



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA
ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

Víctor Gerardo Hernández Acevedo
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA
ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VÍCTOR GERARDO HERNÁNDEZ ACEVEDO
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de septiembre de 2014



Víctor Gerardo Hernández Acevedo



Guatemala, 12 de agosto de 2015
Ref.EPS.DOC.529.08.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor Gerardo Hernández Acevedo** con carné No. **200919997**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
21 de agosto de 2015

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor Gerardo Hernández Acevedo, con Carnet No. 200919997, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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,

DIRIGIDA Y ENSEÑADA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
31 de agosto de 2015

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Víctor Gerardo Hernández Acevedo, con Carnet No. 200919997, quien contó con la asesoría del Ingeniero Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 4 de septiembre de 2015
Ref.EPS.D.442.09.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Victor Gerardo Hernández Acevedo, carné 200919997**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez
Director Unidad de EPS Ingeniería y EP
Sección
Facultad de Ingeniería

SJRS/ra



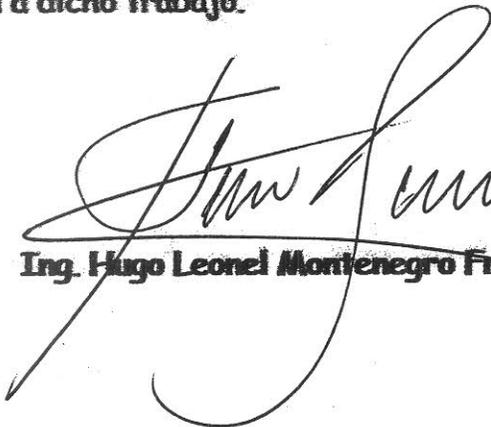
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Víctor Gerardo Hernández Acevedo, titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2015.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua

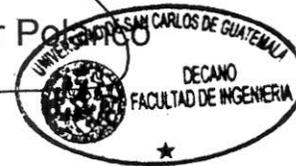




El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL CENTRO DE SALUD DE LA ALDEA CHOACORRAL Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Víctor Gerardo Hernández Acevedo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

90/102
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por tantas bendiciones a lo largo de la vida y proveerme de sabiduría y fortaleza a lo largo de mi carrera universitaria.
- La Virgen María** Por ser una madre de amor y protección en todo momento.
- Mis padres** Ing. Víctor Genaro Hernández Álvarez y Licda. Giovanna Patricia Acevedo Vásquez de Hernández, por ser ejemplo de superación, alentarme en cada paso y guiarme en la vida con amor y paciencia.
- Mi hermano** Javier Alejandro Hernández Acevedo, por ser el compañero de vida que Dios me ha mandado, cómplice de muchas aventuras.
- Mis abuelos** Irma Esperanza Vásquez Súchite, Rafael Hernández y María Victoria Álvarez (q. e. p. d.), por sus consejos e historias de ejemplo.
- Mis tíos** Por estar siempre presentes, apoyarme y animarme en todo momento con cariño.
- Mis primos** Con mucho afecto y por sus buenos deseos.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y convertirse en mi casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por el privilegio de formarme académicamente en sus salones de clase.
Ing. Juan Merck Cos	Por su apoyo, tiempo, colaboración y asesoría en el proceso de EPS.
Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez	Por la oportunidad de realizar mi EPS y permitirme conocer personas especiales.
Mis amigos de la Facultad	José Ernesto Guillen, Axel Trujillo, Omar Mazariegos, Luis Nájera, José Guarcas, Sergio Berducido, Obed Contreras, Fredy Sánchez, Jacobo García, Evelyn Contreras, Rubí Gómez y Alejandra Ochoa, por haber compartido grandes momentos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de aldea Choacorrall y caserío San José del municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.1.3. Topografía	3
1.1.1.4. Clima	4
1.1.1.5. Servicios	5
1.1.1.6. Transporte	5
1.1.2. Aspectos sociales	6
1.1.2.1. Demografía.....	6
1.1.2.2. Religión.....	7
1.1.2.3. Educación.....	7
1.1.3. Diagnóstico de necesidades de infraestructura y servicios básicos de la aldea Choacorrall y del caserío San José.....	7

1.1.3.1.	Descripción de las necesidades	8
1.1.3.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño del edificio de dos niveles para el centro de salud de la aldea Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	12
2.1.3.	Estudio de suelos	12
2.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	12
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios para salud.....	14
2.1.4.1.	Criterios generales	15
2.1.4.2.	Criterios de conjunto	15
2.1.4.3.	Criterios de iluminación	16
2.1.4.4.	Otros criterios	16
2.1.5.	Diseño arquitectónico	16
2.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	17
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	17
2.1.5.3.	Altura de edificio.....	17
2.1.6.	Selección del sistema estructural a usar	18
2.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	19
2.1.6.2.	Cargas de diseño	24
2.1.6.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	25

2.1.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles.....	28
2.1.6.2.3.	Fuerza sísmica	28
2.1.6.2.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos	40
2.1.6.2.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de un método de análisis estructural numérico.....	42
2.1.6.2.6.	Envolvente de momentos.....	42
2.1.6.2.7.	Diagrama de corte	45
2.1.6.2.8.	Diseño de losas	49
2.1.6.2.9.	Diseño de vigas	67
2.1.6.2.10.	Diseño de columnas	79
2.1.6.2.11.	Diseño de gradas	93
2.1.6.2.12.	Diseño de cimientos	96
2.1.7.	Instalaciones.....	120
2.1.7.1.	Agua potable.....	120
2.1.7.2.	Drenaje	121
2.1.7.3.	Electricidad	124
2.1.8.	Elaboración de planos	126
2.1.9.	Elaboración del presupuesto	127
2.1.10.	Evaluación de impacto ambiental inicial	131

2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San José, San Lucas Sacatepéquez.....	132
2.2.1.	Descripción del proyecto	132
2.2.2.	Levantamiento topográfico	133
2.2.3.	Diseño del sistema	133
2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	134
2.2.3.2.	Periodo de diseño	134
2.2.3.3.	Factor de retorno.....	135
2.2.3.4.	Factor de Harmond	135
2.2.3.5.	Caudal sanitario	136
2.2.3.5.1.	Caudal domiciliar.....	137
2.2.3.5.2.	Caudal de infiltración...	138
2.2.3.5.3.	Caudal por conexiones ilícitas	139
2.2.3.5.4.	Caudal comercial	141
2.2.3.5.5.	Factor de caudal medio	141
2.2.3.5.6.	Caudal de diseño	142
2.2.3.6.	Tipo de tubería a utilizar	143
2.2.3.7.	Diseño de secciones y pendientes	143
2.2.3.7.1.	Velocidades máximas y mínimas de diseño ...	144
2.2.3.7.2.	Cotas invert.....	145
2.2.3.8.	Pozos de visita	145
2.2.3.9.	Conexiones domiciliarias.....	146
2.2.3.10.	Profundidad de tubería	147
2.2.3.11.	Principios hidráulicos.....	148
2.2.3.11.1.	Relaciones hidráulicas	149
2.2.3.12.	Cálculo hidráulico	153

2.2.3.12.1.	Ejemplo de diseño de un tramo	153
2.2.3.13.	Evaluación inicial de impacto ambiental	157
2.2.3.14.	Propuesta de tratamiento	158
2.2.3.14.1.	Diseño de fosas sépticas	159
2.2.3.14.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	176
2.2.3.15.	Plan de operación y mantenimiento del sistema.....	177
2.2.3.16.	Elaboración de planos finales del sistema	180
2.2.3.17.	Presupuesto.....	180
2.2.3.18.	Análisis socioeconómico.....	182
2.2.3.18.1.	Valor presente neto	182
2.2.3.18.2.	Tasa interna de retorno	183
CONCLUSIONES		185
RECOMENDACIONES.....		187
BIBLIOGRAFÍA.....		189
APÉNDICES		191
ANEXO.....		199

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de colindancias.....	3
2.	Altura del edificio	18
3.	Sección de viga propuesta	22
4.	Sección transversal de columna propuesta.....	24
5.	Clasificación de cargas	24
6.	Modelo matemático, marco 2, eje X.....	41
7.	Modelo matemático, marco C, eje Y	41
8.	Diagrama de envolvente de momentos, vigas de marco 2.....	43
9.	Diagrama de envolvente de momentos, columnas de marco 2.....	43
10.	Diagrama de envolvente de momentos, vigas de marco C	44
11.	Diagrama de envolvente de momentos, columnas de marco C	44
12.	Diagrama de corte, vigas del marco 2.....	47
13.	Diagrama de corte, columnas del marco 2.....	48
14.	Diagrama de corte, vigas del marco C	48
15.	Diagrama de corte, columnas del marco C	49
16.	Planta distribución de losas, primer nivel	50
17.	Balance de momentos.....	55
18.	Planta momentos balanceados primer nivel.....	59
19.	Planta distribución losas segundo nivel.....	60
20.	Planta momentos balanceados segundo nivel	63
21.	Diagrama de envolvente de momentos, vigas primer nivel, eje 2	67
22.	Diagrama de corte último, vigas primer nivel, eje 2.....	68
23.	Corte actuante y corte resistente	74

24.	Armado de vigas del eje 2, segundo nivel	78
25.	Armado de vigas del eje 2, primer nivel	78
26.	Diagrama de iteración.....	86
27.	Armado de columna, primer y segundo nivel	92
28.	Sección transversal, módulo de gradas	96
29.	Diseño típico de zapata concéntrica	97
30.	Sección de corte simple, zapata concéntrica	101
31.	Sección de corte punzonante, zapata concéntrica	102
32.	Armado de zapata concéntrica (elevación).....	105
33.	Armado zapata concéntrica (planta)	106
34.	Diseño típico de zapata excéntrica	107
35.	Diagrama de cuerpo libre, zapata excéntrica.....	109
36.	Diagrama de presiones zapata excéntrica	112
37.	Sección de corte punzonante, zapata excéntrica	113
38.	Armado de zapata excéntrica (elevación).....	119
39.	Armado de zapata excéntrica (planta)	119
40.	Conexión domiciliar.....	147
41.	Sección del canal.....	149
42.	Sección viga de fosa séptica	171
43.	Geometría de muro por gravedad.....	171

TABLAS

I.	Coordenadas geográficas.....	2
II.	Parámetros climáticos.....	4
III.	Servicios en San Lucas Sacatepéquez.....	5
IV.	Porcentaje poblacional según edad	6
V.	Alturas o espesores mínimos en vigas no preesforzadas o losas	21
VI.	Cargas verticales de la estructura.....	25

VII.	Integración de cargas, marco del eje 2	27
VIII.	Integración de cargas, marco del eje C.....	28
IX.	Corte basal por nivel	34
X.	Fuerza por marco, marcos numerales segundo nivel.....	38
XI.	Fuerza por marco, marcos numerales primer nivel	39
XII.	Fuerza por marco, marcos literales primer nivel	39
XIII.	Fuerza por marco, marcos literales segundo nivel	40
XIV.	Cálculo fuerza cortante, vigas segundo nivel	45
XV.	Cálculo fuerza cortante, columnas segundo nivel	46
XVI.	Cálculo fuerza cortante, vigas primer nivel.....	46
XVII.	Cálculo fuerza cortante, columnas primer nivel.....	47
XVIII.	Casos y coeficientes de losas, primer nivel.....	52
XIX.	Cálculo de momentos para losas del primer nivel.....	54
XX.	Momentos balanceados losas primer nivel	58
XXI.	Casos y coeficientes de losas segundo nivel.....	61
XXII.	Cálculo de momentos para losas segundo nivel	62
XXIII.	Momentos balanceados losas segundo nivel.....	62
XXIV.	Tabla resumen armado de vigas	76
XXV.	Datos cálculo de Ψa	81
XXVI.	Datos cálculo de Ψb	81
XXVII.	Consumo UH por artefacto.....	121
XXVIII.	Diámetro de tubería de drenaje para artefactos sanitarios.....	122
XXIX.	Cálculo de circuitos de iluminación y fuerza.....	125
XXX.	Presupuesto, centro de salud de dos niveles.....	128
XXXI.	Profundidades mínimas de tubería respecto al nivel del suelo	148
XXXII.	Tabla de relaciones hidráulicas	151
XXXIII.	Momento estabilizador de muro	172
XXXIV.	Presupuesto, alcantarillado sanitario.....	181

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
A	Área
AS_{var}	Área de acero de la varilla
AS_{min}	Área de acero mínima
AS_{temp}	Área de acero por temperatura
AS_{req}	Área de acero requerido
Ag	Área gruesa
At	Área tributaria
Az	Área de zapata
B	Base
q_u	Capacidad de carga última
P	Carga axial
Cs	Carga de sismo
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta última
CU	Carga última
q_u	Carga última del suelo
CV	Carga viva
CVU	Carga viva última
Q	Caudal
C_{mx}	Centro de masa en X
C_{my}	Centro de masa en Y
C_{rx}	Centro de rigidez en X

C_{ry}	Centro de rigidez en Y
C	Coeficiente
C_u	Cohesión
V_a	Corte actuante
V_b	Corte basal
V_{res}	Corte resistente
V_u	Corte último
CI	Cota Invert
ρ_{bal}	Cuantía de acero balanceada
γ_s	Densidad del suelo
D_f	Desplante
\emptyset	Diámetro
E_a	Empuje activo
E	Esbeltez
t	Espesor
F_d	Estabilidad contra el deslizamiento
F_v	Estabilidad contra el volteo
e_{dis}	Excentricidad de diseño
e	Excentricidad real
FCU	Factor de carga última
F_{qm}	Factor de caudal medio
F_s	Factor de seguridad
N_c	Factor de flujo debido a la cohesión
N_q	Factor de flujo debido a la sobrecarga
N_y	Factor de flujo debido al peso del suelo
FH	Factor de flujo instantáneo
F_n	Fuerza de techo o cúspide
I	Intensidad de lluvia mm/h
kg	Kilogramos

kg*m	Kilogramos por metro
kg/cm²	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
kg/m²	Kilogramos sobre metro cuadrado
kg/m³	Kilogramos sobre metro cúbico
lb	Libras
Fy	Límite de fluencia del acero
lt/hab/día	Litros por habitante por día
lt/s	Litros por segundo
M	Momento
S	Pendiente
d	Peralte efectivo
T	Periodo de retención
W	Peso
Pa	Presión actuante
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
s	Segundos
@	Separación entre varillas
Sc	Sobre carga
Ton	Toneladas
Ton-m	Toneladas por metro
Ton/m	Toneladas sobre metro
Ton/m²	Toneladas sobre metro cuadrado
Luxes	Unidad de intensidad de iluminación
UH	Unidades mueble o unidades Hunter
Vs	Valor soporte del suelo
v	Velocidad
Vol	Volumen

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aguas residuales	Desperdicios sólidos y líquidos transportados por las aguas provenientes de las viviendas, establecimientos, comerciales e industrias.
Alcantarillado	Sistema formado por tuberías o conductos generalmente cerrados que no trabajan a presión y conducen aguas residuales.
Análisis estructural	Proceso para determinar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente.
Área de acero mínimo	Cantidad de acero determinada por la sección y límite de fluencia.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante la vida útil, además del peso propio del elemento.
Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, soportado por el elemento.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.

Cimiento corrido	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite las cargas de los elementos que soporta al suelo y la zapata.
Cocode	Comité Comunitario de Desarrollo.
Colector	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, utilizado para la conducción de aguas residuales o pluviales al lugar de disposición.
Columna	Elemento estructural que soporta cargas axiales.
Conred	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres-Guatemala.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Cota invert	Cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
Desfogue	Salida de las aguas residuales en determinado punto de descarga.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.

Estribo	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos de cortante y de torsión en un elemento estructural.
Excentricidad	Diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.
Fluencia	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar al estado original al cesar la aplicación de cargas.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Latitud	Distancia determinada por el arco del meridiano desde un lugar hasta el ecuador.
Método Kani	Método numérico de análisis estructural desarrollado por el Dr. G. Kani.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-Guatemala.
Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa de un elemento o estructura.

Normas NRD-2	Normas de reducción de desastres número dos: constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la altitud y altura, referidas a un banco de marca.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual el proyecto diseñado prestará un servicio satisfactorio.
Predimensionar	Estimar las medidas de los elementos que componen una estructura.
PVC	Material a base de cloruro de polivinilo.
Rigidez	Capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones y/o desplazamientos.
SEAOC	Structural Engineers Association of California, (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
Solera	Elemento estructural horizontal, sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.

Tirante	Altura de cualquier fluido que es transportado dentro de una tubería.
Viga	Elemento estructural horizontal usado principalmente para soportar cargas.
Zapata	Elemento estructural que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se brinda apoyo a los municipios del país, con el objetivo de coadyuvar al desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes, por lo que se presentan dos propuestas de diseño referentes al tema de salud y saneamiento.

El presente trabajo de graduación fue elaborado como una contribución hacia los pobladores del municipio de San Lucas Sacatepéquez, específicamente la aldea Choacorrall y el caserío San José. Consta de dos capítulos, el primero hace referencia a la monografía y condiciones actuales del municipio, se analiza de manera objetiva las necesidades de la comunidad, en el segundo se desarrollan los procedimientos, parámetros de diseño, presupuesto y las especificaciones técnicas para los proyectos que se seleccionaron en beneficio de la población.

En la aldea Choacorrall se propone el diseño de un edificio de dos niveles para el centro de salud, con condiciones adecuadas para atención de los usuarios; en el caserío San José se presenta la propuesta del diseño del alcantarillado sanitario, con el propósito de eliminar el riesgo por contaminación de las aguas residuales y mejorar el saneamiento de la población.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de dos niveles para el centro de salud de la aldea Choacorrall y el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San José, San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Específicos

1. Realizar una investigación de carácter monográfico, además de un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de la aldea Choacorrall y del caserío San José.
2. Capacitar a los miembros del Cocode del caserío San José, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.
3. Coadyuvar en la propuesta de solución para la problemática de la salud en la aldea Choacorrall.
4. Desarrollar una investigación referente a los requerimientos arquitectónicos, estructurales y de funcionamiento para infraestructura de salud.

INTRODUCCIÓN

San Lucas Sacatepéquez es un municipio en constante desarrollo, está ubicado en el departamento de Sacatepéquez en la región central de la República de Guatemala, a 29,5 km de la ciudad capital de Guatemala, por la carretera Interamericana (CA-1). Tiene una extensión territorial de 24,5 km², colinda al norte con el municipio de Santiago Sacatepéquez y Mixco, al este con el municipio de Mixco, al sur con el municipio de Santa Lucia Milpas Altas y Villa Nueva y al oeste con el municipio de San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala, pertenece al complejo montañoso del altiplano central, prevalece el clima frío y cuenta con una población aproximada de 25 198 habitantes.

En la aldea Choacorrall se realiza la propuesta del diseño de un edificio de dos niveles que servirá como centro de salud con un área de construcción de 243,60 m², conformado por un sistema de marcos dúctiles con nodos rígidos, losa de concreto reforzado, módulo de gradas, instalaciones hidráulicas y eléctricas, aportando una estructura segura y cómoda para un servicio de salud adecuado.

En el caserío San José se realiza la propuesta del diseño de un alcantarillado sanitario, que cuenta con un colector principal de 811,88 m de longitud, ramales de 697,57 m, 33 pozos de visita y 232 acometidas domiciliarias, con tubería PVC Norma ASTM D-3034, que beneficiará a 4 274 habitantes en un periodo de diseño de 30 años.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de aldea Choacorrall y caserío San José del municipio de San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez

Se resaltan los aspectos importantes conocidos del municipio de San Lucas Sacatepéquez, para identificar las condiciones y tradiciones del lugar.

1.1.1. Generalidades

La aldea Choacorrall y el caserío San José pertenecen al municipio de San Lucas Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez. Este municipio tiene una extensión territorial de 24,50 km²; la fiesta titular del patrono del municipio de San Lucas, se celebra por lo general del 17 al 19 de octubre. El día principal es el 18 de octubre, en que la iglesia conmemora a San Lucas Evangelista.

1.1.1.1. Ubicación y localización

Se encuentra localizado en la región V o central de Guatemala, ubicado en el departamento de Sacatepéquez a 29,5 km de la ciudad capital.

Tabla I. **Coordenadas geográficas**

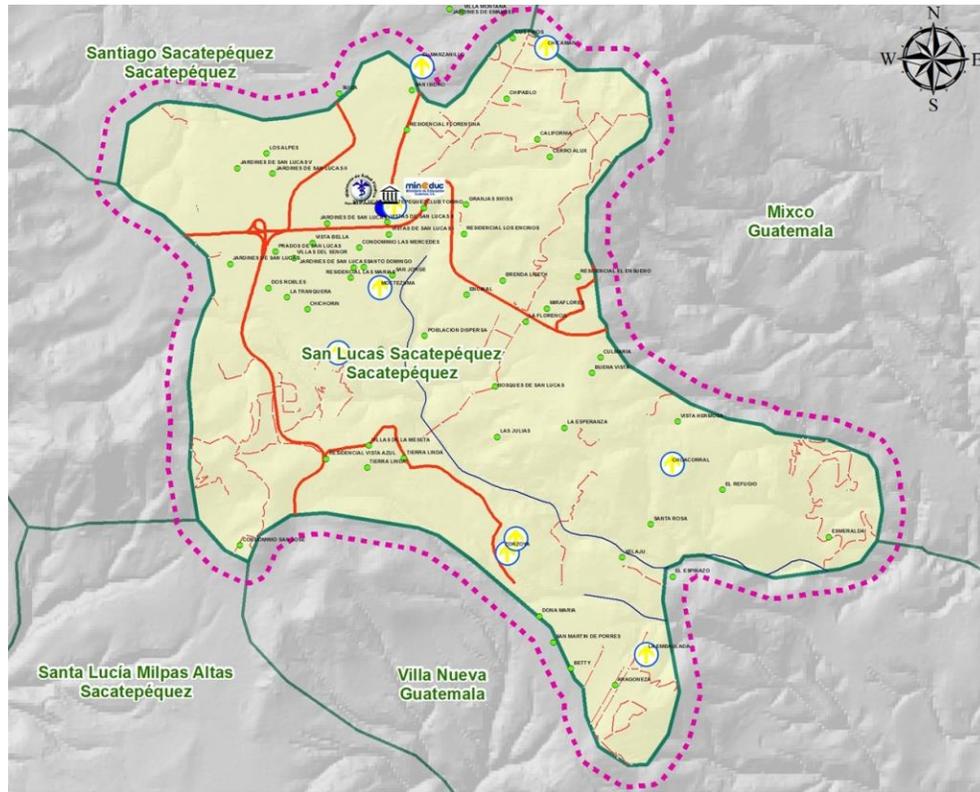
Poblado	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM
San Lucas Sacatepéquez	14° 36' 29" Lat. norte, 90° 39' 32" Long. oeste	X 749 669,37 m Y 1 616 616,36 m
Caserío San José	14° 36' 08" Lat. norte, 90° 39' 33" Long. oeste	X 752 161,36 m Y 1 615 632,69 m
Aldea Choacorrall	14° 35' 27" Lat. norte, 90° 38' 30" Long. oeste	X 754 069,23 m Y 1 614 393,28 m
		Zona 15p Hemisferio norte

Fuente: Google Earth. <http://sanlucassacatepequez.com>. Consulta: 25 de noviembre de 2014.

1.1.1.2. Límites y colindancias

Colinda al norte con el municipio de Santiago Sacatepéquez del departamento de Sacatepéquez y el municipio de Mixco del departamento de Guatemala; al sur con el municipio de Santa Lucía Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez y el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala; al este con el municipio de Mixco del departamento de Guatemala; al oeste con el municipio de San Bartolomé Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez y el municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Figura 1. Mapa de colindancias



Fuente: SEGEPLAN. Plan de desarrollo de San Lucas Sacatepéquez 2014.

1.1.1.3. Topografía

La topografía es irregular, ya que pertenece al complejo montañoso del altiplano central. Las altitudes oscilan entre 2 000 y 2 200 metros sobre el nivel del mar. La cobertura vegetal es superior al 60 % de su extensión territorial.

Entre los accidentes geográficos del municipio se encuentran: 16 cerros, 6 ríos, 9 riachuelos y una quebrada; los cuales se mencionan a continuación:

- Cerros

Alonzo, Bella Vista, Buena Vista, Cruz Grande, Chilayón, Chimot, Chinaj, El Ahorcado, El Astillero, Faldas de San Antonio, La Bandera, La Embaulada, Loma de Manzanillo, Loma Larga Chinic, Miramundo y Santa Catarina.

- Ríos

Chichorín, Chiteco, Choacorrál, La Embaulada, Las Vigas y San José.

- Riachuelos

Chilayón, Chipablo, Chique, El Astillero, El Perol, La Ciénaga, La Esperanza, La Ruca y Parrameño.

- Quebrada

Quebrada del Aguacate

1.1.1.4. Clima

La estación climatológica ubicada en San Lucas Sacatepéquez se llama la Suiza Contenta, de la cual se obtienen:

Tabla II. Parámetros climáticos

Temperatura máxima en °C	22,90
Temperatura mínima en °C	9,40
Temperatura máxima absoluta en °C	29,00
Temperatura mínima absoluta en °C	2,00
Precipitación en mm	1 406,50

Continuación de la tabla II.

Humedad relativa en %	76,00
Evaporación en mm	3,50
Velocidad del viento en km/h	10,20
Dirección del viento	NE
Presión atmosférica en mmHG	640,40

Fuente: Insivumeh. www.insivumeh.gob.gt. Consulta: 13 de agosto de 2015.

1.1.1.5. Servicios

Este municipio es de fácil acceso desde la ciudad capital de Guatemala, por ello cuenta con gran variedad de servicios para los habitantes del municipio y visitantes; los cuales se indican a continuación:

Tabla III. **Servicios en San Lucas Sacatepéquez**

• Agua potable	• Energía eléctrica
• Restaurantes	• Iglesia católica
• Centros de salud	• Centros educativos públicos y privados
• Mercados	• Centros recreacionales
• Sistema bancario	• Bomberos voluntarios
• Policía nacional civil	• Centros para el adulto mayor
• Centros comerciales	• Centros de servicio automotriz
• Gasolineras	• Industrias

Fuente: elaboración propia.

1.1.1.6. Transporte

La principal vía de acceso al municipio es por la carretera CA-1 ruta nacional 1, que va desde la capital al oeste; aproximadamente 15 km de

recorrido desde el entronque de la cabecera municipal de Mixco. El municipio cuenta con caminos rurales adoquinados y pavimentados que conectan caseríos, casco urbano y otros municipios entre sí.

1.1.2. Aspectos sociales

Son características que comprenden demografía, religión, educación del municipio de San Lucas Sacatepéquez.

1.1.2.1. Demografía

El municipio de San Lucas Sacatepéquez cuenta con 25 198 habitantes de los cuales 12 339 (48,97 %) son hombres y 12 859 (51,03 %) son mujeres. Con un porcentaje de crecimiento poblacional de 3,81 % por año.

Tabla IV. **Porcentaje poblacional según edad**

% Poblacional	Edad	Sexo
2,60	menor de 1 años	48,48 % hombres 51,52 % mujeres
11,42	1-4 años	50,27 % hombres 49,73 % mujeres
13,60	5-9 años	52,98 % hombres 47,02 % mujeres
22,13	10-19 años	53,08 % hombres 46,92 % mujeres
10,24	20-24 años	48,15 % hombres 51,85 % mujeres
22,64	25-39 años	50,52 % hombres 49,48 % mujeres

Continuación de la tabla IV.

13,20	40-59 años	49,61 % hombres 50,39 % mujeres
4,17	60 años y más	46,22 % hombres 53,78 % mujeres

Fuente: Oficina Municipal de Catastro, Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez.

1.1.2.2. Religión

La mayor parte de la población en San Lucas Sacatepéquez profesa la religión católica, el principal templo de esta religión es la parroquia de San Lucas Evangelista; también se practican otras religiones como la evangélica, mormona, entre otras.

1.1.2.3. Educación

El 87,81 % de la población es alfabeta; de este porcentaje, el 1,41 % ha recibido educación preprimaria, el 55,88 % educación primaria, el 14,63 % educación media, el 15,66 % educación a nivel diversificado y el 12,42 % educación superior; mientras que el 12,19 % es población analfabeta.

1.1.3. Diagnóstico de necesidades de infraestructura y servicios básicos de la aldea Choacorrall y del caserío San José

Se realiza para conocer más a fondo las necesidades básicas que existen para la población del municipio, se evalúa por medio de encuestas y datos de proyectos previos de la municipalidad.

1.1.3.1. Descripción de las necesidades

Toda población en busca de desarrollo debe cubrir en su totalidad las necesidades básicas; dentro de las más importantes para satisfacer son:

- Agua potable

El municipio cuenta con servicio de agua potable suministrado por redes de distribución que abarcan el 90 % de la población, el otro 10 % se abastece por medio de pozos mecánicos propios.

- Alumbrado público y energía eléctrica domiciliar

El 93 % del municipio cuenta con alumbrado público, este se extiende por calles, avenidas y callejones ubicados en el casco urbano, aldeas y caseríos. El 97 % de la población se beneficia del servicio eléctrico domiciliar. Por lo tanto, cabe mencionar que el municipio tiene buen índice de iluminación de sectores públicos y de servicio eléctrico para la población.

- Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales

Únicamente el 50 % de la población cuenta con servicio de alcantarillado sanitario, debido a esto en algunos caseríos las aguas residuales corren sobre la superficie del terreno, provocando riesgo a contaminación y enfermedades.

- Infraestructura

Debido al crecimiento y desarrollo poblacional, la Municipalidad orienta sus esfuerzos para aumentar la capacidad del servicio en algunas edificaciones

y en otros casos construir nueva infraestructura, para brindar cobertura en temas como la educación y la salud.

1.1.3.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Después de analizar las necesidades por medio de una evaluación, para dar prioridad a las más importantes, se determina el orden de la siguiente manera:

- Sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San José.
- Edificación de dos niveles para el centro de salud con nivel de atención II, para la aldea Choacorrall.

Justificación: se eligieron estos dos proyectos para mejorar el servicio y atención en salud para los habitantes de estas dos comunidades; ya que en el caserío San José, el agua residual se recolecta por medio de pozos ciegos que están a punto de colapsar y en algunos lugares corre sobre la superficie, dañando directamente la salud de las personas del caserío, lo cual provoca malos olores y contaminación, con el proyecto se busca disminuir la probabilidad de contagio de enfermedades y malos olores.

En cuanto al centro de salud en la aldea Choacorrall, se propone un edificio amplio, con infraestructura adecuada que mejore la capacidad de brindar el servicio de salud a los habitantes de la aldea, ya que el actual centro de salud carece del espacio y equipamiento apto para brindar el servicio de salud.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del edificio de dos niveles para el centro de salud de la aldea Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez

La instalación utilizada actualmente para el centro de Salud cuenta con espacios reducidos, en los cuales no se puede prestar una buena atención a la población, por lo tanto se propone la construcción de un edificio con amplias instalaciones.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio para prestar el servicio de salud a la población de la aldea Choacorrall; estará conformado de varios ambientes, entre los cuales se puede mencionar: en el primer nivel: sala de espera con recepción, farmacia, bodega, encamamiento de mujeres y hombres, área de emergencias, baños para hombres y mujeres, salón de hipodermia y sala de partos con área de cunas. En el segundo nivel: laboratorio, enfermería, tuberculosis, clínica, vacunación, sala de espera, salón de conferencias, dirección, cocina, dormitorio y lavandería.

Tiene un área de construcción de 243,60 m², conformado por un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos y techos de losa tradicional de concreto armado, muros tabique de mampostería para delimitar ambientes, módulo de gradas de concreto reforzado. Todo elemento se diseñó utilizando normas y códigos de construcción vigentes usados en Guatemala.

Al realizar este proyecto se beneficia directamente a los habitantes de la aldea Choacorrall, con un edificio adecuado que cumpla con la demanda de la población en cuanto al servicio de salud.

2.1.2. Descripción del área disponible

El terreno destinado para la construcción del centro de Salud se encuentra en la aldea Choacorrall del municipio de San Lucas Sacatepéquez, cuenta con un área de 394,43 m².

2.1.3. Estudio de suelos

Es necesario conocer datos técnicos por medio de una muestra representativa de suelo del lugar donde se ubicará el edificio y así realizar el estudio necesario para encontrar el valor soporte, en este caso, se perforó un pozo de 2,50 m de profundidad con el objetivo de extraer una muestra inalterada de 1 pie³, llevarla al laboratorio y realizar el ensayo de compresión triaxial, los ensayos fueron realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). Estos estudios de suelo son importantes en edificaciones, para evitar desplazamientos por falla en el suelo, al no resistir el peso de la estructura.

2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo

El método utilizado para el cálculo del valor soporte del suelo, fue el del Doctor Karl Terzagui, del ensayo de compresión triaxial a una probeta de suelo de 2.50" * 5.00" se obtuvieron los siguientes datos:

- Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

- Descripción del suelo: arena limosa color café
- Densidad seca (T/m^3): 1,18
- Densidad húmeda (T/m^3): 1,65
- Humedad (%H): 38,45
- Desplante: 2,00 m
- Ángulo de fricción interna: $27,16^\circ$
- Cohesión: $0,24 T/m^2$

Calculando carga última del suelo:

- Factor de flujo (N_q) debido a la sobrecarga

$$N_q = \frac{e^{(3/2\pi - \phi_{rad}) * \tan \phi}}{2 * \left(\cos\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)\right)^2} = \frac{e^{\left(3/2\pi - \left(\frac{27,16 * \pi}{180}\right)\right) * \tan 27,16}}{2 * \left(\cos 45 + \frac{27,16}{2}\right)^2} = 16,18$$

- Factor de flujo debido a la cohesión (N_c)

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \phi = (16,18 - 1) * \cot(27,16) = 29,59$$

- Factor de flujo debido al peso del suelo (N_y)

$$N_y = (N_q + 1) * 2 \tan(\phi) = (16,18 + 1) * 2 * \tan(27,16) = 17,63$$

- Capacidad de carga última del suelo

$$q_u = 1,3C_u N_c + \gamma_s D_f N_q + 0,4\gamma_s B N_y$$

$$q_u = 1,3 * 0,24 * 29,59 + 1,65 * 2,00 * 16,18 + 0,4 * 1,65 * 2,00 * 17,63$$

$$q_u = 85,89 \text{ Ton/m}^2$$

Para calcular el valor soporte del suelo se aplica un factor de seguridad a la capacidad de carga última del suelo, se recomienda que la magnitud de FS dependa de incertidumbres y riesgos encontrados en las condiciones del sitio donde estará ubicado el proyecto, aplicar un FS de por lo menos tres en todos los casos, se aplica un factor de FS = 3.

Calculando valor soporte del suelo:

$$V_s = \frac{q_u}{FS} = \frac{85,89}{3} = 28,63 \text{ Ton/m}^2$$

Donde:

V_s = valor soporte del suelo

q_u = capacidad de carga última del suelo

F_s = factor de seguridad

Finalmente, por criterio de diseño se utilizará un $V_s = 25,00 \text{ Ton/m}^2$

2.1.4. Normas para el diseño de edificios para salud

En el diseño del centro de Salud se tomaron en consideración los requerimientos y parámetros de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

(MSPAS), con el fin realizar una propuesta segura y comfortable para los usuarios del establecimiento.

2.1.4.1. Criterios generales

Se deben tomar las consideraciones de las Normas NRD-2 de Conred y de las normas y guías de atención en centros de salud por parte del MSPAS para el diseño de un edificio, tales como: ubicación, altura de piso a cielo, altura de puertas y ventanas, área mínima de ventilación, criterios de iluminación, ancho de pasillos, salidas de emergencia, entre otros.

2.1.4.2. Criterios de conjunto

La edificación se diseña en función de la comodidad de las personas que harán uso de las instalaciones y ser funcional en cuanto a utilización del espacio, se utilizaron Normas NRD-2 de Conred para determinar áreas mínimas de tránsito de personas con pasillos de 3,50 m de ancho, área de ambientes de 13,65 m² como mínimo, puerta de entrada y salida de 3,50, entre otros.

El edificio requiere orientarse correctamente para proporcionar iluminación y ventilación óptima para todos los ambientes del edificio, la orientación ideal para ventanas es de norte a sur, sin embargo esta será definida tomando en cuenta la dirección del viento dominante, ya que en este sentido es ideal abrir las ventanas.

2.1.4.3. Criterios de iluminación

La iluminación deberá ser abundante y distribuida uniformemente, natural de preferencia o artificial fluorescente; con un nivel lumínico general de 150 a 200 luxes, los acabados brillantes permiten mayor reflexión de la luz dando como resultado una mejor luminosidad.

2.1.4.4. Otros criterios

- Ventilación: la dirección de los vientos en Guatemala es de norte a sur y viceversa, por lo tanto el área de ventilación debe estar orientada de esta manera, para proveer una circulación cruzada del viento. El área recomendada de ventilación es el 50 % del área de ventanas. El área mínima de ventana debe ser de 1/3 del área de piso del ambiente.
- Instalaciones: regularmente se colocan instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, las cuales deben garantizar seguridad en la operación, capacidad adecuada y servicio constante.
- Criterio de color: se recomienda utilizar colores claros para aprovechar la iluminación natural, evitar aplicar color blanco debido a que produce una sensación deprimente en pacientes.

2.1.5. Diseño arquitectónico

Consiste en diseñar de forma adecuada, manteniendo la armonía de los ambientes que comprenden el edificio, esto da como resultado un lugar funcional y de comodidad para el usuario del establecimiento. Los espacios de

uso frecuente se ubicaron en el primer nivel y los no frecuentes en el segundo nivel. (Ver inciso 2.1.5.2).

2.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno

El terreno proporcionado para la construcción del centro de Salud es de 394,43 m², el edificio cuenta con un área de construcción de 243,60 m²; por lo que se utilizó el 60 % del área disponible, el 40 % para área verde y espacios libres.

2.1.5.2. Distribución de ambientes

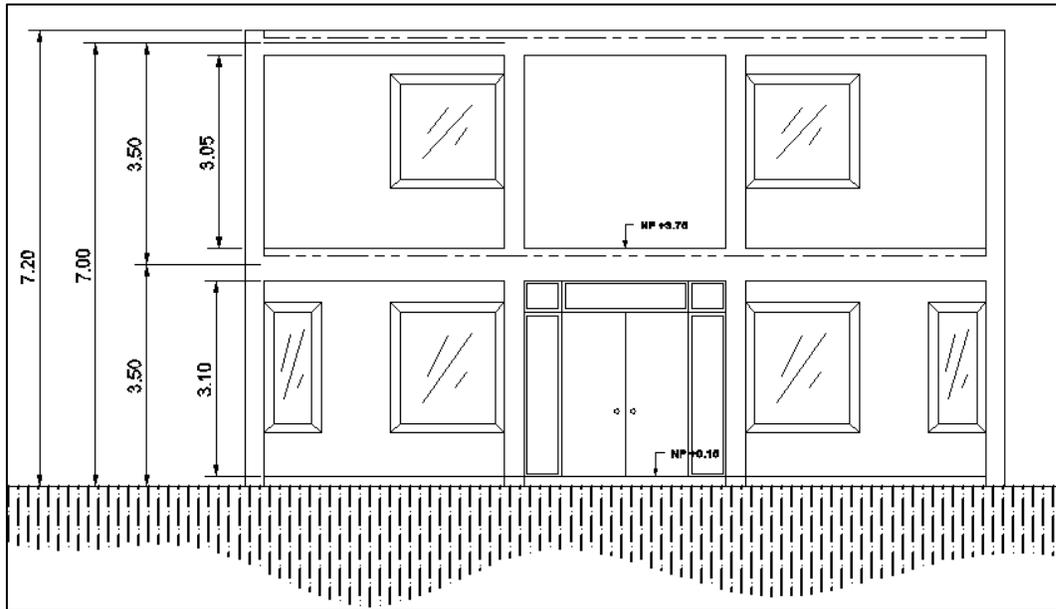
La edificación para el centro de Salud es de dos niveles, conformado por ambientes destinados a las diferentes actividades que se realizan dentro del centro de salud, se distribuye de la siguiente manera:

- Primer nivel: sala de espera, recepción, farmacia, bodega, encamamiento de hombres y mujeres, baños de hombres y mujeres, área de emergencias, hipodermia, módulo de gradas, sala de partos y cunas.
- Segundo nivel: clínica de vacunación, laboratorio, tuberculosis, enfermería, clínica, planificación familiar, sala de espera, salón de conferencias, dirección, cocina, dormitorio, baño y lavandería.

2.1.5.3. Altura de edificio

Cada nivel tiene una altura de 3,50 m a ejes, por lo que la altura total del edificio será de 7,20 m; de piso terminado a cielo cuenta con 3,10 m en el primer nivel y 3,05 m en el segundo nivel.

Figura 2. **Altura del edificio**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6. **Selección del sistema estructural a usar**

Se propone una estructura de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado (vigas y columnas), muros tabique de mampostería de *block* de pómez, losas planas tradicionales de concreto reforzado.

Los aspectos que se toman en cuenta para la selección de este sistema estructural son: factibilidad de construcción del sistema, economía, forma de la edificación, entre otros aspectos. El período de diseño para este tipo de proyectos va desde los 30 a los 50 años, se toma en cuenta que es una construcción de tipo permanente.

2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Se realiza para obtener un parámetro inicial en el diseño de los elementos que comprenden la estructura, se utilizan métodos de análisis cortos para calcular medidas iniciales.

Estos serán diseñados con cargas de trabajo, si los elementos no satisfacen dichas cargas se rediseñan y se genera un nuevo ciclo de análisis estructural.

- Losas

Se toman las medidas del ambiente mayor para la predimensión de la losa, entonces:

$$a = 4,10 \text{ m}$$

$$b = 5,00 \text{ m}$$

Verificar si trabaja en dos o un sentido, tomando en consideración los siguientes criterios:

$$m = a/b < 0,5; \text{ losa trabaja en un sentido}$$

$$m = a/b > 0,5; \text{ losa trabaja en dos sentidos}$$

Donde:

m = criterio de trabajo

a = lado corto de losa

b = lado largo de losa

$$m = \frac{4,10 \text{ mts}}{5,00 \text{ mts}} = 0,82$$

$M = 0,82 > 0,50$; entonces armado de losa en dos sentidos.

Calculando espesor de losa:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{(2 * a) + (2 * b)}{180} = \frac{(2 * 4,10) + (2 * 5,00)}{180} = 0,1011 \text{ mts}$$

Se propone una losa de armado tradicional en dos sentidos de espesor de 11 cm.

- Vigas

En predimensión de vigas existen varios criterios a tomar en cuenta para la altura de la viga; en este caso se tomó en cuenta el criterio según ACI 318-08 y un criterio obtenido a base de experiencia en el campo de la ingeniería civil. La base de la viga será la mitad de la altura de la viga (h/2).

Primer criterio: encontrado en la sección 9.5.2.1, tabla 9.5(a)

Tabla V. **Alturas o espesores mínimos en vigas no preesforzadas o losas**

Espesor mínimo, h				
	Simplemente apoyada	Con un extremo continuo	Ambos sentidos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{24}$	$\frac{L}{28}$	$\frac{L}{10}$
Vigas o losas nervadas de una dirección	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{18,50}$	$\frac{L}{21}$	$\frac{L}{8}$

Fuente: requisitos de reglamento para concreto estructural, (ACI 318-08) y comentario, capítulo 9.5.2.1, p. 129.

Longitud de viga = 5,00 m

$$h = \frac{5,00}{18,50} = 0,27 \text{ m} \approx 0,30 \text{ m}$$

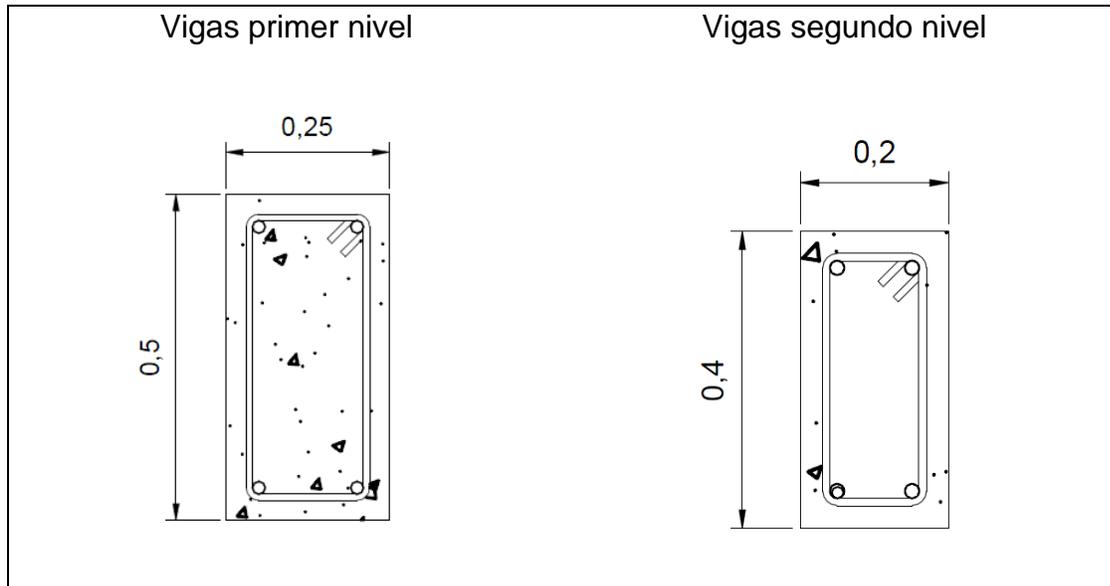
Por lo tanto, la base = 0,15 m

Segundo criterio: por cada metro de luz libre en la viga aumentar ocho centímetros a la altura de la viga.

$$h = 0,08 * l = 0,08 * 5,00 = 0,40 \text{ cm}$$

Se propone para el primer nivel vigas de h = 0,50 m y b = 0,25 m; para el segundo nivel vigas de h = 0,40 m y b = 0,20 m.

Figura 3. Sección de viga propuesta



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Columnas:

Se realiza la predimensión con base a la carga de trabajo que soporta la columna y una cuantía de acero, que según el código de diseño estructural ACI 318-08 sección 21.6.3 debe estar comprendido entre el 1 y el 6 % del área bruta de la columna. De este modo la ecuación de carga a utilizar para el elemento sometido a compresión es:

$$1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$$

$$P = 0,85 * (0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + F_y * A_s)$$

Donde:

P = carga axial que soporta la columna

Ag = área de la sección de la columna

As = área de acero de la armadura longitudinal

f'c = resistencia a la compresión del concreto (280 Kg/cm²)

Fy = resistencia a la fluencia del refuerzo (2 810 Kg/cm²)

P.P = peso propio del elemento estructural

CV = carga viva

Wc = peso volumétrico del concreto (2 400 kg/m³)

Calculando:

$$P2 = \text{área tributaria}_{\text{losa}} * (P. P_{\text{losa}} + CV) + Sec_{\text{viga}} * l * Wc$$

$$P2 = 17\,660,81 \text{ kg}$$

$$P1 = \text{área tributaria}_{\text{losa}} * (P. P_{\text{losa}} + CV) + Sec_{\text{viga}} * l * Wc + CV * H * l + P3$$

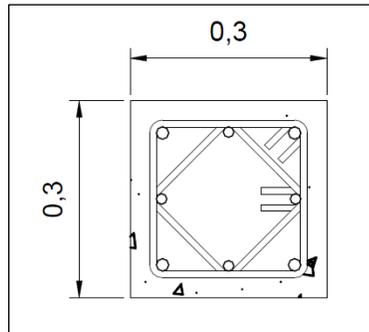
$$P1 = 47\,668,64 \text{ kg}$$

$$Ag = \frac{P}{0,85 * (0,85 * f'c * (1 - 0,02) + 0,02 * Fy)}$$

$$Ag2 = 71,78\text{cm}^2; Ag1 = 193,76 \text{ cm}^2$$

Según disposiciones del Código de Diseño Estructural ACI 318-08 en la sección 21.6.1.1, la dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor de 300mm; por lo tanto se propone columnas de sección 30*30 cm en ambos niveles.

Figura 4. **Sección transversal de columna propuesta**

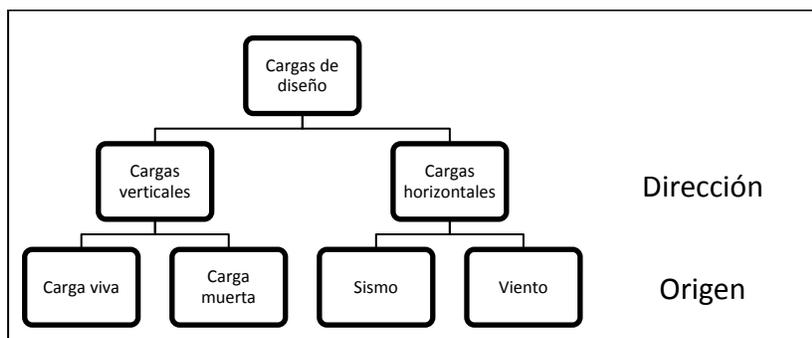


Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2. **Cargas de diseño**

Las estructuras son sometidas a diferentes cargas provenientes de factores externos y del uso de la edificación, por ello la estructura debe ser capaz de soportar las cargas de trabajo a las cuales será expuesta a lo largo de su vida útil. Las cargas por su origen y dirección en la cual se aplican se clasifican de la siguiente manera:

Figura 5. **Clasificación de cargas**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Dependen del uso de la estructura y de los elementos que la conforman, a continuación el concepto de carga viva y carga muerta:

- Carga viva (CV): generadas por cualquier elemento móvil que haga uso de la estructura, no son aplicadas constantemente sobre la estructura; su magnitud y posición cambian en el transcurso de la vida útil de la estructura, se consideran como carga viva las personas que utilizan la instalación, maquinaria, muebles y otros objetos.
- Carga muerta (CM): generadas por los elementos estructurales, se mantienen constantes en magnitud y posición, es decir, son permanentes durante toda la vida de la estructura, se considera como carga muerta en un edificio el peso de sus elementos estructurales (losas, vigas, columnas, pañuelos, voladizos, etc.).

A continuación se presentan las cargas vivas y cargas muertas utilizadas.

Tabla VI. **Cargas verticales de la estructura**

Carga viva (CV)	Carga muerta
Techo = 200 kg/m	Concreto = 2 400 kg/m ³
Entrepiso hospital = 500 kg/m	Sobre carga = 100 kg/m
	Tabiques = 75 kg/m ²
Nota: cargas vivas con referencia en cap. 3 AGIES NSE 2-10	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, integración de cargas para eje 2, para una viga de longitud 4,10 m.

Segundo nivel:

- Carga muerta:

$$CM = \frac{\left[\frac{(W_{\text{losa}} + S_c) * A_t}{l_{\text{viga}}} \right] + W_{\text{viga}}}{l_{\text{viga}}}$$

$$CM = \frac{\left[\frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11\text{m} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 8,40 \text{ m}^2}{4,10 \text{ m}} \right] + \left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,40 \text{ m} * 0,20 \text{ m} \right)}{4,10 \text{ m}}$$

$$CM = 938 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Carga viva:

$$CV = \frac{\text{Carga para techo} * A_t}{l_{\text{viga}}}$$

$$CV = \frac{200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 8,40 \text{ m}^2}{4,10 \text{ m}} = 410 \text{ kg/m}$$

Primer nivel:

- Carga muerta:

$$CM = \frac{\left[\frac{(W_{\text{losa}} + W_{\text{tabique}} + S_c) * A_t}{l_{\text{viga}}} \right] + W_{\text{muros}} + W_{\text{viga}}}{l_{\text{viga}}}$$

$$CM = \frac{\left[\frac{\left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11\text{m} + 75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 8,40 \text{ m}^2}{4,10 \text{ m}} \right] + 929,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + \left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,50 \text{ m} * 0,25 \text{ m} \right)}{4,10 \text{ m}}$$

$$CM = 2\,129 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Carga viva:

$$CV = \frac{\text{Carga para techo} * A_t}{l_{\text{viga}}}$$

$$CV = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 8,40 \text{ m}^2}{4,10 \text{ m}} = 1\,025 \text{ kg/m}$$

Se realizó el mismo procedimiento para cada una de las vigas que conforman los marcos de los ejes del edificio, a continuación se resume en una tabla la integración de cargas de los marcos críticos.

Tabla VII. **Integración de cargas, marco del eje 2**

Longitud viga (m)	Nivel	Área tributaria (m ²)	CM (kg/m)	CV (kg/m)
4,1	2	8,40	938	410
3,5	2	6,12	829	350
4,1	1	8,40	2 129	1 025
3,5	1	6,12	1 998	875

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Integración de cargas, marco del eje C

Longitud viga (m)	Nivel	Área tributaria (m ²)	CM (kg/m)	CV (kg/m)
5,00	2	11,74	1 047	470
3,33	2	5,56	800	334
5,00	1	11,74	2 261	1 174
3,33	1	5,56	1 963	835
3,33	1	2,78	1 596	418

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Guatemala está ubicada en una región altamente sísmica, es por esto que las estructuras deben estar preparadas para resistir cargas horizontales, en el análisis estructural hay que simular los efectos de un sismo sobre la estructura; dichas cargas horizontales también pueden ser producidas por viento o impacto, estas cargas son dinámicas.

2.1.6.2.3. Fuerza sísmica

Para el análisis de las fuerzas sísmicas existen diferentes métodos, entre los cuales se puede mencionar el método SEAOC, AGIES, métodos dinámicos, entre otros. En este proyecto se aplicó el método desarrollado por AGIES.

- Método AGIES:

El análisis se realiza con base al AGIES NSE 3-10 capítulo 2, se encuentra el método de la carga sísmica estática equivalente, este permite

solicitudes sísmicas modeladas como fuerzas estáticas horizontales, aplicadas externamente a lo alto y ancho de la edificación.

Se representa por medio del cortante estático equivalente al límite de cedencia en la base de la estructura (V_B):

$$V_B = C_s W_s$$

Donde:

W_s = peso de la edificación

C_s = coeficiente sísmico de diseño

El coeficiente sísmico (C_s) en cada dirección de análisis se establecerá de acuerdo al inciso 2.1.2 el cual nos lo indica de la manera siguiente:

$$C_s = \frac{s_a(T)}{R}$$

Donde:

$S_a(T)$ = es la demanda sísmica de diseño para una estructura con período T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4 de la Norma NSE 3; y calibrado según la probabilidad de ocurrencia requerida.

R = es el factor de reducción que se obtiene de la sección 1.6.1 de esta norma.

T = es el período fundamental de vibración de la estructura según 2.1.4 o 2.1.5

Primero se selecciona el índice de sismicidad, descrito en el inciso 4.2.1 del AGIES NSE 2, indica que este (I_0) es una medida relativa de la severidad

esperada del sismo en una localidad. Para efecto de esta norma, el territorio de la República de Guatemala se divide en macrozonas de amenaza sísmica caracterizadas por su índice de sismicidad que varía desde $I_0=2$ a $I_0=4$. La distribución geográfica del índice de sismicidad se especifica en el listado de amenaza sísmica por municipios.

El índice de sismicidad para San Lucas Sacatepéquez es $I_0 = 4$ y los parámetros del sismo severo con probabilidad de ser excedido del 5 % en 50 años es $S_{cr} = 1,65g$ y $S_{1r} = 0,6g$.

En la sección 4.3.3.2 (AGIES NSE 2); ajuste por clase de sitio:

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

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

N_a y N_v son los factores que apliquen por la proximidad de las amenazas especiales indicadas en la sección 4,6.

En el inciso 4.3.3.4 del AGIES NSE 2 se define el período de transición como el período T_s (en s) que separa los períodos cortos de los largos:

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

$$T_s = \frac{0,60g}{1,65g} = 0,36 \text{ s}$$

Se selecciona la clase de sitio, para este caso se toma como "E" siendo este un suelo suave, el cual se clasificó con base a la tabla 4-4. Por lo tanto:

$$F_a = 0,9 \quad F_v = 2,4$$

Se necesita la construcción de los espectros de diseño que se encuentran establecidos en el inciso 4.3.4 del AGIES NSE 2, en el inciso 4.3.4.1 se establecen los factores de escala del cual se selecciona un sismo severo con un 5 % de probabilidad de ser excedido en 50 años, su factor de escala es $K_d=0.80$.

El espectro calibrado al nivel de diseño requerido se especifica en el inciso 4.3.4.2 del AGIES NSE 2 como:

$$S_{cd} = K_d * S_{cs}$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

Las ordenadas espectrales $S_a(T)$ para cualquier período de vibración T , se definen con:

$$S_a(T) = S_{cd} \quad \text{si } T \leq T_s$$

$$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \quad \text{si } T > T_s$$

En el inciso 4.6 del AGIES NSE 2 se encuentra la amenaza de intensidades sísmicas especiales, se clasifica la falla activa próxima como “B” con una distancia horizontal cercana a fuente sísmica del edificio mayor a 10 Km, en la tabla 4-5 se determinan los factores de falla cercana N_a y N_v a las tablas 4-6 y 4-7 siendo estos:

$$N_a = 1,0 \quad N_v = 1,0$$

Se aplican los factores N_a , N_v , F_a y F_v , conforme lo indican las ecuaciones 4-1a y 4-2a.

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a = 1.65g * 0,9 * 1,0 = 1,48$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v = 0,60g * 2,4 * 1,0 = 1,44$$

Se obtiene el espectro calibrado al nivel de diseño requerido de las ecuaciones 4-4 y 4-5.

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 0,80 * 1,48 = 1,18$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s} = 0,80 * 1,44 = 1,15$$

Luego, en AGIES NSE 3, el inciso 2.1.4, se encuentra el período de vibración empírico T_a , el cual se estimará en forma empírica y genérica como:

$$T_a = K_T(h_n)^x$$

Donde:

h_n = es la altura total del edificio, en m, desde la base.

Según el sistema estructural se dan 5 casos, para este proyecto se selecciona $K_T = 0,049$, $x=0,75$ utilizados en sistemas estructurales de marcos dúctiles y nodos rígidos (E1).

$$T_a = K_T(h_n)^x = (0,049)(8,50)^{0,75} = 0,24 \text{ s}$$

Las ordenadas espectrales $S_a(T)$ para cualquier período de vibración T , se expresan:

$$S_a(T) = S_{cd} \quad \text{si } T \leq T_s$$

$$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \quad \text{si } T \geq T_s$$

Como $T < T_s$ entonces, $S_a(T) = S_{cd} = 1,18$

Por último, el factor genérico de reducción de respuesta sísmica (R), este depende de las características genéricas del sistema estructural seleccionado. Su valor numérico se especifica en la tabla 1-1 del inciso 1.6.1 del AGIES NSE 3. Para este caso se selecciona el sistema estructural E1, representa al sistema de marcos de concreto reforzado tipo A, su valor es de $R=8$.

- Se procede a calcular el coeficiente sísmico (C_s):

$$C_s = \frac{s_a(T)}{R} = \frac{1,18}{8} = 0,14$$

- Debe cumplir con los siguientes parámetros:

$$C_s \geq 0.044S_{cd} = 0,14 > 0,05 \rightarrow \text{cumple}$$

$$C_s \geq \frac{0.5S_{1r}}{R} = 0,14 > 0,03 \rightarrow \text{cumple}$$

- Se calcula el corte basal:

$$V_B = C_s W_s = 0,14 * 499\,715,47 \text{ Kg}$$

$$V_B = 70\,309,97 \text{ kg}$$

- Fuerzas por nivel

$$F_n = \frac{(V_b - F_T) * W_i * h_i}{\sum W_i * h_i}$$

Donde:

F_n = fuerza por nivel

F_t = fuerza de techo, si $T \leq 0,25$, entonces $F_t=0$

W_i = peso propio de cada nivel más 25 % de la carga viva.

H_i = altura hasta cada nivel

Tabla IX. **Corte basal por nivel**

Nivel	Corte basal	W_i	H_i	$W \cdot h_i$	F_{ni}
1	70 309,97	272 587,91	3,50	954 057,69	25 220,14
2	70 309,97	243 673,16	7,00	1 705 712,12	45 089,83
			Σ	2 659 769,81	70 309,97

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas depende de la simetría de la estructura, para encontrar las fuerzas por marco, primero se debe calcular el centro de masa y centro de rigidez; para posteriormente obtener la excentricidad real existente en la estructura.

- Centro de rigidez

Para el cálculo del centro de rigidez es necesario determinar la rigidez de cada columna, debido a que se utilizó la misma columna para todo el nivel, poseen las mismas características geométricas, por lo tanto el valor de rigidez K para todas las columnas es el mismo, el centro de rigidez dependerá de la

posición que tenga con respecto al origen. La rigidez en la columna está dada por la siguiente ecuación:

$$K_{col} = \frac{EBL}{H\left[\left(\frac{H}{L}\right)^2 + 3\right]}$$

Donde:

K_{col} = rigidez de la columna

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

BL = sección de la columna

H = longitud de la columna

$$K_{col} = \frac{15\,100 \cdot \sqrt{280} \cdot 30 \cdot 30}{350\left[\left(\frac{350}{30}\right)^2 + 3\right]} = 4\,670,56$$

Calculando centro de rigidez

$$C_r = \frac{\sum(K_{marco} \cdot X)}{\sum K_{marco}}$$

Donde:

C_r = centro de rigidez

K_{marco} = rigidez del marco perpendicular al eje

X = distancia del marco desde el punto de referencia

$$K_{\text{marco eje "X"}} = \text{No. columnas} * K_{\text{col."X"}} = 4 * 4\,670,56 = 18\,682,24$$

$$K_{\text{marco eje "Y"}} = \text{No. columnas} * K_{\text{col."Y"}} = 6 * 4\,670,56 = 28\,023,36$$

Centro de rigidez, eje "X"

$$C_{rx} = \frac{4\,670,56 * (0 + 410 + 760 + 1\,170)}{18\,682,24} = 585 \text{ cm} = 5,85 \text{ m}$$

Centro de rigidez, eje "Y"

$$C_{ry} = \frac{4\,670,56 * (0 + 333 + 667 + 1\,000 + 1\,500 + 2\,000)}{28\,023,36} = 917 \text{ cm} = 9,17 \text{ m}$$

- Centro de masa

Conocido también como el centro de gravedad del edificio. Para edificaciones con una distribución simétrica de masa, el centro de masa coincide con el centro geométrico de la planta del edificio, sus coordenadas están dadas por:

$$C_{mx} = \frac{l_x}{2} = \frac{11,70}{2} = 5,85 \text{ m}$$

$$C_{my} = \frac{l_y}{2} = \frac{20,00}{2} = 10,00 \text{ m}$$

- Excentricidad real

Cuando el centro de rigidez (Cr) no coincide con el centro de masa (Cm) se produce excentricidad (e) en la estructura, esta se determina por medio de la diferencia que existe entre el centro de rigidez y el centro de masa. La

excentricidad máxima permitida es igual al 10 % de la longitud perpendicular a la excentricidad analizada.

$$e = |Cr - Cm|$$

Calculando excentricidad en ambos ejes

$$e_x = |5,85 - 5,85| = 0 < 10\% * 20,00 \rightarrow \text{Chequea}$$

$$e_y = |9,17 - 10| = 0,83 < 10\% * 11,70 \rightarrow \text{Chequea}$$

- Excentricidad de diseño

Con ella se calcula la fuerza que afectará cada uno de los marcos.

$$e_{dis} = (1,50 * e) + (0,10 * \text{base perpendicular al eje analizado})$$

Excentricidad de diseño, eje "X"

$$e_{disx} = (1,50 * 0) + (0,10 * 20) = 2,00 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño, eje "Y"

$$e_{disy} = (1,50 * 0,83) + (0,10 * 11,70) = 2,42 \text{ m}$$

- Fuerza por marco (Fmi)

Existen dos efectos que actúan sobre los marcos: uno de traslación y otro de rotación o corte respecto del centro de rigidez, cuando este no coincide con el centro de masa. Se calcula de la siguiente manera.

$$F_m = F_i'' \mp F_i'; \quad F_m'' = \frac{(e * F_n)}{E_i}; \quad F_m' = \frac{(K_i * F_n)}{\sum R_i}; \quad E_i = \frac{\sum (K_i * d_i)^2}{K_i * d_i}$$

Donde:

Fm = fuerza por marco

Fm'' = fuerza rotacional del marco

Fm' = fuerza traslacional del marco

Ei = módulo de rigidez

Fn = fuerza del nivel

e = excentricidad

Ki = rigidez del marco

$\sum K_i$ = rigidez total del nivel

Di = distancia del centro de rigidez al marco considerado

Tabla X. **Fuerza por marco, marcos numerales segundo nivel**

Marcos eje Y – segundo nivel									
marco	Kcol.	Ki	Di	Ki*Di	(Ki*Di)^2	Ei	Fm'	Fm''	Fm Marco
1	4 670,63	18 682,52	1 083	2.E+07	4.E+14	5.E+07	7 514,97	0,23	7 515,20
2	4 670,63	18 682,52	582	1.E+07	1.E+14	9.E+07	7 514,97	0,12	7 515,09
3	4 670,63	18 682,52	82	2.E+06	2.E+12	6.E+08	7 514,97	0,02	7 514,99
4	4 670,63	18 682,52	-251	-5.E+06	2.E+13	-2.E+08	7 514,97	-0,05	7 514,92

Continuación de la tabla X.

5	4 670,63	18 682,52	-584	-1.E+07	1.E+14	-9.E+07	7 514,97	-0,12	7 514,85
6	4 670,63	18 682,52	-917	-2.E+07	3.E+14	-6.E+07	7 514,97	-0,19	7 514,78
	ΣK_i	112 095,11		Σ	1.E+15			Σ	45 089,83

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Fuerza por marco, marcos numerales primer nivel**

Marcos eje Y – primer nivel									
marco	Kcol.	Ki	Di	Ki*Di	(Ki*Di)^2	Ei	Fm'	Fm''	Fm Marco
1	4 670,63	18 682,52	1 083	2.E+07	4.E+14	5.E+07	4 203,36	0,13	4 203,48
2	4 670,63	18 682,52	582	1.E+07	1.E+14	9.E+07	4 203,36	0,07	4 203,43
3	4 670,63	18 682,52	82	2.E+06	2.E+12	6.E+08	4 203,36	0,01	4 203,37
4	4 670,63	18 682,52	-251	-5.E+06	2.E+13	-2.E+08	4 203,36	-0,03	4 203,33
5	4 670,63	18 682,52	-584	-1.E+07	1.E+14	-9.E+07	4 203,36	-0,07	4 203,29
6	4 670,63	18 682,52	-917	-2.E+07	3.E+14	-6.E+07	4 203,36	-0,11	4 203,25
	ΣK_i	112 095,11		Σ	1.E+15			Σ	25 220,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Fuerza por marco, marcos literales primer nivel**

Marcos eje x – primer nivel									
marco	Kcol.	Ki	Di	Ki*Di	(Ki*Di)^2	Ei	Fm'	Fm''	Fm Marco
A	4 670,63	28 023,78	-585	-2.E+07	3.E+14	-4.E+07	6 305,04	-0,14	6 304,89
B	4 670,63	28 023,78	-175	-5.E+06	2.E+13	-1.E+08	6 305,04	-0,04	6 304,99
C	4 670,63	28 023,78	175	5.E+06	2.E+13	1.E+08	6 305,04	0,04	6 305,08
D	4 670,63	28 023,78	585	2.E+07	3.E+14	4.E+07	6 305,04	0,14	6 305,18
	ΣK_i	112 095,11		Σ	6.E+14			Σ	25 220,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Fuerza por marco, marcos literales segundo nivel**

Marcos eje x – segundo nivel									
mar co	Kcol.	Ki	Di	Ki*Di	(Ki*Di)^2	Ei	Fm'	Fm''	Fm Marco
A	670,63 ⁴	28 023,78	-585	-2.E+07	3.E+14	-4.E+07	11 272,46	-0,25	11 272,21
B	670,63 ⁴	28 023,78	-175	-5.E+06	2.E+13	-1.E+08	11 272,46	-0,08	11 272,38
C	670,63 ⁴	28 023,78	175	5.E+06	2.E+13	1.E+08	11 272,46	0,08	11 272,53
D	670,63 ⁴	28 023,78	585	2.E+07	3.E+14	4.E+07	11 272,46	0,25	11 272,71
	ΣKi	112 095,11		Σ	6.E+14			Σ	45 089,83

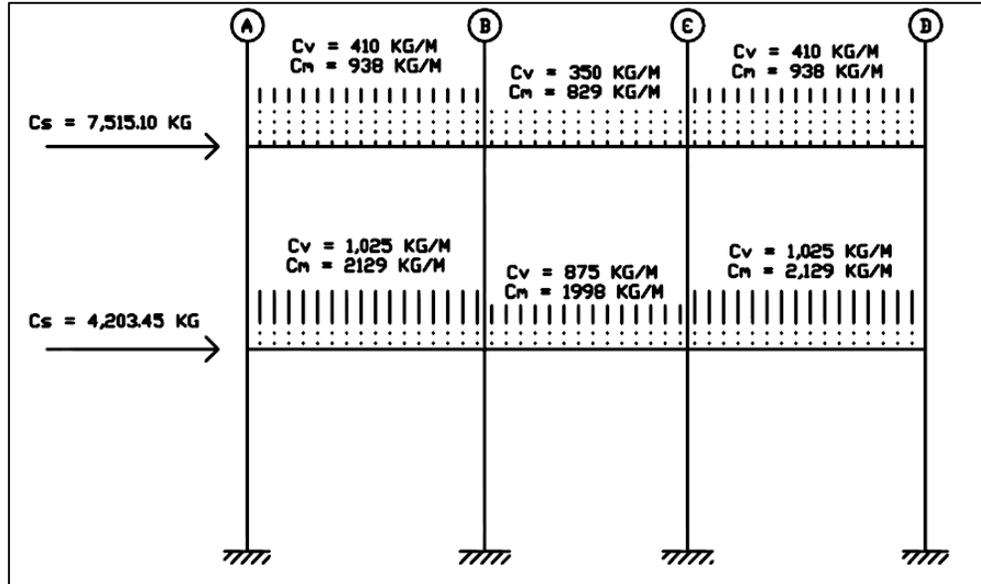
Fuente: elaboración propia.

2.1.6.2.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Se realizan con el fin de representar en forma gráfica todas las cargas actuantes sobre la estructura, facilita el análisis estructural. Son conformados por las cargas vivas, cargas muertas y de sismo para este proyecto.

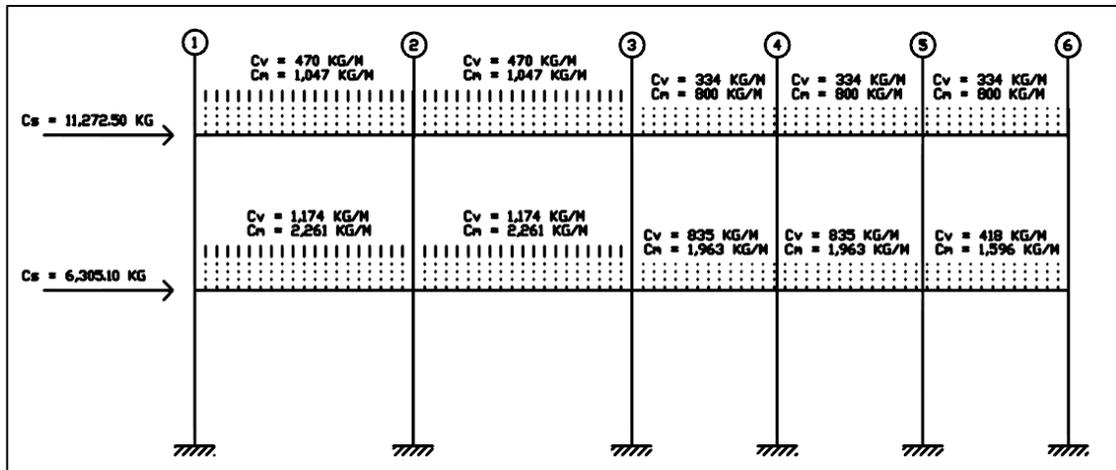
Las siguientes figuras muestran los modelos matemáticos de los marcos críticos analizados.

Figura 6. Modelo matemático, marco 2, eje X



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 7. Modelo matemático, marco C, eje Y



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2013

2.1.6.2.5. Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de un método de análisis estructural numérico

Se analizó el edificio utilizando el método numérico de análisis estructural del Dr. Kani y se hizo una comparación con el software de computadora SAP 2000, al realizar la comparación de los resultados se observó que existe muy poca variación en los momentos que se obtienen como resultado, lo cual lleva a la conclusión que se obtuvieron datos acertados para el diseño del edificio.

Se realizó el análisis para carga viva, muerta y de sismo independientemente, para el diseño de los elementos estructurales se utilizaron los valores obtenidos con el método numérico del Dr. Kani, debido a que son datos de mayor confiabilidad. En la sección de anexos en las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se muestran los diagramas de momento en marco 2.

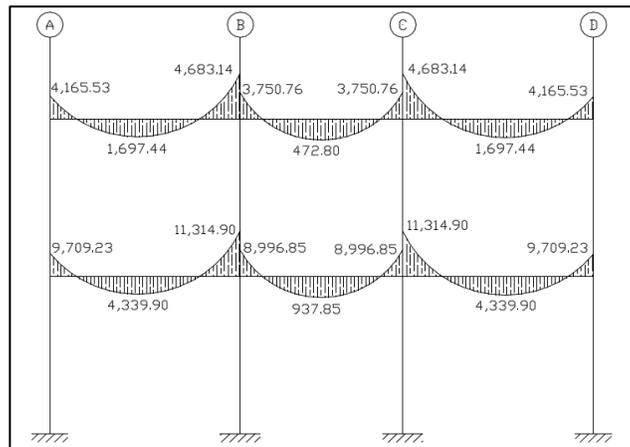
2.1.6.2.6. Envolvente de momentos

Es la representación de la combinación de esfuerzos máximos que pueden ocurrir, estos afectan columnas, vigas y todo elemento estructural que soporte cargas en la estructura, se utilizaron las combinaciones de carga recomendadas por el Código de Diseño ACI 318-08 en la sección 9.2.1, las cuales son:

- $CU=1,4*CM \rightarrow$ ecuación 1
- $CU=1,2*CM+1,6CV \rightarrow$ ecuación 2
- $CU=1,2CM+1,00*Cs \rightarrow$ ecuación 3
- $CU=1,2*CM+1,6CV+1,4Cs \rightarrow$ ecuación 4

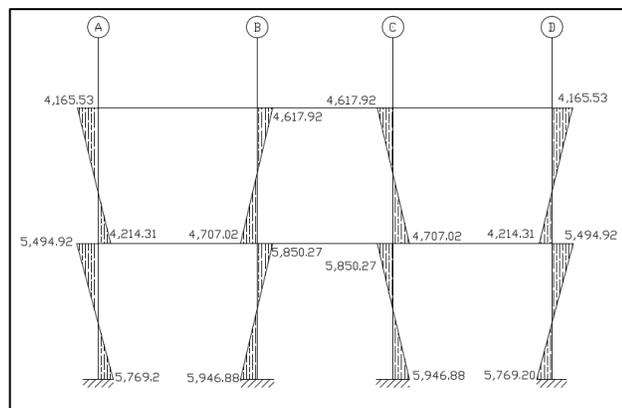
Se presentan los diagramas de envolvente de momentos, se aplicó la ecuación 4, ya que esta generó resultados más críticos. Todos los momentos están expresados en Kg*m.

Figura 8. **Diagrama de envolvente de momentos, vigas de marco 2**



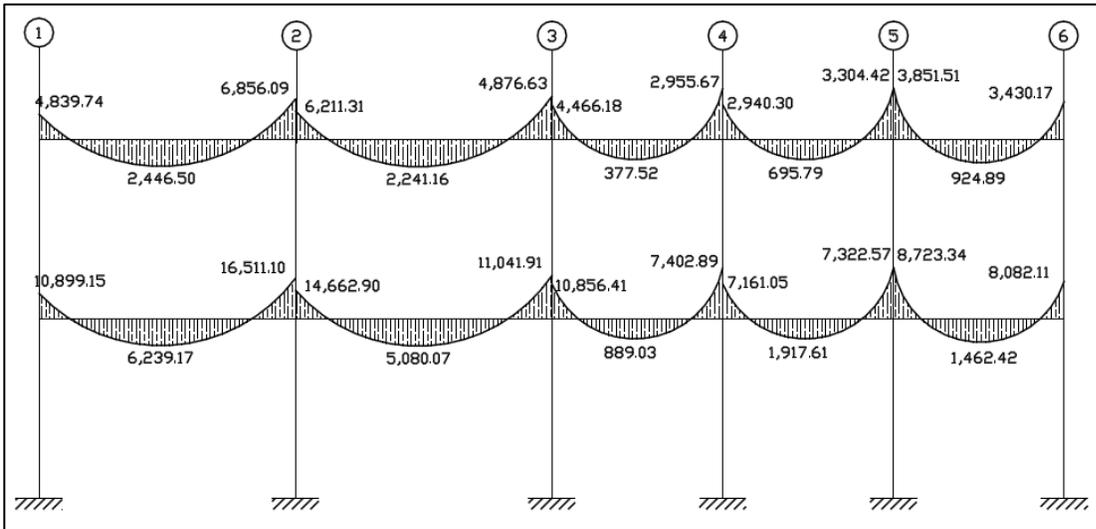
Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 9. **Diagrama de envolvente de momentos, columnas de marco 2**



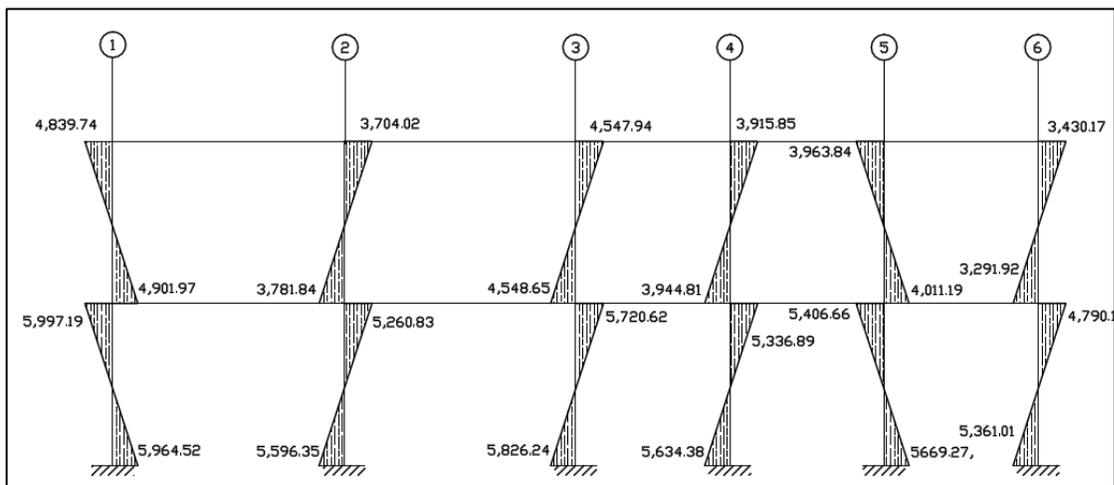
Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 10. Diagrama de envolvente de momentos, vigas de marco C



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 11. Diagrama de envolvente de momentos, columnas de marco C



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2.7. Diagrama de corte

El cortante actuante en vigas y columnas se calcula con las ecuaciones expresadas en la sección 21.3.3 del código ACI 318-08, las cuales son:

- Cortante en vigas

$$V_u = \frac{1,2 * WC_m * L + 1,6 * WC_v * L}{2} + \frac{MC_{s_{izq.}} + MC_{s_{der.}}}{L}$$

- Cortante en columnas

$$V_u = \frac{M_{sup.} + M_{inf.}}{L}$$

A continuación, se presentan tablas en donde se realizó el cálculo de las cortantes en vigas y columnas, cortante expresada en Kgf.

Tabla XIV. **Cálculo fuerza cortante, vigas segundo nivel**

Segundo nivel									
Viga	M _{izq.}	M _{der.}	C _m	C _v	L	$\frac{1,2 * WC_m * L}{2}$	$\frac{1,6 * WC_v * L}{2}$	$\frac{M_{izq.} + M_{der.}}{L}$	Cortante en viga
1-2	2 313,85	1 942,47	1 047	470	4,70	2 952,54	1 767,20	905,60	5 625,34
2-3	1 529,61	1 488,14	1 047	470	4,70	2 952,54	1 767,20	642,07	5 361,81
3-4	2 068,75	1 965,32	800	334	3,03	1 454,40	809,62	1 331,38	3 595,39
4-5	1 785,13	1 708,37	800	334	3,03	1 454,40	809,62	1 152,97	3 416,99
5-6	2 206,75	2 781,89	800	334	3,03	1 454,40	809,62	1 646,42	3 910,43
A-B	2 646,55	2 109,82	938	410	3,80	2 138,64	1 246,40	1 251,68	4 636,72
B-C	1 842,77	1 842,77	829	350	3,20	1 591,68	896,00	1 15,73	3 639,41
C-D	2 109,82	2 646,55	938	410	3,80	2 138,64	1 246,40	1 251,68	4 636,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Cálculo fuerza cortante, columnas segundo nivel**

Segundo nivel				
Columna eje	M. superior	M. inferior	H col.	Cortante en columna
1	4 839,74	4 901,97	3,50	2 783,35
2	3 704,02	3 781,84	3,50	2 138,82
3	4 547,94	4 548,65	3,50	2 599,03
4	3 915,85	3 944,81	3,50	2 245,90
5	3 963,84	4 011,19	3,50	2 278,58
6	3 430,17	3 291,92	3,50	1 920,60
A	4 165,53	4 214,31	3,50	2 394,24
B	4 617,92	4 707,02	3,50	2 664,27
C	4 617,92	4 707,02	3,50	2 664,27
D	4 165,53	4 214,31	3,50	2 394,24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Cálculo fuerza cortante, vigas primer nivel**

Primer nivel									
Viga	Mizq.	Mder.	Cm	Cv	L	$\frac{1,2 * WCm * L}{2}$	$\frac{1,6 * WCv * L}{2}$	$\frac{M_{Izq.} + M_d}{L}$	Cortante en viga
1-2	6 252,8	4 938,2	2 153	1 174	4,70	6 071,46	4 414,24	2 381,08	12 866,78
2-3	3 597,2	3 570,6	2 153	1 174	4,70	6 071,46	4 414,24	1 525,09	12 010,79
3-4	5 041,6	4 761,7	1 855	835	3,03	3 372,39	2 024,04	3 235,45	8 631,88
4-5	4 188,9	3 895,9	1 855	835	3,03	3 372,39	2 024,04	2 668,28	8 064,71
5-6	5 389,9	7 176,9	1 489	418	3,03	2 707,00	1 013,23	4 147,47	7 867,71
A-B	6 877,9	5 197,3	2 022	1 025	3,80	4 610,16	3 116,00	3 177,71	10 903,87
B-C	4 119,6	4 119,6	1 890	875	3,20	3 628,80	2 240,00	2 574,77	8 443,57
C-D	5 197,3	6 877,9	2 022	1 025	3,80	4 610,16	3 116,00	3 177,71	10 903,87

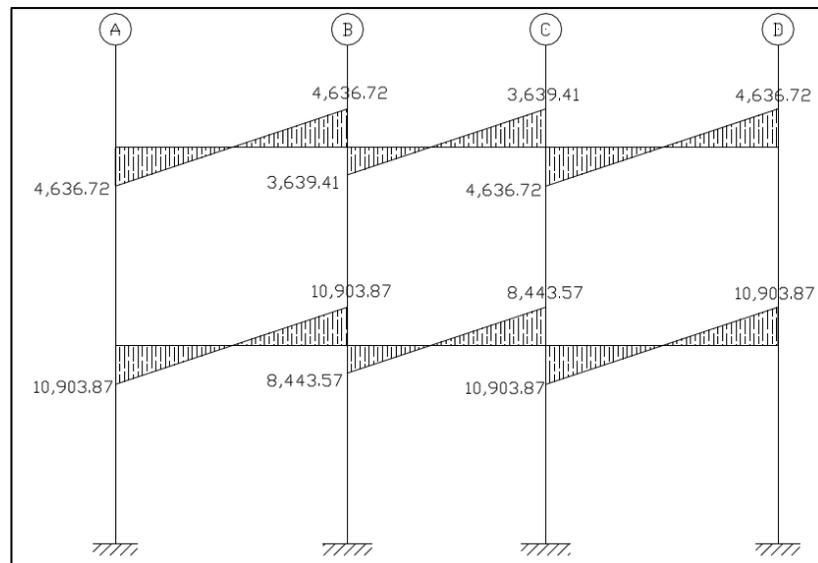
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Cálculo fuerza cortante, columnas primer nivel**

Primer nivel				
Columna eje	M. superior	M. inferior	H col.	Cortante en columna
1	5 997,19	5 964,52	3,50	3 417,63
2	5 260,83	5 596,35	3,50	3 102,05
3	5 720,62	5 826,24	3,50	3 299,10
4	5 336,89	5 634,38	3,50	3 134,65
5	5 406,66	5 669,27	3,50	3 164,55
6	4 790,17	5 361,01	3,50	2 900,34
A	5 494,92	5 769,20	3,50	3 218,32
B	5 850,27	5 946,88	3,50	3 370,61
C	5 850,27	5 946,88	3,50	3 370,61
D	5 494,92	5 769,20	3,50	3 218,32

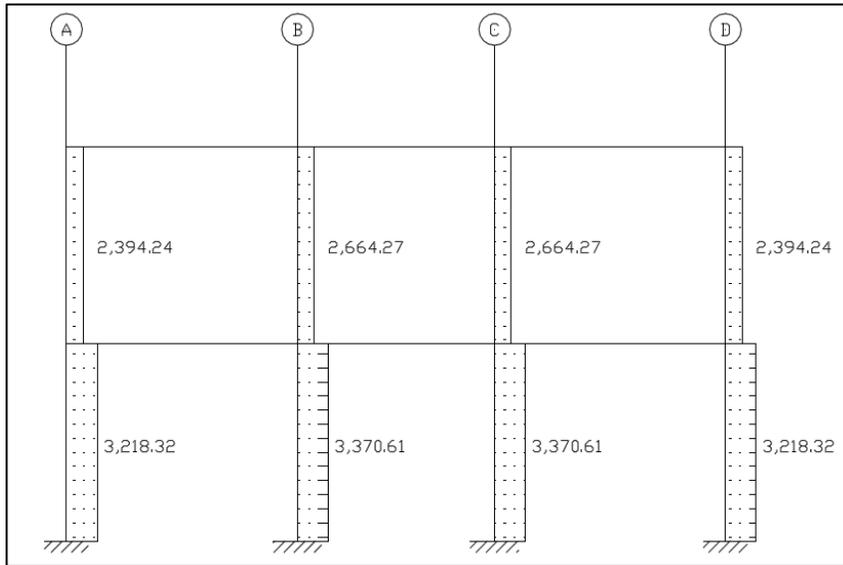
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Diagrama de corte, vigas del marco 2**



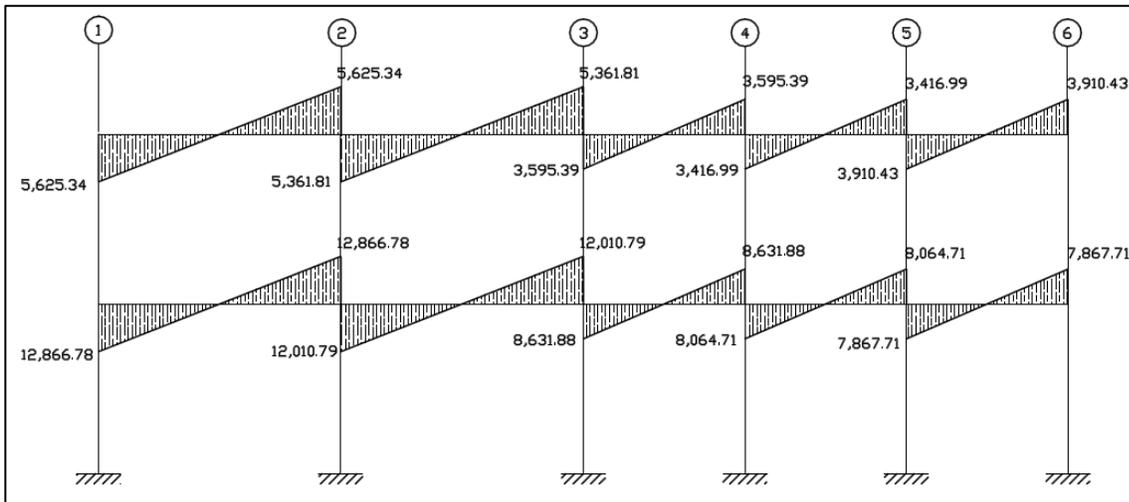
Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 13. Diagrama de corte, columnas del marco 2



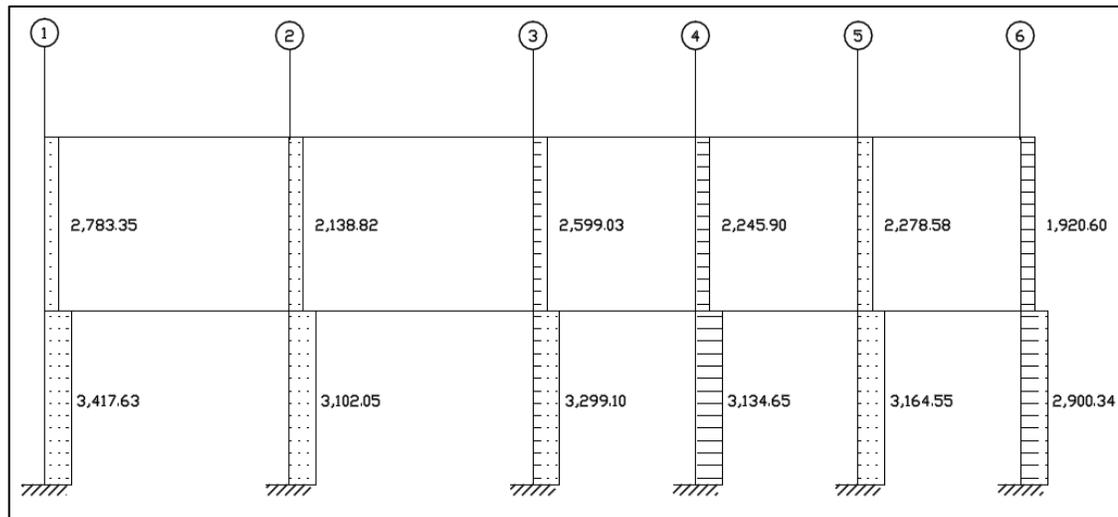
Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 14. Diagrama de corte, vigas del marco C



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 15. Diagrama de corte, columnas del marco C



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2.8. Diseño de losas

Son elementos estructurales que funcionan como cubiertas, techos o entrepisos y su función estructural es transmitir a las vigas todas las cargas con las cuales interactúa.

Por el espesor, se dividen en:

- Cascarones ($t < 0,09$),
- Losas planas ($0,09 \leq t \leq 0,15$)
- Losas nervadas ($t < 0,15$).

Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del Código de Diseño Estructural ACI.

El espesor de losa se calculó previamente en la sección 2.1.6.1 (pre-dimensionamiento de elementos estructurales), resultado: $t = 0,11$ metros.

- Diseño de losas del primer nivel

Datos de diseño:

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

$$F'y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

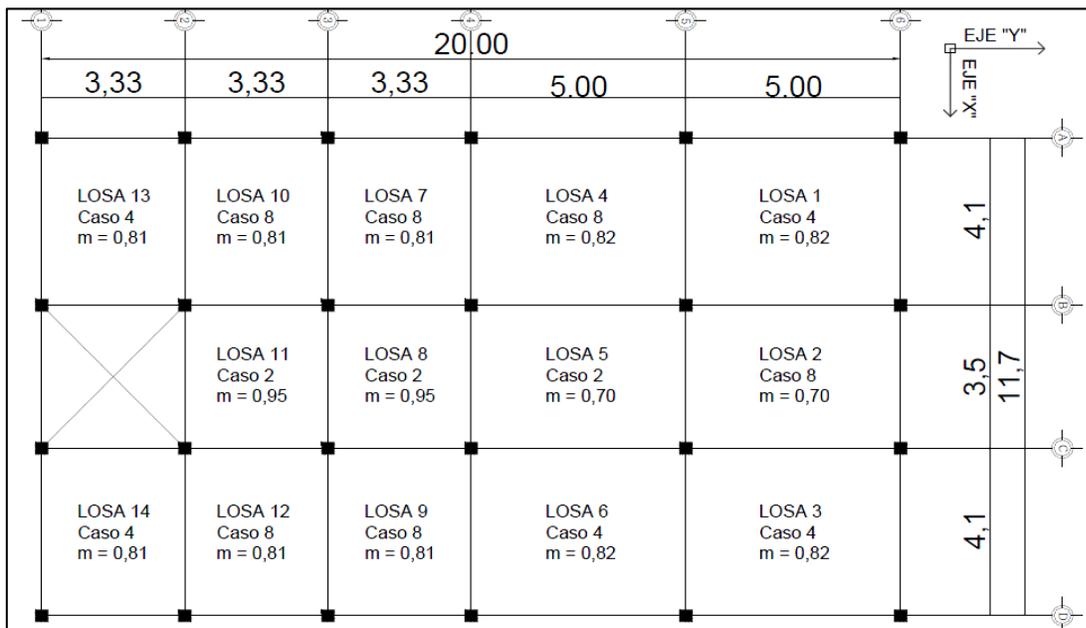
$$Cv = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$t = 0,11 \text{ m (espesor de losa)}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro de varilla propuesto} = \frac{1}{2}''$$

Figura 16. **Planta distribución de losas, primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Determinando carga ultima en losas

Carga muerta:

$$C_m = W_{losa} + S_c + W_{tabiques}$$

$$C_m = \left(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11\text{m} \right) + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 439 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ Carga viva:}$$

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

Carga última:

$$C_u = 1,2 * C_m + 1,6 * C_v$$

$$C_u = \left(1,2 * 439 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + \left(1,6 * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 1\,326,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para fines de cálculo se considera una franja unitaria de losa:

$$C_u = 1\,326,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 1\,326,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Cálculo de momentos:

Para el cálculo de los momentos actuantes, tanto positivos como negativos se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a-} = C_{acm} * W_{total} * l_a^2$$

$$M_{b-} = C_{bcm} * W_{total} * l_b^2$$

$$M_{a+} = C_{acm} * W_{muerta} * l_a^2 + C_{acv} * W_{viva} * l_a^2$$

$$M_{b+} = C_{bcm} * W_{muerta} * l_b^2 + C_{bcv} * W_{viva} * l_b^2$$

En losas sin continuidad, se considera lo siguientes:

$$M_a^- = \frac{1}{3} * M_a +$$

$$M_b^- = \frac{1}{3} * M_b +$$

Donde:

M_a^- = Momento actuante negativo en el lado corto

M_b^- = Momento actuante negativo en el lado largo

C_{acm} = Coeficiente de momento carga muerta, método 3 ACI

C_{bcm} = Coeficiente de momento carga muerta, método 3 ACI

C_{acv} = Coeficiente de momento carga viva, método 3 ACI

C_{bcv} = Coeficiente de momento carga viva, método 3 ACI

l_a = longitud lado corto

l_b = longitud lado largo

Tabla XVIII. **Casos y coeficientes de losas, primer nivel**

					para momento negativo		para momento positivo			
					Cm+Cv		Cm		Cv	
Losa	Caso	A (m)	B (m)	m=a/b	Cacm	Cbcm	Cacm	Cbcm	Cacv	Cbcv
1	4	4,1	5	0,82	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
2	8	3,5	5	0,70	0,068	0,029	0,040	0,011	0,054	0,014
3	4	4,1	5	0,82	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
4	8	4,1	5	0,82	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
5	2	3,5	5	0,70	0,074	0,017	0,030	0,007	0,049	0,012
6	8	4,1	5	0,82	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019

Continuación de la tabla XVIII.

7	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
8	2	3,33	3,5	0,95	0,050	0,041	0,020	0,016	0,030	0,025
9	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
10	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
11	2	3,33	3,5	0,95	0,050	0,041	0,020	0,016	0,030	0,025
12	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
13	4	3,33	4,1	0,81	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
14	4	3,33	4,1	0,81	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020

Fuente: elaboración propia.

Ejemplo, cálculo de momentos en losa núm. 1

- Calculando momentos negativos:

Momento negativo en extremo continuo:

$$M_{a-} = 0,071 * 1\,326,80 * 4,1^2 = 1\,577 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{b-} = 0,029 * 1\,326,80 * 5^2 = 1\,054 \text{ kg} * \text{m}$$

Momento negativo en extremo discontinuo:

$$M_{a-} = \frac{1}{3} * 981,08 = 327 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{b-} = \frac{1}{3} * 670 = 224 \text{ kg} * \text{m}$$

- Calculando momentos positivos:

$$M_{a+} = 0,039 * 526,80 * 4,1^2 + 0,048 * 800 * 4,1^2 = 981,08 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,016 * 526,80 * 5,00^2 + 0,020 * 800 * 4,1^2 = 670 \text{ kg} * \text{m}$$

Se realizó el mismo procedimiento para todas las losas que conforman el primer nivel, a continuación se presenta una tabla resumen:

Tabla XIX. **Cálculo de momentos para losas del primer nivel**

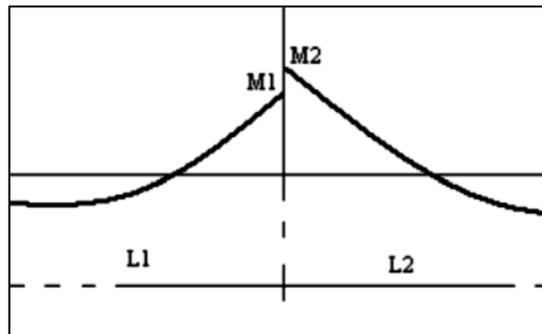
Losa	Caso	A (m)	B (m)	m=a/b	Cm	Cv	Ma-	Mb-	Ma+	Mb+
1	4	4,1	5	0,82	526,80	800	1 577	1 054	981,08	670
2	8	3,5	5	0,70	526,80	800	1 349	374	727	310
3	4	4,1	5	0,82	526,80	800	1 577	1 054	981,08	670
4	8	4,1	5	0,82	526,80	800	1 202	1 462	870	631
5	2	3,5	5	0,70	526,80	800	1 233	578	698	344
6	8	4,1	5	0,82	526,80	800	1 202	1 462	870	631
7	8	3,33	4,1	0,81	526,80	800	407	1 122	342	553
8	2	3,33	3,5	0,95	526,80	800	683	754	360	396
9	8	3,33	4,1	0,81	526,80	800	407	1 122	342	553
10	8	3,33	4,1	0,81	526,80	800	407	1 122	342	553
11	2	3,33	3,5	0,95	526,80	800	683	754	360	396
12	8	3,33	4,1	0,81	526,80	800	407	1 122	342	553
13	4	3,33	4,1	0,81	526,80	800	686	1 056	437	660
14	4	3,33	4,1	0,81	526,80	800	686	1 056	437	660

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos:

Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), el Código ACI recomienda el siguiente procedimiento:

Figura 17. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia.

$M2 > M1$

Sí $M1 > 0.8 * M2$; entonces, $MB = (M1 + M2) / 2$

Sí $M1 < 0.8 * M2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$K_1 = \frac{1}{l_1} ; K_2 = \frac{1}{l_2}$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} ; D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Donde:

M1 = momento menor

M2 = momento mayor

K1, K2 = rigideces de losas 1 y 2

L1, L2 = longitudes de losas

D1, D2 = factores de distribución de losas 1 y 2

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$Mr1 = D1 * (M2 - M1)$$

$$Mr2 = (-1) * D2 * (M2 - M1)$$

$$MB1 = M1 + Mr1$$

$$MB2 = M2 + Mr2$$

$$MB = \text{Momento balanceado}$$

- Balance de momentos en losas 1 y 2

Momento de losa 1 = 1 349 kg*m

Momento de losa 2 = 1 577kg*m

Chequeo de condición para balancear momento

$M1 > 0,80 * M2$; 1 349 kg*m > 1 261,60 kg*m

El cálculo del momento balanceado se realiza promediando los momentos:

$$MB = \frac{1\,349 + 1\,577}{2} = 1\,463 \text{ kg} * \text{m}$$

- Balance de momentos losas 1 y 4

Momento de losa 1 = 1 054 kg*m

Momento de losa 4 = 1 462 kg*m

Chequeo de condición para balancear momento

$M1 < 0,80 * M2$; 1 054 kg*m < 1 169,6 kg*m

Se distribuye proporcional a la rigidez

Factores de rigidez:

$$K_1 = \frac{1}{5} = 0,20$$

$$K_2 = \frac{1}{5} = 0,20$$

Factores de distribución:

$$D_1 = \frac{0,20}{0,20 + 0,20} = 0,50$$

$$D_2 = \frac{0,20}{0,20 + 0,20} = 0,50$$

Cálculo del momento balanceado:

$$Mr1 = 0,50 * (1\ 462 - 1\ 054) = 204$$

$$Mr2 = (-1) * 0,50 * (1\ 462 - 1\ 054) = -204$$

$$MB1 = 1\ 054 + 204 = 1\ 258\ \text{kg} * \text{m}$$

$$MB2 = 1\ 462 - 204 = 1\ 258\ \text{kg} * \text{m}$$

$$MB = 1\ 258\ \text{kg} * \text{m}$$

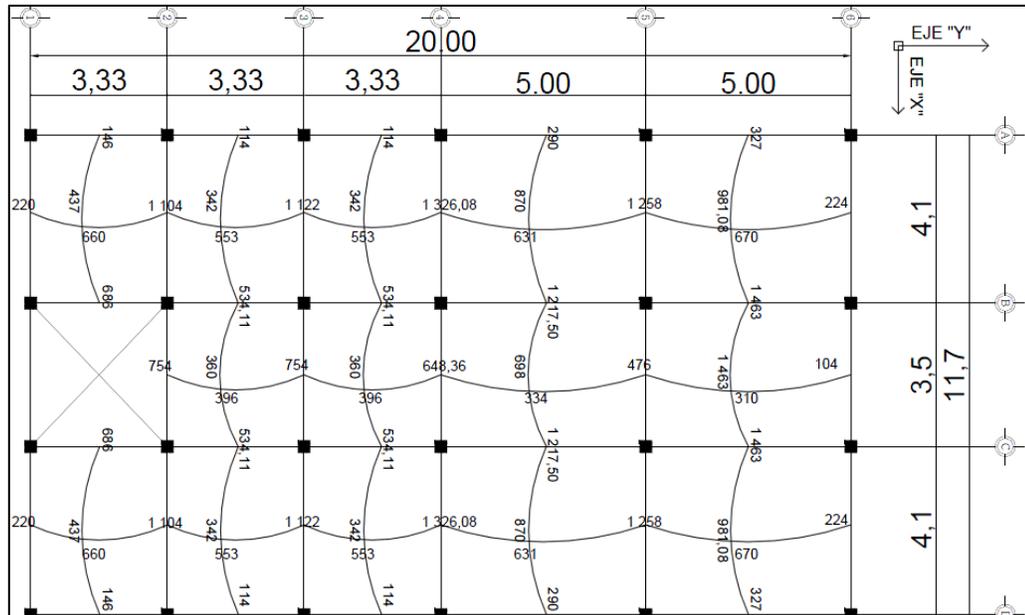
Se realizó el mismo procedimiento para todas las losas que conforman el primer nivel, a continuación una tabla resumen:

Tabla XX. **Momentos balanceados losas primer nivel**

De losa	A losa	Momento balanceado (kg*m)
1	2	1 463,00
2	3	1 463,00
4	5	1 217,50
5	6	1 217,50
7	8	534,11
8	9	534,11
10	11	534,11
11	12	534,11
1	4	1 258,00
2	5	476,00
3	6	1 258,00
4	7	1 326,08
5	8	648,36
6	9	1 326,08
7	10	1 122,00
8	11	754,00
9	12	1 122,00
10	13	1 104,00
12	14	1 104,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Planta momentos balanceados primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Diseño de losas del segundo nivel

Datos de diseño:

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

$F'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

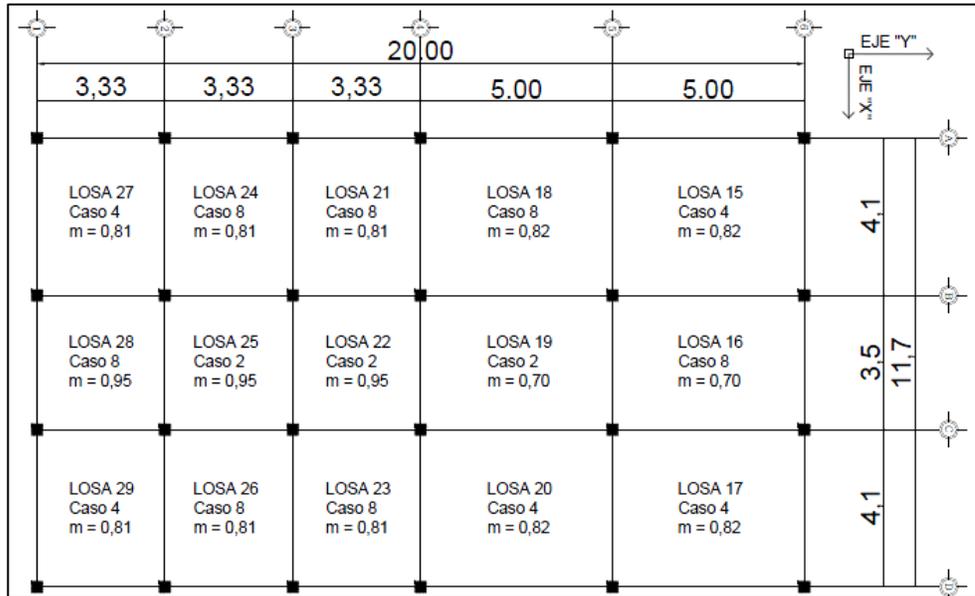
Peso volumétrico del concreto = 2400 kg/m^3

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

Diámetro de varilla propuesto = $3/8''$

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

Figura 19. Planta distribución losas segundo nivel



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Determinando carga última en losas

Carga muerta:

$$C_m = W_{losa} + S_c$$

$$C_m = \left(2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11\text{m} \right) + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 364 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ Carga viva:}$$

$$C_v = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga última:

$$C_u = 1,2 * C_m + 1,6 * C_v$$

$$C_u = \left(1,2 * 364 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + \left(1,6 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 756,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Para fines de cálculo se considera una franja unitaria de losa:

$$C_u = 756,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 756,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Cálculo de momentos

Se realizó el procedimiento utilizado en losas del primer nivel para losas del segundo nivel por lo tanto los resultados se encuentran resumidos en las siguientes tablas:

Tabla XXI. **Casos y coeficientes de losas segundo nivel**

Losa	Caso	A (m)	B (m)	m=a/b	para momento negativo		para momento positivo			
					C _{m+Cv}		C _m		C _v	
					C _{acm}	C _{bcm}	C _{acm}	C _{bcm}	C _{acv}	C _{bcv}
15	4	4,1	5	0,82	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
16	8	3,5	5	0,70	0,068	0,029	0,040	0,011	0,054	0,014
17	4	4,1	5	0,82	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
18	8	4,1	5	0,82	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
19	2	3,5	5	0,70	0,074	0,017	0,030	0,007	0,049	0,012
20	8	4,1	5	0,82	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
21	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
22	2	3,33	3,5	0,95	0,050	0,041	0,020	0,016	0,030	0,025
23	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
24	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
25	2	3,33	3,5	0,95	0,050	0,041	0,020	0,016	0,030	0,025
26	8	3,33	4,1	0,81	0,055	0,041	0,032	0,015	0,044	0,019
27	4	3,33	4,1	0,81	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020
28	8	3,33	3,50	0,95	0,038	0,056	0,022	0,021	0,022	0,021
29	4	3,33	4,1	0,81	0,071	0,029	0,039	0,016	0,048	0,020

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Cálculo de momentos para losas segundo nivel**

Losa	Caso	A (m)	B (m)	m=a/b	Cm	Cv	Ma-	Mb-	Ma+	Mb+
15	4	4,1	5	0,82	436,80	320	985	658	587	399
16	8	3,5	5	0,70	436,80	320	843	234	414	178
17	4	4,1	5	0,82	436,80	320	985	658	587	399
18	8	4,1	5	0,82	436,80	320	751	913	506	373
19	2	3,5	5	0,70	436,80	320	900	608	441	297
20	8	4,1	5	0,82	436,80	320	751	913	506	373
21	8	3,33	4,1	0,81	436,80	320	254	701	191	319
22	2	3,33	3,5	0,95	436,80	320	427	471	204	226
23	8	3,33	4,1	0,81	436,80	320	254	701	191	319
24	8	3,33	4,1	0,81	436,80	320	254	701	191	319
25	2	3,33	3,5	0,95	436,80	320	427	471	204	226
26	8	3,33	4,1	0,81	436,80	320	254	701	191	319
27	4	3,33	4,1	0,81	436,80	320	429	660	260	394
28	8	3,33	3,50	0,95	436,80	320	583	358	244	241
29	4	3,33	4,1	0,81	436,80	320	429	660	260	394

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Momentos balanceados losas segundo nivel**

De losa	A losa	Momento balanceado (kg*m)
15	16	914
16	17	914
18	19	826
19	20	826
21	22	335
22	23	335
24	25	335
25	26	335
27	28	501
28	29	501
15	18	786
16	19	421

- Cálculo del acero de refuerzo para losas

Se utiliza el momento máximo calculado para realizar la selección del armado que conformará la losa, ya que es una edificación de uso público y al momento de emergencia se puede utilizar como albergue, esto eleva considerablemente la demanda estructural.

Primer nivel

Momento máximo = 1 463 kg*m

Calculando acero mínimo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f'y} * b * d$$

Donde:

F'y = resistencia a fluencia del acero

b = base (en este caso se tomará una franja unitaria)

d = peralte de la losa

d = 0,11 m – 0,025 m – 0,00635 = 0,0786 m

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 7,86 = 3,94 \text{ cm}^2$$

Momento del acero mínimo:

$$M_{as_{\min}} = \varphi * \left[A_{s_{\min}} * f'y * \left(d - \frac{A_{s_{\min}} * f'y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

Donde:

M_{asmin} = momento del acero mínimo

φ = factor de reducción por flexión

A_{smin} = área de acero mínimo

F'y = resistencia a la fluencia del acero

d = peralte de losa

F'c = resistencia a compresión del concreto

b = base de losa (franja unitaria)

$$M_{asmin} = 0,90 * \left[3,94 * 2\,810 * \left(7,86 - \frac{3,94 * 2\,810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 76\,001,47 \text{ kg} * \text{cm}$$
$$= 760,01 \text{ kg} * \text{m}$$

El acero mínimo no cumple con la demanda del momento actuante sobre la losa, entonces se procede a calcular el área de acero requerida por el momento actuante:

$$A_{Sreq} = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_{max} * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f'y}$$

Donde:

b = base (franja unitaria) (cm)

d = peralte de la losa (cm)

M_{max} = momento máximo actuante (kg*m)

F'c = resistencia a compresión del concreto (kg/cm²)

F'y = resistencia a la fluencia del acero (kg/cm²)

$$A_{s_{req.}} = \left[(100 * 7,86) - \sqrt{(100 * 7,86)^2 - \frac{1\,463 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2\,810}$$
$$= 7,82 \text{ cm}^2$$

Calculando espaciamiento requerido:

$$7,82 \rightarrow 100$$

$$1,27 \rightarrow S$$

Aplicando regla de tres para el cálculo del espaciamiento:

$$S = \frac{100 * 1,27}{7,82} = 16,24 \text{ cm}$$

Chequeando espaciamiento máximo permitido por el código de diseño ACI 318-08, sección 13.3.2

$$S_{max} = 2 * t = 2 * 0,11\text{m} = 0,22 \text{ m} \approx 22 \text{ cm}$$

Las losas del primer nivel se armarán con varillas de acero corrugado núm. 4 @ 16 cm. (ver detalle en planos estructurales).

Segundo nivel

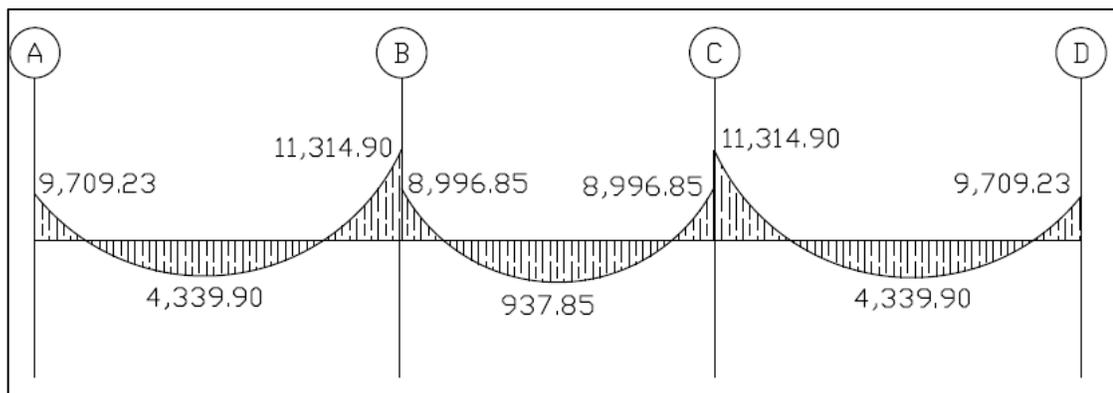
Para el cálculo del refuerzo se aplicó el mismo procedimiento de losas del primer nivel, por lo que el armado será:

Losas del segundo nivel armadas con varillas de acero corrugado núm. 3 @ 15 cm. (ver detalle en planos estructurales).

2.1.6.2.9. Diseño de vigas

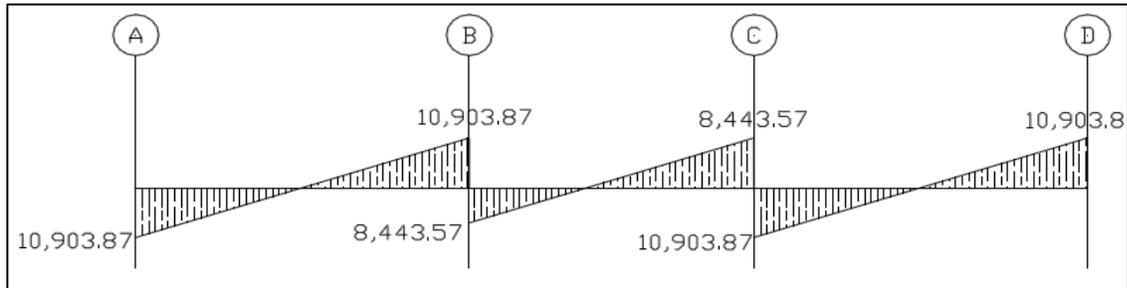
Las vigas son elementos estructurales resistentes a momentos diseñados principalmente para resistir flexión, estas resisten esfuerzos de tensión, compresión y corte. Para diseñar las vigas se utilizarán los datos obtenidos a través del análisis estructural, datos como momentos últimos y cortes últimos.

Figura 21. **Diagrama de envolvente de momentos, vigas primer nivel, eje 2**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 22. Diagrama de corte último, vigas primer nivel, eje 2



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Diseño de viga A-B (V-6) del primer nivel, eje 2

Sección propuesta para vigas del primer nivel:

Datos de diseño:

$$h = 0,50 \text{ m}$$

$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{rec} = 4 \text{ cm (ACI 318-08, 7.1.1)}$$

$$d = 45,36 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0,90$$

- Diseño del acero longitudinal de refuerzo

Se deben conocer primero los límites permitidos, tanto máximos como mínimos, con el fin de garantizar que el concreto y el acero de refuerzo funcionan de manera eficiente. Los límites del acero se calculan con las siguientes ecuaciones:

Acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Acero máximo

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$
$$\rho_b = \frac{\emptyset * \beta_1 * f'_c}{F_y} * \left(\frac{6\ 120}{6\ 120 + F_y} \right)$$

Donde:

F'y = límite de fluencia del acero

A_{s_{max}} = área de acero máxima (cm²)

A_{s_{min}} = área de acero mínima (cm²)

∅ = 0,85

b₁ = 0,85

r_b = Cuantía de acero balanceada

b = base

d = h – recubrimiento – 1/2Φ

Calculando límites de acero de la viga A-B (V-6)

Acero mínimo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 25 * 45,36 = 5,69 \text{ cm}^2$$

Acero máximo:

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2 810} * \left(\frac{6 120}{6 120 + 2 810} \right) = 0,04926$$

$$A_{S_{max}} = 0,5 * 0,04926 * 25 * 50 = 27,93 \text{ cm}^2$$

Se procede a calcular el área de acero requerida por los momentos actuantes de envolvente de momentos:

$$M_{izq(-)} = 9 709,23 \text{ kg*m}$$

$$M_{centro(+)} = 4 339,90 \text{ kg*m}$$

$$M_{der(-)} = 11 314,90 \text{ kg*m}$$

$$A_{S_{M_{izq(-)}}} = \left[(25 * 45,36) - \sqrt{(25 * 45,36)^2 - \frac{9 709,23 * 25}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2 810}$$

$$= 8,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{M_{centro(+)}}} = \left[(25 * 45,36) - \sqrt{(25 * 45,36)^2 - \frac{4 339,90 * 25}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2 810}$$

$$= 3,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{M_{der(-)}}} = \left[(25 * 45,36) - \sqrt{(25 * 45,36)^2 - \frac{11 314,90 * 25}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2 810}$$

$$= 10,43 \text{ cm}^2$$

Criterios sísmicos de selección del armado longitudinal según Código de Diseño ACI 318-08

- Cama inferior

Se deben colocar como mínimo 2 varillas de acero longitudinal, con el área mayor de los siguientes criterios:

- $A_{s_{min}} = 5,69\text{cm}^2$
- $50\%A_{s_{req. M(+)}} = 1,93\text{ cm}^2$
- $50\%A_{s_{req. mayor M(-)}} = 5,21\text{cm}^2$

Para el acero longitudinal en la cama inferior se utilizará el $A_{s_{min}}$, ya que esta es el área de acero mayor, equivale a $5,69\text{ cm}^2$, se decidió colocar 2 varillas corridas núm. 6, equivale a $5,70\text{ cm}^2$, esto cubre el área de acero requerido por el momento positivo de la viga A-B.

- Cama superior

Se deben colocar como mínimo 2 varillas de acero longitudinal, con el área mayor de los siguientes criterios:

- $A_{s_{min}} = 5,69\text{ cm}^2$
- $33\%A_{s_{req. mayor M(-)}} = 3,44\text{ cm}^2$

Para el acero longitudinal en la cama superior se utilizará el $A_{s_{min}}$, ya que esta es el área de acero mayor, equivale a $5,69\text{ cm}^2$ se decidió colocar 2 varillas corridas núm. 6, equivale a $5,70\text{ cm}^2$.

El refuerzo calculado para $M_{izq}(-)$ y $M_{der}(-)$ son mayores que el acero corrido, se deben colocar bastones para satisfacer el acero requerido, por lo tanto:

Se calcula la diferencia que existe entre el área de acero colocada y el área de acero requerida:

$$A_{S_{\text{restante izq.}}} = 8,87 \text{ cm}^2 - 5,70 \text{ cm}^2 = 3,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{restante der.}}} = 10,43 \text{ cm}^2 - 5,70 \text{ cm}^2 = 4,73 \text{ cm}^2$$

Se debe tomar en cuenta que no se deben colocar bastones con diferencia mayor a dos diámetros de la varilla colocada longitudinalmente, por lo que se decide colocar un bastón núm. 8 en el lado izquierdo de la viga y colocar un bastón núm. 8 en el lado derecho de la viga, esto cubre el acero requerido para soportar los momentos actuantes sobre la viga.

Se comprueba que el acero colocado no sobrepase los límites mínimos ni máximos de acero longitudinal en la viga:

$$A_{S_{\text{superior}}} = 2 \text{ var. núm. 6} + 1 \text{ bastón No. 8} = 10,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\text{inferior}}} = 2 \text{ var. núm. 6} = 5,70 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{min}}} &\leq \text{Acero cama superior} \leq A_{S_{\text{max}}} \\ 5,69 \text{ cm}^2 &\leq 10,77 \text{ cm}^2 \leq 27,93 \text{ cm}^2 - \text{Chequea} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{min}}} &\leq \text{Acero cama inferior} \leq A_{S_{\text{max}}} \\ 5,69 \text{ cm}^2 &\leq 5,70 \text{ cm}^2 \leq 27,93 \text{ cm}^2 - \text{Chequea} \end{aligned}$$

- Cálculo del acero transversal, diseño a corte

Para resistir los efectos del corte en vigas, es necesario colocar refuerzo transversal, que además de resistir los efectos del corte, ayuda a confinar el concreto y da soporte lateral a las barras de refuerzo, en regiones en las que se espera fluencia.

- Longitud de confinamiento en los extremos de la viga

Para determinar la longitud de confinamiento en los extremos de la viga, es necesario calcular primero el corte resistente de la viga, se consideran los siguientes criterios:

- si $V_{res} < V_u$, entonces se diseñan los estribos cerrados de confinamientos con los datos de cortante obtenidos del análisis estructural
- si $V_{res} > V_u$, entonces no es necesario calcular estribos cerrados de confinamiento ya que la sección de la viga resiste los efectos de cortante, se colocan estribos para soporte lateral de varillas longitudinales a una separación no mayor a $d/2$.

Calculando la longitud de confinamiento para viga A-B, primer nivel del eje 2.

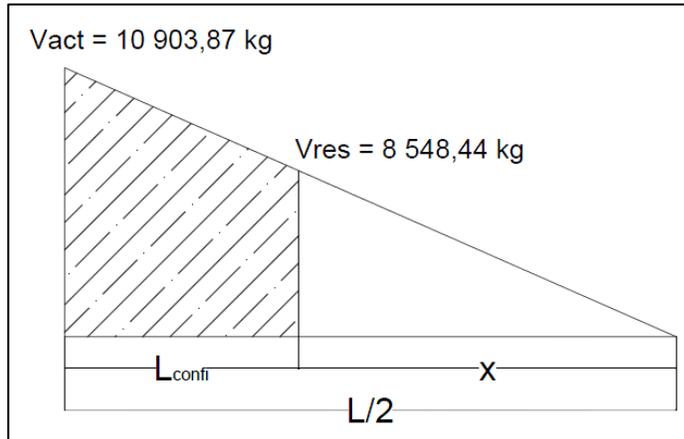
$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 25 * 45,36 = 8\ 548,44 \text{ kg}$$

$$V_u = 10\ 903,87 \text{ kg}$$

$V_{res} < V_u$ se diseñan los estribos

Figura 23. Corte actuante y corte resistente



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{V_u}{\frac{L}{2}} = \frac{V_{res}}{X'} \quad \rightarrow \quad X' = \frac{V_{res}}{V_u} * \left(\frac{L}{2}\right)$$

$$L_{confinamiento} = \frac{L}{2} - X'$$

$$L_{confinamiento} = \frac{L}{2} - \frac{V_{res}}{V_u} * \frac{L}{2} = 250 - \frac{8\,548,44}{10\,903,87} * 250 = 44 \text{ cm.}$$

Calculando separación para estribos cerrados de confinamiento en la longitud de confinamiento:

Se calcula la separación de estribos teórica de la siguiente forma:

$$S = \frac{2 * A_v * F_y * d}{V}$$

Se utilizaran varillas núm. 3 para los estribos con un área de sección de 0,71 cm².

$$S = \frac{2 \cdot 0,71 \cdot 2810 \cdot 45,36}{10903,87} = 16 \text{ cm}$$

Según el ACI 318-08 en la sección 21.5.3, se deben disponer de estribos cerrados de confinamiento en una longitud mínima igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar colocado a una separación máxima de 5 cm de la cara del elemento de apoyo. La separación de los estribos cerrados de confinamiento restantes no debe exceder al menor de los siguientes criterios:

- $d/4$
- 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- 30 cm.

Calculando la longitud mínima de confinamiento, según Código de Diseño Estructural ACI 318-08

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 \cdot h$$

$$L_{\text{confinamiento}} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ cm.}$$

Se comprueban los requisitos del ACI 318S-08 sección 21.5.3, tomando la separación menor, entre la separación teórica y los requisitos del ACI.

- $d/4 = 45,36/4 = 11,34 \text{ cm}$

- $8 \cdot \varnothing_{\text{longitudinal}} = 8 \cdot 2,85 = 22,80 \text{ cm}$
- $24 \cdot \varnothing_{\text{estribo}} = 24 \cdot 0,71 = 17,04 \text{ cm}$
- 30 cm

Se coloca el primer estribo cerrado de confinamiento a una separación de 5 cm del rostro del elemento de apoyo, el resto de estribos se coloca a una separación de $S = 11 \text{ cm}$ dentro de la zona de confinamiento, los estribos en la zona no confinada se colocarán a una separación máxima de $S = d/2 = 22,68 \text{ cm}$, se selección utilizar una separación de $S = 20 \text{ cm}$.

Se aplicó este procedimiento, y criterios para el cálculo de todas las vigas de la estructura, en las siguientes figuras se detalla el armado de las vigas y una tabla resumen del armado de vigas.

Tabla XXIV. **Tabla resumen armado de vigas**

Viga	Sección	Longitud	Peralte	Ancho	Corrido superior	Corrida inferior	Bastón superior	ESTRIBOS
1	A-A'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	2 No. 6	No. 3; 1 @ 0,05
	C-C'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	-	+ 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m
	C-C'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	2 No. 8	Empezando en ambos extremos
2	C-C'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	2 No. 8	No. 3; 1 @ 0,05
	B-B'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	-	+ 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m
	A-A'	5	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	2 No. 6	Empezando en ambos extremos
3	A-A'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	2 No. 6	No. 3; 1 @ 0,05
	B-B'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	-	+ 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m
	D-D'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	1 No. 5	Empezando en ambos extremos
4	D-D'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05
	B-B'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	-	+ 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m
	E-E'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	1 No. 6	Empezando en ambos extremos

Continuación de la tabla XXIV.

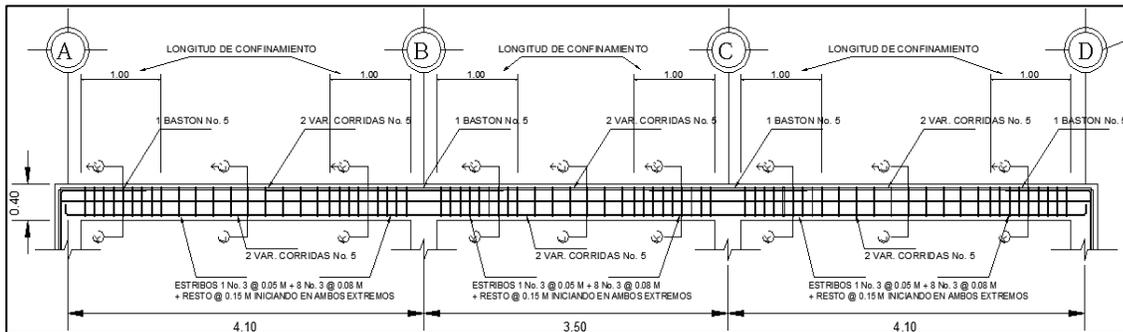
5	E-E'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	1 No. 6	No. 3; 1 @ 0,05 + 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m Empezando en ambos extremos
	B-B'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	-	
	E-E'	3,33	0,50	0,25	2 No. 6	3 No. 6	1 No. 6	
6	F-F'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	No. 3; 1 @ 0,05 + 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m Empezando en ambos extremos
	G-G'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	-	
	F-F'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	
7	F-F'	3,50	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	No. 3; 1 @ 0,05 + 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m Empezando en ambos extremos
	G-G'	3,50	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	-	
	F-F'	3,50	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	
8	F-F'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	No. 3; 1 @ 0,05 + 9 @ 0,11 + resto @ 0,20 m Empezando en ambos extremos
	G-G'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	-	
	F-F'	4,10	0,50	0,25	2 No. 6	2 No. 6	1 No. 8	
9	H-H'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	I-I'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	-	
	J-J'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	2 No. 6	
10	J-J'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	2 No. 6	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	I-I'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	-	
	J-J'	5	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	2 No. 6	
11	J-J'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	2 No. 6	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	I-I'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	-	
	H-H'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	
12	H-H'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	I-I'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	-	
	H-H'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	
13	H-H'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	I-I'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	-	
	H-H'	3,33	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 6	1 No. 5	
14	K-K'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	L-L'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	-	
	K-K'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	
15	K-K'	3,50	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	L-L'	3,50	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	-	
	K-K'	3,50	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	

Continuación de la tabla XXIV.

16	K-K'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	No. 3; 1 @ 0,05 + 8 @ 0,08 + resto @ 0,15 m Empezando en ambos extremos
	L-L'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	-	
	K-K'	4,10	0,40	0,20	2 No. 5	2 No. 5	1 No. 5	

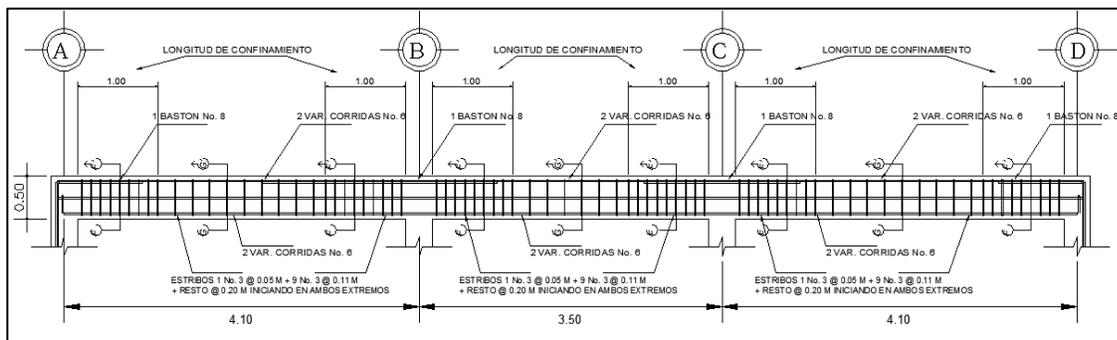
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Armado de vigas del eje 2, segundo nivel



Fuente: elaboración propia, programa AutoCAD 2013.

Figura 25. Armado de vigas del eje 2, primer nivel



Fuente: Elaboración propia, programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales que soportan cargas axiales producidas por el peso de la estructura, principalmente trabajan a compresión, pero también trabajan soportando momentos flectores en uno o ambos ejes de la sección transversal. Se realiza el diseño de la columna crítica del primer nivel.

- Diseñando la columna crítica del primer nivel

Datos de diseño:

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

$$F'_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A. \text{ col.} = 0,09 \text{ m}^2$$

$$L. \text{ col.} = 3,50 \text{ m}$$

$$M_x = 5\,946,88 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 5\,997,19 \text{ kg-m}$$

$$V_u = 3\,417,63 \text{ kg}$$

- Carga última para columna

$$CU = 1,2 \cdot CM + 1,6 \cdot CV$$

$$CU = 1,2 \cdot (439) + 1,6 \cdot (500) = 1\,326,80 \text{ kg/m}^2$$

- Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM+CV} = \frac{1\,326,80}{(439)+(500)} = 1,41$$

- Carga axial última

$$P2 = \text{área tributaria}_{\text{losa}} * (P.P_{\text{losa}} + CV) + \text{Sec}_{\text{viga}} * I * Wc$$

$$P2 = 17\,660,81 \text{ kg}$$

$$P1 = \text{área tributaria}_{\text{losa}} * (P.P_{\text{losa}} + CV) + \text{Sec}_{\text{viga}} * I * Wc + CV * H * I + P3$$

$$P1 = 47\,668,54 \text{ kg}$$

- Esbeltez (E)

La esbeltez en una columna es la relación que existe entre la altura y la sección transversal de la misma, estas se pueden clasificar en cortas, intermedias y largas.

- Columna corta $E < 22$
- Columna intermedia $22 < E < 100$
- Columna larga $E > 100$

Calculando esbeltez de columna en el sentido "X"

- Grado de empotramiento a la rotación:

$$\psi = \frac{\sum EI_{\text{col}} / H_{\text{col}}}{\sum EI_{\text{viga}} / L_{\text{viga}}}$$

Tabla XXV. Datos cálculo de Ψ_a

Tipo elemento	Núm. elemento	Base (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Inercia (cm ⁴)	I/L
C1	1,00	30,00	30,00	350,00	67 500,00	192,86
C2	0,00	30,00	30,00	350,00	67 500,00	0,00
V1	0,00	25,00	50,00	410,00	260 416,67	0,00
V2	2,00	20,00	40,00	410,00	106 666,67	520,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Datos cálculo de Ψ_b

Tipo elemento	Núm. elemento	Base (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Inercia (cm ⁴)	I/L
C1	1,00	30,00	30,00	350,00	67 500,00	192,86
C2	1,00	30,00	30,00	350,00	67 500,00	192,86
V1	2,00	25,00	50,00	410,00	260 416,67	1 270,33
V2	0,00	20,00	40,00	410,00	106 666,67	0,00

Fuente: elaboración propia.

$$\Psi_a = \frac{192,86}{(2 * 520,33)} = 0,37$$

$$\Psi_b = \frac{192,86 + 192,86}{(2 * 1 270,33)} = 0,30$$

$$\Psi_{prom} = \frac{0,37 + 0,30}{2} = 0,34$$

- Coeficiente K

$$K = \frac{20 - \Psi_{prom}}{20} * \sqrt{1 + \Psi_{prom}} \quad \text{cuando } \Psi_{prom} < 2$$

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \Psi_{prom}} \quad \text{cuando } \Psi_{prom} > 2$$

$$k = \frac{20 - 0,34}{20} * \sqrt{1 + 0,34} = 1,14$$

- Esbeltez

$$E = \frac{K * L}{r}; r = 0,3 * \text{lado corto de columna}$$

$$E_x = \frac{1,14 * 3,50}{0,3 * 0,3} = 44,21$$

Se aplicó este procedimiento para calcular la esbeltez en el sentido “Y” de la columna.

$$E_y = 50,34$$

La columna se clasifica como una columna intermedia, por lo tanto se debe realizar el cálculo de los magnificadores de momento para el diseño de la columna, a continuación se describe el procedimiento en el sentido “x”.

- Calculando momentos de diseño

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d = 1,4 * \frac{CM}{CU}$$

$$\beta_d = 1,4 * \frac{397,4}{1049,36} = 0,40$$

Calculando EI:

$$E_c = 15\,100 * \sqrt{f'_c} = 15\,100 * \sqrt{280} = 252\,671,33$$

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_{columna}}{1 + \beta_d}$$

$$EI = \frac{0,4 * 252\,671,33 * \left(\frac{30^4}{12}\right)}{1 + 0,40} * \left(\frac{1}{1\,000\,000}\right)$$

$$EI = 4\,883,25 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Calculando carga crítica:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * l_u)^2} = \frac{\pi^2 * 4\,883,25}{(1,14 * (3,50))^2} = 3\,044,14 \text{ Ton}$$

- Momentos de diseño sentido "X"

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi_k * P_{cr}}} \geq 1,0$$

$$M_{dx} = \delta_x * M_x$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{47\,668,54}{0,70 * 3\,044,14}} = 1,02$$

$$M_{dx} = 1,02 * 5\,946,88 = 6\,082,96 \text{ kg} * \text{m} \approx 6,08 \text{ Ton} * \text{m}$$

Para el cálculo del momento de diseño en el eje “Y” se realizó este procedimiento, por lo tanto:

$$M_{dy} = 1,02 * 5\,997,19 = 6\,176,31 \text{ kg} * \text{m} \approx 6,18 \text{ Ton} * \text{m}$$

- Refuerzo longitudinal

Según el ACI 318-08 sección 2.6.3, el porcentaje de refuerzo longitudinal debe estar dentro del rango:

$$1 \%A_g \leq A_s \leq 6 \%A_g \text{ (Zona sísmica)}$$

Donde:

A_g = área de la columna

$$A_{smin} = 0,01 * A_g$$

$$A_{smax} = 0,06 * A_g$$

Se propone un área de acero del 2,50 % del área gruesa de la columna:

$$A_g = 30 * 30 = 900 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0,01 * 900 = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{spropuesta} = 0,025 * 900 = 22,50 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,06 * 900 = 54,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{spropuesta} = 22,50 \text{ cm}^2 \approx 8 \text{ núm. } 6$$

Valor de gráfica

$$Y = \frac{d - d'}{h}$$

Donde:

r = recubrimiento (4 cm)

d' = 2 veces el recubrimiento

d = lado corto de la sección de la columna

h = lado largo de la sección de la columna

$$Y_{x,y} = \frac{30 - 2 * 4}{30} = 0,7333$$

Valores de la curva

$$\rho = \frac{A_s * F_y}{0,85 * f'_c * A_g} = \frac{22,50 * 2\ 810}{0,85 * 280 * 900} = 0,30$$

Excentricidad

$$e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{6,08}{47,67} = 0,1275 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{6,18}{47,67} = 0,1296 \text{ m}$$

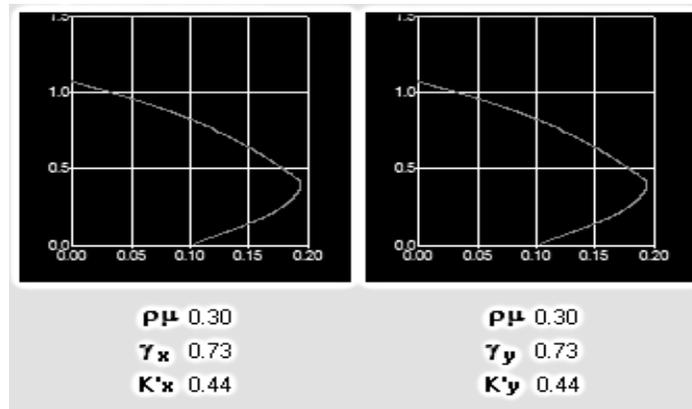
Valor de la excentricidad

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,1275}{30} * 100 = 0,4251$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,1296}{30} * 100 = 0,432$$

Los valores de los coeficientes de interacción se calcularon a través del software JC-diseño de concreto, donde se obtuvieron $K'_x = 0,44$ y $K'_y = 0,44$.

Figura 26. Diagrama de iteración



Fuente: Programa J.C.- diseño de concreto.

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_x

$$P'_x = K'_x * f'_c * A_g = 0,44 * \frac{280}{1\ 000} * 900 = 110,88 \text{ Ton}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_y

$$P'_y = K'_y * f'_c * A_g = 0,44 * \frac{280}{1\ 000} * 900 = 110,88 \text{ Ton}$$

Carga axial resistente de la columna

$$P'_o = 0,7 * [0,85 * f'_c * A_g + A_s * F_y]$$

$$P'_o = 0,7 * [0,85 * 280 * 900 + 22,50 * 2\ 810] = 194,79 \text{ Ton}$$

Carga resistente de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{110,88} + \frac{1}{110,88} - \frac{1}{194,79}} = 77,50 \text{ Ton}$$

$$P'_u = 77,50 \text{ Ton} > P_u = 47,67 \text{ Ton}$$

La carga axial última que soporta la columna es mayor que la carga actuante última sobre la columna, por lo tanto, la sección y armado propuesto chequean.

- Refuerzo transversal en columna

Tiene como objeto aumentar la ductilidad de la columna, esto significa mayor capacidad de absorber los efectos sísmicos. El Código de Diseño ACI 318-08 en la sección 21.3.5, menciona que se debe disponer de estribos cerrados de confinamiento en una longitud no menor que:

- Una sexta parte de la luz libre de la columna
- La mayor dimensión de la sección transversal de la columna
- 45 cm

Calculando longitud de confinamiento:

- $L/6 = 350 \text{ cm}/6 = 58,33 \text{ cm}$
- $H_{\text{col}} = 30 \text{ cm}$
- 45 cm

La longitud de confinamiento será como mínimo de 60 cm, medida desde el rostro de la columna.

Chequeando corte resistente y corte actuante de la columna; al igual que en vigas, se debe realizar este chequeo.

- si $V_{res} < V_u$, se diseñan los estribos cerrados de confinamientos con los datos de cortante obtenidos del análisis estructural.
- si $V_{res} > V_u$, no es necesario calcular estribos cerrados de confinamiento ya que la sección de la viga resiste los efectos de cortante, se colocan estribos para soporte lateral de varillas longitudinales a una separación no mayor a $d/2$.

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 30 * (30 - 4) = 5\,879,88 \text{ kg}$$

$$V_{act} = 3\,417,63 \text{ kg}$$

$V_{res} > V_{act}$; por lo tanto, la sección de la columna resiste los efectos de corte

- Cálculo de estribos en longitud de confinamiento

A pesar que el corte resistente de la columna es mayor que el actuante, para darle una mayor ductilidad a la columna se debe calcular separación de estribos cerrados de confinamiento, se realiza el siguiente procedimiento:

Cuantía volumétrica

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * f'c}{F_y} \right)$$

Donde:

ρ_s = cuantía volumétrica

A_g = área gruesa (b*h)

A_{ch} = área chica ((b-2*rec)*(h-2*rec))

$f'c$ = resistencia a compresión del concreto (280 kg/cm²)

F_y = resistencia a la fluencia del acero (2 810 kg/cm²)

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{900}{676} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * 280}{2 810} \right) = 0,01263$$

Separación de estribos cerrados de confinamiento:

$$S_s = \frac{4 * A_v}{\rho_s * L}$$

Donde:

S_s = separación de estribos en zona de confinamiento

ρ_s = cuantía volumétrica

A_v = área de la varilla de refuerzo transversal

L = peralte de la columna

$$S_s = \frac{4 * 0,71}{0,01263 * 26} = 8,64 \text{ cm}$$

En la longitud de confinamiento se deben colocar estribos a cada 8 cms y en el resto se colocan estribos a $d/2 = 13$ cms, se deben rotar los estribos a 45° a lo largo de la columna, para tener refuerzo en todas las caras de la columna.

Para las columnas del segundo nivel se aplicó el mismo procedimiento, dando como resultado ocho varillas núm. 6 corridas de acero corrugado, estribos a 8 cms en longitud de confinamiento y resto a $d/2=13$ cms. (ver figura 27, armado de columna del primer y segundo nivel).

Chequeo de nudos a cortante:

$$A_s \text{ superior} = 2 \text{ No. 6} + 2 \text{ bastones No. 8} = 15,84 \text{ cm}^2$$

$$M = A_s f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{1,7 f'_c b} \right) = 18\,525,06 \text{ kg} * \text{m}$$

Cortante en el nudo

$$V_h = \frac{M_{\text{sumministrado}}}{h_{\text{col}}} = \frac{18\,525,06 \text{ kg} * \text{m}}{3,05\text{m}} = 6\,073,79 \text{ kg}$$

Fuerza cortante neta

$$V_u = T - V_h \rightarrow V_u = A_s F_y - V_h$$

$$V_u = \left(15,84 \text{ cm}^2 * 2\,810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) - 6\,073,79 \text{ kg}$$

Clasificación del nudo

$$h_{\text{col}} = 30,00 \text{ cm} \rightarrow 30,00 \left(\frac{3}{4}\right) = 22,50 \text{ cm}$$

$$b_{\text{viga}} = 25,00 \text{ cm}$$

Como $b_{\text{viga}} > 22,50 \text{ cm}$, se considera un nudo confinado

Corte que resiste del concreto (ACI 21.7.4)

$$\phi V_n = 5,3\sqrt{f'_c} * A_j$$

Donde:

$$A_j = h_{\text{col}} * b_j$$

$$\phi = 0,75 \text{ para corte}$$

b_j debe ser el menor de:

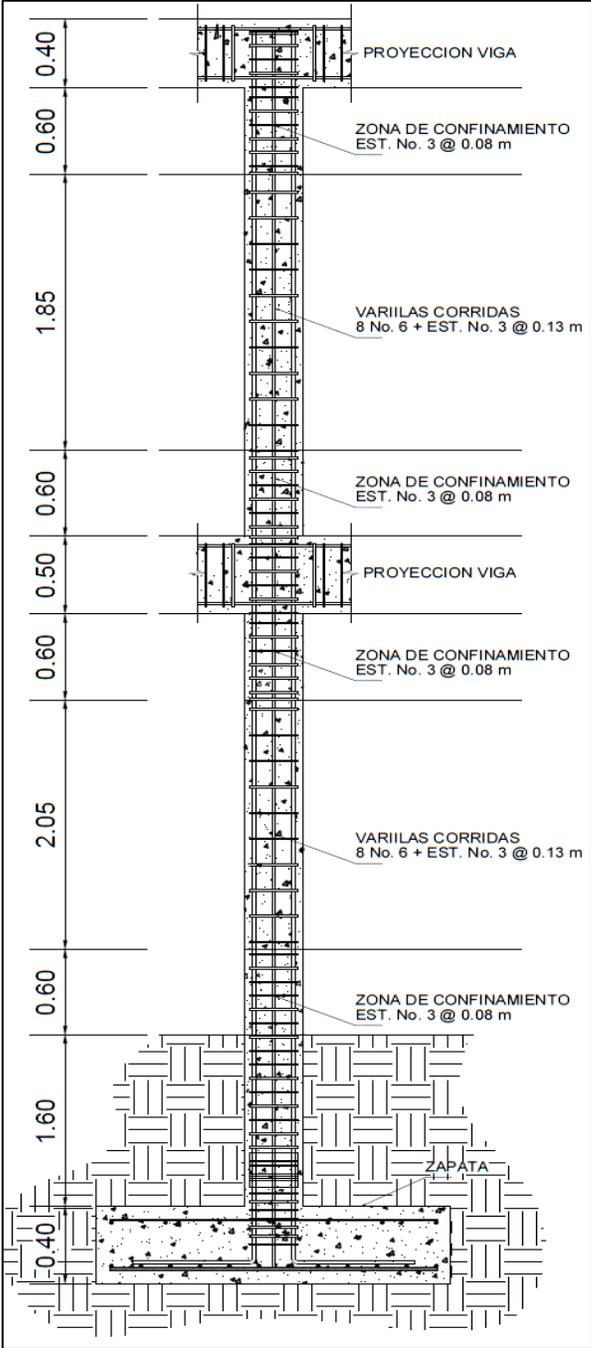
- $b + h = 25,00 \text{ cm} + 30,00 \text{ cm} = 55,00 \text{ cm}$
- $b + 2x = 25,00 \text{ cm} + 2(2,50) = 30,00 \text{ cm}$

$$\phi V_n = 0,75 * 6\,073,79 \text{ kg} = 4\,555,34 \text{ kg}$$

$$5,3\sqrt{f'_c} * A_j = 5,3 * \sqrt{280} * 30,00 \text{ cm} = 2\,660,57 \text{ kg}$$

$$\phi V_n > 5,3\sqrt{f'_c} * A_j \rightarrow \text{el nudo chequea a cortante}$$

Figura 27. Armado de columna, primer y segundo nivel



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2.11. Diseño de gradas

Las gradas deben ser cómodas y diseñadas para soportar las cargas de trabajo, para el módulo de gradas el espesor se calcula con el siguiente criterio:

Se asume que es una losa simplemente apoyada y discontinua en los extremos:

$$t = \frac{l}{20}$$

Calculando longitud de losa

$$d = \sqrt{(2,04)^2 + (3,50)^2} = 4,05 \text{ m}$$

El espesor de losa será

$$t = \frac{4,05}{20} = 0,20 \text{ cm}$$

Calculando peso propio de las gradas

$$H = 0,30 \text{ m}$$

$$CH = 0,18 \text{ m}$$

$$W_e = 2400 * \left(t + \frac{ch}{2} \right)$$

$$W_e = 2400 * \left(0,20 + \frac{0,18}{2} \right) = 696,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Calculando carga última en gradas:

Cargas para gradas:

$$SC = 60 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Carga muerta} = 696 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = (1,2 \cdot 756) + (1,6 \cdot 500) = 1\,707,20 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos actuantes:

$$M_{(-)} = \frac{W \cdot L^2}{14} = \frac{1\,707,20 \cdot 4,05^2}{14} = 2\,000,17 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{(+)} = \frac{W \cdot L^2}{9} = \frac{1\,707,20 \cdot 4,05^2}{9} = 3\,111,37 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Se calcula el área de acero:

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} \cdot b \cdot d = \frac{14,1}{2\,810} \cdot 100 \cdot (20 - 2,5 - 0,64) = 8,46 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido

$$A_{S_{\text{req } M(-)}} = \left[100 \cdot 16,86 - \sqrt{(100 \cdot 16,86)^2 - \frac{100 \cdot 2\,000,17}{0,003825 \cdot 210}} \right] \cdot \left(\frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{\text{req } M(-)}} = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{req M(+)}} = \left[100 * 16,86 - \sqrt{(100 * 16,86)^2 - \frac{100 * 3\,111,37}{0,003825 * 210}} \right] * \left(\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_{S_{req M(+)}} = 7,56 \text{ cm}^2$$

El diseño de gradas se realizará con el acero mínimo, ya que el requerido es menor.

$$\left[\begin{array}{l} 8,46 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right] \rightarrow S = \frac{1,27 * 100}{8,46} = 15,00 \text{ cm}$$

Se selecciona colocar acero núm.4 @ 15 cm.

Cálculo de acero por temperatura (sentido corto de las gradas)

$$A_{S_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2$$

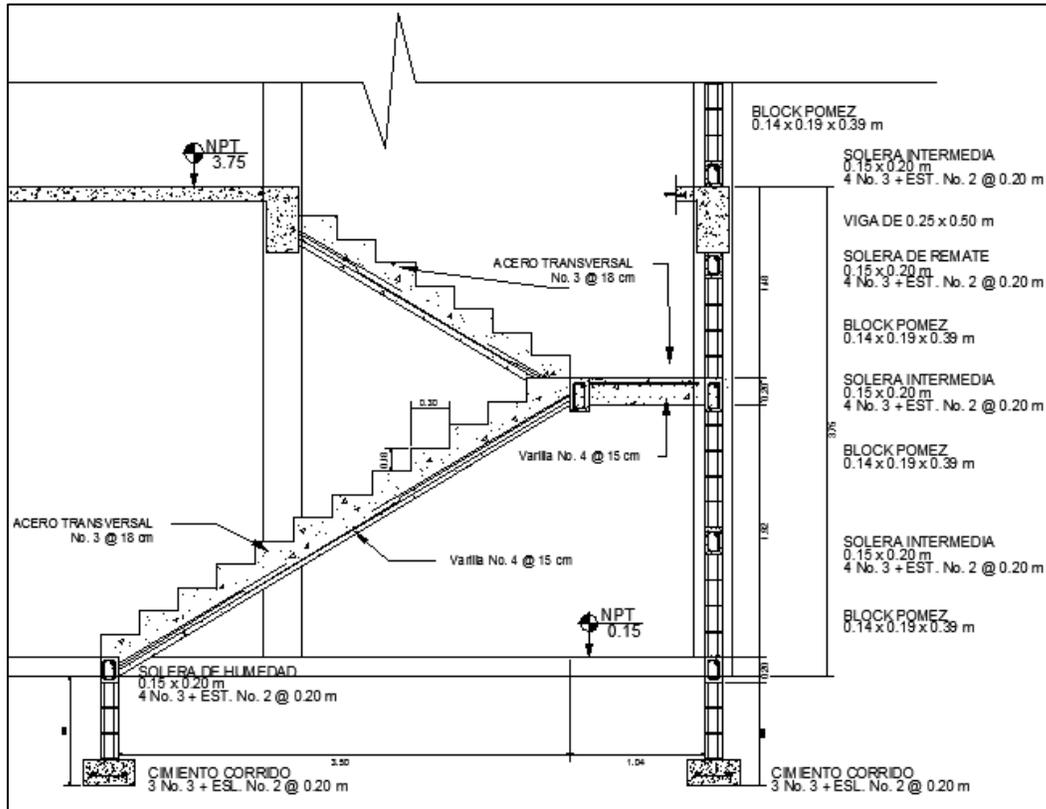
$$\left[\begin{array}{l} 4 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right] \rightarrow S = \frac{0,71 * 100}{4} = 18 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 2 * t = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$$

Se selecciona colocar acero núm.3 @ 18 cm.

El armado en gradas será en el sentido largo varillas corrugadas núm. 4 a cada 15 cms y en el sentido corto varillas corrugadas núm.3 a cada 18 cms.

Figura 28. Sección transversal, módulo de gradas



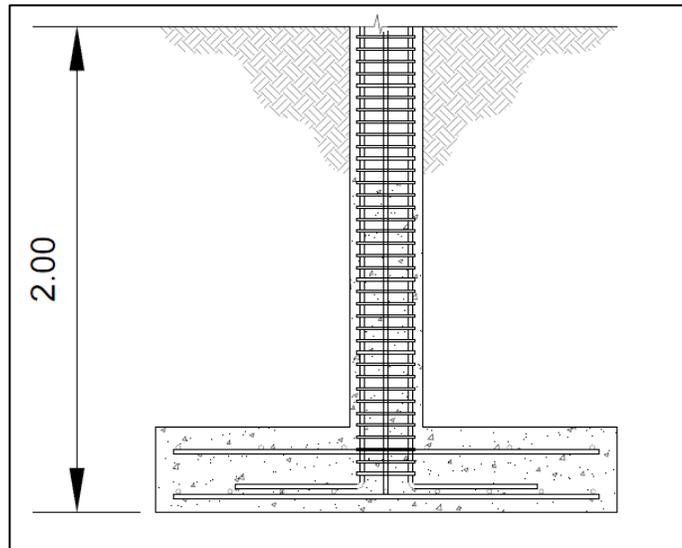
Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.6.2.12. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales que están en contacto directo con el suelo, su función es transmitir todas las cargas actuantes en la estructura hacia el suelo. Para seleccionar el tipo de cimentación a utilizar se debe tomar en cuenta la capacidad soporte del suelo, ya que de esto depende si se diseñan cimentaciones profundas o cimentaciones superficiales. Para este proyecto se utilizarán zapatas concéntricas aisladas y zapatas excéntricas aisladas.

- Diseño de zapata concéntrica

Figura 29. **Diseño típico de zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Datos de diseño:

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

$$F'y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Sección de columna} = 30,00 * 30,00 \text{ cm}$$

$$Vs = 25 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{P.v. concreto} = 2\ 400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P.v. suelo} = 1\ 650 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. U.} = 47\ 668,54 \text{ kg}$$

$$Mx = 5\ 946,88 \text{ kg*m}$$

$$M_y = 5\,964,52 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$F_{cu} = 1,41$$

Espesor de la zapata

El peralte total mínima de las zapatas apoyadas sobre el suelo debe ser de 15 cm, el recubrimiento mínimo para concreto colocado y expuesto permanentemente contra el suelo es de 7,5cm. Según el Código de Diseño ACI 318-08 en la sección 15.7 y sección 7.7.1.

Se asume un peralte (t) = 0,40 m, con recubrimiento de 7,5 cm. Con estos datos se calcula el peralte efectivo de la zapata.

$$d_{\text{efectivo}} = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

La varilla a utilizar en este caso es la núm. 6 con diámetro (ϕ) = 1,91 cm

$$d_{\text{efectivo}} = 0,40 - 0,075 - 0,00191/2 = 0,3155 \text{ m}$$

Cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{F_{CU}} = \frac{67\,668,54}{1,41 * 1\,000} = 33,74 \text{ Ton}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{F_{CU}} = \frac{5\,946,88}{1,5 * 1\,000} = 4,21 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{F_{CU}} = \frac{5\,964,52}{1,5 * 1\,000} = 4,22 \text{ Ton} - \text{m}$$

Calculando área de zapata concéntrica

$$A_z = \frac{1,5 * P'}{V_s} = \frac{1,5 * 33,74}{25} = 2,02 \text{ m}^2$$

Se realizó la comprobación del área de zapata y se llegó a la conclusión que es necesario aumentar la misma, por lo tanto se propone utilizar una zapata de 1,90m * 1,90m con una nueva área de zapata de 3,61 m².

Chequeo de presión sobre el suelo

La presión de contacto entre la zapata y el suelo no debe ser mayor que el valor soporte del suelo (Vs) ni debe ser negativo, las presiones sobre el suelo se calculan con la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = \frac{P_T}{A_z} \pm \frac{M_x}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

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

$$S_x = S_y = \frac{1,90 * 1,90^2}{6} = 1,14$$

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

$$P_T = 33,74 + 3,61 * 0,40 * 2,4 + 3,61 * (2 - 0,35) * 1,65 = 46,72 \text{ Ton}$$

Calculando presión máxima y presión mínima

$$q_{max} = \frac{46,72}{3,61} + \frac{4,21}{1,14} + \frac{4,22}{1,14} = 20,32 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{max} < V_s \quad ; \quad 20,32 < 25 \rightarrow \text{Chequea}$$

$$q_{\min} = \frac{46,73}{3,61} - \frac{4,21}{1,14} - \frac{4,22}{1,14} = 5,57 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\min} > 0 ; 5,57 > 0 \rightarrow \text{Chequea}$$

Al verificar que se cumplan los criterios de presiones admisibles, se comprueba que las dimensiones de la zapata son las adecuadas, se procede a calcular la presión última de la zapata o presión de diseño.

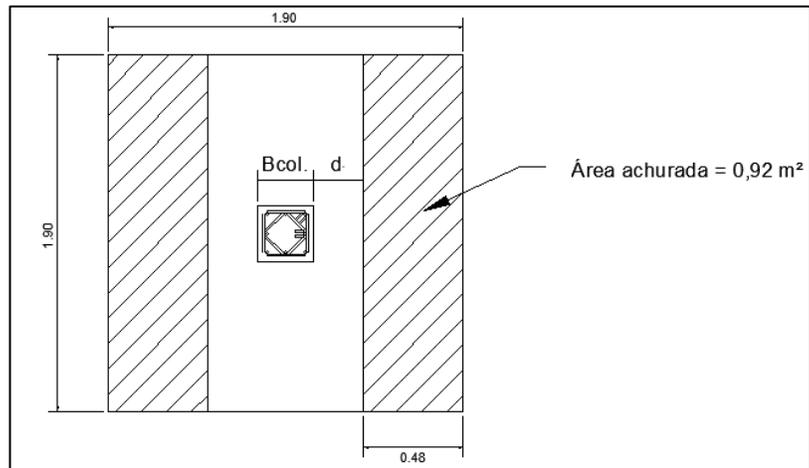
$$q_u = q_{\max} * FCU = 20,28 * 1,41 = 28,71 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Para el diseño de la zapata se realizan dos chequeos, los cuales indican si el peralte de zapata propuesto es el indicado para soportar los esfuerzos generados por las cargas.

- Chequeo por corte simple

Este es el primer chequeo, ya que en zapatas ocurre falla por corte en una distancia igual al peralte efectivo de la zapata, medida desde el rostro de la columna, se verifica que el corte resistente por el concreto sea mayor al corte actuante.

Figura 30. Sección de corte simple, zapata concéntrica



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Corte actuante

$$\text{Área de corte simple} = \left(\frac{b}{2} - \frac{b_{col.}}{2} - d \right) * b_{zapata}$$

$$\text{Área de corte simple} = \left(\frac{1,90}{2} - \frac{0,30}{2} - 0,3155 \right) * 1,90 = 0,92 \text{ m}^2$$

$$V_{act.} = \text{Área de corte simple} * q_u$$

$$V_{act.} = 0,92 * 28,71 = 26,41 \text{ Ton}$$

Corte resistente

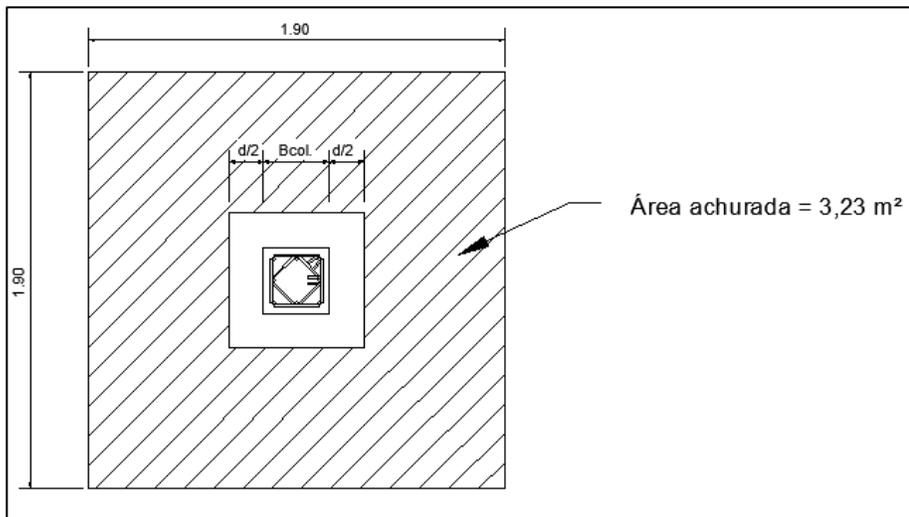
$$V_{res.} = 0,53 * \phi * b * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{res.} = 0,53 * 0,85 * 190 * 0,3155 * 100 * \frac{\sqrt{280}}{1000} = 45,18 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act. \text{ simple}} \rightarrow \text{Chequea el peralte para corte simple}$$

- Corte punzonante

Figura 31. **Sección de corte punzonante, zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia con el programa AutoCAD 2013.

Corte actuante por punzonamiento

$$\text{Área de corte punzonante} = 3,61 - (0,30 + 0,3155)^2 = 3,23\text{m}^2$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = \text{Área de corte punzonante} * q_u$$

$$V_{\text{act. punzonante}} = 3,23 * 28,71 = 92,73 \text{ Ton}$$

Corte resistente por punzonamiento

b_o = perímetro del área punzonante

$$b_o = (40 + 31,55) * 4 = 246,19 \text{ cm}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 1,06 * \emptyset * b_o * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res. punzonante}} = 1,06 * 0,85 * 246,019 * 31,55 * \sqrt{280} = 121,51 \text{ Ton}$$

$V_{\text{act. punzonante}} < V_{\text{res. punzonante}} \rightarrow$ Chequea el peralte de la zapata

- Diseño a flexión de zapata concéntrica

El momento último actuante será:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{28,71 * \left(\frac{1,90}{2} - \frac{0,30}{2}\right)^2}{2} * 1000 = 9187,52 \text{ kg} - \text{m}$$

Calculando el área de acero, se asume una franja unitaria de zapata:

Área de acero mínimo requerido por la sección:

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 31,55 = 15,83 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido por el momento:

$$A_{s_{\text{requerida}}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left(\frac{0,85 * f'c}{F_y} \right)$$

Donde:

b = franja unitaria de zapata

d = peralte efectivo de la zapata

Mu = momento último

f'c = resistencia a la compresión del concreto

Fy = límite de fluencia del acero

$$A_{S_{requerida}} = \left[100 * 31,55 - \sqrt{(100 * 31,55)^2 - \frac{9\ 187,52 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left(\frac{0,85 * 280}{2\ 810} \right)$$

$$A_{S_{requerida}} = 11,77 \text{ cm}^2$$

El área de acero a colocar para el armado será el del acero mínimo, ya que es mayor que el área de acero requerida.

Se utilizarán varillas núm. 6 con un área de acero de 2,85 cm².

$$\left(\begin{array}{l} 15,83 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,85 * 100}{15,83} = 18 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas núm. 6 @ 0,18m en la cama inferior en ambos sentidos.

Acero por temperatura:

Este se coloca en la cama superior de la zapata

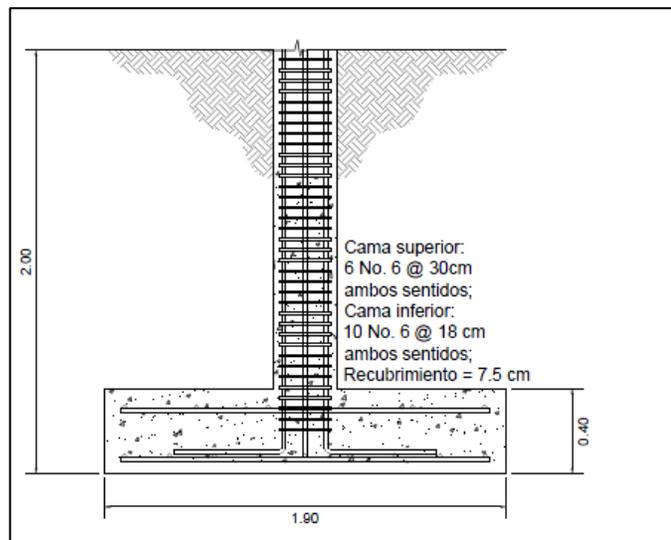
$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán varillas núm. 6 con un área de acero de 2,85 cm².

$$\left(\begin{array}{l} 8 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 \rightarrow S_{temp} \end{array} \right) \rightarrow S_{temp} = \frac{2,85 * 100}{8} = 35,63 \text{ cm}$$

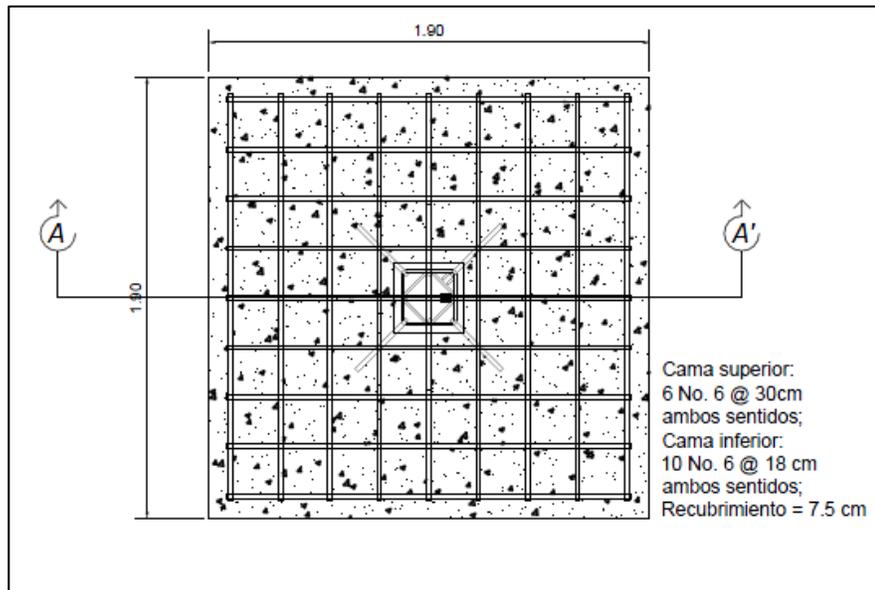
Se colocarán varillas núm. 6 @ 0,30m en la cama superior como refuerzo por temperatura en ambos sentidos.

Figura 32. **Armado de zapata concéntrica (elevación)**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 33. Armado zapata concéntrica (planta)

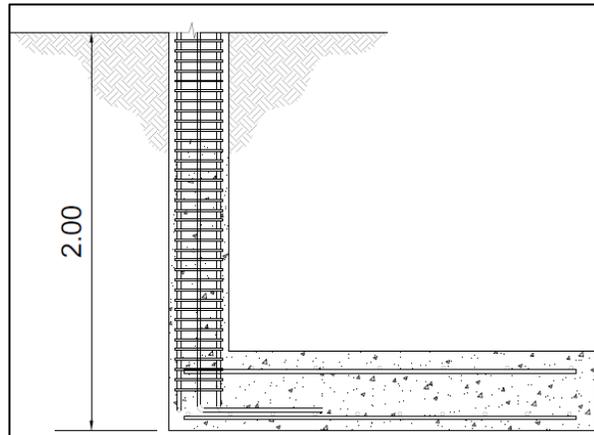


Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

- Diseño de zapata excéntrica

Se diseñan zapatas excéntricas en una edificación cuando la columna no se puede colocar en el centro de la misma por factores externos, uno de ellos es la distancia del edificio al terreno colindante.

Figura 34. **Diseño típico de zapata excéntrica**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Datos de diseño:

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

$$F'y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Sección de columna} = 30,00 * 30,00 \text{ cm}$$

$$Vs = 25 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{P.v. concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P.v. suelo} = 1\,650 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. U.} = 28\,244,36 \text{ kg}$$

$$Mx = 5\,946,88 \text{ kg*m}$$

$$My = 5\,964,52 \text{ kg*m}$$

$$Fcu = 1,41$$

Espesor de la zapata

Se asume un peralte (t) = 0,40 m, con recubrimiento de 7,5 cm. Con estos datos se calcula el peralte efectivo de la zapata.

$$d_{\text{efectivo}} = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

La varilla a utilizar en este caso es la núm. 6 con diámetro (ϕ) = 1,91 cm

$$d_{\text{efectivo}} = 0,40 - 0,075 - 0,00191/2 = 0,3155 \text{ m}$$

Dimensionando la zapata

$$P' = \frac{P_u}{\text{FCU}} = \frac{28\,244,36}{1,41 * 1\,000} = 19,99 \text{ Ton}$$
$$M'_x = \frac{M_x}{\text{FCU}} = \frac{5\,964,52}{1,41 * 1\,000} = 4,22 \text{ Ton - m}$$

Área de zapata

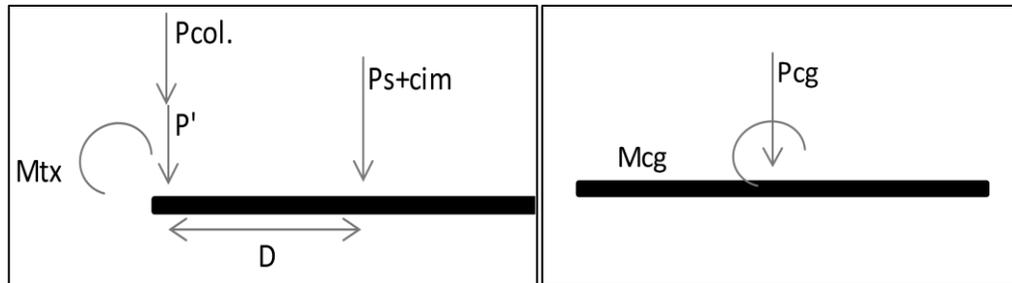
$$A_z = \frac{1,5 * P'}{V_s} = \frac{1,5 * 19,99}{25,00} = 1,19 \text{ m}^2$$

Después de comprobar presiones ejercidas y el área de zapata sobre el suelo se concluye que es necesario aumentar las dimensiones de la misma, las nuevas dimensiones de zapata serán 2,15 m * 2,15 m, área de zapata 4,62m².

Chequeando presiones

Se realiza una transferencia de cargas y momentos hacia el centro de gravedad (CG), de modo que el centro de gravedad de la zapata coincida con el centro de presión

Figura 35. Diagrama de cuerpo libre, zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

Carga al centro de gravedad

$$P_{cg} = P' + P_s + P_{cim}$$

Donde:

P_{cg} = carga en el centro de gravedad

P' = carga de trabajo

P_s = carga debido al peso propio del suelo

$P_{cim.}$ = carga debido al peso propio de la cimentación

$$P_{cg} = 19,99 + (4,62 * (2 - 0,40) * 1,650) + (4,62 * 0,40 * 2,40) = 36,63 \text{ Ton}$$

Momento al centro de gravedad

$$M_{cg} = M_{tx} + (P' * D)$$

Donde:

M_{cg} = momento en el centro de gravedad

M_{tx} = momento máximo en el eje

P' = carga de trabajo

D = distancia entre la aplicación de cargas y el centro de gravedad de zapata

$$D = \frac{2,15}{2} - \frac{0,30}{2} = 0,93 \text{ m}$$

Momento

$$M_{cg} = 4,22 + (19,99 * 0,93) = 22,71 \text{ Ton * m}$$

La excéntrica debido a P_{cg} y M_{cg} es:

$$e = \frac{M_{cg}}{P_{cg}} = \frac{22,71}{36,63} = 0,62$$

$$\frac{L}{6} = \frac{2,15}{6} = 0,36$$

$e > \frac{L}{6} \rightarrow$ Entonces presión máxima se calcula:

$$q_{\max} = \frac{4 * P_{cg}}{3 * b * (L - 2e)}$$

Donde:

P_{cg} = carga en el centro de gravedad

B = base de la zapata

L = largo de la zapata

e = excentricidad

$$q_{\max} = \frac{4 * 36,63}{3 * 2,15 * (2,15 - (2 * 0,62))} = 24,96 \text{ Ton}$$

La presión máxima no excede la capacidad soporte (V_s) del suelo por lo tanto las dimensiones calculadas son adecuadas

Calculando presión última en el suelo

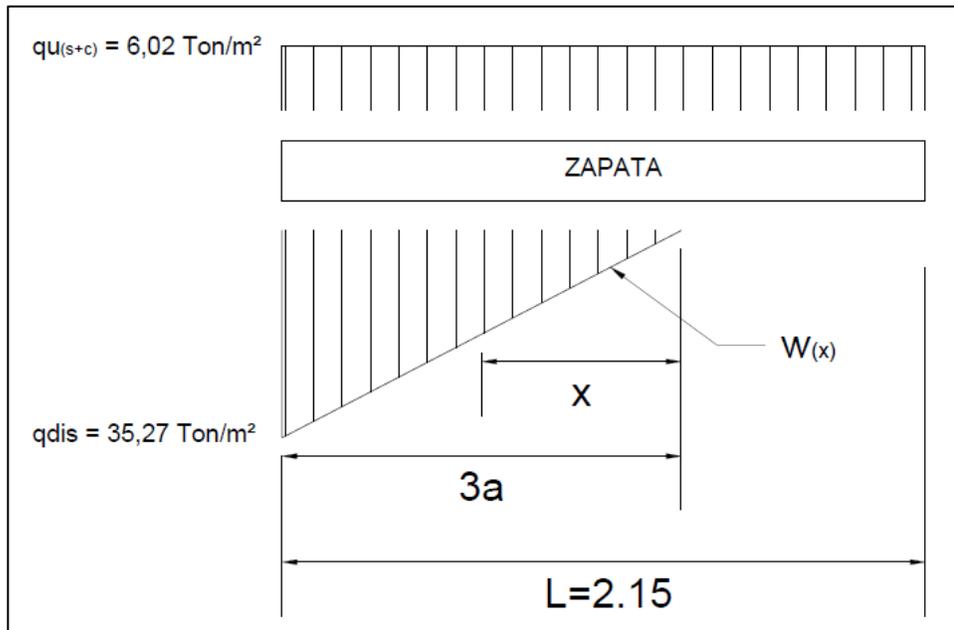
$$q_u = q_{\max} * FCU = 24,96 * 1,41 = 35,27 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Calculando presión última entre suelo y cimiento

$$q_{u(s+c)} = FCU * [(desplante * P. p \text{ suelo}) + (t * P. p. \text{ concreto})]$$

$$q_{u(s+c)} = 1,41 * [(2,00 * 1,65) + (0,40 * 2,40)] = 6,02 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Figura 36. Diagrama de presiones zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la ecuación de cargas por medio de relación de triángulos

$$3^a = 3 * \left(\frac{L}{2} - e \right) = 3 * \left(\frac{2,15}{2} - 0,62 \right) = 1,36$$

$$\frac{W_{(x)}}{x} = \frac{35,27}{1,36}$$

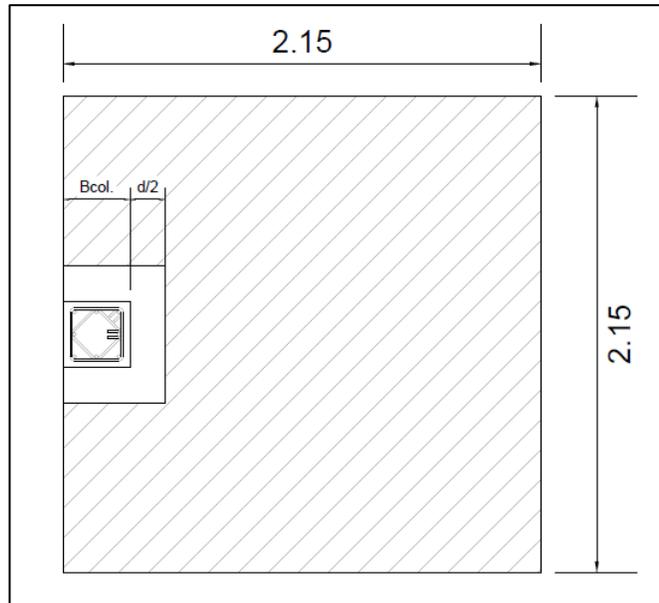
$$W_{(x)} = 25,84x \left[\frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \right]$$

- Diseño de espesor

El espesor en zapata debe resistir los esfuerzos de corte por punzonamiento y corte simple. Se detalla el procedimiento a continuación.

Chequeo por corte punzonante

Figura 37. **Sección de corte punzonante, zapata excéntrica**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

$$30 + d = (30 + 31,55) = 61,55 \text{ cm}$$

$$30 + \frac{d}{2} = \left(30 + \frac{31,55}{2}\right) = 45,77 \text{ cm}$$

La sección crítica de punzonamiento con respecto a "X" se localiza en:

$$x = 3^a - \left(B_{\text{col}} + \frac{d}{2}\right)$$

$$x = 1,36 - \left(0,30 + \frac{0,3155}{2}\right) = 0,9072 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga $W_{(x)}$ se obtiene:

$$W_{(0,9072)} = 25,84 * (0,9072) = 23,44 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Calculando corte por punzonamiento actuante

$$V_{\text{act}} = \sum F_v$$

$$V_{\text{act}} = 28,24 + [6,02 * (0,4577 * 0,6155) - \left[\frac{23,44 + 35,27}{2} * 0,4577 * 0,6155 \right]]$$

$$V_{\text{act}} = 21,67 \text{ Ton}$$

Calculando el corte punzonante resistente

$$V_{\text{res}} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o * d}{1\ 000}$$

$$V_{\text{res}} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * ((2 * 45,77) + 61,55) * 31,55}{1\ 000} = 72,82 \text{ Ton}$$

$V_{\text{res}} > V_{\text{act}} \rightarrow$ Chequea el peralte propuesto por punzonamiento

Después de comprobar que el espesor en la zapata resiste el corte por punzonamiento ejercido sobre ella, se procede a realizar el chequeo por corte simple.

Sección crítica en:

$$x = 3^a - (B_{col} + d) = 1,36 - 0,6155 = 0,7445\text{m}$$

Se obtiene la ecuación de corte tomando como base la ecuación de cargas para cualquier posición de “x” bajo la zapata.

$$V = [q_{u(s+c)} * (L - 3^a)] + (q_{u(s+c)} * x) - \left[\frac{1}{2}x * 25,84x\right]$$

$$V = [6,02 * (2,15 - 1,36)] + (6,02x) - \left[\frac{1}{2}x * 25,84x\right]$$

$$V = 4,75 + 6,02x - 12,92x^2$$

Para obtener V_{max} a una distancia x se deriva la ecuación de corte y se iguala a cero

$$\frac{dv}{dx} = 0 = 6,02 - 25,84x$$

Despejando “x”

$$x = \frac{6,02}{25,84} = 0,23 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación general de corte para obtener el corte máximo

$$V_{(0,23)} = 4,75 + 6,02(0,23) - 12,92(0,23)^2 = 5,45 \text{ Ton}$$

Chequeando corte simple en la sección crítica donde $x = 61,55 \text{ cm}$

$$V_{(0,7445)} = 4,75 + 6,02(0,7445) - 12,92(0,7445)^2 = 2,07 \text{ Ton}$$

El chequeo se realiza con $V_{(0,23)}$, ya que este es el corte mayor

Calculando corte resistente:

$$V_{\text{res}} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d}{1\ 000}$$

$$V_{\text{res}} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 31,55}{1\ 000} = 51,13 \text{ Ton}$$

$V_{\text{res}} > V_{\text{act}} \rightarrow$ Chequea el peralte propuesto por corte simple

- Diseño del refuerzo a flexión

Los momentos críticos se dan en:

- Al rostro de la columna (sección crítica de flexión)

$$X = 3^a - b_{\text{col}} = 1,36 - 0,30 = 1,06\text{m}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga

$$W_{(1,06)} = 25,84 * 1,06 = 27,39 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

- Cuando se da el momento máximo donde $V=0$

$$0 = 4,75 + 6,02x - 12,92x^2$$

Se resuelve la ecuación cuadrática y se obtienen los siguientes resultados para "x"

$$X_1 = 0,88 \rightarrow "x" \text{ seleccionado}$$

$$X_2 = -0,41$$

Sustituyendo en la ecuación de carga

$$W_{(0,88)} = 25,84 * 0,88 = 22,74 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Se realiza $\sum M_o = M_{act}$

$$M_{act} = \frac{q_{u(s+c)}}{2} * (x + (L - 3a))^2 - \frac{W * x^2}{6}$$

A rostro de la columna, donde, $x = 1,06 \text{ m}$ y $W = 27,39 \text{ Ton/m}^2$

$$M_{act} = \frac{6,02}{2} * (1,06 + (2,15 - 1,36))^2 - \frac{27,39 * 1,06^2}{6} = 5,10 \text{ Ton} * \text{m}$$

Para M_{max} , donde, $x = 0,88 \text{ m}$ y $W = 22,74 \text{ Ton/m}^2$

$$M_{act} = \frac{6,02}{2} * (0,88 + (2,15 - 1,36))^2 - \frac{22,74 * 0,88^2}{6} = 5,39 \text{ Ton} * \text{m}$$

El cálculo del acero requerido se realiza con el momento máximo, ya que este es el mayor de los dos.

Calculando área de acero para momento requerido

$$A_{SMmax} = \left[(100 * 31,55) - \sqrt{(100 * 31,55)^2 - \frac{5395 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2810}$$

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

Calculando área de acero mínimo

$$A_{Smin} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 31,55 = 15,83 \text{ cm}^2$$

El área de acero a colocar será el del acero mínimo

Calculando espaciamiento de varillas

Utilizando varillas núm. 6 con un área de acero de 2,85 cm².

$$\left(\begin{array}{l} 15,83 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right) \rightarrow S = \frac{2,85 * 100}{15,83} = 18 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas núm. 6 @ 0,18m en la cama inferior en ambos sentidos.

Acero por temperatura:

Este se coloca en la cama superior de la zapata

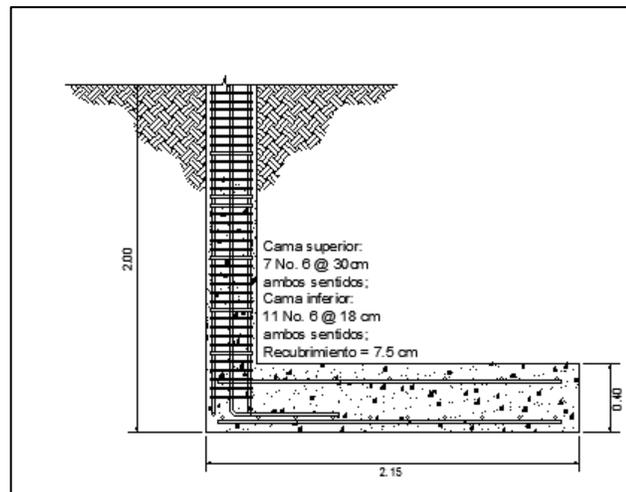
$$A_{S_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán varillas núm.6 con un área de acero de 2,85 cm².

$$\left(\begin{array}{l} 8 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,85 \text{ cm}^2 \rightarrow S_{temp} \end{array} \right) \rightarrow S_{temp} = \frac{2,85 * 100}{8} = 35,63 \text{ cm}$$

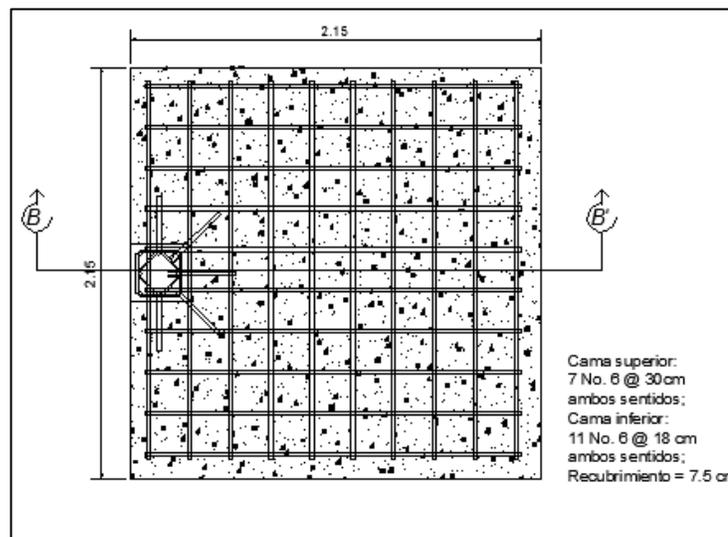
Se colocarán varillas núm. 6 @ 30 cm en la cama superior en ambos sentidos.

Figura 38. **Armado de zapata excéntrica (elevación)**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Figura 39. **Armado de zapata excéntrica (planta)**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

2.1.7. Instalaciones

Deben de ser capaces de soportar la demanda del uso de la edificación, este proyecto contará con instalaciones de agua potable, drenaje e instalaciones eléctricas.

2.1.7.1. Agua potable

Se debe distribuir el agua de manera adecuada para que llegue constante a todos los artefactos de agua potable, se diseña un circuito cerrado con subramales de abastecimiento, se aplicó el método de Hunter.

Cálculo de subramales

Se llama así a la tubería que dará abastecimiento directo a los artefactos sanitarios, el diámetro de los mismos queda de la siguiente manera:

- Lavamanos $\frac{1}{2}$ "
- Inodoros con tanques $\frac{1}{2}$ "
- Urinales $\frac{1}{2}$ "
- Lavatrastos $\frac{1}{2}$ "

Cálculo de línea principal

Cada artefacto sanitario tiene un consumo de agua distinto, por ello se le asigna a cada uno, por separado, unidades de gasto (UH), esto ayuda a determinar el consumo total del artefacto.

Tabla XXVII. **Consumo UH por artefacto**

No. artefactos	Artefacto	UH asignadas	Cantidad de UH de gasto
6	Lavamanos	2	12
7	Inodoros	5	35
1	Ducha	3	3
2	Urinales	3	6
8	Lavatrastos	4	32
		Total	88 UH

Fuente: elaboración propia.

El total es de 88 UH, con un gasto probable de 2,48 litros/segundo.

Se le aplica un factor de corrección de 0,60

$$DMP = 2,48 * 0,60 = 1,49 \text{ lts/s}$$

$$DMP = \frac{1,49 \frac{\text{lts}}{\text{s}} * 60}{3,785} = 23,59 \text{ gpm}$$

Diámetro de la tubería

El método Hunter para un gasto de 23,59 gpm propone utilizar tubería de 1", por lo tanto el circuito de distribución será de 1".

2.1.7.2. **Drenaje**

El drenaje en una edificación se debe separar en sanitario y pluvial, esto para evacuar con más facilidad las aguas, conducir el drenaje sanitario a un sistema de tratamiento y no saturar la tubería.

Drenaje sanitario

Se realiza el mismo cálculo que para el diseño del agua potable con la diferencia que se asignan unidades de descarga para los artefactos.

Se debe considerar:

- Colocar cajas de registro en los puntos donde se reciben bajantes, en la unión de dos o más colectores, en cambios de dirección, en cambios de pendiente y cada 20 metros como máximo de longitud.
- La pendiente de las tuberías enterradas deberá tener un mínimo de 2 % y un máximo de 6 %.

Se proponen los siguientes diámetros para cada artefacto:

Tabla XXVIII. **Diámetro de tubería de drenaje para artefactos sanitarios**

Cantidad	Artefacto	Diámetro de tubería (in.)
6	Lavamanos	2
7	Inodoros	3
1	Ducha	3
2	Urinales	3
8	Lavatrastos	3
	Red principal de drenaje	4

Fuente: elaboración propia.

Drenaje pluvial

Se calcula para evacuar agua de lluvia depositada en el techo de la edificación.

Datos:

$$C = 0,90$$

$$i = 175 \text{ mm/hr}$$

$$a = 243,6 \text{ m}^2 \text{ (0,02436 hectáreas)}$$

Para el cálculo de la tubería se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad D = \left(\frac{69\,100 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

Q = caudal

D = diámetro

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,9)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área de la superficie a drenar (Ha)

n = coeficiente de rugosidad, para PVC n = 0,009

S = pendiente, se utiliza una pendiente de 2 %

$$Q_{cnxi} = \frac{0,90 * 175 * 0,02436}{360} = 0,010657 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \approx 10,657 \text{ lts/seg}$$

$$D = \left(\frac{69\,100 * 10,657 * 0,009}{2^{1/2}} \right)^{3/8} = 23,80 \text{ plg}$$

El diámetro obtenido se divide por el diámetro de tubería a utilizar, se propone utilizar para las bajadas pluviales tubería de 4”.

$$\text{No. bajadas} = \frac{D}{\text{diámetro propuesto}} = \frac{23,80''}{4''} = 5,95 \text{ bajadas}$$

Colocar 6 bajadas pluviales con una tubería de diámetro 4”.

2.1.7.3. Electricidad

La instalación eléctrica constará de un tablero de distribución de 18 flipones de 15 A y 20 A, para iluminación se utilizarán lámparas fluorescentes de 2 x 40 watts con difusor parabólico y para la fuerza se utilizarán tomacorrientes doble polarizado de 2 x 120 voltios; toda la instalación eléctrica será con cable calibre núm. 12 AWG y estará protegido por poliducto de una pulgada empotrado entrado en paredes y losa.

El amperaje está dado por la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

I = corriente (amperios)

P = potencia (watts)

V = voltaje (voltios)

Calculando el circuito A de iluminación:

El sistema cuenta con 9 luminarias de 2x40 watts, las cuales consumirán 720 watts de potencia

$$I = \frac{P}{V} = \frac{720}{120} = 6,00 \text{ Amperios}$$

Calculando el circuito C1 de Fuerza:

El sistema cuenta con 6 luminarias de 240 watts, las cuales consumirán 1 440 watts de potencia

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1\ 440}{120} = 12 \text{ Amperios}$$

Para calcular la capacidad de los flipones se utiliza un factor de seguridad en el amperaje para garantizar que los *flipones* tendrán la capacidad adecuada, se sugiere un factor de seguridad del 40 %. La instalación se hará con conductores THHN calibre 12.

Tabla XXIX. **Cálculo de circuitos de iluminación y fuerza**

núm.	Circuito	Unidades	Potencia (watts)	Voltaje	Corriente (amp.)	Corriente + 40%	Flip-on	Cable
Iluminación								
1	A	9	720	120	6,00	8,40	15A	#12 THHN
2	B	6	480	120	4,00	5,60	15A	#12 THHN
3	C	10	800	120	6,67	9,34	15A	#12 THHN
4	D	7	560	120	4,67	6,54	15A	#12 THHN

Continuación de la tabla XXIX.

núm.	Fuerza							
	Circuito	Unidades	Potencia (watts)	Voltaje	Corriente (amp.)	Corriente + 40%	Flip-on	Cable
5	C1	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
6	C2	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
7	C3	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
8	C4	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
9	C5	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
10	C6	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
11	C7	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
12	C8	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
13	C9	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
14	C10	6	1 440	120	12,00	16,80	20A	#12 THHN
15	C11	7	1 680	120	14,00	19,60	20A	#12 THHN
16	Lavadora	1	1 500	220	6,82	9,55	20A	#12 THHN
17	secadora	1	1 500	220	6,82	9,55	20A	#12 THHN
18	C14	Espera						

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Elaboración de planos

Se realizaron 15 planos en total, entre los cuales se encuentra:

Planos arquitectónicos

- Plano arquitectónico
- Plano de elevaciones
- Plano de cotas y niveles
- Plano de acabados

- Plano de planilla de ventanas y puertas

Planos estructurales

- Plano de armado de losas
- Plano de armado de vigas y secciones
- Plano de distribución y armado de columnas
- Plano de armado de cimentaciones

Planos de instalaciones

- Plano de instalaciones hidráulicas (agua potable)
- Plano de instalaciones sanitarias (agua residual)
- Plano de instalaciones pluviales (agua pluvial)
- Plano de instalaciones eléctricas (iluminación)
- Plano de instalaciones eléctricas (fuerza)

2.1.9. Elaboración del presupuesto

Se realizó el presupuesto para identificar los renglones que conforman el proyecto, como referencia se utilizaron precios y mano de obra del catálogo de precios de la Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez, se incluyó mano de obra y se propone un 35 % de costos indirectos conformado por costos de administración, fianzas, supervisión, utilidad, entre otros.

Tabla XXX. Presupuesto, centro de salud de dos niveles

CUADRO DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
NOMBRE PROYECTO:		Construcción de la edificación de dos niveles para el centro de salud de la aldea Choacorrall			
MUNICIPIO:		San Lucas Sacatepéquez			
DEPARTAMENTO:		Sacatepéquez			
Construcción del centro de salud					
núm.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1. Preliminares					
1.1	Demolición	135,45	m ²	Q 67,57	Q 9 152,01
1.2	Limpieza del terreno (extracción de ripio)	1,00	Global	Q 12 548,25	Q 12 548,25
1.3	Bodega	30,00	Global	Q 187,80	Q 5 634,00
2. Movimiento de tierras					
2.1	Excavación (incluye acarreo)	121,68	m ³	Q 124,65	Q 15 167,41
2.3	Nivelación	326,23	m ²	Q 14,49	Q 4 727,07
3. Cimentación					
3.1	Trazo y estaqueado	156,20	ml	Q 8,79	Q 1 373,00
3.2	Excavación estructural	214,16	m ³	Q 96,53	Q 20 672,86
3.3	Zapata Z-1	8,00	unidad	Q 4 412,00	Q 35 296,00
3.4	Zapata Z-2	12,00	unidad	Q 5 459,40	Q 65 512,80
3.5	Zapata Z-3	4,00	unidad	Q 5 459,40	Q 21 837,60
3.6	Cimiento corrido CC-1	140,13	ml	Q 230,86	Q 32 350,41
3.7	Cimiento corrido CC-2	3,50	ml	Q 241,85	Q 846,48
3.8	Relleno estructural	168,26	m ³	Q 48,26	Q 8 120,23
4. Columnas					
4.1	Columna C-1	221,20	ml	Q 734,20	Q 162 404,49
4.2	Columna C-2	396,70	ml	Q 311,89	Q 123 726,76
4.3	Columna C-3	189,40	ml	Q 230,19	Q 43 597,99
5. Vigas					
5.1	Viga V-1	18,80	ml	Q 1 001,46	Q 18 827,45
5.2	Viga V-2	18,80	ml	Q 1 001,46	Q 18 827,45
5.3	Viga V-3	12,20	ml	Q 850,55	Q 10 376,71
5.4	Viga V-4	12,20	ml	Q 850,55	Q 10 376,71
5.5	Viga V-5	12,20	ml	Q 864,05	Q 10 541,41
5.6	Viga V-6	22,80	ml	Q 758,88	Q 17 302,46

Continuación de la tabla XXX.

5.7	Viga V-7	19,20	ml	Q	758,88	Q	14 570,50
5.8	Viga V-8	22,80	ml	Q	758,88	Q	17 302,46
5.9	Viga V-9	18,80	ml	Q	701,54	Q	13 188,95
5.10	Viga V-10	18,80	ml	Q	740,69	Q	13 924,97
5.11	Viga V-11	12,20	ml	Q	694,79	Q	8 476,44
5.12	Viga V-12	12,20	ml	Q	688,04	Q	8 394,09
5.13	Viga V-13	12,20	ml	Q	688,04	Q	8 394,09
5.14	Viga V-14	22,80	ml	Q	560,17	Q	12 771,88
5.15	Viga V-15	19,20	ml	Q	560,17	Q	10 755,26
5.16	Viga V-16	22,80	ml	Q	560,17	Q	12 771,88
6. Losa							
6.1	Losa 1er. Nivel	222,35	m ²	Q	668,72	Q	148 689,89
6.2	Losa 2do. Nivel	234,00	m ²	Q	653,87	Q	153 005,58
6.3	Pañuelos losa del 2do. Nivel	234,00	m ²	Q	110,90	Q	25 950,60
6.4	Acabado en cielo (tallado vigas y columnas)	456,35	m ²	Q	112,59	Q	51 380,45
7. Muros							
7.1	Muros de block 0.14*0.19*0.39 m	378,84	m ²	Q	202,43	Q	76 688,58
7.3	Solera de humedad (CC-1)	132,70	ml	Q	257,88	Q	34 220,68
7.4	Solera intermedia	779,00	ml	Q	242,61	Q	188 993,19
7.5	Solera de corona	389,50	ml	Q	242,61	Q	94 496,60
7.6	Acabado en muro (Repello + Cernido)	1 224,08	m ²	Q	126,90	Q	155 335,75
7.7	Pintura	1 449,18	m ²	Q	19,04	Q	27 592,39
8. Piso							
8.1	Base de piso (mezclón)	234,00	m ²	Q	104,94	Q	24 555,96
8.2	Piso cerámico	430,44	m ²	Q	157,95	Q	67 988,00
8.3	Piso cerámico antideslizante	37,55	m ²	Q	164,70	Q	6 184,49
8.4	Azulejo	52,89	m ²	Q	117,45	Q	6 211,93
8.5	Banqueta exterior	1,98	m ³	Q	1 296,68	Q	2 567,43
8.6	Rampa de ingreso	0,27	m ³	Q	1 296,68	Q	350,10
9. Módulo de gradas							
9.1	Cimiento corrido módulo de gradas (CC-2)	3,50	ml	Q	273,32	Q	956,62
9.2	Armado y fundición gradas	27,50	m ³	Q	1 656,45	Q	45 552,38

Continuación de la tabla XXX.

10. Instalaciones hidráulicas						
10.1	Instalación de Tubería (incluye accesorios)	78,00	ml	Q	262,20	Q 20 751,50
10.2	Instalación de lavamanos	6	Unidad	Q	575,00	Q 3 450,00
10.3	Instalación de inodoros	7	Unidad	Q	775,00	Q 5 425,00
10.4	Instalación de mingitorios	2	Unidad	Q	875,00	Q 1 750,00
10.5	Instalación de ducha	1	Unidad	Q	175,00	Q 175,00
10.6	Instalación de lavatrastos	9	Unidad	Q	525,00	Q 4 725,00
11. Drenaje						
11.1	Drenaje sanitario (aguas negras con accesorios)	78	ml	Q	158,42	Q 12 356,69
11.2	Drenaje pluvial (agua de lluvia con accesorios)	96	ml	Q	149,00	Q 14 304,38
12. Instalaciones eléctricas						
12.1	Iluminación (instalación de tubería incluye accesorios)	154,25	ml	Q	159,79	Q 24 648,30
12.2	Instalación de luminarias	30	Unidad	Q	450,00	Q 13 500,00
12.3	Fuerza (instalación de tubería incluye accesorios)	224	ml	Q	70,34	Q 15 756,16
12.4	Instalación tomacorrientes	67	Unidad	Q	190,00	Q 12 729,52
13. Puertas y ventanas						
13.1	Ventana tipo 1	5,00	Unidad	Q	780,98	Q 3 904,90
13.2	Ventana tipo 2	1,00	Unidad	Q	934,54	Q 934,54
13.3	Ventana tipo 3	1,00	Unidad	Q	1 140,75	Q 1 140,75
13.4	Ventana tipo 4	8,00	Unidad	Q	1 320,64	Q 10 565,12
13.5	Ventana tipo 5	8,00	Unidad	Q	1 592,66	Q 12 741,28
13.6	Ventana tipo 6	2,00	Unidad	Q	1 044,23	Q 2 088,46
13.7	Puerta tipo 1	6,00	Unidad	Q	993,60	Q 5 961,60
13.8	Puerta tipo 2	5,00	Unidad	Q	2 604,15	Q 13 020,75
13.9	Puerta tipo 3	16,00	Unidad	Q	1 874,81	Q 29 996,96
13.10	Puerta tipo 4	1,00	Unidad	Q	4 985,89	Q 4 985,89
13.11	Puerta tipo 5	1,00	Unidad	Q	1 874,48	Q 1 874,48
14. Limpieza final						
14.1	Limpieza final	394,43	m ²	Q	14,49	Q 5 715,29
Total del proyecto						Q 2 102 692,26

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Evaluación de impacto ambiental inicial

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso formal utilizado para predecir las consecuencias que la ejecución de un proyecto planificado pueda tener sobre el ambiente e integridad en ecosistemas. Cabe mencionar que el termino impacto, no implica consecuencias negativas, ya que se puede dar el caso de consecuencias positivas sobre el ambiente.

En el impacto ambiental negativo se toma en consideración, el movimiento de tierras (excavación y relleno) que pueda ocasionar partículas en suspensión en áreas circundantes al proyecto, la generación de ruido por las diferentes actividades realizadas, los desechos propios de la actividad, gases emanados por los vehículos de transporte de material, entre otros.

Como medidas de mitigación se pueden realizar las siguientes actividades:

- Manejar adecuadamente y con orden el volumen de suelo removido.
- Coordinar horario de trabajo apto para no incomodar a los vecinos del lugar con el ruido generado en las actividades.
- Mantener un área de trabajo limpia y al terminar la jornada laboral recoger toda clase de desechos que pongan en riesgo a los trabajadores y el medio ambiente.
- Proveer a los trabajadores equipo de protección personal y así reducir accidentes.

- Contar con una buena cantidad de letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores y evitar desechos molestos cerca del área de trabajo

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San José, San Lucas Sacatepéquez

Dadas las necesidades del caserío San José se presenta la propuesta de un sistema para el tratamiento de aguas residuales.

2.2.1. Descripción del proyecto

En el diseño del alcantarillado para el caserío San José se tomaron en consideración parámetros de diseño como: tasa de crecimiento poblacional, habitantes a beneficiar, tipo de sistema, la topografía del lugar y de tipo económico.

La red consta de un colector principal de longitud 811,88 m, ramales secundarios de longitud 697,57 m, 33 pozos de visita, la tubería a utilizar debe cumplir con la Norma ASTM-3034, será de PVC diámetro de 6 y 8". Se diseñaron pendientes cumpliendo con parámetros mínimos y máximos de velocidad para tubería PVC, diseño con base a especificaciones del INFOM. Se proyecta servir a 4 247 habitantes para un periodo de diseño de 30 años.

El desfogue de la red se realizará en una planta de tratamiento que la municipalidad tiene en estudio.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Esta parte es de suma importancia en proyectos de conducción de agua residual, debe ser de primer orden, se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos que afecten el entorno; se toman los datos necesarios para la representación gráfica o la elaboración de mapas del área en estudio, se separa en dos partes la altimetría y planimetría.

- Planimetría: consiste en medir distancias horizontales y azimuts (ángulos horizontales), a partir de un punto conocido.
- Altimetría: consiste en medir distancias, alturas o cotas a partir de un punto de referencia seleccionado, con esta información se presenta en forma gráfica el relieve del terreno.

En este caso el levantamiento topográfico se realizó con estación total de marca TOPCON GTS 240, prisma TOPCON GTS 240, estadal de aluminio, brújula y plomada metálica; equipo necesario para la obtención de datos; se tomaron en cuenta calles, callejones, casas, edificios, escuelas y posible terreno en donde se ubicará la planta de tratamiento, incluyendo todos los elementos que afectan el entorno del proyecto.

2.2.3. Diseño del sistema

Se consideran parámetros de diseño entre los cuales se puede mencionar habitantes a servir, tipo de sistema a utilizar, periodo de diseño, calidad de materiales de construcción, entre otros.

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Existen tres tipos de alcantarillados, dependiendo principalmente del tipo de aguas a evacuar; estos son: alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y alcantarillado combinado; todos trabajan por gravedad y la selección del sistema a utilizar depende de la funcionalidad, características del entorno a servir y lo más importante el factor económico.

- Alcantarillado sanitario: el propósito de este sistema es evacuar aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional con el fin de mejorar el saneamiento en poblaciones.
- Alcantarillado pluvial: recoge y evacua únicamente aguas de lluvia por medio de tragantes o rejillas, hacia un cuerpo receptor, que puede ser un río, riachuelo, lago o mar.
- Alcantarillado combinado: es la unión de los sistemas anteriores, recolecta agua residual y pluvial.

El caserío cuenta con servicio de agua potable, sin embargo no cuenta con un sistema de recolección de aguas negras, las mismas tienen un manejo inadecuado lo que provoca enfermedades para la población; para el efecto, se seleccionó el sistema de alcantarillado sanitario, ya que la población carece de saneamiento y con la recolección de aguas negras, se evitará que el caserío siga siendo un foco de contaminación.

2.2.3.2. Periodo de diseño

Es el tiempo para el cual se considera que el sistema funcionará de manera eficiente cumpliendo con los parámetros; este para los sistemas de

alcantarillado puede ser de 30 a 40 años, a partir de la fecha de finalización de la construcción del sistema.

Para la selección del periodo de diseño se debe tomar en consideración la vida útil de los materiales a emplear por el desgaste natural que estos presentan, crecimiento poblacional incluyendo el desarrollo urbano de la comunidad y posibles ampliaciones del sistema y fuentes de financiamiento.

Para este caso se utilizó un periodo de diseño de 30 años.

2.2.3.3. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizado se transporta por las alcantarillas, se sabe que no regresa el 100 % de la dotación de agua al sistema, por lo que este factor varía de un 75 a un 90 %, dependiendo del uso que la población le dé al agua y el clima de la región; en este caso se seleccionó un factor de retorno del 85 %.

2.2.3.4. Factor de Harmond

Denominado también factor de flujo instantáneo, calculado para regular un valor máximo de aportaciones para horas pico en conexiones domiciliarias. Su valor varía de 1,5 a 4,5, es adimensional; la ecuación es el resultado de estudios estadísticos realizados en múltiples artefactos sanitarios en viviendas, se calcula de la siguiente forma:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{p/1\,000}}{4 + \sqrt{p/1\,000}}$$

Donde:

FH= Factor de Harmond (factor flujo instantáneo)

P= Población acumulada del tramo

Población actual total a servir = 1 392 habitantes

Cálculo de población futura:

$$P_f = P_i * (1 + \text{tasa de crecimiento})^{\text{Periodo de diseño}}$$

$$P_f = 1\,392 * \left(1 + \frac{3,81}{100}\right)^{30} = 4\,274 \text{ habitantes}$$

Se procede a realizar el cálculo hidráulico proyectado a 30 años

Calculando:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{4\,274/1\,000}}{4 + \sqrt{4\,274/1\,000}} = 3,31$$

2.2.3.5. Caudal sanitario

Es el volumen de agua que será transportado por la tubería del sistema de alcantarillado, conformado por el caudal domiciliario, infiltración, conexiones ilícitas, comercial e industrial.

2.2.3.5.1. Caudal domiciliar

Son aguas que llegan al sistema de alcantarillado proveniente de las actividades diarias desarrolladas por la población en general, como el aseo, lavado de ropa, cocina, descarga de inodoros, entre otros. Tiene una relación directa con la dotación de agua potable suministrada a la población, afectada por el factor de retorno considerado; el caudal domiciliar se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{\text{Dot.} * \text{No. hab.} * \text{FR}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{\text{dom.}}$ = caudal domiciliar (lts/seg)

Dot. = dotación de agua potable (lts/ha/día)

No. hab. = número de habitantes (hab.)

FR = factor de retorno (adimensional)

Calculando:

Dot. = 130 lts/ha/día (dato proporcionado por la Municipalidad)

No. Hab. = 4 274 hab.

FR = 0,85

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{130 * 4\ 274 * 0,85}{86\ 400} = 5,47 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.5.2. Caudal de infiltración

Es el volumen de agua que se infiltra dentro de las tuberías por medio de las juntas o paredes de tubería, pozos de visita y acometidas domiciliarias; depende de la profundidad a la cual se encuentre el nivel freático, la profundidad de la tubería de conducción, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y calidad en mano de obra para la instalación de tubería.

El caudal por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo se estimará, en litros por segundo.

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:
 - Tubería de cemento: $q_i = 0,025 * \text{diámetro en pulgadas}$
 - Tubería de PVC: $q_i = 0,01 * \text{diámetro en pulgadas}$

- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático:
 - Tubería de cemento: $q_i = 0,15 * \text{diámetro en pulgadas}$
 - Tubería de PVC: $q_i = 0,02 * \text{diámetro en pulgadas}$
 -

Para este diseño se utiliza tubería PVC, se considera que la tubería quedará sobre el nivel freático, por lo tanto se calcula:

$$Q_i = 0,01 * \text{diámetro en plg} * \frac{l}{1\ 000}$$

Calculando:

$$Q_i = 0,01 * 6'' * \frac{1\ 509,44}{1\ 000} = 0,091 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.5.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este es el volumen de agua producido por conectar el agua pluvial recolectada por bajadas de techo o patios en las viviendas hacia el alcantarillado sanitario, para este concepto se agregará al caudal de diseño un 10 % del caudal doméstico. Sin embargo, en regiones donde no se cuenta con alcantarillado pluvial se puede utilizar un valor más alto, esto queda a criterio del diseñador. Es una especificación que se encuentra en el manual de diseño de alcantarillados del Infom.

Sin embargo, existen otros métodos para realizar el cálculo entre ellos se encuentra el método racional; el cual toma en consideración la intensidad de lluvia del sector en donde se ubicará el alcantarillado, el área que afecta el sistema y un coeficiente que depende de la superficie de escorrentía del agua. Este se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{cnxi} = \frac{C * i * a}{360}$$

Donde:

Q_{cnxi} = Caudal de conexiones ilícitas (lts/seg)

C = Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de lluvia (mm/hr)

a = Área tributaria (Hectáreas)

Se calcula el caudal por ambos métodos el racional y el propuesto por el Infom, se realiza la selección del valor máximo obtenido para realizar el diseño.

Método racional:

Datos:

$$C = 0,90$$

$$i = 175 \text{ mm/hr}$$

$$a = 2,26 \text{ hectáreas}$$

$$Q_{cnxi} = \frac{0,90 * 175 * 2,26}{360} = 1,00 \text{ lts/seg}$$

Cálculo según el Infom:

Ya que no se cuenta con alcantarillado pluvial en el sector y por la intensidad de lluvia en el área del municipio de San Lucas, se asume un 50% del caudal domiciliar.

$$Q_{cnxi} = 0,50 * 5,47 = 2,74 \text{ lts/seg}$$

Entonces, para realizar el diseño del alcantarillado sanitario se selecciona el valor obtenido por parámetros del Infom.

2.2.3.5.4. Caudal comercial

Es el volumen de agua proveniente del sector comercial de la población o de edificaciones comerciales, como restaurantes, hoteles, centros comerciales, etc. Este dependerá del establecimiento existente o tomado en cuenta para el diseño, oscila entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

Este caudal no se tomó en cuenta para el diseño del alcantarillado sanitario, ya que no existen comercios en el área a beneficiar.

2.2.3.5.5. Factor de caudal medio

Regula el caudal aportado por vivienda conducido por el colector principal; según parámetros de diseño brindados por el Infom, este factor debe estar dentro del rango 0,002 a 0,005. Si el cálculo del factor no está dentro de este rango, se debe utilizar el límite más cercano. Este factor es la relación que existe entre el caudal medio y el número de habitantes, se calcula:

$$F_{qm} = \frac{Q_{medio}}{\text{No. hab.}}$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio ($0,002 \leq F_{qm} \leq 0,005$)

Q_{medio} = caudal medio; $\sum (q_{dom.} + q_{inf.} + q_{cnxi.} + q_{com.} + q_{ind.})$

No. hab. = número de habitantes futuros a servir

Calculando:

$Q_{medio} = \sum (q_{dom.} + q_{inf.} + q_{cnxi.} + q_{com.} + q_{ind.})$

$$Q_{\text{medio}} = 5,47 + 0,091 + 2,74 + 0 + 0$$

$$Q_{\text{medio}} = 8,30 \text{ lts/seg}$$

$$\text{No. habitantes} = 4\ 274 \text{ hab.}$$

$$F_{qm} = \frac{8,30}{4\ 274} = 0,001942$$

Por lo tanto, para el diseño se toma el límite menor del parámetro, ya que el valor obtenido está fuera del rango de diseño. Valor a utilizar 0,002.

2.2.3.5.6. Caudal de diseño

Es el volumen de agua máximo a evacuar; el caudal de diseño establece las condiciones hidráulicas a las cuales estará sometida la tubería del alcantarillado sanitario. Este se calcula por cada tramo a diseñar y tomando en consideración la población actual y la población futura dando como resultado el caudal de diseño actual y caudal de diseño futuro, respectivamente; ambos son parámetros críticos.

El caudal de diseño se calcula según las pendientes mínimas y máximas que generen tirantes y velocidades, que eviten taponamientos por un bajo flujo de agua residual y que no sobrepase los tirantes mayores que los permisibles, para que no se desgasten los materiales que comprenden el sistema.

El caudal de diseño es directamente proporcional al factor de caudal medio, factor de Harmond y población; expresado en una ecuación de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dis}} = f_{qm} * f_H * \text{No. hab.}$$

Donde:

Qdis = caudal de diseño (lts/seg)

Fqm = factor de caudal medio

FH = factor de harmond

No. hab. = número de habitantes (actual o futuro dependiendo del cálculo)

Calculando:

Fqm = 0,002

FH = 3,31

Habitantes = 4 274 hab.

$$Qdis = 0,002 * 3,31 * 4,274 = 28,27 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.6. Tipo de tubería a utilizar

La selección de la tubería a utilizar en este proyecto se rige por las condiciones que influyen a la construcción del alcantarillado tales como: economía, durabilidad, fácil instalación, capacidad hidráulica y hermeticidad.

En este caso el diseño del sistema de alcantarillado para la municipalidad utilizará tubería PVC junta rápida Norma D-3034, la cual cumple con los requisitos y características que demandan los parámetros de diseño.

2.2.3.7. Diseño de secciones y pendientes

En el diseño se aplicará la ecuación de Manning, transformada al sistema métrico; debido a que el análisis es para una sección circular que trabajará

como un canal abierto transportando las aguas negras a evacuar. Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en su extremo más bajo.

El cálculo de velocidad, diámetro y pendiente se podrán realizar con la siguiente ecuación:

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

Donde:

V= velocidad del flujo a sección llena

D= diámetro de la tubería

S= pendiente de la gradiente hidráulica

N= coeficiente de rugosidad de Manning (0,009 para tubería PVC)

2.2.3.7.1. Velocidades máximas y mínimas de diseño

Las velocidades en el diseño del sistema deben cumplir con estar dentro del rango siguiente, según Infom:

$$0,6 \text{ m/s} \leq V \leq 3,00 \text{ m/s}$$

Estos parámetros se deben cumplir debido a que velocidades bajas pueden provocar la decantación de los sólidos, obstruyendo así la tubería y velocidades altas producen efectos dañinos por la suspensión de sólidos (piedras, arena, etc.), pueden provocar daños de impacto o efectos abrasivos en la tubería.

En especificaciones certificadas según fabricantes de tubería los valores del rango varían, con velocidades máximas de 6 u 8 m/s y mínima de 0,4 m/s; sin embargo en este proyecto por ser del estado, se cumple con parámetros establecidos por el Infom.

2.2.3.7.2. Cotas invert

Es la cota o altura que determina la posición de la parte inferior de la tubería dentro del sistema de alcantarillado. Se obtiene considerando la pendiente de la tubería y la distancia en un tramo del sistema. Estas también nos ayudarán a determinar la altura de los pozos de visita tomando en consideración:

- La cota invert de salida de un pozo se debe colocar mínimo 3 cms debajo de la cota invert de entrada más baja al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo de visita es menor que la tubería que sale del pozo, la cota de salida será como mínimo la diferencia de los diámetros.
- Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería de entrada y la de salida del pozo de visita sea mayor de 0,70 m, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

2.2.3.8. Pozos de visita

Utilizados para verificar el correcto funcionamiento del alcantarillado sanitario y localizar posibles taponamientos, si se diera el caso en el alcantarillado, serán diseñados para colocarse en los siguientes puntos:

- En cambios de diámetro de tubería
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores o ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta

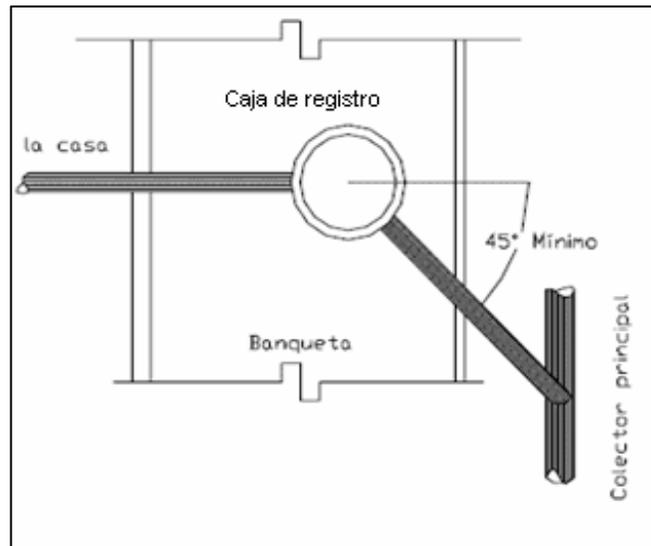
Los pozos de visita propuestos en el proyecto serán construidos de tubos de concreto colocados verticalmente, para mayor facilidad de construcción y por ser una modalidad que la Municipalidad de San Lucas ha aplicado con buenos resultados.

2.2.3.9. Conexiones domiciliarias

Está compuesto por una caja domiciliar o candela domiciliar, la cual será construida de tubería de concreto con un diámetro mínimo de 12 plg, impermeabilizada en el fondo, con su respectiva tapadera para verificar su adecuado funcionamiento y construida como mínimo 1 metro abajo del nivel del suelo.

La tubería de la conexión domiciliar debe tener un diámetro menor al de la tubería del colector principal, pero mínimo de diámetro de 4", la pendiente de este tramo puede variar entre 2 % y 6 % dependiendo del caso; la conexión al colector principal debe tener un ángulo de 45° a favor del sentido de la corriente interna del colector principal.

Figura 40. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.10. **Profundidad de tubería**

La profundidad de la tubería es afectada principalmente por factores como: el tirante hidráulico, el caudal transportado, las velocidades y pendientes del terreno.

Se considera una altura mínima que permita la protección de la tubería hacia cargas externas causadas por el tránsito en el lugar, las inclemencias del tiempo o accidentes fortuitos. A continuación se presenta profundidades mínimas requeridas para las tuberías dependiendo del diámetro, medida desde la superficie hasta la parte superior de la tubería en cualquier punto de su longitud.

Tabla XXXI. **Profundidades mínimas de tubería respecto al nivel del suelo**

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"
Tránsito Normal	1,20 m	1,25 m	1,35 m	1,40 m	1,50 m	1,60 m	1,65 m	1,85 m	2,00 m
Tránsito Pesado	1,40 m	1,45 m	1,55 m	1,60 m	1,70 m	1,80 m	1,85 m	2,05 m	2,20 m

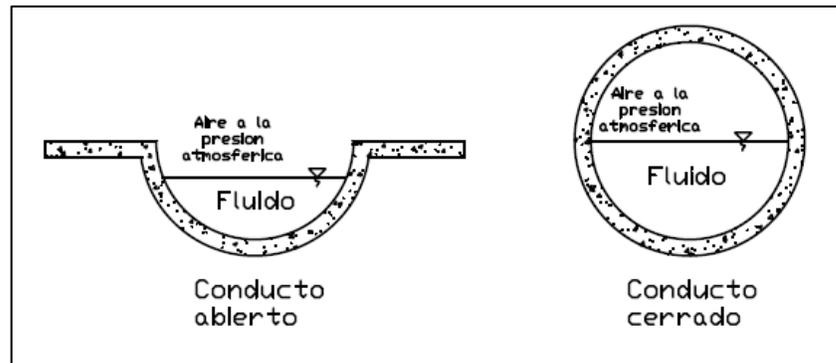
Fuente: Amanco. *Manual de bolsillo* Novas. p. 8.

2.2.3.11. Principios hidráulicos

Las alcantarillas se proyectan como canales abiertos que transportan el agua por acción de la gravedad, determinado por la pendiente y la superficie del material del cual se compone el canal, sin la acción de fuerzas de presión, es decir, trabaja a presión atmosférica.

La sección del canal puede ser abierta o cerrada, como se muestra en la figura 39, en el caso de alcantarillas sanitarias se emplean canales cerrados-circulares. Para el diseño se permite que el tirante de la tubería llegue a trabajar en un 75 % de la sección total de la tubería, esto conservará el principio de trabajo a presión atmosférica. Eventualmente, se produce presión debido a formación de gases.

Figura 41. Sección del canal



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.11.1. Relaciones hidráulicas

El cálculo del sistema de alcantarillado exige determinar numerosos valores de velocidades, caudales, diámetros de tubería, tirantes y pendientes; para determinarlos rápidamente se ha diseñado un monograma basado en la ecuación de Manning, el cual simplifica el proceso de cálculo en cuestión de tiempo y cantidad de trabajo. Se ha formulado una tabla que a continuación se explica brevemente su uso:

- Primero, se debe determinar el caudal a sección llena y la velocidad
- Segundo, con el caudal de diseño y el caudal a sección llena se hace la relación $q_{dis}/Q_{sección\ llena}$
- Tercero, se procede a buscar el valor de la relación de caudales en la tabla de relaciones hidráulicas

- Cuarto, se determinan valores de relación de velocidades ($v_{dis}/V_{sección\ llena}$) y la relación de tirantes ($d_{dis}/D_{sección\ llena}$)
- Quinto, de la relación de velocidades se despeja v_{dis} para encontrar la velocidad de circulación del agua dentro de la tubería
- Sexto, la relación de tirantes debe estar comprendida dentro de los límites $0,10 \leq d_{dis}/D_{sección\ llena} \leq 0,75$

Tabla XXXII. **Tabla de relaciones hidráulicas**

d/D	q/Q	v/V
0,1	0,020878	0,401157
0,11	0,025498	0,426042
0,12	0,030585	0,449964
0,13	0,036135	0,473014
0,14	0,042145	0,495268
0,15	0,048609	0,51679
0,2	0,087571	0,61506
0,21	0,096647	0,633094
0,22	0,106134	0,650652
0,23	0,116024	0,667755
0,24	0,12631	0,684422
0,25	0,136982	0,70067
0,26	0,148032	0,716516
0,27	0,159452	0,731973
0,28	0,171231	0,747054
0,29	0,183361	0,761771
0,3	0,195831	0,776135
0,31	0,208633	0,790156
0,32	0,221755	0,803842
0,33	0,235187	0,817203
0,34	0,248919	0,830244
0,35	0,26294	0,842975
0,36	0,277239	0,855401
0,37	0,291805	0,867528
0,38	0,306626	0,879362
0,39	0,321691	0,890908
0,4	0,336988	0,90217
0,41	0,352505	0,913154
0,42	0,36823	0,923862
0,43	0,384151	0,934299
0,44	0,400255	0,944467
0,45	0,41653	0,954371
0,46	0,432962	0,964012
0,47	0,449538	0,973393
0,48	0,466246	0,982517

Continuación de la tabla XXXII.

0,49	0,483071	0,991385
0,55	0,585711	1,039313
0,56	0,602964	1,04643
0,57	0,620219	1,0533
0,58	0,637461	1,059922
0,59	0,654673	1,066296
0,6	0,67184	1,072422
0,61	0,688945	1,0783
0,62	0,705972	1,083927
0,63	0,722903	1,089305
0,64	0,739721	1,09443
0,65	0,756408	1,099301
0,7	0,837238	1,119774
0,71	0,852745	1,123072
0,72	0,867985	1,126096
0,73	0,882936	1,12884
0,74	0,897575	1,131301
0,75	0,911878	1,133473
0,8	0,977467	1,139742
0,81	0,989203	1,140015
0,82	1,000405	1,139936
0,83	1,011038	1,139489
0,84	1,021064	1,138659
0,85	1,03044	1,137427
0,88	1,054195	1,131077
0,89	1,060466	1,127975
0,9	1,065797	1,124311
0,91	1,070103	1,120032
0,92	1,073278	1,115068
0,93	1,075192	1,109329
0,94	1,075679	1,102691
0,95	1,074515	1,094983
0,98	1,056694	1,061762

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.12. Cálculo hidráulico

Para el diseño se toman en cuenta todos los parámetros establecidos por las normativas a seguir, pero quizá el aspecto más importante es la topografía del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería, afecta directamente la profundidad de pozos y cotas invert en el diseño. Los detalles se presentan en la hoja de cálculo adjunta en anexos y se ejemplifica a continuación.

2.2.3.12.1. Ejemplo de diseño de un tramo

Se calcula el tramo que va desde el pozo de visita 2 hacia el de visita 3, para el cual se toman en cuenta los siguientes parámetros de diseño.

Tramo de PV-2 a PV-3

Datos para diseño:

Longitud = 80,72 mts

Cota inicial = 97,95

Cota final = 97,27

Población actual = 306 hab.

Tasa de crecimiento = 3,81%

Dotación domiciliar de agua potable = 130 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,85

Periodo de diseño = 30 años

Fqm = 0,002

- Cálculo de la población futura:

$$Pf = 306 * \left(1 + \frac{3,81}{100}\right)^{30} = 940 \text{ hab.}$$

- Factor de Harmond:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{940}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{940}{1\,000}}} = 3,82$$

- Cálculo del caudal de diseño

$$Q_{dis} = \text{núm. habitantes} * FQ_m * FH$$

$$Q_{dis} = 940 \text{ hab} * 0,002 * 3,82 = 7,17 \text{ lts/seg}$$

Se procede a realizar el cálculo hidráulico utilizando ecuación de Manning:

- Se propone el diámetro de la tubería y la pendiente

Diámetro: 6"

Pendiente: la pendiente del terreno $\rightarrow S_{\text{terreno}} = \frac{C_i - C_f}{D} * 100$

$C_i = 97,95$

$C_f = 97,27$

$$S_{\text{terreno}} = \frac{97,95 - 97,27}{80,72} * 100 = 0,84\%$$

- Cálculo de velocidad a sección llena:

$$V = \frac{1}{0,009} * 0,03429 * 6^{2/3} * 0,0084^{1/2} = 1,16 \text{ m/s}$$

- Cálculo de caudal a sección llena:

$$Q = V * A$$

$$Q = 1,16 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{\pi}{4} \left[\frac{6 * 2,54}{100} \right]^2 = 0,02116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1000 \frac{\text{lbs}}{\text{m}^3} = 21,16 \text{ lbs/seg}$$

Relación

$$\frac{Q_{\text{dis}}}{Q_{\text{llena}}} = \frac{7,17 \text{ lbs/seg}}{21,16 \text{ lbs/seg}} = 0,003388$$

De la tabla se obtiene:

- Relación de velocidades

$$\frac{V_{\text{dis}}}{V_{\text{llena}}} = 0,902170$$

De la relación de velocidades se despeja v_{dis} , entonces:

$$V_{\text{dis}} = 0,902170 * 1,16 \text{ m/s} = 1,05 \text{ m/s}$$

Velocidad que cumple con los parámetros de diseño.

- Relación de tirantes

$$\frac{d}{D} = 0,34$$

Tirante que cumple con parámetros de diseño.

- Se realiza el cálculo de las cotas invert:
- Cálculo de $C_{is\ PV-2}$

Altura de PV-2 = 1,46 mts altura obtenida del cálculo del tramo anterior

$$C_{is\ PV-2} = \text{cota PV} - 2 - H_{\text{pozo}}$$

$$C_{is\ PV-2} = 97,95 - 1,46 = 96,49$$

- Cálculo de $C_{ie\ PV-3}$

$$C_{ie\ PV-3} = C_{is\ PV-2} - \left(\frac{S_{\text{tubo}} * D}{100} \right)$$

Donde:

$C_{ie\ PV-3}$ = cota invert de entrada en PV-3

$C_{is\ PV-2}$ = cota invert de salida en PV-2

S_{tubo} = pendiente del tubo (%)

D = distancia del tramo

Entonces:

$$C_{ie\ PV-3} = 96,52 - \left(\frac{0,84 * 80,72}{100} \right) = 95,81$$

$$C_{is\ PV-3} = 95,81 - 0,03 = 95,78$$

- Altura de pozos de visita

$$\text{PV-2} = 1,46 \text{ mts}$$

$$\text{PV-3} = 97,27 - 95,78 = 1,49 \text{ mts}$$

La tabla resumen del cálculo hidráulico del diseño del alcantarillado sanitario se encuentra en el apéndice 1.

2.2.3.13. Evaluación inicial de impacto ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso formal utilizado para predecir las consecuencias que la ejecución de un proyecto planificado pueda tener sobre el ambiente e integridad en ecosistemas. Cabe mencionar que el término impacto, no implica consecuencias negativas, ya que se puede dar el caso de consecuencias positivas sobre el ambiente.

Actualmente, se ve afectado el ambiente y la salud de los vecinos de la aldea, porque las aguas residuales se desechan sobre el suelo y en algunos casos en fosas que contaminan el manto freático. En algunos puntos se estanca el agua generando lodo y un ambiente que permite la proliferación de zancudos portadores de enfermedades; por lo que en este momento hay un impacto negativo sobre el ambiente.

Aún durante la ejecución del proyecto se presentará un impacto negativo sobre el ambiente por la remoción de suelo, que, dependiendo del viento, generará polvo, la dificultad al transitar en el sector y la constante generación de agua residual serán causa de alteración negativa del ambiente. Finalizado el proyecto se observará un impacto ambiental positivo, la conducción del agua residual hacia un punto controlado de desfogue para su tratamiento y la

eliminación de puntos de agua estancada que permitan la proliferación de zancudos portadores de enfermedades serán las causas de beneficio para el ambiente. Todo esto lleva a una notable calidad de vida para la población de la aldea.

2.2.3.14. Propuesta de tratamiento

Según Normas del Infom, el agua residual debe someterse a un tratamiento primario, pero si existen normas o regulaciones que exijan mayor nivel de tratamiento, se deberá atender esa exigencia.

Aunque existe gran variedad de posibilidades de tratamiento, se deberá efectuar el estudio de las opciones en el siguiente orden:

- Lagunas de estabilización.
- Tratamiento primario por fosas sépticas o tanques Imhoff, con secado de lodos y disposición del efluente en el subsuelo o por irrigación extensa.
- Igual a lo anterior agregando tratamiento secundario por filtros percoladores y sedimentación secundaria o por algún tipo de biofiltro, para descargar en corrientes de agua.
- Tratamientos que sean adecuados al medio y que den un efluente con características iguales o mejores que los indicados previamente.

Para este proyecto se recomienda un tratamiento primario por medio de fosa séptica, para cumplir con la remoción de sólidos en suspensión por medio de procesos físicos como la sedimentación, disminuyendo la demanda bioquímica de oxígeno y organismos coniformes. Para complementar el proceso de depuración del agua residual al final de la fosa séptica se debe disponer de pozos de absorción, zanjas filtrantes o algún otro tipo de tratamiento

secundario, para de esta manera regresar el agua con una mejor calidad a los mantos freáticos o el cuerpo receptor.

2.2.3.14.1. Diseño de fosas sépticas

En la mayoría de ocasiones es de forma rectangular, diseñada para que el agua permanezca realizando su proceso, en un tiempo determinado, debido a la descomposición de la materia orgánica por la acción de las anaeróbicas (bacterias que realizan su metabolismo en ausencia de oxígeno), a esto se le denomina periodo de retención. En el diseño de fosas sépticas se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Periodo de retención 12 a 24 horas.
- Lodos acumulados por habitante y por periodo de limpieza, de 30 a 60 litros por habitante al año.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A de 2/1 a 4/1.
- La capacidad máxima para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Parámetros adoptados para el diseño de la fosa séptica del proyecto:

Se toma en consideración las 712 casas a servir en el futuro, pero por parámetros normados se acepta un máximo de 60 casas por fosa, por lo tanto se propone realizar una batería de 12 fosas sépticas para que cada fosa trabaje con el caudal suministrado por 59 casas.

Periodo de retención (T) = 24 horas (1 día)

Flujo volumétrico de desechos; gasto (q) = 180 lts/h/d

Factor de retorno (FR) = 0,85

Número de habitantes servidos (N) = 354 habitantes (59 casas)

Lodos acumulados = 45 lts/h

Relación largo/ancho = 2/1

Periodo de limpieza = 5 años

- Cálculo del caudal

$$Q = q * N$$

$$Q = 180 \frac{\text{lts}}{\text{h}} * 354 \text{ h} = 63\,720 \frac{\text{lts}}{\text{dia}}$$

- Cálculo del volumen

$$v = Q * T$$

$$v = 63\,720 \frac{\text{lts}}{\text{dia}} * 1 \text{ dia} = 63\,720 \text{ lts} = 63,72 \text{ mts}^3$$

- Cálculo de volumen para lodos

$$v = N * \text{gasto de lodos}$$

$$v = 354 \text{ hab} * 45 \frac{\text{lts}}{\text{hab}} = 15\,930 \text{ lts} = 15,93 \text{ m}^3 * 5 \text{ años} = 79,65 \text{ m}^3$$

- Volumen total de fosa séptica

$$V = v_1 + v_2$$

$$V = 63,72 \text{ m}^3 + 79,65 \text{ m}^3 = 143,37 \text{ m}^3$$

- Dimensiones

$$V = L * H * A$$

Donde:

V = volumen total

L = Longitud

H = Altura

A = Ancho

Pero sabemos que $L/A=2$ entonces $L=2A$; al sustituir en la ecuación

$$V = 2A * H * A$$

$$V = 2 * A^2 * H$$

Se propone $H= 3$ m

$$A^2 = \frac{V}{2 * H} = \frac{143,37 \text{ m}^3}{2 * 3 \text{ m}} = 23,90 \text{ m}^2$$

$$A = \sqrt{23,90 \text{ m}^2} = 4,89 \text{ m}$$

$$L = 2 * A = 2 * 4,89 \text{ m} = 9,78 \text{ m}$$

- Dimensiones finales de cada una de las 12 fosas sépticas

$$L = 9,80 \text{ m}$$

$$A = 4,90 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

Estas dimensiones dan como resultado un volumen real a tratar de 144.06 mts³, para cada una de las fosas sépticas.

- Diseño estructural de fosas sépticas

Diseño de losa:

El diseño se realizará por el método 3 del código ACI

Dimensiones:

Largo= 4,9 m

Ancho=4,9 m

Determinando coeficientes de momentos:

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a= lado corto de la losa

b= lado largo de la losa

Calculando:

$$m = \frac{4,9}{4,9}$$

$$m = 1$$

Debido a que $m=1$ el armado de la losa deberá ser en dos sentidos, se aplica el caso 1 del método 3 del código de ACI.

Determinando espesor de losa

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{(2*4,9)+(2*4,9)}{180} = 0,11\text{mts Integración de cargas:}$$

Carga muerta

C. M. = peso de losa + sobrecarga

$$C. M. = \left(2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11\text{mts} * 1\text{mt} \right) + \left(60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1\text{mt} \right) = 324 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

$$C. V. = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1\text{mt} = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Determinación de carga ultima:

$$C. U. = 1,4 * C. M. + 1,7 * C. V.$$

$$C. U. = \left(1,4 * 324 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + \left(1,7 * 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = 623,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Determinando momentos actuantes en losa:

Según el caso 1 del método 3 del ACI, los momentos negativos en losa son nulos, entonces se considera un tercio del momento positivo

Cálculo de momentos positivos:

Ecuación:

$$m_a = C_{a\ c.m.} * C. M. U. * a^2 + C_{a\ c.v.} * C. V. U. * a^2$$
$$m_b = C_{b\ c.m.} * C. M. U. * b^2 + C_{b\ c.v.} * C. V. U. * b^2$$

Calculando:

$$m_a = m_b$$

$$m_a = \left(0,036 * 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 4,9^2\right) + \left(0,036 * 453,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 4,9^2\right) = 539 \text{ kg} * \text{m}$$

Diseño del armado de la losa

El diseño del armado se realizará para una franja unitaria equivalente a 1 metro, espesor de losa de 0,11 metros, recubrimiento de 2,5 centímetros, un f'_c de 210 kg/cm² y f'_y de 2 810 kg/cm².

Acero mínimo:

$$A_{s\min} = \frac{14,1}{f'_y} * b * d$$

Donde:

$f'y$ = límite de fluencia del acero (kg/cm²)

b = base (cm)

d = peralte de losa (cm)

Calculando:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 8 = 4,01\text{cm}^2$$

Momento que resiste área de acero mínima:

$$M_{As_{\min}} = \varphi * \left[A_{s_{\min}} * f'y * \left(d - \frac{A_{s_{\min}} * f'y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

Donde:

φ =factor de reducción de la resistencia

$A_{s_{\min}}$ =área de acero mínima (cm²)

$f'y$ =límite de fluencia del acero (kg/cm²)

d =peralte de la losa (cm)

$f'c$ =resistencia a compresión del concreto (kg/cm²)

b = base de la franja unitaria (cm)

Calculando:

$$M_{as_{\min}} = 0,9 * \left[4,01 * 2\ 810 * \left(8 - \frac{4,01 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 77\ 929,39\ \text{kg} * \text{cm}$$

$$M_{asmin} = 779,29\text{kg} * \text{m}$$

Debido a que el momento que resiste el área de acero mínimo es mayor al momento actuante, se utilizará el área de acero mínimo para calcular espaciamiento del armado de acero.

Determinación del espaciamiento:

Se propone utilizar varilla núm. 3

$$S = A_{s3} * \frac{F. U.}{A_{smin}}$$

Donde:

A_{s3} = área de acero varilla núm. 3 (cm²)

F.U.= franja unitaria (cm)

A_{smin} =área de acero mínimo (cm²)

Calculando:

$$S = 0.71 * \frac{100}{4,01} = 17,71\text{cm}$$

$$S_{seleccionado} = 18\text{cms}$$

La losa se armará con varillas núm. 3 @ 18 cms en ambos sentidos.

Diseño de viga:

Predimensión de viga:

$$H = \frac{l}{18}$$

Integración de cargas:

$$C. M._{viga} = C. M._{losa} + \text{peso propio viga}$$

Calculando carga sobre viga ejercida por losa:

$$C. M._{losa} = \frac{\text{Area tributaria} * W_{losa}}{l_{viga}}$$
$$C. M._{losa} = \frac{6 \text{ m}^2 * 264 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{4,9 \text{ m}} = 323,27 \text{ kg} * 2 = 646,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Calculando peso propio de viga:

$$P. P._{viga} = P. U._{\text{concreto armado}} * b * h$$
$$P. P._{viga} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,15 \text{ m} * 0,30 \text{ m} = 108 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Calculando carga muerta en viga:

$$C. M._{\text{viga}} = 646,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 108 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 754,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Calculando carga última en vigas, considerando C.V.=100 kg/m

$$C. U. = 1,4 C. M. + 1,7 C. V.$$

$$C. U. = \left(1,4 * 754,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + \left(1,7 * 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = 1 226,36 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Calculando momento máximo en viga:

$$M_{\text{max}} = \frac{W * l^2}{8}$$

Donde:

M_{max} = momento máximo (kg*m)

W = carga distribuida (kg/m)

L= longitud del elemento (m)

Calculando:

$$M_{\text{max}} = \frac{1 226,36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 4,9 \text{ m}^2}{8} = 3 680,61 \text{ kg} * \text{ m}$$

Calculando área de acero mínimo:

$$A_{S_{\text{min}}} = \frac{14,1}{2 810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} * 15 \text{ cm} * 27 \text{ cm} = 2,03 \text{ cm}^2$$

Calculando momento que resiste área de acero mínimo:

$$M_{asmin} = 0,9 * \left[2,03 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left(27\text{cm} - \frac{2,03 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 15 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$= 133\,145,74 \text{ kg} * \text{cm} = 1331,46 \text{ kg} * \text{m}$$

El área de acero mínimo no resiste el momento actuante sobre la viga por lo tanto se calcula área de acero para momento máximo.

$$A_{SMmax} = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_{max} * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f'y}$$

Donde:

b = base (cm)

d = peralte (cm)

M_{max} = momento máximo (kg*m)

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión (kg/cm²)

$f'y$ = límite de fluencia del acero (kg/cm²)

$$A_{SMmax} = \left[(15 * 27) - \sqrt{(15 * 27)^2 - \frac{3\,680,61 * 15}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 6,11\text{cm}^2$$

Diseño de viga a flexión:

Se considera:

Si $V_{actuante} < V_{resistente}$, el espaciamiento de estribos debe ser $S_{max}=d/2$

Si $V_{actuante} > V_{resistente}$, diseñar estribos

Calculando corte resistente del concreto:

$$V_{res} = 0,53 * \sqrt{f'c}$$

$$V_{res} = 0,53 * \sqrt{210} * 0,85 * 15 * 27 = 2\,643,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Calculando corte actuante:

$$V_u = \frac{1\,226,36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 4,9\text{m}}{2} = 3\,004,58 \text{ kg}$$

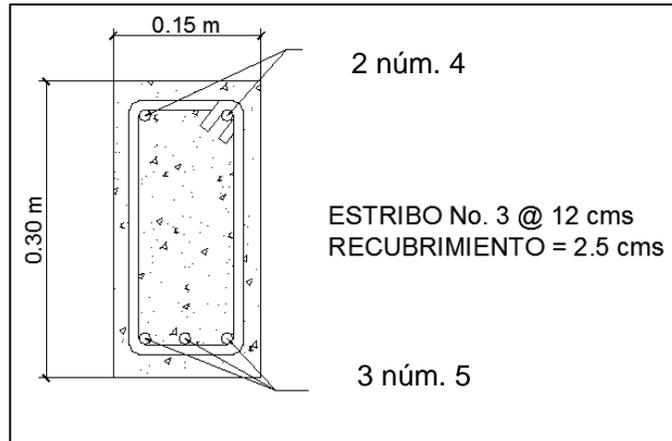
$$V_a = \frac{3\,004,58\text{kg}}{0,85 * 15\text{cm} * 27\text{cm}} = 8,73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Debido a que $V_{res} > V_{act}$ el espaciamiento de los estribos se expresa como:

$$S_{max} = \frac{27\text{cms}}{2} = 13,5 \text{ cms}$$

$$S_{seleccionado} = 12 \text{ cms}$$

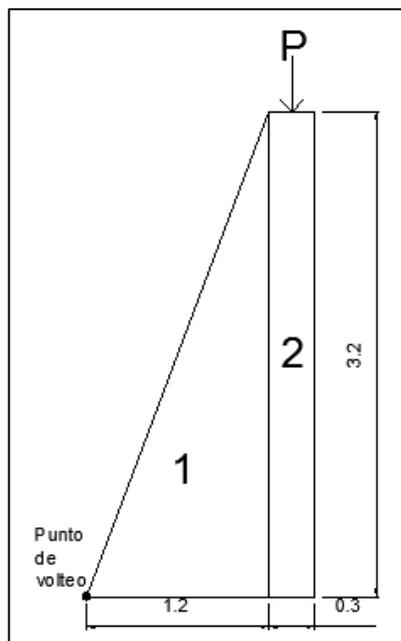
Figura 42. **Sección viga de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, con el programa AutoCAD 2013.

Diseño estructural del muro de la fosa séptica:

Figura 43. **Geometría de muro por gravedad**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$P. U_{\text{concreto ciclopeo}} = 2\,700 \text{ kg/m}^3$$

$$P. E_{\text{agua}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = 22,56 \text{ ton/m}^2$$

Tabla XXXIII. **Momento estabilizador de muro**

Figura	Área (m ²)	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento (kg*m)
1	2,63	7 101	1	7 101
2	0,96	2 592	1,65	4 276,80
Σ Peso		9 693	Σ Mr	11 377,80

Fuente: elaboración propia.

Calculando momento debido a carga puntual

$$M_{\text{carga}} = P_c * F. U. * \text{brazo}$$

Donde:

M_{carga} = momento ejercido por carga puntual

P_c = carga puntual ($W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$)

F.U = franja unitaria

Brazo = distancia de carga puntual al punto de volteo

$$M_{\text{carga}} = \left(108 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 646,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) * 1,00\text{m} * 1,65\text{m} = 1\,244,99 \text{ kg} * \text{m}$$

Calculando momento actuante:

$$M_{act} = F_a * \text{brazo}$$

Donde:

F_a = fuerza actuante debida al agua

Brazo = distancia de fuerza activa hacia el punto de volteo

$$F_a = F \cdot E_{\text{agua}} * \frac{h^2}{2} * F. u.$$

$$F_a = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{3,20\text{m}^2}{2} * 1,00\text{m} = 5\,120\text{kg}$$

$$M_{act} = 5\,120\text{kg} * 1,06 = 5\,427,20 \text{ kg} * \text{m}$$

El muro de gravedad debe cumplir con los siguientes chequeos:

Factor de seguridad contra volteo $F_{sv} > 1,5$

Factor de seguridad contra deslizamiento $F_{sd} > 1,5$

Chequeo de presiones $P_{max} < V_s$

- Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{(M_r + M_{act})}{M_{act}}$$

Donde:

F_{sv} = factor de seguridad contra deslizamiento

M_r = momento resistente por el peso del muro

M_c = momento provocado por carga puntual

M_{act} = momento actuante

$$F_{sv} = \frac{(11\,377,80 + 1\,244,99)}{5\,427,20} = 2,33$$

El muro no fallará por volteo

- Chequeo contra deslizamiento

$$F_{sd} = \frac{W_{losa} + W_{viga} + W_{muro}}{F_a}$$

Donde:

F_{sd} = factor de seguridad contra deslizamiento

W_{losa} = carga de losa en franja unitaria

W_{viga} = carga de viga en franja unitaria

W_{muro} = carga de muro en franja unitaria

$$F_{sd} = \frac{646,54 \text{ kg} + 108 \text{ kg} + 9\,693 \text{ kg}}{5\,120 \text{ kg}} = 2,04$$

El muro no fallará por deslizamiento

- Chequeo de presiones:

Excentricidad:

$$e = \frac{b}{2} - a$$

Donde:

e = excentricidad

b = base

a = coeficiente

Determinando coeficiente "a":

$$a = \frac{M_r + M_c - M_{act}}{W_{muro} + W_{losa} + W_{viga}}$$
$$a = \frac{11\,377,80 + 1\,244,99 - 5\,427,2}{9\,693 + 646,54 + 108} = 0,69$$

Determinando excentricidad:

$$e = \frac{1,80m}{2} - 0,69 = 0,21$$

Calculo de módulo de sección por metro lineal:

$$S_x = \frac{1}{6} * (\text{base})^2 * F. U.$$

$$S_x = \frac{1}{6} * (1,80)^2 * 1 = 0,54$$

Cálculo de presiones:

$$P_{\max-\min} = \frac{W_{\text{total}}}{A_{\text{base}}} \pm \frac{W_{\text{total}} * e}{S_x}$$

Donde:

$P_{\max-\min}$ = presión máxima o mínima

W_{total} = carga distribuida en franja unitaria de muro, losa y viga

A_{base} = área de la base del muro

e = excentricidad

S_x = módulo de sección

$$P_{\max-\min} = \frac{10\,447,54\text{kg}}{1,80\text{m} * 1,00\text{m}} \pm \frac{10\,447,54\text{kg} * 0,21}{0,54}$$

$$P_{\max} = 9\,867,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 9,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\min} = 1\,741,26 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1,74 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

El muro cumple con chequeos de diseño, por lo tanto, las dimensiones propuestas son adecuadas para resistir cargas a las que estará sometido el muro.

2.2.3.14.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

En el caso de este proyecto no se toma en consideración el diseño y la realización de pozos de absorción, ya que la batería de fosas sépticas se

encuentra al lado de un cuerpo receptor, en el cual se puede desfogar toda el agua tratada proveniente de las fosas sépticas

2.2.3.15. Plan de operación y mantenimiento del sistema

Se requiere de programas de inspección para verificar la condición del alcantarillado que ayudarán a tener una planificación del mantenimiento adecuado del alcantarillado. Cuando el alcantarillado se encuentra en uso aumenta el riesgo de obstrucciones y el deterioro de sus componentes, por esta razón la limpieza e inspección de los colectores del sistema son de suma importancia para mantener el correcto funcionamiento del sistema, esto implica, si obtiene un correcto mantenimiento, extender la vida útil del sistema de beneficio para la comunidad.

Los únicos servicios que se deben conectar al sistema de alcantarillado interno son inodoros, duchas, lavamanos y pilas.

Por ningún motivo se debe permitir el ingreso al sistema de alcantarillado los siguientes componentes:

- Agua de lluvia
- Grasas y aceites procedentes de garajes, talleres de mecánica y plantas industriales
- Alquitranes o aceites vegetales o minerales y sus derivados
- Pinturas, barnices, lacas, entre otros.
- Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenaje

- Desechos sólidos mayores de 2" de diámetro, para lo cual deberá colocarse una rejilla en el drenaje de la pila.
- Soda cáustica u otro material corrosivo que pueda alterar el pH y dañar la vida microbiana en la fosa séptica
- Aguas cuya temperatura sea mayor de 65 °C.

Los usuarios del servicio deben abstenerse, en general, de arrojar al sistema de drenaje interno los siguientes materiales: trapos, basuras, papeles diferentes al higiénico u otro tipo de implementos o desperdicios en las pilas e inodoros.

Debido a que el sistema se diseña estrictamente como sanitario, se deberá ejercer un estricto control para evitar que las conexiones de agua de lluvia, tanto las procedentes de patios o techos como las de las calles, sean conectadas por los vecinos a la red de drenaje.

El mantenimiento del sistema de alcantarillado se deriva en dos partes el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo:

- Mantenimiento preventivo: es la acción de protección de las partes del sistema de drenaje, con la finalidad de evitar daños y disminuir percances asegurando la continuidad del servicio.
- Mantenimiento correctivo: es la acción de reparación de daños y desperfectos de los elementos que constituyen el sistema, pueden suceder por desgaste, accidentes o desastres naturales.

El mantenimiento del sistema se debe realizar en cada uno de sus componentes de la siguiente manera:

Acometidas domiciliarias: son el inicio del sistema, habrá que darles limpieza por lo menos una vez al año, se realiza introduciendo una varilla de 3/8" y realizando un movimiento que elimine todo elemento que se haya quedado estancado.

Tubería central: se limita a mantenimiento correctivo, en casos de taponamiento o fugas ocasionadas por múltiples razones, entre las más importantes se puede mencionar exceso de peso sobre los caminos donde se instala la tubería, trabajos de construcción en áreas aledañas a la tubería, etc. En el caso de viviendas nuevas que deseen conectarse al sistema de drenaje deberán tener las consideraciones técnicas necesarias y velar porque la instalación quede de buena manera, así como que el recubrimiento de la tubería se realice de la mejor manera posible para evitar que esta conexión se convierta en un punto vulnerable del sistema.

Pozos de visita: el mantenimiento se circunscribe a limpieza periódica, aproximadamente una vez al año, esto se realizará destapando los pozos y haciendo una limpieza con una varilla de 3/8".

Considerando que los pozos de visita tienen como función principal la de inspección, estos se convierten en un elemento primordial en el mantenimiento correctivo del sistema, en el momento que exista un taponamiento en la tubería será por medio de los pozos de visita que se podrá identificar el punto exacto del taponamiento, se deberá tener cuidado con el mantenimiento de las tapaderas de los pozos de visita, ya que son unidades muy sensibles a quebraduras, especialmente en caminos con tráfico pesado.

2.2.3.16. Elaboración de planos finales del sistema

Se elaboraron planos que contienen la planta general y perfiles del sistema, detalles de pozos de visita, acometidas y fosas sépticas. Los planos deben contener toda la información necesaria, tales como cotas del terreno, cotas invert de entrada y de salida, ubicación y distancia de pozos de visita, diámetro de tubería, cantidad de tubos, pendiente del terreno y de tuberías.

Se elaboraron 9 planos los cuales son:

- Planta densidad de vivienda
- Planta topográfica
- Planta general del alcantarillado sanitario
- Planta – perfil 1
- Planta – perfil 2
- Planta – perfil 3
- Detalle de pozo de visita
- Detalle de acometida domiciliar
- Planta perfil fosa séptica, armado de losa y detalle de viga

2.2.3.17. Presupuesto

Se realizó el presupuesto aplicando el procedimiento y criterios del caso de la edificación, utilizando un factor de indirectos del 35 %.

Tabla XXXIV. Presupuesto, alcantarillado sanitario

CUADRO DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
NOMBRE PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ				
MUNICIPIO:		San Lucas Sacatepéquez				
DEPARTAMENTO:		Sacatepéquez				
1. DRENAJE SANITARIO						
núm	RENLÓN	GRUPO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.1	Limpieza, trazo y estaqueado (incluye remoción de adoquín)	preliminares	1 509,44	M	Q 13,06	Q 19 709,26
1.2	Replanteo topográfico	Topografía	1 509,44	M	Q 2,90	Q 4 377,38
1.3	Excavación línea de drenaje h=variable m	excavación	3 414,00	M ³	Q 101,16	Q 345 360,24
1.4	Tubería PVC (diam. 6") de Norma ASTM-D3034	tubería	1 484,44	M	Q 235,78	Q 350 001,26
1.5	Tubería PVC (diam. De 8") de Norma ASTM-D3034	tubería	30,00	M	Q 358,76	Q 10 762,80
1.6	Pozo de visita; PV Ø 30" h= 1.40 m - 2.00 m	pozo visita	14,00	unidad	Q 4 186,88	Q 58 616,32
1.7	Pozo de visita; PV Ø 30" h=2.01 m - 4.00 m	pozo visita	4,00	unidad	Q 6 194,60	Q 24 778,40
1.8	Pozo de visita; PV Ø 30" h=4.01 m - 6.80 m	pozo visita	5,00	unidad	Q 8 961,35	Q 44 806,75
1.9	Pozo de visita pv-6 a pv-10; PV Ø 30" h=2.01 m - 4.00 m (incluye disipadores de energía, pozo fundido)	pozo visita	5,00	unidad	Q 8 459,64	Q 42 298,20
1.10	Pozo de visita PV-4, PV-11, PV-14, PV-15; PV Ø 30" h=4.01 m - 6.80 m (incluye disipadores de energía, pozo fundido)	pozo visita	5,00	unidad	Q 9 949,77	Q 49 748,85
1.11	Acometida domiciliar; candela de Ø 12" h=1,00 m	acometida	232,00	unidad	Q 2 441,07	Q 566 328,24
1.12	Relleno y compactación	Relleno	3 414,00	m ³	Q 69,50	Q 237 273,00
1.13	Restitución de adoquín y limpieza final	Limpieza	1 484,44	ML	Q 45,58	Q 67 660,78

Continuación de la tabla XXXIV.

1.14	Fosas sépticas de concreto ciclópeo	Fosa séptica	12,00	unidad	Q 66 076,01	Q 792 912,12
Total del proyecto						Q 2 614 634,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.18. Análisis socioeconómico

Se realiza este tipo de evaluación para identificar si el proyecto es factible de realizar e identificar su costo-beneficio, se realiza con dos conceptos importantes con los cuales se debe familiarizar al momento de realizar análisis de ese tipo, estos son; (VPN) valor presente neto y (TIR) tasa interna de retorno.

2.2.3.18.1. Valor presente neto

Se emplea para evaluar las inversiones a largo plazo, permite verificar la rentabilidad de un proyecto comparando futuros ingresos y egresos transformados al presente, si la inversión cumple el objetivo obtendremos un $VPN > 0$; esto indicará que el proyecto es rentable e inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad, si el $VPN = 0$; no genera ganancia ni pérdida y se deben tomar en cuenta otros criterios para identificar la factibilidad del proyecto, si el $VPN < 0$; entonces el proyecto no es rentable y se deben buscar otras alternativas.

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$VPN = 0 - 1\,821\,721,00 = -1\,821\,721,00$$

Al obtener un valor negativo en el valor presente neto se determina que el proyecto no es rentable, pero por ser un proyecto de carácter social no se estipulan ingresos por parte del ente administrativo.

2.2.3.18.2. Tasa interna de retorno

Se define como la tasa de interés que transforma el valor presente neto en cero, es decir, hace que los ingresos y egresos sean iguales buscando el equilibrio de la inversión. Se calcula con la siguiente formula.

$$TIR = \frac{\text{tasa 1} + \text{tasa 2} * VPN_{+} - VPN_{-}}{VPN_{+} - VPN_{-}} + \text{tasa 2}$$

Donde:

Tasa 1 = no existe

Tasa 2 = 1%

VPA- = -1 821 721,00

VPN + = no existe

Para realizar el cálculo de este factor se necesita conocer factores de ingreso y por ser un proyecto de carácter social no se manifiesta ningún ingreso, por lo tanto no es posible calcular este factor, en otras palabras no hay probabilidad de TIR.

CONCLUSIONES

1. El análisis de las necesidades da como resultado trabajar en la planificación y construcción de infraestructura adecuada y programas relacionados al tema de salud en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.
2. El edificio de dos niveles para el centro de Salud se diseñó cumpliendo los parámetros estructurales mencionados en códigos como el ACI 318-08, AGIES y normas establecidas por Conred, con lo que se logró proveerle comodidad y seguridad.
3. El sistema de alcantarillado sanitario cumple con parámetros de diseño normados por el Infom, obteniendo un sistema útil y durable para el ornato del lugar y eliminar focos de contaminación, contribuyendo al mejoramiento de la salud y condiciones ambientales.
4. Se alcanza instruir en el tema de educación sanitaria con un plan de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario capacitando a los miembros del Cocode del caserío San José.
5. La aldea Choacorrall, actualmente no cuenta con instalaciones adecuadas para la cobertura del servicio de salud, por lo que se ha realizado el diseño para la construcción del proyecto de un edificio de dos niveles que albergará al centro de Salud, con el cual se pretende solucionar esta problemática para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Lucas Sacatepéquez:

1. Ejecutar las propuestas aquí presentadas con personal calificado en el campo de la ingeniería civil para garantizar trabajos de calidad que cumplan con las especificaciones técnicas, planos y la utilización de materiales de calidad, previamente analizados mediante pruebas de laboratorio.
2. Utilizar mano de obra local con el objetivo de crear fuentes de ingresos para las familias del lugar, el cual puede ser tomado como un aporte comunitario orientado a mejorar las condiciones de vida.
3. Capacitar al Cocode, organización comunitaria, para transmitir los conocimientos en el aspecto de operación y el mantenimiento del alcantarillado sanitario a los habitantes del caserío San José, en busca de lograr alcanzar la vida útil funcionando adecuadamente.
4. Incorporar a la ejecución del proyecto del alcantarillado sanitario una cuadrilla de topografía con la finalidad de evitar variación con parámetros de diseño.

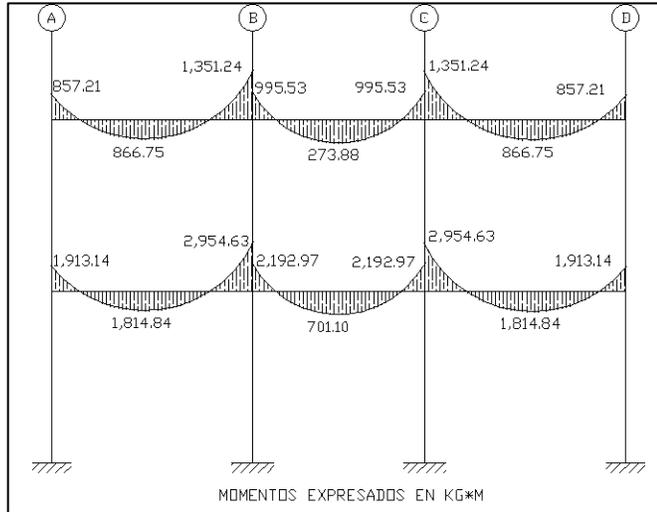
BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario*. (ACI 318S-08). Michigan: ACI, 2008. 520 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. p.178.
4. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. *Manual de uso para la norma de reducción de desastres número dos (NRD-2)*. Guatemala: Conred, 2013. 34 p.
5. HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, Víctor Genaro. *Diseño de alcantarillado sanitario de la aldea los pocitos, del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. p. 106.
6. Instituto Nacional de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom. 2009. p. 22.

7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13^a ed.
Colombia: McGraw-Hill, 2001. 772 p.

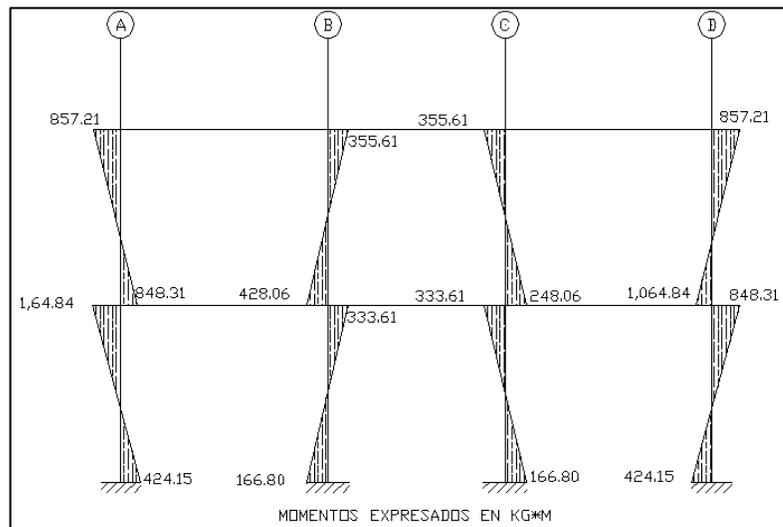
APÉNDICES

Apéndice 1. **Diagrama de momento de carga muerta en vigas para el marco del eje 2**



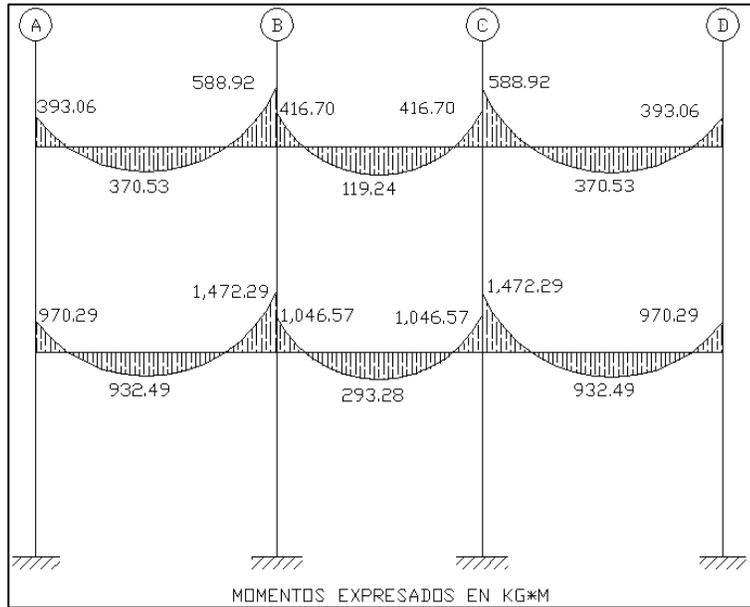
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Diagrama de momento de carga muerta en columnas para el marco del eje 2**



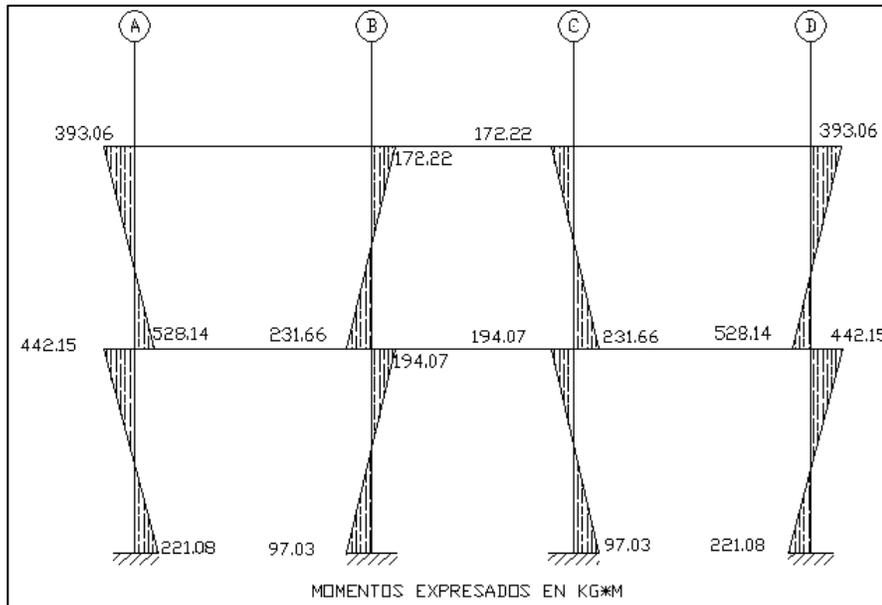
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Diagrama de momento de carga viva en vigas para el marco del eje 2**



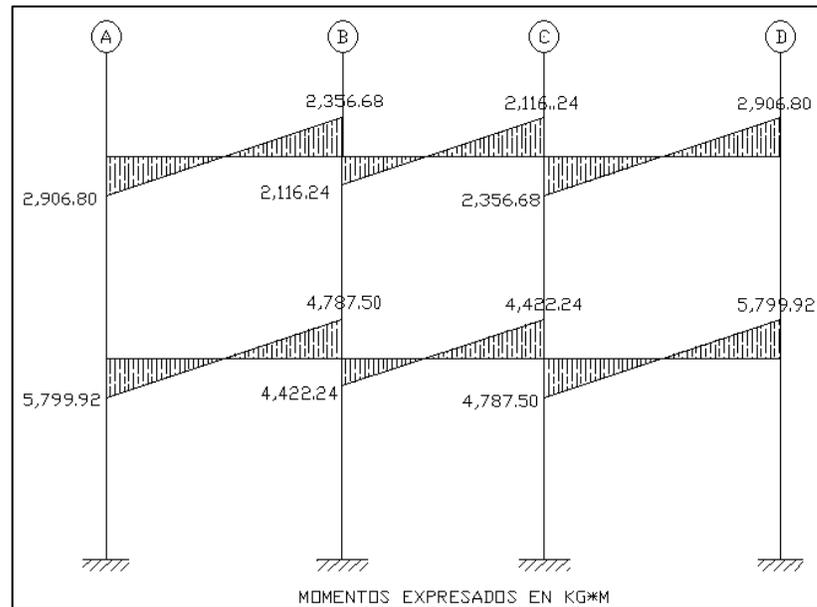
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Diagrama de momento de carga viva en columnas para el marco del eje 2**



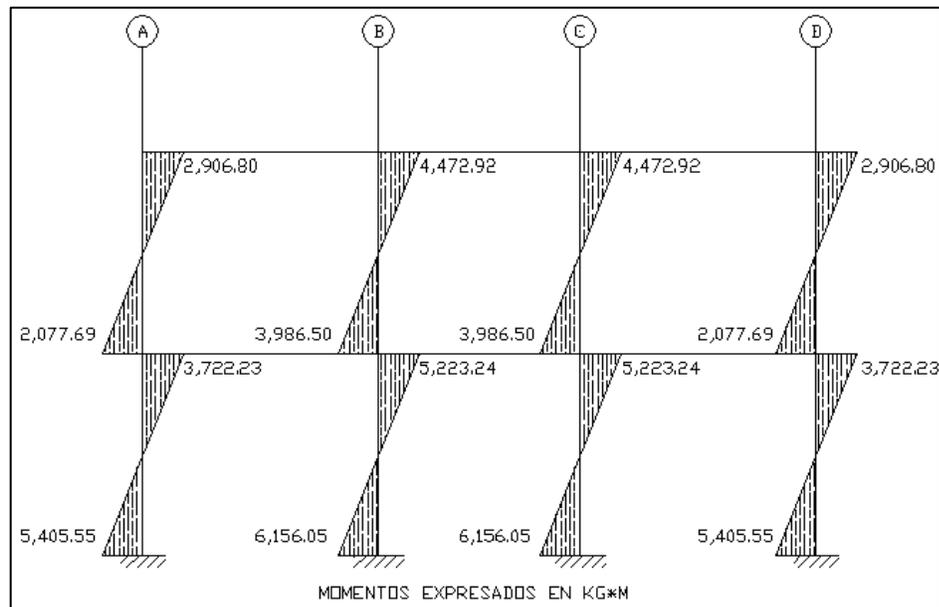
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Diagrama de momento de carga sísmica en vigas para el marco del eje 2**



Fuente: elaboración propia.

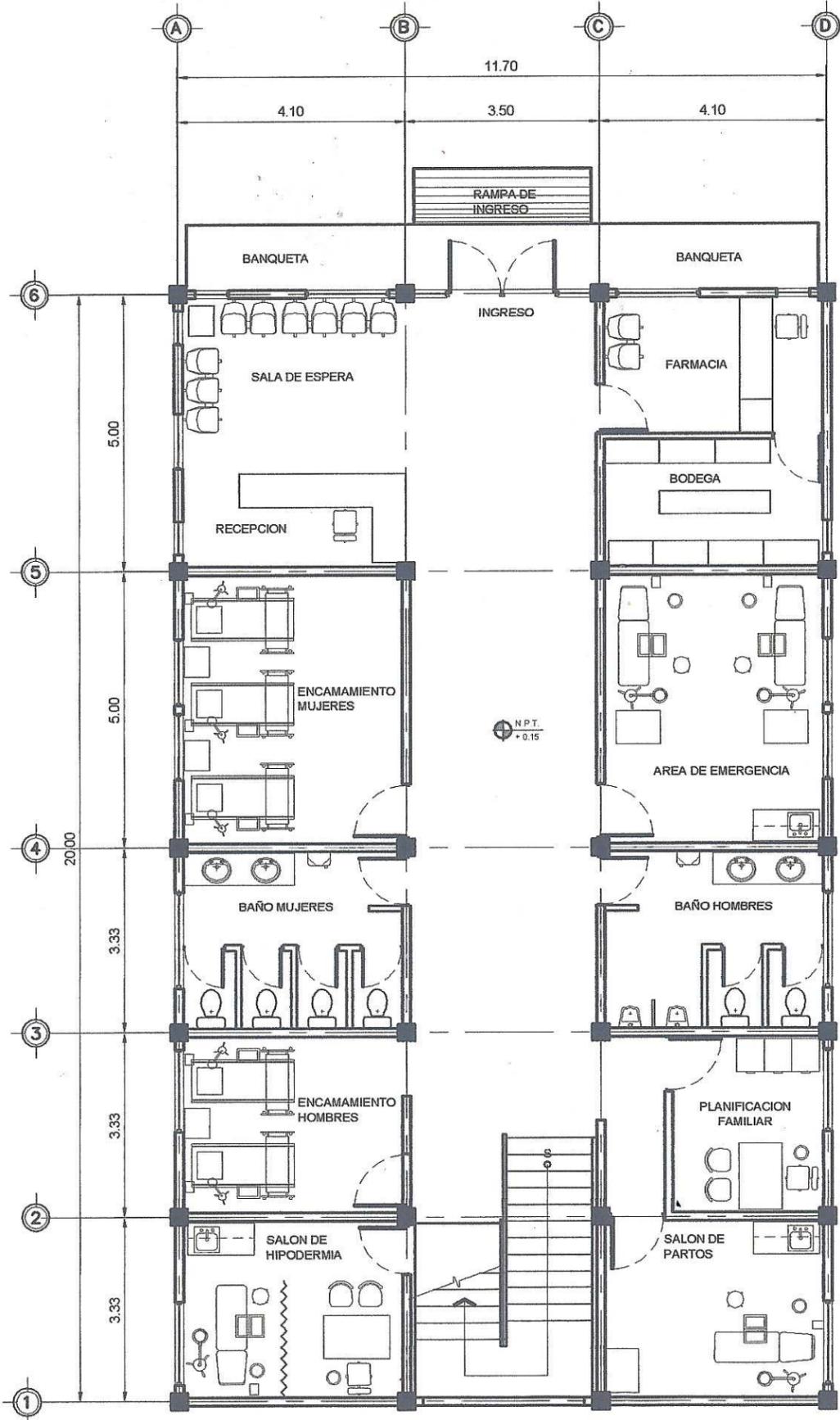
Apéndice 7. **Diagrama de momento de carga sísmica en columnas para el marco del eje 2**



Fuente: elaboración propia.

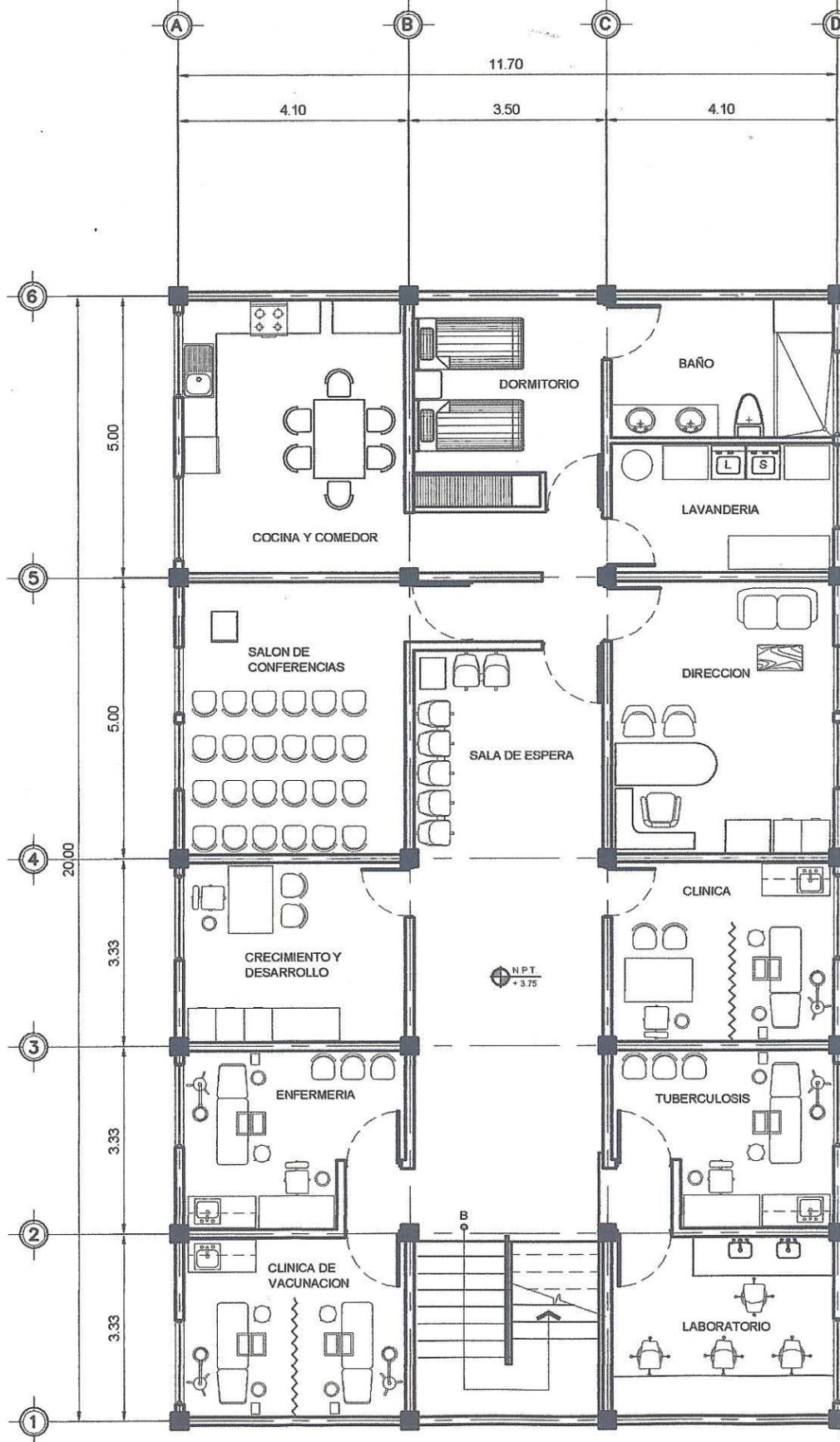
**Apendice 9. Planos del proyecto de la edificación de dos niveles
para el centro de Salud de la aldea Choacorrall,
San Lucas Sacatepéquez.**

- 1/14 plano de planta arquitectónica
- 2/14 plano de elevaciones
- 3/14 plano de planta acotada y niveles
- 4/14 plano de planta de acabados
- 5/14 plano de plantilla de ventanas y puertas
- 6/14 plano de planta de armado de losas
- 7/14 plano de vigas y secciones
- 8/14 plano de distribución y armado de columnas
- 9/14 plano de armado de cimentación
- 10/14 plano de instalaciones hidráulicas (agua potable)
- 11/14 plano de planta de instalaciones hidráulicas (drenaje)
- 12/14 plano de planta de instalaciones hidráulicas (pluvial)
- 13/14 plan de planta de instalaciones eléctricas (iluminación)
- 14/14 plano de planta de instalaciones eléctricas (fuerza)



PLANTA DE ARQUITECTURA
PRIMER NIVEL
CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50



PLANTA DE ARQUITECTURA
SEGUNDO NIVEL
CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería


DIRECCIÓN MUNICIPAL DE SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

DIRECCIÓN: ALDEA CHOACORRAL
 CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA
 NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

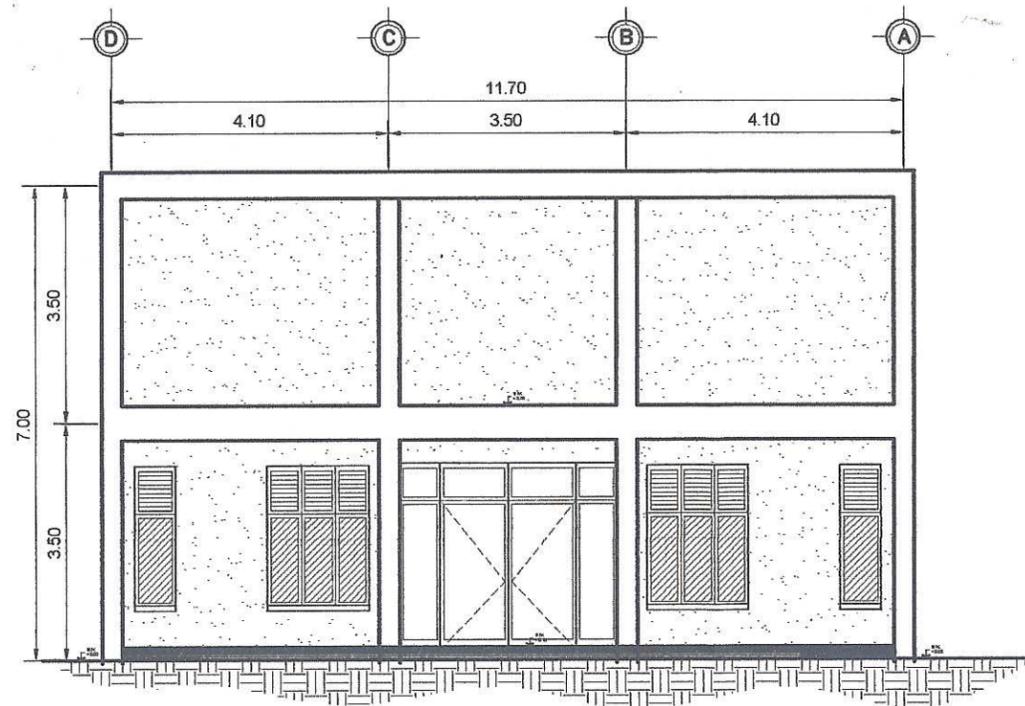
ESCALA: INDICADA
 INGENIERO SUPERVISOR DE OBRAS: Ing. Juan Merck Cos
 ASISTENTE SUPERVISOR DE OBRAS: VICTOR MORALES

ASESOR: Ing. Juan Merck Cos
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería

1	2	3	4	5	6

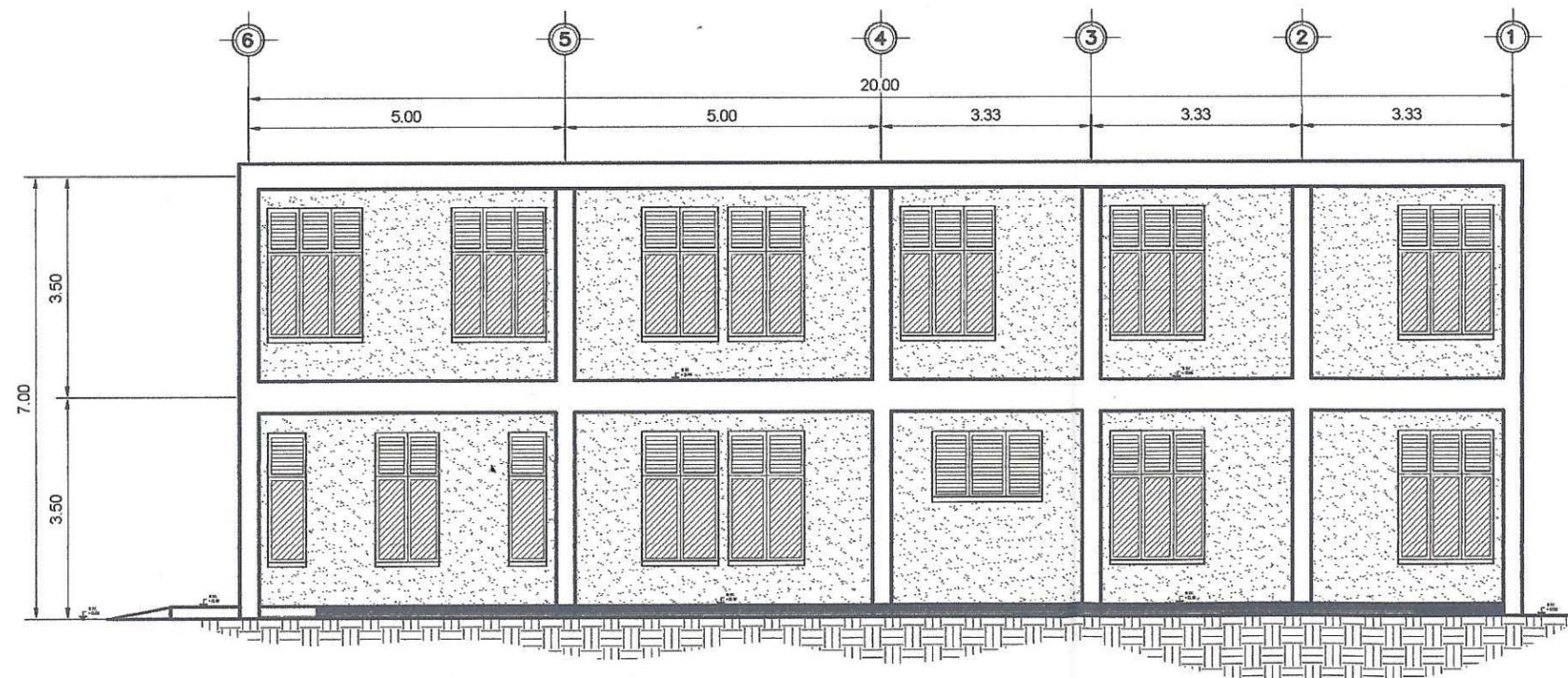
HOJA 1 / 14

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 VICERRECTORÍA DE ASesoría y SERVICIOS



ELEVACIÓN FRONTAL
CENTRO DE SALUD

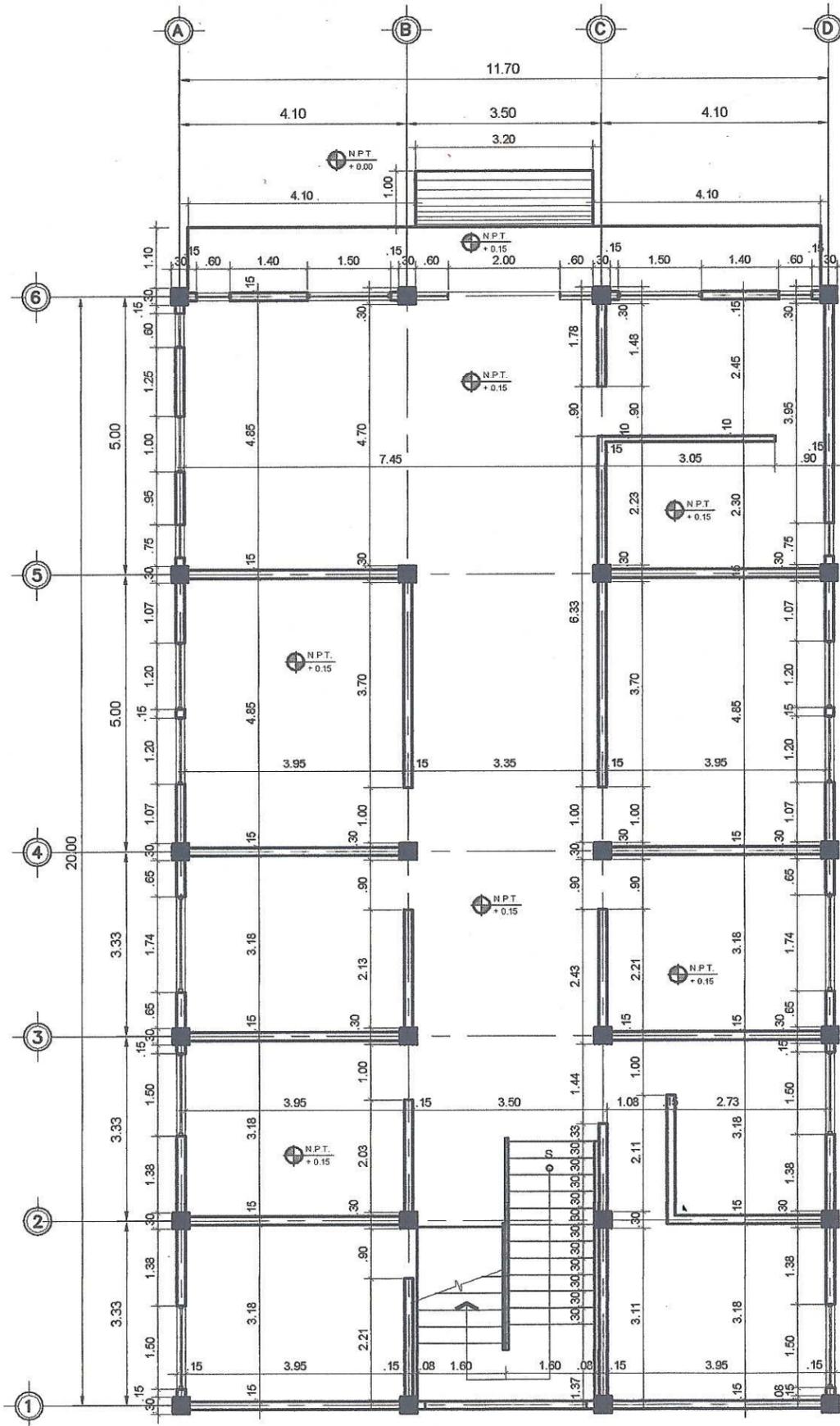
ESC. 1:50



ELEVACIÓN LATERAL
CENTRO DE SALUD

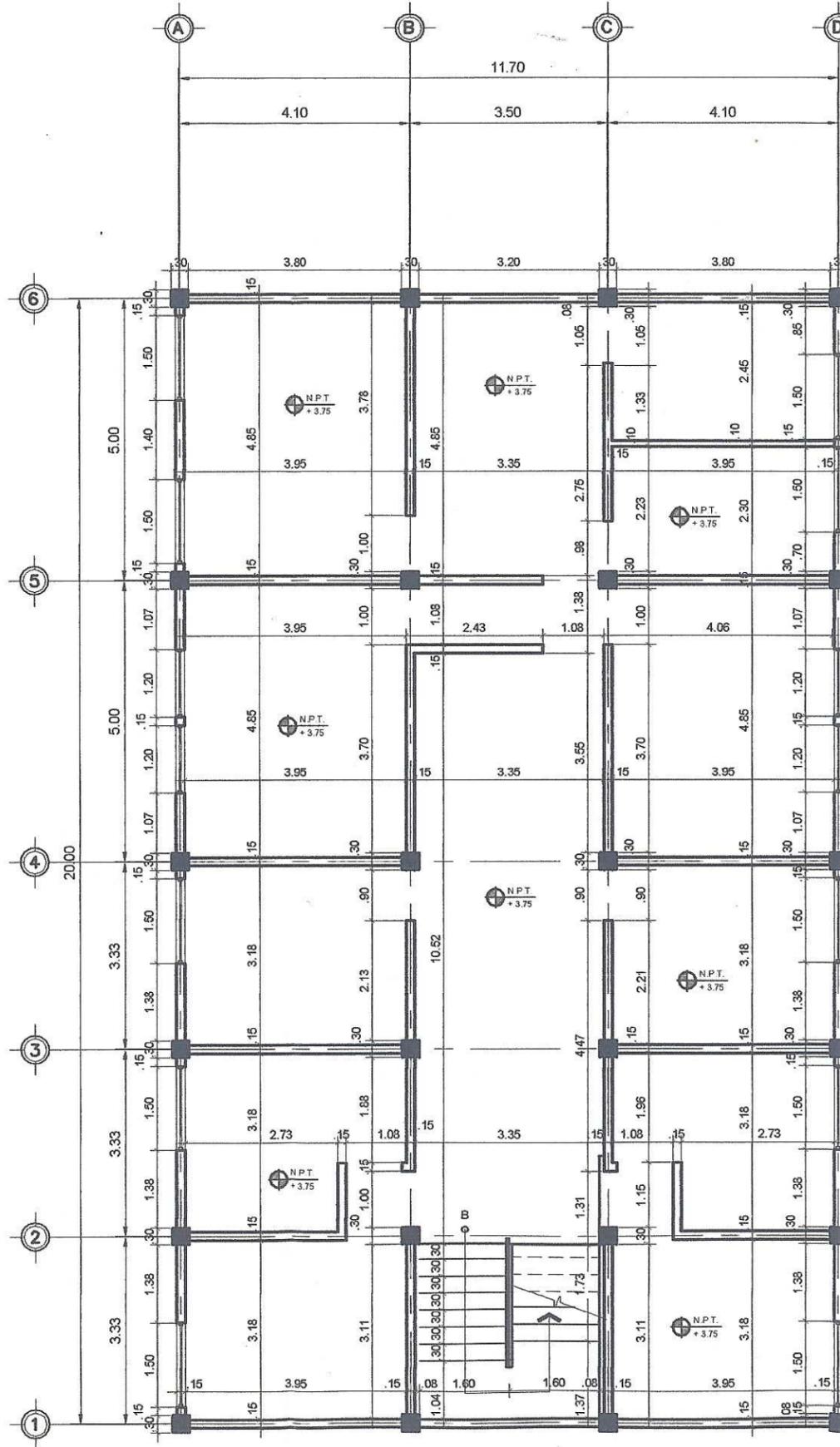
ESC. 1:50

 Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería		 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ	
DIRECCIÓN: ALDEA CHOACORRAL		INDICADA AGOSTO 2015	
CONTENIDO: ELEVACIONES		ELABORADO Y DISEÑADO POR: VICTOR HERNÁNDEZ	
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CALIDAD DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL		SUPERVISOR DE OBRAS: VICTOR HERNÁNDEZ	
ASESOR: Unidad de Prácticas de Ingeniería		HOJA 2 / 14	
VICTOR G. HERNÁNDEZ INGENIERO		FACULTAD DE INGENIERÍA	



PLANTA DE COTAS Y NIVELES
PRIMER NIVEL
CENTRO DE SALUD

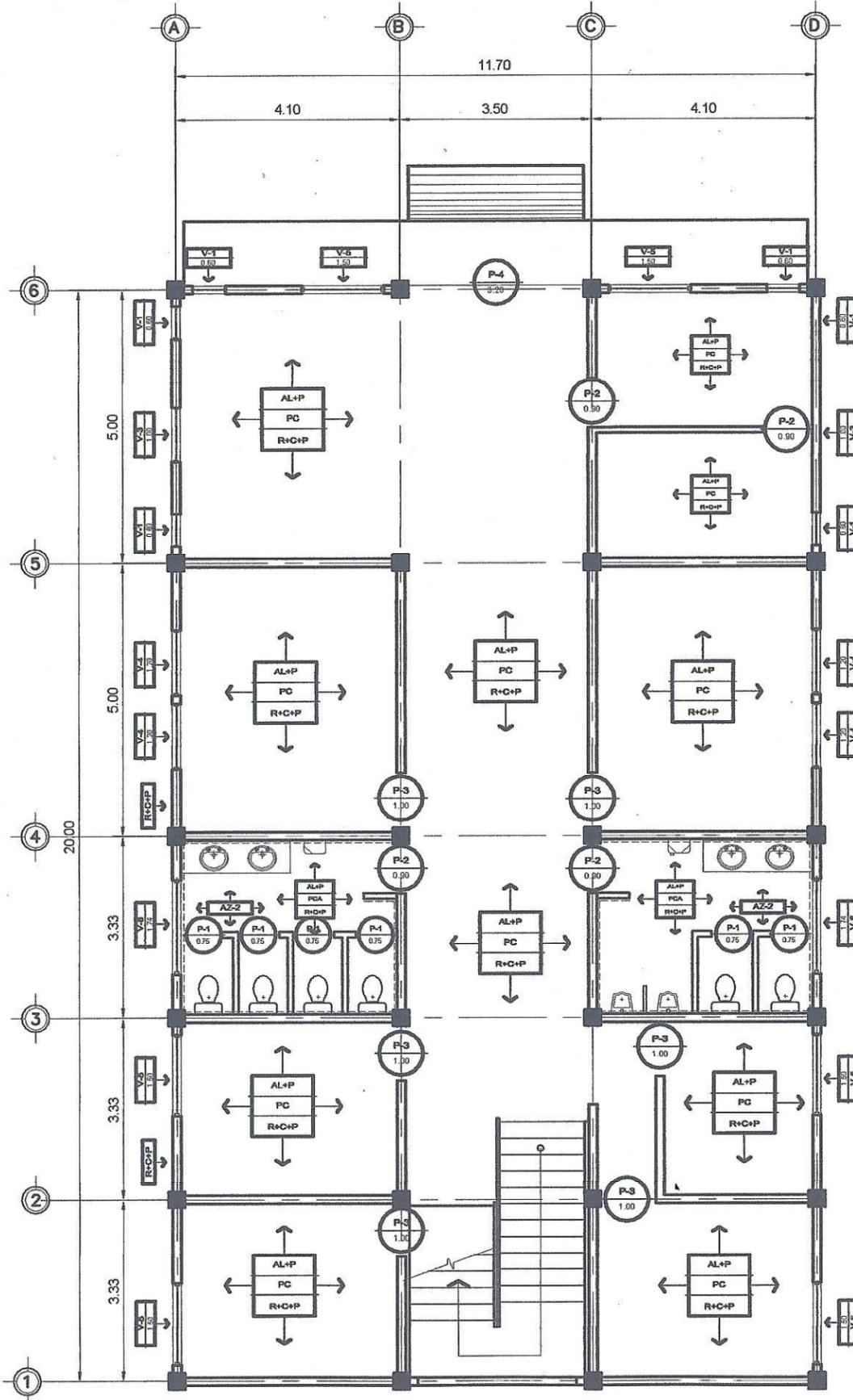
ESCALA: 1:50



PLANTA DE COTAS Y NIVELES
SEGUNDO NIVEL
CENTRO DE SALUD

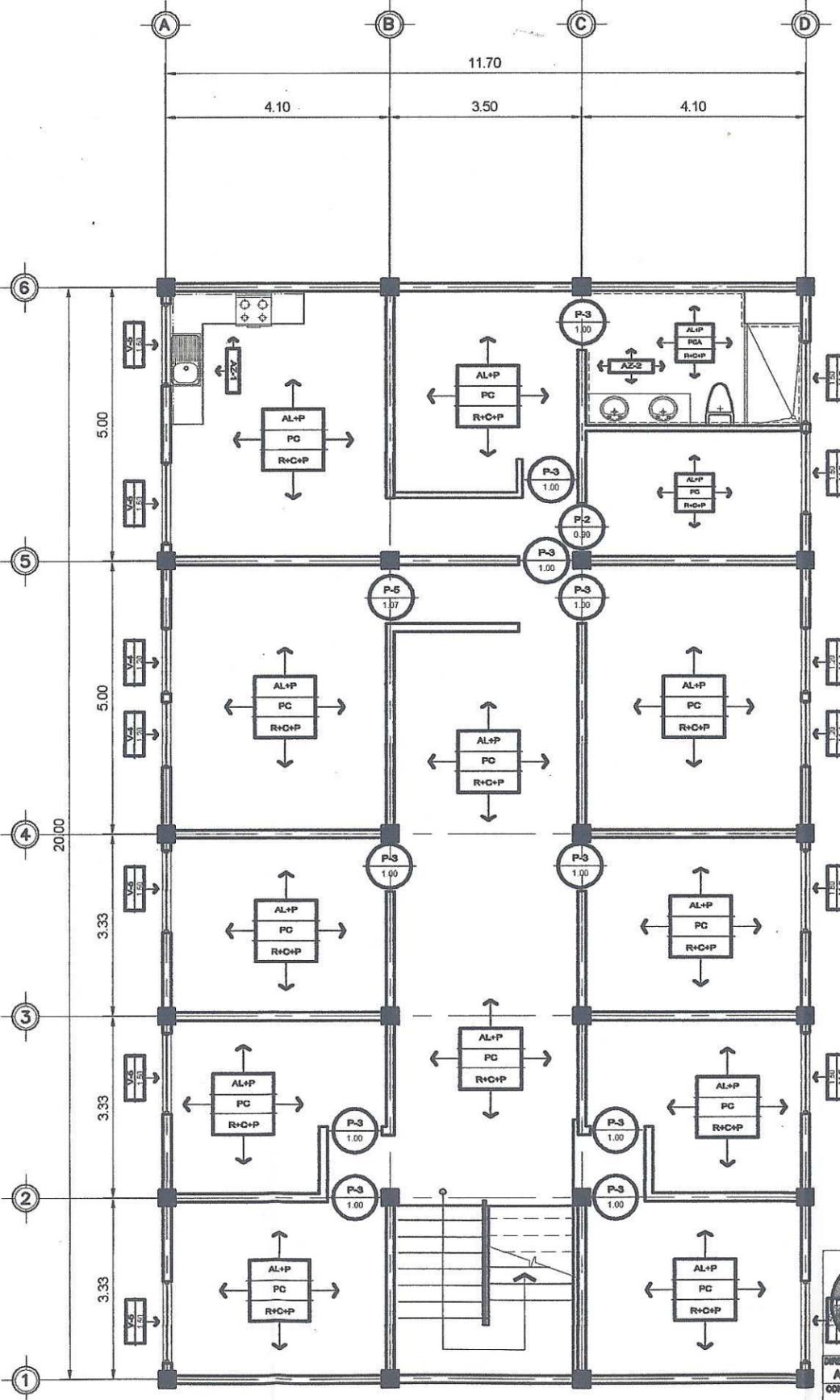
ESCALA: 1:50

		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANNIFICACIÓN SAN LUCAS CATEDRAL, GUATEMALA			
DIRECCIÓN: ALDEA CHOACORRAL	ESCALA: 1:50	FECHA: ABRIL 2015	DISEÑO Y DIBUJO: VICTOR HERNANDEZ
CONTENIDO: PLANTA ALZADA Y NIVELES			
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES POR CENTROS DE INGENIERIA Y EPS			
ALDEA CHOACORRAL			
Unidad de Prácticas de Ingeniería		Facultad de Ingeniería	
VICTOR HERNANDEZ ESPECIALISTA INGENIERIA		INGENIERO EN INGENIERIA ASISTENTE - SUPERVISOR	
HOJA			3 / 14



PLANTA ACABADOS - PUERTAS Y VENTANAS
PRIMER NIVEL
CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50



PLANTA DE ACABADOS - PUERTAS Y VENTANAS
SEGUNDO NIVEL
CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50

SIMBOLOGIA DE ACABADOS					
AL+P	INDICA ACABADO EN CIELO	PC	TIPOS DE PISO:		
PC	INDICA ACABADO EN PISO	R+C+P	PC	PISO CERAMICO	
R+C+P	INDICA ACABADO EN MURO		PCA	PISO ANTIDESLIZANTE	
				ACABADOS EN MUROS:	
			R+6	REPELLO + CERADO	
			P	INDICA PINTURA	
			AS-1	INDICA AZULEJO EN COCINA DE 1.00 A 1.50 M.	
			AS-2	INDICA AZULEJO EN BANO DE 1.00 A 1.50 M.	
			AL	ACABADOS EN CIELOS:	
				AL	ALISADO

NOTA:
EL AZULEJO EN EL AREA DE BUCHA SE COLOCARA A 1.50 MTS. SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	ANCHO/ALTO	SILAR/DIVTEL.	CANT.	DESCRIPCION
V-1	0.80 x 2.05	0.70 x 2.75	5	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO
V-2	1.50 x 1.05	1.70 x 2.75	1	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO
V-3	1.00 x 2.05	0.70 x 2.75	1	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO
V-4	1.20 x 2.05	0.70 x 2.75	8	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO
V-5	1.50 x 2.05	0.70 x 2.75	10	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO
V-6	1.74 x 1.05	1.70 x 2.75	2	MARCO DE ALUMINO + VIDRO CLARO

PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO/ALTO	CANT.	DESCRIPCION
P-1	0.75 x 2.20	6	PUERTA DE MDF
P-2	0.80 x 2.75	5	PUERTA MARCO DE ALUMINO + VIDRO 6 MM
P-3	1.00 x 2.75	18	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL
P-4	3.20 x 2.75	1	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL
P-5	1.07 x 2.75	1	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO URBANO
SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

DIRECCIÓN: ALDEA CHOACORRAL
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

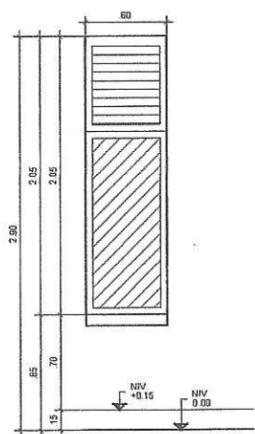
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

ING. JUAN MATEO ROSA
ASESOR - SUPERVISOR DE OBRAS

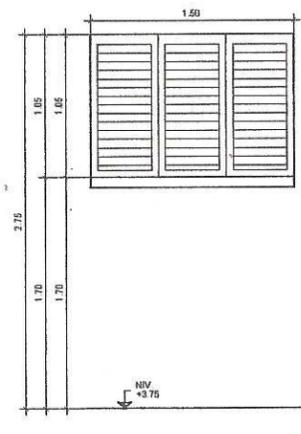
VICTOR HERNANDEZ

Facultad de Ingeniería

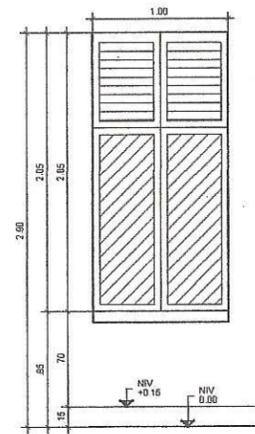
HOJA 4 / 14



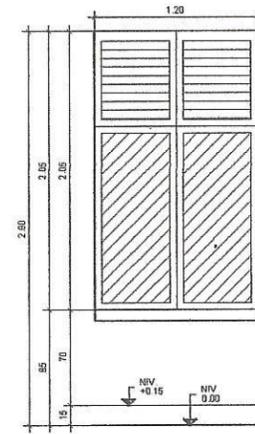
VENTANA V-1
1 UNIDADES ESCALA 1:25



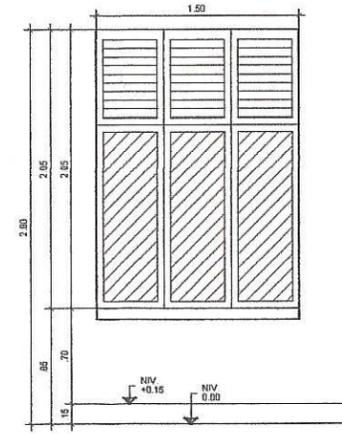
VENTANA V-2
1 UNIDADES ESCALA 1:25



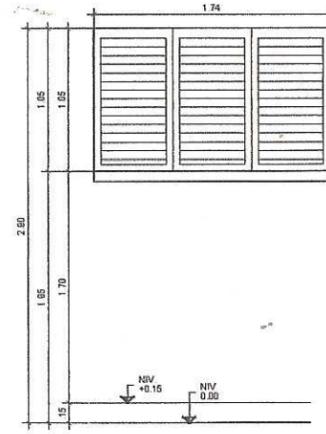
VENTANA V-3
1 UNIDADES ESCALA 1:25



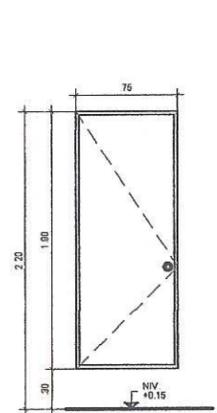
VENTANA V-4
1 UNIDADES ESCALA 1:25



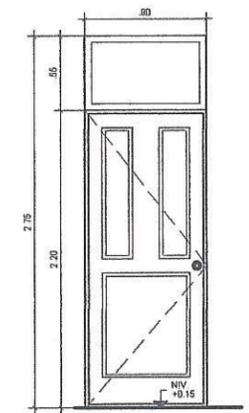
VENTANA V-5
1 UNIDADES ESCALA 1:25



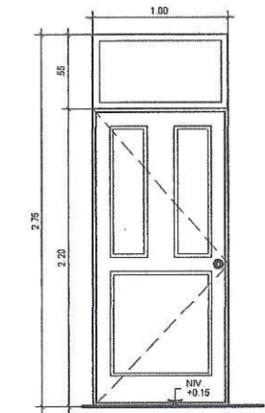
VENTANA V-6
1 UNIDADES ESCALA 1:25



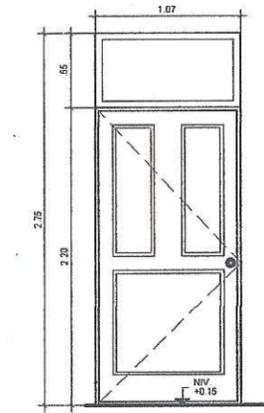
PUERTA P-1
PUERTAS ESCALA 1:25



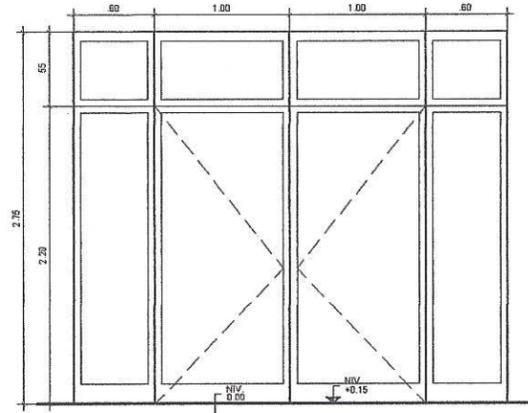
PUERTA P-2
PUERTA METALICA ESCALA 1:25



PUERTA P-3
PUERTA METALICA ESCALA 1:25



PUERTA P-4
PUERTA METALICA ESCALA 1:25



PUERTA P-5
PUERTA ALUMINIO-VIDRO ESCALA 1:25

SIMBOLOGIA DE ACABADOS			
ALP	INDICA ACABADO EN CIELO	TIPOS DE PISO:	
PC	INDICA ACABADO EN PISO	FC	PISO CERAMICO
R+CP	INDICA ACABADO EN MURO	PCA	PISO ANTIDERRIZANTE
R+CP	INDICA ACABADO EXTERIOR EN MUROS	ACABADOS EN MUROS:	
		R+G	REPELLO + CEMENTO
		P	INDICA PINTURA
		AE-1	INDICA AZULEJO EN CORONA DE 1.00 A 1.50 M.
		AE-2	INDICA AZULEJO EN BANDA DE M.P.T A 1.50 M.
			ACABADOS EN CIELOS:
		AL	ALUMINO

NOTA: EL AZULEJO EN EL AREA DE DUCHA SE COLOCARA A 1.20 MTS. SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	ANCHO/ALTO	SILLAR/INTEL	CANT.	DESCRIPCION
V-1	0.60 x 2.05	0.70 x 2.75	5	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO
V-2	1.50 x 1.05	1.70 x 2.75	1	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO
V-3	1.00 x 2.05	0.70 x 2.75	1	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO
V-4	1.20 x 2.05	0.70 x 2.75	5	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO
V-5	1.50 x 2.05	0.70 x 2.75	10	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO
V-6	1.74 x 1.05	1.70 x 2.75	2	MARCO DE ALUMINIO + VIDRO CLARO

PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO/ALTO	CANT.	DESCRIPCION
P-1	0.75 x 2.20	6	PUERTA DE MDP
P-2	0.80 x 2.75	5	PUERTA MARCO DE ALUMINIO + VIDRO 6 MM
P-3	1.00 x 2.75	10	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL
P-4	1.07 x 2.75	1	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL
P-5	1.07 x 2.75	1	PUERTA DE METAL + MARCO DE METAL

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACION
SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ

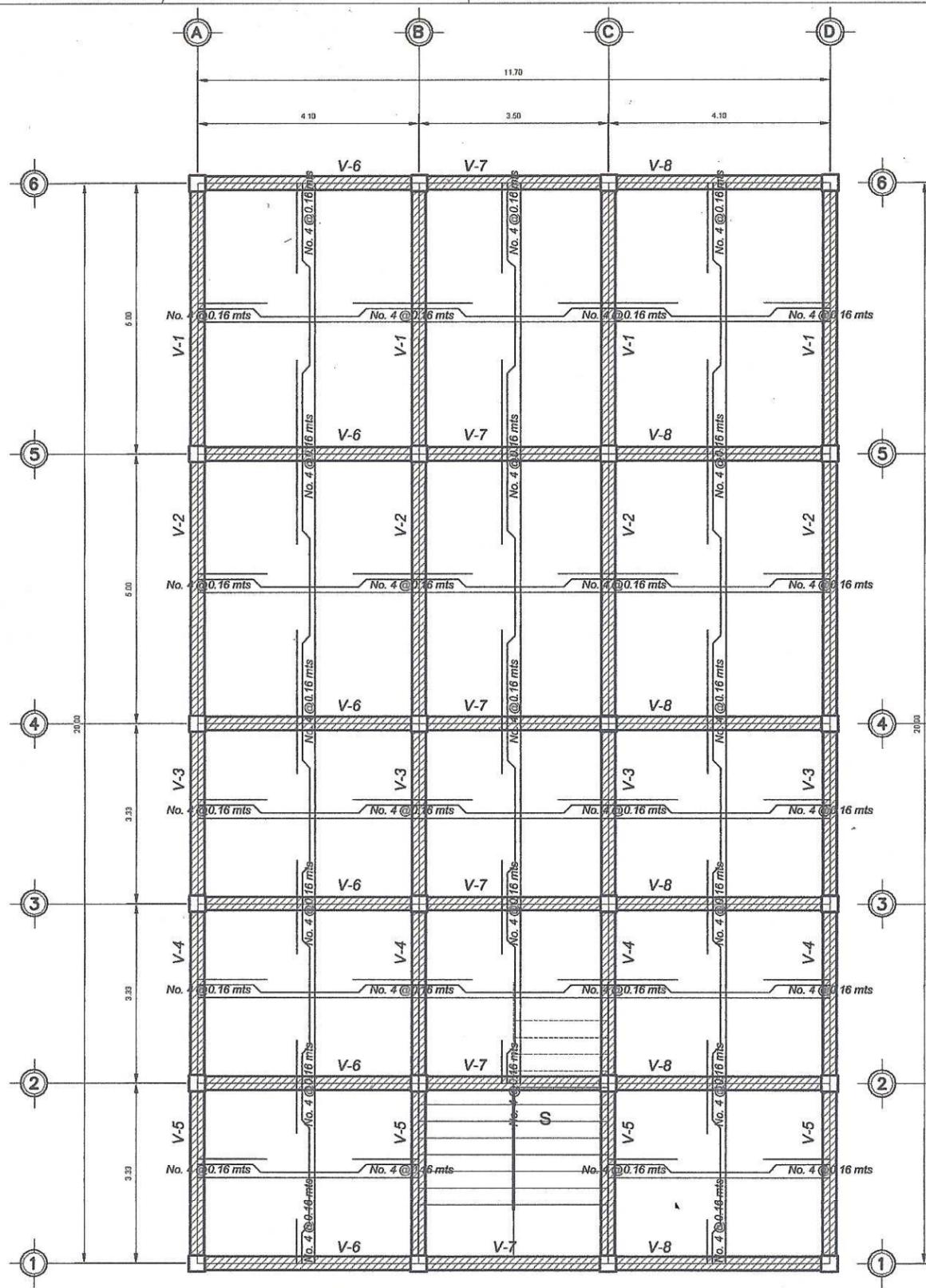
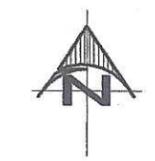
DIRECCION: ALDEA CHOACORRAL
CONTENIDO: PLANILLA DE VENTANAS Y PUERTAS
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE PRACTICAS DE INGENIERIA
SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

INDICAR: Merck Cos
SUPERVISOR DE PROYECTO: VICTOR HERNANDEZ
DISEÑO: VICTOR HERNANDEZ

AGOSTO 2015

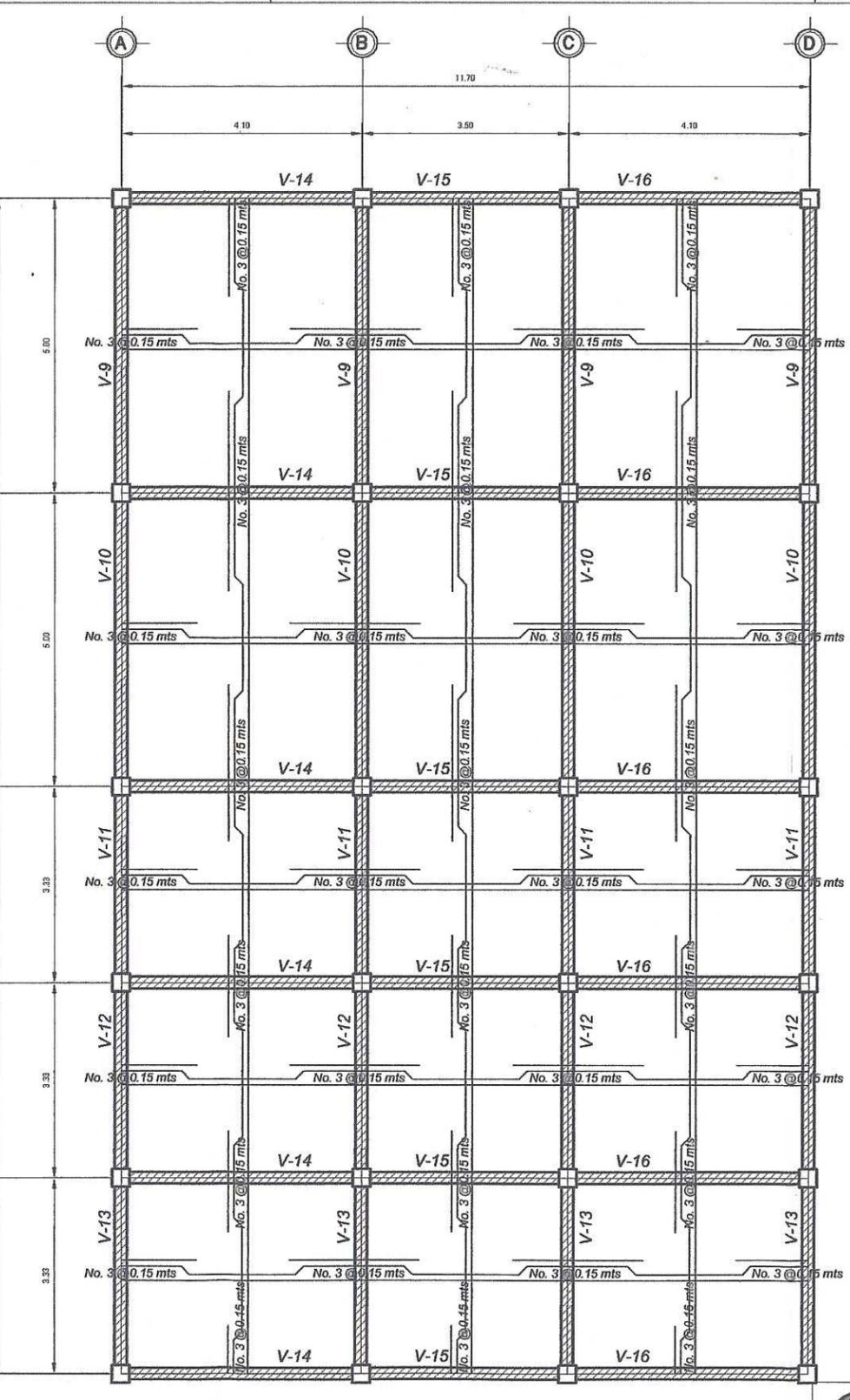
HOJA 5 / 14

VICTOR G. HERNANDEZ
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA



PLANTA ARMADO DE LOSA
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

ESC. 1:50



PLANTA ARMADO DE LOSA
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

ESC. 1:50

NOMENCLATURA			
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
—	Bastón	V-1	Tipo de viga
—	Riel		
—	Tensión		
—	Indica Viga		

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

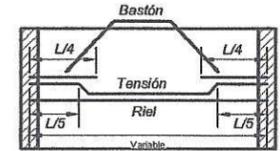
- f'c = 280 kg/cm² (4,000 psi)
- fy = 2810 kg/cm² (40,000 psi)
- Espesor de losa: 11 cms.
- Varillas No. 4 en losa del primer nivel
- Varillas No. 3 en losa del segundo nivel
- Recubrimiento: 2.5 cms

LIMITES DE ESPACIAMIENTO:

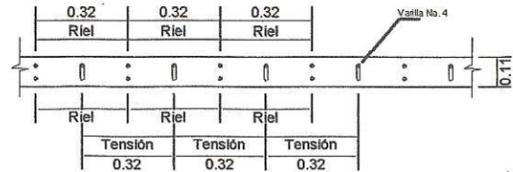
- La distancia libre mínima entre barras paralelas debe ser igual al diámetro de la varilla pero no menor a 25mm, según ACI 7.6.1
- La distancia libre máxima entre barras paralelas no debe ser mayor a tres veces el espesor de losa, ni 450mm según ACI 7.6.5
- Doblado: Según ACI 318-08 sección 21.5.4 permite que la longitud de desarrollo en doblado de 90° sea no menor que 150mm.
- Recubrimiento mínimo para concreto construido en sitio, no expuesto a la intemperie para losas debe ser de 2cm, según ACI 318-08 sección 7.7.2 inciso (c)
- Longitud de desarrollo y empalmes según ACI 318-08 sección 12.2
- La longitud para empalmes en elementos a tracción debe tener un mínimo de Ld=300mm.

- Prohibiciones: (ACI 318-08 21.3.2.3)
- No debe emplearse empalmes por traspases en:
 - A. Dentro de los nudos.
 - B. En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde la cara del nudo.

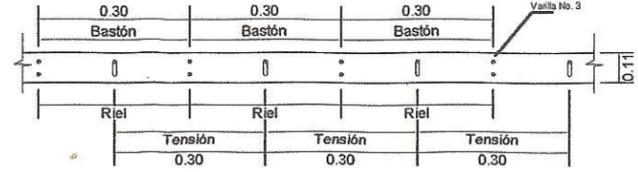
*Los bastones tendrán una longitud igual a: L/4 + Ld (longitud de desarrollo según varilla); doblado en tensión 1/5L.



PLANTA DE LOSA
CENTRO DE SALUD



SECCIÓN DE LOSA
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD



SECCIÓN DE LOSA
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
SAN LUCAS SACATEPEQUEZ

ALDEA CHOACORRAL

INDICADA

AGOSTO 2015

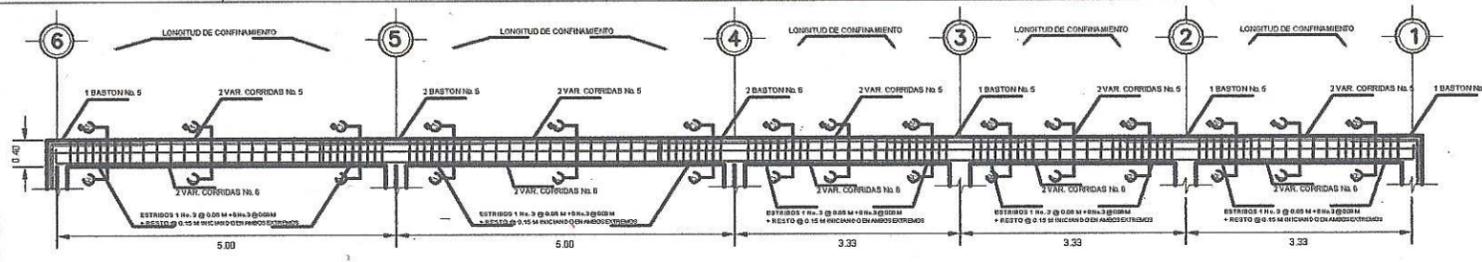
PLANTA DE ARMADO DE LOSAS

ASESOR - SONIA MERCEDES DE EPS

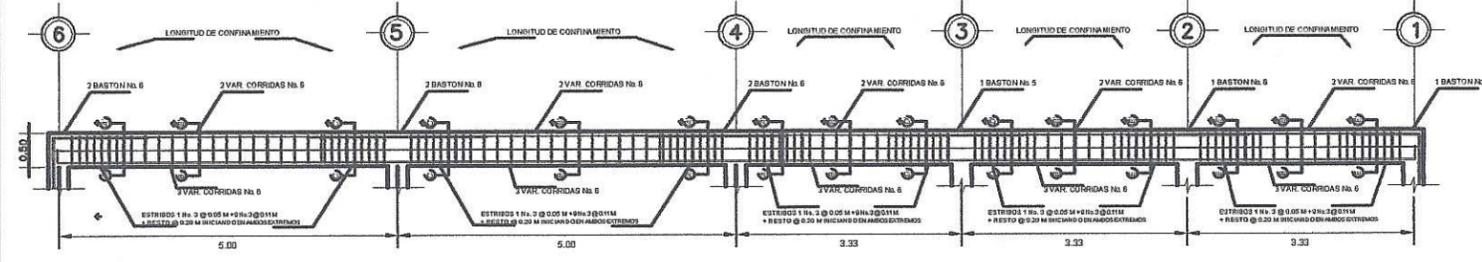
Unidad de Prácticas de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

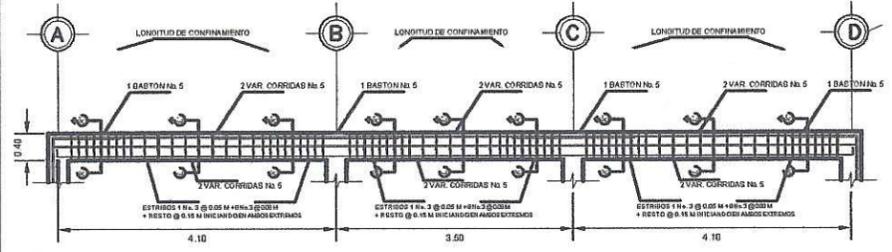
HOJA 6/14



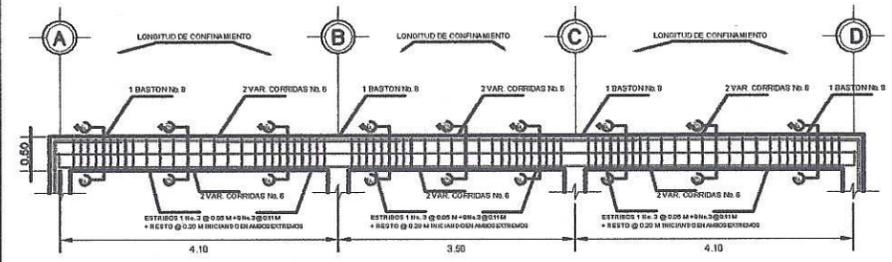
ARMADO DE VIGAS EJES A-B-C-D SEGUNDO NIVEL
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



ARMADO DE VIGAS EJES A-B-C-D PRIMER NIVEL
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



ARMADO DE VIGAS EJES 1-2-3-4-5-6 SEGUNDO NIVEL
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



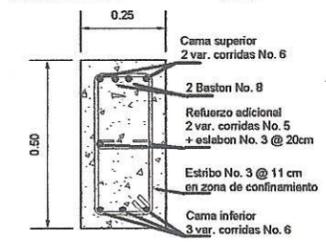
ARMADO DE VIGAS EJES 1-2-3-4-5-6 PRIMER NIVEL
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



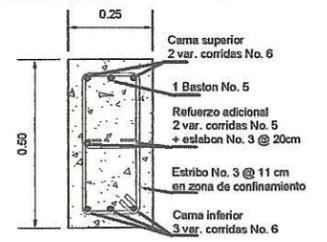
DETALLE DE VIGA A-A'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



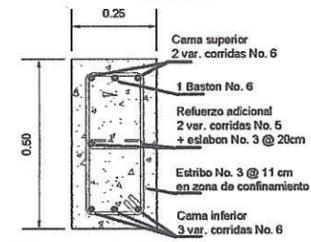
DETALLE DE VIGA B-B'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



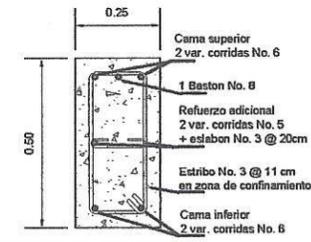
DETALLE DE VIGA C-C'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



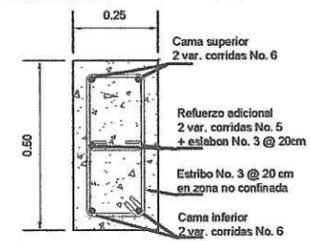
DETALLE DE VIGA D-D'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



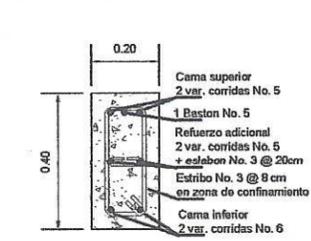
DETALLE DE VIGA E-E'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA F-F'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA G-G'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA H-H'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA I-I'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



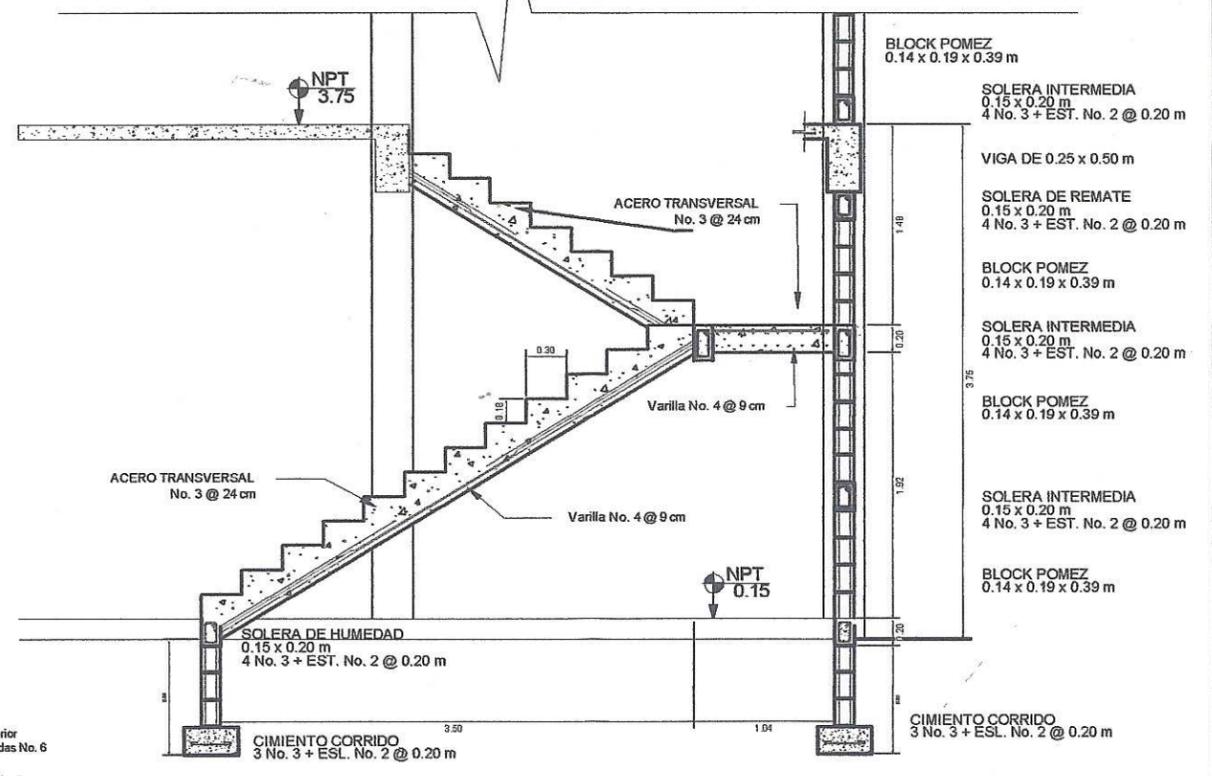
DETALLE DE VIGA J-J'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA K-K'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE VIGA L-L'
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE ARMADO GRADAS
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ o $4,000 \text{ psi}$.
- $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ o $40,000 \text{ psi}$.
- Block Pomez de $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$.
- Agregado grueso de $1/2"$.
- Espesor de losa de gradas = 20 cms .
- Recubrimiento (viga y columna) = 4.00 cm .

CARGAS VIVAS UTILIZADAS

- AMBIENTES = 500 kg/cm^2 .
- TECHOS = 200 kg/cm^2 .
- S.C. = 100 kg/cm^2 .

NOTAS:

- GANCHO STANDAR A 135° .
- El doblez del gancho será 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm , ni mayor de 10 cm .
- TRASLAPES MINIMOS
- No 3 = 0.35 m .
- No 4 = 0.50 m .
- No 5 = 0.60 m .
- No 6 = 0.75 m .

Especificaciones de acuerdo alCodigo ACI 318-08 y las normas Guatemaltecas AGIES.

GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.05	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.15	0.20	0.10
6	0.12	-	0.25	0.10
7	0.14	-	0.30	0.10
8	0.16	-	0.35	0.10
9	0.20	-	0.35	0.10
10	0.25	-	0.40	0.10
11	0.29	-	0.45	0.10

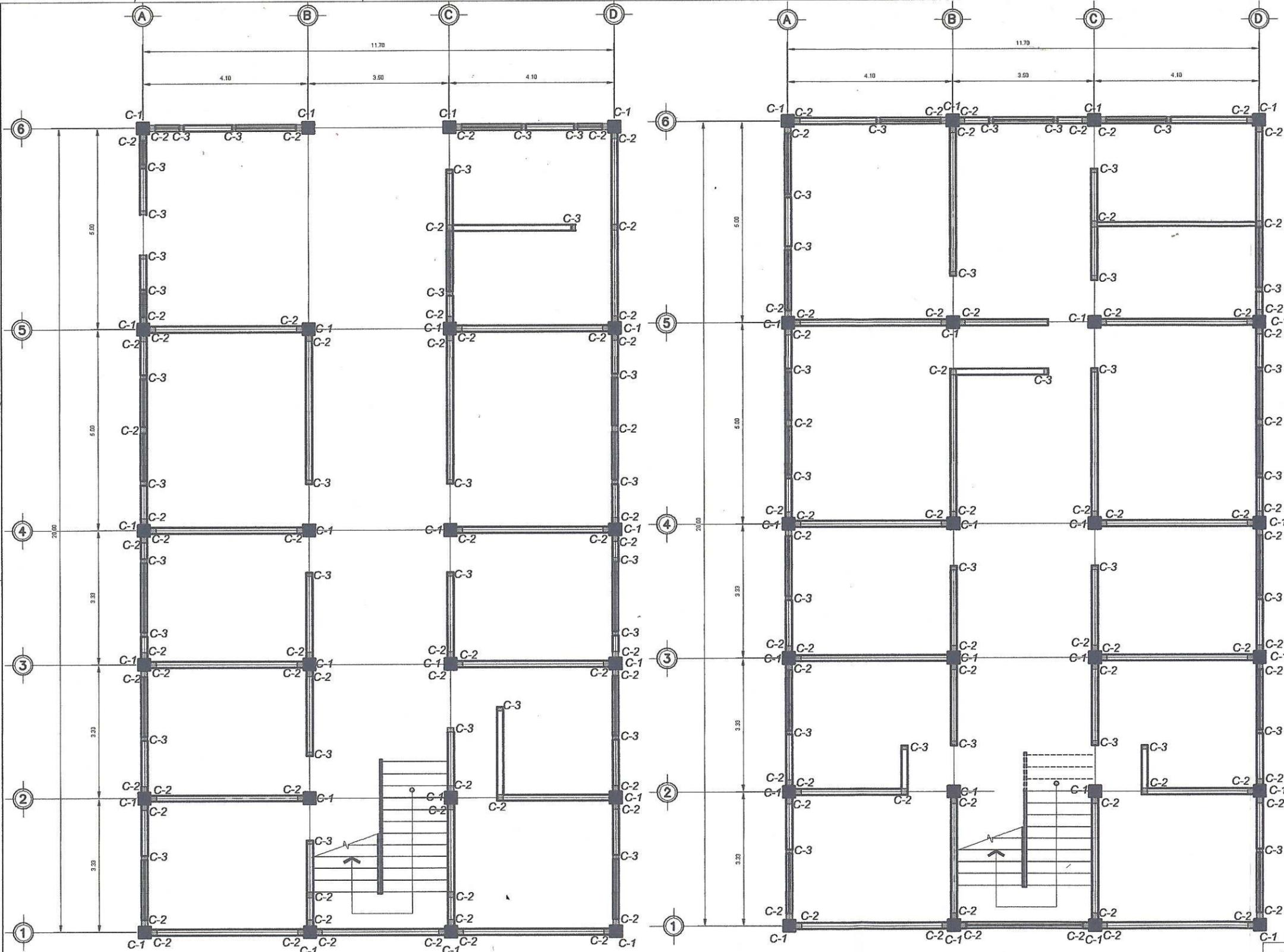
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE CANTONAMIENTO Y SALUBRIDAD
SAN LUCAS CATEQUEZ, SACATEPEQUEZ

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE OBRAS
INGENIERO SUPERVISOR DE OBRAS
VICENTE HERNÁNDEZ

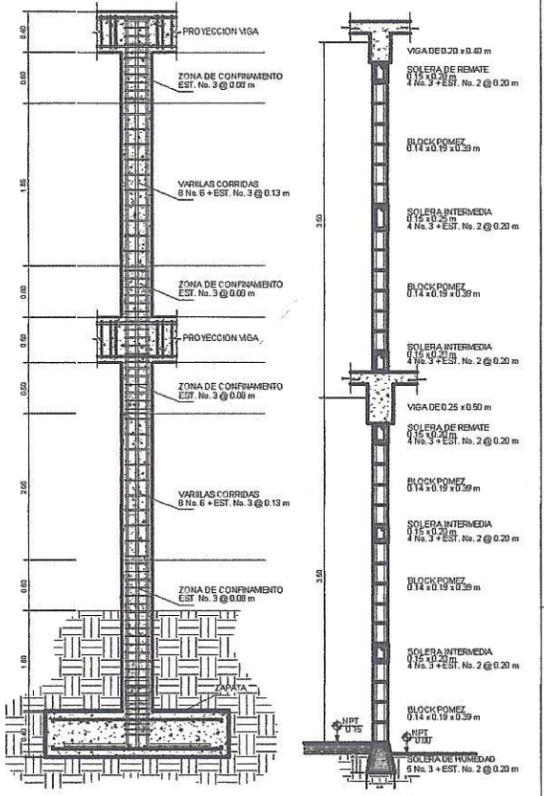
CONTENIDO: PLANO DE VIGAS Y SECCIONES
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARASERVICIOS DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

FECHA: 7/14

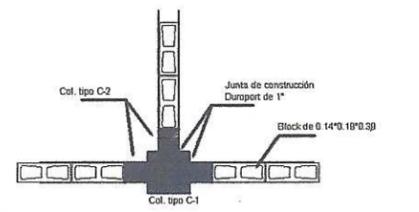


PLANTA DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



DETALLE DE COLUMNA CENTRO DE SALUD
DETALLE DE MURO CENTRO DE SALUD



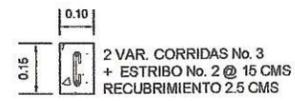
DETALLE DE JUNTA MURO-COLUMNA
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



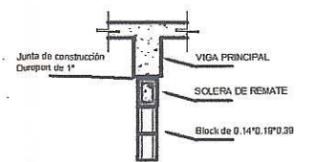
DETALLE DE COLUMNA C-1
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE COLUMNA C-2
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE COLUMNA C-3
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE JUNTA MURO-VIGA
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

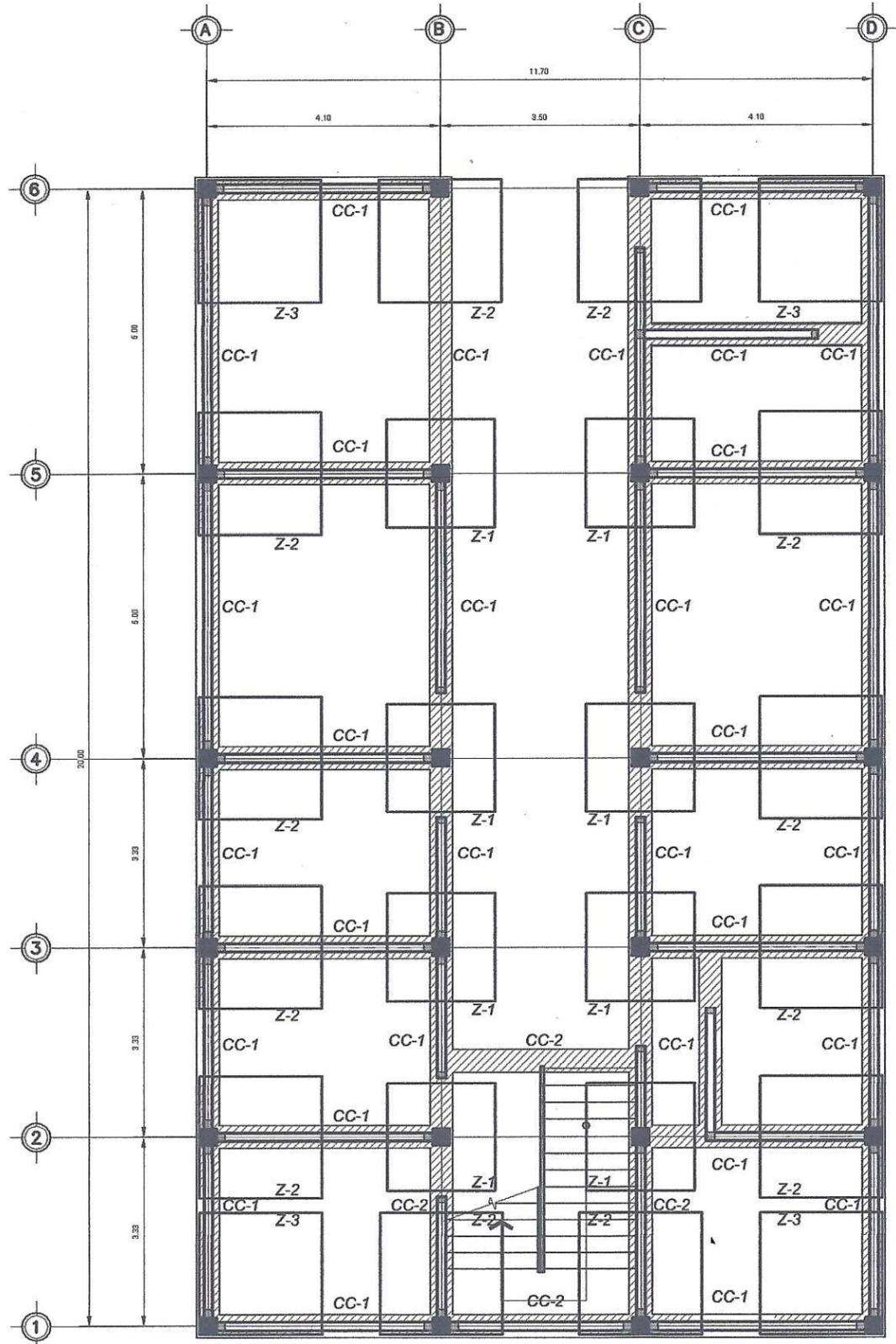
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE REGULACIÓN SANITARIA Y SALUBRIDAD
SAN LUIS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ

PROYECTO: ALDEA CHOACORRAL
CONTENIDO: PLANO DE DISTRIBUCIÓN Y ARMADO DE COLUMNAS
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES EN ALDEA CHOACORRAL

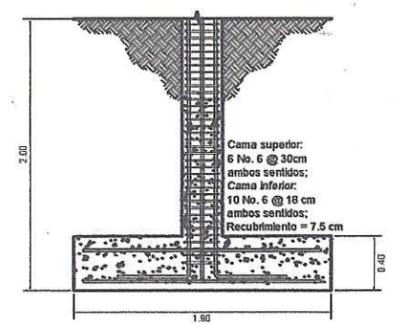
ESCALA: 1/50
FECHA: 10 de AGOSTO 2015
DISEÑO Y DISEÑO: VICTOR HERNANDEZ
UNIDAD DE PROYECTO DE SALUBRIDAD Y SALUD
Facultad de Ingeniería

VICTOR HERNANDEZ
INGENIERO

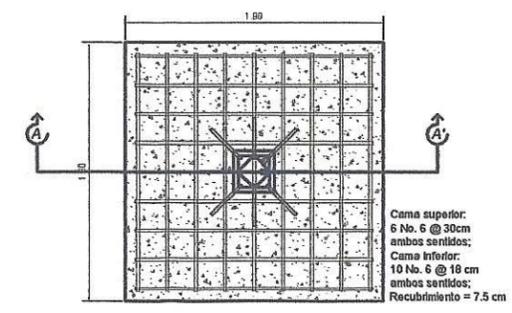
HOJA 8 / 14



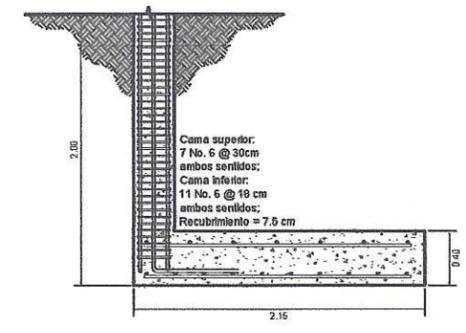
PLANTA DE CIMENTACIÓN
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD
ESC. 1:50



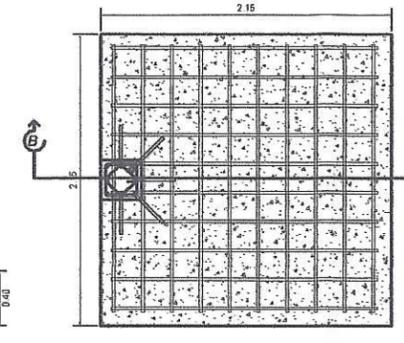
SECCIÓN A-A' ZAPATA Z-1
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



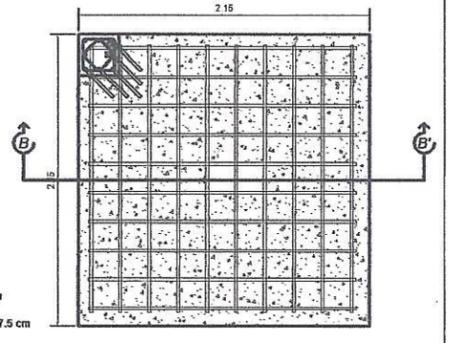
DETALLE ZAPATA Z-1
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



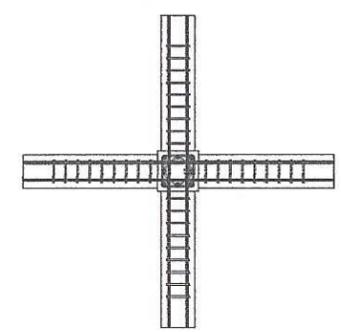
SECCIÓN B-B' ZAPATA Z-2
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



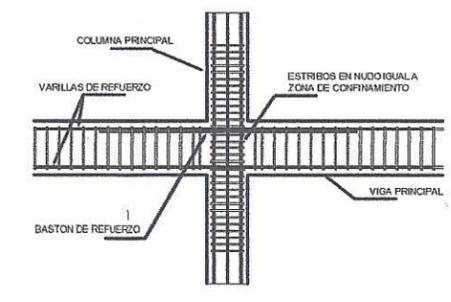
DETALLE ZAPATA Z-2
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



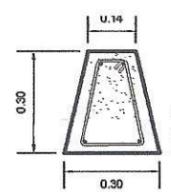
DETALLE ZAPATA Z-3
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



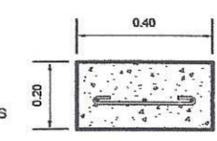
PLANTA VIGA-COLUMNA
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



DETALLE VIGA-COLUMNA
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



DETALLE DE CIMENTO CC-1
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10



DETALLE DE CIMENTO CC-2
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:10

Valor soporte del suelo $V_s = 25.00 \text{ T/m}^2$ (compresión triaxial)

Nota: verificar el valor soporte previo a la construcción del edificio preferiblemente a través de un ensayo dinámico.

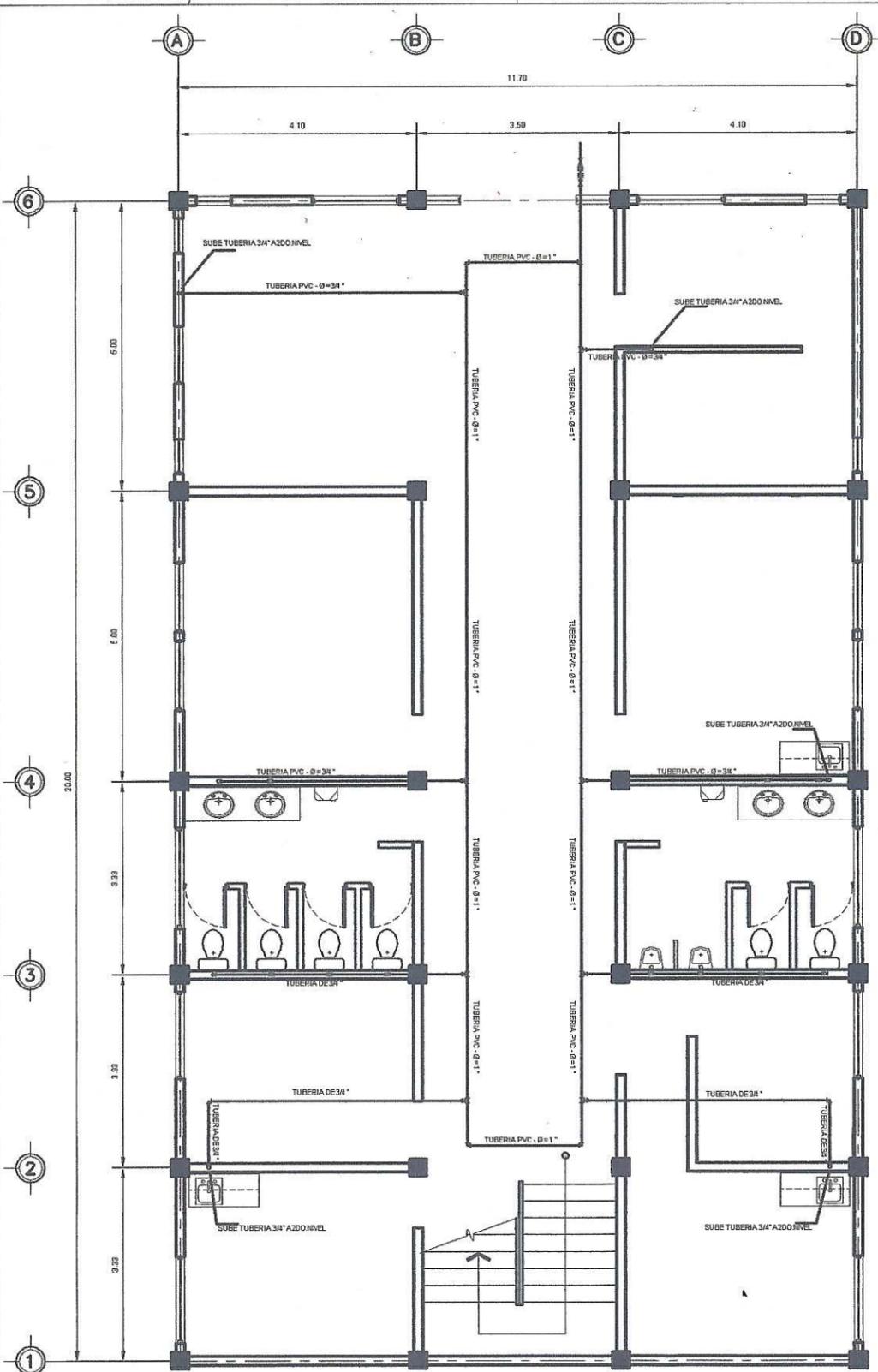
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

INDICADA: ALDEA CHOACORRAL
CONTENIDO: PLANO DE ARMADO DE CIMENTACIÓN
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

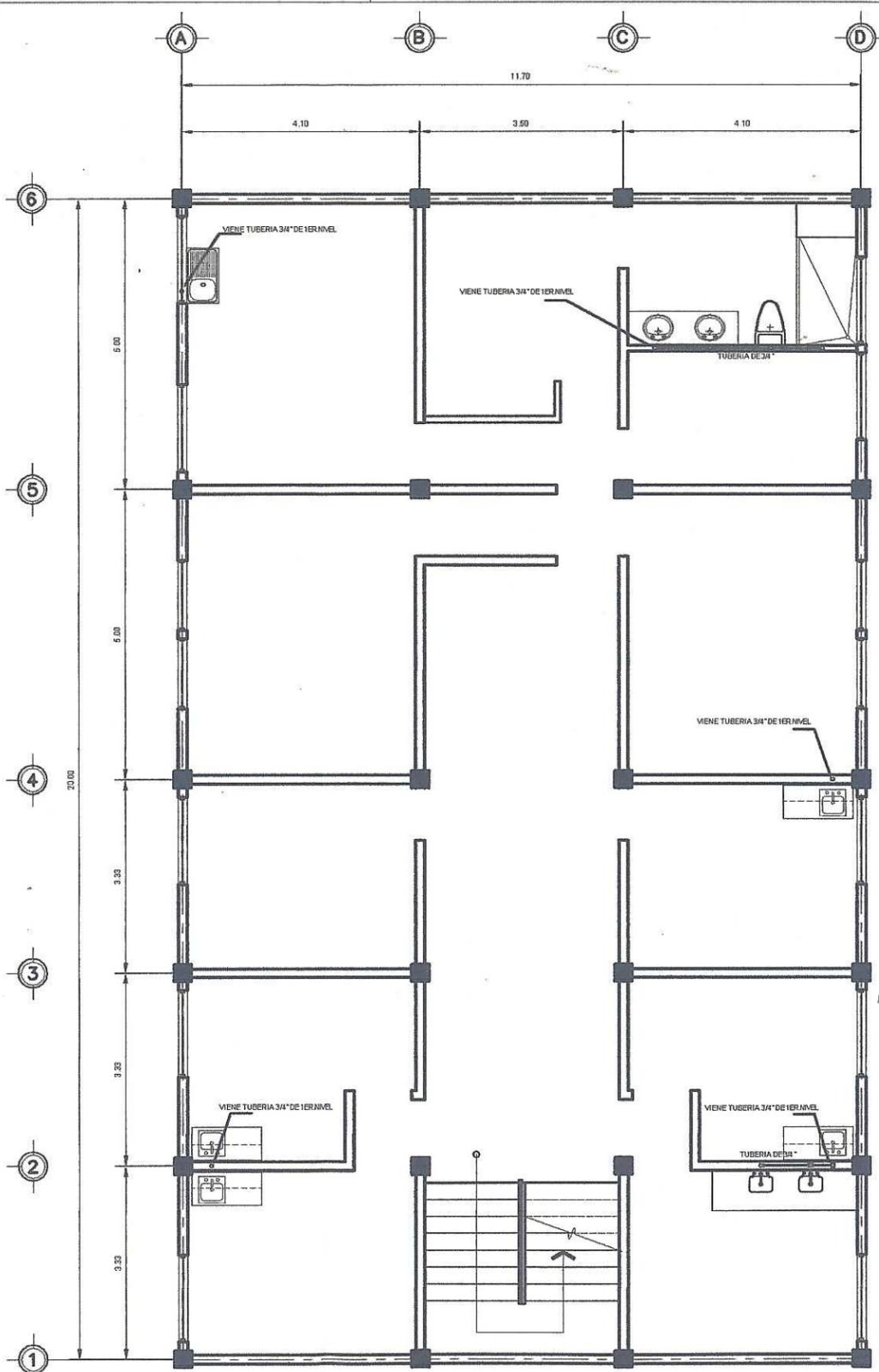
EDIFICIO: ALDEA CHOACORRAL
PROYECTO: PLANO DE ARMADO DE CIMENTACIÓN
AUTOR: VICTOR FERNÁNDEZ
FECHA: 9/14

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ



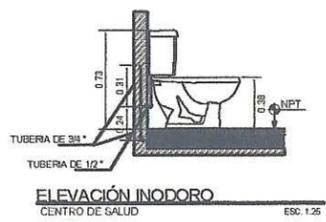
PLANTA AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50

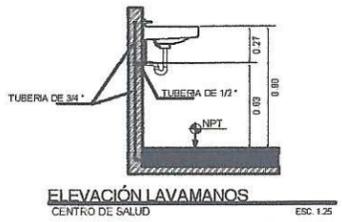


PLANTA AGUA POTABLE
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

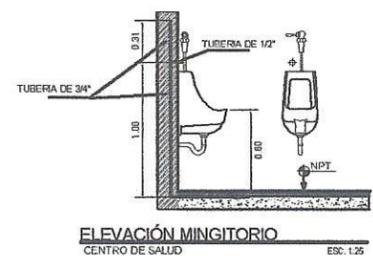
ESCALA: 1:50



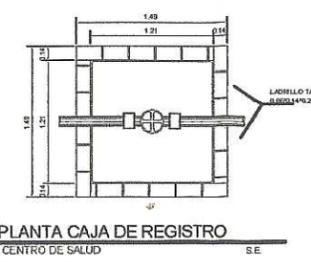
ELEVACIÓN INODORO
CENTRO DE SALUD
ESC: 1:25



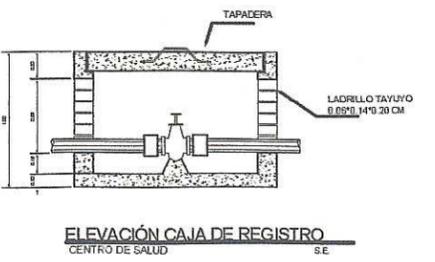
ELEVACIÓN LAVAMANOS
CENTRO DE SALUD
ESC: 1:25



ELEVACIÓN MINGITORIO
CENTRO DE SALUD
ESC: 1:25



PLANTA CAJA DE REGISTRO
CENTRO DE SALUD
S.E.

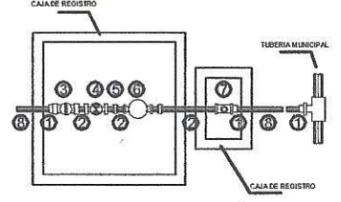


ELEVACIÓN CAJA DE REGISTRO
CENTRO DE SALUD
S.E.

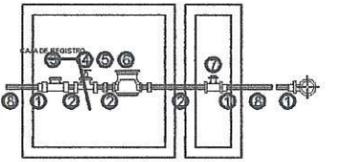
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CODO PVC 90° VERTICAL
	TEE DE 90° PVC VERTICAL
	TEE DE 90° PVC HORIZONTAL
	CODO PVC 90° HORIZONTAL
	CONTADOR DE AGUA
	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE CHEQUE
	TUBO PVC CIRCUITO DE DISTRIBUCION
	INDICA REDUCTOR DE PVC

NOMENCLATURA

- Adaptador Macho PVC.
- Niplo Galvanizado.
- Cheque Horizontal.
- Valvula de Compuerta.
- Union Universal.
- Contador.
- Llave de Paso.
- Tuberia PVC.
- Abrazadera reductora de Bronce empaque.



PLANTA VALVULAS
CENTRO DE SALUD
S.E.



ELEVACIÓN VALVULAS
CENTRO DE SALUD
S.E.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Para red general de Drenajes (Aguas Servidas y Pluviales) se utiliza tuberia de cloaca de polietileno (PVC).

PENDIENTE TUBERIA AGUAS NEGRAS 2%

PENDIENTE TUBERIA AGUAS PLUVIALES 2%

TUBERIAS PVC:

La tuberia de PVC a utilizar en red de drenajes debe estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 200300-02.

La presión de trabajo debe de ser de 160 libras sobre pulgada cuadrada para drenajes. Los accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones utilizar cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el solvente alija la tubería limpiarlijá hasta tener una superficie apropiada, luego se cubrirán ambos extremos con el solvente. Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones de fabricación. El exceso de solvente de secado lento manteniendo presión manual en la junta hasta 30 segundos.

INODOROS

Estos serán de color blanco y fabricados en masa vitrificada. No deben presentar resaca, superficies rugosas, vitales u ocultas, capaces de disconfortar o dañar materias plásticas.

El inodoro debe tener acción sifónica con taza, con borboteo y tapadera. El tubo de escape a la pared, de tres octavos de pulgada de diámetro, el tanque estar asentado sobre la taza, accionado por válvulas de flotador y con capacidad mínima de 16 litros, con tapadera, el tubo de escape y la llave de control ser de metal cromado. Cada una de las conexiones de agua al inodoro estar provista de su correspondiente contrallave de metal cromado para poder interrumpir el servicio del abastecimiento en cualquier momento.

Se utilizará el inodoro HIDRA 551 Incesa Standard o similar calidad. Fijar al piso por medio de una brida plástica, empaque de cera, pernos y tuercas de anclaje, debe seguirse las especificaciones del fabricante.

LAVAMANOS

Serán provistos de jabonera integrada, filón de metal cromado en forma de P conectado a pared, tubo de escape de metal cromado de tres octavos de pulgada de diámetro.

Se utilizará el lavamanos NEPTUNO No 400 marca Incesa Standard o similar.

NOTAS:

Las bajadas de agua pluvial u aguas negras, se dejarán cubiertas con reja, la cual deberá estar cubiertas con un mínimo de 40cm.

En algunos casos se colocaran abrazaderas para soportar las bajadas de aguas pluviales y se colocara al exterior del edificio.

Las tuberías no deberán colocarse dentro de alguna columna estructural, ni atravesar sótanos.

Todas las tuberías se deberán colocar a un lado de los muros estructurales.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

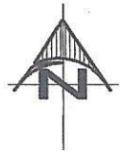
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS
SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ

PROYECTO: ALDEA CHOACORRAL
CONTRATO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS PARA EL CENTRO DE SALUD Y VESTIBULO
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

INDICADOR MERCK CAS
COMPRADOR DE LOS PRODUCTOS 2015
INGENIERO: VICTOR G. HERNANDEZ
UNIDAD DE PROYECTOS DE INGENIERIA

H.O.J.A
10/14

VICTOR G. HERNANDEZ
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TE PERFIL
	TE PLANTA
	TE ELEVACIÓN
	VE
	VE DOBLE
	ODOO 90° PERFIL
	ODOO 90° ELEVACIÓN
	ODOO 45° PERFIL
	ODOO 90° BAIN
	REDUCTOR DE PVC
	BANDA DE DRENAJE
	WEL DE DRENAJE

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Para red general de Drenajes (Aguas Servidas y Pluviales) se utiliza tubería de cloruro de polivinilo (PVC).

PENDIENTE TUBERÍA AGUAS NEGRAS: 3%
PENDIENTE TUBERÍA AGUAS PLUVIALES: 2%

TUBERIAS PVC:

La tubería de PVC a utilizar en red de drenajes debe estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 258-63/SDR 26. La presión de trabajo debe de ser de 160 libras sobre pulgada cuadrada para drenajes. Los accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones utilizar cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el solvente a la junta, ésta se limpiará y fijará hasta tener una superficie apropiada; luego se cubrirán ambos extremos con el solvente. Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones del fabricante, utilizando solvente de secado lento manteniendo presión manual en la junta durante 30 segundos.

INODOROS

Estos serán de color blanco y fabricados en tosa vitrificada. No deben presentar resaltos, superficies rugosas visibles u ocultas, capaces de esconder o retener materias putrescibles. El inodoro debe tener acción sifónica con taza, con borde integral y tapadera. El tubo de abasto a la pared, de tres octavos de pulgada de diámetro, el tanque estar asentado sobre la taza, accionado por válvulas de flotador y con capacidad mínima de 16 litros, con tapadera; el tubo de abasto y la llave de control ser de metal cromado. Cada una de las conexiones de agua al artefacto estar provista de su correspondiente contralave de metal cromado para poder interrumpir el servicio del artefacto sin afectar los demás. Se utilizará el inodoro HIDRA 651 Incesa Standard o similar calidad. Fijar el piso por medio de una brida plástica, empaque de cera, pernos y tuercas de anclaje; debe seguirse las especificaciones del fabricante.

LAVAMANOS

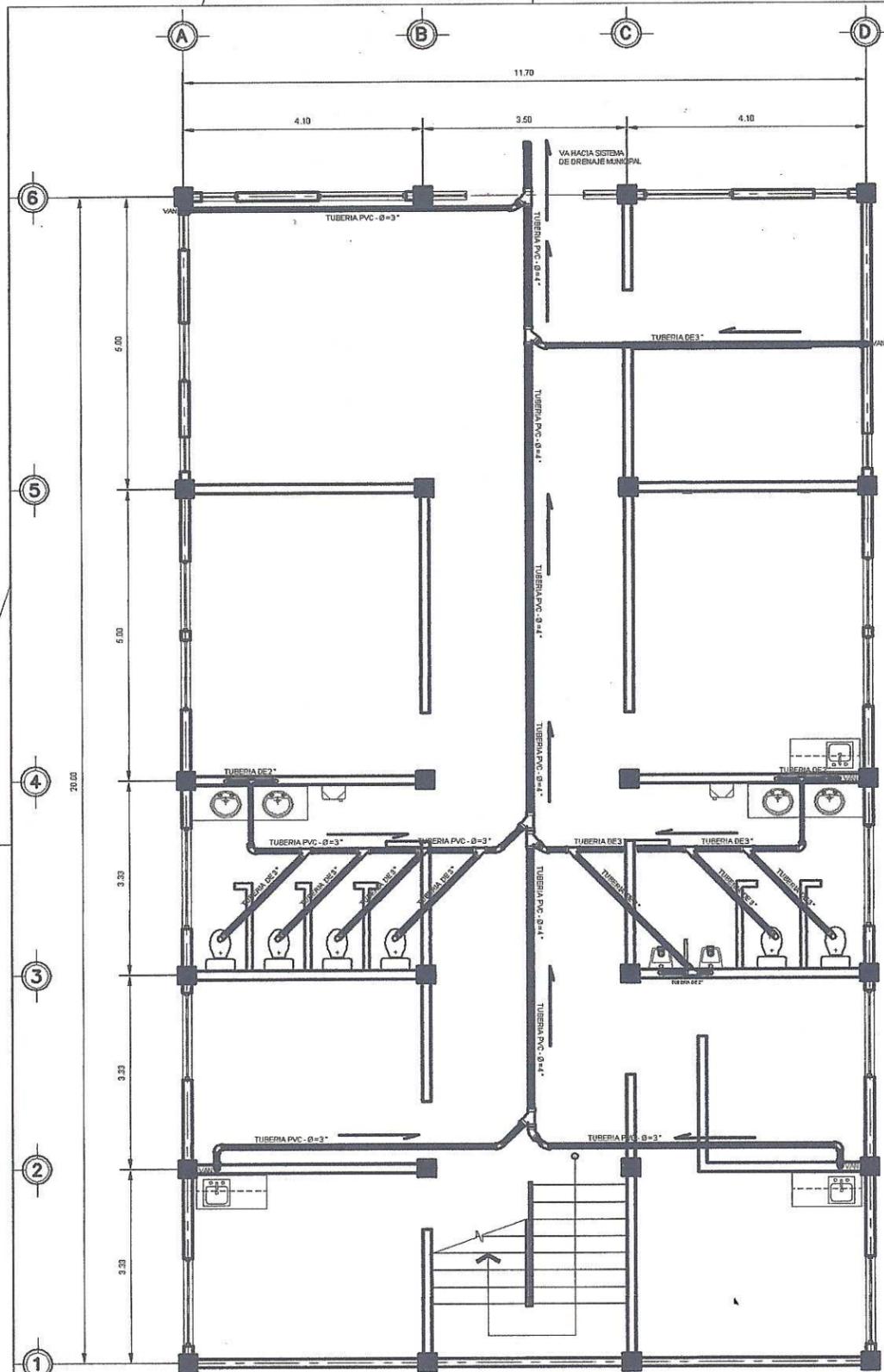
Serán provistos de jabonera integrada, sifón de metal cromado en forma de P conectado a la pared, tubo de abasto de metal cromado de tres octavos de pulgada de diámetro. Se utilizará el lavamanos NEPTUNO No 400 marca Incesa Standard o similar.

NOTAS:

Las Bajadas de agua pluvial o aguas negras, se dejaran cubiertas con relleno, la cual debiera estar cubiertas con un mínimo de 40 mm. En algunos casos se colocaran abrazaderas para sostener las bajadas de aguas pluviales y se colocara al exterior del edificio.

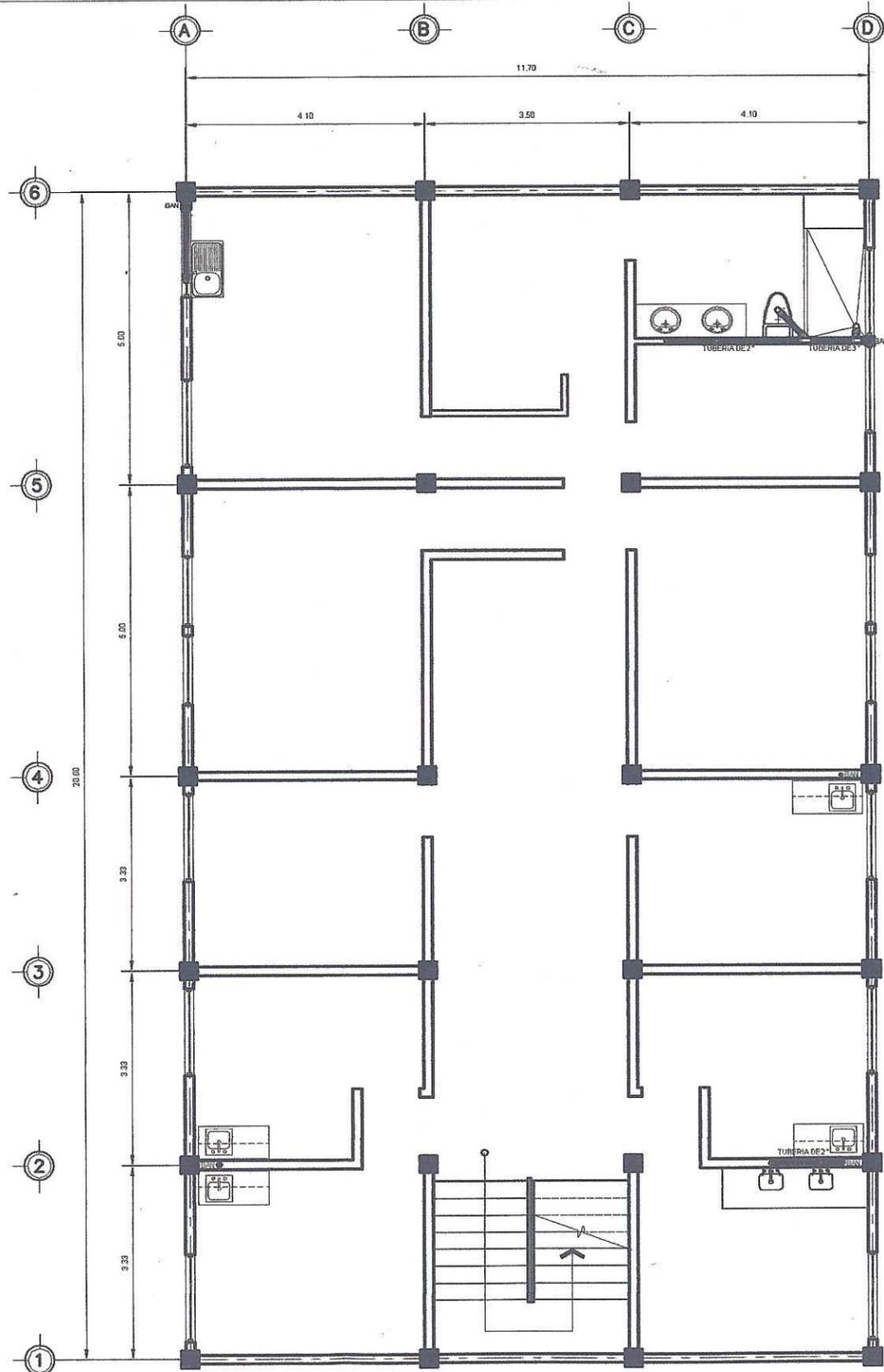
Las tuberías no deberan colocarse dentro de alguna columna estructural, ni atravesar sobre vigas.

Todas las tuberías se deberán colocar a un lado de los marcos estructurales.



PLANTA DRENAJE SANITARIO
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50



PLANTA DRENAJE SANITARIO
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

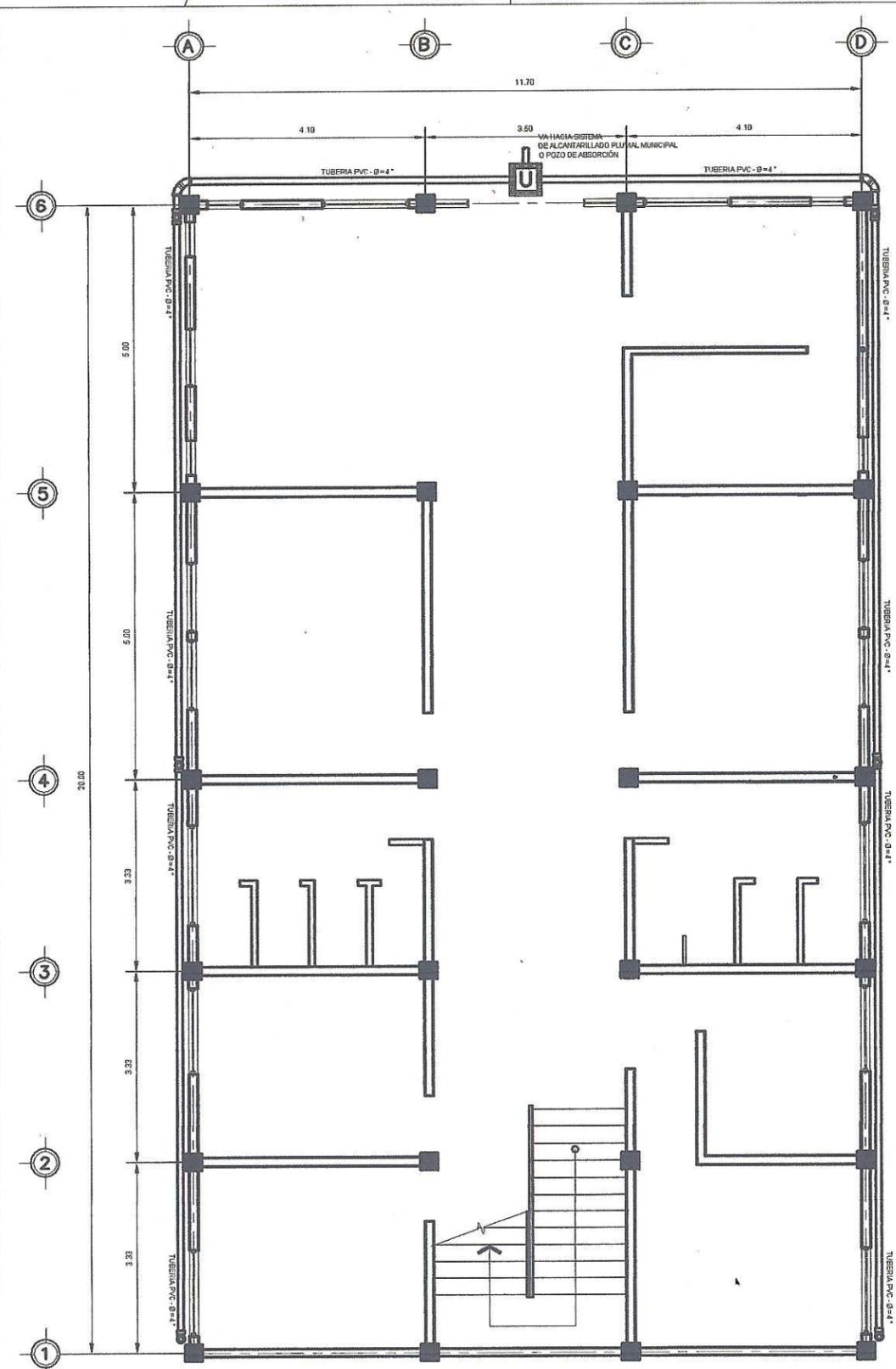
ESCALA: 1:50


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

DISEÑO: ALDEA CHOACORRAL
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS (DRENAJE)
 NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES EN ALDEA CHOACORRAL
 ASESOR: VICTOR G. HERNÁNDEZ

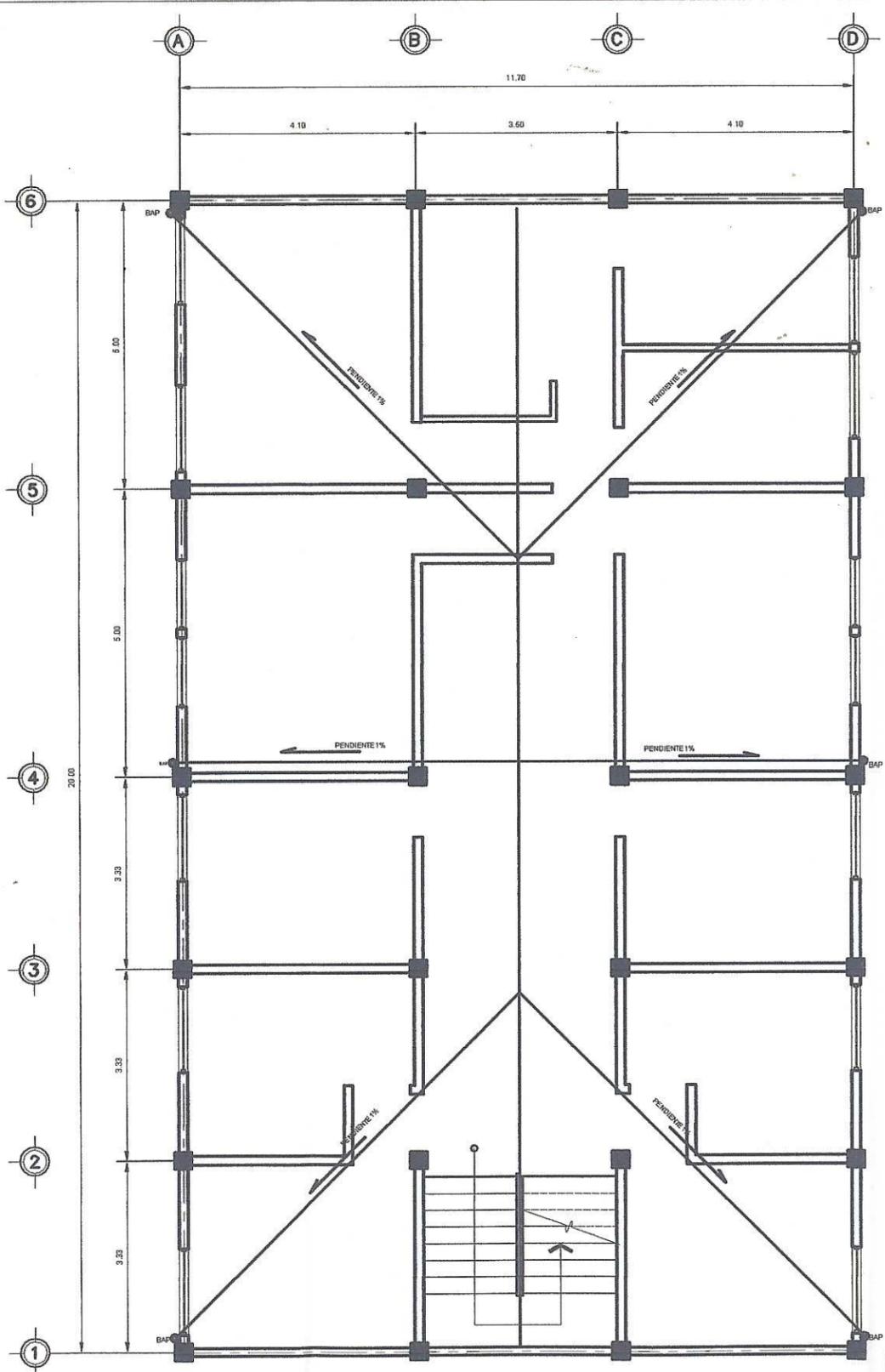
INDICADA: MERCADO
 FECHA: AGOSTO 2015
 HOJA 11/14

VICTOR G. HERNÁNDEZ
 INGENIERO



PLANTA DRENAJE PLUVIAL
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50



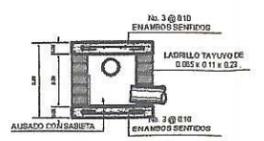
PLANTA DRENAJE PLUVIAL
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL
	TE PERFIL
	TE PLANTA
	TE ELEVACIÓN
	YE
	YE DOBLE
	CODO 90° PERFIL
	CODO 90° ELEVACIÓN
	CODO 45° PERFIL
	CODO 90° BAJA
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	VIENE DE AGUA PLUVIAL
	CAJA UNIFICADORA DE MAMPOSTERÍA



PLANTA CAJA DE UNIÓN
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25



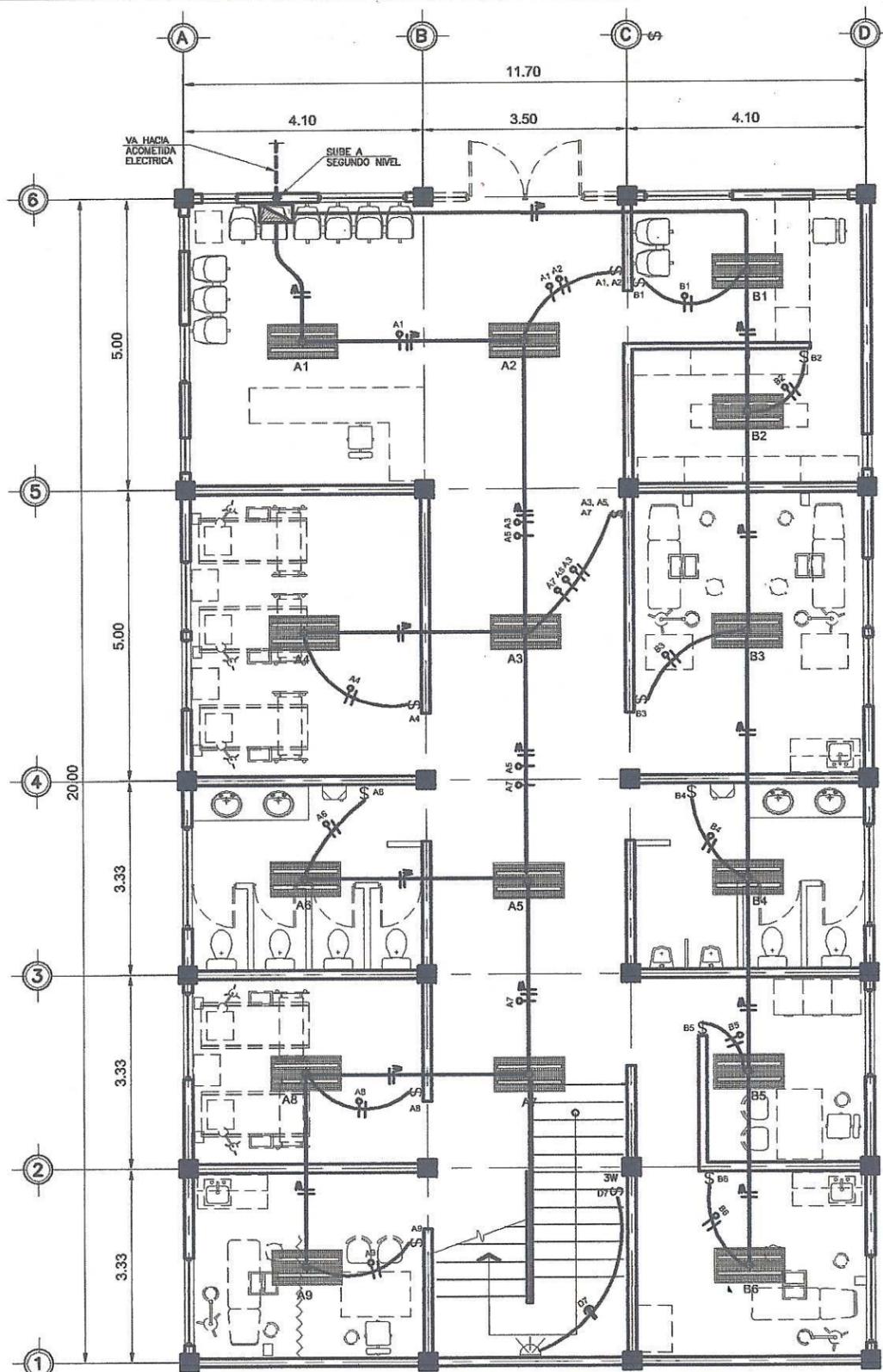
ELEVACIÓN CAJA DE UNIÓN
CENTRO DE SALUD
ESC. 1:25

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

DIRECCIÓN: ALDEA CHOACORRAL
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIONES MUNDICIAS (PLUVIAL)
 NOMBRE DEL PROYECTO: EDIFICIO DE DOS NIVELES EN ALDEA CHOACORRAL

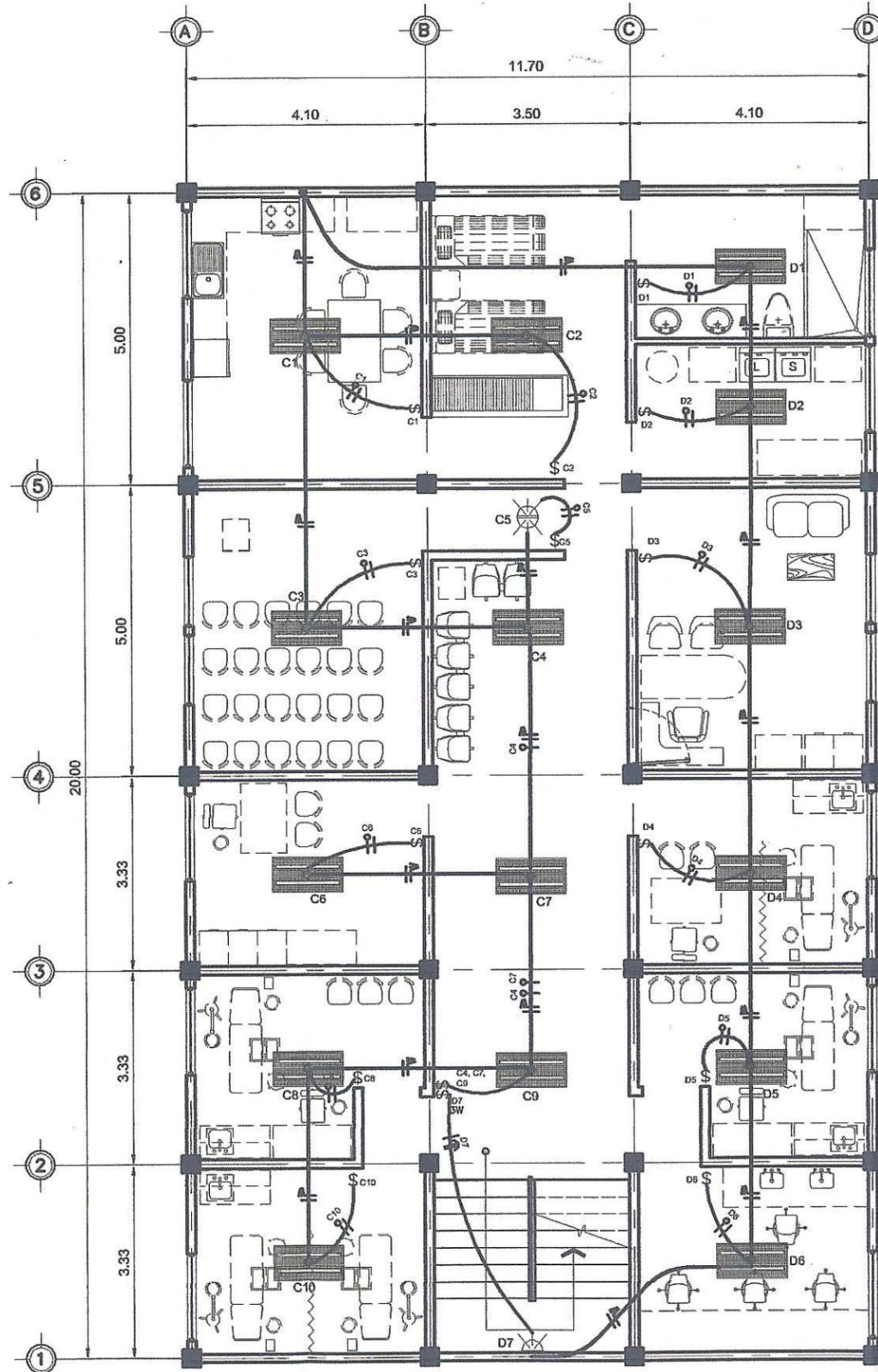
FECHA: AGOSTO 2015
 ASESOR: [Signature]
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

HOJA 12 / 14



PLANTA
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

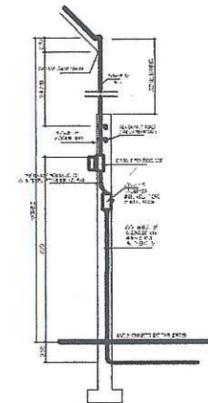
ESCALA: 1:50



PLANTA
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA EN SUELO ϕ 1 1/4"
	TUBERIA EN CIELO ϕ 3/4"
	CONDUCTOR VIVO CAL. 12
	RETORNO A INTERRUPTOR CAL. 12
	CONDUCTOR NEUTRO CAL. 12
	PUNTE THREE WAY CAL. 12
	LAMPARA EN CIELO
	LAMPARA EN PARED
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR SIMPLE = 1.30 SNPT
	INTERRUPTOR DOBLE = 1.30 SNPT
	INTERRUPTOR TRIPLE = 1.30 SNPT
	INTERRUPTOR TRES VAS (THREE WAY)
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 x 40W CON DIFUSOR PARABOLICO



DETALLE DE ACOMETIDA

ESPECIFICACIONES	
DUCTOS PARA CONDUCTORES: -SERAN PVC ELECTRICO ϕ 3/4".	
CONDUCTORES: -TODOS LOS CABLES O ALAMBRES DEBERAN AJUSTARSE A LOS REQUISITOS DE NEC Y TODAS LAS NORMAS NEMA APLICABLES. SERAN NUEVOS DE TAMAÑO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA COBERTA EXTERIOR. -NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE). DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA. DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR 1/3 REPARAR. -TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.	
CODIGO DE COLORES: DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEC: - ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA) - BLANCO: LINEA NEUTRAL - VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA) - NEGRO: LINEA DE RETORNO - AZUL: LINEAS DE PUNTE ENTRE INTERRUPTORES DE TRES VAS (THREE WAY)	
ACCESORIOS: INTERRUPTORES: -SERAN DE 120 VOLTIOS, 15 AMPERIOS MARCA B-TIGINO, O SIMILAR E IRAN A 1.30 M SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.	
RECOMENDACIONES GENERALES: ACOMETIDA: -LA ACOMETIDA SERA 3 THHN CAL. 4	
CONEXION A TIERRA: -TODOS LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA DEBERA TENER TIERRA FISICA, ESTA SERA UNA VARILLA DE COBRE DE 8 PIES DE LONGITUD POR 5/8" DE DIAMETRO + MORZADA.	
REFERENCIAS - VER PLANTA ARQUITECTONICA EN HOJA 14/14 - VER INSTALACION ELECTRICA (FUERZA) EN HOJA 14/14 - VER TABLEROS DE DISTRIBUCION EN PLANO DE ELECTRICIDAD FUERZA EN HOJA 14/14	

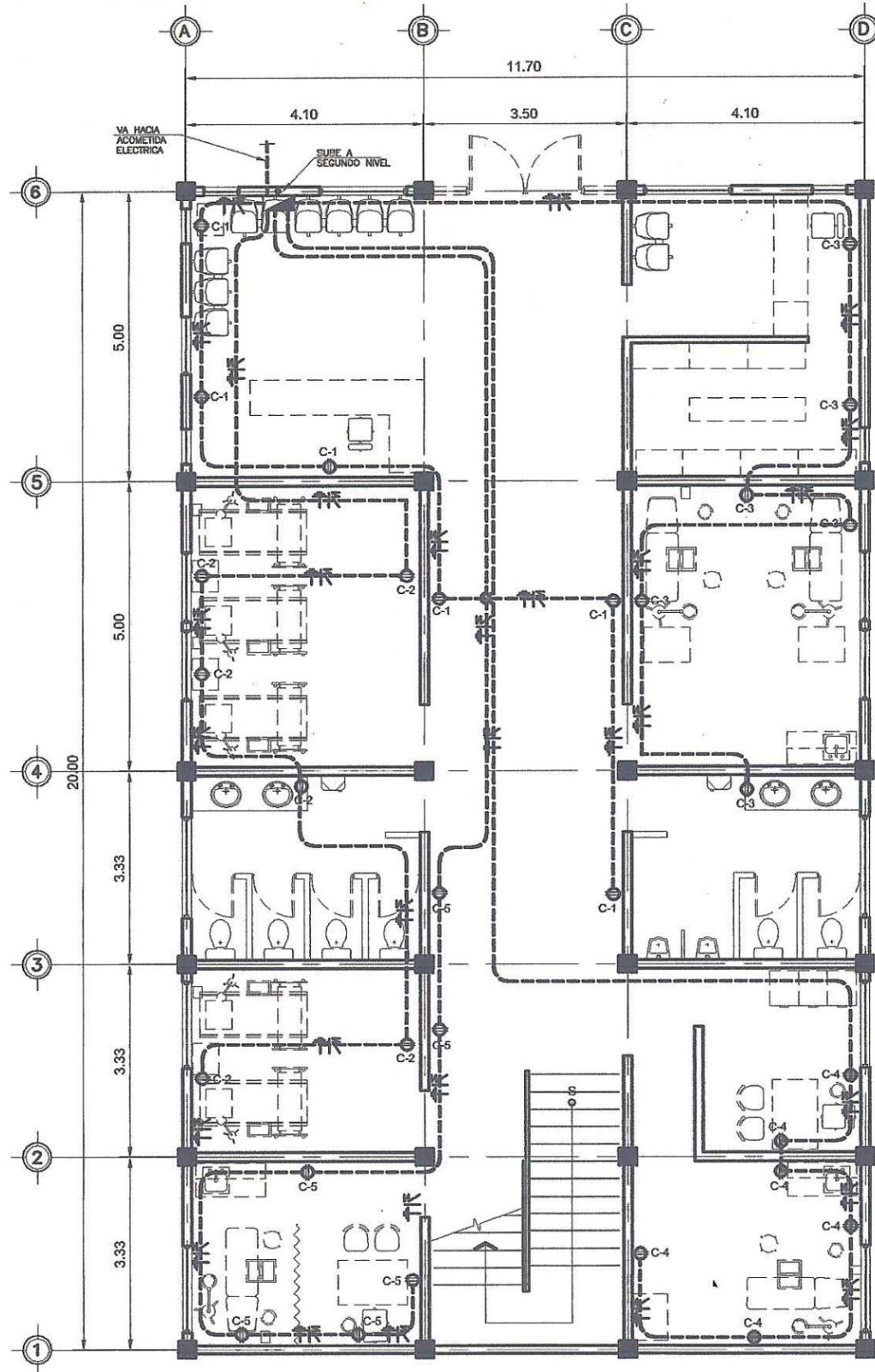
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

DISEÑO Y DISEÑO: DOCTOR HERNANDEZ
 PLANTA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (ILUMINACIÓN)

NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL
 EDIFICIO DE DOS NIVELES
 SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

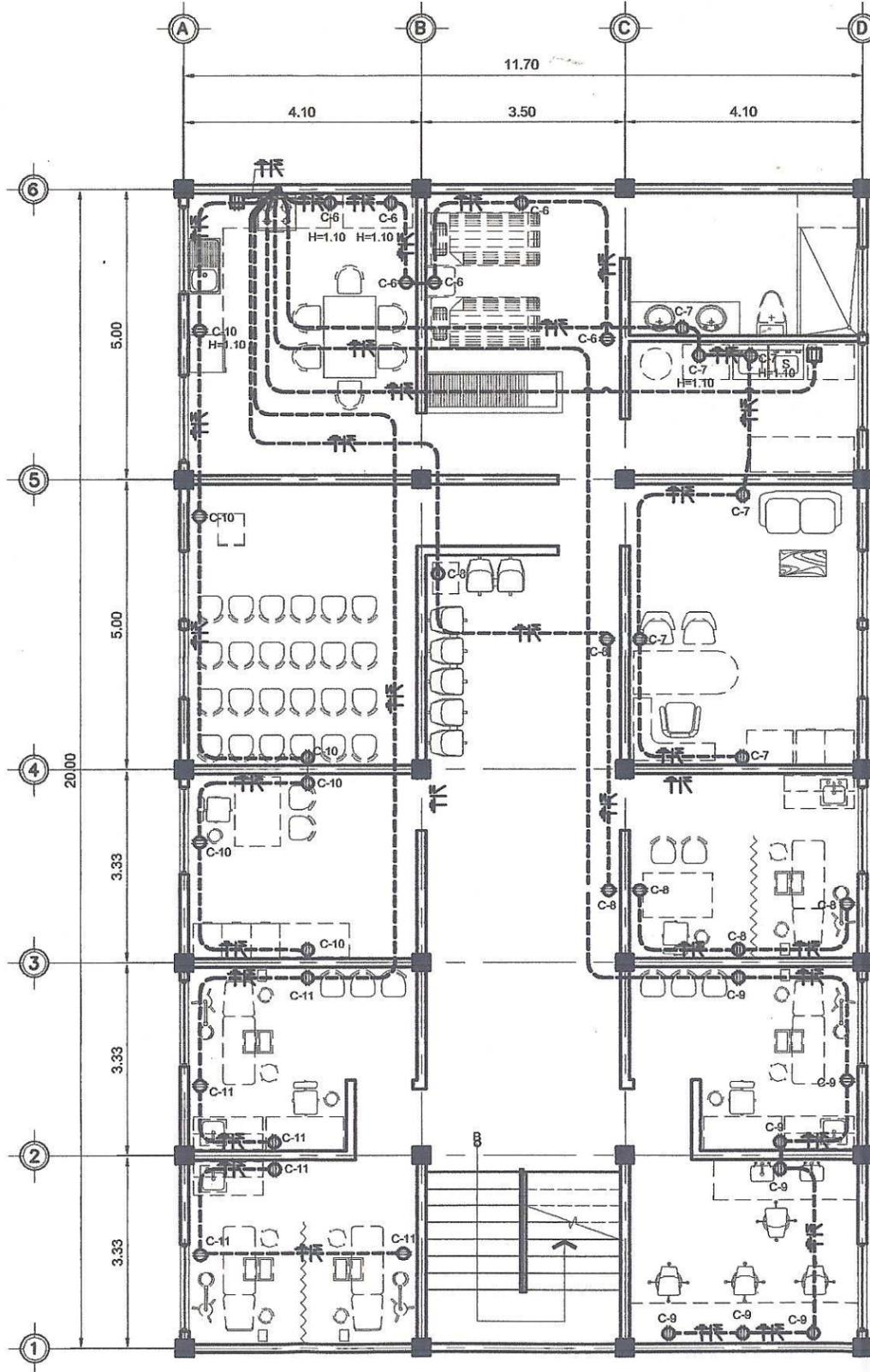
DISEÑADOR: Ing. Juan Merck
 ASesor - SUPERVISOR DEBEN: Ing. Juan Merck
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

ESCALA: HOJA 14/14



PLANTA
PRIMER NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50



PLANTA
SEGUNDO NIVEL CENTRO DE SALUD

ESCALA: 1:50

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERA EN SUELO 3/4"
	CONDUCTOR ACTIVO THHN CALIBRE 12
	CONDUCTOR NEUTRO THHN CALIBRE 14
	CONDUCTOR DESTINADO PARA TIERRA FISICA
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE 110v. h=0.30
	TOMACORRIENTE 220v. h=0.30

ESPECIFICACIONES

DUCTOS PARA CONDUCTORES:
-SERAN PVC ELECTRICO 3/4".

CONDUCTORES:
-TODOS LOS CABLES O ALAMBRES DEBERAN AJUSTARSE A LOS REQUISITOS DE NEC Y TODAS LAS NORMAS NEMA APLICABLES. SERAN NUEVOS DE TAMAÑO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA CUBIERTA EXTERIOR
-NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE). DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA, DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR Y/O REPARAR.
-TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETIADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.

COLORES DE CABLES:
-DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEG:
-ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA)
-BLANCO: LINEA NEUTRAL
-VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA)
-NEGRO: LINEA DE RETORNO
-AZUL: LINEAS DE PUENTE ENTRE INTERRUPTORES DE TRES VAS (THREE WAY)

ACCESORIOS:
INTERRUPTORES:
-SERAN DE 120 VOLTIOS, 15 AMPERIOS MARCA B-TICINO, O SIMILAR E IRAN A 1.30 M SOBRE EL NIVEL DE FISO TERMINADO.

RECOMENDACIONES GENERALES:
COMEDIDA:
-LA ACOMETIDA SERA 3 THHN CAL. 4
CONEXION A TIERRA:
-TODOS LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA DEBERA TENER TIERRA FISICA, ESTA SERA UNA VARILLA DE COBRE DE 8 PIES DE LONGITUD POR 5/8" DE DIAMETRO + MORDAZA.

REFERENCIAS

VER PLANTA ANUEBLADA EN HOJA A-1
VER INSTALACION ELECTRICA (LUMINACION) EN HOJA I-4
VER TABLEROS DE DISTRIBUCION EN PLANO DE ELECTRICIDAD FUERZA EN HOJA I-4

TABLERO T-1

GENERAL ELECTRIC No. Espaldas: 18
120/240 V MARCA: 200 AMP
MARCA DE NEUTRO SI No. Iltas: 3
MONTAJE/EMPOTRAR EMPOTRAR ALIMENTACION: THHN 2/0

No. DESCRIPCION	CANTIDAD	CADA AMPERIOS			CONDUCTOR
		No. Unidades	PISE 1	PISE 2	
1 A ILUMINACION	9	6.00	---	720	THHN 12 1 x 15
2 B ILUMINACION	6	---	4.00	480	THHN 12 1 x 15
3 C ILUMINACION	10	8.67	---	860	THHN 12 1 x 15
4 D ILUMINACION	7	---	4.67	560	THHN 12 1 x 15
5 C1 FUERZA	6	12.00	---	1,400	THHN 12 1 x 20
6 C2 FUERZA	6	---	12.00	1,400	THHN 12 1 x 20
7 C3 FUERZA	6	12.00	---	1,400	THHN 12 1 x 20
8 C4 FUERZA	6	---	12.00	1,400	THHN 12 1 x 20
9 C5 FUERZA	6	12.00	---	1,400	THHN 12 1 x 20
10 C6 FUERZA	6	---	12.00	1,400	THHN 12 1 x 20
11 C7 FUERZA	6	12.00	---	1,400	THHN 12 1 x 20
12 C8 FUERZA	6	---	12.00	1,400	THHN 12 2 x 20
13 C9 FUERZA	6	12.00	---	1,400	THHN 12 2 x 20
14 C10 FUERZA	6	---	12.00	1,400	THHN 12 2 x 20
15 C11 FUERZA	7	14.00	---	1,680	THHN 12 2 x 20
16 E ESTUFA	1	---	6.82	1,500	THHN 12 2 x 20
17 S SECADORA	1	6.82	---	1,500	THHN 12 2 x 20
18 ESTUFA					
CANTIDAD TOTALES INSTALADAS NOMINALES		93.48	75.49	21,240	

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de ingeniería

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ

PROYECTO:
ALDEA CHOACORRAL

CONTENIDO:
PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA

NOMBRE DEL PROYECTO:
EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA CENTRO DE SALUD EN ALDEA CHOACORRAL

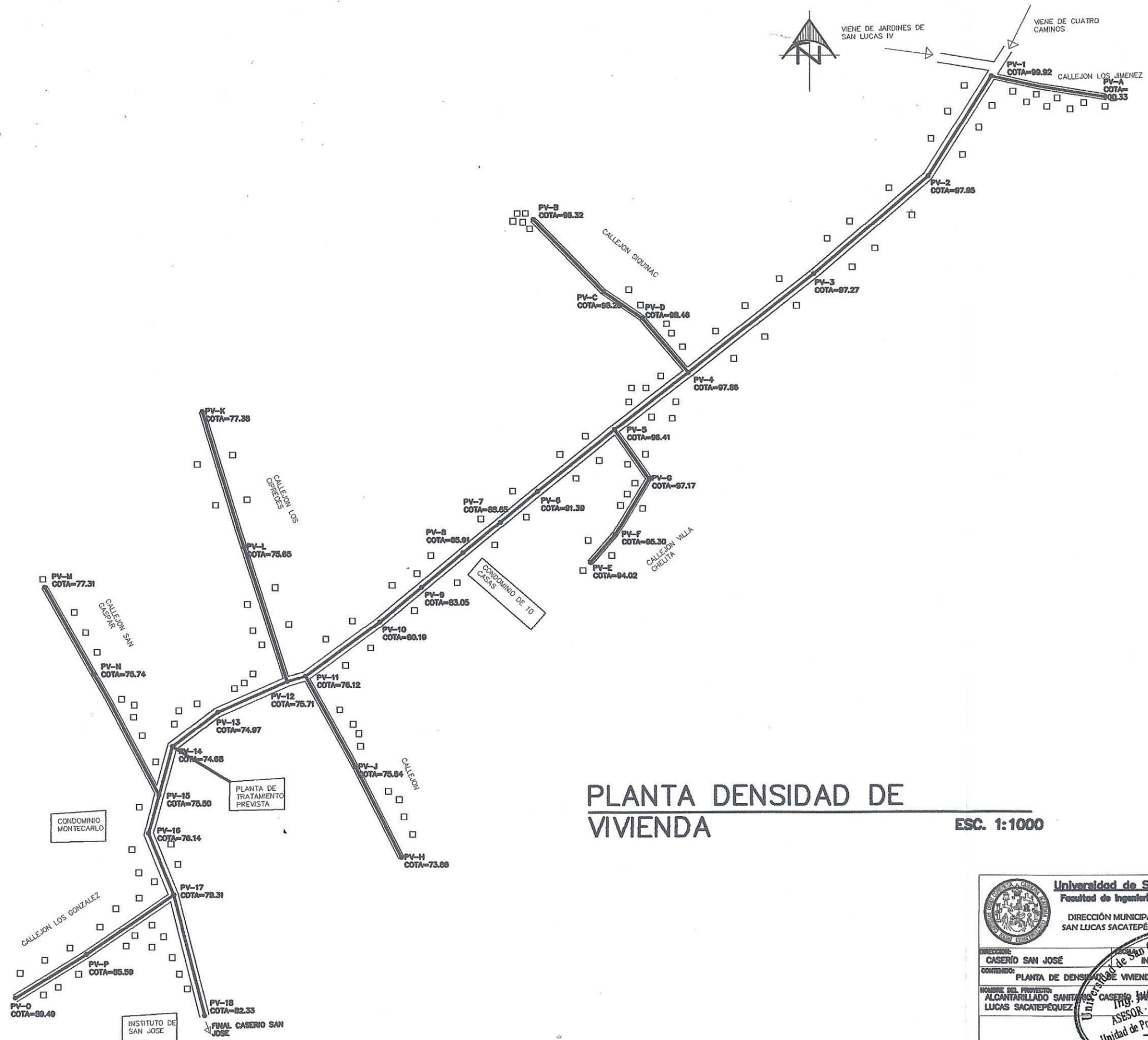
ASESOR PRACITICO DE INGENIERIA Y DISEÑO:
ING. SUPERVISOR DE PROYECTOS
VICTOR HERNANDEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

U E I
HOJA
14 / 14

Apendice 9. Planos del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario para el caserio San Jose, San Lucas Sacatepéquez.

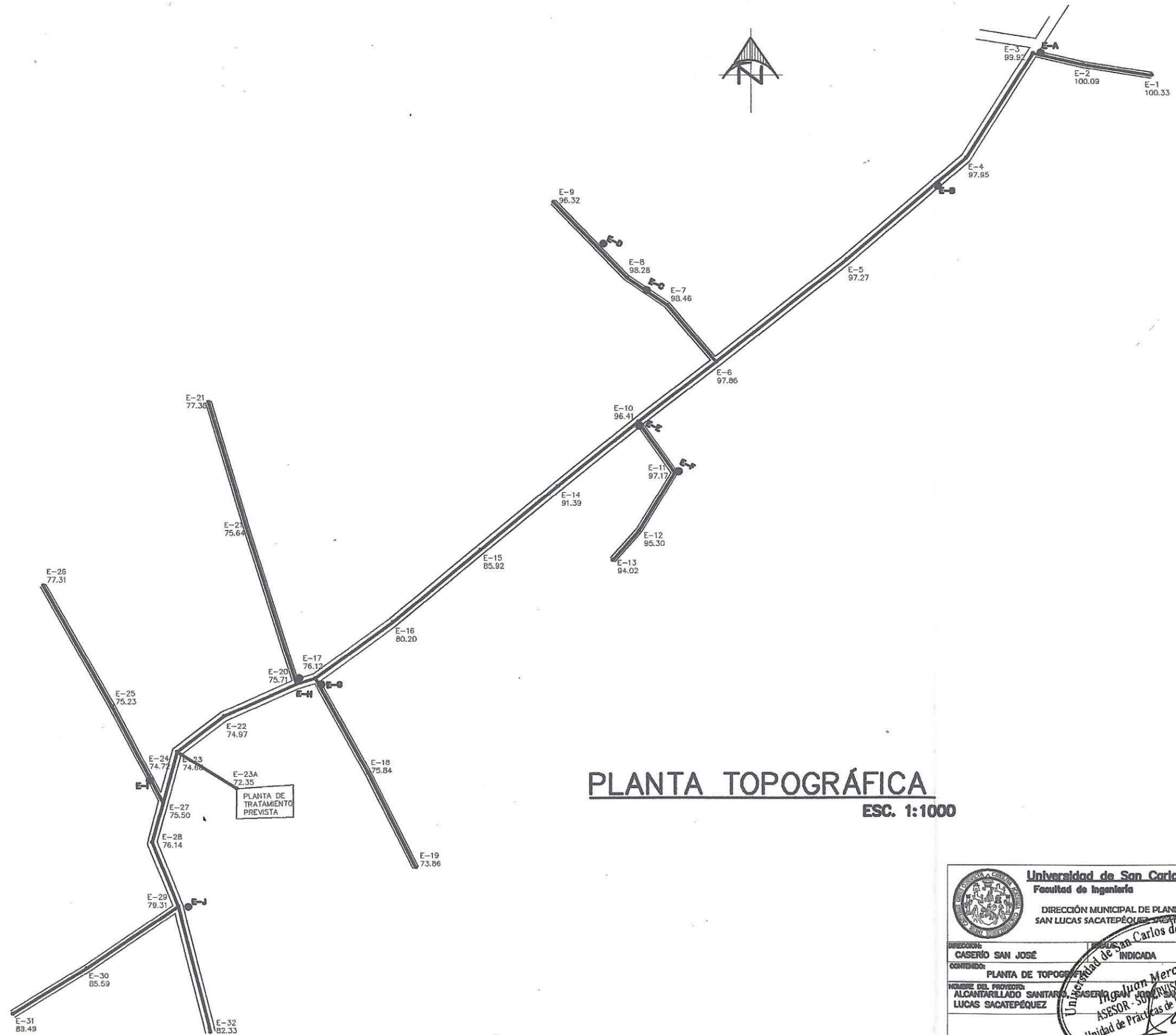
- 1/9 plano de planta de densidad de vivienda
- 2/9 plano de planta de topografía
- 3/9 plano de planta general del alcantarillado sanitario
- 4/9 plano de planta-perfil 1
- 5/9 plano de planta-perfil 2
- 6/9 plano de planta-perfil 3
- 7/9 plano de detalle de pozos de visita
- 8/9 plano de detalles de acometidas domiciliarias
- 9/9 plano de planta-perfil de fosa sépticas



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESC. 1:1000

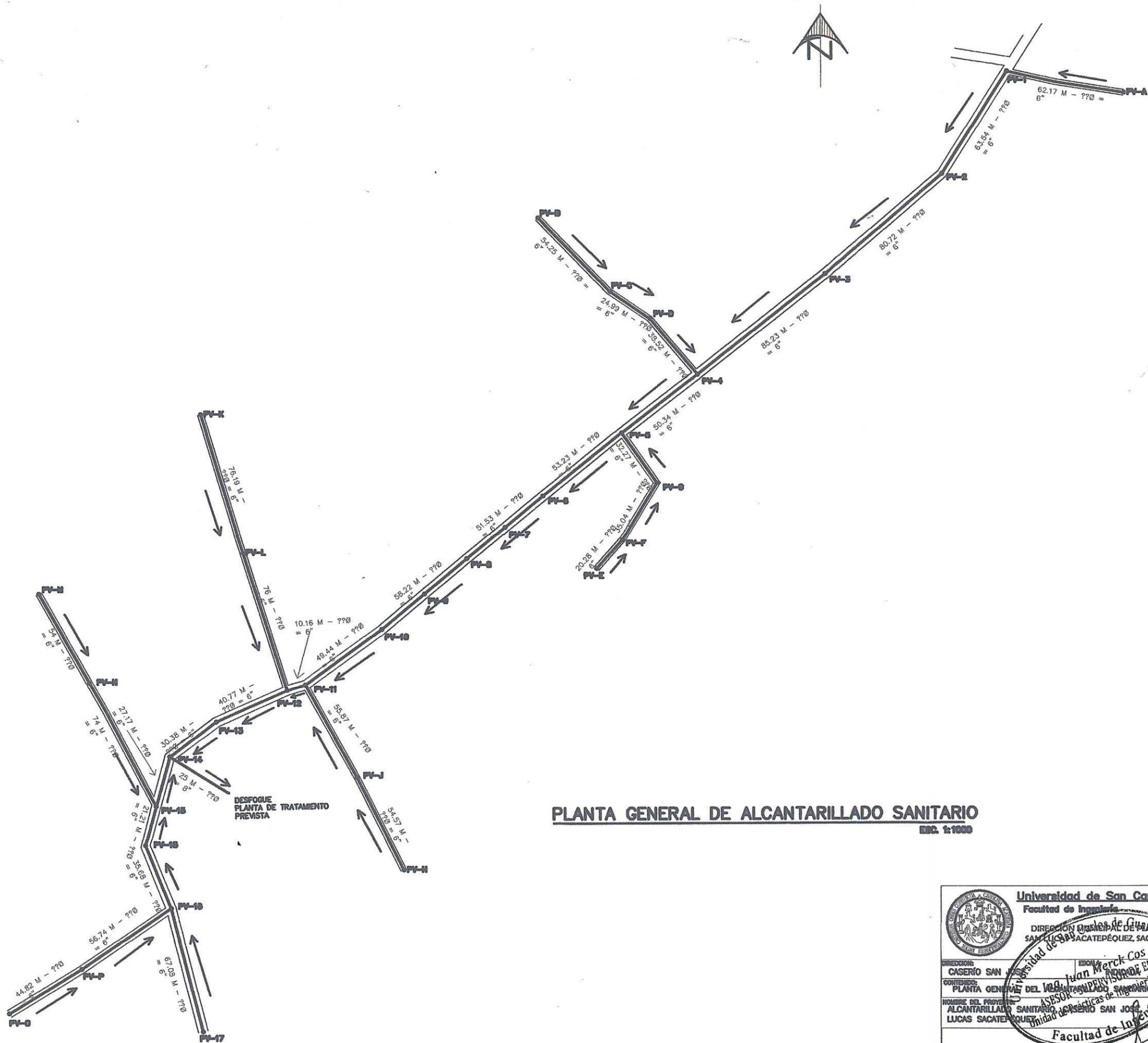
 Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería			
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ			
DIRECCIÓN:	CASERIO SAN JOSÉ	INDICADA	AGOSTO 2015
CONTENIDO:	PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA		
NOMBRE DEL PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN JOSÉ	PROYECTO Y EJECUCIÓN:	ING. JUAN MERCK C. / ING. DANIEL HERNÁNDEZ
LUGAR:	LUCAS SACATEPÉQUEZ	ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERCK C.
Unidad de Prácticas de Ingeniería y Asesoría Facultad de Ingeniería			HOJA 1 / 9



PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC. 1:1000

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ	
DIRECCIÓN: CASERIO SAN JOSÉ	FECHA: AGOSTO 2015
CONTENIDO: PLANTA DE TOPOGRAFÍA	INDICADA 1
NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO LUCAS SACATEPÉQUEZ	ELABORADO POR: JUAN MERCK HERNÁNDEZ
ASesor: JUAN MERCK HERNÁNDEZ Unidad de Prácticas de Ingeniería	HOJA: 2 / 9



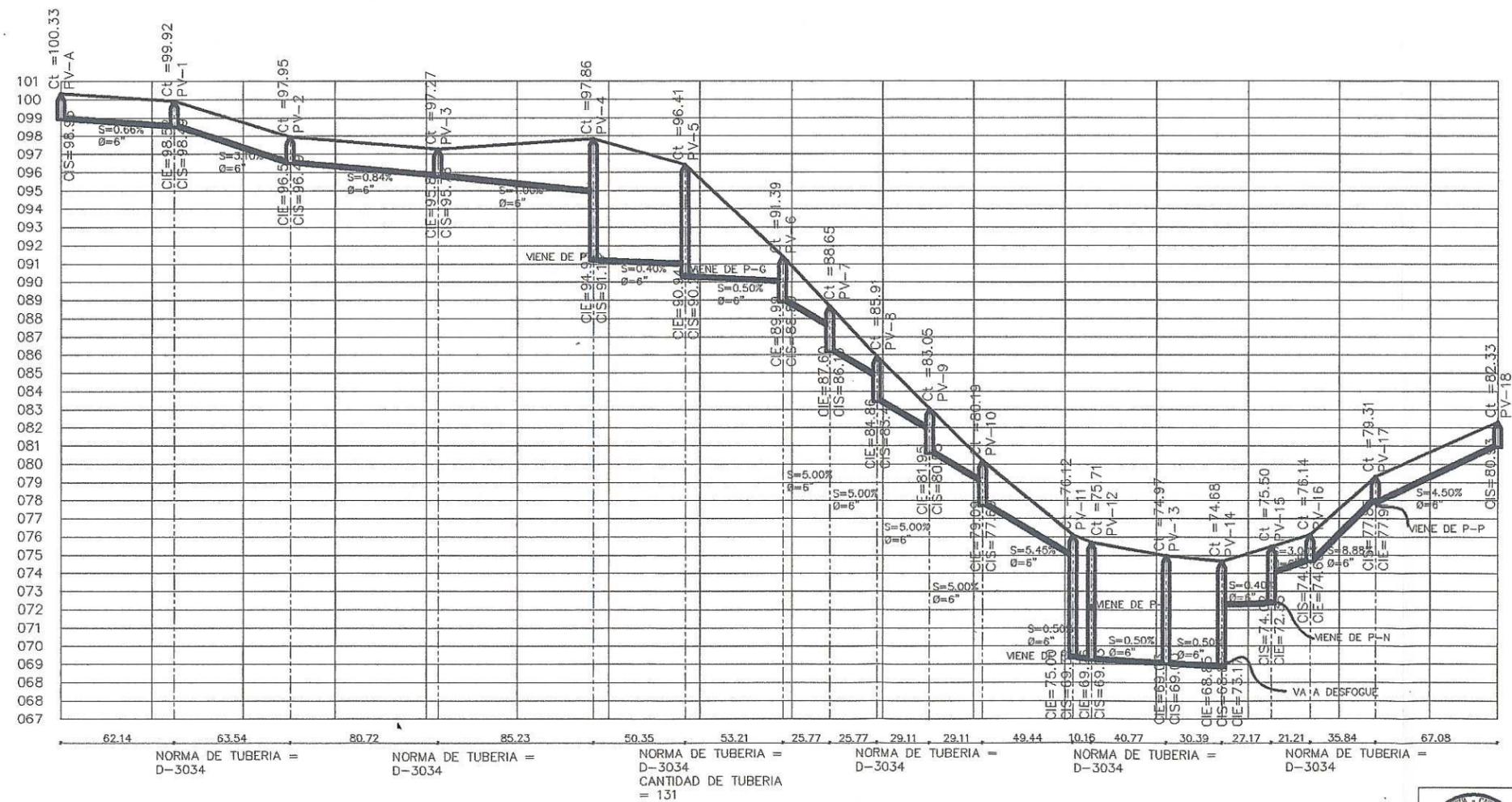
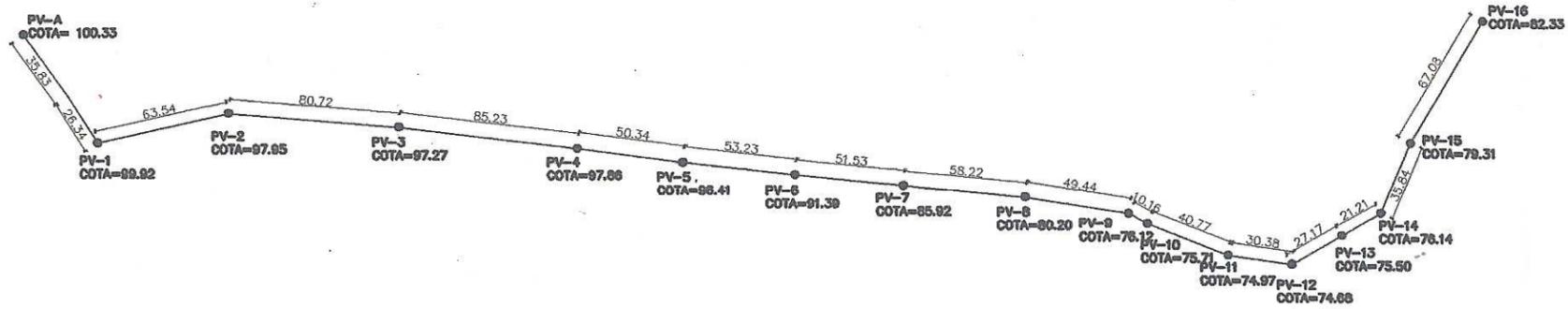
PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 ESC. 1:1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGULACIÓN SANITARIA Y AMBIENTAL
 SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

DIRECCIÓN: CASERIO SAN JOSE
 CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO
 NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN JOSE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

ASesor: *[Signature]*
 FECHA: AGOSTO 2015
 DISEÑO Y EJECUCIÓN: VICTOR HERNÁNDEZ

Hoja: 3/9



REFERENCIAS	
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE TUBERIA
Ct	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA

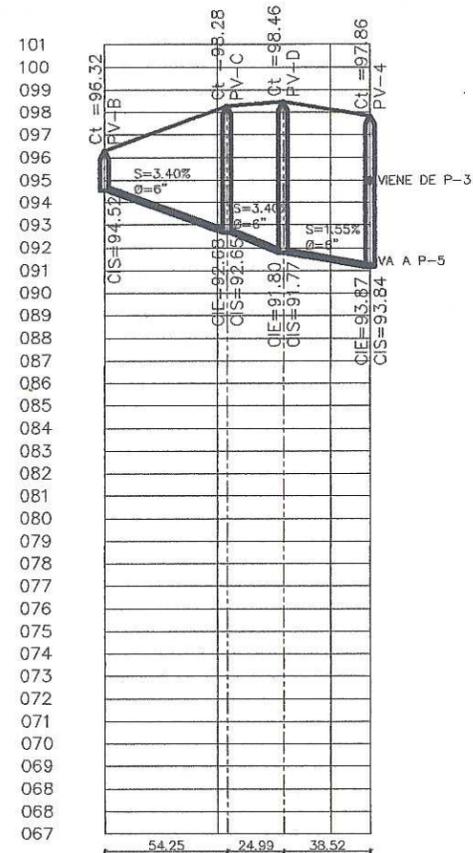
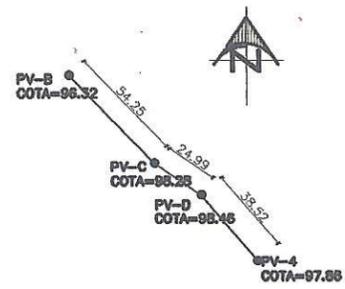
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE INGENIERÍA
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

DIRECCIÓN: CASERÍO SAN JOSÉ
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL 1
 NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SAN JOSÉ, CASERÍO SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ

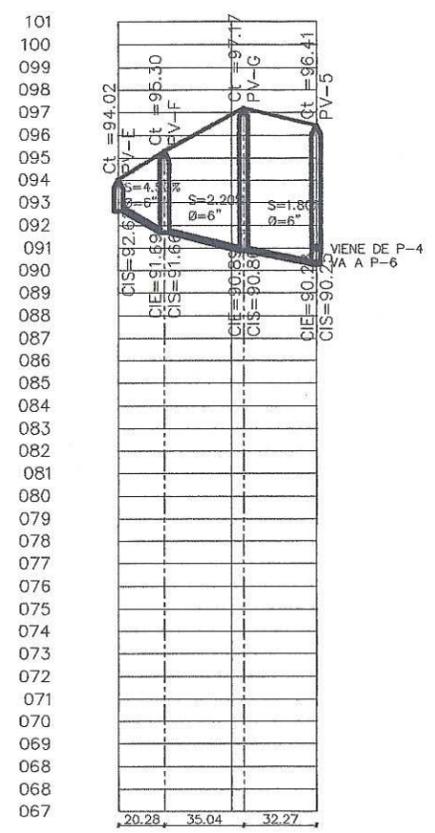
ESCALA: INDICAR
 FECHA: AGOSTO 2015
 INGENIERO SUPERVISOR DE EPS: VICTOR HERNÁNDEZ
 Unidad de Prácticas de Ingeniería: UVA

Ing. Juan Morcok
 Ing. Víctor Hernández

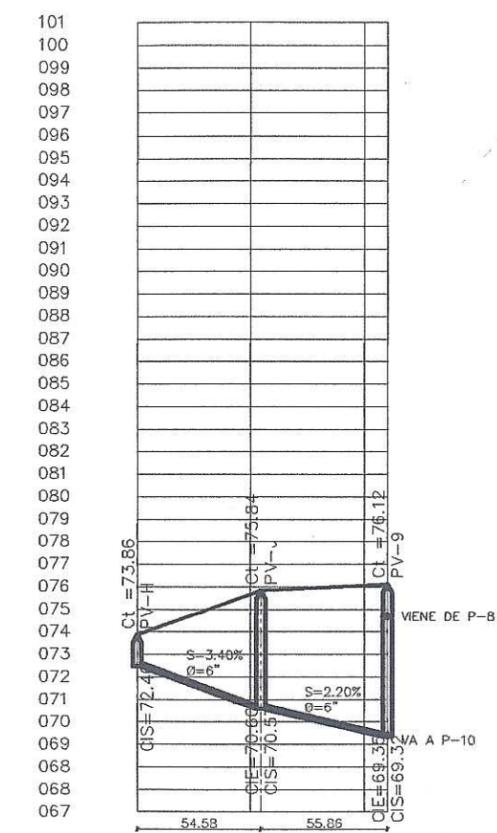
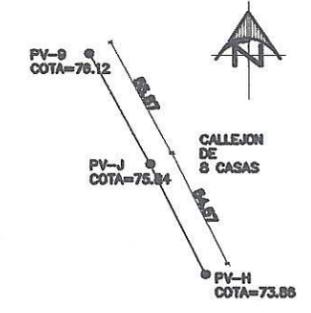
FACULTAD DE INGENIERÍA
 1/9



NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBERIA
= 20



NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBERIA
= 15



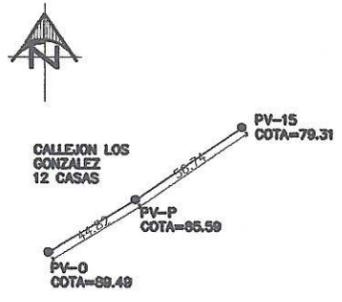
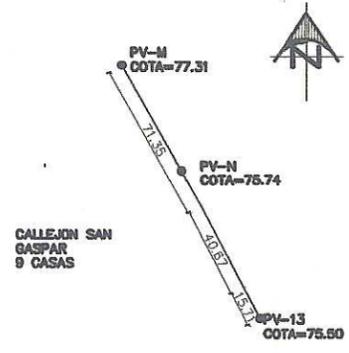
NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBERIA =
19

REFERENCIAS	
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE TUBERIA
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA

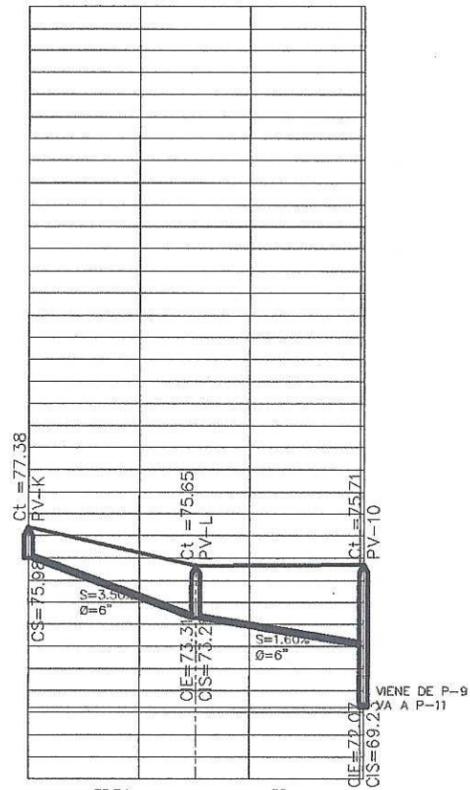
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

DIRECCIÓN: CASERIO SAN JOSÉ INDICADA FECHA: AGOSTO 2015
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL 2
 NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ
 ASesor: Ing. Juan Merck Córdova y Asesor: Ing. David Hernández

Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería
 HOJA 5/9

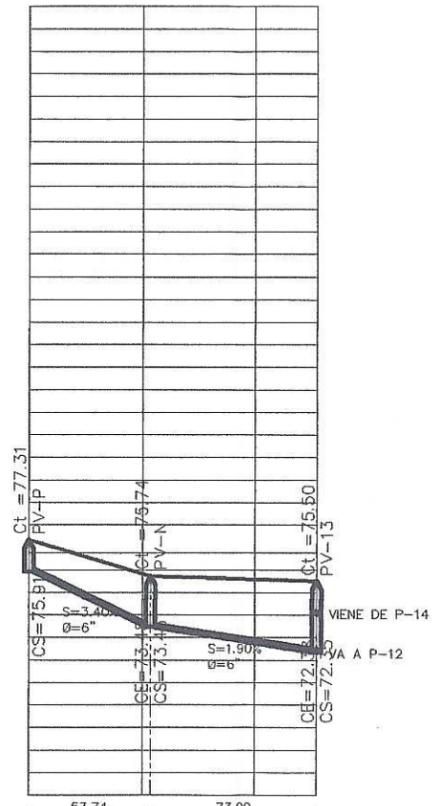


101
100
099
098
097
096
095
094
093
092
091
090
089
088
087
086
085
084
083
082
081
080
079
078
077
076
075
074
073
072
071
070
069
068
067



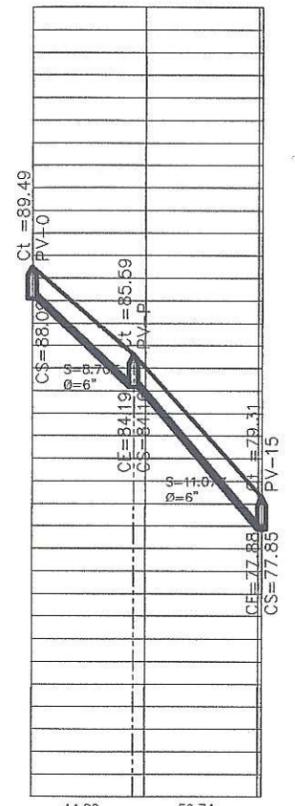
NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBOS =
25

101
100
099
098
097
096
095
094
093
092
091
090
089
088
087
086
085
084
083
082
081
080
079
078
077
076
075
074
073
072
071
070
069
068
067



NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBERIA =
21

101
100
099
098
097
096
095
094
093
092
091
090
089
088
087
086
085
084
083
082
081
080
079
078
077
076
075
074
073
072
071
070
069
068
067



NORMA DE TUBERIA =
D-3034
CANTIDAD DE TUBERIA = 17

REFERENCIAS	
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE TUBERIA
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA

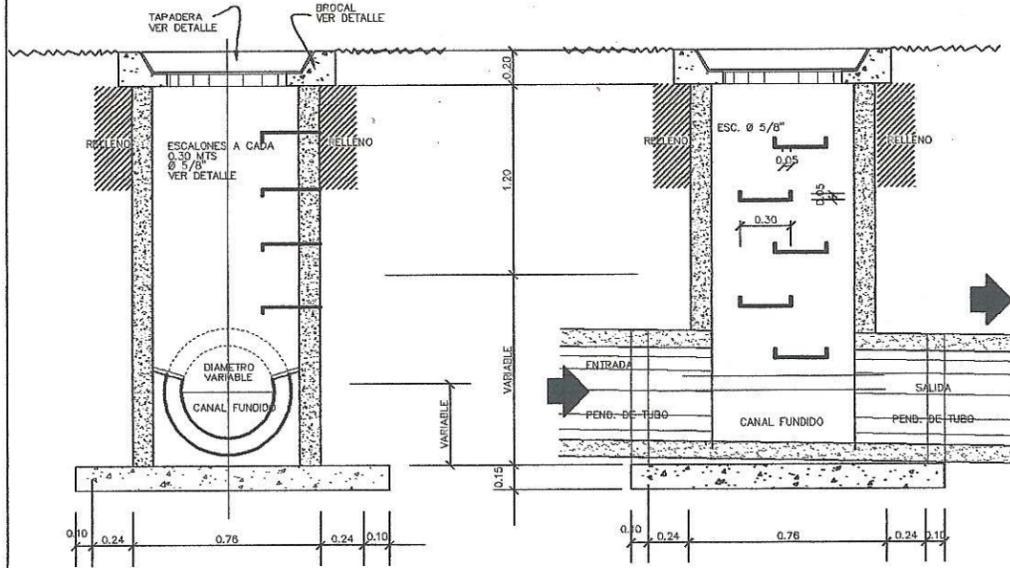
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN
 SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

ESCALA: 1:100
 PROYECTO: CASERIO SAN JOSÉ
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL 3
 NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO SAN JOSÉ, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ

ASesor - Supervisor de EPS: Ing. Juan Merck C.S.
 DIBUJO Y TITULO: VICTOR HERNANDEZ

NOA
 6/9

POZO DE VISITA TÍPICO



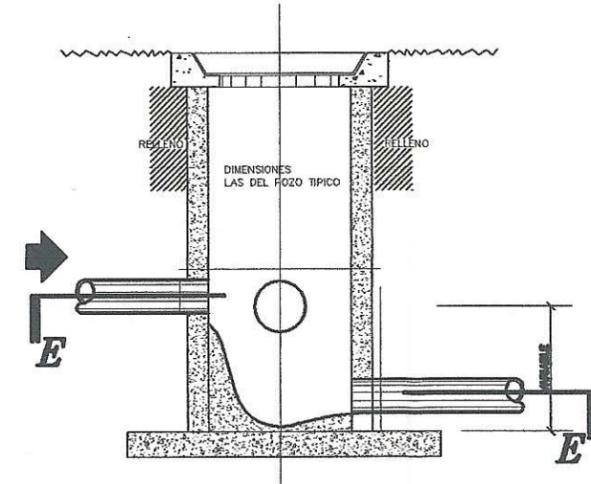
SECCION A-A'

SECCION B-B'

ESCALA 1/20.

ESCALA 1/20.

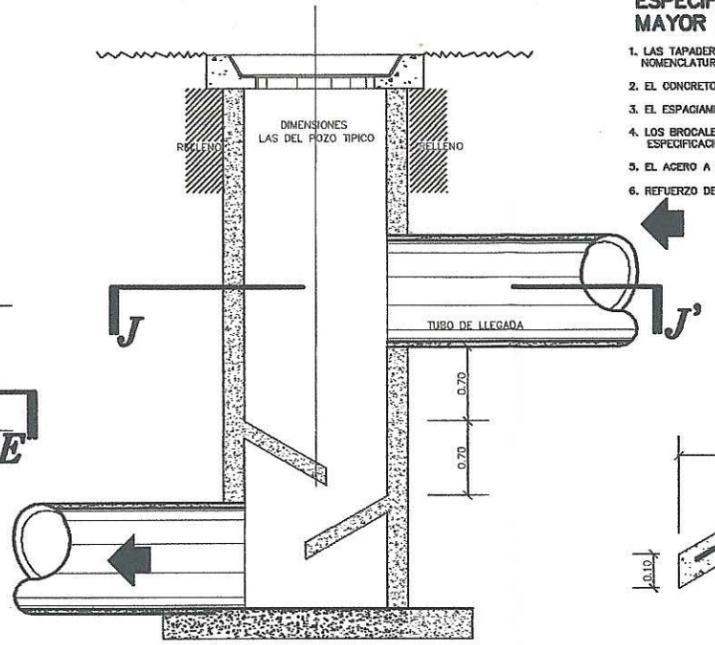
DETALLE DE POZO CON 2 ENTRADAS



SECCION D-D'

ESCALA 1/20.

DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.

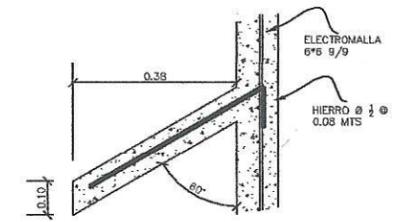


SECCION F-F'

ESCALA 1/20.

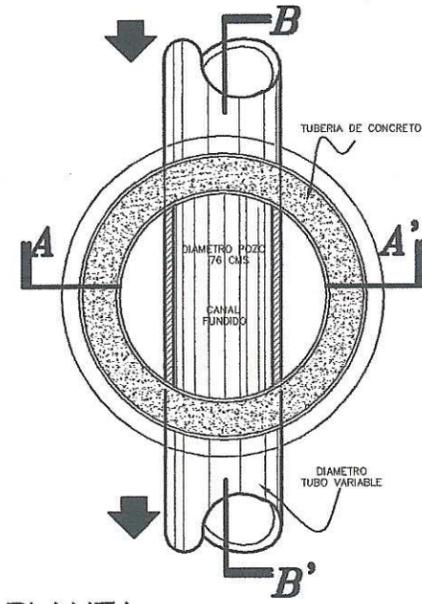
ESCALA 1/20. ESPECIFICACIONES POZOS CON CAIDA MAYOR A 0.70 MTS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
3. EL ESPACIAMIENTO ENTRE DISIPADORES SERA COMO MAXIMO DE 0.70 MTS
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. REFUERZO DE ELECTROMALLA 6*6 9/9



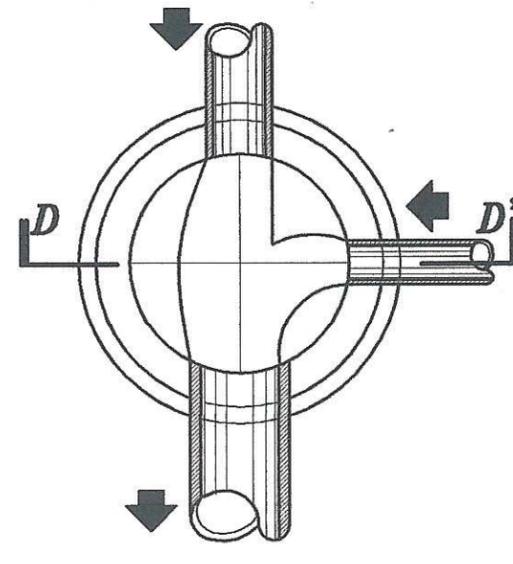
DETALLE DE DISIPADOR

ESCALA 1/10.



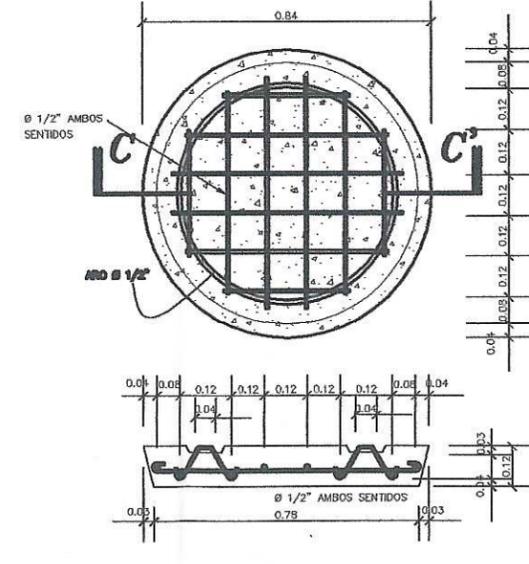
PLANTA

ESCALA 1/20.



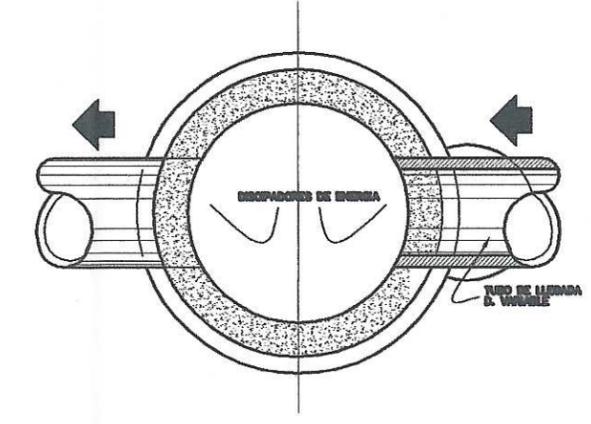
PLANTA E-E'

ESCALA 1/20.



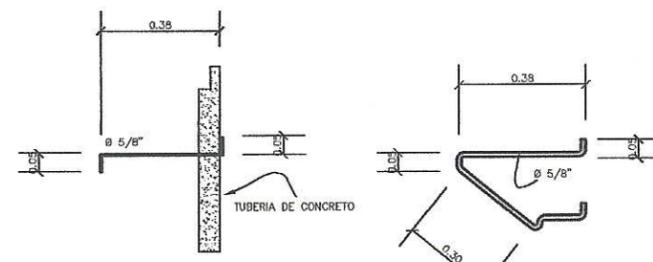
TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION C-C'

ESCALA 1/10.



PLANTA J-J'

ESCALA 1/20.

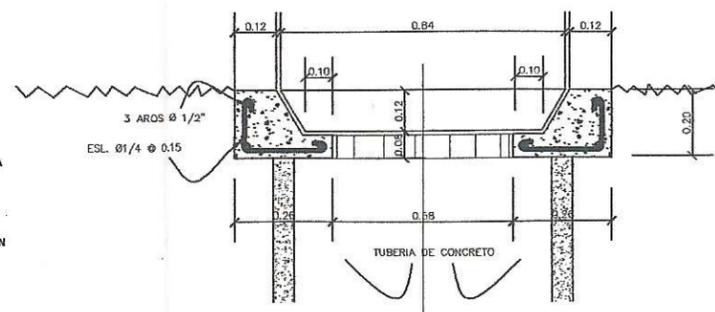


DETALLE DE ESCALON

ESCALA 1/10.

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.



DETALLE DE BROCAL POZO

ESCALA 1/10.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CASERIO SAN JOSÉ INDIÓRRA
CONTRATO PLANO DE DETALLE DE POZOS DE VISITA

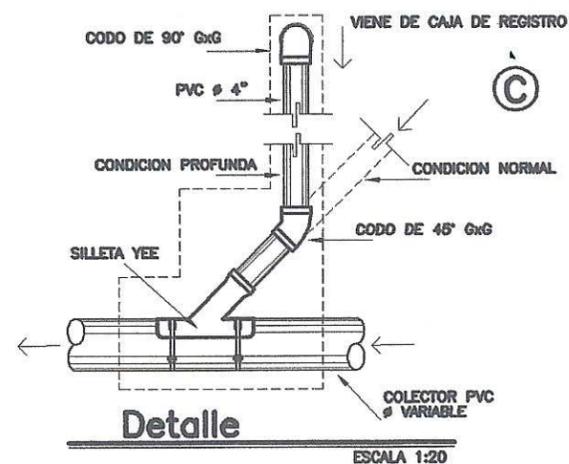
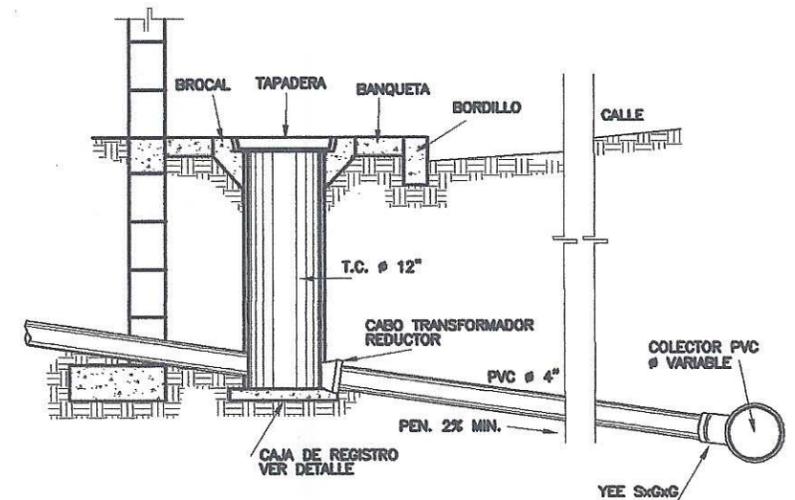
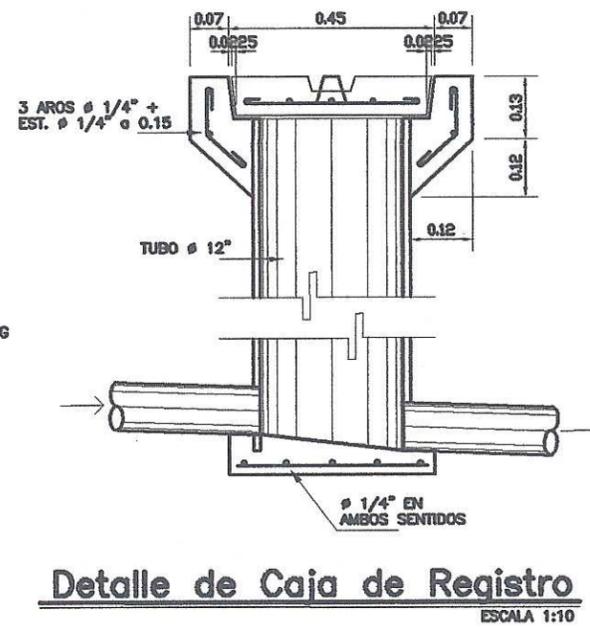
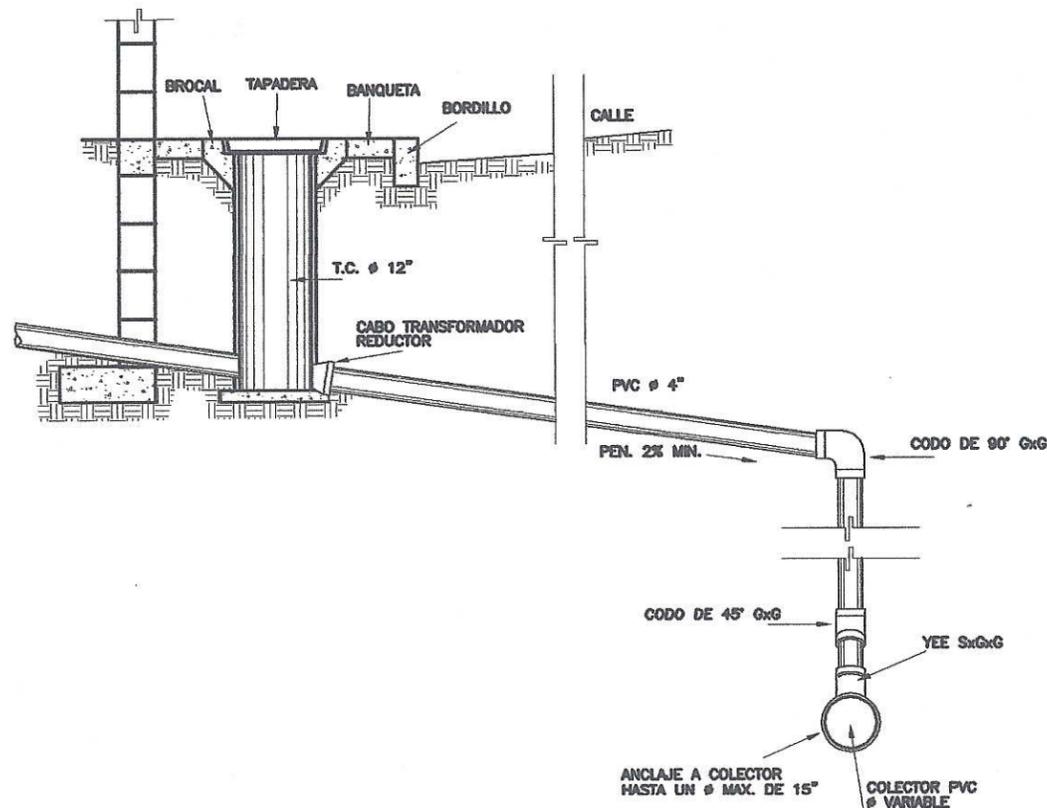
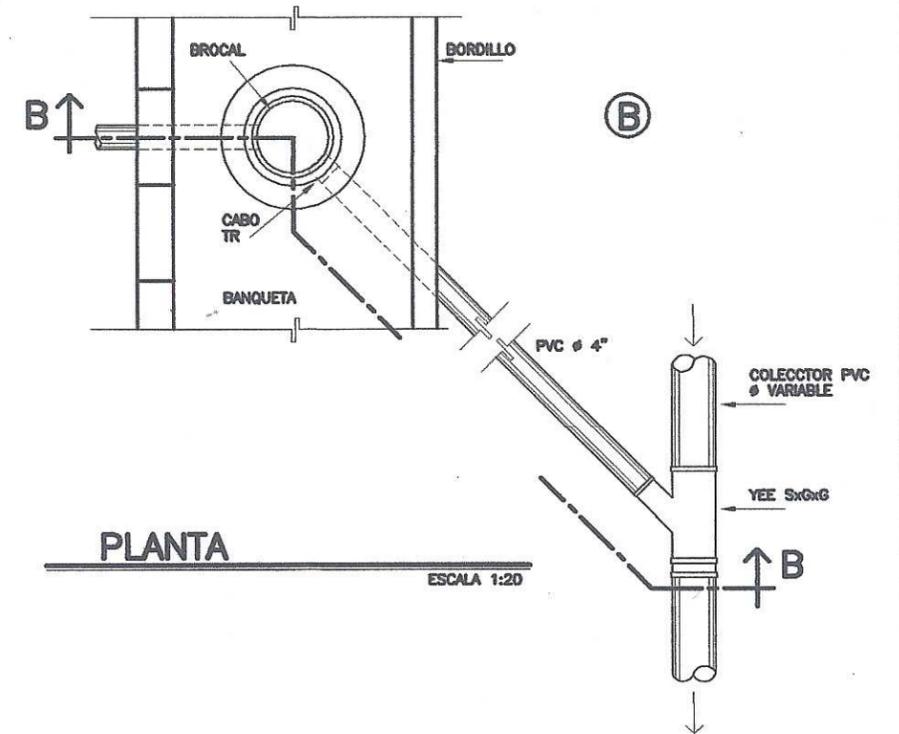
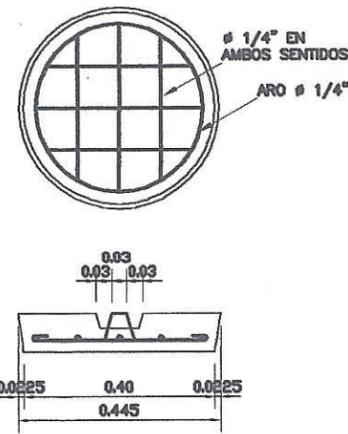
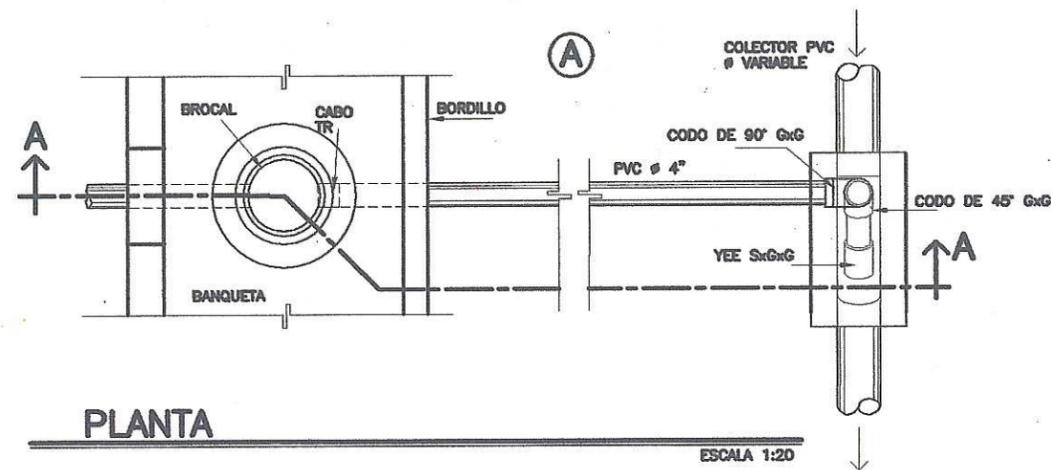
ING. Juan Morales Costa
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO SAN JOSÉ SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ

AGOSTO 2015
DIBUJO Y DISEÑO: VICTOR HERNÁNDEZ

U A E I

7/9



(A) PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 3.00 m. A LA COTA DE CORONAMIENTO. *Accesorios*

- A- CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR
- B- TUBERIA PVC Ø 4"
- C- CODO DE 90° 4" G x G
- D- CODO DE 45° 4" G x G
- E- YEE S x G x G (Ø COLECTOR x 4")

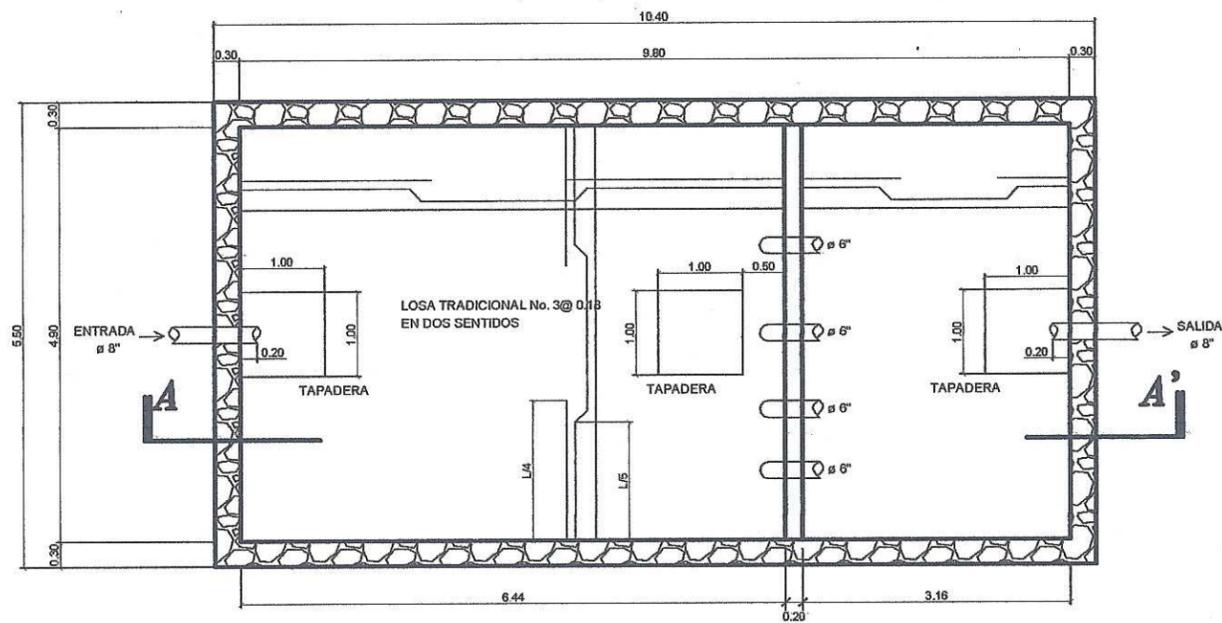
(B) CONDICIONES NORMALES

- A- CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR
- B- TUBERIA PVC Ø 4"
- C- YEE S x G x G (Ø COLECTOR x 4")

(C) PARA COLECTOR EXISTENTE (EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS)

- A- COLOCACION DE SILLETAS "Y" (Ø COLECTOR x 4")
- B- F'c = 210 KG/CM²
- C- F'y = 2,810 KG/CM²

 Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería		
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ		
DIRECCION: CASERIO SAN JOSÉ	ESCALA: INDICADA	San Carlos de Guatemala AGOSTO 2015
CONTENIDO: PLANO DETALLES DE ACOMETIDAS DOMICILIARES		DIBUJO Y DISEÑO: VICTOR G. HERNANDEZ COS
NOMBRE DEL PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO SAN JOSÉ LUCAS SACATEPÉQUEZ		ASISTENTE SUPERVISOR: ING. JUAN MERCE COS
VICTOR G. HERNANDEZ A. ESPECIALISTA DE INGENIERIA		ING. JUAN MERCE COS ASISTENTE SUPERVISOR
		8 / 9



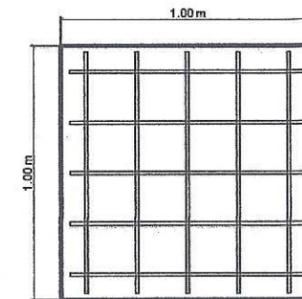
PLANTA FOSA SEPTICA

ESC. 1:250



DETALLE DE VIGA

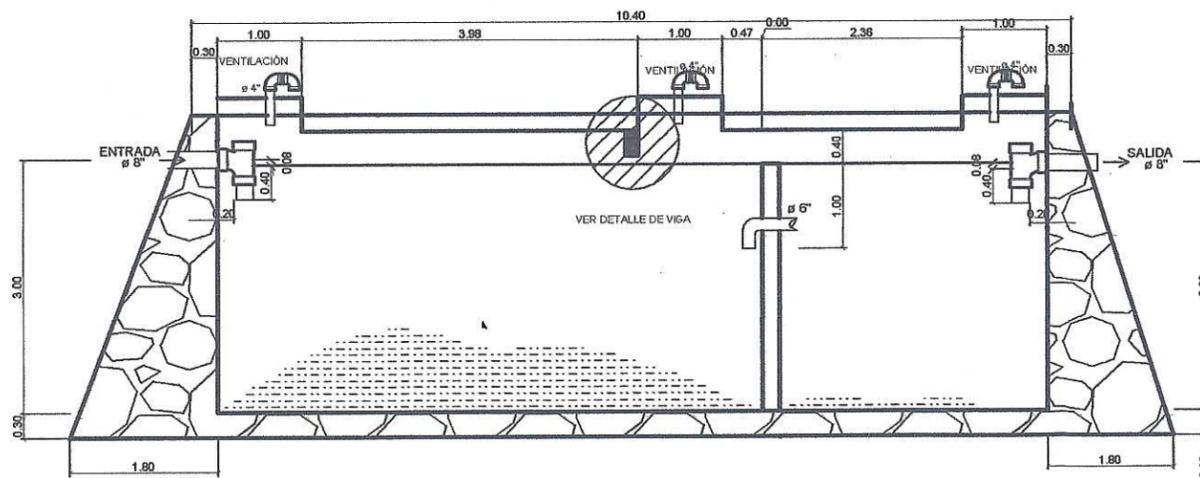
ESC. 1:1,500



5 No. 4 AMBOS SENTIDOS
HALADOR No. 4 L= 20 CMS

DETALLE DE TAPADERA

ESC. 1:750



SECCION A-A'

ESC. 1:250

ESPECIFICACIONES DE FOSA SEPTICA

1. Construida de concreto ciclopeo (resistencia minima 175 kg/cm²)
2. Concreto viga, losa, tapaderas fc=210 kg/cm²
3. fy = 2810 kg/cm²
4. Tuberia de Norma ASTM D 3034
5. espesor de losa 11 cms

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 San Carlos de Guatemala
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
 SAN JUAN SACATEPEQUEZ
 Ing. Juan Merck
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 AGOSTO 2015
 CASERIO SAN JOSE
 PLANTA PERFIL FOSA SEPTICA
 NOMBRE DEL PROYECTO:
 ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO SAN JOSE
 LUCAS SACATEPEQUEZ
 VICER. G. HERNÁNDEZ
 PROFESOR INGENIERIA
 INJ. SAN HERNÁNDEZ
 ASIST. SUPERVISOR
 9/9

ANEXO

Anexo 1. Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial



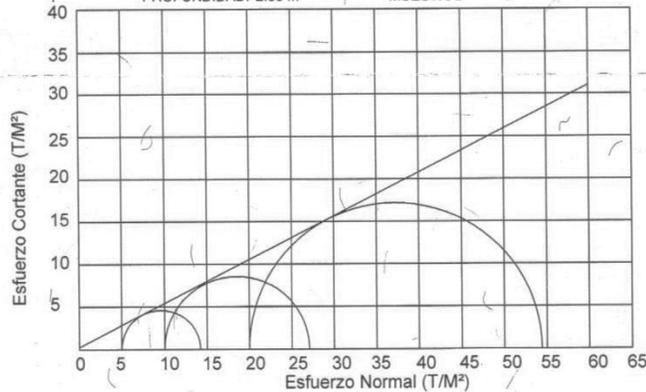
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

No. 2559

INFORME No.: 741 S.S. O.T.: 34,102
INTERESADO: Victor Gerardo Hernández Acevedo
PROYECTO: EPS "Diseño de la Edificación de Dos Niveles para el Centro de Salud de la Aldea Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez"
UBICACIÓN: Aldea Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez
FECHA: viernes, 14 de noviembre de 2014
POZO: PROFUNDIDAD: 2.50 m MUESTRA: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 27.16^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 0,24 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arena Limosa Color Café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	9.20	17.07	34.40
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.5	4.0	6.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.18	1.18	1.18
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.65	1.65	1.65
HUMEDAD (%H)	38.45	38.45	38.45

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería.

