



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

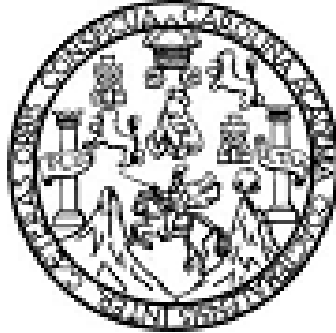
**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL
MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATILÁN (AMSA) Y MAPEO
DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA**

Vivian Gabriela Welches Juárez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL
MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO
DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

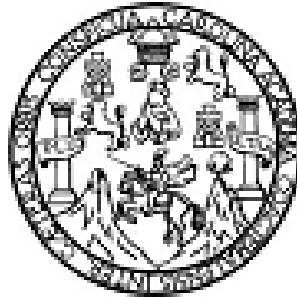
VIVIAN GABRIELA WELCHES JUÁREZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA

Tema que fue asignado por la Dirección de la carrera de Ingeniería Civil, con fecha 08 de agosto de 2018.


Vivian Gabriela Welches Juárez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de febrero de 2019
REF.EPS.DOC.175.02.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Vivian Gabriela Welches Juárez**, Registro Universitario 201222511 y CUI 2194 96188 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATERM.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.

Teléfono directo: 2442-3509



Guatemala,
06 de mayo de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Vivian Gabriela Welches Juárez , quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS



Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero
Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC

/mrrm.





Guatemala,
26 de julio de 2019

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

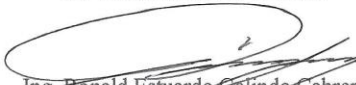
Estimado Ingeniero Aguilar:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Vivian Gabriela Welches Juárez, con Registro Estudiantil No. 201222511, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Ronald Estuardo Galindo-Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de septiembre de 2019
Ref.EPS.D.286.09.19

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATERM**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Vivian Gabriela Welches Juárez, CUI 2194 96188 0101 y Registro Académico 201222511**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Arqueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación de la estudiante Vivian Gabriela Welches Juárez titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, octubre 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.422.2019

La Decana 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 DEL EDIFICIO PARA LABORATORIO Y OFICINAS EN LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA Y EL LAGO DE AMATITLÁN (AMSA) Y MAPEO DE USO DE SUELOS POR EL MÉTODO CORINE LAND COVER Y SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCGIS) PARA MIXCO, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Vivian Gabriela Welches Juárez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★
Decana

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, Octubre de 2019

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por guiarme en este largo camino y darme la luz para luchar por mis sueños.
- Mis hermanos** Patty, Alex y Jenny Welches Juárez, por su apoyo en todo momento.
- Mi madre** Olga de Welches, que me apoyo en todo momento que no dudó en brindarme lo suficiente para luchar y cumplir este gran sueño.
- Mi novio** Gracias mi amor por ser esa persona que escucho llantos, quejas, enojos, frustración y demás, muchísimas gracias por el apoyo.
- Mis amigos** María Rene Pimentel, Daisy Nájera, Karina Gonzáles, Mario Monzón y Elio Chicas, por permitir que este proceso fuera más placentero.
- Mi asesor** Ing. Silvio Rodríguez, por el apoyo y el conocimiento que me brindo durante mi EPS.
- AMSA** Especialmente a la división de control ambiental, Lic. Manuel, Lic. Elena, Lic. Julio,

Lic. Juan Pablo, Lic. Renato, Ing. Alexis, Melanie Fraatz, Lucy y Lic. Ferdiner, infinitamente agradecida por todo el apoyo, por la experiencia que gane y sobre todo por esas amistades que valen oro.

Mancomunidad

Por permitirme llegar a AMSA y realizar mi EPS en esa institución.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Primero que nada quiero agradecerle a Dios por guiarme en este camino extenso, por no dejarme sola y siempre mostrarme a las personas indicadas para salir adelante.

Mi madre

Agradezco infinitamente a mi madre la mujer que me apoyo y me incitó a seguir esta carrera y fue un gran apoyo durante el proceso de la misma.

Mi sobrina

Juliette Noel, cuando sea una jovencita pueda tener un ejemplo de lucha y perseverancia que vea que a pesar que nada es fácil en la vida, ella pueda luchar por lo que quiere, por lo que le gusta y que sepa que cada sueño se hace realidad con mucho esfuerzo y dedicación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos generales AMSA	1
1.1.1. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos de AMSA.....	1
1.1.2. Descripción de necesidades	1
1.2. Aspectos generales municipio de Mixco	2
1.2.1. Monografía	2
1.2.2. Antecedente histórico	2
1.2.3. Localización y ubicación	3
1.2.4. Clima	3
1.2.5. Población.....	4
1.2.6. Tipo de suelo	4
1.2.7. Tipo de bosque	4
1.2.8. Deforestación	4
1.2.9. Reforestación	5
1.2.10. Accidentes orográficos	5
1.2.11. Ríos	5
1.2.12. Aspectos topográficos	6
1.2.13. Servicios públicos.....	6

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1.	Diseño de edificio de dos niveles para laboratorio de sedimentación y oficinas	7
2.1.1.	Descripción del proyecto	7
2.1.2.	Investigación preliminar.....	7
2.1.3.	Estudio de suelos.....	7
2.1.4.	Estudio triaxial	8
2.1.5.	Capacidad soporte de suelo.....	11
2.1.6.	Dimensiones y área de terreno disponible	13
2.2.	Normas para el diseño de una edificación de dos niveles según AGIES	14
2.2.1.	Manual para diseño y análisis de edificación.....	14
2.2.2.	Tipos de edificación cubierto por el manual.....	15
2.2.3.	Elementos del sistema de mampostería reforzada.....	15
	2.2.3.1. Grout.....	15
	2.2.3.2. Unidades de mampostería.....	16
	2.2.3.3. Mampostería de block	16
	2.2.3.4. Dimensiones	16
2.2.4.	Forma de las unidades de block.....	17
2.2.5.	Clases de block según Norma Coguanor NTG41054.	17
	2.2.5.1. Mortero de pega	18
2.2.6.	Refuerzo interno en muros	19
2.3.	Diseño arquitectónico	21
2.3.1.	Requerimiento de áreas	21
2.4.	Método de análisis estructural del edificio	22
2.4.1.	Consideraciones.....	22
2.4.2.	Generalidades del diseño de elementos en mampostería	23
2.4.3.	Especificaciones según AGIES	23

2.5.	Clasificación de obra.....	24
2.6.	Índice de sismicidad	25
2.6.1.	Nivel de protección	25
2.6.2.	Clasificación de sitio	26
2.6.3.	Sistema estructural	27
2.7.	Tipos de cargas que afectan la estructura	28
2.7.1.	Integración de cargas	29
2.8.	Predimensionamiento de losa.....	29
2.9.	Integración de cargas	33
2.10.	Diseño de losa	34
2.10.1.	Cálculo de momentos	36
2.10.2.	Balanceo de momentos según método tres de ACI	37
2.10.3.	Armado de losa	39
2.11.	Peso por nivel	42
2.12.	Coeficiente sísmico.....	44
2.13.	Distribución de fuerza sísmica por nivel.....	48
2.14.	Análisis estructural.....	48
2.14.1.	Centro de masa	52
2.14.2.	Centro de rigidez	55
2.14.3.	Cálculo de rigidez	58
2.14.4.	Excentricidad	63
2.14.5.	Análisis simplista	67
2.14.6.	Momento en la base	68
2.14.7.	Momento flexionante	69
2.14.8.	Momento torsionante	69
2.14.9.	Momento actuante	69
2.14.10.	Resultados parciales para el análisis simplista.....	70
2.14.11.	Esfuerzos admisibles.....	74
2.14.11.1.	Esfuerzo axial permisible.....	74

2.14.11.2.	Esfuerzo de comprensión por flexión ..	74
2.14.11.3.	Esfuerzo de corte	75
2.15.	Módulo de gradas.....	75
2.16.	Diseño de cimentación	79
2.17.	Instalaciones	82
2.17.1.	Instalaciones eléctricas	82
2.17.2.	Instalación hidráulica.....	84
2.17.3.	Instalación sanitaria.....	85
2.18.	Presupuesto	86
2.19.	Cronograma	88
2.20.	Evaluación preliminar de impacto ambiental	89
2.21.	Mapeo de uso de suelo mediante metodología Corine Land Cover	99
2.21.1.	Descripción del proyecto	100
2.21.2.	<i>Corine Land Cover</i>	100
2.21.3.	Aporte a AMSA.....	100
2.21.4.	Ordenamiento territorial.....	101
2.21.5.	Imagen satelital	101
2.21.6.	Resolución de una imagen.....	101
2.21.7.	Categorías del mapeo	102
2.21.8.	Mapa en ARCGIS.....	103
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115
APÉNDICE		117
ANEXOS.....		119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Toma de muestra de suelo	9
2.	Ensayo triaxial.....	10
3.	Vista de terreno AMSA.....	14
4.	Tipos de blocks	17
5.	Muro con soleras	20
6.	Muro sin solera	20
7.	Planta de losa	30
8.	Planta de primer nivel	32
9.	Planta de primer nivel	49
10.	Deformación de muros.....	56
11.	Cimiento corrido.....	81
12.	Mapas en ARCGIS.....	104

TABLAS

I.	Datos de clima	3
II.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	13
III.	Clases de morteros.....	19
IV.	Clases de block con clase de mortero	19
V.	menaza sísmica	25
VI.	Nivel de protección.....	26
VII.	Dimensiones de mochetas.....	33
VIII.	Distribución de fuerza sísmica	48

IX.	Muros en el eje X	50
X.	Muros en el eje Y	51
XI.	Centro de masa.....	53
XII.	Centro de masa.....	54
XIII.	Centro de masa de la estructura	55
XIV.	Centro de rigidez, primer nivel , eje Y	60
XV.	Centro de rigidez, primer nivel, eje X	61
XVI.	Centro de rigidez, segundo nivel, eje X.....	62
XVII.	Centro de rigidez, segundo nivel, eje Y	63
XVIII.	Excentricidad, primer nivel eje X	64
XIX.	Excentricidad, primer nivel, eje Y	65
XX.	Excentricidad, segundo nivel, eje X.....	66
XXI.	Excentricidad, segundo nivel, eje Y.....	67
XXII.	Resultados del análisis simplista, primer nivel, eje X	70
XXIII.	Resultados del análisis simplista, primer nivel, eje Y	71
XXIV.	Resultados del análisis simplista, segundo nivel, eje X.....	72
XXV.	Resultados del análisis simplista, segundo nivel, eje Y.....	73
XXVI.	Nivel de iluminación según el ambiente	83
XXVII.	Dotación según actividad	85
XXVIII.	Presupuesto de laboratorio, edificio de 2 niveles	87
XXIX.	Cronograma de trabajo, edificio de 2 niveles	88
XXX.	Diagnóstico ambiental, actividades de bajo impacto ambiental.....	89

LISTA DE SÍMBOLOS

A_s	Acero requerido
A_{smin}	Acero mínimo
A_{smax}	Acero máximo
h	Altura
B	Ancho
Φ	Ángulo de fricción interna
A	Área
A_g	Área gruesa
A_{Tc}	Área total de construcción
A_t	Área tributaria
b	Base
q_{ad}	Carga admisible
CM	Carga muerta
C_u	Carga última
Q	Caudal
Cm	Centímetros
Cr	Centro de rigidez
Cm	Centro de masa
Cs	Coefficiente sísmico
C	Cohesión
C	Contra huella
V_u	Cortante actuante
V_c	Cortante del concreto
Δ	Deflexión

D	Desplazamiento
m^2	Dimensión de área, metros cuadrados
Ton	Dimensiones de carga, toneladas
m^3	Dimensión de volumen, metros cúbicos
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
F'm	Esfuerzo de ruptura a la compresión en la mampostería
S_{max}	Espaciamiento máximo
S_{req}	Espaciamiento requerido
t	Espesor de losa
e	Excentricidad
N_q	Factor del flujo de carga
N_c	Factor de flujo de carga última
N_γ	Factor de flujo de suelo
F	Fuerza
Pi'	Fuerza de efecto de rotación
Pi''	Fuerza de efecto de traslación
P	Fuerza de sismo
H	Huella
Kg	Kilogramo
a	Lado corto de losa
b	Lado largo de losa
L	Longitud
Em	Módulo de elasticidad de la mampostería.
M	Momento
M'	Momento de flexión
M''	Momento de torsión
O_g	Obra gris
d	Peralte
W	Peso

P_e	Peso de la construcción
γ_c	Peso específico del concreto
γ_s	Peso específico del suelo
P_p	Peso propio
P_u	Peso unitario
f'_c	Resistencia mínima a compresión del concreto
K	Rigidez en muros
R	Rigidez
ρ_b	Ro balanceado
U	Unidad
m	Relación lado corto y lado largo
V_{co}	Volumen de construcción
V_{og}	Volumen de obra gris

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Ángulo de fricción interna	Es un ángulo que representa el esfuerzo de ruptura del suelo.
Área tributaria	Teóricamente se define como la zona de acción de las cargas para el análisis estructural.
Corte basal	Fuerza total lateral que se aplica a una edificación para simular los efectos del sismo en la estructura.
Cohesión	Máxima resistencia del suelo a la tensión.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje neutro.
Estribo	Elementos que sirven para transmitir las cargas procedentes de la estructura.

Excentricidad

Diferencia de distancia entre el centro de rigidez y centro de masa.

Mampostería

Procedimiento de construcción en donde se apilan elementos como block, ladrillos, piedra, entre otros.

RESUMEN

El presente informe de Ejercicio Profesional Supervisado, que se realizó en la institución AMSA, Autoridades para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el lago de Amatitlán, la cual se dedica a la recuperación del lago de Amatitlán.

En este se describen diferentes conceptos, los cuales son básicos para el análisis estructural de la mampostería y la elaboración de mapas de uso de suelos.

Se realiza el desarrollo para el análisis estructural de la mampostería reforzada tomando en cuenta el análisis sísmico para un mejor diseño de edificaciones. Una breve descripción de la elaboración de un mapa de uso de suelos, donde se aprovechó la información de la tecnología actual.

Es de suma importancia el presupuesto de la construcción ya que esto representa un gasto para la institución pero que será de vital ayuda para el propósito de su objetivo.

Las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegó luego de terminar el proyecto se desarrollan al final del reporte.

Por último, se presenta tablas de datos finales del análisis estructural realizado al igual que tablas que se utilizaron durante el proceso y el mapa de uso de suelos finalizado.

El proyecto desarrollado tendrá un beneficio no solo para la institución sino para los 6 municipios que van a drenar al lago de Amatitlán ya que el lago puede llegar a ser utilizado como fuente de líquido vital.

OBJETIVOS

General

Diseño del edificio para laboratorio de sedimentos y oficinas en AMSA y mapeo de uso de suelos por el método *Corine Land Cover* y sistema de información geográfica ArcGIS para el municipio de Mixco.

Específicos

1. Cumplir los parámetros establecidos en el AGIES para el diseño del edificio de dos niveles con mampostería reforzada.
2. Colaborar con el desarrollo del laboratorio para la reducción de contaminación del lago de Amatitlán, por falta de espacio físico donde se pueda colocar el debido equipo para la elaboración de estudio de calidad de agua.
3. Proporcionar información de uso de suelos útil para la institución.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en colaboración con la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) se procedió a plantear las necesidades de la institución, la cual tiene distintas divisiones que cada una tiene una misión para llegar a un mismo fin, la recuperación del lago. Para las necesidades de dicha institución se tomaron en cuenta las que fueron afines a la carrera de ingeniería civil, que fueron: carencia de espacio para laboratorio de sedimentos y oficinas donde van a laborar los encargados del laboratorio, mapeo de uso de suelos para el municipio de Mixco que drena al lago de Amatitlán.

El presente pretende aportar a la institución una solución para dichos problemas.

La primera fase tiene el desarrollo de la monografía del lugar, en este caso de Mixco y una breve descripción de lo que es AMSA como institución.

La segunda fase muestra lo que es el diseño del edificio de dos niveles, describe tanto la parte de análisis estructural como los detalles arquitectónicos. Por otra parte, el proyecto de mapeo de uso de suelos describe la manera en que se realizó dicho proyecto con el programa ARCGIS.

Por último, se describen las conclusiones a las que se llegaron al finalizar dicho trabajo y las debidas recomendaciones para que puedan facilitar la

elaboración de un proyecto similar a las personas que lean dicho trabajo al igual que la bibliografía utilizada y anexos de apoyo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos generales AMSA

AMSA es la autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del Lago de Amatitlán, creada con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar todas las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para recuperar el ecosistema del Lago de Amatitlán y todas sus cuencas tributarias.

1.1.1. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos de AMSA

Las autoridades encargadas del manejo sustentable de la cuenca y el lago de Amatitlán, AMSA, tiene como misión la recuperación y conservación del lago de Amatitlán, por lo cual consta de distintas divisiones que tiene el mismo fin, la recuperación del lago, la división de control ambiental se encarga del análisis del agua que se desemboca al lago de Amatitlán, actualmente existe un laboratorio donde se obtienen los estudios biológicos, fisicoquímicos, microbiológicos, sedimentos, entre otros, el laboratorio tiene un espacio bastante reducido el cual se necesita ampliar para tener mejor equipo de laboratorio y realizarle más estudios a los cuerpos de agua que drenan al lago.

1.1.2. Descripción de necesidades

Carencia de espacio para laboratorio de sedimentos y oficinas donde se pueda instalar equipo especializado para el cumplimiento de los objetivos de la

entidad y así realizar el análisis del agua de manera confiable y eficiente con miras a la acreditación, se diseñará una edificación de 2 niveles el cual se utilizará para el laboratorio y oficinas que estará diseñado con mampostería reforzada.

1.2. Aspectos generales municipio de Mixco

Se presenta en este capítulo la información más relevante del municipio de Mixco, que fue utilizada y analizada para la realización del proyecto de mapeo de uso de suelos del municipio mencionado.

1.2.1. Monografía

Mixco es uno de los 340 municipios de la República de Guatemala y pertenece al departamento de Guatemala. Tiene una extensión territorial de 45 kilómetros cuadrados está a 17 kilómetros de la cabecera del departamento.

1.2.2. Antecedente histórico

La historia de Mixco se remota a la época precolombina, donde una población de cakchiqueles habito en una fortaleza conocida hoy en día como Mixco viejo. En 1525 Pedro de Alvarado acompañado por los Tlascaltecas y de la caballería ataca esta fortaleza derrotando a sus habitantes, quienes se dispersaron, pero gran parte de esta tribu pobladora se asentó en 1526 para completar la conquista pacífica iniciada en el lugar que actualmente ocupa la cabecera municipal, en aquel entonces se le llamo Santo Domingo de Mixco.

El significado etimológico de Mixco según Luis Arriola viene del Nahuatl Mixconco, que significa Lugar Cubierto de Nubes.

1.2.3. Localización y ubicación

Mixco limita al norte con los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Chinautla, al sur con Villa Nueva, al este con la ciudad de Guatemala y al oeste con el departamento de Sacatepéquez.

Territorialmente está conformado por colonias, aldeas, cantones y la cabecera municipal; entre sus aldeas principales están: El campanero, San José La Comunidad, Lo de Coy, Lo de Bran, Lo de Fuentes, El Naranjito, Sacoj, Buena Vista, El Aguacate, El Manzanillo, entre otras. En cuanto a sus colonias principales sobresalen; El Milagro, Primero de Julio, San Francisco, El Caminero, Carolingia, Las Brisas, La Brigada, Belén, Monserrat, Las Minervas, Monte Real, Monte Verde, El Castaño, Pablo VI, Belencito, Molino de las Flores, Ciudad San Cristóbal, Lomas de Portugal y Bosques de San Nicolás.

1.2.4. Clima

El clima que se genera en el municipio de Mixco es templado.

Tabla I. Datos de clima

Clima	Templado
Temperatura	10 -25 grados centígrados
Soleamiento	Oriente a poniente
Humedad	63 %
Precipitación pluvial	69 %
Sensación térmica	45 %
Vientos predominantes	36 Km/h
Altura	1 600 S. N. M.

Fuente: INSIVUMEH.

1.2.5. Población

El total de la población del municipio de Mixco, según censo 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 299 889 habitantes.

1.2.6. Tipo de suelo

Mixco consta de un suelo arcilloso con presencia de arena fina y dura, el 60,28 % del suelo es bosque en varias zonas del lugar y un 17,18 % del suelo es barranco, según Muni Mixco.

1.2.7. Tipo de bosque

Bosque latifoliado: comúnmente de árboles propios de los climas cálidos y húmedos, templados y fríos, estos bosques se caracterizan por la presencia de especies de las familias y géneros de tipo Angiospermas; es decir, árboles de hoja ancha.

Bosques de coníferas: es un ecosistema característico de latitudes de clima templado, donde hay veranos cálidos, inviernos fríos y la suficiente pluviosidad como para mantener los árboles de coníferas. Las coníferas son aquellos árboles y arbustos cuyas hojas y ramas presentan una forma de cono o de aguja.

1.2.8. Deforestación

La deforesta es la destrucción de los bosques, ya que esto fomenta la tala y quema de árboles para uso agrícola, industrial o urbano.

1.2.9. Reforestación

Reforestar es volver a sembrar, en Mixco continua la siembra de árboles en zonas estratégicas en el centro del municipio, cuenca del río Pansalic, quebrada, entre otras áreas.

1.2.10. Accidentes orográficos

Mixco posee una sierra, 12 cerros.

Desde la parte más alta puede contemplarse pintorescos alrededores formando un esplendoroso conjunto entre el ámbito urbano y el natural.

1.2.11. Ríos

El recurso hidráulico con que cuenta el municipio es: el río San Lucas que corre en el límite con el municipio de Villa Nueva; Salayá en el límite con el municipio de Chinautla; Pansalik que nace en Mixco y más adelante recibe el nombre de Molino; el Mancilla que atraviesa la parte sur de la población y en la parte Oriente se une con el Mariscal que corre al sur de la aldea El Naranjito y desemboca en la presa de la Brigada, propiedad de la municipalidad de Guatemala; Mariscal que corre por el barranco que divide la aldea la Comunidad y las colonias de San Cristóbal y cuyas aguas aprovecha la empresa de este nombre. El Zapote que atraviesa las aldeas de Lo De Bran, Sacoj y El Milagro, sirviendo de límite con el municipio de San Pedro Sacatepéquez. Se encuentran también los manantiales San Jerónimo y el Manzanillo que surten el agua potable a la Cabecera Municipal. Hacia el oriente de la población se encuentra la laguna denominada El Naranjo.

1.2.12. Aspectos topográficos

Mixco muestra una topografía quebrada en un 75 % de su extensión, El terreno plano, que lo constituye un 25 % se ubica al este del municipio. La cabecera municipal está asentada en un terreno sinuoso, que inicia en la bifurcación de la ruta asfaltada CA-1 y termina con un nivel demasiado pronunciado en las faldas del Cerro Alux.

1.2.13. Servicios públicos

El municipio cuenta con la infraestructura necesaria para brindar los servicios vitales para la población como:

- Agua potable
- Iluminación
- Cableado telefónico
- Drenajes
- Internet

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio de dos niveles para laboratorio de sedimentación y oficinas

El proyecto que a continuación se presenta, trata del diseño de un edificio de dos niveles que será utilizado como laboratorio de sedimentos y microbiología, así como oficinas para el personal que realice dichos análisis.

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto plantea el diseño de un edificio de dos niveles el cual se dividirá de la siguiente manera, el primer nivel para el laboratorio de sedimentos que constará de una recepción para las personas ajenas a la institución, dos servicios sanitarios, uno en cada nivel, un módulo de gradas y el segundo nivel será destinado para diez oficinas.

2.1.2. Investigación preliminar

A continuación se presentan los aspectos y estudios preliminares para la realización del proyecto.

2.1.3. Estudio de suelos

El suelo es un elemento indispensable para cualquier infraestructura ya que todas las estructuras hablando de edificios, puentes, carreteras, entre otros, van soportadas por el suelo, ancladas a él por lo cual es necesario que se

sepan las características de dicho suelo donde estará la edificación y poder tener con ello una certeza de que esta infraestructura trabajara de una forma eficiente y segura para las personas que la habitaran.

2.1.4. Estudio triaxial

El esfuerzo cortante en los suelos es el aspecto más importante en la geotécnia.

El esfuerzo cortante de un suelo se define como la máxima resistencia que el suelo puede soportar. Específicamente, se expresa como la resistencia interna que ofrece la masa de suelo por área unitaria para resistir la falla al deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él.

El ensayo triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de la resistencia al cortante.

Para dicho ensayo se procedió a obtener una muestra de suelo inalterada, una muestra inalterada es aquella que conserva sus propiedades físicas esto se puede realizar envolviendo la muestra en parafina, la muestra debe de ser de un pie cúbico a una profundidad de 1,50 metros donde se llevaría a cabo la construcción.

Figura 1. **Toma de muestra de suelo**



Fuente: elaboración propia.

Luego de obtener la muestra de suelo esta se llevó a analizar al laboratorio de suelos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en este ensayo se toma un espécimen cilíndrico de suelo que es revestido con una membrana de látex dentro de una cámara a presión. La parte superior e inferior de la muestra tiene discos porosos, los cuales se conectan al sistema de drenaje para saturar o drenar el espécimen. Se variaron las presiones actuantes en tres secciones ortogonales sobre el espécimen de suelo, efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en forma completa. Los especímenes usualmente están sujetos a presiones laterales de un líquido en este caso agua.

Figura 2. **Ensayo triaxial**



Fuente: Centro de investigaciones USAC.

Al finalizar el ensayo el centro de investigación se encarga de proporcionar los resultados los cuales fueron los siguientes:

- Ángulo de fricción interna: $\phi = 28,45^\circ$ / Factor de seguridad por toda de muestra $1,50 = 18,97^\circ$.
- Cohesión: $C = 3,94 \text{ ton}/\text{m}^2$.
- Tipo de ensayo: no consolidado no drenado.
- Descripción del suelo: limo color café oscuro con presencia de arena fina de consistencia dura.

2.1.5. Capacidad soporte del suelo

Ecuación general de para la capacidad soporte del suelo

$$q_{ad} = 1,3 * Cd * Nc + \gamma * D * (Nq - 1) + 0,4 * \gamma * B * N\gamma$$

Donde:

q_{ad} = capacidad de carga admisible

Cd = cohesión con factor de seguridad por falla a corte

Nc = factor de flujo de carga última

γ_s = peso específico del suelo

D = desplante

Nq = factor del flujo de carga

B = ancho unitario

$N\gamma$ = factor de flujo del suelo

$$\gamma_s = 1,4 \text{ ton/m}^3$$

F_s : Factor de seguridad por carga última: 3,5

F_{corte} : Factor de seguridad por falla a corte: 1,50

B : 1 m

D : 1,50 m

Cálculo de Cd :

$$Cd = \frac{Cu}{F_{corte}}$$

$$Cd = \frac{3,94 \text{ ton/m}^2}{1,50}$$

$$Cd = 2,63 \text{ ton/m}^2$$

Calculando Nc, Nq y Ny

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{18,97}{2} \right) * e^{\pi * \tan 18,97}$$

$$Nq = 5,07^\circ$$

$$Nc = (Nq - 1) * \cot \phi$$

$$Nc = (5,07 - 1) * \cot(18,97)$$

$$Nc = 33,63^\circ$$

$$Ny = 2(Nq + 1) * \tan \phi$$

$$Ny = 2(5,07 + 1) * \tan(18,97) = 12,02$$

$$Ny = 12,02^\circ$$

Calculando carga última

$$q_{ad} = 1,3 * 2,63 \text{ ton/m}^2 * 33,63 + 1,4 \text{ ton/m}^3 * 1,50 \text{ m} * (5,07 - 1) + 0,4$$

$$* 1,4 \text{ ton/m}^3 * 1 \text{ m} * 12,02 = 132,21 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{adm} = \frac{q_{ad}}{F_s}$$

$$Q_{adm} = \frac{132,21 \text{ ton/m}^2}{3,5} = 37,78 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte del suelo : 37,78 ton/m²

Tabla II. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelo gravilloso	90	Compactados, buena granulometría
Suelo arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelo arcillosos	53	Duros
Suelo arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelo y cimentación p. 7.

Con el dato obtenido del valor soporte del suelo comparado con el valor soporte permisible este se encuentra dentro del parámetro aceptable, por lo cual se puede continuar con el diseño del cimiento corrido.

2.1.6. Dimensiones y área de terreno disponible

El terreno donde se pretende llevar a cabo la construcción tendrá un área de 15,00 metros por 15,00 metros formando así un área de 225,00 m².

Figura 3. Vista de terreno AMSA



Fuente: AMSA.

2.2. Normas para el diseño de una edificación de dos niveles según AGIES

Para el diseño y el análisis estructural de la edificación se utilizó el manual de diseño sismo-resistente simplificado, mampostería de block de concreto para Guatemala y la Norma NSE 3. A continuación se dará una breve descripción de lo que son estas normas.

2.2.1. Manual para diseño y análisis de edificación

Este manual tiene como objetivo que toda persona que se dedique a la construcción ya sea albañiles o profesionales, puedan tener un instrumento de diseño que indique los pasos y procedimientos básicos que hay que seguir para

planear una edificación de mampostería de block de concreto con refuerzo en un país altamente sísmico.

En dicho manual se tienen de los términos más básicos a los más complejos para entender de una forma fácil el análisis de este tipo de estructuras.

2.2.2. Tipos de edificación cubierto por el manual

Sistema estructural de cajón: en este sistema la estructura principal de soporte son las propias paredes de mampostería con refuerzo de varillas de acero.

La edificación no debe sobrepasar los 3 niveles

La altura máxima de cada nivel no debería de ser mayor de 3 metros.

2.2.3. Elementos del sistema de mampostería reforzada

A continuación se describen varios de los elementos que se utilizan para un sistema de mampostería reforzada.

2.2.3.1 Grout

Es una mezcla especial de cemento y agua que se utiliza para rellenar celdas en las unidades de mampostería, regularmente este llenado se hace cada 3 o 4 hiladas de mampostería.

El grout es un componente importante para la mampostería porque le añade rigidez a la pared y aumenta su capacidad de flexión.

2.2.3.2. Unidades de mampostería

Son elementos prefabricados usados para el levantamiento de muros.

Existen diferentes tipos de mampostería como lo son:

- Piedra
- Ladrillo de arcilla cocida
- Block de concreto

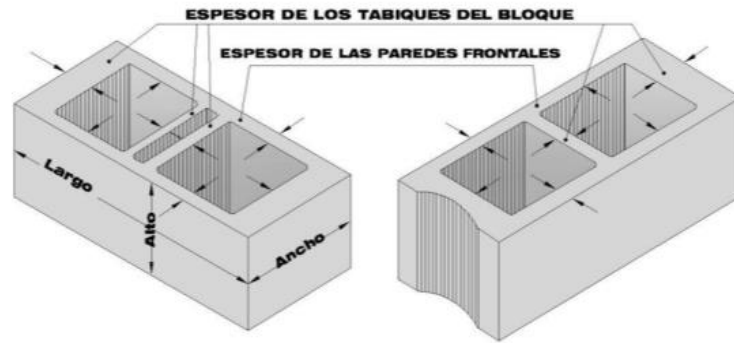
2.2.3.3. Mampostería de block

Estas unidades son las más utilizadas en la construcción por la calidad del material y la versatilidad para colocarlas.

2.2.3.4. Dimensiones

El tamaño e elevación de todas las clases de block es muy uniforme: 39 centímetros de largo y 19 de alto, los espesores de las paredes de block varían según la necesidad, las más comunes son de 14 y 19 centímetros. En algunos lugares se producen de 15 centímetros y hasta de 12 centímetros.

Figura 4. Tipos de blocks



Fuente: COGUANOR, NTG 41054.

2.2.4. Forma de las unidades de block

Los blocks se dividen según su número de celdas:

- Blocks tipo DT (dos tabiques al centro), este elemento tiene doble tabique al centro y una pequeña ranura en el medio que facilita el levantado para que estos coincidan.
- Blocks tipo UT (Un tabique central), este elemento tiene un solo tabique central por lo cual al realizar el levantado este queda de una forma desalineada.

Ambos blocks tienen sus ventajas y desventajas, pero al saberlos utilizar de forma correcta estos proporcionarían un funcionamiento efectivo.

2.2.5. Clases de block según Norma COGUANOR NTG 41054

Esta norma establece 3 clases de block, esta clasificación se realiza según la resistencia a compresión y por el porcentaje de absorción máxima de humedad.

Clase A: uso estructural con baja absorción de humedad, estos se utilizan regularmente en muros exteriores o interiores que soportan cargas por debajo o sobre el nivel del suelo. Muros de contención, muros de cimentación, muros de división que soportan carga.

- Clase B: uso general con media absorción de humedad, para edificios con distribución simétrica.
- Clase C: uso no estructural con alta absorción de humedad, construcciones de un solo nivel y que tengan un área máxima de 50 metros cuadrados.

2.2.5.1. Mortero de pega

La resistencia de un muro no depende solamente del elemento de mampostería a utilizar sino también del tipo de pega que se utilice, el mortero es una mezcla de cemento y arena de río que se utiliza para unir la mampostería, regularmente este tiene una proporción de 1 volumen de cemento por 3 volumen de arena.

Existen diferentes tipos de morteros:

- TIPO M: de alta resistencia
- TIPO S: resistencia media

Tabla III. **Clases de morteros**

Mortero	Guía para las proporciones en volumen		
	Cemento	Cal hidratada	Arena de río
Tipo M	1	Desde 1/10 de cal hasta ¼ de cal	Combine el cemento y la cal, mida que volumen ocupan los dos juntos.
Tipo S	1	Desde ¼ de cal hasta ½ de cal	La arena siempre será entre 2 ¼ y 3 veces ese volumen combinado
Tipo N	1	Desde ½ de cal hasta 1 de cal	
Manejo del agua: Agregue agua conforme la necesidad tomando en cuenta que tan húmeda esta la arena el día que la use. Deje siempre la arena tapada para que no esté empapada ni reseca – las arenas empapadas o resacas no hacen buenas mezclas, salvo con la experiencia del maestro de obra.			

Fuente: *Manual de diseño sísmoresistente simplificado mampostería de block de concreto.*

Tabla IV. **Clases de block con clase de mortero**

Block	Combina con mortero		
	Clase M	Clase S	Clase N
Clase A	Si	Si	No
Clase B	No	Si	No
Clase C	No	Si	No

Fuente: *Manual de diseño sísmoresistente simplificado mampostería de block de concreto.*

2.2.6. Refuerzo interno en muros

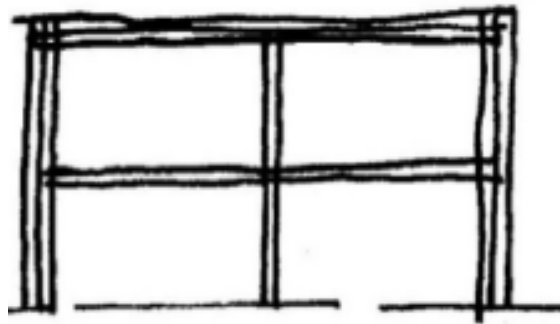
Al ser un país altamente sísmico, los muros de las estructuras tienden a sufrir un efecto de pandeo esto se puede solucionar limitando la altura del muro.

Para limitar la altura del muro se necesita confinar el muro, confinar significa encerrar dicho muro esto se hace utilizando columnas y soleras. La solera son refuerzos horizontales de concreto con varillas de acero.

La cantidad de soleras que se coloquen dependerá de cómo se quiere distribuir el refuerzo, ya que se pueden colocar dos soleras intermedias pequeñas utilizando menos acero o utilizar una grande que tenga la cantidad de acero necesario.

Este refuerzo interno que se le coloca al muro es para reducir las fallas que este vaya a tener, por ejemplo: cuando se produce un sismo la pared sufre fuerzas en diferentes direcciones y si no se colocan las soleras al muro se provocarían grietas o se desmoronaría y esto a su vez causar una catástrofe para las personas que esté dentro de la edificación.

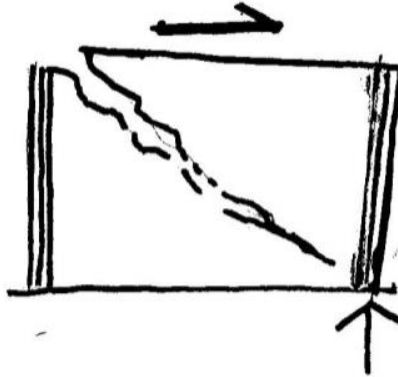
Figura 5. **Muro con soleras**



Fuente: Manual de diseño sismo-resistente simplificado mampostería de block de concreto.

p. 16.

Figura 6. **Muro sin solera**



Fuente: Manual de diseño sismo-resistente simplificado mampostería de block de concreto.
p .15.

Para complementar el conocimiento de la mampostería reforzada se utilizó la Norma de AGIES NSE 7.4, mampostería reforzada y la Norma AGIES NSE 3, diseño estructural de edificios.

2.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en satisfacer aspectos que serán necesarios en la edificación, tales como los espacios requeridos para el laboratorio y oficinas, ventilación específica por los tipos de estudios de sedimentos y microbiológicos que se realizarán, el área suficiente para el equipo que será utilizado, iluminación, altura, entre otros.

2.3.1. Requerimiento de áreas

Para el requerimiento de áreas se tomó en cuenta las necesidades de los profesionales que están laborando en dicha institución, ya que ellos necesitan

de un espacio que sea relativamente amplio no solo para el equipo sino también para el personal.

2.4. Método de análisis estructural del edificio

Existen varios métodos para el análisis de las estructuras de la mampostería reforzada, entre los más utilizados está el método simplista o también llamado método de rigideces y el método realista.

En este caso se trabajará con el análisis simplista.

2.4.1. Consideraciones

Para realizar el análisis se deben de tener las siguientes consideraciones:

- Como concepto básico y necesario se debe de tomar en cuenta el diseño arquitectónico ya que con base en esto se puede llegar a tener simetría en planta que tiene la estructura y así se reducirá en gran parte la excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez y además, ayudará a distribuir mejor la masa de la estructura.
- Los muros van a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, en el sentido contrario no se debe considerar.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.
- Para la distribución de la fuerza lateral de cada muro paralelo a la misma, este llegará a presentar dos efectos uno de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

2.4.2. Generalidades del diseño de elementos en mampostería

A continuación, se describirán las generalidades de la mampostería:

- Debe existir compatibilidad entre las deformaciones del acero, el concreto fluido y la mampostería, de manera que resistan las cargas en forma conjunta.
- Las deformaciones del refuerzo y la mampostería se deberán suponer directamente proporcional a la distancia del eje neutro.
- El módulo de elasticidad será constante a través del miembro.
- La mampostería no actuara a tensión.
- La tensión actuara en el refuerzo del centro de gravedad de las barras.

2.4.3. Especificaciones según AGIES

Para el planteamiento del análisis sísmico se basó en las Normas AGIES.

AGIES es la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, uno de los objetivos de esta entidad es promover el reglamento de las técnicas de diseño estructural con el fin de producir obras de ingeniería civil seguras y económicas, ya que Guatemala es un país altamente sísmico es necesario tener un análisis estructural sísmico que dará seguridad de que el diseño realizado estará de una manera apta para la intensidad de sismo que pueda ocurrir, para que los habitantes ya sea del edificio o casa puedan estar a salvo de dicho fenómeno natural.

Para dicho análisis se deben de realizar los pasos descritos a continuación.

2.5. Clasificación de obra

Para clasificar la obra es según su impacto socioeconómico que implica una devastación en la falla de sus funciones, AGIES propone distintas categorías como lo son:

- Categoría I, obras utilitarias: en esta categoría se incluyen las obras que albergan personas de manera eventual, pero no tienen instalaciones para ello, entre estas pueden estar: Instalaciones agrícolas o industriales, Bodegas que no estén clasificadas como obras importantes, obras auxiliares de redes de infraestructura que de fallar no interrumpen el funcionamiento del sistema.
- Categoría II, obras ordinarias: son las obras que no están incluidas en las categorías I, II o IV.
- Categoría III, obras importantes: esta categoría clasifica a las obras que son funcionales mas no indispensables después de una catástrofe, estas albergan o pueden afectar a más de trecientas personas, entre estas pueden estar aquellas obras que tiene valores culturales reconocido o equipo de alto costo; entre esta categoría pueden estar: museos, prisiones, restaurantes, cine, teatro, edificios gubernamentales entre otros.
- Categoría IV, obras esenciales: son las que tienen que mantenerse funcionales durante y después de una catástrofe, entre ellas se puede mencionar: hospitales con servicio de emergencia, estación de bomberos, aeropuerto, plantas de energía, puentes, entre otras.

Para el procedimiento de la obra que se realizara se eligió la categoría II, obras ordinarias.

2.6. Índice de sismicidad

El índice de sismicidad es un dato del estudio de los sismos que se basa en los epicentros donde ha ocurrido dicho sismo y la intensidad del mismo en un tiempo determinado.

Para determinar el índice de sismicidad se recurrió a la Norma NSE 2, demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.

Como el primer proyecto de la edificación se llevará a cabo en el municipio de Villa Nueva, le corresponden los siguientes datos:

Tabla V. **Amenaza sísmica**

Villa Nueva	
Io (índice de sismicidad).	4,2
Scr (ordenada espectral de periodo corto del sismo extremo considerando en el basamento de roca en el sitio de interés).	1,50g
S1r (ordenada espectral de periodo 1 seg. del sismo extremo considerando en el basamento de roca en el sitio de interés).	0,55g

Fuente: Norma AGIES, NSE 2,10.

2.6.1. Nivel de protección

El nivel de protección es una medida que se adquiere a las construcciones para prevenir los riesgos derivados de las cargas y las amenazas naturales. El

nivel de protección requerido se especifica en la Norma NSE 2, y depende del grado de amenaza natural en el sitio y de la clasificación de la obra.

Esta norma manifiesta cinco niveles A, B, C, D Y E, nombrando al nivel E como la protección más alta. Ver tabla VI.

En este caso se utilizará en nivel de protección D, por el índice de sismicidad y la clase de obra, también se debe de tomar en cuenta que la probabilidad de exceder el sismo de diseño es del 10 % en 50 años.

Tabla VI **Nivel de protección**

Índice de Sismicidad ^[b]	Clase de obra ^[a]			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
Io = 4	E	D	D	C
Io = 3	D	C	C	B
Io = 2	C	B	B	A
Probabilidad de exceder el sismo de diseño ^[c]	5% en 50 años ^[d]	5% en 50 años ^[d]	10% en 50 años	No aplica

Fuente: Norma NSE 2 AGIES. Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo.

2.6.2. Clasificación de sitio

La clasificación de sitio se realiza con forme al perfil del suelo, los perfiles se clasifican de la siguiente manera:

- Perfil de suelo AB: son suelos que tienen presencia de roca sólida y roca fragmentada, estos suelos incluyen los depósitos volcánicos. Un ejemplo

de este tipo de suelo está en los departamentos de: Escuintla, Antigua Guatemala, Zacapa, Cobán y Quetzaltenango.

- Perfil de suelo C: son los suelos densos y con roca suave, los requisitos para este perfil se logran frecuentemente para proyectos con varios sótanos que penetran debajo de los depósitos superficiales menos densos.
- Perfil de suelo D: son suelos firmes y rígidos.
- Perfil de suelo E: este suelo incluye gravas, arenas, limos y arcillas, son suelos suaves.
- Perfil de suelo F: son suelos capaces de fallar o colapsar bajo carga sísmica, Arcillas con alto contenido orgánico, este suelo al no ser confiable se debe de tratar el diseño de una manera diferente a los otros suelos, suelo altamente problemático.

Para determinar este perfil de suelo se enfoca en la descripción del estudio de suelos donde notifica que es un limo con presencia de arena fina por lo cual entra en el perfil denominado E.

2.6.3. Sistema estructural

Para definir el sistema estructural de la obra que se está trabajando se debe de tomar en cuenta la siguiente clasificación:

- Sistema de marcos (E1): es un sistema que está compuesto por marcos estructurales, es decir, por vigas y columnas unidas y soportan cargas verticales al igual que horizontales.
- Sistema de cajón (E2): es un sistema formado por losas que van soportadas por muros estructurales, los muros soportarán las cargas horizontales, las cargas verticales será soportadas por columnas de

concreto y acero, las losas pueden tener vigas incorporadas, mas no tiene que ser sismo resistente.

- Sistema combinado de marcos y muros (E3): es un sistema que trabaja en conjunto entre los marcos y los muros donde la losa actúa como diafragma horizontal, las cargas horizontales se dividen entre los marcos y los muros según sus rigideces en el plano en el plano vertical.
- Sistema dual (E4): este sistema es similar al E3 con variante que deberá contener marcos especiales cuya capacidad residual será al menos el 25 % de las solicitaciones sísmicas totales.

Para la edificación que se está diseñado se propone el sistema de cajón (E2) ya que los muros serán los que soporte las cargas horizontales.

Este procedimiento de identificación de la obra sirve para determinar el corte basal.

2.7. Tipos de cargas que afectan la estructura

Existen diferentes tipos de cargas que afectan la estructura y es indispensable conocerlas y saber de ellas, ya que así se logrará que el predimensionamiento de los elementos, hablando de vigas, columnas, losa, este de una forma que la estructura pueda funcionar de una manera eficiente al momento de un sismo.

Entre los tipos de cargas existe:

- Carga muerta: la carga muerta es toda aquella carga de los elementos que se mantienen fijos en la edificación, por ejemplo: vigas, columnas, losa,

paredes, repello, entre otras, éstas cargas no pueden ser removidas por lo cual a esto se le llama cargas muertas.

- Carga viva: las cargas vivas son aquellas cargas que no están sujetas a la edificación esto quiere decir, que se puede trasladar de un lugar a otro, por ejemplo: las personas son cargas que la edificación tendrá, y estas se pueden trasladar de un lugar a otro, el mobiliario seria otro claro ejemplo de una carga viva.

2.7.1. Integración de cargas

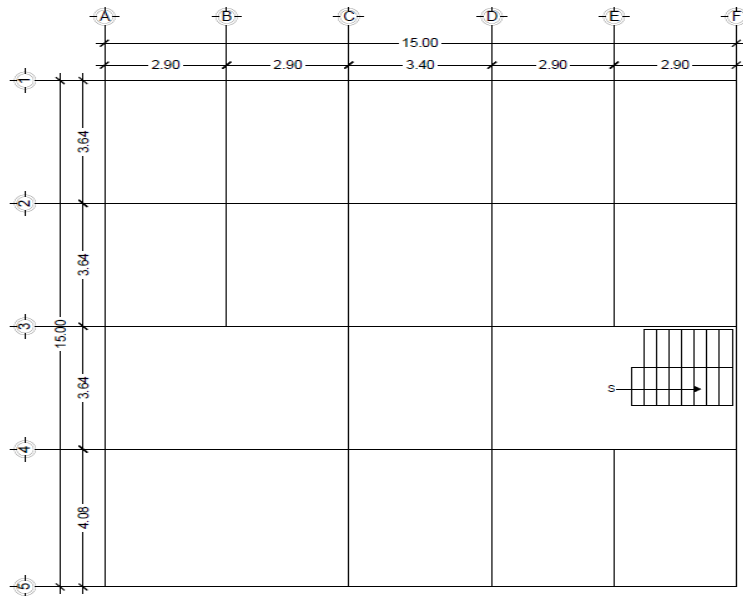
Para la integración de cargas se necesita dividir los elementos según el tipo de carga descrito anteriormente, para ello se clasificará cada elemento, se predimensionará y diseñará según sea necesario para integrar el peso que ejercerá a la estructura.

2.8. Predimensionamiento de losa

La losa es un elemento que tiene diferentes funciones, las cuales pueden ser: como cubierta de la edificación o como losa de entrepiso para transmitir cargas verticales. En este caso tiene ambas funciones.

Para el predimensionamiento de la losa se necesita determinar el espesor de esta, por lo cual a continuación se describe la manera en que se realizó dicho procedimiento.

Figura 7. **Planta de losa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Para determinar el espesor adecuado para la losa se seguirán los siguientes pasos:

Como primer paso se debe determinar si la losa debe de ser reforzada en una o en dos direcciones, para ello se realiza una relación entre el lado corto y largo de la misma.

a = lado corto

b = lado largo

$$m = a/b = 4,08 \text{ m} / 5,80 \text{ m} = 0,70$$

Condición:

$m < 0,5$ entonces es en 1 sentido

$m \geq 0,5$ entonces es en 2 sentidos

- Por lo tanto:

$0,70 \geq 0,5$, la losa trabaja en dos sentidos

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perímetro en metros}}{180}$$

$$t = \frac{2a + 2b}{180}$$

$$t = \frac{2(4,08) + 2(5,80)}{180}$$

$$t = 0,115 \text{ m}$$

- Condición:

si $t > 0,15 \text{ m}$ entonces es losa nervada

y si $t \leq 0,15 \text{ m}$ entonces es losa maciza

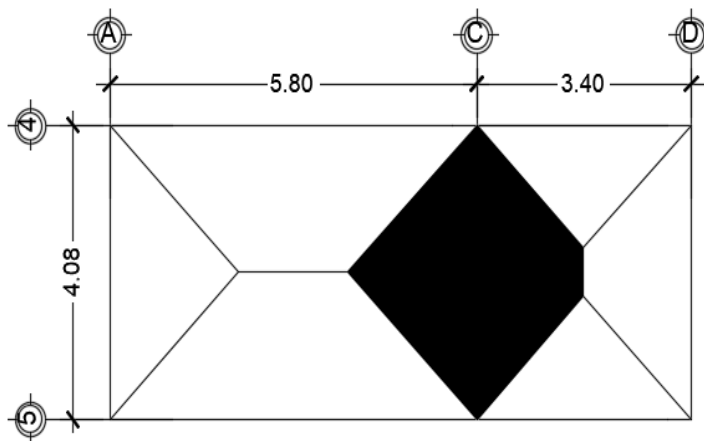
Como $0,115 \leq 0,15 \text{ m}$ entonces es losa maciza

Nota: este procedimiento se llevó a cabo con cada una de las losas, por lo cual se determinó que se utilizará el espesor de la losa crítica, esta es la que tiene mayores dimensiones, para obtener una losa uniforme.

- Viga:

La viga es un elemento estructural que principalmente trabaja a flexión, para determinar las dimensiones de las vigas se realizó el procedimiento del AGIES, manual diseño de mampostería sismoresistente de block, DSE 4.01-2014, página 77, donde indica que se debe de calcular el área tributaria que llegara a la viga

Figura 8. **Planta de primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

$A_t = \text{área tributaria}$

$$A_t = 8,22 \text{ m}^2$$

Según cuadro 6-B, manual para diseño sismo-resistente, AGIES, página 78.

Al obtener un área tributaria de 8,22 m² se propondrá una sección de viga de 20 cm de base y 35 cm de altura.

- Mochetas:

Al trabajar con mampostería confinada se utilizarán mochetas que están diseñadas con forme a las normas de AGIES, las cuales proponen dimensiones de 19 * 20 centímetros debido al tipo de block que se va a utilizar.

Tabla VII. **Dimensiones de mochetas**

Tipo de Block	Espesor de pared	Clase de block	Sección de mocheta
Block DT	19 cm	A	19 cm * 20 cm

Fuente: AGIES DSE 4.01, *Cuadro 5-B, mochetas principales.*

2.9. Integración de cargas

- Integración de cargas:

CM = carga muerta

Longitud de muro = 143,22 m

Altura de muro = 2,50 m

Cantidad de block = $12,5 \frac{\text{blocks}}{\text{m}^2}$

Peso de block = 14,97 Kg

$W_{\text{muro}} = \text{Cantidad de block} * \text{Peso de block}$

$W_{\text{muro}} = 12,5 \frac{\text{blocks}}{\text{m}^2} * 14,97 \text{ Kg}$

$$W_{\text{muro}} = 187,125 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{losa}} = t * \gamma_c$$

$$W_{\text{losa}} = 0,12 \text{ m} * \left(2,400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$W_{\text{losa}} = 288 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$CM = W_{\text{muro}} + W_{\text{losa}}$$

$$CM = 187,125 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} + 288 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$CM = 475,125 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = \text{carga viva}$$

$$CV_{\text{oficina}} = 550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$CV = 550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$Cu = \text{carga \u00faltima}$$

$$Cu = 1,2 * CM + 1,6 * CV$$

- ACI 318-14

$$Cu = 1,2 * 475,125 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} + 1,6 * 550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$Cu = 1\ 450,15 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

2.10. Dise\u00f1o de losa

Para el dise\u00f1o de de losa se determina si el peralte que se propuso es el correcto para la edificaci\u00f3n y esto se realiza seg\u00fan el procedimiento del m\u00e9todo 3 del ACI318-14, para determinar las condiciones que son necesarias. El

cálculo de la losa se hará solo para el primer nivel, ya que el segundo nivel es igual al primer nivel.

$V_u =$ cortante actual

$$V_u = \frac{C_u + l + b}{2}$$

$$V_u = \frac{1\,450,15 \text{ Kg/m}^2 * 5,80 \text{ m} * 1 \text{ m}}{2}$$

$$V_u = 4\,205,435 \text{ Kg}$$

- Chequeo de peralte

$$V_u = 0,53 * \rho * \sqrt{f'_c} * b * w * d$$

$$4\,205,435 \text{ Kg} = 0,53 * 0,75 * \sqrt{280 \text{ Kg/cm}^2} * 100 * d$$

$$d = 7,3 \text{ cm} \cong 8 \text{ cm}$$

$$t = 8 + 4 \text{ rec}$$

$$t = 12 \text{ cm}$$

$V_c =$ Cortante del concreto

$$V_c = 0,53 * \rho * \sqrt{f'_c} * b * w * d$$

$$V_c = 0,53 * 0,75 * \sqrt{280 \text{ Kg/cm}^2} * 100 * 8$$

$$V_c = 5\,321,16 \text{ Kg}$$

- Condición

$$V_c > V_u$$

$$5\,321,16 \text{ Kg} > 4\,205,435 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, si chequea.

2.10.1. Cálculo de momentos

Las losas al ser elementos que transfieren cargas están sufriendo un momento los cuales se calculan de la siguiente manera:

- Momento negativo

$C_{a/b}$ = coeficiente de momento

$L_{a/b}$ = lado corto/lado largo

$$W_V = 1\,450,15 \text{ Kg/m}^2$$

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

- Losa #14 es un caso 4

$$C_{a(-)} = 0,081 \text{ tabla ACI}$$

$$M_{a(-)} = 0,081 * (1\,450,15) * (4,08)^2$$

$$M_{a(-)} = 1\,955,32 \text{ Kg - m}$$

$$M_{b(-)} = 0,019 * (1\,450,15) * (5,80)^2$$

$$M_{b(-)} = 922,01 \text{ Kg - m}$$

2.10.2. Balanceo de momentos según método tres de ACI

Para balancear los momentos se realizará un análisis de cada momento que ejerce la losa según su dirección, se describe un balanceo de momento para el eje X, lado a.

- Condición:

Si $0,8 M_2 > M_1$ es balanceo por rigidez
si $0,8 M_2 < M_1$ es balanceo por promedio

- Losa 14:

M_1 = momento menor

M_2 = momento mayor

$M_1 = 922,01 \text{ Kg} - \text{m}$

$M_2 = 1\,955,32 \text{ Kg} - \text{m}$

$0,8 * M_2 = 1\,564,26 \text{ Kg} - \text{m}$

$1\,564,26 > 922,01$ entonces es por rigidez

Por lo tanto, se debe balancear el momento por el método de rigidez, para realizar el método de rigidez se debe de tomar en cuenta las dimensiones de las losas que están unidas, como se describe a continuación:

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

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

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

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

$$Mb_1 = M_1 + [(M_2 + M_1) * D_1]$$

$$Mb_2 = M_2 - [(M_2 - M_1) * D_2]$$

Donde:

K_1, K_2 = rigidez de las losas 14 y 15

D_1, D_2 = factores de distribución de las losas

Mb_1, Mb_2 = momento balanceado de las losas

L_1 = lado del momento menor

L_2 = lado del momento mayor

$$L_1 = 3,4 \text{ m}$$

$$L_2 = 5,80 \text{ m}$$

$$K_1 = \frac{1}{3,4 \text{ m}} = 0,29$$

$$K_2 = \frac{1}{5,8 \text{ m}} = 0,17$$

$$D_1 = \frac{0,29}{0,29 + 0,17} = 0,63$$

$$D_2 = \frac{0,17}{0,29 + 0,17} = 0,37$$

$$Mab^{(-)} = 922,01 + [(1\ 955,32 - 922,01) * 0,63]$$

$$Mab^{(-)} = 1\ 573,44 \text{ kg} - \text{m}$$

2.10.3. Armado de losa

Habiendo obtenido los momentos de las losas se obtienen el momento más grande que ejerce la losa y con ese se procede a diseñar el armado de la losa, para ellos se deberá determinar el acero requerido, mínimo y máximo para tomar la decisión de cual utilizar para el armado que llevará toda la losa.

$$d = \text{peralte}$$

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

$$\text{recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$$

$$d = 12 - 2,5$$

$$d = 9,5 \text{ cm}$$

Según ACI 318-14 secciones 25.2.1,1 y 25.2,2

- Acero requerido:

Según ACI 318-14

$$A_s = \text{acero requerido}$$

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

$$A_s = \left[100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\ 573,44 * 100}{0,003825 * 280}} \right]^{0,85} \left(\frac{280}{2\ 810} \right)$$

$$A_s = 6,84 \text{ cm}^2$$

- Acero mínimo:

Según ACI 318-14

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

- Acero máximo:

Según ACI 318-14 apéndice B 8,4

$$A_{smax} = 0,5 * \rho_b * b * d$$
$$\rho_b = \left(\frac{0,85 * \beta_1 * f'_c}{f_y} \right) * \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) \text{ en sistema internacional}$$

β_1 depende del tipo de concreto que en este caso sería 0.85 según ACI 318

– 14 tabla 22.2.2.4.3

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} \right) * \left(\frac{6120}{6120 + 2810} \right)$$

$$\rho_b = 0,05$$

- Condición:

$$\rho_b < 0,025$$

Con la ecuación de A_{smax} :

$$0,5 * \rho_b < 0,025$$

$$0,5 * 0,05 = 0,025$$

0,025 < 0,025 por lo tanto chequea

$$A_{smax} = 0,5 * 0,05 * 100 * 9,5$$

$$A_{smax} = 23,75 \text{ cm}^2$$

Teniendo que:

$$A_{smin} = 4,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq} = 6,84 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 23,75 \text{ cm}^2$$

Nota: se utilizará el acero requerido que es de $6,84 \text{ cm}^2$ y este esta dentro de los parámetros de acero mínimo y máximo.

- Espaciamiento:

Espaciamiento mínimo $s = 2,54 \text{ cm}$

Según ACI 318-14 sección 8.7.2.2

$$S_{max} = 2 * t - 18''$$

$$S_{max} = 2 * (12)$$

$$S_{max} = 24 \text{ cm}$$

- Espaciamiento requerido:

$k = \text{área de acero de la varilla a usar}$

Se utilizará varilla núm. 4 grado 40

$$L = \text{área de acero}$$

$$S_{\text{req}} = \frac{k * 100}{L}$$

$$S_{\text{req}} = \frac{1,27 \text{ cm}^2 * 100}{6,84 \text{ cm}^2}$$

$$S_{\text{req}} = 18,60 \text{ cm}$$

Nota: Se utilizará un espaciamiento de 20 centímetros ya que está en el rango entre el espaciamiento mínimo y máximo.

2.11. Peso por nivel

Muros: para los muros se cuantificará la longitud tanto del segundo nivel como del primer nivel para determinar el peso que ejercerán los muros.

Longitud de muro:

$$L_{\text{primer nivel}} = 138,12 \text{ m}$$

$$L_{\text{segundo nivel}} = 143,2 \text{ m}$$

Cantidad de muros por eje:

$$X = 5$$

$$Y = 6$$

h = altura de muros

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{cantidad de block/m}^2 = 12 \text{ U/m}^2$$

Peso de block = 14,97 kg, Block tipo B

$$W_{\text{muro}} = \frac{L * h * \text{cantidad de } \frac{\text{block}}{\text{m}^2} * \text{peso de block}}{L * h}$$

$$W_{\text{muro}} = \frac{138,12 \text{ m} * 2,50 \text{ m} * 12 \frac{\text{U}}{\text{m}^2} * 14,97 \text{ kg}}{138,12 \text{ m} * 2,50 \text{ m}}$$

$$W_{\text{muro}} = 187,125 \text{ kg/m}^2$$

P_{muro1} = peso de muro primer nivel

P_{muro2} = peso de muro segundo nivel

$$P_{\text{muro1}} = W_{\text{muro}} * L_{\text{primer nivel}} * h$$

$$P_{\text{muro1}} = 187,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 139,8 \text{ m} * 2,50 \text{ m}$$

$$P_{\text{muro1}} = 65\,400,19 \text{ kg}$$

$$P_{\text{muro2}} = 64\,614,26 \text{ kg}$$

- Losa:

$$P_{\text{losa}} = t * (\text{área de losa}) * \gamma_c$$

$$P_{\text{losa}} = 0,12 \text{ m} * (15\text{m} * 15\text{m}) * 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{\text{losa}} = 64\,800 \text{ kg}$$

- Viga:

$$P_{\text{viga}} = b * h * l * \gamma_c * \text{cantidad de vigas}$$

$$P_{\text{viga}} = 0,20 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 4,08 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 4$$

$$P_{\text{viga}} = 2\,741,76 \text{ kg}$$

- Columna:

$$P_{\text{col}} = b * h * l * \text{cantidad de columnas} * \gamma_c$$

$$P_{\text{col}} = 0,20 * 0,20 * 2,5 * 30 * 2\,400$$

$$P_{col} = 7\,200 \text{ kg}$$

- Cv

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

$$\text{Área de pasillos} = 57,54 \text{ m}^2$$

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

$$\text{Área de oficinas} = 144,68 \text{ m}^2$$

$$P_{cv} = 500 \text{ kg/m}^2 * 57,4 \text{ m}^2 + 250 \text{ kg/m}^2 * 144,68 \text{ m}^2$$

$$P_{cv} = 64\,940 \text{ kg}$$

- Peso por nivel

$$W_{1er \text{ nivel}} = [(P_{muro} + P_{losa} + P_{viga} + P_{col}) + 0,25 * P_{cv}] * 2$$

$$W_{1er \text{ nivel}} = [(65\,400,19 \text{ kg} + 64\,800 \text{ kg} + 2\,741,76 + 7\,200 \text{ kg}) + 0,25 * 64\,940 \text{ kg}] * 2$$

$$W_{1er \text{ nivel}} = 311\,182,05 \text{ kg}$$

$$W_{1er \text{ nivel}} = 311,18 \text{ ton}$$

$$W_{2do \text{ nivel}} = 139\,356,02 \text{ kg}$$

$$W_{2do \text{ nivel}} = 139,36 \text{ ton}$$

$$\text{Peso total} = W_{1er \text{ nivel}} + W_{2do \text{ nivel}}$$

$$\text{Peso total} = 450\,538,07 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total} = 450,54 \text{ ton}$$

2.12. Coeficiente sísmico

Tabla 4-1, Agies NSE 2-10

- Clasificación de obra
 - Categoría ocupacional: obra ordinaria

- Índice de sismicidad

$$I_o = 4,2$$

$$S_{cr} = 1,50 \text{ g}$$

$$S_{1R} = 0,55 \text{ g}$$

- Clase de obra: D
 - Fa y Fv de tabla 4-2, 4-3; ; Na y Nv de tabla 4-6,4-7NES 2,10 AGIES

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{cs} = 1,50 * 0,9 * 1,0$$

$$S_{cs} = 1,35$$

$$S_{1S} = S_{1R} * F_v * N_v$$

$$S_{1S} = 0,55 * 2,2 * 1,1$$

$$S_{1S} = 1,33$$

Sistema de cajón E2

Villanueva:

10 % de probabilidad 50 años tipo de suelo = suelo tipo E

- Espectro calibrado de diseño

$$S_{1d} = kd * S_{1s} \quad (4.5.5, C - 1)NSE 2 AGIES$$

$$S_{cd} = k_d * S_{cs} \quad (4.5.5, C - 2) \text{NSE 2 AGIES}$$

$$k_d = 0,66 \text{ (Tabla 4.5.5.9)NSE 2 AGIES}$$

$$S_{1d} = 0,891$$

$$S_{cd} = 0,879$$

- Período de transición

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}}$$

$$T_s = \frac{1,33}{1,35}$$

$$T_s = 0,98$$

$$T_o = 0,2 * T_s \quad (4.5.4 \text{ ii})$$

$$T_o = 0,2 * 0,98$$

$$T_o = 0,196$$

$$T_a = k_t * h_n^x$$

h = altura total del edificio en m

$$k_t = 0,049$$

$$x = 0,75$$

$$T_a = 0,049 * 5^{0,75}$$

$$T_a = 0,175$$

- Espectro genérico

$$S_a(T) = S_{cd} \left[0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right] \quad \text{cuando } T < T_o$$

$$S_a(t) = S_{cd} * \left[0,4 + 0,6 * \left(\frac{T_a}{T_o} \right) \right] \quad (4.5.6 - 3 \text{ NSE 2 AGIES})$$

$$S_a(t) = 0,88 * \left[0,4 + 0,6 * \left(\frac{0,17}{0,20} \right) \right]$$

$$S_a(t) = 0,80$$

- Coeficiente sísmico al límite de cadencia:

$$C_s = \frac{S_a * T}{R} \quad \text{Sección 1.5.2 NSE 3}$$

$$R = 4 \quad \text{tabla 1.6.12}$$

$$C_s = \frac{1,18}{4}$$

$$C_s = 0,20$$

- Valores mínimos de C_s

$$C_s \geq 0,044S_{cd}$$

$$0,044 * 0,88 = 0,0389$$

$$C_s \geq 0,035$$

$$0,30 \geq 0,035 \text{ si chequea}$$

$$C_s \geq \frac{0,75 * k_d * S_{1R}}{R}$$

$$\frac{0,75 * 0,66 * 0,55}{4} = 0,068$$

$$C_s \geq 0,068$$

$$0,20 \geq 0,068$$

- Corte basal

$$V_b = C_s * W_s$$

W_s = peso total de la edificación

$$V_b = 0,20 * 450 538,07 \text{ kg}$$

$$V_b = 90 107,61 \text{ kg}$$

2.13. Distribución de fuerza sísmica por nivel

Ft = Fuerza total

$$F_t = \left(\frac{M_1}{M_1 + M_2} \right) * V_b$$

$$F_t = \left(\frac{777\,955,1 \text{ kg} - \text{m}}{777\,955,11 \text{ kg} - \text{m} + 696\,780,11 \text{ kg} - \text{m}} \right) * 90\,107,61 \text{ kg}$$

$$F_t = 71\,300,61 \text{ kg}$$

Fx = fuerza en el eje x

Fy = fuerza en el eje y

$$F_x = \frac{F_t}{\text{cant. de ejes}}$$

$$F_x = \frac{71\,300,61 \text{ kg}}{5} = 14\,260,12 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la fuerza en el eje y es el mismo procedimiento con excepción de la cantidad de ejes.

Tabla VIII. **Distribución de fuerza sísmica**

Nivel	W (Kg)	H (m)	W*H	Ft(Ton)	Fx	Fy
1	314 511,33	2,5	786 278,33	40,83	8,17	6,8
2	141 020,66	5	705 103,30	36,61	7,32	6,1

Fuente: elaboración propia

2.14. Análisis estructural

Para el análisis estructural en mampostería se utilizará el método simplista, se deberá analizar la distribución de las cargas laterales que afectarán

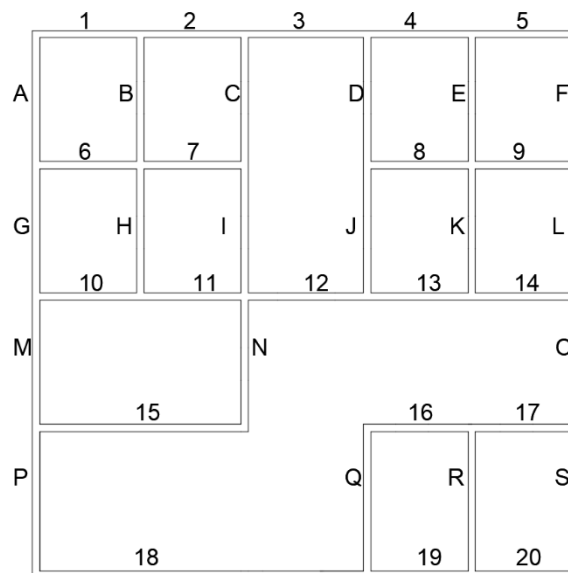
la edificación, Se debe proceder a calcular la rigidez de los muros que están ubicados en la dirección del sismo utilizando para ello las ecuaciones que son para las condiciones de cada muro.

Para el método simplista se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- Cálculo de centro de masa y de rigidez de cada muro
- Análisis de sismo
- Cálculo de momentos de volteo
- Distribución de cargas y momentos en muros

Previo al analisis simplista se determinar la distribución de muros según la planta del plano acotado.

Figura 9. **Planta de primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo para determinar las coordenadas de los muros.

Muro # 3

L = longitud

H = altura

L = 3.4 m

H = 2.5 m

Tabla IX. **Muros en el eje X**

Coordenadas			
Muro	Longitud (m)	X (m)	Y (m)
1	2,90	1,45	15,00
2	2,90	4,35	15,00
3	3,40	7,50	15,00
4	2,90	10,65	15,00
5	2,90	13,55	15,00
6	2,90	1,45	11,36
7	2,90	4,35	11,36
8	2,90	10,65	11,36
9	2,90	13,55	11,36
10	2,90	1,45	7,72
11	2,90	4,35	7,72
12	3,40	7,50	7,72
13	2,90	10,65	7,72
14	2,90	13,55	7,72
15	5,80	2,90	4,08
16	2,90	10,65	4,08
17	2,90	13,55	4,08
18	9,20	4,60	0,00
19	2,90	10,65	0,00
20	2,90	13,55	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Muros en el eje Y**

Muro	Longitud	Coordenadas	
		X (m)	Y (m)
A	3,64	0	13,18
B	3,64	2,9	13,18
C	3,64	5,8	13,18
D	3,64	9,2	13,18
E	3,64	12,1	13,18
F	3,64	15	13,18
G	3,64	0	9,54
H	3,64	2,9	9,54
I	3,64	5,8	9,54
J	3,64	9,2	9,54
K	3,64	12,1	9,54
L	3,64	15	9,54
M	3,64	0	5,9
N	3,64	5,8	5,9
O	3,64	15	5,9
P	4,08	0	2,04
Q	4,08	9,2	2,04
R	4,08	10,65	2,04
S	4,08	13,55	2,04

Fuente: elaboración propia.

2.14.1. Centro de masa

El centro de masa es el punto donde se asumen la concentración de peso o masa de la estructura, para el calculo se realiza lo siguiente:

Muro # 3

$$\frac{H}{L} = \frac{2,50}{3,4} = 0,74$$

$$L * X = 3,4 * 7,50 = 25,5 \text{ m}^2$$

$$L * Y = 3,4 * 15 = 51 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{muro}} = \text{Área de muro} * 12,5 \text{ U/m}^2 * P_{\text{block}}$$

$$W_{\text{muro}} = 2,5 \text{ m}^2 * 12,5 \text{ U/m}^2 * 14,97 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muro}} = 1 590,56 \text{ kg}$$

C_m = centro de masa

$$X_{\text{cm}} = \frac{\sum W * x}{\sum W_{\text{murox}} + W_{\text{muroy}}}$$

$$W_{\text{murox}} = 31 904,81 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muroy}} = 33 177,26 \text{ kg}$$

$$X_{\text{cm}} = \frac{1 590,56 \text{ kg} * 7,50 \text{ m}}{31 904,81 \text{ kg} + 33 177,26 \text{ kg}}$$

$$X_{\text{cm}} = 0,18 \text{ m}$$

$$Y_{\text{cm}} = \frac{1 590,56 * 15}{31 904,81 + 33 177,26}$$

$$Y_{\text{cm}} = 0,37 \text{ m}$$

Tabla XI. Centro de masa

Muro	Longitud (m)	fa	H/L	X (m)	Y (m)	L*X (m2)	L*Y (m2)	W muro (kg)	Cm "X" (m)	Cm "Y" (m)
1,00	2,90	0,26	0,86	1,45	15,00	4,21	43,50	1 356,66	0,03	0,31
2,00	2,90	0,26	0,86	4,35	15,00	12,62	43,50	1 356,66	0,09	0,31
3,00	3,40	0,22	0,74	7,50	15,00	25,50	51,00	1 590,56	0,18	0,37
4,00	2,90	0,26	0,86	10,65	15,00	30,89	43,50	1 356,66	0,22	0,31
5,00	2,90	0,26	0,86	13,55	15,00	39,30	43,50	1 356,66	0,28	0,31
6,00	2,90	0,26	0,86	1,45	11,36	4,21	32,94	1 356,66	0,03	0,24
7,00	2,90	0,26	0,86	4,35	11,36	12,62	32,94	1 356,66	0,09	0,24
8,00	2,90	0,26	0,86	10,65	11,36	30,89	32,94	1 356,66	0,22	0,24
9,00	2,90	0,26	0,86	13,55	11,36	39,30	32,94	1 356,66	0,28	0,24
10,00	2,90	0,26	0,86	1,45	7,72	4,21	22,39	1 356,66	0,03	0,16
11,00	2,90	0,26	0,86	4,35	7,72	12,62	22,39	1 356,66	0,09	0,16
12,00	3,40	0,22	0,74	7,50	7,72	25,50	26,25	1 590,56	0,18	0,19
13,00	2,90	0,26	0,86	10,65	7,72	30,89	22,39	1 356,66	0,22	0,16
14,00	2,90	0,26	0,86	13,55	7,72	39,30	22,39	1 356,66	0,28	0,16
15,00	5,80	0,13	0,43	2,90	4,08	16,82	23,66	2 713,31	0,12	0,17
16,00	2,90	0,26	0,86	10,65	4,08	30,89	11,83	1 356,66	0,22	0,09
17,00	2,90	0,26	0,86	13,55	4,08	39,30	11,83	1 356,66	0,28	0,09
18,00	9,20	0,08	0,27	4,60	0,00	42,32	0,00	4 303,88	0,30	0,00
19,00	2,90	0,26	0,86	10,65	0,00	30,89	0,00	1 356,66	0,22	0,00
20,00	2,90	0,26	0,86	13,55	0,00	39,30	0,00	1 356,66	0,28	0,00
Sumatoria	68,20					511,50	519,90	31 904,81		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Centro de masa

Muro	Longitud	H/L	X (m)	Y (m)	L*X (m2)	L*Y (m2)	Wmuro (kg)	Cm X (m)	Cm Y (m)
A	3,64	0,69	0,00	13,18	0,00	47,98	1 702,84	0,00	0,34
B	3,64	0,69	2,90	13,18	10,56	47,98	1 702,84	0,08	0,34
C	3,64	0,69	5,80	13,18	21,11	47,98	1 702,84	0,15	0,34
D	3,64	0,69	9,20	13,18	33,49	47,98	1 702,84	0,24	0,34
E	3,64	0,69	12,10	13,18	44,04	47,98	1 702,84	0,32	0,34
F	3,64	0,69	15,00	13,18	54,60	47,98	1 702,84	0,39	0,34
G	3,64	0,69	0,00	9,54	0,00	34,73	1 702,84	0,00	0,25
H	3,64	0,69	2,90	9,54	10,56	34,73	1 702,84	0,08	0,25
I	3,64	0,69	5,80	9,54	21,11	34,73	1 702,84	0,15	0,25
J	3,64	0,69	9,20	9,54	33,49	34,73	1 702,84	0,24	0,25
K	3,64	0,69	12,10	9,54	44,04	34,73	1 702,84	0,32	0,25
L	3,64	0,69	15,00	9,54	54,60	34,73	1 702,84	0,39	0,25
M	3,64	0,69	0,00	5,90	0,00	21,48	1 702,84	0,00	0,15
N	3,64	0,69	5,80	5,90	21,11	21,48	1 702,84	0,15	0,15
O	3,64	0,69	15,00	5,90	54,60	21,48	1 702,84	0,39	0,15
P	4,08	0,61	0,00	2,04	0,00	8,32	1 908,68	0,00	0,06
Q	4,08	0,61	9,20	2,04	37,54	8,32	1 908,68	0,27	0,06
R	4,08	0,61	10,65	2,04	43,45	8,32	1 908,68	0,31	0,06
S	4,08	0,61	13,55	2,04	55,28	8,32	1 908,68	0,40	0,06
Sumatoria	70,92				539,58	593,93	33 177,26		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Centro de masa de la estructura**

Centro de masa	
X	7,56 m
Y	8,01 m

Fuente: elaboración propia.

2.14.2. Centro de rigidez

Previo a determinar el centro de rigidez se debe determinar la rigidez de cada muro, la rigidez esta relacionada con la deformación de la estructura ante el resultado de las cargas.

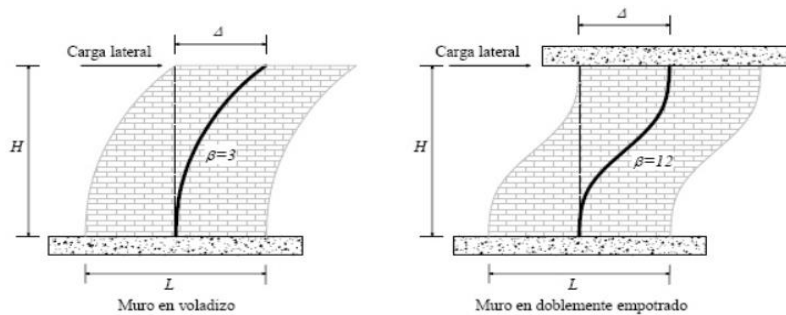
Para determinar la rigideces se debera considerar los siguientes parametros:

- La rigidez depende la fijación que tenga cada muro.
- Para determinar la rigidez se debera considerar un comportamiento elástico lineal.

Debera considerarse las deformaciones originadas por la flexión y el corte.

Deformación de la estructura:

Figura 10. Deformación de muros



Fuente: Evaluación basada en desplazamientos de edificaciones de mampostería confinada, México, Factor de condición de apoyo.

- Muros empotrados: tienen un grado de fijación tanto superior como inferior (muros de piso intermedio)
- Muros en voladizo: grado de fijación en la parte inferior.

Cálculo de deflexiones según la fijación de cada muro:

Muro #3

F_x = fuerza de sismo en X 1 er nivel

$$F_x = 8,17 \text{ ton} = 8\,165,55 \text{ kg}$$

$$E_m = 750 * f'_m$$

f'_m depende del fabricante en este caso se utiliza 50 kg/cm^2

$$E_m = 750 * 50 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_m = 37\,500 \text{ kg/cm}^2$$

t = espesor de muro

$$t = 19 \text{ cm}$$

$$E_m * t = 37\,500 \text{ kg/cm}^2 * 19 \text{ cm} * 100 \text{ cm} = 71\,250\,000 \text{ kg/cm} = 71\,250 \text{ ton/m}$$

$$\frac{F_x}{E_m * t} = \frac{8,17 \text{ ton}}{71\,250 \text{ ton/m}} = 114,67 \times 10^{-6} \text{ m}$$

- Muros empotrados (primer nivel)

- Muro # 3

$$\Delta_x = \frac{F_y}{E_m * t} * \left[4 * \left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{L} \right) \right]$$

$$\Delta_x = 113,67 \times 10^{-6} * [4 * (0,735)^3 + 3 * (0,735)]$$

$$\Delta_x = 0,036 \text{ m}$$

- Muro C

$$\Delta_y = \frac{F_x}{E_m * t} * \left[4 * \left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{L} \right) \right]$$

$$\Delta_y = \frac{8,08 \text{ ton}}{71\,250 \text{ ton/m}} * [4 * (0,687)^3 + 3 * (0,687)]$$

$$\Delta_y = 0,04 \text{ m}$$

- Muros en voladizo

- Muro # 3

$$\Delta_x = \frac{F_y}{E_m * t} * \left[\left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{L} \right) \right]$$

$$\Delta_x = 113,67 \times 10^{-6} \text{ m} * [(0,735)^3 + 3 * (0,735)]$$

$$\Delta_x = 0,025 \text{ m}$$

- Muro C

$$\Delta_x = \frac{F_x}{E_m * t} * \left[\left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{L} \right) \right]$$

$$\Delta_y = \frac{8,08 \text{ ton}}{71\,250 \frac{\text{ton}}{\text{m}}} * [(0,687)^3 + 3 * (0,687)]$$

$$\Delta_y = 0,03 \text{ m}$$

2.14.3. Cálculo de rigidez

- Muro # 3 (primer nivel)

$$R_x = \frac{1}{\Delta_x}$$

$$R_y = \frac{1}{\Delta_y}$$

$$R_x = \frac{1}{0,036 \text{ m}}$$

$$R_x = 27,87 / \text{m}$$

$$R_y = \frac{1}{0,04 \text{ m}}$$

$$R_y = 26,27 / \text{m}$$

- Muro C (primer nivel)

$$R_x = \frac{1}{\Delta_x}$$

$$R_y = \frac{1}{\Delta_y}$$

$$R_x = \frac{1}{0,025 \text{ m}}$$

$$R_x = 40,64 /\text{m}$$

$$R_y = \frac{1}{0,03 \text{ m}}$$

$$R_y = 36,98 /\text{m}$$

- Cálculo de centro de rigidez

- Muro # 3 (primer nivel)

$$C_R = \frac{X * R}{\sum R_x}$$

X = coordenadas

R = rigidez

$$C_{Rx} = \frac{7,5 \text{ m} * 27,87/\text{m}}{521,91/\text{m}}$$

$$C_{Rx} = 0,401 \text{ m}$$

$$C_{Ry} = \frac{15 \text{ m} * 27,87/\text{m}}{521,91/\text{m}}$$

$$C_{Ry} = 0,801 \text{ m}$$

- Muro C (primer nivel)

$$C_R = \frac{X * R}{\sum R_x}$$

X = coordenadas

R = rigidez

$$C_{Rx} = \frac{5,8 \text{ m} * 26,27/\text{m}}{568,28/\text{m}}$$

$$C_{Rx} = 0,268 \text{ m}$$

$$C_{Ry} = \frac{13,2 \text{ m} * 26,8/\text{m}}{568,28/\text{m}}$$

$$C_{Ry} = 0,609 \text{ m}$$

Tabla XIV Centro de rigidez, primer nivel, eje X

EJE NUMEROS, PRIMER NIVEL (EMPOTRADOS)								
Muro	Longitud	H/L	Δ	R	x	Y	CRx	CRy
1	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	1,45	15	0,057092087	0,590607797
2	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	4,35	15	0,171276261	0,590607797
3	3,4	0,735294118	0,036399425	27,47296133	7,5	15	0,400540377	0,801080753
4	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	10,65	15	0,419331536	0,590607797
5	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	13,55	15	0,53351571	0,590607797
6	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	1,45	11,36	0,057092087	0,447286972
7	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	4,35	11,36	0,171276261	0,447286972
8	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	10,65	11,36	0,419331536	0,447286972
9	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	13,55	11,36	0,53351571	0,447286972
10	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	1,45	7,72	0,057092087	0,303966146
11	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	4,35	7,72	0,171276261	0,303966146
12	3,4	0,735294118	0,036399425	27,47296133	7,5	7,72	0,400540377	0,412289561
13	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	10,65	7,72	0,419331536	0,303966146
14	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	13,55	7,72	0,53351571	0,303966146
15	5,8	0,431034483	0,015470815	64,63783533	2,9	4,08	0,364388251	0,512656574
16	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	10,65	4,08	0,419331536	0,160645321
17	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	13,55	4,08	0,53351571	0,160645321
18	9,2	0,27173913	0,008586549	116,4612276	4,6	0	1,041402843	0
19	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	10,65	0	0,419331536	0
20	2,9	0,862068966	0,049370968	20,2548184	13,55	0	0,53351571	0
Sumatoria				560,12208				7,414761193

Fuente: elaboración propia

Tabla XV. Centro de rigidez, primer nivel , eje X

EJE LETRAS, PRIMER NIVEL (EMPOTRADOS)								
Muro	Longitud	H/L	Δ	R	X	Y	CRx	CRy
A	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	0	13,18	0	0,6092863
B	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	2,9	13,18	0,1340615	0,6092863
C	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	5,8	13,18	0,268123	0,6092863
D	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	9,2	13,18	0,4252985	0,6092863
E	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	12,1	13,18	0,55936	0,6092863
F	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	15	13,18	0,6934215	0,6092863
G	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	0	9,54	0	0,4410161
H	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	2,9	9,54	0,1340615	0,4410161
I	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	5,8	9,54	0,268123	0,4410161
J	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	9,2	9,54	0,4252985	0,4410161
K	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	12,1	9,54	0,55936	0,4410161
L	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	15	9,54	0,6934215	0,4410161
M	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	0	5,9	0	0,2727458
N	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	5,8	5,9	0,268123	0,2727458
O	3,64	0,6868132	0,0386199	25,893378	15	5,9	0,6934215	0,2727458
P	4,08	0,6127451	0,0317404	31,505598	0	2,04	0	0,1147454
Q	4,08	0,6127451	0,0317404	31,505598	9,2	2,04	0,5174792	0,1147454
R	4,08	0,6127451	0,0317404	31,505598	10,65	2,04	0,5990384	0,1147454
S	4,08	0,6127451	0,0317404	31,505598	13,55	2,04	0,7621568	0,1147454
Sumatoria				514,42307			7,0007476	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Centro de rigidez, segundo nivel, eje X

EJE NUMEROS, SEGUNDO NIVEL (VOLADIZO)									
Muro	Longitud	H/L	Δ	R	X	Y	CRx	CRy	
1	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	1,45	15	0,065560602	0,678213124	
2	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	4,35	15	0,196681806	0,678213124	
3	3,4	0,735294118	0,024963614	40,05830276	7,5	15	0,420312137	0,840624273	
4	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	10,65	15	0,481531318	0,678213124	
5	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	13,55	15	0,612652522	0,678213124	
6	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	1,45	11,36	0,065560602	0,513633406	
7	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	4,35	11,36	0,196681806	0,513633406	
8	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	10,65	11,36	0,481531318	0,513633406	
9	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	13,55	11,36	0,612652522	0,513633406	
10	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	1,45	7,72	0,065560602	0,349053688	
11	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	4,35	7,72	0,196681806	0,349053688	
12	3,4	0,735294118	0,024963614	40,05830276	7,5	7,72	0,420312137	0,432641293	
13	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	10,65	7,72	0,481531318	0,349053688	
14	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	13,55	7,72	0,612652522	0,349053688	
15	5,8	0,431034483	0,013167148	75,94659163	2,9	4,08	0,308123206	0,433497477	
16	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	10,65	4,08	0,481531318	0,18447397	
17	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	13,55	4,08	0,612652522	0,18447397	
18	9,2	0,27173913	0,00800933	124,854386	4,6	0	0,803488671	0	
19	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	10,65	0	0,481531318	0	
20	2,9	0,862068966	0,03094163	32,31891767	13,55	0	0,612652522	0	
Sumatoria				798,0202658					8,239311857

Fuente: elaboración propia

Tabla XVII. Centro de rigidez, segundo nivel, eje Y

EJE LETRAS, PRIMER NIVEL (EMPOTRADOS)								
Muro	Longitud	H/L	Δ	R	X	Y	CRx	CRy
A	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	0	13,18	0	0,601970808
B	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	2,9	13,18	0,132451847	0,601970808
C	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	5,8	13,18	0,264903694	0,601970808
D	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	9,2	13,18	0,420192066	0,601970808
E	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	12,1	13,18	0,552643913	0,601970808
F	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	15	13,18	0,68509576	0,601970808
G	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	0	9,54	0	0,435720903
H	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	2,9	9,54	0,132451847	0,435720903
I	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	5,8	9,54	0,264903694	0,435720903
J	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	9,2	9,54	0,420192066	0,435720903
K	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	12,1	9,54	0,552643913	0,435720903
L	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	15	9,54	0,68509576	0,435720903
M	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	0	5,9	0	0,269470999
N	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	5,8	5,9	0,264903694	0,269470999
O	3,64	0,686813187	0,027436333	36,44802002	15	5,9	0,68509576	0,269470999
P	4,08	0,612745098	0,023798855	42,01882779	0	2,04	0	0,107413824
Q	4,08	0,612745098	0,023798855	42,01882779	9,2	2,04	0,484415286	0,107413824
R	4,08	0,612745098	0,023798855	42,01882779	10,65	2,04	0,560763348	0,107413824
S	4,08	0,612745098	0,023798855	42,01882779	13,55	2,04	0,713459471	0,107413824
Sumatoria				714,7956115			6,819212117	

Fuente: elaboración propia.

2.14.4. Excentricidad

$$\text{Excentricidad directa} = e_{xdx}$$

$$e_{xdx} = |C_{my} - C_{Ry}|$$

$$\text{Excentricidad real} = e_{xrealx}$$

$$e_{xrealx} = e_{xdi} + 0,005 * L_y$$

$$e_{xdx} = |0,4 \text{ m} - 0,8 \text{ m}|$$

$$e_{xdx} = 0,4 \text{ m}$$

$$e_{xrealx} = 0,4 \text{ m} + 0,005 * 15 \text{ m}$$

$$e_{xrealx} = 0,5 m$$

Tabla XVIII. **Excentricidad, primer nivel eje X**

Excentricidad , EJE X, PRIMER NIVEL				
Muro	Cmy	CRy	exd	exy
1	0,3126797	0,5906078	0,2779281	0,3529281
2	0,3126797	0,5906078	0,2779281	0,3529281
3	0,36658999	0,80108075	0,43449076	0,50949076
4	0,3126797	0,5906078	0,2779281	0,3529281
5	0,3126797	0,5906078	0,2779281	0,3529281
6	0,23680276	0,44728697	0,21048421	0,28548421
7	0,23680276	0,44728697	0,21048421	0,28548421
8	0,23680276	0,44728697	0,21048421	0,28548421
9	0,23680276	0,44728697	0,21048421	0,28548421
10	0,16092582	0,30396615	0,14304033	0,21804033
11	0,16092582	0,30396615	0,14304033	0,21804033
12	0,18867165	0,41228956	0,22361791	0,29861791
13	0,16092582	0,30396615	0,14304033	0,21804033
14	0,16092582	0,30396615	0,14304033	0,21804033
15	0,17009776	0,51265657	0,34255882	0,41755882
16	0,08504888	0,16064532	0,07559644	0,15059644
17	0,08504888	0,16064532	0,07559644	0,15059644
18	0	0	0	0,075
19	0	0	0	0,075
20	0	0	0	0,075

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Excentricidad, primer nivel, eje Y**

Excentricidad , EJE Y, PRIMER NIVEL				
Muro	Cmx	CRx	Exd	exx
A	0	0	0	0,075
B	0,075876941	0,134061484	0,058184544	0,133184544
C	0,151753882	0,268122969	0,116369087	0,191369087
D	0,240713053	0,425298503	0,184585449	0,259585449
E	0,316589994	0,559359987	0,242769993	0,317769993
F	0,392466935	0,693421472	0,300954537	0,375954537
G	0	0	0	0,075
H	0,075876941	0,134061484	0,058184544	0,133184544
I	0,151753882	0,268122969	0,116369087	0,191369087
J	0,240713053	0,425298503	0,184585449	0,259585449
K	0,316589994	0,559359987	0,242769993	0,317769993
L	0,392466935	0,693421472	0,300954537	0,375954537
M	0	0	0	0,075
N	0,151753882	0,268122969	0,116369087	0,191369087
O	0,392466935	0,693421472	0,300954537	0,375954537
P	0	0	0	0,075
Q	0,269810236	0,517479159	0,247668923	0,322668923
R	0,312334675	0,599038374	0,286703699	0,361703699
S	0,397383554	0,762156804	0,36477325	0,43977325
			3,122196715	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Excentricidad, segundo nivel, eje X**

Excentricidad , EJE X, SEGUNDO LUGAR				
Muro	Cmy	CRy	exd	exy
1	0,312679701	0,678213124	0,365533423	0,440533423
2	0,312679701	0,678213124	0,365533423	0,440533423
3	0,366589994	0,840624273	0,474034279	0,549034279
4	0,312679701	0,678213124	0,365533423	0,440533423
5	0,312679701	0,678213124	0,365533423	0,440533423
6	0,23680276	0,513633406	0,276830646	0,351830646
7	0,23680276	0,513633406	0,276830646	0,351830646
8	0,23680276	0,513633406	0,276830646	0,351830646
9	0,23680276	0,513633406	0,276830646	0,351830646
10	0,160925819	0,349053688	0,188127869	0,263127869
11	0,160925819	0,349053688	0,188127869	0,263127869
12	0,18867165	0,432641293	0,243969642	0,318969642
13	0,160925819	0,349053688	0,188127869	0,263127869
14	0,160925819	0,349053688	0,188127869	0,263127869
15	0,170097757	0,433497477	0,263399719	0,338399719
16	0,085048879	0,18447397	0,099425091	0,174425091
17	0,085048879	0,18447397	0,099425091	0,174425091
18	0	0	0	0,075
19	0	0	0	0,075
20	0	0	0	0,075

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Excentricidad, segundo nivel, eje Y**

Excentricidad , EJE Y, SEGUNDO NIVEL				
Muro	Cmx	CRx	Exd	exx
A	0	0	0	0,075
B	0,075876941	0,132451847	0,056574906	0,131574906
C	0,151753882	0,264903694	0,113149812	0,188149812
D	0,240713053	0,420192066	0,179479013	0,254479013
E	0,316589994	0,552643913	0,236053919	0,311053919
F	0,392466935	0,68509576	0,292628825	0,367628825
G	0	0	0	0,075
H	0,075876941	0,132451847	0,056574906	0,131574906
I	0,151753882	0,264903694	0,113149812	0,188149812
J	0,240713053	0,420192066	0,179479013	0,254479013
K	0,316589994	0,552643913	0,236053919	0,311053919
L	0,392466935	0,68509576	0,292628825	0,367628825
M	0	0	0	0,075
N	0,151753882	0,264903694	0,113149812	0,188149812
O	0,392466935	0,68509576	0,292628825	0,367628825
P	0	0	0	0,075
Q	0,269810236	0,484415286	0,214605051	0,289605051
R	0,312334675	0,560763348	0,248428673	0,323428673
S	0,397383554	0,713459471	0,316075917	0,391075917

Fuente: elaboración propia.

2.14.5. Análisis simplista

Fuerza de sismo que llega a resistir cada muro = P

$$P = P_i' \pm P_i''$$

P_i' = fuerza por efecto de traslación

P_i'' = fuerza por efecto de rotación

$$P_i' = \frac{R * P}{\sum R}$$

$$P'_i = \frac{\frac{27,87}{m} * 40\,406,68 \text{ kg}}{568,28 \text{ m}}$$

$$P'_i = 1\,981,73 \text{ kg}$$

$$P''_i = \frac{e_{\perp}}{E_i} * P$$

e_{\perp} = excentricidad perpendicular a la fuerza

$$E_i = \frac{\sum R * d_i^2}{R * d_i}$$

d_i = distancia entre el C_R de toda la estructura y el C_R de cada muro

C_R de toda la estructura

$$C_{RX} = 7,41 \text{ m}$$

$$C_{RY} = 7,00 \text{ m}$$

$$d_i = 7,41 - 0,801$$

$$d_i = 6,609 \text{ m}$$

$$E_i = \frac{1\,219,18 \text{ m}^3}{184,34 \text{ m}^2}$$

$$E_i = 155,16 \text{ m}$$

$$P''_i = \frac{0,509 \text{ m}}{155,15 \text{ m}} * 40\,403,68 \text{ kg} = 132,67 \text{ kg}$$

$$P''_i = 1\,981,51 \text{ kg}$$

$$P'_i = \frac{27,87 \text{ m} * 40\,403,68 \text{ kg}}{568,28 \text{ m}}$$

$$P'_i = 1,981.73 \text{ kg}$$

2.14.6. Momento en la base

$$M_{\text{base}} = \sum P_i * h_i$$

$$M_{\text{base}} = 40,403.68 \text{ kg} * (2.50 \text{ m})$$

$$M_{\text{base}} = 101,009.19 \text{ kg} - \text{m}$$

2.14.7. Momento flexionante

$$M' = \frac{R}{\sum R} * M_{\text{base}}$$
$$M' = \frac{27,87\text{m}}{562,43\text{m}} * 101\,009,19 \text{ kg} - \text{m}$$
$$M' = 4\,954,32 \text{ kg} - \text{m}$$

2.14.8. Momento torsionante

$$M'' = P_i * h_{\text{muro}}$$
$$M'' = 1,981,73 \text{ kg} * 2,5 \text{ m}$$
$$M'' = 5\,285,99 \text{ kg} - \text{m}$$

2.14.9. Momento actuante

$$M_{\text{act}} = M' + M''$$
$$M_{\text{act}} = 4\,954,32 \text{ kg} - \text{m} + 5\,285,99 \text{ kg} - \text{m}$$
$$M_{\text{act}} = 10\,240,31 \text{ kg} - \text{m}$$

2.14.10. Resultados parciales para el análisis simplista

A continuación en las tablas de la XXII a la XXV, se presentan los resultados de los análisis simplistas.

Tabla XXII. Resultados del análisis simplista, primer nivel, eje X

PRIMER NIVEL																			
Muro	R	CR	P1(g)	Excentricidad di	r*H2	r*H1	Ei	pi (g)	P1	P2	P (critica)	M'(kg-m)	M''(kg-m)	M'(kg-m)	M''(kg-m)	M'(ton-m)	M''(ton-m)		
1	20.497256	0.890078	1.461,05.49822	0.3529281	6,824534	956,9816013	140,2344739	203,9660773	69,915915	1530,9665737	1,391,1433970	OK	3652,6374555	3827,4166944	7480,0538898	7,4805539			
2	20.497256	0.890078	1.461,05.49822	0.3529281	6,824534	956,9816013	140,2344739	203,9660773	69,915915	1530,9665737	1,391,1433970	OK	3652,6374555	3827,4166944	7480,0538898	7,4805539			
3	27.972636	0.801808	1.981,763348	0.5094908	6,6138804	1219,3848530	184,3428745	155,1623670	132,6694150	2114,3857497	1849,0589198	OK	4954,3138369	5785,989743	10120,3052112	10,2483652			
4	20.497256	0.890078	1.461,05.49822	0.3529281	6,824534	956,9816013	140,2344739	203,9660773	69,915915	1530,9665737	1,391,1433970	OK	3652,6374555	3827,4166944	7480,0538898	7,4805539			
5	20.497256	0.890078	1.461,05.49822	0.3529281	6,824534	956,9816013	140,2344739	203,9660773	69,915915	1530,9665737	1,391,1433970	OK	3652,6374555	3827,4166944	7480,0538898	7,4805539			
6	20.497256	0.447287	1.461,05.49822	0.2854842	6,9674742	997,607531	145,1798394	199,7704985	57,7993168	1538,7942990	1403,3156654	OK	3652,6374555	3796,9857474	7449,6230229	7,4496232			
7	20.497256	0.447287	1.461,05.49822	0.2854842	6,9674742	997,607531	145,1798394	199,7704985	57,7993168	1538,7942990	1403,3156654	OK	3652,6374555	3796,9857474	7449,6230229	7,4496232			
8	20.497256	0.447287	1.461,05.49822	0.2854842	6,9674742	997,607531	145,1798394	199,7704985	57,7993168	1538,7942990	1403,3156654	OK	3652,6374555	3796,9857474	7449,6230229	7,4496232			
9	20.497256	0.447287	1.461,05.49822	0.2854842	6,9674742	997,607531	145,1798394	199,7704985	57,7993168	1538,7942990	1403,3156654	OK	3652,6374555	3796,9857474	7449,6230229	7,4496232			
10	20.497256	0.3038661	1.461,05.49822	0.2809403	7,1107950	1093,064230	146,1248870	195,7404468	45,0058689	1506,008521	1416,0491123	OK	3652,6374555	3765,523303	7417,7899398	7,4177899			
11	20.497256	0.3038661	1.461,05.49822	0.2809403	7,1107950	1093,064230	146,1248870	195,7404468	45,0058689	1506,008521	1416,0491123	OK	3652,6374555	3765,523303	7417,7899398	7,4177899			
12	27.972636	0.412896	1.981,763348	0.2866179	7,0047616	1366,739079	195,1796372	146,5474429	82,330741	2064,0564089	1899,9626016	OK	4954,3138369	5160,1410221	10114,4588392	10,1144569			
13	20.497256	0.3038661	1.461,05.49822	0.2809403	7,1107950	1093,064230	146,1248870	195,7404468	45,0058689	1506,008521	1416,0491123	OK	3652,6374555	3765,523303	7417,7899398	7,4177899			
14	20.497256	0.3038661	1.461,05.49822	0.2809403	7,1107950	1093,064230	146,1248870	195,7404468	45,0058689	1506,008521	1416,0491123	OK	3652,6374555	3765,523303	7417,7899398	7,4177899			
15	65.5788528	0.5126566	4.663,5663852	0.4075388	6,9207046	3124,1188920	453,6279331	63,196744	266,9757533	4939,549385	4395,5946320	FALSO	11656,4154631	12323,8548463	23390,2708994	23,9802703			
16	20.497256	0.606453	1.461,05.49822	0.193964	7,54159	1081,371709	149,0708007	193,8766978	37,112320	1492,166232	1429,3437312	OK	3652,6374555	3731,9159380	7384,5530385	7,3845530			
17	20.497256	0.606453	1.461,05.49822	0.193964	7,54159	1081,371709	149,0708007	193,8766978	37,112320	1492,166232	1429,3437312	OK	3652,6374555	3731,9159380	7384,5530385	7,3845530			
18	118.588661	0.000000	8.400,779371	0.075000	7,4147612	6496,1106519	876,039040	31,6479973	92,8165916	8493,9957788	8307,9629355	FALSO	21001,949678	21233,894469	42135,9374147	42,239374			
19	20.497256	0.000000	1.461,05.49822	0.075000	7,4147612	1129,7968611	152,3718079	187,795721	16,425873	1477,975945	1444,9124149	OK	3652,6374555	3692,998738	7345,6132391	7,3456133			
20	20.497256	0.000000	1.461,05.49822	0.075000	7,4147612	1129,7968611	152,3718079	187,795721	16,425873	1477,975945	1444,9124149	OK	3652,6374555	3692,998738	7345,6132391	7,3456133			
Sumatoria	568,273759		40403,677571			28463,076730					391042,551735								

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Resultados del análisis simplista, primer nivel, eje Y

PRIMER NIVEL																	
Muro	Rigidez	CR	CR	Pi (kg)	e	di	r ² t/2	r ² di	Ei	pi'' (kg)	P1	P2	P (critica)	M (kg-m)	M' (kg-m)	Mact (kg-m)	Mact (ton-m)
A	26,2703823	0,000000	2,033,8009416	0,075000	7,0007476	1,287,5237652	183,9123259	124,8607117	24,2692500	2,058,0659117	2,009,5300916	P1	P1	5,084,5008541	5,145,739792	10,229,6748333	10,2296748
B	26,2703823	0,1340615	2,033,8009416	0,1331845	6,8666661	1,238,6847330	180,3904694	127,2994250	42,2718929	2,076,0700000	1,991,5300000	P1	P1	5,084,5008541	5,190,1750000	10,274,6758541	10,2746759
C	26,2703823	0,2681230	2,033,8009416	0,1913691	6,7326246	1,190,7900487	176,8686230	129,832789	59,5534410	2,093,3500000	1,974,2500000	P1	P1	5,084,5008541	5,233,3750000	10,317,8758541	10,3178759
D	26,2703823	0,4252865	2,033,8009416	0,2595854	6,5754491	1,155,8401957	172,7395616	132,996732	78,892638	2,112,7000000	1,954,9000000	P1	P1	5,084,5008541	5,281,7500000	10,366,2508541	10,3662509
E	26,2703823	0,5593600	2,033,8009416	0,3177700	6,4413876	1,089,9968956	169,2177152	135,703498	94,612958	2,128,4100000	1,959,1900000	P1	P1	5,084,5008541	5,321,0250000	10,405,5258541	10,4055259
F	26,2703823	0,6934215	2,033,8009416	0,3759545	6,3073261	1,045,0978833	165,6958687	138,5877803	109,652330	2,143,4100000	1,924,2000000	P1	P1	5,084,5008541	5,358,5250000	10,443,0258541	10,4430259
G	26,2703823	0,000000	2,033,8009416	0,075000	7,0007476	1,287,5237652	183,9123259	0,000000	0,000000	2,033,8000000	2,033,8000000	P1	P1	5,084,5008541	5,084,5000000	10,169,0008541	10,1690009
H	26,2703823	0,1340615	2,033,8009416	0,1331845	6,8666661	1,238,6847330	180,3904694	127,2994250	42,2718929	2,076,0700000	1,991,5300000	P1	P1	5,084,5008541	5,190,1750000	10,274,6758541	10,2746759
I	26,2703823	0,2681230	2,033,8009416	0,1913691	6,7326246	1,190,7900487	176,8686230	129,832789	59,5534410	2,093,3500000	1,974,2500000	P1	P1	5,084,5008541	5,233,3750000	10,317,8758541	10,3178759
J	26,2703823	0,4252865	2,033,8009416	0,2595854	6,5754491	1,155,8401957	172,7395616	132,996732	78,892638	2,112,7000000	1,954,9000000	P1	P1	5,084,5008541	5,281,7500000	10,366,2508541	10,3662509
K	26,2703823	0,5593600	2,033,8009416	0,3177700	6,4413876	1,089,9968956	169,2177152	135,703498	94,612958	2,128,4100000	1,959,1900000	P1	P1	5,084,5008541	5,321,0250000	10,405,5258541	10,4055259
L	26,2703823	0,6934215	2,033,8009416	0,3759545	6,3073261	1,045,0978833	165,6958687	138,5877803	109,652330	2,143,4100000	1,924,2000000	P1	P1	5,084,5008541	5,358,5250000	10,443,0258541	10,4430259
M	26,2703823	0,000000	2,033,8009416	0,075000	7,0007476	1,287,5237652	183,9123259	0,000000	0,000000	2,033,8000000	2,033,8000000	P1	P1	5,084,5008541	5,084,5000000	10,169,0008541	10,1690009
N	26,2703823	0,1340615	2,033,8009416	0,1331845	6,8666661	1,238,6847330	180,3904694	127,2994250	42,2718929	2,076,0700000	1,991,5300000	P1	P1	5,084,5008541	5,190,1750000	10,274,6758541	10,2746759
O	26,2703823	0,2681230	2,033,8009416	0,1913691	6,7326246	1,190,7900487	176,8686230	129,832789	59,5534410	2,093,3500000	1,974,2500000	P1	P1	5,084,5008541	5,233,3750000	10,317,8758541	10,3178759
P	31,9643150	0,000000	2,474,6132029	0,075000	7,0007476	1,566,5860088	223,7741020	0,000000	0,000000	2,474,6100000	2,474,6100000	P1	P1	6,186,5330072	6,186,5330072	12,373,0580072	12,3730580
Q	31,9643150	0,5174792	2,474,6132029	0,3726689	6,4832684	1,343,5486946	207,2323251	110,8095554	117,6524094	2,592,7700000	2,356,9600000	P1	P1	6,186,5330072	6,480,6750000	12,667,2080072	12,6672080
R	31,9643150	0,590384	2,474,6132029	0,3617037	6,4017092	1,309,9577362	204,6262307	112,2212941	130,282624	2,604,8400000	2,344,3900000	P1	P1	6,186,5330072	6,512,1000000	12,698,6330072	12,6986330
S	31,9643150	0,7621568	2,474,6132029	0,4397733	6,2385908	1,144,0516269	199,4122818	115,1555582	154,2996681	2,628,9100000	2,320,3100000	P1	P1	6,186,5330072	6,572,2750000	12,758,8080072	12,7588080
Sumatoria	521,8900000	7,6276408				22,363,426487											

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV.

Resultados del análisis simplista, segundo nivel, eje X

SEGUNDO NIVEL																
Muro	R	CR	P ¹ (kg)	Excentricidad di	n ¹ q12	n ¹ qi	E	p ¹ (kg)	P1 (kg)	P2 (kg)	P (critica)	M ¹ (kg-m)	Mact (kg-m)	Mact (ton-m)		
1,000000	32,7894764	0,6782131	1,465,564628	0,4405334	7,5610987	1,874,5813844	247,9244685	202,4687824	78,7416207	1,544,3063135	1,386,8230721	P1	12,272,2741900	3,860,7657837	16,133,0399737	16,133,04000
2,000000	32,7894764	0,6782131	1,465,564628	0,4405334	7,5610987	1,874,5813844	247,9244685	202,4687824	78,7416207	1,544,3063135	1,386,8230721	P1	12,272,2741900	3,860,7657837	16,133,0399737	16,133,04000
3,000000	40,6415458	0,8406243	1,816,5222854	0,5490343	7,3988876	2,224,7417076	300,6941004	166,9287357	119,028821	1,935,5451676	1,697,4940331	P1	15,211,1057733	4,838,8629190	20,049,9686923	20,049,96867
4,000000	32,7894764	0,6782131	1,465,564628	0,4405334	7,5610987	1,874,5813844	247,9244685	202,4687824	78,7416207	1,544,3063135	1,386,8230721	P1	12,272,2741900	3,860,7657837	16,133,0399737	16,133,04000
5,000000	32,7894764	0,6782131	1,465,564628	0,4405334	7,5610987	1,874,5813844	247,9244685	202,4687824	78,7416207	1,544,3063135	1,386,8230721	P1	12,272,2741900	3,860,7657837	16,133,0399737	16,133,04000
6,000000	32,7894764	0,5136334	1,465,564628	0,3518306	7,7256785	1,957,0762143	253,3209513	198,1458137	64,2558833	1,529,8202761	1,401,3091094	P1	12,272,2741900	3,824,5506902	16,096,8248802	16,096,82489
7,000000	32,7894764	0,5136334	1,465,564628	0,3518306	7,7256785	1,957,0762143	253,3209513	198,1458137	64,2558833	1,529,8202761	1,401,3091094	P1	12,272,2741900	3,824,5506902	16,096,8248802	16,096,82489
8,000000	32,7894764	0,5136334	1,465,564628	0,3518306	7,7256785	1,957,0762143	253,3209513	198,1458137	64,2558833	1,529,8202761	1,401,3091094	P1	12,272,2741900	3,824,5506902	16,096,8248802	16,096,82489
9,000000	32,7894764	0,5136334	1,465,564628	0,3518306	7,7256785	1,957,0762143	253,3209513	198,1458137	64,2558833	1,529,8202761	1,401,3091094	P1	12,272,2741900	3,824,5506902	16,096,8248802	16,096,82489
10,000000	32,7894764	0,3490537	1,465,564628	0,2631279	7,8902582	2,041,3473475	258,7174940	194,0127700	49,0793314	1,514,6440242	1,416,4836144	P1	12,272,2741900	3,786,6100604	16,058,8842504	16,058,88443
11,000000	32,7894764	0,3490537	1,465,564628	0,2631279	7,8902582	2,041,3473475	258,7174940	194,0127700	49,0793314	1,514,6440242	1,416,4836144	P1	12,272,2741900	3,786,6100604	16,058,8842504	16,058,88443
12,000000	40,6415458	0,4326413	1,816,5222854	0,3189696	7,8066706	2,476,8626482	317,2751594	158,2049036	72,9611242	1,889,4834096	1,743,5611613	P1	15,211,1057733	4,723,7085240	19,934,8142973	19,934,81443
13,000000	32,7894764	0,3490537	1,465,564628	0,2631279	7,8902582	2,041,3473475	258,7174940	194,0127700	49,0793314	1,514,6440242	1,416,4836144	P1	12,272,2741900	3,786,6100604	16,058,8842504	16,058,88443
14,000000	32,7894764	0,3490537	1,465,564628	0,2631279	7,8902582	2,041,3473475	258,7174940	194,0127700	49,0793314	1,514,6440242	1,416,4836144	P1	12,272,2741900	3,786,6100604	16,058,8842504	16,058,88443
15,000000	77,0523629	0,4334975	3,443,9471142	0,3383997	7,8058144	4,694,8573503	601,4564428	83,4548979	146,7372143	3,590,6843285	3,297,2088999	P1	28,838,7564805	8,976,7108211	37,815,4673016	37,815,46773
16,000000	32,7894764	0,1844740	1,465,564628	0,1744251	8,0548379	2,127,3947839	264,1139168	190,0486223	33,2128649	1,498,775577	1,432,3518278	P1	12,272,2741900	3,746,9438942	16,019,2180842	16,019,21811
17,000000	32,7894764	0,1844740	1,465,564628	0,1744251	8,0548379	2,127,3947839	264,1139168	190,0486223	33,2128649	1,498,775577	1,432,3518278	P1	12,272,2741900	3,746,9438942	16,019,2180842	16,019,21811
18,000000	126,6722477	0,0000000	5,661,7669487	0,0750000	8,2393119	8,599,3052160	1,043,6921523	48,0931910	56,4338625	5,718,2008112	5,605,3308662	P1	47,410,2281103	14,295,5020280	67,705,7301883	67,705,73011
19,000000	32,7894764	0,0000000	1,465,564628	0,0750000	8,2393119	2,225,9549164	270,1627217	185,7935310	14,6086680	1,480,1727607	1,450,9566248	P1	12,272,2741900	3,700,4319018	15,972,7066919	15,972,70611
20,000000	32,7894764	0,0000000	1,465,564628	0,0750000	8,2393119	2,225,9549164	270,1627217	185,7935310	14,6086680	1,480,1727607	1,450,9566248	P1	12,272,2741900	3,700,4319018	15,972,7066919	15,972,70611
Sumatoria	809,6393247					50,194,4860178					34,928,6906274					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Resultados del análisis simplista, segundo nivel, eje Y

SEGUNDO NIVEL															
Muro	Rigidez	CR	Pi' (kg)	Ecentricidad d	ri' d12	ri' d1	Ei	Pi' (kg)	P1	P2	P (critica)	M' (kg-m)	Mect (kg-m)	Mact (ton-m)	
A	36,9786979	0,000000	1,845,245622	0,075000	6,8192121	1,719,5706107	252,1655847	126,5906363	21,4398522	1,866,685444	1,823,8057101	P1	15,451,6273485	4,666,7135360	20,118,3408945
B	36,9786979	0,1324518	1,845,245622	0,1315749	6,8682958	1,744,4141107	253,986339	125,6859679	37,8833504	1,883,1300000	1,807,3600000	P1	15,451,6273485	4,707,8250000	20,159,4523485
C	36,9786979	0,2649037	1,845,245622	0,1881498	6,758439	1,677,7824381	249,0827371	128,1574235	53,1278651	1,898,3700000	1,793,1200000	P1	15,451,6273485	4,745,9250000	20,197,5523485
D	36,9786979	0,4201921	1,845,245622	0,2544790	6,5805555	1,601,3148545	243,3403752	131,1816906	70,2006048	1,915,4500000	1,775,0400000	P1	15,451,6273485	4,788,6250000	20,240,2523485
E	36,9786979	0,5526439	1,845,245622	0,3110539	6,4481037	1,537,5018258	238,4424784	133,8763211	84,0802537	1,929,3300000	1,761,1700000	P1	15,451,6273485	4,823,3250000	20,274,9523485
F	36,9786979	0,6850958	1,845,245622	0,3676288	6,3156518	1,474,9662680	233,5445816	136,6839752	97,3316444	1,942,5800000	1,747,9100000	P1	15,451,6273485	4,856,4500000	20,308,0773485
G	36,9786979	0,8200000	1,845,245622	0,4135749	6,1881498	1,412,342542	228,8785307	123,3803307	22,0106064	1,867,2600000	1,823,2300000	P1	15,451,6273485	4,668,1500000	20,219,7773485
H	36,9786979	0,1324518	1,845,245622	0,1315749	6,8682958	1,744,4141107	253,986339	125,6859679	37,8833504	1,883,1300000	1,807,3600000	P1	15,451,6273485	4,707,8250000	20,159,4523485
I	36,9786979	0,2649037	1,845,245622	0,1881498	6,758439	1,677,7824381	249,0827371	128,1574235	53,1278651	1,898,3700000	1,793,1200000	P1	15,451,6273485	4,745,9250000	20,197,5523485
J	36,9786979	0,4201921	1,845,245622	0,2544790	6,5805555	1,601,3148545	243,3403752	131,1816906	70,2006048	1,915,4500000	1,775,0400000	P1	15,451,6273485	4,788,6250000	20,240,2523485
K	36,9786979	0,5526439	1,845,245622	0,3110539	6,4481037	1,537,5018258	238,4424784	133,8763211	84,0802537	1,929,3300000	1,761,1700000	P1	15,451,6273485	4,823,3250000	20,274,9523485
L	36,9786979	0,6850958	1,845,245622	0,3676288	6,3156518	1,474,9662680	233,5445816	136,6839752	97,3316444	1,942,5800000	1,747,9100000	P1	15,451,6273485	4,856,4500000	20,308,0773485
M	36,9786979	0,8200000	1,845,245622	0,4135749	6,1881498	1,412,342542	228,8785307	123,3803307	22,0106064	1,867,2600000	1,823,2300000	P1	15,451,6273485	4,668,1500000	20,219,7773485
N	36,9786979	0,2649037	1,845,245622	0,1881498	6,758439	1,677,7824381	249,0827371	128,1574235	53,1278651	1,898,3700000	1,793,1200000	P1	15,451,6273485	4,745,9250000	20,197,5523485
O	36,9786979	0,6850958	1,845,245622	0,3676288	6,3156518	1,474,9662680	233,5445816	136,6839752	97,3316444	1,942,5800000	1,747,9100000	P1	15,451,6273485	4,856,4500000	20,308,0773485
P	42,6306158	0,000000	2,127,277511	0,2896551	7,0007476	2,089,3463909	298,4461815	106,9599941	25,3747633	2,152,6500000	2,101,9000000	P1	17,813,2932376	5,381,6250000	23,194,9182376
Q	42,6306158	0,484453	2,127,277511	0,2896551	6,5163323	1,810,206228	277,7952396	114,912546	94,2022749	2,218,4800000	2,036,0800000	P1	17,813,2932376	5,546,2000000	23,359,4932376
R	42,6306158	0,5607633	2,127,277511	0,3234287	6,4999843	1,788,0364641	274,5404947	116,2735681	100,6606289	2,227,9400000	2,026,6200000	P1	17,813,2932376	5,569,8500000	23,383,1432376
S	42,6306158	0,7134595	2,127,277511	0,3910759	6,2872881	1,685,1879058	268,030949	119,0974402	118,828375	2,246,1100000	2,008,4500000	P1	17,813,2932376	5,615,2750000	23,428,5682376
Sumatoria	725,2029315	6,8192121			31,321,801808										

Fuente: elaboración propia.

2.14.11. Esfuerzos admisibles

Para obtener un diseño de edificaciones óptimo se debe de realizar una comparación entre los esfuerzos que se generaran en la edificación con los admisibles del material que se está utilizando, a continuación, se presentaran los esfuerzos admisibles.

2.14.11.1. Esfuerzo axial permisibles

Según AGIES, el esfuerzo axial en los muros de mampostería con refuerzo interno en Kg/cm² no deberá exceder el siguiente valor:

$$f_a = 0,20 f'm \left(1 - \left(\frac{h}{40t}\right)^3\right)$$

Donde:

$f'm$ = resistencia a compresión de la mampostería. (70kg/cm²)

H = altura del muro

T = espesor de la mampostería

$$f_a = 0,20 * 70 * \left(1 - \left(\frac{250}{40 * 19}\right)^3\right) = 13,50 \text{ kg/cm}^2$$

2.14.11.2. Esfuerzo de compresión por flexión

El valor del esfuerzo a compresión no debe de exceder el siguiente valor, dado en kg/cm²:

$$F_b = 0,33 * f'm$$

$$F_b = 0,33 * 70 = 23,1 \text{ kg/cm}^2$$

2.14.11.3. Esfuerzo de corte

El esfuerzo cortante en los muros, que se produce por fuerzas laterales, no debe de exceder el valor de, dado en kg/cm²:

$$F_v = 0,30 * \sqrt{f'm}$$

$$F_v = 0,30 * \sqrt{70} = 2,51 \text{ kg/cm}^2$$

2.15. Módulo de gradas

- Garantizar los siguientes parámetros:

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

$$H > C$$

$$2 * C + H \leq 64 \text{ cm}$$

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

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

$$C = \text{contrahuella}$$

$$H = \text{huella}$$

- Procedimiento para diseño:

$$\text{Número de escalones mínimo } \frac{h}{c}$$

$$\text{Se propone } H = 29 \text{ cm}$$

Chequeo:

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

$$C = 17 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$29 > 17$$

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

$$28 + 17 = 46 \text{ cm}$$

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

$$C * H = 493 \text{ cm}^2$$

- Procedimiento para diseñar escalones mínimos:

$$\frac{h}{c} = \frac{2,50}{0,17} = 15 \text{ contrahuellas}$$

$$\# \text{ huellas} = \# C - 1$$

$$\# \text{ huellas} = 15 - 1 = 14 \text{ huellas}$$

Se colocará descanso a siete escalones el cual se hará uniforme con el espesor de losa del nivel uno.

Longitud inclinada de la losa:

$$D = \sqrt{2,50^2 + 1,50^2}$$

$$D = 2,92 \text{ m}$$

$$t = L/24$$

$$t = \frac{2,92}{24}$$

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

- Integración de cargas:

P_p = peso propio de la escalera

$$P_p = \gamma_c * \left(t + \frac{c}{2} \right)$$

$$P_p = 2\,400 * \left(0,12 + \frac{0,17}{2} \right)$$

$$P_p = 492 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$C_M = 492 + 50$$

$$C_M = 542 \text{ kg/m}^2$$

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

- Carga última:

$$C_u = 1,2 * C_M + 1,6 * C_V$$

$$C_u = 1,2 * 542 + 1,6 * 500$$

$$C_u = 1\,450,4 \text{ kg/m}^2$$

- Distribución de carga y momentos:

$$C * \# \text{escalones} = 0,17 \text{ m} * 7$$

$$C * \# \text{escalones} = 1,19 \text{ m}$$

- Cálculo de momentos:

$$M(+)= \frac{C_u * L^2}{9}$$

$$M(+)= \frac{1\,450,4 * 3,85^2}{9}$$

$$M(+)= 2\,388,73 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-) = \frac{Cu * L^2}{14}$$

$$M(-) = \frac{1\,450,4 * 3,85^2}{14}$$

$$M(-) = 1\,535,61 \text{ kg} - \text{m}$$

- Límites para el acero:

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

$$d = 9,5 \text{ cm}$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$A_{s\min} = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 9,5$$

$$A_{s\min} = 4,77 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s\max} = 0,50 * 0,05 * 100 * 9,5$$

$$A_{s\max} = 23,75 \text{ cm}^2$$

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

Acero requerido utilizando en momento positivo

$$A_{s\text{req}} = 10,65 \text{ cm}^2$$

Acero requerido utilizando en momento negativo

$$A_{s\text{req}} = 6,67 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el acero requerido calculado con el momento positivo ya que este está dentro del rango entre el acero mínimo y el máximo.

2.16. Diseño de cimentación

El cimiento es un elemento esencial en una estructura ya que permitirá transmitir toda la carga ejercida por la estructura al suelo, y este soportarlo de una manera eficiente.

Para el cimiento se determinaron sus dimensiones según el cuadro 6-E1, ancho de cimiento corrido según el levantado de block.

Para el block de doble tabique tipo B, espesor de pared de 19 cm, lecho completo se propone un cimiento corrido CC4, según cuadro 6-F1, dimensiones y refuerzos de cimientos corridos. Las especificaciones del cimiento son:

$$\text{Base} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Espesor} = 0,20 \text{ m}$$

Para verificar que las dimensiones del cimiento sean las óptimas para la edificación se determinara la capacidad soporte del suelo actuante, que deberá de ser menor a la admisible tanto del suelo, que se calculó con los datos del análisis del suelo, como la admisible que propone AGIES.

$$W_1 = \text{Peso del nivel 1}$$

$$W_1 = 311\,182,05 \text{ kg}$$

$$W_1 = \text{Peso del nivel 1}$$

$$W_1 = 139\,356,02 \text{ kg}$$

$$W_u = \text{Peso por unidad de longitud}$$

$$W_u = \frac{W_t}{L_t}$$

W_t = Peso total de la estructura

L_t = Longitud total de muros del primer nivel

$$W_{u1} = \frac{W_t}{L_t}$$

$$W_{u1} = \frac{450\,538,07 \text{ kg}}{138,12 \text{ m}}$$

$$W_{u1} = 3\,261,93 \text{ kg/m}$$

Al determinar el peso por longitud de unidad se determinará el factor de carga última para determinar el peso total con el cual se trabajará.

FCU = Factor de carga última

$$FCU = \frac{C_u}{C_M + C_V}$$

$$FCU = \frac{1\,450,15 \text{ kg/m}}{550 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 475,13 \text{ kg/m}}$$

$$FCU = 1,41$$

$$W_u = \frac{W_{u1}}{FCU}$$

$$W_u = \frac{3\,261,93 \text{ kg/m}}{1,41}$$

$$W_u = 2\,313,43 \text{ kg}$$

- Presión actuante

$$Q_{act} = \frac{P_t}{A}$$

Q_{act} = Capacidad actuante

P_t = Peso total

A = Área de cimiento

$$P_t = W_u + W_s + W_c$$

W_s = Carga del suelo

$$W_s = \gamma_s * b * h * l$$

$$W_s = 1\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,60 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 1 \text{ m}$$

$$W_s = 672 \text{ kg}$$

W_c = carga del cimiento

$$W_c = \gamma_c * b * t * l$$

$$W_c = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,60 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 1 \text{ m}$$

$$W_c = 288 \text{ kg}$$

$$P_t = 2\,313,43 \text{ kg} + 672 \text{ kg} + 288 \text{ kg}$$

$$P_t = 3\,273,43 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{act}} = \frac{3\,273,43 \text{ kg}}{0,60 \text{ m} * 1 \text{ m}}$$

$$Q_{\text{act}} = 5\,455,72 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 5,45 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{\text{adm AGIES}} = \text{No menor a } 10 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_{\text{adm Suelo}} = 69,29 \text{ Ton/m}^2$$

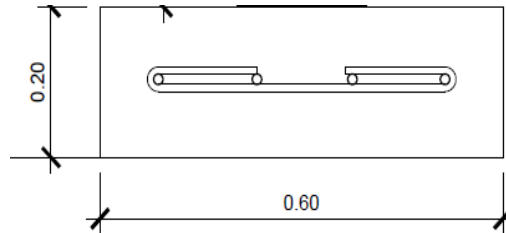
$$Q_{\text{adm AGIES}} > Q_{\text{act}}$$

$$10 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 5,45 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \text{ CHEQUEA}$$

$$Q_{\text{adm Suelo}} > Q_{\text{act}}$$

$$37,78 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 5,45 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \text{ CHEQUEA}$$

Figura 11. **Cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.17. Instalaciones

Las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias son indispensables para cualquier edificación.

2.17.1. Instalaciones eléctricas

- Las instalaciones eléctricas: están divididas en dos secciones, instalación de fuerza e iluminación, para el diseño de los sistemas de redes de fuerza es necesario tener las siguientes consideraciones:
 - La acometida eléctrica se diseñará e instalará de acuerdo con las normas establecidas por la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA).
 - La distribución de la línea de conducción deberá tener curvas mínimas si es posible nulas.
 - Cada cable según su función (línea viva, línea neutra y a tierra) deberá tener su color respectivo para representarlo.
- Instalación de iluminación

Para elaborar la instalación de iluminación se debe de considerar la cantidad de ella que es necesaria para que el persona que esta dentro de la edificación pueda tener un ambiente apto para desempeñar su trabajo de una forma eficiente, para ello se tomo en cuenta la siguiente información:

Tabla XXVI. **Nivel de iluminación según el ambiente**

Ambientes	Niveles de iluminación (luxes)
Mercados, salones y auditorios	300
Bodegas, laboratorios, bibliotecas, salas de lecturas, oficinas y pinturas	500

Fuente: Comisión Internacional de Iluminación, Informe núm. 29 p. 102

Para determinar la iluminación por niveles se muestra a continuación:

- **Prime nivel**
 - 12 lamparas led de 36 watts de 4 tubos, por lo cual se obtendrá 1 728 watts.
 - 2 bombillos de 75 watts, lo cual se obtendra 150 watts.
 - 18 tomacorrientes de 15 A.
- **Segundo nivel**
 - 16 bombillos de 75 watts, lo cual se obtendra 1 200 watts.
 - 13 tomacorrientes de 15 A.

- Para el calculo del calibre de la iluminación se debera deterinar la corriente de los circuitos para cada nivel. En este caso se calculará el circuito que mayor potencia genera entre los dos niveles.

$$Iluminación = \frac{P}{V} = \frac{1\,728\,Watts}{120\,V} = 14,4\,A$$

Tomando en cuenta la longitud promedio entre cada tomacorriente es de 2,5 metros, se determina el que el calibre del conductor requerido por seguridad y para cargas nominales de 120 V con un 2% de caída de voltaje es de 14 AWG.

Ya que la corriente de iluminación mayor es de 14.4 A se colocará un flipon de 20 Amperios.

2.17.2. Instalación hidráulica

- Metodo de Hunter

Este método consiste en asignar a cada aparato sanitario, un número de unidades de gasto determinado experimentalmente.

Para el sistema de agua potable se diseña un circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito contará con: 9 lavamanos, 2 pilas , 8 sanitarios y 4 mingitorios.

11 lavamanos * 2 unidades Hunter = 22 U.H
 8 sanitarios * 5 unidades Hunter = 40 U.H
 4 mingitorios * 3 unidades Hunter = 12 U.H

Total = 74 U.H

Se utilizará el valor de 58 unidades Hunter.

Dotación de agua en un edificio oficinas 70 litros/hab/día.

Tabla XXVII. **Dotación según actividad**

Dotación de agua en un edificio	
Habitación en zonas rurales	85 litros/hab/día
Habitación tipo popular	150 litros/hab/día
Habitación interés social	200 litros/hab/día
Departamentos de lujo	250 litros/hab/día
Residencias con piscina	500 litros/hab/día
Edificios de oficina	70 litros/hab/día
Hoteles	500 litros/hab/día
Cines	2 litros/espectador/función
Fábricas	60 litros/obrero/día

Fuente: Tabla II, tesis sanitaria Usac, p. 44

Para determinar el diámetro necesario de la tubería se estima una velocidad de 1 m/s, una altura de 2,50 metros para cada uno de los niveles, tubería PVC y así obtener de la siguiente ecuación:

Donde el diametro se propone de $\frac{3}{4}$ " que se estará utilizando para dicha instalación.

2.17.3. Instalación sanitaria

Estas instalaciones tiene coofunción evacuar y transportar las heces fecales y desechos de actividades humanas. Esto se realizara enterrando una tubería que va conectada a los elementos como lavamanos, baños, pilas, entre otros y transportará los residuos hacia un drenaje.

Para determinar el diámetro de la tubería se debera cumplir con el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, el cual propone:

- No se debe de trabajar con un sistema combinado, esto quiere decir, que no se pueden mezclar las aguas negras y grises con el agua pluvial.
- La tubería que transportará los residuos del segundo nivele tendrá una pendiente de 1,50 %.
- Para cambiar direcciones se utilizarán dos codos de 45 grados, se deben de utilizar conexión como yee, tee sanitarias.
- El diámetro de los conectores no debe ser menor de 4 pulgadas, sin incluir aguas de inodoros y si se incluyen las aguas de inodoros era de 6 pulgadas.

2.18. Presupuesto

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto que se necesita para llevar a cabo la obra.

Tabla XXVIII. Presupuesto de laboratorio, edificio de 2 niveles

EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LABORATORIO					
NÚM.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	LIMPIEZA	M2	225	312,65	70 346,25
1,2	TRAZO Y ESTAQUEO	ML	60	76,50	4 590,00
2	CIMENTACIÓN				
2,1	EXCAVACIÓN	M3	72,44	291,17	21 092,35
2,2	RELLENO COMPACTADO	M3	69,82	195,44	13 645,62
2,3	CIMIENTO CORRIDO	ML	150,92	434,51	65 576,25
2,4	MURO DE CIMENTACIÓN	m2	57,35	225,26	12 918,66
2,5	SOLERA HIDROFUGA	ML	139,8	314,62	43 983,88
3	MUROS				
3,1	LEVANTADO DE BLOCK 20*20*40	M2	707,5	123,03	87 043,73
3,2	SOLERA DE ENTREPISO	ML	283	229,30	64 891,90
3,3	SOLERA DE CORONA	ML	283	236,54	66 940,82
4	GRADAS	GLOBAL	1	5 533,82	5 533,82
5	LOSAS-COLUMNAS-VIGAS				
5,1	LOSAS	M2	450	686,89	309 100,50
5,2	COLUMNAS	U	70	761,28	53 289,60
5,3	VIGAS	U	13	1 915,56	24 902,28
6	INSTALACIÓN				
6,1	HIDRÁULICA	GLOBAL	1	26 344,71	26 344,71
6,2	DRENAJE	GLOBAL	1	16 602,12	16 602,12
6,3	ILUMINACIÓN	GLOBAL	1	29 710,39	29 710,39
6,4	ELÉCTRICAS	GLOBAL	1	32 798,43	32 798,43
7	ACABADOS				
7,1	PISO	M2	450	541,17	243 526,50
7,2	REPELLO	M2	732,5	82,56	60 475,20
7,3	CERNIDO	M2	707,5	124,06	87 772,45
7,4	PINTURA	M2	707,5	17,66	12 494,45
8	PUERTAS Y VENTANAS				
8,1	V-1	U	20	700,00	14 000,00
8,2	V-2	U	8	1 500,00	12 000,00
8,3	P-1	U	2	3 000,00	6 000,00
8,4	P-2	U	8	2 800,00	22 400,00
8,5	P-3	U	15	1 041,47	15 622,05
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					1 423 601,96

Fuente: elaboración propia.

2.19. Cronograma

A continuación se presente el cronograma de trabajos para la construcción de un edificio de 2 niveles para el laboratorio de la Usac.

Tabla XXIX. **Cronograma de trabajo, edificio de 2 niveles**

Cronograma de actividades		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
Núm.	REGLÓN	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1,1	LIMPIEZA																								
1,2	TRAZO Y ESTAQUEO																								
2,1	EXCAVACIÓN																								
2,2	CIMIENTO CORRIDO																								
2,3	MURO DE CIMENTACIÓN																								
2,4	SOLERA HIDROFUGA																								
2,5	RELLENO COMPACTADO																								
3,1	LEVANTADO DE BLOCK 20*20*40																								
3,2	SOLERA DE ENTREPISO																								
3,3	SOLERA DE CORONA																								
4	GRADAS																								
5,1	LOSAS PRIMER NIVEL																								
5,2	COLUMNAS PRIMER NIVEL																								
5,3	VIGAS PRIMER NIVEL																								
5,1	LOSAS SEGUNDO NIVEL																								
5,2	COLUMNAS SEGUNDO NIVEL																								
5,3	VIGAS SEGUNDO NIVEL																								
6,1	HIDRÁULICA																								
6,2	DRENAJE																								
6,3	ILUMINACIÓN																								
6,4	ELÉCTRICAS																								
7,1	PISO																								
7,2	REPELLO																								
7,3	CERNIDO																								
7,4	PINTURA																								
8,1	V-1																								
8,2	V-2																								
8,3	P-1																								
8,4	P-2																								
8,5	P-3																								

Fuente: elaboración propia.

2.20. Evaluación preliminar de impacto ambiental

Se realiza con la aplicación del formulario correspondiente aplicable al acuerdo gubernativo 137-2016.

Tabla XXX. **Diagnóstico ambiental, actividades de bajo impacto ambiental**

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Diagnóstico Ambiental (DA), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p>	
<p>Edificio de dos niveles para laboratorio de sedimentos y oficinas para las Autoridades para el manejo sustentable de la cuenca y lago de Amatitlán</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Diseño de edificio de dos niveles para laboratorio y oficinas para AMSA</p>	
<p>1.2. Información legal:</p>	
<p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: Manuel Cano</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: NO aplica</p>	

Continuación de la tabla XXX.

<p>Nombre Comercial: NO aplica No. De Escritura Constitutiva: NO aplica Fecha de constitución: Patente de Sociedad Registro No. NO aplica Folio No. NO aplica Libro No. NO aplica Patente de Comercio Registro No._ NO aplica Folio No. NO aplica Libro No. NO aplica</p> <p>C) De la Propiedad: No. De Finca XXX Folio No. XX Libro No. XX de Guatemala donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): 780381-8</p>	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>I.3 Teléfono 66241700 Correo electrónico: controlambientalamsa2018@gmail.com</p>	
<p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <u>OBLIGATORIAMENTE</u> indicar el municipio y departamento) Kilómetro 22, ruta al pacifico, Villa nueva, Guatemala.</p>	
<p>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <u>OBLIGATORIAMENTE</u> indicar el municipio y departamento) Kilómetro 22, ruta al pacifico, Villa nueva, Guatemala.</p>	
<p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo Melanie Fraatz , secretaria, tel: 66241700</p>	
<p>II. INFORMACION GENERAL</p>	
<p>Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:</p> <p>II.1 Etapas</p>	

Continuación de la tabla XXX.

II. INFORMACION GENERAL					
<p>Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:</p> <p>II.1 Etapas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Operación</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y chapeo • Excavación para cimiento • Cimiento corrido • Relleno de cimiento • Solera hidrófuga • Levantado de muro para primer y segundo nivel • Solera de entpiso para primer y segundo nivel • Solera de corona para prier y segundo nivel • Losa de primer y segundo nivel • Columnas de primer y segundo nivel • Vigas de primer y segundo nivel • Instalaciones hidráulicas • Instalaciones de drenaje • Instalaciones eléctricas • Colocación de piso • Colocación de repello • Colocación de vernido • Pintura • Colocación de ventas y puertas </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Camiones para retiro de material sobrante. • Señalización en obstrucciones peatonales • Proceso administrativo en fase de liquidación parcial • Planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente ejecutada. • Presupuesto integrado • Cronograma de desarrollo de actividades • Estudio de seguridad y salud o, en su caso, el estudio básico de seguridad y salud, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras. </td> </tr> </tbody> </table>		Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y chapeo • Excavación para cimiento • Cimiento corrido • Relleno de cimiento • Solera hidrófuga • Levantado de muro para primer y segundo nivel • Solera de entpiso para primer y segundo nivel • Solera de corona para prier y segundo nivel • Losa de primer y segundo nivel • Columnas de primer y segundo nivel • Vigas de primer y segundo nivel • Instalaciones hidráulicas • Instalaciones de drenaje • Instalaciones eléctricas • Colocación de piso • Colocación de repello • Colocación de vernido • Pintura • Colocación de ventas y puertas 	<ul style="list-style-type: none"> • Camiones para retiro de material sobrante. • Señalización en obstrucciones peatonales • Proceso administrativo en fase de liquidación parcial • Planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente ejecutada. • Presupuesto integrado • Cronograma de desarrollo de actividades • Estudio de seguridad y salud o, en su caso, el estudio básico de seguridad y salud, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras.
Operación	Abandono				
<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y chapeo • Excavación para cimiento • Cimiento corrido • Relleno de cimiento • Solera hidrófuga • Levantado de muro para primer y segundo nivel • Solera de entpiso para primer y segundo nivel • Solera de corona para prier y segundo nivel • Losa de primer y segundo nivel • Columnas de primer y segundo nivel • Vigas de primer y segundo nivel • Instalaciones hidráulicas • Instalaciones de drenaje • Instalaciones eléctricas • Colocación de piso • Colocación de repello • Colocación de vernido • Pintura • Colocación de ventas y puertas 	<ul style="list-style-type: none"> • Camiones para retiro de material sobrante. • Señalización en obstrucciones peatonales • Proceso administrativo en fase de liquidación parcial • Planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente ejecutada. • Presupuesto integrado • Cronograma de desarrollo de actividades • Estudio de seguridad y salud o, en su caso, el estudio básico de seguridad y salud, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras. 				
<p>II.2 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: 400 metros cuadrados</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 225 metros cuadrados</p> <p>c) Área total de construcción en metros cuadrados: 450 metros cuadrados</p>					
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN				
<p>II.3 Actividades colindantes al proyecto:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">NORTE Bosque</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">SUR Oficinas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ESTE Oficinas</td> <td style="text-align: center;">OESTE Parqueo</td> </tr> </table> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.): Existe en mayor parte bosque alrededor del terreno y aproximadamente a 1 kilómetro viviendas, oficinas a 300 metros oficinas de otra división.</p>		NORTE Bosque	SUR Oficinas	ESTE Oficinas	OESTE Parqueo
NORTE Bosque	SUR Oficinas				
ESTE Oficinas	OESTE Parqueo				

Continuación de la tabla XXX.

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Bosque	NORTE	2 METROS
Viviendas	SUR	1000 METROS
Oficinas	SUR	300 METROS
Parqueo	OESTE	400 metros
<p>II.4 Dirección del viento: El viento con más frecuencia viene del sur.</p>		
<p>II.5 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e)</p> <p>Otro (X)</p> <p>Detalle la información: Por la ubicación geográfica de Villa Nueva el mayor riesgo son los sismos, ya que en gran parte han afectado esa zona.</p>		
<p>II.6 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras NO</p> <p>b) Número de empleados por jornada: 10 Personas Total empleados: 10 Personas</p>		
<p>II.7 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p>Uso de agua para la elaboración de concreto.</p>		

Continuación de la tabla XXX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	200 lts/día	La institución	Aplicación de obra civil	Uso para componentes	Cisterna
	Pozo	No	No	No	No	No	No
	Agua especial	No	No	No	No	No	No
	Superficial	No	No	No	No	No	No
Combustible	Otro	No	No	No	No	No	No
	Gasolina	No	No	No	No	No	No
	Diesel	No	No	No	No	No	No
	Bunker	No	No	No	No	No	No
	Glp	No	No	No	No	No	No
	Otro	No	No	No	No	No	No
Lubricantes	Solubles	No	No	No	No	No	No
	No solubles	No	No	No	No	No	No
Refrigerantes	No	No	No	No	No	No	No
Otros							
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							

Continuación de la tabla XXX.

III. IMPACTO AL AIRE
<p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Polvo por el levantamiento de material y a la hora de elaborar la mezcla.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Se elaborara un trabajo con precaución a la hora de utilizar los materiales polvosos y se proporcionara agua al mismo en cuestión de 10 minutos para que este no provoque polvo nocivo.</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RUIDO Y VIBRACIONES</p> <p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? SI , Al hacer los trabajos de limpieza del terreno , al quitar y poner formaletas para losa, vigas y columnas.</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) : Equipo y personal trabajando.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Los trabajos se harán de día para que sea en horarios donde las personas están trabajando y los niños no estén en casa.</p>	
<p>OLORES</p> <p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: No se generan olores</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
<p>CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p>	

Continuación de la tabla XXX.

<p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) Mezcla de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado Se generara aproximadamente de 70 lts/ hab/ día.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios 2 servicios sanitarios divididos en hombre y mujeres.</p>	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento</p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p>	
<u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior. El agua será evacuada a la planta de tratamiento de aguas residuales que ya esta en funcionamiento dentro del terreno de la institución que segrega al lago de Amatitlán.</p>	
<u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u>	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.) : <u>La captación se dara por tubería de PVC para drenarla hacia un alcantarillado.</u></p>	
<u>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</u>	
<u>DESECHOS SÓLIDOS</u>	
<u>VOLUMEN DE DESECHOS</u>	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="text"/> a) Similar al de una residencia 11</p> <p>libras/día _____</p> <p><input type="text"/> b) Generación entre 11 a 222</p> <p>libras/día _____</p>	

Continuación de la tabla XXX.

<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000
libras/día	
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
<u>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Basura generada por desechos de alimentos• Basura por resto de material de construcción	
<u>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o mas de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</u>	
_No se generarán desechos de ese tipo	
<u>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos). Explicar el método y/o equipo utilizado</u>	
Se genera un plan de limpieza que tiene ya impuestos los trabajadores de dicha institución	
<u>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</u>	
Se utilizará un camión de 1.50 toneladas	
<u>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</u>	
Si tienen ya a su cargo el relleno sanitario donde irán a dar todos los desechos	
<u>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</u>	
Relleno sanitario , AMSA	

Continuación de la tabla XXX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
<p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes): 180 Kw/ Hr</p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p style="padding-left: 20px;">a) Sistema publico</p> <p style="padding-left: 20px;">b) Sistema privado</p> <p style="padding-left: 20px;">c) generación propia</p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p style="padding-left: 40px;">SI _____ NO _____ x _____</p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Uso adecuado en tiempo a las herramientas que consuman energía.</p>	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
<p>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques - Animales - Otros _____ <p>Especificar información: Existen una gran cantidad de árboles.</p> <p>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</p> <p>SI</p> <p>VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI</p> <p>() NO (x) Por qué?</p> <p>Porque se hara una campaña de reforestación donde se sembraran más árboles de los talados el sur de las oficinas.</p>	
VIII. TRANSPORTE	
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Número de vehículos: 35 vehículos b) Tipo de vehículo: Pick up, motocicletas, etc c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: 100 metros cuadrados. d) Horario de circulación vehicular: de 8 de la mañana a 4 de la tarde. e) Vías alternas: utilizar parqueo de visitantes de la institución 	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
<p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? NO APLICA</p>	

Continuación de la tabla XXX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>No se afectará ningún recurso natural ya que se hará un plan de reforestación para dicha zona.</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias? NO APLICA</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</p> <p>Sí, porque no se verán tanta vegetación junta, mas no significa que siempre será así cuando los arboles sembrados estén creciendo el paisaje volverá hacer igual.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p>	

Continuación de la tabla XXX.

<p>Ampliar información:</p> <p>Ya que los trabajadores tendrán que trabajar <input type="checkbox"/> con andamios si tienen un riesgo bastante grande de sufrir un accidente.</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Botas punta de acero, casco, guantes, chaleco reflectivo, tapones de oídos, lentes contra polvo.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Trabajar de una forma ordenada y con un cronograma bien elaborado para evitar que el personas este corriendo es sus actividades.</p>

Fuente: elaboración propia.

2.21. Mapeo de uso de suelo mediante metodología *Corine Land Cover*

Cada municipio que drena sus aguas servidas al lago de Amatitlán debe de ser analizado por AMSA, Mixco forma parte de los 14 municipios que drenan hacia el lago de Amatitlán, por lo cual es necesario tener un mapa del mismo donde se pueda obtener la información del uso del suelo que se le da al municipio ya que proporcionará información como la cantidad de vegetación, edificaciones, industrias, carreteras , entre otras cosas, lo que nos podrá dar un porcentaje de agua contaminada que está llegando al lago y cuál es la causa de que esté llegando un porcentaje tan alto.

2.21.1. Descripción del proyecto

Un mapeo de uso de suelos puede llegar a tener múltiples beneficios como lo son un índice de pobreza, porcentaje de habitantes en riesgo por una catástrofe natural, falta de agua en viviendas, falta de carreteras, acceso limitado a zonas, falta de vegetación, entre otros. Por estas razones es necesario que cada municipio llegue a obtener un mapeo de uso de suelos, en esta oportunidad se realizó en el municipio de Mixco, 46,25 Km² drenan hacia el lago de Amatitlán, lo cual es un área bastante grande que aporta agua contaminada al lago, este mapa se realizó utilizando los programas ARCGIS y GOOGLE EARTH, y una fotografía aérea tomada en el año 2017 la cual es propiedad de AMSA.

2.21.2. Corine Land Cover

Corine land cover es un programa, creado por la comunidad europea, que definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. Donde se propone el uso que se le da al suelo, se le asigna un color y posteriormente se va señalizando en la imagen satelital la cual se va a convertir en un mapa.

2.21.3. Aporte a AMSA

AMSA como se ha mencionado anteriormente es una entidad que se encarga del manejo sustentable de la cuenca y el lago de Amatitlán, en esta institución existe una división la cual lleva por nombre:

2.21.4. Ordenamiento territorial

Es un proceso técnico, administrativo y político el cual pretende considerar las condiciones sociales, ambientales y económicas para la ocupación de forma ordenada del territorio.

Esta división tiene como objetivo establecer las directrices para el diseño y la ejecución de planes y proyectos que atiendan la problemática social, urbana o rural y frenen el proceso de degradación de los ecosistemas dentro de la cuenca del lago de Amatitlán.

Por tal razón es necesario que como división tengan un orden en las directrices que son de mayor interés, para este mapeo se quiso dar mayor prioridad a lo que era el uso de suelos en cuestión de ecosistemas ya que como se sabe la falta de bosques en el área de la capital ha dejado estragos en lo que es el clima, la contaminación, las vías de acceso, entre otras.

2.21.5. Imagen satelital

Una imagen satelital se puede definir como una representación visual de un punto determinado.

2.21.6. Resolución de una imagen

La resolución de una imagen es la capacidad de distinguir los detalles de un objeto de un determinado tamaño en las imágenes captadas. Las imágenes satelitales se caracterizan por las siguientes resoluciones:

- Resolución espacial: Esta resolución deja distinguir el objeto más pequeño que tenga la imagen.
- Resolución espectral: Consiste en el número de canales espectrales que es capaz de captar un sensor.
- Resolución radiométrica: Se refiere a la cantidad de niveles de gris en que se divide la radiación recibida para ser almacenada y procesada posteriormente.
- Radiación temporal: Es el tiempo en que el satélite pasa por la misma zona de la Tierra.

Para este proyecto se utilizó la resolución de 0,5 metros, la cual es una resolución espacial por su alta definición de objetos.

2.21.7. Categorías del mapeo

- Tela urbana continua: en esta categoría se tomó en cuenta las colonias, asentamiento, calles que tuvieran viviendas o negocios en una misma fila.
- Tela urbana discontinua: en esta categoría fue necesario verifica si los lugares en donde se observaban techos fueran casas, industrias o locales de ventas menores, ya que muchas se observaban como tales, pero al verificar en campo resultaba ser parqueos en donde las personas colocaban techos de lámina para cubrir sus automóviles.
- Redes de carreteras: para las redes de carreteras, se descartó las calles dentro de las colonias ya que las colonias son las responsables de mantener en buen estado sus vías transitables dentro de ella.
- Bosques Mixto: el municipio de Mixco tiene dos clases de bosques; Bosque latifoliado y de coníferas, los cuales tiene sus características específicas, para comenzar el mapeo a todos los bosques que se observaban se les impuso bosques mixtos, ya que era imposible

determinar el tipo de bosque sin ir a verificar a campo, al tener la clasificación completa de todas las categorías se procedió a observar en campo las características de los árboles para así poder clasificar los bosques.

- Áreas escasamente vegetadas: para estas áreas se incluyeron las áreas quemadas por incendios forestales.

2.21.8. Mapa en ARCGIS

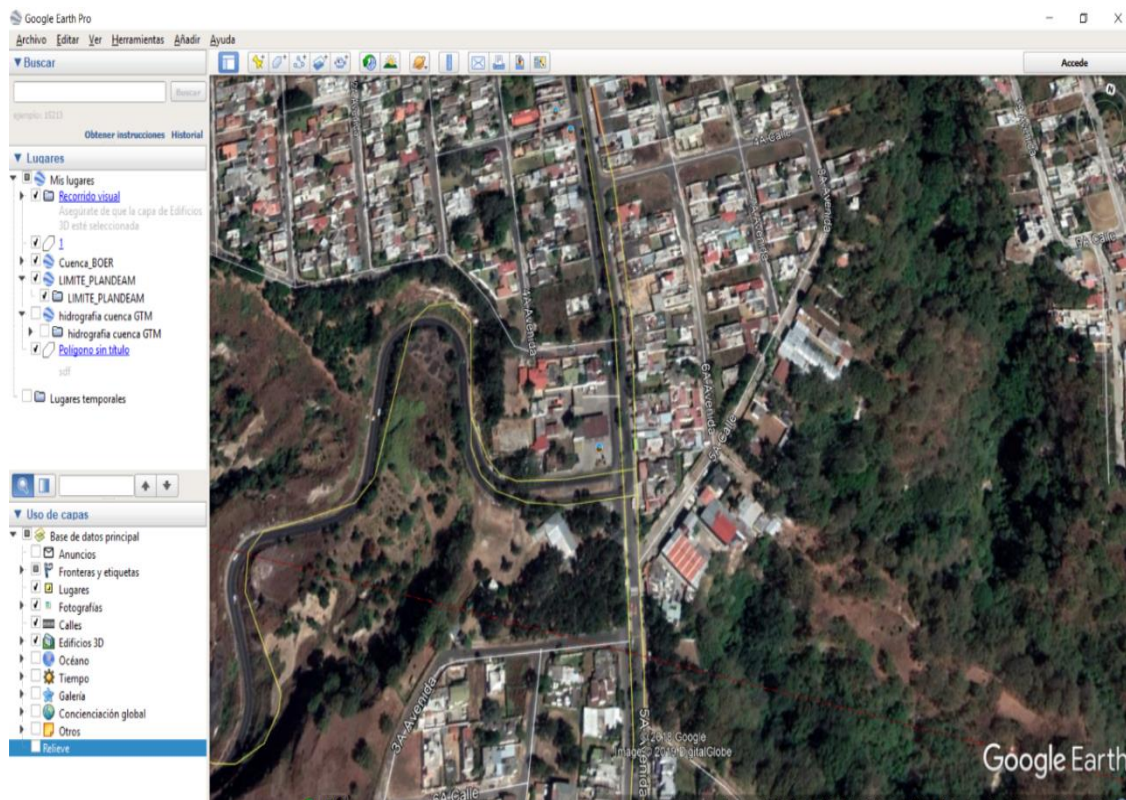
ARCGIS es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar y compartir información geográfica.

Para la elaboración del mapa se llevó a cabo los siguientes pasos:

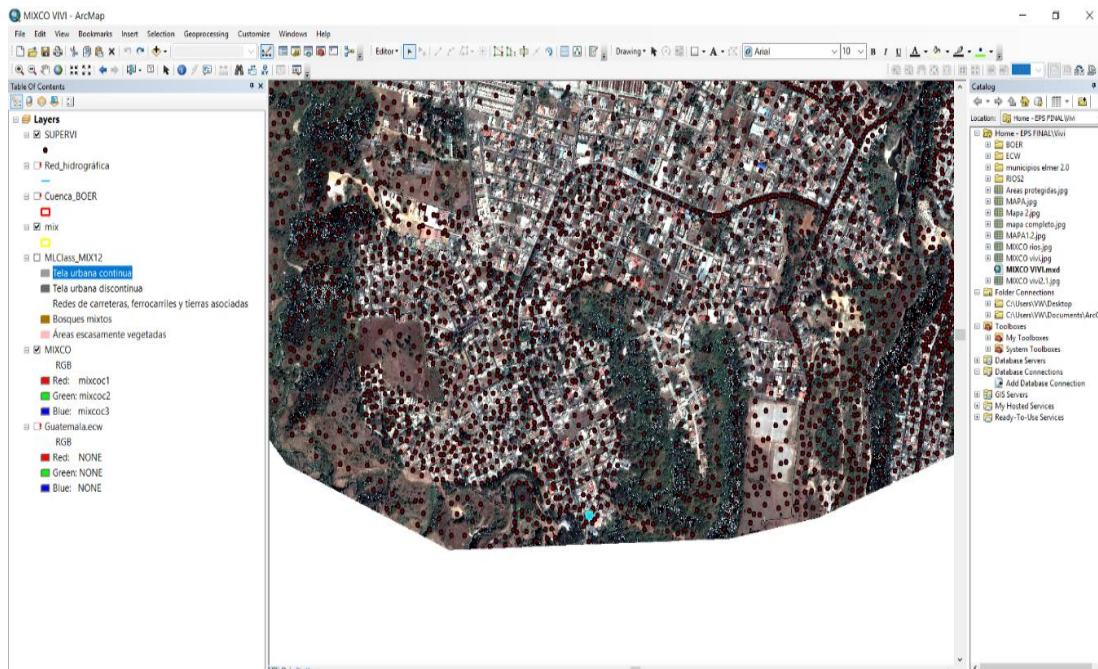
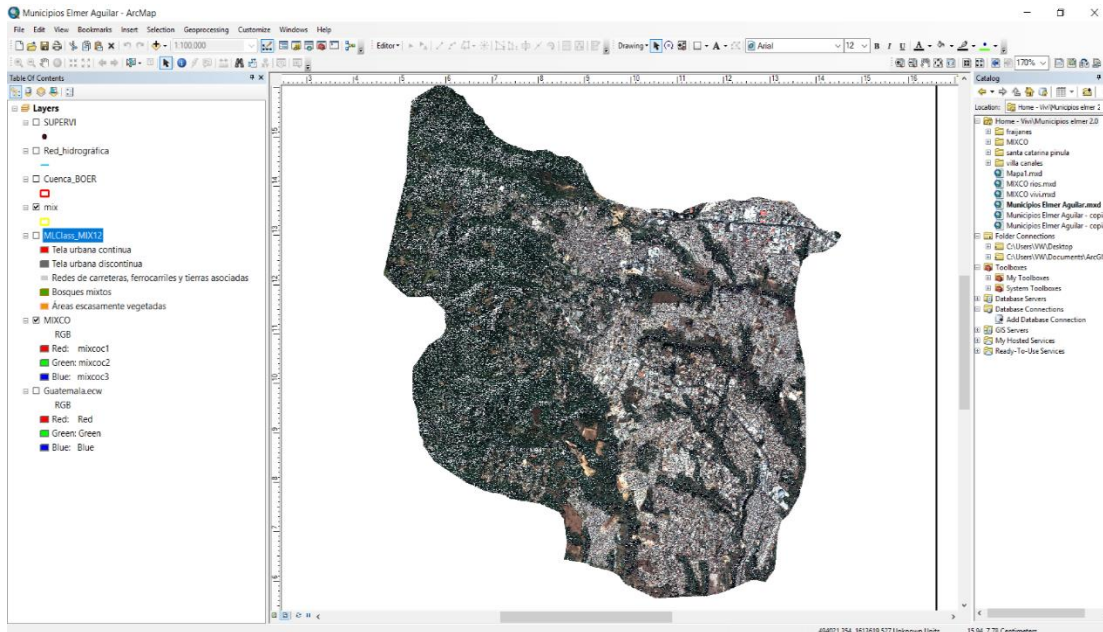
- Se inició delimitando el área del municipio en el programa.
- Para localizar las categorías que se solicitan según *Corine land cover*, se procedió a utilizar la herramienta de google earth, donde se localizó un punto específico que coincide con la localización de Arcgis.
- Ingresando un shape (forma) de punto se localizó cada categoría, esta leyenda de categorías fue diseñada por el ingeniero Brayan Estevez, jefe de la división de ordenamiento territorial de AMSA, que tiene un vasto conocimiento sobre la metodología *Corine land cover*.
- Para poder determinar la categoría a la que el suelo pertenecía, se procedió a utilizar la herramienta en relieve del programa google earth y así determinar que función tiene el suelo. La función se refiere al uso que se le está dando al mismo.
- Para localizar las categorías se apreció las características necesarias de la fotografía, para localizar bosques, casas, industrias, campos, entre otros.

- Al finalizar la clasificación del suelo se procedió a colocar los colores respectivos según el uso de suelo que proporciona *Corine Land Cover*.
- Al igual que a localizar los ríos que pasan por el municipio de Mixco y que desembocan en la cuenca del lago de Amatitlán.

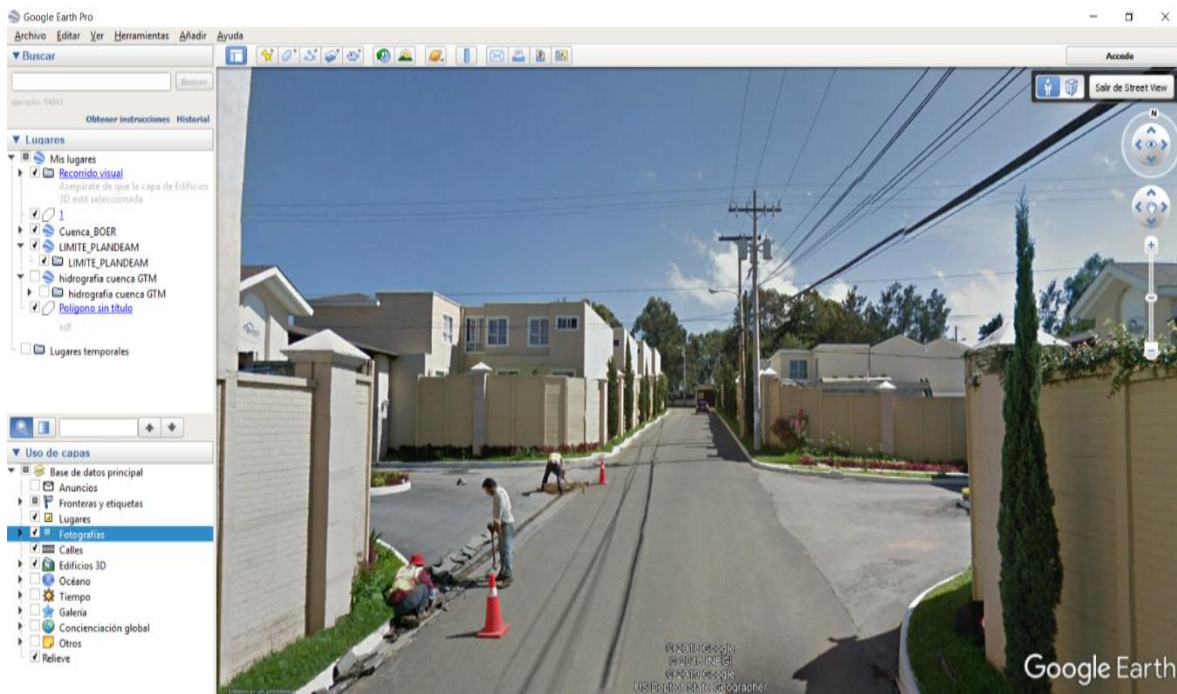
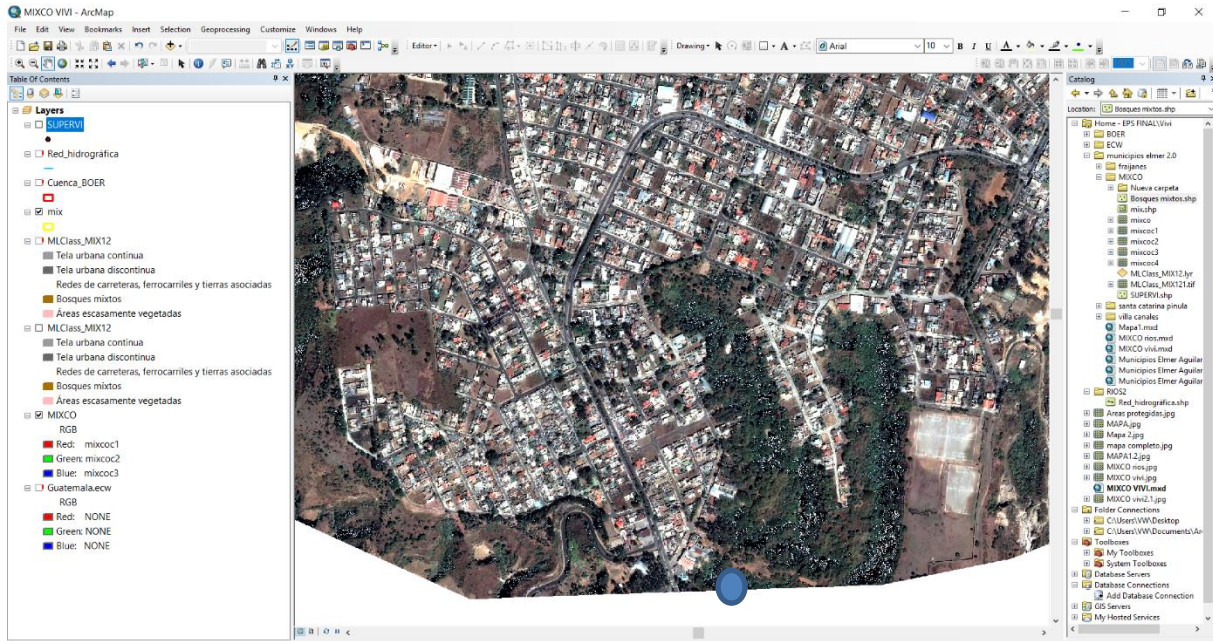
Figura 12. Mapas en ARCGIS



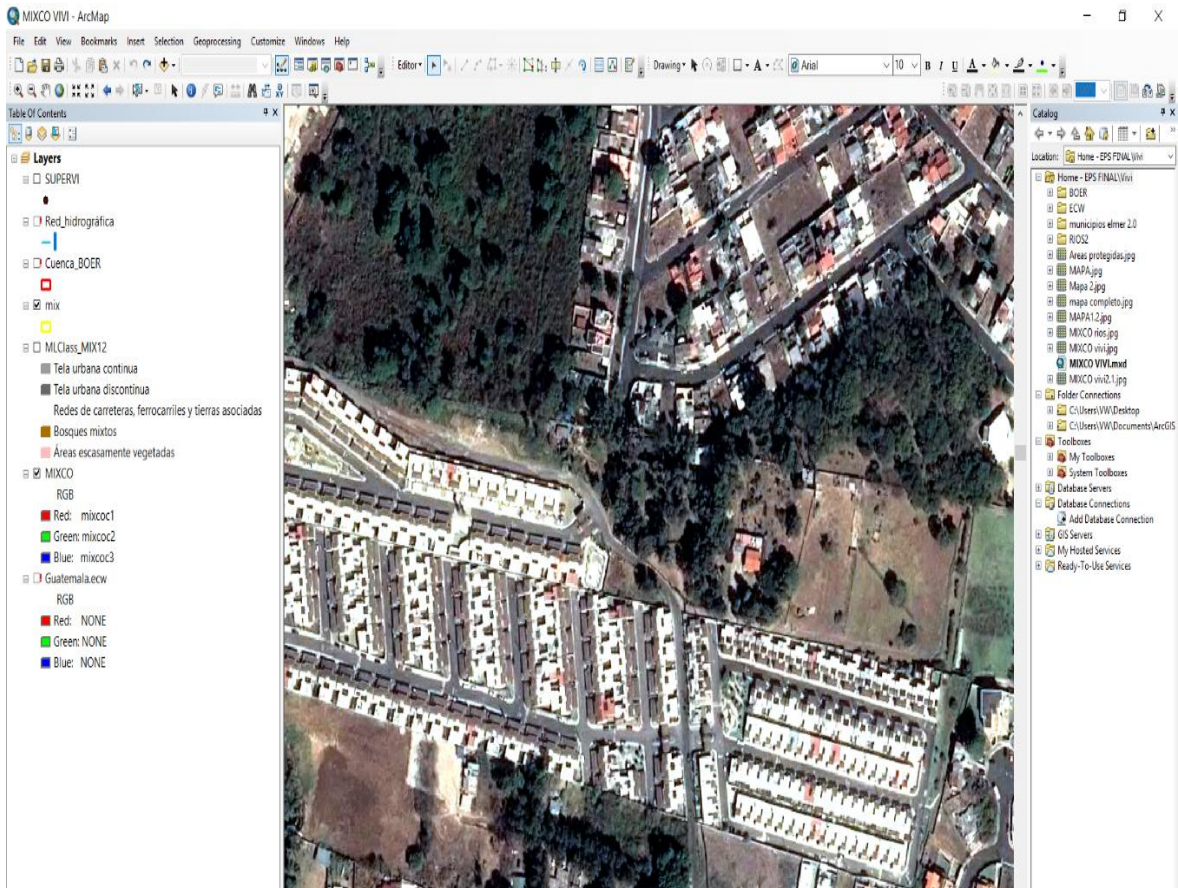
Continuación de la figura 12.



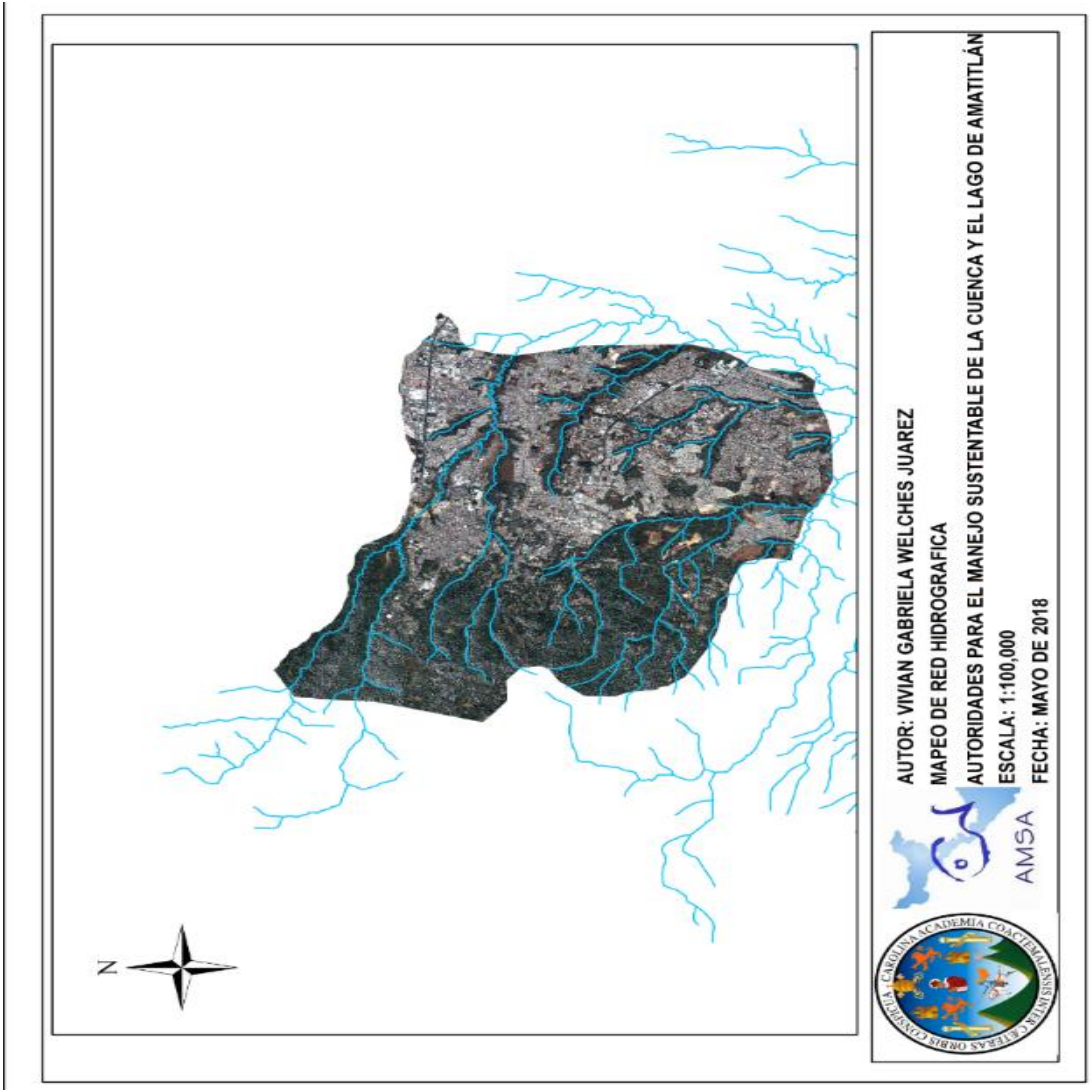
Continuación de la figura 12.



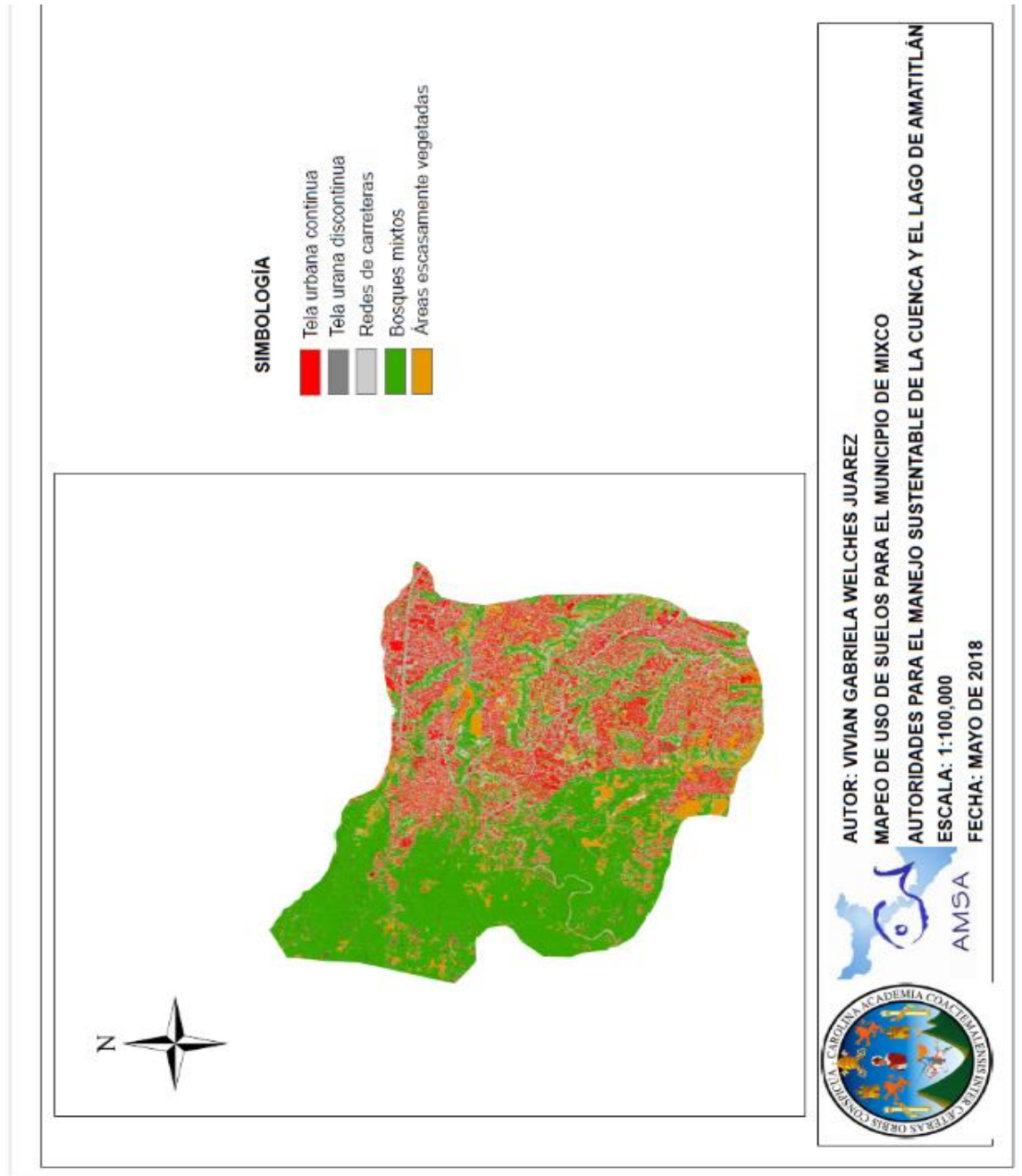
Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.



Fuente: elaboración propia empleando ARCGIS.

En el mapa mostrado podemos observar que Mixco tiene gran mayoría de su territorio urbanizado y la parte que no está urbanizada es barranco y bosque.

Tiene varios accesos para entrar y salir de él, la gran mayoría de urbanización está en colonias cerradas o continuas.

CONCLUSIONES

1. El edificio consta de un área de quince metros de largo y quince metros de ancho haciendo un total de 225 metros cuadrados, el mismo al contar con dos niveles, se obtiene un área de construcción de 450 metros cuadrados.
2. Para garantizar el funcionamiento y seguridad de una infraestructura se necesitan un análisis estructural, por lo cual para la edificación de dos niveles se utilizó el método simplista para dicho análisis.
3. El precio de la obra es de un millón cuatrocientos veintitrés mil seiscientos uno con noventa y seis centavos. (Q.1 423 601,96.) Obteniendo un precio unitario de tres mil ciento sesenta y tres con cincuenta y seis centavos por metros cuadrado(Q.3 163,56/m²).
4. El beneficio que obtendrá la institución de AMSA con el mapeo de uso de suelos es amplio ya que se podrá observar los puntos estratégicos para colocar las plantas de tratamiento que van a beneficiar al saneamiento del lago de Amatitlán, al igual que el beneficio a la división forestal para localizar las áreas donde se puede ampliar el recurso natural como lo son los bosques.

RECOMENDACIONES

1. Que exista personal, de la división de planificación de AMSA, que monitoree de manera constante el avance del proyecto de la edificación cuando este se lleve a cabo.
2. La división de ordenamiento territorial de AMSA, deberá modificar el mapa de uso de suelos de una forma constante, ya que conforme va creciendo y desarrollando la población el uso de suelo estará variando constantemente, por lo cual es necesario tener una mejor visualización de las descargas a los afluentes de la cuenca del lago de Amatitlán.
3. El personal de la división de ordenamiento territorial, podría modificar la metodología *Corin Land Cover*, de una forma más eficiente para el aprovechamiento de la foto satelital, ya sea en colores o aumento de categorías más específicas en la clasificación de bosques, cuerpos de agua, tela urbana discontinua y carreteras.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado . Mampostería de block de concreto* . Guatemala , Guatemala: AGIES. 2017. 43 p.
2. AGIES. NSE2. *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección* . Guatemala, Guatemala: AGIES. 2017. 6 p.
3. AGIES. NSE3. *Diseño estructural de edificios* . Guatemala, Guatemala: AGIES. 2017. 45 p.
4. AGIES. NSE 7.4. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la republica de Guatemala. Mampostería reforzada*. Guatemala, Guatemala. 19 p.
5. AGIES. NSE4-10. *Requisitos preescriptivos para vivienda y edificaciones menores de uno o dos niveles*. Guatemala, Guatemala. 42 p.
6. ALVAREZ, Ricardo. *Programa para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los metodos simplista y realista*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2005. 150 p.
7. ARGUETA, Oscar. *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*. Trabajo de graduación

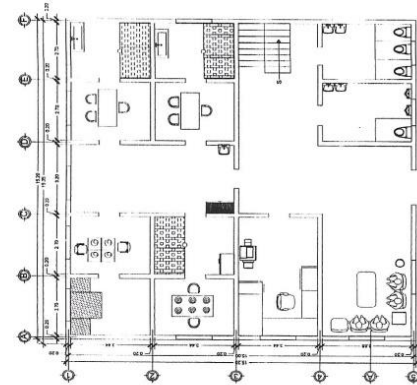
de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1980. 127 p.

8. HAASE, R. A. *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplista y realista*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2005. 135 p.
9. Institute, A. c. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-14)*. 2012. 180 p.
10. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. Bogota: 12 ed .McGraw. 1999. 210 p.
11. VASQUEZ, Jéssica. *Comparación estructural de dos sistemas constructivos: sistema doble de acero estructural y marcos resistentes a momentos de concreto armado*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2012. 127 p.
12. VILLALAZ, I. C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico DF: Limusa, S.A. de C.V. 2005. 150 p.

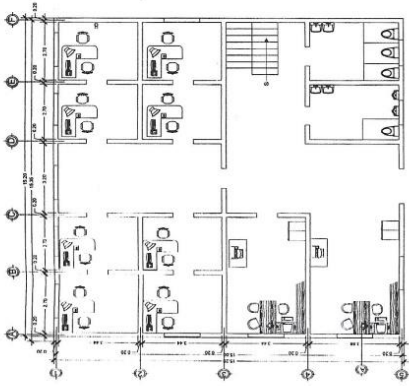
APÉNDICE

Apéndice 1. **Planos**

Fuente: elaboración propia.



PLANTA AMUEBLADA
1er NIVEL
ESC: 1/75

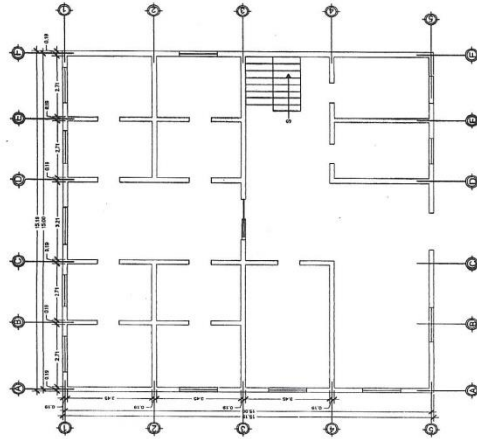
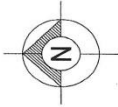


PLANTA AMUEBLADA
2do NIVEL
ESC: 1/75

No. Plano	Descripción
1	Planta amueblada
2	Planta acortada
3	Elevación
4	Plano de acabados
5	Plano de columnas y corte de muro
6	Detalle de losa
7	Plano de crimiento
8	Plano de iluminación
9	Plano de fuerza
10	Plano de instalación hidráulica
11	Plano de drenaje
12	Detalle de gradis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESPECIALIDAD PROFESIONAL: INGENIERO	
PROYECTO:	DESGARTE DE EMPLEO DE DOS MESES PARA UNO DE LABORATORIO Y OFICINA
CONTENIDO:	PLANTA AMUEBLADA
FECHA:	12
HOJA:	1
TITULO:	
CLASE:	
GRUPO:	
ALUMNO:	

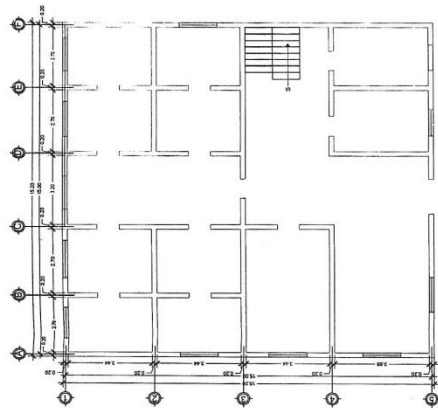




PLANTA ACOTADA

1er. NIVEL

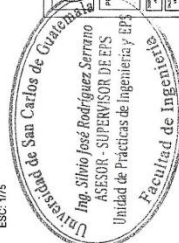
ESC: 1/75



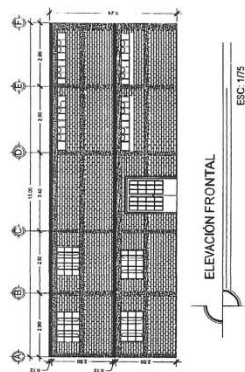
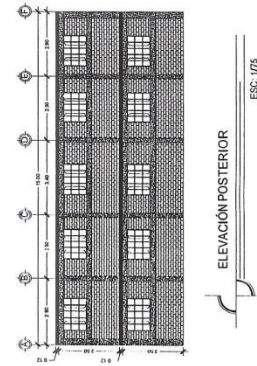
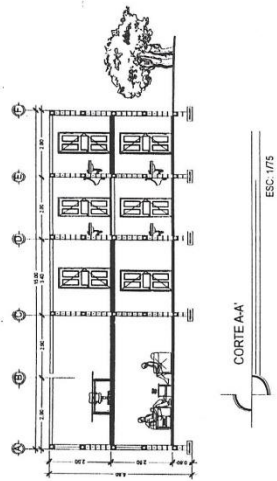
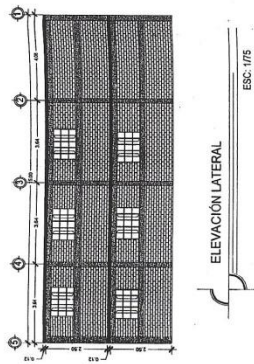
PLANTA ACOTADA

2do. NIVEL

ESC: 1/75



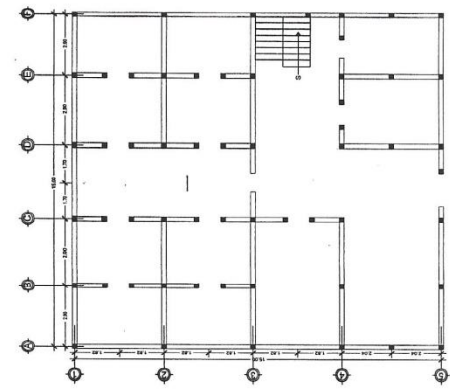
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO DE LABORATORIO DE OFICINAS	
CONTECTOR	APROBADO
FECHA	2/13
OTRO	
OTRO	
OTRO	



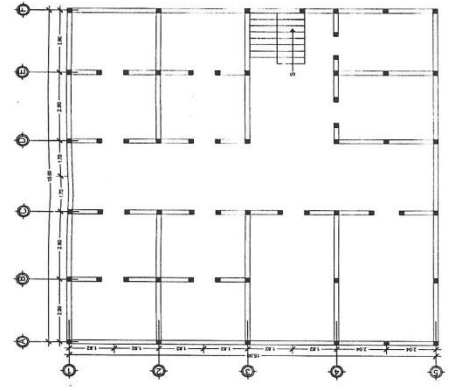
[Handwritten signature]



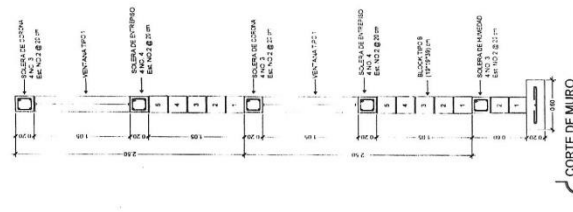
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO DE ESPACIO DE DOS NIVELES PARA USO DE LABORATORIO Y OFICINAS	
NOMBRE DEL ALUMNO: [] NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN: [] FECHA: []	CONTENIDO: [] PÁGINAS: 3 / 12



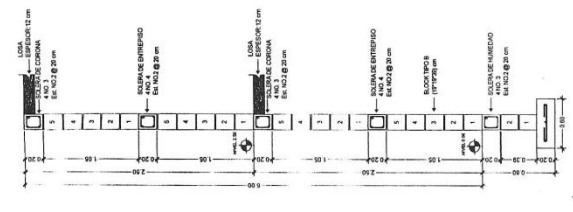
PLANTA DE COLUMNA
1er. NIVEL
ESC: 1/75



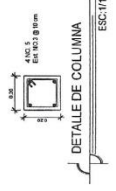
PLANTA DE COLUMNA
2do. NIVEL
ESC: 1/75



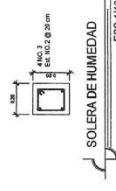
CORTE DE MURO
ESC: 1/20



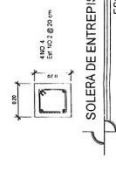
CORTE DE MURO
ESC: 1/20



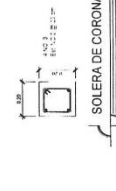
DETALLE DE COLUMNA
ESC: 1/10



SOLERA DE HUMEDAD
ESC: 1/10



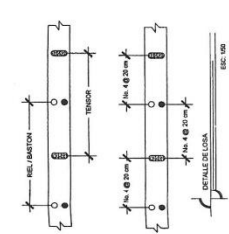
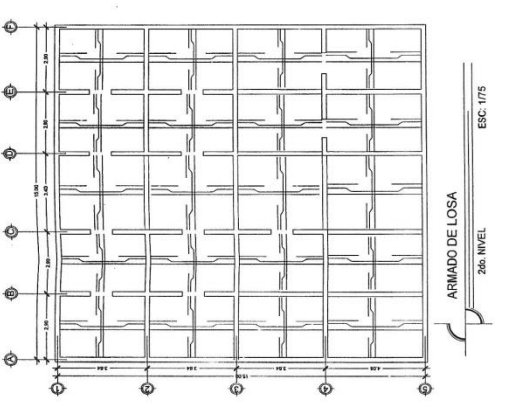
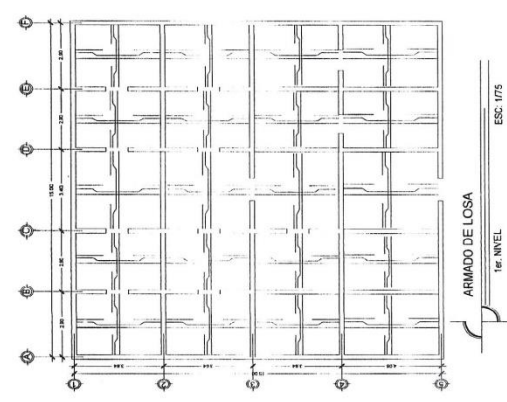
SOLERA DE ENTREPISO
ESC: 1/10



SOLERA DE CORONA
ESC: 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PROYECTO
FACULTAD DE INGENIERIA	DESGO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR	PARA USO DE LABORATORIO OFICINA
CONTENIDO	5/12
FECHA DE ELABORACION	
FECHA DE REVISACION	
FECHA DE APROBACION	
FECHA DE EMISION	
FECHA DE CANCELACION	
FECHA DE VIGENCIA	
FECHA DE EXPIRACION	

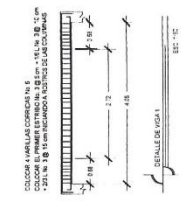
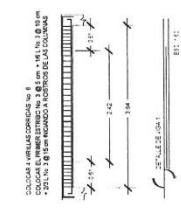
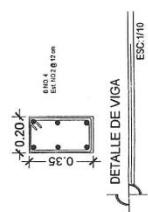


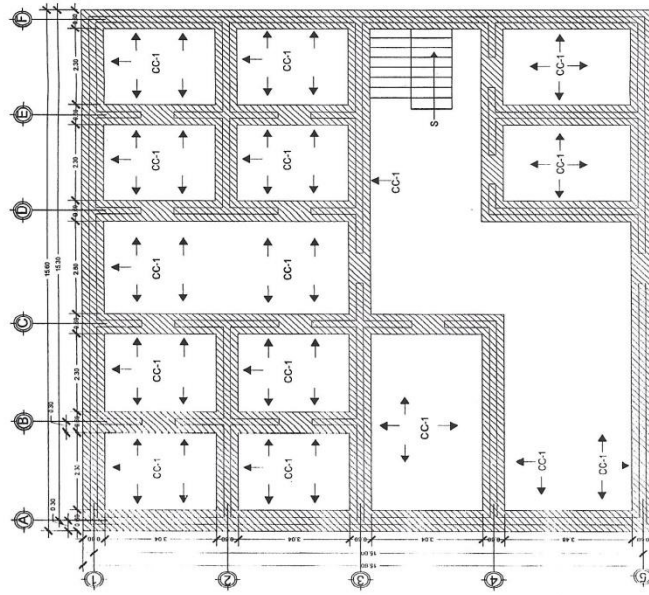
NOTA:
*EL ESPESOR DE LA LOSA SERA DE T. 0.12 m.
*EL ACERO DE REFUERZO ES VARILLA NO.4 @ 20 cm (RIELES, BASTONES Y TENSOBRES)

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISENO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA LOS LABORATORIOS Y OFICINAS
CONTENIDO:	DETALLE DE LOSA
FECHA:	6/12
ESCALA:	
OTRO:	
PROFESOR:	
ALUMNO:	

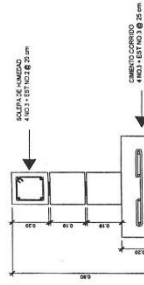




PLANTA DE CIMENTO

1er NIVEL

ESC: 1:50



DETALLE DE CIMENTO CORRIDO
ESC: 1/10

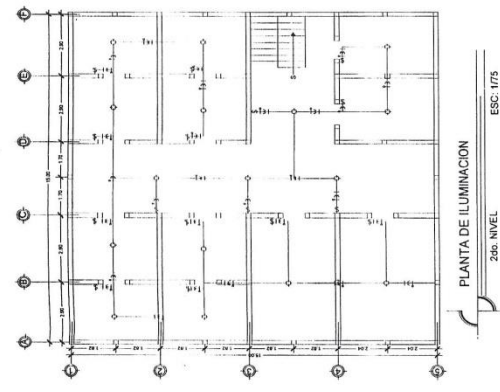
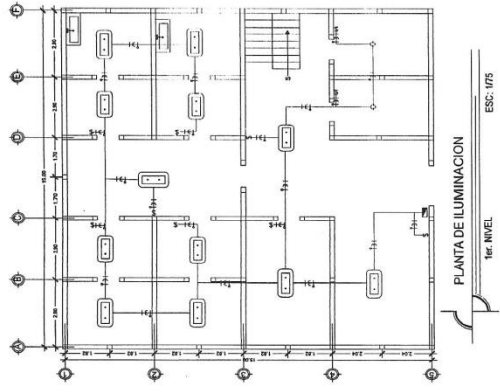


PROYECTO: CENTRO DE EFICIENCIA DE DOS NIVELES PARA USO DE LABORATORIO Y OFICINA

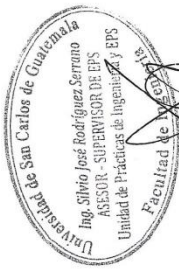
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTO

7 / 12

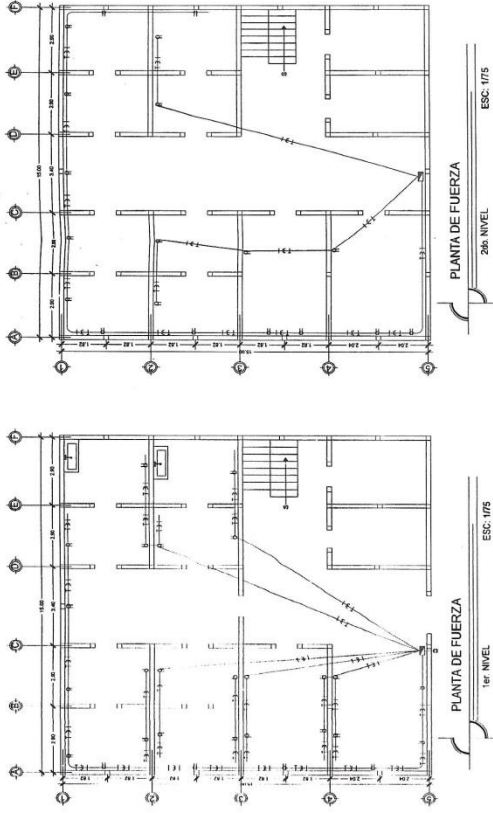
PROYECTISTA	FECHA	ESCALA



NOMENCLATURA	
⊕	INTERRUPTOR
○	RECEPTACULO
⊖	INDICADOR DE TENSION
⊕	INDICADOR DE TENSION
⊖	INDICADOR DE TENSION
⊕	INDICADOR DE TENSION
⊖	INDICADOR DE TENSION
⊕	INDICADOR DE TENSION
⊖	INDICADOR DE TENSION



UNIVERSIDAD DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESPESIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE CINCO NIVELES PARA LOS DEPARTAMENTOS DE PLANIFICACION Y SISTEMAS	
CONTENIDO: PLANTA DE LUMINACION	8 / 12
NOMBRE DEL AUTOR:	FECHA:
NOMBRE DEL REVISOR:	FECHA:
NOMBRE DEL ASESOR:	FECHA:



NOMENCLATURA		
SÍMBOLO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
	PARED	TABlero DE DISTRIBUCIÓN H= 1.70 m. S.N.P.T.
	POLIDUCTO	LÍNEA VIVA, CALIBRE No. 12
	POLIDUCTO	LÍNEA NEUTRAL, CALIBRE No. 12
	POLIDUCTO	LÍNEA PROTECCIÓN A TIERRA, CALIBRE No. 12
	PARED	POLIDUCTO PARA CIRCUITO
	CIELO	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H = 0.30 m. S.N.P.T.
	PARED	CONTADOR

NOTA: EL POLIDUCTO SERÁ DE UN DIÁMETRO DE 3/4"



UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA SUPERVISOR

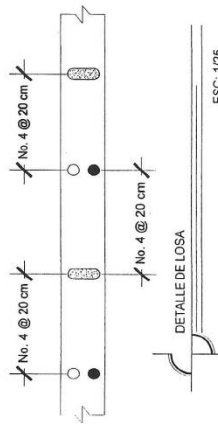
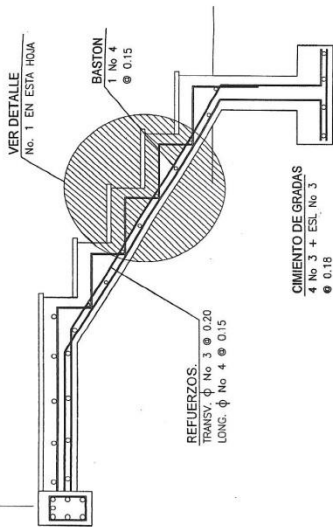
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USOS DE SERVIDICIOS Y OFICINAS

CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA

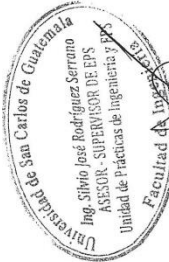
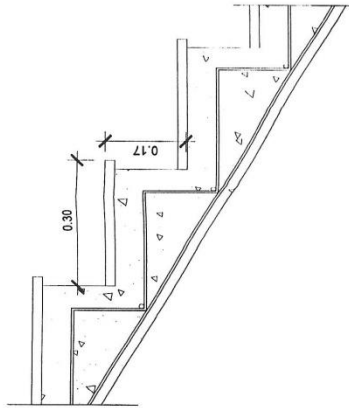
Hoja No. 9 / 12


FECHA: 11/02/2021

SOLERA (0.15 X 0.20)
 4 No 5 + EST
 No 2 @ 0.20



NOTA:
 *EL ESPESOR DE LA LOSA SERA DE 1.012 m.
 *EL ACERO DE REFUERZO ES VARILLA NO.4 @ 20 cm (RIELES, BASTONES Y TENSORES).
 *LA LONGITUD DE LA LOSA DE DESCANSO SERA DE 1.50 m.
 *LAS GRADAS CONSTARAN DE 15 ESCALONES.
 *SE TENDRAN 7 ESCALONES ANTES DE LA LOSA DE DESCANSO.



 UNIVERSIDAD DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS	
PROYECTO	BRANCO DE EMPEDRADO Y BARRILES PARA LOS PASADIZOS Y GRADAS
FECHA DE EMISION	12/12
FECHA DE APROBACION	
FECHA DE REVISION	
FECHA DE APROBACION	
FECHA DE REVISION	
FECHA DE APROBACION	
FECHA DE REVISION	

ANEXOS

Anexo 1. Estructuras

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Ca CM	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,02	0,023
	Cb CM	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,02
0,95	Ca CM	0,04	0,02	0,021	0,03	0,028	0,036	0,031	0,022	0,024
	Cb CM	0,033	0,016	0,025	0,024	0,015	0,024	0,031	0,021	0,017
0,90	Ca CM	0,045	0,022	0,025	0,033	0,029	0,039	0,035	0,25	0,26
	Cb CM	0,029	0,014	0,024	0,022	0,013	0,021	0,028	0,019	0,015
0,85	Ca CM	0,05	0,024	0,029	0,036	0,031	0,042	0,04	0,029	0,028
	Cb CM	0,026	0,012	0,022	0,019	0,011	0,017	0,025	0,07	0,013
0,80	Ca CM	0,056	0,026	0,034	0,039	0,032	0,045	0,045	0,035	0,029
	Cb CM	0,023	0,011	0,02	0,016	0,009	0,015	0,022	0,015	0,01
0,75	Ca CM	0,061	0,028	0,04	0,043	0,033	0,048	0,061	0,036	0,031
	Cb CM	0,019	0,009	0,018	0,013	0,007	0,012	0,02	0,013	0,007
0,70	Ca CM	0,068	0,03	0,046	0,0146	0,035	0,061	0,058	0,04	0,033
	Cb CM	0,016	0,007	0,016	0,011	0,005	0,009	0,017	0,011	0,006
0,65	Ca CM	0,074	0,032	0,054	0,05	0,036	0,054	0,065	0,044	0,034
	Cb CM	0,013	0,006	0,014	0,009	0,04	0,007	0,014	0,009	0,005
0,60	Ca CM	0,081	0,034	0,062	0,056	0,037	0,056	0,073	0,048	0,036
	Cb CM	0,01	0,004	0,011	0,007	0,003	0,006	0,012	0,007	0,004
0,55	Ca CM	0,088	0,035	0,071	0,056	0,038	0,058	0,081	0,052	0,037
	Cb CM	0,008	0,003	0,009	0,005	0,002	0,004	0,009	0,005	0,003
0,50	Ca CM	0,095	0,037	0,08	0,059	0,039	0,061	0,089	0,056	0,038
	Cb CM	0,006	0,002	0,007	0,004	0,001	0,003	0,007	0,004	0,002

Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 380 p.

Anexo 2. Diseño de estructuras

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Ca CM	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,03
	Cb CM	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,03	0,028
0,95	Ca CM	0,04	0,03	0,031	0,035	0,034	0,038	0,036	0,031	0,032
	Cb CM	0,033	0,025	0,029	0,029	0,024	0,029	0,032	0,027	0,025
0,90	Ca CM	0,045	0,034	0,035	0,039	0,037	0,042	0,04	0,035	0,036
	Cb CM	0,029	0,022	0,027	0,026	0,021	0,025	0,029	0,024	0,022
0,85	Ca CM	0,05	0,037	0,04	0,043	0,041	0,046	0,045	0,04	0,039
	Cb CM	0,026	0,019	0,024	0,023	0,019	0,022	0,026	0,022	0,02
0,80	Ca CM	0,056	0,041	0,045	0,048	0,044	0,051	0,051	0,044	0,042
	Cb CM	0,023	0,017	0,022	0,02	0,016	0,019	0,023	0,019	0,017
0,75	Ca CM	0,061	0,045	0,051	0,052	0,047	0,055	0,056	0,049	0,046
	Cb CM	0,019	0,014	0,019	0,016	0,013	0,016	0,02	0,016	0,013
0,70	Ca CM	0,068	0,049	0,057	0,057	0,051	0,06	0,065	0,054	0,05
	Cb CM	0,016	0,012	0,016	0,014	0,011	0,013	0,017	0,014	0,011
0,65	Ca CM	0,074	0,053	0,064	0,062	0,055	0,064	0,07	0,059	0,054
	Cb CM	0,013	0,01	0,014	0,011	0,009	0,01	0,014	0,011	0,009
0,60	Ca CM	0,081	0,058	0,071	0,067	0,059	0,068	0,077	0,065	0,059
	Cb CM	0,01	0,007	0,011	0,009	0,007	0,008	0,011	0,009	0,007
0,55	Ca CM	0,088	0,062	0,08	0,072	0,063	0,073	0,085	0,07	0,063
	Cb CM	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,006	0,009	0,007	0,006
0,50	Ca CM	0,095	0,066	0,088	0,077	0,067	0,078	0,092	0,076	0,067
	Cb CM	0,006	0,004	0,007	0,005	0,004	0,005	0,007	0,005	0,004

Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 380 p.

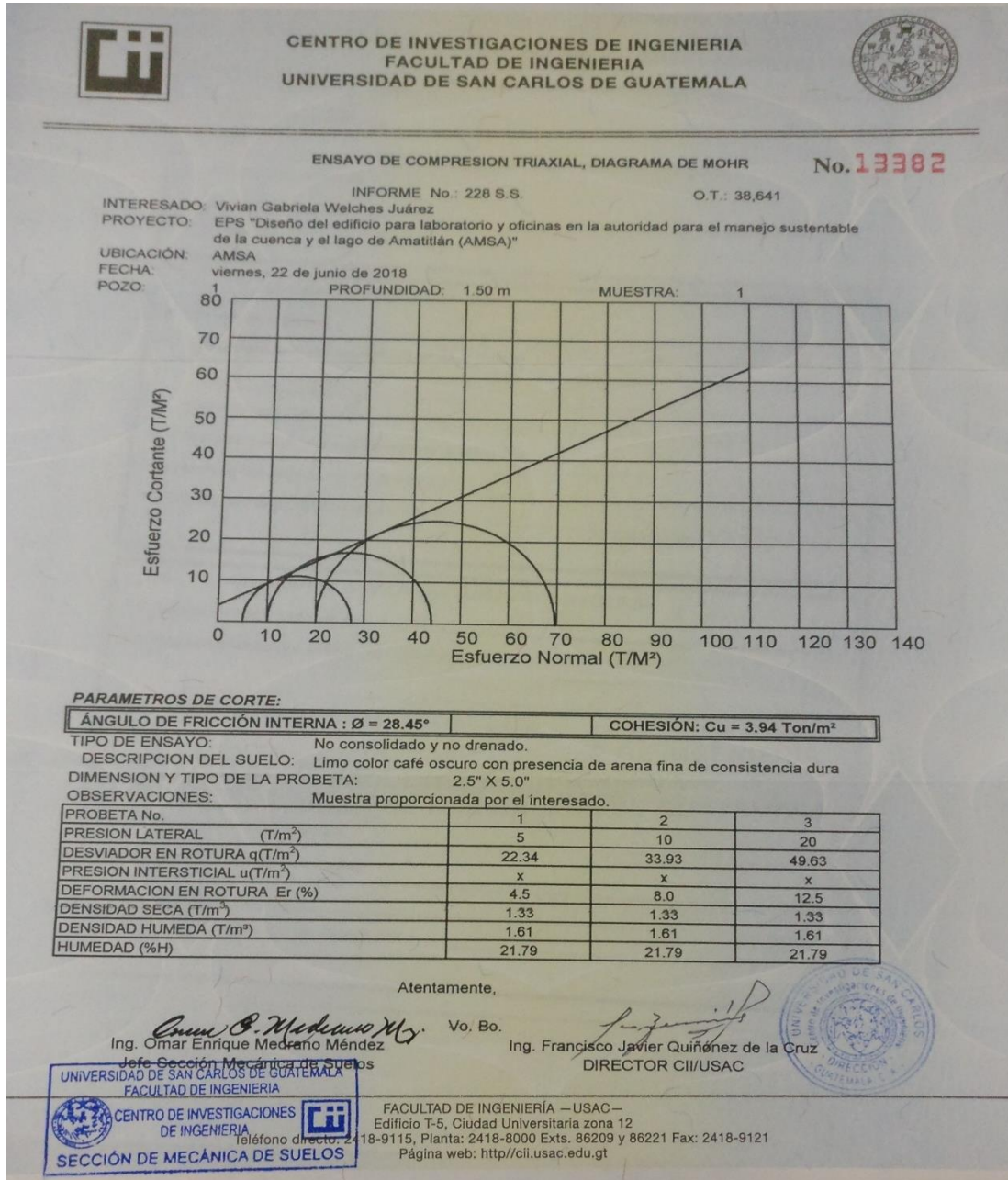
Anexo 3. Estructuras

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Wa	0,5	0,5	0,17	0,5	0,83	0,71	0,29	0,33	0,67
	Wb	0,5	0,5	0,83	0,5	0,17	0,29	0,71	0,67	0,33
0,95	Wa	0,55	0,55	0,2	0,55	0,86	0,75	0,33	0,38	0,71
	Wb	0,45	0,45	0,8	0,45	0,14	0,25	0,67	0,62	0,29
0,90	Wa	0,6	0,6	0,23	0,6	0,88	0,79	0,38	0,43	0,75
	Wb	0,4	0,4	0,77	0,4	0,12	0,21	0,62	0,57	0,25
0,85	Wa	0,66	0,66	0,28	0,66	0,9	0,83	0,43	0,49	0,79
	Wb	0,4	0,34	0,72	0,34	0,1	0,17	0,57	0,51	0,21
0,80	Wa	0,71	0,71	0,33	0,71	0,92	0,86	0,49	0,55	0,83
	Wb	0,29	0,29	0,67	0,29	0,08	0,14	0,51	0,45	0,17
0,75	Wa	0,76	0,76	0,39	0,76	0,94	0,88	0,56	0,61	0,86
	Wb	0,24	0,24	0,61	0,24	0,06	0,12	0,44	0,39	0,14
0,70	Wa	0,81	0,81	0,45	0,81	0,95	0,91	0,62	0,68	0,89
	Wb	0,19	0,19	0,55	0,19	0,05	0,09	0,38	0,32	0,11
0,65	Wa	0,85	0,85	0,53	0,85	0,96	0,93	0,69	0,74	0,92
	Wb	0,15	0,15	0,47	0,15	0,04	0,07	0,31	0,26	0,08
0,60	Wa	0,89	0,89	0,61	0,89	0,97	0,95	0,76	0,8	0,94
	Wb	0,11	0,11	0,39	0,11	0,03	0,05	0,24	0,2	0,06
0,55	Wa	0,92	0,92	0,68	0,92	0,98	0,96	0,81	0,85	0,95
	Wb	0,08	0,08	0,31	0,08	0,02	0,04	0,19	0,15	0,05
0,50	Wa	0,94	0,94	0,76	0,94	0,99	0,97	0,86	0,89	0,97
	Wb	0,03	0,06	0,24	0,06	0,01	0,03	0,14	0,11	0,03

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Ca -		0,045		0,05	0,075	0,71		0,033	0,061
	Cb -		0,045	0,076	0,05		0,29	0,071	0,061	0,033
0,95	Ca -		0,05		0,055	0,079	0,75		0,038	0,065
	Cb -		0,041	0,072	0,045		0,25	0,067	0,056	0,029
0,90	Ca -		0,055		0,06	0,08	0,79		0,043	0,068
	Cb -		0,037	0,07	0,04		0,21	0,062	0,052	0,025
0,85	Ca -		0,06		0,066	0,082	0,83		0,049	0,072
	Cb -		0,031	0,065	0,034		0,17	0,057	0,046	0,021
0,80	Ca -		0,065		0,071	0,083	0,86		0,055	0,075
	Cb -		0,027	0,061	0,029		0,14	0,051	0,041	0,017
0,75	Ca -		0,069		0,076	0,085	0,88		0,061	0,078
	Cb -		0,022	0,056	0,024		0,12	0,044	0,036	0,014
0,70	Ca -		0,074		0,081	0,086	0,91		0,068	0,081
	Cb -		0,017	0,05	0,019		0,09	0,038	0,029	0,011
0,65	Ca -		0,077		0,085	0,087	0,93		0,074	0,083
	Cb -		0,014	0,043	0,015		0,07	0,031	0,024	0,008
0,60	Ca -		0,081		0,089	0,088	0,95		0,08	0,085
	Cb -		0,01	0,035	0,011		0,05	0,024	0,018	0,006
0,55	Ca -		0,084		0,092	0,089	0,96		0,085	0,086
	Cb -		0,007	0,028	0,008		0,04	0,019	0,014	0,005
0,50	Ca -		0,086		0,094	0,09	0,97		0,089	0,88
	Cb -		0,006	0,022	0,006		0,03	0,014	0,01	0,003

Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 380 p.

Anexo 4. Ensayo de compresión triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Usac.