



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

**DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL
GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA**

Luis César Eduardo Brán Cordón

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL
GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS CÉSAR EDUARDO BRÁN CORDÓN

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
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 UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha mayo del 2017.



Luis César Eduardo Brán Cordón



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 11 de mayo de 2018
REF.EPS.DOC.391.05.2018

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis César Eduardo Bran Cordón**, Registro Académico 201122937 y CUI 2156 94694 1902, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
MAAO/ra



Guatemala,
24 de mayo de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Cesar Eduardo Bran Cordon, con CUI 2156946941902 Registro Académico No. 201122937, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
12 de octubre de 2018

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

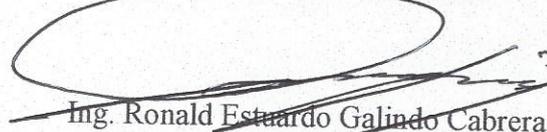
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis César Eduardo Brán Cordón, con Registro Estudiantil No. 201122937, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua





FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 15 de octubre de 2018
Ref.EPS.D.397.10.18

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

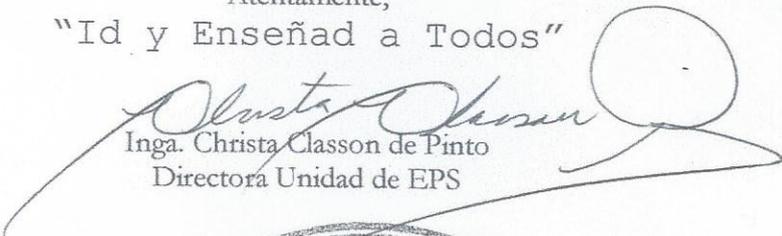
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis César Eduardo Bran Cordón, Registro Académico 201122937 y CUI 2156 94694 1902**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/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 Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Luis César Eduardo Bran Cordón titulado **DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2018

/mrrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

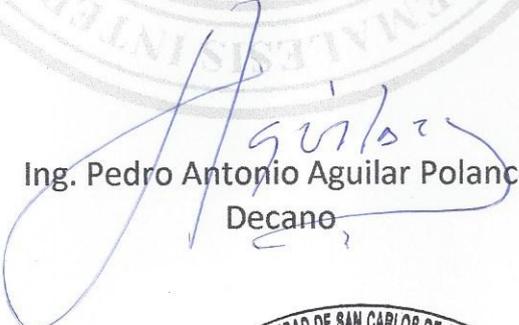


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 489.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL GUAYABAL Y ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis César Eduardo Brán Cordón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2018



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Permitirme un logro más en mi vida.

Mis padres

Julio Cesar Bran Veliz e Irma Verónica Cordon Rossi, por darme todo el apoyo a lo largo de mi carrera.

Mis hermanos

Julio César y María Alejandra Bran Córdón.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Por ser parte de esta casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por la formación como profesional en mi carrera.

**Municipalidad de
Estanzuela**

Por haberme abierto las puertas en el desarrollo
de mi EPS.

Ing. Manuel Arrivillaga

Por su apoyo, supervisión y consejos

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de Estandzuela.....	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.2. División territorial	1
1.1.3. Localización y ubicación geográfica	2
1.1.4. Límites	2
1.1.5. Clima	2
1.1.6. Accidentes geográficos.....	3
1.1.7. Actividades económicas	3
1.1.8. Población.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1. Diseño de asilo municipal en la cabecera municipal, Estandzuela, Zacapa.....	7
2.1.1. Memoria descriptiva del proyecto	7
2.1.2. Investigación preliminar	7
2.1.2.1. Estudio de suelos	8

	2.1.2.1.1.	Capacidad soporte del suelo	8
	2.1.2.2.	Dimensiones y área del terreno.....	10
2.1.3.		Criterios generales	10
	2.1.3.1.	Distribución de ambientes	10
2.1.4.		Sistema estructural a utilizarse.....	10
2.1.5.		Predimensionamiento estructural	11
	2.1.5.1.	Predimensionamiento de losa	11
	2.1.5.2.	Predimensionamiento de viga	13
	2.1.5.3.	Predimensionamiento de columna	14
2.1.6.		Modelos matemáticos del sistema constructivo	15
2.1.7.		Integración de cargas según Norma AGIES.....	18
	2.1.7.1.	Cargas verticales.....	18
	2.1.7.2.	Cargas horizontales	22
	2.1.7.3.	Integración de peso total de la estructura	22
2.1.8.		Análisis estructural mediante método numérico Kani	30
2.1.9.		Análisis estructural en el programa Etabs	34
2.1.10.		Envolvente de momentos	36
2.1.11.		Comparación de resultado obtenido entre Etabs y método Kani	37
	2.1.11.1.	Comparación de momentos	40
2.1.12.		Diseño estructural	41
	2.1.12.1.	Vigas	54
		2.1.12.1.1. Armado de viga	59
	2.1.12.2.	Diseño de refuerzo transversal en la viga.....	60
		2.1.12.2.1. Armado final de vigas....	65

2.1.12.3.	Columnas.....	67
2.1.12.3.1.	Envolvente de momentos.....	67
2.1.12.3.2.	Integración de carga última columna D-3.....	69
2.1.12.3.3.	Datos finales de diseño para columna D-3 primer nivel	70
2.1.12.4.	Cimientos.....	83
2.1.12.5.	Diseño de rampa de acceso	93
2.1.13.	Diseño de instalaciones	97
2.1.14.	Presupuesto.....	104
2.1.15.	Evaluación ambiental inicial.....	105
2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Guayabal.....	106
2.2.1.	Descripción del proyecto	106
2.2.2.	Levantamiento topográfico	107
2.2.3.	Componentes del sistema	108
2.2.4.	Parámetros de diseño.....	108
2.2.5.	Población actual	109
2.2.6.	Estimación de población futura.....	109
2.2.7.	Período de diseño.....	109
2.2.8.	Dotación	110
2.2.8.1.	Factor de retorno al sistema	110
2.2.8.2.	Factor de flujo instantáneo	111
2.2.9.	Determinación del caudal de diseño.....	111
2.2.9.1.	Caudal domiciliar	111
2.2.9.2.	Caudal por conexiones ilícitas	112
2.2.9.3.	Caudal de establecimientos públicos.	112

2.2.9.3.1.	Factor de caudal medio	113
2.2.10.	Cotas Invert	113
2.2.11.	Presupuesto del proyecto.....	119
2.2.12.	Evaluación de impacto ambiental.....	120
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES		125
BIBLIOGRAFÍA.....		127
APÉNDICE		129
ANEXOS.....		133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta general	12
2.	Distribución en planta de ejes	16
3.	Marco estructural en sentido X.....	17
4.	Marco estructural en sentido Y.....	17
5.	Área tributaria de losas	19
6.	Área tributaria eje 3.....	20
7.	Anotación de nodos marco 3.....	30
8.	Momentos finales marco 3 obtenidos con método Kani.....	33
9.	Asignación de carga viva por nivel mediante software ETABS	34
10.	Asignación de cargas vivas marco 3.....	35
11.	Diagrama de momentos carga viva eje 3.....	35
12.	Envolvente de momentos vida CD marco 3 segundo nivel	36
13.	Integración de carga viva marco 3	38
14.	Integración de carga viva mediante	38
15.	Diagrama de corte y momento viga 3 CD	40
16.	Numeración de losas primer y segundo nivel.....	41
17.	Losa 1 primer nivel.....	43
18.	Momentos positivos y negativos losa 1 primer nivel	44
19.	Momentos de losa sin balancear primer nivel	47
20.	Momentos finales balanceados para las losas del primer nivel.....	50
21.	Dimensiones geométricas de viga CD	55
22.	Armado final de viga CD segundo nivel eje 3.....	60
23.	Diagrama de corte viga CD segundo nivel	63

24.	Distribución de estribos de confinamiento y estribos cerrados en viga CD segundo nivel	65
25.	Envoltorio de momentos columna D-3 eje X primer nivel.....	68
26.	Área tributaria de columna D-3	69
27.	Distribución de acero longitudinal en columna D-3	79
28.	Distribución de acero de refuerzo transversal de columna	80
29.	Distribución de estribos de confinamiento en columna D-3	83
30.	Detalle de zapata cuadrada	92
31.	Diseño preliminar de rampa de acceso a segundo nivel.....	93
32.	Elevación de rampa de acceso	94
33.	Armado de rampa de acceso	97
34.	Ensayo triaxial.....	133
35.	Ensayo de granulometría.....	134
36.	Ensayo de límites de Atterberg.....	135

TABLAS

I.	Datos climatológicos del municipio de Estanzuela	3
II.	Presión máxima del suelo según la clasificación	9
III.	Peraltes mínimos para el predimensionamiento de vigas	13
IV.	Integración de peso segundo nivel	23
V.	Integración de peso primer nivel	23
VI.	Incremento del 25 % de carga viva al peso de la estructura.....	24
VII.	Integración de coeficiente sísmico	24
VIII.	Fuerza sísmica por nivel	25
IX.	Centro de masa	25
X.	Centro de rigidez segundo nivel.....	26
XI.	Centro de rigidez primer nivel	26
XII.	Excentricidad directa y accidental.....	27

XIII.	Centro geométrico.....	27
XIV.	Integración de carga por sismo y torsión eje Y segundo nivel	27
XV.	Integración de carga por sismo y torsión eje X segundo nivel	28
XVI.	Integración de carga por sismo y torsión eje Y primer nivel	28
XVII.	Integración de carga por sismo y torsión eje X primer nivel	29
XVIII.	Fuerza horizontal por marco y nivel	29
XIX.	Momentos fijos de empotramiento marco 3	31
XX.	Momento de sujeción marco 3	31
XXI.	Rigidez en vigas y columnas marco 3.....	32
XXII.	Factores de giro en vigas y columnas marco 3.....	32
XXIII.	Envolvente de momentos para diversas combinaciones de AGIES y ACI	36
XXIV.	Momentos finales de diseño viga CD marco 3 segundo nivel	37
XXV.	Coeficientes de momentos para las losas del primer nivel.....	45
XXVI.	Momentos negativos y positivos en losas del primer nivel	46
XXVII.	Momentos finales en losas del primer nivel.....	46
XXVIII.	Armado final de losas, primer nivel	53
XXIX.	Armado final de vigas.....	66
XXX.	Momentos de columna D-3 eje X primer nivel.....	67
XXXI.	Combinaciones de carga según AGIES y ACI para columna D-3 eje x primer nivel.....	67
XXXII.	Momentos finales de diseño columna D-3 eje X primer nivel.....	68
XXXIII.	Unidades de artefactos y su consumo	98
XXXIV.	Unidades de descarga	99
XXXV.	Diámetro de colector	100
XXXVI.	Precipitación promedio mensual del municipio	101
XXXVII.	Acumulación de agua de lluvia a lo largo del año	102
XXXVIII.	Número de lámparas por ambiente para cada nivel.....	103
XXXIX.	Resumen de presupuesto asilo municipal.....	104

XL.	Libreta topográfica levantamiento drenaje	107
XLI.	Resumen del presupuesto drenaje sanitario.....	119

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura de la columna en cm
A s	Área de acero
A	Área de sección bruta de concreto en cm
B	Base de la zapata
b	Base del elemento
Pcr	Carga crítica de pandeo
Cm	Carga muerta
Cv	Carga viva
CA	Centro América
CRx	Centro de rigidez
Fa	Coefficiente de sitio para periodos de vibración cortos
Fv	Coefficiente de sitio para periodos de vibración largos
Ca	Coefficiente para el diseño de losas
Na	Coefficiente por proximidad de las amenazas especiales para periodos de vibración cortos
Nv	Coefficiente por proximidad de las amenazas especiales para periodos de vibración largos
Cs	Coefficiente sísmico
p	Cuantía de refuerzo
Ø	Diámetro
s	Distancia centro a centro de acero longitudinal o transversal

d	Distancia de la fibra extrema a compresión al centroide del acero de refuerzo
di	Distancia del centro geométrico a cada eje del marco
t	Espesor de losa
e	Excentricidad
Nc	Factor de carga última
Kd	Factor de determinación de los niveles de diseño
Nq	Factor de flujo de carga
Ny	Factor de flujo de suelo
u	Factor de giro
FH	Factor de harmond
R	Factor de reducción de respuesta sísmica
Fy	Fluencia del acero
β_d	Flujo plástico del concreto
F	Fuerza cortante por nivel
Vt	Fuerza por torsión
Vs	Fuerza sísmica
I_o	Índice de sismicidad
I	Inercia del elemento
L	Longitud
m²	Metro cuadrado
m	Metro
mm	Milímetro
G	Módulo cortante del concreto
Ec	Modulo de elasticidad del concreto
Mf	Momento fijo de empotramiento
M₍₋₎	Momento negativo
M₍₊₎	Momento positivo
Mu	Momento ultimo mayorado

Ms	Momentos de sujeción
S_{1s}	Ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración de 1 seg.
Scs	Ordenada espectral ajustada del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con periodo de vibración corto
S_{1r}	Ordenada espectral de periodo 1 seg. Del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés
S_{cr}	Ordenada espectral de periodo corto del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés
h	Peralte del elemento
Wt	Peso total de la estructura
Pf	Población final
Po	Población inicial
a	Profundidad del bloque rectangular equivalente
β₁	Profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión
f'c	Resistencia a compresión del concreto
Vc	Resistencia a corte del concreto
Pn	Resistencia axial nominal
Mpr	Resistencia probable a flexión de los elementos
k	Rigidez de un elemento
Km	Rigidez del elemento

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto
ASTM	Asociación Americana de ensayo de materiales
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales
Carga muerta	Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción.
Carga viva	Son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. En general su intensidad estará establecida por norma.
Columna	Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
Cota invert	Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería.
ETABS	Software de análisis tridimensional extendido de edificaciones.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Losa	Elemento estructural que descansa sobre la superestructura, y está construida por elementos estructurales, capa de desgaste, aceras, bordillos y barandales.
Viga	Elemento estructural rígido que soportar y transmitir cargas horizontales a las que es sometido.
Zapata	Cimentación superficial que transmite las cargas de la estructura hacia el suelo.

RESUMEN

La Facultad de Ingeniería a través del programa de EPS brinda apoyo a las comunidades y municipalidades mediante la incorporación de estudiantes para optar el título de ingenieros.

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la dirección municipal de planificación de Estanzuela, departamento de Zacapa; con una duración de 6 meses donde se realizó un diagnóstico del área y a partir de las necesidades se elaboraron 2 diseños: diseño de un sistema de drenaje sanitario para la aldea El Guayabal y diseño de un asilo municipal para la cabecera municipal.

El diseño del sistema de drenaje sanitario se realizó en base a las normas del INFOM y con base en las recomendaciones dadas por la DMP, consiste en 841 metros lineales, 19 pozos de visita y 35 conexiones domiciliarias que beneficia a 175 habitantes de la aldea El Guayabal; se entregó a la municipalidad juego de planos en formato A1, memoria de cálculo, especificaciones técnicas, presupuesto y cronograma de ejecución física y financiera.

El diseño del asilo municipal se realizó con base en la normativa AGIES, ACI 318S-11 y consiste en una estructura de tipología tipo marco especial resistente a momentos y cargas sísmicas, de 2 niveles y un módulo de gradas independiente, un área total de 596 metros cuadrados cuenta con área administrativa, descanso, enfermería, cocina, comedor, servicios sanitarios; beneficiando a 40 personas de la tercera edad. Se realizó el diseño sísmico en base las recomendaciones del AGIES para la zona sísmica del municipio. Se

modelo el marco en el software ETABS y los resultados fueron comparados con el método KANI, se realizó el diseño estructural de los elementos con base en lo descrito en el capítulo 21 del ACI 318S-11 y se obtuvo como resultado final: juego de planos, presupuesto, cronograma, especificaciones técnicas y memoria de cálculo.

OBJETIVOS

General

Mejorar la calidad de vida de la aldea El Guayabal mediante el diseño de un sistema de drenaje sanitario para la reducción de enfermedades gastrointestinales y mediante el diseño de un asilo municipal proveer de un espacio físico para la estancia de las personas de la tercera edad en el municipio de Estanzuela, Zacapa.

Específicos

1. Diseñar un sistema de drenaje sanitario para la aldea El Guayabal, para satisfacer la necesidad de 35 viviendas que actualmente no cuentan con el servicio de drenaje municipal.
2. Diseñar un asilo municipal para alojar a 40 personas de la tercera edad de escasos recursos económicos proveyendo un espacio físico donde puedan hacer actividades físicas y recreativas.

INTRODUCCIÓN

Estanzuela es un municipio del departamento de Zacapa ubicado a 141 kilómetros de la ciudad capital, cuenta con 4 aldeas y una extensión de 92,4 kilómetros cuadrados. Actualmente la cabecera municipal cuenta con sus servicios básicos, las aldeas carecen de sistemas de drenaje y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Con base en diagnóstico realizado en el municipio se consideró la ejecución de dos proyectos que consisten en el diseño de un asilo municipal y diseño de drenaje sanitario para la aldea El Guayabal que benefician directamente a 175 y 40 personas, respectivamente.

En el capítulo 1 se describe la monografía del municipio de Estanzuela, Extensión territorial, población, principales actividades económicas, clima y accidentes geográficos. En el capítulo 2 se describe la fase de servicio técnico profesional donde se indica el proceso de diseño arquitectónico y estructural del asilo municipal de 596 metros cuadrados, del drenaje sanitario con una longitud de 841 ml donde se indica los parámetros, normas, presupuesto y estudios ambientales.

Al final se presentan las conclusiones del trabajo, recomendaciones a tomar en cuenta, los anexos donde se adjuntan los planos de diseño y constructivos de los proyectos, asimismo la bibliografía consultada.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Estanzuela

A continuación, se detallan hechos históricos de la región en donde se desarrolló el proyecto.

1.1.1. Aspectos históricos

El municipio de Estanzuela pertenece al departamento de Zacapa, en la zona Oriental de la República de Guatemala: en su origen fue una propiedad particular. Se le bautizó con el nombre que actualmente tiene, pero según versiones de algunos vecinos, también se le conoció como Estanzuelita. Se sabe que su fundación fue bajo el mando de la Corona Española en 1769, que aparecía como una hacienda. En 1825 fue elevada a la categoría de municipio, siendo su primer alcalde Fernando Ordóñez. En la Constitución Política del Estado de Guatemala, se decretó por la Asamblea Constituyente 1825 el 11 de octubre quedo reconocida como municipio con el nombre de Estanzuela. Pertenece al departamento de Zacapa.

1.1.2. División territorial

El municipio de Estanzuela está conformado con 4 aldeas que son: Tres Pinos, San Nicolás, El Guayabal y Chispan, con un total de 92,40 Km²

1.1.3. Localización y ubicación geográfica

El Municipio de Estandzuela se localiza en la latitud de: 14° 59' 55" y longitud de 89° 34' 25", se encuentra a una altura de 195 metros sobre el nivel del mar, a una distancia 141 Kilómetros de la ciudad capital y a 5 kilómetros de la cabecera departamental de Zacapa sobre la Ruta CA-10 que conduce hacia Esquipulas.

Sus límites carreteros son (en dirección a la ciudad capital) en el inicio del Puente del río Motagua sobre la ruta CA 10 y (en dirección a la cabecera departamental) 200 m antes de la Notificación Prados De Oriente sobre la Ruta C- A 10.

1.1.4. Límites

Estandzuela limita al norte: con los municipio Rio Hondo, este: con el municipio de Zacapa, sur: con el municipio de Zacapa, y oeste: con los Municipios de Teculután y Huité.

1.1.5. Clima

Según los datos de la estación climatológica La Fragua ubicada en el municipio de la Fragua, Zacapa que es la más próxima al municipio de Estandzuela con base en registros desde 1980. Se cuenta con la siguiente información del clima:

Tabla I. **Datos climatológicos del municipio de Estandzuela**

Temperatura media	28 °C
Temperatura Máxima	34 °C
Temperatura Mínima	21 °C
Temperatura Máxima absoluta	42 °C
Temperatura Mínima absoluta	12 °C
Lluvia	740 mm / año
Humedad relativa media	64%
Insolación	227 horas
Velocidad del viento	3.75 km/hr
Dirección del viento	Oeste

Fuente: INSIVUMEH.

1.1.6. Accidentes geográficos

El territorio de Estandzuela es bañado por dos cuencas hidrográficas: la del río Grande de Zacapa y la del río Motagua, ambas desembocan en la vertiente del Mar Caribe. El territorio es atravesado por varias quebradas que desembocan en estas cuencas, entre ellas se puede mencionar la Quebrada La Calera, Quebrada de los Yajes, Loma de Piedra (Tres Pinos), Los Aragonés, Quebrada de las Casas, que atraviesa parte del casco urbano. El territorio de Estandzuela está ubicado en la provincia fisiográfica de la depresión del Motagua, su suelo es principalmente de suelos de serpentinas y rocas asociadas.

1.1.7. Actividades económicas

En el municipio de Estandzuela, la población económicamente activa se clasifica de la siguiente manera: 50 % en actividades agrícolas y ganaderas,

4 % en soldadura, 5% en mecánica, 30 % en artesanía, 7 % en albañilería y el 4 % en carpintería.

La tasa de empleo en el municipio de Estandzuela corresponde a un 75 % considerándose la agricultura, industria, artesanía, comercio e identidades privadas. Se cuenta con un 10 % de sub empleo, lo que corresponde a las contrataciones de industrias; existiendo a la vez un 15 % de desempleo.

Los productos agrícolas predominantes en el municipio son el maíz, frijol, tabaco, yuca, ockra, tomate, chile pimiento y picante, berenjena, pepino, melón, sandía, mango (Diferentes especies) espárrago, papaya, loroco, cachito, cebolla y manía.

1.1.8. Población

El municipio de Estandzuela cuenta actualmente con 11 652 habitantes según un censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística -INE- en el año 2013. El municipio cuenta con 92,4 km². Considerando 126,1 habitantes por km².

Según el Diccionario Municipal de Guatemala la población de Estandzuela en 1994 es de 8 331 habitantes y para el 2002 se reporta un total de 9 186, y en el 2013 se reporta una cantidad de 11 500 habitantes, según censo realizado por la Oficina Municipal de Planificación, la tasa de crecimiento poblacional que se utiliza actualmente es del 2,5 %.

La comunidad de Estandzuela es netamente ladina, teniendo un porcentaje para hombres de un 47,3 % siendo el mayor porcentaje en las edades de 1 a 5 años con un 52,4 % en lo que respecta de población masculina, así también un

porcentaje de mujeres del 52,7 % siendo el mayor porcentaje en las edades de 6 a 12 años con un 56,2 %, según los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística -INE-.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de asilo municipal en la cabecera municipal, Estanzuela, Zacapa

A continuación, se detalla el Diseño de asilo municipal en la cabecera municipal, Estanzuela, Zacapa.

2.1.1. Memoria descriptiva del proyecto

El proyecto se encuentra a una distancia de 142 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, a 500 metros de la cabecera municipal, la realización de esta investigación se basa en el diagnóstico de las necesidades de la cabecera municipal. El cual permite observar las necesidades de la población donde se prioriza la necesidad de un asilo municipal para las personas de la tercera edad, ya que actualmente en la cabecera no se cuenta con un espacio físico propio de la municipalidad y se recurre al pago mensual para el arrendamiento de una casa que no cuenta con los ambientes necesarios ni las condiciones necesarias para un asilo.

2.1.2. Investigación preliminar

Según investigaciones y entrevistas al personal que actualmente labora en el asilo de ancianos Mis Años Dorados. Se requiere una edificación para albergar a un mínimo de 60 ancianos, que sea un lugar de fácil acceso y que cuente con las áreas de recreación y ejercicio, comedor, cocina, enfermería y baños especiales para personas de la tercera edad que contengan duchas.

2.1.2.1. Estudio de suelos

Los estudios de suelos se realizan para conocer las condiciones del terreno y del sustrato. Con el objetivo de anticipar problemas que pueden ocurrir durante la vida útil de las obras de ingeniería. Se usan para determinar la aptitud del terreno para soportar una obra.

Entre los estudios de suelo mínimo que se necesitan para conocer las condiciones de suelos son los siguientes: capacidad soporte del suelo, estructuras de contención requeridas o formas de estabilización de cortes y taludes si fuera necesario, en el caso del terreno seleccionado únicamente se requiere el estudio de capacidad soporte del suelo.

2.1.2.1.1. Capacidad soporte del suelo

La capacidad soporte del suelo o valor soporte, es la capacidad de un suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de su masa, se mide en fuerzas por unidad de área.

Con el propósito de conocer las características del suelo se realizó una exploración obteniendo una muestra del suelo a una profundidad de 1,50 metros, el cual permitió ver el suelo en su estado natural, esta muestra fue analizada en laboratorio para conocer sus características.

Los datos obtenidos del laboratorio de suelo son:

γ	=	1,49 ton/m ³
Df	=	1,50 m
ϕ'	=	33,75°

Textura = arena limosa color café

Tabla II. **Presión máxima del suelo según la clasificación**

Tipo de material	Presión máxima permisible del suelo	
	Klb/ft ²	t/m ²
Roca.	20 % de la resistencia ultima de aplastamiento	20 % de la resistencia ultima de aplastamiento
Arena gruesa compacta con mezcla de limo, arena fina compacta, arcilla dura o arcilla arenosa.	8	39,12
Arcilla semirrígida o arcilla arenosa.	6	29,34
Arcilla inorgánica compacta y mezclas de limo.	4	19,56
Arena suelta.	3	14,67
Arcilla arenosa suave o arcilla.	2	9,78
Arena inorgánica suelta y mezclas de limo.	1	4,89
Arena orgánica suelta y mezclas de limo, humus o lodo.	0	0

Fuente: MCORMAC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. p. 392.

Como parte de una revisión bibliográfica con la tabla II se observa que el valor del suelo está entre el rango de arena suelta a arena inorgánica suelta y mezclas de limo [14,67 ton/m² – 4,89 ton/m²], el suelo es de muy baja resistencia y relativamente malo para el uso constructivo de edificaciones.

2.1.2.2. Dimensiones y área del terreno

El terreno se encuentra ubicado a un costado del parquecito municipal, es un polígono irregular que contiene 4 lados, con un área de 1102,60 m², se pretende diseñar un edificio de 2 niveles con dimensiones de 15 m x 20 m para un total de 300 m², utilizando únicamente un 27 % del área total.

2.1.3. Criterios generales

Para el diseño de este edificio se pretende utilizar las normas AGIES NSE 2-10, NSE 3-10, NSE 4-10 y el ACI 318-11S.

2.1.3.1. Distribución de ambientes

Para una correcta y eficiente distribución de ambientes se contempló el diseño de los siguientes ambientes:

- Área de recreación y descanso (hamacas)
- Enfermería
- Cocina y comedor
- Baños recepción y oficina administrativa
- Bodega de insumos

2.1.4. Sistema estructural a utilizarse

El sistema estructural por utilizarse son marcos E1 (según AGIES NSE 3-10), que consiste en un sistema integrado de marcos de columnas y vigas que soportan todas las cargas verticales y además todas las solicitaciones de cargas horizontales. Esta selección se debe al tipo de ambientes a cubrir.

2.1.5. Predimensionamiento estructural

Antes de hacer un dimensionamiento de los elementos que conformarán la estructura, es necesario realizar un predimensionamiento de cada uno de sus elementos. En esta parte se requiere la experiencia que se ha obtenido en la práctica de supervisión de obras similares.

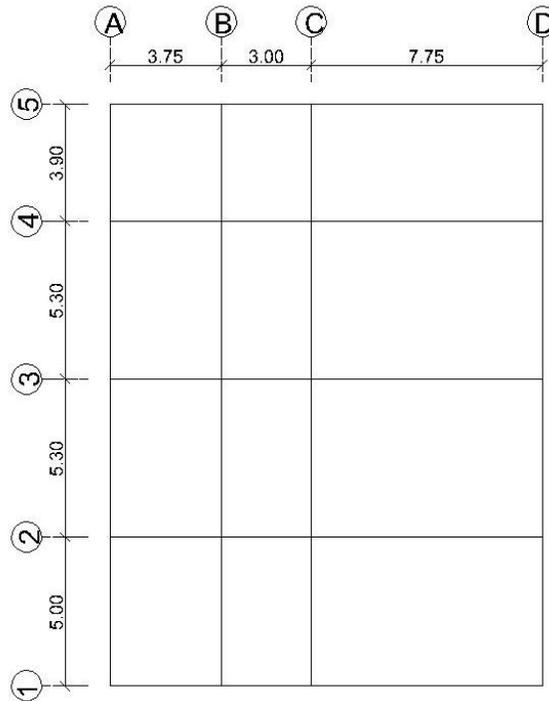
Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a los elementos que la componen, los cuales serán utilizados para soportar cargas aplicadas en los mismos, para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos analíticos cortos que se describen a continuación:

2.1.5.1. Predimensionamiento de losa

Se calcula el peralte (t), el método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene, en este caso todas las losas están apoyadas en los cuatro lados.

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

Figura 1. Planta general



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Para predimensionar la losa más crítica se debe tomar en cuenta el marco con mayor luz, siendo este de 7,75 m x 5,3m.

$$t = \frac{7,75\text{m} * 2 + 5,30\text{m} * 2}{180} = \frac{26,1}{180} = 0,145\text{m} = 14,5 \text{ cm}$$

Debido a que el espesor de la losa es mayor a los 12 cm, se propone colocar vigas secundarias entre los marcos C y D. Las dimensiones actuales para el predimensionamiento de la losa son de 3,88 m x 5,3m, y calculado así:

$$t = \frac{3,38\text{m} * 2 + 5,30\text{m} * 2}{180} = \frac{18,36}{180} = 0,102\text{m} = 10 \text{ cm}$$

Por razones de diseño se asumen un espesor de losa de 10 centímetros.

2.1.5.2. Predimensionamiento de viga

Para el predimensionamiento de vigas para marcos especiales se consideran 2 aspectos o parámetros de dimensionamiento siendo estos los siguientes:

- Ancho del elemento b_w no debe ser menor que 250 mm
- El peralte (h) debe ser un 8 % de la luz libre del elemento

Tabla III. **Peraltes mínimos para el predimensionamiento de vigas**

Peralte mínimo (h)				
elemento	Simplemente apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Viga	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

Fuente: ACI 318S-11 p. 130.

- Cálculo de peralte con un 8 % de la luz libre del elemento

Luz libre mayor = 7,75 m

$$h = \text{luz libre} * 8 \% = 7,75\text{m} * 8 \% = 0,62\text{m} = 60 \text{ cm}$$

El peralte de la viga se propone de 60 cm, y una base de 30 cm; manteniendo una relación peralte/base < 2

Calculo de peralte según tabla III.

Para un elemento con ambos extremos continuos = $7,75\text{m} / 18,50 = 0,41$
 $m = 40 \text{ cm}.$

Para el predimensionamiento de las vigas se consideran 2 tipos de viga, 25 cm x 50 cm para todos los elementos excepto para las vigas contenidas entre los ejes C y D, éstas serán de 30 cm x 60 cm.

2.1.5.3. Predimensionamiento de columna

Para el predimensionamiento de la columna se va a estimar con la ecuación descrita en el ACI 318S-11 que describe la resistencia axial de diseño para elementos no pre esforzados con estribos.

$$P_n = 0,10 * f'_c * A_g$$

Para seleccionar la columna crítica se tomó la columna con la mayor área tributaria ($28,49 \text{ m}^2$) correspondiendo a la columna C-3. Para la integración de carga de predimensionamiento se va a tomar el área tributaria y aplicarle una carga viva de 250 kg/m^2 para el primer nivel y una carga de 200 kg/m^2 para el segundo nivel, carga muerta de losa y viga y una sobrecarga (piso e instalaciones) de 125 Kg/m^2 y carga de muros 230 Kg/m^2

Integración de carga para columna crítica:

- Losa: $28,49 \text{ m}^2 * 0,10\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 6838 \text{ Kg}$
- Viga: $6,13 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 + 3,65\text{m} * 0,30\text{m} * 0,60\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 2786 \text{ Kg}$

- Viga secundaria: $2,50\text{m} * 0,25\text{m} * 0,40\text{m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 = 450\text{ Kg}$
- Sobre carga: $28,49\text{m}^2 * 125\text{ kg/m}^2 = 3\,562\text{ kg}$
- Carga viva de techo: $28,49\text{ m}^2 * 200\text{ kg/m}^2 = 5\,698\text{ kg}$
- Carga viva primer nivel: $28,49\text{ m}^2 * 250\text{ kg/m}^2 = 7\,123\text{ Kg}$
- Losa + viga + viga secundaria + sobre carga = $6\,838 + 2\,786 + 450 + 3\,562 = 13\,636\text{ kg}$

$$13\,636\text{ kg} * 2\text{ niveles} + 5\,698\text{ kg} + 7\,123\text{ kg} = 40\,093\text{ kg}$$

$$P_n = 0,10 * f'_c * A_g$$

$$A_g * 0,10 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 40\,093\text{ kg}$$

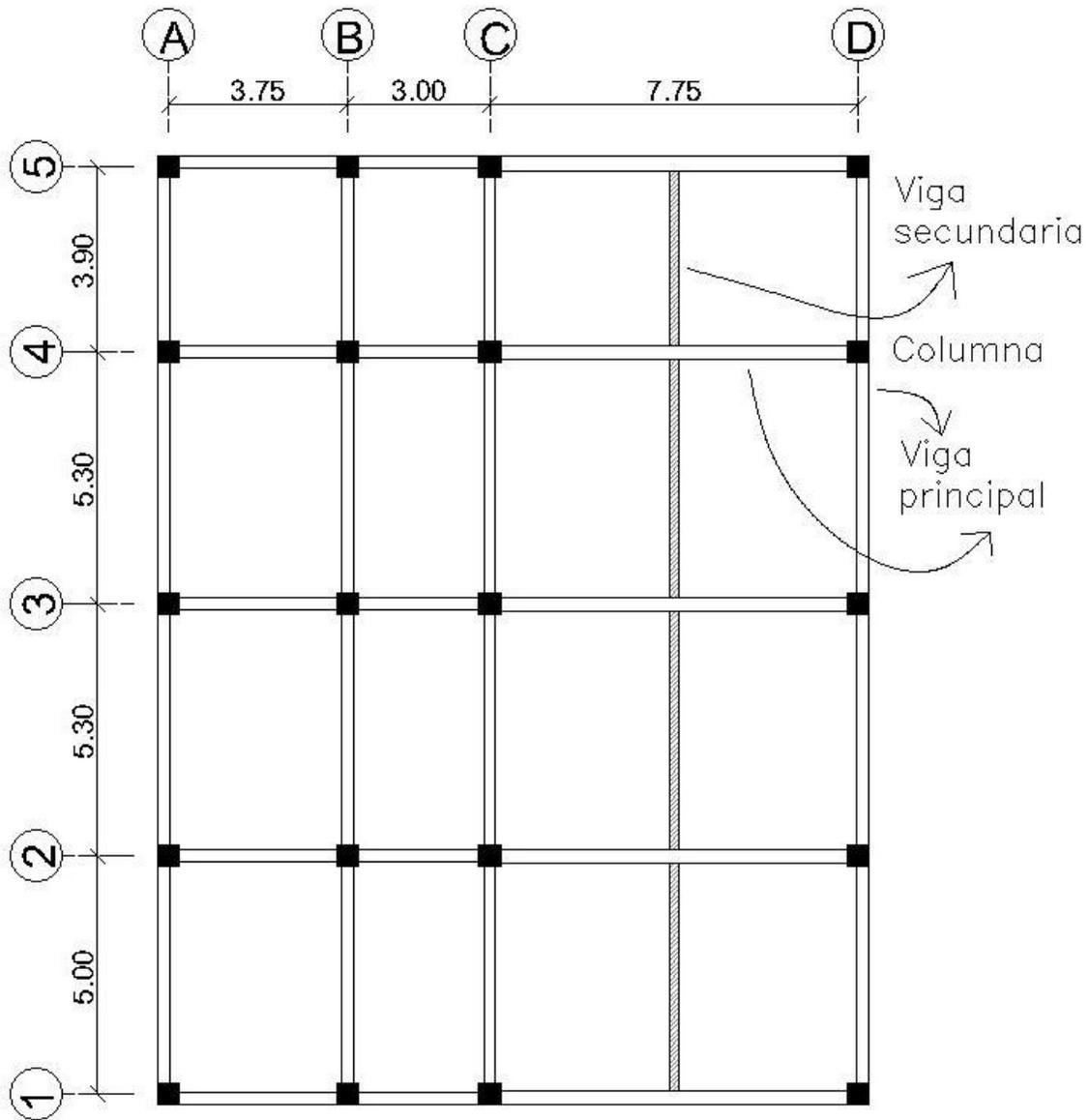
$$A_g = \sqrt{1\,431\text{ cm}^2} = 37,84\text{ cm}$$

Añadiendo el peso propio de la columna se considera para el pre diseño una sección de columna de 45 cm x 45 cm

2.1.6. Modelos matemáticos del sistema constructivo

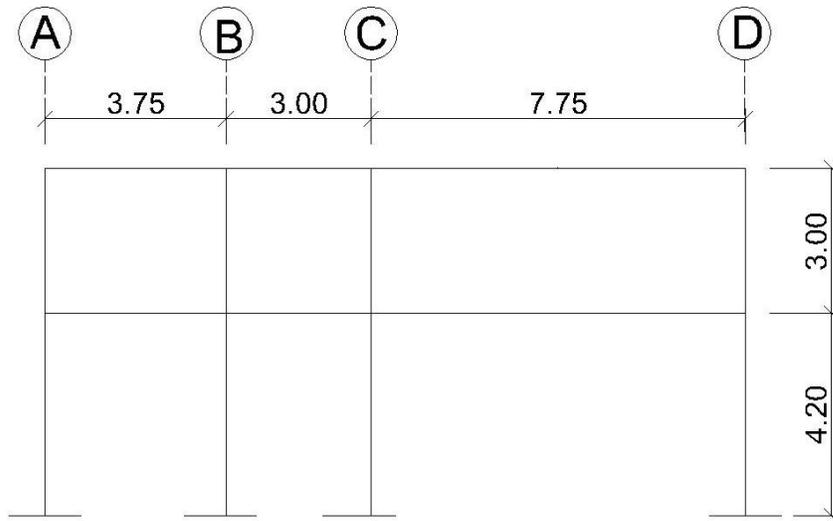
En la figura 2 se muestra los modelos matemáticos del marco a utilizar:

Figura 2. Distribución en planta de ejes



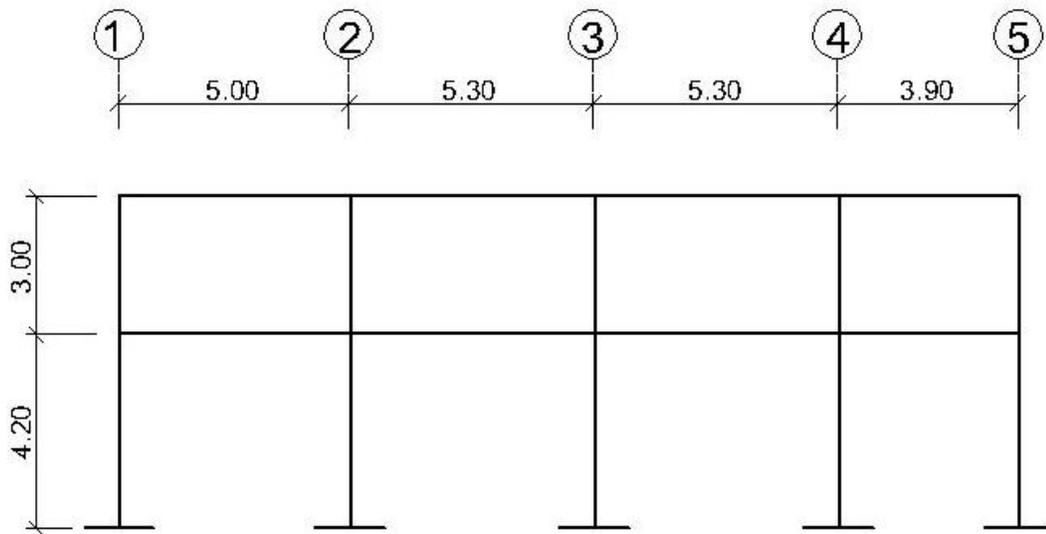
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Figura 3. Marco estructural en sentido X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Figura 4. Marco estructural en sentido Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.7. Integración de cargas según Norma AGIES

Para la integración de cargas tanto verticales como horizontales se usará como base lo que especifica AGIES NSE 2-10, en el cual especifica los valores mínimos a utilizar como sobrecarga de piso, carga por tabiques, muros y carga viva ocupacional.

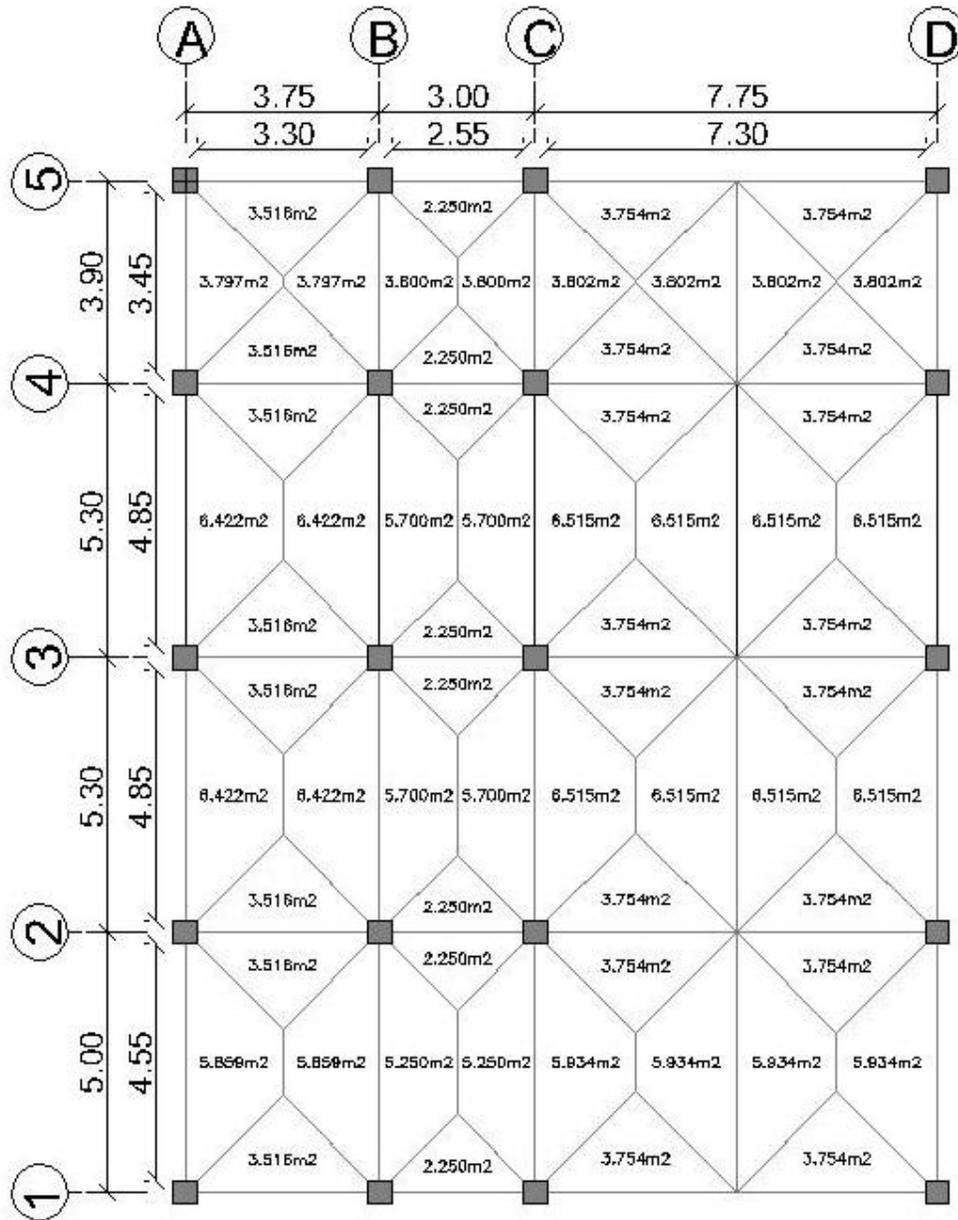
2.1.7.1. Cargas verticales

Para las cargas verticales o gravitacionales se consideraron los siguientes valores según AGIES NSE-2:

- Carga viva techo: 200 kg/m^2
- Carga viva segundo nivel (encamamiento y descanso): 250 kg/m^2
- Azulejo de cerámica e instalaciones en techo: 125 kg/m^2
- Muros: 230 kg/m^2
- Sobre carga (instalaciones y piso): 75 kg/m^2
- Peso del concreto: $2\,400 \text{ kg/m}^3$

Para la integración de cargas gravitacionales se calcula el área tributaria de cada eje que compone el marco, tomando en cuenta el área que le atribuye y luego multiplicar esa área tanto por la carga muerta y carga viva de manera independiente.

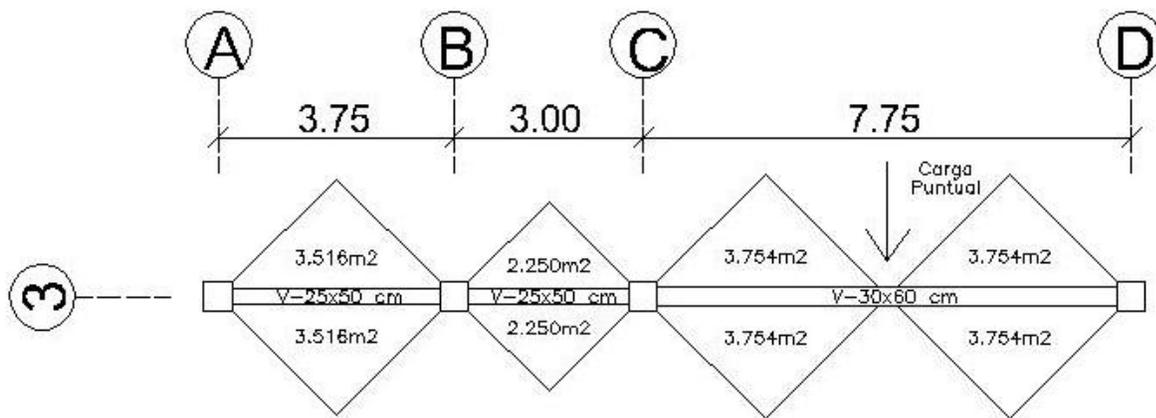
Figura 5. Área tributaria de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Tomando de referencia el marco 3, se detalla la integración de cargas vivas y muertas.

Figura 6. Área tributaria eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Integración de carga muerta y viva

$$WCM = \frac{A_t(t_{losa} * \gamma_{concreto} + \text{sobre carga})}{l_{tramo}} + W_{viga}$$

$$CV = \frac{A_t(\text{carga viva})}{l_{tramo}}$$

- Integración de carga muerta segundo nivel eje A y B:

$$WCM = \frac{3,516m^2 * 2 * \left(0,10m * 2\,400 \frac{kg}{m^3} + 125 \frac{kg}{m^2}\right)}{3,75m} + 0,25m * 0,40m * 2\,400 \frac{kg}{m^3} = 924,45 \frac{kg}{m}$$

- Integración de carga viva segundo nivel eje A y B:

$$WCV = \frac{3,516\text{m}^2 * 2 * \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)}{3,75\text{m}} = 375 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga muerta segundo nivel eje B y C:

$$WCM = \frac{2,25\text{m}^2 * 2 * \left(365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)}{3,0\text{m}} + 0,25\text{m} * 0,4\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 787,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga viva segundo nivel eje B y C:

$$WCV = \frac{2,25\text{m}^2 * 2 * \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)}{3,0\text{m}} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga muerta segundo nivel eje C y D:

$$WCM = \frac{7,508\text{m}^2 * 2 * \left(365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)}{7,75\text{m}} + 0,30\text{m} * 0,5\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1\,067,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga viva segundo nivel eje C y D:

$$WCV = \frac{15,016\text{m}^2 * \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)}{7,75\text{m}} = 387,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga muerta para carga puntual en marco 3 segundo nivel eje C y D:

$$WCM = 13,03\text{m}^2 * \left(365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) + 0,25\text{m} * 0,30\text{m} * 5\text{m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5\,655,95\text{kg}$$

- Integración de carga viva para carga puntual en marco 3 segundo nivel eje C y D:

$$WCV = 13,03\text{m}^2 * \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) = 2\,606 \text{ kg}$$

2.1.7.2. Cargas horizontales

Las cargas horizontales son aquellas que actúan de forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, estas pueden ser producidas por viento, sismo o impacto y son cargas puramente dinámicas.

En el municipio de Estanduela, Zacapa las cargas por viento son menos críticas que las cargas por sismo, tiene mayor importancia el cálculo de estas en el diseño de edificios de gran altura, torres de agua, puentes, entre otras estructuras. Debido a que Guatemala es considerada una zona sísmica y, siendo esta la fuerza horizontal más crítica, solo se realiza el análisis de este tipo para fuerzas horizontales, para tal caso se utiliza el método estático equivalente según AGIES; que permite calcular la fuerza de corte en la base de una estructura, de la siguiente forma:

2.1.7.3. Integración de peso total de la estructura

En la tabla IV, se muestra la integración de peso, segundo nivel.

Tabla IV. Integración de peso segundo nivel

SEGUNDO NIVEL		
Losa	14,95m*19,95m*2 400kg/m ³ *0,10m	71580,6
Viga	19,5m*0,25m*0,40m*2400kg/m ³ *4	18 720
	6,75m*0,25m*0,0m*2400kg/m ³ *5	8 100
	7,75m*0,30m*0,50m*2400kg/m ³ *5	13 950
Viga secundaria	0,25m*0,30m*19,95m*2400kg/m ³	3 321
columna	1,50m*0,45m*0,45m*2400kg/m ³ *20	14 580
sobrecarga	125 kg/m ² *19,95m*14,95m	37 281 5625
Peso segundo nivel en kilogramos		167 533,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Integración de peso primer nivel

PRIMER NIVEL		
Losa	14,95m*19,95m*2400kg/m ³ *0,12m	71 580,6
Viga	19,5m*0,25m*0,40m*2400kg/m ³ *4	18 720
	6,75m*0,25m*0,0m*2400kg/m ³ *5	8 100
	7,75m*0,30m*0,50m*2400kg/m ³ *5	13 950
Viga secundaria	0,25m*0,30m*19,95m*2400kg/m ³	3 321
columna	5,70m*0,45m*0,45m*2400kg/m ³ *20	55 404
muro	75,65m*2,50m*230kg/m ²	43 498,75
sobrecarga	125 kg/m ² *19,95m*14,95m	37 281,5625
Peso primer nivel en kilogramos		251 855,91

Fuente: elaboración propia

Tabla VI. **Incremento del 25 % de carga viva al peso de la estructura**

25 % de carga viva		
Techo	$200 \text{ kg/m}^2 * 19,95\text{m} * 14,95\text{m} * 0,25$	14 912,625
primer nivel	$250 \text{ kg/m}^2 * 19,95\text{m} * 14,95\text{m} * 0,25$	18 640,78125

peso total por nivel	
segundo nivel	182 445,7875
primer nivel	270 496,6938
total	452 942,4813

Fuente: elaboración propia

Tabla VII. **Integración de coeficiente sísmico**

COEFICIENTE SISMICO		
$l_0=4$	$Scr=1,3g$	$S1r=0,50 \text{ g}$
Periodo empirico $T_a = K_t(h_n)^x$	$X=0,90 \quad K_t=0,047$	0,277
Periodo de transicion $S1d/Scd$		1,02
$Scs = Scr * Fa * Na$		1,17 g
$S1s = S1r * Fv * Nv$		1,20 g
$Scd = Kd * Scs$		0,936
$S1d = Kd * S1s$		0,96
$T_s = Scd / S1d$		1,025
Ordenada espectral $s_a(T) = Scd$		0,936
$C_s = Scd / R$		11,7 %

Fuente: elaboración propia

- Cálculo del corte basal

$$V_b = C_s * W_t$$

$$0,117 * 452\,942,48 = 52\,994,27 \text{ Kg} = 52,99 \text{ ton}$$

Tabla VIII. **Fuerza sísmica por nivel**

NIVEL	WI TON	Hx	Wi Hi	Cvx	Fx TON
2	182,45	7,2	1 313,60967	0,54	27,25
1	270,50	4,2	1 136,08611	0,46	23,56
Σ	452,94	Σ	2 449,69578	1,00	

Fuente: elaboración propia.

Para la integración de la carga sísmica en los marcos se debe de tomar en cuenta el efecto generado por la torsión que produce las excentricidades, a pesar de ser un edificio de baja altura y de gran simetría se debe incluir en el análisis el efecto generado por la torsión. Tomando en cuenta una excentricidad provocada del 5 %. A continuación, se describe el proceso de integración de carga sísmica.

Tabla IX. **Centro de masa**

X	cm 2do nivel	7,26m
Y	cm 2do nivel	9,77m
X	cm 1er nivel	7,32m
Y	cm 1er nivel	9,75m

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de rigidez por columna para segundo nivel

$$K_c = \frac{1}{\frac{FH^3}{3E_cI} + \frac{1,2FH}{AG}}$$

$$\frac{1}{\frac{27\,250 * 300^3}{3 * 15\,100 * \sqrt{280} * \frac{45^4}{12}} + \frac{1,2 * 29\,810 * 300}{45 * 45 * 0,40 * 15\,100 * \sqrt{280}}} = 0,346\text{cm}^{-1}$$

- Cálculo de rigidez por columna para primer nivel

$$K_c = \frac{1}{\frac{FH^3}{12E_cI} + \frac{1,2FH}{AG}}$$

$$\frac{1}{\frac{23\,560 * 420^3}{12 * 15\,100 * \sqrt{280} * \frac{45^4}{12}} + \frac{1,2 * 29\,810 * 420}{45 * 45 * 0,40 * 15\,100 * \sqrt{280}}} = 0,5738\text{cm}^{-1}$$

Tabla X. **Centro de rigidez segundo nivel**

	CRX	6,25
2DO	CRY	10,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Centro de rigidez primer nivel**

	CRX	6,25
1ER	CRY	10,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Excentricidad directa y accidental**

2DO NIVEL		
X	cm-cr	1,01
Y	cm-cr	0,31
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL		
2DO NIVEL		
e1x	cm-cr +0,05b	1,74
e1y	cm-cr -0,05b	1,29
e2x	cm-cr +0,05b	0,29
e2y	cm-cr -0,05b	-0,66

1er NIVEL		
X	cm-cr	1,07
Y	cm-cr	0,33
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL		
1ER NIVEL		
e1x	cm-cr +0,05b	1,79
e1y	cm-cr -0,05b	1,31
e2x	cm-cr +0,05b	0,34
e2y	cm-cr -0,05b	-0,65

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Centro geométrico**

CENTRO GEOMETRICO	X	7,25 m
	Y	9,75 m

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Integración de carga por sismo y torsión eje Y segundo nivel**

Eje	e	fx	Km	di	Kmfx	Kmdi	Kmdi ²	Vs	Vt	Vs+Vt
1	1,29	27 250	1,384	-9,75	37714	-13,494	182,09	5450	-984	4 466
	-0,66								503	5 953
2	1,29	27 250	1,384	-4,75	37714	-6,574	43,22	5450	-479	4 971
	-0,66								245	5 695
3	1,29	27 250	1,384	0,55	37714	0,7612	0,58	5450	56	5 506
	-0,66								-28	5 422
4	1,29	27 250	1,384	5,85	37714	8,0964	65,55	5450	590	6 040
	-0,66								-302	5 148
5	1,29	27 250	1,384	9,975	37714	13,8054	190,59	5450	1007	6 457
	-0,66								-515	4 935
			6,92				482,03			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Integración de carga por sismo y torsión eje X segundo nivel

Eje	e	fx	Km	di	Kmfx	Kmdi	Kmdi ²	Vs	Vt	Vs+Vt
a	1,74	27 250	1,73	-7,25	47 142,5	-12,5425	157,31	6 812,5	-1 689	5 123
	0,29								-282	6 531
b	1,74	27 250	1,73	-3,5	47 142,5	-6,055	36,66	6 812,5	-816	5 997
	0,29								-136	6 677
c	1,74	27 250	1,73	-0,5	47 142,5	-0,865	0,75	6 812,5	-117	6 696
	0,29								-19	6 793
d	1,74	27 250	1,73	7,25	47 142,5	12,5425	157,31	6 812,5	1 689	8 502
	0,29								282	7 094
			6,92				352,04			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Integración de carga por sismo y torsión eje Y primer nivel

Eje	e	fx	Km	di	Kmfx	Kmdi	Kmdi ²	Vs	Vt	Vs+Vt
1	1,31	23 560	2,2952	-9,75	54 074,912	-22,3782	500,78	4712	-521	4 191
	-0,65								259	4 971
2	1,31	23 560	2,2952	-4,75	54 074,912	-10,9022	118,86	4712	-254	4 458
	-0,65								126	4 838
3	1,31	23 560	2,2952	0,55	54 074,912	1,26236	1,59	4712	29	4 741
	-0,65								-15	4 697
4	1,31	23 560	2,2952	5,85	54 074,912	13,42692	180,28	4712	313	5 025
	-0,65								-155	4 557
5	1,31	23 560	2,2952	9,975	54 074,912	22,89462	524,16	4712	533	5 245
	-0,65								-264	4 448
			11,476				1 325,68			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Integración de carga por sismo y torsión eje X primer nivel

Eje	e	fx	Km	di	Kmfx	Kmdi	Kmdi ²	Vs	Vt	Vs+Vt
a	1,79	23 560	2,869	-7,25	67 593,64	-20,80025	432,65	5890	-906	4984
	0,34								-172	5718
b	1,79	23 560	2,869	-3,5	67 593,64	-10,0415	100,83	5890	-437	5453
	0,34								-83	5807
c	1,79	23 560	2,869	-0,5	67 593,64	-1,4345	2,06	5890	-62	5828
	0,34								-12	5878
d	1,79	23 560	2,869	7,25	67 593,64	20,80025	432,65	5890	906	6796
	0,34								172	6062
			11,476				968,19			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Fuerza horizontal por marco y nivel

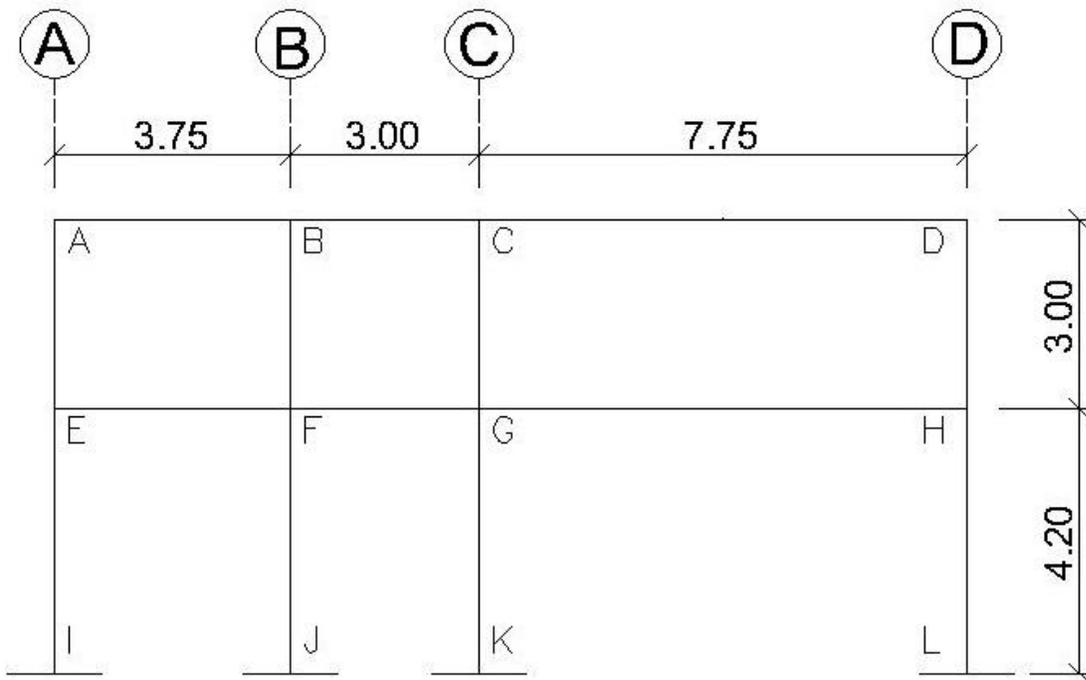
MARCO	NIVEL	F (KG)	F (TON)
A	2	6 813	6,81
	1	5 890	5,89
B	2	6 813	6,81
	1	5 890	5,89
C	2	6 813	6,81
	1	5 890	5,89
D	2	8 502	8,50
	1	6 796	6,80
1	2	5 953	5,95
	1	4 971	4,97
2	2	5 695	5,70
	1	4 838	4,84
3	2	5 506	5,51
	1	4 741	4,74
4	2	6 040	6,04
	1	5 025	5,03
5	2	6 457	6,46
	1	5 245	5,25

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Análisis estructural mediante método numérico Kani

Para el análisis estructural se utilizó el método Kani, lo cual es un método iterativo que produce resultados muy certeros. A continuación, se muestra la memoria de cálculo para el análisis del marco 3 con integración de carga viva.

Figura 7. Anotación de nodos marco 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.2016.

- Momentos fijos de empotramiento

$$M_f = \pm \frac{wl^2}{12}$$

Tabla XIX. **Momentos fijos de empotramiento marco 3**

A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C
-439,45	439,45	-225,00	225,00	-4476,59	4476,59
E-F	F-E	F-G	G-F	G-H	H-G
-550,78	550,78	-281,25	281,25	-5583,71	5583,71

Fuente: elaboración propia.

- Momento de sujeción

$$\sum M_{f_{ik}}$$

Tabla XX. **Momento de sujeción marco 3**

MsA	MsB	MsC	MsD
-439,453125	214,453125	-4 251,59375	4 476,59375
MsE	MsF	MsG	MsH
-550,78	269,53	-5 302,46	5 583,71

Fuente: elaboración propia.

- Rigidez de los elementos

$$k = \frac{bh^3}{12l}$$

Tabla XXI. Rigidez en vigas y columnas marco 3

RIGIDEZ EN VIGAS		RIGIDEZ EN VIGAS		RIGIDEZ EN VIGAS			
A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C		
0,00069444	0,00069444	0,00086806	0,00086806	0,00069677	0,00069677		
E-F	F-E	F-G	G-F	G-H	H-G		
0,00069444	0,00069444	0,00086806	0,00086806	0,00069677	0,00069677		
RIGIDEZ EN COLUMNAS							
A-E	0,0011391	B-F	0,0011391	C-G	0,0011391	D-H	0,0011391
E-A	0,0011391	F-B	0,0011391	G-C	0,0011391	H-D	0,0011391
E-I	0,0008136	F-J	0,0008136	G-K	0,0008136	H-L	0,0008136
I-E	0,0008136	J-F	0,0008136	K-G	0,0008136	L-H	0,0008136

Fuente: elaboración propia.

- Factor de giro:

$$u = -\frac{1}{2} * \left[\frac{k}{\sum k} \right]$$

Tabla XXII. Factores de giro en vigas y columnas marco 3

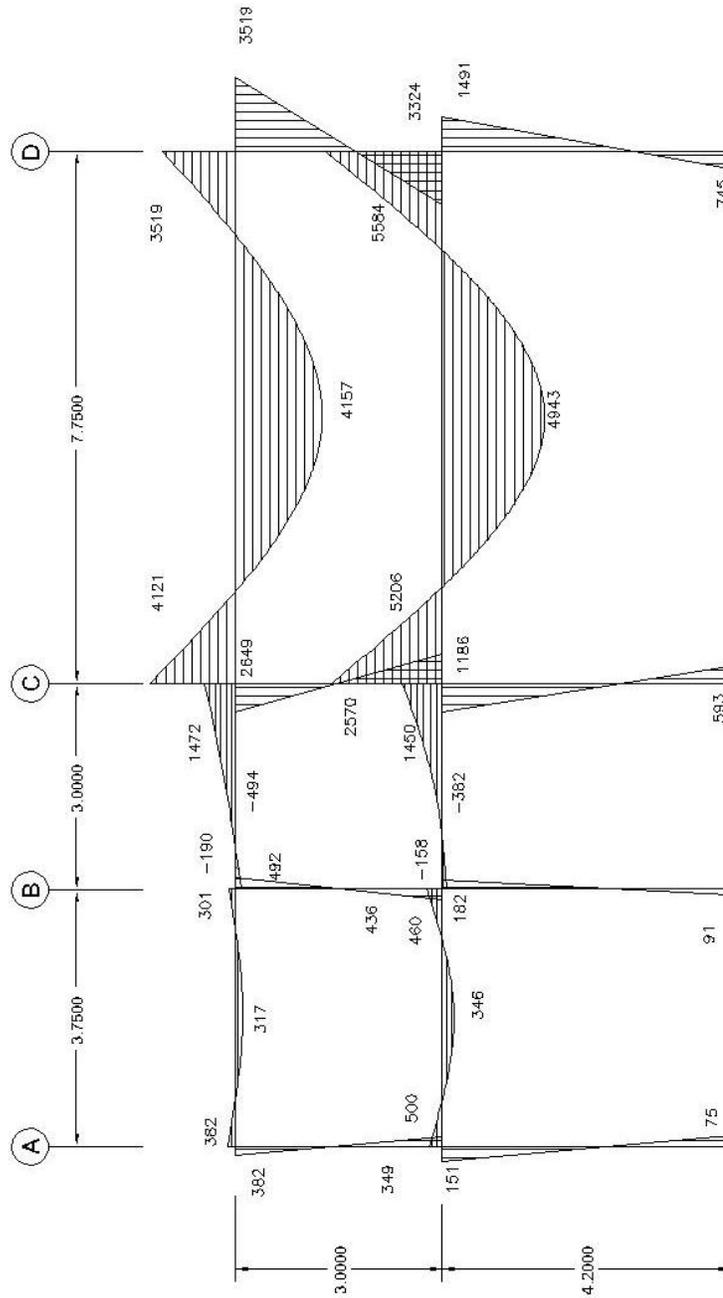
VIGAS		VIGAS		VIGAS			
A-B	B-A	B-C	C-B	C-D	D-C		
-0,18937601	-0,12852644	-0,16065806	-0,16051963	-0,12884652	-0,18977020		
E-F	F-E	F-G	G-F	G-H	H-G		
-0,13116966	-0,09877798	-0,12347247	-0,12339069	-0,09904372	-0,13149398		
COLUMNAS							
A-E	-0,3106240	B-F	-0,2108155	C-G	-0,2106339	D-H	-0,3102298
E-A	-0,2151510	F-B	-0,1620206	G-C	-0,1619133	H-D	-0,2149618
E-I	-0,1536793	F-J	-0,1157290	G-K	-0,1156523	H-L	-0,1535442
I-E	0	J-F	0	K-G	0	L-H	0

Fuente: elaboración propia.

- Momentos finales obtenidos en Kani:

En la figura 8 se muestran los momentos finales obtenidos con el método kani para el marco 3.

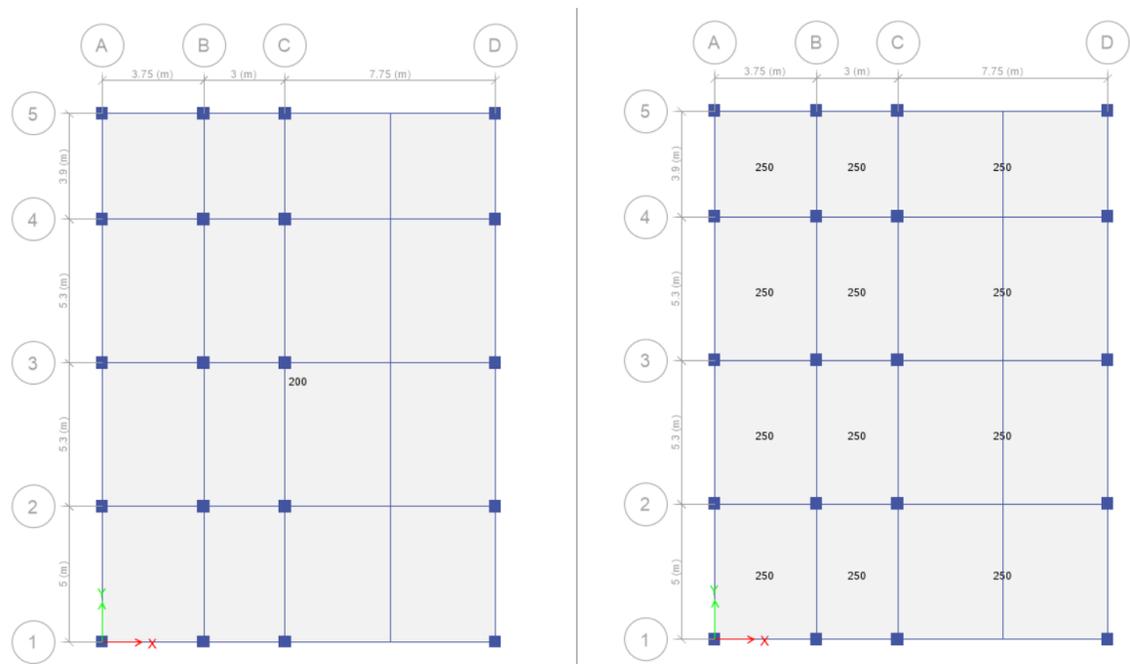
Figura 8. **Momentos finales marco 3 obtenidos con método Kani**



2.1.9. Análisis estructural en el programa Etabs

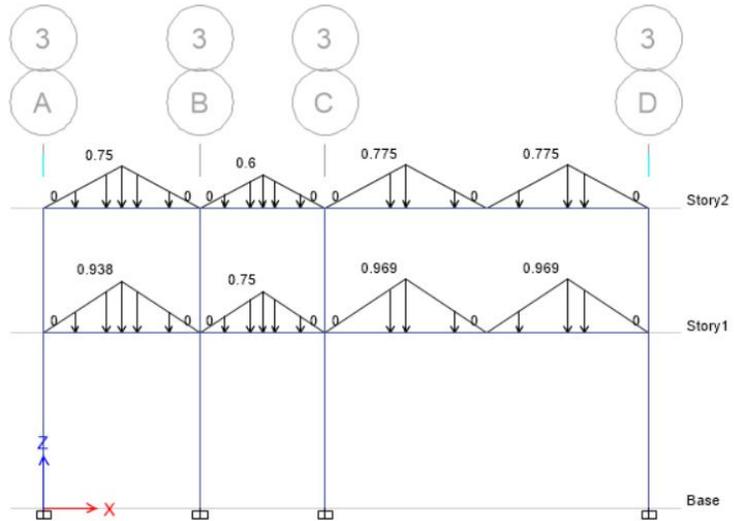
A través del software Etabs se modelo el marco en 3 dimensiones, aplicándole sus respectivas cargas respectivas de carga muerta, carga viva, carga sísmica en ambos sentidos con su excentricidad para obtener finalmente como resultado si las secciones propuestas de vigas y columnas satisfacen a la solitud de cargas.

Figura 9. **Asignación de carga viva por nivel mediante software ETABS**



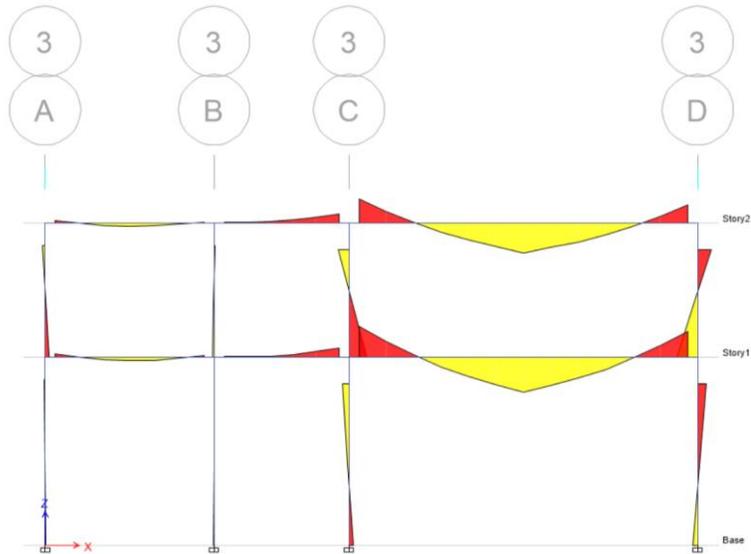
Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 10. **Asignación de cargas vivas marco 3**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Figura 11. **Diagrama de momentos carga viva eje 3**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

2.1.10. Envoltente de momentos

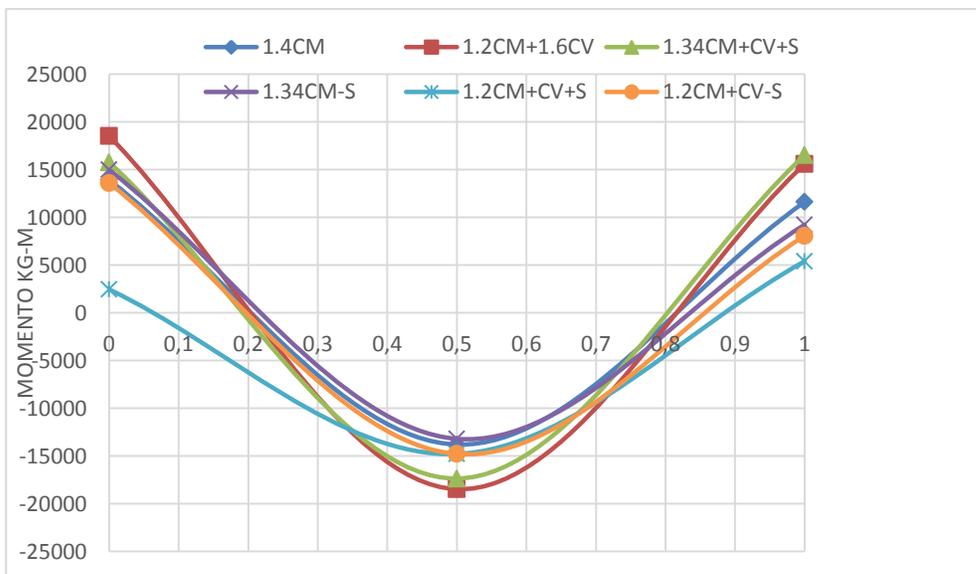
En la tabla XXIII se muestra el envoltente de momentos para diversas combinaciones de AGIES y ACI.

Tabla XXIII. **Envoltente de momentos para diversas combinaciones de AGIES y ACI**

COMBINACION		M (-) IZQ KG-m	M (+) KG-m	M (-) DER KG-m
CR1	1,4CM	13916	-13795,6	11611,6
CR2	1,2CM+1.6CV	18521,6	-18476	15583,2
CR4B	1,34CM+CV+S	15770,6	-17361,36	16515,96
CR5B	1,34CM-S	14989,6	-13204,36	9230,96
ACI	1,2CM+CV+S	2452,2	-14785,4	5403,2
ACI	1,2CM+CV-S	13598	-14785,4	8069,8

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Envoltente de momentos vida CD marco 3 segundo nivel**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Momentos finales de diseño viga CD marco 3 segundo nivel**

UBICACIÓN	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
MOMENTO FINAL kg-m	18522	18476	16516

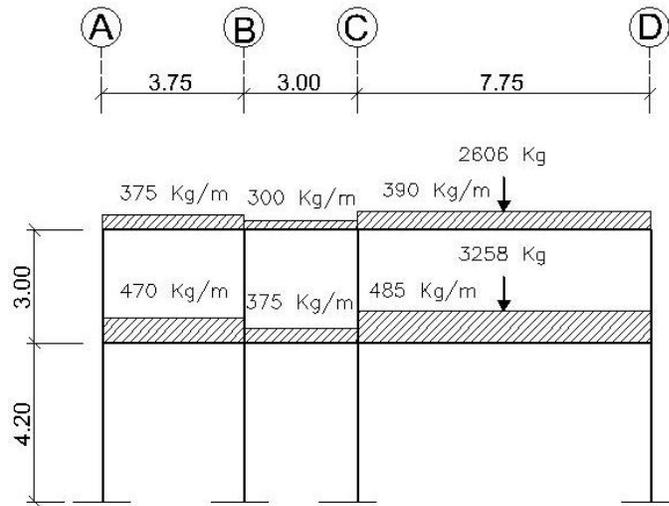
Fuente: elaboración propia.

2.1.11. Comparación de resultado obtenido entre Etabs y método Kani

Para comparación de los resultados obtenidos en Kani y el software Etabs se hará la comparación de la viga CD del marco 3. Donde se comparará las cargas aplicadas, análisis estructural y diseño estructural.

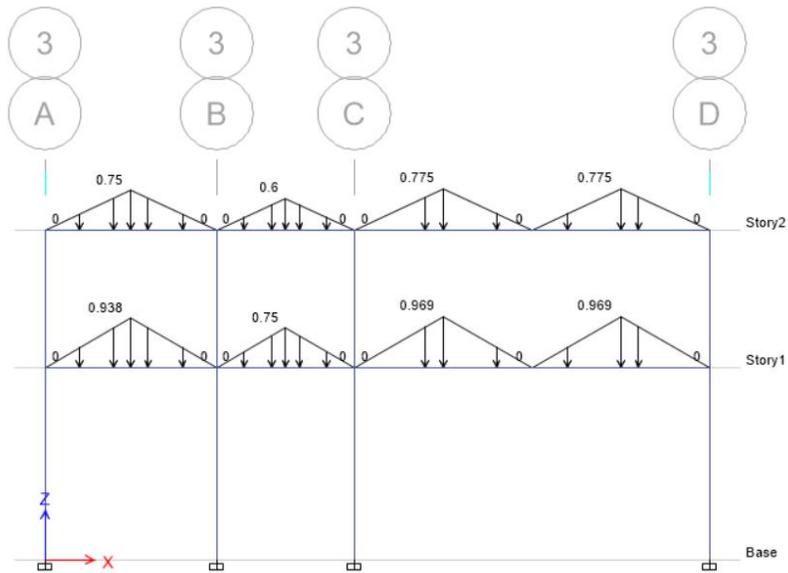
- Integración de carga viva según método manual, se muestran los resultados obtenidos de la figura 12 que corresponden a cargas vivas uniformemente distribuidas en los ejes A y B, B y C, y para los ejes C y D corresponde a carga viva uniformemente distribuida y la carga puntual generada por la viga secundaria que está apoyada sobre la viga CD.

Figura 13. Integración de carga viva marco 3



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Integración de carga viva mediante



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

Debido a que el software calcula las cargas de manera exacta se basa en la distribución de las áreas tributarias en los ejes. Para convertir una carga triangular en una carga uniformemente distribuida se debe de calcular el área bajo la curva y luego dividir dentro de la longitud total del elemento:

$$A = \frac{1}{2} b * h$$

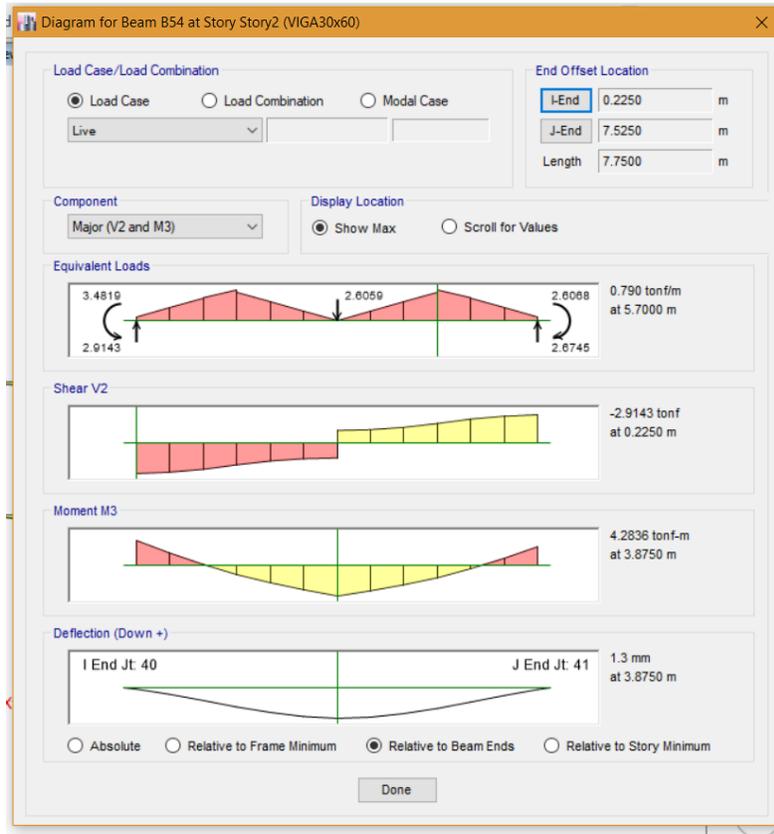
$$A = \frac{1}{2} * 3m * \frac{600 \text{ kg}}{m} = 900 \text{ kg}$$

$$w = \frac{\text{Area}}{\text{Longitud}} = \frac{900 \text{ kg}}{3m} = 300 \text{ kg/m}$$

Se comprueba que el carga triangular de 600 kg/m es equivalente a una carga distribuida de 300 kg/m por lo que la integración manual y la integración del software coinciden.

Para la carga puntual se puede observar que en el programa es de 2 606 kg y mediante la integración manual es de 2 606 Kg.

Figura 15. Diagrama de corte y momento viga 3 CD



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS.

2.1.11.1. Comparación de momentos

Para la comparación de momentos se tomó en cuenta el momento máximo positivo en la luz libre del elemento CD segundo nivel marco 3, siendo este de 4,28 tonf-m, y mediante el análisis estructural de Kani se obtuvo un momento de 4,15 tonf-m. siendo este un error, del 3,13 %. Por consiguiente para el diseño de las losas, vigas y columnas se aplicaran los datos obtenidos del método Kani.

2.1.12. Diseño estructural

- Losas

El método 3 del ACI 1963 es el utilizado para el diseño de losas donde se calculan momentos negativos y positivos en los 2 sentidos de las losas, a continuación se diseña las losas del primer nivel.

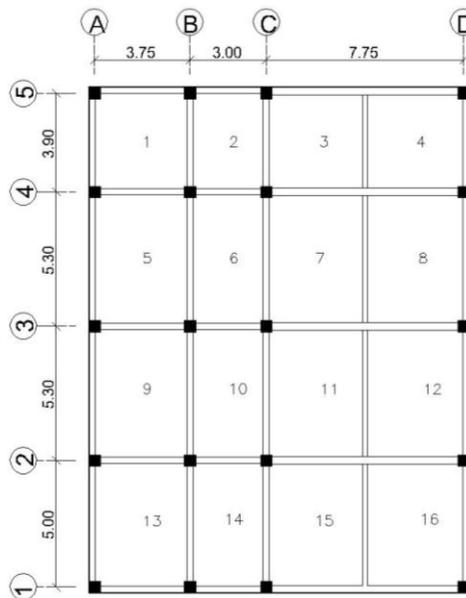
Especificaciones de los materiales:

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 10 \text{ cm}$$

Figura 16. Numeración de losas primer y segundo nivel



Fuente: elaboración propia.

Carga de diseño para losas:

$$\text{Carga última CU: } 1,4\text{CM} + 1,7\text{ CV}$$

Cálculo de momentos para losas en dos direcciones: el análisis se hace con base en el método 3 del ACI del 1963.

Para el cálculo de los momentos negativos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a(-)} = C_a * C_u * l_a^2$$

$$M_{b(-)} = C_b * C_u * l_b^2$$

Para el cálculo de los momentos positivos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

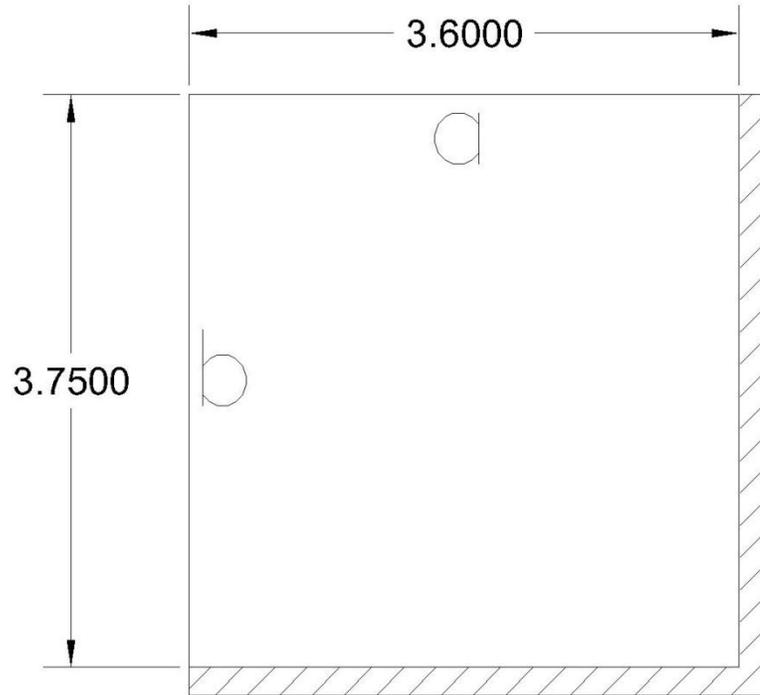
$$M_{a(+)} = C_a * 1,4\text{CM} * l_a^2 + C_a * 1,7\text{CV} * l_a^2$$

$$M_{b(+)} = C_a * 1,4\text{CM} * l_b^2 + C_a * 1,7\text{CV} * l_b^2$$

Donde **a** siempre será el lado más corto de la losa a analizar.

Diseño de losa 1 primer nivel:

Figura 17. Losa 1 primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

$$\begin{aligned} A &= 3,60\text{m} \\ B &= 3,75\text{m} \\ a/b &= 0,96\text{m} \end{aligned}$$

$$C_u = 1,4 \left(240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 125 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,7 \left(250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 936 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$M_{a-} = 0,055 * 935 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,6\text{m})^2 = 667,18 \text{ kg} - \text{m}$$

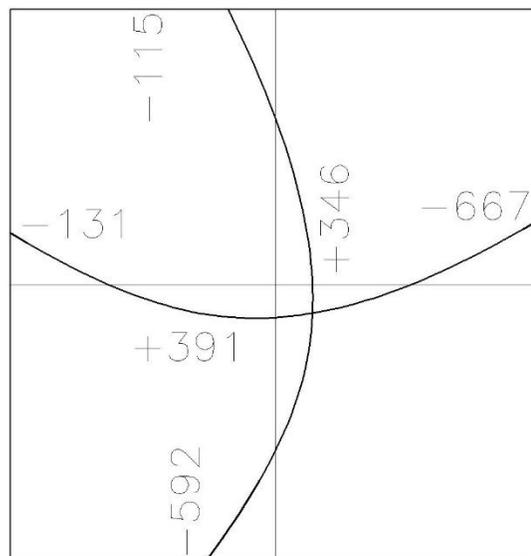
$$M_{b-} = 0,045 * 935 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,75\text{m})^2 = 592,31 \text{ kg} - \text{m}$$

Momentos positivos:

$$M_{a+} = 0,03 * 1,4 * 365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,6\text{m})^2 + 0,035 * 1,7 * 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,6\text{m})^2$$
$$= 391,45 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,024 * 1,4 * 365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,75\text{m})^2 + 0,029 * 1,7 * 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,75\text{m})^2$$
$$= 345,78 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 18. **Momentos positivos y negativos losa 1 primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Tabla XXV. **Coefficientes de momentos para las losas del primer nivel**

COEFICIENTE DE MOMENTOS LOSA EN DOS DIRECCIONES										
LOSA	LADO A	LADO B	RELACION	CASO	Coeficiente negativo		Coeficiente positivo CM		Coeficiente positivo CV	
					Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)	Ma (+)	Mb (+)
1	3,6	3,75	0,96	4	0,055	0,045	0,03	0,024	0,035	0,029
2	2,75	3,75	0,73	9	0,078	0,014	0,031	0,007	0,046	0,013
3	3,65	3,67	0,99	9	0,06	0,033	0,023	0,02	0,03	0,028
4	3,67	3,75	0,98	4	0,051	0,051	0,027	0,027	0,0325	0,0325
5	3,6	5,,05	0,71	8	0,068	0,029	0,04	0,011	0,054	0,014
6	2,75	5,05	0,54	2	0,084	0,007	0,035	0,003	0,062	0,006
7	3,65	5	0,73	2	0,071	0,019	0,029	0,008	0,047	0,013
8	3,75	5	0,75	8	0,061	0,036	0,036	0,013	0,049	0,016
9	3,6	5,05	0,71	8	0,068	0,029	0,04	0,011	0,054	0,014
10	2,75	5,05	0,54	2	0,084	0,007	0,035	0,003	0,062	0,006
11	3,65	5	0,73	2	0,071	0,019	0,029	0,008	0,047	0,013
12	3,75	5	0,75	8	0,061	0,036	0,036	0,013	0,049	0,016
13	3,6	4,85	0,74	4	0,076	0,024	0,043	0,013	0,053	0,016
14	2,75	4,85	0,57	9	0,085	0,005	0,0375	0,0025	0,061	0,0065
15	3,65	4,77	0,77	9	0,078	0,014	0,031	0,007	0,046	0,013
16	3,75	4,77	0,79	4	0,071	0,029	0,029	0,01	0,048	0,02

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVI se muestra los momentos finales de todas las losas del primer nivel

Tabla XXVI. Momentos negativos y positivos en losas del primer nivel

COEFICIENTE DE MOMENTOS LOSA EN DOS DIRECCIONES										
LOSA	LADO A	LADO B	RELACION	CASO	momento negativo		Momento positivo CM		Momento positivo CV	
					Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)	Ma (+)	Mb (+)
1	3,6	3,75	0,96	4	667	592	199	172	193	173
2	2,75	3,75	0,73	9	552	184	120	50	148	78
3	3,65	3,67	0,99	9	748	416	157	138	170	160
4	3,67	3,75	0,98	4	643	671	186	194	186	194
5	3,6	5,05	0,71	8	825	692	265	143	297	152
6	2,75	5,05	0,54	2	595	167	135	39	199	65
7	3,65	5	0,73	2	885	445	197	102	266	138
8	3,75	5	0,75	8	803	842	259	166	293	170
9	3,6	5,05	0,71	8	825	692	265	143	297	152
10	2,75	5,05	0,54	2	595	167	135	39	199	65
11	3,65	5	0,73	2	885	445	197	102	266	138
12	3,75	5	0,75	8	803	842	259	166	293	170
13	3,6	4,85	0,74	4	922	528	285	156	292	160
14	2,75	4,85	0,57	9	602	110	145	30	196	65
15	3,65	4,77	0,77	9	973	298	211	81	260	126
16	3,75	4,77	0,79	4	935	618	208	116	287	193

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Momentos finales en losas del primer nivel

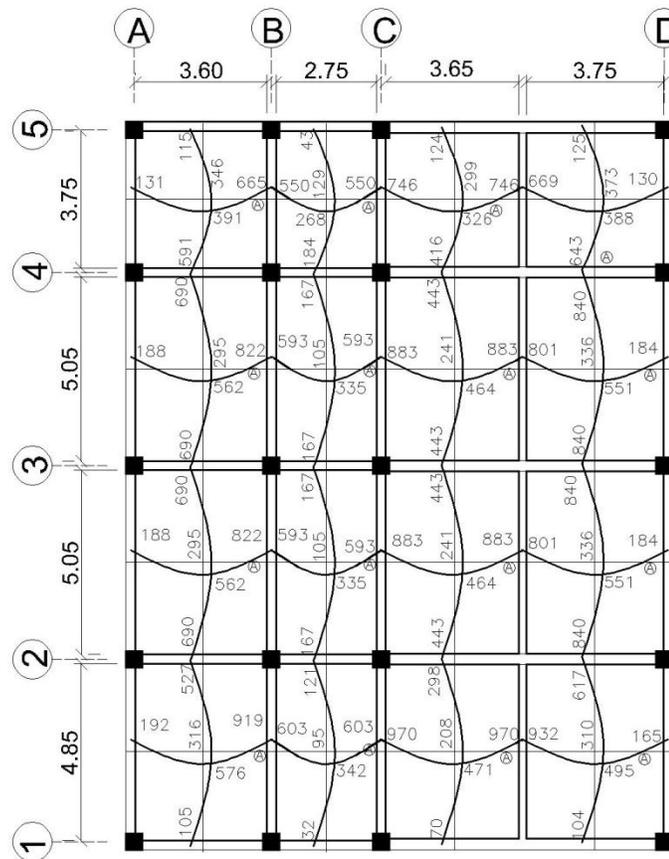
LOSA	momento negativo		Momento positivo CM	
	Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)
1	665	591	391	346
2	550	184	268	129
3	746	416	326	299
4	643	669	373	388
5	822	690	562	295
6	593	167	335	105
7	883	443	464	241
8	801	840	551	336
9	822	690	562	295
10	593	167	335	105

Continuación de la tabla XXVII.

11	883	443	464	241
12	801	840	551	336
13	919	527	576	316
14	603	121	342	95
15	970	298	471	208
16	932	617	495	310

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Momentos de losa sin balancear primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.2016.

- Balanceo de momentos

Para el balanceo de momentos en las losas existen 2 métodos, el primero consiste en aplicar el promedio de los 2 momentos cuando él no existe variación mayor al 20 %, y cuando existe una variación mayor al 20 % se aplica el método de balanceo por rigideces.

$$\text{Rigidez} = k = \frac{1}{\text{longitud}}$$

$$m_{1ba} = m_1 - \left[(m_1 - m_2) * \frac{k_1}{k_1 + k_2} \right]$$

$$m_{2ba} = m_2 + \left[(m_1 - m_2) * \frac{k_1}{k_1 + k_2} \right]$$

Siempre m1 es el mayor momento de los 2

Para la losa 1 y 2 se aplicará el balanceo de momentos, donde m1 = 665 kg-m y m2= 550 kg-m.

$$M1 * 0,80 = 665 \text{ kg-m} * 0,80 = 532 \text{ kg-m}$$

Por lo tanto, se aplicará el balanceo de momentos por promedios

$$m_{bal} = \frac{665 \text{ kg} - m + 550 \text{ kg} - m}{2} = 607,5 \text{ kg} - m$$

Balanceo de momento para losa 2 y 3

$$M1 = 746 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 550 \text{ kg-m}$$

746 kg·m * 0,80 = 597 kg·m, este momento es mayor que 550 kg·m por lo que se aplicara el balanceo de momentos por rigideces:

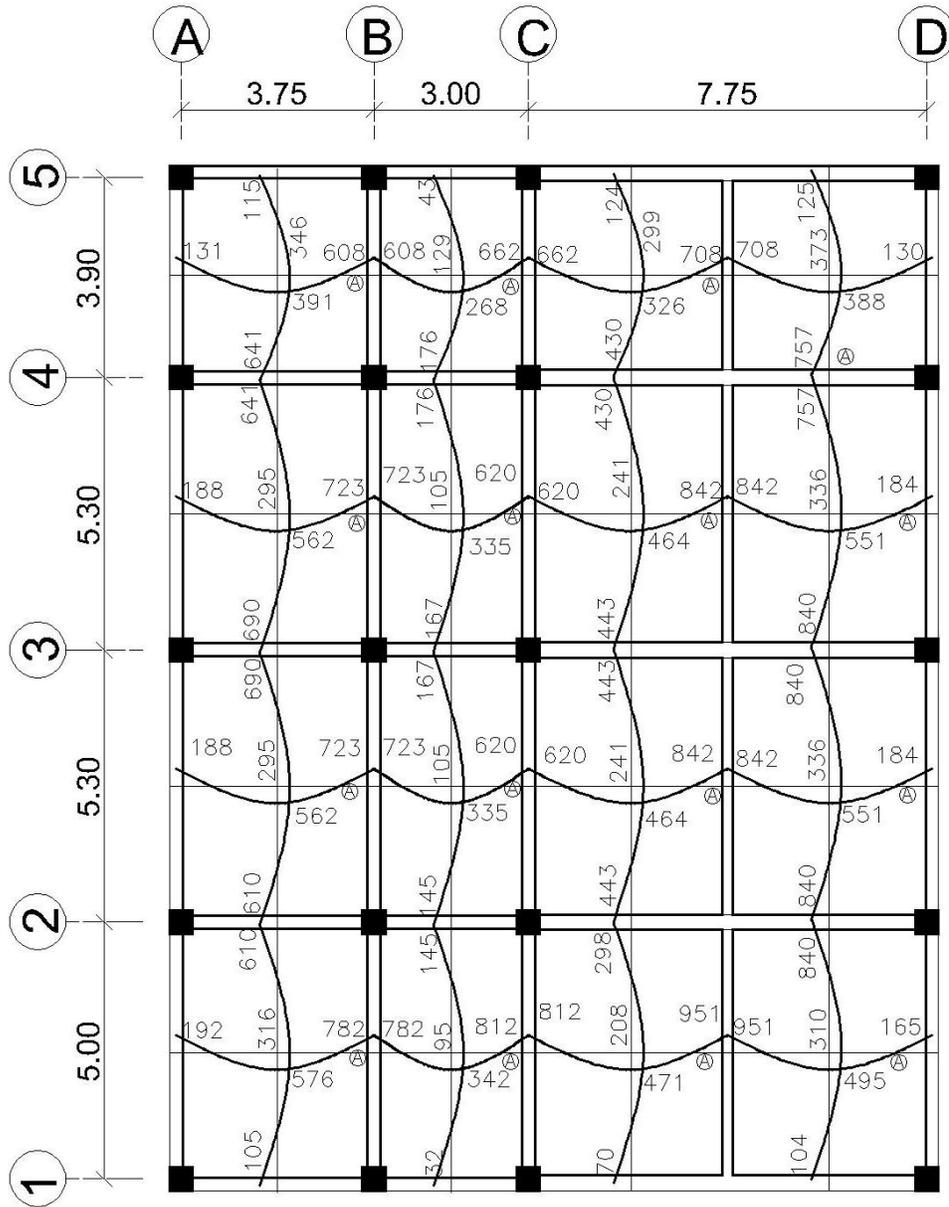
$$k_1 = \frac{1}{3,65\text{m}} = 0,27$$

$$k_2 = \frac{1}{2,75\text{m}} = 0,36$$

$$m_{1\text{bal}} = 746 \text{ kg} \cdot \text{m} - \left[(746 - 550) * \frac{0,27}{0,27 + 0,36} \right] = 662 \text{ kg} - \text{m}$$

$$m_{2\text{bal}} = 550 \text{ kg} \cdot \text{m} + \left[(746 - 550) * \frac{0,36}{0,36 + 0,36} \right] = 662 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 20. **Momentos finales balanceados para las losas del primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.2016.

- Cálculo del área de acero para el refuerzo a flexión:

Datos:

$$\begin{aligned}
 T &= 10\text{cm} \\
 \text{Rec} &= 2,5\text{cm} \\
 d &= 7,50\text{cm} \\
 f_y &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \\
 f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Determinación de acero mínimo a flexión en la losa, tomando como base una franja unitaria de 1m (100 cm)

$$A_s \text{ min} = 14 * \frac{bd}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = 14 * \frac{100\text{cm} * 7,50\text{cm}}{2800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3,75\text{cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0,80 * \sqrt{f'_c} * \frac{bd}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = 0,80 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * \frac{100\text{cm} * 7,50\text{cm}}{2800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3,59\text{cm}^2$$

- Determinación de cuantía de acero para falla balanceada

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 * \beta * f'_c}{f_y} * \left[\frac{6120}{6120 + f_y} \right]$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2800} * \left[\frac{6120}{6120 + 2800} \right] = 0,05$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,50 * \rho_{\text{bal}} = 0,50 * 0,05 = 0,025$$

Acero requerido para losa 1 momento negativo:

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

$$As = \left[100 * 7,5 - \sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{608 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2800} = 3,30\text{cm}^2$$

Acero requerido para losa 1 momento positivo:

$$As = \left[100 * 7,5 - \sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{391 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2800} = 2,10\text{cm}^2$$

Debido a que el acero requerido es menor al mínimo se debe usar el acero mínimo.

Separación de varillas de acero para el armado de losas.

$3,75 \text{ cm}^2$	100 cm
$0,71 \text{ cm}^2$	x

$$x = \frac{0,71 * 100}{3,75} = 18,93\text{cm}$$

Se establece el armado con varilla núm. 3 @ 18 cm en ambos sentidos para los momentos que sean menores al momento que soporta el acero mínimo (700 kg-m)

A continuación, se muestra la tabla XXVIII final de armado de losa del primer nivel

Tabla XXVIII. **Armado final de losas, primer nivel**

DISTRIBUCIÓN DE ACERO EN LOSAS PRIMER NIVEL				
LOSA	1	DIRECCIÓN	X	Acero núm 3 @ 18 cm
			Y	Acero núm 3 @ 18 cm
LOSA	2	DIRECCIÓN	X	Acero núm 3 @ 18 cm
			Y	Acero núm 3 @ 18 cm
LOSA	3	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	4	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 16 cm
LOSA	5	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	6	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	7	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 14 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	8	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 14 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 14 cm
LOSA	9	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	10	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	11	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 14 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	12	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 14 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 14 cm
LOSA	13	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	14	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 14 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	15	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 12 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	16	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 12 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 14 cm

Fuente: elaboración propia.

- Distribución de acero en losas del segundo nivel:

A continuación, se muestra la tabla XXIX final de armado de losa del segundo nivel:

Tabla I. Armado final de losa, segundo nivel

DISTRIBUCION DE ACERO EN LOSAS SEGUNDO NIVEL				
LOSA	1	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 18 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	2	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 18 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	3	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	4	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 16 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 17 cm
LOSA	5	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	6	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	7	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 15 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	8	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 15 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 15 cm
LOSA	9	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	10	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	11	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 15 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	12	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 15 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 15 cm
LOSA	13	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 17 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	14	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 15 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	15	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 12 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 18 cm
LOSA	16	DIRECCIÓN	X	Acero Núm 3 @ 12 cm
			Y	Acero Núm 3 @ 15 cm

Fuente: elaboración propia.

2.1.12.1. Vigas

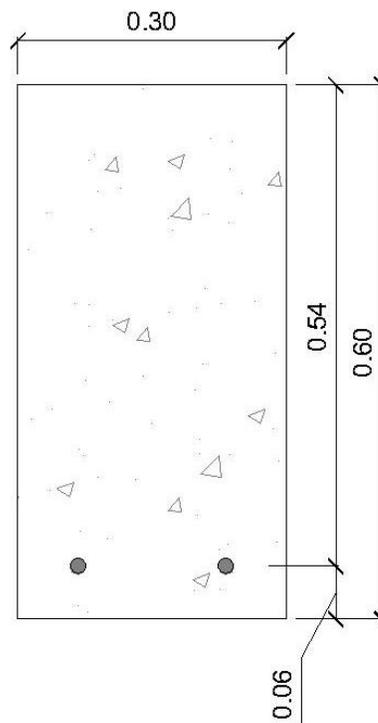
Para el diseño estructural de las vigas se tomará como muestra de cálculo la viga C-D eje 3 con los momentos finales obtenidos de la envolvente de momentos.

Cálculo del peralte (d):

$$d = H - rec - At - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 60cm - 4cm - 0,95cm - \frac{1,59cm}{2} = 54 cm$$

Figura 21. Dimensiones geométricas de viga CD



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Área de acero mínimo:

Para el cálculo del acero mínimo según 318-11, para un elemento a sometido a flexión en pórticos especiales resistentes a momento se considera 2 ecuaciones como la cuantía mínima de acero:

$$As_{min} = 14 * \frac{b * d}{f_y}$$

$$As_{min} = 0,80 * \sqrt{f'_c} * \frac{bd}{f_y}$$

$$As_{min} = 14 * \frac{30\text{cm} * 54\text{cm}}{4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 5,4\text{cm}^2$$

$$As_{min} = 0,80 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * \frac{30\text{cm} * 54\text{cm}}{4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 5,16\text{cm}^2$$

Se utilizara 5,4 cm² como acero mínimo para el diseño de esta viga.

- Cálculo de Pbal y cuantía máxima de refuerzo:

Se utiliza la ecuación siguiente:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * \beta * f'_c}{f_y} * \left[\frac{6\,120}{6\,120 + f_y} \right]$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\,200} * \left[\frac{6\,120}{6\,120 + 4\,200} \right] = 0,0285$$

El código ACI 318S-11 define en la sección 21.5.2.1 que la cuantía, p, no debe exceder 0.025, lo cual es un valor inferior a la cuantía calculada por pbal. Por lo que se tomara como cuantía máxima 0,025.

- Cálculo de acero de refuerzo:

Para el cálculo de acero de refuerzo se debe de calcular en función del momento ya sea positivo o negativo que se genera en el nodo además del momento positivo que se genera en la luz libre del elemento.

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Acero requerido para el momento positivo en la viga CD marco 3 segundo nivel:

$$As = \left[30\text{cm} * 54\text{cm} - \sqrt{(30\text{cm} * 54\text{cm})^2 - \frac{18\,476\text{kg} - \text{m} * 30\text{cm}}{0,003825 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right] * \frac{0,85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$= 9,55\text{cm}^2$$

Acero requerido para el momento negativo en nodo c

$$As = \left[30\text{cm} * 54\text{cm} - \sqrt{(30\text{cm} * 54\text{cm})^2 - \frac{18\,522\text{kg} - \text{m} * 30\text{cm}}{0,003825 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right] * \frac{0,85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$= 9,58\text{cm}^2$$

Acero requerido para el momento negativo en nodo d

$$A_s = \left[30\text{cm} * 54\text{cm} - \sqrt{(30\text{cm} * 54\text{cm})^2 - \frac{16516\text{kg} - m * 30\text{cm}}{0,003825 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right] * \frac{0,85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$= 8,48\text{cm}^2$$

Según lo especificado en el ACI 318S-11 sección 21.5.2.2 todo momento positivo en la cara del nodo no debe ser menor que la mitad del momento negativo proporcionada en esa misma cara; la resistencia a momento positivo o negativo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento no debe ser menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nodos.

- Momento positivo en nodo C

$$9,58 \text{ cm}^2 * 0,50 = 4,79 \text{ cm}^2$$

Debido a que esta área de acero es menor a la requerida por el código, se optara por $5,4 \text{ cm}^2$

- Momento positivo en nodo D

$$8,48 \text{ cm}^2 * 0,50 = 4,24 \text{ cm}^2$$

Debido a que esta área de acero es menor a la requerida por el código, se optará por $5,4 \text{ cm}^2$

- Momento positivo en longitud del elemento

$$9,55\text{cm}^2 * 0,25 = 2,38 \text{ cm}^2$$

Debido a que esta área de acero es menor a la requerida por el código, se optará por $5,4 \text{ cm}^2$

2.1.12.1.1. Armado de viga

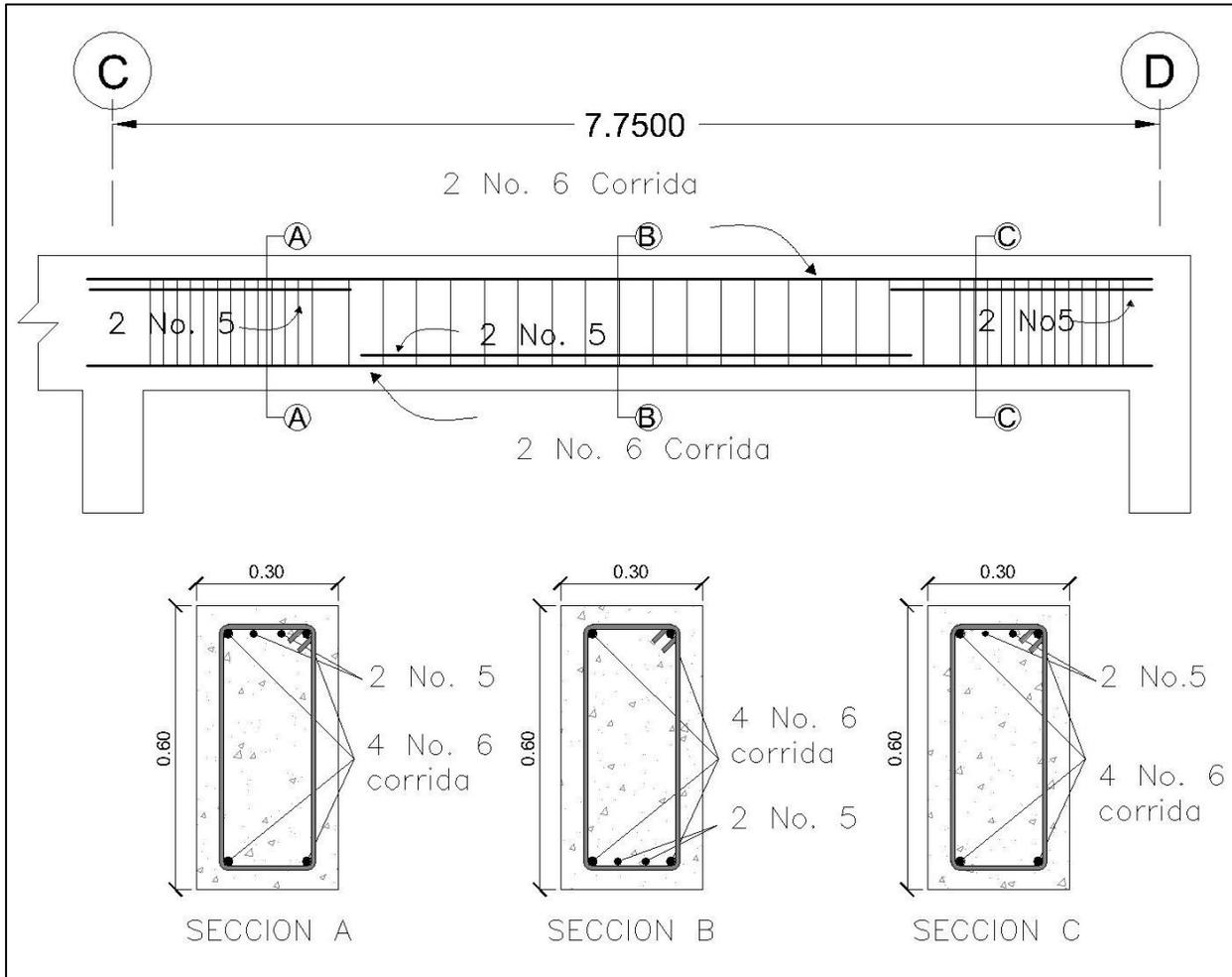
Se propone 2 varillas núm 6 con área de $2,84 \text{ cm}^2$ para un total de $5,68 \text{ cm}^2$ tanto en la cama inferior como superior de la viga.

Para el nodo C momento negativo se debe colocar 2 bastones núm. 5 adicionales para un total de $9,66 \text{ cm}^2$ cumpliendo con el área requerida de $9,58 \text{ cm}^2$.

Para el nodo D momento negativo se debe colocar 2 bastones núm. 5 adicionales para un total de $9,66 \text{ cm}^2$ cumpliendo con el área requerida de $8,48 \text{ cm}^2$.

Para el momento positivo del elemento se deben adicionar 2 tensiones núm. 5 para un total de $9,66 \text{ cm}^2$ cumpliendo con el área requerida de $9,55 \text{ cm}^2$

Figura 22. Armado final de viga CD segundo nivel eje 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.12.2. Diseño de refuerzo transversal en la viga

Para el cálculo de la fuerza cortante de diseño, V_c , se utiliza la fórmula descrita en la sección 21.5.4.1.

$$V_c = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{(1,2C_M + 1C_V) * l_n}{2}$$

Para los momentos en los extremos M_{pr} basados en el esfuerzo de tracción en el refuerzo de 1,25 f_y se utiliza la siguiente expresión:

$$M_{pr} = 1,25f_y * A_s * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$a = \frac{1,25f_y * A_s}{0,85 * f'_c * b}$$

Cálculo del área de acero para flexión negativa M_{pr1} :

$$a = \frac{1,25 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (2 * 1,99\text{cm}^2 + 2 * 2,84\text{cm}^2)}{0,85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30\text{cm}} = 7,10\text{cm}$$

$$M_{pr} = 1,25 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 9,66 \text{ cm}^2 * \left(54 \text{ cm} - \frac{7,10\text{cm}}{2}\right) = 25 585,72 \text{ kg} - \text{m}$$

Cálculo del área de acero para flexión negativa M_{pr2} :

$$a = \frac{1,25 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (2 * 2,84\text{cm}^2)}{0,85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30\text{cm}} = 4,17\text{cm}$$

$$M_{pr} = 1,25 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 9,66 \text{ cm}^2 * \left(54\text{cm} - \frac{4,17\text{cm}}{2}\right) = 15 045 \text{ kg} - \text{m}$$

Se debe adicionar el cortante producido por la carga puntual al centro de la viga y está a su vez adicionarla a la carga distribuida.

$$V_p = \frac{(1,2CM + 1CV)}{2}$$

$$\frac{1,2 * 5655,95 \text{ kg} + 1 * 2606 \text{ kg}}{2} = 4696,57\text{kg}$$

Cortante producido por la cara distribuida

$$\frac{\left(1,2 * 1067,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 390 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) * 7,3\text{m}}{2} = 6096,96\text{kg}$$

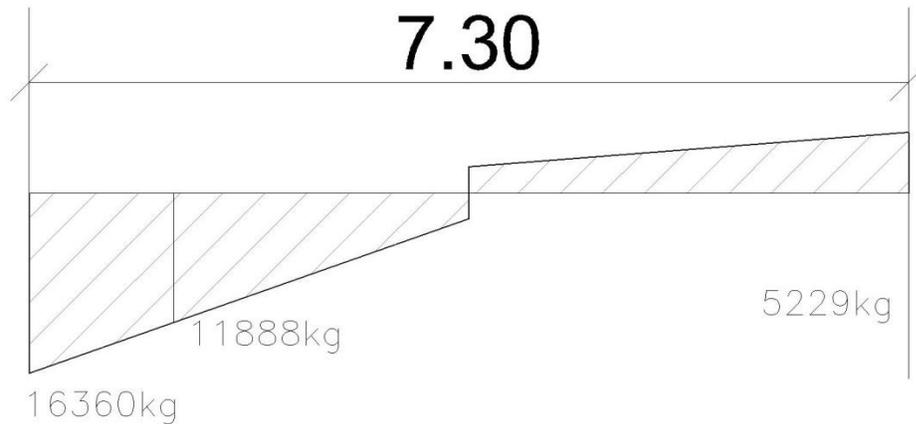
Cortante total en la viga

$$V_c = \frac{25585\text{kg} - m + 15045\text{kg} - m}{7,30} \pm 10795\text{kg}$$

$$V_{c1} = 16360 \text{ kg}$$

$$V_{c2} = 5229 \text{ kg}$$

Figura 23. Diagrama de corte viga CD segundo nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Debido a que el cortante por sismo no excede al 50 % del cortante total, se tomará en cuenta el valor del esfuerzo de corte del concreto para el diseño de refuerzo transversal.

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

$$V_c = 0,53 * 0,85 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 30cm * 54cm = 12\ 212\ kg$$

Para el cálculo del refuerzo transversal se debe de calcular el espaciamiento de las varillas, en este caso se propone el uso de varilla núm. 3

$$S = \frac{2 * \phi * f_y * d}{V_{as}}$$

$$S = \frac{2 * 0,71\text{cm}^2 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 54\text{cm}}{16360\text{kg} - 12,212\text{kg}} = 75 \text{ cm}$$

Se debe verificar el código ACI en la sección 21.5.3.2 donde indica la separación de estribos para la zona confinada del elemento correspondiente a dos veces la altura de la viga (1,2 m).

$$d/4 = 13,50 \text{ cm}$$

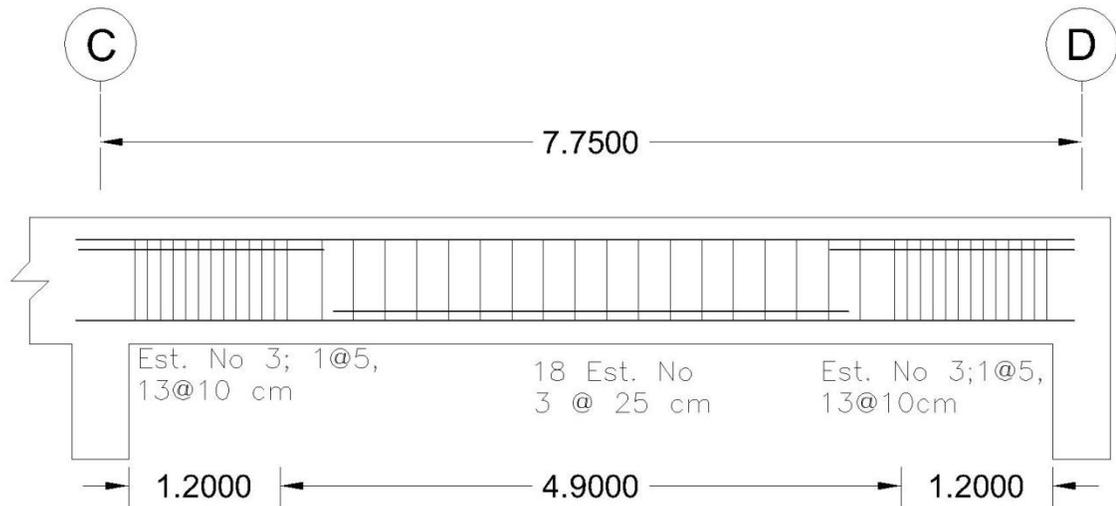
$$15 \text{ cm}$$

$$6db = 6 * 1,59 \text{ cm} = 9,54 \text{ cm}$$

Se propone una separación de refuerzo transversal a 10 cm, ya que es el menor valor que cumple con la separación especificada en el ACI, para una longitud de 1,2 metros colocando el primer estribo a 5 cm de distancia del rostro del elemento.

Para la longitud no confinada se colocarán estribos cerrados a una distancia de $d/2$ lo que es equivalente a 27 cm, por requisitos de armado se propone a 25 cm.

Figura 24. **Distribución de estribos de confinamiento y estribos cerrados en viga CD segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.12.2.1. Armado final de vigas

Mediante el software ETABS se obtuvieron los porcentajes de acero requeridos para el armado de cada viga de manera individual, considerando que los % menores al acero mínimo se tomaron como % de acero mínimo, a continuación se muestra la tabla de los diversos tipos de vigas existentes para todo el edificio, esto se realizó con el objetivo de optimizar el armado y no colocar acero de refuerzo adicional al requerido.

Tabla XXIX. Armado final de vigas

Elemento	Núm.do izquierdo	Centro	Núm.do derecho
V25X50A	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3
V25X50A	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3
V25X50A	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3
V25X50A	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3
V25X50B	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido
V25X50C	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido 1 núm. 3
V25X50D	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 3	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido 2 núm. 4
V25X50E	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido
V25X50D	2 núm. 5 corrido 1 núm. 3	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4
V25X50D	2 núm. 5 corrido 1 núm. 3	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4
V30X60A	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 5	2 núm. 6 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 5
V30X60B	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6
V30X60B	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6
V30X60B	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 6
V30X60A	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 5	2 núm. 6 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 6 corrido + 2 núm. 5
V25X50F	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 4
V25X50G	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 4
V25X50H	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50I	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4
V25X50G	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 4
V25X50H	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50J	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50J	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50H	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50H	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50K	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4
V25X50K	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 4
V25X50H	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 5
V25X50L	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 6	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 6
V25X50M	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 6	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 2 núm. 5
V25X50L	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 6	2 núm. 5 corrido	2 núm. 5 corrido + 1 núm. 6

Fuente: elaboración propia.

2.1.12.3. Columnas

Diseño de columna crítica D-3 del primer nivel, que es la que presenta mayor momento inducido por carga sísmica.

2.1.12.3.1. Envolvente de momentos

A continuación se muestra la envolvente de momentos de la columna D-3 del primer nivel en sentido x, se tomó en cuenta las combinaciones descritas por AGIES y ACI

Tabla XXX. **Momentos de columna D-3 eje X primer nivel**

Carga	M superior kg-m	M inferior kg-m
Carga muerta	2 610	-1 305
Carga viva	1 491	-745
Carga sismo X	3 950	-5 844

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Combinaciones de carga según AGIES y ACI para columna D-3 eje x primer nivel**

Combinación		M superior KG-m	M inferior KG-m
CR1	1,4CM	3 654	-1 827
CR2	1,2CM+1,6CV	5 517,6	-2 758
CR4B	1,34CM+CV+S	8 938,4	-8 337,7
CR5B	1,34CM-S	-4 52,6	4 095,3
ACI	1,2CM+CV+S	8 573	-8 155
ACI	1,2CM+CV-S	673	3 533

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Momentos finales de diseño columna D-3 eje X primer nivel**

Momentos finales Kg-m	8940	-8337,7
-----------------------	------	---------

Fuente: elaboración propia.

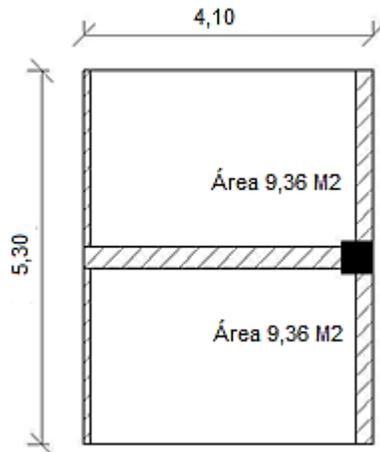
Se consideró únicamente los momentos máximos con signo negativo (giran en sentido anti horario) debido a que en las combinaciones CR5B y ACI se considera el sismo con sismo contrario y genera momentos horarios siendo estos inferiores a los producidos al sentido antihorario.

Figura 25. **Envolvente de momentos columna D-3 eje X primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Área tributaria de columna D-3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.12.3.2. Integración de carga última columna D-3

- Peso de losa: $2\,400\text{ kg/m}^3 \times 0,10\text{ m} \times 9,36\text{ m}^2 \times 2 = 4\,492,80\text{ Kg}$.
- Sobrecarga: $125\text{ kg/m}^2 \times 5,30\text{ m} \times 4,10\text{ m} = 2\,716,25\text{ Kg}$.
- Peso de viga 25 cm x 50 cm: $4,85\text{ m} \times 0,25\text{ m} \times 0,50\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3 = 1\,455\text{ Kg}$
- Peso de viga 30 cm x 60 cm: $3,65\text{ m} \times 0,30\text{ m} \times 0,60\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3 = 1\,577\text{ Kg}$
- Peso de viga secundaria 25 cm x 40 cm: $5\text{ m} \times 0,125\text{ m} \times 0,40\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3 = 480\text{ Kg}$
- Total peso muerto por nivel: $4\,493 + 2\,717 + 1\,455 + 1\,577 + 480 = 10\,722\text{ Kg}$
- Peso total de la columna: $0,45\text{ m} \times 0,45\text{ m} \times 2\,400\text{ kg/m}^3 \times 7,2\text{ m} = 3\,500\text{ Kg}$
- Carga viva segundo nivel: $5,30\text{ m} \times 4,10\text{ m} \times 200\text{ kg/m}^2 = 4\,346\text{ Kg}$

- Carga viva primer nivel: $5,30 \times 4,10 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 = 5\,432,50 \text{ Kg}$
- Peso total mayorado: $1,4 (10\,722 \text{ kg} \times 2 + 3\,500 \text{ kg}) + 1,7(4\,346 \text{ kg} + 5\,433 \text{ kg}) = 51\,545,90 \text{ kg}$

2.1.12.3.3. Datos finales de diseño para columna D-3 primer nivel

Sección de columna	=	45 cm x 45 cm
Momento máximo Y	=	8 785 kg-m
Momento máximo X	=	8 940 kg-m
Recubrimiento	=	4 cm

- Inercia de columna:

$$0,70 \frac{1 * B * H^3}{12} = 0,70 * \frac{45 \text{ cm} * (45 \text{ cm})^3}{12} = 239,203,125 \text{ cm}^4$$

- Inercia de viga sentido X:

$$0,35 \frac{1 * B * H^3}{12} = 0,35 * \frac{30 \text{ cm} * (60 \text{ cm})^3}{12} = 189,000 \text{ cm}^4$$

- Inercia de viga sentido Y:

$$0,35 \frac{1 * B * H^3}{12} = 0,35 * \frac{25 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 91,145,84 \text{ cm}^4$$

- Grado de empotramiento o restricción

En estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas parcialmente por los sistemas de piso, sin que existan articulaciones o empotramientos perfectos. El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y el sistema de piso, la cual puede definirse de la siguiente forma:

$$\psi_i = \frac{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{\text{Viga}}}$$

- Esbeltez en grado X:

$$\psi_i = \frac{\sum \left(\frac{239\,203,125 \text{ cm}^4}{300 \text{ cm}} \right) + \left(\frac{239\,203,125 \text{ cm}^4}{420 \text{ cm}} \right)}{\left(\frac{189\,000 \text{ cm}^4}{775 \text{ cm}} \right)} = 5,60$$

Extremo inferior: por definición el grado de restricción en la base es igual a cero, pero debido a que en la realidad jamás se contara con un empotramiento perfecto se debe de considerar como 1.

$$\psi_i = 1$$

El grado de restricción debe ser igual al promedio en los extremos

$$\psi_p = \frac{5,60 + 1}{2} = 3,3$$

- Cálculo del coeficiente de rigidez:

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \psi_p} = 0,90 * \sqrt{4,30} = 1,87$$

- Esbeltez en X:

$$E = \frac{kl_n}{0,30b} = \frac{1,87 * 3,90}{0,30 * 0,45} = 54$$

Debido a que 54 es mayor que 21, se considera la columna como intermedia.

- Esbeltez en grado Y:

$$\psi_i = \frac{\sum \left(\frac{239,203.125cm^4}{300cm} \right) + \left(\frac{239,203.125cm^4}{420cm} \right)}{\left(\frac{91,145.84cm^4}{530cm} \right) * 2} = 3.97$$

Extremo inferior: por definición el grado de restricción en la base es igual a cero, pero debido a que en la realidad jamás se contara con un empotramiento perfecto se debe de considerar como 1.

$$\psi_i = 1$$

El grado de restricción debe ser igual al promedio en los extremos

$$\psi_p = \frac{3,97 + 1}{2} = 2,49$$

- Cálculo del coeficiente de rigidez:

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \psi_p} = 0,90 * \sqrt{3,49} = 1,68$$

- Esbeltez en Y:

$$E = \frac{kl_n}{0,30b} = \frac{1,68 * 3,90}{0,30 * 0,45} = 48$$

Debido a que 48 es mayor que 21, se considera la columna como intermedia.

- Magnificación de momentos

Según el código ACI 10.12.3 los momentos cuando una columna tiene una esbeltez intermedia se deben magnificar los momentos actuantes de la siguiente manera:

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{0,75 * \sum P_c}} \geq 1$$

- Método de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * l_u)^2}$$

$$EI = \frac{0,40 * E_c * I}{1 + \beta_d}$$

ACI recomienda utilizar $E_c = 15\,100 * \sqrt{f'_c}$

- Flujo plástico:

$$\beta_d = \frac{1,4CM}{1,4CM + 1,7CV}$$

$$\beta_d = \frac{1,4 * 24\,944 \text{ kg}}{1,4 * 24\,944 \text{ kg} + 1,7 * 9\,779 \text{ kg}} = 0,68$$

- Cálculo el del material:

$$EI = \frac{0,40 * 15\,100 * \sqrt{280} * 34\,1718 \text{ cm}^4}{1 + 0,68} = 2,05 \times 10^{10}$$

- Sentido X

Carga crítica de pandeo por el método de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 2,05 \times 10^{10}}{(1,87 * 420)^2} = 328\,000 \text{ kg}$$

Magnificación de momento:

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{51\,046}{0,75 * 328\,000}} = 1,26$$

- Sentido y

Carga crítica de pandeo por el método de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 2,05 \times 10^{10}}{(1,68 * 420)^2} = 406\,384 \text{ kg}$$

Magnificación de momento:

$$\delta_y = \frac{1}{1 - \frac{51\,046}{0,75 * 406\,384}} = 1,20$$

Momento de diseño:

$$\begin{aligned} M_{dx} &= \delta_x M_x = 1,26 * 8940 \text{ kg-m} = 11\,264,4 \text{ kg-m} \\ M_{dy} &= \delta_y M_y = 1,20 * 8785 \text{ kg-m} = 10\,542 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

- Datos para el diseño de la columna con momento biaxial

$$\begin{aligned} P_u &= 51\,046 \text{ kg} \\ M_{dx} &= 11\,264,4 \text{ kg-m} \\ M_{dy} &= 10\,542 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Para un diseño de columna con dimensiones 45 cm x 45 cm, 8 varillas núm. 6 distribuidas de manera simétrica para un total del 1,12 %, recubrimiento de cm, estribos de 3/8"

- Cálculo de la carga axial resistente de diseño

$$P_{ro} = 0,65 \times 0,85 * f'c * A_c + f_y * A_s$$

$$P_{ro} = 0,65 \times 0,85 * 280 * (45 \times 45 - 22,72) + 4200 * 22,72 = 353\,557 \text{ Kg}$$

- Cálculo de carga axial de diseño con la excentricidad e_x

$$\text{Recubrimiento efectivo} = 4\text{cm} + 0,95\text{cm} + 1,91\text{cm}/2 = 5,91 \text{ cm}$$

$$d = 45 \text{ cm} - 5,91\text{cm} = 39,09 \text{ cm}$$

$$d/h = 39,09 \text{ cm} / 45 \text{ cm} = 0,87$$

$$e_x = 11264,4 \text{ kg-m} / 51046 \text{ kg} = 0,22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

$$e_x/h = 0,22 / 0,45 = 0,49$$

$$q = \rho * f_y / f'c$$

$$q = 0,01122 * 4200 / (0,85 * 280) = 0,21$$

Interpolación con gráfica apéndice C página 774 (cuezav) se obtiene el valor K para obtener la carga resistente de diseño para la excentricidad e_x
 $K = 0,20$

$$P_{rx} = K * 0,65 * b * h * f'c = 0,20 * 0,65 * 280 * 45 * 45 = 73\,710 \text{ kg}$$

- Cálculo de carga axial de diseño con la excentricidad e_y

$$\text{Recubrimiento efectivo} = 4\text{cm} + 0,95\text{cm} + 1,91\text{cm}/2 = 5,91 \text{ cm}$$

$$d = 45\text{cm} - 5,91\text{cm} = 39,09 \text{ cm}$$

$$d/h = 39,09\text{cm} / 45\text{cm} = 0,87$$

$$e_x = 10542 \text{ kg-m} / 51046 \text{ kg} = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm}$$

$$e_x/h = 0,21 / 0,45 = 0,47$$

$$q = \rho \cdot f_y / f'_c$$

$$q = 0,01122 \cdot 4200 / (0,85 \cdot 280) = 0,21$$

Interpolación con grafica apéndice C pagina 774 (cuezaz) se obtiene el valor K para obtener la carga resistente de diseño para la excentricidad ex
K=0,20

$$Pr_x = K \cdot 0,65 \cdot b \cdot h \cdot f'_c = 0,20 \cdot 0,65 \cdot 280 \cdot 45 \cdot 45 = 73710 \text{ kg}$$

Ecuación de Bresler para columnas con momento biaxial y carga axial

Esta ecuación descrita en la sección R10.3.6 del ACI, donde indica que una resistencia nominal Pni se puede obtener a partir de las relaciones reciprocas siguientes:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{73710} + \frac{1}{73710} - \frac{1}{353557}$$

$$P_{ni} = 41144 \text{ kg}$$

Debido a que 37 673 kg > 35 355 kg (el 10 % de la carga axial nominal) el área de acero propuesta si cumple.

- Refuerzo de corte:

El refuerzo a corte consistirá en estribos perpendiculares a la dirección de la carga axial, las cuales sirven para contrarrestar los esfuerzos de corte

actuantes, tomando en cuenta que es una zona sísmica, debe asegurarse la ductilidad del elemento.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto en una columna

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

$$V_c = 0,53 * 0,85 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 45 \text{ cm} * 45 \text{ cm} = 15\,265 \text{ kg}$$

- Cálculo del corte último que resiste la columna:

Para el cálculo del cortante último en la columna se utilizará la ecuación descrita en el capítulo 21.5.4.

$$V_{ac} = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{l_u}$$

Cortante ultimo producido en el eje X

$$V_{ac} = \frac{11\,265 \text{ kg} - \text{m} + 10\,506 \text{ kg} - \text{m}}{4,2\text{m}} = 5\,184 \text{ kg}$$

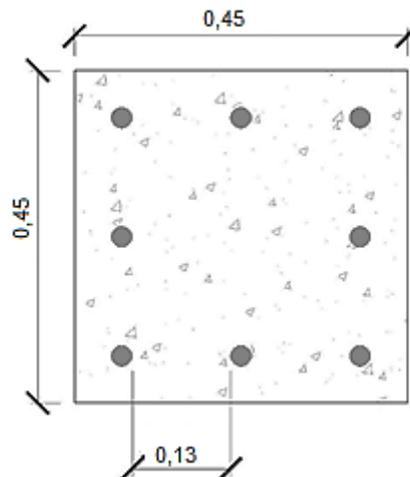
Cortante ultimo producido en el eje y

$$V_{ac} = \frac{9\,832 \text{ kg} - \text{m} + 10\,542 \text{ kg} - \text{m}}{4,2 \text{ m}} = 4\,851 \text{ kg}$$

Debido a que el esfuerzo de corte soportado por la columna es mayor que el cortante ultimo producido por la columna únicamente se debe cumplir con lo especificado en el ACI 318S-11 capítulo 21.6.4

Para determinar el área total del refuerzo transversal de la columna se utiliza las 2 ecuaciones descritas en el capítulo 21.6.4.4 inciso b del ACI.

Figura 27. **Distribución de acero longitudinal en columna D-3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

$$A_{sh} = 0,30 * \frac{s * bc * f'c}{f_{yt}} * \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right]$$

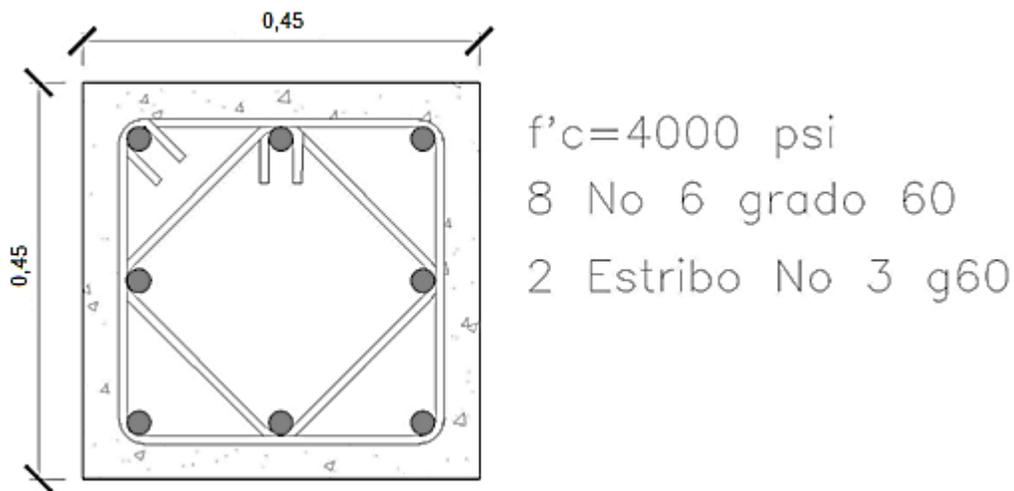
$$A_{sh} = 0,09 * \frac{s * bc * f'c}{f_{yt}}$$

$$A_{sh} = 0,30 * \frac{12,78 \text{ cm} * 35 \text{ cm} * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * \left[\frac{45 \text{ cm} * 45 \text{ cm}}{35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}} - 1 \right] = 5,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{8 \text{ cm} * 35 \text{ cm} * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1,68 \text{ cm}^2$$

Se requiere un área de acero transversal de 5,8 cm², lo que equivale a 2 estribos cerrados núm. 3 para cumplir con el área requerida. El armado final se muestra a continuación:

Figura 28. **Distribución de acero de refuerzo transversal de columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Confinamiento

- Distancia de confinamiento

Para la distancia o longitud donde la columna debe ser confinada se toma en cuenta lo descrito en la sección 21.6.4.1 y establece que la distancia de confinamiento debe ser la mayor de las siguientes:

- La altura del elemento en la cara del nodo
- Un sexto de la luz libre del elemento
- 450 mm

Los valores para la distancia de confinamiento serían los siguientes:

- 45 cm
- 65 cm
- 45cm

La distancia por confinar de la columna es de 65 cm.

Para la separación de estribos se debe de considerar lo descrito en la sección 21.6.4.3 donde especifica que la separación debe ser la menor de las siguientes condiciones:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento
- Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor
- So, según lo define la ecuación siguiente:

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - hx}{3} \right)$$
 Dónde So no debe ser mayor a 150mm ni tomarlo menor a 100 mm

Separación de confinamiento:

- 11,25 cm
- 7,62 cm
- 17,8 cm

Se tomará la separación de 7.5 cm para la longitud a confinar para la distancia no confinada se debe proveer de estribos cerrados de confinamiento, siendo la separación descrita en la sección 7.10.5.2 del ACI

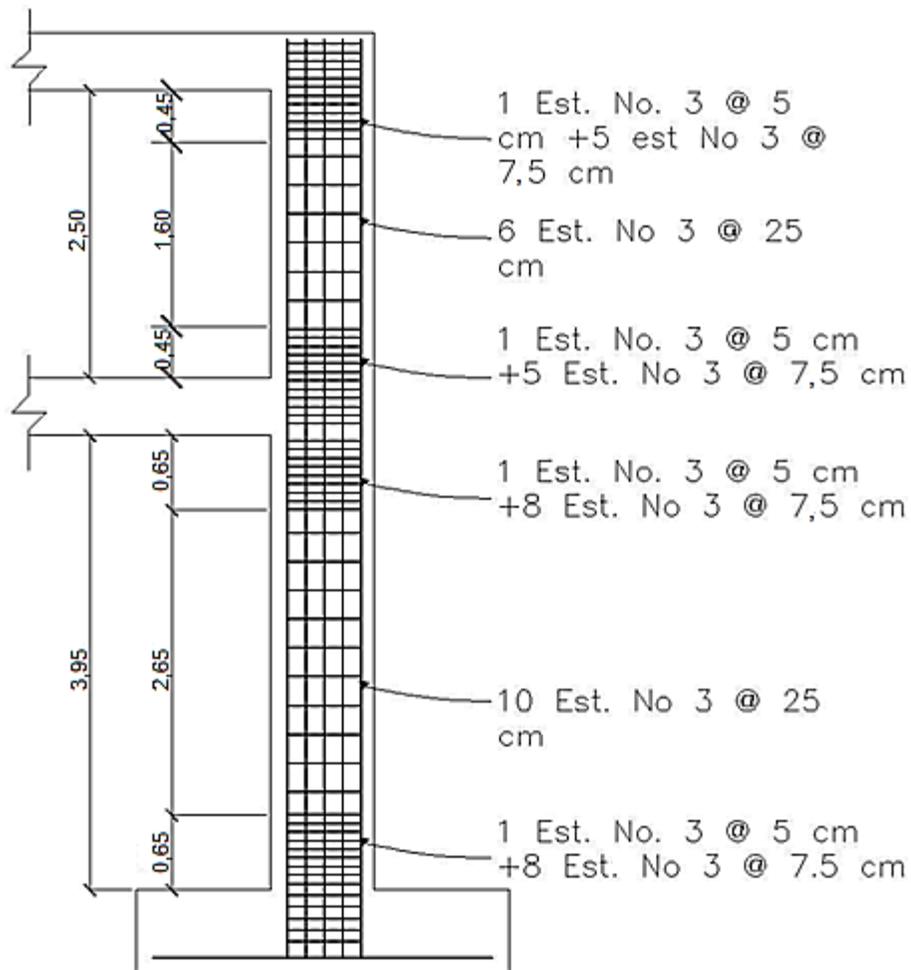
- 16 veces diámetro barra longitudinal menor
- 48 veces diámetro del estribo
- Menor dimensión del elemento

Las separaciones se muestran a continuación:

- 25,00 cm
- 45,72 cm
- 45,00 cm

La separación para la longitud no confinada de la columna es de 25 cm. El confinamiento de la columna es la siguiente:

Figura 29. **Distribución de estribos de confinamiento en columna D-3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.12.4. **Cimientos**

El cimiento de la estructura tiene como funcionalidad transmitir las cargas de las columnas al suelo, estas deben de resistir los momentos que las

columnas transmiten y no deben fallar por corte o punzonamiento de las columnas.

Datos para el diseño de zapata

Pu	=	51 545,90 kg
Mx	=	8 338 kg-m
My	=	8 195 kg-m
f'c	=	280 kg/cm ²
Fy	=	4 200 kg/cm ²
Fu	=	1,48
y	=	1,49 ton/m ³
Df	=	1,50 m
H columna	=	7,20m
FS	=	3
φ	=	33,75

Diseño de zapata y cálculo de dimensiones para zapata cuadrada

Cargas de trabajo para la zapata

P'	=	carga ultima mayorada / Fu
P'	=	51 546 kg/1,48 = 34,83 ton

$$q \text{ permisible} = \frac{Q_{\text{perm}}}{B^2} = \frac{34,83 \text{ ton}}{B^2}$$

$$Q_{\text{ad}} = \frac{q_u}{FS} = \frac{1}{3} * (1,3c' * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0,4\gamma B N_\gamma)$$

Donde N_y , N_c y N_q para un ángulo de fricción de $33,75^\circ$ son de 31,94, 48,09, 32,23 respectivamente.

$$\frac{1}{3} * [1,49 * 1,50 * 32,23 + 0,40 * 1,49 * B * 31,94] = 24,011 + 6,34B$$

Igualando las ecuaciones:

$$24+6,34B=34,83/B^2$$

Despejando $B= 1,06$

El valor soporte del suelo por metro cuadrado es de 30,72 ton, lo que es relativamente alto comparado con los datos obtenidos en la tabla II, lo cual se utilizara el valor de 14,67 ton/m².

El área que tener la zapata estará en función de la carga ultima sobre el valor soporte por metro cuadrado, que se describe a continuación:

$$\frac{34,83 \text{ ton}}{14,67 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}} = 2,37\text{m}^2$$

Las medidas de la zapata serán 1,55 m x 1,55m con un espesor de 30 cms.

- Chequeos que debe cumplir la zapata

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

Donde:

$$P = P' + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 34,83 \text{Ton} + 1,20 \text{m} * 1,49 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * [(1,55 \text{m})^2 - (0,45 \text{m})^2] + (1,55 \text{m})^2 * 0,30 \text{m} * 2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 40,50 \text{Ton}$$

$$M'_x = M'_y = \frac{M}{f_u}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * a * b^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * 1,55 \text{m} * (1,55 \text{m})^2 = 0,62$$

$$\frac{M'_x}{S_x} = \frac{8338 \text{ kg} - \text{m}/1,48}{0,62} = 9,08 \text{ Ton}$$

$$\frac{M'_y}{S_y} = \frac{8195 \text{ kg} - \text{m}/1,48}{0,62} = 8,93 \text{ Ton}$$

$$q' = 14,67 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 9,08 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 8,93 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 32,68 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q' = 14,67 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 9,08 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 8,93 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = -3,34 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Debido a que el valor es negativo lo cual indica una tensión en el suelo, se deberá redimensionar la zapata a una dimensión mayor, siendo esta nueva de 1,70m x 1,70m.

$$P = P' + Psuelo + Pcimiento$$

$$P = 34,83\text{Ton} + 1,20\text{m} * 1,49 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * [(1,70\text{m})^2 - (0,45\text{m})^2] + (1,7\text{m})^2 * 0,30\text{m} * 2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 41,71 \text{ Ton}$$

$$M'_x = M'_y = \frac{M}{f_u}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * a * b^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * 1,7\text{m} * (1,7\text{m})^2 = 0,82$$

$$\frac{M'_x}{S_x} = \frac{8338 \text{ kg} - \text{m}/1,48}{0,82} = 6,87 \text{ Ton}$$

$$\frac{M'_y}{S_y} = \frac{8195 \text{ kg} - \text{m}/1,48}{0,82} = 6,75 \text{ Ton}$$

$$q' = 14,67 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 6,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 6,75 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 28,29 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q' = 14,67 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 6,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 6,75 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 1,05 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

- Presión última de diseño

Debido a que el suelo tiene diferente presión en cualquier punto debido a la carga e interacción de los momentos actuantes de las columnas, para efectos de diseño se debe de indicar una presión constante lo que en este caso para mantener un diseño conservador se utilizara el valor de presión de 28,29 Ton/m², por lo que la presión de diseño es la siguiente:

$$q_{\text{diseño}} = 28,29 \text{ Ton/m}^2 * 1,48 = 41,87 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple de la zapata:

Para el chequeo por corte simple de la zapata se debe calcular el peralte efectivo d, el valor de esfuerzo actuante de corte y el esfuerzo resistente del concreto. Se utilizara varilla núm. 5 de acero (diámetro 1,6 cm)

Peralte efectivo:

$$d = H - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2} = 30\text{cm} - 7,5\text{cm} - \frac{1,6\text{cm}}{2} = 21,7\text{cm}$$

Esfuerzo de corte actuante:

$$V_{ac} = q_{\text{dis}} * \text{Area}$$

$$\text{Area} = a * b'$$

$$b' = \frac{a - \text{col}}{2} - d = \frac{1,7\text{m} - 0,45\text{m}}{2} - 0,217\text{m} = 0,408\text{m}$$

$$V_{ac} = 41,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * 1,7\text{m} * 0,41\text{m} = 29,18 \text{ Ton}$$

$$V_{res} = \frac{0,53 * 0,85 * \sqrt{280} * 170 * 21,70}{1000} = 27,80 \text{ ton}$$

El valor del esfuerzo resistente del concreto es menor que el esfuerzo actuante por lo que se cambiara el espesor a 35 cms.

Peralte efectivo:

$$d = H - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2} = 35\text{cm} - 7,5\text{cm} - \frac{1,6\text{cm}}{2} = 26,7\text{cm}$$

Esfuerzo de corte actuante:

$$V_{ac} = q_{dis} * \text{Area}$$

$$\text{Area} = a * b'$$

$$b' = \frac{a - \text{col}}{2} - 26,7 = \frac{1,7\text{m} - 0,45\text{m}}{2} - 0,267\text{m} = 0,358\text{m}$$

$$V_{ac} = 41,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * 1,7\text{m} * 0,358\text{m} = 25,48 \text{ Ton}$$

$$V_{res} = \frac{0,53 * 0,85 * \sqrt{280} * 170 * 26,7}{1000} = 34,2 \text{ ton}$$

- Chequeo por corte punzante

Este chequeo se realiza con el fin de evitar que la columna perfora la zapata, esto sucede a una distancia $d/2$ a partir del borde de la columna.

$$V_{ac} = q_{dis} * \text{área}$$

$$V_{ac} = 41,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * [(1,7\text{m})^2 - (0,45\text{m} + 0,267\text{m})^2] = 99,48 \text{ Ton}$$

$$V_{res} = 1,06 * \phi * \sqrt{f'_c} * \beta_0 * d$$

$$V_{res} = 1,06 * 0,85 * \sqrt{280} * 4(45 + 26,7) * 26,7 = 115 \text{ Ton}$$

El valor de la carga resistente es mayor que la carga actuante por lo que si cumple

- Diseño del refuerzo por flexión de zapatas:

Los tramos de la zapata donde existe flexión se calculan como viga en voladizo.

Momento ultimo:

$$M_u = \frac{q_{dis} * l^2}{2} = \frac{41,87\text{ton}}{\text{m}^2} * \left(\frac{1,7\text{m} - 0,45\text{m}}{2}\right)^2 = 8,18 \text{ ton} - \text{m}$$

Para el cálculo del momento y el área de acero se tomó una franja unitaria de 1 metro de ancho

Área de acero mínimo

$$A_{smin} = 14 * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{smin} = 14 * 100\text{cm} * \frac{36,7\text{cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 8,9\text{cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,80 * \sqrt{f'_c} * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{smin} = 0,80 * \sqrt{280} * 100 * \frac{26,7\text{cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 8,51 \text{ cm}^2$$

Acero requerido para zapata:

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

$$A_s = \left[100 * 26,7 - \sqrt{(100 * 26,7)^2 - \frac{8180 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4200} = 8,34\text{cm}^2$$

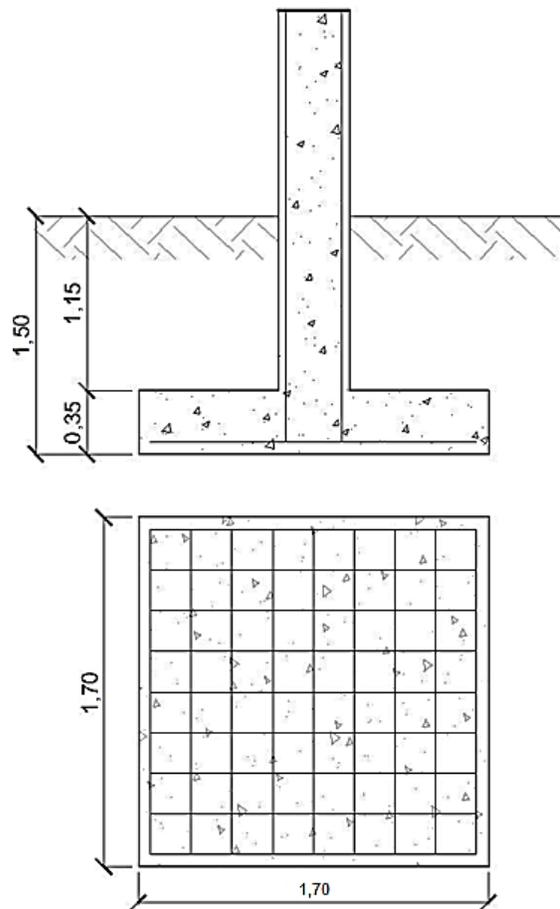
El área de acero requerido es menor que el área de acero mínimo, por lo que se utilizara es de 8,9 cm².

Determinación de la separación de acero para zapata:

$$s = \frac{a_v * 100}{a_s} = \frac{1,98\text{cm}^2 * 100\text{cm}}{8,9\text{cm}^2} = 22,24\text{cm}$$

La separación del acero de refuerzo para la zapata es de 22 cm en ambos sentidos, con un recubrimiento de 7,5 cm.

Figura 30. **Detalle de zapata cuadrada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

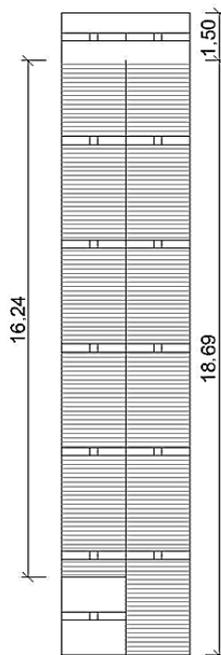
2.1.12.5. Diseño de rampa de acceso

Por ser un edificio para personas de la tercera edad, se optó por el diseño de un módulo de gradas independiente del edificio mediante el diseño de una rampa de acceso con un ancho de 2 metros y una pendiente máxima permisible del 10 %, con longitudes máximas entre vigas de apoyo 3 metros

Altura para acceder al 2do nivel: 3,30 metros, para un 10 % de rampa se de cumplir una longitud inclinada de 33 metros, con un total de 2 descansos.

Se consideró una longitud inclinada de 34,93 metros lo que es equivalente al 9,45 % de pendiente.

Figura 31. **Diseño preliminar de rampa de acceso a segundo nivel**



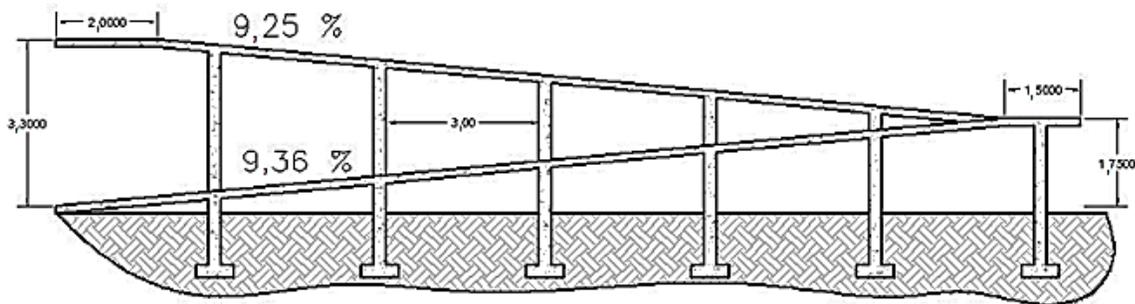
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Cálculo de espesor de rampa:

Debido al ancho de la losa, se considera que trabaja en un solo sentido por lo que la fórmula para calcular el espesor se define como $t = l/24$ donde l es la distancia máxima entre columnas de apoyo.

$$t = \frac{l}{24} = \frac{3\text{m}}{24} = 0,125\text{m}$$

Figura 32. Elevación de rampa de acceso



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Integración de cargas para una franja unitaria (1m):

CM	=	0,13 m x 2400 kg/m ³ x 1m =	312 kg/m
CV	=	400 kg/m ² x 1m =	400 kg/m
SC (Baranda metálica)	=	75 kg/m ² x 1m =	75 kg/m

Carga última:

$$1,2 \text{ CM} + 1,6 \text{ CV} = 1,2 * 387 \text{ kg/m}^2 + 1,6 * 400 \text{ kg/m}^2 = 1\ 104 \text{ kg/m}$$

Momento último:

Para el cálculo del momento último se utilizó las formulas descritas en el ACI 318S-11 capítulo 8.

$$\text{Momento al centro} = Wl^2/14 = 1\ 104 \text{ kg/m} * (3\text{m})^2/14 = 709 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento en los bordes} = Wl^2/10 = 1\ 104 \text{ kg/m} * (3\text{m})^2/10 = 993 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de peralte:

$$d = t - \text{rec} - \varnothing/2 = 13 \text{ cm} - 2\text{cm} - 0,5\text{cm} = 10,5 \text{ cm}$$

- Cálculo de acero

Acero mínimo:

$$A_{\text{min}} = 14 * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{\text{min}} = 14 * 100\text{cm} * \frac{12,5\text{cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3,50\text{cm}^2$$

$$A_{\text{min}} = 0,80 * \sqrt{f'c} * b * \frac{d}{f_y}$$

$$A_{smin} = 0,80 * \sqrt{280} * 100 * \frac{31,7\text{cm}}{4\,200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 3,34\text{cm}^2$$

Acero máximo:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * \beta * f'c}{f_y} * \left[\frac{6120}{6\,120 + f_y} \right]$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\,200} * \left[\frac{6120}{6\,120 + 4\,200} \right] = 0,0285$$

$$\rho_{max} = 0,50 * 0,0285 = 0,01425$$

$$A_s = 0,01425 * b * d = 0,01425 * 100 \text{ cm} * 12,5 \text{ cm} = 17,82 \text{ cm}^2$$

Acero requerido:

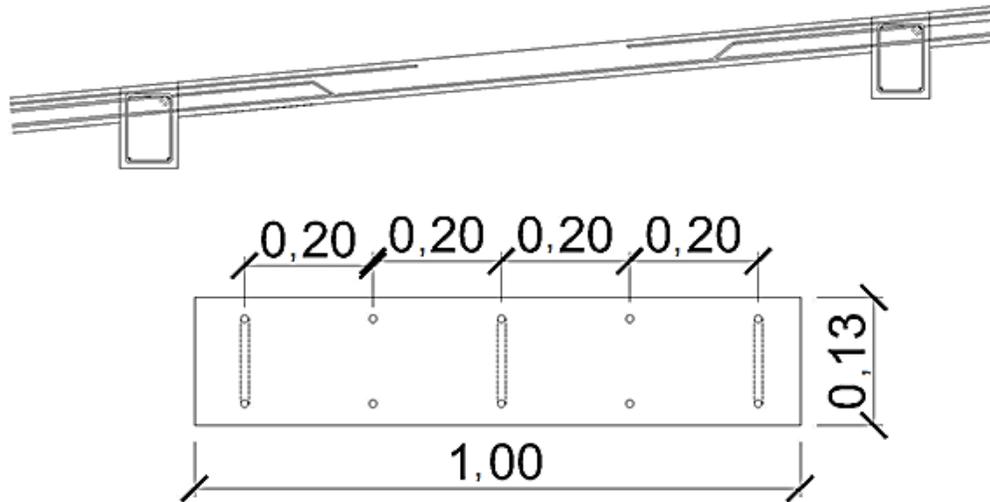
$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \left[12,5 * 100 - \sqrt{(12,5 * 100)^2 - \frac{993 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4\,200} = 2,55 \text{ cm}^2$$

Debido a que el momento máximo requerido es menor al mínimo, la losa se armara con acero mínimo.

Acero mínimo 3,50 cm² para una franja unitaria de 100 cm, utilizando acero núm. 3 se requiere una separación de 20 cm.

Figura 33. **Armado de rampa de acceso**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.1.13. **Diseño de instalaciones**

- Agua potable

La utilización del agua y de los artefactos no debe interferir con las actividades diarias del asilo municipal, tomando en cuenta la entrada de la tubería de agua potable y salida del agua del drenaje, esta no será visible para los usuarios.

La dotación del agua será en función de la demanda de los artefactos de parte de la población beneficiada directamente, la dotación se realizará por el método Hunter el cual asigna un número específico y una dotación individual experimental.

Se distribuye un módulo de baños por cada nivel separados en función del genero del usuario, siendo un total de 8 inodoros, 4 mingitorios, 8 lavamanos y 4 duchas.

Tabla XXXIII. **Unidades de artefactos y su consumo**

Artefacto	cantidad	UH	UH TOTAL	Gasto l/s
Inodoro	8	10	80	2,4
Lavamanos	8	2	16	0,76
Mingitorio	4	3	12	0,63
Duchas	4	4	16	0,76

Fuente: elaboración propia.

Según el total de gasto existente para un uso simultaneo de todos los artefactos se tiene un caudal de diseño de 4,55 l/s, el diámetro de la tubería principal se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\phi = \sqrt[2,63]{\frac{Q}{0,02785C} * \left(\frac{L}{hf}\right)^{0,54}}$$

$$\phi = \sqrt[2,63]{\frac{0,00455}{0,02785 * 150} * \left(\frac{60}{8}\right)^{0,54}} = 0,13 \text{ m} = 3/4''$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el mayor número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por lo tanto se utilizará tubería de 3/4" de diámetro

para la distribución principal de la estructura y tubería de ½” para las conexiones de artefactos.

- Drenaje sanitario

Luego de ser utilizada el agua se contamina, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse a una pendiente adecuada para evitar atascos en el sistema. Se deberá considerar que la ubicación y distribución de los drenajes no afecte el funcionamiento de la estructura y los usuarios. Para el cálculo de drenajes se definirá la unidad de descarga por el método Hunter. La unidad de descarga se establece de acuerdo a la descarga de un lavamanos común con 0,34 litros sobre segundos, de allí parten todas las descargas de cada artefacto; los inodoros representan el caudal a evacuar más grande.

Tabla XXXIV. **Unidades de descarga**

Artefacto	cantidad	UH	UH total
Inodoro	8	5,6	44,8
Lavamanos	8	2	16
Mingitorio	4	3	12
Duchas	4	4	16
			Total: 88,8

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Diámetro de colector**

Tubo PVC	Unidades máximas de descarga		
	pendiente en %		
	1	2	3
2"	5	6	8
4"	84	96	114
6"	330	440	580
8"	870	1150	1680

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior se concluye que el diámetro de la tubería para drenaje será de 4" la principal con una pendiente del 2 %, para cada artefacto se puede utilizar una tubería de 3" con una pendiente de 1 %.

- Drenaje pluvial:

Para el diseño del drenaje pluvial del techo del segundo nivel se utilizó la intensidad de lluvia del municipio de Estanzuela, que corresponde a 100 mm/hr para un periodo de retorno de 20 años, además de contar con el promedio mensual de lluvia de los últimos 25 años (INSIVUMEH).

Tabla XXXVI. **Precipitación promedio mensual del municipio**

Mes	Precipitación (mm)
Enero	2,2
Febrero	1,8
Marzo	5,4
Abril	19,5
Mayo	73,5
Junio	178,9
Julio	112
Agosto	110,9
Septiembre	148,3
Octubre	68,1
Noviembre	15,5
Diciembre	3,4

Fuente: elaboración propia.

Se consideró un área total de techos igual a 300 m², un porcentaje de escorrentía del 90 %.

Para el cálculo del volumen de agua acumulado a lo largo del año se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_i = \frac{pp_i * Ce * Ac}{1\ 000}$$

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla XXXVII. **Acumulación de agua de lluvia a lo largo del año**

Mes	Precipitación (mm)	Volumen (m ³)	Acumulado	Demanda	Demanda acumulada	Diferencia
Julio	112	30,24	30,24	12,4	12,4	17,84
Agosto	110,9	29,943	60,183	12,4	24,8	35,383
Septiembre	148,3	40,041	100,224	12	36,8	63,424
Octubre	68,1	18,387	118,611	12,4	49,2	69,411
Noviembre	15,5	4,185	122,796	12	61,2	61,596
Diciembre	3,4	0,918	123,714	12	73,2	50,514
Enero	2,2	0,594	124,308	12	85,2	39,108
Febrero	1,8	0,486	124,794	14	99,2	25,594
Marzo	5,4	1,458	126,252	14	113,2	13,052
Abril	19,5	5,265	131,517	14	127,2	4,317
Mayo	73,5	19,845	151,362	12,4	139,6	11,762
Junio	178,9	48,303	199,665	12	151,6	48,065

Fuente: Guía para diseño captación agua de lluvia (2004).

Para el volumen del tanque a requerir es de 65 metros cúbicos, lo cual se recomienda la compra de 2 tinacos de 30 000 metros cúbicos para ahorrar el gasto de un tanque de concreto si la municipalidad así lo requiere, ya que este costo no se ve reflejado en el presupuesto únicamente el diseño del drenaje de agua pluvial que va hacia la red de drenaje municipal.

- Instalaciones eléctricas:

Se deben considerar los aspectos de iluminación natural, factores de reflexión en elementos y ambientes individuales. Se establecen niveles de iluminación requeridos acorde a ambientes definidos en la edificación:

Para los comedores se requieren 100 Lux y pasillos 50 Lux, por lo que el cálculo de la iluminación es la siguiente:

Factor de pérdida total = 0,60

Coefficiente de utilización = 0,70

Cálculo de número de lámparas para un metro cuadrado de área:

$$\text{Lumen} = \frac{\text{Lux} * \text{área}}{\text{FM} * \text{CU}}$$

$$\text{Lumen} = \frac{100 * 1\text{m}^2}{0,60 * 0,70} = 238 \text{ lum /m}^2$$

Tabla XXXVIII. **Numero de lámparas por ambiente para cada nivel**

Salón	Área	Lúmenes	watts /lámpara	Numero lámparas	watts total
Recepción y espera	33,75	8032,5	30	4	120
Multimedia	38,75	9222,5	30	5	150
pasillo	31,8	7568,4	30	4	120
ejercicios	41	9758	30	5	150
Comedor	41	9758	30	5	150
cocina	19,9	4736,2	30	2	60
administración	19,9	4736,2	30	2	60
baños	56,55	13458,9	30	7	210
					Σ = 1 020

Fuente: elaboración propia.

Para el circuito de iluminación se utilizara cable calibre 12 que soporta hasta un máximo de 3175 watts y 25 amperios, lo cual se utilizarán 2 circuitos por nivel con un flipon de 15 amperios cada uno por seguridad.

- Fuerza:

Se prevé la instalación de 2 tomacorrientes dobles por cada ambiente para la conexión de cargadores, laptops, ventiladores, radios y televisores, por lo

cual se estima un consumo promedio de 500 watts por cada ambiente, lo cual se distribuirá en 7 circuitos que soporten 2 500 watts cada uno con un amperaje máximo de 25, utilizando cable calibre 12, a excepción de la cocina que se instalara un circuito independiente con calibre 12 siendo un total de 8 circuitos de fuerza y 4 de iluminación.

2.1.14. Presupuesto

En la tabla XXXIX, resumen de presupuesto de asilo municipal.

Tabla XXXIX. **Resumen de presupuesto asilo municipal**

Núm.	Descripción	cantidad	Unidad de medida	precio unitario	precio total
1	Preliminares	382,00	M2	Q 6,50	Q 2 483,00
2	Excavación	164,00	M3	Q 135,00	Q 22 140,00
3	Zapata	20,00	Unidad	Q 3 000,00	Q 60 000,00
4	Columna 45 x 45	144,00	ML	Q 1 075,00	Q 154 800,00
5	Viga 25 x 50	200,00	ML	Q 585,00	Q 117 000,00
6	Viga 30 x 60	73,00	ML	Q 835,00	Q 60 955,00
7	Viga 25 x 40	38,10	ML	Q 465,00	Q 17 716,50
8	Losa primer nivel	254,53	M2	Q 465,00	Q 118 355,06
10	Levantado de muro	125,00	ML	Q 400,00	Q 50 000,00
11	Losa segundo nivel	254,53	M2	Q 465,00	Q 118 355,06
13	Piso cerámico	509,00	M2	Q 135,00	Q 68 715,00
14	Ventanas	22,00	UNIDAD	Q 4 500,00	Q 99 000,00
15	Balcón	10,00	UNIDAD	Q 600,00	Q 6 000,00
16	Puertas	23,00	UNIDAD	Q 850,00	Q 19 550,00
17	Instalaciones hidráulicas	1,00	GLOBAL	Q 10 000,00	Q 10 000,00
18	Instalaciones eléctricas	1,00	GLOBAL	Q 14 500,00	Q 14 500,00
19	Banqueta	28,00	M2	Q 225,00	Q 6 300,00
20	Rampa de acceso	39,40	ML	Q 1 750,00	Q 68 950,00
21	Limpieza final	600,00	M2	Q 5,00	Q 3 000,00
	Total costo presupuesto				Q1 017 819,61

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Evaluación ambiental inicial

- Nombre del proyecto: asilo municipal Estanzuela, Zacapa
- Nombre del proponente: municipalidad de Estanzuela
- Dirección donde se ubicará el proyecto: a un costado de mercado municipal sobre barrio La Laguna.
- Coordenadas geográficas: 14,9919269 norte y 89,5822134 oeste
 - Información general: etapa de construcción: en la construcción del asilo municipal será necesario realizar las excavaciones para la cimentación, zapatas, columnas y vigas de toda la estructura. En el proceso se realizará, movimiento de tierras, se necesitará maquinaria para realizar las excavaciones y camiones para el transporte del material que se extraiga del lugar, serán necesarios materiales de construcción como block, arena, piedrín, cemento, cal. Se necesitará material para conexiones eléctricas y tubería para instalaciones sanitarias.
 - Etapa de operación: las actividades normales que se desempeñan en el asilo municipal será la recepción de personas, actividades físicas, descanso y terapias en un horario de 7 de la mañana a 4 de la tarde.
 - Actividades colindantes: al norte se cuenta con invernaderos para la producción de pilones para diversos cultivos de la región, al este se cuenta con el mercado municipal y al oeste es un terreno baldío.

No serán emitidos gases o partículas de polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos o azufre.

El agua residual será generada por actividades de limpieza y utilización de servicio sanitario, no será de tipo industrial. Los desechos sólidos (basura común) serán transportados a un relleno sanitario municipal.

No se generan efectos o riesgos derivados de la actividad para el vecindario, no se genera riesgo a la salud de los pobladores cercanos al sitio ni molestia alguna.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Guayabal

A continuación se describe el Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Guayabal.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Guayabal consiste en un drenaje para agua residual con una longitud de 841.9 metros lineales, beneficiando a 35 casas y 2 escuelas rurales; con un total de 19 pozos de visita, 37 conexiones domiciliarias, utilizando la tubería PVC que cumple con la norma ASTM F-949, llegando al punto de descarga cerca del río Motagua donde posteriormente la Municipalidad de Estanduela hará el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Además, se utilizarán las especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), para el diseño y construcción del sistema de alcantarillado sanitario para el área rural del país.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico se utilizó una estación total TOPCON con un prisma acompañado de una cinta métrica: de la cual se obtuvo la siguiente libreta topográfica:

Tabla XL. Libreta topográfica levantamiento drenaje

EST.	P.O.	AZIMUT			DH (m)	ELEVACION
		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS		
BM1	-	-	-	-	-	95,575
BM1	PV-3	23	6	59	1,556	95,485
PV-3	PV-4	306	7	3	34,58	93,25
PV-4	PV-5	264	30	53	28	85,935
PV-5	PV-17	272	2	39	18,31	84,44
PV-3	PV-2	106	32	25	49,11	100,02
PV-2	PV-1	355	21	44	45,48	100,09
PV-2	PV-8	208	6	3	66,08	101,04
PV-8	PV-9	188	30	49	44,93	99,59
PV-9	PV-10	187	55	15	41,21	97,895
PV-10	PV-11	277	35	32	38,12	96,595
PV-11	PV-12	302	31	42	26,94	96,24
PV-12	PV-13	341	35	22	27,21	95,115
PV-13	PV-14	352	19	53	47,53	92,81
PV-14	PV-15	15	32	5	43,66	88,935
PV-15	PV-16	350	7	6	23,64	86,32

PV-16	PV-17	331	47	4	20,53	84.44
PV-17	PV-18	336	15	55	23,06	83,86
PV-18	PV-19	322	28	57	61,87	83,135
PV-19	PV-20	327	41	28	98.64	81,38
PV-18	PV-7	68	8	28	67.03	89,555
PV-7	PV-6	76	10	31	35,97	91,67

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Componentes del sistema

Para el sistema de drenaje sanitario donde únicamente se contempla la recolección de las aguas residuales grises, los componentes que conforman el sistema de drenaje son los siguientes:

- Pozo de visita
- Colector principal
- Conexiones domiciliarias

2.2.4. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño a cumplirse en el sistema de drenaje sanitario son los siguientes:

- Velocidad: la velocidad mínima es de 0,60 m/s y la máxima de 3 m/s
- Altura del tirante hidráulico: para garantizar el funcionamiento del colector como un canal abierto la tubería no deberá pasar la relación $d/D = 0,75$
- Altura de pozo: la altura de pozo mínima permisible es de 1 metro para las calles de la aldea ya que no cuentan con carga vehicular pesada, en

el caso donde exista únicamente paso peatonal se permite una altura mínima de 60 centímetros

2.2.5. Población actual

Para el cálculo de la población actual se contaron el número total de casas beneficiadas que son 35 viviendas, para un promedio de 5 habitantes/vivienda se consideró una población actual de 175 habitantes.

2.2.6. Estimación de población futura

Para la estimación de la población futura se tomó en cuenta la tasa de crecimiento poblacional del municipio de Estanzuela, que es del 2,5 %; se utilizó la proyección mediante la función poblacional exponencial.

$$Pf = Po * (1 + i)^n$$
$$Pf = 175 * (1 + 0.025)^{21} = 294 \text{ habitantes}$$

2.2.7. Período de diseño

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este periodo, es necesario rehabilitarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha de su construcción. Para seleccionar el periodo de diseño de una red de alcantarillado, o cualquier obra de ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, y la relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo

urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes. Para este proyecto se consideró un periodo de diseño de 20 años, tiempo para el cual se tiene la capacidad de soportar los caudales de diseño.

2.2.8. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día). Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Para fijar la dotación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Dotación de agua para áreas rurales

Dirección General de Obras Públicas = 60 a 100 l/hab/día

Organización Panamericana de Salud = 90 a 170 l/hab/día

Se tomó como parámetro una dotación de 120 l/hab/día, por el clima cálido y el tipo de actividad productiva agrícola y ganadera.

2.2.8.1. Factor de retorno al sistema

Se considera que del 75 al 90 % del consumo de agua de una población, retoma al alcantarillado. En este caso se tomó un factor de retomo al sistema de alcantarillado del 80 %.

2.2.8.2. Factor de flujo instantáneo

Es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. Se calcula por medio de la fórmula de Harmond:

$$Fh = \frac{18 + \sqrt{p}}{4 + \sqrt{p}}$$

2.2.9. Determinación del caudal de diseño

A continuación se demuestra la determinación del caudal de diseño

2.2.9.1. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras, como la que se usa para los jardines y el lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0.75 a 0.9. de esta forma, el caudal domiciliar o doméstico quedaría integrado de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotacion} * \text{núm habitantes} * \text{factor de retorno}}{86400}$$
$$Q_{dom} = \frac{\frac{120 \frac{l}{hab}}{dia} * 175 \text{ habitantes} * 0.75}{86400} = 0,182 \text{ l/s}$$

2.2.9.2. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de la localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0,5 a 2,5 por ciento.

Como el cálculo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, para su cálculo se utiliza la fórmula dada por el método racional.

$$Q_{ili} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI}{360} * (A * \%)$$

En el presente proyecto, se consideró un área total de techos igual a 1550 m². No se consideró el área de patios, puesto que las casas de la aldea carecen de patios formales (terracería). La intensidad de lluvia estimada es de 100 mm/hora y un porcentaje de conexión ilícita del 1,0 %

$$Q_{ili} = \frac{0,80 * 100 \frac{mm}{hr} * 0,155 * 0,01}{360} * 1000 = 0,344 \text{ l/s}$$

2.2.9.3. Caudal de establecimientos públicos

Este caudal es generado por el uso de agua en los 2 establecimientos escolares generado por el uso de servicio sanitario y para la limpieza de estos, contemplando que un 80 % de la población escolar utiliza los servicios sanitarios en el día, se consideró un caudal de 300 litros/establecimiento/día. Para la estimación del caudal se utilizó la siguiente formula:

$$Q_{est} = \frac{\text{Dotacion} * \text{No establecimientos}}{86\ 400}$$

$$Q_{est} = \frac{300 \frac{l}{est} * 2}{86\ 400} = 0,0069 \text{ l/s}$$

2.2.9.3.1. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Es la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas y comercial (establecimientos). Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005.

$$f_{qm} = \frac{\text{Caudal medio}}{\text{núm Habitantes}}$$

$$Q_{med} = \sum Q_{dom} + Q_{ilic} + Q_{est}$$

$$Q_{med} = 0,182 \frac{l}{s} + 0,344 \frac{l}{s} + 0,0069 \frac{l}{s} = 0,5329 \frac{l}{s}$$

$$f_{qm} = \frac{0,5333 \text{ l/s}}{175 \text{ hab}} = 0,00304$$

2.2.10. Cotas Invert

Para la muestra de cálculo, chequeo de parámetros de diseño y determinar cotas y alturas de pozos se tomará como muestra el tramo inicial que va del pozo de visita 8 hacia el pozo de visita 2.

- Datos:

Cota terreno PV-8	=	101,04
Cota terreno PV-2	=	100,02
Distancia horizontal	=	66,08
Viviendas	=	4

- Cálculo de la pendiente natural del terreno

$$\%s = \frac{\text{cota final} - \text{cota inicial}}{\text{distancia horizontal}}$$

$$\%s = \frac{100,02m - 101,04m}{66,08m} * 100 = -1,54\%$$

- Cálculo de la población actual y futura

$$pf = Po * (1 + i)^n = 20 \text{ hab} (1 + 0.025)^{21} = 35 \text{ Habitantes}$$

- Factor de Harmond:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

- Para población inicial:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{20}{1000}}} = 4,38$$

- Para población final:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{35}{1000}}} = 4,34$$

- Factor de caudal medio:

$$0,003 * FH$$

- Factor de caudal medio para población actual

$$0,003 * 4,38 = 0,01314$$

- Factor de caudal medio para población actual:

$$0,003 * 4,34 = 0,01303$$

- Caudal:

$$Q = fqm * Habitantes$$

- Caudal actual:

$$Q = 0,01314 * 20 \text{ hab} = 0,2628 \frac{l}{s}$$

- Caudal futuro:

$$Q = 0,01303 * 35 \text{ hab} = 0,456 \frac{l}{s}$$

Calculo de velocidad y caudal a sección llena de tubería

Diámetro interno de tubo 6" = 5,909 pulg

Coefficiente de rugosidad = 0,009

Para el cálculo de la velocidad se utiliza la ecuación de Manning, transformada al sistema métrico se obtiene la siguiente expresión:

La pendiente de la tubería se tomó como 2,80 % para cumplir con la velocidad mínima actual, este procedimiento se hace mediante iteraciones hasta lograr la relación v/V que multiplicada por la velocidad a sección llena de como mínimo la velocidad mínima de diseño.

$$V = 0,0349 * D^{2/3} * \frac{S^{1/2}}{n}$$

$$V = 0,0349 * 5.909^{2/3} * \frac{0,028^{1/2}}{0,009} = 2,08 \text{ m/s}$$

- Calculo de caudal:

$$Q = A * V$$

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * V$$

$$Q = \frac{\pi * \left(5,909'' * 0,0254 \frac{m}{pulg}\right)^2}{4} * 2,08 \frac{m}{s} * 1\,000 = 36,80 \frac{l}{s}$$

Determinación de relación velocidad actual y futura

Para encontrar la relación de velocidad actual y futura se utilizaron tablas donde indica la relación q/Q , v/V y d/D .

Para el caudal actual se cuenta con una relación q/Q equivalente a $0,2628/36,80=0,00714$ y para el caudal futuro de $0,456/36,80=0,012$.

Relación de v/V para relaciones q/Q dadas:

q/Q	v/V
0,007	0,289
0,012	0,339

- Velocidad actual de diseño:

$$0,289 * 2,08 \text{ m/s} = 0,60 \text{ m/s}$$

- Velocidad futura de diseño

$$0,339 * 2,08 \text{ m/s} = 0,70 \text{ m/s}$$

- Relación d/D

Para la relación de altura d con respecto al diámetro total de la tubería D se tomó en cuenta la relación máxima permisible de $0,75 d/D$.

q/Q	v/V
0,007	0,06
0,012	0,077

Cálculo de cota invert de entrada y salida del pozo de visita 2 además de alturas de pozo. Para el pozo inicial PV-8 se consideró una altura de 1,00 metros, ya que es el parámetro que permite la municipalidad para pozos iniciales en calles donde no transita vehículos pesados.

Cota terreno PV-8	=	101,04 m
Cota Invert salida PV-8	=	100,04 m
Altura de PV-8	=	1,00 m
Cota de terreno PV-2	=	100,02 m

- Cota invert PV2:

$$CIE = CIS + S * DH$$

La pendiente de la tubería es de 2,8 % y la distancia horizontal entre pozos es de 66,08m – 1,2 m (diámetro de pozo de visita)

$$CIE = 100,04 - 0,028 * 64,88m = 98,22m$$

La cota Invert de entrada del PV-2 es de 98,22m

Cota invert de salida PV-2

Para la cota invert de salida del PV-2 se le incrementa 3 cm de profundidad con el objetivo que el pozo de visita tenga una pendiente mínima y así se evita la retención de lodos en la base del pozo.

$$CIS PV - 2 = 98,22m - 0,03m = 98,19 m$$

Altura final de PV-2

Debido a que al pozo de visita núm 2 también le conduce la tubería proveniente del PV-1, la altura final corresponde a 2,17 m.

A continuación se muestra tabla de resumen de cálculo de pozos de visita, (ver apéndice I).

2.2.11. Presupuesto del proyecto

A continuación se muestra la tabla resumen del presupuesto del drenaje

Tabla XLI. Resumen del presupuesto drenaje sanitario

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO	841,58	ML	Q 6,76	Q 5,685,00
DEMOLICION PAVIMENTO HIDRAULICO	241,00	M2	Q 148,89	Q 35 882,00
EXCAVACIÓN	790,00	M3	Q 236,44	Q 186 788,00
COLECTOR PRINCIPAL	841,58	ML	Q 151,96	Q 127 889,80
POZO DE VISITA	20,00	UNIDAD	Q 5 652,13	Q 113 042,50
CANDELA DOMICILIAR	37,00	UNIDAD	Q 1 359,82	Q 50 313,20
RELLENO	790,00	m3	Q 114,62	Q 90 552,00
PAVIMENTO HIDRÁULICO t= 12 cm.	241,00	m2	Q 256,90	Q 61 912,00
LIMPIEZA FINAL	841,58	ML	Q 3,14	Q 2 638,85
TOTAL COSTO PRESUPUESTO				Q 674 703,35

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Evaluación de impacto ambiental

- Nombre del proyecto: construcción sistema de drenaje sanitario en aldea El Guayabal.
- Nombre del proponente: Municipalidad de Estanzuela
- Coordenadas geográficas: 15,0038379 norte y 89,6318588 oeste

Información general:

Etapa de construcción: en la construcción del drenaje es necesario la demolición del concreto existente, excavaciones, colocación de tubería, construcción de pozos de visita, en el proceso se realizará, movimiento de tierras, se necesitará maquinaria para realizar las excavaciones y camiones para el transporte del material que se extraiga del lugar, serán necesarios materiales de construcción como ladrillo, arena, pedrín, cemento y tubería PVC.

Etapa de operación: en el funcionamiento del proyecto se estima la descarga de las aguas residuales de parte de los beneficiarios de la aldea, el agua residual resultante debe ser tratada lo más pronto posible mediante una planta de tratamiento.

No serán emitidos gases o partículas de polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos o azufre.

El agua residual será generada por actividades de limpieza y utilización de servicio sanitario, no será de tipo industrial. Los desechos sólidos (basura común) serán transportados a un relleno sanitario municipal.

No se generan efectos o riesgos derivados de la actividad para el vecindario, no se genera riesgo a la salud de los pobladores cercanos al sitio ni molestia alguna.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del drenaje se mejora la calidad de vida de 35 viviendas, permitiéndoles evacuar el agua residual que se genera en los hogares y reduciendo los niveles de infecciones gastrointestinales, evitar enfermedades cruzadas como la zoonosis.
2. De acuerdo al diagnóstico realizado en el municipio de Estanzuela, se requiere el diseño adicional de los siguientes proyectos: construcción sistema agua potable colonia municipal las canchitas, plantas de tratamiento de agua residual para cada una de las aldeas, sistema de letrinas en la aldea Tres Pinos.
3. El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales consistió en 841 metros lineales de drenaje, utilizando tubería ASTM F-949 de diámetro 6D, 19 pozos de visita de un diámetro de 1,2m y una altura promedio de 1,20 metros, con 35 conexiones domiciliarias, para un monto total de diseño de Q 674 703,35, dando un costo por metro lineal de Q 802,27.
4. El precio por metro lineal del proyecto se encuentra dentro del rango de Q 700,00 a Q 1 200.00 por lo que sí es aceptable el presupuesto para la municipalidad de Estanzuela, siendo este proyecto para financiar a través de los consejos departamentales de desarrollo y no mediante fondos propios.

5. Para el diseño del asilo municipal se trabajó un marco de concreto reforzado sismo resistente que cumplió con las especificaciones descritas en el ACI para los elementos y con AGIES para el índice de sismicidad 4.

6. El costo total del asilo municipal es de Q 1 017 819,61 y tiene 600 metros cuadrados, lo que es equivalente a Q 1 696,37 por metro cuadrado.

RECOMENDACIONES

1. Los presupuestos están actualizados a los precios locales para fecha de febrero del 2018, al momento de construir los proyectos la municipalidad deberá de actualizar los costos de los materiales y verificar si el costo de la mano de obra local ha sufrido incrementos significativos.
2. La municipalidad deberá de diseñar posteriormente la planta de tratamiento para el drenaje de la aldea El Guayabal, para construir la planta y así tener un proyecto funcional, debido a las normativas actuales de la descarga de aguas residuales de nuevos proyectos y así evitar sanciones por parte de la contraloría general de cuentas.
3. Concientizar a la población sobre el buen uso de los sistemas de drenajes para evitar fallas y colapsos en los mismos, ya que existen malos hábitos por parte de la población y generan gran daño al sistema de drenaje, además de cumplir con el manual de operación y mantenimiento por parte de las personas delegadas para esa actividad.

BIBLIOGRAFÍA

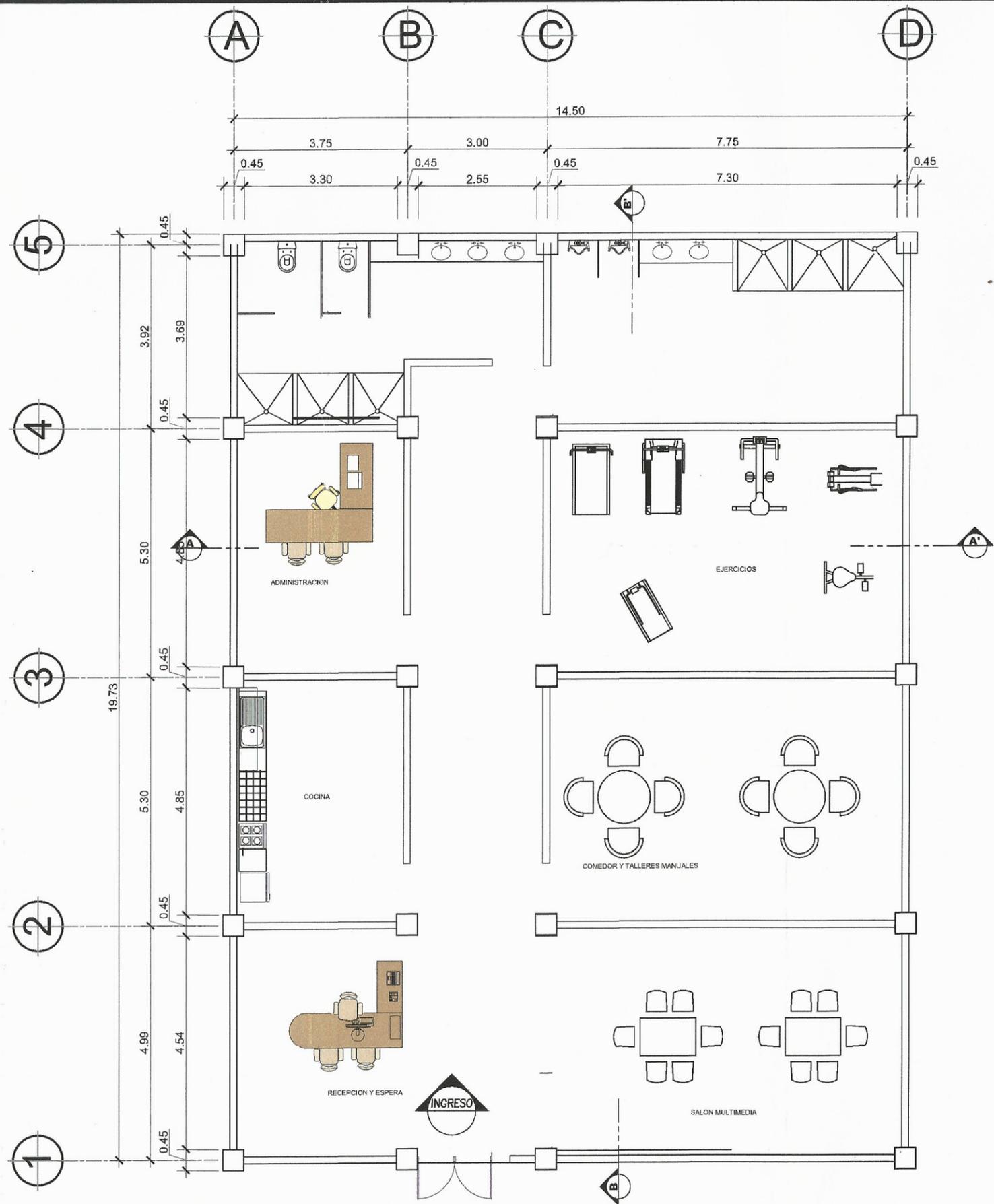
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala*. Guatemala, 2002.
2. BRAJA, Das. Fundamentos de *ingeniería* de cimentaciones. 7ª ed. México: Cengage Learning, 2011. 819 p.
3. FUENTES, Samuel. *Diseño del centro comercial de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 248 .
4. Organización Panamericana de la salud, *Guía de diseño para captación de agua de lluvia.*, Lima, Perú: OPS, 2004. 15 pp.
5. MCCORMAC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. 8a ed. México: Editorial Afta y Omega, 2011. 724 p.
6. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-hill, 1999. 722 p.
7. American Concrete Institute *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 3185-11)*. 2011. 548 pp.

8. SICAL, Axel. *Detallado de diseño sísmico de hormigón armado* con base al ACI 2005. trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 219 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos constructivos para el asilo municipal**

Fuente: elaboración propia.



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO

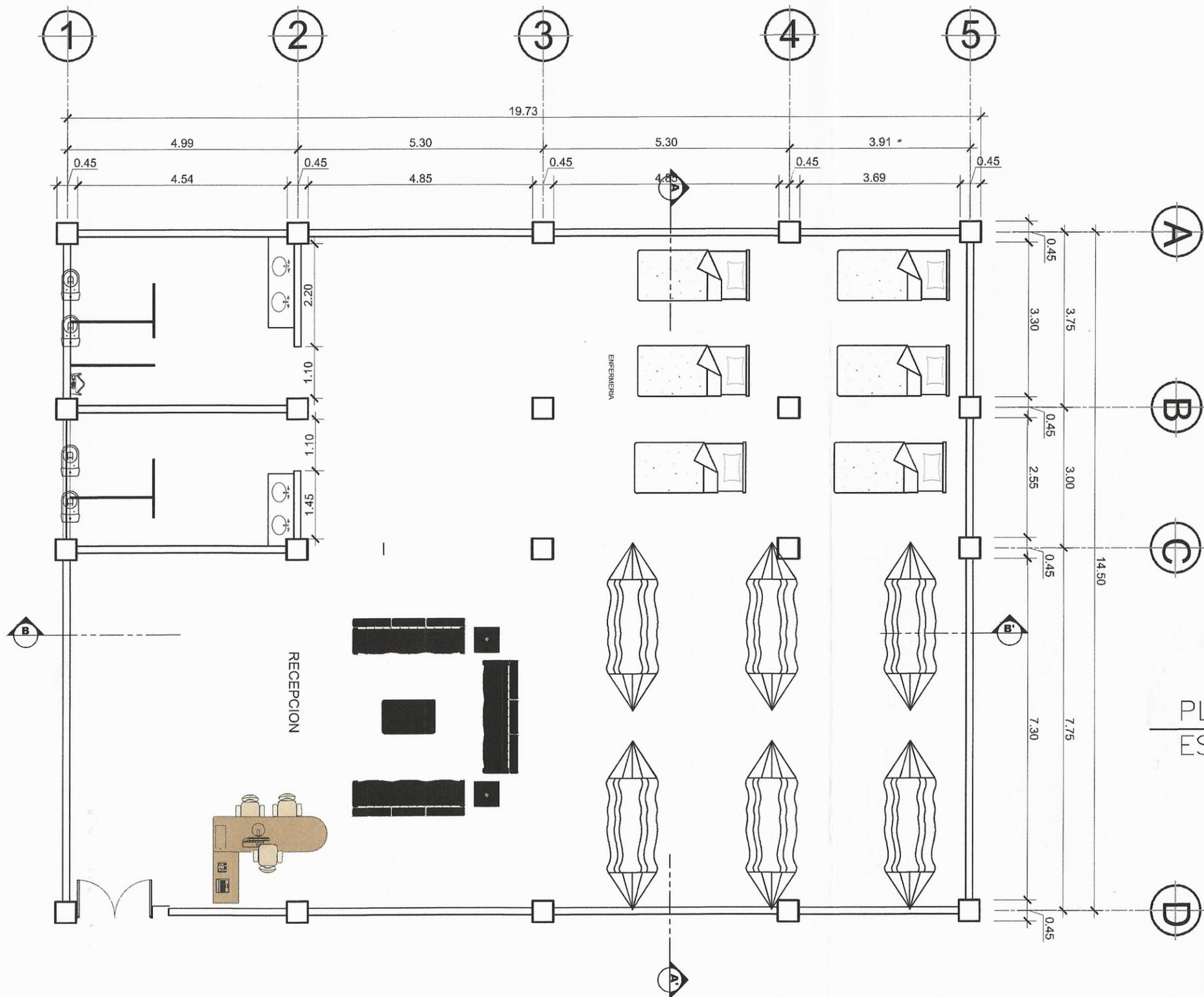
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

INDICADA	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
Ing. Manuel Alfredo Arce	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS	DIBUJO:	LUIS C. BRAN
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS	CALCULO:	LUIS C. BRAN
	SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS
 1 / 18

Facultad de Ingeniería y EPS
 LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937



PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
 ESCALA 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

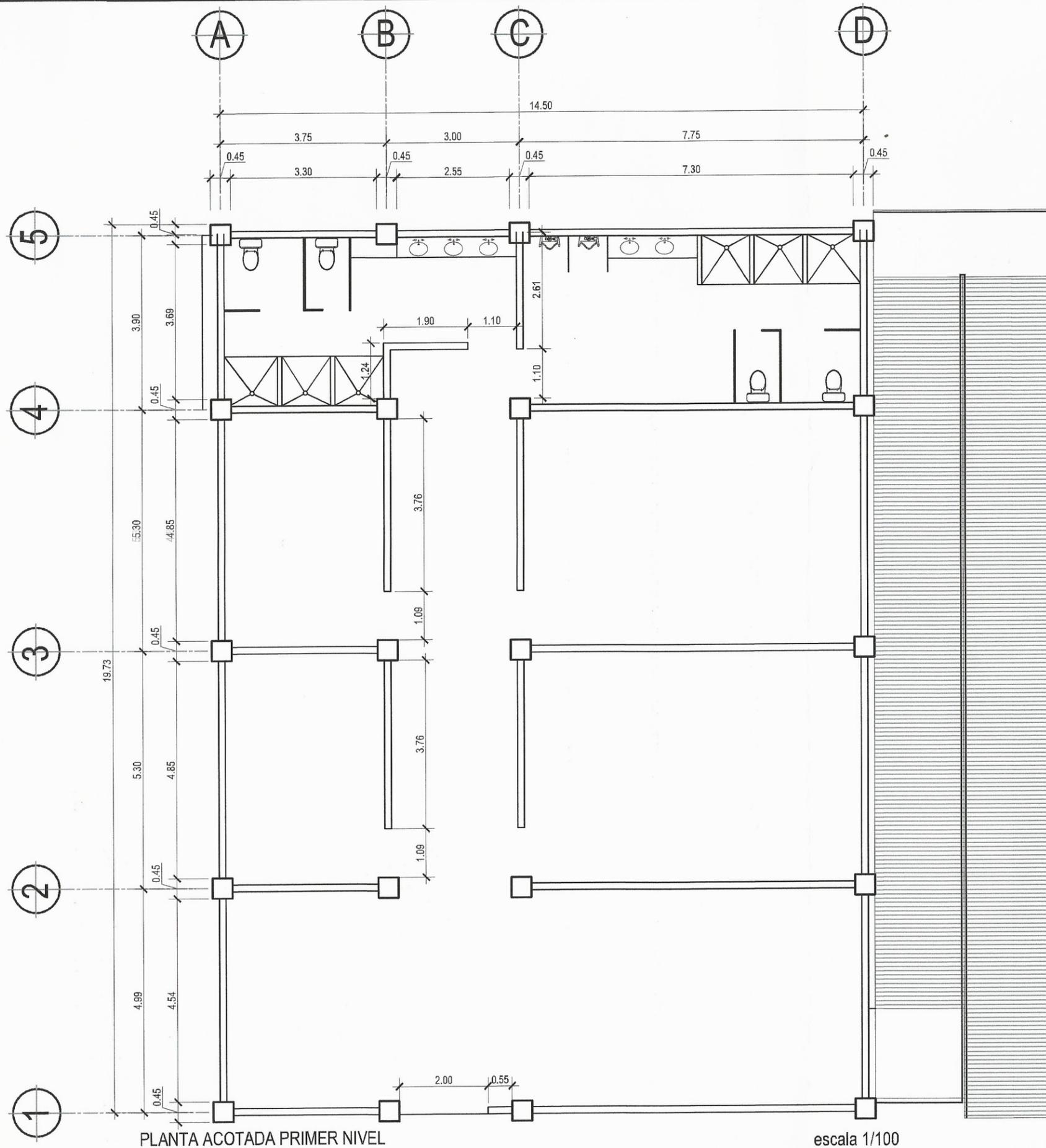
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA

ESCALA INDICADA	FECHA	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
	FEBRERO 2018	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
		DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
		CALCULÓ:	LUIS C. BRAN
		SUPERVISÓ:	EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Manuel Alfredo Arraiza Ochaeta
 ASesor SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería

LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

No. DE HOJAS
 2 / 18

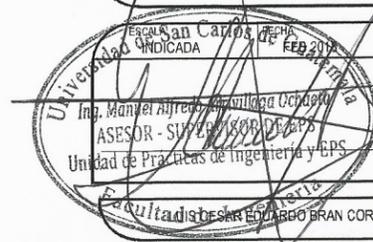


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

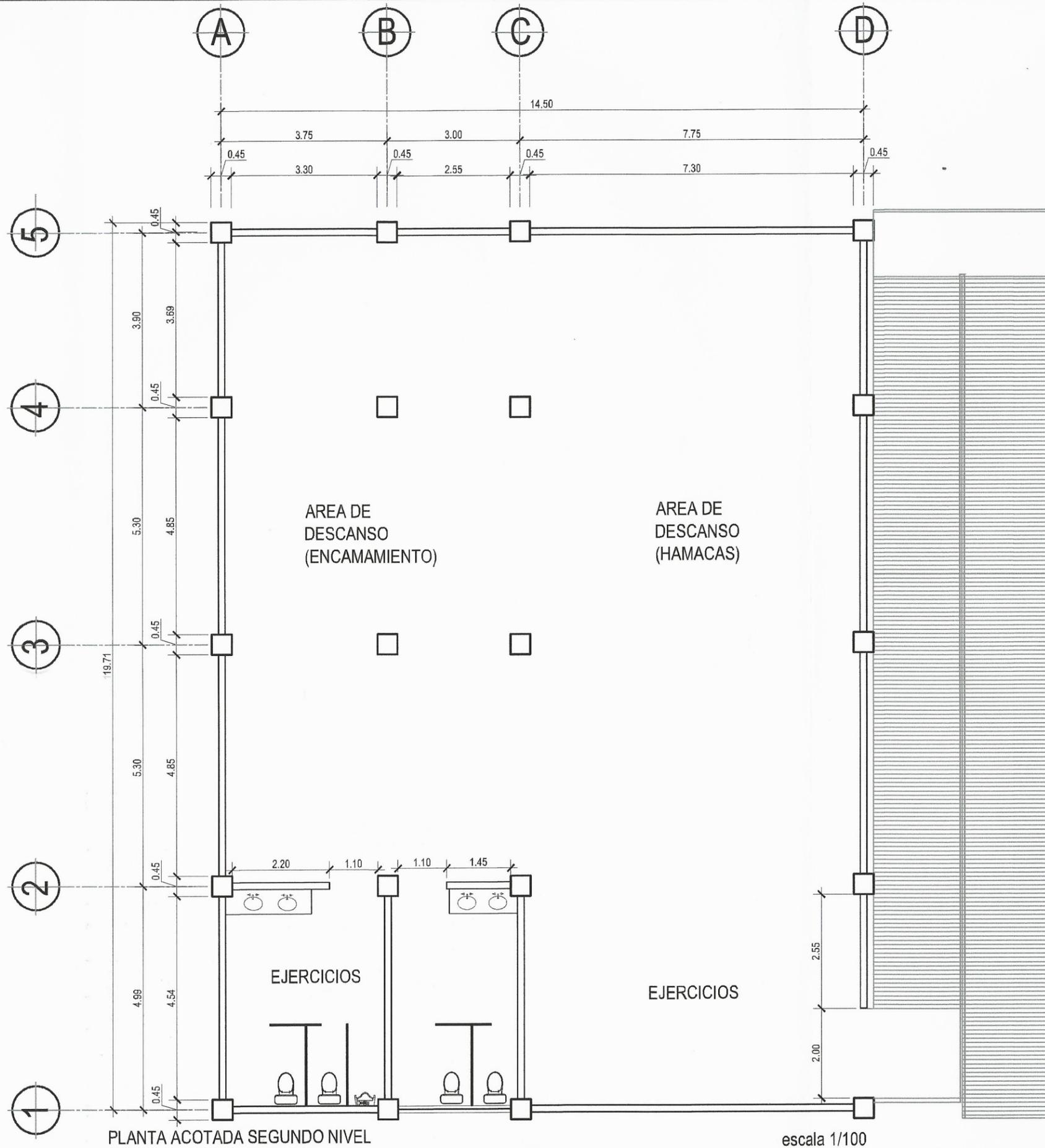
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL



TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

3
18



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

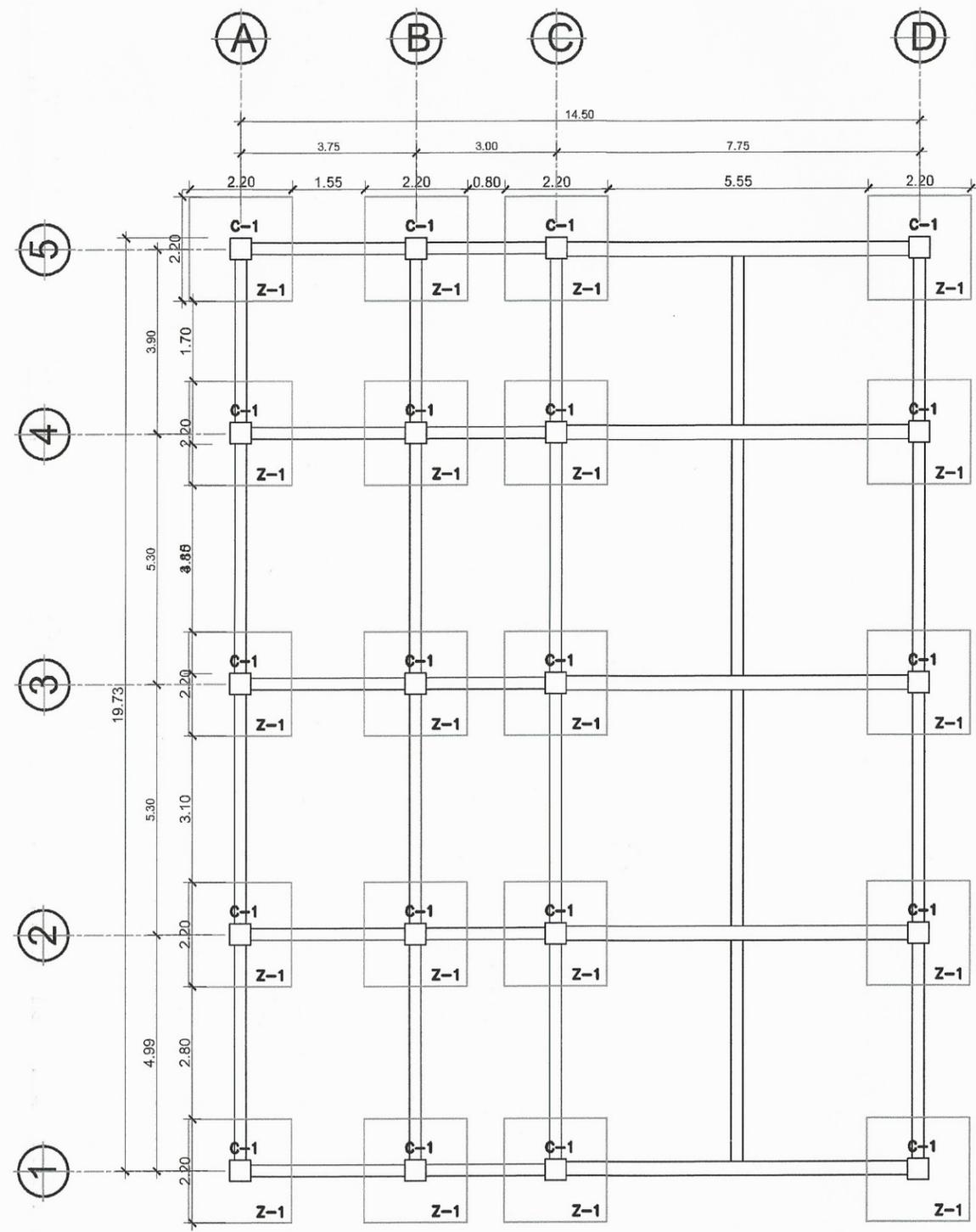
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

INDICADA
FECHA: FEB 2018
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa
ASESOR SUPLENTE DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
Escuela de Ingeniería
LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

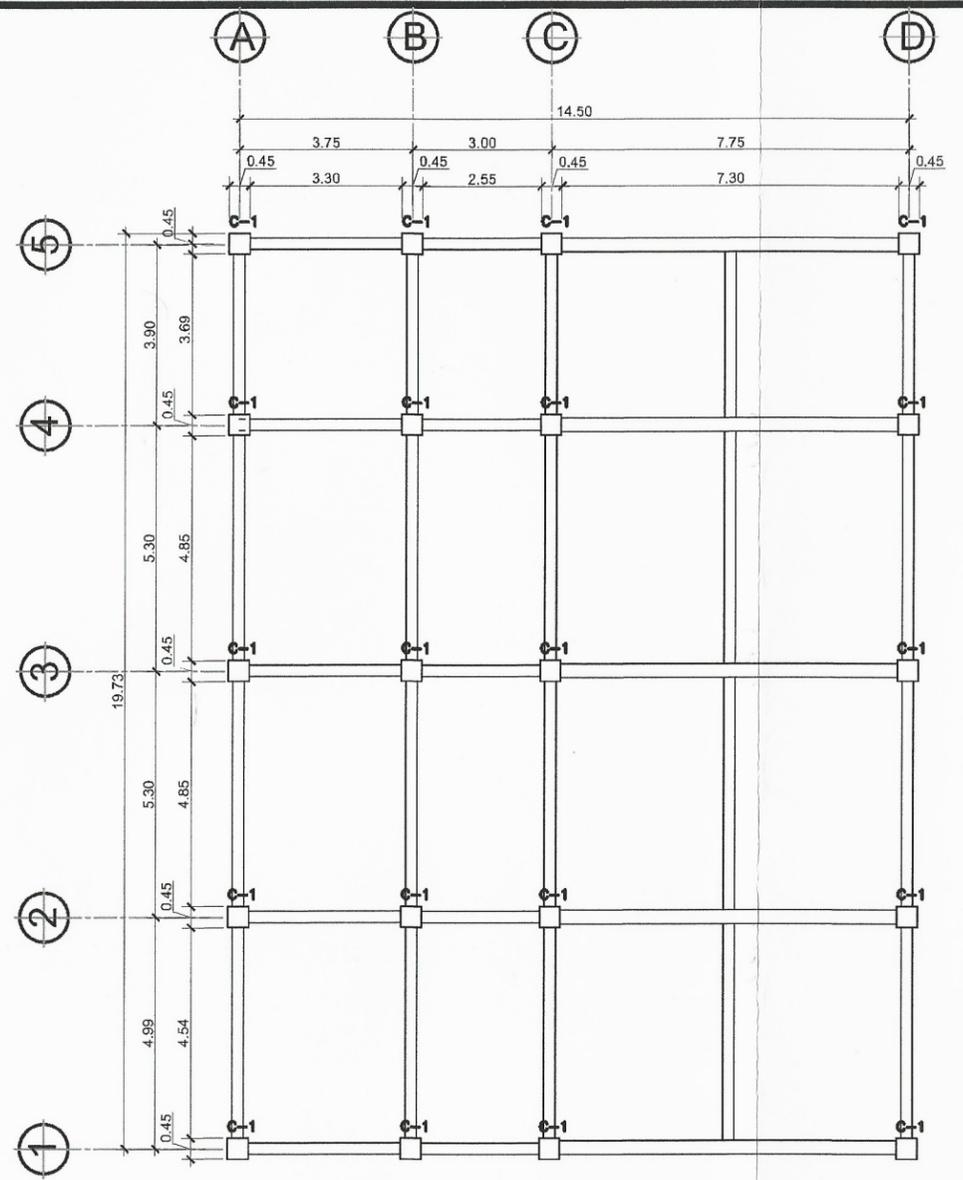
TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
CALCULÓ:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

4
18



PLANO DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL
ESC 1:100



PLANO DE COLUMNAS SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

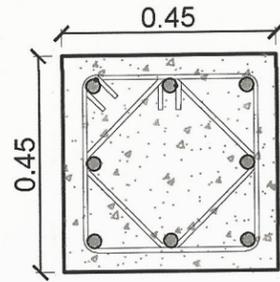
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS

ESCALA INDICADA	FEBRERO 2018	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
ASESOR - SUPERVISOR	Manual Alfredo Arce Ortega	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
		CALCULÓ:	LUIS C. BRAN
		SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

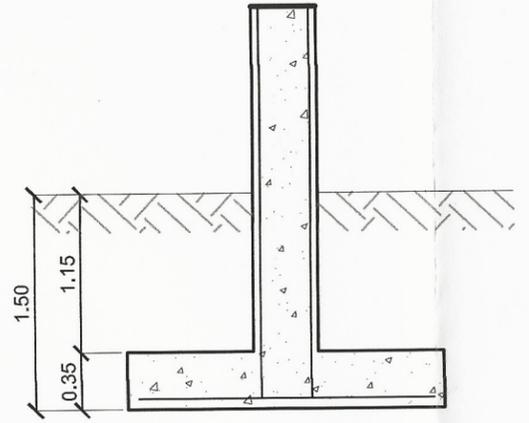
5
18

LUIS BRAN CORDON 201122937

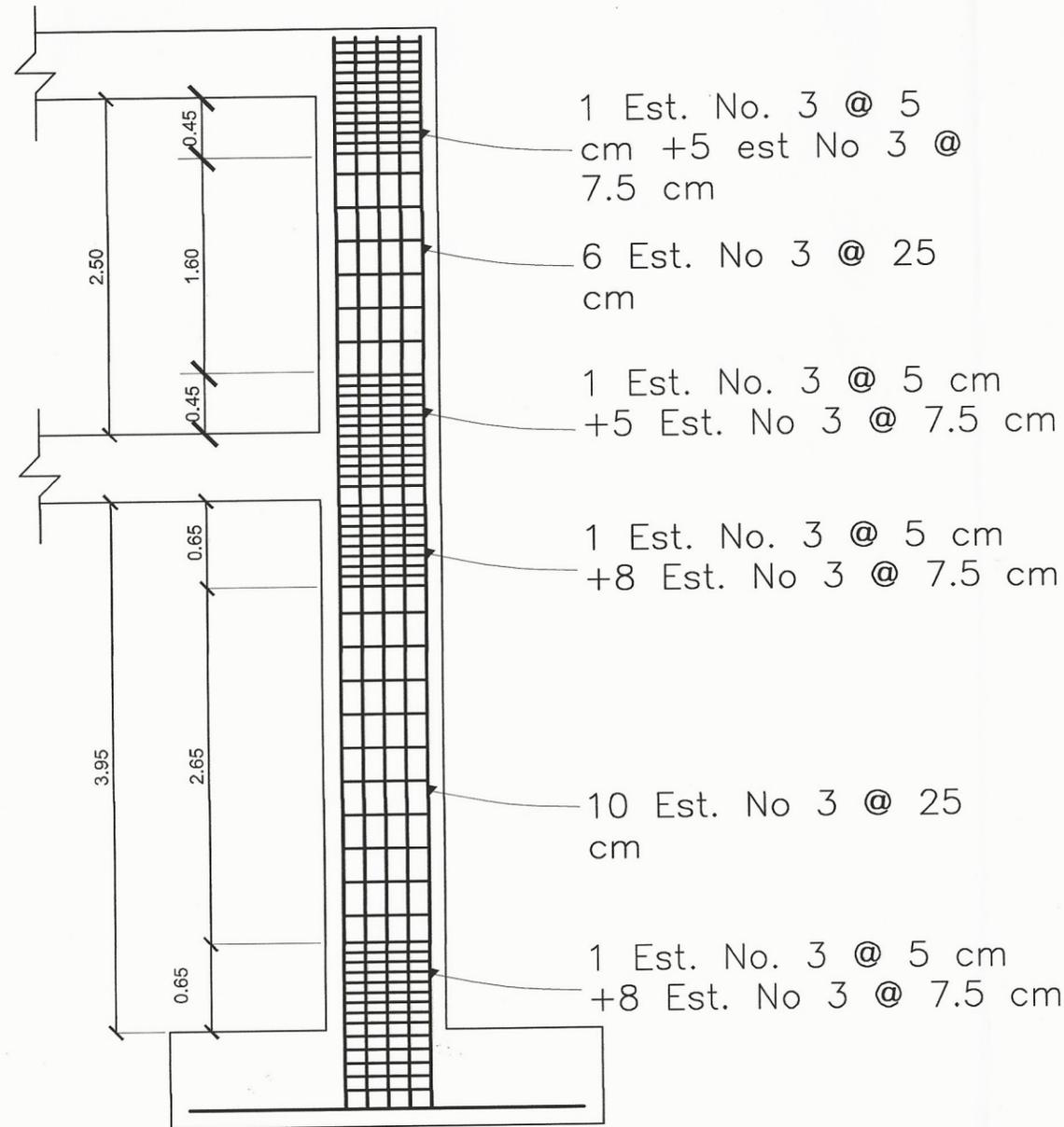


8 No. 6
 grado 60
 $f'c$ 4000 psi
 estribo no 3 grado 60
 Recubrimiento 4cm

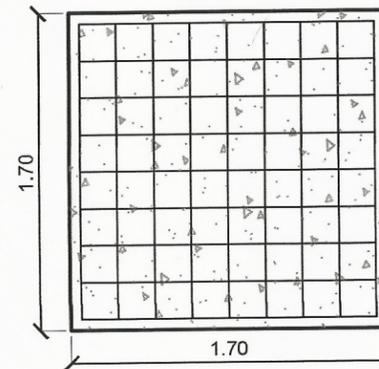
SECCION DE COLUMNA



DETALLE DE ZAPATA



SECCION DE COLUMNA



$f'c=4000$ psi
 $f_y= 60000$ psi
 Acero No 5 @ 22 cm
 ambos sentidos

DETALLE DE ZAPATA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

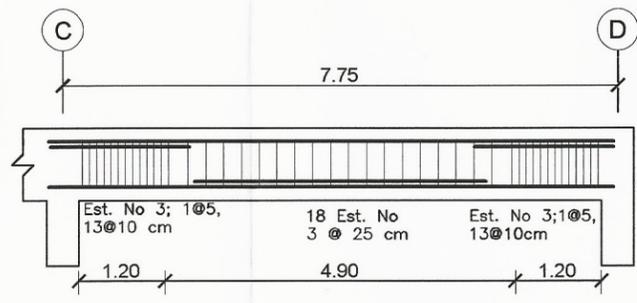
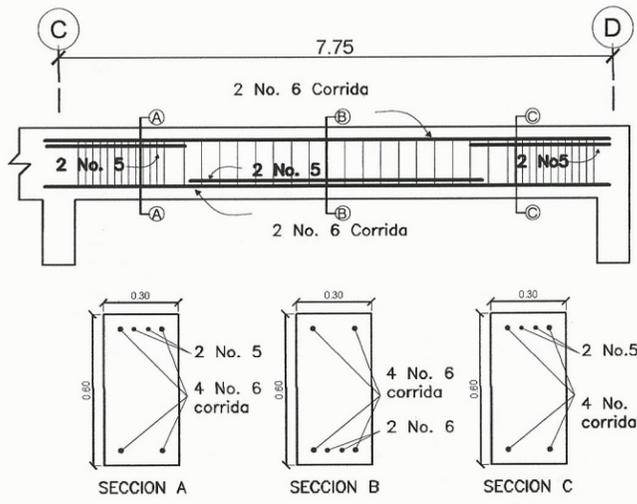
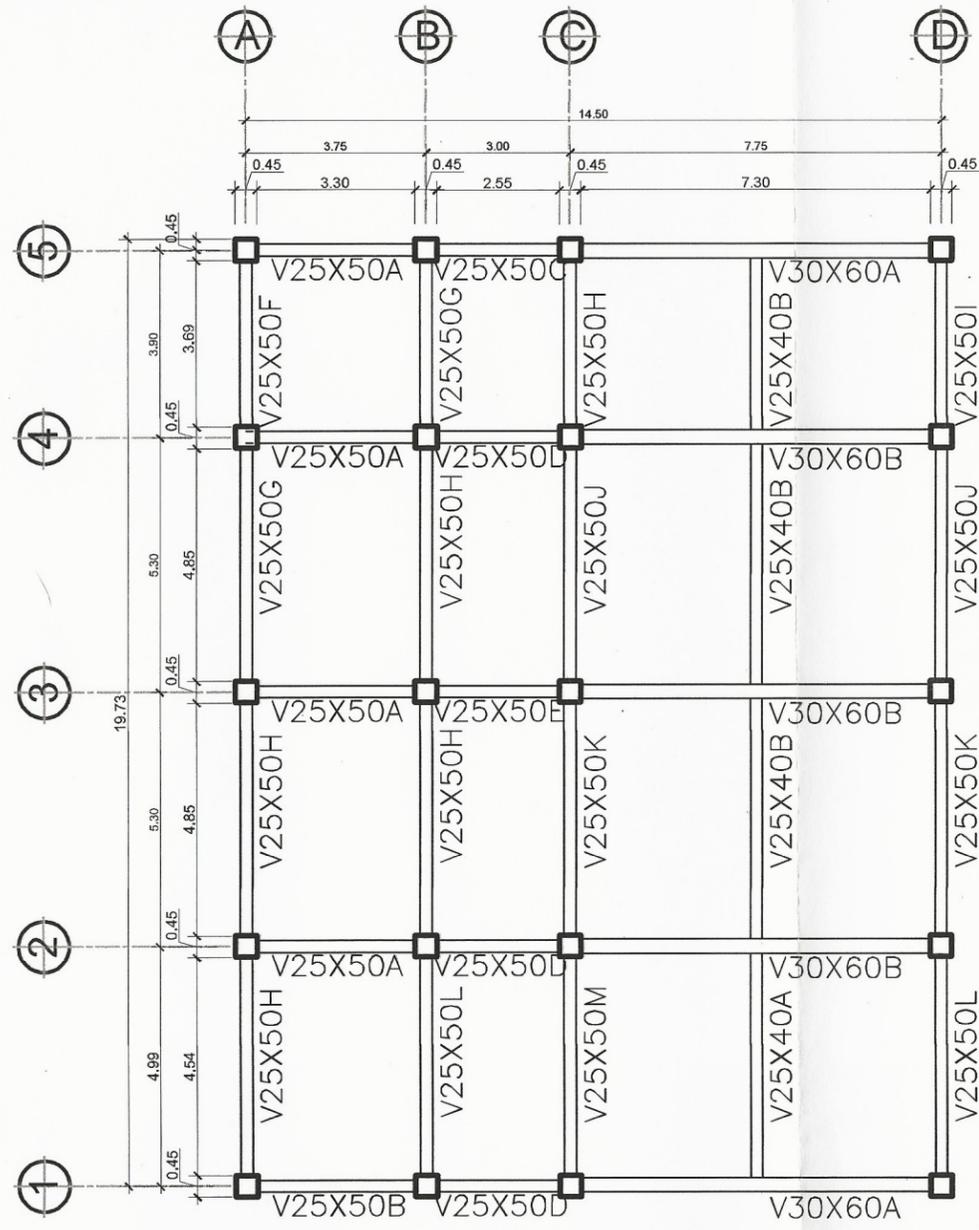
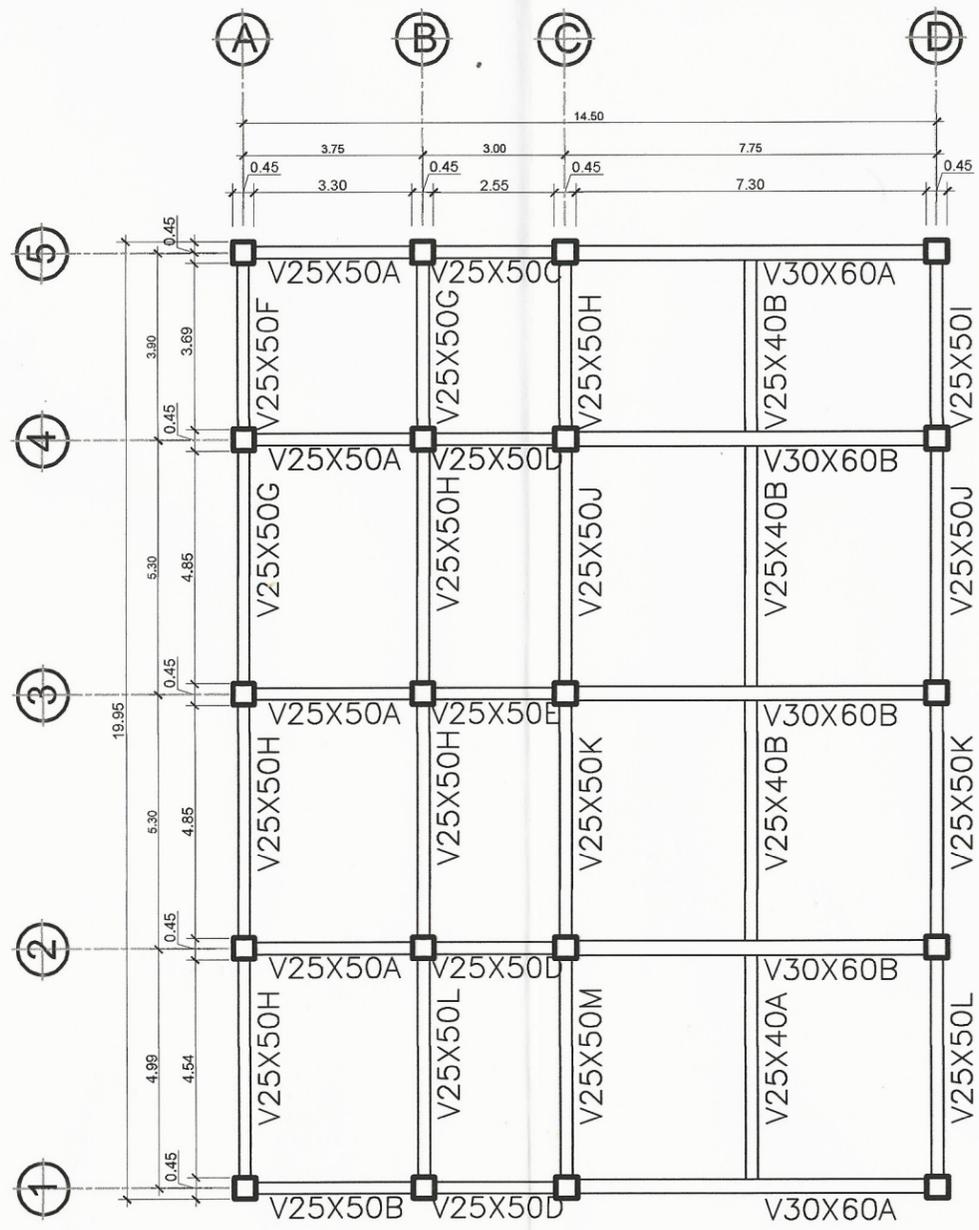
CONTENIDO: DETALLE DE COLUMNAS Y CIMENTACIONES

FECHA: FEBRERO 2018	TOPOGRAFIA: LUIS BRAN
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Córdova ASESOR SUPERVISOR DE EPS	DISEÑO: LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	DIBUJÓ: LUIS C. BRAN
Facultad de Ingeniería	CALCULÓ: LUIS C. BRAN
Luis Cesar Eduardo Bran Cordon 201122937	SUPERVISÓ: EPS

No. DE HOJAS

6 / 18

V25X50A	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 3
V25X50B	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 3
V25X50C	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 3
V25X50D	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 3
V25X50E	2 no 5 corrido + 1 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido
V25X50F	2 no 5 corrido + 1 no 3	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 3
V25X50G	2 no 5 corrido + 1 no 3	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50H	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido
V25X50I	2 no 5 corrido + 1 no 3	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50J	2 no 5 corrido + 1 no 3	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V30X60A	2 no 6 corrido + 2 no 5	2 no 6 corrido + 1 no 5	2 no 6 corrido + 2 no 5
V30X60B	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6
V30X60C	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6
V30X60D	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6
V30X60E	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6	2 no 6 corrido + 2 no 6
V30X60F	2 no 6 corrido + 2 no 5	2 no 6 corrido + 1 no 5	2 no 6 corrido + 2 no 5
V25X50F	2 no 5 corrido + 1 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 4
V25X50G	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 4
V25X50H	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50I	2 no 5 corrido + 2 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50J	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 4
V25X50K	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50L	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50M	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50N	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50O	2 no 5 corrido + 2 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50P	2 no 5 corrido + 2 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50Q	2 no 5 corrido + 2 no 4	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 4
V25X50R	2 no 5 corrido + 1 no 5	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 5
V25X50S	2 no 5 corrido + 1 no 6	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 6
V25X50T	2 no 5 corrido + 1 no 6	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 2 no 5
V25X50U	2 no 5 corrido + 1 no 6	2 no 5 corrido	2 no 5 corrido + 1 no 6



DETALLE DE ARMADO DE VIGAS
ESC 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

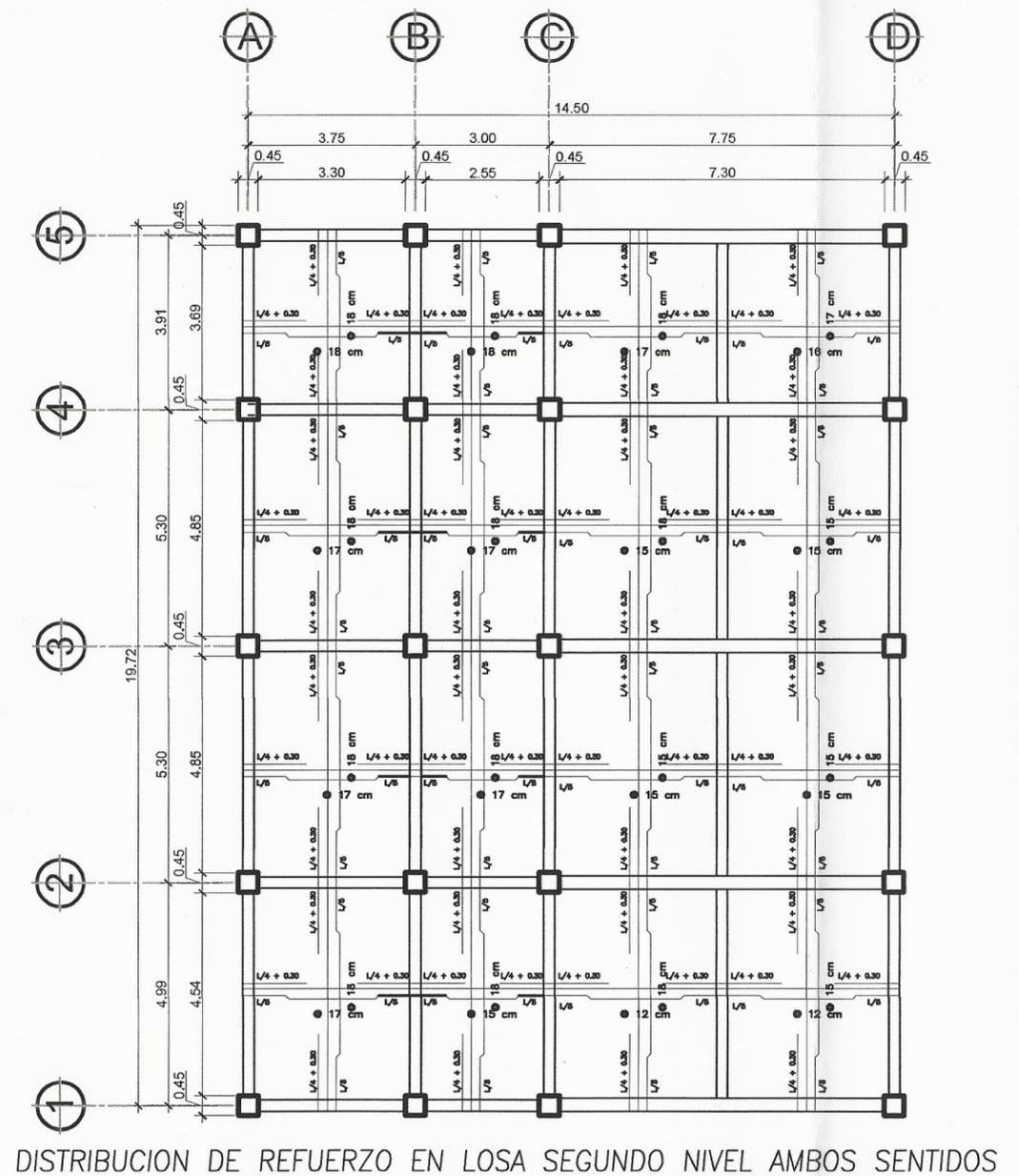
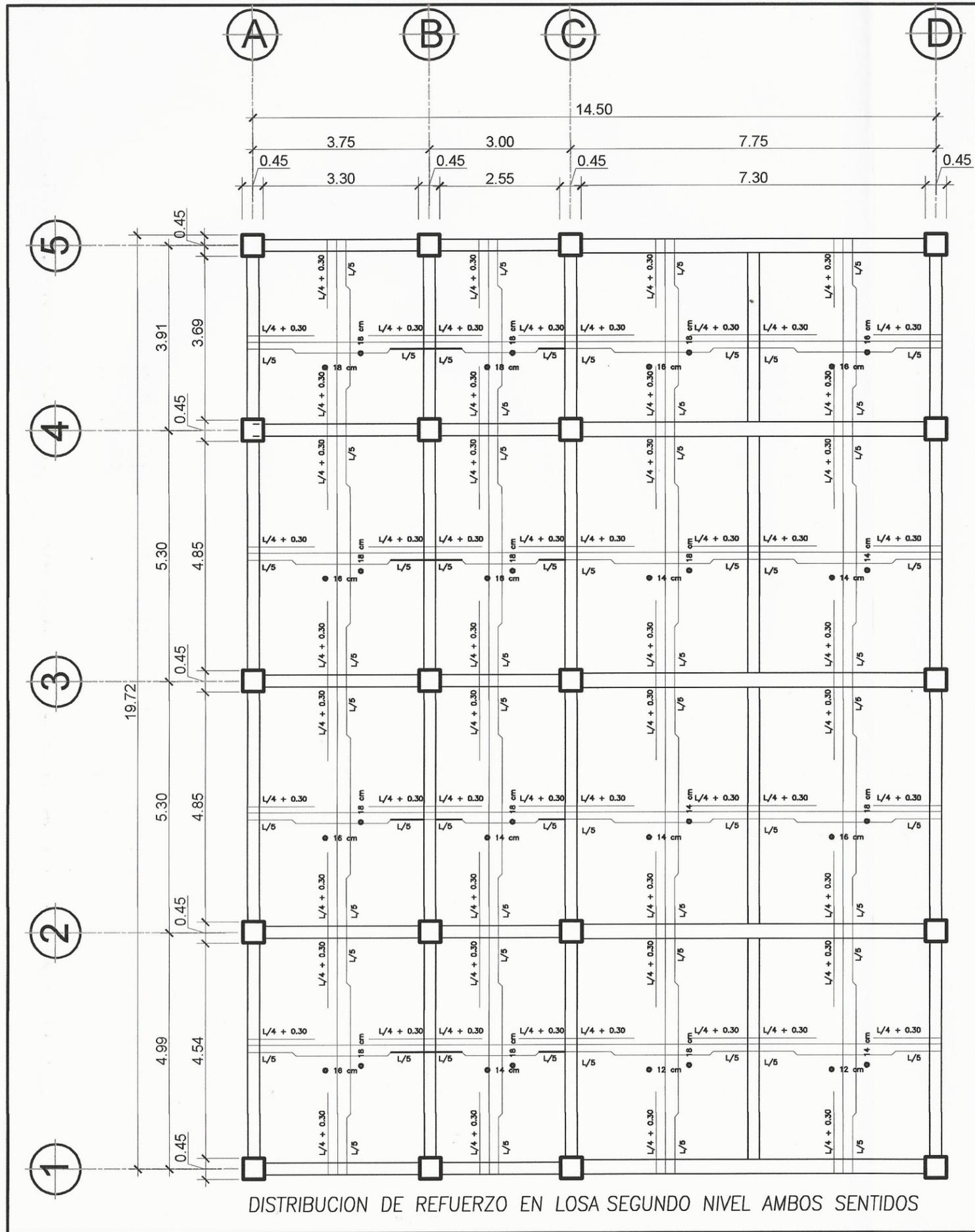
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA DE VIGAS Y DETALLES

FECHA: FEBRERO 2018	TOPOGRAFIA: LUIS BRAN
INDICADA	DISEÑO: LUIS C. BRAN
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga	DIBUJÓ: LUIS C. BRAN
ASESOR - SUPERVISOR	CALCULÓ: LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	SUPERVISÓ: EPS

No. DE HOJAS
7
18



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: PLANO DE LOSAS

ESCALA: 1/50
FECHA: FEBRERO 2018
INDICADA
Ing. Manuel Alfredo
ASesor SUPERVISOR DE EPS
Facultad de Ingenieria

TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS
8 / 18

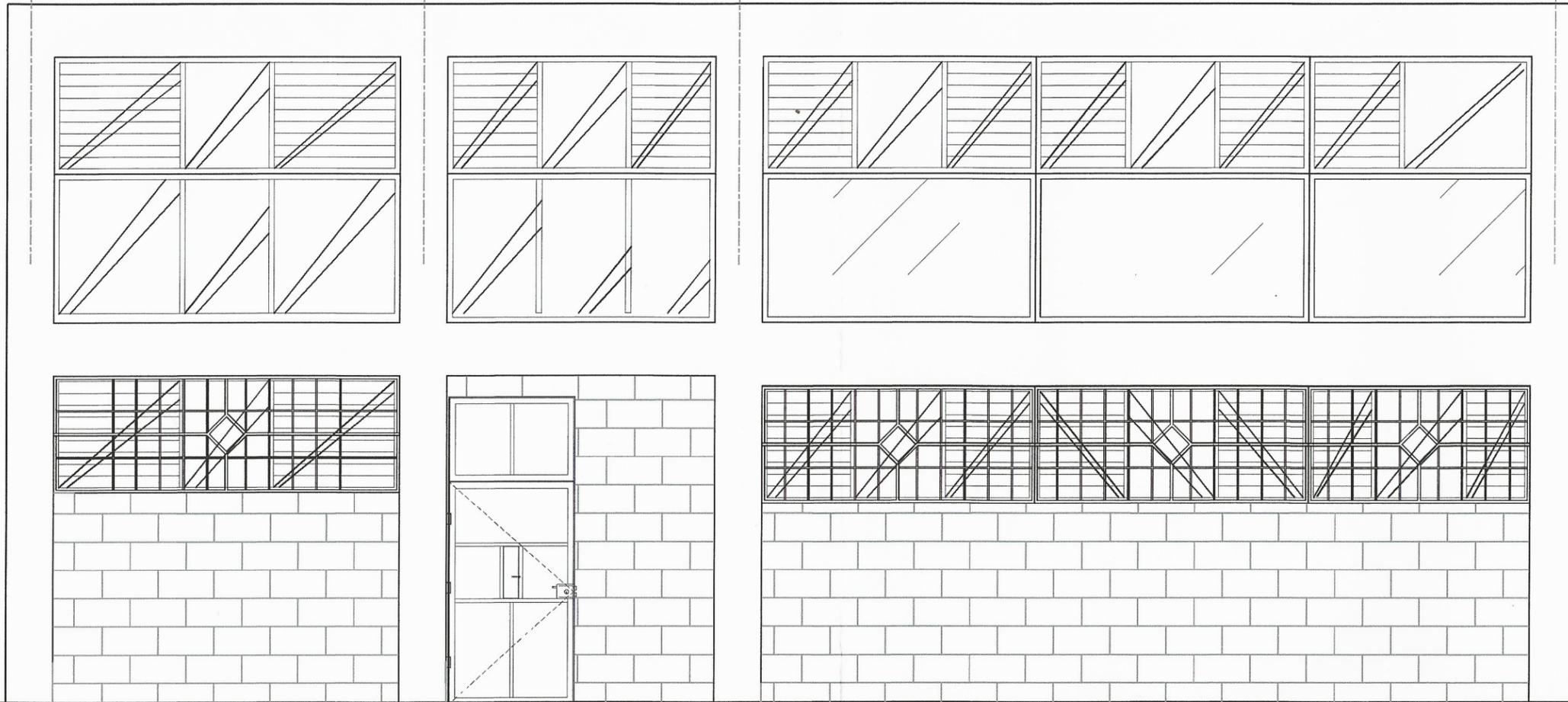
LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

A B C D

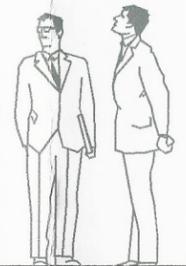
3.75

3.00

7.75



0.50
1.10
1.40
0.60
1.10
1.90
6.60



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: FACHADA

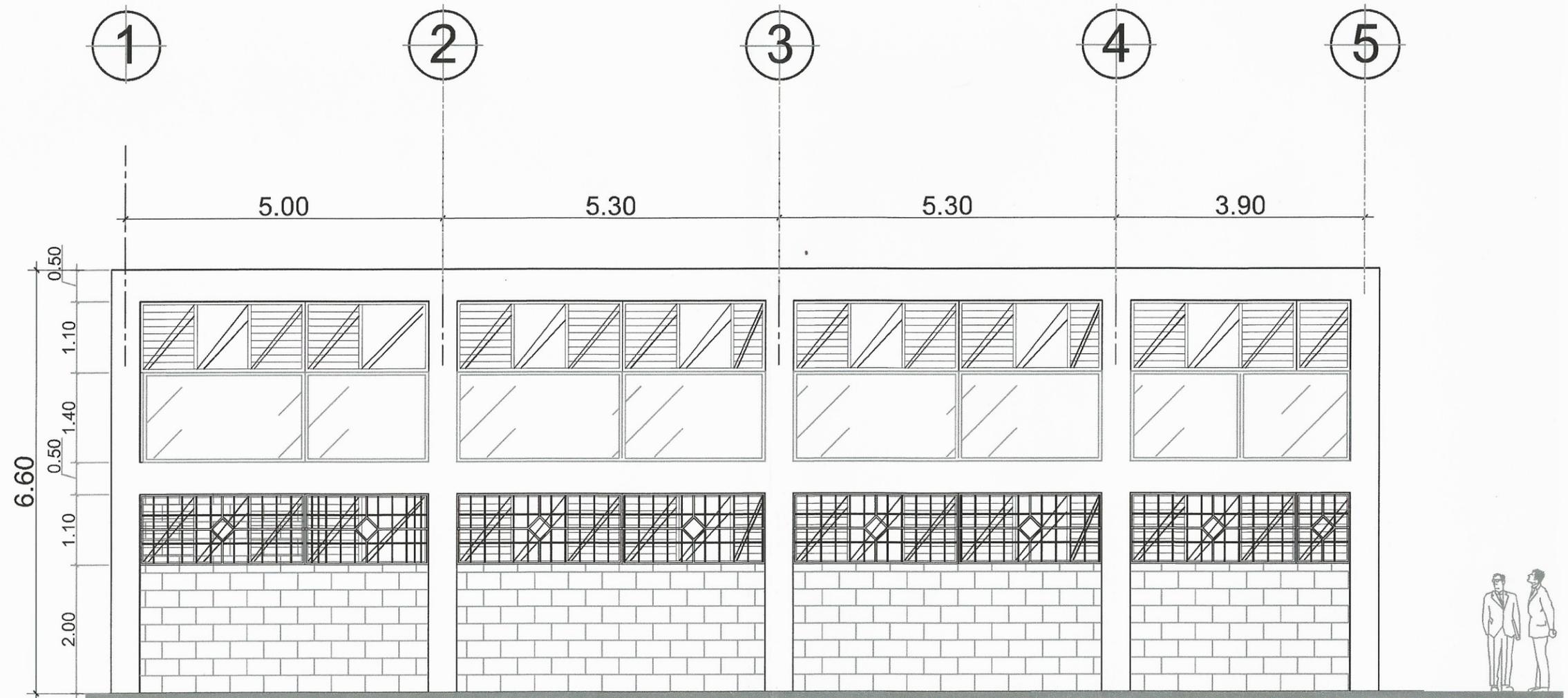
FACHADA
ESCALA 1/50

FECHA: FEBRERO 2018	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
INDICADA	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
Ing. Manuel Alfredo Arrinola Pacheco ASESOR - SUPERVISOR	DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	CALCULO:	LUIS C. BRAN
	SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

9
18

Facultad de Ingeniería y EPS
LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937



ELEVACION FRONTAL
 ESCALA 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: ELEVACION FRONTAL

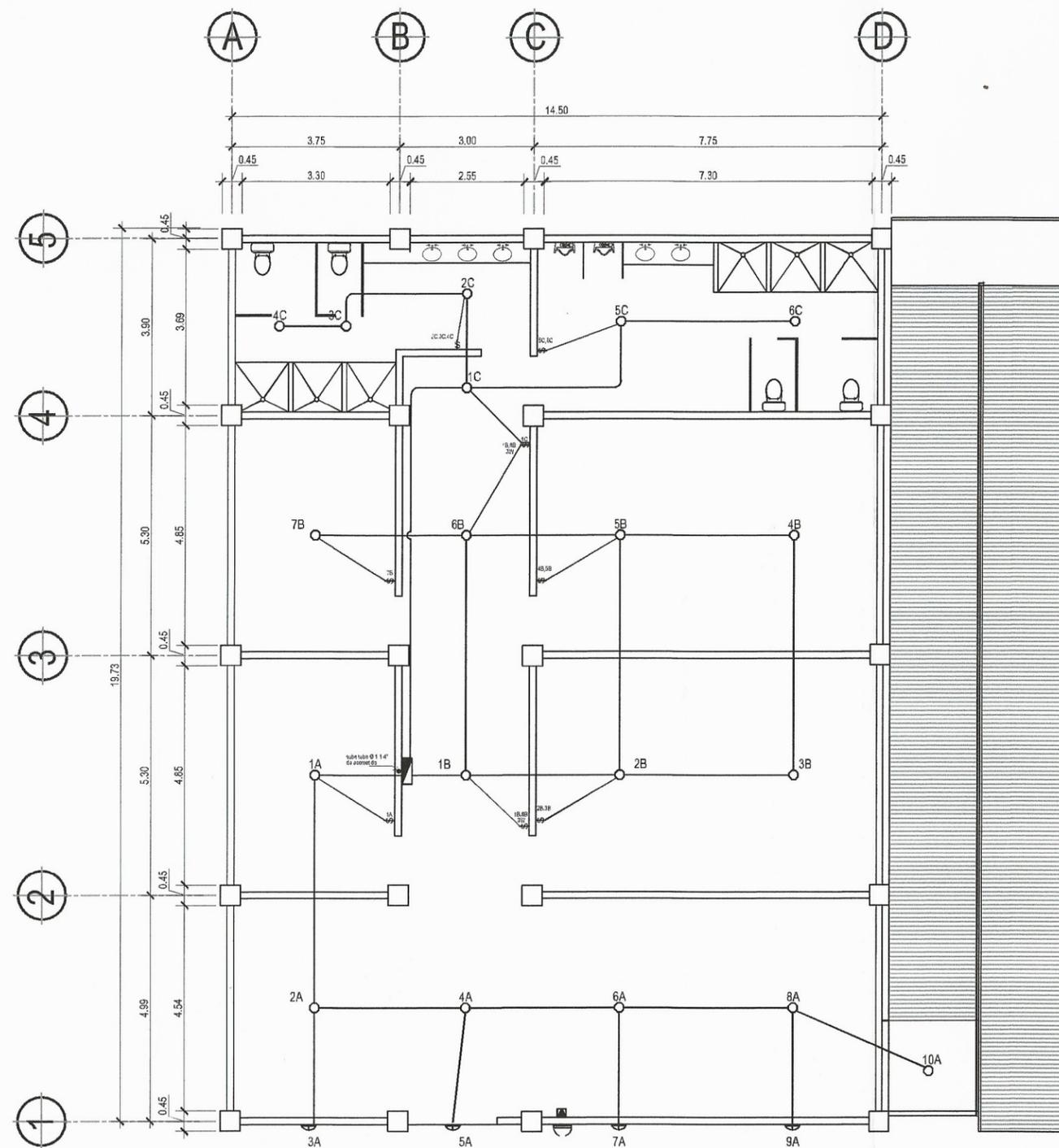
FECHA:	FEBRERO 2018	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN	DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
CALCULÓ:	LUIS C. BRAN	SUPERVISÓ:	EPS

Ing. Manuel Alfredo A. Cordero
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 Facultad de Ingeniería

LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

No. DE HOJAS

10
 18



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION) PRIMER NIVEL

escala 1/125



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

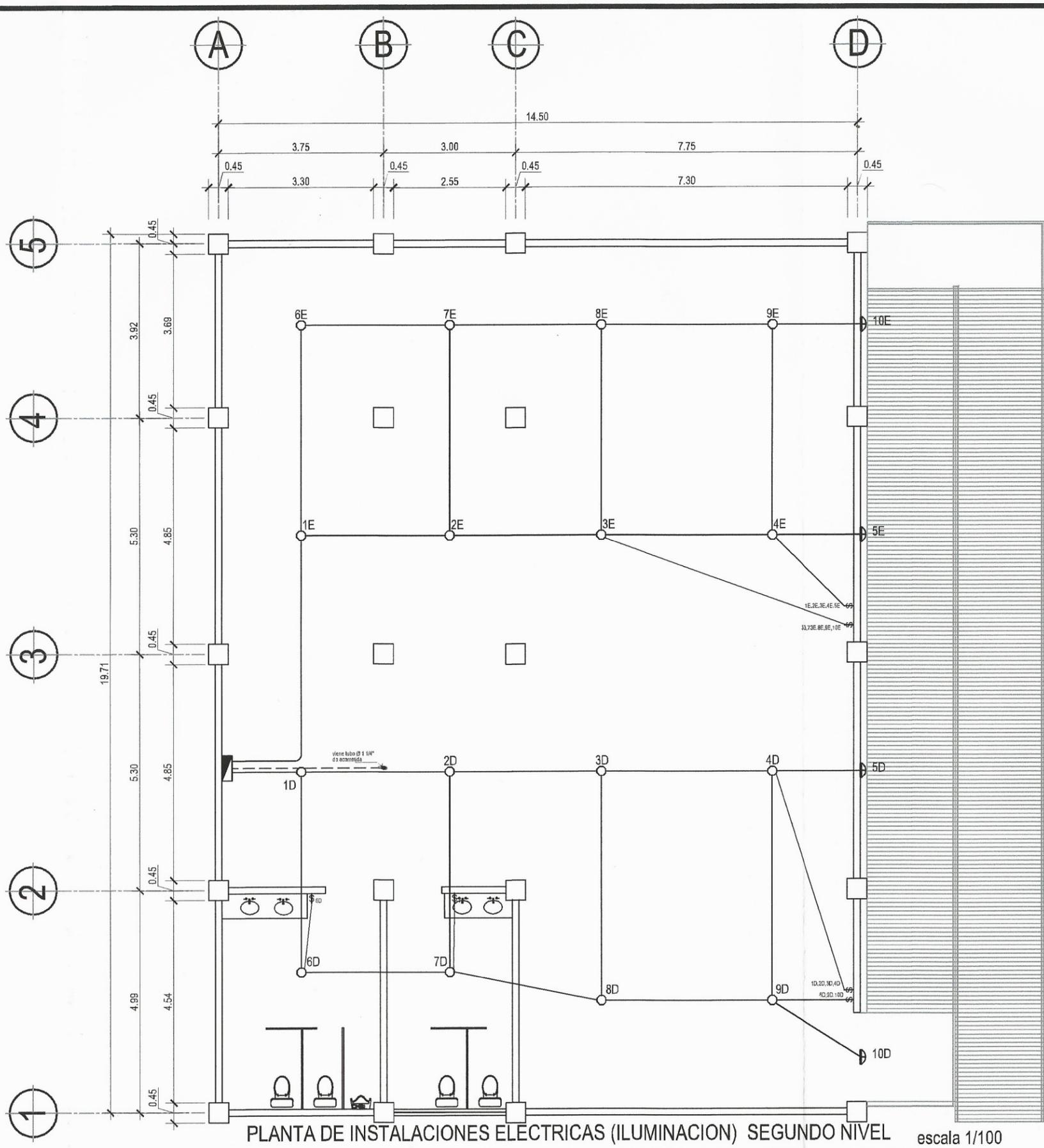
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION) SEGUNDO NIVEL

TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

11
18



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION) SEGUNDO NIVEL escala 1/100

SIMBOLOGIA DE PLANO DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)	
	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 3/4" SUJETADA AL TECHO POR MEDIO DE ABRAZADERAS.
	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 3/4" EN PISO O EN PARED.
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION, DE 12 CIRCUITOS EN PARED, A UNA ALTURA DE 1.80m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INTERRUPTOR GENERAL SOLICITADO POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRA EL SERVICIO DE ELECTRICIDAD A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 1.50 m DEL CONTADOR ELECTRICO.
	CONTADOR ELECTRICO, A UNA ALTURA DE 1.70m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INDICA CONDUCTOR ACTIVO E IDENTIFICADOR DEL CIRCUITO.
	INDICA CONDUCTOR NEUTRO.
	INDICA "RETORNO" ENTRE LAMPARA E INTERRUPTOR Y UNIDAD ELECTRICA QUE CONTROLA.
	INDICA "INTERRUPTOR SIMPLE" Y UNIDAD ELECTRICA QUE CONTROLA.
	INDICA "INTERRUPTOR DOBLE" Y UNIDAD ELECTRICA QUE CONTROLA.
	INDICA CAJA METALICA "OCTOGONAL" DE 2" X 4", EN TECHO.
	INDICA LAMPARA EN PARED A UNA ALTURA DE 2.20m SOBRE LA SOLERA DE HUMEDAD.
	INDICA "VUELTA" A 90°, PVC ELECTRICO, (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).
	INDICA "CODDO" A 45°, PVC ELECTRICO (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
**EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO**

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

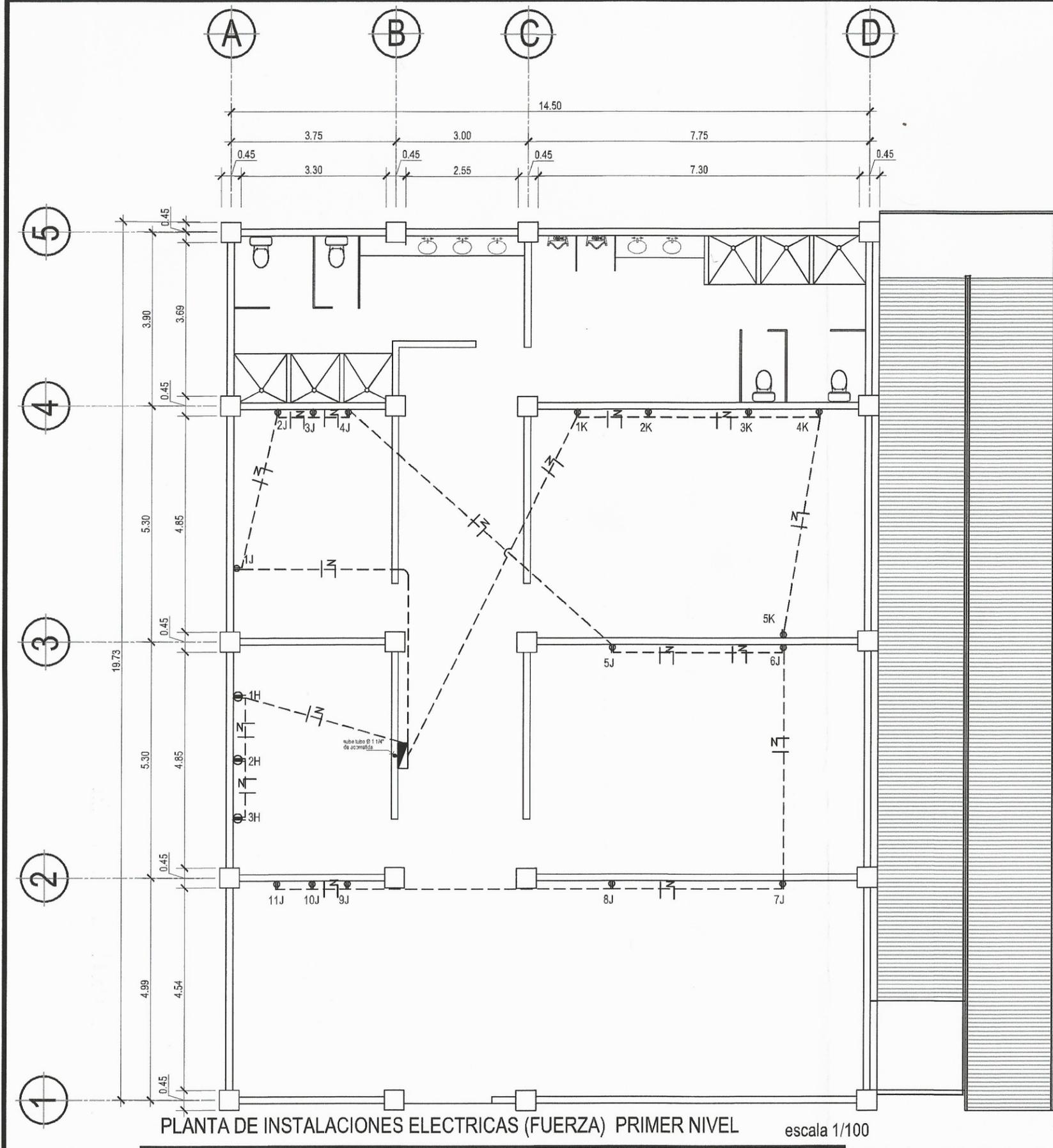
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION) SEGUNDO NIVEL

FECHA: FEB 2019
 Ing. Manuel Alfredo...
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS
 Facultad de Ingenieria

TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS
12
18

LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA) PRIMER NIVEL escala 1/100

SIMBOLOGIA DE PLANO DE ELECTRICIDAD (FUERZA)

	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 1" SUJETADA AL TECHO POR MEDIO DE ABRAZADERAS.
	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 1" EN PISO O EN PARED.
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION, DE 12 CIRCUITOS EN PARED, A UNA ALTURA DE 1.60m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INTERRUPTOR GENERAL, SOLICITADO POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRA EL SERVICIO DE ELECTRICIDAD A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 1.50 m DEL CONTADOR ELECTRICO.
	CONTADOR ELECTRICO, A UNA ALTURA DE 1.70m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INDICA CONDUCTOR ACTIVO E IDENTIFICADOR DEL CIRCUITO.
	INDICA CONDUCTOR NEUTRO.
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE A UNA ALTURA DE 0.80m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD.
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE A UNA ALTURA DE 1.20 m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O CORONA (PLANTA ALTA)
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE CON PROTECTOR PARA ESTERIORES A UNA ALTURA DE 0.80m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O CORONA (PLANTA ALTA)
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE PARA CALENTADOR DE DUCHA A UNA ALTURA DE 2.40m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O (CORONA EN PLANTA ALTA)
	INDICA "VUELTA" A 90°, PVC ELECTRICO, (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).
	INDICA "CODO" A 45°, PVC ELECTRICO (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).
	INDICA VARILLA DE COBRE DE Ø 3/8" ENTERRADA PARA TIERRA FISICA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA) PRIMER NIVEL

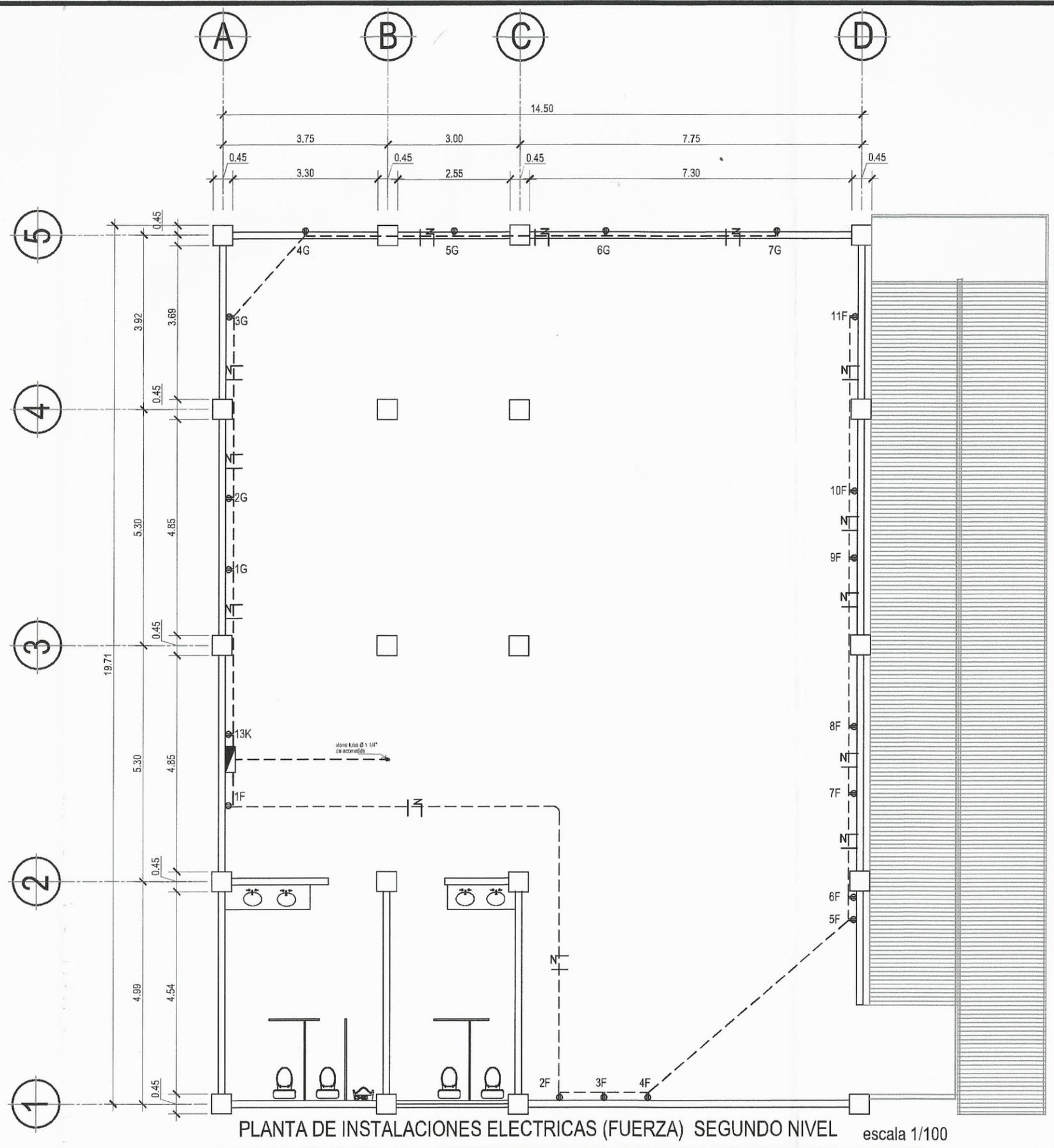


TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISO:	EPS

No. DE HOJAS

13 / 18

LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA) SEGUNDO NIVEL escala 1/100

SIMBOLOGIA DE PLANO DE ELECTRICIDAD (FUERZA)	
	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 1" SUJETADA AL TECHO POR MEDIO DE ABRAZADERAS.
	INDICA TUBERIA TIPO "PVC ELECTRICO" DE UN DIAMETRO (Ø) DE 1" EN PISO O EN PARED.
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION, DE 12 CIRCUITOS EN PARED, A UNA ALTURA DE 1.30m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INTERRUPTOR GENERAL SOLICITADO POR LA EMPRESA QUE SUMINISTRA EL SERVICIO DE ELECTRICIDAD A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 1.50 m DEL CONTADOR ELECTRICO.
	CONTADOR ELECTRICO, A UNA ALTURA DE 1.70m SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
	INDICA CONDUCTOR ACTIVO E IDENTIFICADOR DEL CIRCUITO.
	INDICA CONDUCTOR NEUTRO.
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE A UNA ALTURA DE 0.60m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD.
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE A UNA ALTURA DE 1.20 m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O CORONA (PLANTA ALTA)
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE CON PROTECTOR PARA ESTERIORES A UNA ALTURA DE 0.60m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O CORONA (PLANTA ALTA)
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE PARA CALENTADOR DE DUCHA A UNA ALTURA DE 2.40m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD O (CORONA EN PLANTA ALTA)
	INDICA "VUELTA" A 90°, PVC ELECTRICO, (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).
	INDICA "CODO" A 45°, PVC ELECTRICO, (DIAMETRO Ø INDICADO EN EL PLANO).
	INDICA VARILLA DE COBRE DE Ø 3/8" ENTERRADA PARA TIERRA FISICA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

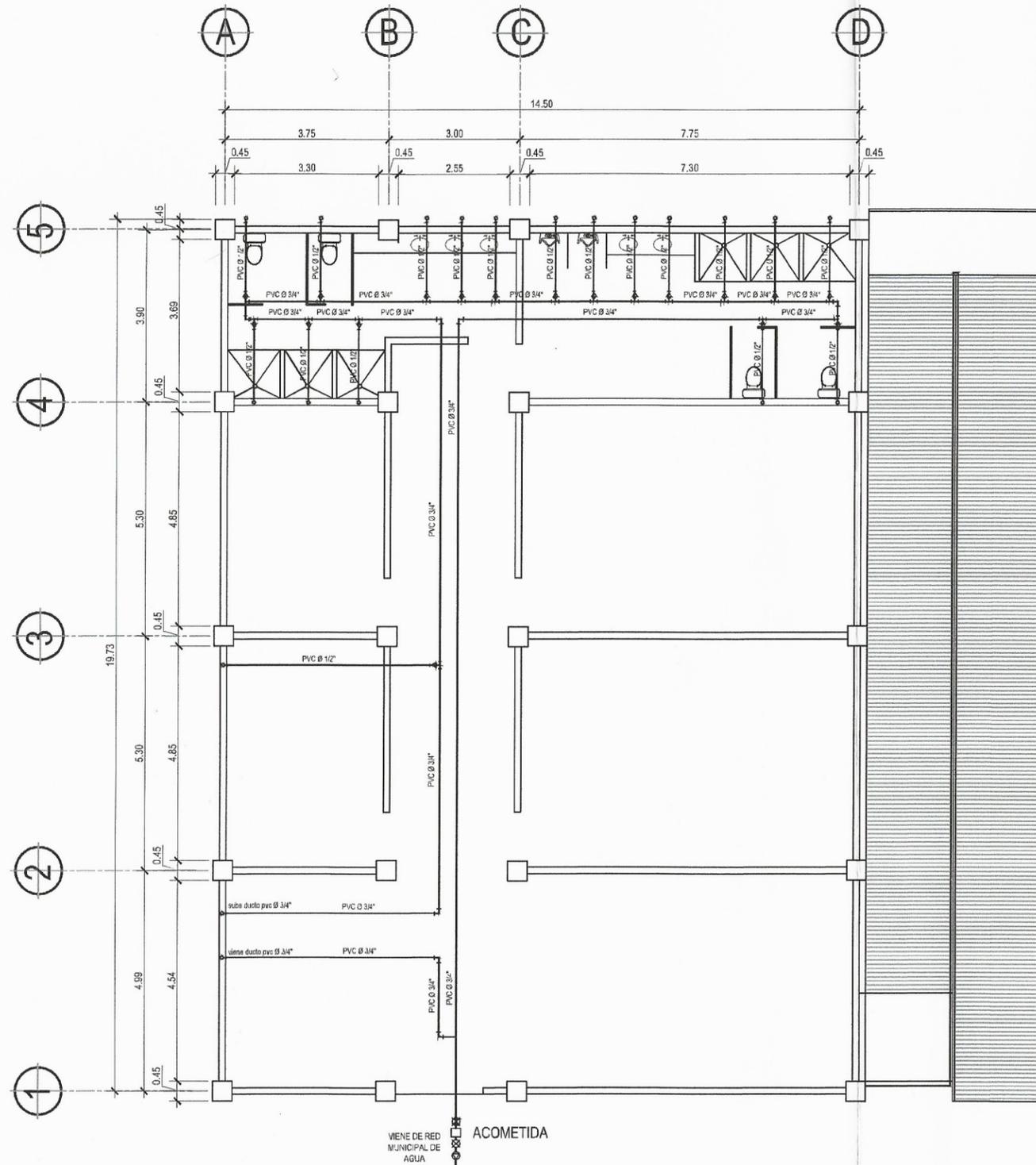
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA) SEGUNDO NIVEL

ESCALA: INDICADA FECHA: FEB 2018

TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISO:	EPS

Ing. Manuel Alfredo Arriaga Cordero
 ASESOR SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937
 Facultad de Ingeniería

No. DE HOJAS
 14 / 18

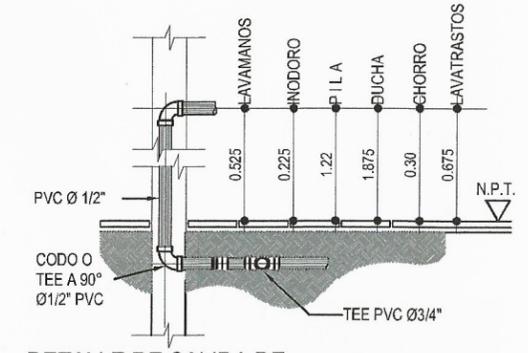


PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS PRIMER NIVEL

escala 1/125

SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE

	TUBERIA PRINCIPAL DE CIRCUITO DE AGUA POTABLE, PVC Ø 3/4"
	TUBERIA SECUNDARIA DE CIRCUITO CERRADO HACIA ARTEFACTOS, PVC Ø 1/2"
	VALVULA DE CHEQUE.
	LLAVE DE PASO.
	CONTADOR VOLUMETRICO.
	VALVULA DE CORTE.
	CODO DE PVC A 90° (VERTICAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	CODO DE PVC A 90° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC DE 90° (HORIZONTAL) EN CIRCUITO CERRADO, DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC DE 90° (HORIZONTAL) EN CIRCUITO CON REDUCCION DE DIAMETRO DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS
	CHORRO A UNA ALTURA DE 0.80m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD



DETALLE DE SALIDA DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS

ESCALA: 1:5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

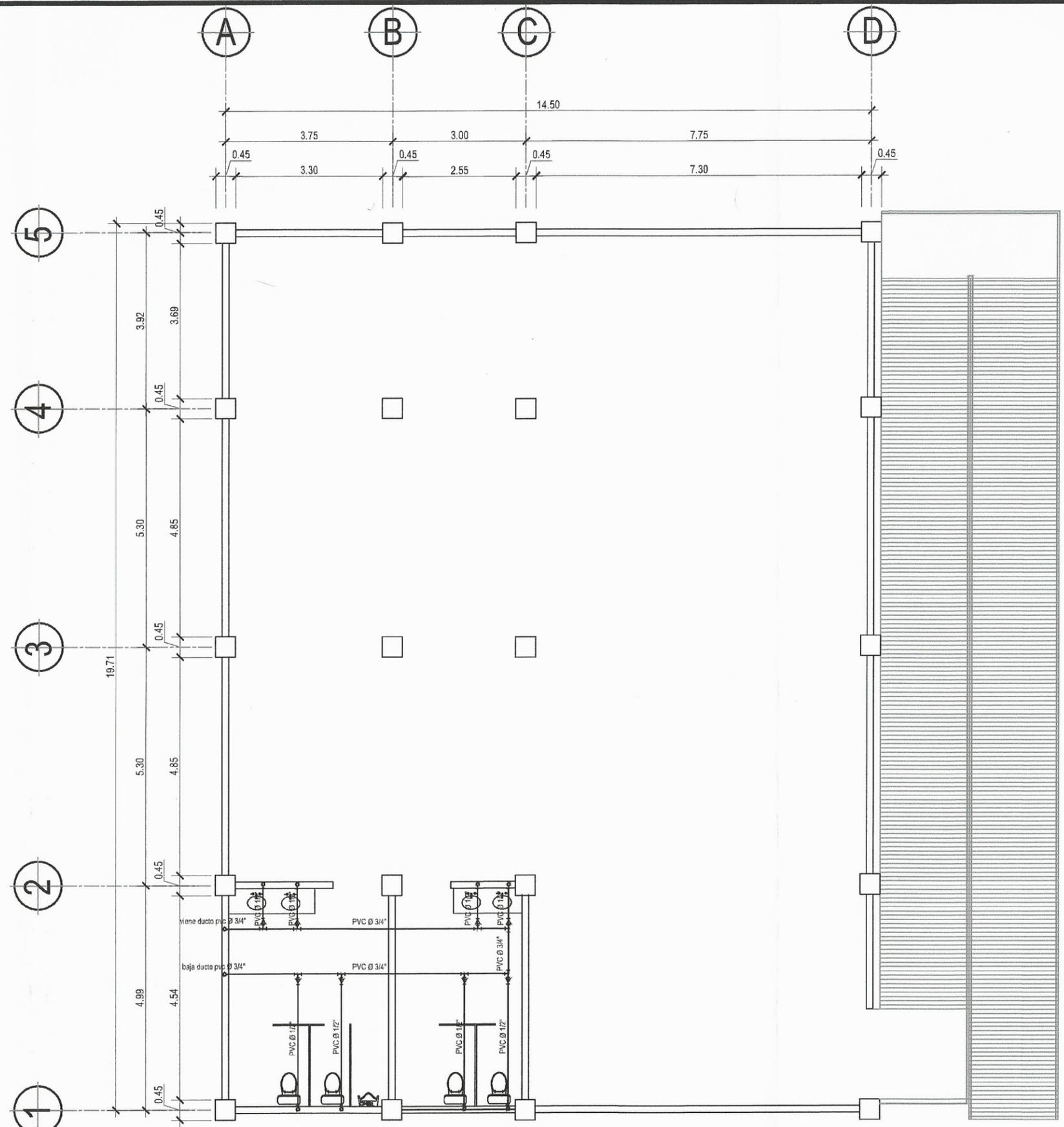
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS PRIMER NIVEL

INDICADA	FECHA: FEB 2018	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
ASESOR - SUPERVISOR	Ing. Manuel Alfredo Arzuaga Chochoy	BISEÑO:	LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	Facultad de Ingeniería	DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
		CALCULO:	LUIS C. BRAN
		SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS

15 / 18



PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS SEGUNDO NIVEL escala 1/100

SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE	
	TUBERIA PRINCIPAL DE CIRCUITO DE AGUA POTABLE, PVC Ø 3/4"
	TUBERIA SECUNDARIA DE CIRCUITO CERRADO HACIA ARTEFACTOS, PVC Ø 1/2"
	VALVULA DE CHEQUE.
	LLAVE DE PASO.
	CONTADOR VOLUMETRICO.
	VALVULA DE CORTE.
	CODDO DE PVC A 90° (VERTICAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	CODDO DE PVC A 90° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC DE 90° (HORIZONTAL) EN CIRCUITO CERRADO, DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC DE 90° (HORIZONTAL) EN CIRCUITO CON REDUCCION DE DIAMETRO DE TUBERIA HACIA ARTEFACTOS
	CHORRO A UNA ALTURA DE 0.60m SOBRE SOLERA DE HUMEDAD



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
**EJERCICIO PROFESIONAL
 SUPERVISADO**

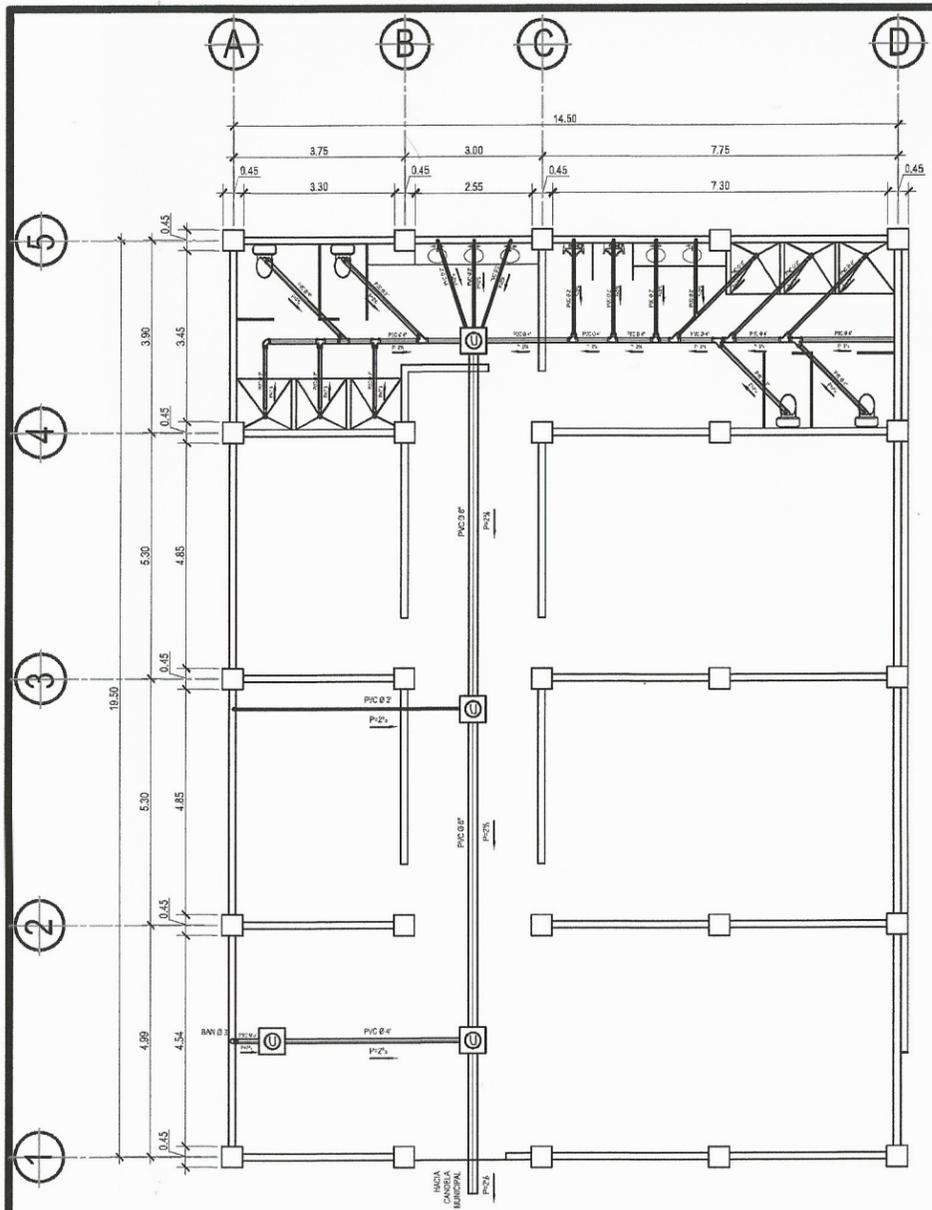
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA: INDICADA
 FECHA: FEB 2018
 Ing. Manuel Alfredo Arvillaga Achaeta
 ALSESA SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Práctica de EPS
 Facultad de Ingeniería

SUPERVISÓ:	EPS
CALCULO:	LUIS C. BRAN
DIBUJÓ:	LUIS C. BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN

No. DE HOJAS
16
18

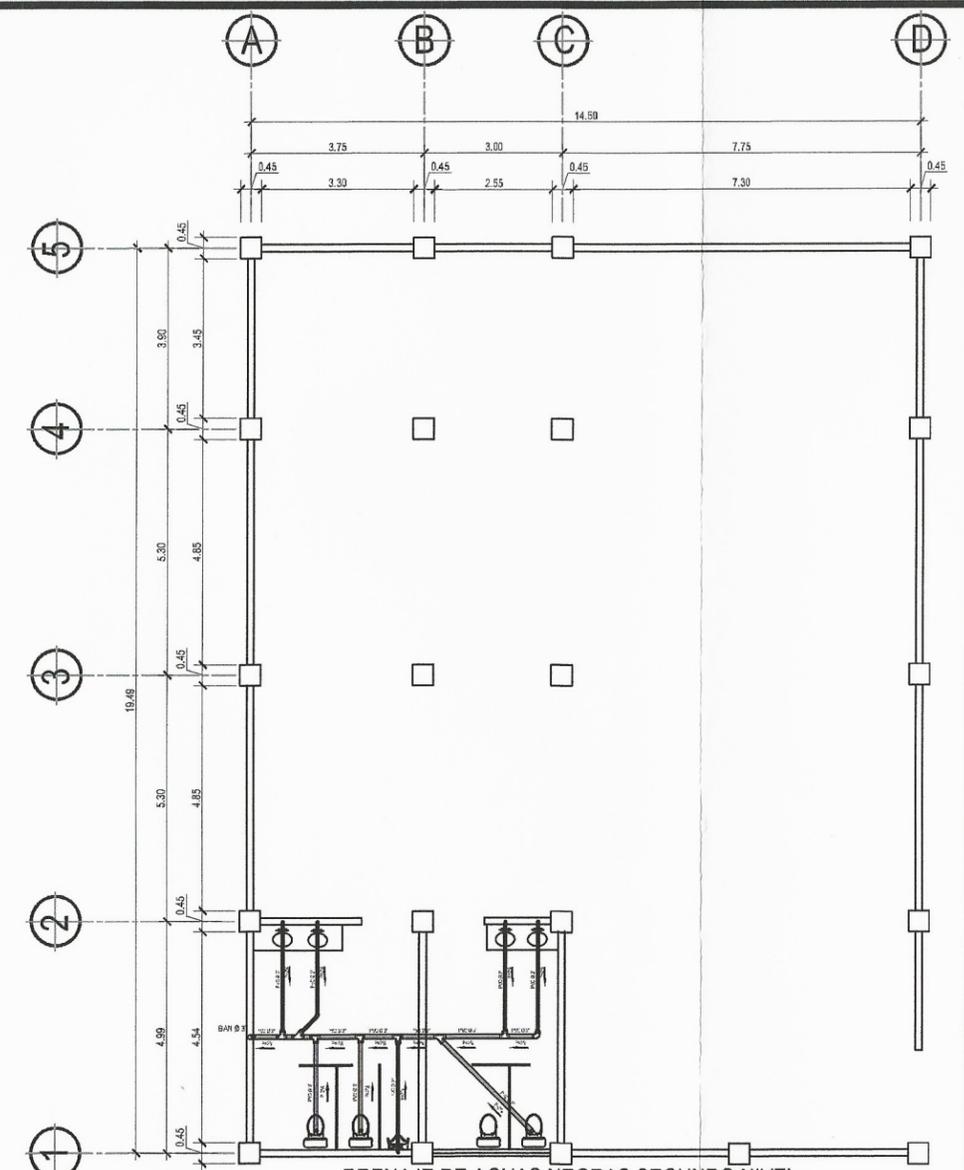


DRENAJE DE AGUAS NEGRAS PRIMER NIVEL
escala 1/150

SIMBOLOGIA DE RED DE DRENAJES

	TUBERIA PVC DE DRENAJE PLUVIAL (DIAMETRO (Ø) INDICADO).
	TUBERIA PVC DE DRENAJE SANITARIO (DIAMETRO (Ø) INDICADO).
	CODO PVC A 90° (VERTICAL) DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC (VERTICAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	SIFON TERMINAL PARA REPOSADERAS, PVC, DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"YEE" PVC A 45° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"TEE" PVC A 90° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	"YEE" PVC A 45° (HORIZONTAL), CON REDUCTOR DE DIAMETRO (Ø) DE TUBERIA.
	CODO PVC A 90° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	CODO PVC A 45° (HORIZONTAL), DIAMETRO (Ø) INDICADO.
	CAJA TIPO REPOSADERA PARA DRENAJE PLUVIAL.
	CAJA UNIFICADORA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL.
	CAJA TRAMPA DE GRASA, PARA DRENAJE SANITARIO.

NOMENCLATURA DE DRENAJES:
 P% = INDICA "PORCENTAJE DE PENDIENTE O INCLINACION DE LA TUBERIA."
 Ø = INDICA EL DIAMETRO DE LA TUBERIA QUE SE ESTA UTILIZANDO.
 → INDICA EL SENTIDO DE LA PENDIENTE



DRENAJE DE AGUAS NEGRAS SEGUNDO NIVEL
escala 1/150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

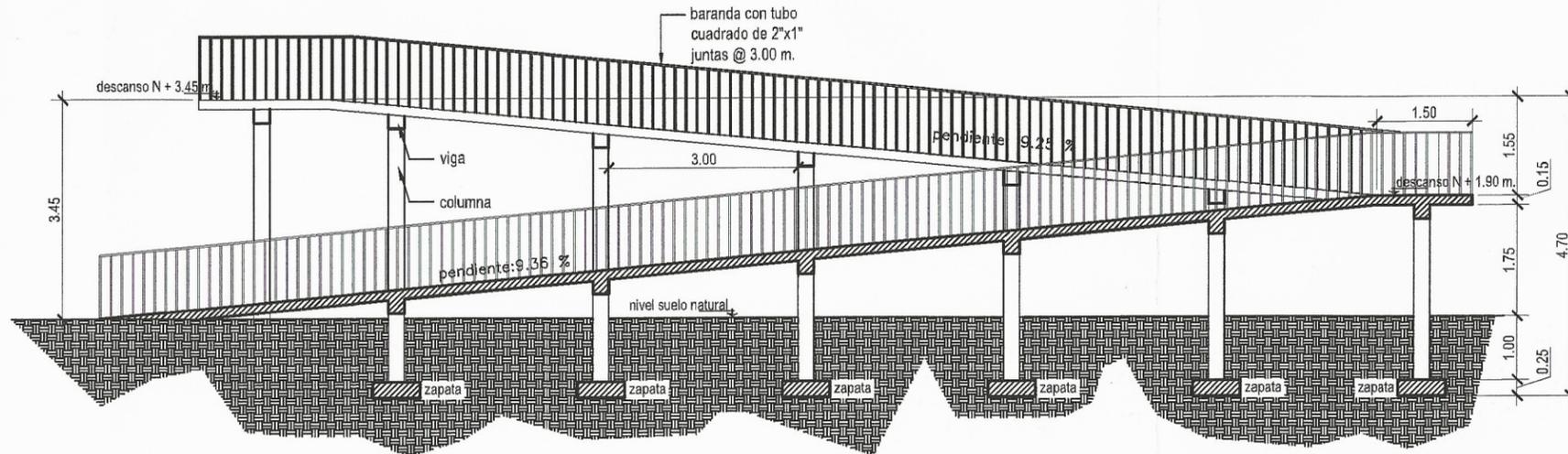
PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

Ing. Manuel Alfredo Arzuaga Ochoa
 ASesor - SUPERVISOR
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN
DIBUJO:	LUIS C. BRAN
CALCULO:	LUIS C. BRAN
SUPERVISÓ:	EPS

No. DE HOJAS
17
18

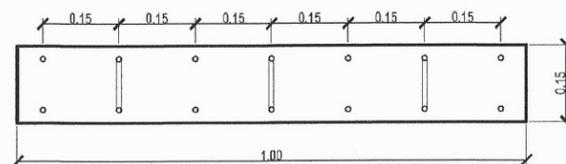


SECCIÓN A-A'

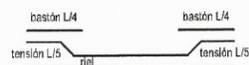
RAMPA escala 1/100



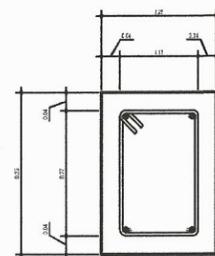
DETALLE ARMADO



DETALLE ARMADO

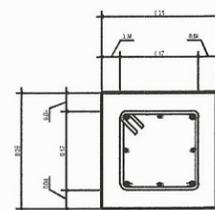


ARMADO DE LOSA



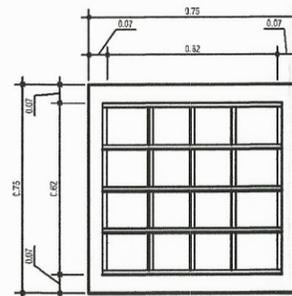
VIGA TIPO V-1
escala 1/15

REFUERZO:
4 varillas No.4 estribo No.3 @ 0.10 m.



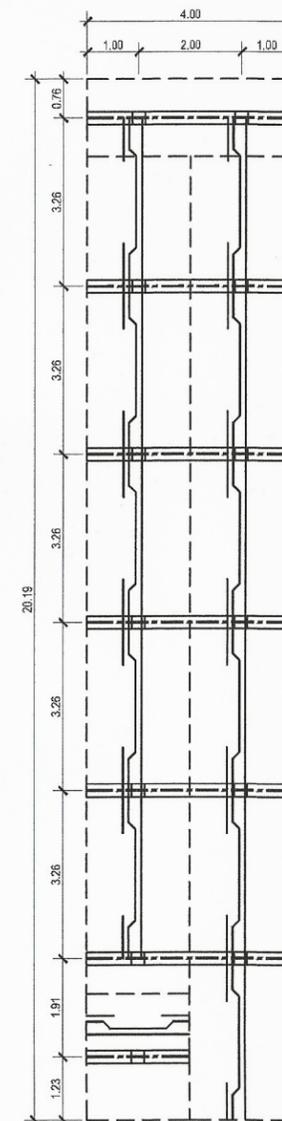
COLUMNA TIPO C-1
escala 1/10

REFUERZO:
4 varillas No.4 + 4 varillas
No.3 + estribo No.2 @ 0.15 m.

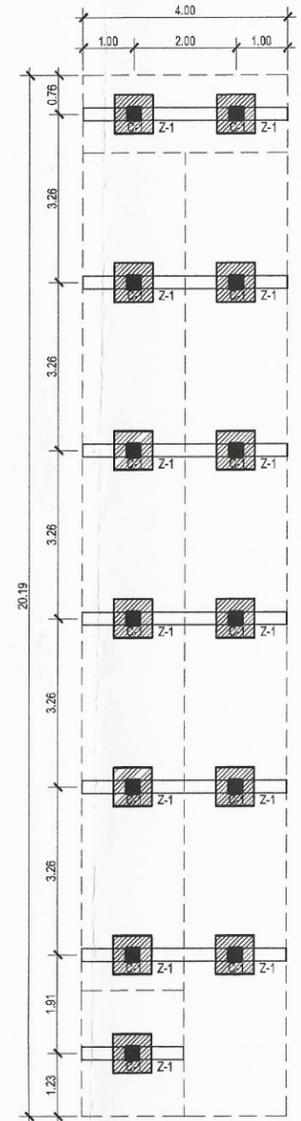


REFUERZO:
5 barras No.5 @ 0.15 m.
en ambos sentidos.
espesor: 0.25 m.

ZAPATA TIPO Z-2
escala 1/25



ARMADO DE VIGAS Y LOSAS.
RAMPA escala 1/100



COLUMNAS Y ZAPATAS.
RAMPA escala 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE ASILO MUNICIPAL EN ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANO DE RAMPA DE ACCESO

INDICADA	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
FEB/2018	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
ASESOR SUPERVISOR DE EPS	DIBUJO:	LUIS C. BRAN
Unidad de Prácticas de Ingeniería VEPS	CALCULO:	LUIS C. BRAN
LUIS CÉSAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937	SUPERVISÓ:	EPS

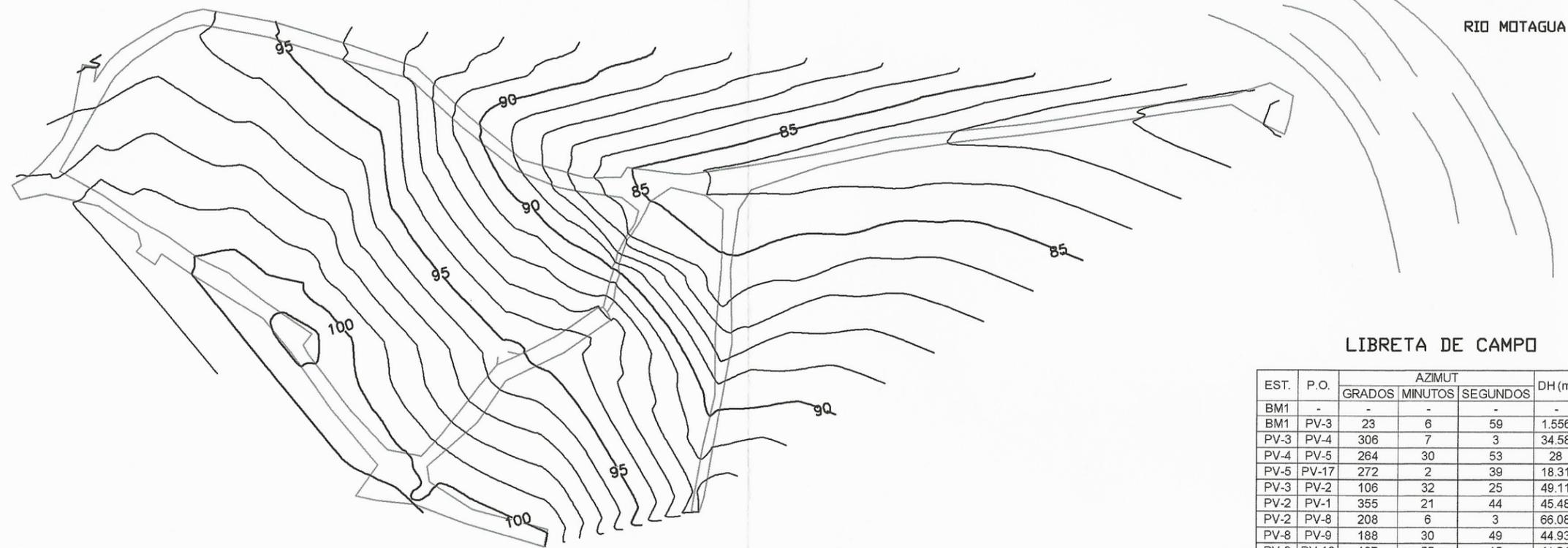
No. DE HOJAS

18
18

Apéndice 2. **Planos de diseño de drenaje**

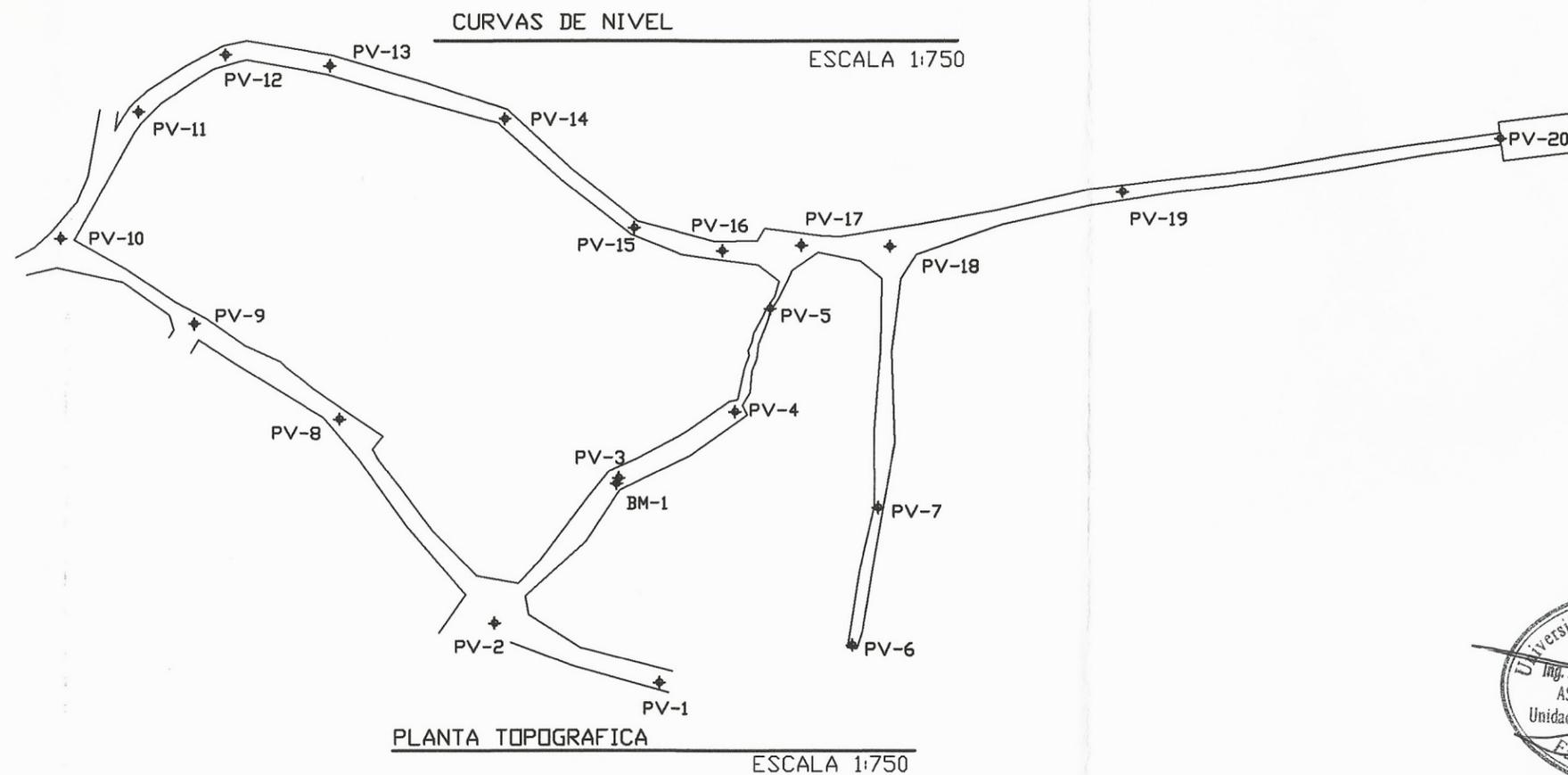
Fuente: elaboración propia.

tramo	De	A	Cota terreno		D.H. (m)	S% terreno	Local	Viviendas	Actual	Futura	F.H.		F.q.m		l/s		Φ (pulg)	s% tubería	Sección		Relación		velocidad diseño (m/s)		relación		dh	Cota Invert		Prof pozo I	Prof pozo F		
			Inicio	Final							Actual	Futura	Act	Fut	Actual	Futura			Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura		Actual	Futura			Inicio S	Final E
			Acum.	Actual							Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual			Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual		Futura	Actual			Futura	Inicio S
INICIAL	1	2	100,090	100,020	45,47	0,15	4	4	20	35	4,38	4,343	0,01314	0,01303	0,26	0,46	5,909	2,80	2,08	36,87	0,007	0,012	0,60	0,71	0,060	0,078	45,47	99,09	97,85	1,00	2,17		
INICIAL	8	2	101,040	100,020	66,08	1,54	4	4	20	35	4,38	4,343	0,01314	0,01303	0,26	0,46	5,909	2,80	2,08	36,87	0,007	0,012	0,60	0,71	0,060	0,078	66,08	100,04	98,22	1,00	1,80		
CONTINUA	2	3	100,020	95,485	49,11	9,23	2	10	50	88	4,31	4,259	0,01294	0,01278	0,65	1,12	5,909	7,00	3,29	58,29	0,011	0,019	1,09	1,29	0,074	0,096	49,11	97,82	94,47	2,20	1,02		
CONTINUA	3	4	95,485	93,250	34,58	6,46	6	16	80	141	4,27	4,200	0,01281	0,01260	1,02	1,77	5,909	6,55	3,19	56,39	0,018	0,031	1,23	1,45	0,094	0,122	34,58	94,44	92,25	1,05	1,00		
CONTINUA	4	5	93,250	85,935	28,00	26,13	1	17	85	149	4,26	4,192	0,01279	0,01257	1,09	1,88	5,909	25,75	6,32	111,80	0,010	0,017	2,01	2,37	0,070	0,090	28,00	92,22	85,32	1,03	0,62		
CONTINUA	5	17	85,935	84,440	18,09	8,26	1	18	90	158	4,26	4,184	0,01277	0,01255	1,15	1,98	5,909	10,00	3,94	69,67	0,016	0,028	1,47	1,73	0,089	0,116	18,09	85,29	83,60	0,65	0,84		
INICIAL	6	7	91,670	89,555	35,97	5,88	3	3	15	26	4,40	4,363	0,01319	0,01309	0,20	0,34	5,909	6,10	3,08	54,41	0,004	0,006	0,73	0,86	0,044	0,057	35,97	90,67	88,55	1,00	1,01		
CONTINUA	7	18	89,555	83,860	67,03	8,50	2	5	25	44	4,37	4,326	0,01310	0,01298	0,33	0,57	5,909	8,60	3,65	64,61	0,005	0,009	0,95	1,13	0,051	0,067	67,03	88,52	82,86	1,04	1,00		
INICIAL	8	9	101,040	99,590	44,93	3,23	2	2	10	18	4,41	4,388	0,01324	0,01316	0,13	0,23	5,909	5,05	2,80	49,51	0,003	0,005	0,60	0,71	0,038	0,049	44,93	100,04	97,83	1,00	1,76		
CONTINUA	9	10	99,590	97,895	41,21	4,11	2	4	20	35	4,38	4,343	0,01314	0,01303	0,26	0,46	5,909	2,80	2,08	36,87	0,007	0,012	0,60	0,71	0,060	0,078	41,21	97,80	96,68	1,79	1,21		
CONTINUA	10	11	97,895	96,595	38,12	3,41	2	6	30	53	4,35	4,310	0,01306	0,01293	0,39	0,68	5,909	3,31	2,27	40,08	0,010	0,017	0,72	0,85	0,070	0,091	38,12	96,65	95,43	1,24	1,17		
CONTINUA	11	12	96,595	96,240	26,94	1,32	0	6	30	53	4,35	4,310	0,01306	0,01293	0,39	0,68	5,909	1,90	1,72	30,37	0,013	0,022	0,60	0,70	0,080	0,103	26,94	95,39	94,90	1,21	1,34		
CONTINUA	12	13	96,240	95,115	27,21	4,13	1	7	35	61	4,34	4,296	0,01303	0,01289	0,46	0,79	5,909	3,50	2,33	41,22	0,011	0,019	0,77	0,91	0,074	0,096	27,21	94,87	93,96	1,37	1,16		
CONTINUA	13	14	95,115	92,810	47,53	4,85	0	7	35	61	4,34	4,296	0,01303	0,01289	0,46	0,79	5,909	4,90	2,76	48,77	0,009	0,016	0,87	1,03	0,068	0,089	47,53	93,91	91,64	1,20	1,17		
CONTINUA	14	15	92,810	88,935	43,66	8,88	2	9	45	79	4,32	4,270	0,01297	0,01281	0,58	1,01	5,909	9,05	3,75	66,28	0,009	0,015	1,16	1,37	0,066	0,086	43,66	91,61	87,77	1,20	1,17		
CONTINUA	15	16	88,935	86,320	23,64	11,06	1	10	50	88	4,31	4,259	0,01294	0,01278	0,65	1,12	5,909	11,52	4,23	74,78	0,009	0,015	1,30	1,53	0,066	0,085	23,64	87,74	85,15	1,20	1,17		
CONTINUA	16	17	86,320	84,440	20,52	9,16	1	11	55	97	4,31	4,248	0,01292	0,01274	0,71	1,23	5,909	9,60	3,86	68,26	0,010	0,018	1,25	1,48	0,072	0,093	20,52	85,12	83,27	1,20	1,17		
CONTINUA	17	18	84,440	83,860	23,06	2,52	1	30	150	264	4,19	4,102	0,01257	0,01231	1,89	3,24	5,909	2,50	1,97	34,84	0,054	0,093	1,05	1,23	0,158	0,206	23,06	83,24	82,69	1,20	1,17		
CONTINUA	18	19	83,860	83,135	61,87	1,17	0	35	175	307	4,17	4,074	0,01251	0,01222	2,19	3,76	5,909	1,15	1,34	23,63	0,093	0,159	0,83	0,98	0,206	0,270	61,87	82,66	81,97	1,20	1,17		
CONTINUA	19	E	83,135	81,380	98,56	1,78	0	35	175	307	4,17	4,074	0,01251	0,01222	2,19	3,76	5,909	1,50	1,53	26,98	0,081	0,139	0,92	1,07	0,193	0,252	98,56	81,94	80,47	1,20	0,91		



LIBRETA DE CAMPO

EST.	P.O.	AZIMUT			DH (m)	ELEVACION
		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS		
BM1	-	-	-	-	-	95.575
BM1	PV-3	23	6	59	1.556	95.485
PV-3	PV-4	306	7	3	34.58	93.25
PV-4	PV-5	264	30	53	28	85.935
PV-5	PV-17	272	2	39	18.31	84.44
PV-3	PV-2	106	32	25	49.11	100.02
PV-2	PV-1	355	21	44	45.48	100.09
PV-2	PV-8	208	6	3	66.08	101.04
PV-8	PV-9	188	30	49	44.93	99.59
PV-9	PV-10	187	55	15	41.21	97.895
PV-10	PV-11	277	35	32	38.12	96.595
PV-11	PV-12	302	31	42	26.94	96.24
PV-12	PV-13	341	35	22	27.21	95.115
PV-13	PV-14	352	19	53	47.53	92.81
PV-14	PV-15	15	32	5	43.66	88.935
PV-15	PV-16	350	7	6	23.64	86.32
PV-16	PV-17	331	47	4	20.53	84.44
PV-17	PV-18	336	15	55	23.06	83.86
PV-18	PV-19	322	28	57	61.87	83.135
PV-19	PV-20	327	41	28	98.64	81.38
PV-18	PV-7	68	8	28	67.03	89.555
PV-7	PV-6	76	10	31	35.97	91.67



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

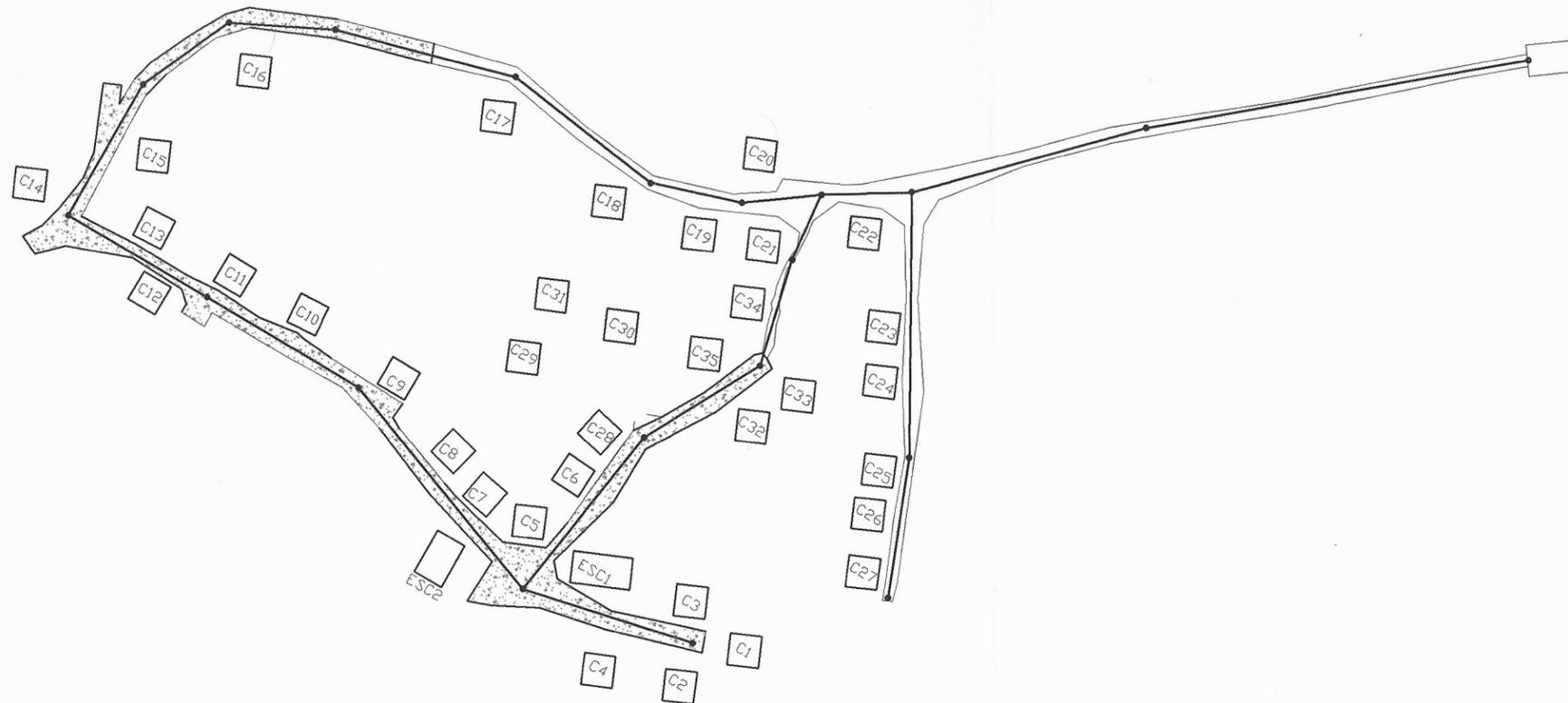
PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL Y TOPOGRAFICO

ESCALA INDICADA:
 FECHA: AGOSTO 2017
 TOPOGRAFIA: LUIS BRAN
 DISEÑO: LUIS C. BRAN
 DIBUJO: LUIS C. BRAN
 CALCULO: LUIS C. BRAN
 SUPERVISO: EPS
 Ing. Manuel Alvaro Arriaga Ochoa
 ASESOR / SUPERVISOR
 Unidad de Práctica de Ingeniería
 AUTORIDAD COMPETENTE
 Facultad de Ingeniería
 EDUARDO BRAN CORDON 201122937

No. DE HOJAS

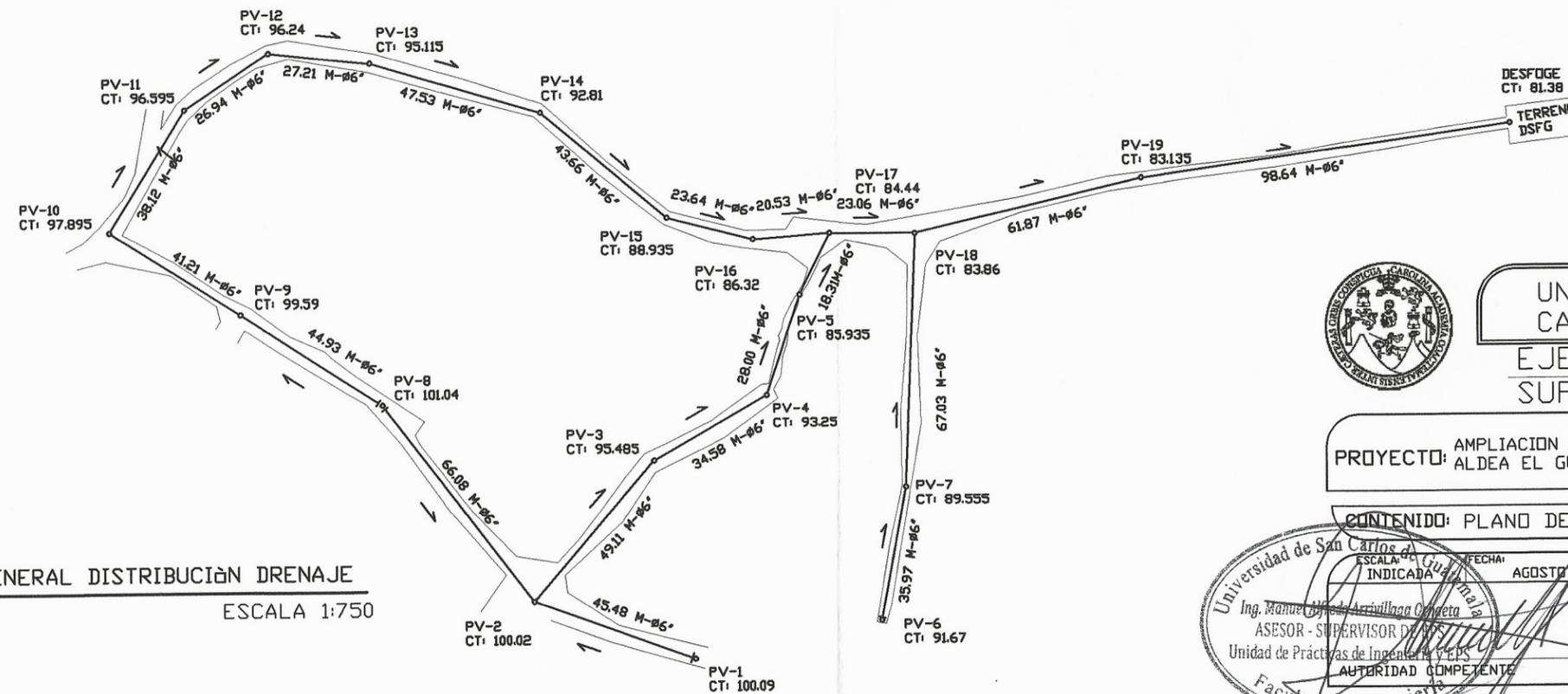
1 / 8



PLANTA GENERAL DISTRIBUCIÓN VIVIENDAS

ESCALA 1:750

SIMBOLOGÍA	
OPV-No	POZO DE VISITA NUMERO
	INICIA RAMAL
	CONTINUA RAMAL
	DIRECCION DE FLUJO
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
C No	CASA NUMERO
ESC No	ESCUELA NUMERO
	AREA PAVIMENTADA
DSFG	DESFOGUE DEL AGUA RESIDUAL



PLANTA GENERAL DISTRIBUCIÓN DRENAJE

ESCALA 1:750



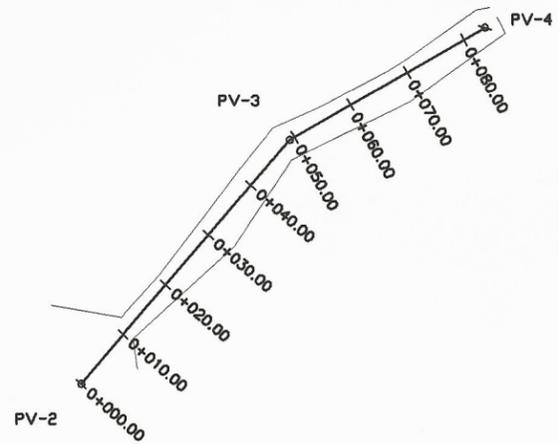
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

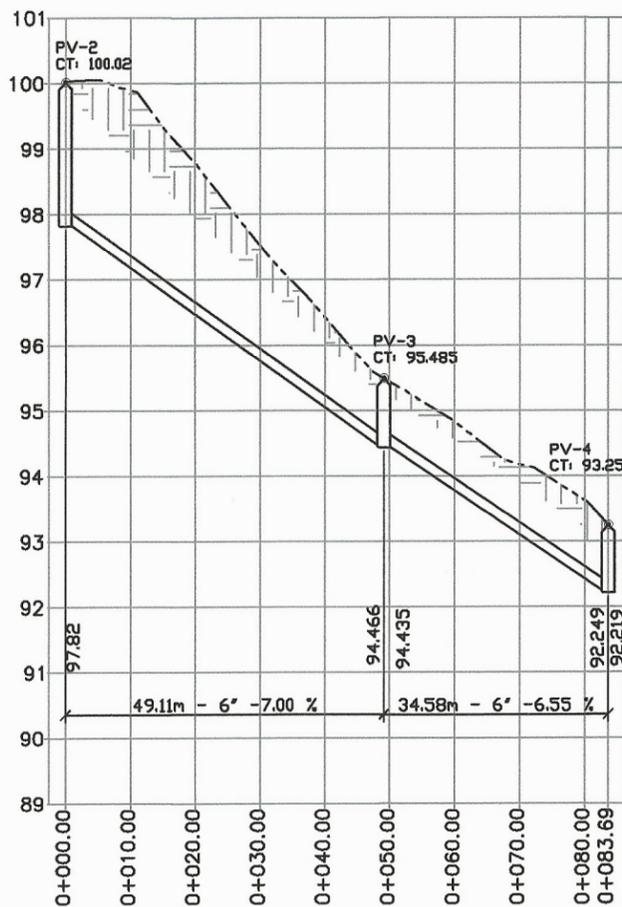
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA Y DISTRIBUCION

ESCALA: 1:750
 FECHA: AGOSTO 2017
 TIPOGRAFIA: LUIS BRAN
 DISEÑO: LUIS C. BRAN
 DIBUJO: LUIS C. BRAN
 CALCULO: LUIS C. BRAN
 SUPERVISO: EPS
 AUTORIDAD COMPETENTE
 Ing. CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

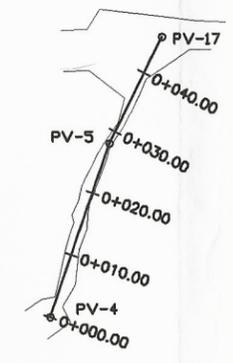
No. DE HOJAS
2 / 8



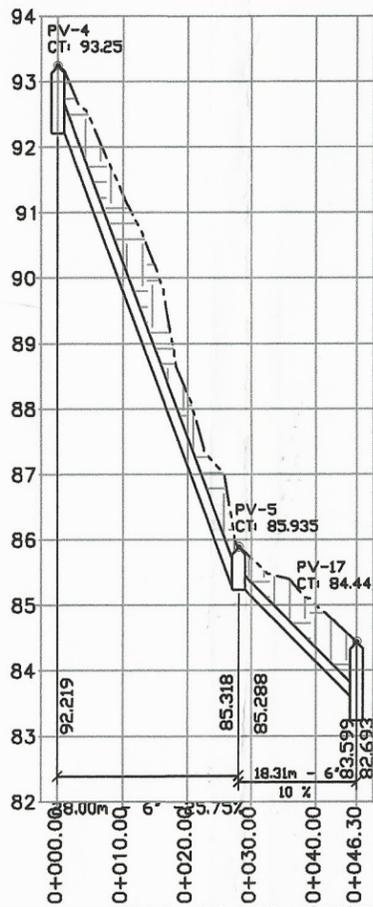
PLANTA PV 2 HACIA PV 4
ESCALA 1:500



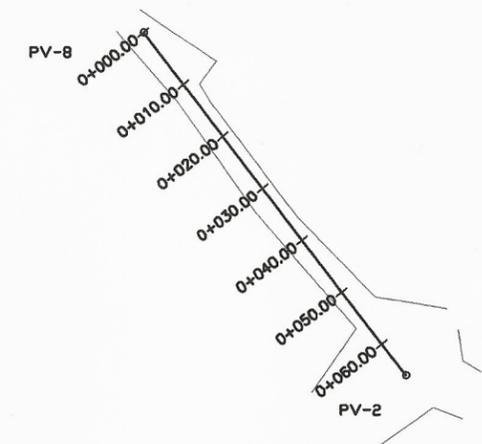
PV2 HACIA PV4
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 50



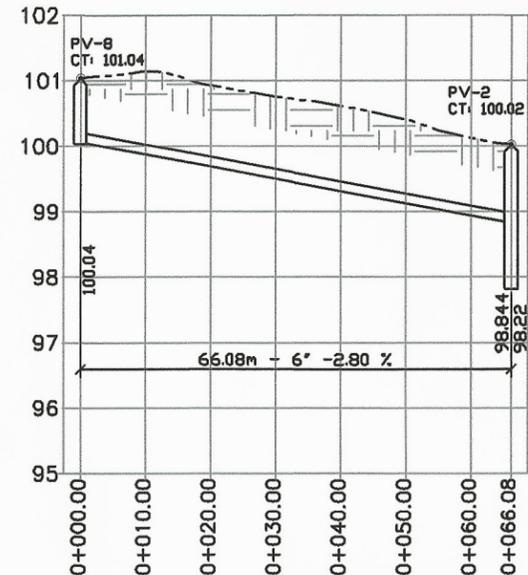
PLANTA PV 4 HACIA PV 17
ESCALA 1:500



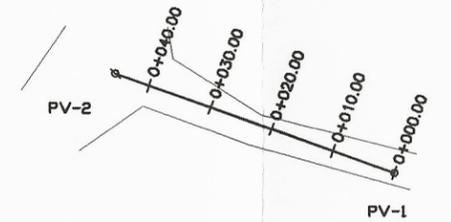
PV4 HACIA PV17
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 50



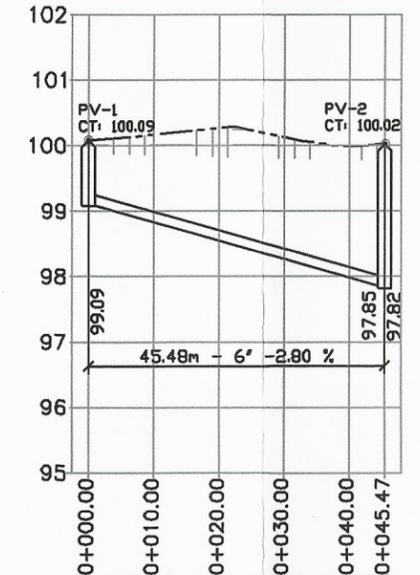
PLANTA PV 8 HACIA PV 2
ESCALA 1:500



PV8 HACIA PV2
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 50



PLANTA PV 1 HACIA PV 2
ESCALA 1:500



PV1 HACIA PV2
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 50

SIMBOLOGIA

	POZO DE VISITA
	PERFIL NATURAL
	CIE
	CIS
	TUBERIA PVC ASTM F949



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

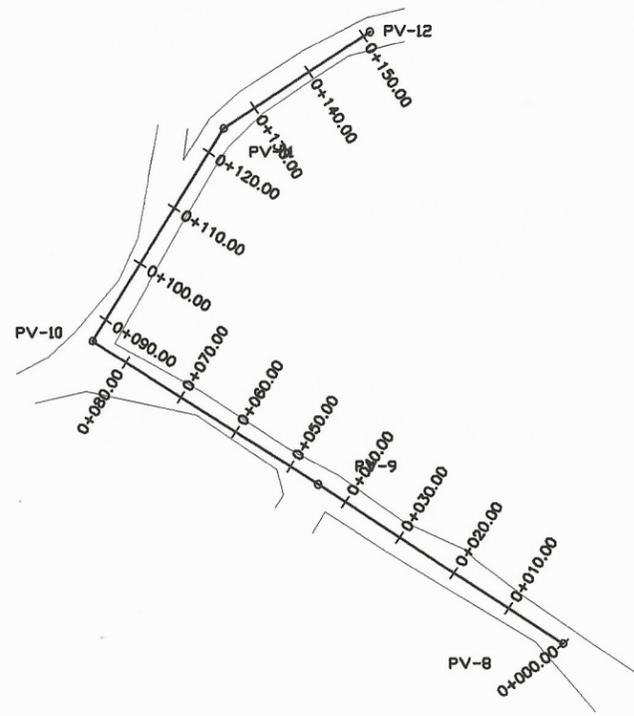
PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: PLANO DE PERFILES

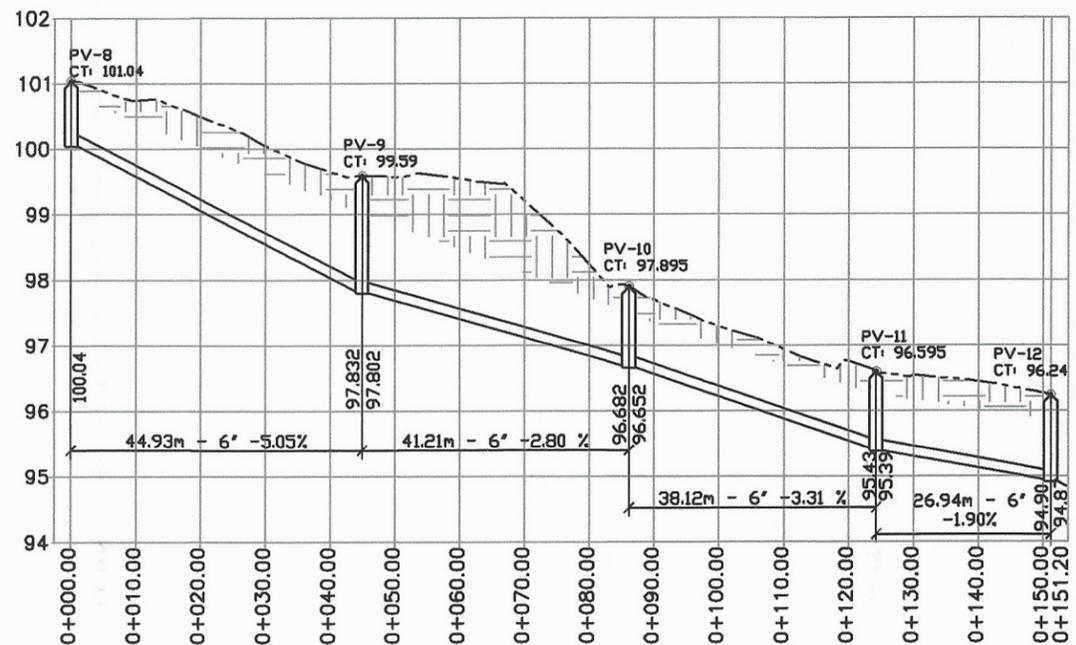
FECHA:	AGOSTO 2017	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
INDICADA:	INDICADA	DISEÑO:	LUIS C. BRAN
ASesor - SUPERVISOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga	DIBUJO:	LUIS C. BRAN
UNIDAD DE PRACTICAS:	UNIDAD DE PRACTICAS	CALCULO:	LUIS C. BRAN
AUTORIDAD COMPETENTE:	LUIS C. BRAN	SUPERVISO:	EPS
Facultad de Ingeniería	LUIS C. BRAN	EDUARDO BRAN CORDON 201122937	

No. DE HOJAS

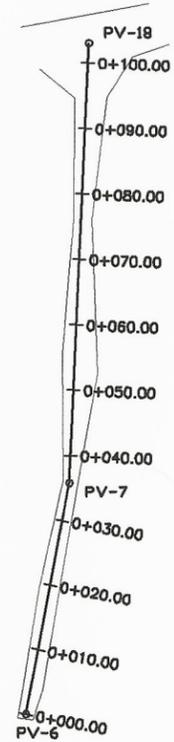
3 / 8



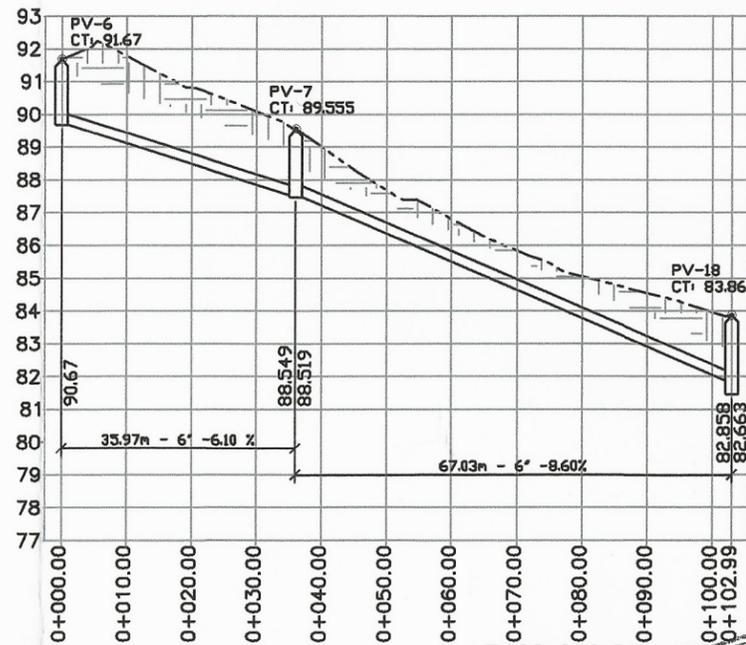
PLANTA PV 8 HACIA PV 12
ESCALA 1:500



PV8 HACIA PV12
ESCALA HORIZONTAL 1 :500
ESCALA VERTICAL 1 : 50



PLANTA PV 8 HACIA PV 12
ESCALA 1:500



PV6 HACIA PV18
ESCALA HORIZONTAL 1 :500
ESCALA VERTICAL 1 : 50

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	CIE
	CIS
	LONGITUD-DIAMETRO-PENDIENTE
	PERFIL NATURAL
	TUBERIA PVC ASTM F949
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

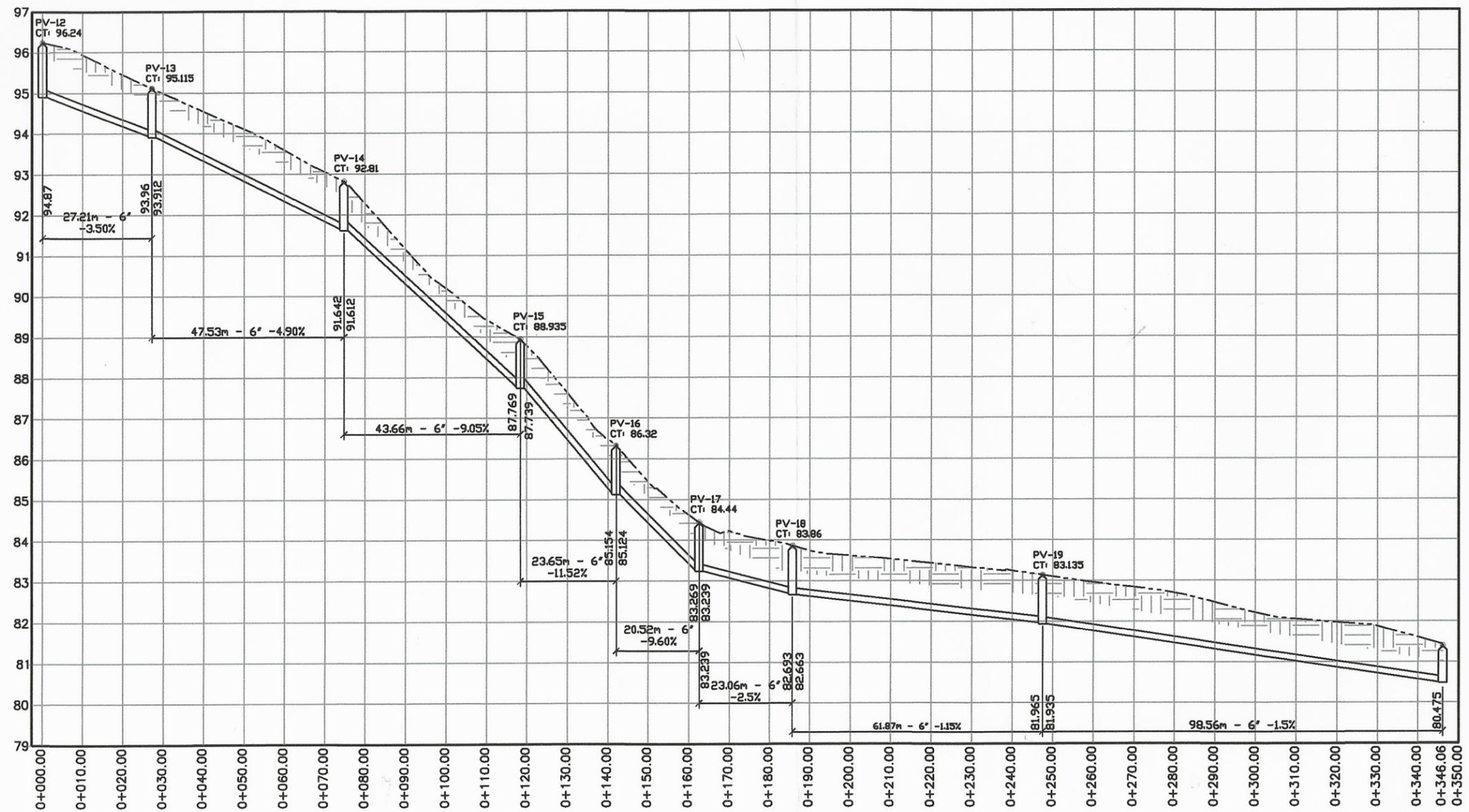
CONTENIDO: PLANO DE PERFILES

FECHA: AGOSTO 2017	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
DISEÑO:	LUIS C. BRAN	
DIBUJO:	LUIS C. BRAN	
CALCULO:	LUIS C. BRAN	
SUPERVISOR:	EPS	

No. DE HOJAS

4 / 8

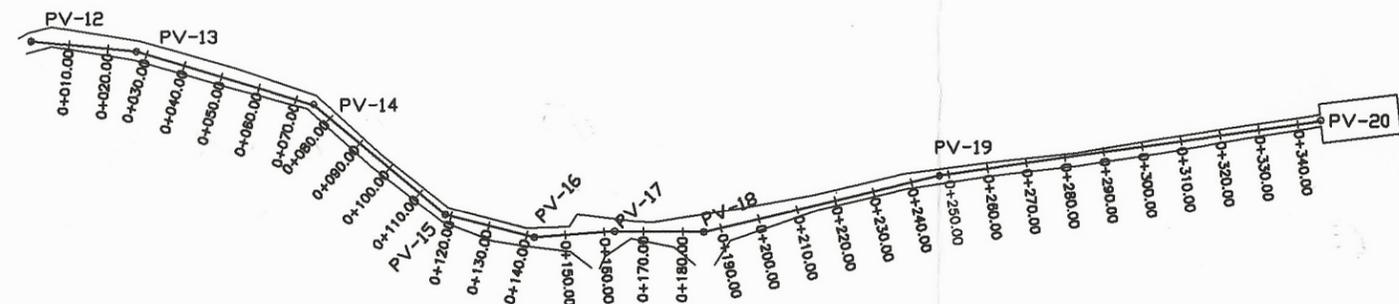
Ing. Manuel Alfredo Arriola Ochaeta
ASESOR - SUJECION COMPETENTE
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
Luis C. Bran Cordon 201122937
Facultad de Ingeniería



SIMBOLOGIA

	POZO DE VISITA
	LONGITUD-DIAMETRO-PENDIENTE
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	PERFIL NATURAL
	TUBERIA PVC ASTM F949

PV12 HACIA PV17
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
 ESCALA VERTICAL 1 : 50



PLANTA PV 12 HACIA PV 17
 ESCALA 1:750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

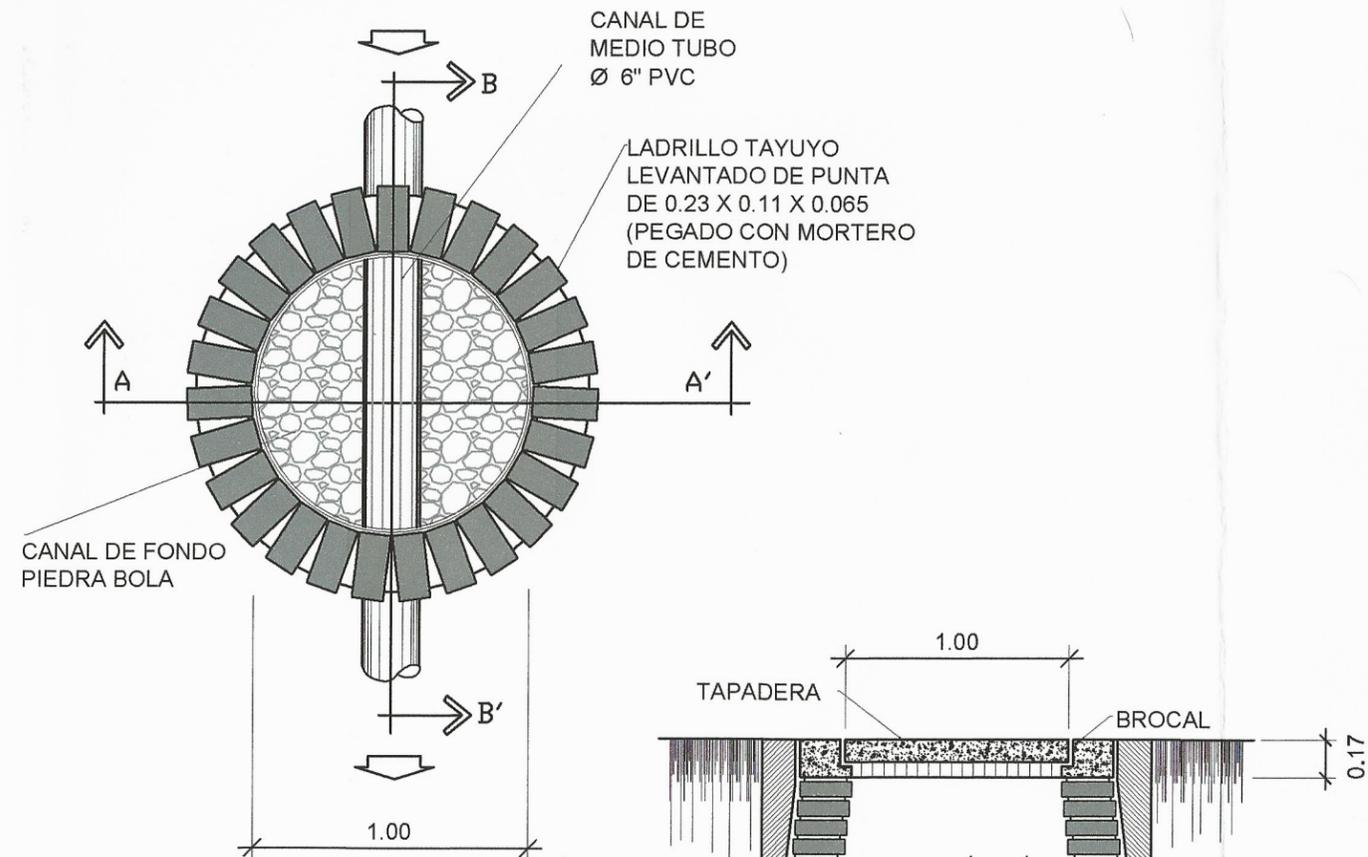
PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: PLANO DE PERFILES

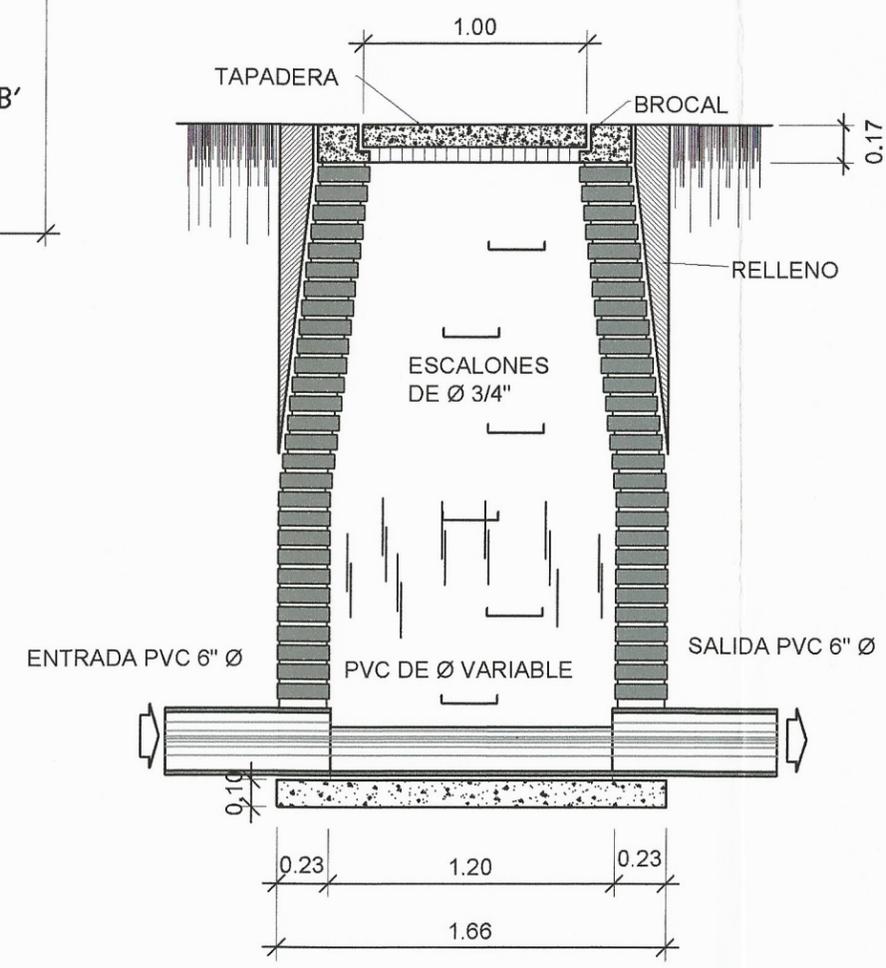
ESCALA: Carlos de Guat.	FECHA: 2017	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
ASESOR: SUPERVISOR DE EPS		DISEÑO:	LUIS C. BRAN
		DIBUJO:	LUIS C. BRAN
		CALCULO:	LUIS C. BRAN
		SUPERVISO:	EPS

LUIS CORDON BRAN CORDON 201122937

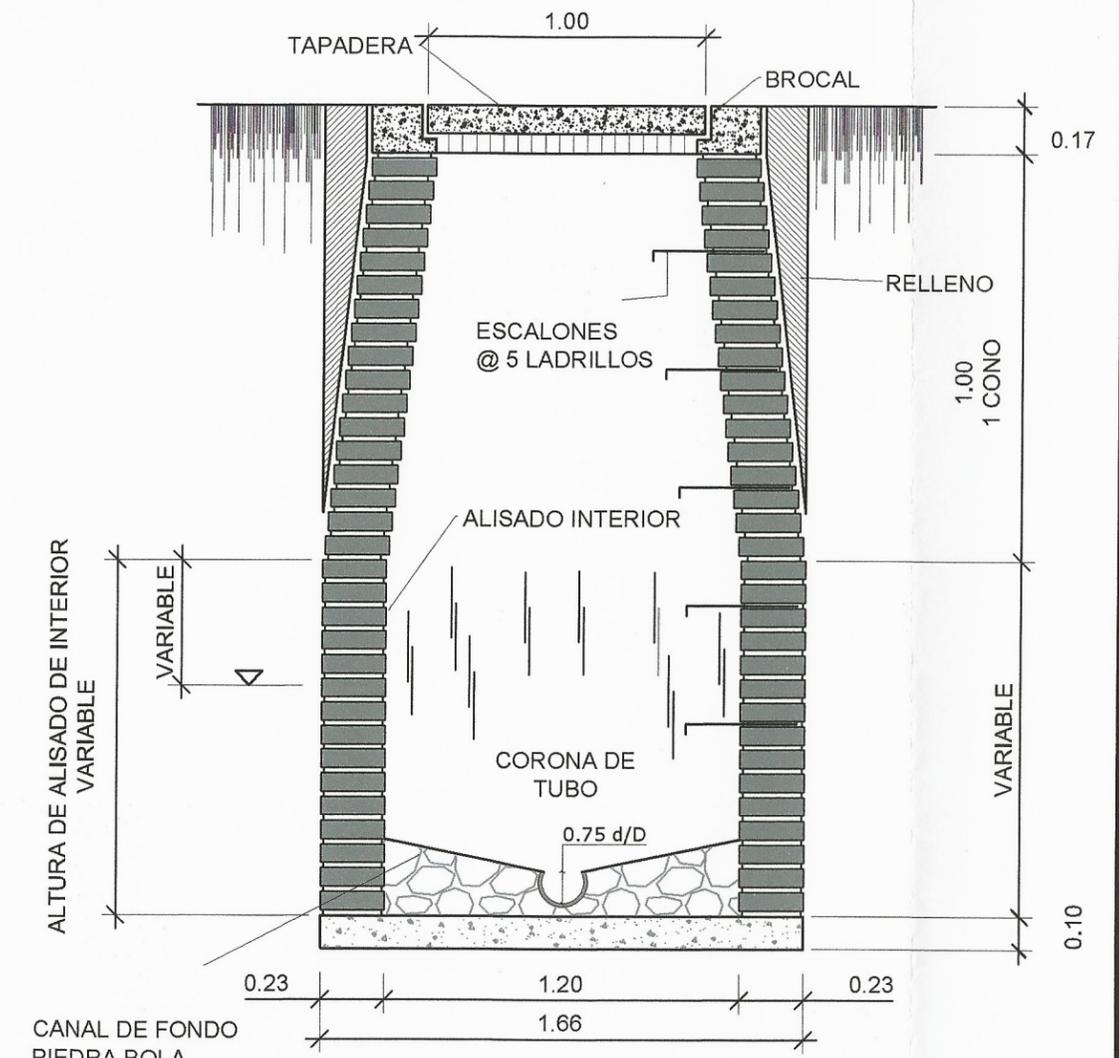
No. DE HOJAS
 5 / 8



PLANTA POZO
ESCALA: 1:20



SECCION B-B'
ESCALA 1:25



SECCION A-A'
ESCALA 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

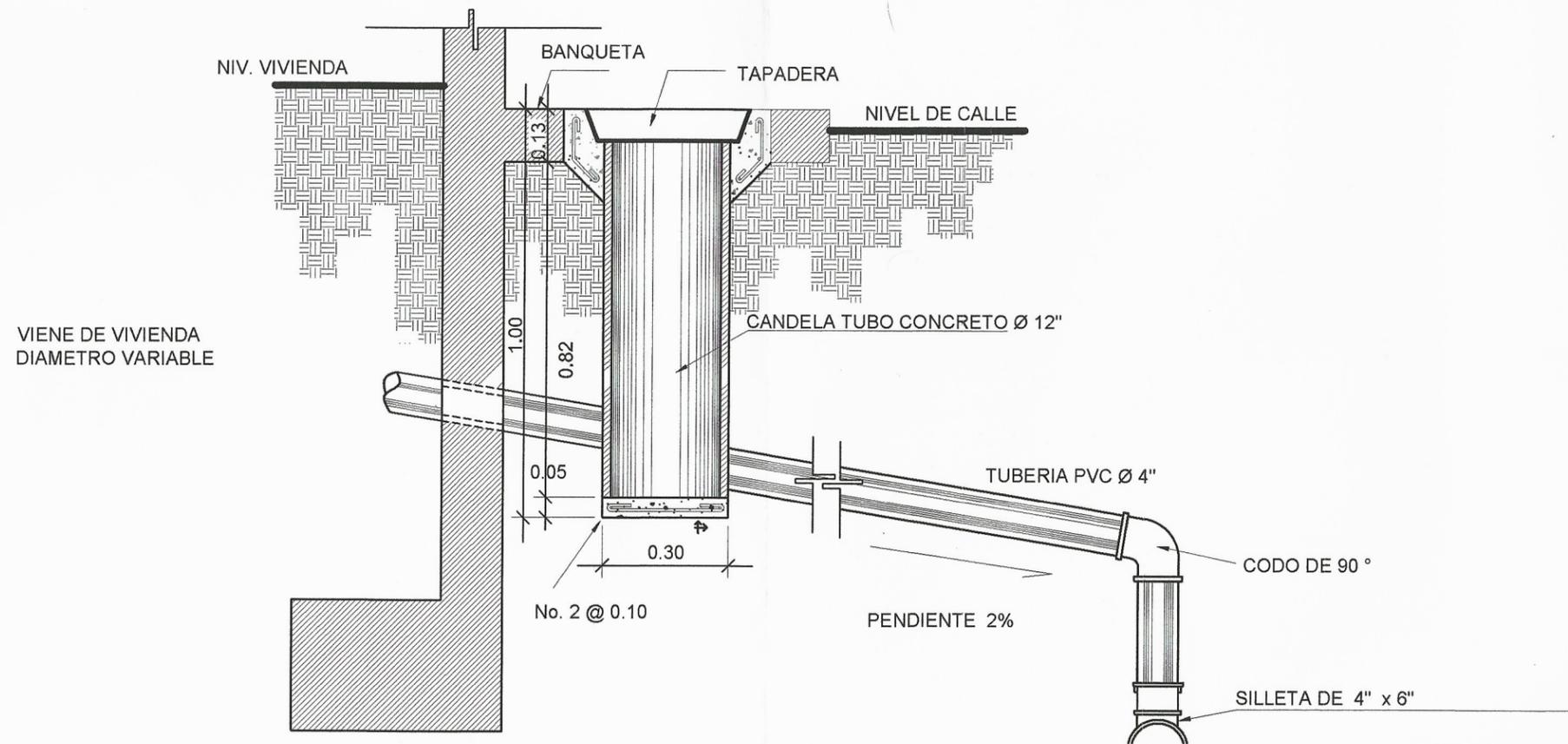
PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA Y DOMICILIAR

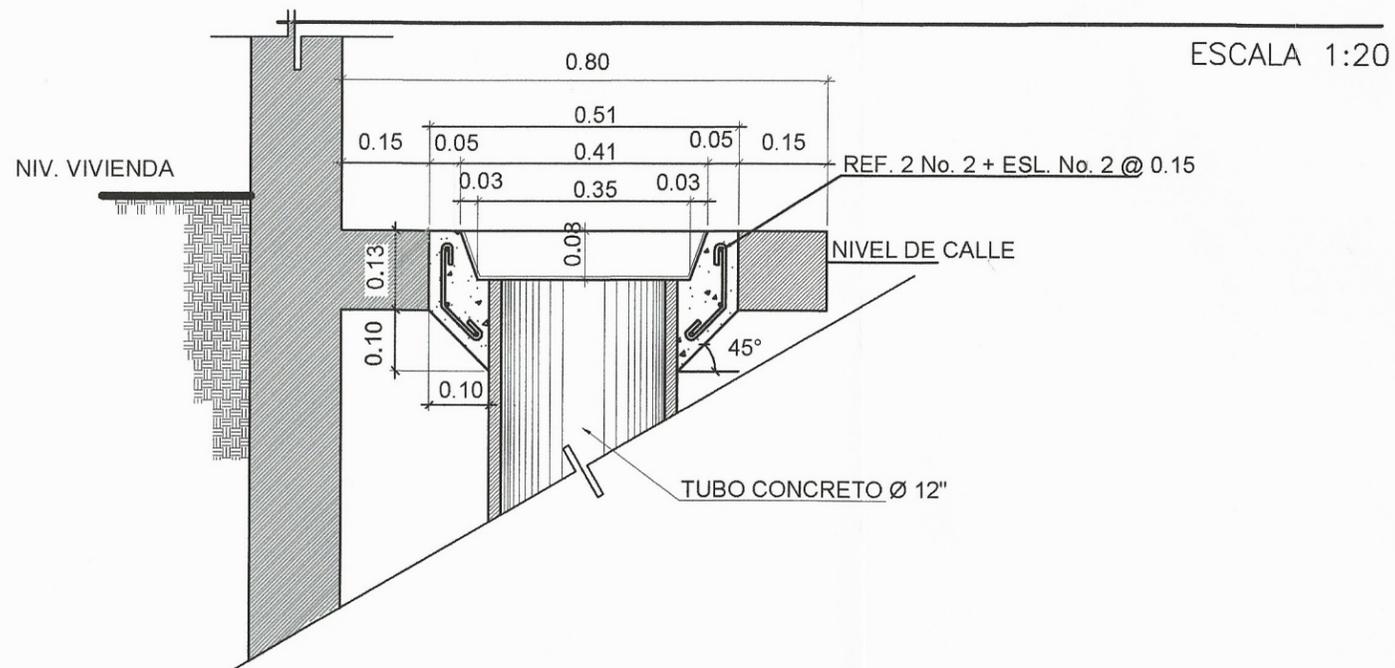
ESCALA INDICADA	FECHA: AGOSTO 2017	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
		DISEÑO:	LUIS C. BRAN
		DIBUJO:	LUIS C. BRAN
		CALCULO:	LUIS C. BRAN
AUTORIDAD COMPETENTE		SUPERVISO:	EPS

No. DE HOJAS

6 / 8



PERFIL DE CONEXION DOMICILIAR



SECCION A-A' CONEXIONES DOMICILIARES

ESCALA 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

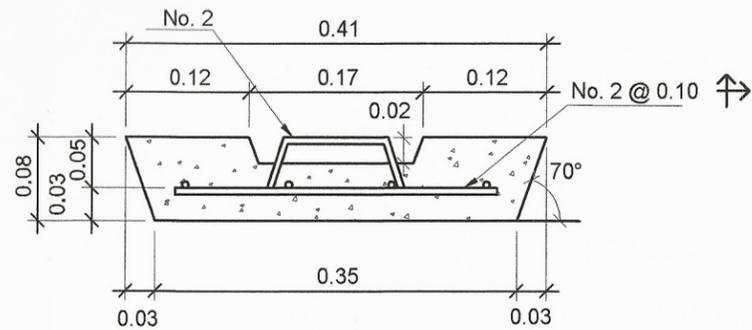
PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA Y DOMICILIAR

ESCALA INDICADA	FECHA: AGOSTO 2017	TOPOGRAFIA:	LUIS BRAN
		DISEÑO:	LUIS C. BRAN
		DIBUJO:	LUIS C. BRAN
		CALCULO:	LUIS C. BRAN
AUTORIDAD COMPETENTE		SUPERVISÓ:	EPS

LUIS CESAR EDUARDO BRAN CORDON 201122937

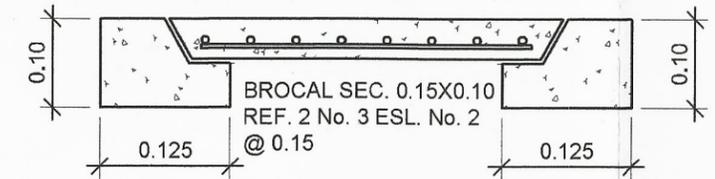
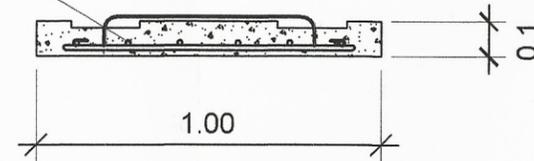
No. DE HOJAS
7 / 8



SECCION TRANSVERSAL TAPADERA

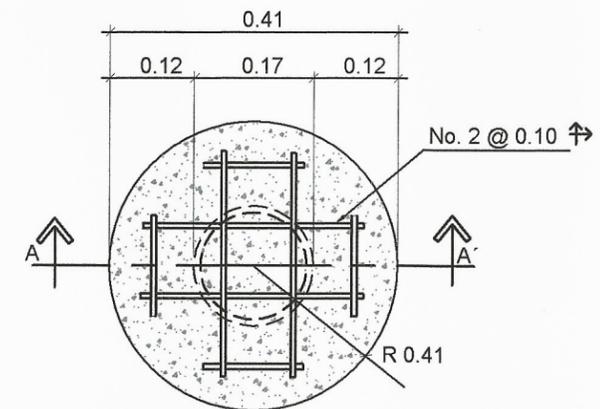
ESCALA 1:5

CAMA CON
HIERROS Ø 3/8"
@ 0.12, EN AMBOS
SENTIDOS.



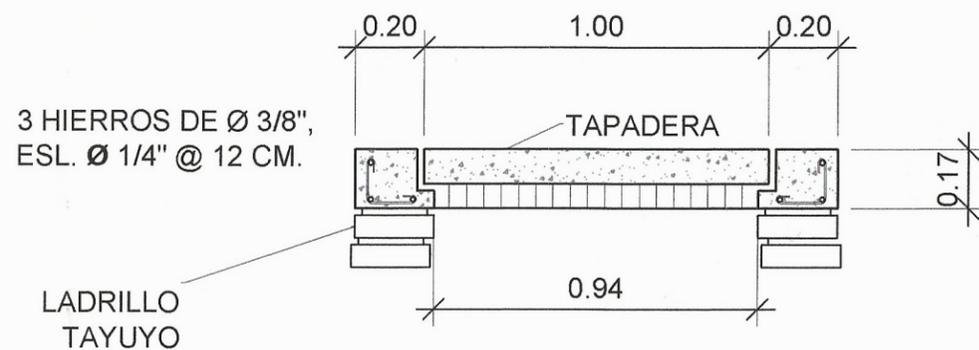
SECCION TAPADERA CONEXIONES DOMICILIARES

ESCALA 1:5



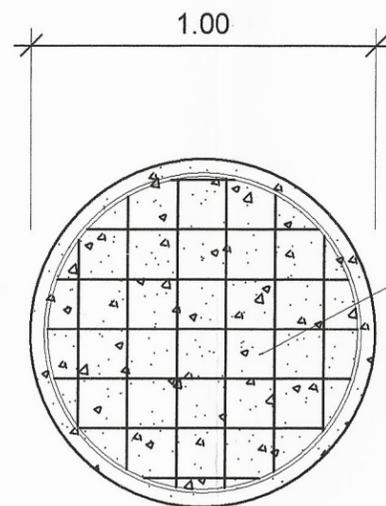
PLANTA ARMADO DE TAPADERA DOMICILIARES

ESCALA 1:20



SECCION TAPADERAS

ESCALA 1:20



CAMA CON
HIERROS Ø 3/8"
@ 0.12, EN AMBOS
SENTIDOS.

TAPADERA DE POZO

ESCALA 1:20



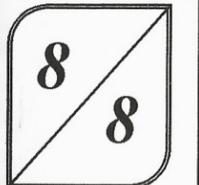
UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO

PROYECTO: AMPLIACION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN
ALDEA EL GUAYABAL, ESTANZUELA ZACAPA

CONTENIDO: DETALLES DE POZO DE VISITA Y DOMICILIAR

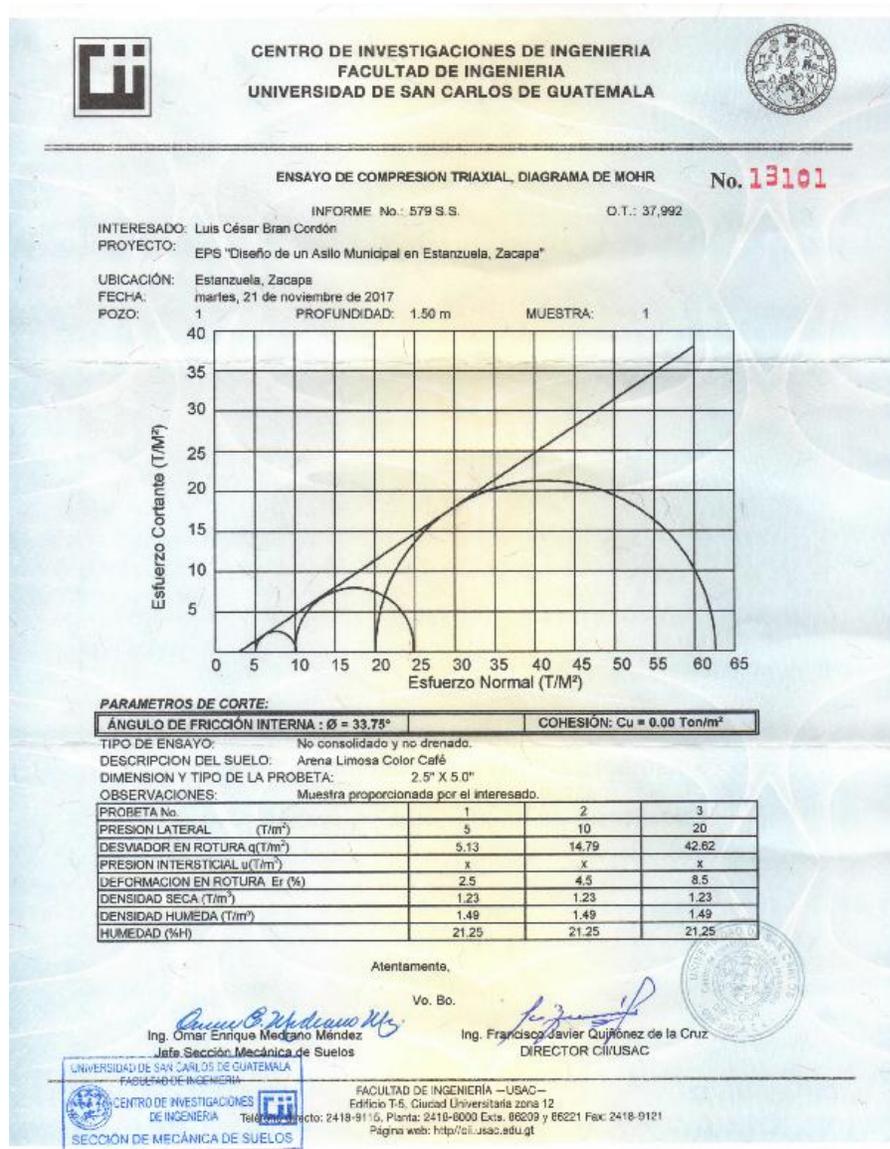
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2017	TOPOGRAFIA: LUIS BRAN	DISEÑO: LUIS C. BRAN
		DIBUJO: LUIS C. BRAN	CALCULO: LUIS C. BRAN
AUTORIDAD COMPETENTE		SUPERVISÓ: EPS	

No. DE HOJAS



ANEXOS

Anexo 1. Ensayo triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. Ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 577 S.S.

O.T.: 37.992

No. 13098

Interesado: Luis César Bran Córdón

Proyecto: EPS "Diseño de un Asilo Municipal en Estanduela, Zacapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Estanduela, Zacapa

FECHA: martes, 21 de noviembre de 2017

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Café

(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CI/USAC





FACULTAD DE INGENIERIA --USAC--
Edificio T-6, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directa: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 66209 y 66221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

