



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

**DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE
AGUA POTABLE, PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN
ERMITA, CHIQUIMULA**

Mynor Geovanelly Guerra Martínez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL
MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE
AGUA POTABLE, PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN
ERMITA, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MYNOR GEOVANELLY GUERRA MARTÍNEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA
OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 01 de abril de 2006.

Mynor Geovanelly Guerra Martínez

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios nuestro Señor** Por las bendiciones otorgadas para alcanzar esta meta trazada en mi vida.
- Mis padres** Mynor Arnoldo y Ana Corina, por todo el sacrificio y apoyo incondicional que me han brindado para alcanzar este triunfo.
- Mis hermanos** Por su apoyo y comprensión, con cariño y aprecio.
- Mis abuelos** Por sus sabios consejos, apoyo moral y por el ejemplo de una vida de trabajo constante y servicio hacia todas las personas.
- Mi esposa** Glenda, por su amor, comprensión y apoyo incondicional brindado en todo momento
- Mi hijo** Diego Eduardo, por ser la mayor bendición de mi vida.
- Mi familia** Por los momentos y ayudada brindada a través de mi vida.
- Universidad de San Carlos** Por transformarme en un profesional al servicio de Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 8 de octubre de 2008.
REF.EPS.D.920.10.08.

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 **MYNOR GEOVANELLY GUERRA MARTÍNEZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199811829**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, 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. Manuel Alfredo Arriallaga Ochoa
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 8 de octubre de 2008.
REF.EPS.D.920.10.08.

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

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

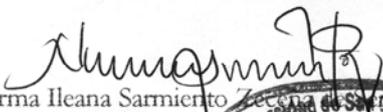
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **MYNOR GEOVANELLY GUERRA MARTÍNEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Ascensor -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
Directora Unidad de EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
14 de abril de 2009

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Geovanelly Guerra Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
20 de marzo de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

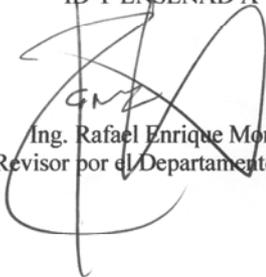
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Geovanelly Guerra Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

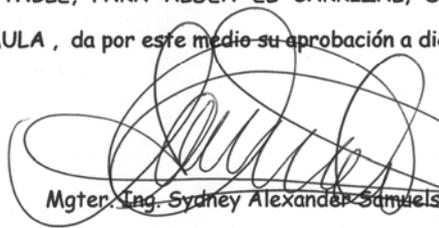
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Geovanelly Guerra Martínez, titulado DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, agosto 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.302.09

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 ESCUELA PRIMARIA EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, PARA ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Geovanelly Guerra Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, agosto de 2009



/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA	
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	3
1.1.5 Actividades económicas	3
1.1.6 Aspectos poblacionales	4
1.1.7 Educación	5
1.1.8 Recurso agua	6
1.2 Principales necesidades del municipio	6
1.2.1 Edificios escolares	7
1.2.2 Abastecimientos de agua potable	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1	Diseño de escuela primaria para el casco urbano	9
2.1.1	Descripción del proyecto	9
2.1.2	Documentación bibliográfica	10
2.1.2.1	Normas de 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	19
2.1.2.1.4	Confort acústico	20
2.1.2.1.4.1	Generalidades	20
2.1.2.1.4.2	Fuentes de ruido	20
2.1.2.1.4.2.1	El exterior	21
2.1.2.1.4.2.2	Otros ambientes	21
2.1.2.1.4.2.3	Interior del ambiente	21

2.1.2.1.5	Instalaciones	22
2.1.2.1.5.1	Instalaciones de agua potable	23
2.1.2.1.5.1.1	Abastecimiento	23
2.1.2.1.5.1.2	Gasto	24
2.1.2.1.5.2	Instalación sanitaria	25
2.1.2.1.5.2.1	Redes	25
2.1.2.1.5.2.2	Registro	25
2.1.2.1.5.2.3	Drenaje pluvial	26
2.1.2.1.5.2.4	Drenaje sanitario	27
2.1.2.1.5.2.5	Fosas sépticas	29
2.1.2.1.5.2.6	Pozos de absorción	30
2.1.2.1.5.2.7	Disposiciones especiales	30
2.1.2.1.5.3	Instalaciones eléctricas	31
2.1.2.1.5.3.1	Distribución	31
2.1.2.1.5.3.2	Circuitos y controles	34
2.1.2.1.5.3.3	Luminarias	37
2.1.2.1.6	Equipamiento	39
2.1.2.1.6.1	Definición	39
2.1.2.1.6.2	Características	39
2.1.2.1.6.3	Factores	40
2.1.2.1.6.3.1	El Usuario	40
2.1.2.1.6.3.2	Tecnología	40
2.1.2.1.6.3.3	Tipo de escuela	41

2.1.2.1.7	Zonificación	41
2.1.2.1.8	Tamaño del edificio	42
2.1.2.1.8.1	Capacidad	43
2.1.2.1.9	Conjunto arquitectónico	43
2.1.2.1.10	Emplazamiento	43
2.1.2.1.11	Orientación	44
2.1.2.1.11.1	Superficie	45
2.1.2.1.11.2	Altura	46
2.1.2.1.12	Accesos	47
2.1.2.1.13	Espacios	48
2.1.2.1.13.1	Espacios educativos	48
2.1.2.1.13.2	Aula teórica	49
2.1.2.1.13.2.1	Función	49
2.1.2.1.13.2.2	Capacidad	50
2.1.2.1.13.2.3	Área por alumno	51
2.1.2.1.13.2.4	Superficie total	52
2.1.2.1.13.2.5	Forma	52
2.1.2.1.13.2.6	Confort	53
2.1.2.1.13.2.6.1	Visual	53
2.1.2.1.13.2.6.2	Acústicos	53
2.1.2.1.13.2.6.3	Térmico	54
2.1.2.1.13.2.6.4	Mobiliario y equipo	55
2.1.2.1.13.2.6.5	Instalaciones	55

2.1.2.1.13.2.6.6	Acabados	56
2.1.2.1.13.2.6.6.1	Muros	56
2.1.2.1.13.2.6.6.2	Pisos	56
2.1.2.1.13.2.6.7	Puertas	57
2.1.2.1.13.3	Aula unitaria	57
2.1.2.1.13.4	Aula de proyecciones	58
2.1.3	Trabajo técnico profesional	59
2.1.3.1	Investigación preliminar	59
2.1.3.1.1	Antecedentes	59
2.1.3.1.2	Reconocimiento del lugar	60
2.1.3.1.3	Capacidad de alumnos	60
2.1.3.1.4	Tipo de estructura a diseñar	61
2.1.3.2	Distribución arquitectónica	61
2.1.3.2.1	Prediseño del edificio	62
2.1.3.2.1.1	Cargas gravitacionales	62
2.1.3.2.2	Predimensionamiento de elementos	62
2.1.3.2.2.1	Columnas	63
2.1.3.2.2.2	Vigas	64
2.1.3.2.2.3	Losas	64
2.1.3.3	Análisis estructural	65
2.1.3.3.1	Modelo matemático	65
2.1.3.3.1.1	Cargas aplicadas	65
2.1.3.3.2	Análisis estructural (Kani)	84

2.1.3.3.3	Resultado del análisis estructural	91
2.1.3.3.4	Envolvente de momentos	93
2.1.3.3.5	Balance de momentos	93
2.1.3.3.6	Momento positivo en vigas	94
2.1.3.3.6.1	Cálculo de cortes	95
2.1.3.4	Diseño estructural	100
2.1.3.4.1	Diseño de losa del primer nivel	100
2.1.3.4.2	Diseño de losa del segundo nivel	109
2.1.3.4.3	Diseño de vigas	109
2.1.3.4.4	Diseño de columnas	115
2.1.3.4.4.1	Columna típica nivel 2	115
2.1.3.4.5	Diseño de cimiento	124
2.1.3.4.5.1	Zapata tipo 1	125
2.1.3.4.5.2	Zapata tipo 2	130
2.1.3.4.6	Diseño de escalera	130
2.1.3.4.7	Presupuesto	134
2.2	Diseño de línea de conducción de agua aldea Carrizal	137
2.2.1	Descripción del proyecto	137
2.2.2	Documentación bibliográfica	137
2.2.2.1	Levantamiento topográfico	137
2.2.2.1.1	Planimetría	138
2.2.2.1.1.1	Error angular	139
2.2.2.1.2	Altimetría	139

2.2.3.1.1.1	Calidad del agua	150
2.2.3.1.1.2	Fuente de agua seleccionada	150
2.2.3.1.2	Condición de los terrenos	151
2.2.3.2	Determinación de la línea de conducción	152
2.2.3.2.1	Parámetros de diseño	152
2.2.3.2.2	Caudal medio diario (Qm.)	153
2.2.3.2.3	Caudal máximo diario (Qc)	153
2.2.3.2.4	Caudal máximo horario	153
2.2.3.2.5	Factor de gasto	154
2.2.3.2.6	Diseño hidráulico	155
2.2.3.2.7	Cálculo de presiones, pérdidas, diámetro, cota piezométrica, velocidad y cantidad de tubos.	156
2.2.3.3	Obras estructurales, cajas rompe-presión, válvulas de aire y válvulas de limpieza.	158
2.2.3.3.1	Cajas rompe-presión	158
2.2.3.3.2	Válvulas de aire	158
2.2.3.3.3	Válvulas de limpieza	158
2.2.3.3.4	Paso aéreo	159
2.2.3.3.5	Filtro lento o clorinador	173
2.2.3.4	Evaluación preliminar ambiental	173
2.2.3.5	Presupuesto	174
2.2.3.6	Desinfección	174

2.2.3.7 Programa de operación y mantenimiento	175
2.2.3.8 Costos	176
2.2.3.9 Evaluación socio-económica	178
CONCLUSIONES	181
RECOMENDACIONES	185
BIBLIOGRAFÍA	189
APÉNDICE	191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta típica edificio escolar	66
2.	Simetría del edificio escolar	74
3.	Marco típico dúctil unido con nudos rígidos sentido Y– CM	85
4.	Diagrama de momentos carga muerta – sentido Y	91
5.	Diagrama de momentos carga viva – sentido Y	92
6.	Diagrama de momentos carga sísmica – sentido Y	92
7.	Diagrama de envolvente de momentos últimos (kg/m) –sentido Y	95
8.	Diagrama de cortes últimos –sentido Y	98
9.	Diagrama de momentos últimos –sentido X	98
10.	Diagrama de cortes últimos – sentido X	99
11.	Losas del edificio educativo	101
12.	Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1	104
13.	Planta de momentos balanceados en losa típica	106
14.	Diagrama de momentos y cortes últimos de la viga tipo 1	110
15.	Desplante de zapata	125
16.	Corte simple de zapata	128
17.	Corte punzonante de zapata	129
18.	Gradas	131
19.	Detalle de gradas	132
20.	Diagrama de flechas y tensiones	160
21.	Geometría columna de apoyo	165

TABLAS

I.	Iluminación	11
II.	Brillantez	13
III.	Brillantez en aulas	13
IV.	Reflejo y brillantez	14
V.	Criterios de color	17
VI.	Criterios de ventilación	19
VII.	Tolerancia al ruido	21
VIII.	Dotación de agua potable	24
IX.	Drenaje pluvial	27
X.	Drenajes sanitarios	28
XI.	Alumnos por aula según nivel	45
XII.	Espacio por alumno	46
XIII.	Capacidad de alumnos	51
XIV.	Área por alumno	51
XV.	Capacidad máxima del aula	52
XVI.	Mobiliario y equipo	55
XVII.	Cálculo centro de rigidez en el segundo nivel	78
XVIII.	Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	78
XIX.	Cálculo centro de rigidez en el primer nivel	79
XX.	Fuerza por marco por torsión del primer nivel	80
XXI.	Áreas de acero requeridos en losas típicas	109

XXII.	Cálculo de acero	111
XXIII.	Cálculo de vigas	114
XXIV.	Presupuesto escuela primaria	135
XXV.	Valores de tensiones horizontales y máximos	161
XXVI.	Valores de tensiones horizontales y máximos corregidos	162
XXVII.	Variación de long. en las péndolas según su ubicación	164
XXVIII.	Presupuesto línea de conducción de agua potable	174
XXIX.	Programa de operación y mantenimiento	175

LISTA DE SÍMBOLOS

Mr	Momento resultante
Ma	Momento del lado menor
mm	Milímetros
m	Metros
m.c.a.	Metros columna de agua
°	Grados
°C	Grados centígrados
P	Presión
PD	Presión dinámica
PpLosa	Peso propio de la losa
PVC	Cloruro de Polivinilo
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qi	Caudal instantáneo
Qm	Caudal medio
Roc	Peso específico del concreto
Rom	Peso específico del muro
Ro agua	Peso específico del agua
S	Separación
V	Velocidad
Vs	Valor soporte del suelo
W	Carga uniformemente distribuida
W losa	Carga de la losa
Wr	Carga resultante
W viga	Carga de la viga
W t	Carga total
'	Minutos
“	Segundos
Π	3.14159

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

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 vieja que 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 2,004 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 dos aulas viejas que están bastante deterioradas y en el diseño y ejecución de una estructura de hormigón armado de dos niveles, la cual esta compuesta por seis aulas, las dimensiones de cada aula es de 7.65m. x 6.30m., la losa es de 23.0m. x

8m., los dos niveles contarán con corredor, así como también con un módulo de gradas, el techo a utilizar es una losa de concreto armado con un espesor de 12cms.

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.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA EL CARRIZAL, 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 dos 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 de la aldea El Carrizal, la cual cuenta con 7 nacimientos de agua y solo dos de estos 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 de la aldea El Carrizal tiene la gran necesidad de contar con el servicio básico de agua potable, pues la carencia 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 una línea de conducción de agua potable de 3.615 kilómetros de longitud, la cual se conectará a un tanque de distribución ya existente con el propósito de aumentar el volumen de agua que este almacena y poder distribuir agua en mayor calidad y cantidad y brindar a toda la población de la aldea El Carrizal una razonable dotación de agua y capacitar al personal para 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.

OBJETIVOS

1. Ofrecer un buen servicio a través de una nueva línea de conducción que trabaje de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la población.
2. Aprovechar las fuentes de agua existentes en la aldea El Carrizal para poder conducir la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de todos los sectores de la comunidad.
3. Brindar a toda la población de la aldea El Carrizal uno de los servicios mas 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.
4. Proveer a la niñez estudiantil instalaciones nuevas que ofrezcan un ambiente agradable y seguro, para el mejor desarrollo de actividades y para el aprendizaje de los alumnos. Construir una estructura bajo los lineamientos de los códigos de diseño, que ofrezca seguridad a los usuarios, y desaparecer el riesgo y el peligro que los niños corren al ocupar instalaciones viejas en mal estado.

INTRODUCCIÓN

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.

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.

Así 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.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN ERMITA

1.1 Generalidades

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 poder llegar desde la cabecera departamental al municipio, se utiliza la Ruta CA-10, llegando a la altura de la aldea Vado Hondo en el kilómetro 177. Desde este punto, se desvía por la Ruta C.A. 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 o ondulado. La latitud del municipio es de 434.58 metros sobre el nivel del mar.

En el municipio predomina la micro cuenca del río Carcar, que ocupa el 70% del área del municipio, en segundo lugar esta 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 1600mm³. 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, éste 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. 25.00 a Q35.00 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 14,003 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 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, aldeas Buena Vista y 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.

En las fuentes que son utilizadas para la agricultura, no existe organización que controle el uso del recurso, siendo el interesado quien gestiona el uso de la fuente si esta es ajena.

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 también para los maestros.

Esta es una de las principales causas por la cual los alumnos no terminan la educación primaria y por la cual la población alfabetizada del municipio es un porcentaje muy bajo, sien 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.

Así 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, tiene que trasladarse a la cabecera departamental de Chiquimula.

1.2.2 Abastecimientos de agua potable

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. Sin embargo, el 14% se abastece por medio de pozos artesanales.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

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

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la demolición de parte de la estructura vieja existente actualmente para construir en su lugar una estructura de hormigón 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 con corredor y el del segundo nivel con su respectivo barandal, así como también contará con losas de hormigón armado como entepiso y techo.

La edificación en su totalidad estará conformada por seis aulas, cada una de 7.65m. x 6.30m.. Así también se construirá un módulo de gradas exteriores para acceder al segundo nivel.

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 llenara 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.

Tabla I. Iluminación

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

2.1.2.1.1.1 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 mas altas se encuentren localizadas las mismas.

2.1.2.1.1.2 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.

2.1.2.1.1.3 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. Coeficientes de reflexión en aulas

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%

Tabla III. Coeficientes de reflexión en acabados

SUPERFICIE	TIPO	COLOR	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN
Pintada	Muy Clara	Blanco	81%
		Marfil	79%
		Crema	74%
		Beige	63%
	Bastante Clara	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%

Tabla IV. Relaciones de iluminación

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

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) debe 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

Los colores en los espacios educativos deben tener un efecto tranquilizante, se recomienda el uso de contrastes de color para asilar o 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 6mts.3 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

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 vez de traerlos.

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.

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.

Para el control del adecuado funcionamiento de las instalaciones, es conveniente concentrar en un local del 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.

2.1.2.1.5.1 Instalaciones de agua potable

2.1.2.1.5.1.1 Abastecimiento

Para el diseño y desarrollo de 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 en 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. Cantidad de agua requerida por día

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

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 entrevista, 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. Diámetro de tuberías

DIÁMETRO EN PULGADAS	ÁREA EN M².
2	30
2 ½	60
3	100
4	240
6	625

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 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. Diámetro mínimo de tubería

ARTEFACTO	DIAMETRO 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"

En la instalación de drenajes sanitarios se tendrá en cuenta que:

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 de 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, lavabos 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 mts.
Cimientos u otras estructuras	2.00 mts.
Tuberías de agua	1.00 mts.

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 mts. mínimo de espesor.

Las distancias de perforación mínima serán las siguientes:

Lindero propiedad	3.00 mts.
Cimientos y otras estructuras	3.00 mts.
Tuberías de Agua	3.00 mts.

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 hasta el haceos principal de la escuela, 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 serenó 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 tal como se indica en la tabla 2.9, 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.

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.

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.

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.

2.1.2.1.5.3.1 Circuitos y controles

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.

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

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 mts. sobre el nivel del piso terminado y tomando como induce un tomacorriente por cada 12 mts. de pared o cada 20 mts. de área ambiente.

Los tomacorrientes de 208 voltios se colocarán a 0.30 mts. 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 excede de los porcentajes siguientes:

1) Iluminación	2% en alimentadores
	2% en circuitos
2) Fuerza Motriz	4% en alimentadores
	1% en circuitos

2.1.2.1.5.3.2 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 y efecto estroboscópico corregido.

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 caminamientos por la noche.

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

2.1.2.1.6. Equipamiento

2.1.2.1.6.1 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 la dotación de mobiliario y equipo de un edificio escolar se deberán atender todos los factores necesarios.

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 imparte 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. El diseño debe contemplar una nítida distinción entre los sectores de modo que la actividad que se desarrolla en cada uno de ellos no interfiera, ni sea interferida para lo que se desarrolla en los demás. 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.

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.

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 funcionabilidad 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 para losa diferentes fines, pueden 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. Cantidad óptima de alumnos y aulas

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

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. Superficie por alumno

AREA 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

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:

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

- 2) 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 a/y desde los distintos sectores, para facilitar la vigilancia. El control de

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.) que es posible y necesario desarrollar en dichos espacios.

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 fuera permitiendo que el quehacer educativo se expanda con ella, proveerá un área completamente flexible a los métodos y programas de estudio de ese nivel educativo.

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

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. Superficie por alumno

NIVEL	ÓPTIMO	MÍNIMO	AULA EXTERIOR
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	-----

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 del aula

NIVEL	ÓPTIMO	MÍNIMO	AULA EXTERIOR
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	-----

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 excede 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 metros 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 metros cúbicos por alumno; en lugares de clima caluroso de be aumentarse a 4 metros cúbicos por alumno.

En todo caso y cuando la orientación resultante 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 a el 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

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 0.40 metros sobre el nivel de piso terminado, de éstos uno

deberá estar localizado adyacente al arrea del profesor y el otro hacia el fondo del aula.

2.1.2.1.13.2.6.6 Acabados

2.1.2.1.13.2.6.6.1 Muros

En este caso todas las paredes tendrán un acabado de block visto, pintado y sisado en ambas caras con una sisa de un centímetro como máximo, los elementos como columnas, soleras, sillares, dinteles y vigas de concreto se tallarán con savieta en proporción 1:3 de cemento y de arena de río cernida en un tamiz de 1/16.

2.1.2.1.13.2.6.6.2 Pisos

La superficie del subsuelo deberá estar perfectamente nivelada y compactada; sobre esta se colocará una capa de 0.05 metros de material seleccionado existente en la comunidad, el cual deberá compactarse y nivelarse perfectamente previo a la colocación del piso de granito. La colocación del piso de granito debe cuidar y mantener la estética del edificio por lo que debe prestársele atención a su colocación y estucado.

2.1.2.1.13.2.6.7 Puertas

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 metros. El ancho óptimo de las puertas es de 1.20 metros y el máximo de 1.40 metros. La altura mínima recomendable es de 2.10 metros. Todas las puertas deberán abrir hacia fuera en el sentido del flujo de la circulación exterior y abatir 180 grados; en pasillos nunca deberán situarse una frente a otras.

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 en el que varios grupos puedan desarrollar simultáneamente diferentes actividades educativas conforme a distintos grados de enseñanza dentro de un mismo nivel. 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 alumnos es de 2.25 metros cuadrados por alumno, óptimo y 2.00 metros cuadrados por alumno mínimo.

Idealmente el aula unitaria deberá ser una construcción asilada, 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.

El área por alumno, independientemente del nivel educativo, será de 1.50 metros cuadrados óptimo y 1.35 metros cuadrados por alumno mínimo.

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 cuáles eran las necesidades con mas 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 de la Línea de Conducción de Agua Potable para la aldea El Carrizal.

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 un poco la escuela, pero al incrementarse el número de alumnos, ya que 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 viejas, 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 si se satisface la norma, pues se construirán 6 aulas en donde caben perfectamente bien mas 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 que de resistencia a la estructura cuando este se vea sometido a fuerzas de sismo y a otras, así también hay que tomar en cuenta que es una construcción permanente con respecto al tiempo de vida útil que va de 30 a 40 años.

2.1.3.2 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 22.80m. y el ancho de 7.75m. , 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 1m. 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 6.00m, 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

El método que se utiliza para predimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en 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: $P = 0.8(0.225 f'c \cdot Ag + Fy \cdot As)$ $1\% < As < 6\% Ag$

Solución: $P = 1,473m \times 2,400 \times 0.13 = 4,595.76kg.$

$$4,595.76 = 0.8(0.225 \times 210 \times Ag) + (2,810 \times 0.01 \times Ag)$$

$$4,595.76 = 378Ag + 28.1Ag$$

$$4,595.76 = 65.9Ag$$

$$Ag = 69.74cm^2$$

→ Según ACI 318-99, sección mínima $25 \times 25cm = 625cm^2$

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

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 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, en decir $0.08 \times 6.05 = 0.484 \approx 0.50 \text{ metros}$. Si se propone una base de viga de 0.30 m. se tiene $6.05 - 0.30 = 5.75$

$5.75/24 = 0.239 \approx 0.24$, se opta por usar 0.50m.

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.

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

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

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.

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.

Carga muerta (CM)

Peso del concreto = 2400 Kg. / m^3

Peso de acabados = 60 kg. / m^2

Peso de muros = 250 kg. / m^2

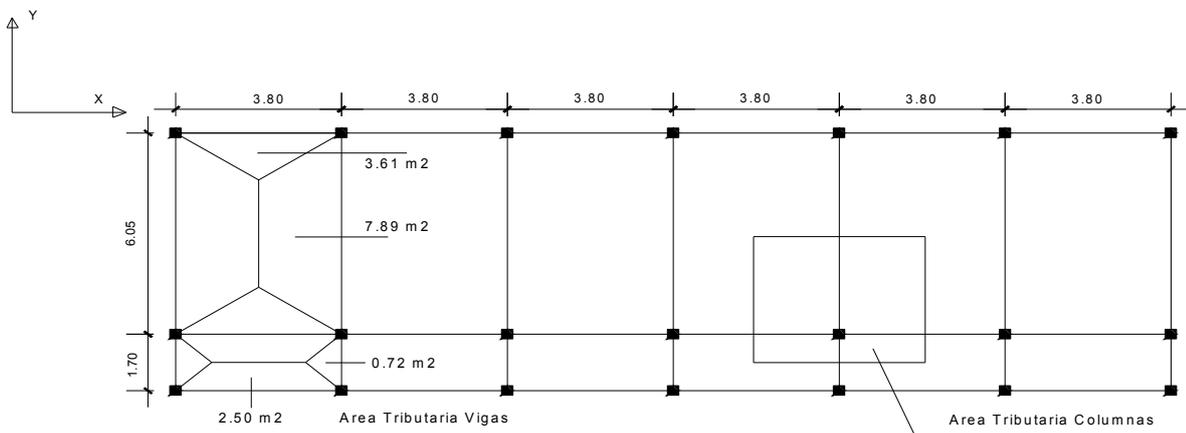
Carga viva (CV)

En techo = 100 kg. / m^2

En pasillo = 500 kg. / m^2

En aulas = 300 kg. / m^2

Figura 1. Planta típica, edificio escolar



Cargas horizontales en marcos dúctiles unidos con nudos

a. Segundo nivel

Carga muerta

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

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

$$W_{viga} = \left(\left(0.15m \times 2,400 \frac{kg}{m^3} \times 7 \times 7.75m \right) + \left(0.09m \times 2,400 \frac{kg}{m^3} \times 18 \times 3.80m \right) \right)$$

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

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

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

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

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

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

Carga viva

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

$$CV = 17,670Kg.$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 128,044.80kg + 0.25(17,670)$$

$$W = 132,462.30$$

b. Primer nivel

Carga muerta

Peso del piso 144 kg./m²

Peso de muros 250 kg./m²

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

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

$$W_{vigas} = 34,304.40kg.$$

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

$$W_{columnas} = 29,248kg.$$

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

$$\text{Total de la carga muerta} = 194,663.80 \text{ kg.}$$

Carga viva

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

$$CV = 60,762kg$$

Peso del primer nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

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

$$W = 209,854.30kg.$$

Resumen

$$W \text{ del primer nivel} = 132,462.30 \text{ kg.}$$

$$W \text{ del segundo nivel} = 209,854.30 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso total} = 342,316.60 \text{ kg.}$$

Cálculo del corte basal

El corte basal es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z coeficiente que depende de la zona

I coeficiente de importancia de la obra

C coeficiente que depende del período natural de vibración

S coeficiente que depende del tipo de suelo

K coeficiente dependiente del sistema estructural usado

W peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas

Es necesario evaluar el corte basal en las direcciones XY para obtener valores que ayuden a diseñar un edificio contra un sismo, ya que en sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio.

En el sentido X del caso estudiado:

Z = 0.50 para zona sísmica

I = 1.30 para edificios educativos

K = 0.67 para marcos dúctiles

$$C = \frac{1}{(15\sqrt{T})} \text{ donde } C \text{ no puede ser mayor de } 0.12 \text{ y } T = 0.0906H/\sqrt{B}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

Entonces:

$$T = \frac{(0.0906 \times 7.24)}{\sqrt{23.10}} = 0.14s.$$

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

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

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

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

$$V = 20,871.04kg.$$

En el sentido Y del caso estudiado:

$$T = \frac{(0.0906 \times 7.24)}{\sqrt{7.75}} = 0.24s.$$

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

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

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.

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; $F_t = 0.07 TV$

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:

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

Donde:

Wi = peso de cada nivel

Hi = altura de cada nivel

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

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

Fuerza en la cúspide $F_t = 0$

Fuerza por Nivel

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

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

$$F_1 = \frac{((2,071.04 - 0) \times (132,462.30))}{((132,462.30 \times 4) + (209,854.30 \times 7.24))}$$

$$F_1 = 5,936.51 \text{kg.}$$

Chequeando: $V = F_t + F_2 + F_1$

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

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

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

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

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

Primer nivel

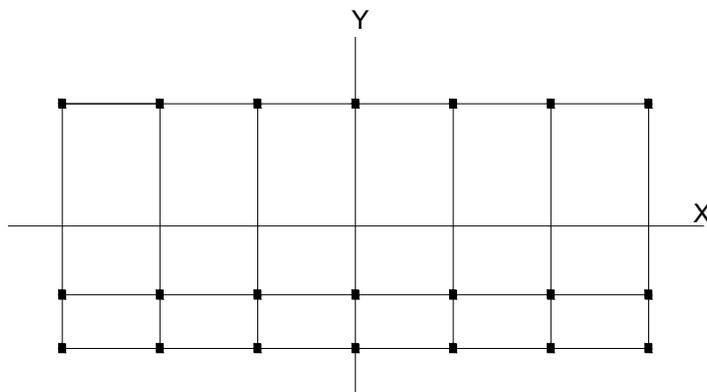
$$F_m = \frac{F1}{\#marcos}$$

$$F_m = \frac{(5,936.51 + 0)}{7} = 848.07 \text{ kg.}$$

b. Fuerza por marco X – X

En la figura 2 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 2 .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 apoyos 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:

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

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

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

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10,000 kg.

h = altura del muro o columna analizada

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

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.

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

F_i'' = fuerza rotacional

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

F_i' = fuerza traslacional

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

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

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

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

$$K = 0.16$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, entonces:

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

$$K_m = 0.16 + 10 \cdot 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16 + 0.16$$

$$K_m = 1.12$$

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

Centro de rigidez = CR

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

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

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

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

Tabla XVIII. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	Km	Di	Km.Di	(Km.Di) ²	Ei	Fi'	Fi''	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				

Primer nivel

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

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

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

$$K = 0.272$$

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

Centro de rigidez = CR

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

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

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

$$e = 3.875 - 3.15 = 0.725$$

Tabla XX. Fuerza por marco por torsión del primer nivel

	Km	Di	Km.Di	(Km.Di)²	Ei	Fi'	Fi''	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				

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

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

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

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

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

Cálculo de cargas sobre el marco 2

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

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

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

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

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

$$CU = CM + CV = 983.86 \text{ kg/m}$$

Primer nivel: tomando en cuenta los muros y tabiques

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

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

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

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

$$CU = CM + CV = 1,886.50 \text{ kg/m}$$

Cálculo de cargas sobre el marco típico

Segundo nivel

Tramo 1-2

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

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

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

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

$$CU = CM + CV = 1,372.01 \text{ kg/m}$$

Tramo 2-3

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

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

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

$$CV = 84.71 \frac{kg}{m}$$

$$CU = CM + CV = 688.71 \text{ kg/m}$$

Primer nivel

Tramo 1-2

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

$$CM = 1,111.18 \frac{kg}{m}$$

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

$$CV = 912.89 \frac{kg}{m}$$

$$CU = CM + CV = 2,024.07 \text{ kg/m}$$

Tramo 2-3

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

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

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

$$CV = 423.53 \frac{kg}{m}$$

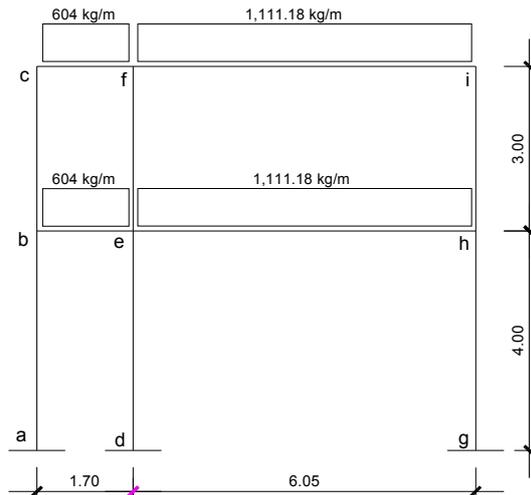
$$CU = CM + CV = 1,027.53 \frac{kg}{m}$$

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.

Figura 3. 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 momentos de sujeción $M_s = \Sigma (MF_{ik})$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Inercia 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 $\mu_{ik} = -1/2 (k_{ik} / \Sigma k_{in})$

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

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

$$\begin{aligned} \mu_{BC} &= -1/2 \left(\frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{BA} + K_{BE}} \right) \\ &= -1/2 \left(\frac{0.33}{0.33 + 0.20 + 2.72} \right) = -0.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{BE} &= -1/2 \left(\frac{K_{BE}}{K_{BE} + K_{BA} + K_{BC}} \right) \\ &= -1/2 \left(\frac{2.72}{2.72 + 0.25 + 0.33} \right) = -0.41 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \mu_{CB} &= -1/2 \left(\frac{K_{CB}}{K_{CB} + K_{CF}} \right) \\ &= -1/2 \left(\frac{0.33}{0.33 + 2.72} \right) = -0.05 \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 4.36kg - m$$

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

$$= -0.03(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 4.36kg - m$$

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

$$= -0.41(-145.46 + (0 + 0 + 0)) = 59.64kg - m$$

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

$$= -0.44(-145.46 + (4.36 + 0 + 0)) = 62.08kg - m$$

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

$$= -0.05(-145.46 + (4.36 + 0 + 0)) = 7.06kg - m$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nudo b:

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

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

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

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

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

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

Nudo c:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

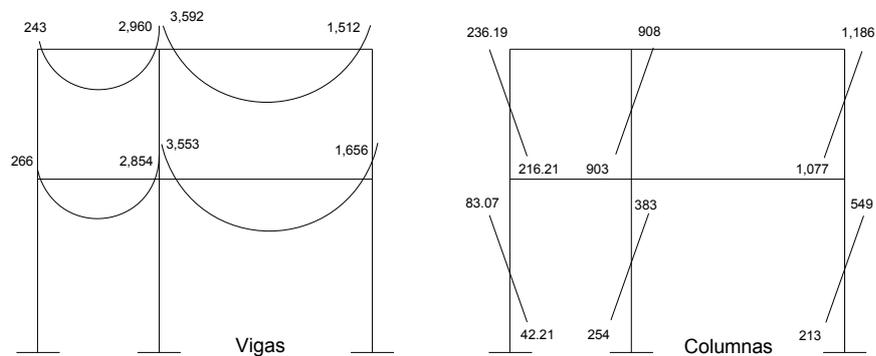


Figura 5. Diagrama de momentos (kg-m) - carga viva - sentido y

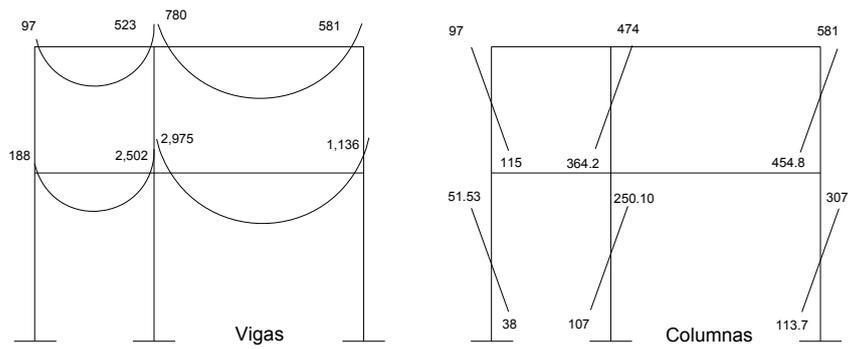
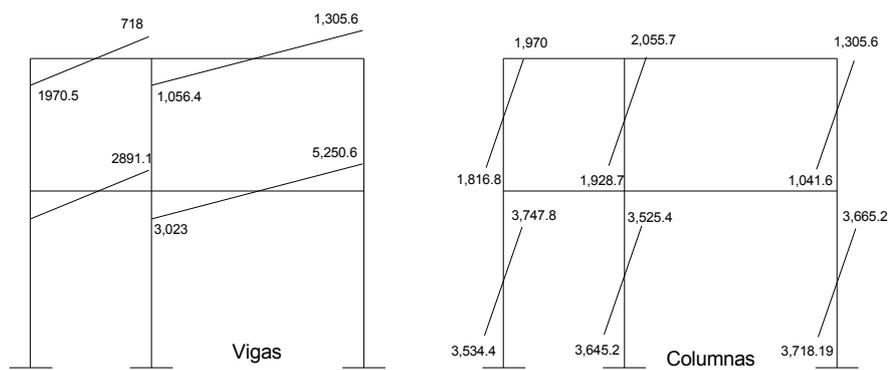


Figura 6. Diagrama de momentos (kg-m) - carga sísmica - sentido y



2.1.3.3.4 Envolvente de momentos

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

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

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

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

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

$$Mi = 1.4MCM + 1.7MCV$$

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.

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

$$Cu_{v1} = 1.4(1,111.18) + 1.7(260.83) = 1,999.06$$

$$Cu_{v1} = 1.4(604) + 1.7(500) = 1,695.60$$

$$Cu_{v1} = 1.4(1,111.18) + 1.7(912.81) = 3,107.43$$

$$M_{+} = \frac{Wl^2}{8} - \frac{(M1 + M2)}{2}$$

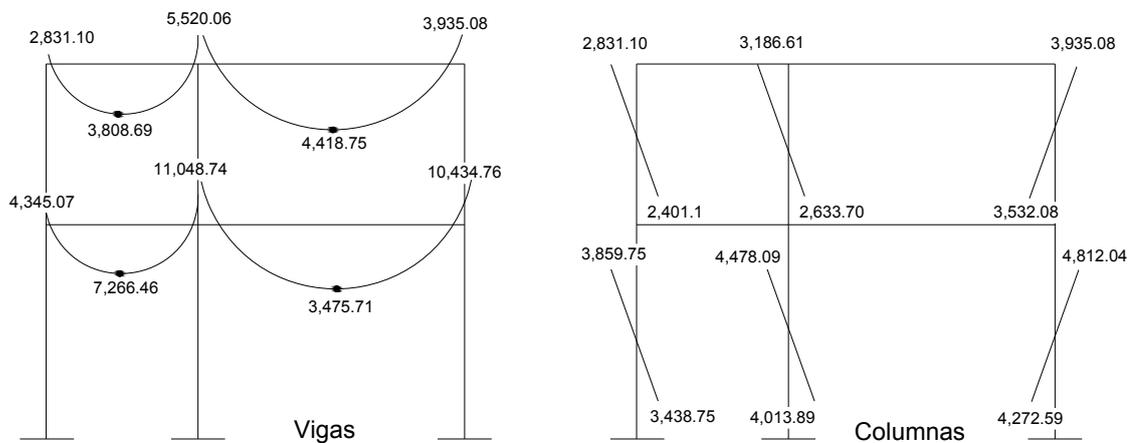
$$M_{+1} = \frac{(1,015.60 \times 1.70^2)}{8} - \frac{(2,831.10 + 5,520.06)}{2} = 3,808.69$$

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

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

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

Figura 7. 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 hay 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

$$\sum Ma = 0$$

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

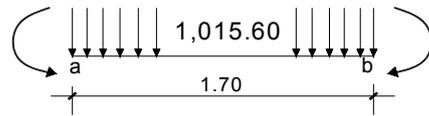
$$+ Rb(1.70) = 0$$

$$Rb = 2,597.34$$

$$\sum Fy = 0$$

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

$$Ra = 870.82$$



Viga 2

$$\sum Ma = 0$$

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

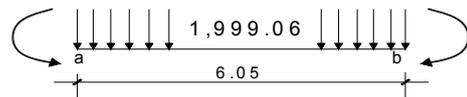
$$+ Rb(6.05) = 0$$

$$Rb = 7,234.50$$

$$\sum Fy = 0$$

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

$$Ra = 4,859.81$$



Viga 3

$$\sum Ma = 0$$

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

$$+ Rb(1.70) = 0$$

$$Rb = 5,638.94$$

$$\sum Fy = 0$$

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

$$Ra = 2,757.44$$

Viga 4

$$\sum Ma = 0$$

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

$$+ Rb(6.05) = 0$$

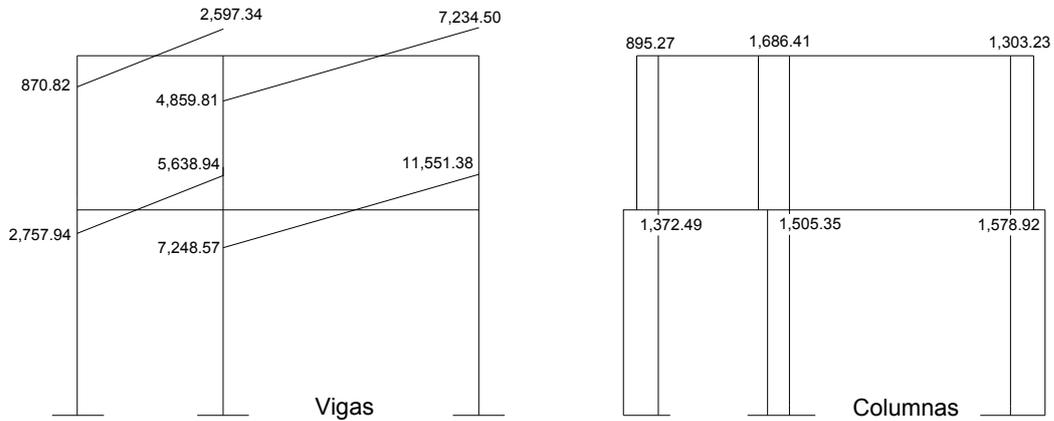
$$Rb = 11,551.38$$

$$\sum Fy = 0$$

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

$$Ra = 7,248.57$$

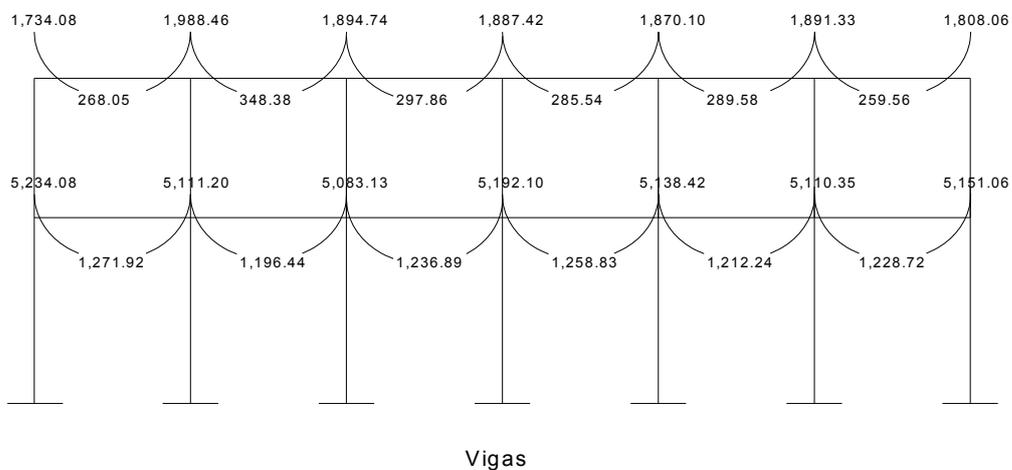
Figura 8. Diagrama de cortes últimos – sentido Y

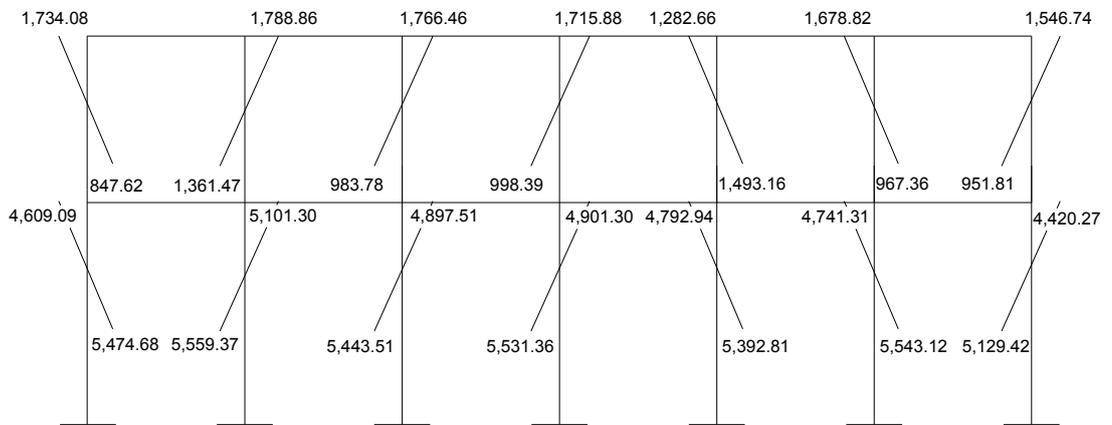


Resultados de los análisis de Kani – sentido X -

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 sólo se muestran únicamente los resultados del análisis en las siguientes figuras.

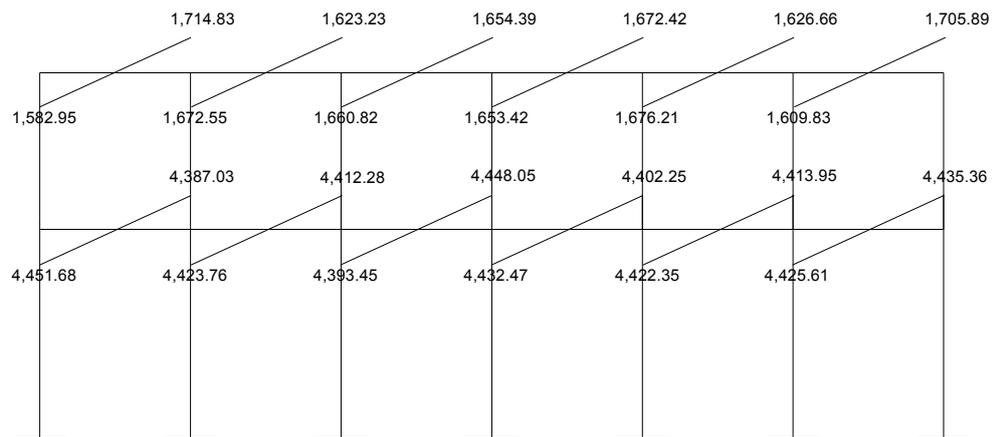
Figura 9. Diagrama de momentos últimos (kg/m) – sentido X



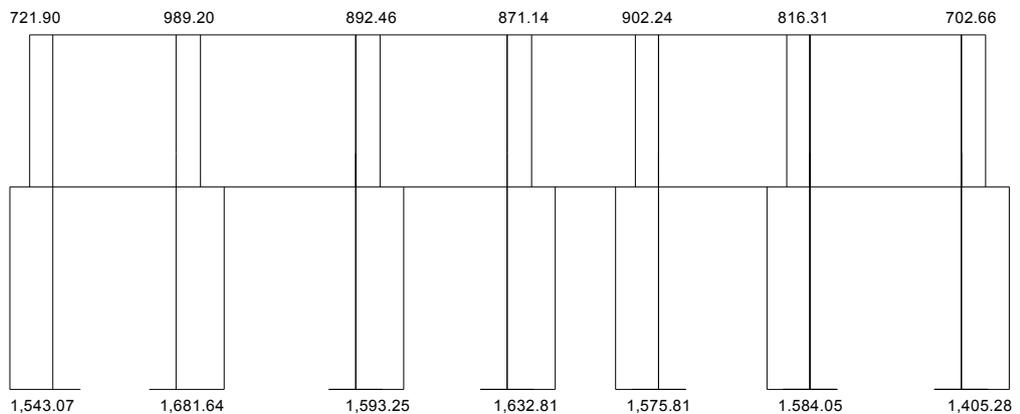


Columnas

Figura 10. Diagrama de cortes últimos – 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.

Datos generales a utilizar en el diseño de este edificio:

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

$$\mathbf{f'c} = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\mathbf{E_c} = 15,100(f'c)^{\frac{1}{2}} \frac{kg}{cm^2}$$

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

$$\mathbf{W_m} = 250 \frac{kg}{m^2}$$

2.1.3.4.1 Diseño de losa del primer nivel

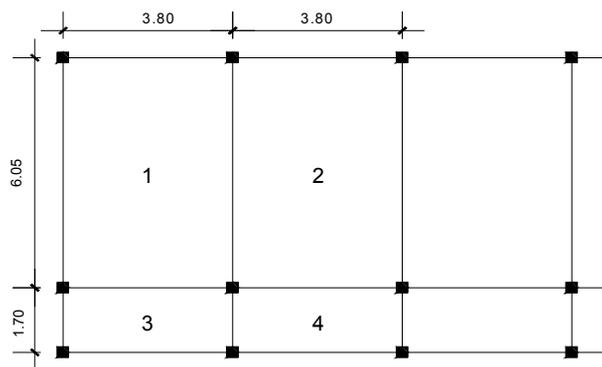
El diseño de losas se puede trabajar en uno o dos sentidos, esto se determina dividiendo el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario se debe trabajar en un sentido.

Existen varios métodos para el diseño de losas, en éste caso se utiliza el método 3 del código ACI.

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 11. 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

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

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

Mezclón	66 kg/m^2
Peso de muros	250 kg/m^2
Total	624 kg/m^2
Carga viva	
Aulas	300 kg/m^2
Pasillos	500 kg/m^2

Carga última = 1.4 (carga muerta) + 1.7 (carga viva)

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

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

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

$$Ma^- = Ca^-(Cut)(a)^2$$

$$Ma^+ = Ca^+(CVu)(a)^2 + Ca^+(Cmu)(a)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVu)(b)^2 + Cb^+(Cmu)(b)^2$$

$$Mb^- = Cb^-(Cut)(b)^2$$

Donde

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)

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

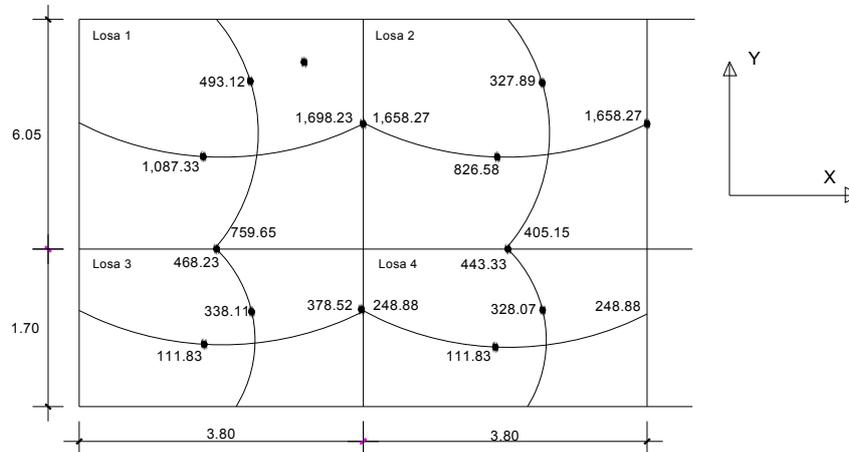
$$Mb(-) = 0.015(1,383.60)(6.05)^2 = 759.65kg - m$$

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

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

De la misma manera se calculan los momentos en todas las losas el resultado se expresa en la figura 12.

Figura 12. 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 $0.80 \times M_{mayor} > M_{menor}$. Se balancean proporcionalmente a su rigidez.

D1	D2
M1	M2
-dM*D1	+dm*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 Mmayor y Mmenor

Balance de momentos entre losa 1 y 2

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

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

0.78	0.22
759.65	468.23
-	
<u>(291.42)(0.78)</u>	<u>+(291.42)(0.22)</u>
532.34	532.34

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

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

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

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

Momento balanceado = 532.34 kg-m

Balance de momentos entre losa 2 y 4

$0.8(443.33) = 354.66 \geq 405.15$, entonces:

0.78	0.22
443.33	405.15
-	
<u>(38.18)(0.78)</u>	<u>+(38.18)(0.22)</u>
413.55	413.55

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

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

$$D2 = 0.17 / (0.17 + 0.59) = 0.22$$

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

Momento balanceado = 413.55 kg-m

Balance de momentos entre losa 3 y 4

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

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

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

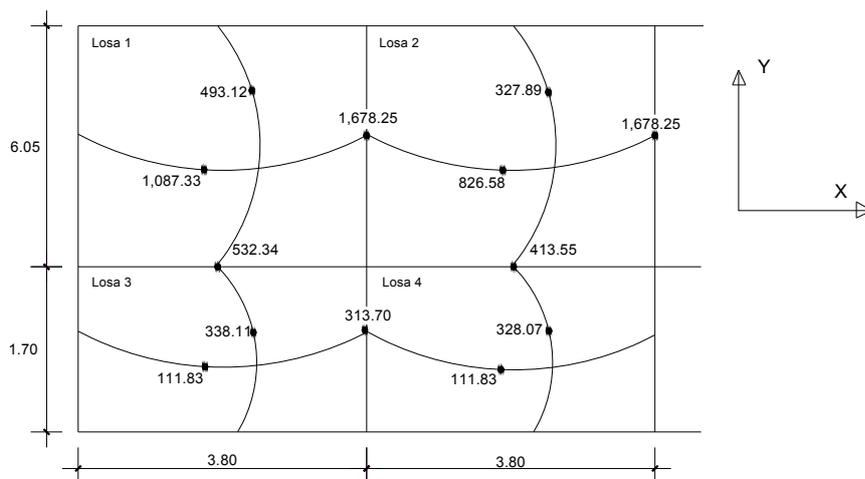
$$D1 = \frac{0.26}{(0.26 + 0.26)} = 0.50$$

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

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

Momento balanceado = 313.70 kg-m

Figura 13. 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 $A_{s \text{ min}}$; y para los momentos mayores que el M_{sop} se calcula el área de acero con la fórmula:

$$A_s = \left(b \times d - (b \times d)^2 - \left(\frac{M \times b}{0.003825 f'_c} \right) \right)^{1/2} \left(\frac{0.85 f'_c}{f_y} \right)$$

Los resultados se encuentran en la tabla "XXI"

Cálculo de espaciamiento entre varillas de refuerzo

$$\text{Fórmula: } S = \frac{A_v}{A_s}$$

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

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

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

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

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

Cálculo del corte máximo resistente

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

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

Chequeando V_r con $V_{\text{máx}}$.

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

Como $V_r > V_{m\acute{a}x}$ 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

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

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 por que el peso provocado por los muros no se incluye.

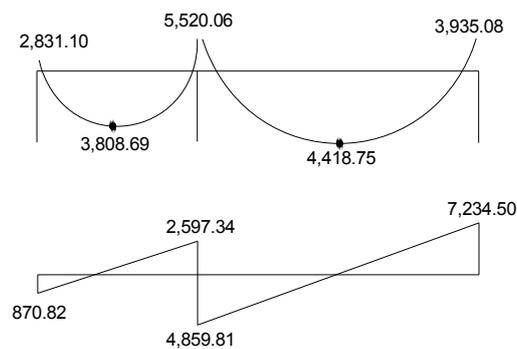
2.1.3.4.3 Diseño de vigas

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

Esta viga está ubicada en el segundo nivel del marco típico sentido Y. Los datos tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 14. En esta gráfica se incluyen los momentos positivos, negativos, así también los cortes últimos.

Figura 14. Diagrama de momentos y corte últimos de la viga tipo 1



Límites de acero

Sección = $0.30m \times 0.60m$

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

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

$$A_{smáx} = \rho_{máx} \cdot b \cdot d = (0.0217)(30)(43.95) = 28.61cm^2$$

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

$$A_s = \left(bd - \left((bd)^2 - \left(M \times b / 0.003825 f'_c \right) \right)^{1/2} \right) \left(0.85 f'_c / F_y \right)$$

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

Tabla XXII. Cálculo de acero.

Momento	As cm²	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

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: Asmín o él 33% del As 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 ésta función. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de corte resistente:

$$V_r = (0.85 \times 0.53 f'c)^{1/2} \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53(210)^{1/2}(30)(43.95) = 8,607.65kg$$

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 éste caso:

$$Vu = 5,929.75kg$$

$$Vr = 8,607.65kg$$

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

cm., entonces colocar No. 3 @ 0.20m. 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 metros.

Tabla XXIII. Cálculo de vigas.

Tipo de Viga	Refuerzo Longitudinal			Refuerzo Transversal
	Momento	As	Refuerzo	
Tipo 1 Sección 0.30x0.50	2,831.10	2.59	2 No. 5 + 1 No. 6	Estribos núm. 3 @ 0.11m. en extremos, el resto colocar @ 0.22m
	3,808.69	3.5	2 No. 5 + 1 No. 6	
	5,520.06	5.12	2 No. 5 + 1 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 2 Sección 0.30x0.50	4,345.07	4.00	2 No. 5 + 1 No. 6	Estribos núm. 3 @ 0.11m. en extremos, el resto colocar @ 0.22m
	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 3 Sección 0.30x0.40	1,734.08	1.57	3 No. 5	Estribos núm. 3 @ 0.08m. en extremos, el resto colocar @ 0.15m
	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 núm. 3 @ 0.08m. en extremos, el resto colocar @ 0.15m
	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 ésta 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 ésta 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 = 30×30

Longitud de viga 1 = 6.05

Sección de viga 1 = 30×50

Longitud de viga 2 = 3.80

Sección de viga 2 = 30×40

$M_x = 4,991.63 \text{ kg-m}$

Espesor de losa = 0.12

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

Área tributaria = 14.72

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

Longitud de columna = 3.00m

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

Determinación de carga última

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

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

Cálculo del factor de carga última

$$Fcu = CU / (CM + CV)$$

$$Fcu = 633.20 / (348 + 100) = 1.41$$

Cálculo de la carga axial

$$Pu = (Alosas \times CU) + (Pvigas \times Fcu)$$

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

$$Pu = 12,104.38 \text{ kg..}$$

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

$$\Psi_A = 0.33 / (0.33 + 0.25 + 0.33 + 0.25) = 0.28$$

Extremo inferior

$$\Psi_B = (0.33 + 0.25) / (0.33 + 0.25 + 0.33 + 0.25) = 0.50$$

Promedio

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2 = (0.28 + 0.50) / 2 = 0.39$$

Cálculo de coeficiente K

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

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

Como $\Psi_P = 0.39$, utilizar:

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

Cálculo de la esbeltez de la columna:

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

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

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

$$\Psi_A = 0.33 / (2.72 + 0.77) = 0.09$$

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

$$\Psi_P = (\Psi_A + \Psi_B) / 2 = (0.09 + 0.16) / 2 = 0.12$$

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

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

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

$$EI = \left(\frac{Ec \times Ig}{2.5} \right) / (1 + \beta d) ; \quad Ec = 15,100(f'c)^{1/2} ; \quad Ig = \left(\frac{1}{12} \right) \cdot b \cdot h^3$$

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

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$Pcr = \pi^2 EI / Klu^2$$

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

Cálculo del magnificar momentos

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

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

$$\delta = 1.06$$

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

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

Sentido Y

$$\beta d = \frac{463.2}{633.2} = 0.73$$

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

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

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

$$\delta = 1.05$$

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

Cálculo 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 ($P'x_o$) y la carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

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

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

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

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

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

Para éste 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 =

$$\rho_{tu} = \frac{A_s F_y}{0.85 f'_c A_g} = \frac{(15.52 \times 2,810)}{(0.85 \times 210 \times 900)} = 0.27$$

$$\text{Excentricidades} = e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{2,125.51}{12,104.38} = 0.18$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{3,345.94}{12,104.38} = 0.28$$

Valor de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.18}{0.30} = 0.60$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0.28}{0.30} = 0.93$$

Con éstos 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

$$P'_o = \Phi(0.85 f'_c (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y)$$

$$P'_o = 0.70(0.85 \times 210(900 - 15.52) + (15.51 \times 2,810))$$

$$P'_o = 141,043.60$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\left(\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} + \frac{1}{P'_o}\right)}$$

$$P'u = \frac{1}{\left(\frac{1}{66,150} + \frac{1}{28,350} + \frac{1}{141,043.60}\right)} = 23,094.41kg$$

Como $P'u > P_u$, el armado propuesto si cumple.

Cálculo del acero transversal (estribos):

Es necesario confinar los extremos de las columnas para dotarlas de suficiente ductibilidad 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:

$$V_r = (0.85 \times 0.53 f'_c)^{1/2} \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53(210)^{1/2}(30)(27.00) = 5,287.98kg$$

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 $S = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13.5cm$

Refuerzo por confinamiento:

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones.

Lo =	$\frac{Lu}{6} = \frac{3.00}{6} = 0.50m$
	Lado mayor columna = 0.30m 0.45m

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:

$$S_2 = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{(2 \times 0.71)}{(0.016 \times 24)} = 3.68cm$$

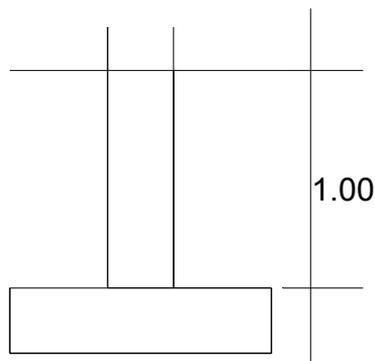
2.1.3.4.5 Diseño de cimiento

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 den 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 15. Desplante de zapata



$$M_x = 6,357.18 \text{ kg}$$

$$M_y = 6,083.06 \text{ kg}$$

$$P_u = 30,401.25 \text{ kg}$$

$$V_s = 16 \text{ T/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 1.5 \text{ T/m}^3$$

$$P_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ Ton}$$

$$F_{cu} = 1.55$$

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:

$$A_z = \frac{1.5P_T}{V_s} = \frac{1.5(19,613.71)}{16,000} = 1.84m^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas $A_z = 1.4 \times 1.4 = 1.96m^2$

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

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde $S = (1/6)bh^2$, a demás se debe tomar en cuenta que “q” no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (V_s), para la zapata i se tiene:

$$S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right)(1.40) \times (1.40)^2 = 0.46m^3$$

$$P = P^i + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P = 19.61 + (4 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.4) + (1.96 \times 1.5 \times 1) + (1.86 \times 2.4 \times 0.40)$$

$$P = 25.30ton$$

$$q = \frac{25.30}{1.96} + \frac{4.10}{0.46} + \frac{3.92}{0.46} = 30.34ton$$

$q_{max} = 30.34 T/m^2$, no cumple excede el V_s

Como la presión sobre el suelo excede el V_s , se debe aumentar el área, es decir, se hace otro predimensionamiento, hasta que cumpla.

Aumentando área

$$\text{Área propuesta } A_z = 2.00 \times 2.00 = 4m^2$$

$$S_x = S_y = \left(\frac{1}{6}\right)(2.00) \times (2.00)^2 = 1.33m^3$$

$$P = 19.61 + (4 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.4) + (4.00 \times 1.5 \times 1) + (4.00 \times 2.4 \times 0.40)$$

$$P = 30.3ton$$

$$q_{\max} = 30.31/4.00 + 4.10/1.33 + 3.92/1.33 = 13.61ton \leq V_s, \text{ si cumple}$$

$$q_{\min} = 30.31/4.00 - 4.10/1.33 - 3.92/1.33 = 1.55ton \geq 0, \text{ si cumple}$$

Presión última

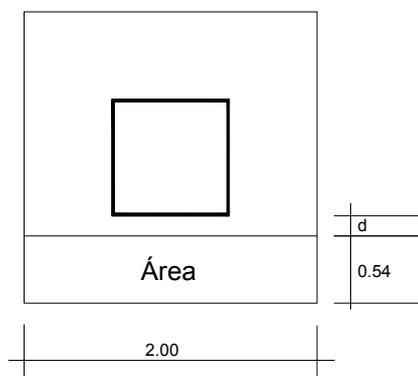
$$q_u = q_{\max} \times F_{cu} = 13.61 \times 1.55 = 21.10 \text{ ton/m}^2$$

Espesor de la zapata: se procede a dimensionar basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0.075m y que el peralte efectivo sea mayor de 0.15m. Este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Asumir espesor $t = 0.40m$.

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 compara en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 16. Corte simple



$$d = 40 - 7.5 - 1.91/2 = 32cm.$$

$$Vact. = A \times qu = 0.54 \times 2.00 \times 21.10$$

$$Vact. = 22.79ton$$

$$Vr = 0.85 \times 0.53 \left(f'c^{1/2} \right) \cdot b \cdot d$$

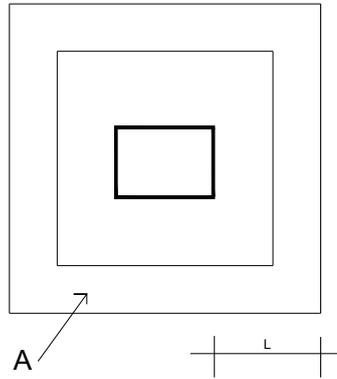
$$Vr = 0.85 \times 0.53 \left(210^{1/2} \right) \times 200 \times 32$$

$$Vr = 41.78ton.$$

Vact < Vr si cumple

Revisión de corte punzonante: la columna tiende 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 17. Corte punzonante



$$V_{act.} = A \times q_u$$

$$V_{act.} = (4.00 - 0.40) \times 21.10 = 75.96 \text{ ton}$$

$$V_r = 0.85 \times 1.06 \left(f' c^{1/2} \right) \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \times 1.06 \left(210^{1/2} \right) \times 248 \times 32 = 103.62 \text{ ton.}$$

Vact < Vr, 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

$$M_{dis} = Wl^2 / 2 = (21.10 \times 0.85^2) / 2 = 7.62 \text{ ton} - m$$

Área de acero

$$A_s = \left(b \times d - \left(M \times b / 0.003825 f'_c \right) \right)^{1/2} \left(0.85 f'_c / F_y \right)$$

$$A_s = 9.63 \text{ cm}^2 ; A_s \text{ min} = 0.002 \times 100 \times 32 = 6.4 \text{ cm}^2$$

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 @ 25 cm

2.1.3.4.5.2 Zapata tipo 2

Para el diseño de la zapata 2 se usan los criterios descritos para diseñar la zapata 1.

2.1.3.4.6 Diseño de escalera

Relación de huella y contrahuella

C = contrahuella

H = huella

Chequeos de comodidad

$$C \leq 20\text{cm.}$$

$$H \geq C$$

$$2C + H \leq 64\text{cm. (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48\text{cm.}$$

$$C \times H = 480 \text{ a } 500\text{cm}^2$$

Dimensiones de escalera

Número de escalones mínimo

$$\frac{h}{C \text{ max.}} = \frac{3.00}{0.20} = 15 \text{ escalones}$$

$$\# \text{ de huellas} = 8 - 1 = 7 \text{ huellas}$$

$$H = \frac{2}{7} = 0.285 \approx 28.5\text{cm.}$$

$$C = \frac{\text{altura}}{\text{No. Contrahuellas}}$$

$$C = \frac{3.00}{17} = 0.176 \approx 17.6\text{cm.}$$

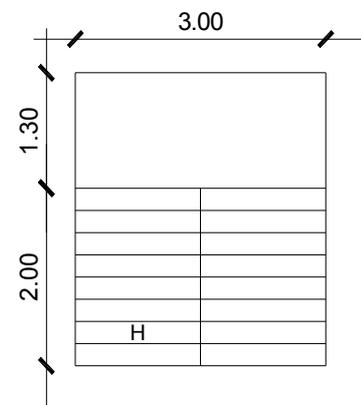
Chequeos de comodidad

$$C = 17.6\text{cm.} \leq 20\text{cm.} \rightarrow \text{si cumple}$$

$$H = 28.5\text{cm.} \geq C \rightarrow \text{si cumple.}$$

$$2C + H = 2(17.6) + 28.5 = 63.7 \leq 64\text{cm.} \rightarrow \text{si cumple.}$$

Figura 18. Gradass



$$C + H = 17.6 + 28.5 = 46.1 \rightarrow \text{està en el rango (45 a 48)}$$

$$C \times H = (17.6)(28.5) = 501 \rightarrow \text{se toma como bueno el rango va de 480 - 500cm}^2.$$

Figura 19. Detalle de gradas

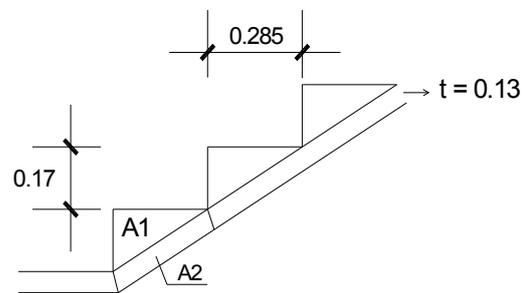
Por lo tanto:

8 contrahuellas de 17 cm.

7 huellas de 28.5 cm.

Espesor de losa

$$t = \frac{ln}{24} = \frac{3.00}{24} = 0.125 \approx 0.13m.$$



Integración de carga muerta

$$A_1 = \frac{(0.17)(0.285)}{2} = 0.024m^2$$

$$A_2 = (0.13)\left(\sqrt{(0.16)^2 + (0.285)^2}\right) = 0.042m^2$$

$$CM = 1.4[2,400 \times (0.024 + 0.042)] = 221.76 \approx 222 \frac{kg}{m^2}$$

Integración de carga viva

$$CV = 500(1.7) = 850 \frac{kg}{m^2}$$

Carga última

$$CU = 222 + 850 = 1,072 \text{ kg/m}^2$$

Distribución de carga y momento

$$d = \sqrt{(1.37^2)(2.00^2)} = 2.42m.$$

Cálculo de momentos

$$M(+)= \frac{((1,072)(3.72^2))}{9} = 1,648.30 \text{ kg} - m$$

$$M(-)= \frac{((1,072)(3.72^2))}{14} = 1,059.63 \text{ kg} - m$$

Cálculo de Refuerzo M (+)

$$b = 100 \text{ cm.}$$

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

$$Mu (+) = 1,648.30 \text{ kg} - m \quad f'c = 210 \text{ kg} - \text{cm}^2 \quad fy = 2,810 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$A_s = \left[(100)(10^2) - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{(1,648.30 \times 100)}{(0.003825 \times 210)}} \right] \times \frac{(0.85 \times 210)}{2,810}$$

$$A_s = 6.89 \text{ cm}^2.$$

Usar varilla No. 4 @ 0.18m

Cálculo de refuerzo M (-)

$$A_s = \left[(100)(10^2) - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{(1,059.63 \times 100)}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{(0.85 \times 210)}{2,810}$$

$$A_s = 4.34 \text{ cm}^2.$$

Usar varilla No. 3 @ 0.16m

Acero por temperatura (transversal)

$$A_s T_{EMP.} = 0.002 \times 100 \times 13 = 2.6 \text{ cm}^2$$

Usar varilla No.3 @ 0.27m.

PRESUPUESTO

Se tomaron en cuenta precios y costos según la comunidad del casco urbano de San Juan Ermita, tanto de materiales como de mano de obra.

Tabla XXIV. Presupuesto

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
1	Demolición	1.00	U	global	Q7,300.00
2	Extracción de material	1.00	U	global	Q2,080.00
3	Limpieza de terreno	1.00	U	global	Q2,161.50
4	Trazo y Estaqueado	1.00	U	global	Q1,100.00
5	Excavación estructural	75.00	M3	Q65.50	Q4,912.50
6	Zapatas	25.00	U	Q1,057.40	Q26,435.00
7	Cimiento corrido B = 0.40	40.00	ML	Q255.75	Q10,230.00
8	Cimiento corrido B = 0.80	120.00	ML	Q255.75	Q30,690.00
9	Columna tipo 1	25.00	U	Q2,070.70	Q51,767.50
10	Columna tipo 2	25.00	U	Q1,669.50	Q41,737.50
11	Columna tipo 3	10.00	U	Q1,433.91	Q14,339.10
12	Columna tipo 4	67.00	U	Q355.00	Q23,785.00
13	Levantado de muro	321.91	M2	Q165.50	Q53,276.11
14	Solera de humedad	141.24	ML	Q171.79	Q24,263.62
15	Solera intermedia	95.00	ML	Q200.00	Q19,000.00
16	Solera de corona	117.00	ML	Q215.00	Q25,155.00
17	Losa entrepiso	187.20	M2	Q320.78	Q60,050.02
18	Losa de techo	187.20	M2	Q340.75	Q63,788.40
19	Viga tipo 1	3.00	U	Q4,215.51	Q12,646.53
20	Viga tipo 2	3.00	U	Q3,722.78	Q11,168.34
21	Viga tipo 3	18.00	U	Q1,349.53	Q24,291.54
22	Viga tipo 4	18.00	U	Q1,185.10	Q21,331.80
23	Puertas	6.00	U	Q1,350.00	Q8,100.00
24	Ventanas	95.50	M2	Q410.00	Q39,155.00
25	Iluminación y Fuerza	1.00	global	Q10,000.00	Q10,000.00
26	Módulo de gradas	1.00	global	Q8,230.00	Q8,230.00
27	Barandal	1.00	global	5,000.00	Q5,000.00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q601,994.45

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de seiscientos un mil novecientos noventa y cuatro mil quetzales con cuarenta y cinco centavos exactos.

2.2 Diseño de línea de conducción de agua potable para aldea El Carrizal, San Juan Ermita, Chiquimula.

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño y ejecución de una línea de conducción de agua potable de 3.615 kilómetros de longitud, la cual se conectará a un tanque de distribución.

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
- Estadía
- Jalones
- Plomadas de bronce
- Cinta métrica

2.2.2.1.1 Planimetría

Rama de la topografía que tiene como finalidad proporcionar información de la localización de diferentes puntos en un plano cartesiano, existen diferentes métodos que por su grado de exactitud se utilizan en diferentes tipos de trabajos, los métodos más comunes son:

- a) Rumbos

- b) Conservación de Azimut
- c) Ángulos Internos
- d) Deflexiones

2.2.2.1.1.1 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

Rama de la topografía, que sirve para obtener la diferencia de alturas en puntos del terreno, existen diferentes tipos de métodos, tales como:

- a) Longimetría vertical
- b) Nivelación diferencial
- c) Nivelación taquimétrica

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 cms

2.2.2.1.3 Medición de distancias

Existen dos métodos que son los más utilizados:

- a) Con cinta
- b) Con estadia

El método más común en proyectos de agua es el taquimétrico y en él se utiliza una estadia y un teodolito o nivel que sirven para ver los tres hilos que enfoca el lente del aparato. La distancia se determina por relación de triángulos semejantes y utilizando la fórmula siguiente:

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

El método a utilizar es el volumétrico, porque es el más común en corrientes pequeñas y consiste en recibir en un recipiente de volumen conocido, el agua y tomar el tiempo de llenado del recipiente.

Caudal existente: 3 lts/seg.

2.2.2.3 Calidades de 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.

Pa = 589 habitantes

r = 1.5 %

n = 20 años

$$Pf = 589 \times \left(1 + \left(\frac{1.5}{100}\right)\right)^{20}$$

Pf = 793.30 habitantes

Para efectos de diseño el dato obtenido se aproxima a 793 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 se 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 esta en función del mantenimiento que se le efectúe a dicho sistema. Basados en lo anterior, se adopta el período de diseño de 25 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 usara una dotación de cien 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 1.3.

2.2.2.9 Factor de hora máxima

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 1.8.

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 Caja reunidora de caudales

Se utiliza para unir dos o más caudales, su capacidad será diseñada según el caudal que esté llegando.

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 de 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 60cms. a 80cms., para protección de la tubería, de manera de que ésta no sufra roturas por el paso de vehículos o personas.

2.2.2.11.3 Captación

Obra de arte cuya finalidad es reunir agua para obtener un buen nivel, de manera que en las horas de mayor demanda no se quede sin agua la tubería y puedan ocurrir tapones de aire.

2.2.2.11.4 Cajas rompe presión

Su función principal es eliminar la presión ejercida por la diferencia de alturas, para evitar así el rompimiento de tubería, regularmente las cajas rompe presión se colocan cada 90 ó 100 metros de diferencia de altura, si es tubería que soporta 160 psi (160 libras/pulgada cuadrada). Las cajas de la red de distribución se recomienda dejarlas con válvulas de flote menores de 3/4" de diámetro.

2.2.2.11.5 Válvula de aire

Son válvulas que permiten el escape de aire que es acumulado en la tubería. Para su instalación deberá observarse lo indicado en los planos, consta de válvulas de cuerpo, tapadera y flotado.

2.2.2.11.6 Válvula de limpieza

Su funcionamiento es expulsar los sedimentos que se depositan en las partes bajas de la tubería, estos sedimentos en su mayoría es arena que viene desde la captación. Para su instalación deberá observarse lo indicado en los planos para su localización, consta de una tee colocada en la línea, a la cual se conecta un niple y sucesivamente una válvula de compuerta.

2.2.2.11.7 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 El Carrizal y una de las que mayor y mejor caudal presenta es la Quebrada de El Carrizal, en la cual ya

existe una captación, pero no se esta aprovechando el caudal total con que esta cuenta.

2.2.3.1.1.1 Calidad del agua

En Guatemala la norma de calidad usada actualmente es la NORMA COGUANOR NGO 29001, en la cual se contempla con detalle los análisis que deben realizarse al agua para que califique como agua potable. En esta norma se especifica que al análisis que debe realizarse al agua para que sea potable, es un análisis químico sanitario y el examen bacteriológico.

2.2.3.1.1.2 Fuente de agua seleccionada

La fuente de donde se extraerá el agua que beneficiara a la población de este proyecto es la Quebrada El Carrizal, que lleva el mismo nombre de la aldea. 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 estudio el caudal existente para determinar si podía abastecer al resto de la población. Cabe mencionar que dicha fuente ya cuenta con una presa de captación, desarenador y estructura es la que se pretende utilizar para el desarrollo de este proyecto.

Análisis químico sanitario

El análisis químico sanitario demostró que el agua es potable, y la norma COGUANOR NGO 29001, indica que estas determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano como lo demuestra el informe que se muestra en el anexo.

Examen bacteriológico

Conforme el informe que se muestra en el anexo, se concluye que el agua es potable. 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.

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, cabe mencionar que existen varios zanjones en donde se usarán pasos aéreos para el tendido de la tubería.

2.2.3.2 Determinación de la línea de conducción

Se calculó la línea de conducción que llevará el agua desde la captación existente hasta el tanque de almacenamiento con tubería plástica rígida de cloruro de polivinilo (PVC), con una longitud de 3,615 metros.

2.2.3.2.1 Parámetros de diseño

Fuente	Quebrada
Sistema	Gravedad
Período de diseño	20 años
Tipo de distribución	Domiciliar
Dotación	150 lt/hab./día
Población actual (2006)	589
Población futura (2026)	793
Viviendas actuales	83
Viviendas futuras	112
Tasa de crecimiento	1.5%
Factor de día máximo	1.3
Factor de hora máxima	1.8

2.2.3.2.2 Caudal medio diario (Qm.)

Es el promedio de los consumos diarios observados durante el período de un año.

$$Q_m = \text{Dotación} \times \text{Población Futura} \times \frac{1 \text{ día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 150 \text{ lt/hab/día} \times 793 \text{ habitantes} \times \frac{1 \text{ día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 1.38 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.2.3 Caudal máximo diario (Qc)

Máximo consumo en un día, en el período de un año.

$$Q_c = Q_m \times \text{factor de día máximo}$$

$$Q_c = \left(1.38 \text{ lts/seg} \right) \times (1.3)$$

$$Q_c = 1.79 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.2.4 Caudal máximo horario

Es el máximo consumo en una hora observado en el período de un año.

$$Qd = FHM \times Qm$$

$$Qd = 1.8 \times 1.38 \text{ lts/seg}$$

$$Qd = 2.48 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.2.5 Factor de gasto

Es el consumo de agua potable por vivienda.

Viviendas futuras

$$Vf = Va \left(1 + \frac{R}{100}\right)^n$$

$$Vf = 83 \left(1 + \frac{1.5}{100}\right)^{20}$$

$$Vf = 111.78 \approx 112 \text{ viviendas}$$

Factor de gasto

$$F.G. = \frac{Qd}{\#viviendas}$$

$$F.G. = \frac{2.48 \text{ lts/seg}}{112}$$

$$F.G = 0.0221 \text{ lts/seg/vivienda}$$

2.2.3.2.6 Diseño hidráulico

Para diseñar se utilizan fórmulas hidráulicas experimentales tales como:

DARCY – WEISBACH

$$hf = f \times L/D \times V/2g$$

hf = Pérdida de carga

f = coeficiente de fricción

L = longitud

D = diámetro

V= velocidad

g = 9.81m/seg² (aceleración de la gravedad)

HAZEM – WILLIAMS

$$hf = 16f/2g \times L \times Q^2/D^2$$

hf = Pérdida de carga (mts.)

L = Longitud en metros

Q = Caudal (lts/seg)

D = Diámetro en pulgadas

C = Factor de corrosividad de la tubería (PVC= 150, hg = 100)

2.2.3.2.7 Cálculo de presiones, pérdidas, diámetro, cota piezométrica, velocidad y cantidad de tubos.

Presión estática disponible de E-0 a E-42

Es la diferencia de alturas entre dos puntos.

P.E.D. = Cota de terreno de E-0 – Cota de terreno de E-42

P.E.D. = 1,000 – 929 = 71metros

Diámetro teórico de E-0 a E-42

Longitud = $L = 1,525\text{mts}$

Caudal = $Q = 3.0\text{lbs/seg}$

CHW = 150

$$\Phi = (1,743.81141 \times 1,525 / |1,000 - 929|) \times ((3/150)^{(1/0.54)})^{(1/4.87)}$$

$\Phi = 2.13$, se recomienda utilizar tubería de 2.5"

Pérdida de carga

$$hf = \frac{(1,743.81141 \times 1,525 \times 3)^{1.85}}{(150^{1.85}) \times (2.5^{4.87})}$$

$hf = 22.07$

Cota piezométrica en E-97

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

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

$$C_p = 1,000 - 22.07 = 977.93\text{mts}$$

Presión dinámica

$$P.D. = \text{Cota Piezométrica en E-42} - \text{Cota de terreno en E-97}$$

$$P.D. = 977.93 - 929$$

$$P.D. = 48.93\text{mts}$$

Velocidad

$$V = 3 / (0.50670866 \times 2.5^2)$$

$$V = 0.9473 \approx 0.95\text{m/s}$$

Cantidad de tubos

$$1,525\text{metros} / 6\text{metros por tubo} = 254.17\text{tubos}$$

$$254.17 \times 3\% = 7.63\text{tubos}$$

$$\text{Total de tubos} = 254.17 + 7.63 = 261.8 \approx 262\text{tubos}$$

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 - 53, E - 60, E -67.

2.2.3.3.2 Válvulas de aire

Se tiene contemplado instalar 3 válvulas de aire, con su respectiva caja de mampostería de piedra, para evitar tapones de aire y permitir que el flujo de agua sea el deseado.

2.2.3.3.3 Válvulas de limpieza

Se utilizarán 4 válvulas de limpieza para poder extraer los residuos de tierra o sedimentos que se depositan en las partes mas bajas de la tubería, se les construirá una caja de mampostería de piedra a cada una con su respectiva válvula de paso.

2.2.3.3.4 Paso aéreo

En este proyecto es necesario construir 6 pasos aéreos propios de la línea de conducción para salvar una quebrada con un barranco un tanto profundo, como también hay la necesidad de construir un paso de zanjón. (Ver los detalles del paso aéreo en planos).

Diseño de paso aéreo

Datos:

Luz del claro: $S=29.46\text{m}$ (se aproximará a 30m).

Diámetro del tubo: $\varnothing=1\frac{1}{2}$ "HG. tipo liviano

Peso por pie del tubo: 2.97lb/pie

Peso específico del agua: 62.4lb/pie³

Se considera que las torres estarán a la misma altura.

Carga muerta:

$$C.M._{agua} = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{1.5}{12}\right)^2 \times 62.4\text{lb} / \text{pie}^3 = 0.77\text{lb} / \text{pie}$$

$$C.M._{total} = C.M._{agua} + P_{tuberia} = 0.77\text{lb} / \text{pie} + 2.97\text{lb} / \text{pie} = 3.74\text{lb} / \text{pie}$$

Carga viva:

Se considera el paso de una persona de 150lb de peso por tubo.

$$C.V. = 150lb / 20pies = 7.5lb / pie$$

Carga de viento: se consideró como una carga crítica asumiendo una velocidad de 60km/h y una presión de 15lb/pie².

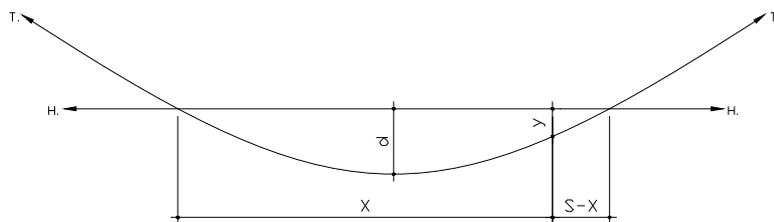
$$W = \phi_{tuberia} \times P_{viento} = \left(\frac{1.5}{12}\right) \times 15lb / pie^2 = 1.88lb / pie$$

La carga última se calcula de acuerdo con la ecuación 9-2 del código ACI 318-02:

$$C.U. = 1.2 \times C.M. + 1.6(C.V. + W)$$

$$C.U. = 1.2 \times 3.74 + 1.6(7.5 + 1.88) = 19.50lb / pie$$

Figura 20. Diagrama de flechas y tensiones



Las ecuaciones a utilizar son las siguientes:

$$H = \frac{W \times S^2}{8 \times d} \quad \text{Tensión horizontal.}$$

$$T = H \times \text{Sec}(\alpha) = H \times \sqrt{1 + \left(\frac{16 \times d^2}{S^2}\right)} \text{ Tensión máxima.}$$

Donde:

W = carga última

S = luz

d = flecha

H = tensión horizontal del cable

T = tensión máxima del cable

Proponiendo un valor máximo “d” igual al alto de la columna (1.40m) de apoyo se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla XXV. Valores de tensiones horizontales y máximas

W (lb/pie)	S (pies)	D (pies)	H (libras)	T (libras)
19.50	96.65	4.59	4960.62	5049.33

El paso siguiente consiste en chequear la columna de apoyo por esbeltez de acuerdo con la ecuación:

$$K = L / D$$

Asumiendo una sección de 0.30m * 0.30m tenemos:

$$K = 1.40 / 0.30 = 4.66 \rightarrow \text{es una columna corta.}$$

El cable a utilizar es de $\varnothing \frac{1}{2}$ “, con alma de acero de 6 x 25 hilos y un peso aproximado de 0.48lb/pie, con una resistencia a tensión de 12Ton = 26455lbs., que es mucho mayor que la tensión máxima actuante de 5049.33lbs.

Integrando el valor del peso del cable a la carga muerta tenemos:

$$W = 3.74lb / pie + 0.48lb / pie = 4.22lb / pie$$

$$C.U. = 1.2 \times 4.22. + 1.6(7.5. + 1.88) = 20.07lb / pie$$

Tabla XVI. Valores de tensiones horizontales y máximas corregidos

W (lb/pie)	S (pies)	D (pies)	H (libras)	T (libras)
20.07	96.65	4.59	5105.62	5196.92

La carga axial de la columna se calcula por el teorema de Pitágoras de la forma siguiente:

$$P_{axial} = \sqrt{T^2 - H^2} = \sqrt{5196.92^2 - 5105.62^2} = 969.86lb$$

Longitud del cable principal:

Para conocer la longitud total del cable se dice que cuando la flecha máxima “d” tiene un valor del 5% de la longitud del claro “s”, la longitud suspendida del cable “l” viene dada por:

$$I = (d / s) \times 100 \text{ en porcentaje.}$$

$$I = (1.40 / 29.56) \times 100 = 4.74\%$$

La longitud vendrá dada por la ecuación:

$$L = S + \frac{8 \times d^2}{3 \times S} = 29.56 + \frac{8 \times 1.40^2}{3 \times 29.56} = 29.74 \cong 30m$$

La longitud recomendada para el tensor es de $\frac{1}{4} S$, por lo tanto:

$$S_1 = \frac{1}{4} \times S = 7.39m \cong 7.50m$$

Longitud total del cable:

Como se tienen 2 tensores la longitud final del cable será:

$$L_{total} = L + 2 \times S_1 = 30 + 2 \times 7.50 = 45m$$

Cálculo de las péndolas o tirantes:

La separación óptima de las péndolas es de 2.00m y la longitud de las mismas se calcula con la ecuación:

$$Y = \frac{W \times (S - X)}{2 \times H}$$

La tabla muestra los resultados obtenidos:

Tabla XXVII. Variación de longitud de las péndolas según su ubicación

# Pend.	X (m)	S-X (m)	Y(m)	Cant. Pend.	Long. Cable.
1	1	28.56	0.18	2	0.37
2	3	26.56	0.51	2	1.03
3	5	24.56	0.79	2	1.58
4	7	22.56	1.02	2	2.04
5	9	20.56	1.19	2	2.39
6	11	18.56	1.32	2	2.63
7	13	16.56	1.39	2	2.78
8	15	14.56	1.41	2	2.82

Sumando las longitudes parciales de cable se tiene una longitud total de cable para péndolas de 15.63m; el paso siguiente consiste en calcular las cargas de trabajo de cada péndola de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q = W \times L = 20.07lb / pie \times 6.56pies = 131.66lb$$

Siendo "L" la separación entre péndolas y "W" la carga última.

Para las péndolas se utilizará un cable de Ø ½" con alma de acero de 6 x 19 hilos con una resistencia a la ruptura de 12Ton= 26455lbs., y como las mismas van sujetas al cable principal por medio de abrazaderas su longitud se incrementa en un 15% por lo que serán necesarios 18 metros de cable.

Torres o soportes:

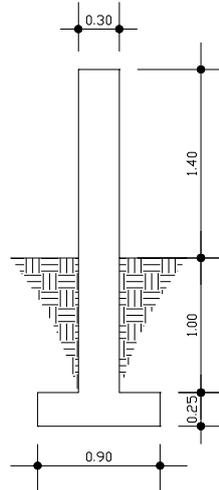
Datos para diseño:

E: módulo de elasticidad del concreto = $15100(f'c)^{1/2}$

f'c: 210kg/cm²

Fy: 2810kg/cm²

Figura 21. Geometría de columna de apoyo



Momento de inercia:

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 30 \times 30^3 = 67500cm^4$$

Radio de giro:

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8.66cm$$

La sección 11-2 del ACI 318-02 da la ecuación de Euler para la falla por pandeo de una columna con un extremo empotrado y el otro libre:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{l_e^2}$$

Donde:

- P_c: carga crítica de la columna
 E: módulo de elasticidad del concreto
 I: inercia de la sección
 L_e: longitud efectiva

$$P_c = \frac{\pi^2 \times 15100 \sqrt{210} \times 67500}{140^2} = 7437620.95 \text{ kg} = 7437.62 \text{ Ton}$$

Considerando que la columna está expuesta a una carga relativamente pequeña en comparación con su resistencia se tomará una área de acero de 1.5% del área gruesa, así:

$$A_s = 1.5 \times 900 = 13.50 \text{ cm}^2$$

Colocar 4 varillas # 6 + 4 # 3 para cubrir el área requerida (ver figura 33).

Para conocer la separación de los estribos es necesario calcular el corte que resiste la sección de la manera siguiente:

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 30 \times 30 = 5875.53 \text{ kg}$$

Este corte se compara con el corte actuante "H" de la tabla VIII cuyo valor es de 5105.62 lb = 2315.89 kg. Como el corte que resiste la sección es mayor que el corte actuante, se colocarán estribos # 3 @ 0.15m (ver detalle en planos de la línea de conducción).

Diseño de la zapata

Debido a que las cargas que soporta la zapata no son demasiado grandes se adoptó un peralte mínimo de 15cm sobre el refuerzo interior de la misma mas 7.5cm de recubrimiento según recomienda el ACI 318-02, pero por seguridad ese peralte será aproximado a 25cm.

El factor de carga última de la zapata se calcula de la siguiente manera:

$$F_{CU} = \frac{W_U}{C_V + C_M} = \frac{19.50}{7.5 + 3.74} = 1.73$$

Cargas que soporta la zapata

$$P_{\text{última}} = P_{\text{axial}} = 986.86\text{lb} = 0.45\text{ton}$$

$$\text{Peso de la columna} = 2.4 \times 0.3 \times 0.3 \times 2.4 = 0.52\text{ton}.$$

$$\text{Peso del suelo} = 0.90 \times 0.90 \times 1.7 \times 1 = 1.38$$

$$\text{Peso de la zapata} = 0.90 \times 0.90 \times 0.25 \times 2.4 = 0.49\text{ton}$$

La carga total que soporta la zapata será la suma de todas las anteriores, y tendrá un valor de 2.84 ton.

Para este caso se asumió un valor soporte del suelo de 12ton/m² ya que se trata de una arcilla y esta cercana a la orilla de una quebrada. Se utilizará concreto de 210kg/cm² y acero de 2812kg/cm².

El paso siguiente consiste en chequear la zapata contra hundimiento de acuerdo a la siguiente relación:

$$\frac{P_T}{A_z} \leq V_{ss} \rightarrow \frac{2.84}{0.9^2} = 3.51 \text{ton/m}^2 \leq 12 \text{ton/m}^2$$

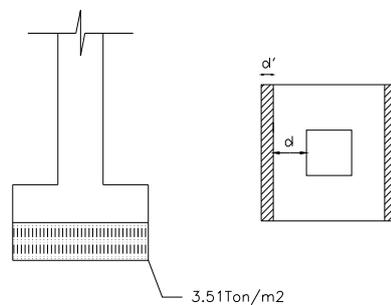
Como el esfuerzo último es menor que el valor soporte del suelo la zapata resiste hundimiento.

Diseño por corte

El refuerzo de la zapata se cubrirá con varillas # 5 cuyo diámetro es de 1.59cm., por lo tanto el peralte efectivo de la zapata será:

$$d = 25 \text{cm} - 7.5 \text{cm} - \frac{1.59 \text{cm}}{2} = 16.70 \text{cm}$$

Figura 22. Diagrama de área de distribución de corte en zapata de paso aéreo



$$d' = 45 \text{cm} - 16.7 \text{cm} - \frac{30 \text{cm}}{2} = 13.30 \text{cm}$$

$$V_R = \frac{[0.53 \Phi \sqrt{f_c} \times b \times d]}{1000}$$

$$V_R = \frac{[0.53 \times 0.85 \sqrt{210} \times 90 \times 16.70]}{1000} = 9.81 \text{ton.}$$

$$V_A = P_T \times Df \times b \times d'$$

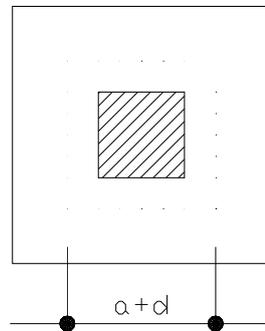
$$V_A = 2.84 \times 1.00 \times 0.90 \times 0.133 = 0.34 \text{ ton}$$

Como $V_A < V_R$ la zapata resiste al corte.

Diseño por punzonamiento

Existe un perímetro alrededor del núcleo de la columna que es directamente afectado por el punzonamiento; el mismo se denomina “ b_0 ” y el procedimiento de diseño es el siguiente:

Figura 23. Diagrama de perímetro afectado por punzonamiento en zapata de paso aéreo



El perímetro b_0 viene dado por la ecuación:

$$b_0 = 4(a + d) = 4(30 + 16.70) = 186.80 \text{ cm}$$

Calculamos el corte resistente por punzonamiento y el corte actuante por punzonamiento de la manera siguiente:

$$V_{Rpunz} = \frac{2\Phi \times 0.53 \sqrt{f'c \times b \times d}}{1000}$$

$$V_{Rpunz} = \frac{2 \times 0.85 \times 0.53 \sqrt{210 \times 186.8 \times 16.7}}{1000} = 40.73 \text{ ton.}$$

$$V_{Apunz} = P_T \times A = 2.84 \times 0.9^2 = 2.30 \text{ ton}$$

Como $V_{Rpunz} > V_{Apunz}$ **la zapata resiste el punzonamiento.**

Diseño por flexión:

Debido a que los momentos a los que se encuentra sometida la zapata son demasiado pequeños comparados con la resistencia de la misma, se trabajará con el área de acero mínima; la misma se obtiene con la ecuación:

$$A_{S \min} = \frac{14.1}{F_y} \times b \times d = \frac{14.1}{2812} \times 90 \times 16.70 = 7.54 \text{ cm}^2$$

Se colocarán varillas # 5 @ 0.16m en ambos sentidos de la zapata (ver detalle en planos de la línea de conducción).

Diseño del anclaje o muerto:

El muerto se construirá de concreto ciclópeo con un peso específico de 2.7Ton/m³ considerando que la superficie del mismo estará a nivel del terreno.

Datos:

$$T = 2.36\text{ton}$$

$$H = 2.32\text{ton}$$

$$V = 0.49\text{ton (axial)}$$

W = peso del muerto

F = fuerza de fricción

E = empuje

Asumiendo que las dimensiones del muerto son cúbicas, de lado "h" tenemos:

$$W = 2.7 \times h^3$$

$$K = \frac{(1 + \text{Sen}\phi)}{(1 - \text{Sen}\phi)}$$

Siendo ϕ el ángulo de fricción interna del suelo con un valor de 15° .

Utilizando la teoría de Rankine para el empuje de suelos se tiene la ecuación:

$$E = \frac{1}{2} \gamma_s \times h^3 \times k = \frac{1}{2} \times 1.7 \times h^3 \times 1.70 = 1.45h^3$$

Chequeo por volteo:

Se calculan los momentos resistentes y los momentos de volteo de la manera siguiente:

$$\sum M_{RES} = E \times \frac{h}{3} + W \times \frac{h}{2}$$

$$\sum M_{RES} = 1.45h^3 \times \frac{h}{3} + 2.7h^3 \times \frac{h}{2} = 1.83h^4$$

$$\sum M_{ACT} = V \times \frac{h}{2} + H \times h$$

$$\sum M_{ACT} = 0.45 \times \frac{h}{2} + 2.32 \times h = 2.55h$$

La relación a utilizar es la siguiente:

$$\sum M_{RES} \geq 1.5 \sum M_{ACT} \rightarrow 1.83h^4 = 3.83h$$

Se hace una relación de igualdad para despejar “h” y de ésta forma conocer las dimensiones del muerto; el valor obtenido es h=1.28m.

Chequeando con h=1.30m:

$$\sum M_{RES} = 1.45 \times 1.30^3 \times \frac{1.30}{3} + 2.7 \times 1.30^3 \times \frac{1.30}{2} = 5.24$$

$$\sum M_{ACT} = 0.45 \times \frac{1.30}{2} + 2.32 \times 1.30 = 3.31$$

$$5.24 \geq 1.5 \times 3.31$$

El cable a utilizar para los anclajes es de $\varnothing \frac{1}{2}$ “, con alma de acero de 6 x 19 hilos con una resistencia a tensión de 12ton=26455lbs, unido a un tubo de HG. $\varnothing 2$ ” tipo liviano.

2.2.3.3.5 Filtro lento o clorinador

Se construirá un filtro lento típico que obstruya y dificulte el tránsito de sedimentos y otras partículas y así también permita la aplicación de cloro para poder obtener una buena cantidad de agua libre de impurezas. (ver detalle en planos)

2.2.3.4 Evaluación preliminar ambiental

El proyecto línea de conducción de agua potable para aldea El Carrizal, se planificó y diseñó de manera que éste sea de gran beneficio para la población, pero que así también su ejecución, desarrollo y funcionamiento no afecte ni altere las condiciones físicas y naturales del lugar. Cabe mencionar de 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.

2.2.3.5 Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se cuantifico 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 XI muestra un resumen del presupuesto por renglones de trabajo y el detalle de los mismos, así como los planos del proyecto se puede ver en las páginas finales de esta memoria.

Tabla XXVIII. Presupuesto línea de conducción de agua potable

Actividad	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Captación	1.00	U	Q763.20	Q763.20
Línea de conducción	3,615.00	ml	Q26.34	Q95,219.10
Paso aéreo	112	ml	Q307.75	Q34,468.00
Muertos o anclajes	10.00	U	Q1,440.00	Q14,400.00
Clorinador (subcontratado)	1.00	U	Q9,178.16	Q9,178.16

Subtotal materiales y mano de obra	Q154,028.46
Gastos administrativos	Q17,713.27
Imprevistos	Q7,701.42
Costo total	Q179,443.15

2.2.3.6 Desinfección

El porcentaje recomendable de cloro en agua para consumo humano es de 3cc/litro, y como se sabe que el caudal que llega al tanque es de 0.32l/s, la cantidad de hipoclorito para alimentar el clorinador se calcula de la forma siguiente:

Período de cloración: 1 mes

Caudal por mes: $0.32l/s \times 24h \times 3600s/h \times 30d/mes = 829440l$

Cantidad de cloro: $829440l \times 0.003cc/l = 2488cc \cong 2.5litros$

Se aplicarán 2.5 litros de cloro cada mes al clorinador regulando el mismo para que deje salir aproximadamente 3.5cc/hora.

2.2.3.7 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	Piochas 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

2.2.3.8 Costos

Salario del fontanero:

$$S = (22 \times 34.33 \times 1.35) \times 0.10 = Q101.96 / mes$$

Donde: 22=número de conexiones.

0.1=10% de las conexiones que se considera que revisará el fontanero.

34.33=salario mínimo diario en el campo.

1.35=35% adicional para prever prestaciones.

Repuestos y herramientas:

$$R = (0.004 \times 82808.70) \times (1 + 0.11) / 12 = Q30.64 / mes$$

Donde: 0.004=0.4% para afectar el costo del proyecto por mantenimiento mayor y menor.

82808.70=costo del proyecto sin incluir terrenos y fuentes.

0.11=% de inflación.

1=constante.

12=número de meses del año.

Costo de desinfección:

$$D = 0.32 \times 86.4 \times 3 \times 0.0132 \times 30 = Q32.84 / mes$$

Donde: 0.32=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

$$CT = (S + R + D) * 0.10 = (101.96 + 30.64 + 32.84) * .10 = Q16.54 / mes$$

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

$$T = (S + R + D + CT) / 22 = (101.96 + 30.64 + 32.84 + 16.54) = Q8.27 / mes$$

Esta tarifa se aproxima a Q8.50 al mes, siendo 22 el número de conexiones existentes.

2.2.3.9 Evaluación socio-económica

Valor presente neto

Para este caso el valor presente neto VPN será igual al costo total del proyecto porque éste nos dice la cantidad de dinero que hay que invertir para realizarlo.

Como sabemos de la tabla XI, el costo total del proyecto asciende a Q83,359.20; pero se debe tener en cuenta que cada familia pagará una tarifa de Q8.50 al mes que servirá únicamente para cubrir los gastos de operación y mantenimiento del proyecto.

Tasa interna de retorno

Es un método utilizado para comparar alternativas de inversión y viabilidad económico-financiera de los proyectos que se calcula a partir del valor presente neto, y según su valor se puede decir que un proyecto se rechaza o se acepta.

Para este caso hay que considerar que el proyecto se va a ejecutar por medio de fondos municipales y no tiene ningún fin lucrativo, razón por la cual el valor de la TIR es negativo y eso representa que nunca se va a recuperar la inversión en el proyecto porque la tarifa propuesta únicamente cubre gastos de operación y mantenimiento del mismo.

Según cálculos efectuados en el programa Microsoft Excel no existe en ningún tiempo del periodo de diseño un valor de la TIR que permita recuperar la inversión por lo que el proyecto no es viable con fines lucrativos, pero su realización es necesaria por ser un servicio de vital importancia para evitar problemas de salud.

CONCLUSIONES

1. Se determinó a través de una investigación monográfica que en el municipio de San Juan Ermita, los problemas principales que se presentan están ubicados en las comunidades del área rural, siendo las principales deficiencias la educación y el agua potable.
2. Los parámetros de diseño que se utilizaron fueron con base a la información proporcionada según los datos de población y vivienda del año 2007 de la Oficina Municipal de Planificación de San Juan Ermita, la cual presenta un crecimiento poblacional del 1.5%.
3. El costo de la construcción de la escuela primaria para el casco urbano de San Juan Ermita es de Q 601,994.45, beneficiando cerca de 400 familias y 200 estudiantes de nivel primario originarios de este municipio, aldeas y caseríos circunvecinos. La inversión por familia asciende a la cantidad de Q1,504.98, lo cual es un costo considerablemente barato por tratarse de una importante necesidad como es la educación y porque los beneficios son mayores para los estudiantes.

4. Solamente el 10% de la totalidad de la población de la aldea El carrizal cuenta con el servicio del vital líquido. Es por esta razón que el diseño de la línea de conducción de agua potable pretende llevar el servicio de agua potable al 90% de la población restante que cuenta con dicho servicio. El proyecto de agua potable presenta un costo total de Q179,443.15, beneficiando así a 83 familias, con una inversión de Q2,161.86 por familia, costo que asumirá la municipalidad de San Juan Ermita por tratarse de un importantísimo y básico servicio que mejorará el nivel de vida de los pobladores por lo que se considera que su costo no es caro.

5. Las condiciones topográficas del lugar permitió que el sistema a diseñar fuera por gravedad, lo cual trae muchos beneficios que se puede mencionar: costo de inversión bajo, no requiere de equipo mecánico y la operación del sistema no necesita energía para su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

1. A los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) del casco urbano y de la aldea El Carrizal, del municipio de San Juan Ermita, motivar e incentivar a los habitantes de estas comunidades para que participen y colaboren en la construcción de la Escuela Primaria Urbana y en la Construcción de la línea de conducción de agua potable, aportando la mano de obra no calificada y otros aspectos que permitan o faciliten el desarrollo de los mismos.
2. Se sugiere a la comunidad de la aldea El Carrizal, hacer inspecciones periódicas a las obras y tuberías, mantener limpios los alrededores de las obras estructurales, como captación , válvulas de aire, válvulas de limpieza, para que el sistema funcione correctamente.
3. A la municipalidad de San Juan Ermita, realizar las gestiones necesarias para obtener el financiamiento para la ejecución de estos proyectos, supervisarlos y velar por que el desarrollo de los mismos sea con base a lo estipulado en el estudio realizado y en los planos constructivos que determinarán el buen funcionamiento de estos dos proyectos que son de gran importancia para la educación y para la salud de estas comunidades.

4. Para el óptimo funcionamiento del sistema de agua potable de la aldea El Carrizal, se desarrolló una programación de actividades destinada a la operación y mantenimiento del sistema, con el fin que este no presente ningún tipo de problemas durante su período de diseño, dicho plan fue elaborado por medio de una tabla, la cual contiene las actividades a realizar así como la frecuencia con que deben hacerse las mismas en las diferentes partes del sistema. Para cubrir los gastos de operación y mantenimiento se calculó una tarifa de Q8.50 por mes, la cual deberán aportar los habitantes de la comunidad, quienes si están en condiciones de pagarla, ya que dicha tarifa no sobrepasa el 5% de su ingreso promedio mensual.

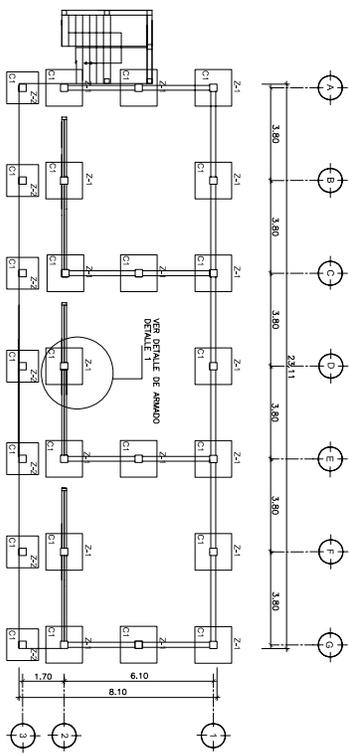
5. La ejecución del proyecto de la línea de conducción de agua potable de la aldea El Carrizal presenta la necesidad de elaborar un cuadro con una serie de medidas destinadas a minimizar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno del proyecto, dichas medidas ayudarán y servirán de guía al ejecutor para hacer poco probable la generación de impactos ambientales negativos.

BIBLIOGRAFÍA

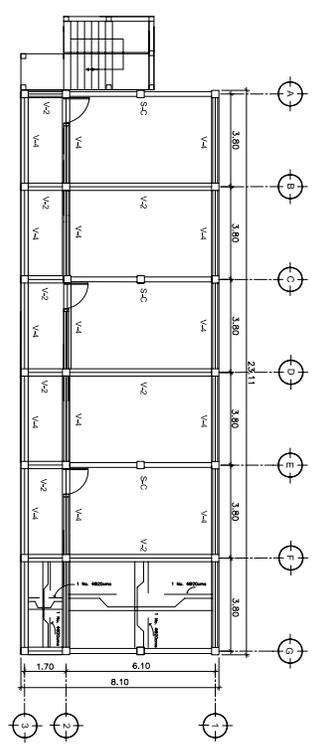
1. CAMEROS Marroquín, Leonel Orlando. Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranja, Gualan Zacapa. Tesis de Graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1998.
2. GORDON A. Sletcher, P.E. y Vernom A. Smoots. Biblioteca del Ingeniero Civil, volumen 6, 1988. Editorial Limusa, de C.V. México D.F.
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (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. Tesis 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. 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. 63pp.

APÉNDICE

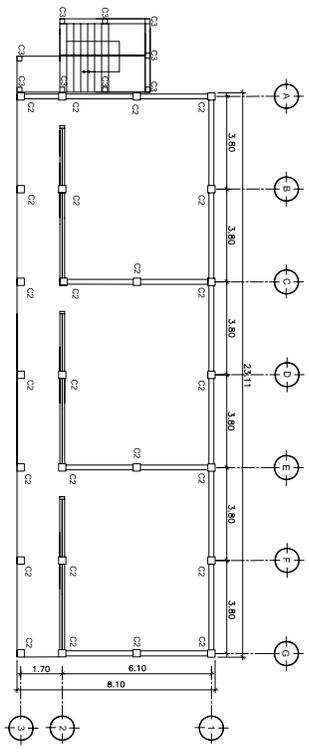
PLANOS CONSTRUCTIVOS
DISEÑO DE ESCUELA PRIMARIA EN EL CASCO URBANO DE
SAN JUAN ERMITA



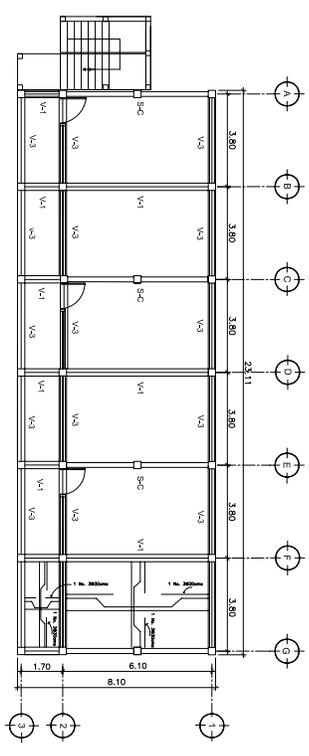
PLANTA CIMENTACION 1ER. NIVEL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA SUPERVISADO
 SAN JUAN EMILIA, CHICUQUILA



PLANTA ARMADO LOSA 1ER. NIVEL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA SUPERVISADO
 SAN JUAN EMILIA, CHICUQUILA



PLANTA CIMENTACION 2DO. NIVEL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA SUPERVISADO
 SAN JUAN EMILIA, CHICUQUILA



PLANTA ARMADO LOSA 2DO. NIVEL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA SUPERVISADO
 SAN JUAN EMILIA, CHICUQUILA

PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	DIMENSIONES	REFUERZO	ESTRIBOS
C1	0.30 x 0.30	4#8+4#5	No. 390/026 Fuerza 0.50 Residual 0.13
C2	0.30 x 0.30	4 # 7	No. 390/026 Fuerza 0.50 Residual 0.13
C3	0.20 x 0.20	4 # 3	No.290/20

SIMBOLOGIA

SIMB.	INDICACION
Z-1	ZAPATA TIPO 1

NOTA:

La longitud de desarrollo será 30 veces el diámetro de la varilla.
 El espaciamiento entre las zapatas será de 7.50ms y el de las columnas 3.00ms.
 Usar acero de refuerzo de:
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (Grado 40)
 El recubrimiento de la losa será de 2.50ms y el de vigas 3.00ms.

SIMBOLOGIA

	NORTE
	INDICA COTA
	INDICA SECCION
	INGRESO
	ELES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

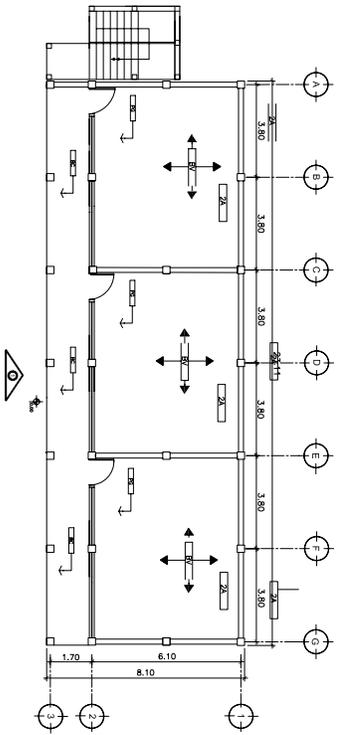
ENCARGADO DEL EJERCICIO: G. GUERRA MARTINEZ
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

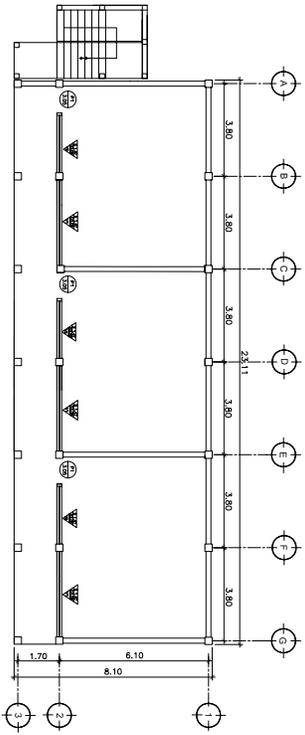
CONTRIBUCION:
 PLANILLA DE DISEÑO: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 PLANILLA DE DISEÑO: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

FECHA: MAYO 2017
 REVISOR: INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

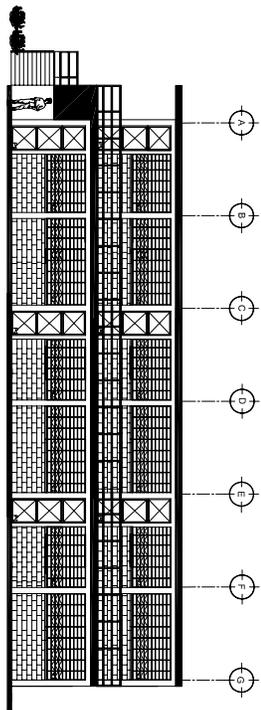
HOLAS: 2 / 5



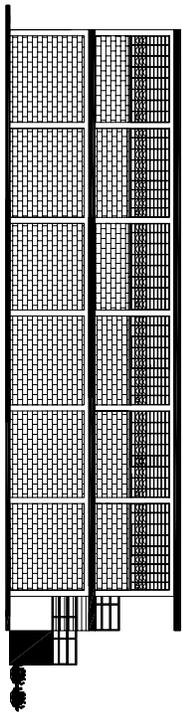
PLANTA DE ACABADOS 1ER NIVEL
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA



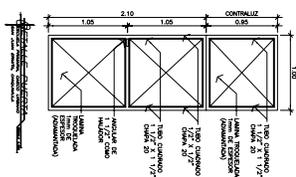
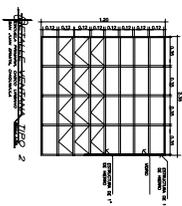
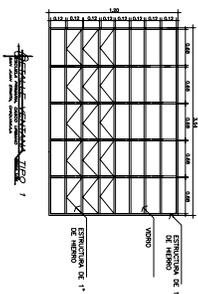
PLANTA DE ACABADOS 2DO NIVEL
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA



ELEVACION 1
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA



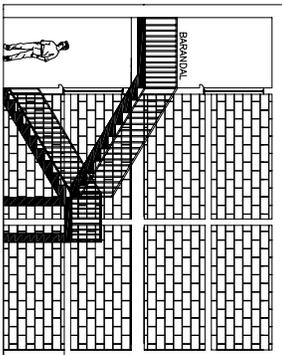
ELEVACION 2
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA



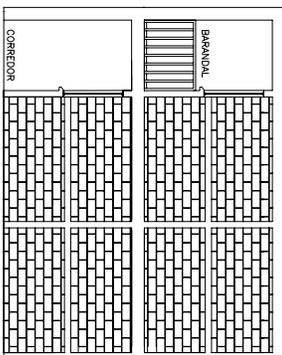
PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	DINTEL	SILAR
V-1	12	2.30	3.05	1.47
V-2	6	3.54	3.05	1.47
TOTAL	18	60.19	M ²	DE VENTANERIA

SIMBOLOGIA	
	INDICA ACABADO EN MADERA ELEGIR ACABO DE SU LIAJ. 0.19 + 0.4 + 2 LAMAS DE PINTURA ALTERNATIVAMENTE
	ACABADO EN CUBIERTA, 2 LAMAS DE ANTICORROSION COLOR GRIS
	INDICACION DE PISO TIPO UNIFORME PAVIMENTO
	INDICACION DE PASADIZO DE CUBIERTA DE 0.07 M. DE ANCHO, EN CUBIERTA SIN RILLOS

SIMBOLOGIA	
	INDICA DOR DE VENANIANA
	TIPO DE VENTANA DINTEL SILAR
	TIPO DE PUERTAS DINTEL



SECCION A
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA



SECCION B
ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA

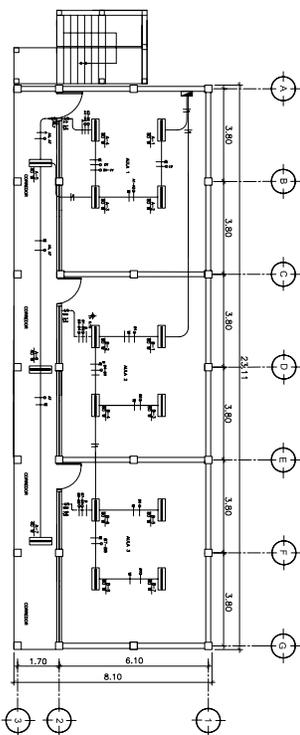
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

CLIENTE: ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO, SAN JUAN EMITLA, CHIQUIMULA
CONTRATO: 0158
PLANTA DE ACABADOS, ANELOS Y 2 SECCIONES.
ELEVACIONES, DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS

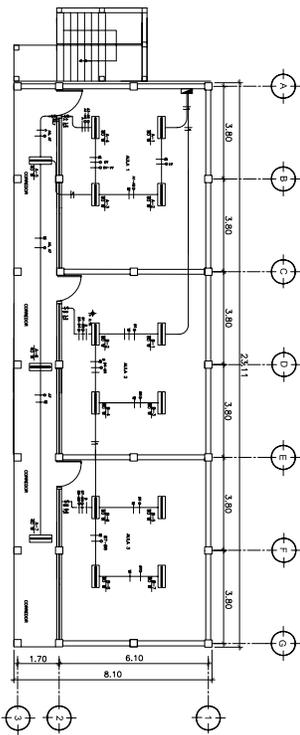
PROYECTISTA: [Logo]
DISEÑADOR: [Logo]
AUTOR: [Logo]

FECHA: 2014
Escala: 1/50
Hojas: 3/5

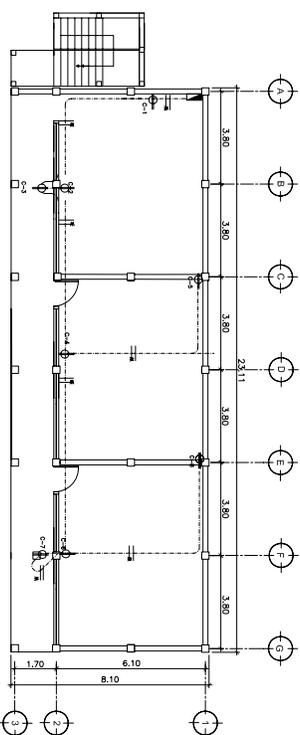
ACTUARE: [Logo]



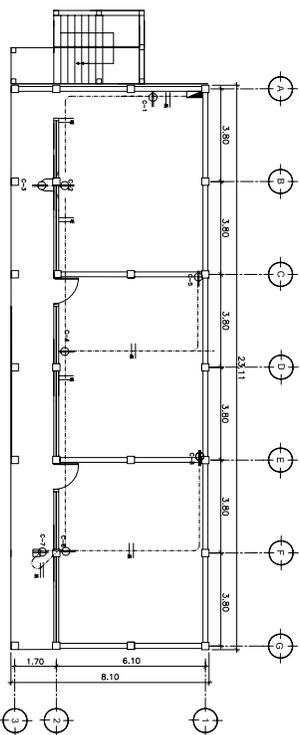
INSTALACION ELECTRICA (ILUMINACION)
 PLANTA 1ER NIVEL
 ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
 SAN JUAN EMPIYA, CHIOQUIMULA
 ESCALA 1/200



INSTALACION ELECTRICA (ILUMINACION)
 PLANTA 2DO NIVEL
 ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
 SAN JUAN EMPIYA, CHIOQUIMULA
 ESCALA 1/200



INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)
 PLANTA 1ER NIVEL
 ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
 SAN JUAN EMPIYA, CHIOQUIMULA
 ESCALA 1/200



INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)
 PLANTA 2DO NIVEL
 ESCUELA PRIMARIA, CASCO URBANO
 SAN JUAN EMPIYA, CHIOQUIMULA
 ESCALA 1/200

SIMBOLOGIA PARA INSTALACION DE ILUMINACION

	DUCTO VENTILADO EN TECHO
	TUBERIA PARA INTERRUPTORES 12A CON FERRIS AZUL
	ADAPTAR INTERRUPTOR 14 CON FERRIS NEGRO
	ADAPTAR INTERRUPTOR 13 CON FERRIS VERDE
	LAMPARA FLUORESCENTE, 1 TUBO DE 40 WATTS
	TABLERO DE CIRCUITOS (CAMA DE FERRIS)

Notas:

- Se utilizaran lamparas fluorescentes de un tubo, tipo Industrial con pantalla.
- Colocar para alambiar:
- Positivo: Rojo
- Negativo: Negro
- Retorno: Blanco
- Tuberia de Aconchada HG CC% 1 1/2".
- Toda la tuberia de iluminacion sera rigida tipo ducto de 3/4"
- El calibre de los conductores sera THW No. 12 AWG si no se indica lo contrario.
- Altura de tablero de distribucion 1.70 mts.
- Altura de interruptores 1.6, empotrado en muro
- ESTOS CIRCUITOS NO SE GERARON CON 12 UNIDADES QUE ES EL MAXIMO, YA QUE SIEMPRE SE DEBE PREVER POSIBLES AMPLIACIONES DEL CIRCUITO POR PARTE DE LOS USUARIOS.
- LOS INTERRUPTORES SE COLOCARAN A LA ALTURA INDICADA EN LA SIMBOLOGIA Y SU PLACA CON SU LADO MAYOR EN POSICION VERTICAL.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

GRUPO:

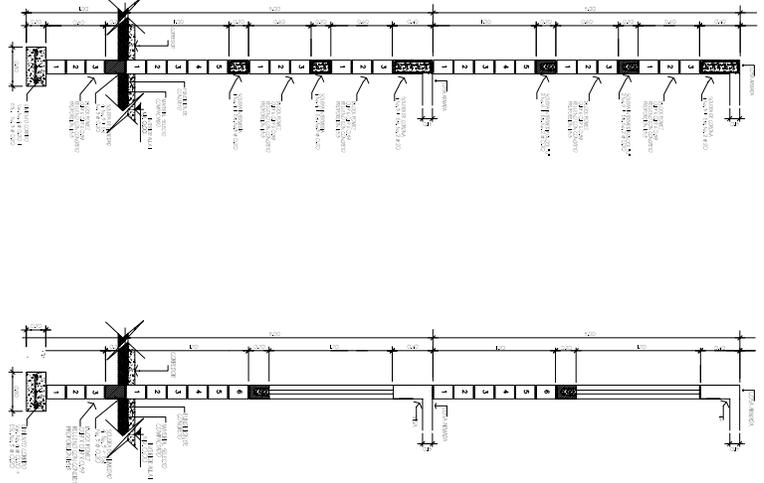
PROFESOR:

ALUMNOS:

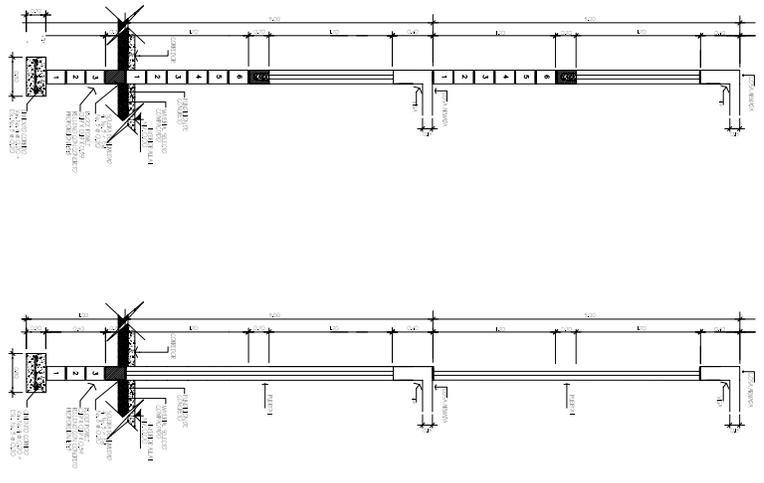
FECHA: MARZO 2017

REVISOR:

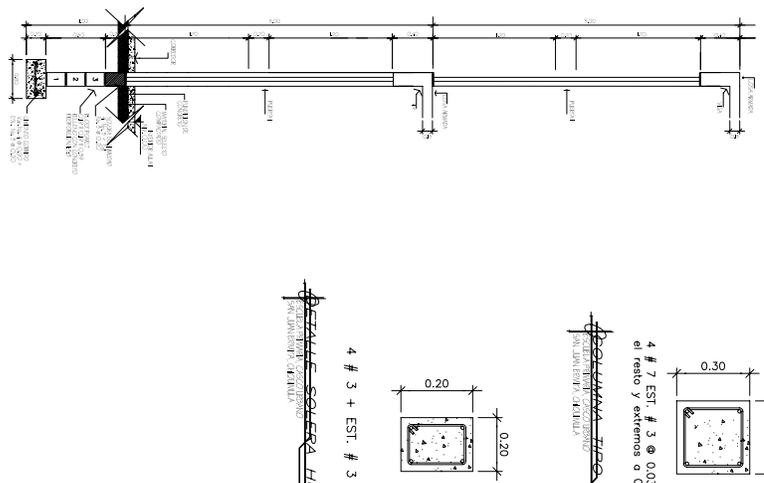
HOJA: 4 DE 5



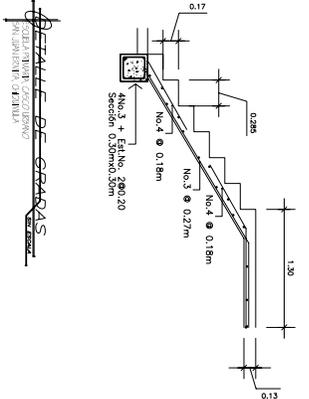
DETALLE DE CARGA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



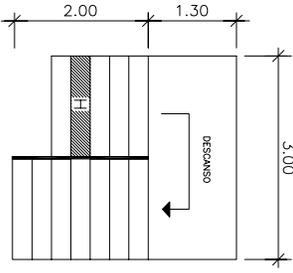
DETALLE CON VENTANA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



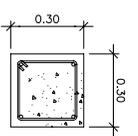
DETALLE SIN VENTANA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



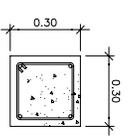
DETALLE DE GRABAS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



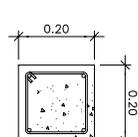
DETALLE DE GRABAS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



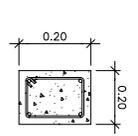
COLUMNA TPO C-1
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



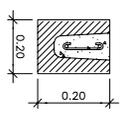
COLUMNA TPO C-2
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



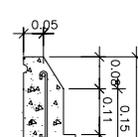
COLUMNA TPO C-3
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



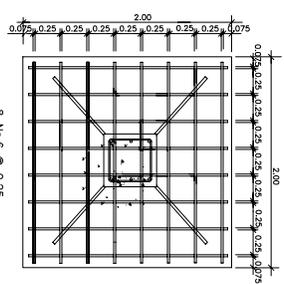
DETALLE SOLERA HUMEDAD
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



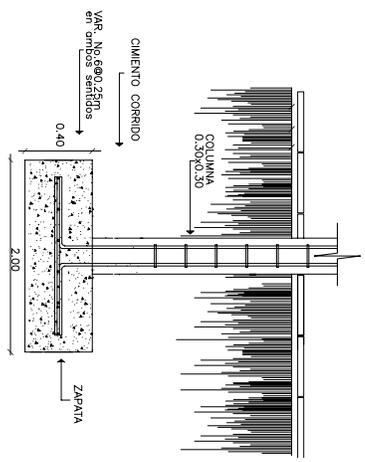
DETALLE SOLERA U INTERMEDIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



DETALLE DE SULAR
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



DETALLE 2
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



DETALLE 1 ARMADO DE ZAPATA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA

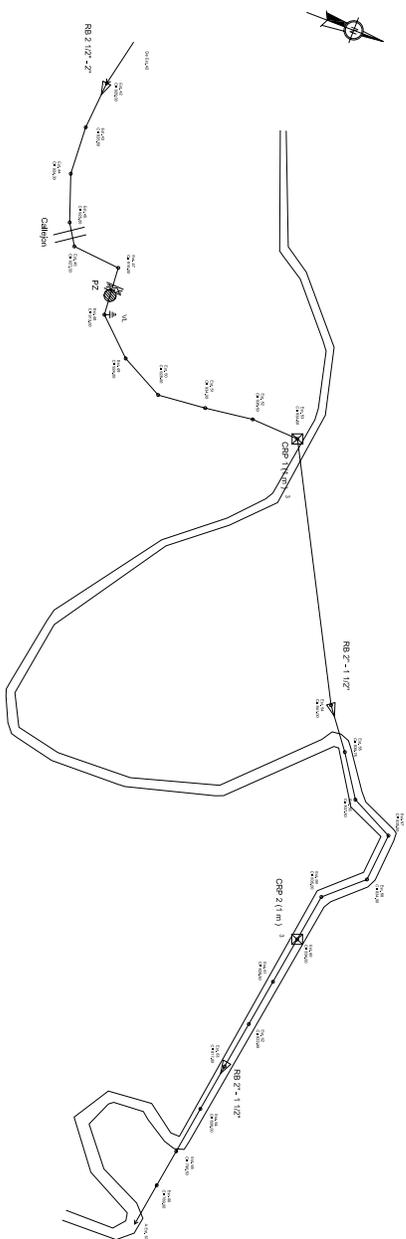
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

	GRUPO COORDINADOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ	COMITÉ PRESIDENTE: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ MIEMBROS: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ, DR. JUAN CARLOS GONZALEZ	COMITÉ PRESIDENTE: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ MIEMBROS: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ, DR. JUAN CARLOS GONZALEZ
ACADEMIA SUPERIOR	FECHA 15/05/2023	FECHA 15/05/2023	HORA 5:00

PLANOS CONSTRUCTIVOS

LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

ALDEA EL CARRIZAL, SAN JUAN ERMITA



NOMENCLATURA

- CAPTACIÓN
- TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
- CAJA ROMPE PRESIÓN (CRP)
- FILTRO LENTO
- VÁLVULA DE AIRE (VA)
- VÁLVULA DE EMBRAGUE (VE)
- PRESO DE ZANCÓN (PZ)
- PRESO DE EMBRAGUE (PE)
- VÁLVULA DE COMPUERTA (V.COM)
- LÍNEA DE PRESIÓN ESTÁTICA (LPE)
- LÍNEA DE PRESIÓN DINÁMICA (LPD)
- ESTACIÓN
- COTA
- METRO COLUMNA DE AGUA
- QUIEBRAVIENTO O ZANCÓN

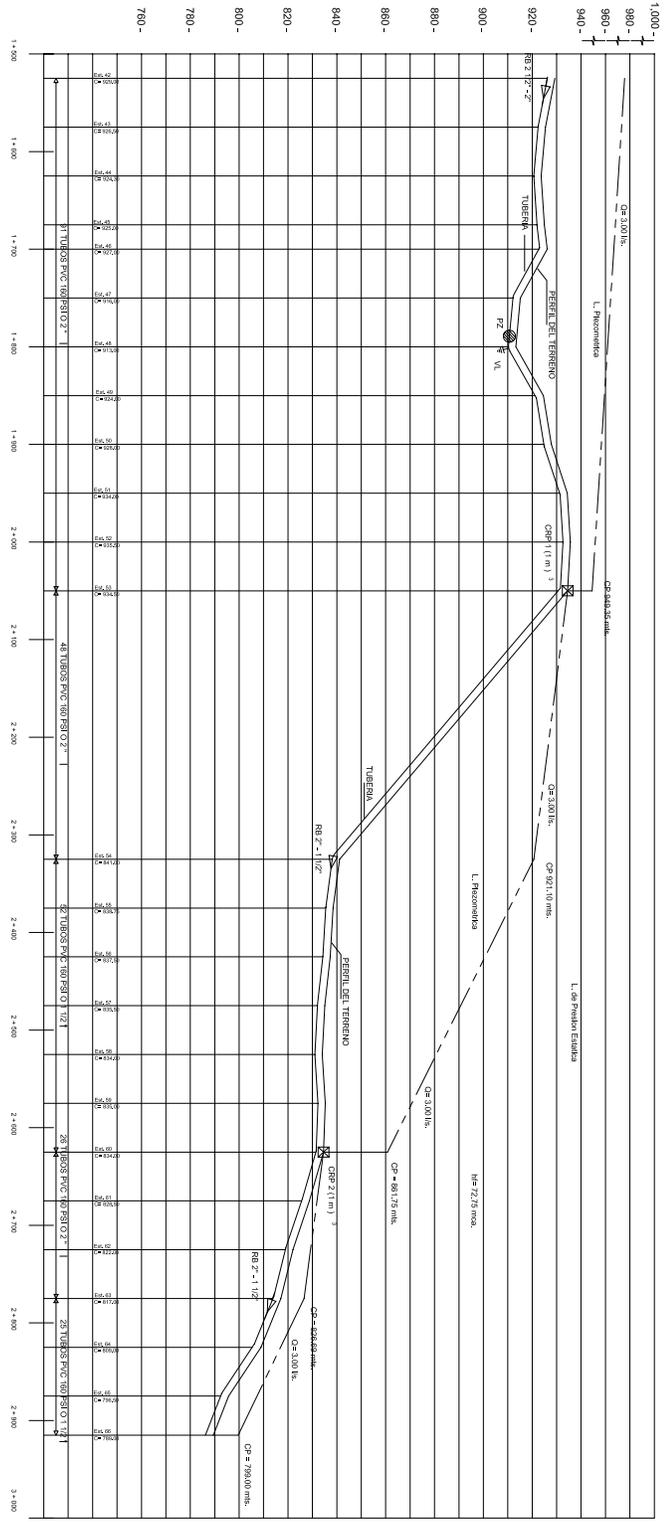
PLANTA

ESCALA: 1:2.500

TAMAÑO DE TUBERÍA	LONGITUD	TUBOS	DIÁMETRO	CLASE
E-42 A E-43	525	01	2"	PVC 180 PSI
E-53 A E-54	275	48	2"	PVC 180 PSI
E-54 A E-60	300	52	1 1/2"	PVC 250 PSI
E-60 A E-63	150	28	2"	PVC 180 PSI
E-63 A E-66	140	25	1 1/2"	PVC 250 PSI

PERFIL

ESC. HOR.: 1:2.500 ESC. VER.: 1:1.000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FAACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

GRUPO: **01**
 QUINQUE: **01**

PROFESOR: **ING. CARLOS ANTONIO GONZALEZ**
 ASISTENTE: **ING. GUSTAVO MARTINEZ**

CONTENIDO: **PERFIL, PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION**

ESTUDIANTE: **ERIK ANDRÉS BARRERA**
 CARNÉ: **1989-1189**

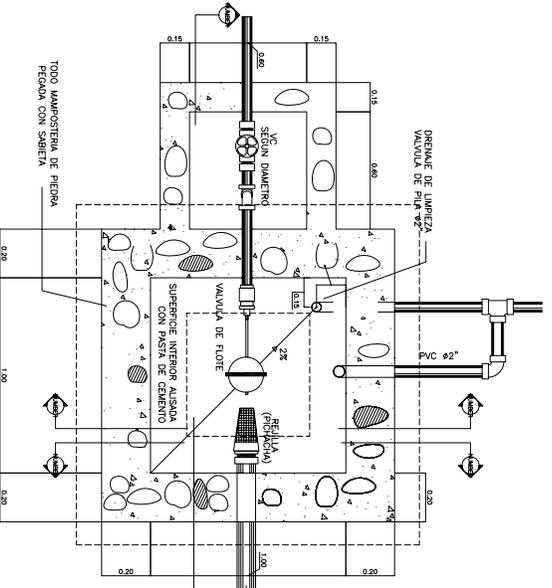
FECHA: **14/03/2023**

REVISOR: **3/7**

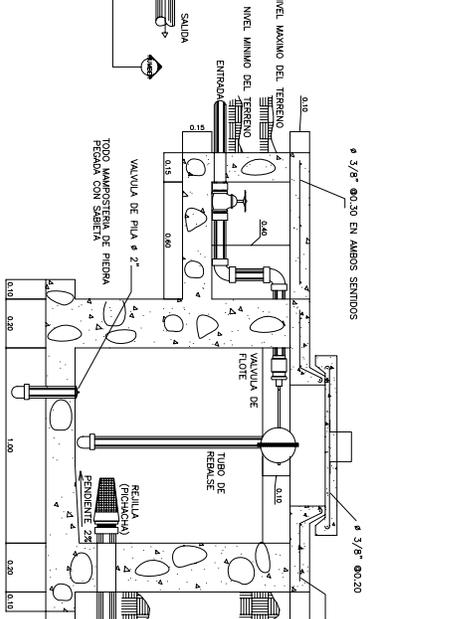
ACCIÓN: **REVISIÓN**

FECHA: **14/03/2023**

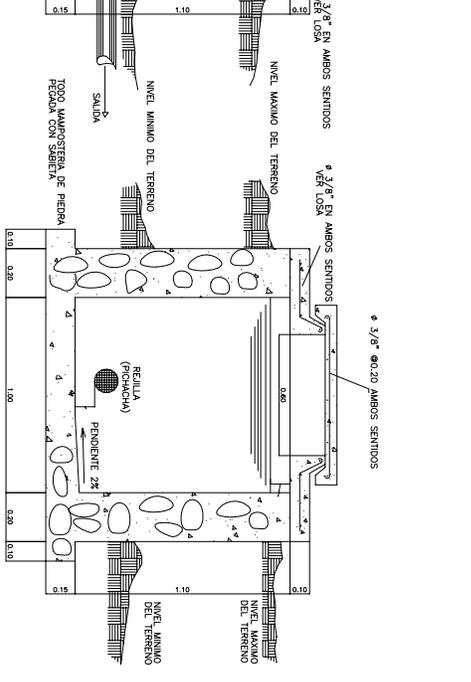
REVISOR: **3/7**



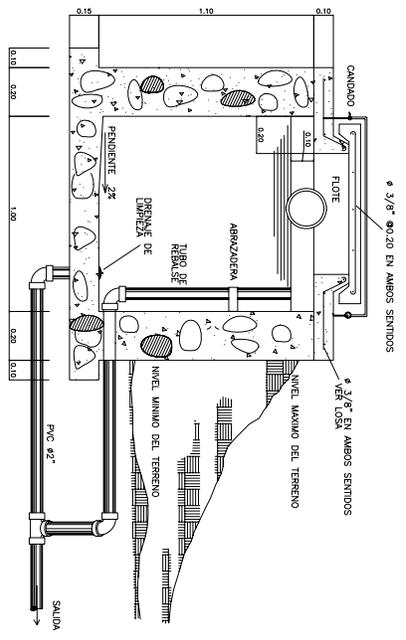
PLANTA
ESCALA 1:12.5



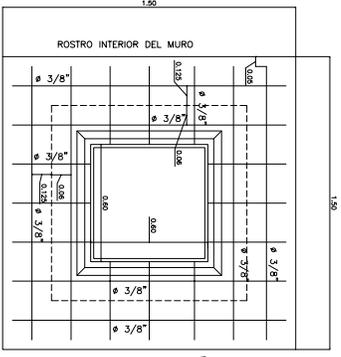
SECCION L-L
ESCALA 1:12.5



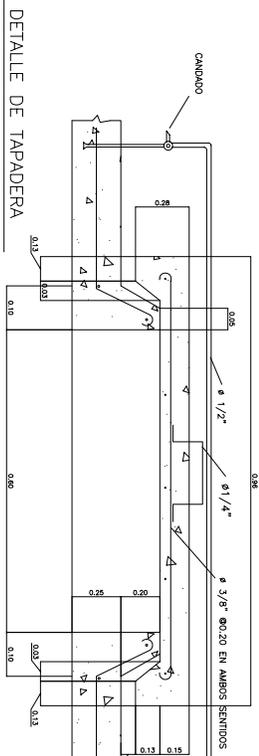
SECCION F-F
ESCALA 1:12.5



SECCION A-A
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE LOSA
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:5

NOTAS :

- 1. MANOSTERA: 67 # PIEDRA
 - 2. ARENA DE RIO
 - 3. CONCRETO = F'c 3 Ksi
 - 4. ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi
- ESPECIFICACIONES PARA VALVULAS DE FLOTE
- MATERIALES
- 1. CUBIERTA Y MARCA BRONCE
 - 2. SELLO : CAUCHO
 - 3. PUNTA, COBRE
 - 4. PRESION DE TRABAJO: 100 lbf/pulg.2 EN ROSCAS

INSTALACION HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA PENALIDAD 45°

LISTA DE MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
ACCESORIOS DE ENTRADA (SEGUN DISEÑO)	2	U
ADAPTADORES MACHO (PVC)	2	U
VALVULA DE COMPUERTA (80)	2	U
ACEROS DE REFUERZO PVC	1	U
VALVULA DE FLOTE	1	U
ACCESORIOS DE SALIDA (SEGUN DISEÑO)	1	U
PICHUCHA (80)	1	U
ADAPTADORES DE DRENAJE Y REBULSE	1	U
ACCESORIOS DE DRENAJE	1	U
TE PVC (SEGUN CASO)	1	U
CORDON DE 90° PVC	1	U
VALVULA DE PUNTA 45°	1	U
PIEDRA	11	sacos
ARENA DE RIO	1.5	m3
PARALELOS DE 3"x3"x10'	38	FT
TABLA DE PINO RUSTICO 1"x12"x10'	60	PT
CAUCHO DE 1/2"	2	lb
HIERRO DE 3/8"	6	lb
HIERRO DE 1/2"	2	lb
		m.

REFERENCIAS
EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBULSE HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA DE ENTRADA Y EL MINIMO SERA 2°

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

<p>GUIA: </p> <p>COORDINADOR: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p> <p>COMITENTE: CAJA ROTONDE PRESION 1 ML</p>	<p>CONSEJO: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p> <p>PROFESOR: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p> <p>ESTUDIANTE: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p>	<p>PROFESOR: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p> <p>ESTUDIANTE: ING. ESTEBAN VIVIANO Q. GUERRA MARTINEZ</p>	<p>FECHA: 15/05/2018</p> <p>HORA: 6/7</p>
---	--	---	---

