la misma:

- Proveer un almacenamiento que pueda suplir la demanda cuando haya interrupciones en el sistema, debido a problemas en la línea de conducción.
- Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua potable.

2.2.3 Trabajo técnico profesional

2.2.3.1 Condiciones actuales del nacimiento del agua y de terrenos por donde pasa la línea de agua.

2.2.3.1.1 Fuente disponible

Existen cinco fuentes de agua en la aldea Buena vista, para satisfacer las necesidades del barrio El Pinalito, se utilizó una de las fuentes que mayor y mejor caudal presenta, es la Quebrada de El Pinalito, en la cual ya existe una captación, pero no se está aprovechando el caudal total con que esta cuenta.

2.2.3.1.1.1 Calidad del agua

La calidad natural del agua varía en razón del lugar, la estación del año, uso de la tierra, el clima y las diferentes clases de roca del suelo que el agua remueve. La calidad del agua se exige de acuerdo al uso que se le asignará, en este caso, para consumo humano, por lo que debe ser sanitariamente segura. Para ello, debe cumplir con las normas de calidad físico químicas y bacteriológicas, lo cual se demuestra en el análisis de laboratorio, como lo establece el artículo 88 del Código de Salud. En efecto, para determinar la calidad sanitaria del agua es necesario efectuar un análisis físico químico y un examen bacteriológico bajo las normas COGUANOR NGO 29001, mientras que el muestreo para los mismos debe realizarse bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29002 h18 y 29002 h19, respectivamente.

2.2.3.1.1.1.1 Análisis bacteriológico

El objetivo principal de este análisis, es indicar el grado de contaminación bacteriana y principalmente con materia fecal, para lo cual se busca la presencia del grupo coliforme, que comprende los bacilos, *Escherichia Coli* y el *Aerobater Aerógenes*. Los resultados del examen bacteriológico indican: **ES POTABLE.**

Según la NORMA COGUANOR NGO 4010 indica que estas determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano. Este resultado garantiza que el agua no requiere de tratamiento para su consumo más que el de la desinfección a base de pastillas de tricloruro, que se usa para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales y tuberías del sistema. (ver resultados en apéndice).

2.2.3.1.1.2 Examen físico químico

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

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

pH CUMPLE. Según NORMA COGUANOR NGO 4010. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano. (ver resultados en apéndice).

2.2.3.1.1.2 Fuente de agua seleccionada

La fuente de donde se extraerá el agua que beneficiará a la población de este proyecto es la quebrada El Pinalito, que lleva el mismo nombre del barrio al cual se abastecerá. Para seleccionar dicha fuente se realizaron varios estudios preliminares para determinar la factibilidad de utilizarla, pues esta fuente abastece a un 10% de la población de aldea y se estudió el caudal existente para determinar si podía abastecer al resto de la población.

2.2.3.1.2 Condición de los terrenos

Los terrenos por donde pasa la línea de conducción del agua son terrenos quebrados, con pendientes mayores del 32%, según fuentes de laboratorios de sistemas de información geográfica y temática, SIG-CHIQUIMULA. Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, la red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son: planimetría y altimetría. Los cuales pueden ser de 1er., 2do. Y 3er. orden. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de segundo orden.

Los resultados del trabajo de campo se plasman en la libreta de topografía, para la línea de conducción, la red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, un trípode, un estadal, una cinta métrica, plomadas y estacas.

2.2.3.2 Determinación de la línea de conducción

Se calculó que el sistema de agua potable llevará el agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento y a la línea de distribución con tubería plástica rígida de cloruro de polivinilo (PVC), con una longitud de 2,454 metros.

2.2.3.2.1 Parámetros de diseño

Fuente	Quebrada
Sistema	Gravedad
Período de diseño	21 años
Tipo de distribución	Domiciliar
Dotación	90 lt/hab/día
Población actual (2006)	354
Población futura (2026)	484
Viviendas actuales	70
Viviendas futuras	97
Tasa de crecimiento	1.5%
Factor de día máximo	1.2
Factor de hora máxima	2

2.2.3.2.2 Determinación de caudales

2.2.3.2.2.1 Caudal medio diario (Qm.)

Conocido también como caudal medio. Se obtiene del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo diario, se puede calcular en función de la población futura y de la dotación asignada en un día.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población Futura} \times \text{dia}}{86,400 \text{seg}}$$

$$Q_m = \frac{90 \text{ lt/hab/día} \times 484 \text{ habitantes} \times 1 \text{ día}}{86,400 \text{seg}}$$

$$Q_m = 0.5 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

2.2.3.2.2.2 Caudal máximo diario (Q_{md})

Es conocido como caudal de conducción, es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año y regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular con un porcentaje denominado factor de día máximo (FDM). Este factor en área rural está comprendido dentro los valores siguientes: 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, y de 1.2 a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes. Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de día máximo es de 1.2.

$$Q_{md} = Q_m \times \text{factor de día máximo}$$

$$Q_{md} = \left(0.5 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} \right) \times (1.2)$$

$$Q_{md} = 0.6 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

2.2.3.2.2.3 Caudal máximo horario (Q_{mh})

Conocido también como caudal de distribución, es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. Si no se tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima, el factor de hora máxima (FHM) está comprendido en el área rural entre los valores siguientes: 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, y de 2 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes. Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de hora máxima es de 2.0

$$Q_{mh} = FHM \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 2 \times 0.6 \frac{lt}{seg}$$

$$Q_{mh} = 1.21 \frac{lt}{seg}$$

2.2.3.2.3 Diseño de línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen Williams. La longitud de diseño de toda la tubería se debe de incrementar de un 3 a un 5%, en este caso se incrementó en un 5%, que es la incertidumbre al considerar la pendiente del terreno y las condiciones de accesibilidad en el momento de ejecutar el proyecto. A continuación se diseña la línea de conducción, de la caja de captación al tanque de distribución, la caja de captación se encuentra ubicada en la E-0 y el tanque de distribución se encuentra ubicado en la E-70 respectivamente.

HAZEM – WILLIAMS

$$hf = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{(C^{1.85}) \times (\theta^{4.87})}$$

donde:

hf = Pérdida de carga (m.)

L = Longitud en metros

Q = Caudal (lt/s)

θ = Diámetro en pulgadas

C = Factor de corrosividad de la tubería (PVC= 150, HG = 100)

2.2.3.2.4 Cálculo de presiones, pérdidas, diámetro, cota piezométrica, velocidad y cantidad de tubos.

Datos del tramo: E-0 a E-38 (CRP 1M³)

Longitud = $L = 1182\text{ m}$ (Incluye un 5% de factor ondulación)

$$\text{Caudal} = Q = 2 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

CHW = 150

Cota E-0 = 1000 m

Cota E-13 = 915 m

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

$$H_f = \text{Cota}_{E-0} - \text{Cota}_{E-38}$$

$$H_f = 1000 - 915 = 85\text{ m}$$

A la diferencia de niveles se le restarán 5 metros, para que en la entrada al tanque de distribución se tenga una presión de 5 metros columna de agua.

$$H_f = 85 - 5 = 80\text{ m}$$

Para esta carga disponible, se obtendrá un diámetro teórico, despejando de la fórmula Hazen Williams, el diámetro, se sustituyen los datos, dando como resultado lo siguiente:

$$\theta_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}} ; \text{ sustituyendo datos obtenemos:}$$

$$\theta_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * (2)^{1.85} * 1182}{(150)^{1.85} * 80} \right)^{4.87}$$

$\theta = 1.54$, se recomienda utilizar tubería de 2"

Pérdida de carga

$$hf = \frac{(1,743.811 \times 1182 \times 2)^{1.85}}{(150^{1.85}) \times (2^{4.87})}$$

$$hf = 23.95 \text{ m}$$

Cota piezométrica en E-38

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

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

$$Cp = 1,000 - 23.95 = 976.05 \text{ m}$$

Presión Dinámica

$$P.D. = \text{Cota Piezométrica en E - 38} - \text{Cota de terreno en E - 38}$$

$$P.D. = 976.05 - 915.00$$

$$P.D. = 61.05 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = 2 / (0.50670866 \times 1.5^2)$$

$$V = 1.01 \text{ m/s}$$

Cantidad de tubos

$$1182 \text{ metros} / 6 \text{ metros por tubo} = 197 \text{ tubos}$$

$$197 \times 5\% = 9.85 \text{ tubos}$$

$$\text{Total de tubos} = 197 + 9.85 = 206.85 \approx 207 \text{ tubos (Resumen Hidráulico Ver apéndice)}$$

2.2.3.2.5 Determinación del volumen del tanque de distribución.

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calcularán de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar en sistemas por gravedad de 25 a 40% del consumo medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65%. Para este proyecto se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimiento de concreto ciclópeo y una losa en dos sentidos simplemente apoyada, que sea capaz de almacenar el 40% del consumo medio diario estimado.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40 \% * Q_m$$

Sustituyendo.

$$Q_m = 0.5 \frac{lt}{s}$$

$$1 \text{ dia} = 86,400 \text{ seg}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

$$Vol = 0.4 * \left(0.5 \frac{lt}{seg} \right) \left(\frac{86400}{1000} \right) = 17.28 \frac{m^3}{dia}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 20 \text{ m}^3$$

2.2.3.2.6 Diseño del tanque de distribución

El tanque poseerá muros contruidos de concreto ciclópeo, lo cual significa que estarán hechos de piedra bola, las cuales se unirán entre sí con mezcla de concreto, utilizando una proporción 1:2:3. 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.

2.2.3.2.6.1 Diseño estructural de la cubierta

Para el diseño de la losa que conforma la estructura de cubierta, fue necesario colocar una viga principal en el centro de la misma, quedando dos losas simétricas con las siguientes dimensiones 3.95 m * 2.23m, empleándose el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)*

Descripción Losa

A/B 0.97 > 0.5

Refuerzo 2 sentidos

Espesor (t) 10 cm.

El espesor mínimo recomendado por la ACI es de 9 cm, pero para su construcción se empleará un espesor de 10 cm

Cargas:

Carga muerta (CM)

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

$$W \text{ propio de losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.1 \text{ m} = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Sobre cargas} = 90 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 330 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta última (Cmu)} = 1.4 * 330 = 462 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva (CV)

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kg/m².

$$\text{Carga viva última} = 1.7 * 80 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

$$CU = 1.4 * CM + 1.7 * CV = 462 + 136 = 598 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

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

• Cálculo de momentos (caso seis)

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

$$M_{A(-)} = 2.23^2 (0.075 * 598) = 223.03 \text{ kg-m}$$

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

$$M_{A(+)} = 2.23^2 (0.036 * 462 + 0.038 * 136) = 108.4 \text{ kg-m}$$

$$M_{A(-)} = \frac{1}{3} * M_{A(+)}$$

$$M_{A(-)} = \frac{1}{3} * 108.4 = 36.13 \text{ kg-m}$$

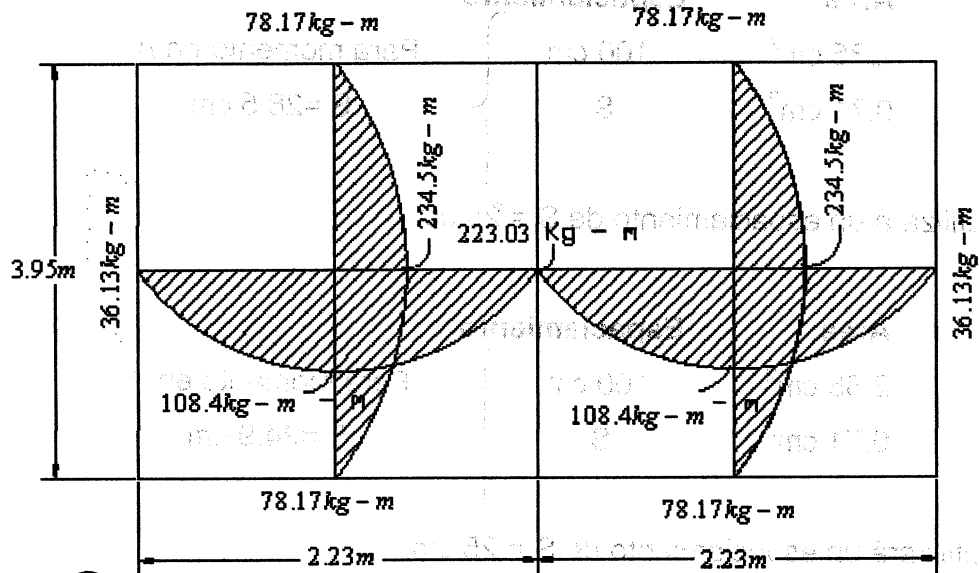
$$M_{B(+)} = B^2 (CADL * CMu + CALL * CVu)$$

$$M_{B(+)} = 3.95^2 (0.024 * 462 + 0.029 * 136) = 234.5 \text{ kg-m}$$

$$M_{B(-)} = \frac{1}{3} * M_{B(+)}$$

$$M_{B(-)} = \frac{1}{3} * 234.5 = 78.17 \text{ kg-m}$$

Figura 24. Gráfica de momentos en losas tanque de distribución



• **Calculo del área de Acero**

$$M_A = 223.03 \text{ kg} - m$$

$$M_B = 234.5 \text{ kg} - m$$

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

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

$$f_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

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

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f_c}} \right] * \frac{0.85 f_c}{f_y}$$

$$A_{sA} = 2.28 \text{ cm}^2 \text{ para momento en A}$$

$$A_{sB} = 2.85 \text{ cm}^2 \text{ para momento en B}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{2810} = 0.005017$$

$$A_{s_{\min}} = 0.005017 * 100 * 7.5 = 1.5 \text{ cm}^2$$

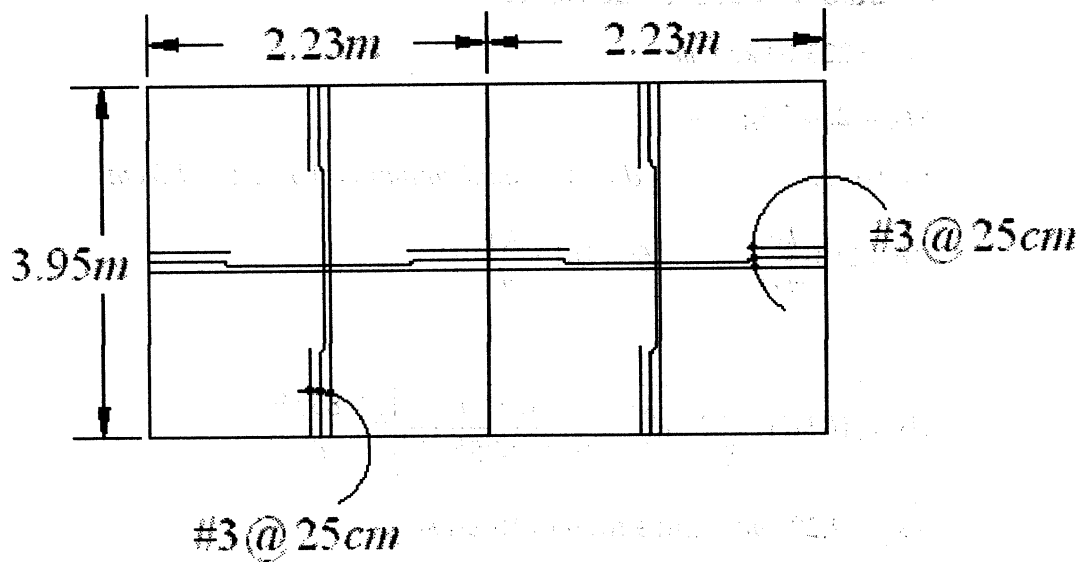
Área	Espaciamiento	
2.35 cm ²	100 cm	Para momento en A S = 28.5 cm
0.71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamiento de S = 25 cm

Área	Espaciamiento	
2.85 cm ²	100 cm	Para momento en A S = 24.9 cm
0.71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamiento de S = 25 cm.

Figura 25. Armado de losas tanque de distribución



• **Diseño de la viga principal a flexión**

Diseño a flexión

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

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

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

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{\min} = \left(\frac{L}{16}\right) * 0.08 = 0.05L - \text{para acero grado 40 (según ACI 318-05 Cáp.10-9.5.2.2)}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$b_{\min} = 6" = 15.24 \text{ cm} \text{ según ACI 318-05 Cáp.10.9.5.2.5}$$

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

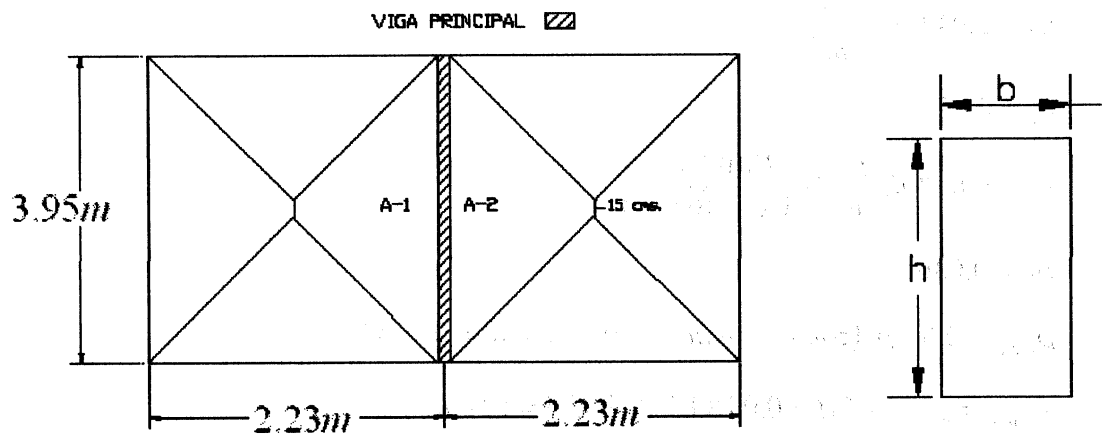
$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 32.5 \text{ cm}$$

$$A_T = \frac{1}{2}(3.95 + 0.15)(1.12) * 2 = 5 \text{ m}^2$$

$$CV = 80 \text{ kg/m}^2 \quad SC = 90 \text{ kg/m}^2$$

Figura 26. Áreas tributarias para viga y sección propuesta



Integración de cargas

$$CM_{losa} = 2400 * 0.1 + 0.9 = 330 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{CM} = \frac{330 \frac{kg}{m^2} * 5m^2}{4.1m} + (2400 * 0.35 * 0.2) = 585.72 \frac{kg}{m}$$

$$W_{CV} = \frac{80 * 5}{4.1} = 100 \frac{kg}{m}$$

$$W_{CU} = 1.7(100) + 1.4(585.72) = 990 \frac{kg}{m}$$

Cálculo del momento último

$$M_u = \frac{990 \frac{kg}{m} (4.1m)^2}{8} = 1930.8 \text{ kg} - m$$

Cálculo del área de acero

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f_c}} \right] * \frac{0.85 f_c}{f_y}$$

$$A_s = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$E_s = 2.03 * 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 \frac{f_c}{f_y} * \frac{E_s(0.003)}{f_y + E_s(0.003)}$$

$$\rho_b = 0.036$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_b (\text{zona}_{sismica}) = 0.5 * 0.036 = 0.01847$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d = 0.01847 * 20 * 32.5 = 12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{2810} = 0.005017$$

$$A_{s_{min}} = 0.005017 * 20 * 32.5 = 2.24 \text{ cm}^2$$

$$2.24 \text{ cm}^2 \leq 3.36 \text{ cm}^2 \leq 12 \text{ cm}^2$$

Acero cama superior

$$\rho_{min} * b * d = 2.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 3 \text{ varías No. 4} = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$0.33 (A_s = 3.36 \text{ cm}^2) = 1.12 \text{ cm}^2$$

Acero cama inferior

$$\rho_{min} * b * d = 2.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 3 \text{ varías No. 4} = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$0.5 (A_s = 3.36 \text{ cm}^2) = 3.95 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de estribos

$$\text{Corte actuante} = \frac{990 * 4.1}{2} = 1955.25 \text{ kg}$$

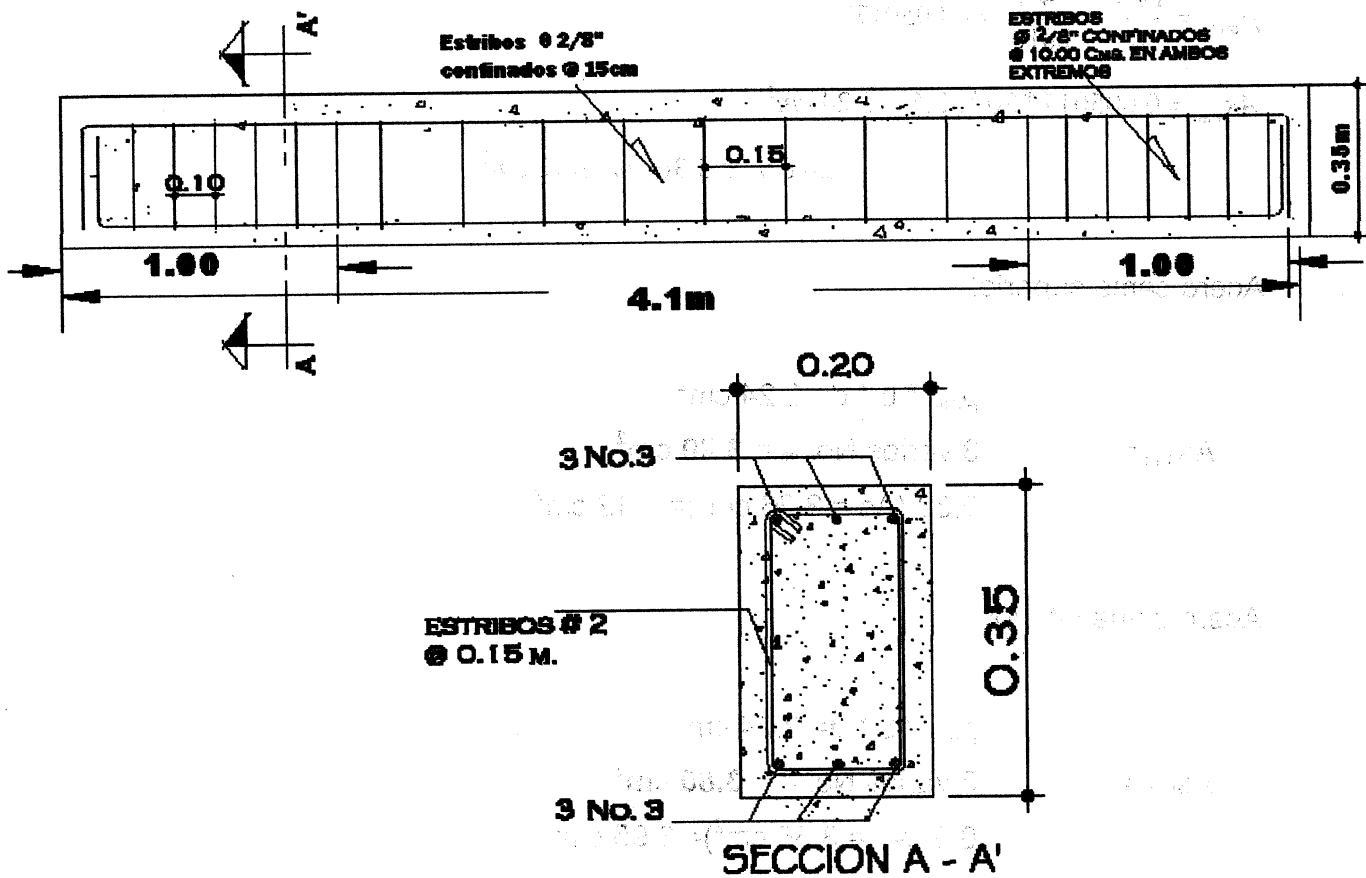
$$\text{Corte resistente} = 0.85 * 0.53 \sqrt{210} * 20 * 32.5 = 4243.44 \text{ kg}$$

$$S = \frac{d}{2} = \frac{32.5}{2} = 16.25 \approx 15 \text{ cm}$$

Cr > Ca Estribos #2 @ 15 cm

Armado: Colocar 6 No. 4 corridas y estribos No. 2 @ 10 cm. En los extremos y @ 15 cm en el centro.

Figura 27. Armado de viga principal



Diseño de la viga perimetral

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2} \quad fy = 2810 \frac{kg}{cm^2} \quad \gamma_c = 2400 \frac{kg}{m^3}$$

$$h = 20 \text{ cm} \quad b = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 22 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{fy} = \frac{14.1}{2810} = 0.005017$$

$$As_{\min} = \rho_{\min} * b * d = 0.005017 * 15 * 22 = 1.66 \text{ cm}^2$$

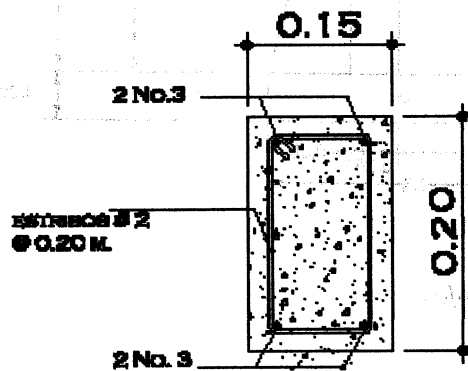
$$\rho_b = 0.036$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b (\text{zona_sismica}) = 0.5 * 0.036 = 0.01847$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0.01847 * 15 * 22 = 5.94 \text{ cm}^2$$

Armado: Colocar 4 No. 3 corridas y estribos No. 2 @ 0.20 m

Figura 28. Armado viga perimetral



2.2.3.2.6.2 Diseño estructural del tanque

Diseño de muros del tanque

Peso específico del suelo $\gamma_s = 1400 \text{ kg/m}^3$

Peso específico del concreto $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

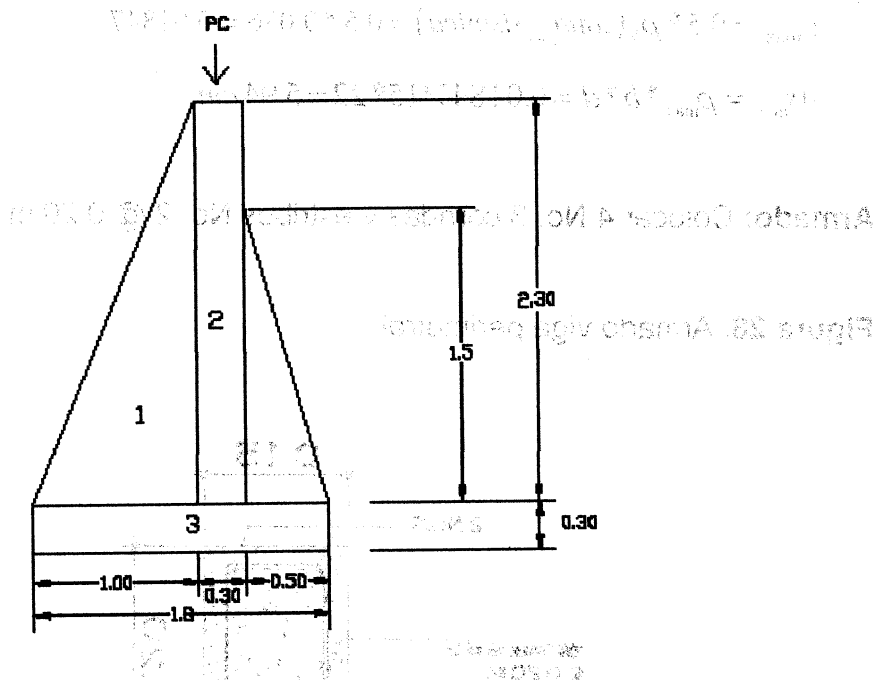
Peso específico del concreto ciclópeo $\gamma_{cc} = 2500 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción (θ) = 15.94°

Cohesión = 7.7 Ton/m²

Valor soporte del suelo (Vs) = 35 Ton/m²

Figura 29. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque



Carga uniforme distribuida (W_u)

$$W_U = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigaprin cipal}} + W_{\text{vigaperim etral}}$$

$$W_U = 1.4(598) + 1.7(100) = 1008 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Consideramos W como carga puntual (P_c)

$$P_c = 1008 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1\text{m} = 1008 \text{ kg}$$

El momento que ejerce la carga puntual respecto de 0 es:

$$M_c = 1008 \text{ kg} \left(1\text{m} + \frac{0.3\text{m}}{2} \right) = 1159.2 \text{ kg} - \text{m}$$

Fuerza activa Fa

$$F_A = \gamma_{AGUA} * \frac{H^2}{2} = 1000 \frac{kg}{m^3} * \frac{1.5^2}{2} = 1620 \frac{kg}{m}$$

Momento de volteo respecto de 0

$$M_{ACT} = F_A * \frac{H}{3} + 0.3 = 1620 \left(\frac{1.5}{3} + 0.3 \right) = 1458 \text{ kg} - m$$

Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del tanque de distribución.

Tabla XXVI. Momento estabilizante en el muro

Sección	γ_{cc} (kg/m ³)	Área (m ²)	$\gamma_{cc} * A=W$ (kg/m)	Brazo (m)	MR(kg-m/m)
1	2500	1	2500	0,67	1666,67
2	2500	0,6	1500	0,85	1275,00
3	2500	0,54	1350	0,9	1215,00
			5350		4156,67

Fuente: Propia

Carga total $W_T = W + WR$

$$W_T = 1008 + 5350 = 6358 \frac{kg}{m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (Fsv) > 1.5

$$F_s = \frac{M_R + M_C}{M_{ACT}} = \frac{4156.67 + 1159.2}{1458} = 3.65$$

$$F_s = 3.65 > 1.5 \text{ ok.}$$

Verificamos la estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1.5

$$F_d = W_T * \text{Coef. friccion}$$

$$F_d = 6358 * 0.9 \tan(17.71) = 2592 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{2592}{1620} = 1.6$$

$$F_{sd} = 1.6 > 1.5 \text{ ok.}$$

Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{max} < V_s$ Donde la excentricidad (e_x) = (Base/2) - a

$$a = \frac{M_R + M_C - M_{ACT}}{W_T}$$

$$a = \frac{4156.67 + 1159.2 - 1458}{6358} = 0.6$$

$$e_x = \frac{1.8}{2} - 0.6 = 0.3$$

Módulo de sección (S_x)

$$S_x = \frac{1}{6} * base^2 * long = \frac{1}{6} * (1.8)^2 * 1 = 0.54 \text{ m}^3$$

La presión es:

$$P_{MAX} = \frac{W_T}{A} + \frac{W_T * e_x}{S_x}$$

$$P_{MAX} = \frac{6358}{1.8 * 1} + \frac{6358 * 0.3}{0.54} = 7064.44 \frac{kg}{m^2}$$

$$P_{max} = 7064.22 \text{ kg/m}^2 < 35,000 \text{ kg/m}^2$$

2.2.3.2.7 Diseño de la red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

- 1) El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
- 2) La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
- 3) Se dotará del servicio de agua potable a toda la población, con conexiones domiciliarias.
- 4) Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto.

A continuación se diseñará el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución cota E-70 = 846 m a cota E-A = 824.14 m

$$Q_d = 1.2 \text{ lt/seg } (Q_m * FHM)$$

$$L = 54.67 \text{ m}$$

$$H_f = 846 - 824.14 = 21.86 \text{ m}$$

$$\theta_{teorico} = \left(\frac{1743.811 * (1.2)^{1.85} * 54.67}{(150)^{1.85} * 21.86} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$\theta = 0.89$, se recomienda utilizar tubería de 1"

Pérdida de carga

$$hf = \frac{(1,743.811 \times 54.67 \times 2)^{1.85}}{(150^{1.85}) \times (1^{4.87})} = 12.59 \text{ m}$$

C = 150 (Tubería P.V.C.)

Cota piezométrica en E-A

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

$$Cp = \text{cota } E - 70 - \text{pérdida de carga}$$

$$Cp = 846 - 12.59 = 833.41 \text{ m}$$

2.2.3.3 Obras estructurales, cajas rompe-presión, válvulas de aire y válvulas de limpieza.

2.2.3.3.1 Cajas rompe-presión

Es necesario construir 3 cajas rompe-presión de mampostería de piedra reforzada y con válvula de flote. Estas cajas rompe-presión se construirán en las estaciones E – 38 de la línea de conducción, E-C y E-E de la línea de distribución

2.2.3.3.2 Válvulas de aire

Se tiene contemplado instalar 5 válvulas de aire, con sus respectivas cajas de mampostería de piedra, para evitar tapones de aire y permitir que el flujo de agua sea el deseado, se colocaran en las estaciones: E-3, E-13, E-26, E-51, E-61

2.2.3.3.3 Válvulas de limpieza

Se utilizarán 8 válvulas de limpieza para poder extraer los residuos de tierra o sedimentos que se depositan en las partes más bajas de la tubería, se le construirá una caja de mampostería de piedra a cada una con su respectiva válvula de paso, se colocaran en las estaciones: E-2, E-12, E-18, E-24, E-33, E-50, E-59, E-63

2.2.3.4 Evaluación preliminar ambiental

El proyecto sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio El Pinalito, aldea Buena Vista, se planificó y diseñó de manera de que éste sea de gran beneficio para la población, que durante su ejecución, desarrollo y funcionamiento no afecte ni altere las condiciones físicas y naturales del lugar.

Cabe mencionar que la captación presenta un rebalse para que la fuente de agua y su cauce natural siempre exista y de esta manera la flora de este lugar siga creciendo y dándole vida a estos terrenos.

La ejecución de este proyecto y su desarrollo no afectará de ninguna manera la naturaleza del lugar y en cambio con el aprovechamiento de este recurso la población de dicha aldea se verán beneficiados grandemente.

2.2.3.6 Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se cuantificó todo el material y la mano de obra necesaria y todos los aspectos necesarios en el desarrollo de la construcción de una obra.

La tabla XXVIII muestra un resumen del presupuesto por renglones de trabajo y el detalle de los mismos, así como los planos del proyecto se pueden ver en las páginas finales de esta memoria.

XXVIII. PRESUPUESTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, BARRIO EL PINALITO				
Diseño	OTTO MAURICIO PÉREZ FLORES	Fecha	Noviembre de 2009	Tipo de cambio dolares
Proyecto	PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, BARRIO EL PINALITO, ALDEA BUENA VISTA, SAN JUAN ERMITA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA	Programa	EPS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Q 8.30

PRESUPUESTO

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	
1	Replanteo topográfico	3125	MI	Q 7.00	Q 21,875.00	\$ 2,635.54
	CAPTACION					
2	Caja captación	1	Unidad	Q 6,000.00	Q 6,000.00	\$ 722.89
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
3	Caja rompe-presión + válvula de salida	3	Unidad	Q 4,339.98	Q 13,019.93	\$ 1,568.67
4	Caja y válvula de limpieza	8	Unidad	Q 7,375.36	Q 59,002.88	\$ 7,108.78
5	Caja y válvula de aire	5	Unidad	Q 5,560.02	Q 27,800.10	\$ 3,349.41
6	Excavación de zanja	2454	MI	Q 25.00	Q 61,350.00	\$ 7,391.57
7	Instalación de tubería Φ 2" pvc 160 psi	2454	ml	Q 80.00	Q 196,320.00	\$ 23,653.01
8	Relleno de zanjas	2454	MI	Q 25.00	Q 61,350.00	\$ 7,391.57
9	Tanque de distribución de	1	Unidad	Q 35,000.00	Q 35,000.00	\$ 4,216.87

	20m3 + caja de salida					
	LINEA DE DISTRIBUCION					
10	Excavación de zanja	754	MI	Q 25.00	Q 18,850.00	\$ 2,021.08
11	Instalación de tubería Φ 1" pvc 160 psi	155	MI	Q 65.00	Q 10,075.00	\$ 1,213.86
12	Instalación de tubería Φ 3/4" pvc 160 psi	516	MI	Q 50.00	Q 25,800.00	\$ 3,108.43
13	Conexiones prediales	70	Unidad	Q 700.00	Q 49,000.00	\$ 5,903.61
14	Relleno de zanjas	754	MI	Q 25.00	Q 18,850.00	\$ 2,021.08
15	Caja para válvulas de control de 160 psi	6	Unidad	Q 4,152.81	Q 24,916.86	\$ 3,002.03
16	Recubrimiento de concreto de tubería	430	MI	Q 80.00	Q 34,400.00	\$ 4,144.58
17	Clorinador (subcontrato)	1	unidad	Q 9,000.00	Q 9,000.00	\$ 1,084.34
	TOTAL			Q 676,759.77	Q 676,759.77	\$ 81,537.32

18	GASTOS INDIRECTOS	%	Total			
----	-------------------	---	-------	--	--	--

	Gastos administrativos	10%	Q 67,675.97		\$ 8,153.73	
	Utilidades	15%	Q 100,919.96		\$ 12,159.03	
	Gastos legales y financieros	5%	Q 3,639.99		\$ 4,053.01	
	Imprevistos	5%	Q 33,639.99		\$ 4,053.01	

Sub-total	=	Q 235,479.91		\$ 28,371.07		
------------------	---	---------------------	--	---------------------	--	--

**VALOR TOTAL DEL
PROYECTO**

Q 913,625.68

\$ 110,075.38

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de novecientos trece mil seiscientos veinticinco quetzales con sesenta y ocho centavos exactos, que equivale a ciento diez mil setenta y cinco dólares con treinta y ocho centavos.

2.2.3.7 Desinfección

El porcentaje recomendable de cloro en agua para consumo humano es de 3 cc/litro, y como se sabe que el caudal que llega al tanque es de 0.5 lt/s, la cantidad de hipoclorito para alimentar el clorinador se calcula de la forma siguiente:

Periodo de cloración: 1 mes

Caudal por mes: $0.5 \text{ lt/seg} \times 24 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h} \times 30 \text{ d/mes} = 829440 \text{ lt}$

Cantidad de cloro: $829440 \text{ lt} \times 0.003 \text{ cc/lt} = 2488 \text{ cc} \cong 2.5 \text{ litros}$

Se aplicarán 2.5 litros de cloro cada mes al clorinador regulando el mismo para que deje salir aproximadamente 3.5 cc/hora.

2.2.3.8 Programa de operación y mantenimiento

Para este caso se propone el siguiente programa de operación y mantenimiento del proyecto:

Tabla XXIX. Programa de operación y mantenimiento

Actividad	Frecuencia	Responsable	Herramientas a utilizar
Revisión del clorinador Alimentación de hipoclorito de calcio	1 mes	Fontanero	Guantes
Limpieza y revisión de captación	1 mes	Fontanero	Cepillo de raíz, botas y llaves stillson
Inspección de posibles fuentes de contaminación	3 meses	Fontanero	Machete y azadón
Limpieza e inspección del tanque	3 meses	Fontanero	Cepillo de raíz, botas y llaves stillson
Limpieza, chapeo y revisión de la línea de conducción	4 meses	Fontanero Comunitarios	Machete y azadón
Inspección de cajas de válvulas	4 meses	Fontanero	Llaves stillson y destornilladores
Chapeo e inspección de áreas adyacentes a la captación	6 meses	Fontanero Comunitarios	Machetes
Reforestación en área de captación	1 año	Comunitarios	Piochás y azadones
Aforo de la fuente utilizada	1 año	Fontanero	Cubeta de 5 galones y cronometro
Muestreo para análisis de laboratorio	1 año	Técnico en salud rural	Recipiente estéril

Fuente: Propia

2.2.3.9 Costos

Salario del fontanero:

$$S = (70 \times 56 \times 1.35) \times 0.10 = Q494.52 / mes$$

donde: 70 = número de conexiones.
0.1= 10% de las conexiones que se considera que revisará el fontanero.

56 = salario mínimo diario en el campo.

1.35 = 35% adicional para prever prestaciones.

Repuestos y herramientas:

$$R = (0.004 \times 908279.65) \times (1 + 0.11) / 12 = Q338.04 / mes$$

donde: 0.004 = 0.4% para afectar el costo del proyecto por mantenimiento mayor y menor.

Q 913,625.68 = costo del proyecto sin incluir terrenos y fuentes.

0.11= % de inflación.

1 = constante.

12 = número de meses del año.

Costo de desinfección:

$$D = 0.6 \times 86.4 \times 3 \times 0.0132 \times 30 = Q61.58 / mes$$

donde: 0.6 = Caudal máximo diario en litros/segundo.

86.4 = factor de conversión de l/s a m³/día.

3 = Cantidad de cloro por litro de agua en cc.

0.0132 = Costo del clorinador por unidad de peso aplicado.

30= días del mes para aplicar el tratamiento.

Costo del tesorero

$$CT = (S + R + D) * 0.10 = (494.52 + 61.58 + 338.04) * 0.10 = Q89.21 / mes$$

donde: S, R, D = cálculos de incisos anteriores.

0.10 = % de lo recaudado para el pago del tesorero según

Acuerdo Gubernativo No. 293-82.

Propuesta de tarifa

$$T = (S + R + D + CT) / 70 = (494.52 + 336.04 + 61.58 + 89.21) / 70 = Q14.00 / mes$$

Esta tarifa se aproxima a Q14.00 al mes, siendo 70 el número de conexiones existentes.

2.2.3.10 Evaluación socio-económica

Valor presente neto

Para el presente proyecto se determina el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es de 12%.

El procedimiento a realizar es el siguiente: La municipalidad de San Juan Ermita pretende invertir Q 913,625.68 la ejecución del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable. Para esto se emplearán los servicios de técnicos encargados de operación y mantenimiento, con un sueldo de Q. 494.52, la desinfección con un costo de Q. 783.96 en el año y el costo de tarifa propuesta mensual es de Q. 14.00 al mes. El período de diseño es de 21 años.

$$VPN = - 913,625.68 - 783.96(1+0.12)^{21} - 5934.24(1+0.12)^{20} + 168 (1+0.12)^{21}$$

$$VPN = -Q. 1,160,173.61$$

Como se puede observar, el resultado es negativo, indicando esto que no es conveniente, ya que no se recuperará el dinero invertido, pero como éste proyecto es de necesidad primaria, es conveniente la inversión, ya que se beneficiará a muchas familias, y mejorará la calidad de vida de los habitantes del barrio El Pinalito, aldea Buena Vista.

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

Tasa interna de retorno

Este indicador es utilizado para evaluar el rendimiento de una determinada inversión; en nuestro proyecto, por ser de carácter social, no se obtendrá una tasa interna de retorno atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se efectuará es el de obtener el costo/beneficio del proyecto, el cual se realiza a nivel municipal de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = Q 913,625.68$$

$$\text{Beneficio} = \text{No. De habitantes beneficiadas (futuro)}$$

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{Q 913,625.68}{484\text{hab}} = Q1887.65 * \text{hab}$$

El resultado muestra que el proyecto puede ser considerado favorable para la municipalidad, así como, para cualquiera de las instituciones que realizan obras para el beneficio social.

El resultado de la investigación es que el sistema de gestión de la información es un sistema de gestión de la información que se utiliza para la gestión de la información y que se utiliza para la gestión de la información.

CONCLUSIONES

1. El diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable, es el más adecuado, pues este satisface las necesidades expuestas por los casi 400 habitantes de la comunidad y aprovechar las fuentes de agua existentes en la aldea Buena Vista.
2. La construcción del proyecto beneficiará a 70 familias, con agua potable en cantidad suficiente y de mejor calidad, desde el punto de vista físico-químico y bacteriológico, para los próximos 20 años, que es período de diseño.
3. En el análisis y el diseño estructural del edificio escolar se aplicaron diferentes criterios, como los contenidos en el reglamento A.C.I. y atendiendo a los criterios establecidos en el reglamento de Construcción de Edificios Educativos del Ministerio de Educación.
4. La utilización del sistema estructural de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, en el diseño de la edificación escolar, la hace una estructura sismo resistente ya que se utilizó el método SEAOC, que considera los efectos laterales que el sismo causa.

PROBABILITY

Let X and Y be independent random variables with probability density functions $f_X(x)$ and $f_Y(y)$ respectively. Then the joint probability density function of (X, Y) is given by $f_{X,Y}(x,y) = f_X(x)f_Y(y)$.

If X and Y are independent random variables with probability density functions $f_X(x)$ and $f_Y(y)$ respectively, then the joint probability density function of (X, Y) is given by $f_{X,Y}(x,y) = f_X(x)f_Y(y)$.

Let X and Y be independent random variables with probability density functions $f_X(x)$ and $f_Y(y)$ respectively. Then the joint probability density function of (X, Y) is given by $f_{X,Y}(x,y) = f_X(x)f_Y(y)$.

Let X and Y be independent random variables with probability density functions $f_X(x)$ and $f_Y(y)$ respectively. Then the joint probability density function of (X, Y) is given by $f_{X,Y}(x,y) = f_X(x)f_Y(y)$.

RECOMENDACIONES

1.- A la Municipalidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

- Orientar a la comunidad sobre temas de salud, higiene, medio ambiente y participación comunitaria como medio para mejorar sus condiciones de vida.
- Al construir la edificación escolar, se deben seguir estrictamente todos los detalles y especificaciones que se encuentran en los planos, debiendo tomar como bibliografía de apoyo tanto para la construcción como para la supervisión, el reglamento del ACI.
- Los presupuestos y cronogramas de ejecución son una referencia, y no se deben tomar como definitivos al momento de realizar la contratación, ya que están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de construir.

2.- A la Facultad de Ingeniería

- Apoyar a los alumnos que deseen hacer Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), ya que se tiene la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica. Asimismo de compartir y vivir la realidad de muchos guatemaltecos y de colaborar con el desarrollo del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CAMEROS Marroquín, Leonel Orlando.** Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranjá, Gualán Zacapa. Trabajo de Graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
2. **GORDON A. Sletcher, P.E. y Vernom A. Smoots.** Biblioteca del Ingeniero Civil, volumen 6, 1988. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F.
3. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE).** Características Generales de Población y Habitación de Chiquimula, julio 1996, 125pp.
4. **LARIOS, Carol Magdali.** Diseño, supervisión y ejecución del proyecto de introducción de agua por gravedad a la comunidad Xexecom, Santa María Nebaj. Trabajo de Graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1996.
5. **OLVERA L. Alfonso.** Análisis de Estructuras, Compañía Editorial Continental S.A., Argentina 1972.
6. **PARKER Harry.** Diseño Simplificado de Concreto Reforzado, Editorial Limusa, México 1973.

7. **QUEVEDO Monterroso, Emilio Alberto.** Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Caserío Llano de la Puerta, San Pedro Pinula, Jalapa. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, febrero 2002.
8. **REYES Valenzuela, Marlene.** Tanques de almacenamiento y líneas de conducción para el sistema de agua potable de las aldeas Pozas de Agua, Piletas y el Pino, Jutiapa. Trabajo de Graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1998. 63 pp.

APÉNDICE 1

- **PLANOS CONSTRUCTIVOS- EDIFICIO ESCOLAR**

- **Planos arquitectónicos**

- Planta amueblada A-01
- Planta acotada A-02
- Elevaciones y secciones A-03
- Planta de acabados A-04

- **Planos estructurales**

- Cimentaciones y columnas E-01
- Vigas y losas E-02
- Detalle de muros y columnas E-03
- Detalle de vigas E-04

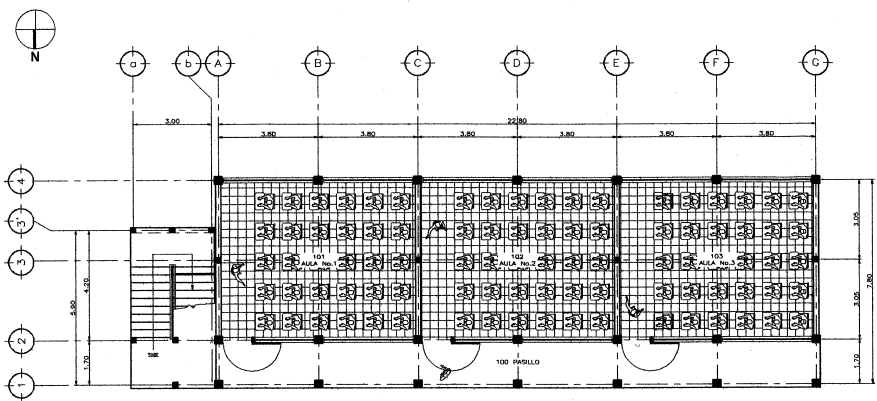
- **Planos de instalaciones**

- Planta de iluminación I-01
- Planta de fuerza I-02

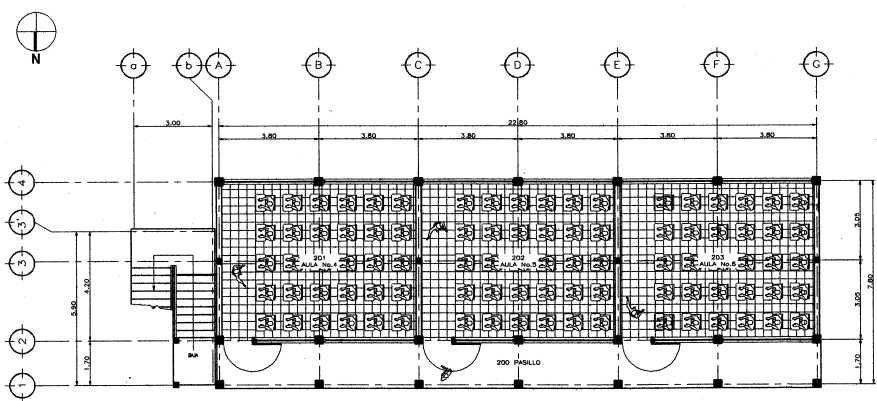
ANEXO I

PLANO CONSTRUCTIVO-TRABALHO

	Plano de implementação
01.0	* Plano executivo
01.1	* Plano de custos
01.2	* Plano de recursos humanos
01.3	* Plano de comunicação
	Plano de avaliação
02.0	* Plano de avaliação de impacto
02.1	* Plano de avaliação de risco
02.2	* Plano de avaliação de desempenho
	Plano de instalação
03.0	* Plano de instalação
03.1	* Plano de manutenção



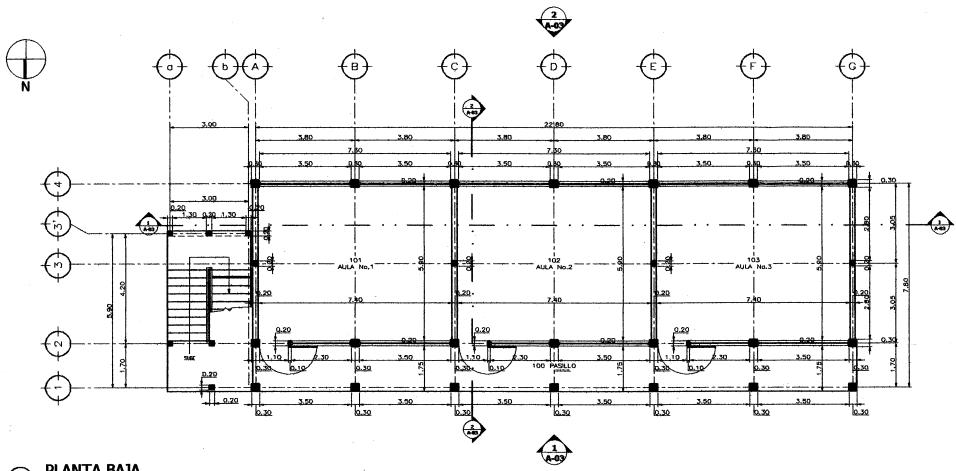
1 PLANTA BAJA
1/75



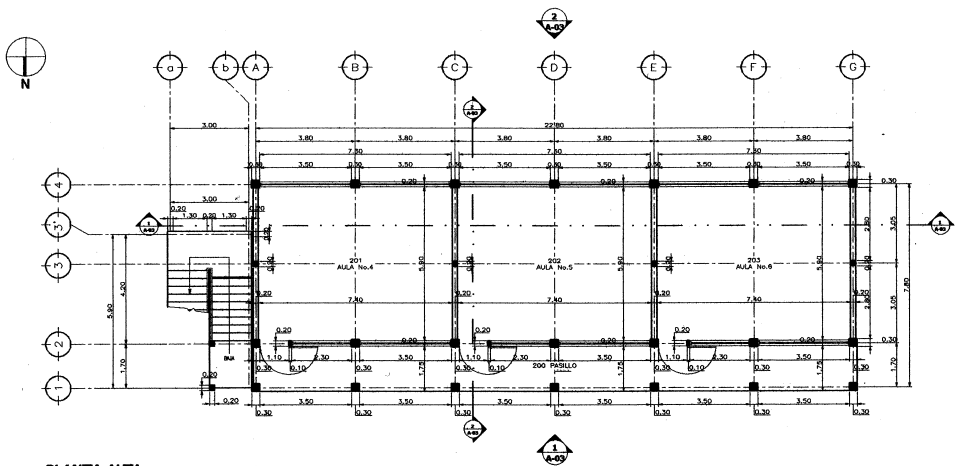
2 PLANTA ALTA
1/75

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN	Universidad de San Carlos de Guatemala SUPLENTE (A) DE EPS
	Calle Urbana, San Juan Ermita, Ciudad de Guatemala C.A. Muebles Pisco Dorado	PLANTA AMPLIADA

[Handwritten signature]



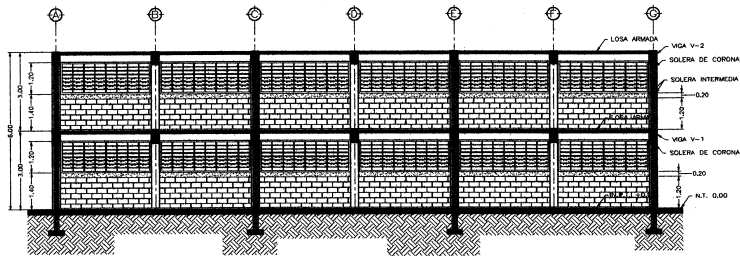
1 PLANTA BAJA 1/75



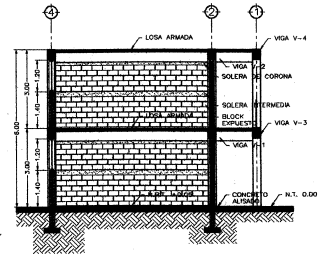
2 PLANTA ALTA 1/75

[Handwritten Signature]
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 SUPERVISOR (A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

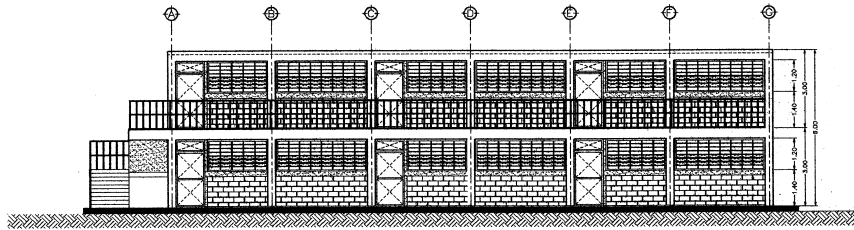
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA
Centro de Estudios de Ingeniería y Estructuras Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	PLANTA ACOTADA
A-02	



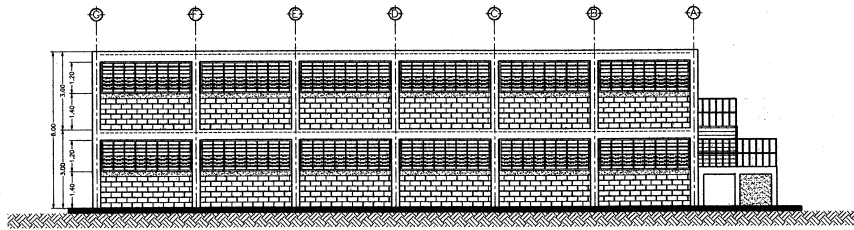
1 SECCIÓN 1-1 1/75



2 SECCIÓN 2-2 1/75

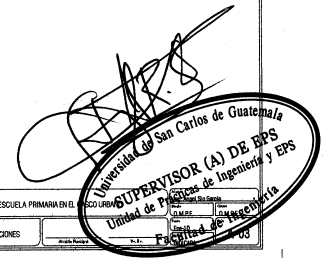


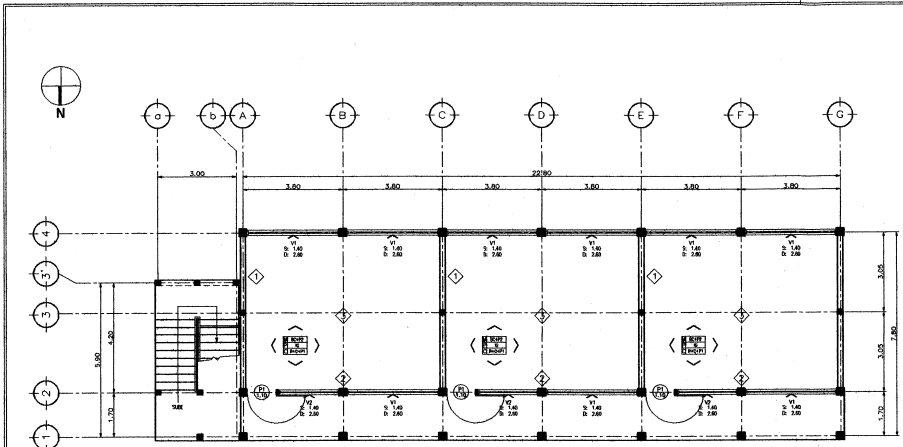
3 ELEVACIÓN 1 1/75



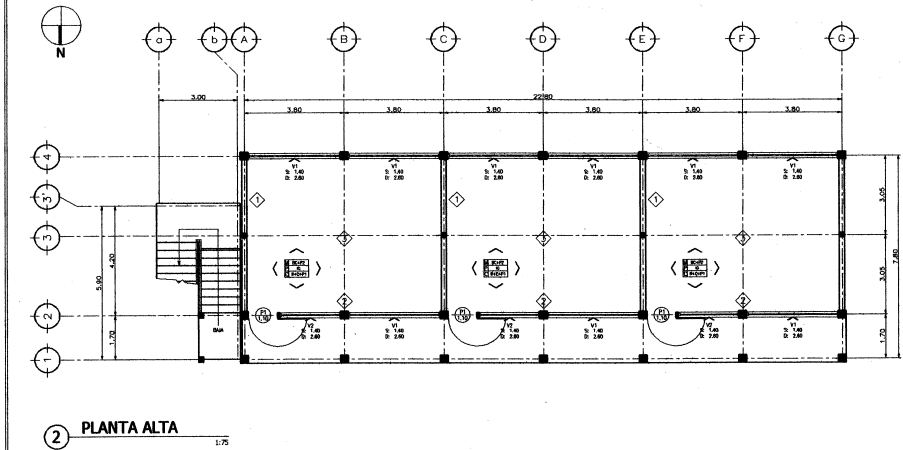
4 ELEVACIÓN 2 1/75

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL
	ESCUELA PRIMARIA EN EL
Ciudad de Guatemala, San Juan Sacatepéquez	ELEVACIONES Y SECCIONES
Ciudad de Guatemala, San Juan Sacatepéquez	Fecha: 15/05/2010





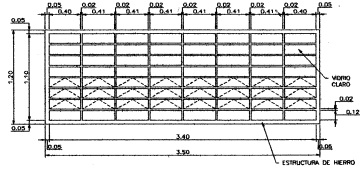
1 PLANTA BAJA 1:75



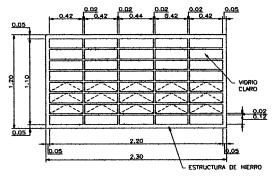
2 PLANTA ALTA 1:75

PLANILLA PUERTAS Y VENTANAS					
DESCRIPCIÓN	TIPO	DIMENSIONES (m)	CANTIDAD	SILLAR (m)	DINTEL (m)
Ventana	1	3.50 X 1.20	18 uni	1.40	2.60
Ventana	2	2.30 X 1.20	6 uni	1.40	2.60
Puerta	1	2.10 (+0.50 CL) X 1.10	6 uni	-	2.60

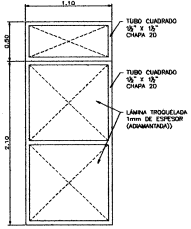
ACABADOS	
◊	Muro: Block visto de 0.19x0.19x0.39. Pintura a dos manos.
◊	Columnas y soleros: repello + cernido. Pintura a dos manos.
◊	Piso tipo imitación de granito, Cielo: repello + cernido. Pintura a una mano.
BC+P2	Acabado en muro (M), piso (P), y cielo (C).
P1	Tipo de puerta, ancho de puerta.
V1	Tipo de ventana, sillar (S), dintel (D).
BC+P2	Block cizado + Pintura a dos manos
IG	Imitación de granito
R+C+P1	Repello + Cernido + Pintura a una mano



3 VENTANA V1 1:20



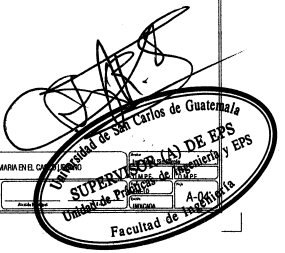
4 VENTANA V2 1:20

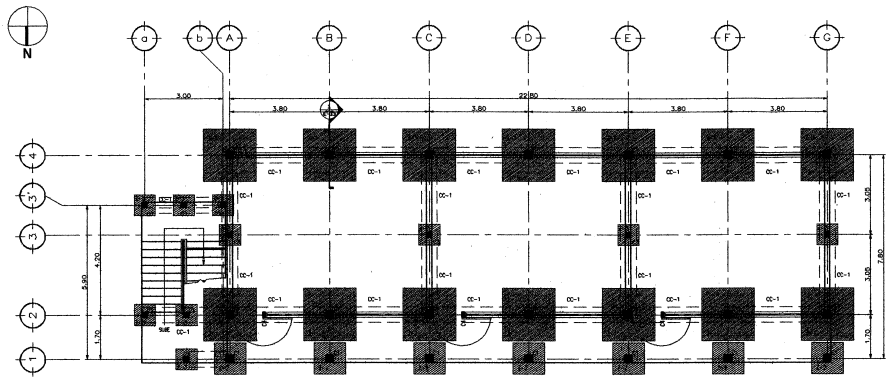


5 PUERTA P1 1:20

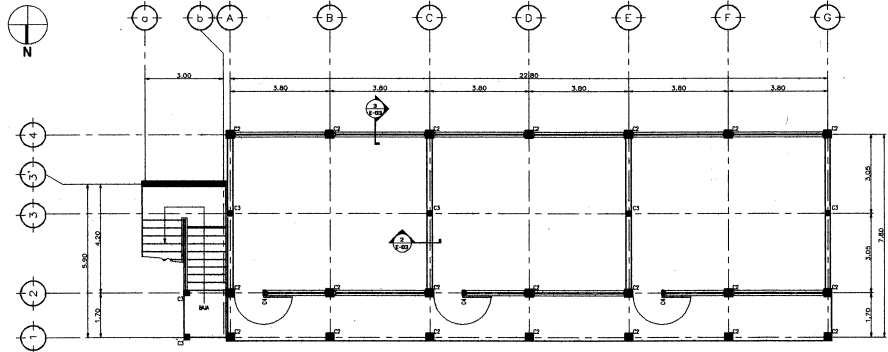
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Carrera Ingeniería en San Juan Sacatepé
 Ciudad Guatemala, Guatemala

DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL CENTRO
 PLANTA DE ACABADOS
 A. G.



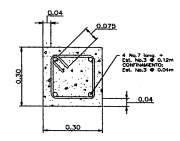


1 PLANTA BAJA 1:75

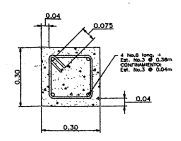


2 PLANTA ALTA 1:75

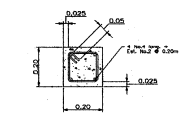
PLANILLA DE COLUMNAS			
TIPO	DIMENSIONES (m)	REF. LONGITUDINAL	REF. TRANSVERSAL
C1	0.30 X 0.30	4 No. 7	EST. No. 3 Ø 0.36m
C2	0.30 X 0.30	4 No. 6	EST. No. 2 Ø 0.36m
C3	0.20 X 0.20	4 No. 4	EST. No. 2 Ø 0.20m
C4	0.10 X 0.20	2 No. 4	ESL. No. 2 Ø 0.20m



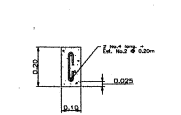
3 COLUMNA C1 1:30



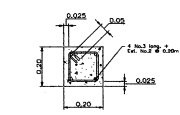
4 COLUMNA C2 1:30



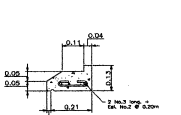
5 COLUMNA C3 1:30



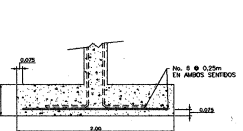
6 COLUMNA C4 1:30



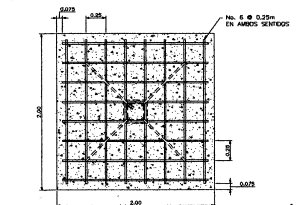
7 SOL. HUMEDAD 1:30



8 SILLAR 1:30



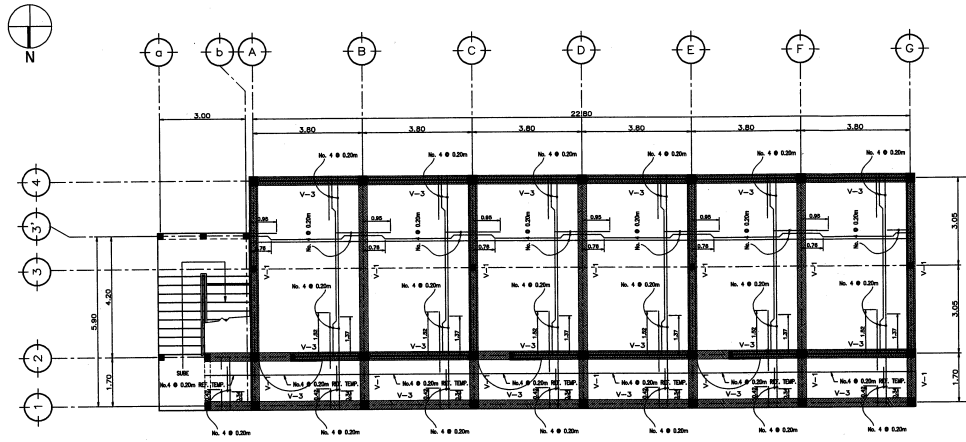
9 ZAPATA Z-1 1:25



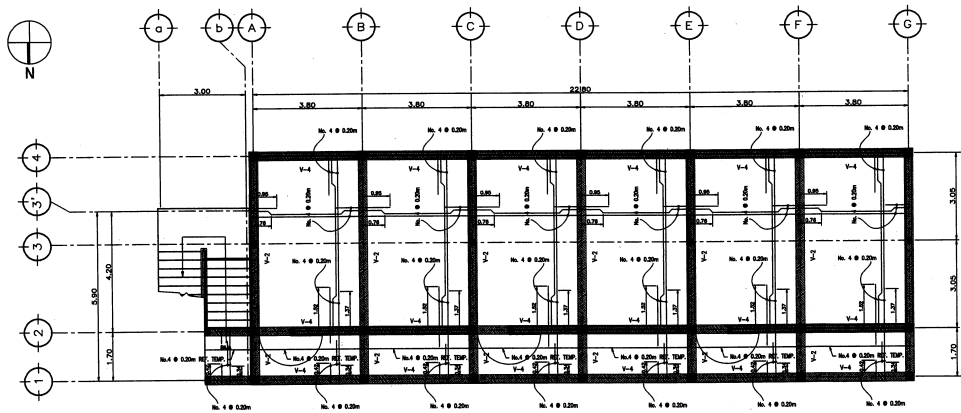
10 PLANTA ZAPATA 1:25

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Carrera Ingeniería en San Juan Escutal, Guatemala
Código 01001

DISERIO DE ESTRUCTURAS
DISEÑO Y CIMENTACIÓN Y COLUMNAS
SOLICITUD DE SOLICITUD DE TRABAJO Y ERS
Unidad de Prácticas de Trámite y ERS
Facultad de Ingeniería

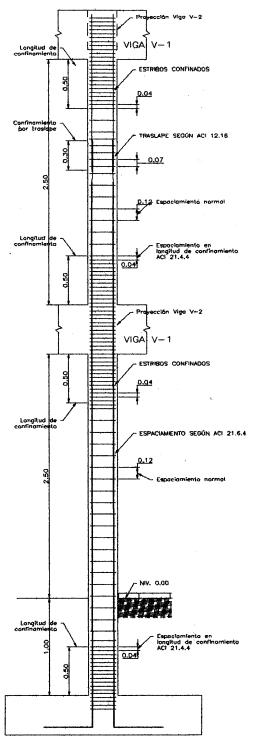


1 PLANTA BAJA 1/75

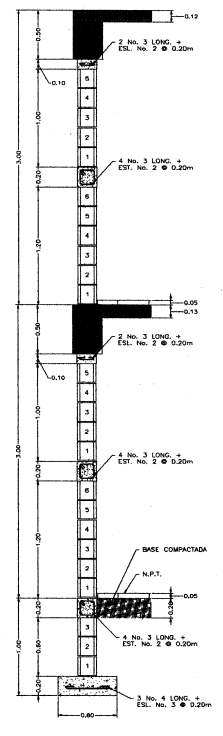


2 PLANTA ALTA 1/75

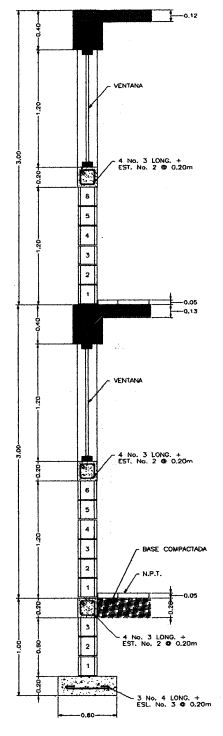
	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO		Autor: Roger Solís Ordoñez
	Consejo Universitario: San Juan Francisco Chiquimulá Centro: Marrochín, El Quiché	VIGAS Y LOSAS	Fecha: 2014	Escala: 1/50 Hoja: 1/1
	Colegio Marrochín	Fecha: 2014	Escala: 1/50	Hoja: 1/1



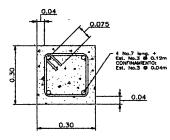
1 SECCIÓN DE COLUMNA 1:20



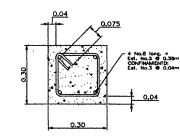
2 CORTE DE MURO 1:20



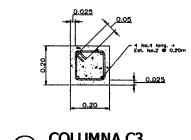
3 CORTE DE MURO 1:20



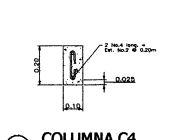
4 COLUMNAS C1 1:10



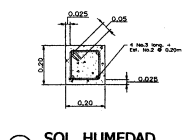
5 COLUMNAS C2 1:10



6 COLUMNAS C3 1:10



7 COLUMNAS C4 1:10



8 SOL. HUMEDAD 1:10

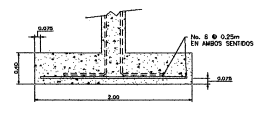
CRITERIOS DE DISEÑO

REGLAMENTOS Y CÓDIGOS

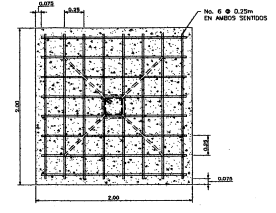
Concreto armado ACI 318-05
 Mampostería UBC 94
 Cargas de diseño AGIES, IBC 2006

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

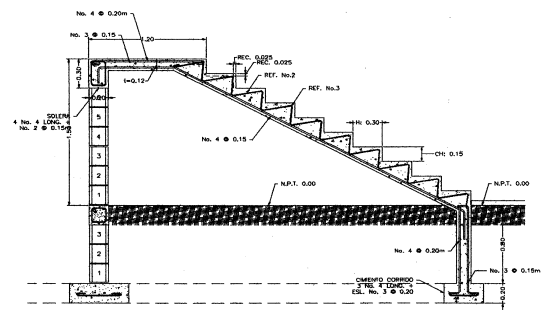
Esfuerzo a la compresión del concreto f'_c 210kg/cm²
 Esfuerzo a la fluencia en el acero f_y 2810kg/cm²
 Esfuerzo a la compresión de la mampostería f_m 35kg/cm²
 Esfuerzo a la compresión del grout f'_c 140kg/cm²
 Capacidad de soporte del suelo (Ensayo Triaxial) 16 Ton/m²



9 ZAPATA Z-1 1:25

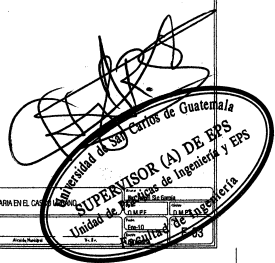


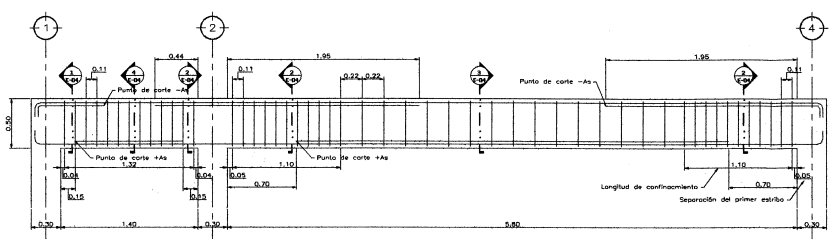
10 PLANTA ZAPATA Z-1 1:25



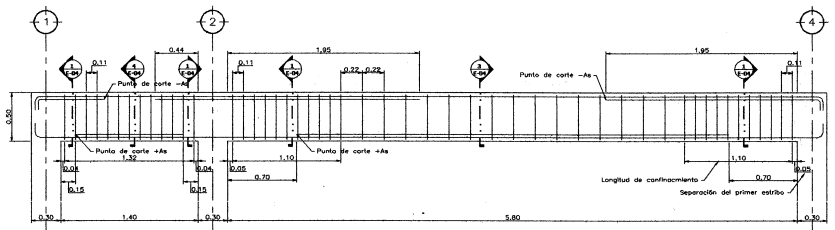
11 DETALLE DE GRADAS 1:20

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Civil Calle Mariscal Pineda	DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL CAJON DETALLES MUROS Y COLUMNAS 2016-2016
--	--

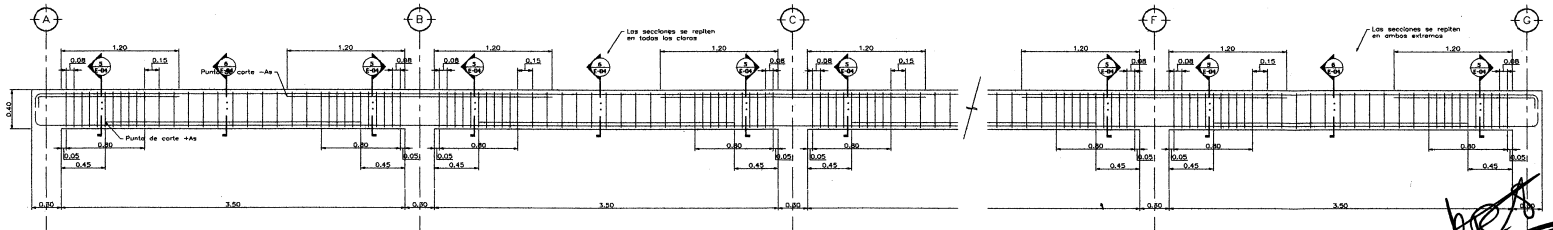




A ELEVACIÓN VIGA 1
1:20



B ELEVACIÓN VIGA 2
1:20



C ELEVACIÓN VIGA 3, 4
1:20

LONGITUD DE TRASLAPÉ (l)

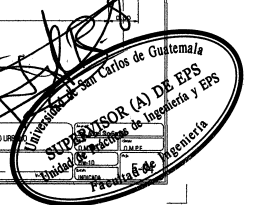
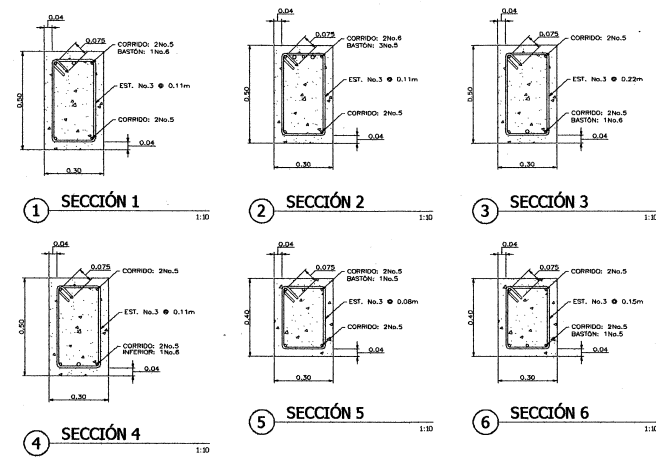
$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

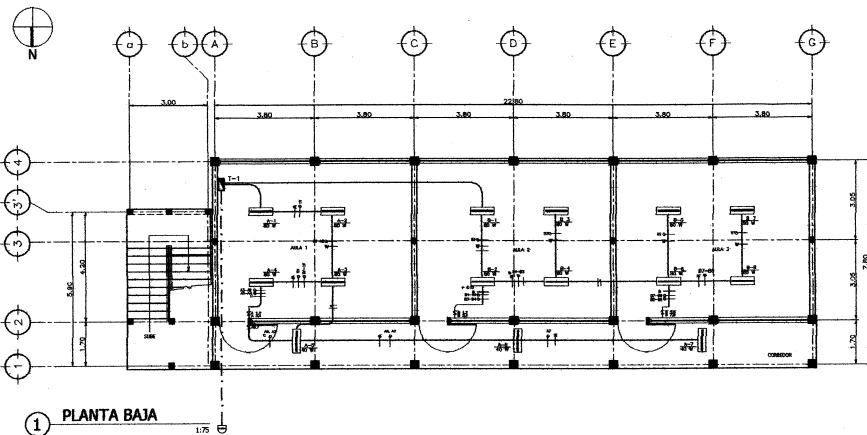
BARRA No.	VIGAS Y LOSAS		COLUMNAS		
	1 Y 3	2 Y 3	1	2	3
4	0.37	0.50	0.70	0.70	0.90
5	0.46	0.65	0.85	0.85	1.10
6	0.58	0.80	1.10	1.10	1.35
7	0.65	1.27	0.69	0.91	1.49
8	1.24	1.62	0.88	1.15	1.90
9	1.57	2.05	1.12	1.46	2.41
10	1.98	2.60	1.42	1.85	3.05

* EMPALMAN DOB DE VARILLAS O MEDIOS
 ** EMPALMAN MED DE DOS DE LAS VARILLAS
 ESTE TIPO DE EMPALMAN ES SOLO PARA CADA
 LOS RECORRIDOS QUE REGULAR SON LOS DE CADA 3 Y 4-ACI 318 ULTIMA VERSION

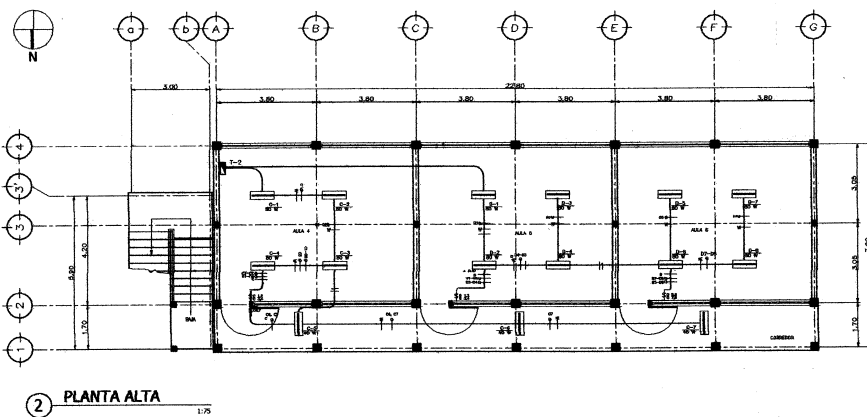
GANCHOS Y DOBLECES

LOS ESTIROS SE HAN DE UNA SOLA PIEZA Y CERRADOS LOS ESTIROS SE HAN CON UN GANCHO EN CADA UNO DE LOS EXTREMOS DE LOS VIGAS EL DIAMETRO DE LA VARILLA DEL ESTIRO PERO NO MENOS DE OCHO VECES LOS ESPACIOS SE HAN CON GANCHOS EN CADA UNO DE LOS EXTREMOS. TODOS LOS DOBLECES SE HAN EN FINO Y DE ACUERDO AL ACI 318 ULTIMA VERSION





1 PLANTA BAJA 1/75



2 PLANTA ALTA 1/75

SIMBOLOGIA PARA INSTALACION DE ILUMINACION	
	SUCIO METALICO EN TIZADO
	TUBERIA PARA INTERRUPTORES 1/2 O CANAL RECTANGULARES
	ALAMBRE POSITIVO CALIBRE 12, CON FORRO AZUL
	ALAMBRE NEGATIVO CALIBRE 14 CON FORRO NEGRO
	LAMPARA FLUORESCENTE, 2 TUBOS DE 40 WATTS
	INTERRUPTOR SIMPLE
	CONTADOR ELECTRICO
	TRILIBRO DE CIRCUITOS (CANAL DE FURONDES)

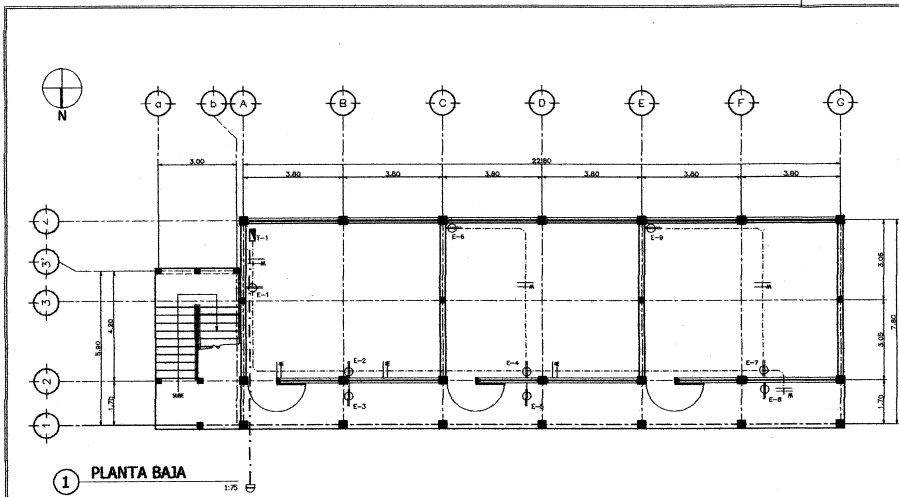
- NOTAS:
- Se utilizarán lámparas fluorescentes de dos tubos de 40W, tipo industrial con pantalla y distribución de luz amplia.
 - Colocar para alumbrar:
 - Positivo: Rojo
 - Negativo: Negro
 - Retornos: Blanco
 - Tubería de Acometida HG # 1 1/2".
 - Toda la tubería de iluminación será rígida; ductos de 1".
 - El calibre de los conductores será TSM No. 12 AWG si no se indica lo contrario.
 - Altura de tablero de distribución 1,70 mts.
 - Altura de interruptores 1,60m, empotrado en muro.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL CASO LINDERO

CARRERA: INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
 PLANTELAS: SAN ANTONIO, CHIMEL
 PLANTELAS: SAN ANTONIO, CHIMEL
 PLANTELAS: SAN ANTONIO, CHIMEL
 PLANTELAS: SAN ANTONIO, CHIMEL

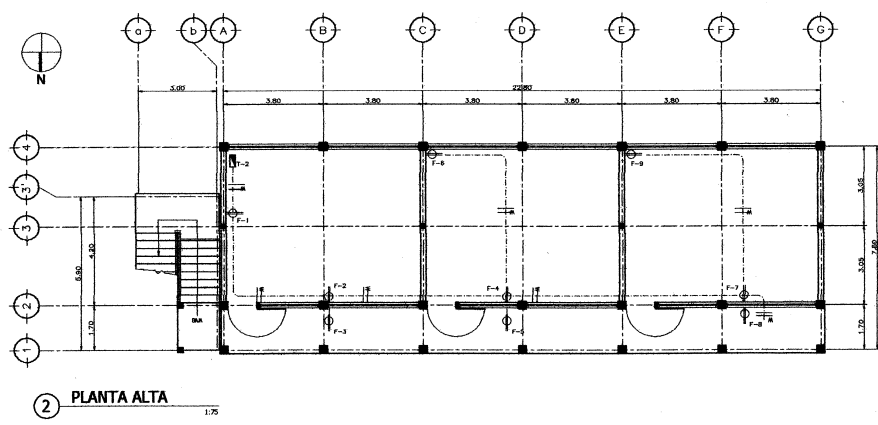
PLANTA DE ILUMINACION
 Autor: [Nombre]

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Unidad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
 1-01-01-01



SIMBOLOGIA PARA INSTALACION DE ILUMINACION	
	BUCRO METRIZADO EN TEGHO
	TUBERIA PARA INTERIORES 1/2" CANAL RECTANGULAR
	ALAMBRE POSITIVO CALIBRE 12, CON FORRO AZUL
	ALAMBRE NEGATIVO CALIBRE 14 CON FORRO NEGRO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120V l=0.30m
	CONDADOR ELECTRICO
	TABLERO DE CIRCUITOS (CAJA DE FUSIBLES)

- NOTAS:**
- Colocar para alambrar:
Positivo: Rojo
Negativo: Negro
Retorno: Blanco
 - Tuberia de Acometida HG ϕ 1 1/2"
 - El calibre de los conductores sera THW No. 12 AWG si no se indica lo contrario.
 - Altura de tablero de distribución 1.70 mts.
 - Altura de tomacorrientes 0.30m S.N.P.1.



[Handwritten Signature]
SUPERVISOR (A) DE EPS
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

APÉNDICE 2

- **PLANOS CONSTRUCTIVOS- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

- **Línea de conducción**

- Planta general sistema de abastecimiento de agua potable LC-00
- Planta y perfil tramo E-0 a E-30 LC-01
- Planta y perfil tramo E-31 a E-48 LC-02
- Planta y perfil tramo E-49 a E-62 LC-03
- Planta y perfil tramo E-63 a E-70 (TD) LC-04

- **Línea de distribución**

- Planta y perfil línea de distribución LD-01

- **Obras de arte**

- Caja de captación OA-01
- Tanque de distribución 20 m³ OA-02
- Caja rompe presiones, válvulas y compuertas OA-03

- **Resumen del diseño hidráulico**

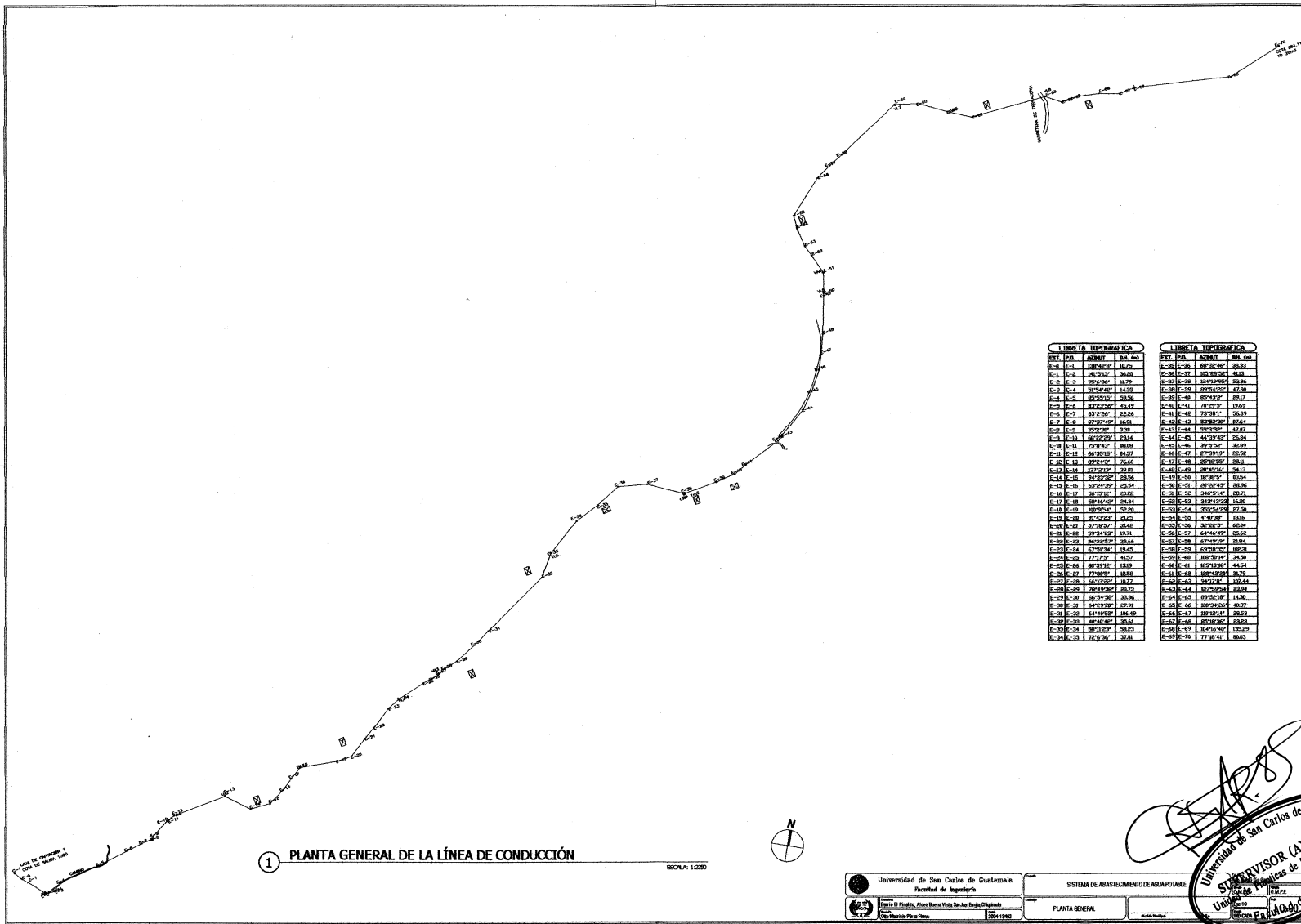
PLANO CONSTRUCTIVO - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

- o Línea de conducción
- * Planta general sistema de abastecimiento de agua potable LC-00
- * Planta y perfil plano E-0 a E-20 LC-01
- * Planta y perfil plano E-21 a E-48 LC-02
- * Planta y perfil plano E-49 a E-62 LC-03
- * Planta y perfil plano E-63 a E-70 (T) LC-04

- o Línea de distribución
- * Planta y perfil línea de distribución LC-05

- o Obras de arte
- * Obras de arte LC-06
- * Tubería de distribución LC-07
- * Líneas de presión válvulas y compuertas LC-08

Resumen del Plano de Obras



SUPERVISOR (A) DE EPS

 Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

 Facultad de Ingeniería

 Escuela de Ingeniería de Electricidad

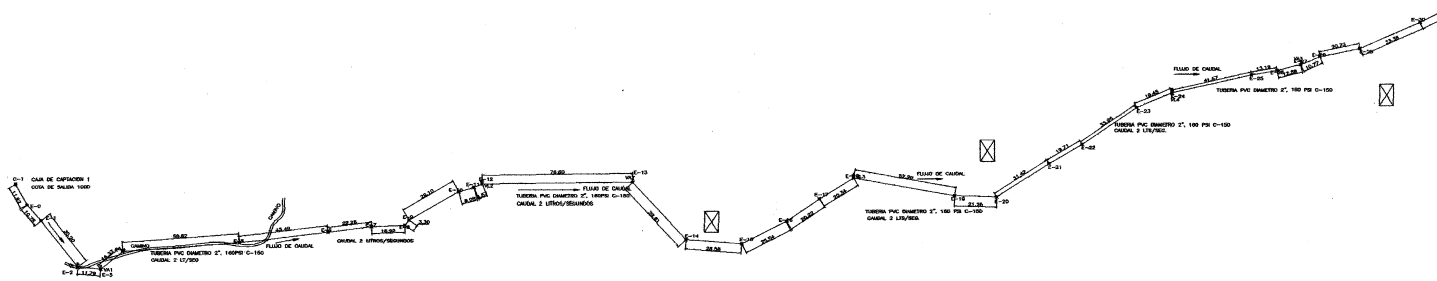
 Carrera de Ingeniería Eléctrica

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

 PLANTA GENERAL

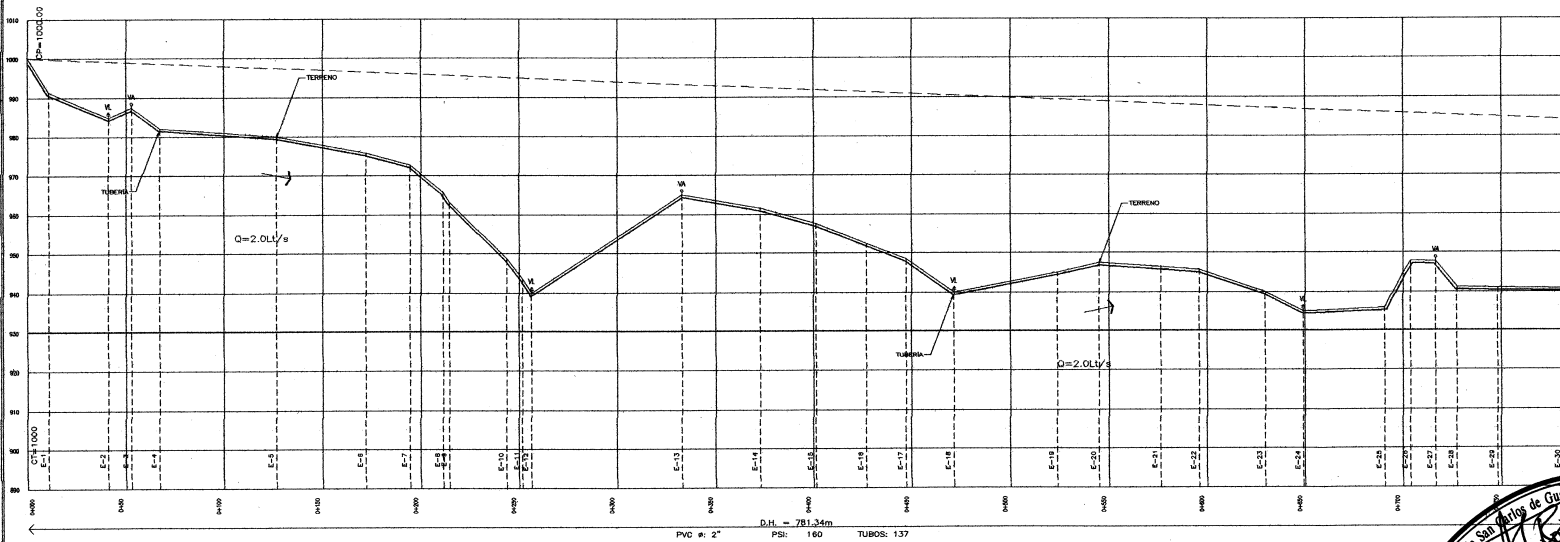
Ing. **Fernando F. Adame**

 Ingeniero



1 PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-0 - E-30

ESCALA: 1:1000



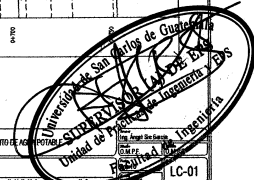
2 PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-0 - E-30

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000, ESCALA VERTICAL: 1:500

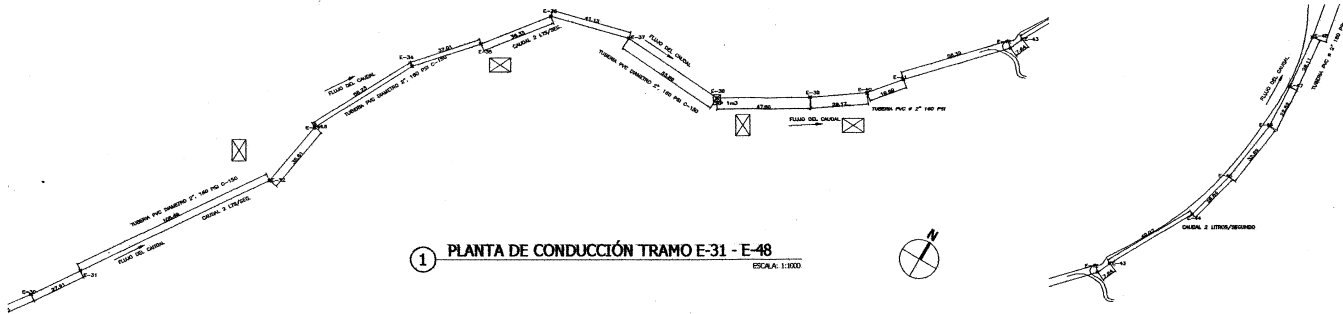
PVC # 2" PSI: 160 TUBOS: 137 D.H. = 781.34m

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

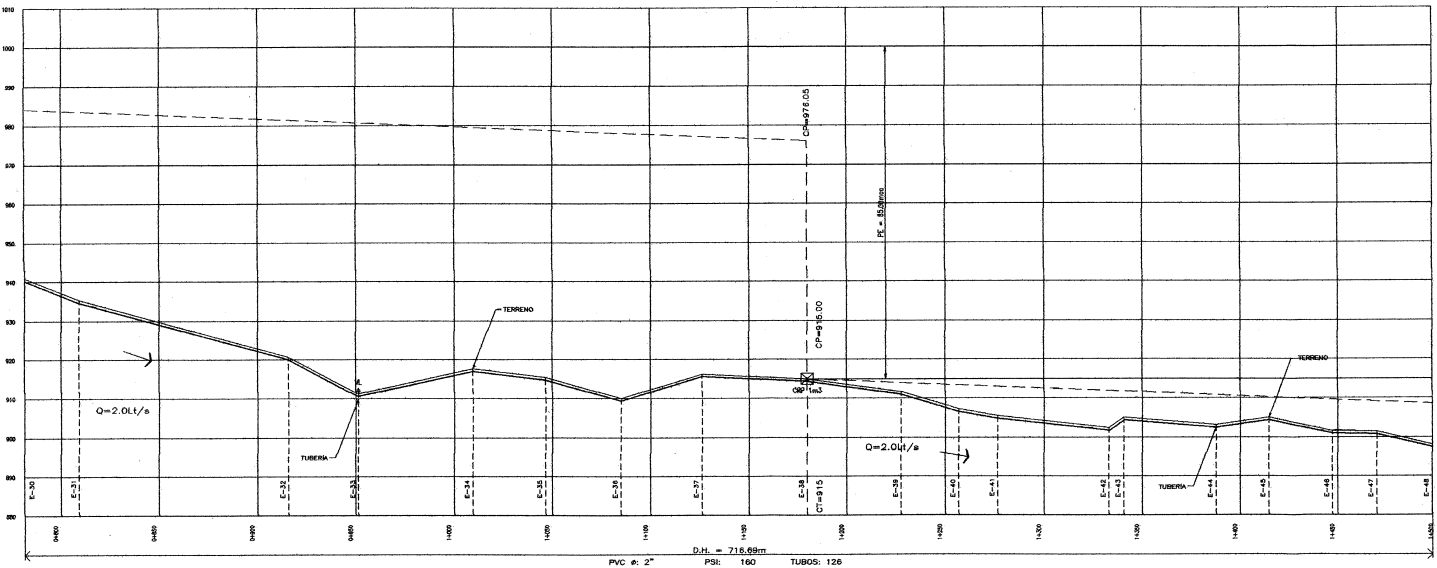
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 PLANTA Y PERFIL TRAMO E-0 - E-30



LC-01

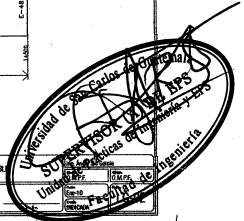


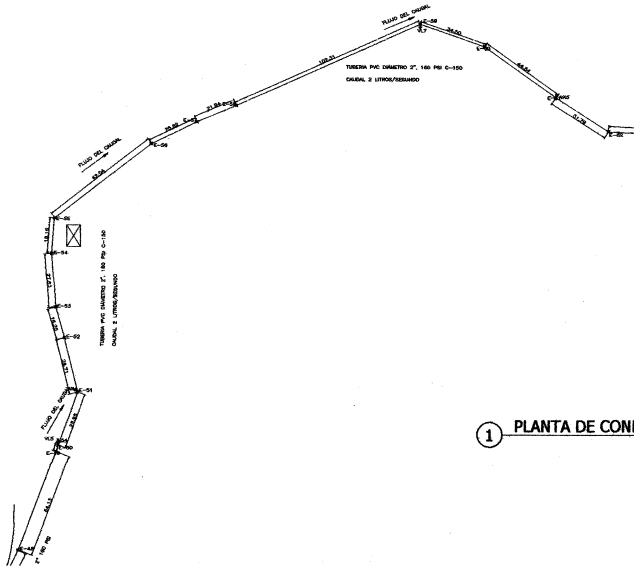
① PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-31 - E-48
ESCALA: 1:1000



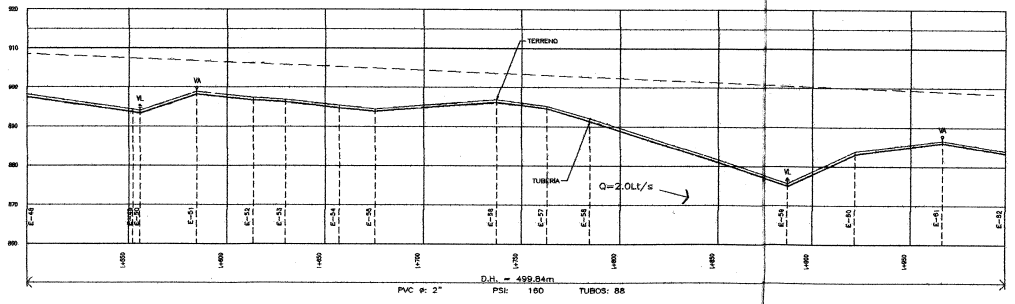
② PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-31 - E-48
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000, ESCALA VERTICAL: 1:500

<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería</p>	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
	PLANTA Y PERFIL TRAMO E-31 - E-48	
<p>Ingeniero Profesional: <i>Alfonso Berrío Vique</i>, San Salvador, El Salvador</p>	<p>Fecha: 15/05/2014 Escala: 1:1000 Hoja: 1 de 1</p>	



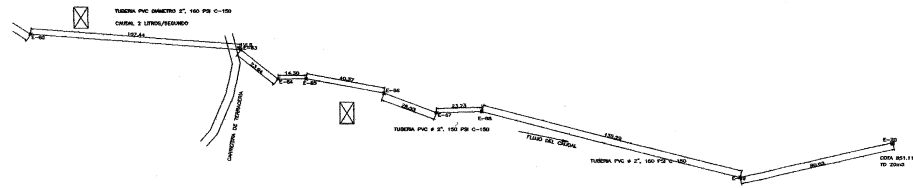


1 PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-49 - E-62
ESCALA 1:500

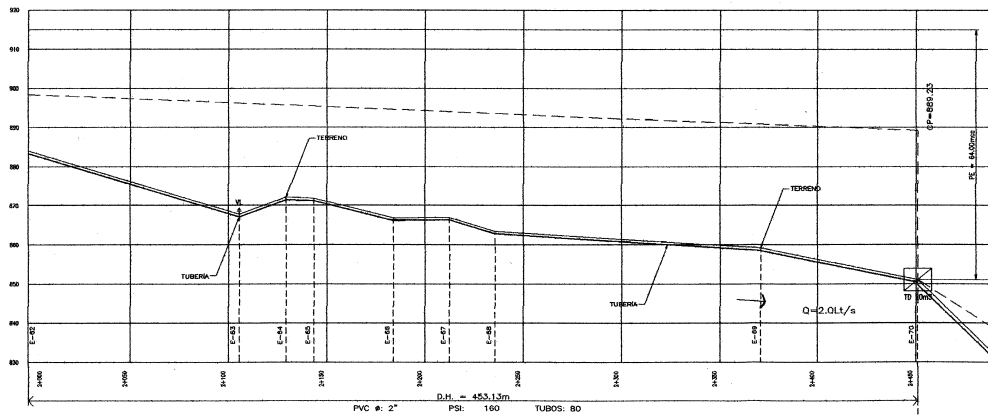


2 PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-49 - E-62
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000; ESCALA VERTICAL: 1:50

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
	SUPLENTE Unidad de Planeación, Operación y EPS Lic. G. G. G.
Director de Planeación, Operación y EPS Unidad de Planeación Operación y EPS	PLANTA Y PERFIL TRAMO E-49 - E-62

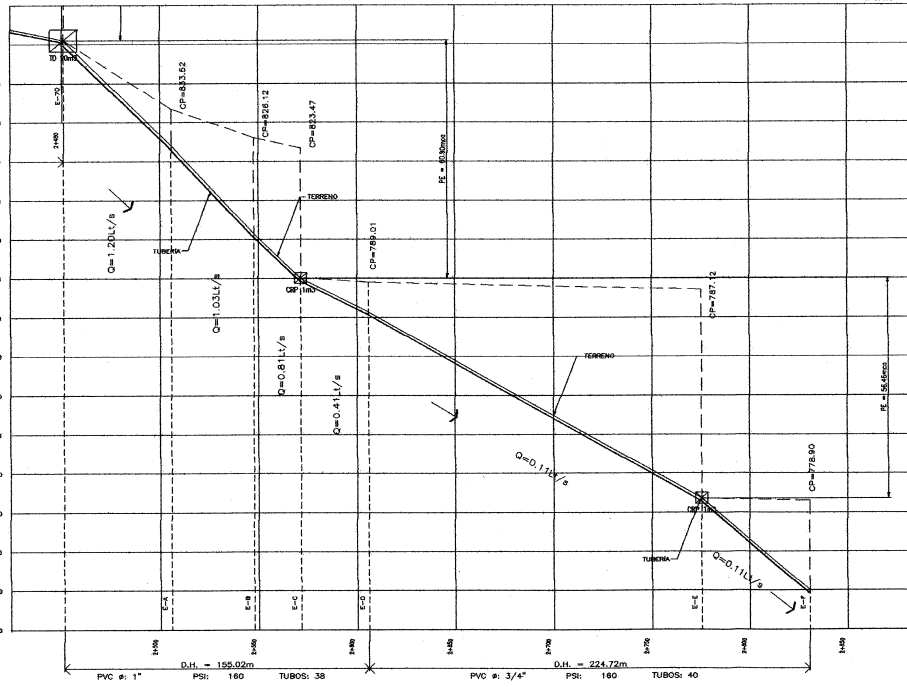


1 PLANTA DE CONDUCCIÓN TRAMO E-63 - E-70 (TD)
ESCALA: 1:300

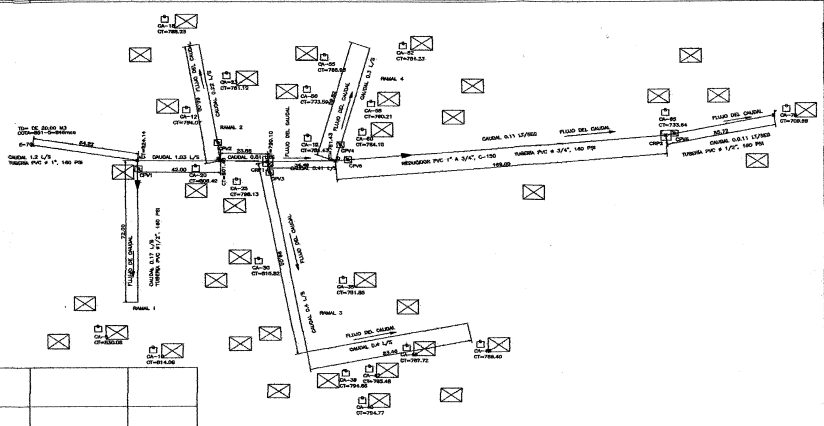


2 PERFIL DE CONDUCCIÓN TRAMO E-63 - E-70 (TD)
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000, ESCALA VERTICAL: 1:300

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PLANTA Y PERFILES TRAMO E-63 - E-70 (TD)
Autor: Autoridad Nacional de Energía y EPS Proyecto: Universidad de San Carlos de Guatemala Fecha: 2015	Unidad Académica: Ingeniería y EPS Curso: LC-04 Facultad de Ingeniería



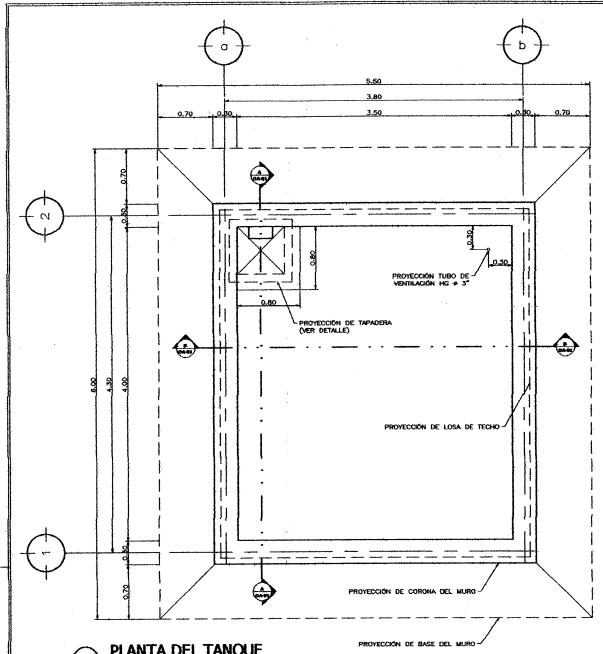
2 **PERFIL DE DISTRIBUCIÓN**
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000; ESCALA VERTICAL: 1:300



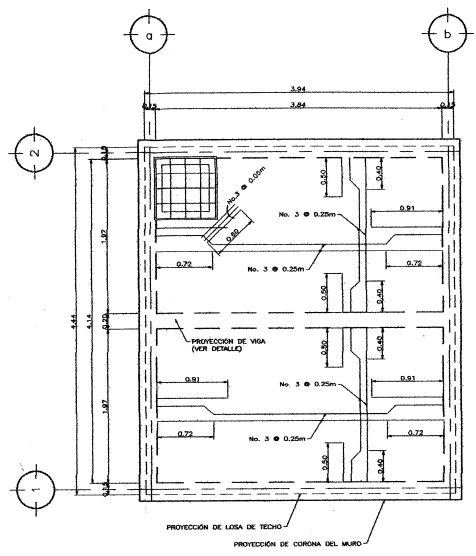
1 **PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y RAMALES**
 ESCALA: 1:500

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Autor: Dr. Oscar A. Rodríguez Profesor: Alfonso Rodríguez Curso: Geometría Plana	PLANTA Y PERFIL DE DISTRIBUCIÓN

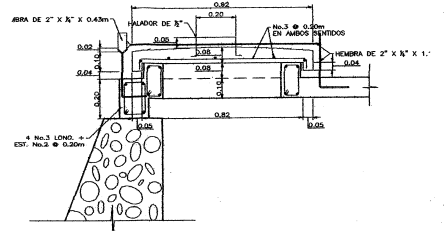
Universidad de San Carlos de Guatemala
 SUPLENTE (A) DE ERS
 Unidad de Estudios de Ingeniería y ERS
 Facultad de Ingeniería



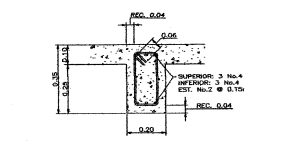
1 PLANTA DEL TANQUE
ESCALA: 1/25



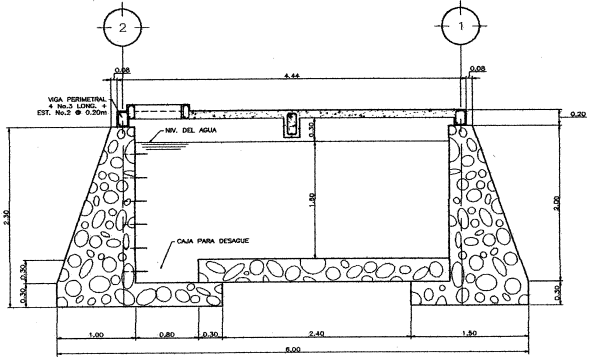
2 ARMADO DE LA LOSA
ESCALA: 1/25



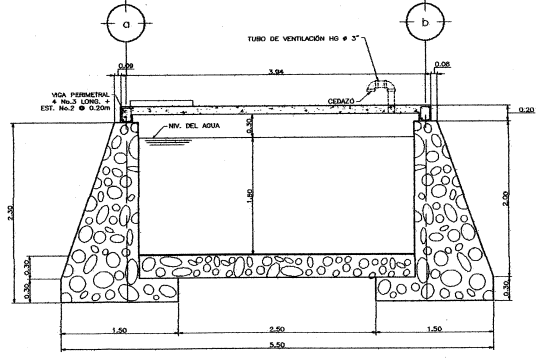
5 DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/10



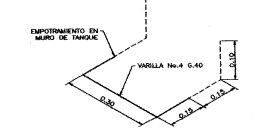
6 DETALLE DE VIGA
ESCALA: 1/10



3 SECCIÓN A-A
ESCALA: 1/25



4 SECCIÓN B-B
ESCALA: 1/25



7 ISOMÉTRICO DE ESCALÓN

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Centro El Progreso, Aldea Nueva Vista San Juan Escutal, Guatemala
Código Postal: 01001

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 20M³

Supervisor de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y
Facultad de Ingeniería
04/09/2022

XXX. Resumen del diseño hidráulico

BARRIO: EL PINALITO		RESUMEN CÁLCULO HIDRÁULICO												
ALDEA: BUENA VISTA		LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE												
MUNICIPIO: SAN JUAN ERMITA		FECHA: MARZO 2010												
DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA		LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE												
Tramo de	D. H. (m)	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Caudal (L/seg)	Coefficiente (Hazen-Williams)	Díametro (pulg)	Pérdida de Carga (m)	Velocidad (m/s)	Altura Piezométrica (m)	Presión Dinámica	Presión Estática	Cantidad de tubos	Clase de tubería	Observaciones
E-0	E-38	1182	915	2	150	2	23.95	0.99	976.05	61.05	85	207	160 PVC	CRP 1
E-38	E-70	1272	851	2	150	2	25.77	0.99	889.23	38.23	64	223	160 PVC	ID
LC=		2454												
Tramo de	D. H. (m)	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Caudal (L/seg)	Coefficiente (Hazen-Williams)	Díametro (pulg)	Pérdida de Carga (m)	Velocidad (m/s)	Altura Piezométrica (m)	Presión Dinámica	Presión Estática	Cantidad de tubos	Clase de tubería	Observaciones
E-70	E-A	54.67	824.14	1.2	150	1	12.59	2.37	833.41	9.27	21.85	10	160 PVC	
E-A	E-B	42	824.14	1.03	150	1	7.29	2.03	826.12	24.66	44.54	8	160 PVC	
E-B	E-C	23.86	801.46	0.81	150	1	2.66	1.60	823.47	33.37	55.9	5	160 PVC	CRP 1
E-C	E-D	34.49	790.1	0.41	150	1	1.09	0.81	822.38	40.95	8.67	7	160 PVC	
E-D	E-E	169	781.43	0.11	150	0.75	1.90	0.39	820.48	86.84	56.46	30	160 PVC	CRP 2
E-E	E-F	55.72	733.64	0.11	150	0.75	0.63	0.39	819.85	109.86	23.85	10	160 PVC	
LD=		380												
Tramo de	D. H. (m)	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Caudal (L/seg)	Coefficiente (Hazen-Williams)	Díametro (pulg)	Pérdida de Carga (m)	Velocidad (m/s)	Altura Piezométrica (m)	Presión Dinámica	Presión Estática	Cantidad de tubos	Clase de tubería	Observaciones
E-A	C-10	72	814.06	0.17	150	0.75	1.81	0.60	822.33	8.27	10.08	13	160 PVC	
E-B	C-23	60	801.46	0.22	150	0.75	2.43	0.77	799.03	10.80	13.23	11	160 PVC	
E-C	C-48	182.46	798.1	0.4	150	0.75	22.34	1.40	767.76	1.36	23.7	32	160 PVC	
E-D	C-70	59.82	781.43	0.3	150	0.75	4.30	1.05	777.13	22.90	27.2	11	160 PVC	
LD=		374												

XXX. Resumen del diseño pictórico

Categoría	Descripción	Ejemplos	Características	Función	Materiales	Técnicas	Contexto	Observaciones
Forma	Geometría básica	Círculo, triángulo, cuadrado	Líneas rectas, curvas	Estructura	Papel, cartón	Corte, pegado	Educación infantil	Desarrollo de habilidades motoras
Color	Paleta básica	Rojo, azul, amarillo, verde	Contraste, armonía	Decoración	Pinturas acrílicas	Pinceladas, esponjas	Arte infantil	Expresión emocional
Textura	Materiales diversos	Papel de seda, algodón	Suavidad, rugosidad	Detalle	Materiales naturales	Cemento, pegamento	Arte contemporáneo	Exploración táctil
Espacio	Composición	Equilibrio, ritmo	Profundidad, perspectiva	Narrativa	Papel grueso	Corte, pegado	Arte narrativo	Desarrollo de la imaginación
Luz	Sombras y luces	Gradientes, tonos	Contraste, volumen	Realismo	Pinturas al óleo	Pinceladas, esponjas	Arte realista	Desarrollo de la percepción visual
Forma	Geometría avanzada	Círculo, triángulo, cuadrado	Líneas rectas, curvas	Estructura	Papel, cartón	Corte, pegado	Educación infantil	Desarrollo de habilidades motoras
Color	Paleta básica	Rojo, azul, amarillo, verde	Contraste, armonía	Decoración	Pinturas acrílicas	Pinceladas, esponjas	Arte infantil	Expresión emocional
Textura	Materiales diversos	Papel de seda, algodón	Suavidad, rugosidad	Detalle	Materiales naturales	Cemento, pegamento	Arte contemporáneo	Exploración táctil
Espacio	Composición	Equilibrio, ritmo	Profundidad, perspectiva	Narrativa	Papel grueso	Corte, pegado	Arte narrativo	Desarrollo de la imaginación
Luz	Sombras y luces	Gradientes, tonos	Contraste, volumen	Realismo	Pinturas al óleo	Pinceladas, esponjas	Arte realista	Desarrollo de la percepción visual

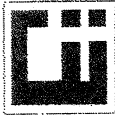
ANEXOS

- **Ensayo de compresión triaxial, diagrama de MOHR**
- **Examen bacteriológico**
- **Examen físico químico sanitario**
- **Diagrama de interacción para columnas rectangulares**
- **Valor soporte**
- **Diseño de muro divisor**

INDEX

- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field
- Energy to transport a particle through a field

XXXI Ensayo de compresión triaxial, diagrama de MOHR



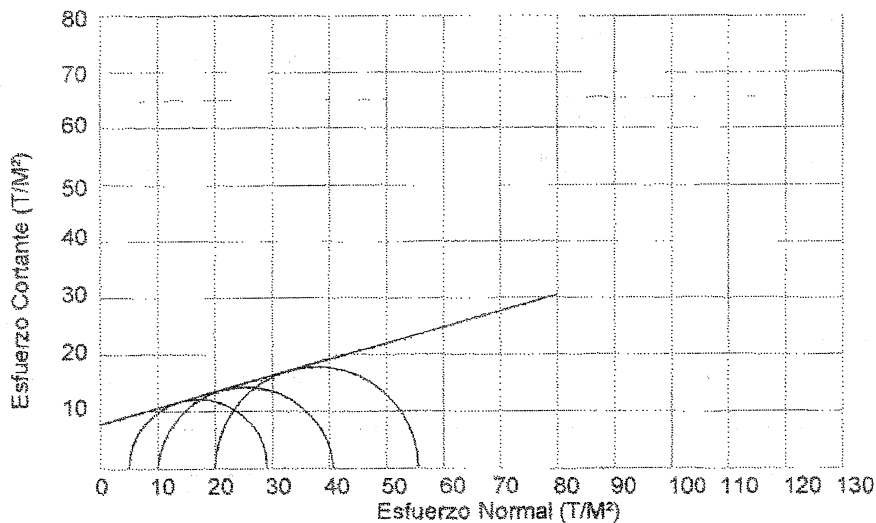
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008862

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 408 S.S. O.T.No.: 26,045
 INTERESADO: Otto Mauricio Pérez Flores
 PROYECTO: Diseño de Escuela Primaria - EPS
 UBICACIÓN: Casco Urbano, San Juan Ermita, Chiquimula
 pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1
 Fecha: 25 de Septiembre de 2009



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 15.94^\circ$ **COHESIÓN: $C_u = 7.70 \text{ T/m}^2$**

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limosa con presencia de grava color café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	24.15	30.68	35.52
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	5.0	8.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.48	1.48	1.48
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.90	1.90	1.90
HUMEDAD (%H)	28.9	28.9	28.9

Vo. Bo.
 Inga. Teima Maricela Cango Morales
 DIRECTORA CI/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



XXXII Examen bacteriológico



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria
y Recursos Hídricos

Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria
"Dra. Alba Tabarini Molina"



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA
-EMPAGUA-
Dirección Fuentes de Producción de Agua

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-305 849
O.T. No. 26 044		
INTERESADO: <u>OTTO MAURICIO PÉREZ FLORES</u> (Carné No. 200413462)	PROYECTO: <u>EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para el barrio El Pinalito"</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea Buena Vista</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2009-09-21; 06 h00 min.</u>	
FUENTE: <u>El Pinalito, Quebrada</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2009-09-21; 14 h 40 Min</u>	
MUNICIPIO: <u>San Juan Ermita</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chiquimula</u>	SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
	ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>
	OLOR: <u>Inodora</u>	


INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++--	+++	++-
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		900	500

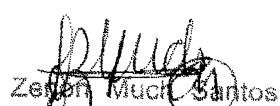
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

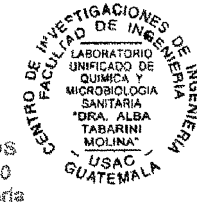
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I, Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2009 -10-02

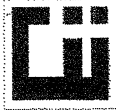
Vo.Bo. 
Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC




Zelson Muci Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



XXXIII Examen físico químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 004237

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 26 044			INF. No. 23 810		
INTERESADO:		OTTO MAURICIO PÉREZ FLORES (Carné No. 200413462)		PROYECTO: EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio El Pinalito"	
RECOLECTADA POR:		Interesado		DEPENDENCIA: USAC-FACULTAD DE INGENIERIA	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Aldea Buena Vista		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2009-09-21: 06 h 00 min.	
FUENTE:		El Pinalito, Quebrada		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2009-09-21: 14 h 40 min.	
MUNICIPIO:		San Juan Ermita		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:		Chiquimula			
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLORES:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	... C
2. COLOR:	01.00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	331.00 amhos/cm
3. TURBIEDAD:	00.40 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	07.80 unidades		
SUSTANCIAS		mg/l.	SUSTANCIAS		mg/l.
1. AMONIACO (NH ₃)	00.17	6. CLORUROS (Cl)	11.00	11. SOLIDOS TOTALES	189.00
2. NITRITOS (NO ₂)	00.0064	7. FLUORUROS (F)	00.37	12. SOLIDOS VOLÁTILES	10.00
3. NITRATOS (NO ₃)	01.98	8. SULFATOS (SO ₄)	02.00	13. SOLIDOS FIJOS	179.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01.20
5. MANGANESO (Mn)	00.118	10. DUREZA TOTAL	104.00	15. SOLIDOS DISUELTOS	175.00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00.00		00.00		184.00	
				ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
				184.00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

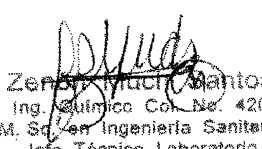
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

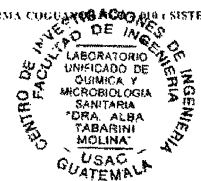
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.R.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 11th EDITION 1985. NORMA COGUATAC 1000 - SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29981 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-10-02

Vo.Bo. 
Inga. Tetiana Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC



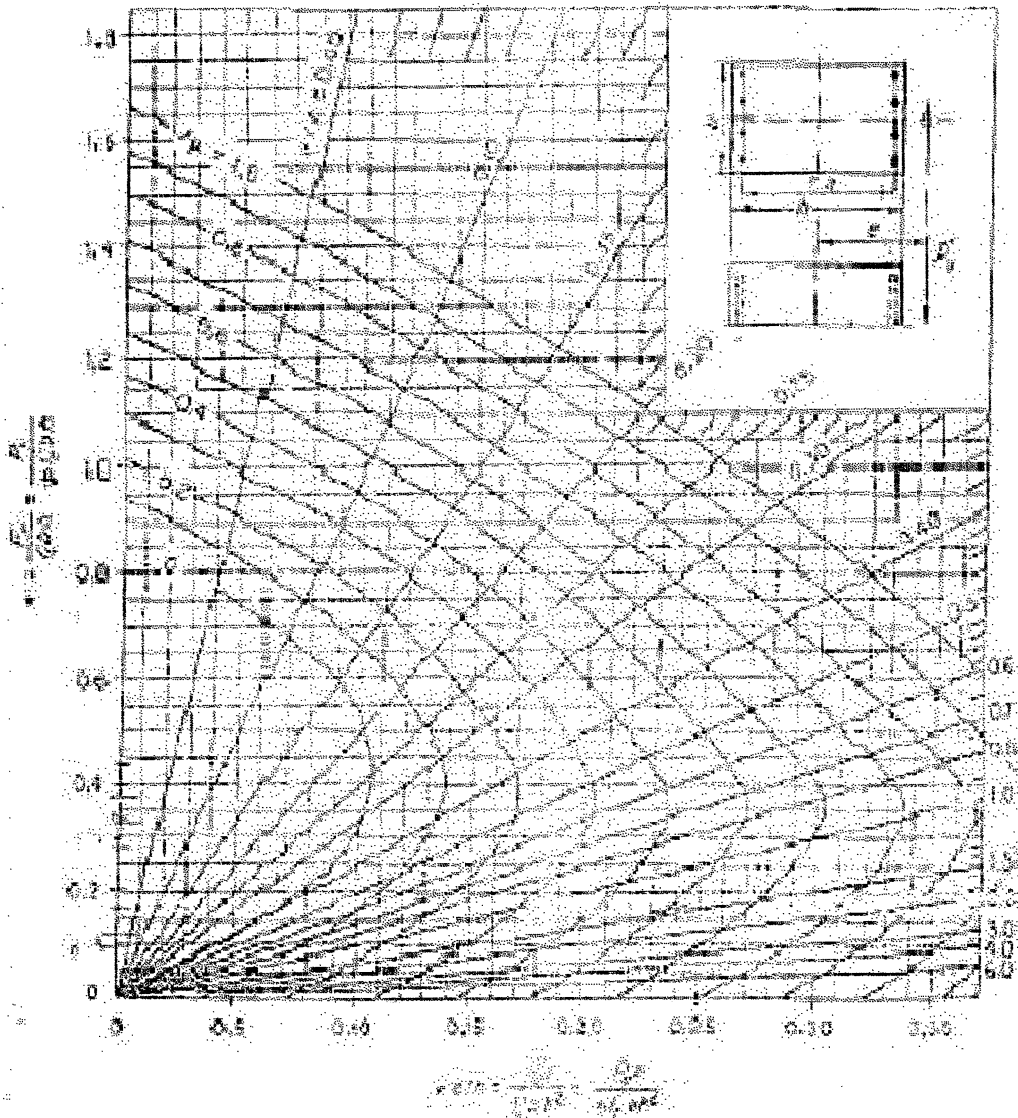

Zenaida Mucic Cantos
Ing. Química Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio I-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

XXXIV Diagrama de interacción para columnas rectangulares

$\gamma=0.5$



• **Valor soporte**

Zapata cuadrada corte general:

TERZAGUI

$$q_d = 1.3C * N_c + \gamma * Z * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_w \quad Z = Df$$

donde:

q_d = Capacidad de carga límite en en Ton/m²

C = Cohesión del suelo en Ton/m²

γ = Peso volumétrico del suelo en Ton/m²

Z = Profundidad de desplantede cimentación en metros = Df

B = Ancho de la zapata cuadrada en metros

N_c, N_q, N_w = Factores de carga y se expresan así :

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{45 + \phi}{2} \right) \quad N_c = C * \cot \phi (N_q - 1) \quad N_w = 1.8(N_q - 1) \tan \phi$$

Cohesión $C = 7.70 \text{ Ton/m}^2$

Ángulo de fricción interna $\phi = 15.94^\circ$

Cálculo de los factores de carga:

$$N_q = e^{\pi \tan(15.94)} \tan^2 \left(\frac{45 + 15.94}{2} \right)$$

$$N_q = 2.45 + 0.346$$

$$N_q = 0.85$$

$$N_w = 1.8(0.85 - 1) \tan(15.94)$$

$$N_w = 0.077$$

$$N_c = 7.70 * \cot(15.94)(0.85 - 1)$$

$$N_c = 4.04$$

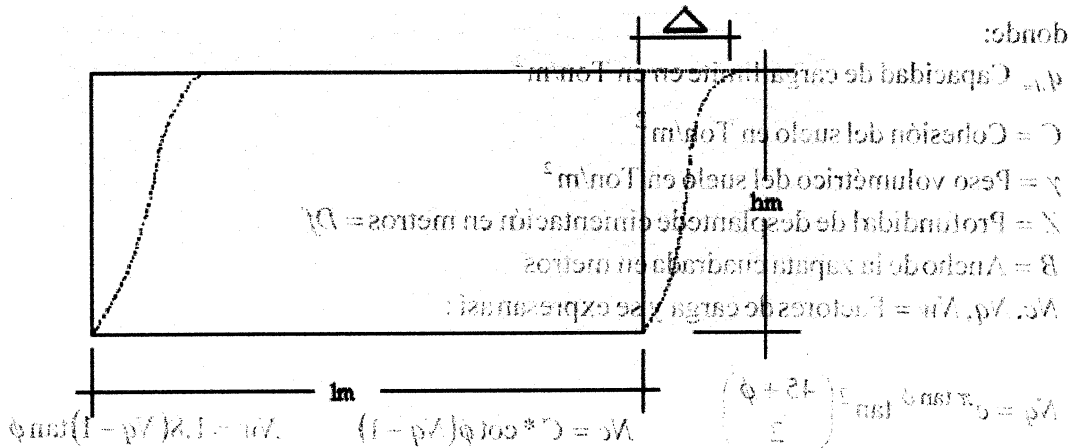
Solución valor soporte del suelo:

$$q_d = 1.3(7.70) * 4.04 + 1.4 * 1 * 0.85 + 0.4 * 1.4 * 2 * 0.077$$

$$q_d = 35.7 \text{ Ton/m}^2$$

• **Diseño de muro divisor**

Muros de carga: Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, desprecia la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.



Fórmula:

$$\Delta = (P * (1 * a^3 + 3 * a)) / E * t_m$$

$$R = t_m / (1 * a^3 + 3a)$$

$$a = h_m / l_m$$

donde:

- P = carga lateral
- R = rigidez
- t_m = espesor de muro
- h_m = altura del muro
- l_m = longitud del muro
- Em = módulo de mampostería

Cálculo de carga total uniformemente distribuida en muro nivel 2:

$$W = \text{Area tributaria} * 0.12 * 2400 + 360$$

$$W = (7.89 + 7.89) * 0.12 * 2400 + 360$$

$$W = 4904.64 \text{ kg} - m$$

Carga lateral nivel 2:

La determinación de la fuerza por nivel se realizó en el inciso 2.1.3.3.1.4 en donde se obtuvo la fuerza del nivel 2 = 15474.53 kg

Cálculo de momento de volteo:

$$Vb = 15474.53 \text{ kg}$$

Mv = Momento de volteo

$$Mv = 15474.53 * 3.00$$

$$Mv = 46423.59 \text{ kg} - m$$

- **Diseño a compresión:**

Cálculo del esfuerzo en compresión actuante será:

$$f_{com} = \frac{WL}{Ae}$$

donde Ae = Área efectiva

$$Ae = (19 * 39) - (5.8 * 11.8 + 16.2 * 11.8)$$

$$Ae = 481.4 \text{ cm}^2$$

$$Ae = 481.4 / 19 * 39 * \text{área nominal}$$

$$Ae = 0.65 * \text{área nominal}$$

$$f_{com} = \frac{4904.64(5.8)}{0.64(580)(20)}$$

$$f_{com} = 3.5 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible de compresión será:

$$F_a = 0.20 f_m (1 - (h'/42t)^3)$$

$$F_a = 0.50(50) \left(1 - (0.8 * 3.00 / 42 * 0.20)^3\right)$$

$$F_a = 9.76 \text{ kg/cm}^2$$

El refuerzo admisible se reducirá hasta un 50% si la construcción no cuenta con la supervisión adecuada. El esfuerzo admisible será:

$$F_a = 0.5(9.76 \text{ kg/cm}^2)$$

$$F_a = 4.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_a > f_{com}$$

Como f_{com} es menor que F_a se diseña con refuerzo mínimo.

- **Diseño a flexión:**

El procedimiento para diseño a flexión es:

Calcular:

F_m = esfuerzo permisible de la mampostería a flexión

$$F_m = 0.33 f'_m$$

f_m = esfuerzo producido por las caras

$$f_m = M/S_m$$

$$F_m = 0.33(50)$$

$$F_m = 16.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_m = 580 \text{ cm}$$

$$t_m = 19 \text{ cm}$$

$$S_m = \frac{1}{6} t_m * l_m$$

$$F_m = \frac{21238.86}{\frac{1}{6}(19)(580)}$$

$$F_m = 11.56$$

$$F_m > f_m$$

16.5 > 11.56 como el valor de f_m es menor a F_m , se diseña con refuerzo mínimo

- **Diseño a corte:**

El esfuerzo a corte lo constituye las soleras o refuerzo horizontales.

Se asume que el refuerzo resiste todo el corte por lo tanto:

$$V = V_s = (A_v * f_s * d) / s$$

donde:

A_v : área de acero de la solera

s = separación de solera

d = peralte efectivo = 1.5

$f_s = 0.5 * f_y$

Área de acero horizontal $A_v = (V * s) / (f_s * d)$

Calcular:

$$f_v = Vd / 100 * l_m * t_m$$

$$F_v = k \sqrt{f'c} m$$

$$f_v = 1.5 * 8496 \text{ kg} / 100 * 580 * 19$$

$$F_v = 0.3 \sqrt{50}$$

$$f_v = 0.1156$$

$$F_v = 2.12 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$F_v > f_v$ se utiliza refuerzo mínimo.

A continuación se muestra los resultados para el muro del primer nivel, donde se analiza el muro por corte, flexión y compresión.

Refuerzo mínimo vertical y horizontal por muro:

Según ACI $A_{smin} = 0.0007 * t_m * l_m$

$A_{smax} = 0.0013 * t_m * h_m$

Muro	Altura (hm) cm	Largo (lm) cm	Refuerzo Hz (cm ²)	Refuerzo Vert. (cm ²)
Nivel 2	300	580	7.41	7.71
Nivel 1	400	580	9.88	7.71

Refuerzo vertical = $7.71 \text{ cm}^2 = \text{No.4}@0.80$

Refuerzo horizontal = $7.41 \text{ cm}^2 = 4 \text{ No.5 (nivel 2) soleras}$

Refuerzo horizontal = $9.88 \text{ cm}^2 = 8 \text{ No.4 (nivel 1) soleras}$

La distribución del refuerzo horizontal y vertical para los muros se muestra en planos de cimiento, columnas y muros típicos.