



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

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A
ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA
CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO
URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

Edwin Alejandro Fernández Pellecer
Asesorado por el Ing. Óscar Argueta Hernández

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A
ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA
CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO
URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN ALEJANDRO FERNÁNDEZ PELLECCER
ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 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 EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de febrero de 2019.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edwin Alejandro Fernández Pellecer', is written over a set of three horizontal lines. A large, loopy flourish extends from the end of the signature to the right.

Edwin Alejandro Fernández Pellecer



Guatemala, 20 de mayo de 2019
REF.EPS.DOC.472.05.2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edwin Alejandro Fernández Pellecer, Registro Académico 201404206 y CUI 2753 99842 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.**

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. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 17 de julio de 2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Alejandro Fernández Pellecer, con CUI 2753998420101 Registro Académico No. 201404206, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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,

FORMACIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

/mrrm.





USAC
 TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 09 de octubre 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 DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Alejandro Fernández Pellecer, con Registro Estudiantil No. 201404206, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 ESTRUCTURAS
 USAC

/mrrm.





Guatemala, 10 de octubre de 2019
REF.EPS.D.356.10.2019

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 DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edwin Alejandro Fernández Pellecer, CUI 2753 99842 0101 y Registro Académico 201404206**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





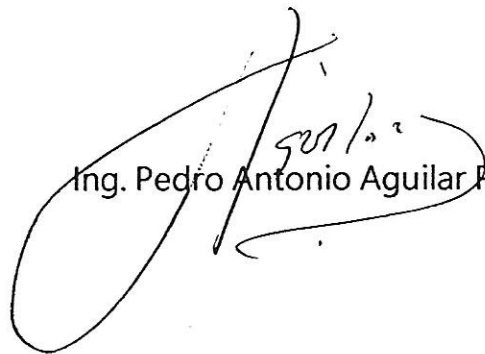
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Edwin Alejandro Fernández Pellecer titulado **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMÉRICA EN LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, noviembre 2019

/mrrm.





Ref.DTG.547.2019

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 DE AMPLIACIÓN DEL CENTRO OFICIAL DE PREPRIMARIA BILINGÜE ANEXA A ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CENTRO AMERICA EN LA ALDEA SANTA MARIA CAUQUE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Alejandro Fernández Pellecer**, 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



Guatemala, Noviembre de 2019

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las bendiciones, por estar siempre a mi lado y demostrarme que todos sus planes son perfectos.
- Mi padre** Herminio Fernández Ramírez (q.e.p.d.), por enseñarme lo que realmente tiene valor en la vida, por las incontables enseñanzas y experiencias compartidas.
- Mi madre** Olivia Haydée Pellecer Lira, por tu amor, lucha ante las adversidades y apoyo incondicional durante toda mi vida.
- Mi hermano** Minor Javier Fernández Pellecer, por ser el mejor amigo, compañero de vida y ejemplo, por tus consejos y apoyo constante.
- Mi tía** Silvia Lizeth Fernández Ramírez, por tu amor desinteresado y por todas tus enseñanzas.
- Mi tío** Ronald Estuardo Pellecer Lira, por ser un gran amigo y ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas a la más prestigiosa casa de estudios del país y dejarme culminar los mismos.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme desarrollar todas mis habilidades y capacidades durante la carrera.
Ing. Óscar Argueta Hernández	Por su apoyo durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado.
Municipalidad de Santiago Sacatepéquez	Por aceptarme para desarrollar el ejercicio profesional supervisado en su municipio.
Dirección Municipal de Planificación	Por la atención brindada desde el primer día y por las amistades que allí pude encontrar.
Mis amigos de la Facultad	Andrés Martínez, Byron Melgar, Edgar Barrera, Lester Aguirre, Mario del Cid y Marco González, por su amistad sincera, éxitos, tropiezos y experiencias compartidas.
Manuel García	Por tu amistad y apoyo desinteresado durante el desarrollo del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del casco urbano de Santiago Sacatepéquez y la aldea Santa María Cauque, Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.1.1. Ubicación geográfica y colindancias.....	1
1.1.1.2. Demografía.....	3
1.1.1.3. Servicios públicos.....	4
1.1.1.4. Idioma.....	6
1.1.1.5. Religión.....	7
1.1.1.6. Vías de acceso.....	8
1.1.1.7. Clima.....	8
1.1.1.8. Economía.....	9
1.1.1.9. Topografía.....	11
1.2. Aspectos generales de aldea Santa María Cauque.....	11
1.2.1. Aspectos generales.....	11
1.2.1.1. Ubicación geográfica y colindancias.....	11
1.2.1.2. Demografía.....	12
1.2.1.3. Servicios públicos.....	12

	1.2.1.4.	Idioma.....	12
	1.2.1.5.	Religión	12
	1.2.1.6.	Vías de acceso	12
	1.2.1.7.	Clima	13
	1.2.1.8.	Economía	13
	1.2.1.9.	Topografía	14
1.3.		Investigación diagnóstica	14
	1.3.1.	Descripción de las necesidades	15
	1.3.2.	Evaluación y priorización de las necesidades.....	15
2.		SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	19
2.1.		Diseño de ampliación de Centro Oficial de Preprimaria Bilingüe anexo a Escuela Oficial Rural Mixta Centro América Aldea Santa María Cauque	19
	2.1.1.	Descripción del proyecto	19
	2.1.2.	Tipo de estructura a utilizar	21
	2.1.3.	Cargas según AGIES	22
	2.1.3.1.	Carga viva	22
	2.1.3.2.	Carga muerta.....	22
	2.1.3.3.	Carga de sismo.....	23
	2.1.4.	Elementos de mampostería confinada.....	23
	2.1.5.	Sistema constructivo	24
	2.1.6.	Diseño de techo	25
	2.1.7.	Diseño de estructura de mampostería según manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de <i>block</i> de concreto.....	40
	2.1.7.1.	Diseño de muros.....	40
	2.1.8.	Diseño de mochetas y soleras.....	49
	2.1.9.	Diseño de soleras.....	51

2.1.10.	Diseño de cimiento corrido.....	52
2.1.11.	Diseño de piso de concreto.....	54
2.1.12.	Diseño de cancha de usos múltiples	59
2.1.12.1.	Dimensiones	59
2.1.12.2.	Especificaciones técnicas	60
2.1.13.	Presupuesto.....	61
2.1.14.	Cronograma de ejecución	62
2.1.15.	Análisis socioeconómico	62
2.1.15.1.	Valor presente neto	63
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno	64
2.1.15.3.	Análisis de impacto ambiental	64
2.2.	Diseño de ampliación del sistema de drenaje sanitario en casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez	65
2.2.1.	Descripción del proyecto	65
2.2.2.	Topografía	66
2.2.2.1.	Planimetría.....	66
2.2.2.2.	Altimetría.....	66
2.2.3.	Diseño de drenaje sanitario.....	67
2.2.3.1.	Período de diseño	67
2.2.3.2.	Población futura	67
2.2.3.3.	Dotación.....	68
2.2.3.4.	Factor de retorno.....	68
2.2.3.5.	Determinación de caudal sanitario	69
2.2.3.5.1.	Caudal doméstico.....	69
2.2.3.5.2.	Caudal comercial	70
2.2.3.5.3.	Caudal industrial	70
2.2.3.5.4.	Caudal de infiltración.....	71
2.2.3.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas	71

	2.2.3.5.6.	Cálculo de caudal sanitario	72
2.2.4.		Determinación de caudal de diseño.....	73
	2.2.4.1.	Factor de caudal medio	73
	2.2.4.2.	Factor de Harmond.....	73
	2.2.4.3.	Cálculo de caudal de diseño	74
2.2.5.		Componentes de la red	75
	2.2.5.1.	Ramales	75
	2.2.5.2.	Pozos de visita	75
	2.2.5.3.	Descargas	76
	2.2.5.4.	Diámetros	76
	2.2.5.5.	Diseño de secciones y pendientes.....	77
2.2.6.		Aspectos constructivos	79
	2.2.6.1.	Replanteos y marcación del sistema....	79
	2.2.6.2.	Excavación de zanja	80
	2.2.6.3.	Colocación de tubería	80
	2.2.6.4.	Construcción de pozos de visita	81
	2.2.6.5.	Conexión domiciliar	81
	2.2.6.6.	Relleno y compactación.....	82
2.2.7.		Diseño hidráulico	82
2.2.8.		Presupuesto	88
2.2.9.		Cronograma de ejecución.....	89
2.2.10.		Análisis socioeconómico.....	90
	2.2.10.1.	Valor presente neto	90
	2.2.10.2.	Tasa interna de retorno.....	91
	2.2.10.3.	Análisis de impacto ambiental.....	92

CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	97
APÉNDICES.....	101
ANEXOS	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de colindancias de Santiago Sacatepéquez	3
2.	Mapa Lingüístico de Guatemala	6
3.	Área geográfica donde se habla kakchiquel	7
4.	Localización de la estación meteorológica Suiza Contenta	9
5.	Planta de techos	28
6.	Diagrama de cuerpo libre de perno	29
7.	Lámina Max Alúm E-40	31
8.	Área tributaria de viga	33
9.	Hiladas consecutivas de <i>block</i> DT	40
10.	Aparejo escalonado	41
11.	Lecho completo y lecho parcial	44
12.	Forma en que actúan los sismos	45
13.	Planta de aulas	47
14.	Función de las mochetas en la mampostería	49
15.	Forma de fundir losa por franjas adyacentes	55
16.	Refuerzo de acero	56
17.	Juntas de aislamiento	57
18.	Juntas de contracción	58
19.	Dimensiones de cancha de usos múltiples	59

TABLAS

I.	Estimaciones de población total según municipio del departamento de Sacatepéquez.....	4
II.	Servicios y equipamiento básico de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.....	5
III.	Porcentaje de religión profesada	7
IV.	Características meteorológicas de la estación Suiza Contenta	8
V.	Diez primeras causas de enfermedad en el departamento de Sacatepéquez.....	15
VI.	Población analfabeta e índice de analfabetismo según municipio en el departamento de Sacatepéquez	16
VII.	Superficie mínima a construir por educando	20
VIII.	Número máximo de educandos por nivel educativo.....	20
IX.	Valores característicos de la madera laminada.....	27
X.	Integración de cargas sobre lámina	31
XI.	Separación de vigas	32
XII.	Distribución número de apoyos.....	33
XIII.	Integración de cargas sobre viga	35
XIV.	Carga máxima lineal admisible (kN/m).....	36
XV.	Unidades de <i>block</i> DT, características según su clase	42
XVI.	Clases de mortero	43
XVII.	Compatibilidad de <i>block</i> con clase de mortero.....	43
XVIII.	Capacidad sísmoresistente de muros de mampostería confinada de <i>block</i>	46
XIX.	Refuerzo de las mochetas principales	50
XX.	Soleras principales	52
XXI.	Ancho de cimiento corrido según levantado de <i>block</i>	53
XXII.	Dimensiones de cimientos corridos	54

XXIII.	Integración de costos unitarios para escuela pre primaria.....	61
XXIV.	Cronograma de ejecución de escuela preprimaria	62
XXV.	Anchos mínimos de zanja para instalación de tubería.....	80
XXVI.	Especificaciones para diseño de tramo de drenaje sanitario	82
XXVII.	Diseño de tramo de alcantarillado sanitario.....	83
XXVIII.	Integración de costos unitarios para ampliación de drenaje sanitario ...	89
XXIX.	Cronograma de ejecución para ampliación de drenaje sanitario	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Qd	Caudal de diseño
CIE	Cota Invert de entrada
CIS	Cota Invert de salida
D	Diámetro
fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
Ha	Hectáreas
Hora	Hora
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Km	Kilómetros
L	Litros
L/ha/d	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
PVC	Material de cloruro de polivinilo
m	Metros
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
mm/h	Milímetros por hora
PSI	Libra por pulgada cuadrada
L	Litros
No.	Número

S	Pendiente
n	Período de diseño
Po	Población inicial
Pf	Población futura
PV	Pozo de visita
”	Pulgadas
Q.	Quetzales
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
s	Segundos
r	Tasa de crecimiento
Tm/m²	Tonelada métrica por metro cuadrado

GLOSARIO

Aguas negras	Agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Obra complementaria donde se reciben las aguas negras provenientes de las viviendas y que conduce las mismas al colector principal.
Carga muerta	Carga permanente soportada por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar. Su magnitud es constante a lo largo del tiempo.
Carga de sismo	Cargas conocidas como cargas laterales que son puramente dinámicas. Una de las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto período de tiempo.
Carga viva	Tipo de cargas producidas por el tipo de uso u ocupación de la estructura.
Caudal de diseño	Suma de caudales que se utilizan para diseñar un tramo de drenaje sanitario.
Caudal de diseño	Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo.

Columna	Miembro estructural que se utiliza para resistir principalmente carga de compresión axial y que tiene una altura total de por lo menos 3 veces su menor dimensión.
Concreto	Es una mezcla dosificada de agregados inertes (arena y grava), cemento, agua y aditivos. Los aditivos mejoran o modifican ciertas propiedades del concreto y deben ser agregados en proporciones adecuadas.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hacia la candela.
Cotas Invert	Altura de la parte inferior del tubo ya instalado respecto a la superficie.
Desfogue	Salida de las aguas negras de un colector en un punto determinado.
Factor de Harmond	Factor de seguridad que sirve para las horas de mayor consumo, siendo diferente para cada tramo, relacionado con la cantidad de habitantes acumulados de cada tramo.
Dotación	Cantidad de agua que consume un habitante en promedio diariamente.

Fórmula de Manning	Fórmula que se utiliza para calcular la velocidad de un flujo en un canal abierto.
Losa	Estructura plana, horizontal, que separa la edificación de un nivel con otro o puede ser utilizada como cubierta y sirve para soportar cargas de servicio de la estructura.
Mampostería	Sistema de construcción tradicional que consiste en superponer bloques o ladrillos con mortero, para la edificación de muros.
Pozo de visita	Estructura subterránea que se utiliza cuando existen cambios de pendiente, dirección, diámetro y para iniciar un tramo.
Sabieta	Mezcla de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas para la pega de ladrillos o bloques.
TIR	Tasa interna de retorno, es el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos, haciendo que el valor presente neto de una inversión sea cero.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la tubería.
VPN	Valor presente neto, se basa en que el dinero se ve afectado por el tiempo en el que se recibe.

Viga

Elemento estructural horizontal, que soporta esfuerzos de flexión y de corte.

RESUMEN

Las aulas y la cancha de usos múltiples del Centro Oficial De Preprimaria Bilingüe Anexa A Escuela Oficial Rural Mixta Centro América (1 937m² en su totalidad), se ubica en la Aldea de Santa María Cauque, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Las instalaciones no cuentan con los espacios necesarios ya que únicamente cuentan con 3 aulas, coordinación y servicios sanitarios (199m² de construcción) para albergar a los más de 800 usuarios de los distintos niveles académicos, provocando incomodidad entre las personas que pertenecen a este establecimiento educativo.

Cierto sector del casco urbano de Santiago Sacatepéquez no cuenta con un sistema de drenaje sanitario para conducir las aguas domiciliarias hacia un desfogue existente, lo cual provoca enfermedades en los habitantes del lugar. Por esta razón surge la necesidad del diseño de una red de drenaje sanitario, que desemboque al desfogue existente para su posterior tratamiento.

OBJETIVOS

General

Diseñar edificio de un nivel de mampostería confinada para el Centro Oficial De Preprimaria Bilingüe Anexa A Escuela Oficial Rural Mixta Centro América, ubicado en la Aldea de Santa María Cauque, y el sistema de drenaje sanitario para un sector del casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Específicos

1. Dar a las autoridades correspondientes (DMP) los estudios realizados (integración de costos, especificaciones técnicas, memoria de cálculo y planos) de ambos proyectos, para que sea asignado el presupuesto necesario para cada uno.
2. Diseñar el sistema de drenaje sanitario para reducir los impactos que la ausencia de uno genera en los pobladores de la zona, resguardando la salud de los mismos.
3. Llevar a cabo una investigación y un sondeo de las necesidades del casco urbano de Santiago Sacatepéquez, de igual manera con la Aldea de Santa María Cauque del Municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

4. Mejorar la calidad educativa de los estudiantes, a través de la construcción de los salones, generando un espacio adecuado para que reciban sus clases.

5. Reducir el índice de analfabetismo en el municipio y promover el desarrollo integral de los alumnos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un país se evidencia por la calidad de vida de sus habitantes, encontrándose ligada mayoritariamente a la infraestructura existente. El municipio de Santiago Sacatepéquez no cuenta con un sistema de drenaje sanitario en parte del casco urbano, tampoco con una escuela preprimaria en la aldea de Santa María Cauque capaz de recibir cómodamente a los alumnos que asisten a la misma. La población exige mejoras a sus aldeas como parte de las necesidades de salud, superación y por ende de una mejor calidad de vida, como lo es el caso de los lugares anteriormente mencionados.

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos elaborados mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería.

El primer proyecto consiste en el diseño de cuatro aulas y una cancha de usos múltiples en la aldea de Santa María Cauque y el diseño de un drenaje sanitario para parte del casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. La escuela cuenta con 1 937m² en su totalidad, actualmente solo se encuentran utilizados 199m² (3 aulas, coordinación y servicios sanitarios), por lo cual se planteó la construcción de 567m² más, siendo 192m² en aulas (4 aulas de 48m² cada una) y una cancha de usos múltiples de 375m².

El diseño de aulas de mampostería confinada y cancha de usos múltiples beneficiara aproximadamente a 200 usuarios de manera directa, ya que actualmente se dificulta impartir la educación debido a que esta escuela fue

hecha en el año 2002 y las instalaciones actuales son insuficientes para lo que se requiere.

Por su parte, el diseño de la ampliación del sistema de drenaje sanitario beneficiará a 1 302 habitantes, quienes no cuentan con una forma adecuada y segura de depositar sus desechos. Dicha ampliación tendrá 1 289 m de longitud.

A continuación se detalla una investigación monográfica de las zonas en cuestión, siendo el casco urbano y la aldea Santa María Cauque en donde se diagnosticaron los proyectos a realizar. El capítulo dos trata de la fase de servicio técnico profesional, en donde se recopila la teoría y cálculo para el desarrollo de los proyectos a realizar. Se describen los métodos, especificaciones, parámetros, cronograma de actividades, presupuesto, análisis de impacto ambiental, análisis socioeconómico y todo lo que sea necesario para el diseño, finalizando con un conjunto de planos que son parte primordial de este trabajo de graduación.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del casco urbano de Santiago Sacatepéquez y la aldea Santa María Cauque, Sacatepéquez

Santiago Sacatepéquez (en honor a Santiago Apóstol) es un municipio del departamento de Sacatepéquez de la región sur-occidente de la República de Guatemala. Se dice que fue fundado a mediados del siglo XVI entre las décadas de 1 540 a 1 550.

1.1.1. Aspectos generales

Santiago Sacatepéquez (perteneciente al departamento de Sacatepéquez) es uno de los municipios con mayor antigüedad de Guatemala, no se poseen datos reales de su fundación pero se dice que el mismo fue fundado en el siglo XVI.

1.1.1.1. Ubicación geográfica y colindancias

Ubicado entre los ríos Chinimayá y Chiplátanos a una altitud de 2 040 metros sobre el nivel del mar. Actualmente se ha establecido, según el Diccionario Geográfico de Guatemala en su edición de 1980, el área del municipio, la cual asciende a 15 kilómetros cuadrados. La ubicación georreferenciada de Santiago Sacatepéquez es la siguiente:

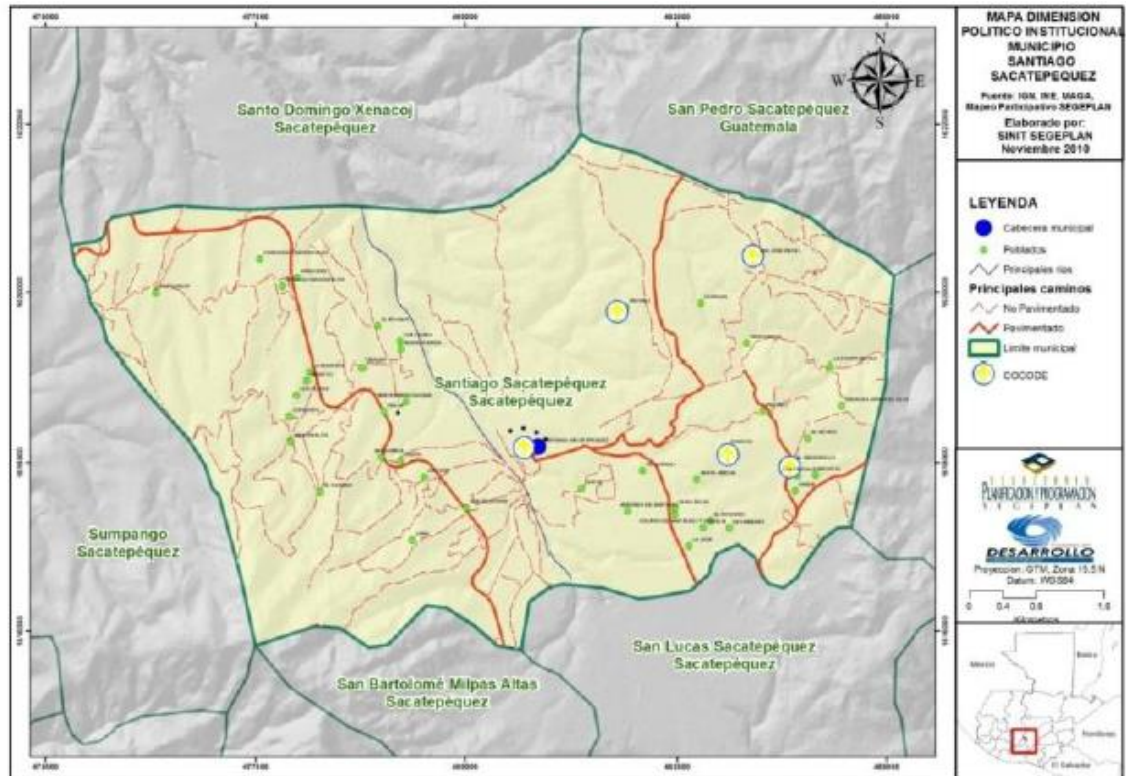
- Latitud: 14°36'26" - 14°40'12" Norte
- Longitud: 90°43'30" - 90°43'30" Oeste

En el mapa elaborado y publicado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), Santiago Sacatepéquez se encuentra ubicado en la hoja cartográfica No. 2 059 I con el de Ciudad de Guatemala.

Su nombre geográfico oficial es Santiago Sacatepéquez y sus colindancias, según la hoja cartográfica antes mencionada, son las siguientes:

- Norte: Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez) y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala).
- Sur: San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez) y San Lucas Sacatepéquez (Sacatepéquez).
- Este: Mixco (Guatemala).
- Oeste: Sumpango (Sacatepéquez).

Figura 1. **Mapa de colindancias de Santiago Sacatepéquez**



Fuente: SEGEPLAN. *Plan de desarrollo de Santiago Sacatepéquez, 2010*. p. 45.

1.1.1.2. Demografía

Según el XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Habitación, practicado por el Instituto Nacional de Estadística, la población que conforma el municipio de Santiago Sacatepéquez es de 22 038 habitantes, de los cuales la mayoría corresponde al grupo indígena kakchiquel (18 694), de esto se puede deducir que este grupo poblacional ocupa el 84,83 % del total de personas, y el grupo no indígena está compuesto por 3 344 habitantes que representa el 15,17 %.

Los datos poblacionales referidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE) según el X censo de 1944, muestran que el número de habitantes indígenas eran 13 144 (87,20 %), y el número de habitantes no indígenas eran 1 906 personas (12,31 %).

En la tabla I se describen datos relacionados con el número de habitantes hasta el año 2010:

Tabla I. **Estimaciones de población total según municipio del departamento de Sacatepéquez**

Municipio	Años				
	2006	2007	2008	2009	2010
Total Departamento	283,891	290,357	296,890	303,459	310,037
Antigua Guatemala	43,345	43,730	44,101	44,455	44,786
Jocotenango	19,653	19,840	20,021	20,193	20,357
Pastores	13,324	13,614	13,904	14,194	14,481
Sumpango	32,615	33,438	34,268	35,103	35,938
Santo Domingo Xenacoj	9,097	9,301	9,506	9,711	9,915
Santiago Sacatepéquez	25,606	26,241	26,881	27,524	28,167
San Bartolomé	6,799	7,085	7,380	7,684	7,996
San Lucas Sacatepéquez	21,637	22,219	22,808	23,401	23,997
Santa Lucía Milpas Altas	12,408	12,828	13,258	13,695	14,138
Magdalena Milpas Altas	9,563	9,781	9,999	10,218	10,436
Santa María de Jesús	15,574	15,765	15,952	16,134	16,308
Ciudad Vieja	30,565	31,445	32,337	33,239	34,147
San Miguel Dueñas	10,110	10,310	10,510	10,709	10,905
Alotenango	20,947	21,932	22,954	24,013	25,107
San Antonio Aguas Calientes	9,430	9,567	9,703	9,836	9,965
Santa Catarina Barahona	3,218	3,263	3,307	3,351	3,393

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de población basadas en el XI censo de población*. p. 18.

1.1.1.3. Servicios públicos

El municipio de Santiago Sacatepéquez actualmente cuenta con servicios públicos que garantizan cierta calidad de vida a sus habitantes, los cuales son:

- Viviendas: las viviendas en su mayoría son construidas con *blocks*, seguidas de las que son construidas con adobe.
- Servicio de agua potable: el 93 por ciento de las viviendas son abastecidas con agua clorada de los nacimientos de agua y pozos existentes en el municipio. El 7 por ciento restante consigue el agua de chorros comunales.
- Servicios sanitarios: el 98,49 por ciento de las viviendas cuenta con servicio de recolección y conducción de aguas servidas de tipo mixto. El cien por ciento de las viviendas cuenta con algún tipo de letrina o inodoro.
- Energía eléctrica: para iluminación y la utilización de electrodomésticos y aparatos electrónicos se utiliza la energía eléctrica, en acometidas de 120 y 240 voltios, la cual se suministra al departamento por la Empresa Eléctrica de Guatemala, la cual forma el pliego tarifario que establece la Comisión de Energía Eléctrica. La cobertura de la red eléctrica en el municipio es del 94 por ciento. Se abastecen con energía solar 28 hogares.
- Equipamiento: Santiago Sacatepéquez posee agencias bancarias, cooperativa de ahorro, 11 líneas de transporte extraurbano, entre otros. A continuación se describen los servicios existentes dentro del municipio.¹

Tabla II. **Servicios y equipamiento básico de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**

Servicios y equipamientos urbanos	
Agua domiciliar	Servicio de tratamiento de basura
Drenajes	Servicio de recolección de basura
Alumbrado público	Salón de usos múltiples
Rutas de transporte urbano	Centros comerciales
Rastro	Internet
Mercado municipal	Centro de atención infantil -CAI (Guarderías)
Cementerio municipal	Centros deportivos y recreativos
Museo	Tanques de captación
Biblioteca	Tanques de distribución
Bomberos	Parques o áreas verdes

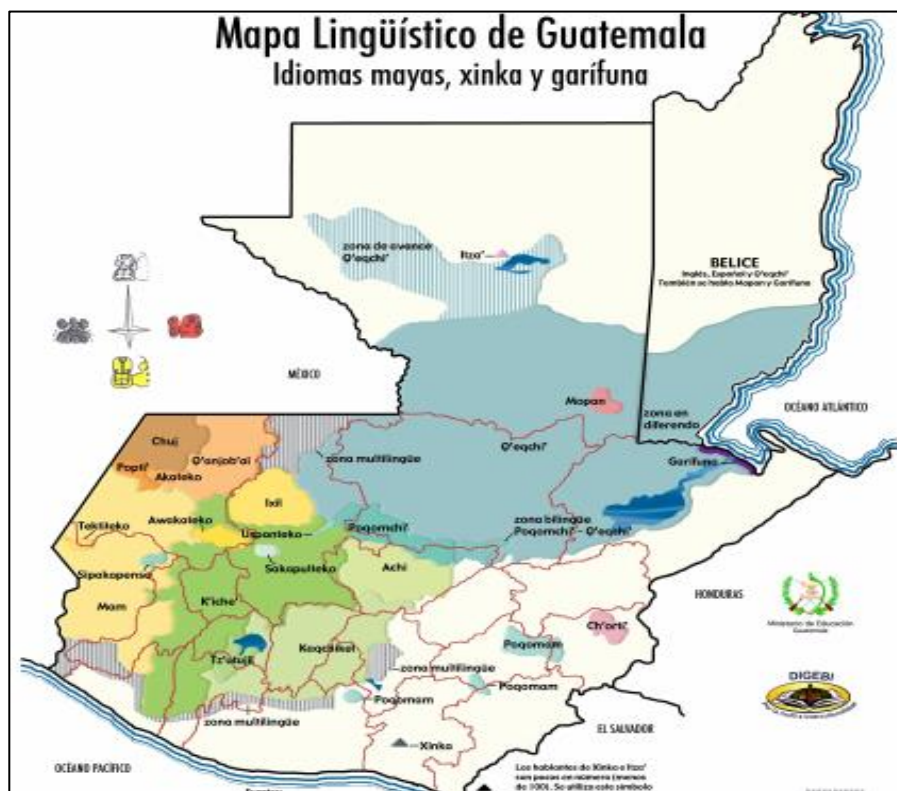
Fuente: SEGEPLAN. *Plan de desarrollo de Santiago Sacatepéquez, 2010*. p. 48.

¹ SEGEPLAN. *Plan de desarrollo de Santiago Sacatepéquez, 2010*. p. 48.

1.1.1.4. Idioma

Guatemala es un país con alta diversidad cultural, lingüística y étnica, en relación a lenguas mayas, cuenta con 22 derivadas del protomaya. En Santiago Sacatepéquez se habla Kakchiquel como lengua madre de los habitantes. Adicionalmente los habitantes dominan el idioma español como idioma complementario. Cabe destacar que en los diferentes niveles educativos se fomenta el aprendizaje de la lengua anteriormente mencionada.

Figura 2. Mapa Lingüístico de Guatemala



Fuente: Mineduc. *Mapa lingüístico de Guatemala*. <http://www.mineduc.gob.gt/digebi/>. Consulta: 4 de noviembre de 2018.

Figura 3. **Área geográfica donde se habla kakchiquel**



Fuente: Mineduc. *Mapa lingüístico de Guatemala*. <http://www.mineduc.gob.gt/digebi/>. Consulta: 4 de noviembre de 2018.

1.1.1.5. Religión

En Santiago Sacatepéquez, al igual que en todos los municipios de Guatemala, se profesan varias religiones, predominando la católica y en segundo lugar la evangélica.

Tabla III. **Porcentaje de religión profesada**

Religión profesada por habitantes de Santiago Sacatepéquez	
Católica	Evangélica
70 por ciento	30 por ciento

Fuente: elaboración propia.

1.1.1.6. Vías de acceso

Cuenta con 4,3 kilómetros de carreteras asfaltadas, 6 kilómetros de terracería y 7 kilómetros de caminos vecinales, haciendo un total de 17,3 kilómetros, según fuente de la Dirección General de Caminos (DGC) al 2001.

El municipio cuenta con una carretera principal pavimentada CA-2, que conecta a la cabecera departamental. El resto de vías dentro del municipio son de terracería intransitables en la época seca².

1.1.1.7. Clima

La clasificación del clima es el proceso de ordenamiento de elementos como temperatura, humedad, precipitación, viento, presión atmosférica, incidencia solar, factores geográficos, latitud, altitud y vegetación, entre otros, que dan características climáticas propias de una región específica.

La estación meteorológica más cercana al Municipio de Santiago Sacatepéquez se encuentra ubicada en la finca Suiza Contenta, localizada en el Municipio de San Lucas Sacatepéquez, por lo que los datos acerca de la temperatura promedio del año 2002 que se presentan son aproximados. La estación es del tipo B y se encuentra localizada en la latitud 14°37'01" y la longitud 90°39'30" y a una altura de 2105 metros sobre el nivel del mar.

Tabla IV. **Características meteorológicas de la estación Suiza Contenta**

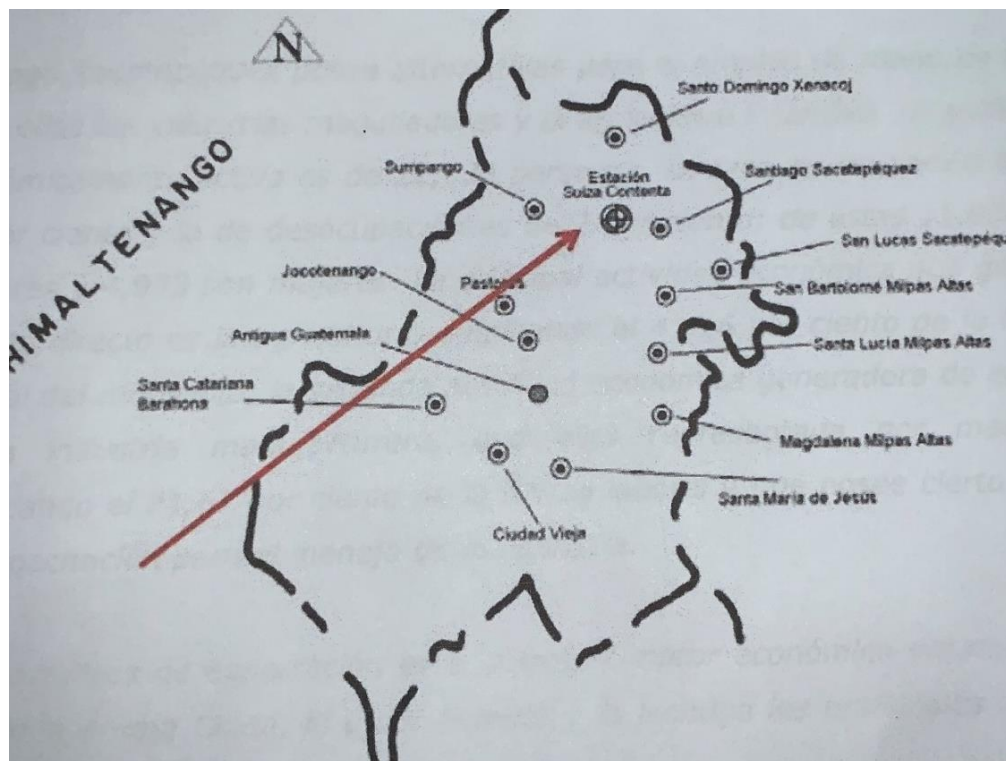
Elevación (Msnm)	Temperaturas Max – Min (CÁ°)	Absolutas Max – Min	Precipitación (Milímetros)	Brillo Solar Total/Hrs/Pro medio Mes.	Humedad Relativa (en %)	Velocidad de Viento (Kms/hr.)	Evaporación (Milímetros)
2105	18.5 – 6.9	28 – -5.0	991.8	-99	85	-99	90.1

Fuente: INSIVUMEH. *Normas climáticas*. <http://www.insivumeh.gob.gt/normas-climaticas/>.

Consulta: 25 de junio de 2019.

² SEGEPLAN. *Plan de desarrollo de Santiago Sacatepéquez, 2010*. p. 49.

Figura 4. **Localización de la estación meteorológica Suiza Contenta**



Fuente: COMUDE. *Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Santiago Sacatepéquez*. <http://munishecana.gob.gt/blog/category/direccion-municipal-de-planificacion/>.
Consulta: 25 de junio de 2019.

1.1.1.8. Economía

Santiago Sacatepéquez posee alternativas para el empleo de mano de obra, entre ellas las industrias maquiladoras y la agricultura intensiva. La población económicamente activa es de 22 038 personas. La tasa de ocupación es del 98 % y la de desocupación es de 2 por ciento; de estas 11 036 son hombres y 4 933 son mujeres. La principal actividad económica que genera trabajo directo es la agricultura, empleando el 41,16 por ciento de la fuerza laboral del municipio; la segunda actividad económica generadora de empleo es la industria manufacturera, que está representada por maquilas, empleando el 21,67 por ciento de la fuerza laboral y que posee cierto grado de capacitación para el manejo de maquinaria.

Por último se encuentran los servicios comunales, el comercio informal y la construcción con índices de 9,36 por ciento, 8,71 por ciento y 7,9 por ciento respectivamente.³

Las hortalizas de exportación son el principal motor económico del municipio, siendo la arveja china, el ejote francés y la lechuga los principales cultivos de exportación.

El rábano, la remolacha, culantro, acelga, chile pimiento y aguacate son los productos comercializados localmente o en el mercado de Antigua Guatemala. La producción de lechuga alcanza anualmente una producción de 9 798 quintales, la producción de rábano produce 8 630 quintales y la remolacha 6 910 quintales, siendo estas las principales hortalizas producidas en el municipio.

La producción pecuaria es relativamente baja dentro del municipio, prácticamente es nula pues no existen productores formales que manejen grandes volúmenes de animales o productos procesados y que sea un factor económico determinante en el municipio.

La actividad artesanal dentro del municipio se concentra en el casco urbano. Los oficios artesanales han sido heredados familiarmente, mencionándose los siguientes: carpintería, bordados y tejidos.

La producción forestal únicamente existe en el sector denominado el Astillero Municipal y no está sujeto a explotación. La utilización de esta área es especial puesto que aquí es donde están ubicadas las cajas de captación de nacimientos de agua que abastecen al casco urbano y Santa María Cauque.

³ INE. *Caracterización*. <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/L5pNHMXzxy5FFWmk9NHCrK9x7E5Qqvvy.pdf>. Consulta: 25 de junio de 2019.

1.1.1.9. Topografía

Está compuesto por la cuenca del Río Achíguate, María Linda y Motagua, con una elevación de 2 040 metros sobre el nivel del mar, su latitud es 14° 36' 26" - 14° 40' 12" norte, longitud 90° 43' 30" - 90° 37' 24" oeste, la zona de vida es: bosque húmedo montano sub-tropical.

1.2. Aspectos generales de aldea Santa María Cauque

La investigación diagnóstica es un tipo de estudio cuya principal finalidad es analizar una situación determinada, centrándose principalmente en el análisis de situaciones ofreciendo una base adecuada para la toma de decisiones.

1.2.1. Aspectos generales

Santa María Cauque es una de las 3 aldeas que forman parte del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

1.2.1.1. Ubicación geográfica y colindancias

Santa María Cauque fue anexada al municipio de Santiago Sacatepéquez (Acuerdo Gubernativo del 23 de agosto de 1935), ya que su extensión territorial era muy pequeña y la misma carecía de medios para complacer sus necesidades. Según la Constitución Política de Guatemala el mismo era uno de los 24 municipios de Sacatepéquez, pero por lo anteriormente mencionado fue reconocida como aldea de Santiago Sacatepéquez.

1.2.1.2. Demografía

La aldea de Santa María Cauque cuenta con personas de origen indígena (83,39 por ciento) y ladinos (17,61 por ciento). Para el año de 1999 la población estimada era de 3 725 personas.

1.2.1.3. Servicios públicos

En la actualidad la aldea cuenta con agua potable con conexiones domiciliarias, en su mayoría en el centro de la misma, energía eléctrica, drenajes sanitarios limitados, algunas de sus calles se encuentran pavimentadas y una escuela de nivel primario completa.

1.2.1.4. Idioma

Al igual que en todo el departamento de Sacatepéquez, en la aldea de Santa María Cauque predomina el idioma kakchiquel, adicionalmente la gente que habita el lugar domina en su mayoría el idioma español.

1.2.1.5. Religión

En la aldea se profesan dos religiones: católica y evangélica, existiendo una y dos respectivamente, los porcentajes son bastante similares a los de la tabla III.

1.2.1.6. Vías de acceso

Santa María Cauque se encuentra a 4 kilómetros de distancia del casco urbano de Santiago Sacatepéquez, tiene acceso por la Ruta Interamericana

CA-1 occidente, adicionando el tramo carretero (RD SAC-14) de 1,5 km que conecta la cabecera municipal con la aldea.

1.2.1.7. Clima

La clasificación del clima es el proceso de ordenamiento de elementos como temperatura, humedad, lluvia, viento, presión atmosférica, incidencia solar, factores geográficos, latitud, altitud y vegetación, entre otros, que dan características climáticas propias de una región específica.

La estación meteorológica más cercana al municipio de Santiago Sacatepéquez se encuentra ubicada en la finca Suiza Contenta, localizada en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, por lo que los datos acerca de la temperatura promedio del año 2002 que se presentan son aproximados. La estación es del tipo B y se encuentra localizada en la latitud 14°37'01" y la longitud 90°39'30" y a una altura de 2 105 metros sobre el nivel del mar.

Las características meteorológicas del municipio se encuentran en la tabla IV.

1.2.1.8. Economía

Estudios muestran que el 70 % de la población masculina se dedica únicamente al trabajo de campo, es decir agricultura, trabajando por cuenta propia, siendo totalmente independientes, mientras que el 30 por ciento restante labora en industrias maquileras, entre otras, dependiendo de un ente o patrono.

Por su parte, en cuanto a las mujeres del lugar, un 27 % se dedica a la agricultura, oficios domésticos en un 18 %, comercio de productos no agrícolas en un 12 % y artesanía con un 2 %.

La mayoría de mujeres que trabajan en agricultura no reciben ninguna remuneración puesto que el mismo es considerado un apoyo a su familia, mientras que las nuevas generaciones de mujeres prefieren trabajar en una industria en la cual devenguen un sueldo y generen ingresos extras para sus familias.

En la aldea de Santa María Cauque los ingresos más importantes son generados a través de los cultivos de exportación y la industria maquilera, dejando por un lado la producción artesanal que en otras regiones del país es más importante que las anteriormente mencionadas.

1.2.1.9. Topografía

La aldea se encuentra ubicada a 2 100 metros sobre el nivel del mar, los terrenos son de superficies onduladas y con pendientes pronunciadas en algunos casos. Cuenta con el río Pach Omojel, que es utilizado por los pobladores para el riego de sus cultivos y su consumo.

1.3. Investigación diagnóstica

La investigación diagnóstica es un tipo de estudio cuya principal finalidad es analizar una situación determinada, centrándose principalmente en el análisis de situaciones ofreciendo una base adecuada para la toma de decisiones.

1.3.1. Descripción de las necesidades

Actualmente una parte de los habitantes del casco urbano de Santiago Sacatepéquez no cuenta con un servicio de evacuación de aguas residuales, lo cual los obliga a utilizar letrinas y prácticas no adecuadas para el desecho de la misma.

La educación es algo indispensable para las futuras generaciones. Los niños y niñas que asisten a una escuela de nivel preprimario en la aldea de Santa María Cauque no cuentan con el espacio suficiente para poder recibir una educación personalizada y cómoda.

1.3.2. Evaluación y priorización de las necesidades

En el departamento de Sacatepéquez se conocen las principales enfermedades que afectan a los pobladores, pudiendo ser estas en su mayoría provocadas por el mal manejo y contacto con aguas residuales.

Tabla V. **Diez primeras causas de enfermedad en el departamento de Sacatepéquez**

No.	Tipo de Enfermedad	No. de casos
1	Infecciones respiratorias agudas	6,394
2	Diarreas	1,490
3	Infecciones de la piel	925
4	Neumonías y bronconeumonías	385
5	Enfermedad de la piel	246
6	Conjuntivitis	210
7	Parasitismo intestinal	79
8	Anemia	61
9	Desnutrición	59
10	Varicela	53
	RESTO DE CAUSAS	642
	TOTAL DE CAUSAS	10,544

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Memoria anual de vigilancia epidemiológica 2007*. p. 8.

En la tabla V se observa las principales enfermedades que afectan a los pobladores del departamento, se documentan infecciones respiratorias agudas, diarreas, infecciones de piel, entre otras, las cuales pueden ser asociadas directamente al manejo y consumo de agua residual. Por eso la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, a través de la construcción del drenaje sanitario, busca erradicar en su totalidad este tipo de enfermedades que afectan a los habitantes.

Por otra parte, en la aldea de Santa María Cauque los niños que asisten a la escuela preprimaria no cuentan con el espacio suficiente para desenvolverse en sus actividades académicas, pues actualmente se encuentran sin las aulas suficientes para cubrir la demanda que las mismas exigen.

Tabla VI. **Población analfabeta e índice de analfabetismo según municipio en el departamento de Sacatepéquez**

Municipio	Población de 15 años y más	Población analfabeta	Índice de analfabetismo
Total Departamento	186,131	23,760	12.77
Antigua Guatemala	27,274	1,988	7.29
Jocotenango	12,392	767	6.19
Pastores	8,702	719	8.26
Sumpango	21,525	4,210	19.56
Santo Domingo Xenacoj	5,959	828	13.89
Santiago Sacatepéquez	16,879	3,166	18.76
San Bartolomé Milpas Altas	4,716	216	4.58
San Lucas Sacatepéquez	14,357	1,236	8.61
Santa Lucía Milpas Altas	8,401	482	5.74
Magdalena Milpas Altas	6,264	668	10.66
Santa María de Jesús	9,890	3,152	31.87
Ciudad Vieja	20,387	2,220	10.89
San Miguel Dueñas	6,571	1,149	17.49
Alotenango	14,723	2,320	15.76
San Antonio Aguas Calientes	6,036	473	7.84
Santa Catarina Barahona	2,055	166	8.08

Fuente: CONALFA. *Área de Estadística de la Unidad de Informática y Estadística*. p. 21.

Según la tabla VI el índice de analfabetismo de Santiago Sacatepéquez es de 18,76 % de la población de 15 años en adelante, siendo este el tercero con mayor índice en todo el departamento de Sacatepéquez, solo por debajo de Santa María de Jesús y Sumpango.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de ampliación de Centro Oficial de Preprimaria Bilingüe anexo a Escuela Oficial Rural Mixta Centro América Aldea Santa María Cauque

El diseño de las aulas surge de la necesidad que atraviesan actualmente los alumnos de dicha escuela, donde el espacio es insuficiente para una educación personalizada, esto debido al incremento poblacional del municipio.

2.1.1. Descripción del proyecto

Se realizará un diseño de cuatro aulas en la aldea, tomando en cuenta el factor económico. Las medidas serán de 8 metros de largo por 6 metros de ancho. La estructura será de mampostería confinada, techo que será de lámina soportado por vigas de madera laminada, la misma tendrá cemento corrido (el cual se utiliza en este tipo de construcciones) en donde existan muros y mochetas en donde sean requeridas. También tendrá sus respectivas soleras (hidrófuga, intermedia y de corona). El piso será fundido, tendrá puertas de metal y sus respectivas ventanas. Se tomó el criterio de que cada alumno necesita 2 metros cuadrados de espacio, según el Ministerio de Educación.

No se realizó topografía del lugar, ya que la misma es bastante regular para la construcción de las aulas. También se tomó en cuenta que el lugar de construcción está alejado de ruidos, malos olores, entre otros.

Se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacidad de alumnos por aula: el número de alumnos recomendado para dichas actividades en este tipo de aulas educativas es de 12, siendo óptimo, y máximo 24 como recomendación.
- Área por alumno: el número de alumnos recomendable para los distintos niveles educativos se presenta en las siguientes tablas.

Tabla VII. **Superficie mínima a construir por educando**

Nivel / ciclo	Preprimaria	Primaria	Básico	Diversificado
Área construida (metros ² /educando)	4	5	7	8

Fuente: Mineduc. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. p. 30.

Tabla VIII. **Número máximo de educandos por nivel educativo**

Nivel / ciclo	Preprimaria	Primaria	Básico	Diversificado
Número de educandos	385	960	1000	1,200
Número de aulas	11	24	25	30

Fuente: Mineduc. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. p. 30.

Según las dimensiones de las aulas el número recomendado según la tabla VII es de 12 a 35 alumnos por aula, por lo que se recomienda que para el siguiente diseño sean 25 alumnos como capacidad máxima para cada una de las aulas.

- La forma: se recomienda que las aulas de nivel educativo tengan por lo general forma rectangular o cuadrada.
- El *comfort*: es de suma importancia tomar en cuenta que la iluminación debe ser uniforme, que la pizarra esté como máximo a 8 metros de distancia de la última fila de alumnos. También es recomendable el aislamiento acústico para evitar distracciones en los alumnos, así como es necesario que el centro educativo se encuentre libre de malos olores.

2.1.2. Tipo de estructura a utilizar

El tipo de estructura a utilizar será de mampostería confinada utilizando la metodología simplificada que propone AGIES, cubierta de lámina soportada por vigas de madera laminada, mochetas, soleras y cimiento corrido. Es una forma muy confiable y segura de construir, se reducen los costos y se obtiene una construcción de muy buena calidad. En el presente proyecto se utilizará este sistema constructivo para reducir los costos y brindar a los estudiantes un lugar seguro y cómodo en el cual puedan asistir a recibir sus lecciones diarias.

La mampostería confinada es un sistema tradicional de construcción en el cual se colocan elementos superpuestos (*block*, ladrillo o piedra) de forma manual, unidos por morteros cementicios para unir los mampuestos creando muros, los cuales se encuentran rodeados (encerrados) con elementos de concreto reforzado (cimiento corrido, mochetas y soleras) vaciados posteriormente a la ejecución del muro y que actúan en conjunto con los muros. El resultado de este tipo de mampostería entrega muros capaces de resistir diferentes exigencias, como gravedad, vientos y sismos.

Por toda Guatemala desde hace 75 años la edificación menor (viviendas, comercios pequeños) está siendo edificada con mampostería confinante, siendo algunas veces de manera empírica. En este proyecto se aplica normativa simplificada de AGIES, que se basa en estructuras básicas y simples para lograr una construcción de calidad.

2.1.3. Cargas según AGIES

Las cargas son esfuerzos a los que son sometidos los elementos estructurales de una construcción. Para este proyecto se tomaron en cuenta, carga viva, carga muerta y carga de sismo.

2.1.3.1. Carga viva

La carga viva es la que la estructura deberá soportar debido a su ocupación. Los agentes que provocan esta carga no se encuentran fijos dentro de la misma. Para el presente proyecto la carga viva que se utilizó es de 80 Kg/cm² según tabla X.

2.1.3.2. Carga muerta

Las cargas muertas son aquellas de elementos permanentes (fijos) dentro de la estructura, es decir pisos, muros, ventanas, soleras, mochetas, techo y equipos fijamente anclados cuya magnitud es constante a lo largo del tiempo. En el presente proyecto, la única carga muerta que se consideró para efectos de cálculo fue la del techo, siendo 45,61 Kg/cm², valor referenciado de tabla X.

2.1.3.3. Carga de sismo

Las cargas de sismo son aquellas que se conocen con el nombre de cargas laterales, siendo dinámicas. Su aplicación suele ser en corto tiempo y en diferentes direcciones.

2.1.4. Elementos de mampostería confinada

- Unidades de mampostería: son *blocks* de concreto o ladrillos de barro cocido, pueden ser de doble tabique o de un tabique, de 14 o 19 centímetros según lo requiera el diseño. Su función básicamente es soportar esfuerzos de compresión (carga de los muros). Su resistencia varía según el proyecto que se vaya a realizar. Su presentación varía según la empresa que elabore las unidades, pero son clasificaciones y capacidades muy similares. En el presente proyecto se utilizó *block* de doble tabique, de 19 centímetros y de clase B (tabla XV).
- Mortero: es una mezcla de materiales aglomerantes, generalmente utilizada para unir las unidades de mampostería. Algunas de sus funciones principales es darle apoyo, nivelación, transmisión de fuerzas de compresión a las unidades de mampostería, así mismo permite cierta deformación y elasticidad entre las unidades. El mortero se conforma de cemento, arena, cal y agua. Existen diferentes clases de mortero y se debe elegir la adecuada para que la construcción trabaje de manera correcta. Se utilizó mortero clase S que es compatible con el *block* seleccionado (tabla XVII).
- Concreto: es la mezcla de aglomerantes que se utiliza para fundir el refuerzo de la mampostería, logrando de esta manera que el mismo

trabaje de una manera eficiente, es decir la mampostería en compresión y el acero de refuerzo a tensión. El concreto está formado por arena, cemento, agua y pedrín, los cuales son mezclados hasta tener una mezcla homogénea. Para mochetas y soleras se utilizó concreto de 2 500 PSI y para cimiento corrido un concreto de 3 000 PSI.

Es de suma importancia conocer la función que cada elemento tiene al momento de construir con mampostería confinada, para una correcta aplicación de este sistema constructivo.

2.1.5. Sistema constructivo

Este sistema constructivo simplificado brindado por AGIES se basa en la calidad del levantado de los muros de *block* de concreto que son típicos en el país, sencillez de la estructura (simetría) y la correcta colocación del refuerzo confinante. De manera que se debe hacer una correcta selección de los materiales, respetando las limitaciones propuestas y utilizando las tablas precalculadas por AGIES, verificando que la estructura diseñada sea capaz de resistir las distintas cargas a las que será sometida.

- Cimentación: será de concreto armado, estará conformada únicamente por cimiento corrido, con una base de 60 centímetros, altura de 18 centímetros con un refuerzo longitudinal de 4 número 3 y eslabones número 3 a cada 25 centímetros, esto debido a que la estructura únicamente soportará el peso de los muros.
- Muro: el proceso constructivo que se utilizará será de mampostería, con muros confinados por mochetas y soleras, para darles una mayor resistencia y durabilidad al proyecto. Se utilizará *block* clase B, mortero

clase S, acero legítimo grado 40 para cimiento corrido, moquetas y soleras, concreto de 2 500 PSI para moquetas y soleras y 3 000 PSI para el cimiento corrido.

- Techo: se utilizarán vigas de madera laminadas, las cuales fueron seleccionadas porque tienen mejor resistencia, mayor estabilidad y permiten luces mayores que una viga de madera convencional. Se colocarán como vigas simplemente apoyadas fijadas con un perno expansivo en la solera de corona, el cual deberá ser fundida previamente, lámina Max Alúm E-40 fabricada por la empresa Ferromax, cuyas características se plantearán en el diseño. Es necesario mencionar que para la colocación de dicha estructura se deberá seguir los pasos que el fabricante recomienda para la colocación de estas piezas.

2.1.6. Diseño de techo

Se seleccionaron vigas de madera laminadas de la empresa Lignum debido a su capacidad de soportar cargas mayores que las de madera sólida, es uno de los métodos más eficaces de construcción para la protección del medio ambiente, favoreciendo a la renovación de los bosques y el uso inteligente de la madera. La madera laminada es recomendable para cubrir grandes luces, es resistente ante las necesidades estructurales, teniendo una estabilidad estructural alta contra sismos, siendo 5 veces más liviana que el concreto y 15 veces más liviana que el acero.

La madera laminada cuenta con propiedades y características que hacen que sea un material recomendable para la construcción, las cuales se mencionarán a continuación:

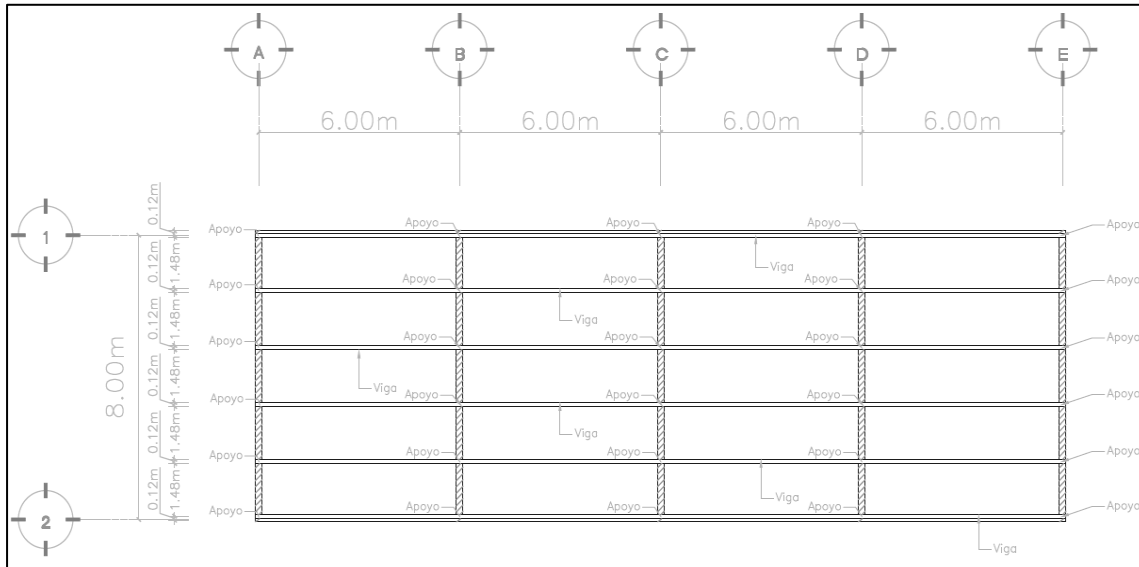
- Una relación de resistencia sobre peso, la cual es la más alta en comparación con el concreto y el acero. En este sentido la madera ofrece mayor resistencia.
- Alta resistencia al fuego, aunque se trata de un producto inflamable, la madera al momento de tener contacto con el fuego crea una capa de protección que retarda el tiempo en el cual el fuego se propaga hacia dentro de la viga. El fuego reduce levemente las dimensiones del material, pero no cambia sus características mecánicas. La obra colapsará de manera lenta y progresiva, permitiendo que los usuarios evacuen la misma de manera segura.
- La madera es un excelente aislante térmico, teniendo una conductividad térmica casi nula.
- La fragmentación de la madera libre de defectos permite reconstituir elementos de madera con propiedades mejoradas (homogeneidad), reduciendo de esta manera la anisotropía ya que la fibra no está en una dirección y se eliminan las imperfecciones.
- La madera laminada permite fabricar productos de un tamaño que excede el que se obtiene naturalmente.

Tabla IX. Valores característicos de la madera laminada

Valores característicos de la madera laminada encolada BLC (EN 338)						
Tabla AP.6		GL22	GL24	GL26	GL28	GL30
Propiedad de resistencia en N/mm²						
Flexión	f _{m,g,k}	22	24	26	28	30
Tracción Axial	f _{t,0,g,k} ¹⁾	14	15.5	16.5	17.5	18.5
Tracción Transversal	f _{t,90,g,k}	0.35	0.35	0.45	0.45	0.45
Compresión Axial	f _{c,0,g,k} ¹⁾	21.5	23.5	24.5	25.5	26.5
Compresión Transversal	f _{c,90,g,k}	4.8	5.1	5.3	5.6	5.7
Cizallamiento	f _{v,g,k}	1.9	2.1	2.5	2.5	2.6
Propiedades de rigidez en kN/mm²						
Módulo de elasticidad media axial	E _{0,g,media}	9.9	10.8	11.7	12.5	12.5
Módulo de elasticidad media a la fractura del 5%	E _{0,g,05}	7.9	8.6	9.4	10.0	10.0
Módulo de elasticidad media transversal	E _{90,g,media}	0.33	0.36	0.39	0.41	0.41
Módulo de cizallamiento medio	G _{g,media}	0.62	0.67	0.73	0.78	0.78
Masa volumétrica en kg/m³						
Masa volumétrica a la fractura del 5%	ρ _k ²⁾	330	340	360	380	380

Fuente: Lignum, S.A. *Productos forestales con responsabilidad ambiental.*
<https://lignum.com.gt/>. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Figura 5. Planta de techos

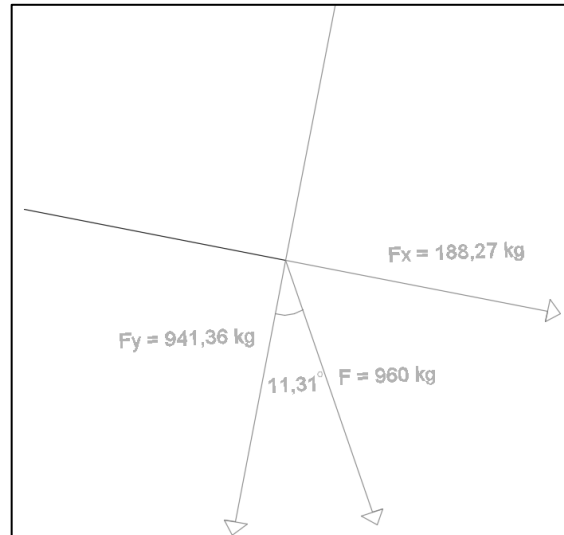


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Las vigas laminadas encoladas de Lignum corresponden a la clase de resistencia Glulam (GL24) con una resistencia a la flexión de 24 N/mm^2 ($244,73 \text{ Kg/cm}^2$), la tabla IX indica las resistencias últimas de la madera.

Las vigas de madera laminada se colocarán simplemente apoyadas y fijadas con un perno hexagonal estructural A325 (hechos con acero al carbono mediano tratado térmicamente), este tipo de perno se considera muy seguro para fijar este tipo de estructuras y deberán ser fundidos previamente. El perno estará sometido a esfuerzo de corte simple, el mismo tiene una resistencia a esfuerzos de corte de 1 195 Kg/cm^2 .

Figura 6. **Diagrama de cuerpo libre de perno**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Del cual se conoce que la fuerza que actúa a corte es la componente en el eje x (F_x), pero se utilizará la más crítica, que en este caso es la componente en el eje y (F_y).

$$\text{Esfuerzo de corte} = \frac{\text{Carga}}{\text{Área}} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

De la ecuación anterior se encontró el valor del esfuerzo de corte y la carga, siendo la única incógnita el área del perno, por lo cual se procedió a despejar el área para encontrar su valor.

$$\text{Área} = \frac{\text{Carga}}{\text{Esfuerzo de corte}} \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\text{Área} = \frac{941,36}{1\ 195} [cm^2]$$

$$\text{Área} = 0,78 [cm^2]$$

Luego de haber calculado el área se encuentra el diámetro del perno requerido, utilizando la ecuación del área un círculo.

$$\text{Área} = \frac{\pi}{4} * \text{diámetro}^2 [cm^2]$$

$$\text{diámetro} = \sqrt{\frac{4 * \text{Área}}{\pi}} [cm]$$

$$\text{diámetro} = \sqrt{\frac{4 * 0,78}{\pi}} [cm]$$

$$\text{diámetro} = 1,00 [cm]$$

$$\text{diámetro} = 1,00 * \frac{1}{2,54} = 0,40''$$

El diámetro que se requiere para resistir los esfuerzos de corte a los que estará sometido el perno es de 0,40", comercialmente se encuentra con mayor facilidad diámetro de 1/2", por lo cual se escogerá el mencionado con una longitud de 4" asegurando las vigas en sus apoyos.

Tendrá cubierta de lámina Max Alúm E-40 fabricada por la empresa Ferromax (a la medida), cuyas características se plantearán a continuación. Es

necesario mencionar que para la instalación de dicha estructura se deberán seguir los pasos que el fabricante recomienda para la colocación de estas piezas.

Figura 7. Lámina Max Alúm E-40



Fuente: Ferromax, S.A. *Megaservicios*. <http://grupoferromax.com/>. Consulta: 19 de mayo de 2019.

Esta lámina tiene un ancho total de 1,06 m y un ancho efectivo de 1 m, un espesor de 0,50 mm (figura 7), su longitud es hecha según sea requerida, tiene un peso propio de 5,61 Kg/m² y debe ser instalada con una pendiente mínima de 20 %.

Tabla X. Integración de cargas sobre lámina

Integración de carga vertical (servicio)		
Sobrelámina		
Peso propio de lámina	5,61	Kg/m ²
Peso de instalaciones	20	Kg/m ²
Sobrecarga	20	Kg/m ²
Total dl	45,61	Kg/m ²
Carga viva (azotea)	80	Kg/m ²
U = 1,2 Carga muerta + 1,6 Carga viva	190,73	Kg/m²

Fuente: elaboración propia.

Se dio carga a las instalaciones, sobrecarga y carga viva, se utilizó una combinación de carga que aumenta las cargas que actúan sobre la estructura,

para que los mismos se desenvuelvan de forma segura y eficiente. Se utilizará la carga viva asignada a la azotea, ya que la succión ($63,33 \text{ Kg/m}^2$) y empuje ($21,21 \text{ Kg/m}^2$) del techo son menores a la seleccionada.

Posteriormente se define el número, separación y por ende la cantidad de vanos de acuerdo a la carga integrada y espesor de la lámina seleccionada. La tabla XI servirá para encontrar dicha separación entre las vigas, para lo cual se necesita conocer el espesor de lámina (mm) y el valor de la carga total (kg/m^2) integrada en la tabla X , al ubicar estos valores en la tabla XI se obtiene la separación a la que se deberán de encontrar las vigas en metros.

Tabla XI. **Separación de vigas**

esp. Acero		60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
0,50mm	L=m	2.68	2.43	2.26	2.13	2.00	1.87	1.77	1.68	1.60	1.53	1.47	1.42	1.37	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18
0,60mm	L=m	2.88	2.62	2.43	2.29	2.17	2.08	2.00	1.90	1.81	1.73	1.67	1.6	1.55	1.50	1.46	1.42	1.38	1.34
0,80mm	L=m	3.19	2.90	2.69	2.53	2.4	2.30	2.21	2.13	2.07	2.01	1.96	1.89	1.83	1.77	1.72	1.67	1.62	1.58

Fuente: Ferromax, S.A. *Megaservicios*. <http://grupoferromax.com/>. Consulta: 19 de mayo de 2019.

De acuerdo a la tabla XI con las propiedades de la lámina (0,50 mm de espesor de lámina y 191 kg/m^2 de carga), la separación de las vigas deberá ser 1,68 m. Por seguridad y por facilidad en aspectos constructivos (exactitud) se utilizará el valor inmediato superior 1,60 m, siendo este el valor de separación para una carga total mayor a la calculada en tabla X. Se utilizará debido a la exacta distribución de vigas en la planta, como se observa en la figura 5.

Según el valor obtenido de separación de las vigas se procede a calcular el número de vigas y vanos por aula, como se observa en la figura 5.

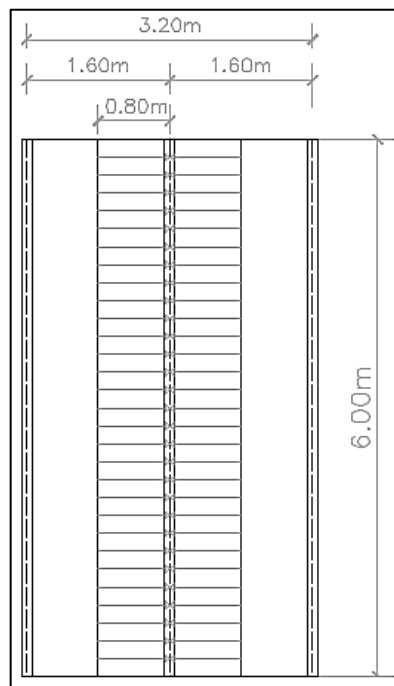
Tabla XII. **Distribución número de apoyos**

DISTRIBUCIÓN PARA NÚMERO DE APOYOS (VIGAS)	
LONGITUD DE VANO	8 m
NÚMERO DE APOYOS (VIGAS)	6
NÚMERO DE VANOS	5
DISTANCIA ENTRE APOYOS	1,6 m

Fuente: elaboración propia.

La longitud del vano es de 8 m, serán 6 vigas las que se encuentren distribuidas a 1,60m de distancia, obteniendo 5 vanos como resultado final, como se visualiza en la figura 5.

Figura 8. **Área tributaria de viga**



Fuente: elaboración propia.

Se procede a integrar cargas sobre la viga, las cargas son las mismas que las integradas sobre la lámina $190,73 \text{ Kg/cm}^2$ (tabla X) adicionando el peso propio de la viga.

De tabla IX se conoce la masa volumétrica de la madera laminada 340 Kg/m^3 y, según la longitud de la viga (6m) y la sección propuesta (0,12m por 0,30), se puede calcular el peso propio de la viga y la carga distribuida cuyo peso propio adiciona a las cargas calculadas en tabla X.

$$\text{Peso viga} = 340 * 6 * 0,12 * 0,30$$

$$\text{Peso viga} = 73,44 \text{ [kg]}$$

El peso de la viga se divide dentro de su longitud para obtener como resultado la carga distribuida generada por su propio peso.

$$\text{Carga distribuida peso propio de viga} = \frac{73,44}{6} \text{ [kg/m]}$$

$$\text{Carga distribuida peso propio de viga} = 12,24 \text{ [kg/m]}$$

El total de cargas integradas sobre la viga se calculó como se muestra a continuación. El área tributaria es de 1,60m como se observa en la figura 8.

$$\text{Carga distribuida sobre viga} = \text{peso propio} + (\text{carga integrada} * At) \text{ [kg/m]}$$

Donde:

At = área tributaria

$$\text{Carga distribuida sobre viga} = 12,24 + (190,73 * 1,60) \text{ [kg/m]}$$

$$\text{Carga distribuida sobre viga} = 319,86 \text{ [kg/m]}$$

$$\text{Carga distribuida sobre viga} = \frac{319,86}{100} \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Carga distribuida sobre viga} = 3,20 \text{ [kN/m]}$$

Tabla XIII. **Integración de cargas sobre viga**

Integración de carga vertical (servicio)		
Sobre vigas		
Peso propio de viga	73,44	Kg
Peso de instalaciones	20	Kg/m ²
Sobre carga	20	Kg/m ²
Peso de lámina	5,61	Kg/m ²
Total dl	45,61	Kg/m ²
Carga viva (azotea)	80	Kg/m ²
U = 1,2 carga muerta + 1,6 carga viva	190,73	Kg/m²
Ancho tributario	1,6	M
Carga distribuida	319,86	Kg/m
Carga distribuida	3,20	Kn/m
Largo de vigas	6,00	M
Sección (mm):	120	300

Fuente: elaboración propia.

Se propuso una sección de 120 mm por 300 mm, y con los datos previamente calculados se determinó que la viga admitirá 3,20 KN/m (Kilo Newton por metro lineal), por lo que se procede a verificar si las vigas seleccionadas son capaces de soportar la carga calculada.

La tabla XIV muestra la carga lineal máxima admisible en kN/m.

Tabla XIV. **Carga máxima lineal admisible (kN/m)**

Perfil	120x120 mm	120x140 mm	120x160 mm	120x180 mm	120x220 mm	120x250 mm	120x300 mm
Luz (m) entre postes							
1,5m			20.09	25.27	37.74	48.73	70.39
2,0m			11.30	14.21	21.23	27.41	39.59
2,5m			6.75	9.10	13.59	17.54	25.34
3,0m			3.90	5.51	9.44	12.18	17.60
3,5m			2.46	3.47	6.33	8.95	12.93
4,0m			1.65	2.32	4.24	6.22	9.90
4,5m			1.16	1.63	2.98	4.37	7.58
5,0m			0.84	1.19	2.17	3.18	5.53
5,5m			0.63	0.89	1.63	2.39	4.15
6,0m			0.49	0.69	1.26	1.84	3.20
7,0m					0.79	1.16	2.01
8,0m					0.53	0.78	1.35
9,0m						1.35	0.95

Tabla para perfiles de 120 mm de ancho.

Fuente: Lignum, S.A. *Productos forestales con responsabilidad ambiental.*

<https://lignum.com.gt/>. Consulta: 19 de mayo de 2019.

- Se realizó el chequeo de la viga seleccionada por momento de diseño y de ruptura, teniendo que ser el primero menor que el segundo para asegurar que la viga no fallara debido a las cargas a que será sometida. Si en dado caso el momento de diseño es mayor al momento de ruptura, se debe cambiar la sección o reducir la separación de las vigas.

$$\text{Momento de diseño} < \text{Momento de ruptura}$$

Se calculó el momento de diseño.

$$\text{Momento de diseño} = \frac{\text{carga distribuida} * \text{longitud de viga}^2}{8}$$

Con base en la tabla XIII se conoce la longitud de la viga (m) y la carga distribuida (kg/m).

$$\text{Momento de diseño} = \frac{319,86 * 6^2}{8} \text{ [kg m]}$$

$$\text{Momento de diseño} = 1\,439 \text{ [Kg m]}$$

Se procedió a calcular el módulo de la sección de la viga (m³) posteriormente el momento de ruptura (kg m) utilizando el valor del esfuerzo a flexión para la viga de tipo GL24 (kg/m²), valor obtenido de la tabla IX y las dimensiones de la viga propuesta (tabla XIII).

$$\text{Módulo de sección} = \frac{\text{base} * \text{altura}^2}{6} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Módulo de sección} = \frac{0,12 * 0,30^2}{6} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Módulo de sección} = 0,0018 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{Momento de ruptura} = \text{esfuerzo de flexión} * \text{módulo de sección [Kg m]}$$

$$\text{Momento de ruptura} = 2\,448\,900 * 0,0018 \text{ [Kg m]}$$

$$\text{Momento de ruptura} = 4\,408,02 \text{ [kg m]}$$

Finalmente se procede a chequear que el momento de diseño sea menor al momento de ruptura.

Momento de diseño < Momento de ruptura

$$1\,439 < 4\,408,02 \text{ [kg m]} \text{ OK}$$

- Se realizó el chequeo de deflexión, en el cual la deflexión real (m) debe de ser menor a la deflexión permisible (m), para el tipo de vigas seleccionadas el fabricante recomienda una deflexión permisible de longitud de viga/300.

Deflexión real < Deflexión permisible

Se calculó la deflexión real, para la misma se necesita la carga distribuida (kg/m) y longitud de la viga (m) de tabla XIII, el módulo de elasticidad media axial (kg/m²) de tabla IX y se debe calcular la inercia de la viga (m⁴).

$$\text{Deflexión real} = \frac{5}{384} \frac{\text{carga distribuida} * \text{longitud}^3}{\text{Módulo de elasticidad} * \text{Inercia}} \text{ [m]}$$

$$\text{Inercia} = \frac{1}{12} \text{base} * \text{altura}^3 \text{ [m}^4\text{]}$$

$$\text{Inercia} = \frac{1}{12} (0,12 * 0,30^3) \text{ [m}^4\text{]}$$

$$\text{Inercia} = 0,00027 \text{ [m}^4\text{]}$$

$$\text{Deflexión real} = \frac{5}{384} \frac{319,86 * 6^3}{1\ 103\ 603\ 126 * 0,00027} [m]$$

$$\text{Deflexión real} = 0,003 [m]$$

Luego se calculó la deflexión permisible:

$$\text{Deflexión permisible} = \frac{L}{300} [m]$$

$$\text{Deflexión permisible} = \frac{6}{300} [m]$$

$$\text{Deflexión permisible} = 0,02 [m]$$

Finalmente se realizó el chequeo, en el cual la deflexión real debe ser menor a la deflexión permisible.

$$\text{Deflexión real} < \text{Deflexión permisible}$$

$$0,003 < 0,02 [m] \text{ OK}$$

Se realizaron los chequeos de momento de diseño y deflexión. Una vez realizados, con base en la tabla XIV se conoce que las vigas de 6m de longitud, y con una sección propuesta de 120 mm por 300 mm, son capaces de resistir los 3,20 kN/m (320 Kg/m) calculados en la tabla XIII.

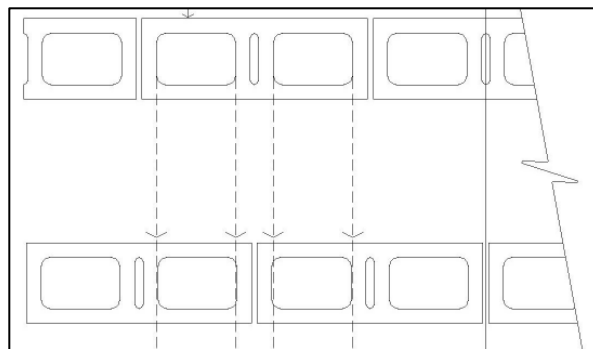
2.1.7. Diseño de estructura de mampostería según manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de *block* de concreto

Se utilizará el manual simplificado para diseño de obras menores basado en la norma DSE 4,01 de AGIES, lo cual es sugerido en la normativa NSE 7,4 2018, haciendo un uso adecuado y explicativo para quienes deseen utilizar la mampostería confinada como sistema constructivo, sabiendo que este es el más utilizado en el país.

2.1.7.1. Diseño de muros

El *block* seleccionado para la construcción es de 19 cm de doble tabique, debido a que en Guatemala la mayoría de *blocks* artesanales son de doble tabique (*block* DT) y las industrias mayores fabrican ambos tipos, adicionando que al realizar un levantado con estos, todas las celdas coinciden y hace el levantado más sencillo.

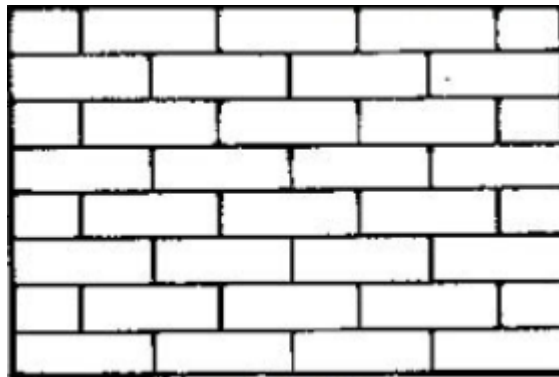
Figura 9. Hiladas consecutivas de *block* DT



Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 33.

Se utilizará un aparejo escalonado, que es el más recomendado a utilizar debido a que permite un mejor engrape entre hiladas consecutivas y es el que se debe usar en zonas sísmicas como Guatemala.

Figura 10. **Aparejo escalonado**



Fuente: *Aparejo escalonado*. goo.gl/iT7UcP Consulta: 4 de enero de 2019.

El área neta del *block* debe ser mayor al 50 % del área bruta, si esta no llega al 50 % el *block* no sirve para construcciones de mampostería debido a que las paredes de *block* se volverían muy delgadas. Para mayor seguridad el proveedor debe certificar el *block* que vende.

La norma COGUANOR NTG 41054 establece 3 clases de *block*: A, B y C. Sin embargo en Guatemala se comercializa una cuarta clase, la cual posee el 75 % de resistencia de la clase C, es conocida como clase D. Para su distribución los *blocks* se encuentran identificados con colores para su venta según sea su resistencia. Azul, rojo y verde para las clases A, B y C, respectivamente. La clase D según acuerdo entre fabricantes se ha decidido identificar con color negro.

Tabla XV. Unidades de *block* DT, características según su clase

CUADRO 5-A – UNIDADES DE BLOCK DT CARACTERÍSTICAS SEGÚN SU CLASE						
BLOCK DT	COLOR	RESISTENCIA			PESO aproximado en libras	
		Capacidad de carga	Requisito numérico de resistencia	Protección contra la humedad	espesor 14 cm	espesor 19 cm
					Área neta 53% a 57%	Área neta 52% a 56%
CLASE A	AZUL	Superior	140	Superior	32 a 35	37 a 41
CLASE B	ROJO	Alta	100	Alta	27 a 31	33 a 36
CLASE C	VERDE	Media	66	Media	24 a 27	29 a 33
CLASE "D"	NEGRO	Baja	50	Menor	21 a 23	24 a 27

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 38.

La resistencia indicada en la tabla XV se encuentra expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) de área neta de la unidad.

Para el diseño de las aulas se eligió *block* clase B, que tiene muy buenas características y propiedades para la construcción.

- Mortero de pega

En Guatemala se le conoce como savieta o mezcla. Por lo general está compuesto por cemento, arena y cal. Según la norma que se utilizó en este proyecto se le conoce como mortero.

Según la norma COGUANOR NTG 41050, existen 3 morteros de pega, M, S y N (de mayor a menor resistencia respectivamente) de los cuales se debe elegir el indicado para trabajar con el *block* seleccionado previamente.

Tabla XVI. **Clases de mortero**

LAS CLASES DE MORTERO			
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 y 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	

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 41.

Se debe analizar si el *block* seleccionado es compatible con el tipo de mortero a utilizar, esta relación se muestra a continuación.

Tabla XVII. **Compatibilidad de *block* con clase de mortero**

Combinaciones recomendables de Clase 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

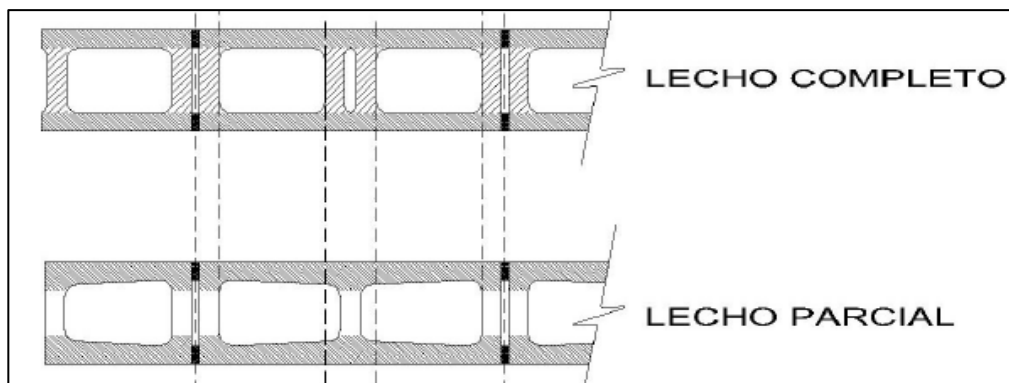
Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 41.

Al analizar la tabla XVII, el mortero de pega a utilizar será el de clase S, que es compatible con *block* clase B.

En Guatemala una empresa fabrica cemento para mampostería, el cual es clase S, comercializado bajo el nombre de “Pega-Block” y en el empaque del mismo se encuentran las instrucciones para elaborarlo.

Adicionalmente, se debe determinar si se utilizará lecho completo o parcial, el lecho completo es de 10 % a 15 % más eficaz que el parcial. Un lecho completo consiste en aplicar mortero en toda la superficie de contacto del *block*, mientras que un lecho parcial solo en las caras laterales del *block*.

Figura 11. **Lecho completo y lecho parcial**



Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto.* p. 43.

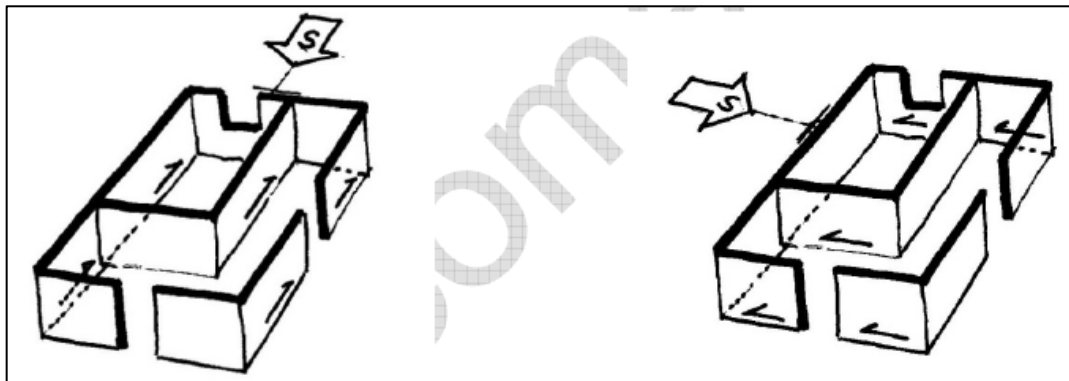
Para el diseño de este proyecto se utilizó lecho completo (figura11), adicionando que la sisa (espacio entre cada unidad de mampostería) debe ser 1cm, ya que una sisa menor a 1cm no llega a pegar bien y una mayor a 1cm reduce la resistencia del levantado.

- Resistencia contra sismos

Los sismos actúan sobre las edificaciones según su tamaño y peso, esto quiere decir que entre más pisos tengan las edificaciones, más fuerzas se desarrollan dentro de sus paredes y soportes.

Las cargas de sismo son fuerzas externas que empujan la edificación, las cuales deben ser soportadas por la misma. Un sismo es una aplicación de fuerzas en diferente sentido. Es por esto que se debe elegir de manera correcta la calidad y cantidad de materiales a utilizar, para que soporten los efectos anteriormente mencionados.

Figura 12. **Forma en que actúan los sismos**



Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto.* p. 82.

Para verificar si los muros de la edificación son capaces de resistir sismos, se toman en cuenta los siguientes criterios:

- Se debe verificar la zona sísmica en la que se encontrará ubicada la edificación.
- Solo se toman en cuenta las paredes que van desde el piso hasta el cielo, esto quiere decir que las paredes que aparecen entre vanos de puertas y ventanas no cuentan.
- Toda pared que sea menor a 1,20 m no se toma en cuenta, debido a que no trabaja bien.
- Si las celdas vacías de los muros cortos se funden completas con concreto, se permite sumar las mismas.

La zona sísmica de Santiago Sacatepéquez es anaranjada, lo que corresponde a número 4.

Tabla XVIII. **Capacidad sismoresistente de muros de mampostería confinada de *block***

CUADRO 6-D Zona sísmica Anaranjada Método Simplificado – Capacidad Sismo-resistente de paredes de mampostería confinada de <i>block</i> Cantidad de metros cuadrados de construcción Que puede retener 1 metro lineal de pared							
forma de uso: Conforme a la clase de <i>block</i> y modalidad de levantado que tenga en su proyecto sume [longitudes de paredes x coeficientes de tabla] = área posible a construir compare el área posible obtenida con el área real a construir -- debe ser mayor o igual							
Cuadro para municipio en zona sísmica anaranjada							
tipo <i>block</i>	espesor de pared cm	% área neta	clase de <i>block</i>				colocación del mortero
			A	B	C	D	
<i>block</i> DT	19	0.53	14.8	12.9	10.5	9.1	lecho completo
<i>block</i> DT	14	0.55	11.4	9.9	8.0	7.0	lecho completo
<i>block</i> DT	19	0.53	14.1	12.2	9.9	8.6	lecho parcial
<i>block</i> DT	14	0.55	10.8	9.4	7.6	6.6	lecho parcial
<i>block</i> UT	19	0.50	13.3	11.6	9.4	8.2	lecho parcial
<i>block</i> UT	14	0.51	10.1	8.8	7.1	6.2	lecho parcial
<i>block</i> UT o DP	19	0.80	21.3	18.5	15.0	13.1	todas las celdas con graut
<i>block</i> UT o DP	14	0.80	15.7	13.6	11.1	9.6	todas las celdas con graut

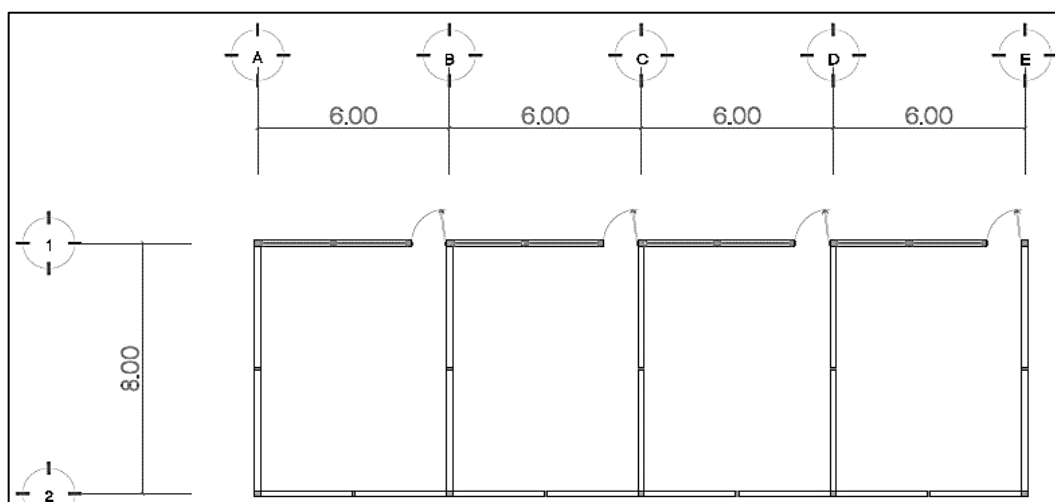
Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de *block* de concreto*. p. 91.

La tabla XVIII indica la cantidad de metros cuadrados de construcción que puede retener un metro lineal de pared, y según las cualidades del levantado se debe elegir el coeficiente correspondiente.

El procedimiento para verificar si los muros son capaces de resistir sismos consiste en la multiplicación de cada sumatoria de muros (por eje) por el coeficiente obtenido de tabla XVIII y este resultado debe ser mayor (preferiblemente) o igual al área a construir. Si en dado caso fuera menor, se debe mejorar la calidad de los muros.

Para el presente proyecto, tomando en cuenta los criterios anteriormente mencionados, la suma de los muros resistentes a sismo, el eje números tiene 24 metros de longitud y el eje letras 40 metros de longitud. Por lo que de la tabla XVIII y los criterios previamente seleccionados (*block* DT, clase B, lecho completo, zona sísmica) el coeficiente para la edificación es de 12,9 m.

Figura 13. **Planta de aulas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

A continuación se procede a verificar si los muros son capaces de resistir las fuerzas provocadas por sismos:

$$\text{Área a construir} = \text{Largo} * \text{ancho}$$

$$\text{Área a construir} = 24 \text{ m} * 8 \text{ m}$$

$$\text{Área a construir} = 192 \text{ m}^2$$

$$\text{Área posible a construir (ejes número)} = \text{longitud muros} * \text{coeficiente}$$

$$\text{Área posible a construir (ejes número)} = 24 \text{ m} * 12,9 \text{ m}$$

$$\text{Área posible a construir (ejes número)} = 310 \text{ m}^2$$

$$\text{Área posible a construir (ejes número)} \geq \text{Área a construir}$$

$$310 \text{ m}^2 \geq 192 \text{ m}^2$$

$$\text{Área posible a construir (ejes letra)} = \text{longitud muros} * \text{coeficiente}$$

$$\text{Área posible a construir (ejes letra)} = 40 \text{ m} * 12,9 \text{ m}$$

$$\text{Área posible a construir (ejes letra)} = 516 \text{ m}^2$$

$$\text{Área posible a construir (ejes letra)} \geq \text{Área a construir}$$

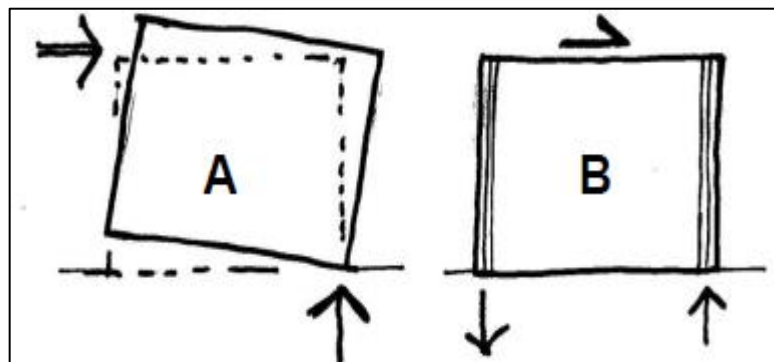
$$516 \text{ m}^2 \geq 192 \text{ m}^2$$

Una vez realizado el cálculo, se confirma que la elección de materiales y calidad del levantado es correcto, puesto que el área posible a construir es mayor en ambos casos al área a construir, lo que indica que la edificación será capaz de resistir cargas provocadas por acción de sismos, con base en lo requerido en la norma de seguridad estructural para Guatemala AGIES 2018 NSE 7.4, en la cual se indica que se pueden edificar obras menores utilizando el manual de AGIES DSE 4.01, siempre que se satisfagan las limitaciones de tamaño y configuración estipuladas en el documento.

2.1.8. Diseño de mochetas y soleras

Las mochetas se dividen en dos clases: principales y secundarias. Las mochetas principales sirven para anclar el muro contra volteos. Las mochetas secundarias sirven para darle mayor confinamiento a los muros.

Figura 14. Función de las mochetas en la mampostería



Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto.* p. 47.

En la figura 11 se aprecia que el muro A no posee mochetas principales, lo que hace que al momento de un sismo se voltee, mientras que en el muro B las mochetas evitan que el mismo se voltee por acción de sismos.

El acero a utilizar para las mochetas y soleras es legítimo grado 40, por lo general se utilizan barras número 3, 4 y 5. Para estribos se utilizan barras número 2. El concreto a usar es 2500 PSI.

Las mochetas principales se utilizan en esquinas, bordes e intersecciones. La sección de la mocheta se relaciona directamente con el *block* seleccionado.

Tabla XIX. **Refuerzo de las mochetas principales**

	REFUERZO DE LAS MOCHETAS PRINCIPALES							
	ARREGLOS (BARRAS GRADO 40)							
	tipo de block	espesor de pared	Clase de Block sección mocheta	Clase de Block		Clase de Block sección mocheta		
			A	B	C	D		
El refuerzo vale para: casa de un piso y para el último piso de casas de 2 y 3 pisos	Block DT	19 cm	19 x 20	4#4+2#3	4#4	19 x 15	6#3	6#3
	Block DT	14 cm	14 x 20	4#4	6#3	14 x 15	2#4+2#3	4#3
	block UT	19 cm	19 x 20	4#4	4#4	19 x 15	2#4+2#3	2#4+2#3
	block UT	14 cm	14 x 20	6#3	6#3	14 x 15	4#3	4#3
	Block DT o UT	19 cm	19 x 20	4#5+2#3	4#5	19 X 20	4#4+2#3	4#4
	con graut	14 cm	14 x 25	4#4+2#3	4#4+2#3	14 X 20	6#3	2#4+2#3

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 55.

De acuerdo a la tabla XIX la sección de las mochetas principales para el diseño, de acuerdo al *block* seleccionado (DT 19 cm y clase B) será de 19 cm por 20 cm, con un refuerzo longitudinal de 4 barras número 4, se colocará

estribos con barra lisa número 2 a cada 20 cm. Se deben colocar 5 estribos a 10 cm en el inicio y final de la mocheta, los estribos serán de 15 cm por 15 cm.

La separación de las mochetas principales no deberá exceder los 4.50 metros, cuando esta distancia se exceda, se debe colocar una mocheta principal. Las mochetas intermedias se colocan según sea conveniente para el diseño. El arreglo para mochetas intermedias depende de la separación de las mochetas principales. Para el presente proyecto se utilizaron únicamente mochetas principales con el arreglo mencionado.

2.1.9. Diseño de soleras

Al igual que con las mochetas, también existen soleras principales e intermedias. Las soleras principales junto con las mochetas principales forman rectángulos que confinan el levantado. Las soleras intermedias van dentro de la pared, esto debido a su importancia por mantener la unidad al momento de un sismo.

Cuando se coloca una solera intermedia deberá llevar estribos número 2 a cada 20 cm y la solera tendrá el ancho de pared y 15 cm o 20 cm de alto. Cuando la solera lleva solamente 2 varillas número 3 son del ancho de la pared y de 10 cm de alto y se utilizan eslabones número 2 a cada 30 cm o 40 cm de separación.

Para el diseño de aulas se colocarán soleras intermedias con un refuerzo longitudinal de 4 número 3 y estribos número 2 a cada 20 cm.

Tabla XX. Soleras principales

Soleras principales – tamaño y refuerzo			
	Ancho cm	Alto cm	refuerzo
Solera de humedad	14 o 19	20	4 #3 estribos #2 @ 20 cm
Soleras de entrepiso	14 o 19	20	4 #4 estribos #2 @ 20 cm
Solera de azotea	14 o 19	20	4 #3 estribos #2 @ 20 cm

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 59.

Las soleras de humedad y de azotea llevarán los arreglos mostrados en la tabla XX.

2.1.10. Diseño de cimiento corrido

En las estructuras de mampostería la carga baja por los muros y no solamente por las mochetas, de manera que para este tipo de estructuras los cimientos deben ser lineales bajo los muros. La profundidad de dicho cimiento debe estar entre los 60 cm y 80 cm. Se recomienda abrir la zanja el día de fundición del cimiento. Para la fundición del cimiento corrido se utilizará concreto de 3 000 PSI. Todo el cimiento corrido del proyecto será concéntrico, por lo cual se tomarán en cuenta los criterios adecuados para el diseño del mismo. La capacidad de carga del suelo es de 15,50 Tm/m², dato que fue proporcionado por estudio de suelos realizado en la escuela y fue facilitado por la Dirección Municipal de Planificación.

Tabla XXI. Ancho de cemento corrido según levantado de *block*

Para suelos de calidad aceptable – capacidad 10 Tm/m ² o mayor						
forma de uso: Según las características del levantado de block leer el tipo de cemento corrido, después busque en el Cuadro 6-F el ancho, espesor y refuerzo -- otras características del cemento en Figura 6-28 A						
tipo block	espesor de pared cm	Clase de block				colocación del mortero
		A	B	C	D	
block DT	19	CC6	CC4	CC2	CC1	lecho completo
block DT	14	CC4	CC3	CC1	CC1	lecho completo
block DT	19	CC5	CC3	CC2	CC1	lecho parcial
block DT	14	CC3	CC2	CC1	CC1	lecho parcial
block UT	19	CC5	CC3	CC1	CC1	lecho parcial
block UT	14	CC3	CC2	CC1	CC1	lecho parcial
block UT o DT	19	CC7	CC6	CC3	CC2	todas las celdas con graut
block UT o DT	14	CC6	CC4	CC2	CC1	todas las celdas con graut
notas						
block DT		tabique central de la unidad es doble				
block UT		tabique central de la unidad es simple				

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 118.

Según la tabla XXI y los parámetros de diseño previamente seleccionados (*block* DT, espesor 19 cm, clase B, lecho completo) el cemento corrido deberá ser el CC4.

Tabla XXII. **Dimensiones de cimientos corridos**

Forma de uso: Determine el tipo de cimiento con el Cuadro 6-E1 Geometría del cimiento en Figura 6-28 A Concreto 210 -- refuerzo Grado 40				
tipo	B	T	Refuerzo transversal	Refuerzo longitudinal
CC7	1.00	0.20	#3@0.18	5#3
CC6	0.80	0.18	#3@0.20	4#3
CC5	0.70	0.18	#3@0.22	4#3
CC4	0.60	0.18	#3@0.25	4#3
CC3	0.50	0.18	#3@0.25	3#3
CC2	0.40	0.18	#3@0.25	3#3
CC1	0.30	0.18	#3@0.25	3#3

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 120.

Con base en la tabla XXII se conoce que el cimiento corrido CC4 tendrá una base de 0,60 m, altura de 0,18 m, refuerzo transversal número 3 a cada 25 centímetros y 4 número 3 como refuerzo longitudinal.

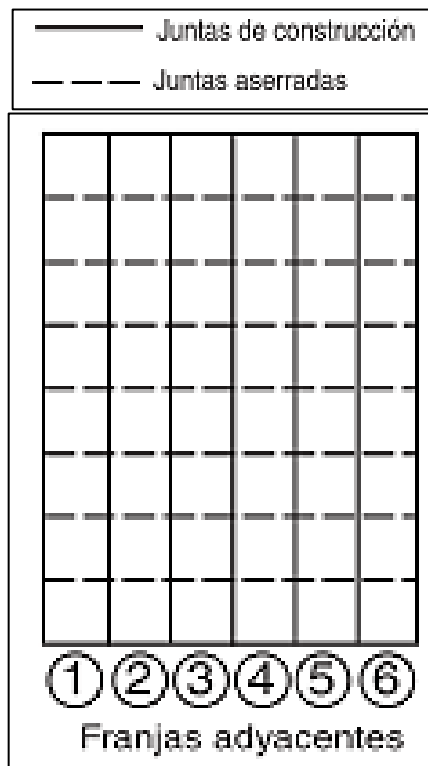
2.1.11. **Diseño de piso de concreto**

Para realizar un piso de concreto la cantidad de cemento, agregados, agua y aditivos de una mezcla de concreto debe cumplir con:

- Tener la resistencia a compresión y durabilidad que se solicite en las especificaciones.
- La mezcla debe ser económica, dosificada de una manera correcta para evitar excesos y desperdicios de materiales.
- Consistencia adecuada para su trabajabilidad.

Para las aulas de la escuela se utilizará la práctica más común para construir pisos de concreto, que es hacerlo por franjas adyacentes (figura 15), en las cuales es más económico el uso de las formaletas porque se remueve y se coloca en la franja continua. Se inicia en la orilla de la pared y se coloca la franja adyacente después que la primera ha endurecido. Para las aulas se utilizará concreto de 3000 PSI (210 Kg/cm²), la losa tendrá un espesor de 10 cm y se harán 3 franjas de 4 cuadros de 2 m por 2 m, cumpliendo así con los 48 m² del área total de cada aula.

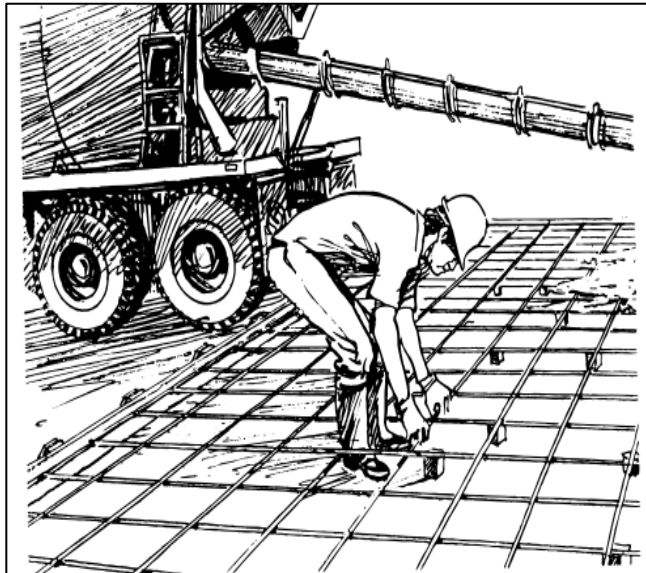
Figura 15. **Forma de fundir losa por franjas adyacentes**



Fuente: Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC). *Manual de construcción de pisos de concreto sobre el terreno.* p. 12.

El refuerzo que se coloca a una losa fundida sobre el piso no da ninguna mejora estructural. El único propósito del acero es mantener las grietas lo más cerradas posible. Debido a que las grietas aparecen en la superficie, el acero debe colocarse en la parte superior a 4 cm de la superficie. Normalmente se coloca malla electrosoldada y debe ser sostenida por soportes de concreto de adecuado espesor para que la malla quede en la parte superior de la losa, como se muestra en la figura 16. Si la malla se coloca en la parte inferior de la losa es un desperdicio de material, pues el acero no se utiliza en la zona donde se necesita.

Figura 16. **Refuerzo de acero**



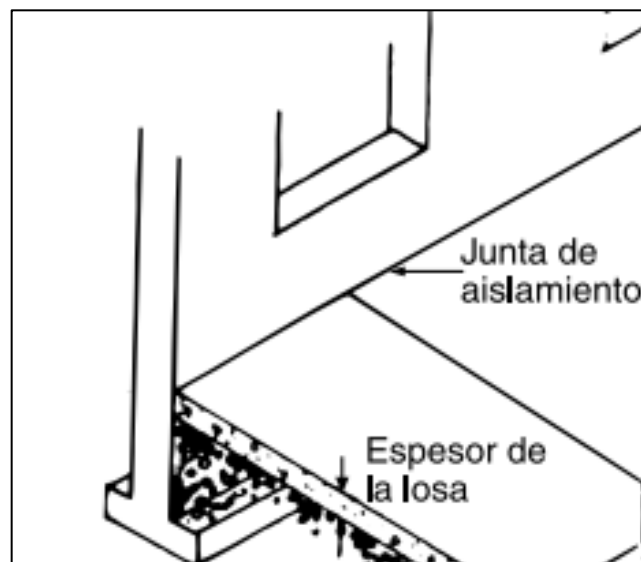
Fuente: Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC). *Manual de construcción de pisos de concreto sobre el terreno*. p. 14.

Para el piso de las aulas la malla electrosoldada a utilizar será grado 70, calibre 10/10 de 6 m de largo por 2,35 m de ancho, con recuadros de 15 cm por 15 cm.

Las juntas en una losa o pavimento de concreto tienen como finalidad permitir movimientos del concreto y evitar las fisuras irregulares, que se producen como consecuencia de asentamiento, retracción del concreto, cambios de temperatura y esfuerzos debidos a cargas aplicadas. Existen tres tipos de juntas: juntas de aislamiento, juntas de contracción y juntas de construcción.

Las juntas de aislamiento permiten movimientos verticales y horizontales entre la losa, muro, mochetas o cualquier otro punto donde pudieran ocurrir restricciones. Estas juntas se desarrollan en todo el espesor de la losa para asegurar que los bordes estén aislados de las construcciones adyacentes, como se puede apreciar en la figura 17.

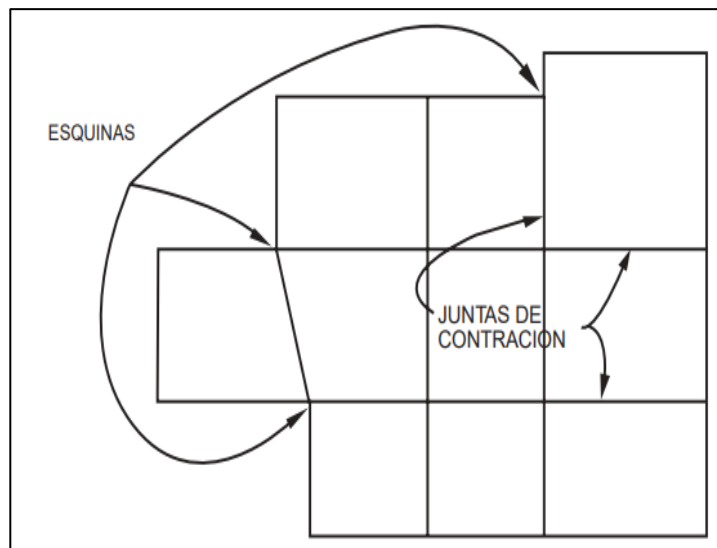
Figura 17. **Juntas de aislamiento**



Fuente: Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC). *Manual de construcción de pisos de concreto sobre el terreno.* p. 21

Las juntas de contracción permiten el movimiento horizontal de las losas, que es causado por las contracciones originadas por el secado y los cambios de temperatura del concreto. Las juntas de contracción dividen el área de piso en pequeños cuadros o rectángulos. En paneles rectangulares el lado largo no debe ser mayor a 1,5 veces el lado corto. Este tipo de juntas también deben ser localizadas en las esquinas, como se muestra en la figura 18.

Figura 18. **Juntas de contracción**



Fuente: Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC). *Manual de construcción de pisos de concreto sobre el terreno*. p. 22.

Para el piso de las aulas las juntas de contracción se harán sobre el concreto endurecido (aserradas), con un espesor de 5 mm y una profundidad de 2,5 cm (1/4 de los 10 cm de espesor). La separación de las juntas de contracción para una losa de 10 cm de espesor como máximo deberán tener una separación de 2,5 m. Para este proyecto las juntas estarán a 2 m de distancia.

Las juntas de construcción se ubican en los lugares donde ha concluido la jornada de trabajo, es decir separan áreas de concreto colocadas en distintos momentos, funcionando como juntas de contracción con las mismas especificaciones. La formaleta a utilizar será de madera, de 1" (2,54 cm) de espesor (aproximadamente 1/3 del espesor de la losa).

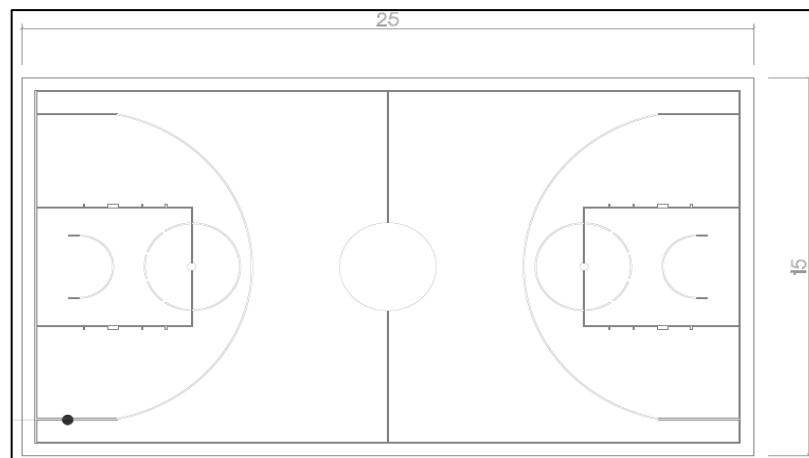
2.1.12. Diseño de cancha de usos múltiples

Para el diseño de la cancha de usos múltiples, se utilizó el procedimiento empleado (franjas adyacentes) en el piso de concreto para las aulas.

2.1.12.1. Dimensiones

Se diseñará una cancha de usos múltiples, la cual tendrá las medidas mínimas reglamentarias para una cancha de fútbol 5, siendo 25 metros de largo por 15 metros de ancho.

Figura 19. **Dimensiones de cancha de usos múltiples**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.12.2. Especificaciones técnicas

El lugar donde se construirá la cancha deberá previamente pasar por los procesos de limpia y chapeo, para evitar el contacto de materia orgánica con el concreto y que esto produzca una reducción en la resistencia del mismo. Tendrá un espesor de 15 cm, el concreto a utilizar será de 3 000 PSI (210 Kg/cm²) de resistencia a compresión. Se utilizará el método de franjas adyacentes (método empleado en el piso de las aulas), serán 10 franjas de 5 rectángulos cada una, de 2,5 m por 3 m, cumpliendo así con los 375 m² del área total de la cancha. El espaciamiento máximo de las juntas para losas de 15 cm es de 3,50 m, la distancia entre las juntas para este proyecto será de 3,0m. Con las dimensiones de los rectángulos mencionados anteriormente se cumple con el espaciamiento y la relación de que el lado largo no sea mayor a 1,5 veces el lado corto.

El acero de refuerzo a utilizar serán mallas electrosoldadas grado 70, calibre 10/10 de 6 m de largo por 2,35 m de ancho, con recuadros de 15 cm x 15 cm a 4 cm de la superficie. No tendrá juntas de aislamiento debido a que es una obra que se encuentra apartada.

Las juntas de contracción serán realizadas en el concreto endurecido (aserradas) de 5 mm de espesor con una profundidad de 3,75 cm (1/4 del espesor de la losa). Las juntas de construcción se ubican en los lugares donde ha concluido la jornada de trabajo, es decir separan áreas de concreto colocado en distintos momentos, funcionando como juntas de contracción con las mismas especificaciones. La formaleta a utilizar será de madera, de 2" (5,08 cm) de espesor (aproximadamente 1/3 del espesor de la losa).

2.1.13. Presupuesto

Un presupuesto es un cálculo anticipado utilizado para la negociación de algún proyecto o de alguna actividad económica, la misma se debe expresar en valores financieros. Realizar un presupuesto permite evaluar la factibilidad del mismo, destacando que debe ser muy cuidadoso el cálculo al momento de cuantificar cantidades de materiales, mano de obra y demás gastos en que se incurra al momento de la construcción de los mismos.

El cálculo de las prestaciones y factor de ayudante se encuentran detallados en el apéndice 2. Un ejemplo de cómo se calcularon los costos unitarios para este proyecto se encuentra en el apéndice 3.

Tabla XXIII. Integración de costos unitarios para escuela pre primaria

AMPLIACIÓN ESCUELA PREPRIMARIA, SANTA MARÍA CAUQUE					
No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COST. UNIT	COST. TOTAL
1	LIMPIEZA, TRAZO Y ESTAQUEADO	567.00	M2	Q 32.99	Q18,704.04
2	CIMENTO CORRIDO	82.80	ML	Q 634.56	Q52,541.37
3	SOLERAS	312.40	MI	Q 209.49	Q65,446.15
4	MOCHETAS	124.80	ML	Q 318.05	Q39,692.61
5	LEVANTADO DE MUROS	237.52	M2	Q 397.14	Q94,329.46
6	PISO DE CONCRETO	192.00	M2	Q 363.32	Q69,757.67
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (LUZ+FUERZA)	150.00	ML	Q 227.98	Q34,196.54
8	TECHO	192.00	M2	Q 603.43	Q115,858.22
9	ACABADOS	493.12	M2	Q 125.85	Q62,058.96
10	PUERTAS	4.00	U	Q 2,338.21	Q9,352.83
11	VENTANAS	16.00	M2	Q 769.46	Q12,311.29
12	CANCHA DE USOS MULTIPLES	375.00	M2	Q 464.26	Q174,096.42
13	LIMPIEZA FINAL	567.00	M2	Q 30.90	Q17,517.98
COSTO TOTAL					Q765,863.54

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la ampliación de la escuela se utilizaron los precios de los proveedores autorizados por la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

2.1.14. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución es un diagrama que tiene la función de definir la repartición de las obras en el tiempo. Normalmente se realiza mediante la elaboración de una tabla en la cual se muestran las actividades y el tiempo asignado para las mismas.

Tabla XXIV. Cronograma de ejecución de escuela preprimaria

No	Renglón	Tiempo de ejecución en meses				
		1	2	3	4	5
1	Limpieza, trazo y estaqueado	■				
2	Cimiento corrido	■	■			
3	Soleras		■	■	■	
4	Mochetas		■	■	■	
5	levantado de muros		■	■	■	
6	piso (torta de concreto)				■	
7	Instalaciones electricas (Luz+Fuerza)					■
8	Techo					■
9	Acabados				■	
10	Puertas					■
11	Ventanas					■
12	Cancha de usos múltiples			■	■	
13	Limpieza final					■

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Análisis socioeconómico

Este análisis se realiza con el principal objetivo de valorar los beneficios, frente a los costos que el proyecto implica. Para este caso se utiliza el valor presente neto y al tasa interna de retorno.

2.1.15.1. Valor presente neto

El Valor Presente Neto (VPN) es una herramienta que se utiliza para comparar los ingresos y costos de un proyecto, que permite medir la factibilidad financiera y económica del mismo. La selección de la tasa de interés debe ser seleccionada en este caso según Agromercantil. El valor presente neto se calcula con la siguiente ecuación:

$$VPN = -\text{costo inicial} - \text{costo anual} * (1 + \text{tasa de interes anual})^n \\ + \text{ingreso anual} * (1 + \text{tasa interes anual})^n$$

La tasa de interés anual para calcular el VPN del proyecto es del 12,00 %, valor de referencia obtenido del Banco Agromercantil, como tasa utilizada para proyectos de construcción y vivienda. Se proyecta que las aulas darán servicio durante 20 años. El costo mensual de operación de las aulas será de Q.15 000 00 y el mantenimiento anual en Q.3 000,00, valores que son referenciados del costo de operación y mantenimiento de la escuela de nivel primario de la aldea de Santa María Cauque, que tienen especificaciones similares a la escuela de nivel preprimario. Esta información fue proporcionada por la DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

$$VPN = -765\ 863,54 - [(15\ 000,00 * 12) + 3\ 000] * (1 + 0,12)^{20}$$

$$VPN = -2\ 531\ 135,18 -$$

El VPN en este caso es negativo ya que el proyecto es municipal, por lo que no generará ningún ingreso.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se emplea para analizar a través de un porcentaje el rendimiento de la inversión. La TIR se trata de una medida de eficiencia que refleja los beneficios netos del proyecto en términos de rendimiento porcentual sobre gastos, igualándolos a los ingresos. La TIR de un proyecto hace que la tasa de actualización de los ingresos sea igual a cero, esta tasa no se puede calcular analíticamente, sino que se debe recurrir a la interpolación.

Debido a que este es un proyecto municipal (beneficio social), no genera ingresos a la municipalidad, no hay probabilidad de TIR, ya que no existe ninguna tasa de interés con que resulte positivo el VPN.

2.1.15.3. Análisis de impacto ambiental

- **Importancia:** toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el ambiente. Algunas pueden representar riesgos para la salud pública y el ambiente, por lo que es necesario realizar previo a su construcción una evaluación de impacto ambiental. Es importante ya que es un instrumento de planificación, gestión y control del proceso de urbanización y de ordenamiento territorial.
- **Concepto de estudio de impacto ambiental:** es un análisis que pronostica futuros impactos ambientales positivos y negativos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos no deseados. Su propósito es detectar todas las consecuencias significativas para que quienes tomen

decisiones cuenten con los elementos que les faciliten tomar las soluciones pertinentes.

El Acuerdo Ministerial No. 199-2016 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contiene un listado taxativo para la clasificación de proyectos en función del impacto ambiental. La categoría para este proyecto es la C1, que corresponde a actividades de bajo impacto ambiental, por lo que es necesario el llenado del formulario de Evaluación Ambiental Inicial (forma DVGA-GA-R-002) y un plan de gestión ambiental, por ser un proyecto dedicado al saneamiento ambiental. En el apéndice 5 se muestra el formulario para este proyecto, el cual debe ser presentado ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

2.2. Diseño de ampliación del sistema de drenaje sanitario en casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez

El diseño de un drenaje sanitario lo conforman tuberías y obras complementarias que colectan y conducen las aguas negras de una manera segura y eficiente para su correcta evacuación.

2.2.1. Descripción del proyecto

Para el diseño de la ampliación del drenaje sanitario del casco urbano de Santiago Sacatepéquez se utilizaron los criterios de la normativa para alcantarillados del INFOM y las especificaciones técnicas del fabricante (AMANCO) de las tuberías que se utilizan en el diseño.

2.2.2. Topografía

Se realizó un levantamiento topográfico, el cual requirió de una sola medición en campo (planimetría y altimetría), para la obtención de todos los datos necesarios para desarrollar un diseño de drenaje con exactitud. Se eligieron estaciones en puntos clave, en los cuales se pudiera obtener la mayor cantidad de datos requeridos. Para este levantamiento se utilizó una estación total marca Trimble M3.

2.2.2.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico sirve para ubicar la red de drenaje dentro de las calles y ubicar las obras complementarias, es decir ubicar todos los puntos que sean de interés sin importar sus elevaciones. Para el levantamiento planimétrico se pueden utilizar diferentes métodos, para este trabajo se usó el método de coordenadas cartesianas utilizando una estación total, un prisma de precisión, un trípode y un bastón.

2.2.2.2. Altimetría

El levantamiento que se realizó fue de primer orden debido a que se trata de un proyecto de drenajes, en los cuales la precisión de los datos es de suma importancia. Tiene como objetivo determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. Para este trabajo se empleó el método de nivelación trigonométrica (ángulos y distancias), utilizando una estación total, un prisma de precisión, un trípode y un bastón.

2.2.3. Diseño de drenaje sanitario

El diseño del sistema de drenaje sanitario es de suma importancia debido a la necesidad de la población de evacuar las aguas residuales. Esta agua puede ser proveniente de sanitarios, cocinas y lavaderos, aguas que en su mayoría llevan sólidos suspendidos en ellas, como alimentos, heces, entre otros.

2.2.3.1. Período de diseño

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el casco urbano de Santiago Sacatepéquez se proyecta para un período de vida de 20 años, tiempo en el cual se calcula que tendrá un correcto y eficiente funcionamiento. Según la normativa INFOM se puede utilizar un período de diseño comprendido entre 20 a 40 años, a partir que se realice el diseño. Para el diseño de la ampliación de la red de drenaje sanitario se tomó un período de diseño de 20 años.

2.2.3.2. Población futura

El diseño de una red de drenaje sanitario se debe adecuar a un buen funcionamiento, durante un período de diseño, realizando un cálculo de la población futura para poder conocer el aporte de caudal hacia el sistema al final del período de diseño. Para el diseño se hizo uso del método geométrico. Utilizando una tasa de crecimiento de 3,1 % correspondiente al municipio, obtenida del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la población actual del sector obtenida de la Dirección Municipal de Planificación.

Según el modelo geométrico:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento (fuente INE)

n = período de diseño

$$Pf = 1302 * (1 + 0,031)^{20}$$

$$Pf = 2\ 398 \text{ habitantes}$$

2.2.3.3. Dotación

La dotación es la cantidad de agua potable que cada habitante consume en un día, está expresada en litros/habitante/día, para el diseño de la ampliación del sistema del casco urbano de Santiago Sacatepéquez se utilizará la información proporcionada por la oficina de aguas de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, la dotación estimada es de 80 L/habitante/día.

2.2.3.4. Factor de retorno

Es el porcentaje de la dotación que se devuelve al sistema de drenaje, el valor estimado se encuentra entre 75 % y 90 %, dependiendo de cómo se utilice el agua. Para el casco urbano de Santiago Sacatepéquez se asumió un factor de retorno de 85 %, debido a que un porcentaje del agua (15 %) no regresa al

drenaje debido a diferentes actividades (riego, consumo, producción agrícola) realizadas por los pobladores.

2.2.3.5. Determinación de caudal sanitario

El caudal sanitario, está conformado por la sumatoria del caudal doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas.

2.2.3.5.1. Caudal doméstico

Es el agua de la dotación que, una vez utilizada para las actividades humanas, es desechada y conducida hacia la red de drenaje sanitario. Para el diseño del drenaje se utilizó un factor de retorno de 0,85. El caudal doméstico se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{dom} = \frac{(No. hab) * (dotación) * (Factor de Retorno)}{86400} [L/s]$$

$$Q_{dom actual} = \frac{(1\ 302) * (80) * (0,85)}{86\ 400} [L/s]$$

$$Q_{dom actual} = 1,02L/s$$

$$Q_{dom futuro} = \frac{(2\ 398) * (80) * (0,85)}{86\ 400} [L/s]$$

$$Q_{dom futuro} = 1,89 L/s$$

2.2.3.5.2. Caudal comercial

Es el caudal que ha sido empleado por diferentes tipos de comercios. La dotación comercial se encuentra en el rango de 600 a 3 000 litros/comercio/día según el tipo de comercio. El caudal comercial se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{com} = \frac{Dotación * No. comercios}{86\ 400} [L/s]$$

Para el diseño de la red de drenaje del casco urbano de Santiago Sacatepéquez, este caudal tiene valor cero, ya que no existen comercios en el trayecto de diseño.

2.2.3.5.3. Caudal industrial

Este caudal es el que proviene de las grandes industrias. Si no se cuenta con el dato exacto de dotación de agua suministrada, se puede utilizar como valor de diseño 1 000 y 18 000 Litros/industria/día. El caudal industrial se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{industrial} = \frac{Dotación * No. industrias}{86\ 400} [L/s]$$

Para el diseño del sistema de drenaje del casco urbano de Santiago Sacatepéquez dicho valor es cero, ya que no existe ninguna industria en el municipio.

2.2.3.5.4. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el drenaje, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, profundidad de tubería, tipo de junta utilizado, calidad de la mano de obra y de la supervisión en construcción. El factor de infiltración para un nivel freático alto se encuentra entre 16 000 y 20 000 L/Km/día, la longitud de la tubería debe colocarse en kilómetros. Para el presente proyecto se asumió un factor de infiltración de 10 000 y la longitud de tubería es 1,29 Km. El caudal de infiltración se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q \text{ infiltración} = \frac{\text{Factor de infiltración} * \text{Longitud de tubería}}{86\,400} \text{ [L/s]}$$

$$Q \text{ infiltración} = \frac{10\,000 * 1,29}{86\,400} \text{ [L/s]}$$

$$Q \text{ infiltración} = 0,14 \text{ L/s}$$

Con base en el resultado obtenido y el proveedor (AMANCO), este caudal no se tomará en cuenta debido a que el diseño y una correcta instalación de las tuberías evitan la presencia del mismo.

2.2.3.5.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal producido por las viviendas que conectan tuberías de sistemas de aguas pluviales al drenaje sanitario. Para efectos de cálculo se puede asumir que se conectan ilícitamente del 0,5 al 2,5 % de las viviendas. El caudal de conexiones ilícitas se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q \text{ conexiones ilícitas} = \frac{C * I * A}{360} (1\ 000) [L/s]$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la precipitación (mm/h)

A = área del total de viviendas con conexiones ilícitas (Ha)

Para el diseño del drenaje sanitario dicho valor es cero, ya que paralelo al mismo existe un diseño de drenaje pluvial, que se ejecutará al mismo tiempo evitando de esta manera que existan conexiones de este tipo que afecten el correcto funcionamiento del drenaje sanitario.

2.2.3.5.6. Cálculo de caudal sanitario

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{conexiones ilícitas}} + Q_{\text{infiltración}}$$

Para el diseño solamente tendrá valor el caudal doméstico, por lo que se eliminan los demás.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{doméstico}}$$

$$Q_{\text{sanitario actual}} = 1,02 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{sanitario futuro}} = 1,89 \text{ L/s}$$

2.2.4. Determinación de caudal de diseño

Es el caudal con el cual se diseña el sistema de drenaje sanitario, debe cumplir con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

2.2.4.1. Factor de caudal medio

Es el valor que se calcula dividiendo el caudal sanitario dentro de la población total, este valor se debe encontrar entre 0,002 – 0,005, si el valor se encuentra fuera de este rango se deberá aproximar al más cercano.

$$fqm = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{Poblacion total}}$$

$$fqm = \frac{1,02}{2\ 398}$$

$$fqm = 0,0004253 \approx 0,002$$

2.2.4.2. Factor de Harmond

Este factor está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia, es conocido como el factor de flujo instantáneo e indica la probabilidad de que múltiples usuarios hagan uso de accesorios sanitarios en un mismo instante, dentro de un mismo tramo. El valor de este factor se encuentra en el rango de 1,5 – 4,5, y es adimensional.

El factor de Harmond se calcula con la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{No, hab/1\ 000}}{4 + \sqrt{No, hab/1\ 000}}$$

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{1\ 302/1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 302/1\ 000}}$$

$$FH_{actual} = 3,72$$

$$FH_{futuro} = \frac{18 + \sqrt{2\ 398/1\ 000}}{4 + \sqrt{2\ 398/1\ 000}}$$

$$FH_{futuro} = 3,52$$

2.2.4.3. Cálculo de caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo será igual a la multiplicación del factor de caudal medio, factor de Harmond y población a servir (actual y futura). Este caudal es con el cual se diseña cada uno de los tramos del drenaje, se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_{diseño} = f_{qm} * FH * P_o \text{ [L/s]}$$

$$Q_{diseño} = No. habitantes * Factor de Harmond * Factor de Caudal Medio$$

$$Q_{diseño actual} = 1\ 302 * 3,52 * 0,002$$

$$Q_{diseño actual} = 9,69 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{diseñoFuturo}} = 2\,398 * 3,72 * 0,002$$

$$Q_{\text{diseñoFuturo}} = 16,88 \text{ L/s}$$

2.2.5. Componentes de la red

La red de drenaje sanitario está formada por un sistema de tuberías y un conjunto de construcciones que son utilizados para la captación y transporte de las aguas residuales.

2.2.5.1. Ramales

Es toda la tubería que transporta las aguas servidas. Los ramales principales se colocarán de tubería de PVC de diámetro de 6 y 8 pulgadas, su longitud es variable según el lugar en donde se coloque la misma.

2.2.5.2. Pozos de visita

Los pozos de visita son obras complementarias dentro del diseño de drenajes y tienen una función muy importante dentro del sistema de alcantarillado sanitario, por medio de estos se puede hacer inspección, limpieza y mantenimiento. Los pozos de visita son utilizados en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal, para diámetros menores a 24 pulgadas.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- En los ramales iniciales.

2.2.5.3. Descargas

Al momento de realizar un diseño de drenaje sanitario lo importante es sanear la zona, por lo que la ubicación del lugar en donde se van a descargar las aguas servidas debe ser estudiada para no afectar otro lugar, tomando en consideración lo siguiente:

- De acuerdo a la topografía del lugar se debe tomar en cuenta la parte más baja.
- Tener información del punto en donde se va a evacuar el agua, para no afectar al ecosistema y a personas en las cercanías.
- Si se descarga en una obra ya existente, se debe verificar si tiene la capacidad para recibir el caudal proveniente de la ampliación.

En el caso del presente proyecto, se descargarán las aguas negras de la ampliación en una obra ya existente, la cual es el punto más bajo y tiene la capacidad para recibir el caudal proveniente de la ampliación, ya que fue tomado en cuenta al momento de realizar la misma.

2.2.5.4. Diámetros

El diámetro mínimo a utilizar en drenajes sanitarios, según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), será de 6 pulgadas en PVC, el cual podrá aumentar cuando a criterio del ingeniero que diseñe sea necesario. El cambio puede surgir a causa de la pendiente, caudal o de la velocidad. Para el presente proyecto la tubería a usar será Novafort, Norma ASTM F949 de 6 y 8 pulgadas de AMANCO.

2.2.5.5. Diseño de secciones y pendientes

Las pendientes a utilizar son las que permiten cumplir con velocidades mínimas y máximas recomendadas por el INFOM y el fabricante de tuberías, para garantizar el autolavado y evitar la erosión de las tuberías.

- Relaciones hidráulicas

Para el diseño de drenajes se parte de la igualdad entre la relación de caudales reales y teóricos, por este medio se conoce la relación q/Q , se puede determinar las relaciones v/V , d/D y a/A .

- Relación q/Q : determina qué relación de caudal pasará por la tubería respecto al máximo que puede pasar por la misma, $q_{diseño} < Q_{sección\ llena}$.
- Relación v/V : relación de la velocidad a sección parcial y a sección llena. Para poder obtener este valor se utilizan tablas de relaciones hidráulicas, cuando ya se tenga el valor de q/Q . Una vez encontrada la relación v/V se puede calcular la velocidad a sección parcial dentro de la tubería.
- Relación d/D : relación de la altura a sección parcial de la tubería y el diámetro de la tubería. Se determina con las relaciones hidráulicas a partir de conocer el valor de q/Q . La relación debe estar comprendida entre $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

Para el diseño del drenaje sanitario únicamente los tramos iniciales no cumplen con la relación de d/D , esto debido a que el caudal no es suficiente.

- Velocidades máximas y mínimas de diseño

Para la velocidad mínima y máxima de diseño las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM establecen usar como mínimo 0,60 m/s y como máximo 3 m/s, mientras que los fabricantes de las tuberías a utilizar recomiendan un intervalo más grande, siendo la velocidad mínima de 0,40 m/s y la velocidad máxima de 5 m/s.

Para el diseño del drenaje sanitario del casco urbano de Santiago Sacatepéquez se utilizaron los valores recomendados por INFOM para mayor seguridad y funcionalidad.

- Cotas Invert

Las cotas Invert son la distancia entre la rasante y la parte inferior (interna) de la tubería, se calculan con las cotas del terreno y la distancia que hay entre los pozos. Las cotas Invert se calculan a partir de las siguientes ecuaciones:

$$CI1 = Cota\ del\ terreno - altura\ de\ pozo$$
$$CIE\ 2 = CI1 - \frac{Distancia\ horizontal * pendiente\ del\ tubo}{100}$$
$$CIS\ 2 = CI\ entrada\ 2 - 0,03m$$

Para calcular la cota Invert de salida de un pozo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuando la tubería de entrada sea igual a la de salida, debe existir una diferencia de 0,03 m.
- Cuando el diámetro de la tubería de salida es diferente al de entrada la diferencia debe ser 0,03 m o la diferencia que exista entre diámetros.
- El diámetro de salida nunca debe ser menor al diámetro de la tubería o tuberías que entran al pozo de visita.

2.2.6. Aspectos constructivos

Los aspectos constructivos son aquellos procedimientos que son utilizados para la realización de una obra, facilitando el desarrollo de la misma.

2.2.6.1. Replanteos y marcación del sistema

Consiste en trazar en el campo los datos que se encuentran en los planos según del diseño establecido. Para el drenaje se colocarán estacas donde se realizarán los pozos, se trazará la línea del colector principal, conexiones domiciliarias y alturas de cortes para la excavación de zanjas, todo el replanteo será realizado utilizando estacas, pinturas y las herramientas necesarias para las mismas.

2.2.6.2. Excavación de zanja

Una vez realizado el replanteo de la línea central se tiene que marcar el ancho de la zanja, de acuerdo a la tubería diseñada, utilizando los criterios que especifica el fabricante.

Tabla XXV. **Anchos mínimos de zanja para instalación de tubería**

Diámetro nominal		Ancho de zanja	
mm	pulg	Metros	pulg
100	4	0.50	20
150	6	0.55	22
200	8	0.62	24
250	10	0.67	26
300	12	0.75	28
375	15	0.80	32
450	18	0.90	36
600	24	1.10	44
675	27	1.16	46
750	30	1.25	48
825	33	1.35	50
900	36	1.45	54
1000	42	1.55	60
1200	48	1.80	66
1350	54	2.00	72
1500	60	2.20	78

Fuente: AMANCO. *Manual de diseño Amanco*. p. 31.

Al momento de realizar la excavación se debe procurar mantener el ancho de la zanja. La tierra debe alejarse 1 metro a la orilla. Por seguridad se debe alejar cada 5 metros para evitar accidentes.

Para el diseño de este proyecto se utilizará tubería NOVAFORT ASTM F949 de 6 y 8 pulgadas, por lo que de la tabla XXV se obtiene el ancho de la zanja, que deberá ser de 22" (55 cm) y de 24" (62 cm), respectivamente.

2.2.6.3. Colocación de tubería

Antes de colocar la tubería la zanja debe ser ajustada a la pendiente requerida según diseño. Una vez cumpla los requisitos se comienza a colocar la

tubería. Se debe tomar en cuenta que se debe mantener la correcta colocación de la tubería, para cumplir con la velocidad de diseño en cada tramo según corresponda.

2.2.6.4. Construcción de pozos de visita

Una vez realizado el replanteo en donde se construirán los pozos de visita, se inicia la excavación de los mismos de acuerdo a la altura que se estableció en el diseño. El tipo de pozo que se va a construir es cilíndrico en la parte inferior, y la parte superior es similar a un cono truncado, que es suficientemente amplia para dar paso a un hombre para que maniobre en su interior. El piso del pozo será de concreto, las paredes serán construidas con ladrillos de barro cocido pegados con mortero, los ladrillos inicialmente se colocarán a plomo, luego se empezará a reducir el número y se comienzan a colocar inclinados para darles forma de cono truncado. Finalmente se repellarán las paredes construyendo la tapadera y brocal de concreto armado.

2.2.6.5. Conexión domiciliar

Una conexión domiciliar es aquella que conduce las aguas servidas desde una vivienda hacia un punto de desagüe. Por lo general, es costumbre al momento de construir dejar una conexión para conectar un desagüe doméstico. Estas conexiones deben ser impermeabilizadas, para evitar entrada de aguas subterráneas. Las conexiones domésticas al ser conectadas al colector principal deben desembocar encima para evitar que las aguas regresen por la conexión domiciliar cuando el colector esté funcionando a en su capacidad máxima.

Las conexiones domiciliarias se hacen por medio de cajas de registro o candelas, elaboradas con mampostería o construidas con tubos verticales de

concreto (candela). La tubería que se conectará del colector principal a la candela debe tener un diámetro mínimo de 4” con una pendiente mínima del 2 %. Para el diseño de este proyecto se utilizarán candelas de 12” prefabricadas, tubería de 4” norma ASTM F949 de AMANCO.

2.2.6.6. Relleno y compactación

El relleno se debe realizar con la misma tierra que se obtuvo de la excavación. La primera capa de relleno debe ser libre de rocas y terrones. La compactación se debe realizar con capas de 20 cm de manera uniforme.

2.2.7. Diseño hidráulico

Se diseñará el tramo PV6 – PV7.

Tabla XXVI. **Especificaciones para diseño de tramo de drenaje sanitario**

Tipo de sistema	Drenaje Sanitario
Tasa de crecimiento	3,1 % (fuente INE)
Período de diseño	20 años
Población actual	1 302 Habitantes
Población futura	2 398 Habitantes
Habitantes por casa	6 habitantes
Dotación	80 L/hab/casa
Factor de retorno	85 %
Tipo de tubería	Novafort Norma ASTM F949
Diámetro inicial	6 pulgadas
Velocidad mínima	0,6 m/s
Velocidad máxima	3,0 m/s
Tirante mínimo	10 %
Tirante máximo	75 %
Factor caudal medio	0,002

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Diseño de tramo de alcantarillado sanitario**

Cota PV6	95,48m
Cota PV7	93,97m
Distancia entre pozos (DH)	24,35m
Población actual en el tramo	222
CIE PV6	94,128

Fuente: elaboración propia.

- Tramo PV6 – PV7

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{Cota\ PV6 - Cota\ PV7}{DH} * 100$$

$$S = \frac{95,48 - 93,97}{24,35} * 100$$

$$S = 6,20 \%$$

- Población futura

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

$$Pf = 222 * (1 + 3,1 \%)^{20}$$

$$Pf = 409$$

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{No. habitantes}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{No. habitantes}{1\ 000}}}$$

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{\frac{222}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{222}{1\ 000}}}$$

$$FH_{actual} = 4,13$$

$$FH_{futuro} = \frac{18 + \sqrt{\frac{409}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{409}{1\ 000}}}$$

$$FH_{futuro} = 4,02$$

- Caudal de diseño

$$Qd = FH * fqm * No. habitantes$$

$$Qd_{actual} = 4,13 * 0,002 * 222$$

$$Qd_{actual} = 1,83 \frac{L}{s}$$

$$Qd_{futuro} = 4,03 * 0,002 * 409$$

$$Qd \text{ futuro} = 3,29 \frac{L}{s}$$

Para continuar con el diseño se propone un diámetro de tubería y la pendiente.

Diámetro propuesto: 6"
Pendiente propuesta: 6,20 %

- Velocidad a sección llena

La velocidad a sección llena es calculada con la fórmula de Manning, para conductos circulares y unidades mixtas.

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0,03429 * 6^{\frac{2}{3}} * (6,20 \%)^{\frac{1}{2}}}{0,01}$$

$$V = 2,82 \frac{m}{s}$$

- Caudal

$$Q = V * A$$

$$Q = V * \left(\frac{\pi}{4} * D^2 \right)$$

$$Q = 2,82 * \frac{\pi}{4} * \left(\frac{6 * 2,54}{100}\right)^2$$

$$Q = 0,05144 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal se encuentra en metros cúbicos por segundo, para convertirlo a litros por segundo se debe multiplicar por 1 000.

$$0,05144 * 1\ 000 = 51,44 \frac{L}{s}$$

- Relación de caudales

$$\textit{Relación de caudales} = q/Q$$

$$\textit{Relación de caudales actual} = \frac{1,83}{51,44}$$

$$\textit{Relación de caudales actual} = 0,03557$$

$$\textit{Relación de caudales futuro} = \frac{3,29}{51,44}$$

$$\textit{Relación de caudales futuro} = 0,06396$$

De las tablas de relaciones hidráulicas se obtienen los valores de las relaciones de velocidad y tirante.

$$\textit{Relación de velocidad actual} = 0,47081$$

$$0,47081 = \frac{v \textit{ actual}}{2,82}$$

$$v \text{ actual} = 0,47081 * 2,82$$

$$v \text{ actual} = 1,328 \frac{m}{s}$$

$$\text{Relación de velocidad futuro} = 0,56065$$

$$0,56065 = \frac{v \text{ futura}}{2,82}$$

$$v \text{ futura} = 0,56065 * 2,82$$

$$v \text{ futura} = 1,581 \frac{m}{s}$$

$$\text{Relación de tirante actual} = \frac{d}{D} = 0,13$$

$$\text{Relación de tirante futura} = \frac{d}{D} = 0,17$$

- Cota Invert de salida

$$CIS = \text{Cota terreno} - 0,03 - \text{altura de pozo}$$

$$CIS = 95,48 - 0,03 - 1,32$$

$$CIS = 94,13m$$

- Cota Invert de entrada

$$CIE = CIS - (S * DH)$$

$$CIE = 94,13 - (6,20\% * 24,35)$$

$$CIE = 92,62m$$

El diseño completo del drenaje sanitario se encuentra en el apéndice 1 con el título: Cálculos hidráulicos para el diseño de sistema de drenaje sanitario, en el casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

2.2.8. Presupuesto

Un presupuesto es un cálculo anticipado utilizado para la negociación de algún proyecto o de alguna actividad económica, la misma se debe expresar en valores financieros. Realizar un presupuesto permite evaluar la factibilidad del mismo, destacando que debe ser muy cuidadoso el cálculo al momento de cuantificar cantidades de materiales, mano de obra y demás gastos en que se incurra al momento de la construcción.

El cálculo de prestaciones y factor de ayudante se encuentran detallados en el apéndice 2. Un ejemplo de cómo se calcularon los costos unitarios para este proyecto se encuentra en el apéndice 4.

Tabla XXVIII. **Integración de costos unitarios para ampliación de drenaje sanitario**

AMPLIACIÓN DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ					
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COST. UNIT	COST. TOTAL
1	Trazo y estaqueado	1289,00	ML	Q 28,46	Q36 689,06
2	Replanteo topográfico	1289,00	ML	Q 38,51	Q49 644,83
3	COLOCACIÓN TUBERÍA PRINCIPAL DE 6" P.V.C NORMA ASTM F949	1045,25	ML	Q 365,76	Q382 309,99
4	COLOCACIÓN TUBERÍA PRINCIPAL DE 8" P.V.C NORMA ASTM F949	243,06	ML	Q 444,81	Q108 115,88
5	POZOS DE VISITA	28,00	U	Q 11 299,83	Q316 395,31
6	CONEXIONES DOMICILIARES	109,00	U	Q 3 982,19	Q434 058,86
COSTO TOTAL					Q1 327 213,93

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la ampliación del drenaje sanitario se utilizaron los precios de los proveedores autorizados por la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

2.2.9. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución es un diagrama que tiene la función de definir la repartición de las obras en el tiempo. Normalmente se realiza mediante la elaboración de una tabla en la cual se muestran las actividades y el tiempo asignado para las mismas.

Tabla XXIX. **Cronograma de ejecución para ampliación de drenaje sanitario**

No	Renglón	Tiempo de ejecución en meses															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	Trazo y estaqueado	■	■														
2	Replanteo Topográfico		■	■													
3	Colocación Tubería 6" Norma ASTM F949				■	■	■	■	■	■	■	■					
4	Colocación Tubería 8" Norma ASTM F949												■	■	■		
5	Pozos de visita				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	Conexiones Domiciliares				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Fuente: elaboración propia.

2.2.10. Análisis socioeconómico

Este análisis se realiza con el principal objetivo de valorar los beneficios, frente a los costos que el proyecto implica. Para este caso se utiliza el valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.2.10.1. Valor presente neto

El Valor Presente Neto (VPN) es una herramienta que se utiliza para comparar los ingresos y costos de un proyecto, permite medir la factibilidad financiera y económica del mismo. La tasa de interés debe ser seleccionada en este caso según el banco Agromercantil. El valor presente neto se calcula con la siguiente ecuación:

$$VPN = -\text{costo inicial} - \text{costo anual} * (1 + \text{tasa de interes anual})^n + \text{ingreso anual} * (1 + \text{tasa interes anual})^n$$

La tasa de interés anual para calcular el VPN del proyecto es del 12 %, valor de referencia obtenido del Banco Agromercantil, como tasa utilizada para proyectos de construcción y vivienda. Se estima que el sistema no tiene costo mensual de operación y el mantenimiento anual es de Q.11 750,45, valores que son referenciados del costo de operación y mantenimiento del sistema de drenaje sanitario para la aldea de Pachalí, que tienen especificaciones similares al sistema que se implementará en el casco urbano. Esta información fue proporcionada por la DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

$$VPN = -1\,327\,213,93 - [(0 + 11\,750,45) * (1 + 0,12)^{20}]$$

$$VPN = -1\,440\,562,22$$

El VPN en este caso es negativo ya que el proyecto es municipal, por lo que no generará ningún ingreso.

2.2.10.2. Tasa interna de retorno

La Tasa Interna de Tetorno (TIR) se emplea para analizar a través de un porcentaje el rendimiento de la inversión. La TIR se trata de una medida de eficiencia que refleja los beneficios netos del proyecto en términos de rendimiento porcentual sobre gastos, igualándolos a los ingresos. La TIR de un proyecto hace que la tasa de actualización de los ingresos sea igual a cero, esta tasa no se puede calcular analíticamente, se debe recurrir a la interpolación.

Debido a que este es un proyecto municipal (beneficio social), no genera ingresos a la municipalidad, no hay probabilidad de TIR, ya que no existe ninguna tasa de interés en que resulte positivo el VPN.

2.2.10.3. Análisis de impacto ambiental

- **Importancia:** toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el ambiente. Algunos pueden representar riesgos para la salud pública y el ambiente, por lo que es necesario realizar, previo a su construcción, una evaluación de impacto ambiental. Es importante ya que es un instrumento de planificación, gestión y control del proceso de urbanización y de ordenamiento territorial.
- **Concepto de estudio de impacto ambiental:** es un análisis que pronostica futuros impactos ambientales positivos y negativos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos no deseados. Su propósito es detectar todas las consecuencias significativas para que quienes tomen decisiones cuenten con los elementos que les faciliten tomar las soluciones pertinentes.

El Acuerdo Ministerial No. 199-2016 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contiene un listado taxativo para la clasificación de proyectos en función del impacto ambiental. La categoría para este proyecto es la C1, que corresponde a actividades de bajo impacto ambiental, por lo que es necesario el llenado del formulario de Evaluación Ambiental Inicial (forma DVGA-GA-R-002) y un plan de gestión ambiental, por ser un proyecto dedicado al saneamiento ambiental.

En el apéndice 6 se muestra el formulario para este proyecto, el cual debe ser presentado ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

CONCLUSIONES

1. Las necesidades del municipio de Santiago Sacatepéquez, en su mayoría, son de infraestructura, enfatizando en el área de educación y manejo de aguas residuales.
2. El sistema constructivo utilizado en las aulas escolares es de mampostería confinada, diseño que abarca el análisis de cimiento corrido, mochetas, soleras y muros.
3. Con la ampliación de la escuela se beneficiará a 100 estudiantes de educación preprimaria, los cuales actualmente no poseen un espacio cómodo para asistir a clases.
4. La implementación de una cancha de usos múltiples permitirá que los estudiantes tengan un espacio adecuado para realizar actividades recreativas y físicas.
5. El informe contiene diseños de los proyectos asignados, los cuales poseen memoria de cálculo, presupuesto y planos, para uso y desarrollo municipal.
6. La pronta construcción del drenaje sanitario reducirá los impactos negativos que la ausencia de uno genera en la zona, garantizando una mejor calidad de vida de los pobladores.

7. La topografía del municipio permitió diseñar un drenaje sanitario que funcionará por gravedad en su totalidad, evitando gastos adicionales (bombas), obteniendo de esta manera un sistema óptimo para un período de diseño de 20 años.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere construir la ampliación del drenaje sanitario para el casco urbano de Santiago Sacatepéquez, ya que es la única manera de evitar enfermedades y contaminación en la zona, evacuando las aguas residuales hacia el desfogue existente.
2. Establecer personal de control y supervisión durante todas las fases de los proyectos, para lograr de esta manera niveles altos de control de calidad de las obras y mitigar las necesidades que estos proyectos cubrirán.
3. Concientizar a la población que las obras municipales son para el beneficio y desarrollo del municipio y es responsabilidad de todos los debidos cuidados y mantenimiento de estas.
4. Se sugiere capacitar a la población del casco urbano de Santiago Sacatepéquez respecto al saneamiento ambiental, funcionamiento y mantenimiento del drenaje sanitario.
5. Programar periódicamente inspecciones de limpieza al sistema de drenaje, para asegurar el correcto funcionamiento durante el período de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos del reglamento para concreto estructural. ACI 318-14*. [en línea]. <https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf>. [Consulta: mayo de 2019].
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. [en línea]. <<https://www.agies.org/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-Disen%CC%83o-Sismo-Resistente-Simplificado-para-Guatemala-Mamposteri%CC%81a-de-Block-de-Concreto.pdf>>. [Consulta: mayo de 2019].
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. [en línea]. <<https://conred.gob.gt/www/normas/Doc-3-NSE-1.pdf>>. [Consulta: mayo de 2019].
4. CHAY PÉREZ, Fabián Estuardo. *Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la Aldea La Embaulada, de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 188 p.

5. COMUDE. *Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Santiago Sacatepéquez.* [en línea]. <<http://munishecana.gob.gt/blog/category/direccion-municipal-de-planificacion/>>. [Consulta: junio de 2019].
6. CONALFA. *Área de Estadística de la Unidad de Informática y Estadística.* [en línea]. <http://www.conalfa.edu.gt/desc/Alf_unoport.pdf>. [Consulta: junio de 2019].
7. Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. *Monografía de Santiago Sacatepéquez.* [en línea]. <<https://www.deguate.com/municipios/pages/sacatepequez/santiago-sacatepequez/organizacion.php>>. [Consulta: junio de 2019].
8. Ferromax, S.A. *Megaservicios.* [en línea]. <<http://grupoferromax.com/>>. [Consulta: mayo de 2019].
9. INSIVUMEH. *Normas climáticas.* [en línea]. <<http://www.insivumeh.gob.gt/normas-climaticas/>>. [Consulta: junio de 2019].
10. Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC). *Manual de construcción de pisos de concreto sobre el terreno.* [en línea]. <https://www.iccyc.com/sites/default/files/Publicaciones/manual_pisos.pdf>. [Consulta: mayo de 2019].

11. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de población basadas en el XI censo de población*. [en línea]. <<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>>. [Consulta: mayo de 2019].
12. Lignum, S. A. *Productos forestales con responsabilidad ambiental*. [en línea]. <<https://lignum.com.gt/>>. [Consulta: mayo de 2019].
13. Mineduc. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. [en línea]. <https://www.mineduc.gob.gt/DIPLAN/documents/manual/Manual%20de%20Criterios%20Normativos%20para%20el%20Dise%C3%B1o%20arquitectonico%20de%20centros%20educativos%20oficiales/Manual_de_Criterios_Normativos_para_el_Dise%C3%B1o_arquitectonico_de_centros_educativos_oficiales.pdf>. [Consulta: mayo de 2019].
14. Mineduc. *Mapa lingüístico de Guatemala*. [en línea]. <<http://www.mineduc.gob.gt/digebi/>>. [Consulta: noviembre de 2018].
15. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Memoria anual de vigilancia epidemiológica 2007*. 2007. 68 p.
16. SEGEPLAN. *Plan de desarrollo de Santiago Sacatepéquez 2010*. [en línea]. <file:///C:/Users/SERVIDOR/Downloads/PDM_306.pdf>. [Consulta: mayo de 2019].

17. TREJO GARCÍA, Luis Fernando. *Diseño de una escuela de 4 aulas en el caserío El Tablón, cantón San Antonio y diseño de drenaje sanitario en la Aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 205 p

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Cálculos hidráulicos para el diseño de sistema de drenaje sanitario en el casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Cálculo de prestaciones y factor de ayudante**

PRESTACIONES 2019			
Días no trabajados en 2019			
1 de enero	Día	1	
Semana Santa	Día	2,5	
1 de mayo	Día	1	
30 de junio	Día	1	
15 de septiembre	Día	1	
20 de octubre	Día	1	
1 de noviembre	Día	1	
24 de diciembre	Día	0,5	
25 de diciembre	Día	1	
31 de diciembre	Día	1	
Fiesta patronal	Día	1	
Domingos	Día	52	
Sábados	Día	26	
Vacaciones	Día	15	
TOTAL DÍAS NO TRABAJADOS	Días		105
Días efectivos 2019			
Días año 2019	Días	365	
Días no trabajados 2019	Días	105	
TOTAL DÍAS EFECTIVOS 2019	Días		260
Relaciones Porcentuales			
Días no trabajados 2019	%	40,38	
Indemnización	%	11,54	
Aguinaldo	%	11,54	
Bono 14	%	11,54	
TOTAL RELACIONES PORCENTUALES	%		75
IGSS	%	10,67	
TOTAL IGSS	%		10,67
TOTAL DE PRESTACIONES	%		85,67

Continuación del apéndice 2.

Factor Ayudante			
	Salario diario albañil	día	Q145,00
	Salario diario ayudante	día	Q90,16
CASO 1: DOS ALBAÑILES - UN AYUDANTE			
	2 albañiles * 1 día/albañil	día	Q290,00
	1 ayudante * 1 día/ayudante	día	Q90,16
	TOTAL CASO 1		31,08%
CASO 2: UN ALBAÑIL - UN AYUDANTE			
	1 albañil * 1 día/albañil	día	Q145,00
	1 ayudante * 1 día/ayudante	día	Q90,16
	TOTAL CASO 2		62,18%
TOTAL FACTOR AYUDANTE			46,63%

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cálculo de costos unitarios para escuela preprimaria**

Soleras				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COST. UNT.	COST. TOT.
MATERIALES	1.00	M I		
Cemento	0.37	Saco	Q 80.00	Q29.45
Arena de Río	0.02	M3	Q 110.00	Q2.29
Piedrín 3/8"	0.03	M3	Q 180.00	Q4.61
Alambre de amarre	0.35	Lb	Q8.70	Q3.06
Hierro No 3/8" legítimo	0.84	U	Q23.00	Q19.36
Hierro 2/8" legítimo	0.59	U	Q16.00	Q9.42
Tabla de 1"x10"x10'	1.47	Pie-tabla	Q7.50	Q11.04
Clavo de 3"	0.01	Lb	Q7.00	Q0.07
			Herramienta 5%	Q3.97
			TOTAL DE MATERIALES	Q83.27
MANO DE OBRA	1.00	M I		
Armado de Solera	0.27	M I	Q 30.00	Q7.95
Encofrado, Fundición y desencofrado	0.04	M3	Q 600.00	Q24.01
				Q0.00
			SUB TOTAL MANO DE OBRA	Q31.96
		ayudante	46.63%	Q14.90
		Prestaciones	85,67%	Q27.38
			total mano de obra	Q74.24
			Total directo	Q157.51
Administración	5%			Q7.88
Fianzas e Impuestos	10%			Q15.75
Imprevistos	3%			Q4.73
Dirección técnica	5%			Q7.88
Utilidad	10%			Q15.75
			SUB TOTAL	Q157.51
			COSTOS INDIRECTOS	Q51.98
			TOTAL DEL RENGLON	Q209.49

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cálculo de costos unitarios para ampliación de drenaje sanitario**






CONEXIONES DOMICILIARES				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COST. UNT.	COST. TOT.
MATERIALES	1.00	U		
Tubo de concreto 12" (candela)	1.00	U	Q73.00	Q73.00
Tubo PVC de 4" Norma ASTM F 949	0.50	U	Q318.00	Q160.46
Silleta Yee 6" x 4"	0.76	U	Q246.20	Q187.47
Silleta Yee 8" X 4"	0.24	U	Q460.30	Q109.80
Cemento	0.11	saco	Q80.00	Q8.81
arena	0.01	mB	Q110.00	Q1.01
Piedrin	0.01	mB	Q180.00	Q1.65
acero No 3	0.30	U	Q23.00	Q6.96
Acero No 2	0.30	U	Q16.00	Q4.84
			Herramienta 5%	Q27.70
			TOTAL DE MATERIALES	Q581.70
MANO DE OBRA	1.00	U		
Conexión de candela domiciliar	1.00	U	Q310.00	Q310.00
excavación	1.50	mB	Q45.00	Q67.71
Armado y fundicion de tapa y fondo	1.00	U	Q50.00	Q50.00
			SUB TOTAL DE MANO DE OBRA	Q427.71
			SUB TOTAL	Q1,038.50
	ayudante	46,63%		Q484.25
	prestaciones	85,67%		Q889.68
			TOTAL DE MANO DE OBRA	Q2,412.42
			Total directo	Q2,994.13
Administracion	5%			Q149.71
Fianzas e Impuestos	10%			Q299.41
Imprevistos	3%			Q89.82
Dirección técnica	5%			Q149.71
Utilidad	10%			Q299.41
			COSTOS INDIRECTOS	Q988.06
			TOTAL DEL RENGLON	Q3,982.19

Fuente: elaboración propia.


Apéndice 5. **Evaluación ambiental inicial del proyecto de ampliación del Centro Oficial de Preprimaria Bilingüe Anexa a Escuela Oficial Rural mixta Centro América, Aldea Santa María Cauque, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**

		<table border="1"> <tr> <td>FORMATO</td> <td>DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002			
<p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>				
<p>EVALUACION AMBIENTAL INICIAL</p>				
<p>ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL</p>				
<p>(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)</p>				
<p>INSTRUCCIONES</p>	<p>PARA USO INTERNO DEL MARN</p>			
<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 Evaluación Ambiental Inicial, 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: vunica@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>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p> <p style="text-align: center;">Ampliación escuela preprimaria, aldea Santa María Cauque</p>				
<p>I.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p style="text-align: center;">El proyecto consta de 4 aulas de mampostería confinada, con techo de lámina soportada por vigas de madera laminada y una cancha de usos múltiples de 15 metros de ancho por 25 metros de largo diseñada por el método de franjas adyacentes.</p>				
<p>I.2. Información legal:</p>				
<p>A) Persona Individual:</p> <p>A.1. Representante Legal:</p> <p style="text-align: center;">Juan Carlos Barrios</p>				
<p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: Organización gubernamental Nombre Comercial: Municipalidad de Santiago Sacatepéquez No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p>				
<p>C) De la Propiedad:</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>				
<p>D) De la Empresa y/o persona individual:</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT): 625208-7</p>				
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p>				
<p>www.marn.gob.gt Siguenos en:    </p>				





Continuación del apéndice 5.

		FORMATO DVGA-GA-002
<p align="center"> GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES </p> <p align="center"> DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL- </p>		
INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7830-2645 Correo electrónico: dmp.santiagosacatepequez@gmail.com		
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; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
<p align="center">Aldea Santa María Cauque, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala.</p>		
Especificar Coordenadas Geográficas		
<p align="center">Coordenadas Geográficas Datum WGS84</p>		
<p align="center">LAT: 14° 38' 33.57" N LON: 90° 41' 33.48"</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; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
<p align="center">5ta Avenida 1-03 zona 4, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala.</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		
<p align="center">Msc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa</p>		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción <ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpia y chapeo 2. Trazo y estaqueado 3. Zanjeo 4. Retiro de material 5. Fundición cimiento corrido 6. Levantado de muros 7. Fundición mochetas y soleras 8. Colocación de techo 9. Fundición de piso 10. Acabados 11. Fundición de cancha 12. Detalles de cancha • Insumos necesarios <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable 2. Energía eléctrica 3. Combustibles 4. Aceites 5. Refrigerantes • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Camiones de volteo 2. Compactadores de mano 3. Rodos vibratorios 4. Compactadores vibratorios 	Operación <ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> 1. Control de calidad 2. Limpiezas programadas 3. Mantenimiento • Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable 2. Energía eléctrica • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Camiones • Productos y Subproductos (bienes y servicios) <ol style="list-style-type: none"> 1. Servicio de limpieza municipal • Horario de Trabajo <ol style="list-style-type: none"> 8 horas • Otros de relevancia 	Abandono <ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <ol style="list-style-type: none"> 1. Resguardo del material 2. Reunión con autoridades locales y municipales. 3. Diseño de escuela con mejoras y propuestas.
<p align="center">7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p>		
<p align="center">www.marn.gob.gt</p>		Síguenos en:    






Continuación del apéndice 5.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p>FORMATO DVGA-GA-002</p> <p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Otros de relevancia 1. Bodegas </td> <td style="width: 70%;"></td> </tr> </table>		<ul style="list-style-type: none"> • Otros de relevancia 1. Bodegas 																
<ul style="list-style-type: none"> • Otros de relevancia 1. Bodegas 																		
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: 1995,01</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 567</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: 567</p>																		
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																	
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">NORTE</td> <td style="width: 25%;">Viviendas y Cultivos</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">SUR</td> <td style="width: 25%;">Carretera</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ESTE</td> <td>Viviendas y cultivos</td> <td style="text-align: center;">OESTE</td> <td>Carretera</td> </tr> </table> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 30%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 30%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Viviendas</td> <td style="text-align: center;">Norte y Este</td> <td style="text-align: center;">10m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cultivos</td> <td style="text-align: center;">Norte y Este</td> <td style="text-align: center;">5m</td> </tr> </tbody> </table>		NORTE	Viviendas y Cultivos	SUR	Carretera	ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Carretera	DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas	Norte y Este	10m	Cultivos	Norte y Este	5m
NORTE	Viviendas y Cultivos	SUR	Carretera															
ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Carretera															
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																
Viviendas	Norte y Este	10m																
Cultivos	Norte y Este	5m																
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Noreste Suroeste</p>																		
<p>II.6 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) Otro ()</p> <p>Detalle la información: No aplica.</p>																		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada 15-25 Total empleados 25</p>																		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p style="text-align: center;">Si</p>																		






7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt Siguenos en:    






Continuación del apéndice 5.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002						
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-							
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	1000 lt/día	Municipalidad	Excavación, fundición y compactación		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	150 lt/día	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	50 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	60 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes		Si	15 Galones	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>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</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <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? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Si, generados por el movimiento de suelo al momento de excavación y del transporte del mismo hasta su disposición final.</p>							
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt							
Siguenos en:    							






Continuación del apéndice 5.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>		<p>FORMATO DVGA-GA-002</p>
<p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>		
<p>MITIGACION 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? Constante riego al suelo para evitar partículas en el aire y protección de los camiones de volteo con lonas a la hora del transporte.</p>		
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
RUIDO Y VIBRACIONES		
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? No</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Maquinaria, equipo y vehículos</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? Se generarán ruidos no mayores a 70 dB, por lo que es recomendado la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</p>		
OLORES		
<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</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No aplica</p>		
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA		
AGUAS RESIDUALES		
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES		
<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> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado Este proyecto no genera agua residual.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios No aplica, porque se usaran servicios sanitarios existentes.</p>		
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500		
www.marn.gob.gt		Síguenos en:    






Continuación del apéndice 5.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-		
INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)		
a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.		
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES		
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 <p style="text-align: center;">Si hubiese se guiaría hacia colector principal.</p>		
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)		
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.)		
El terreno absorbe el agua proveniente de las lluvias.		
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)		
DESECHOS SÓLIDOS		
VOLUMEN DE DESECHOS		
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:		
<input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día _____ <input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____ <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____ <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día _____		
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.):		
Plástico, papel, ripio, restos de material no utilizado y orgánicos.		
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más 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?		
No aplica		
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado		
No aplica		
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado		
Servicio recolector de basura municipal.		
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?		
No		
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)		
Basurero municipal		
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500		
www.marn.gov.gt Siguenos en:    		

Continuación del apéndice 5.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA			
CONSUMO			
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 250kW/mes			
VI.2 Forma de suministro de energía			
a) Sistema público			
b) Sistema privado Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA			
c) generación propia			
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI () NO (X)			
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Utilizar energía eléctrica solamente en las horas de trabajo.			
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)			
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:			
- Bosques			
- Animales			
- Otros _____			
No aplica			
Especificar información _____			
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No			
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? Las actividades se encuentran en un espacio en el cual no afecta la biodiversidad del área.			
VIII. TRANSPORTE			
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:			
a) Número de vehículos 2 vehículos			
b) Tipo de vehículo Pickup doble cabina y tracción			
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa Dentro de instalaciones de escuela, 15 m ² .			
d) Horario de circulación vehicular El sitio no se encuentra en calles o avenidas de circulación.			
e) Vías alternas No aplica			
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS			
ASPECTOS CULTURALES			
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Indígena			
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500			
www.marn.gob.gt Siguenos en:    			

Continuación del apéndice 5.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente: a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico Ampliar información de la respuesta seleccionada <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
ASPECTOS SOCIAL IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X) IX.4 Qué tipo de molestias? <p style="text-align: center;">No aplica</p> IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
PAISAJE IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué? <p style="text-align: center;">Si se verá afectado el paisaje de la zona, solamente durante la etapa de construcción.</p>	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina: a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
X.3 riesgos ocupacionales: <input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores Ampliar información: <p style="text-align: center;">Ninguna actividad representa riesgo ya que las mismas son estrictamente supervisadas.</p>	
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: <p style="text-align: center;">Casco protector, botas punta de acero y chalecos reflectivos.</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? Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben de estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, por esto se dará a conocer el uso de mascarillas. Para evitar molestias se realizaran las actividades en los horarios del día, 8 horas al día. A los trabajadores se les dará información sobre seguridad industrial a cargo de personal competente, así como equipo de protección proporcionado y se señalará el área de la obra.	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.mam.gov.gt Síguenos en:    	

Fuente: elaboración propia con base en formulario DVGA-GA-R-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, empleando Word.

Apéndice 6. **Evaluación ambiental inicial del proyecto de ampliación del sistema de drenaje sanitario para el casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

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 Evaluación Ambiental Inicial, 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 style="text-align: center;">No. Expediente:</p> <p style="text-align: center;">Clasificación del Listado Taxativo</p> <p style="text-align: center;">Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p> <p style="text-align: center;">Diseño de drenaje sanitario</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p>El proyecto consta de la instalación de 1 288.31 m de tubería de PVC con norma ASTM F949 de distintos diámetros, 28 pozos de visita hechos con ladrillo de barro cocido, 109 conexiones domiciliarias para satisfacer a toda la población necesitada.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual:</p> <p>A.1. Representante Legal:</p> <p style="text-align: center;">Juan Carlos Barrios</p>	
<p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: Organización gubernamental Nombre Comercial: Municipalidad de Santiago Sacatepéquez No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p>	
<p>C) De la Propiedad:</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	
<p>D) De la Empresa y/o persona individual:</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT): 625208-7</p>	






7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt


Síguenos en:







Continuación del apéndice 6.



 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		FORMATO DVGA-GA-002				
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-						
INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN				
I.3 Teléfono	7830-2645	Correo electrónico: dmp.santiagosacatepequez@gmail.com				
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; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento) Casco urbano, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala. Especificar Coordenadas Geográficas <div style="text-align: center;">Coordenadas Geográficas Datum WGS84</div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Inicio: LAT: 14° 38' 17.68" N</td> <td>LON: 90° 40' 16.75"</td> </tr> <tr> <td>Final: LAT: 14° 37' 57.59" N</td> <td>LON: 90° 40' 30.40"</td> </tr> </table>			Inicio: LAT: 14° 38' 17.68" N	LON: 90° 40' 16.75"	Final: LAT: 14° 37' 57.59" N	LON: 90° 40' 30.40"
Inicio: LAT: 14° 38' 17.68" N	LON: 90° 40' 16.75"					
Final: LAT: 14° 37' 57.59" N	LON: 90° 40' 30.40"					
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; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento) 5ta Avenida 1-03 zona 4, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala.						
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 Msc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa						
II. INFORMACION GENERAL						
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:						
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono				
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> 1. Trazo y Estaqueado 2. Zanjeo 3. Retiro de material 4. Colocación de tubería 5. Levantado de Pozos 6. Colocación conexiones domiciliarias 7. Relleno lateral, inicial y final en tubería • Insumos necesarios <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable 2. Energía eléctrica 3. Combustibles 4. Aceites 5. Refrigerantes • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroexcavadora 2. Camiones de volteo 3. Compactadores de mano 4. Rodos vibratorios 5. Compactadores vibratorios • Otros de relevancia <ol style="list-style-type: none"> 1. Baños portátiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas de estanqueidad 2. Limpieza candela y pozos de visita. 3. Mantenimiento de pozos. 4. Prohibir conexiones domiciliarias. • Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable 2. Energía eléctrica • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Camiones • Productos y Subproductos (bienes y servicios) <ol style="list-style-type: none"> 1. Servicio de limpieza municipal • Horario de Trabajo <ol style="list-style-type: none"> 8 horas • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrega de planos hidráulicos al casco urbano. 2. Reunión con autoridades locales y municipales. 3. Diseño de nuevo sistema para el manejo de aguas residuales ordinarias. 				
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500						
www.marn.gob.gt		Síguenos en:    				

Continuación del apéndice 6.






 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002																	
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">2. Bodegas</td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> </table>		2. Bodegas																
2. Bodegas																		
II.3 Área a) Área total de terreno en metros cuadrados: 3864,93 b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 936,40 Área total de construcción en metros cuadrados: 936,40																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 60%;">INSTRUCCIONES</th> <th style="width: 40%;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																	
II.4 Actividades colindantes al proyecto: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">NORTE</td> <td style="width: 25%;">Carretera</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">SUR</td> <td style="width: 25%;">Carretera</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ESTE</td> <td>Viviendas y cultivos</td> <td style="text-align: center;">OESTE</td> <td>Viviendas y cultivos</td> </tr> </table> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 30%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 40%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Viviendas</td> <td style="text-align: center;">Este y Oeste</td> <td style="text-align: center;">3m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cultivos</td> <td style="text-align: center;">Este y Oeste</td> <td style="text-align: center;">3m</td> </tr> </tbody> </table>		NORTE	Carretera	SUR	Carretera	ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Viviendas y cultivos	DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas	Este y Oeste	3m	Cultivos	Este y Oeste	3m
NORTE	Carretera	SUR	Carretera															
ESTE	Viviendas y cultivos	OESTE	Viviendas y cultivos															
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																
Viviendas	Este y Oeste	3m																
Cultivos	Este y Oeste	3m																
II.5 Dirección del viento: <p style="text-align: center;">Noreste Suroeste</p>																		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()																		
Detalle la información: No aplica.																		
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ b) Número de empleados por jornada 10-20 Total empleados 20																		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO... <p style="text-align: center;">Si</p>																		

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500
 www.marn.gob.gt Siguenos en:    






Continuación del apéndice 6.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-					
INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN					
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(me s día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamien to
Agua	Servicio publico	Si	1000 lt/día	Municipalidad	Excavación, fundición y compactación		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	120 lt/día	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	50 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Maquinaria		Cajas
	No solubles	No					
Refrigerantes		Si	18 Galones	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>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</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <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? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Si, generados por el movimiento de suelo al momento de excavación y del transporte del mismo hasta su disposición final.</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>Constante riego al suelo para evitar partículas en el aire y protección de los camiones de volteo con lonas a la hora del transporte.</p>							
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500							
www.marn.gob.gt				Síguenos en:			
							






Continuación del apéndice 6.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="width: 50%; padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 2px;">INSTRUCCIONES</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">PARA USO INTERNO DEL MARN</td> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
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? <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">No</div></p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Maquinaria, equipo y vehículos</div></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? <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Se generarán ruidos no mayores a 70 dB, por lo que es recomendado la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</div></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: <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">No</div></p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">No aplica</div></p>			
<p>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</p>			
<p>AGUAS RESIDUALES</p>			
<p>CARACTERIZACIÓN 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? <div style="margin-left: 20px;"> <p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> </div> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">No aplica ya que se utilizarán inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana, durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado.</div></p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">4 inodoros portátiles</div></p> </p>			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 2px;">INSTRUCCIONES</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">PARA USO INTERNO DEL MARN</td> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p> <p style="font-size: small;">www.marn.gov.gt Siguenos en:    </p>			






Continuación del apéndice 6.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales) a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
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 <p style="text-align: center;">Desfogue existente, que conduce hacia tratamiento.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
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.) <p style="text-align: center;">Existe un drenaje pluvial paralelo al sistema de drenaje sanitario.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS VOLUMEN DE DESECHOS V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada: <input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día	
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.): <p style="text-align: center;">Plástico, papel y orgánicos.</p>	
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más 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? <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
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? <p style="text-align: center;">No</p>	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos) <p style="text-align: center;">Basurero municipal</p>	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt Síguenos en:    	

Continuación del apéndice 6.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-		
INSTRUCCIONES	PARA	USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA		
CONSUMO		
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 250kW/mes VI.2 Forma de suministro de energía a) Sistema público b) Sistema privado Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA c) generación propia		
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI () NO (X)		
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Utilizar energía eléctrica solamente en las horas de trabajo.		
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)		
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: - Bosques - Animales - Otros _____ No aplica		
Especificar información _____		
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No		
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? Las actividades se encuentran en área de paso de vehículos.		
VIII. TRANSPORTE		
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: a) Número de vehículos 3 vehículos b) Tipo de vehículo Pickup doble cabina y tracción c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa Casco urbano, 22 m ² . d) Horario de circulación vehicular El sitio no se encuentra en calles o avenidas de circulación. e) Vías alternas No aplica		
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS		
ASPECTOS CULTURALES		
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Indígena		
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt Síguenos en:    		

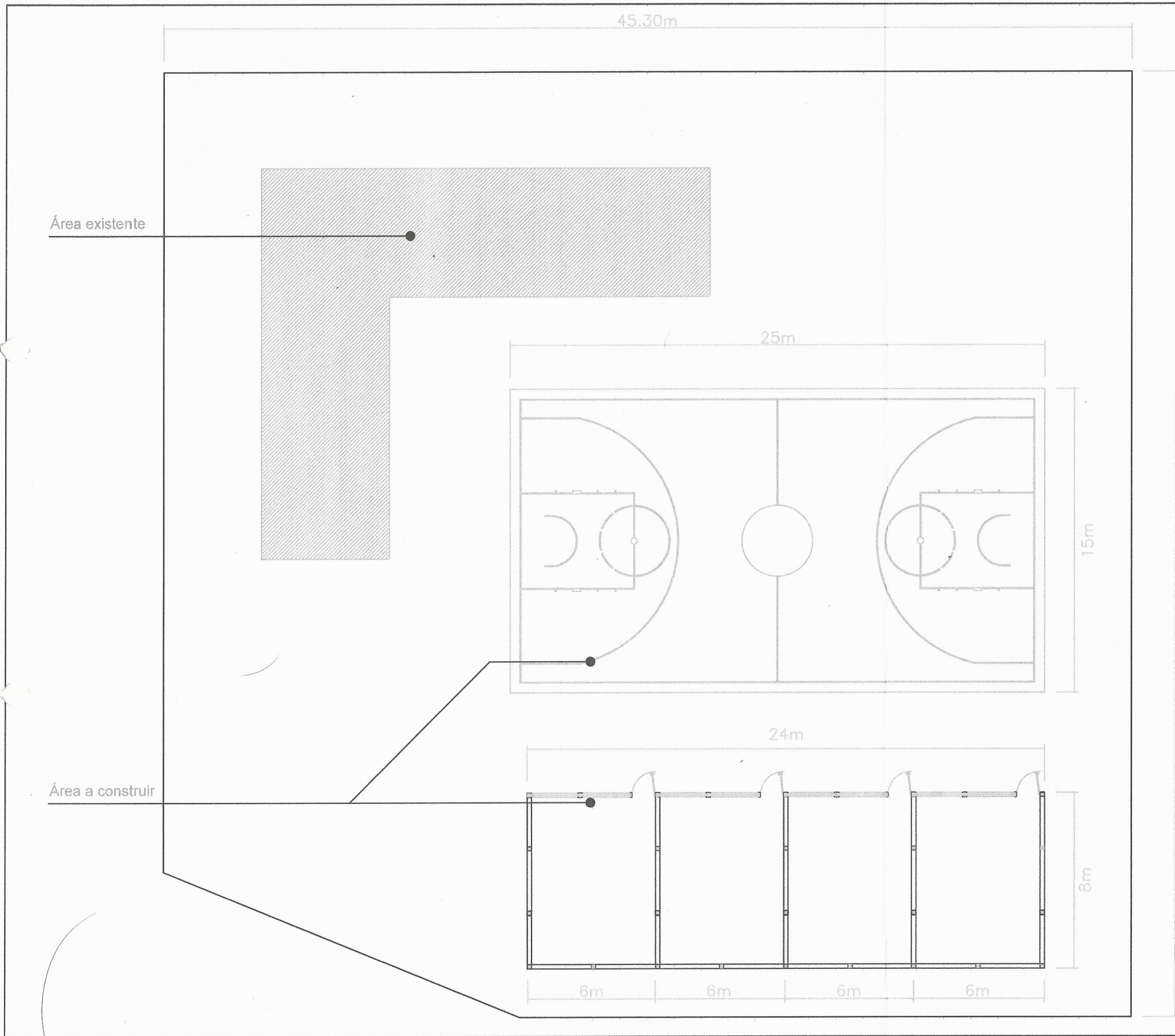
Continuación del apéndice 6.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN	
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente: a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico Ampliar información de la respuesta seleccionada No aplica	
ASPECTOS SOCIAL IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X) IX.4 Qué tipo de molestias? No aplica IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica	
PAISAJE IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué? Si se verá afectado el paisaje de la zona, solamente durante la etapa de construcción.	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina: a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas: No aplica	
X.3 riesgos ocupacionales: <input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores Ampliar información: Ninguna actividad representa riesgo ya que las mismas son estrictamente supervisadas.	
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco protector, botas punta de acero y chalecos reflectivos.	
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? Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben de estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, por esto se dará a conocer el uso de mascarillas. Para evitar molestias se realizaran las actividades en los horarios del día, 8 horas al día. A los trabajadores se les dará información sobre seguridad industrial a cargo de personal competente, así como equipo de protección proporcionado.	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt Siguenos en:    	

Fuente: elaboración propia con base en formulario DVGA-GA-R-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, empleando Word.

Apéndice 7. **Juego de planos del diseño de ampliación del Centro Oficial de Preprimaria Bilingüe anexa a Escuela Oficial Rural Mixta Centro América, Aldea Santa María Cauque, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**



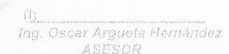
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

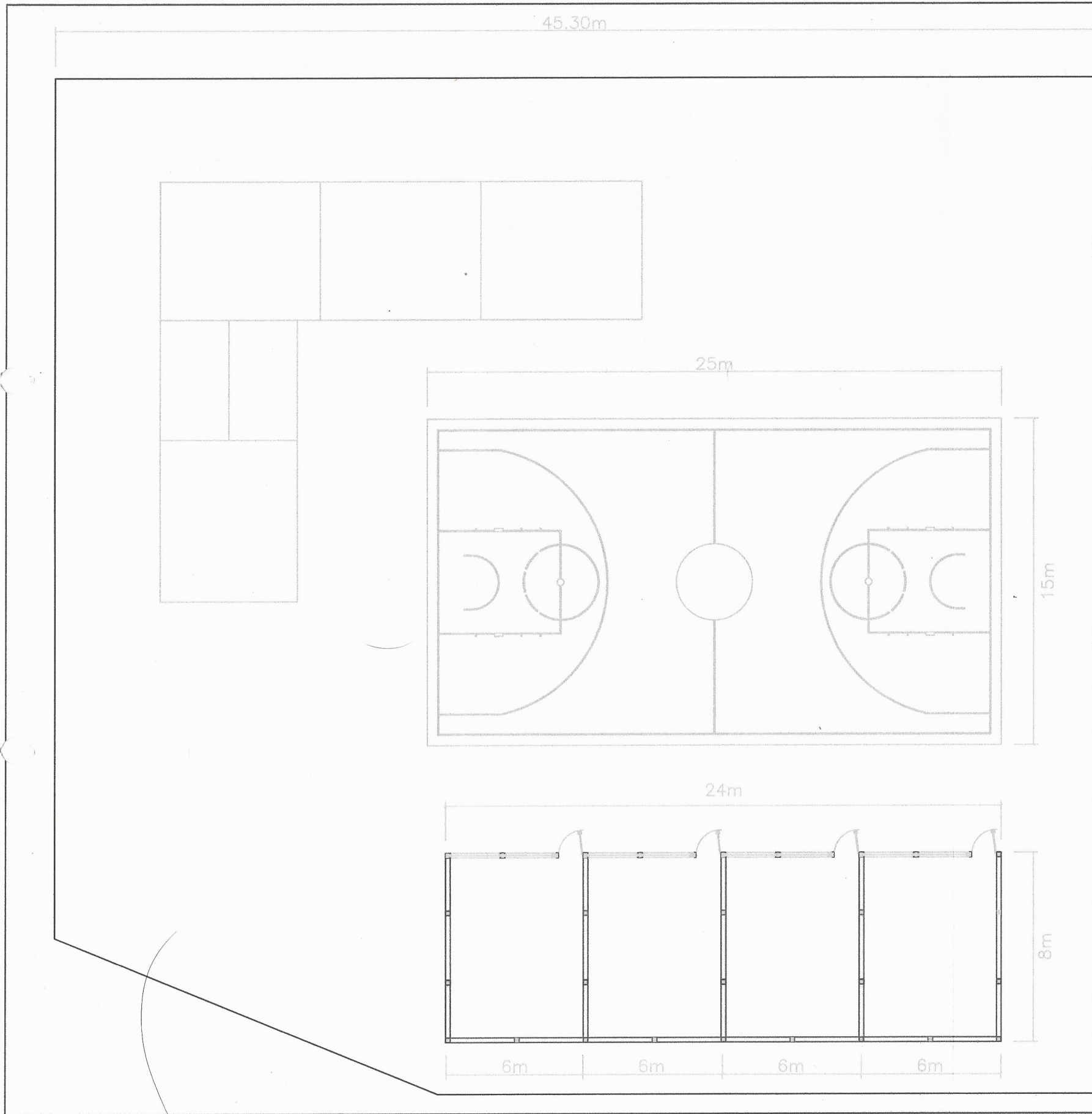


PROYECCIÓN DE EDIFICIO ACTUAL Y A CONSTRUIR

ESCALA 1:200


 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	DIRUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer
CONTENIDO: EDIFICIO ACTUAL Y A CONSTRUIR		ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019
 Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	 Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	HOLIA:	1 / 10



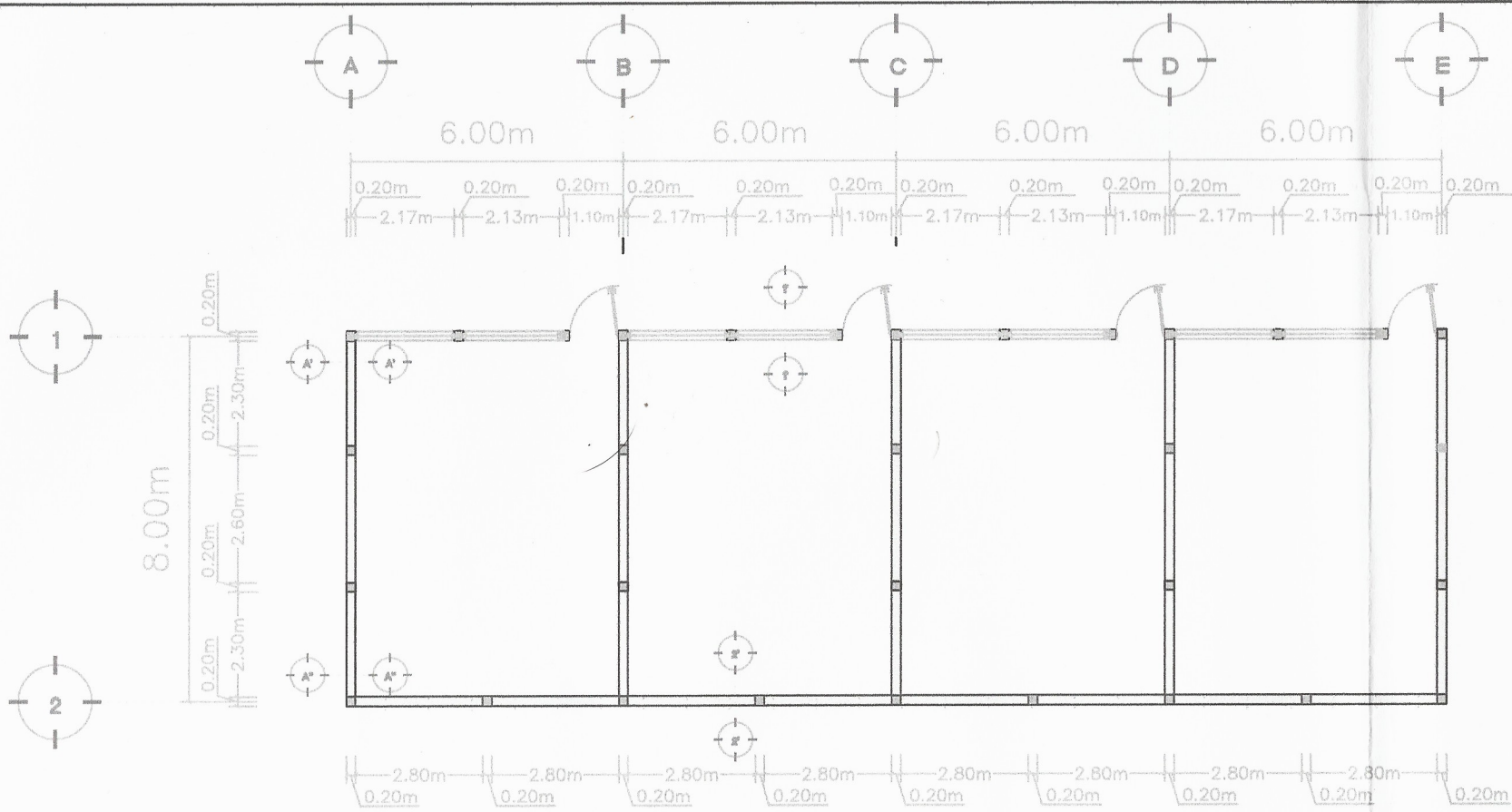
PLANTA DE ÁREA A CONSTRUIR

ESCALA 1:200



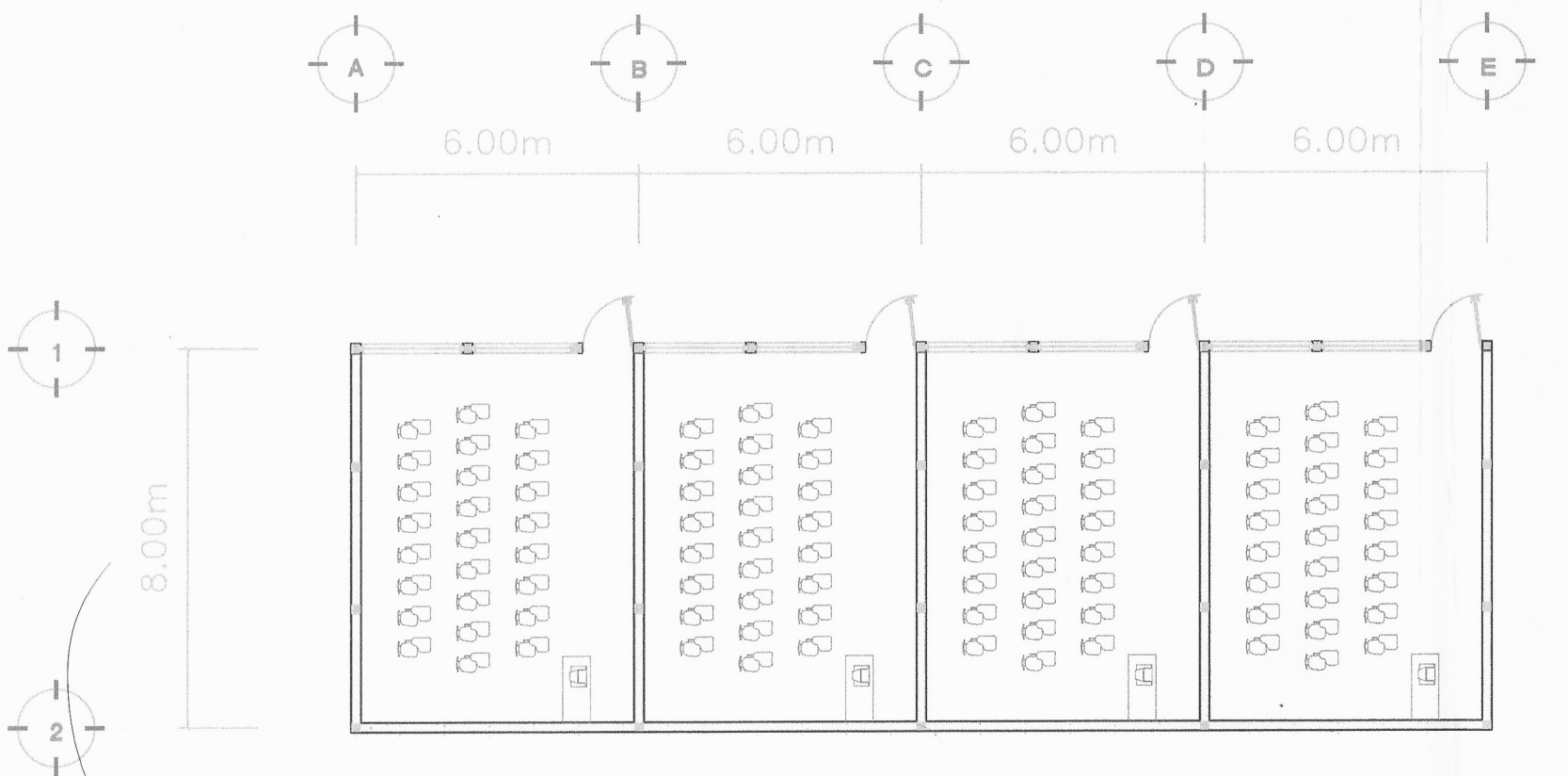
[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		ASESOR: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	DIRUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer
CONTENIDO: PLANTA DE ÁREA A CONSTRUIR	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019	
 Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPSISTA	 Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	HUJA:	2 / 11



PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:150



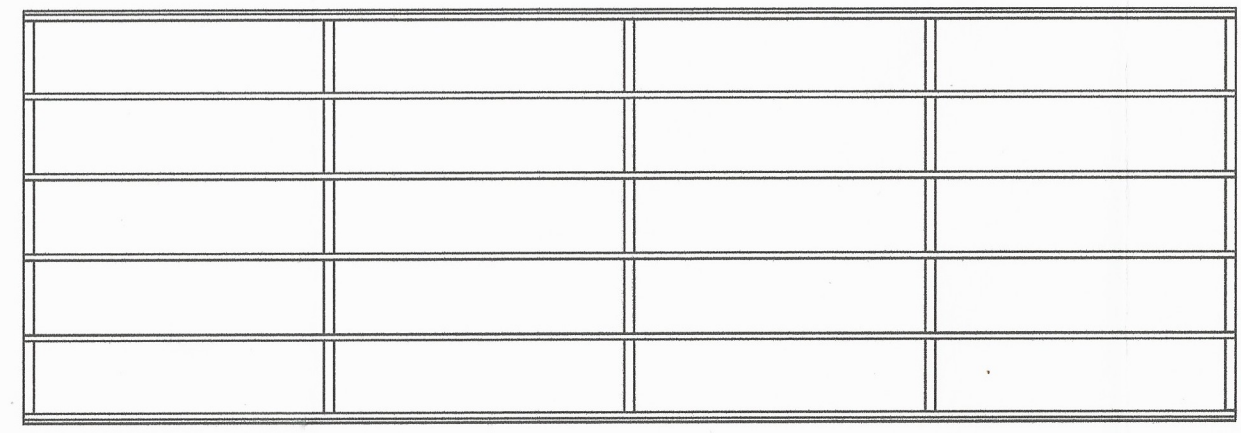
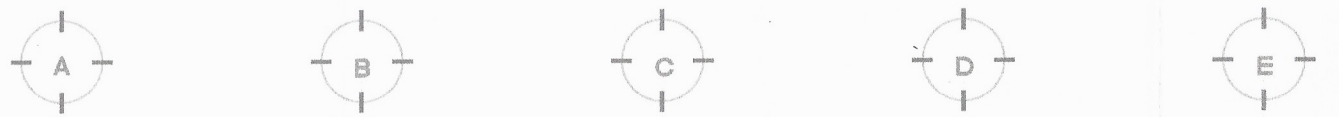
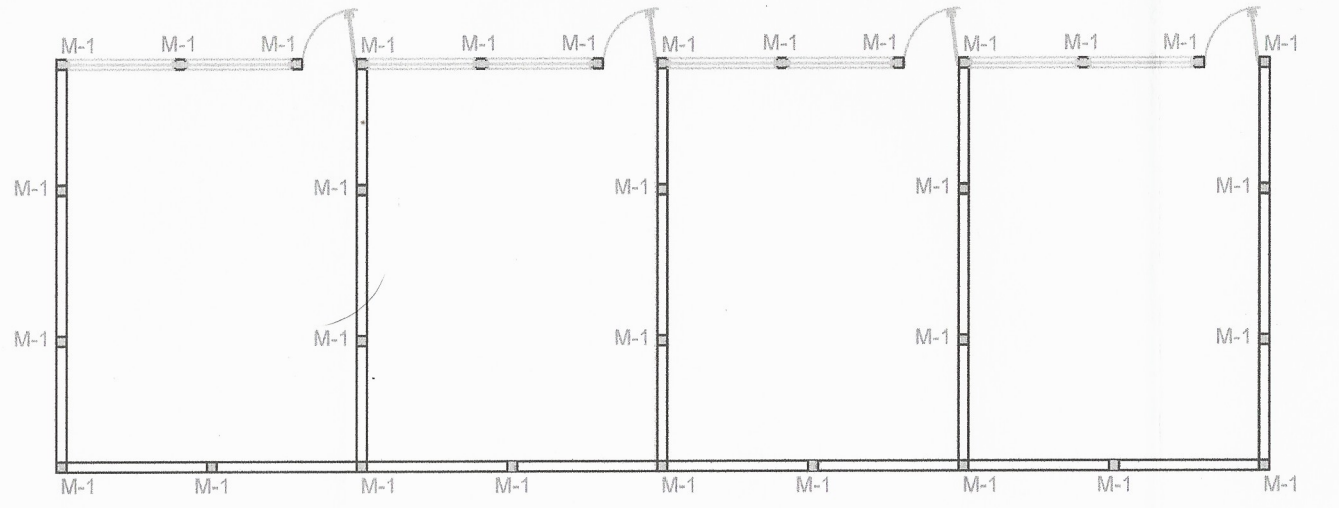
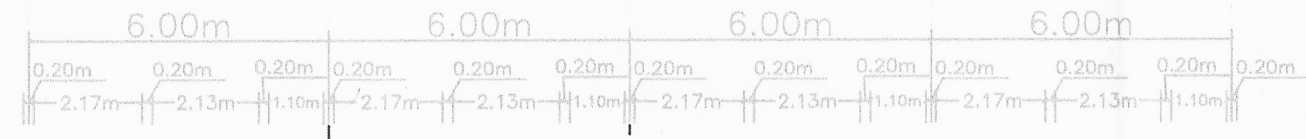
PLANTA AMUEBLADA

ESCALA 1:150



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 8 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DIRIGIDO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer	PROJETO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA PLANTA AMUEBLADA	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellicer EPSISTA	Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	FOLIO: 3	11

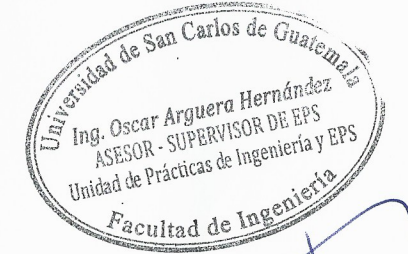


PLANTA DE MOCHETAS

ESCALA 1:150

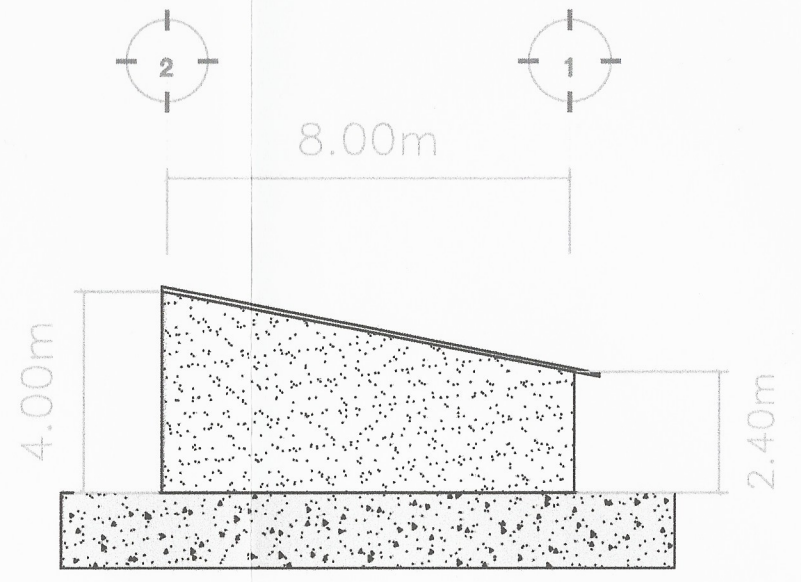
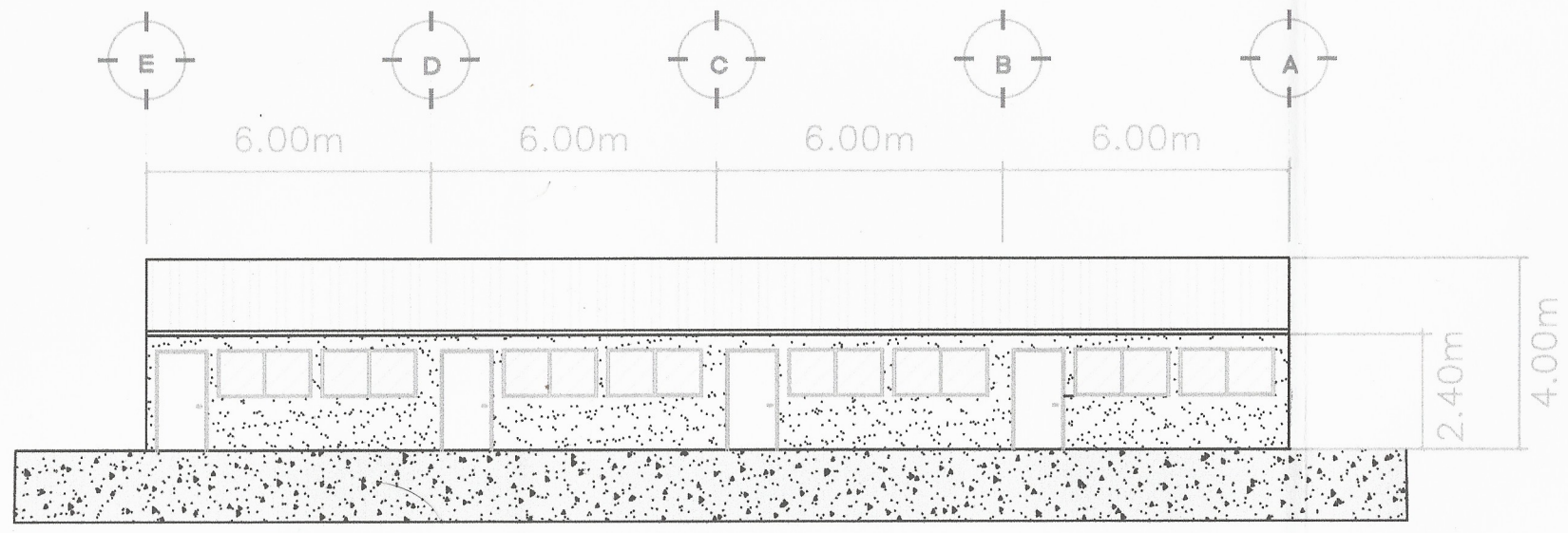
PLANTA ARMADO DE TECHO


ESCALA 1:150



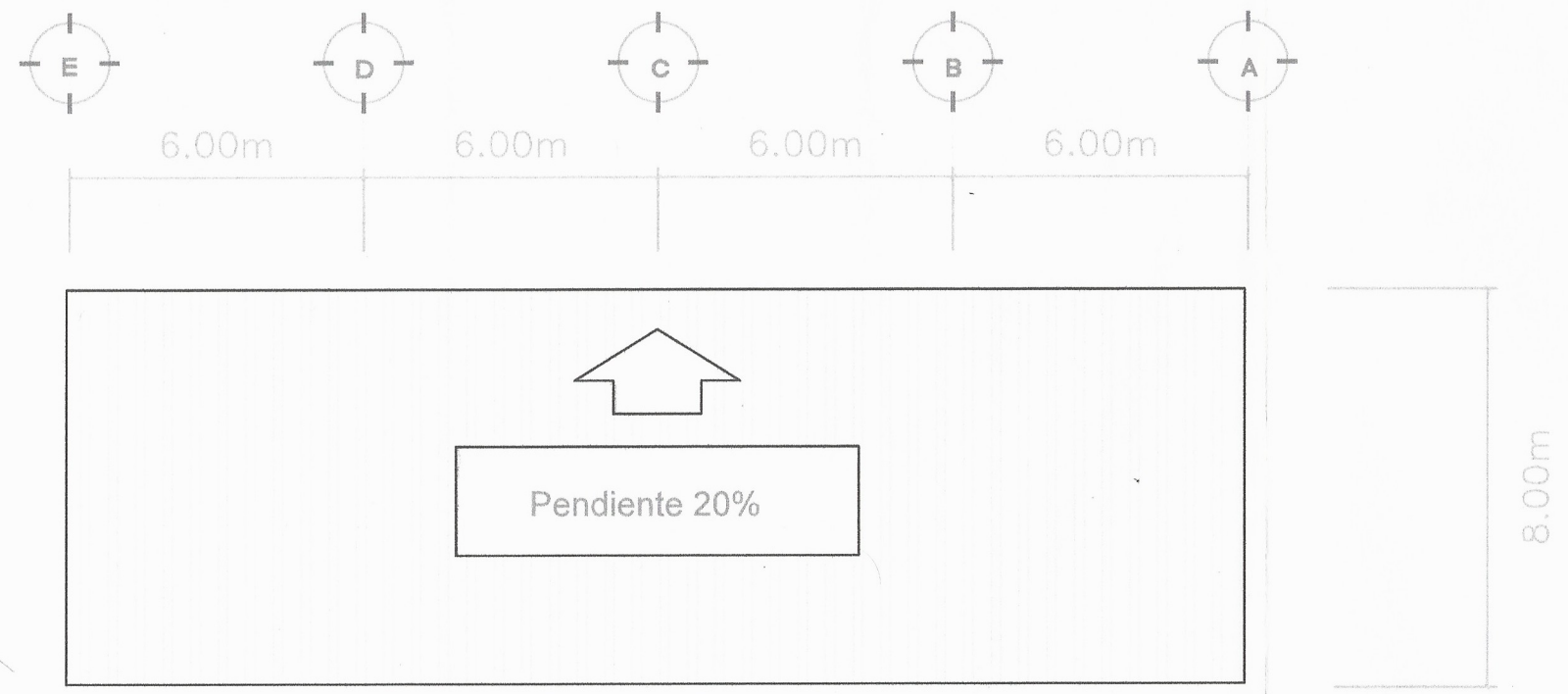
[Handwritten signature]


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer	
CONTENIDO: PLANTAS ESTRUCTURALES		ESCALA: INDICADA	
		FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellicer EPSISTA	Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	HOJA:	4 / 11




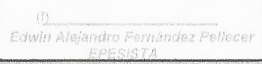
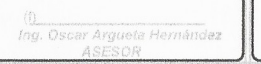
 **ELEVACIÓN FRONTAL**
 ESCALA 1:150

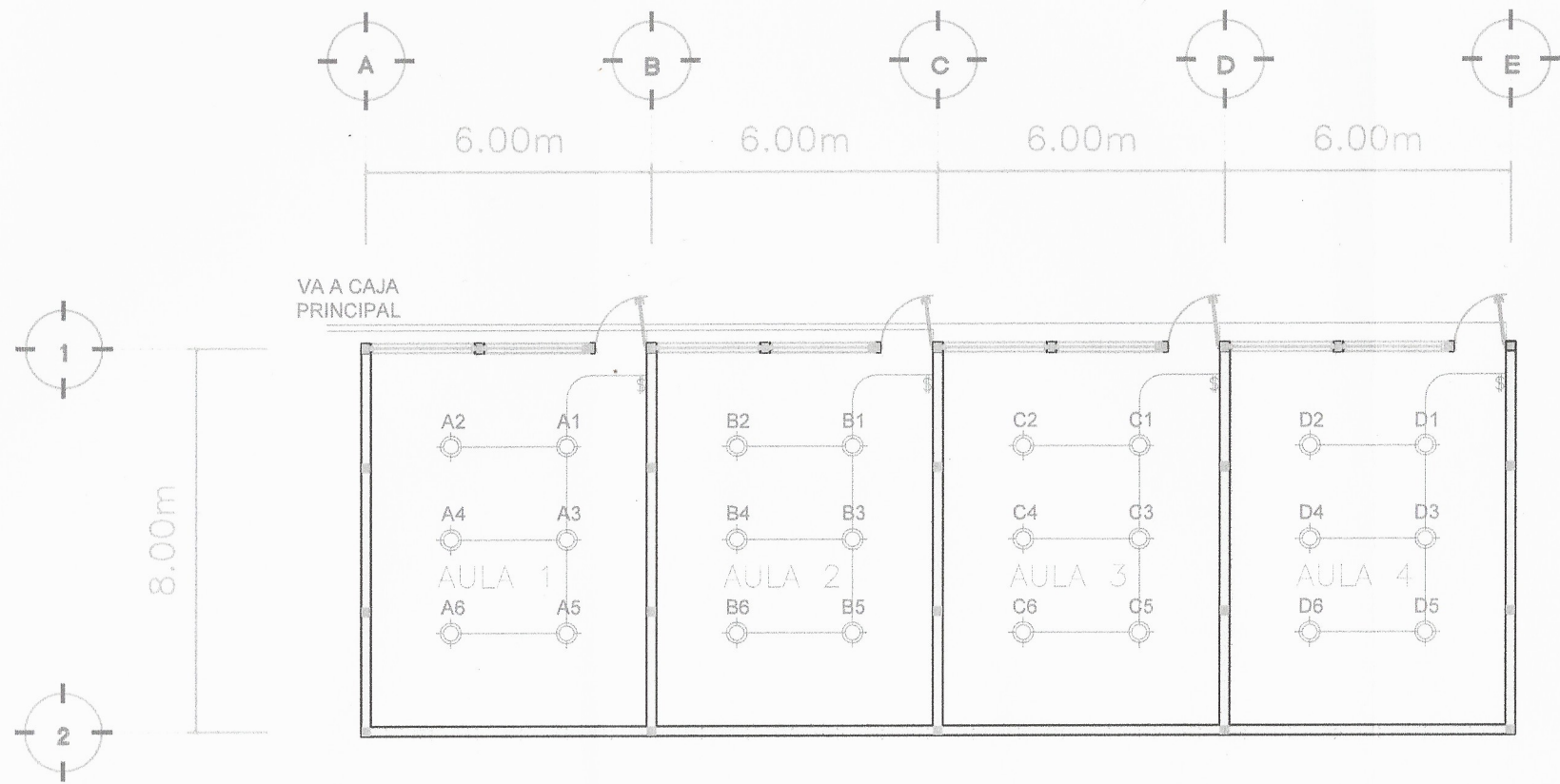
 **ELEVACIÓN LATERAL**
 ESCALA 1:150



 **PLANTA DE TECHO**
 ESCALA 1:150



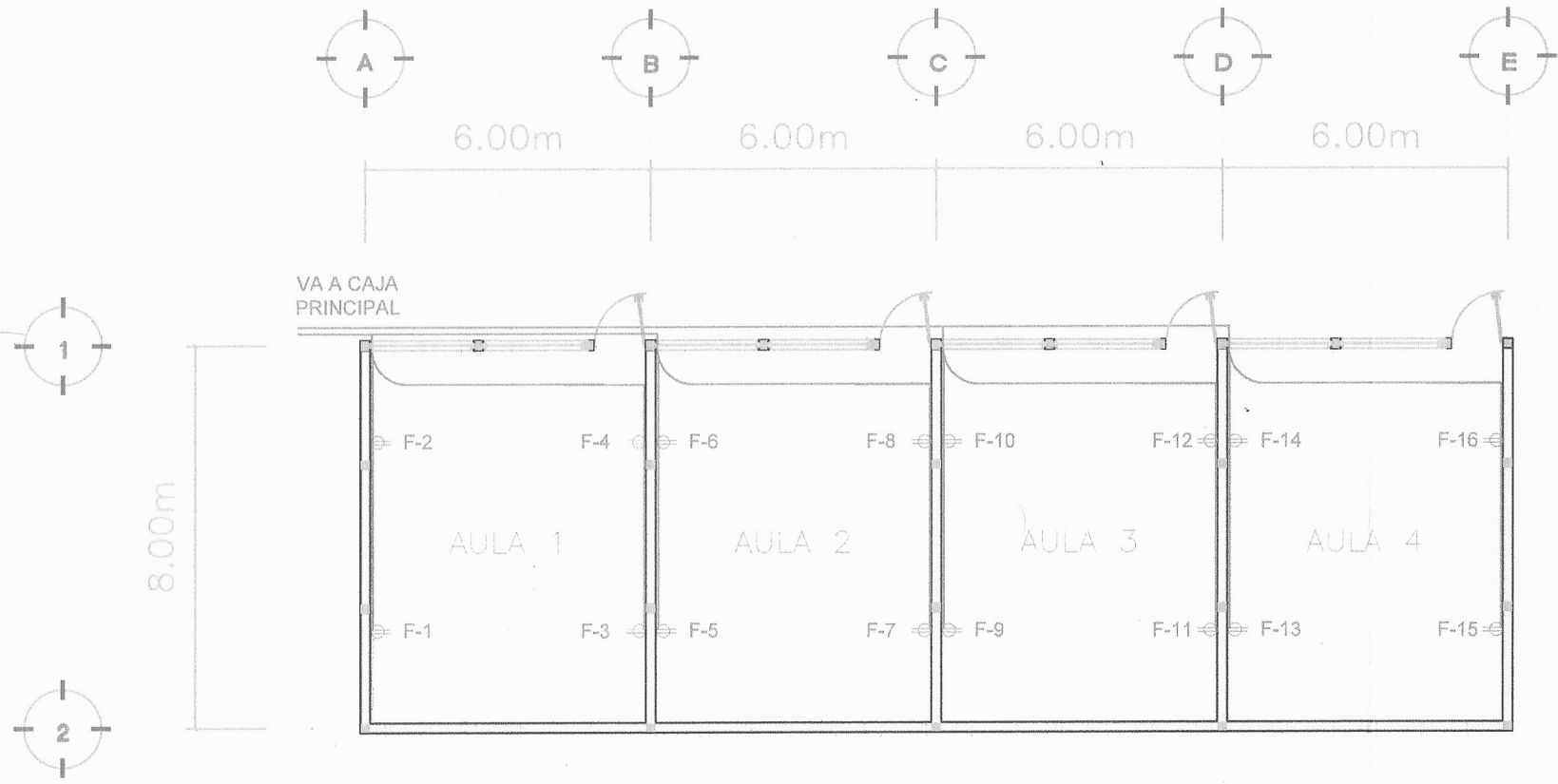
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer	
CONTENIDO: ELEVACIONES PLANTA DE TECHO	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019	
 Edwin Alejandro Fernández Pellicer EPSISTA	 Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	HOJA:	5 / 11



PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESCALA 1:150

SIMBOLOGÍA	INFORMACIÓN
	LÁMPARA 1' X 4'
	TUBERIA EN CIELO 1"
	INTERRUPTOR SIMPLE h = 1.50m



PLANTA DE FUERZA

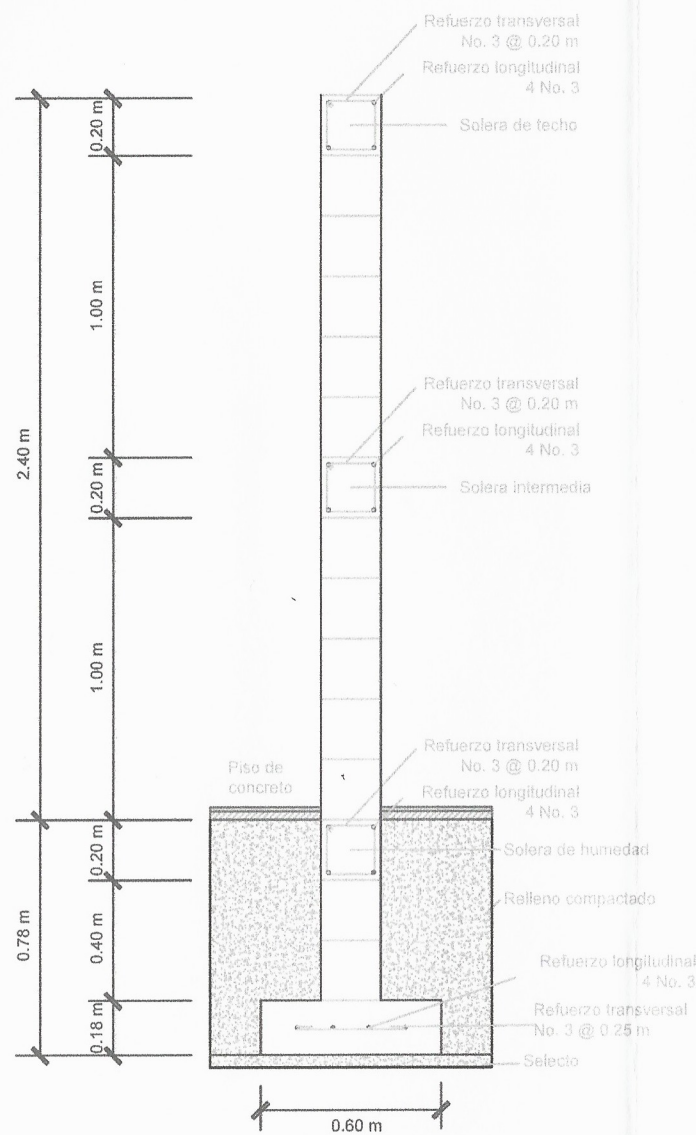
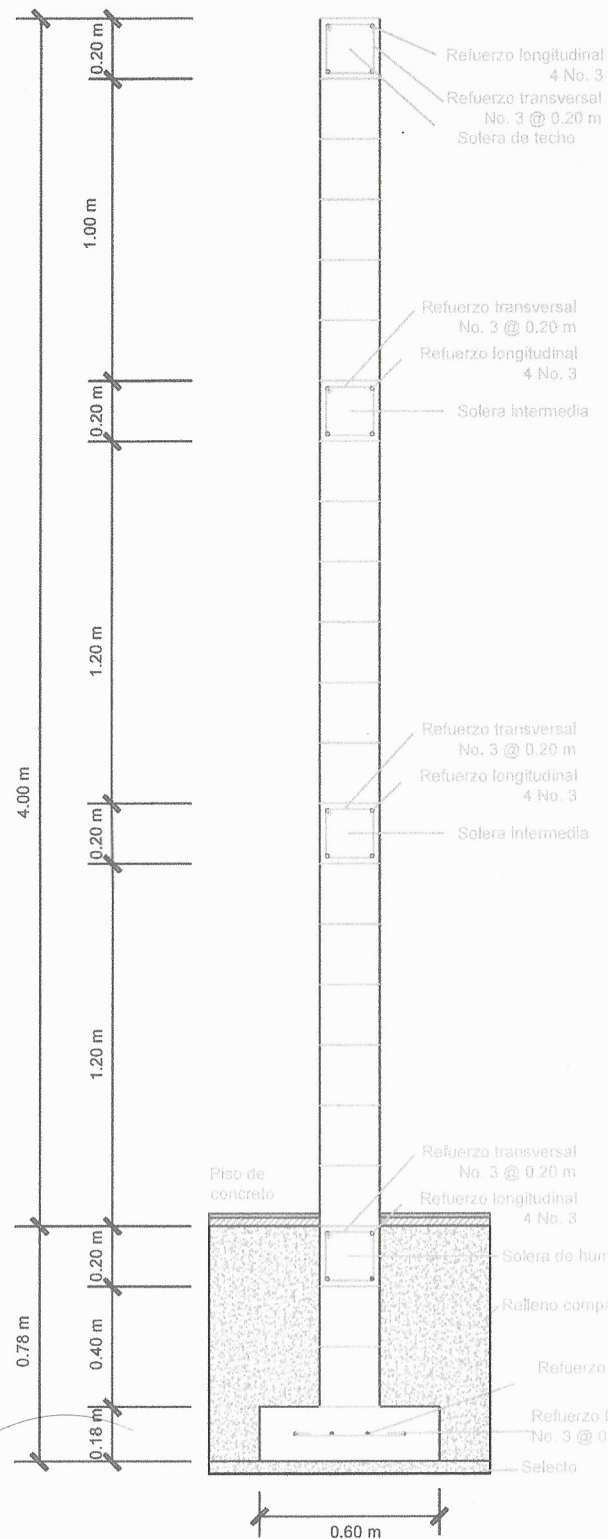
ESCALA 1:150

SIMBOLOGÍA	INFORMACIÓN
	TOMACORRIENTE DOBLE h = 0.40m
	TUBERÍA EN SUELO O PARED 1"



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: PLANTA ILLUMINACIÓN PLANTA DE FUERZA		ESCALA: INDICADA	
		FECHA: ABRIL 2019	
 Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	 Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA:	6 / 11



CORTE A''-A''

ESCALA 1:25

CORTE A'-A'

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

- El concreto a utilizar será clase 3000 PSI (210 Kg/cm²) y 2500 PSI (175Kg/cm²).
- Para el vaciado del concreto deberá evitarse vertirse a una altura mayor a 1.50 metros para evitar segregación.
- El concreto mezclado en obra debe cumplir con lo requerido en la sección 5.8.3 del ACI 318-14.
- El concreto premezclado debe cumplir con lo estipulado en la sección 5.8.2 del ACI 318-14.
- No debe utilizarse concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños.
- No debe utilizarse concreto que después de haberse mezclado se le adicione agua, ni que haya fraguado inicialmente.
- Para el curado del concreto debe procurarse realizar los procedimientos adecuados para alcanzar la resistencia requerida.

ACERO DE REFUERZO

- El refuerzo para cimiento corrido, mochetas y soleras en general para todo elemento estructural será corrugado grado 40.
- El refuerzo transversal será liso grado 40.
- Todo el acero a utilizar deberá estar libre de grasa, pintura, aceite y cualquier sustancia que afecte su adherencia al concreto.
- El recubrimiento del acero será de 2.5 cm para mochetas.
- El recubrimiento mínimo cimiento corrido y todo elemento estructural en contacto con el suelo será de 7.5 cm
- El recubrimiento mínimo para soleras y mochetas será de 2.5 cm desde el rostro exterior del estribo al rostro de la fundición.
- La separación de las barras de acero nunca podrá ser menor a 3.0 centímetros cuando se coloquen paralelamente en dos camas.
- En los remates de soleras que no continúen, se deberá realizar doblés a 90 grados con la longitud mostrada a continuación.
- Las longitudes mínimas de empalme son como se indican a continuación:

Ø 1/2" = 30 cm

Ø 3/8" = 30 cm

MAMPOSTERÍA

- Las unidades de block para muros de carga o serán de 19cm x 19cm x 39cm 100 Kg/cm².
- El mortero de pega para las unidades de mampostería será clase S, premezclado "PegaBlock".
- La sisa de pega será 1cm.

MATERIALES UTILIZADOS

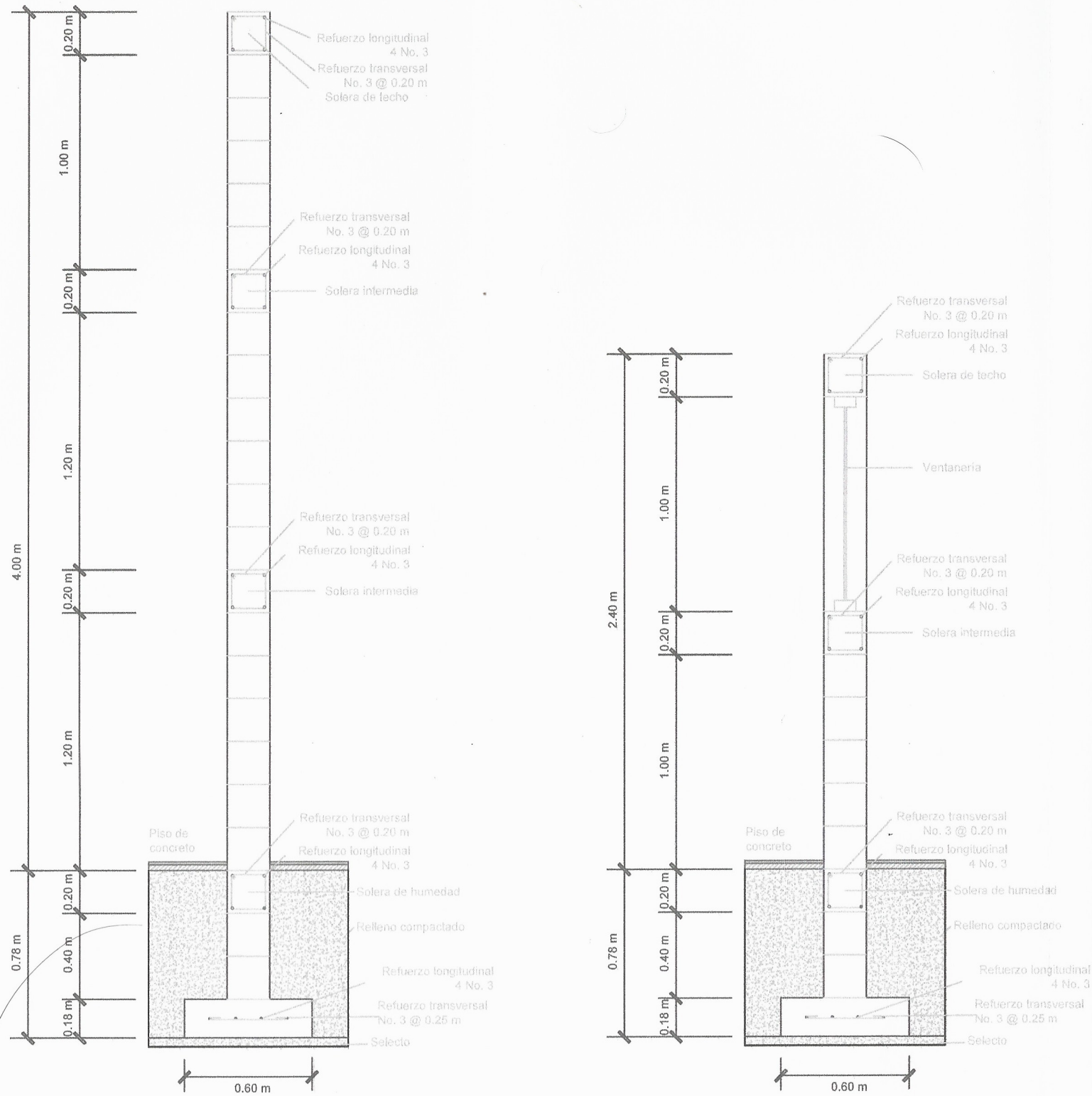
Concreto = 3,000 PSI para cimiento corrido y 2500 PSI para mochetas y soleras.

Acero = 40,000 PSI (Refuerzo de cimiento corrido, mochetas y soleras).

Mampostería, fm = 100 Kg/cm²



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS 6 meses	
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJO Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: CORTES		ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA		Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	
HOJA:		7 / 11	



CORTE 2'-2'

ESCALA 1:25

CORTE 1'-1'

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

- El concreto a utilizar será clase 3000 PSI (210 Kg/cm²) y 2500 PSI (175Kg/cm²).
- Para el vaciado del concreto deberá evitarse vertirse a una altura mayor a 1.50 metros para evitar segregación.
- El concreto mezclado en obra debe cumplir con lo requerido en la sección 5.8.3 del ACI 318-14.
- El concreto premezclado debe cumplir con lo estipulado en la sección 5.8.2 del ACI 318-14.
- No debe utilizarse concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños.
- No debe utilizarse concreto que después de haberse mezclado se le adicione agua, ni que haya fraguado inicialmente.
- Para el curado del concreto debe procurarse realizar los procedimientos adecuados para alcanzar la resistencia requerida.

ACERO DE REFUERZO

- El refuerzo para cimiento corrido, mochetas y soleras en general para todo elemento estructural será corrugado grado 40.
- El refuerzo transversal será liso grado 40.
- Todo el acero a utilizar deberá estar libre de grasa, pintura, aceite y cualquier sustancia que afecte su adherencia al concreto.
- El recubrimiento del acero será de 2.5 cm para mochetas.
- El recubrimiento mínimo cimiento corrido y todo elemento estructural en contacto con el suelo será de 7.5 cm
- El recubrimiento mínimo para soleras y mochetas será de 2.5 cm desde el rostro exterior del estribo al rostro de la fundición.
- La separación de las barras de acero nunca podrá ser menor a 3.0 centímetros cuando se coloquen paralelamente en dos camas.
- En los remates de soleras que no continúen, se deberá realizar dobléz a 90 grados con la longitud mostrada a continuación.
- Las longitudes mínimas de empalme son como se indican a continuación:

- Ø 1/2" = 30 cm
- Ø 3/8" = 30 cm

MAMPOSTERÍA

- Las unidades de block para muros de carga o serán de 19cm x 19cm x 39cm 100 Kg/cm².
- El mortero de pega para las unidades de mampostería será clase S, premezclado "PegaBlock".
- La sisa de pega será 1cm.

MATERIALES UTILIZADOS

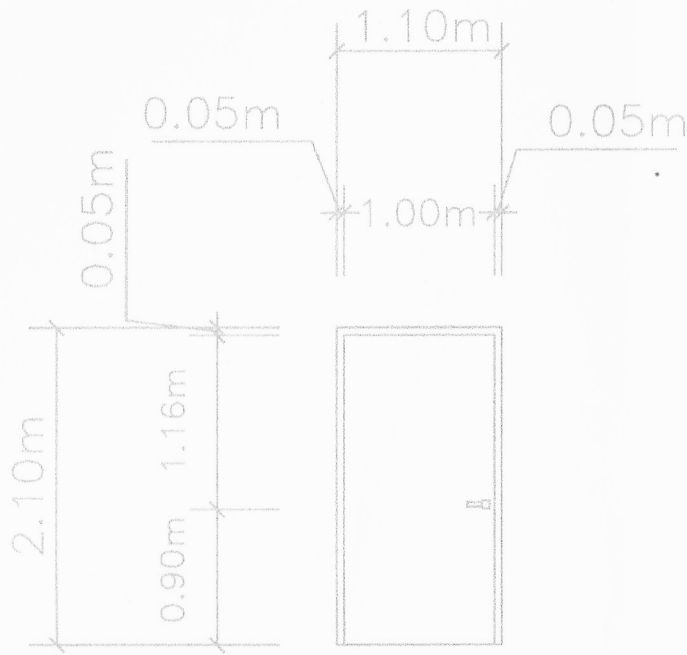
- Concreto = 3,000 PSI para cimiento corrido y 2500 PSI para mochetas y soleras.
- Acero = 40,000 PSI (Refuerzo de cimiento corrido, mochetas y soleras).
- Mampostería, fm = 100 Kg/cm²



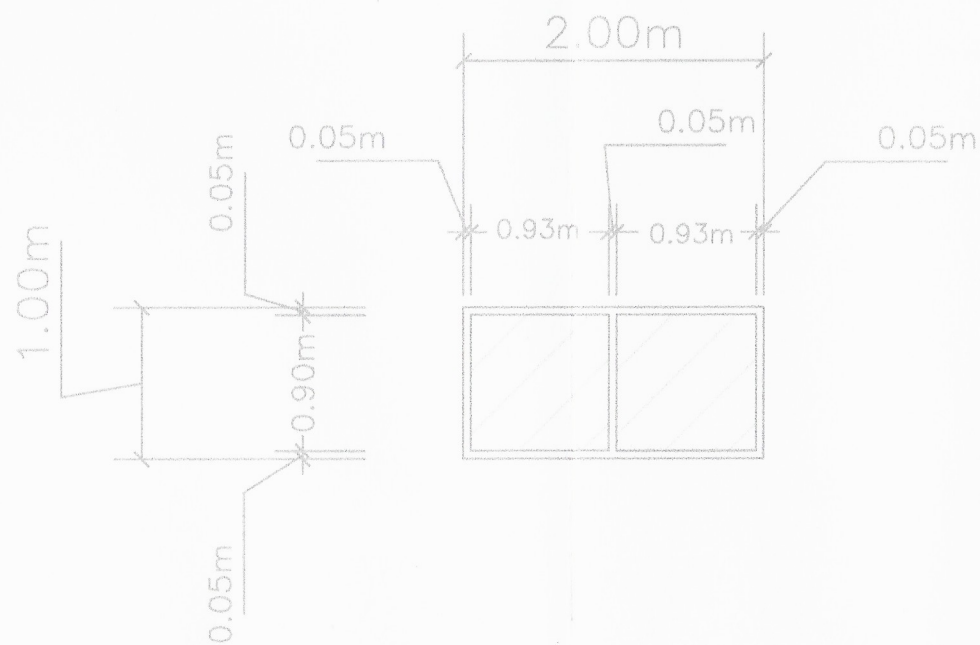
[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS 6 meses	
AMpliación DE ESCUELA PREPRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJO Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: CORTES		ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA		Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	
HOJA: 8		11	

DETALLE DE PUERTA ESCALA 1:50



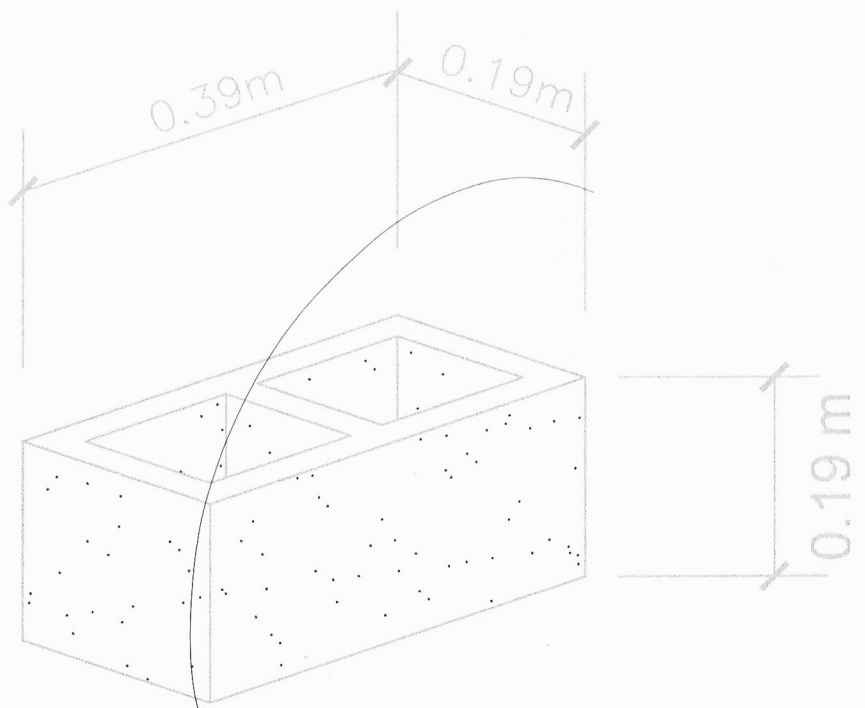
DETALLE DE VENTANA ESCALA 1:50



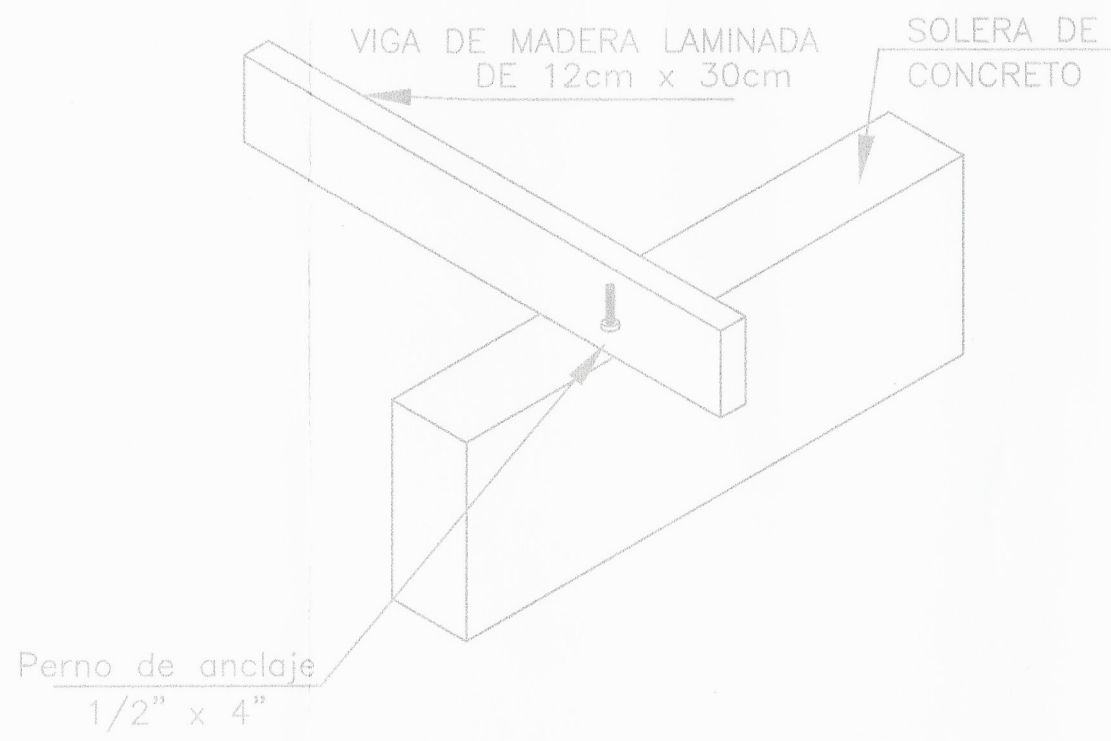
DETALE DE LÁMINA ESCALA 1:50



DETALLE DE BLOCK SIN ESCALA



DETALLE DE VIGA DE TECHO SIN ESCALA



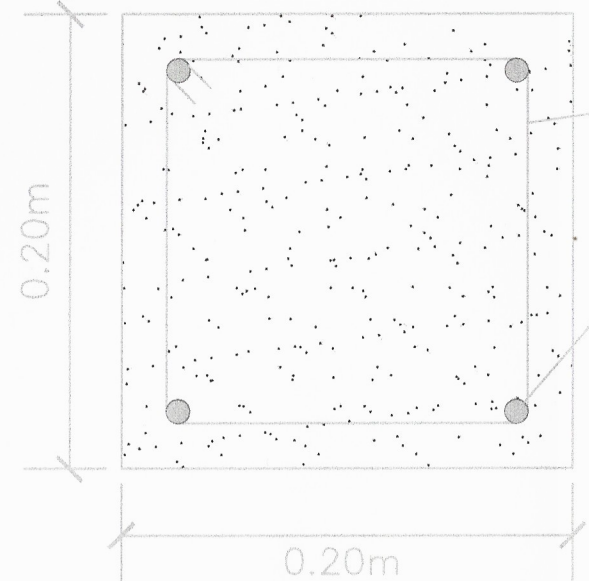
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS 6 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		ASESOR: Edwin Alejandro Fernández Pellicer	TÍTULO: Edwin Alejandro Fernández Pellicer
CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellicer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	FOLIO: 9	11

PLANTA MOCHETA PRINCIPAL

ESCALA 1:30



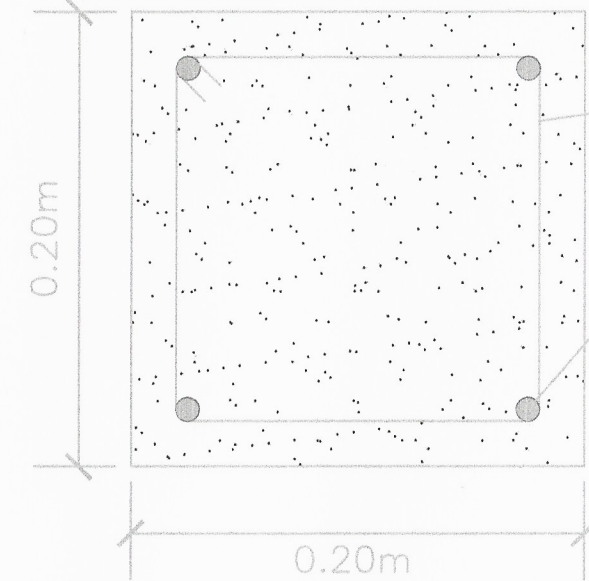
Refuerzo transversal
No. 2 @ 0.20 m

Refuerzo longitudinal
4 No. 4

Concreto
2500 PSI

DETALLE SOLERA DE HUMEDAD

ESCALA 1:30



Refuerzo transversal
No. 2 @ 0.20 m

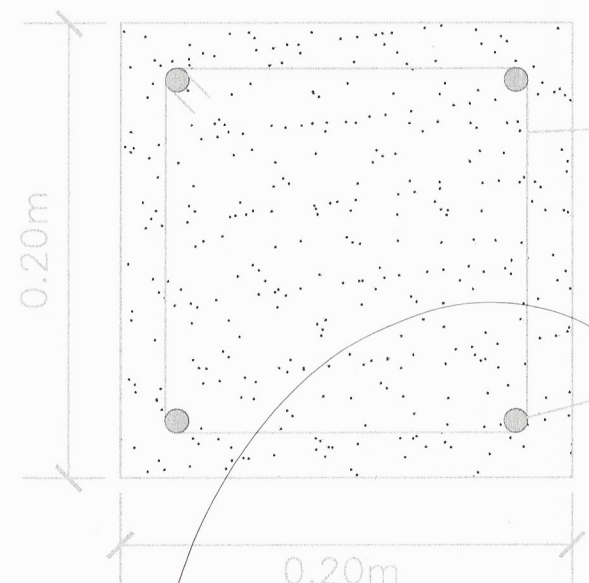
Refuerzo longitudinal
4 No. 3

Concreto
2500 PSI



DETALLE SOLERA INTERMEDIA

ESCALA 1:30



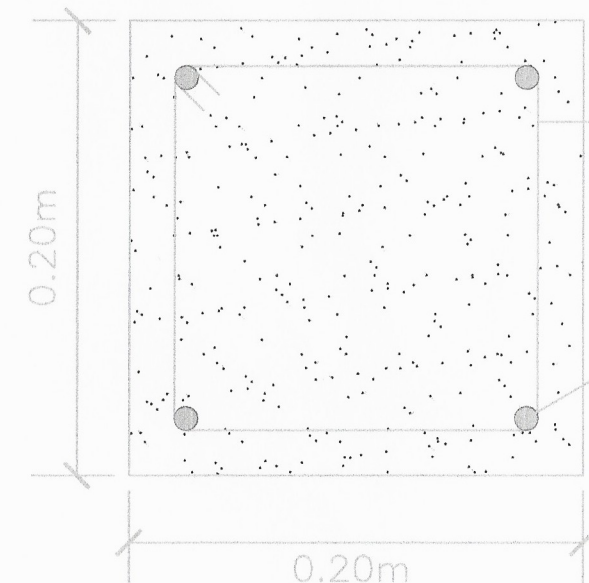
Refuerzo transversal
No. 2 @ 0.20 m

Refuerzo longitudinal
4 No. 3

Concreto
2500 PSI

DETALLE SOLERA REMATE

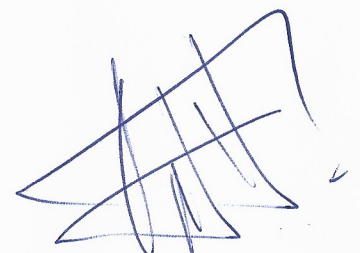
ESCALA 1:30



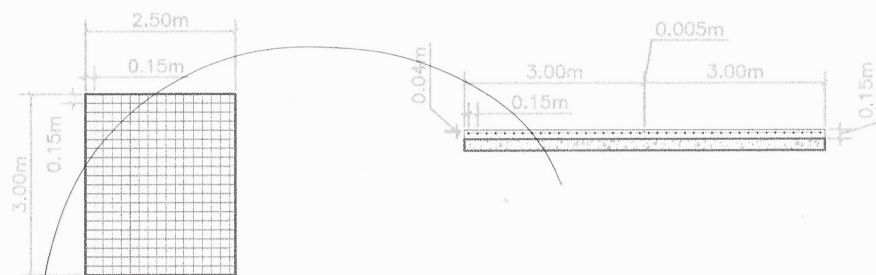
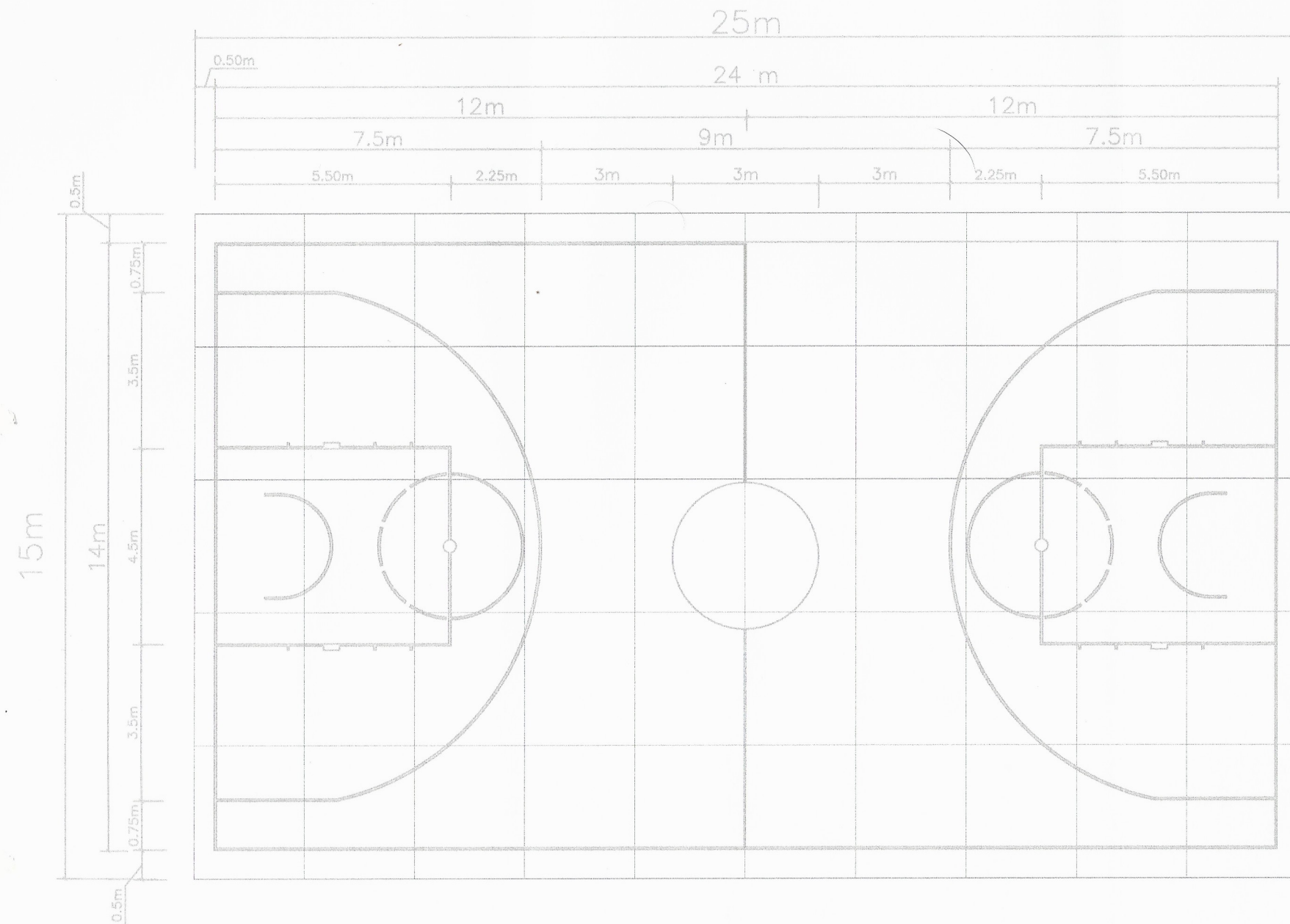
Refuerzo transversal
No. 2 @ 0.20 m

Refuerzo longitudinal
4 No. 3

Concreto
2500 PSI



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS 8 meses
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PREPRIMARIA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer
CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA: 10	11



PLANTA Y SECCIÓN DE RECUADRO DE CANCHA

ESCALA 1:125



DETALLE DE CANCHA DE USOS MÚLTIPLES

ESCALA 1:125

- El concreto a utilizar será clase 3000 PSI (210 Kg/cm²).
- Para el vaciado del concreto deberá evitarse vertirse a una altura mayor a 1.50m para evitar segregación.
- El concreto mezclado en obra debe cumplir con lo requerido en la sección 5.8.2 del ACI 318-14.
- El concreto premezclado debe cumplir con lo estipulado en la sección 5.8.2 del ACI 318-14.
- No debe utilizarse concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños.
- No debe de utilizarse concreto después de haberse mezclado se le adicione agua, ni que haya fraguado inicialmente.
- Para el curado del concreto debe procurarse realizar los procedimientos adecuados para alcanzar la resistencia requerida.
- El acero de refuerzo serán mallas electrosoldadas grado 70, calibre 10 con recuadros de 15cm x 15cm.
- La cancha se construirá por franjas adyacentes con recuadros de 3m x 2.5m.
- Las juntas tendrán un espesor de 0.005m y una profundidad de 0.0375m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS 6 meses	
AMPLIACIÓN DE ESCUELA PRE PRIMARIA, ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO Edwin Alejandro Fernández Pellicer DIRUJO Edwin Alejandro Fernández Pellicer	
CONTENIDO: DETALLE DE CANCHA DE USOS MÚLTIPLES		ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellicer EPSISTA		Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	
HOJA: 11		11	

Apéndice 8. **Juego de planos del diseño de ampliación del sistema de drenaje sanitario para el casco urbano de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

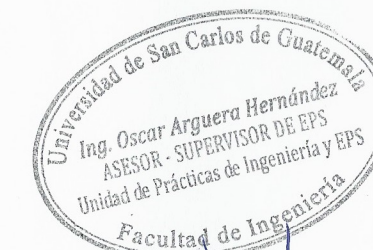
PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA S/SC

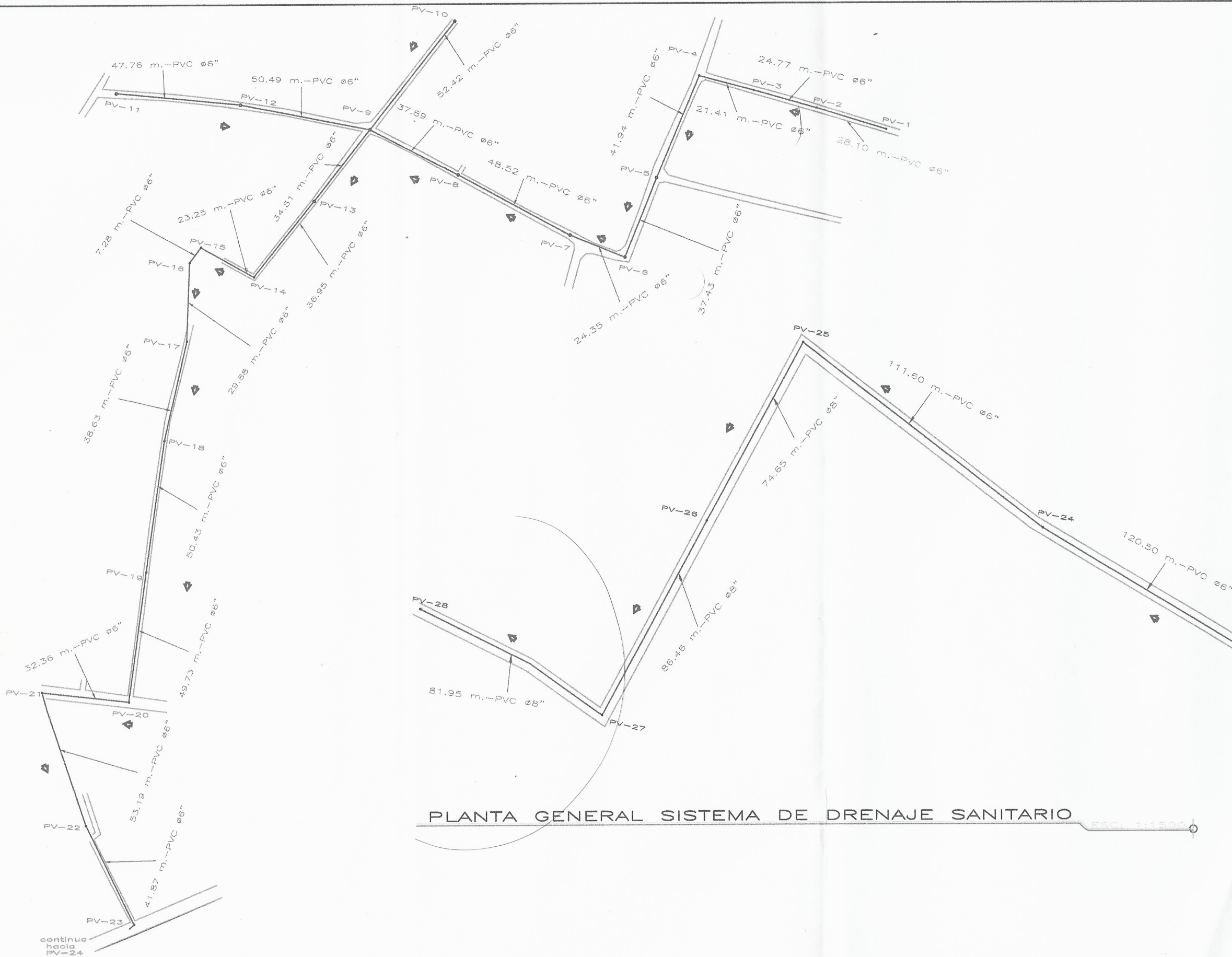


PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA S/SC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS 6 meses	
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Palacios EDWIN ALEJANDRO FERNÁNDEZ PALACIOS DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Palacios	
CONTENIDO: PLANO DE LOCALIZACIÓN PLANO DE UBICACIÓN		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019	
(1) Edwin Alejandro Fernández Palacios EPSISTA		(1) Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	
HOJA:		11	



PLANTA GENERAL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses	
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer EDUAC Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: PLANTA GENERAL		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA		Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	
HOJA: 2		11	



continua

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

continuación



[Handwritten signature in blue ink]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA		ESCALA: INDICADA	
		FECHA: JULIO 2019	
(1) Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	(1) Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA:	3 / 11



PLANTA GENERAL + CURVAS DE NIVEL

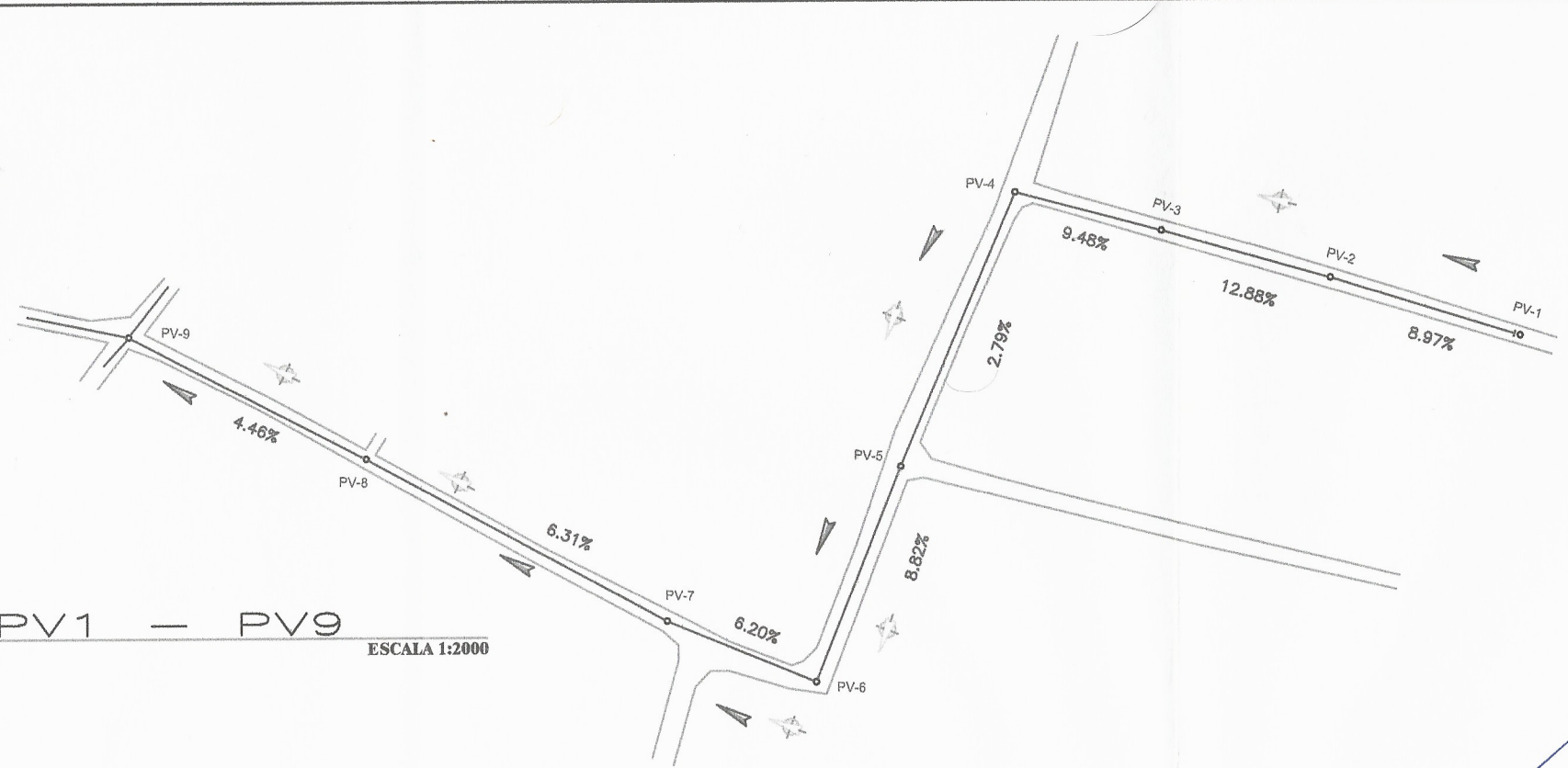


LIBRETA TOPOGRÁFICA			
EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA (m)
PV-1	PV-2	287°9'39"	28.1
PV-2	PV-3	89°35'16"	24.77
PV-3	PV-4	90°0'0"	21.41
PV-4	PV-5	86°8'53"	41.94
PV-5	PV-6	86°8'53"	37.43
PV-6	PV-7	92°32'54"	24.35
PV-7	PV-8	81°48'46"	48.52
PV-8	PV-9	87°37'57"	37.89
PV-10	PV-9	93°55'39"	52.42
PV-11	PV-12	93°55'39"	47.76
PV-12	PV-9	97°32'38"	50.49
PV-9	PV-13	86°38'59"	34.51
PV-13	PV-14	73°19'14"	36.95
PV-14	PV-15	73°16'38"	23.25
PV-15	PV-16	77°41'14"	7.28
PV-16	PV-17	83°43'1"	29.88
PV-17	PV-18	90°0'0"	38.63
PV-18	PV-19	96°3'56"	50.43
PV-19	PV-20	101°48'31"	49.73
PV-20	PV-21	97°59'30"	32.36
PV-21	PV-22	87°41'54"	53.19
PV-22	PV-23	80°18'58"	41.87
PV-23	PV-24	90°0'0"	120.5
PV-24	PV-25	96°3'56"	111.59
PV-25	PV-26	101°48'31"	74.65
PV-26	PV-27	97°59'30"	86.46
PV-27	PV-28	87°41'54"	81.95

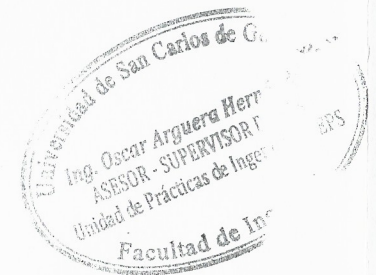
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA			EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		<small>ASESOR</small> <small>Edwin Alejandro Fernández Pellecer</small> <small>TÍTULO</small> <small>Edwin Alejandro Fernández Pellecer</small>	
CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA		ESCALA: INDICADA	FECHA: JULIO 2019
<small>(1)</small> Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	<small>(1)</small> Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA:	11



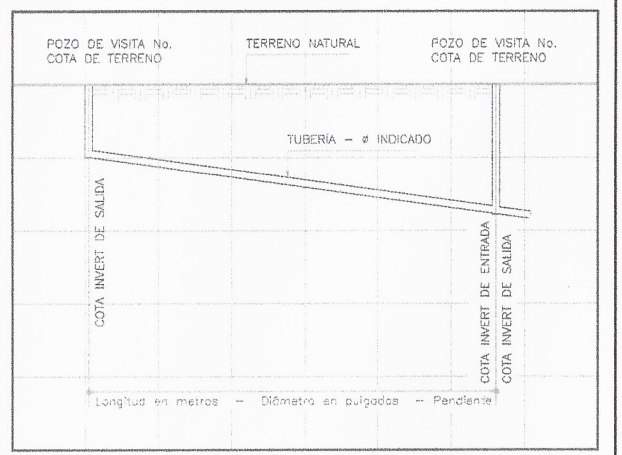
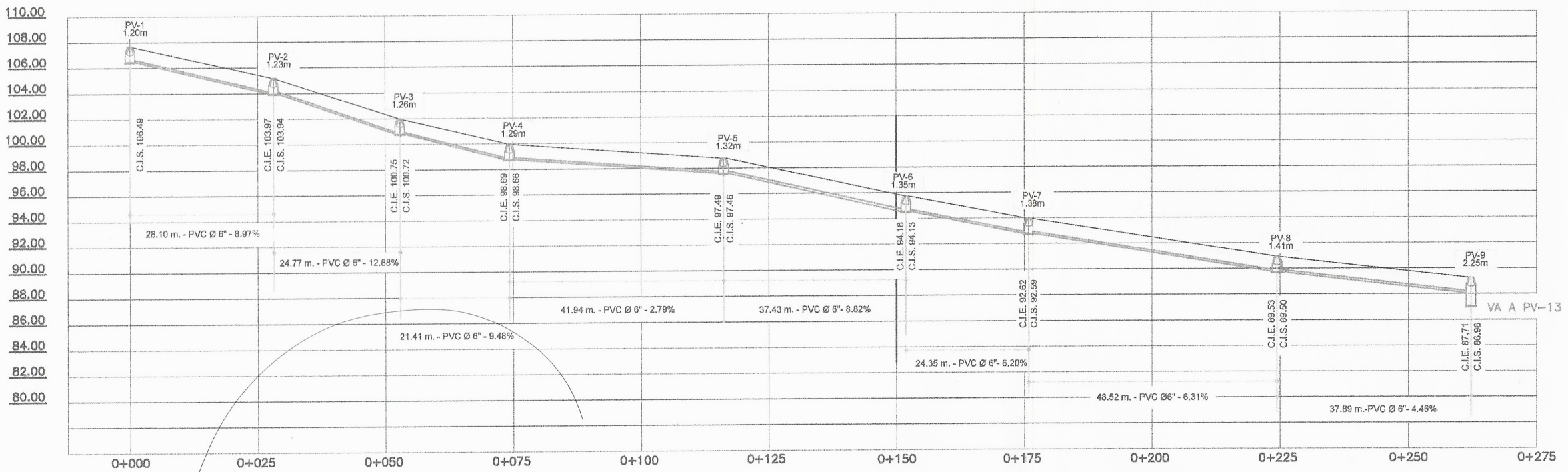
PLANTA PV1 - PV9
ESCALA 1:2000



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
PV-No.	POZO DE VISITA NÚMERO
○	POZO DE VISITA
○—	INICIO DE RAMAL
▶	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
⊙	INDICA HACIA DONDE SE DIRIGE LA RED
L. —	INDICA LONGITUD EN METROS
— ∅ 6"	INDICA DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
S=0.5%	INDICA PENDIENTE DE LA TUBERÍA

PERFIL
ESCALA VERTICAL 1:400
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS: 6 meses

AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

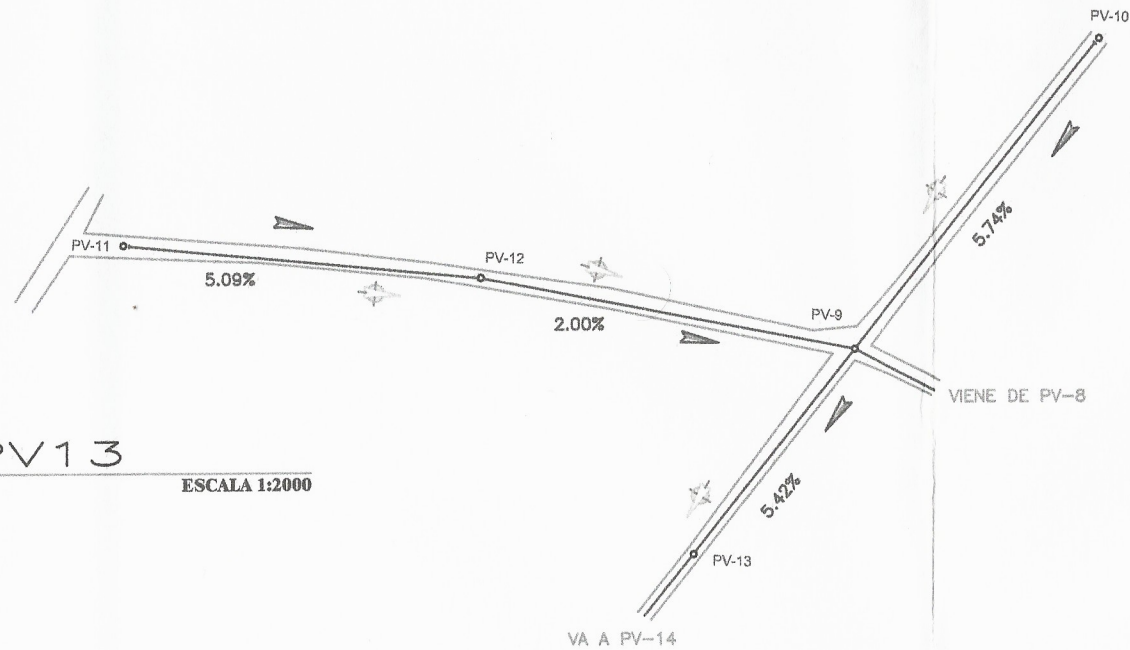
CON TENIDO: PLANTA - PERFIL

ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO 2019

Edwin Alejandro Fernández Pellecer
EPESISTA

Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR

HOJA: 8 / 11



PLANTA PV9 - PV13

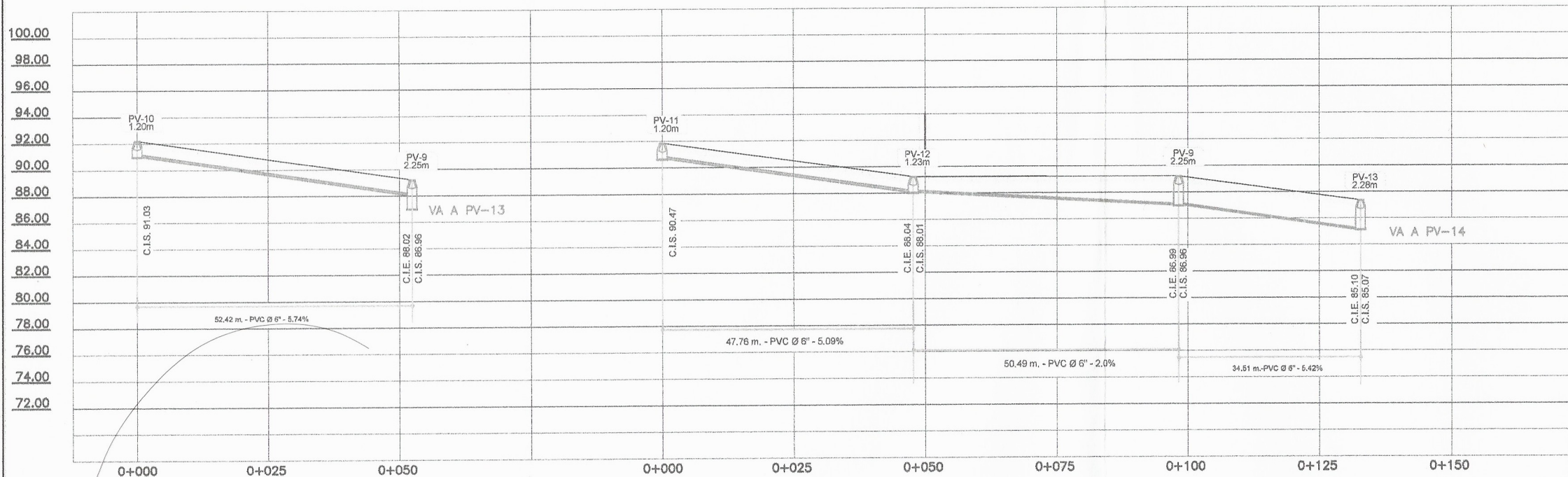
ESCALA 1:2000



[Handwritten signature]

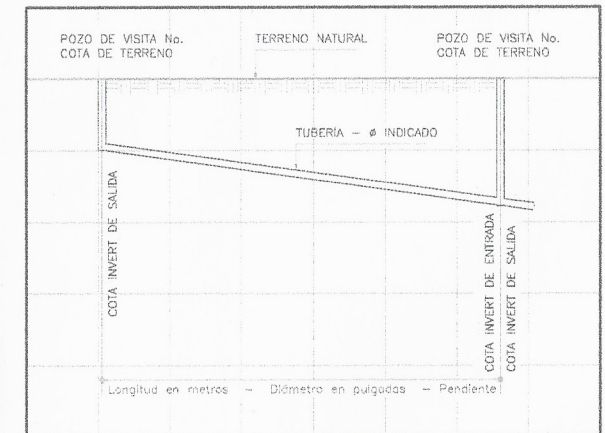
PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:400
ESCALA VERTICAL 1:1000

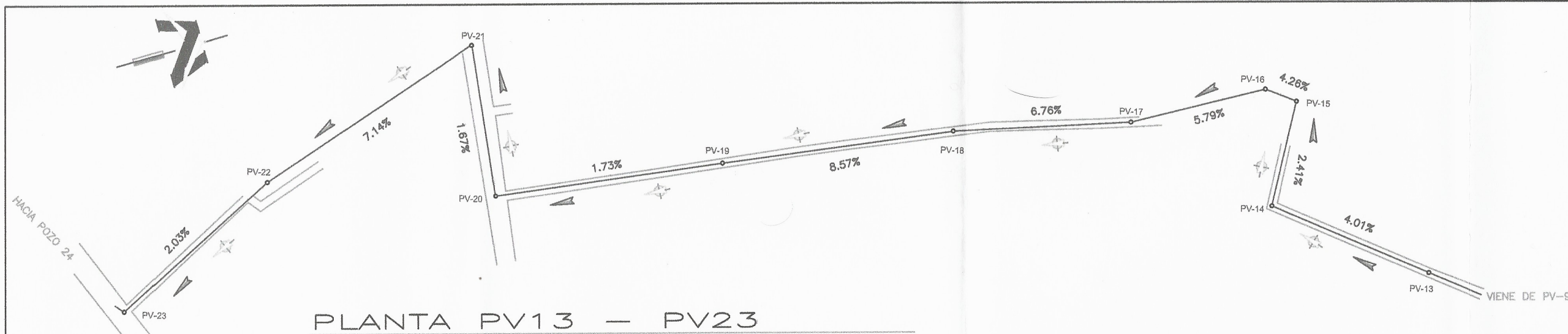


SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
PV-No.	POZO DE VISITA NÚMERO
○	POZO DE VISITA
○—	INICIO DE RAMAL
▶	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
↖	INDICA HACIA DONDE SE DIRIGE LA RED
L	INDICA LONGITUD EN METROS
— 6"	INDICA DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
S=0.5%	INDICA PENDIENTE DE LA TUBERÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA: 8 / 11



PLANTA PV13 - PV23

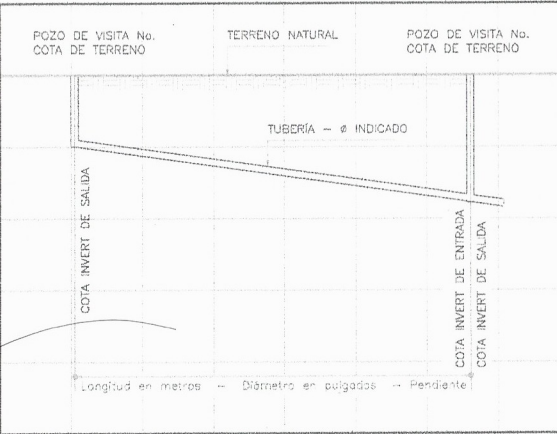
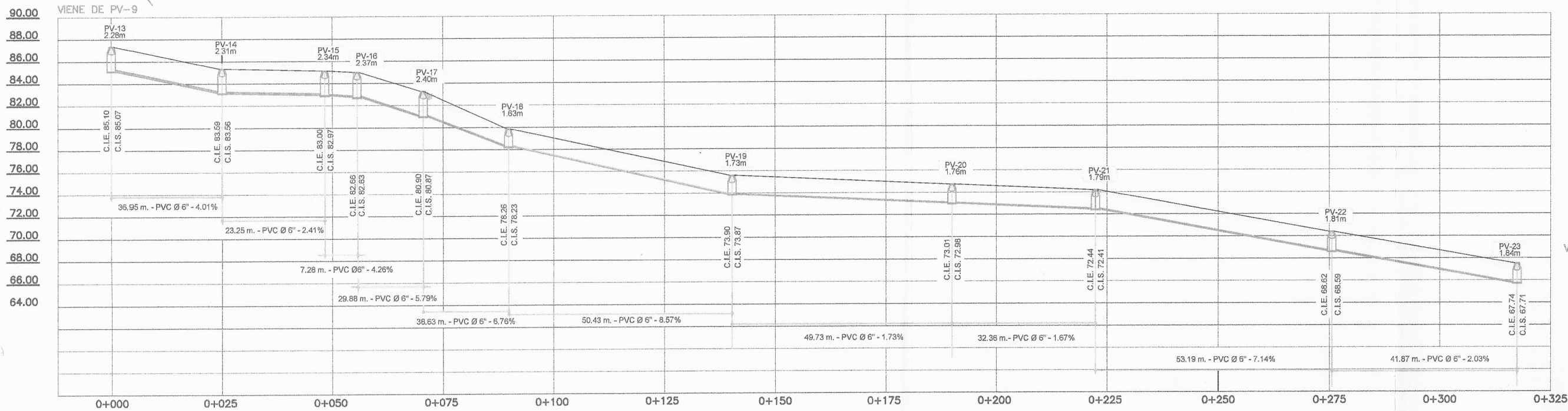
ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA

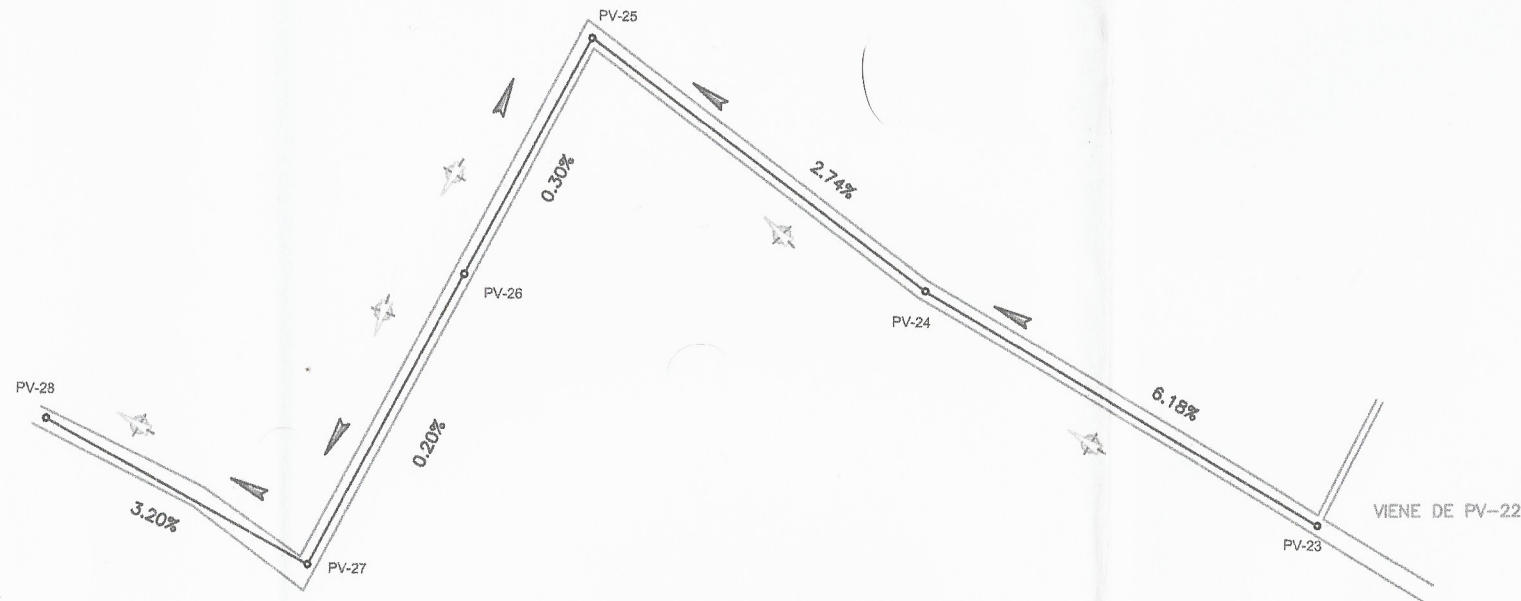
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
PV-No.	POZO DE VISITA NÚMERO
○	POZO DE VISITA
○—	INICIO DE RAMAL
▶	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
↔	INDICA HACIA DONDE SE DIRIGE LA RED
L	INDICA LONGITUD EN METROS
— Ø 6"	INDICA DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
S=0.5%	INDICA PENDIENTE DE LA TUBERÍA

PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:400
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA: 7 / 11

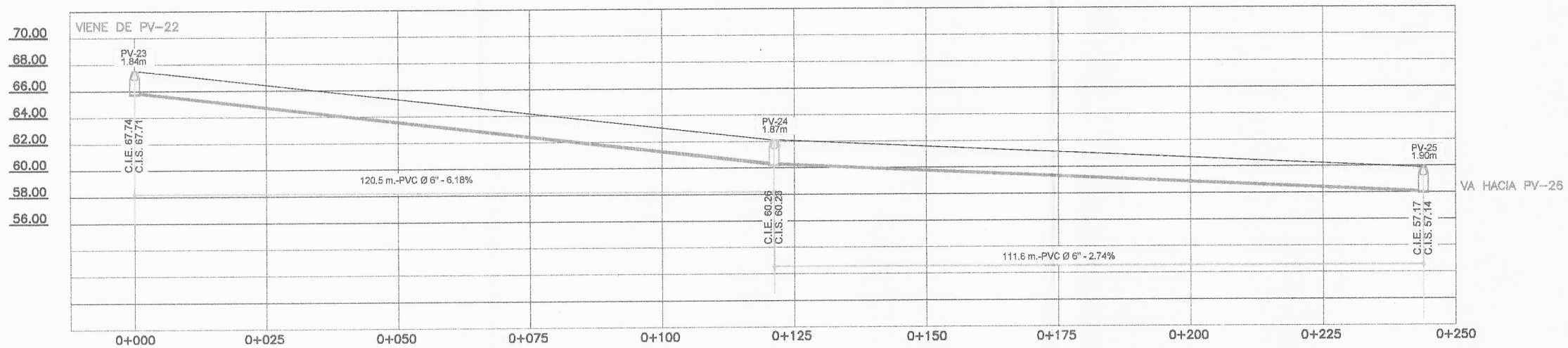
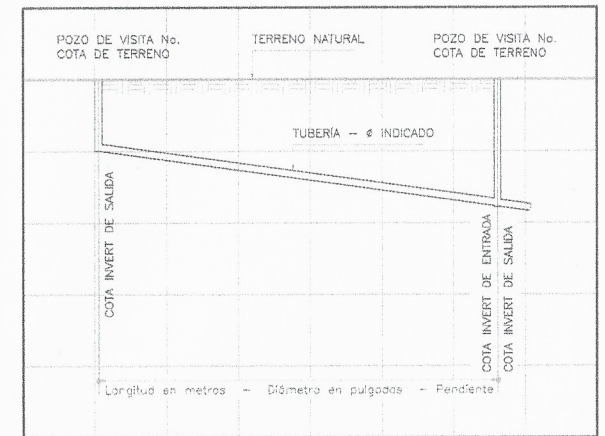


PLANTA PV23 - PV28

ESCALA 1:2000

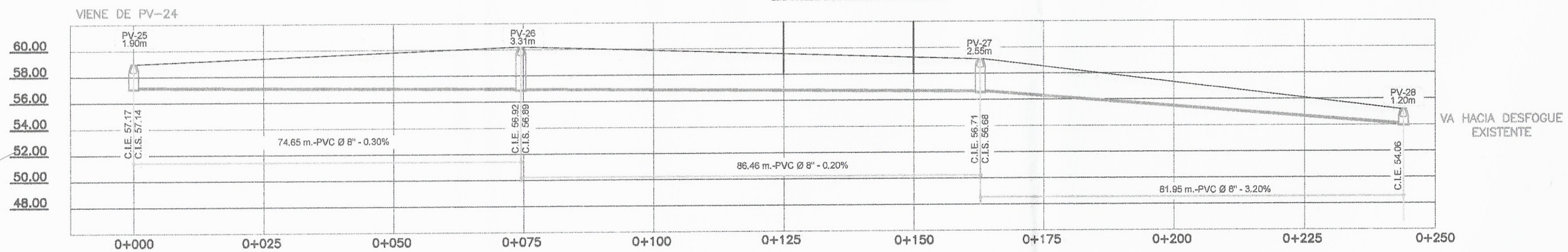
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
PV-No.	POZO DE VISITA NÚMERO
○	POZO DE VISITA
○—	INICIO DE RAMAL
▶	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE
↔	INDICA HACIA DONDE SE DIRIGE LA RED
L. —	INDICA LONGITUD EN METROS
— ∅ 6"	INDICA DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
S=0.5%	INDICA PENDIENTE DE LA TUBERÍA



PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:400
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



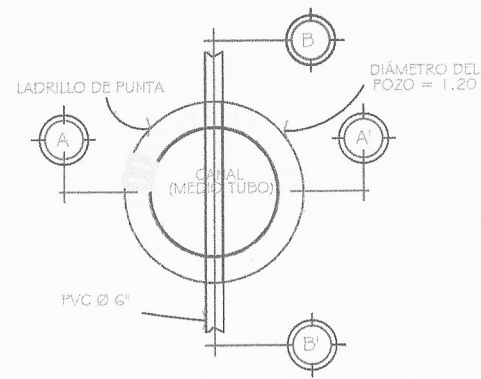
PERFIL

ESCALA VERTICAL 1:400
ESCALA HORIZONTAL 1:1000



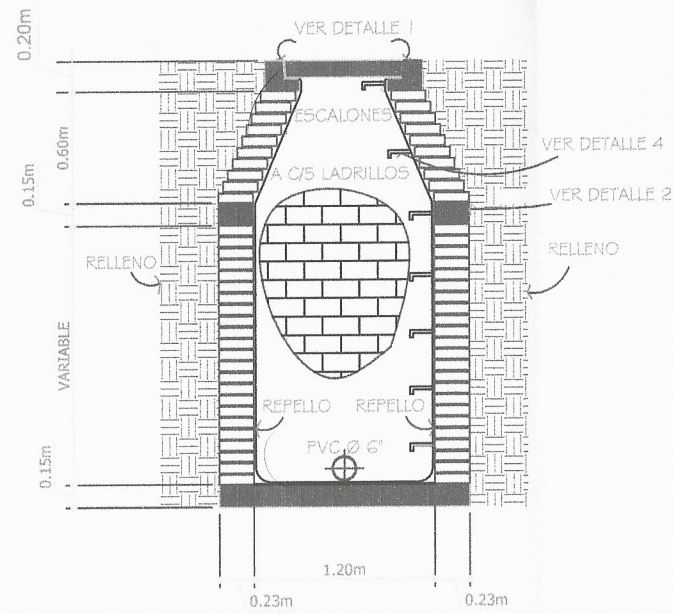
[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Arguera Hernández ASESOR	HOJA: 8 / 11



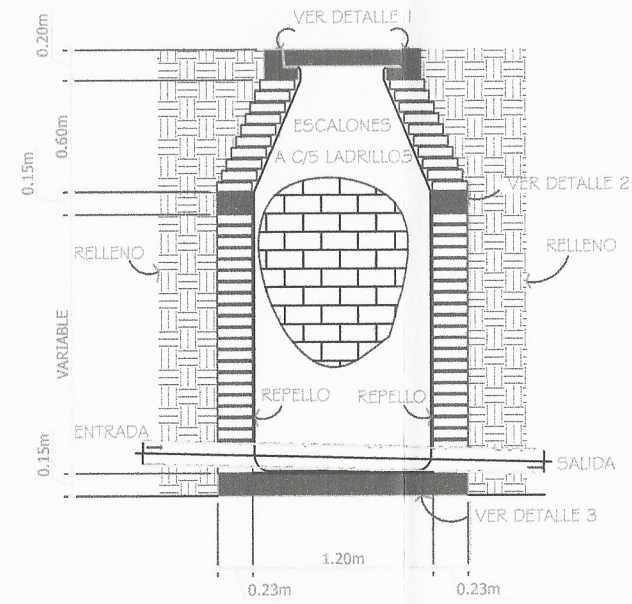
PLANTA

POZO DE VISITA



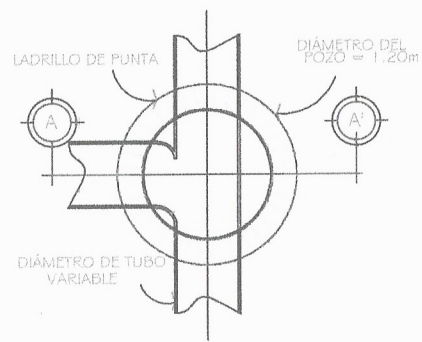
CORTE A-A'

POZO DE VISITA



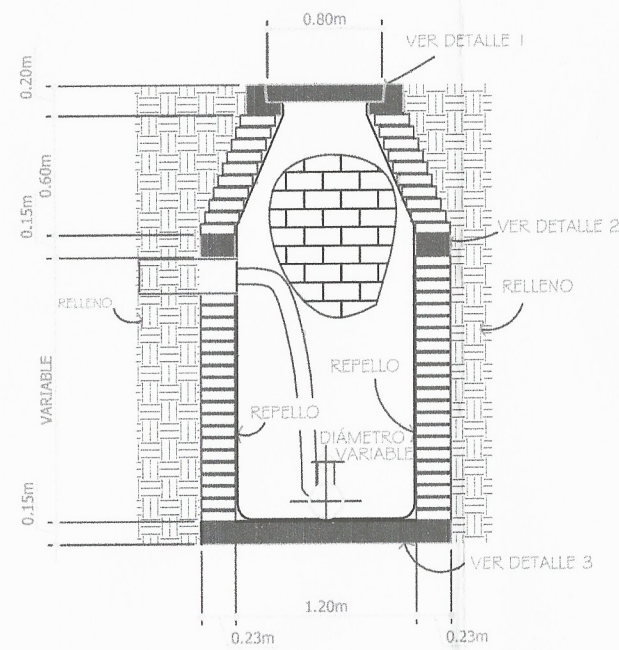
CORTE B-B'

POZO DE VISITA



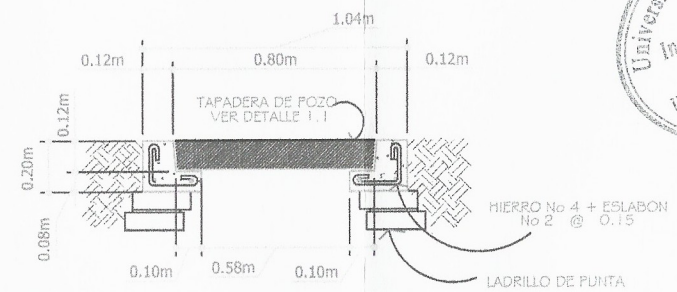
PLANTA

POZO DE VISITA



CORTE A-A'

POZO DE VISITA



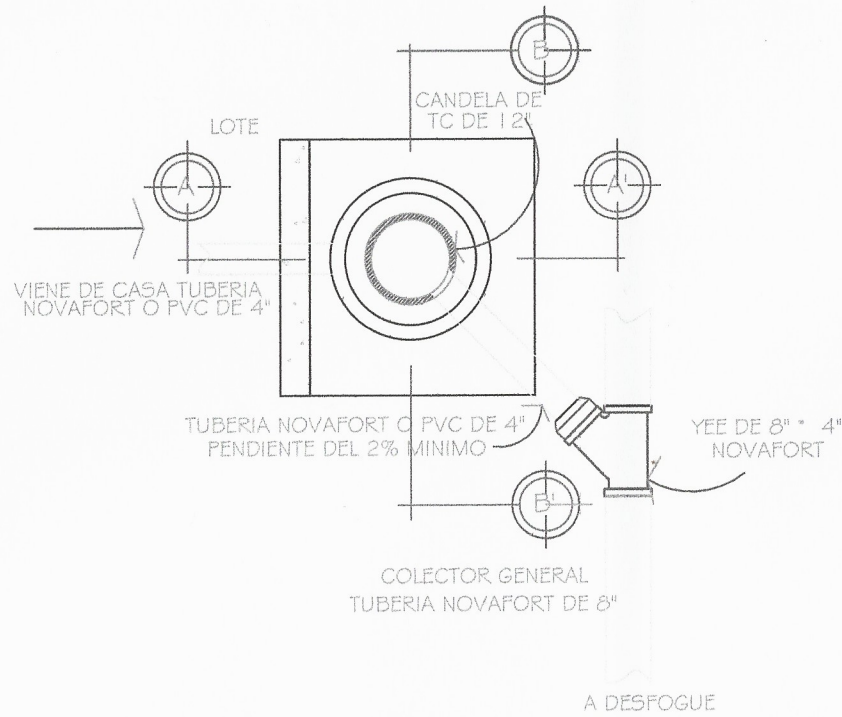
DETALLE 1

BROCAL DE POZO DE VISITA



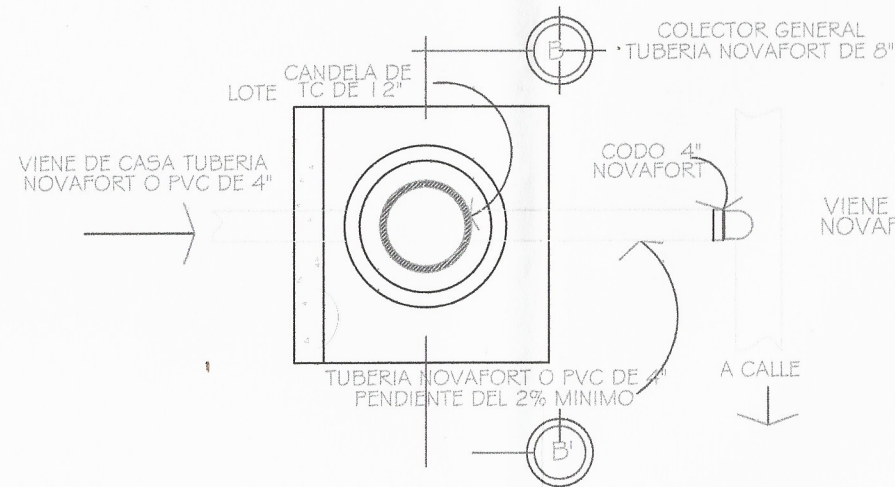
[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	EPS: 6 meses
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ	ASESOR Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJANTE Edwin Alejandro Fernández Pellecer
CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: 1/50 FECHA: JULIO 2019
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR



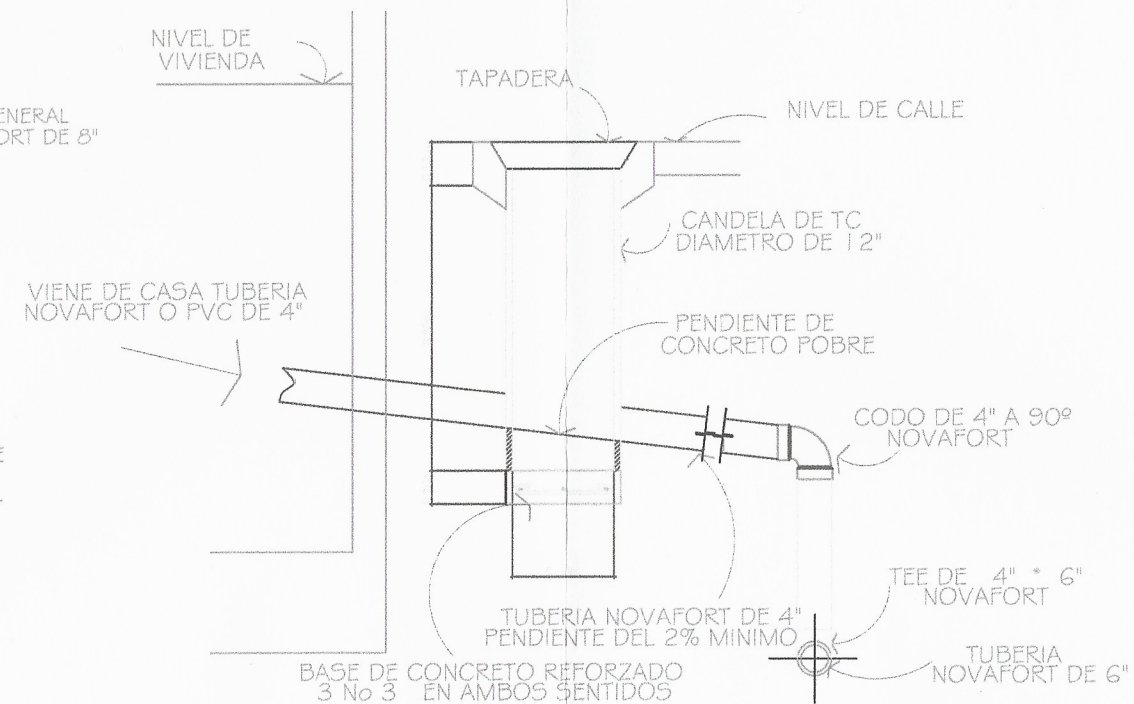
PLANTA

CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A ESCALA 1/50



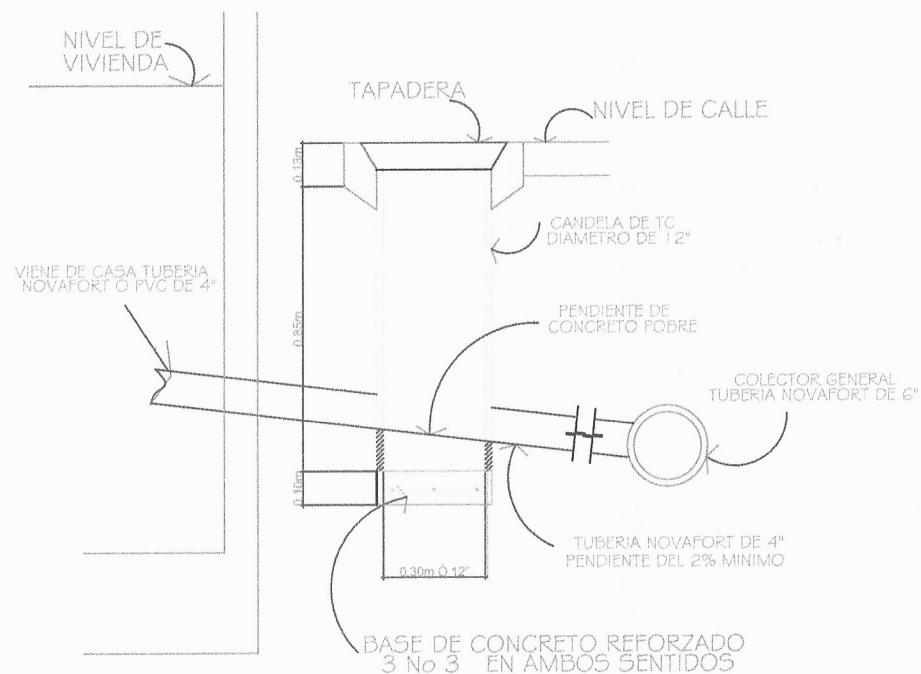
PLANTA

CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO B ESCALA 1/50



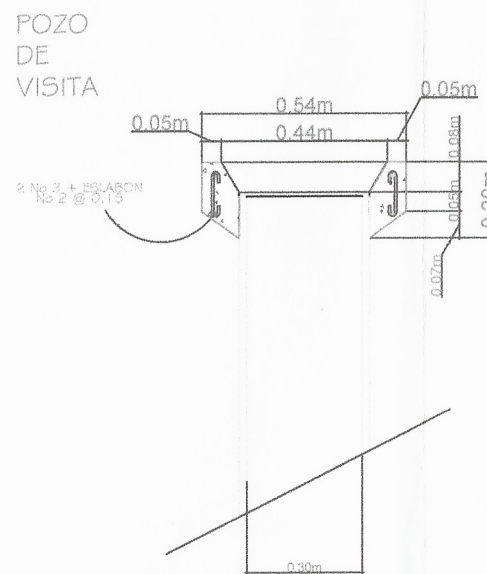
SECCIÓN A-A'

CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO B ESCALA 1/20



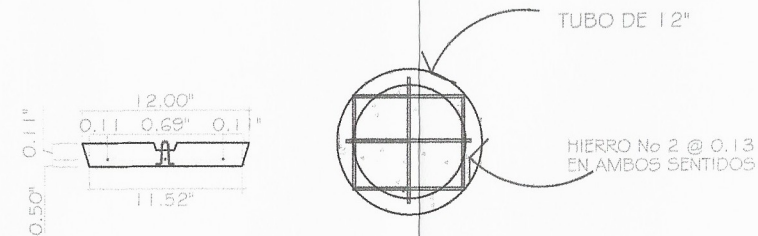
SECCIÓN A-A'

CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A ESCALA 1/20



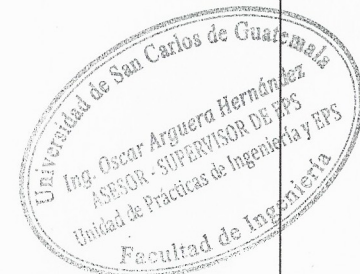
SECCIÓN B-B'

CONEXIÓN DOMICILIAR TIPO A Y B ESCALA 1/20



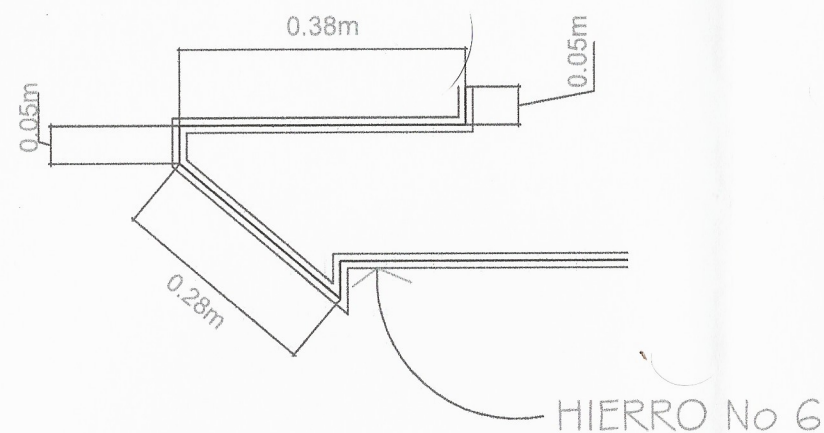
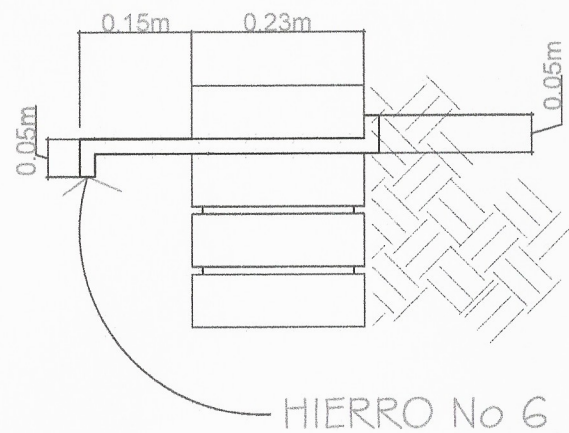
DETALLE TAPADERA

PLANTA Y SECCIÓN ESCALA 1/20



[Handwritten signature]

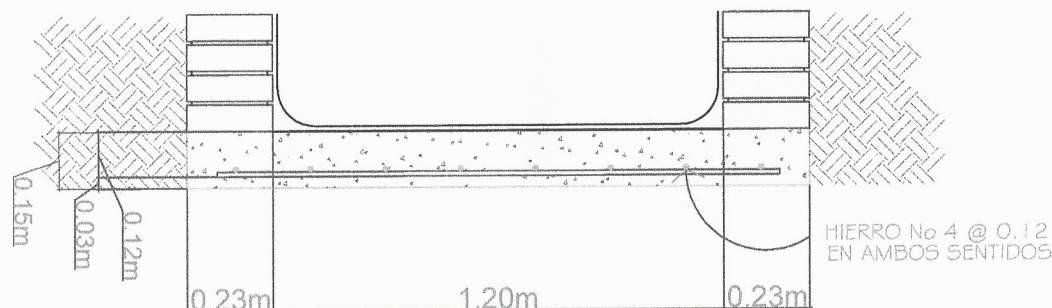
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses	
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		AS-NO Edwin Alejandro Fernández Pellecer JEFE DE OFICINA Edwin Alejandro Fernández Pellecer JEFE DE OFICINA	
CONTENIDO: DETALLES		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA	Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	HOJA:	10 / 11



DETALLE 4

ESCALONES

ESCALA 1/10



DETALLE 3

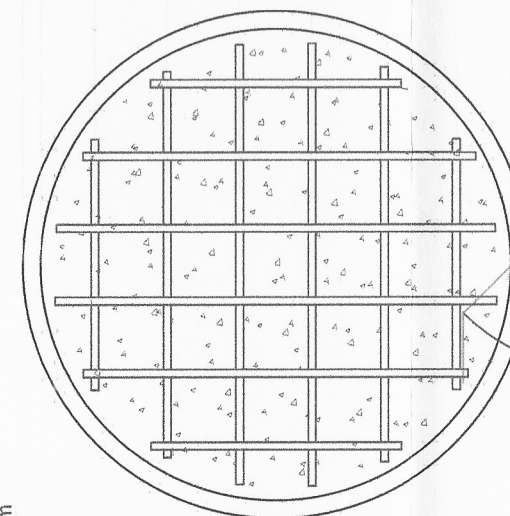
BASE DE POZO DE VISITA

ESCALA 1/20

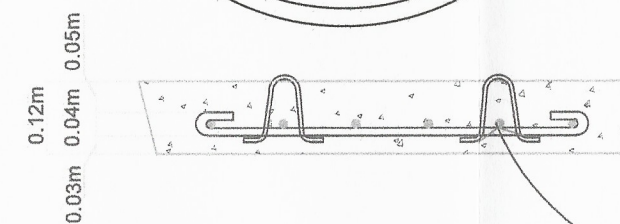
ESPECIFICACIONES

1. Las tapaderas de los pozos deben de identificarse de acuerdo a la nomenclatura de la planta general.
2. El concreto a utilizar en tapa, brocal y base debe de tener resistencia de $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
3. El acero de refuerzo deberá de ser legítimo de grado 40.
4. La tubería para conexión domiciliar debe ser de PVC y de diámetro 4" para alcantarillado sanitario según norma ASTM D-3034.
5. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de diámetro 12" con su respectiva base y tapadera, así mismo debe tener una profundidad mínima de 0.90 m.
6. El ladrillo a utilizar en pozos de visita debe ser ladrillo tayuyo con dimensiones 0.11x0.23x0.065 m con instalación de punta.
7. Traslape de varillas No3= 0.10 m, No2= 0.10m
8. El concreto a utilizar en tapa, brocales y base debe tener una proporción 1:2:2 equivalente a 1 saco de cemento + 2 carretas de arena + 2 carretas de pedrín.
9. La sabieta debe ser formada de cal y arena de río en proporción 1:2, equivalente a 1 bolsa de cal + 1 1/2 carretada de arena.
10. La mezcla a utilizar para el pegado de ladrillos debe ser formada de cal y arena de río en proporción 1:3 equivalente a 1 bolsa de cal + 3 bolsas de arena.

0.03m 0.09m 0.12m 0.12m 0.12m 0.12m 0.09m 0.03m



HIERRO No 4 @ 0.12
EN AMBOS SENTIDOS

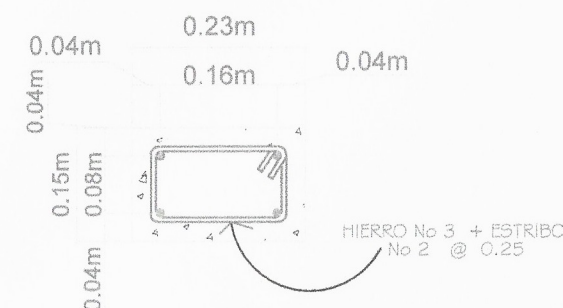


HIERRO No 4 @ 0.12
EN AMBOS SENTIDOS

DETALLE 1.1

TAPADERA POZO DE VISITA

ESCALA 1/1 25



HIERRO No 3 + ESTRIBO
No 2 @ 0.25

DETALLE 2

SOLERA INTERMEDIA

ESCALA 1/10



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA		EPS: 6 meses	
AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, CASCO URBANO SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		DISEÑO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer DIBUJO: Edwin Alejandro Fernández Pellecer	
CONTENIDO: DETALLES		ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO 2019	
Edwin Alejandro Fernández Pellecer EPESISTA		Ing. Oscar Argueta Hernández ASESOR	
HOJA:		11 / 11	

ANEXOS

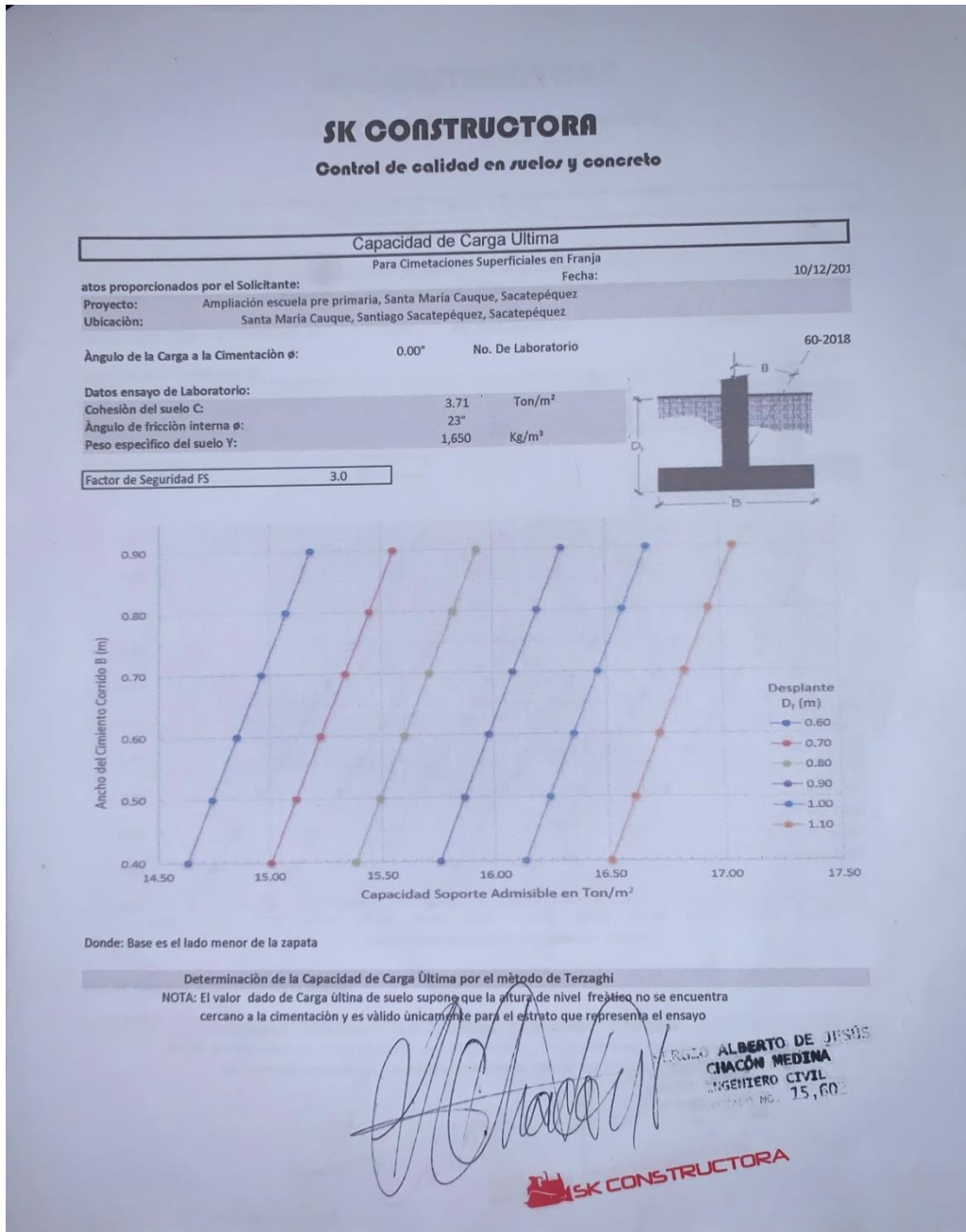
Anexo 1. Zona sísmica de Santiago Sacatepéquez

No	Municipio	Departamento	Zona de sismo
290	Santa María de Jesús	Sacatepéquez	4
291	Santa María Ixhuatán	Santa Rosa	4
292	Santa María Visitación	Sololá	4
293	Santa Rosa de Lima	Santa Rosa	4
294	Santiago Atitlán	Sololá	4
295	Santiago Chimaltenango	Huehuetenango	4
296	Santiago Sacatepéquez	Sacatepéquez	4
297	Santo Domingo Suchitepéquez	Suchitepéquez	4
298	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	4
299	Santo Tomás La Unión	Sacatepéquez	4
300	Sayaxché	Petén	2
301	Senahú	Alta Verapaz	3
302	Sibilia	Quetzaltenango	4
303	Sibinal	San Marcos	4
304	Sipacapa	San Marcos	4
305	Siquinalá	Escuintla	4
306	Sololá	Sololá	4
307	Sumpango	Sacatepéquez	4
308	Tacaná	San Marcos	4
309	Tactic	Alta Verapaz	3
310	Tajumulco	San Marcos	4
311	Tamahú	Alta Verapaz	3
312	Taxisco	Santa Rosa	4
313	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	4
314	Tectitán	Huehuetenango	4
315	Teculután	Zacapa	4

- Zona sísmica número 4
- Zona sísmica número 3
- Zona sísmica número 2

Fuente: AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado de mampostería de block de concreto*. p. 136.

Anexo 2. Ensayo de suelos



Fuente: COMUDE. Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Santiago Sacatepéquez. <http://munishecana.gob.gt/blog/category/direccion-municipal-de-planificacion/>.

Consulta: 25 de junio de 2019.

Anexo 3. Relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00600	0.050	0.000030	0.1000	0.05204	0.401	0.020868
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.0125	0.02370	0.103	0.000244	0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.0175	0.00391	0.129	0.000504	0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.0225	0.00569	0.152	0.000865	0.1175	0.06591	0.444	0.029264
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1300	0.07640	0.473	0.036137
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1325	0.07855	0.479	0.037625
0.0400	0.01342	0.221	0.002233	0.1350	0.08071	0.484	0.039064
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1375	0.08289	0.490	0.040616
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1400	0.08509	0.495	0.042120
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1425	0.08732	0.501	0.043747
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1450	0.08954	0.507	0.045697
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.1475	0.09129	0.511	0.046649
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.1500	0.09406	0.517	0.048629
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.1525	0.09638	0.522	0.050310
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.1550	0.09864	0.528	0.052082
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.1575	0.10095	0.533	0.053806
0.0650	0.02758	0.305	0.008412	0.1600	0.10328	0.538	0.055563
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.1650	0.10796	0.548	0.059162
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.1700	0.11356	0.560	0.063594
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.1750	0.11754	0.568	0.066765
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.1800	0.12241	0.577	0.070630
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.1850	0.12733	0.587	0.074743
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.1900	0.13229	0.696	0.078845
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.1950	0.13725	0.605	0.083036
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.2000	0.14238	0.615	0.087564
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2050	0.14750	0.624	0.091040
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.2100	0.15266	0.633	0.096634
0.0925	0.04642	0.381	0.017918	0.2150	0.15786	0.644	0.101662
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.2200	0.16312	0.651	0.106191
0.0975	0.05011	0.393	0.019690	0.2250	0.16840	0.659	0.110976

Continuación del anexo 3.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2300	0.14356	0.669	0.116112	0.6000	0.62646	1.072	0.641570
0.2350	0.17913	0.676	0.121092	0.6100	0.63892	1.078	0.688760
0.2400	0.18455	0.684	0.126232	0.6200	0.65131	1.083	0.705370
0.2450	0.19000	0.692	0.131480	0.6300	0.66363	1.089	0.722690
0.2500	0.19552	0.702	0.137260	0.6400	0.67593	1.094	0.739470
0.2600	0.20660	0.716	0.147930	0.6500	0.68770	1.098	0.755100
0.2700	0.21784	0.730	0.159020	0.6600	0.70053	1.104	0.773390
0.2800	0.22921	0.747	0.171220	0.6700	0.71221	1.108	0.789130
0.2900	0.24070	0.761	0.183170	0.6800	0.72413	1.112	0.805230
0.3000	0.25232	0.776	0.195800	0.6900	0.73596	1.116	0.821330
0.3100	0.26403	0.790	0.208580	0.7000	0.74769	1.120	0.837410
0.3200	0.24587	0.804	0.221800	0.7100	0.75957	1.124	0.853760
0.3300	0.28786	0.817	0.235160	0.7200	0.77079	1.126	0.867910
0.3400	0.29978	0.830	0.248820	0.7300	0.78216	1.130	0.883840
0.3500	0.31230	0.843	0.263270	0.7400	0.79340	1.132	0.897340
0.3600	0.32411	0.856	0.277440	0.7500	0.80450	1.134	0.912300
0.3700	0.33637	0.868	0.291970	0.7600	0.81544	1.136	0.926340
0.3800	0.34828	0.879	0.306490	0.7700	0.82623	1.137	0.939420
0.3900	0.36108	0.891	0.321720	0.7800	0.83688	1.139	0.953210
0.4000	0.34354	0.902	0.336930	0.7900	0.85101	1.140	0.970150
0.4100	0.38604	0.913	0.352460	0.8000	0.86760	1.140	0.989060
0.4200	0.39858	0.921	0.367090	0.8100	0.87759	1.140	1.000450
0.4300	0.40890	0.934	0.381910	0.8200	0.87759	1.140	1.000450
0.4400	0.42379	0.943	0.399630	0.8300	0.88644	1.139	1.009650
0.4500	0.43645	0.955	0.416810	0.8400	0.89672	1.139	1.021400
0.4600	0.44913	0.964	0.432960	0.8500	0.90594	1.138	1.031000
0.4700	0.46178	0.973	0.449310	0.8600	0.91491	1.136	1.047400
0.4800	0.47454	0.983	0.466470	0.8700	0.92361	1.134	1.047400
0.4900	0.48742	0.991	0.483030	0.8800	0.93202	1.131	1.054100
0.5000	0.50000	1.000	0.500000	0.8900	0.94014	1.128	1.060300
0.5100	0.51258	1.009	0.517190	0.9000	0.94796	1.124	1.065500
0.5200	0.52546	1.016	0.533870	0.9100	0.95541	1.120	1.070100
0.5300	0.53822	1.023	0.550600	0.9200	0.96252	1.116	1.074200
0.5400	0.55087	1.029	0.566850	0.9300	0.96922	1.109	1.074900
0.5500	0.56355	1.033	0.582150	0.9400	0.97554	1.101	1.074100
0.5600	0.57621	1.049	0.604440	0.9500	0.98130	1.094	1.073500
0.5700	0.58882	1.058	0.622970	0.9600	0.98658	1.086	1.071400
0.5800	0.60142	1.060	0.637500	0.9700	0.99126	1.075	1.065600
0.5900	0.61396	1.066	0.654880	0.9800	0.99522	1.062	1.058900

Fuente: URETA L., Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. p. 125.