



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

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES
NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE
SAN PEDRO JOCOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ**

Pedro Enrique Raymundo Velasco
Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES
NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE
SAN PEDRO JOCOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PEDRO ENRIQUE RAYMUNDO VELASCO
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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 DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 18 de febrero de 2010.

Pedro Enrique Raymundo Velasco



Guatemala, 10 de abril de 2012

Ref.EPS.DOC.561.03.12

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Pedro Enrique Raymundo Velásco** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200117360**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE 3 NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES, PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ”**.

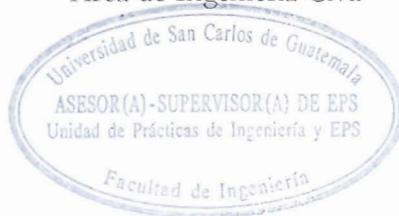
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
18 de abril de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHE, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pedro Enrique Raymundo Velasco, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
9 de mayo de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JACOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHE, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pedro Enrique Raymundo Velasco, quien contó con la asesoría del Ing. Angel Roberto Sic García.

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

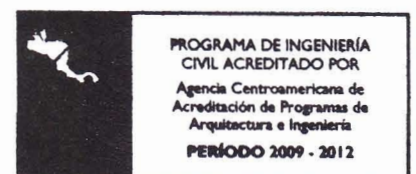

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 28 de mayo de 2012
Ref.EPS.D.543.05.12

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 DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE 3 NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES, PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Pedro Enrique Raymundo Velásco**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Pedro Enrique Raymundo Velásco, titulado DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES, PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2012

/bbdeb.



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 DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL Y EDIFICIO DE TRES NIVELES PARA LAS OFICINAS MUNICIPALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, DEPARTAMENTO DEL QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Pedro Enrique Raymundo Velasco**, autoriza la impresión del mismo..

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, septiembre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios todo poderoso	Por darme la vida, su amor incondicional y la provisión.
Mis padres	Pedro Raymundo Solis y Rosa Velasco Brito, por su amor y constante apoyo espiritual y moral.
Mis hermanos	Juan, Pedro Mynor, Gladys, por su apoyo incondicional.
Mi tío	Diego Velasco Brito (q.e.p.d.), por haberme motivado a seguir mis estudios y alcanzar esta meta.
Mis amigos	Quienes me brindaron su apoyo y amistad.
Mi casa de estudios	Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser fuente de conocimientos.
A mi país	Guatemala, por permitirme habitar en ella.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser la fuente de sabiduría y provisión, y por permitirme alcanzar una de mis metas.
Mis padres	Por haberme dado la vida, su apoyo espiritual y económico, por ser ejemplos a seguir y sus buenos consejos.
Mis hermanos	Por el apoyo brindado durante el período de estudios.
Mis amigos	Quienes me brindaron su amistad y su confianza.
Catedráticos	Quienes compartieron sus conocimientos en los diferentes cursos profesionales.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme estudiar y utilizar sus laboratorios durante la formación académica.
Ing. Ángel Roberto Sic García	Por permitirme ser su estudiante, su amigo y de compartir sus conocimientos. Además, del apoyo en la elaboración de mi trabajo de graduación.

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 San Pedro Jocopilas.....	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.1.1. Nombre de la municipalidad.....	1
1.1.1.2. Antecedentes históricos.....	2
1.1.1.3. Área geográfica.....	4
1.1.1.4. Colindancias.....	5
1.1.1.5. Altitud y latitud.....	6
1.1.1.6. Formas de propiedad de la tierra.....	6
1.1.1.7. Integración administrativa de la	
institución.....	7
1.1.1.8. Población.....	9
1.1.2. Infraestructura y servicios básicos.....	11
1.1.2.1. Saneamiento básico.....	11
1.1.2.2. Servicios públicos municipales.....	12
1.1.2.3. Vías de acceso.....	14
1.1.2.4. Tren de aseo.....	15
1.1.2.5. Agua potable.....	15

	1.1.2.6.	Drenajes.....	16
	1.1.2.7.	Energía eléctrica.....	17
	1.1.2.8.	Infraestructura social.....	17
	1.1.2.9.	Vivienda.....	17
	1.1.2.10.	Salud.....	18
	1.1.2.11.	Educación.....	19
	1.1.2.12.	Seguridad ciudadana.....	20
1.1.3.		Actividades económicas y migración laboral.....	20
	1.1.3.1.	Fuentes de empleo.....	20
	1.1.3.2.	Microempresas y comercios.....	21
	1.1.3.3.	Producción artesanal.....	21
	1.1.3.5.	Mercado.....	22
	1.1.3.5.	Comercio informal.....	22
	1.1.3.6.	Asistencia técnica y profesional.....	23
	1.1.3.7.	Utilidad de la tierra.....	23
	1.1.3.8.	Acceso al sistema de crédito.....	24
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	25
2.1.		Diseño del drenaje sanitario	25
	2.1.1.	Descripción del proyecto a desarrollar.....	25
	2.1.2.	Levantamiento topográfico.....	25
	2.1.2.1.	Planimetría.....	26
	2.1.2.2.	Altimetría.....	26
	2.1.3.	Período de diseño.....	27
	2.1.4.	Cálculo de población futura.....	28
	2.1.5.	Factor de Hardmond.....	29
	2.1.6.	Parámetros de diseño.....	29
	2.1.6.1.	Cálculo de caudales.....	29
	2.1.6.2.	Diseño de secciones y pendientes.....	33

	2.1.6.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	34
	2.1.6.4.	Cotas invert.....	34
	2.1.6.5.	Diámetro de tuberías.....	35
2.1.7.		Pozos de visita.....	36
	2.1.7.1.	Especificaciones técnicas.....	36
	2.1.7.2.	Especificaciones físicas.....	37
	2.1.7.3.	Volumen de excavación.....	38
	2.1.7.4.	Conexiones domiciliarias.....	38
2.1.8.		Obras de protección.....	40
2.1.9.		Diseño de fosa séptica.....	40
2.1.10.		Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	55
2.1.11.		Ejemplo de diseño de un tramo.....	57
2.1.12.		Estudio de impacto ambiental.....	63
2.1.13.		Elaboración de planos finales.....	64
2.1.14.		Presupuesto.....	65
2.1.15.		Cronograma de ejecución.....	67
2.1.16.		Evaluación socioeconómica.....	68
	2.1.16.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	68
	2.1.16.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	70
2.2.		Diseño del drenaje pluvial.....	72
	2.2.1.	Descripción del proyecto a desarrollar.....	72
	2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	73
	2.2.2.1.	Planimetría.....	73
	2.2.2.2.	Altimetría.....	73
	2.2.3.	Diseño del sistema.....	74
	2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	75
	2.2.3.2.	Probabilidad de ocurrencia.....	76
	2.2.3.3.	Características del subsuelo.....	76

2.2.3.4.	Determinación del coeficiente de escorrentía.....	76
2.2.3.5.	Determinación de lugares de descarga.....	78
2.2.3.6.	Determinación de áreas tributarias....	78
2.2.3.7.	Intensidad de lluvia.....	79
2.2.3.8.	Caudal pluvial.....	79
2.2.3.9.	Pendiente de la tubería.....	80
2.2.3.10.	Diámetro de la tubería.....	81
2.2.3.11.	Velocidades y caudales a sección llena.....	81
2.2.3.12.	Tiempo de concentración.....	82
2.2.3.13.	Revisión de relaciones.....	83
2.2.3.14.	Cotas invert.....	83
2.2.3.15.	Obras de captación.....	84
2.2.3.16.	Ejemplo de diseño de un tramo.....	86
2.2.3.17.	Profundidad de pozos de visita.....	89
2.2.4.	Ubicación de los desfogues.....	90
2.2.5.	Elaboración de planos finales.....	91
2.2.6.	Presupuesto del drenaje pluvial.....	91
2.2.7.	Cronograma de ejecución.....	92
2.2.8.	Estudio de impacto ambiental.....	93
2.2.9.	Evaluación socioeconómica.....	96
2.2.9.1.	Valor Presente Neto (VPN)	96
2.2.9.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	98
2.3.	Diseño del edificio de tres niveles para las oficinas municipales.....	100
2.3.1.	Descripción del proyecto a desarrollar.....	100
2.3.2.	Investigación preliminar.....	101

	2.3.2.1.	Terreno disponible.....	101
	2.3.2.2.	Estudio de suelos.....	101
2.3.3.		Diseño arquitectónico.....	106
	2.3.3.1.	Ubicación del edificio dentro del terreno.....	106
	2.3.3.2.	Distribución de ambientes.....	107
	2.3.3.3.	Altura del edificio.....	107
	2.3.3.4.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	107
2.3.4.		Análisis estructural.....	108
	2.3.4.1.	Predimensionamiento estructural.....	108
	2.3.4.2.	Modelos matemáticos de marcos rígidos.....	112
	2.3.4.3.	Cargas horizontales y verticales aplicados a los marcos rígidos.....	112
	2.3.4.4.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani.....	127
	2.3.4.5.	Análisis de marcos rígidos utilizando el software ETABS versión 9.....	145
	2.3.4.6.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	147
2.3.5.		Diseño estructural.....	152
	2.3.5.1.	Diseño de losas.....	153
	2.3.5.2.	Diseño de vigas.....	166
	2.3.5.3.	Diseño de columnas.....	172
	2.3.5.4.	Diseño de zapatas.....	195
	2.3.5.5.	Módulo de gradas.....	216
2.3.6.		Instalaciones eléctricas.....	219
2.3.7.		Instalaciones hidráulicas.....	221

2.3.8.	Planos constructivos.....	224
2.3.9.	Presupuesto.....	225
2.3.10.	Cronograma de ejecución.....	228
2.3.11.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	229
CONCLUSIONES.....		233
RECOMENDACIONES.....		235
BIBLIOGRAFÍA.....		237
APÉNDICES.....		239
ANEXOS.....		287

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Gráfica de densidad de población.....	9
2.	Gráfica de densidad de población por edades.....	9
3.	Gráfica de densidad de población por género.....	10
4.	Gráfica de densidad de población por pertenencia étnica.....	10
5.	Diagrama de fuerzas en banda, caso típico.....	47
6.	Distribución de momentos en banda, caso típico.....	50
7.	Determinación de reacciones reales.....	51
8.	Gráfica de representación del Valor Presente Neto del drenaje sanitario.....	69
9.	Gráfica de representación 1 del valor Tasa Interna de Retorno.....	70
10.	Gráfica de representación 2 del valor Tasa Interna de Retorno.....	71
11.	Sección típica de tragante.....	85
12.	Pozo de visita de caída mayor a 0,70 m.....	90
13.	Representación gráfica del Valor Presente Neto del drenaje pluvial...	97
14.	Representación gráfica de la Tasa Interna de Retorno del drenaje pluvial.....	98
15.	Gráfica de resumen de la Tasa Interna de Retorno del drenaje pluvial.....	99
16.	Área tributaria de la columna crítica.....	109
17.	Centro de masa y rigidez.....	123
18.	Cargas aplicadas marco típico sentido Y.....	127
19.	Diagrama de iteraciones realizadas por el método Kani carga muerta.....	135

20.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m) carga muerta marco Y.....	136
21.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m) carga muerta marco Y.....	136
22.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m) carga viva marco Y.....	137
23.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m) carga muerta marco Y.....	137
24.	Diagrama de iteraciones realizadas por el método Kani fuerza de sismo.....	143
25.	Diagrama de momentos en vigas (kg-m) fuerza sísmica marco Y.....	144
26.	Diagrama de momentos en columnas (kg-m) fuerza sísmica marco Y.....	144
27.	Diagrama de momentos últimos 1 (kg-m) marco Y.....	145
28.	Diagrama de momentos últimos 2 (kg-m) marco Y.....	146
29.	Isométrico de marcos rígidos.....	146
30.	Isométrico de deformaciones de marcos rígidos.....	147
31.	Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) marco Y.....	149
32.	Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) marco Y.....	149
33.	Diagrama de corte último en vigas (kg) marco Y.....	151
34.	Diagrama de corte último en columnas (kg) marco Y.....	151
35.	Planta típica de distribución de losas.....	154
36.	Momentos actuantes en losas (kg-m).....	157
37.	Balanceo de momentos en losas (kg-m)	158
38.	Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1 (kg-m).....	160
39.	Diagrama de momentos (kg-m) en viga A-F.....	167
40.	Diagrama de corte (kg) en viga A-F.....	167
41.	Armado propuesto para viga A-F.....	170
42.	Espaciamiento de estribos en viga principal.....	172
43.	Armado propuesto para columna nivel 1.....	184
44.	Armado propuesto para columna nivel 2.....	195

45.	Geometría de zapata típica.....	197
46.	Área crítica para corte simple	201
47.	Área crítica para corte punzonante.....	203
48.	Sección de zapata concéntrica.....	204
49.	Sección de zapata combinada.....	206
50.	Predimensionamiento de zapata combinada	207
51.	Presión última bajo la zapata combinada.....	210
52.	Presión última bajo la zapata combinada por metro lineal.....	210
53.	Vigas transversales zapata combinada	214
54.	Distribución de distancias de corte en zapata combinada.....	215
55.	Detalle de armado de zapata combinada	216

TABLAS

I.	Integración administrativa de la corporación.....	8
II.	Proyección de la población.....	11
III.	Tipo de servicio de agua potable disponible en el municipio.....	16
IV.	Análisis del marco de la banda	51
V.	Presupuesto del drenaje sanitario.....	66
VI.	Cronograma de ejecución del drenaje sanitario.....	67
VII.	Costos de operación del proyecto del drenaje sanitario.....	68
VIII.	Valores para coeficiente de escorrentía.....	77
IX.	Presupuesto del drenaje pluvial.....	92
X.	Cronograma del drenaje pluvial.....	93
XI.	Costos de operación del proyecto del drenaje pluvial.....	96
XII.	Repartición de fuerza cortante por nivel.....	121
XIII.	Datos para el cálculo de las fuerzas por marco.....	124
XIV.	Fuerzas por marco en el nivel 1 y 2, en el eje Y.....	126
XV.	Fuerzas por marco en el nivel 3, en el eje Y.....	126

XVI.	Rigidez y factores de giro de los elementos.....	131
XVII.	Factores de corrimiento.....	138
XVIII.	Balance de momentos en losas (kg-m).....	158
XIX.	Cálculo de balance de momentos en losas (kg-m).....	159
XX.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje X.....	163
XXI.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje Y.....	163
XXII.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 3, eje X.....	165
XXIII.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 3, eje Y.....	165
XXIV.	Diferencia entre As calculado y As corrido.....	170
XXV.	Diámetro de tubería PVC para bajada pluvial.....	222
XXVI.	Diámetro mínimo de tubería PVC según artefacto sanitario.....	223
XXVII.	Presupuesto del edificio municipal.....	226
XXVIII.	Cronograma de ejecución.....	228

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A razón (espaciamiento)
H_{viga}	Altura de la viga
A	Área
AS_{varilla}	Área de acero de la varilla
As	Área de acero de refuerzo
AS_{max}	Área de acero máximo permitido
AS_{min}	Área de acero mínimo permitido
AS_t	Área de acero por temperatura
AS_{req}	Área de acero requerida
Ap	Área de punzonamiento
Az	Área de zapata
Ag	Área gruesa, área total de la sección
At	Área tributaria
pcr	Carga crítica
hv	Carga de velocidad en el tubo PVC
CM	Carga Muerta
CU	Carga Última
CV	Carga Viva
Q	Caudal a sección llena
Qi	Caudal de conexiones ilícitas
Qd	Caudal de diseño
Qin	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliar

Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal medio diario
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
n	Coeficiente de rugosidad, fórmula Hazen Williams
ψ_P	Coeficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior
Vu	Corte último
\emptyset	Diámetro
Dot	Dotación
E	Esbeltez de la columna
Est	Estación
Fcu	Factor de carga última
\bar{u}	Factor de corrimiento
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
Φ	Factor de reducción de resistencia
Fr	Factor de retorno
Ft	Fuerza de techo
hab	Habitantes
I	Intensidad de lluvia
kg	Kilogramo fuerza
kg/cm²	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado
kg/m³	Kilogramo fuerza por metro cúbico
Psi	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros

l/día	Litros por día
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
l/s/día	Litros por segundo por día
l/s/hab	Litros por segundo por habitante
δ	Magnificador de momentos
PVC	Material fabricado a partir de cloruro de polivinilo
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
min	Minutos
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
M	Momento
MS	Momento debido a la carga de sismo
Mu	Momento último
nh	Número de habitantes
NH_f	Número de habitantes futuro
N	Número de población
S%	Pendiente
d	Peralte efectivo del elemento
T	Período de retención
W	Peso
WC	Peso del concreto de cimiento por unidad de longitud
γ_{agua}	Peso específico del agua
γ_c	Peso específico del concreto
γ_s	Peso específico del suelo

P	Población
P_o	Población inicial
P_f	Población futura
ρ_{Bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
ρ_{Max}	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
ρ_{Min}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
H_p	Profundidad del pozo de absorción
Pulg	Pulgada
σ	Radio de giro
Rec	Recubrimiento
d / D	Relación de diámetros
ps	Relación volumétrica del volumen de espiral al volumen total del núcleo de la columna
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
R	Tasa de crecimiento de la población
t	Tonelada
t-m	Tonelada metro
t/m²	Tonelada por metro cuadrado
t/m³	Tonelada por metro cúbico
t/m	Tonelada por metro lineal
ptu	Valor de la curva en el diagrama de iteración
q_o	Valor soporte del suelo
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad de diseño
Vol	Volumen
Ve	Volumen de excavación

GLOSARIO

Abiótico	Hace referencia a aquel medio en el que no es posible la vida.
ACI	Instituto Americano del Concreto
Aguas negras	Son las aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Carga de diseño	Suma de cargas viva y muerta con su respectivo factor de seguridad.
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Carga variable dado por: el personal, la maquinaria móvil, etcétera, soportado por un elemento.
CFT	Cota Final del Terreno
CIE	Cota Invert Entrada

CIS	Cota Invert Salida
CIT	Cota Inicial del Terreno
Cofradías	Congregación o asociación autorizada de devotos con fines piadosos.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo adecuado.
Confinamiento	Conjunto de elementos estructurales, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un elemento de concreto armado.
Colector	Tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas grises de la población al lugar de descarga.
Compactación	Acción de hacer alcanzar a un material, una textura apretada o maciza.
Concreto	Es un material pétreo, artificial obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, arena, piedrín y agua.

Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
Cota de terreno	Es la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste al esfuerzo cortante.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.

FH	Factor de Harmond
fqm	Factor de caudal medio
HPV	Altura del pozo de visita
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Latifoliadas	Árboles con un tronco con una ramificación desordenada, sus hojas son anchas y pueden ser perennes o caedizas.
Longitud de desarrollo	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
MCM	Momento debido a la carga muerta
MCV	Momento debido a la carga viva
Módulo de elasticidad	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria, correspondiente para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.
Momento	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.

Muro	Elemento generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
OMP	Oficina de Planificación Municipal
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre.
Polución	Contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.
Pozo de visita	Obra accesoria de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
PV	Pozo de visita
TIR	Tasa Interna de Retorno
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.
VPN	Valor Presente Neto

Viga

Miembro estructural horizontal usado principalmente para soportar cargas.

Zapata

Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.

RESUMEN

Este trabajo de graduación contiene una propuesta técnica para la solución de las necesidades que la Municipalidad de San Pedro Jocopilas planteó durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Las necesidades priorizadas son: carencia de instalaciones municipales adecuadas para la atención de los vecinos del municipio, en este caso se planteó el desarrollo del proyecto del edificio de tres niveles para las oficinas municipales y actualmente en el casco urbano cuentan con un sistema de drenaje, el cual su período de vida útil ya expiró, para este caso se formuló el proyecto del drenaje sanitario y drenaje pluvial para la cabecera municipal (sistema de drenaje separativo).

El documento está conformado por las siguientes fases:

Fase de investigación: contiene las fuentes que se utilizaron para esta investigación, así como los aspectos generales del municipio de San Pedro Jocopilas y una parte de su socioeconomía, vías de acceso principales, turismo y como se conforma el área administrativa.

Fase de servicio técnico profesional: se presentan las propuestas de las soluciones para las necesidades planteadas las cuales son:

Los diseños del drenaje sanitario y pluvial, los cuales tienen: aspectos generales, elementos estructurales que lo integran, principios hidráulicos en los cuales se basa su diseño y funcionamiento y presupuesto.

El diseño del edificio de tres niveles para las oficinas municipales, hace referencia a los diversos aspectos y criterios que se deben tomar en cuenta para un análisis estructural, asimismo, se muestra el presupuesto general del proyecto y el cronograma de actividades.

OBJETIVOS

General

Contribuir en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población a través de los proyectos de infraestructura que proporcionen los servicios básicos dentro de la comunidad.

Específicos

1. Desarrollar un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura existentes en el municipio de San Pedro Jocopilas, departamento del Quiché.
2. Realizar el diseño del sistema de drenaje sanitario y pluvial, así como del edificio municipal de tres niveles, para el municipio de San Pedro Jocopilas, departamento del Quiché.
3. Capacitar a los integrantes de la Oficina Municipal de Planificación para el adecuado mantenimiento del sistema de drenajes, así como los cuidados necesarios para la conservación de estructuras del edificio.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de satisfacer algunas de las necesidades del municipio de San Pedro Jocopilas del departamento del Quiché, se determinó diseñar y planificar los proyectos de: diseño del drenaje sanitario y pluvial y edificio de tres niveles para las oficinas municipales, cada proyecto tendrá los respectivos planos, cronogramas de ejecución y el presupuesto.

A través del EPS, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, promueve la ayuda técnica en las distintas Oficinas Municipales de Planificación.

En coordinación con las autoridades municipales y los vecinos del lugar se determinó que uno de los principales problemas es el sistema de drenaje, ya que actualmente cuentan con uno, el cual presenta problemas en algunos sectores de la cabecera municipal.

Por tal razón, se propuso el rediseño del mismo, con la innovación de un sistema separativo drenaje sanitario y pluvial, adicionalmente se determinó realizar el diseño de un edificio para las instalaciones municipales.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de San Pedro Jocopilas

Para llevar a cabo la actualización del presente diagnóstico fue necesaria la ayuda aportada por las autoridades y personal administrativo de la Municipalidad de San Pedro Jocopilas y de instituciones públicas y privadas.

1.1.1. Aspectos generales

El presente diagnóstico permite obtener un panorama en general de la organización del municipio en la actualidad, así como sus proyecciones de desarrollo y las necesidades más importantes para la formulación de proyectos que permitan cumplir con los objetivos de crecimiento y desarrollo municipal.

1.1.1.1. Nombre de la municipalidad

Municipalidad de San Pedro Jocopilas, el nombre de Jocopilas (jocote chiquito) es una traducción, del Uquín, el nombre del pueblo primigenio (*Ojertinamit*), del cual todavía tienen conciencia los actuales habitantes de San Pedro.

1.1.1.2. Antecedentes históricos

Su origen se remonta al período prehispánico. En la historia general de Las Indias Occidentales del dominico Antonio de Remesal, aparece por 1549, a petición de los padres fundadores del convento de la Sierra de Sacapulas por orden y diligencia del licenciado Pedro Ramírez de Quiñónez. Se organizaron en pueblos varias poblaciones dispersas, inclusive San Pedro Xocopila.

Con respecto al nombre de Jocopilas se conocen distintas versiones acerca de su origen, una de ellas señala que proviene de Xocopila nombre del río que se forma por esta región y que de su rivera se obtiene el barro utilizado para la elaboración de alfarería, que caracteriza al municipio. Otra versión indica que el nombre puede derivarse del cerro que de igual manera lleva por nombre Xocopilá el cual se encuentra próximo al pueblo y del que los alfareros del municipio obtienen el barro necesario para hacer vasijas.

Otra versión menciona que la palabra Jocopilas de *Xocotla*, de origen Nahuatl (idioma de México), la cual se interpreta como muchos jocotes, jocotes chiquitos o mucha fruta. “Fuentes y Guzmán, anotó en su obra Recordación Florida, que alrededor de 1690, los pobladores de San Pedro Jocopilas se dedicaban a producir adobes y buena teja. El pueblo contaba con 148 habitantes”.¹

El arzobispo de Guatemala, Cortés y Larraz, quien visitó la diócesis en 1769, en su Descripción Geográfico-moral de la diócesis de Goathemala describió a San Pedro Jocopilas como un lugar donde no se miraba siembra, cultivo o ganado, aunque sí mucho terreno.

¹CARMACK, FUENTES Y GUZMÁN. Recordación Florida. p. 25.

El pueblo era cabeza de curato, que comprendía dos presidencias, la de San Andrés Sacaba (Sajcabajá) y la de Santa Cruz y un pueblo anexo, San Antonio Ilotenango. Sus cosechas consistían en maíz y frijol, habían algunos ganados mayores y ovejunos; así como el trabajo de sombreros, redes y petates. El pueblo tenía 479 personas.

En 1836, en la división territorial del estado de Guatemala, para la administración de Justicia, San Pedro Jocopilas aparece como un pueblo perteneciente al circuito de Quiché, el que a su vez formaba parte del distrito de Sololá.

- Origen del municipio

La figura de municipio se estableció en Guatemala el 25 de julio de 1524 con la venida de los españoles.

Las municipalidades, durante la época colonial, independiente y liberal, formaron parte de un sistema de control del estado a los gobernados, en referencia a los trabajos forzados.

“Después del levantamiento revolucionario en la década de los 60, Miguel Idígoras Fuentes promueve la participación de las comunidades en el sistema a través de los comités de desarrollo local, como una estrategia para contrarrestar al movimiento que duraría más de 30 años”.²

² Fuente: FILOCHOFO. La Otra Historia. p. 21.

A consecuencia de la organización territorial, durante el régimen liberal, que contempló la creación del departamento del Quiché por Decreto Gubernativo 72, del 12 de agosto de 1872, figuró San Pedro Jocopilas dentro de sus municipios integrantes y se formó la primera corporación municipal, quedando las instalaciones de la municipalidad en el centro del municipio en su plaza principal, actualmente parque central, junto a la iglesia católica.

1.1.1.3. Área geográfica

San Pedro Jocopilas abarca una extensión territorial de quinientos setenta y ocho kilómetros cuadrados (578 Km²), se adjunta un mapa de ubicación del municipio, ver apéndice.

Listado de aldeas y caseríos del municipio de San Pedro Jocopilas:

Nombre de la aldea:	12 San Pablo (2º Centro)
1 Balneario Agua Caliente	13 San Pablo Delicias Patzajom
2 Chocruz	14 San Pedro (2º Centro)
3 El Aguacate	15 Santa María
4 El Cebollín	15 Santabal (1º Centro)
5 El Remolino	16 Santabal (3º Centro)
6 Ichal	17 Secrebal (chiquito)
7 La Barranca	18 Sichujil o Tzujil
9 Pachicuy	19 Tierra Blanca
8 Palizada	20 Tierra Negra (2º Centro)
9 Racanquej	21 Xejupup
10 San José el Tunal	22 Xequisisla Montaña
11 San Pablo	23 Xoljuyub

Nombre del caserío:

1	Balneario Agua Caliente	18	Pajudio
2	Buena Vista	19	Paguiscan
3	Cerro Negro	20	Palizada
4	Chijolom	21	Pamojel
5	Chipojla Montaña	22	Paquijel
6	Chitucur I al III	23	Patuj
7	Chuitzalic	24	Patzojom
8	Chocruz	25	Patzojom Chiquito
9	Comitancillo	26	Pazajil
10	El Aguacate	27	Primavera Patzojom
11	El Tablón	28	San Pablo (1º Centro)
12	Ichal	29	San Pablo (2º Centro)
13	La Barranca	30	San Pedro (1º Centro)
14	Las Pozas	31	Santabal (3º Centro)
15	Llano del Pericón	32	Tierra Negra (2º Centro)
16	Los Pozuelos	33	Xoljuyub
17	Pahajla Montaña	34	Xoljuyub II

1.1.1.4. Colindancias

Al norte: Sacapulas y San Bartolomé Jocotenango

Al sur: Chinique, Santa Cruz del Quiché y San Antonio Ilotenango

AL este: San Andrés Sajcabajá

AL oeste: Santa Lucia La Reforma (Totonicapán) y Malacatancito (Huehuetenango)

1.1.1.5. Altitud y latitud

El municipio se localiza a una altitud de 2 135 metros sobre el nivel del mar, a una latitud norte de 15° 05´ 39´´ y longitud oeste de 91° 09´ 06´´.

1.1.1.6. Formas de propiedad de la tierra

Según la municipalidad, cuenta con dos terrenos denominados Xocopila de 2,6 hectáreas y administrado por una cofradía; y Cunaos de 1,45 hectáreas, que está a cargo de los alcaldes auxiliares, es considerado área forestal y su producto se usa para los adornos de las festividades del pueblo.

Por acuerdo Gubernativo del 24 de abril de 1932, la Municipalidad de San Pedro Jocopilas fue facultada para otorgar escritura de propiedad de sitios urbanos no registrados a favor de los vecinos en el pueblo.

En el archivo general de Centro América, sección de Tierras departamento del Quiché, se encuentra los expedientes número uno (paquete uno) y número dos (paquete diez), relacionados con los ejidos de San Pedro Jocopilas.

La mayor parte de los agricultores del municipio son pequeños propietarios agrícolas, cuyas fincas tienen una extensión promedio de una manzana.

Actualmente, la mayor propiedad agrícola es la finca el Carmen, con 830 hectáreas (20 caballerías) de extensión, que cuenta con una casa patronal de interesante arquitectura. La mayor parte de la finca es arrendada a vecinos de San Pedro Jocopilas, para cultivos anuales y pastoreo de caprinos.

1.1.1.7. Integración administrativa de la institución

Según el Artículo 52-Representación Municipal, el alcalde representa a la municipalidad y al municipio; es el personero legal de la misma, sin perjuicio de la representación judicial que se le atribuye al síndico; es el jefe del órgano ejecutivo del gobierno municipal; miembro del Consejo Departamental de Desarrollo respectivo y presidente del Consejo Municipal de Desarrollo.

Y el Artículo 54. Los síndicos y los concejales, como miembros del órgano de deliberación y decisión.

La máxima organización en el municipio es la Corporación Municipal integrada por el Alcalde Municipal y los síndicos quienes velan por el desarrollo económico, financiero, derechos humanos y en general la paz de los ciudadanos.

El alcalde municipal como máxima autoridad es el responsable de presidir, cumplir, dirigir y representar al municipio en cualquier lugar o situación.

La organización municipal debe cumplir básicamente con los siguientes cargos: (Gobierno Municipal, GTZ y Corporación Internacional para el Desarrollo. 2004: 17).

Tabla I. **Integración administrativa de la corporación**

Cargo Ocupado	Nombre de Persona	
Alcalde Municipal	PEM	Fredy Armando López Girón
Sindico primero	Sr.	Pedro Chaperón Lajpop
Sindico segundo	Sr.	Ramón Grave Pérez
Sindico suplente	Sr.	Alberto López Baten
Consejal primero	Sr.	Noé Israel Herrera Girón
Consejal segundo	Sr.	Bictor Patzan Pacheco
Consejal tercero	Sr.	Diego Sarat Us
Concejal cuarto	Sr.	Jesús Pelico Ambrocio
Consejal quinto	Sr.	Jerónimo Pú Reynoso
Consejal suplente primero	Sr.	Carlos Reynoso
Consejal suplente segundo	Sr.	Jesús López Gálvez

Fuente: elaboración propia.

“Todos deberán tener delimitado y asignado su trabajo, obligaciones y responsabilidades que cumplan con la política institucional y a la ley que los rige. La Oficina Municipal de Planificación (OMP) es el órgano que coordina y consolida los procesos de desarrollo tal como proyectos, planes, programas y diagnósticos, además maneja información precisa sobre el municipio creado con base legal”³ (Código Municipal 12 – 2002-75 - 76).

El trabajo del coordinador de la Oficina de Planificación Municipal está enfocado a fortalecer a las organizaciones comunitarias y al trabajo que estas realizan para el desarrollo.⁴

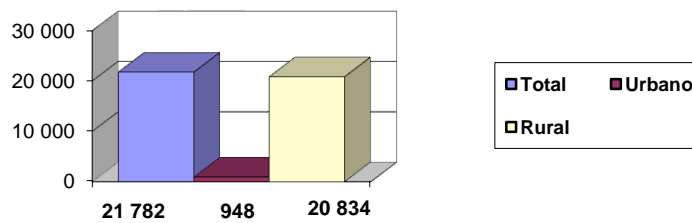
³ Municipalidad de San Pedro Jocopilas. Oficina Municipal de Planificación. Código Municipal. p. 45.

⁴ URÍZAR RODRÍGUEZ, Ingrid Liset. Fortalecimiento de la Organización Municipal a través de Institucionalizar la Participación de 27 Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) de San Pedro Jocopilas, el Quiché. p. 14.

1.1.1.8. Población

Se refiere a la forma en que se encuentra habitado el municipio, con relación a la población total, que es de 21 782 habitantes del cual 948 habitan en el casco urbano y 20 834 habitan en el área rural.

Figura 1. Gráfica de densidad de población

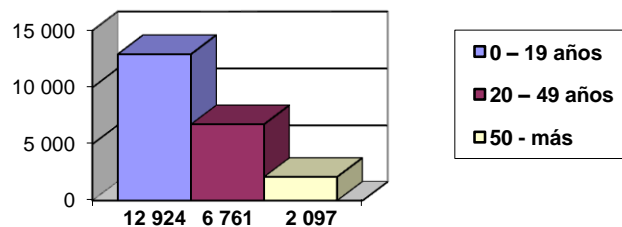


Fuente: elaboración propia.

- Rango de edades y género

En este aspecto de los 21 782 habitantes, 12 924 se encuentran dentro de las edades de 0 a 19 años, 6 761 oscilan dentro de las edades de 20 a 49 años y finalmente 2 097 pertenecen dentro de los 50 años en adelante.

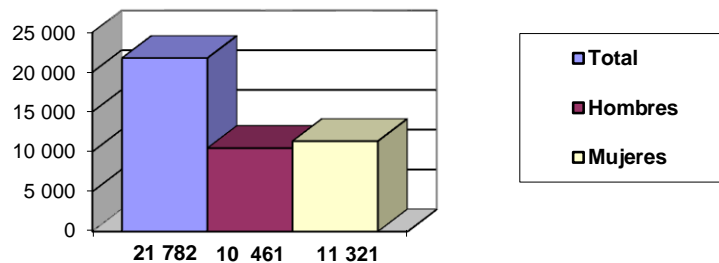
Figura 2. Gráfica de densidad de población por edades



Fuente: elaboración propia.

Se divide de la forma siguiente: de los 21 782 habitantes, 10 461 son hombres y 11 321 son mujeres. Lo que demuestra que existen más mujeres que hombres.

Figura 3. **Gráfica de densidad de población por género**

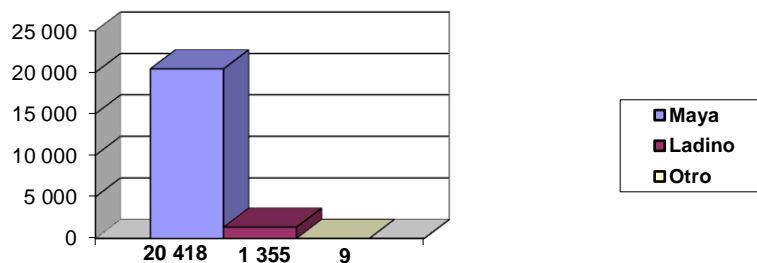


Fuente: elaboración propia.

- Grupos étnicos y proyección de la población

En el municipio existe una marcada diferencia, ya que de la población total 20 418 habitantes son mayas, 1 355 son ladinos mientras que 9 son de otra pertenencia étnica sin especificar.

Figura 4. **Gráfica de densidad de población por pertenencia étnica**



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Proyección de la población**

Año	Total	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	Indígena	No indígena
2002	21 782	10 461	11 321	948	20 834	20 483	1 299
2003	22 250	10 686	11 564	968	21 282	20 923	1 327
2004	22 729	10 916	11 813	989	21 739	21 373	1 355
2005	23 217	11 150	12 067	1 010	22 207	21 833	1 385
2006	23 717	11 390	12 326	1 032	22 684	22 302	1 414
2007	24 226	11 635	12 591	1 054	23 172	22 782	1 445
2010	26 945	12 941	14 005	1 173	25 772	25 338	1 607
2015	29 969	14 393	15 576	1 304	28 665	28 182	1 787

Fuente: elaboración propia con datos del XI Censo de población.

1.1.2. Infraestructura y servicios básicos

Los servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, salud, educación, drenajes, letrinas, servicios de extracción de basura, así como los sistemas de tratamiento de desechos sólidos, son indispensables para toda sociedad y para la sobrevivencia humana, estos son proporcionados por el estado, la municipalidad y entidades privadas.

1.1.2.1. Saneamiento básico

En la cabecera municipal, dentro del área urbana se generan constantemente desechos sólidos resultado de ventas de algunos productos, el mercado municipal es un foco principal generador de muchos desechos.

Por lo que la municipalidad tiene a cargo la limpieza del mercado al igual que el parque y lugares aledaños, para mantener el casco urbano limpio la municipalidad cuenta con cuatro trabajadores de limpieza que se ocupan de limpiar con escobas y carretas durante todas las mañanas.

El tren de aseo consiste en la recolección de la basura en el área urbana por parte de la empresa QSL que viene desde Santa Cruz del Quiché y pasa todos los días miércoles.

1.1.2.2. Servicios públicos municipales

La municipalidad brinda varios servicios. En secretaría se extienden copias de: cédulas de vecindad, partidas de nacimiento, permisos legales ya que todo trámite se realiza en el RENAP. En tesorería se realizan pagos de boleto de ornato, pagos de trámites municipales como permisos forestales, de construcción, mercado, agua potable, saneamiento y recolección de basura.

La OMP brinda servicios de supervisión, diseño y ejecución de proyectos de infraestructura, tales como, agua potable, escuelas, puentes y caminos, permisos forestales, además de la coordinación con empresas externas que brindan servicios de electricidad y teléfono, etcétera.

Salón de usos múltiples: existe un salón de esta categoría en el pueblo.

Correos y telégrafos: solamente la cabecera municipal cuenta con oficina y servicio de comunicación pública.

Servicio de cable: este servicio tiene aproximadamente dos años de introducción en la cabecera municipal y se está extendiendo a las aldeas aledañas.

Servicio de telefonía: el servicio de telefonía móvil abarca gran parte del municipio de San Pedro Jocopilas, únicamente en la cabecera municipal se encuentran instaladas tres antenas de compañías telefónicas. En la cabecera municipal se cuenta con servicio de telefonía fija.

Servicio de Internet: este servicio tiene poco tiempo de introducción en la cabecera departamental, únicamente existe un local comercial que presta este servicio y se ubica a un costado del instituto por cooperativa.

Templos: se reportan 30 iglesias y capillas católicas en las aldeas, en las que se incluye la iglesia del área urbana. Hay aproximadamente 48 iglesias evangélicas en las aldeas. En la cabecera municipal se encuentran ubicados cinco iglesias evangélicas.

Cementerios: la mayoría de los poblados cuentan con su respectivo cementerio; en el área urbana este se encuentra ubicado en las afueras del área y actualmente se están gestionando proyectos para nuevos cementerios, tal es el caso de la aldea primavera. La cabecera municipal y 8 cantones poseen cementerio, en tanto que el resto de comunidades carecen de áreas para tal fin.

Transporte público: es brindado por una asociación de la comunidad, el servicio de transporte funciona todos los días siendo su ruta principal desde el parque del Quiché hacia el mercado de la cabecera municipal. El transporte se realiza en vehículos picop y únicamente dos propietarios cuentan con microbús.

1.1.2.3. Vías de acceso

Las vías de acceso con que cuenta el municipio de San Pedro Jocopilas son principalmente:

- Acceso por carretera principal: desde el Quiché hasta Sacapulas e intersección con carretera hacia Huehuetenango. Carretera de asfalto en muy buen estado.
- Acceso por carretera secundaria: del área urbana de la cabecera municipal hacia la aldea de San Pedro 2 (Centro). Terracería de dos vías.
- Acceso por carretera secundaria: del área urbana, cabecera municipal hacia el caserío las montañas. De terracería de dos vías. Transitible.
- Acceso por carretera secundaria: del área urbana, cabecera municipal hacia el caserío Chitucur. De terracería de dos vías. Transitible.

El sistema vial del municipio está conformado por diversos tipos de vías, dentro de las cuales predominan las carreteras de tercería. Desde Santa Cruz del Quiché a San Pedro Jocopilas se llega por camino de pavimentación, mientras que se cuenta con un nuevo camino que conduce desde San Pedro Jocopilas hacia el departamento de Huehuetenango.

El porcentaje de vías es de: asfaltadas un 12%, terracería un 83%, veredas un 4% y adoquín un 1%.

1.1.2.4. Tren de aseo

El tren de aseo consiste en la recolección de la basura en el área urbana por parte de la empresa QSL que viene desde Santa Cruz del Quiché y pasa todos los días miércoles. En los cantones, caseríos, aldeas y demás comunidades no se cuenta con tren de aseo.

Por tal razón se realizó un estudio al respecto entrevistando a algunos pobladores de distintas comunidades (con una muestra de 75 personas) para conocer la forma en que ellos manejan la basura, las cuales indican que la basura orgánica (restos de verdura y frutas, hojas de elote, papel, entre otros) y la basura inorgánica (bolsas, empaques de productos, hule, caucho entre otros) es utilizada para abono, por lo que la basura generada en el hogar es colocada o depositada en los terrenos donde tienen cosechas o terrenos baldíos).

Además, en algunas comunidades para desechar la basura recopilan la mayor cantidad que no les sirve para ser reutilizada, la cual posteriormente es incinerada en huecos de aproximadamente 2 metros cúbicos; también se tiene en consideración que por la falta de un tren de aseo adecuado las personas acuden a los barrancos más cercanos, así como, en puentes de tránsito vehicular y arrojar la basura en estos, produciendo una contaminación múltiple del ambiente, tanto olfativa como visual y la degradación de los mantos acuíferos, contaminándolos sin importar que son recursos no renovables.

1.1.2.5. Agua potable

Al igual que el servicio de energía eléctrica el área urbana cuenta con agua potable distribuida en unidad de media paja para cada familia de ocho integrantes.

El servicio de agua potable se mantiene durante todo el día. Se estima que el 80% de las aldeas cuenta con este servicio mientras que el otro 20% tiene la necesidad de acarrear el agua a través de nacimientos, posos y ríos.

Tabla III. **Tipo de servicio de agua potable disponible en el municipio**

a	Chorro individual	67%
b	Chorro compartido	3%
c	Chorro público	3%
d	Pozo	20%
e	Río	3%
f	Otro	4%
		100%

Fuente: elaboración propia.

1.1.2.6. Drenajes

Letrinización y saneamiento ambiental: la cabecera municipal posee alcantarillado para las aguas residuales, en la mayoría de las aldeas aún no cuentan con este servicio y se maneja generalmente el sistema de pozos ciegos. Actualmente, se están introduciendo nuevas estrategias y sistemas como las letrinas aboneras.

Instituciones privadas encargadas del saneamiento ambiental: los desechos sólidos generados en el municipio, actualmente son manipulados por el servicio de basura QSL Quiché Siempre Limpia, institución privada de la cabecera departamental que ha llegado al municipio a prestar sus servicios.

1.1.2.7. Energía eléctrica

El área urbana de San Pedro Jocopilas cuenta al 100% con el servicio de energía eléctrica. Los centros más poblados, como La Primavera y San Pedro, también cuentan con este servicio, mientras que aún se encuentran gestionando proyectos para la introducción de este servicio, tal es el caso del cantón Chuitzalic tercero. En el municipio se estima que el 82% de viviendas cuenta con servicio de energía eléctrica y el 18% restante no cuenta con él servicio.

1.1.2.8. Infraestructura social

En la sociedad de San Pedro Jocopilas más del 95% de sus habitantes pertenecen a la etnia indígena, que habitan sobre todo el área rural, por lo que la sociedad posee tradiciones y costumbres propias (como rituales mayas, la más próxima es la que se ejecuta en el parque central de San Pedro Jocopilas, frente a la iglesia) además del idioma indígena K'iché que constituyen el patrimonio cultural de la nación.

La fiesta más importante es La Semana Santa.

1.1.2.9. Vivienda

El 70% por ciento de las viviendas en el área urbana cuenta con un sistema constructivo basado en block y techo de lámina con piso de granito. El otro 30% por ciento de las viviendas, sus construcciones comprenden sistemas constructivos regionales basados en la elaboración de adobes para las paredes y artesanado de madera combinado con teja para el techo, esto comprende únicamente el área urbana o cabecera municipal.

Se puede estimar que el 86% de las viviendas del municipio están fabricadas de adobe más tejas y piso de tierra siendo este su sistema de construcción básico.

El diseño de muchas de las viviendas está basado en la elaboración de pasillos y cuartos continuos uno del otro. En forma rectangular o cuadrada, con ambientes básicos: dormitorios, cocina más comedor, patio y servicio sanitario (en áreas rurales no muchas veces se maneja este concepto).

Las aldeas o caseríos en su mayoría, comprenden sistemas constructivos más simples debido a las condiciones económicas de los habitantes, no obstante las construcciones de nuevos proyectos como escuelas, auxiliaturas, iglesias o centros culturales actualmente financiados por la alcaldía municipal, comprenden sistemas constructivos más formales (block y techos con estructuras metálicas).

1.1.2.10. Salud

Los servicios estatales están a cargo del personal que labora en el centro de salud de categoría B integrado por personal capacitado, con sede en la cabecera. En las aldeas Comitancillo, Santa María Jocopilas y el caserío Primavera se reportó la existencia de puestos de salud, a cargo de 3 enfermeras y un médico.

En el municipio el 52% de la población cuenta con asistencia y centros de salud, estos están catalogados por los pobladores como: buenos de 67%, regulares 28% y malos 5%.

1.1.2.11. Educación

La situación de los servicios educativos en el municipio es la siguiente:

Preprimaria: anteriormente no se contaba con un local propio, por lo que las actividades se desarrollaban en la escuela primaria. Actualmente, se cuenta con la escuela de párvulos.

Primaria: en el área urbana se cuenta con dos escuelas públicas primarias, las que funcionan; una en la jornada matutina y otra en la jornada vespertina. La mayoría de las aldeas cuenta con escuelas públicas.

Nivel básico: en la cabecera municipal existe el Instituto Básico por Cooperativa INBACCOOP, que abarca gran demanda de la población.

Academia de mecanografía: en el Instituto Básico por Cooperativa INBACCOOP, se presta el servicio de mecanografía impartido en el último año, este servicio tiene un costo adicional a la mensualidad de la colegiatura.

Nivel diversificado: los estudiantes que concluyen con los estudios de básicos, tienen que migrar a la cabecera departamental para continuar con sus estudios, situación en la que la mayoría por la condición económica no continúa con sus estudios.

Lamentablemente, debido a las carencias económicas, muchos jóvenes y niños se ven obligados en sus hogares a trabajar por lo que abandonan la primaria. Esta deserción escolar es negativa para la educación del Municipio y constituye en una dificultad para el desarrollo integral de los niños y niñas.

1.1.2.12. Seguridad ciudadana

El municipio de San Pedro Jocopilas, se caracteriza por ser muy tranquilo y no generar muchos hechos de violencia. Actualmente, cuenta con 10 agentes policiales y un subdirector de estación, que también brindan apoyo al municipio de San Bartolomé Jocotenango. No hay robos frecuentes, sino hurtos y casos de violencia intrafamiliar, de los que tienen conocimiento en la Policía Nacional Civil.

1.1.3. Actividades económicas y migración laboral

La actividad económica es la que desarrolla el ser humano para satisfacer las necesidades o carencias de la sociedad. Se manifiesta en operaciones como cambiar, prestar, vender, trabajar por una cantidad de dinero, la migración de trabajo generalmente se define como un desplazamiento entre dos fronteras para fines de empleo en un país extranjero.

1.1.3.1. Fuentes de empleo

Como fuentes de empleo incidentes en el municipio, generadoras de ingresos se puede mencionar:

Comercio: el municipio cuenta con diversidad de tiendas, en un aproximado de 15 negocios de este tipo, ubicados todos en el área urbana, se tienen datos que existen cinco farmacias en tres poblados. En la cabecera departamental funciona una farmacia, una ferretería, una asociación de transportistas que realizan viajes desde la cabecera departamental hacia la cabecera municipal, existen comedores ubicados en el interior del mercado municipal, en las afueras de este existe un aproximado de tres comedores.

Actualmente, la agricultura es la actividad comercial con mayor frecuencia entre los habitantes del municipio y es la que más emplea a los habitantes de áreas rurales, siendo la principal fuente de ingresos la venta y comercio de granos básicos, maíz y frijol. Se tiene en cuenta la ubicación de una librería con servicio de fotocopias, útiles escolares y de oficina, existe un café Internet en el centro de San Pedro Jocopilas, siendo este el único de su clase, el cual ofrece además del alquiler de computadoras para el servicio de los habitantes, la impresión de documentos, así como el acceso a Internet.

1.1.3.2. Microempresas y comercios

Dentro de las microempresas se puede destacar a la herrería, en la que laboran dos empleados, se hace mención de talleres o pinchazos en los que trabajan dos empleados.

1.1.3.3. Producción artesanal

La producción de cerámica se reporta en cinco poblados y sobresalen en la actividad los cantones San Pablo y Santabal I, una actividad generalizada es la elaboración manual de tejido (trenzado) de hoja de palma, (utilizado para confeccionar sombreros).

Esta labor la realizan las mujeres y los niños en momentos de ocio o cuando se trasladan de un lugar a otro y es vendida a los talleres de Santa Cruz del Quiché, que se dedican a la fabricación de sombreros. Dentro de la producción artesanal se encuentra clasificada la elaboración del pan, en la cabecera departamental existen tres panaderías en las que dos de ellas utilizan hornos a base de gas y uno a base de leña que surte pan a domicilio.

Otras actividades secundarias son la fabricación de ollas de barro, el material es un barro de características muy particulares, se obtiene principalmente en el cerro Xocopila, situado en las orillas de la cabecera municipal y registrada como propiedad comunal controlada por las autoridades municipales. “El barro es extraído y transportado por los hombres en cantidades de 100 y 125 libras y es procesado luego por las mujeres, quienes también se encargan de la elaboración final de las ollas, como parte de sus quehaceres domésticos”.⁵

1.1.3.4. Mercado

En los caseríos Primavera y Las Tunas, así como en la aldea Comitancillo hay mercados informales. La cabecera municipal tiene mercado formal con puestos asignados y locales destinados a comedores y carnicerías, construidos de block visto sisado con techo de duralita y estructura metálica. Los días de plaza en la cabecera municipal son martes y viernes.

1.1.3.5. Comercio informal

En la actualidad existe comercio informal, el cual se genera cuando son días de mercado (martes y viernes). Estos vendedores no pagan el permiso respectivo de su espacio para ubicar sus negocios, así mismo, los productos que ofrecen son de dudosa procedencia, por ejemplo, pastas de dientes, cremas para uso personal, otro producto es la venta de discos pirata ya sea de música, programas y videos. En ocasiones llegan personas a ofrecer productos medicinales, los cuales no están patentados por algún laboratorio químico.

⁵LIMA, ROJAS, Flavio. La Cofradía Reducto cultural indígena. p.130.

También en los días de mercado las personas que viven alrededor del municipio vienen a vender frutas (limas, naranjas y manzanas), las cuales son sembradas en sus propios terrenos y que son excedentes para su consumo personal.

1.1.3.6. Asistencia técnica y profesional

La asistencia técnica y profesional se da a través de algunas instituciones no gubernamentales, como SEGEPLAN, CADIQ, la mayoría de los COCODES se acerca a la OMP, debido a que la mayoría de los proyectos en gestión son de infraestructura.

1.1.3.7. Utilidad de la tierra

Uso actual: el uso que actualmente se le da a los suelos de San Pedro Jocopilas es principalmente para agricultura limpia anual, con una extensión de 13 699,98 hectáreas, que representa el 46,58% del territorio, siguiéndole en importancia los bosques de coníferas, con una extensión de 11 247,93 hectáreas, que representa el 38,24% del territorio y los bosques de latifoliadas con una extensión de 4 279,74 hectáreas, que representa el 14,55% del territorio.

Uso potencial: de acuerdo con la clasificación de clases agrológicas de los suelos, la capacidad de uso de la tierra en este municipio corresponde a las clases III, VI, VII. Por su extensión, las clases más representativas son la VII con 23 735,72 hectáreas (80,7% del total del municipio), caracterizados por ser tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, de relieve quebrado con pendientes muy inclinadas.

Y la VI, con 4 704,84 hectáreas (16%), caracterizados por ser tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal, con factores limitantes muy severos de relieve ondulado fuerte y quebrado fuerte, profundidad y rocoso.

Problemas de contaminación ambiental: en el área rural, el uso cada vez más frecuente de agroquímicos, la tala incontrolada de bosques y los incendios forestales, con su impacto en la contaminación o pérdida de las fuentes de agua, han sido los principales problemas identificados.

Potencialidades: la potencialidad de este municipio radica fundamentalmente en el aprovechamiento racional de sus recursos forestales, también puede mencionarse la disponibilidad de grandes extensiones de suelo de barro, que puede ser aprovechado para la alfarería a gran escala.

1.1.3.8. Acceso al sistema de crédito

El producto se destina exclusivamente a financiar la planificación, programación y ejecución de obras o servicios públicos municipales o a la ampliación, mejoramiento y mantenimiento de los existentes. “Sea cordada con el voto favorable de las dos terceras (2/3) partes del total de miembros que integran el Concejo Municipal”.⁶

En cuanto a la población de San Pedro Jocopilas, no hay bancos en el municipio que puedan prestar servicios de crédito, para obtenerlos, la población debe viajar a la cabecera departamental para solicitar este servicio a los bancos locales.

⁶Municipalidad de San Pedro Jocopilas. Código Municipal. Endeudamiento Municipal. Capítulo 2. Inciso e.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del drenaje sanitario

El diseño consiste en una red de tuberías o canales que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales hasta su punto de tratamiento y vertido a los puntos de desfogue.

2.1.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto de drenaje sanitario del municipio de San Pedro Jocopilas, tiene una capacidad de servicio para un total de 2 661 habitantes, población que se espera atender en 30 años (período de diseño del sistema).

El sistema tendrá una longitud de 5 757,11 metros, dividida en tres tramos o circuitos con distintos puntos de desfogue. Se utilizará tubería PVC Norma ASTM D3034, con diámetro de 4 pulgadas, 6 pulgadas y 8 pulgadas.

El tratamiento que se le dará a las aguas negras residuales será por medio de fosas sépticas.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Es el proceso de trabajo que se realiza previo a un estudio de proyecto de preinversión de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades en el campo: el trazo planimétrico y el trazo altimétrico.

Para este proyecto se utilizó el levantamiento topográfico de primer orden, este tipo de levantamiento se realiza con la mayor precisión posible y se emplea equipo de primer orden como:

- Teodolito con su respectivo trípode
- Estadal
- Plomada
- Cinta métrica
- Machete, trompos y pintura acrílica

2.1.2.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico en el caso del diseño de drenajes, sirve para localizar la red dentro de las calles, indicar los pozos de visita y en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia, para este caso se utilizó el método de poligonal abierta con conservación de azimuts.

2.1.2.2. Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, con los datos de topografía de planimetría y altimetría, se define la superficie en estudio, representada en tres dimensiones, para este método se utilizó nivel de precisión.

Técnicamente se recomienda el nivel, por ser fabricado para tal fin, pero las medidas tomadas por el teodolito son correctas si se efectúa un buen levantamiento topográfico.

El levantamiento altimétrico debe ser preciso y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se deben tomar elevaciones en los siguientes puntos:

- En todos los cruces de calles
- En los puntos donde haya cambio de dirección
- En los puntos donde haya cambio de pendiente
- A distancias entre 20 y 30 metros
- En los principales puntos del cuerpo receptor donde se proyecta efectuar la descarga.

2.1.3. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema, pasado este es necesario rehabilitarlo. Para determinar qué período utilizar es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta: antigüedad, desgaste y daño en el sistema.
- Crecimiento poblacional
- Desarrollo de la obra en sus primeros años

Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta el municipio, la vida útil de los materiales y las Normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Dentro de las recomendaciones para el período de diseño, se deben considerar las diferentes partes que componen un sistema de alcantarillado sanitario:

- Colector principal..... 30 - 40 años
- Planta de tratamiento 20 - 30 años
- Línea de descarga 10 - 15 años
- Equipo electromecánico..... 08 - 10 años

2.1.4. Cálculo de población futura

La estimación de la población futura es de suma importancia, puesto que de este cálculo dependerá la cantidad de personas que utilizarán el servicio al final del período de diseño, además, que proporciona los datos necesarios para el cálculo de los diámetros de tubería, dependiendo del caudal a transportar.

Generalmente, se usan dos métodos para el cálculo de la población futura que son; el método aritmético y el método geométrico; para este caso se aplicó el método geométrico, por ser el que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio. La fórmula para calcular la población futura es:

$$P_f = P_o * (1 + i)^n$$

Donde

P_f = población futura

P_o = población del último censo o actual

i = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

2.1.5. Factor de Harmond

También conocido como factor de flujo instantáneo, este es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

Se calcula por medio de la ecuación de Harmond:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde

F.H. = factor de Harmond

P = población acumulada dividido entre 1 000

2.1.6. Parámetros de diseño

Son todas aquellas variables que intervienen en el proceso de diseño del drenaje sanitario.

2.1.6.1. Cálculo de caudales

El cálculo de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas negras, se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores e influirá en gran parte en la economía del proyecto. Los factores que se deben tomar en cuenta son; la dotación de agua en las viviendas, tanto para el sector industrial como el comercial, estimación de caudal por conexiones ilícitas, cantidad de agua que pueda infiltrarse en el drenaje y las condiciones socioeconómicas de la población.

- Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacúa de cada una de las viviendas. Este caudal debe calcularse con base en el número de habitantes futuro, la dotación y el factor de retorno, expresado en litros por segundo.

$$Q_{dom} = \frac{Pf * Dot * Fr}{86\ 400\ s / día}$$

Donde

Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]

Pf = población futura

Dot = dotación [l/hab/día]

Fr = factor de retorno [%]

- Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etcétera, y la dotación varía según el establecimiento a considerarse; pero en San Pedro Jocopilas este caudal es nulo, ya que no existen comercios de este tipo.

- Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por: las aguas pluviales, que son evacuadas a través del alcantarillado doméstico o sanitario. En este caso se utilizó el 10% del caudal doméstico⁷.

⁷ Instituto de Fomento Municipal. Ilícito del INFOM, sección 2,6.

Entonces se tiene:

$$Q_i = 0,10 * Q_{dom}$$

Donde

Q_i = caudal de conexiones ilícitas [l/s]

Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]

- Caudal de infiltración

En la sección 2,70; infiltración del INFOM, se establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías.

Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya a los tramos se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar en litros por segundo. Para el diseño del alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático obteniendo.

Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

Tubería de cemento, $Q_{in} = 0,025 * \emptyset$

Tubería de PVC, $Q_{in} = 0,01 * \emptyset$

Donde

Q_{in} = caudal de infiltración [l/s]

\emptyset = diámetro de tubería [Pulg]

- Caudal de diseño

Es el que se utiliza para diseñar el sistema del drenaje sanitario. Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_d = n.h. * f_{qm} * F.H.$$

Donde

Q_d = caudal de diseño [l/s]

n.h. = número de habitantes en cada uno de los tramos

f_{qm} = factor de caudal medio

F.H. = factor de Harmond

- Factor de caudal medio (f_{qm})

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería, se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día.

Este factor debe ser mayor a 0,002 y menor que 0,005, considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según sea el caso.

En el caso del municipio de San Pedro Jocopilas, no se tomó en cuenta el caudal industrial y el comercial, ya que al sistema no se conectará ninguna industria ni comercio.

$$f_{qm} = \frac{Q_m}{n.h.f}$$

con:

$$Q_m = Q_d + Q_{in} + Q_i$$

Donde

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_m = caudal medio [l/s]

$n.h.f$ = número de habitantes futuro

Q_d = caudal de diseño [l/s]

Q_{in} = caudal de infiltración [l/s]

Q_i = caudal de conexiones ilícitas [l/s]

2.1.6.2. Diseño de secciones y pendientes

La pendiente a utilizar en el diseño, deberá ser de preferencia, la misma que tiene el terreno para evitar un sobre-costos por excavación excesiva, sin embargo; en todos los casos se deberá cumplir con las relaciones hidráulicas y restricciones de velocidad.

Dentro de las viviendas, se recomienda utilizar una pendiente mínima del dos por ciento, lo cual asegura el arrastre de las excretas.

Para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente, dependiendo de la gravedad, existe una pendiente mínima en un sistema, esta debe ser del 1% en terrenos muy planos. En terrenos donde la topografía es muy quebrada, la pendiente máxima será cuando la velocidad es de 4 metros por segundo para tubería PVC.

$$S = \frac{(C.I.T. - C.F.T.) * 100}{L}$$

Donde

S = pendiente del terreno

C.I.T. = cota inicial del terreno [m]

C.F.T. = cota final del terreno [m]

L = longitud del tramo [m]

Para todo el diseño del alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, dependiendo siempre que: si la pendiente está a favor o en contra del sentido del fluido.

2.1.6.3. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad mínima admisible en tuberías de PVC es de 0,40 metros por segundo esto hace que los sólidos no se sedimenten y por consecuencia no se obstruya la tubería, con respecto a la velocidad máxima admisible en las tuberías de PVC por lo general, se aceptan 5 metros por segundo según la Norma ASTM F 949.

2.1.6.4. Cotas invert

Son las cotas o elevaciones que indican a qué profundidad de la superficie se encuentra la tubería de llegada y de salida en un pozo de visita.

Estas cotas se calculan con base en la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo.

- Detalles de cotas invert
 - La cota invert de salida de un pozo se coloca tres centímetros más baja que la cota invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
 - La cota invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetro de las tuberías, cuando estas son de diferente diámetro.
 - Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota invert de salida está tres centímetros debajo de la de entrada; si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

2.1.6.5. Diámetro de tuberías

Por requerimientos de flujo y por posibilidades de limpieza, el diámetro mínimo es de seis pulgadas para tuberías PVC en el colector central. Un cambio de diámetro en el diseño está influido por la pendiente, el caudal o la velocidad, para lo cual se toman en cuenta los requerimientos hidráulicos.

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite daños al colector ocasionados por las cargas vivas y por el impacto, para lo cual se estima una profundidad mínima de 1,20 metros.

2.1.7. Pozos de visita

Son estructuras de hormigón ciclópeo, piedra, ladrillo, (mampostería), rematadas en su parte superior en una tapa removible, forman parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Los pozos de visita siempre son necesarios en el lugar donde concurren dos o más tuberías, así como, los lugares donde hay cambio de dirección o de pendiente en la línea central de diseño.

2.1.7.1. Especificaciones técnicas

Las normas para la construcción de alcantarillados recomiendan colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector
- En toda intersección de dos o más colectores
- En todo cambio de dirección
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros si $\emptyset < 24$ pulgadas.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 300 metros si $\emptyset > 30$ pulgadas.
- En todo principio de ramal
- En cambios de diámetro

- En cambios de pendiente
- La diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la cota invert de la tubería que sale de un pozo de visita será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida $h_v = \frac{v^2}{2 \cdot g}$; con h_v = cambio de altura, v = velocidad, g = gravedad, se exceptúa el caso cuando el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalan según la pendiente.
- Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida.

2.1.7.2. Especificaciones físicas

Su estructura es de forma cilíndrica, construidas de concreto reforzados o bien de ladrillo de arcilla reforzado con elementos de concreto reforzado. Los pozos tienen en su parte superior un brocal y una tapadera hecha de concreto con una abertura libre de 0,50 a 0,60 metros.

El brocal descansa sobre las paredes hasta alcanzar un diámetro de 1,20 metros a una distancia de 0,90 metros de la boca del pozo. Su profundidad es variable, sus paredes suelen construirse de ladrillo de barro cocido cuando son pequeñas y de concreto reforzado cuando son muy grandes y profundos.

Estas varían en cuanto a su profundidad, dependiendo de casos como:

- Pendiente del terreno
- Topografía del terreno

- Ubicación del pozo
- Caudal de diseño
- Cotas invert

2.1.7.3. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a utilizar y la longitud entre pozos. Se puede calcular de la siguiente manera:

$$Ve = \frac{(H_1 + H_2)}{2} * d_p * tz$$

Donde

Ve = volumen de excavación [m³]

H₁ = profundidad del primer pozo [m]

H₂ = profundidad del segundo pozo [m]

d_p = distancia entre pozos [m]

tz = ancho de la zanja [m]

2.1.7.4. Conexiones domiciliarias

Tramo de tubería comprendida entre la última cámara de inspección de la vivienda y el colector público. En general, las conexiones domiciliarias comprenden lo siguiente:

- Disposición de excretas
- Sistema de recolección y disposición de basuras
- Tipo y condiciones de la vivienda
- Cualquier otro aspecto relacionado con las condiciones sanitarias de la población.
- Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente.
- El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.
- El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan llevarlas al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.
- Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2%.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

2.1.8. Obras de protección

Estas obras de protección no son más que estructuras auxiliares de las partes constituyentes del sistema, ya estipuladas en los planos finales. Estas estructuras según la finalidad de las mismas, serán de diversas formas y tamaños.

Para un sistema de drenaje sanitario existen varias obras de protección, entre las cuales se puede mencionar:

- Conexiones domiciliarias
- Escaleras para pozo de visita
- Tapadera de pozo de visita
- Tapadera de conexión domiciliar

2.1.9. Diseño de fosa séptica

La fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras.

Elimina los sólidos al acumular las aguas negras y permite que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior, generalmente de forma rectangular y se diseña para que las aguas permanezcan durante un período de tiempo determinado como mínimo 12 horas, este período se llama período de retención.

En la fosa séptica las materias en suspensión en las aguas negras sufren una sedimentación: la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno.

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es de beneficio para una mayor protección del sistema de absorción. Para el diseño de la fosa séptica deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- Período de retención es como mínimo de 12 horas
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza es de 30 a 60 litros por habitante por año.
- Relación largo-ancho de la fosa $\frac{L}{A}$; de $\frac{2}{1}$ a $\frac{4}{1}$
- Para que la fosa sea funcional la capacidad máxima recomendable debe ser de 60 viviendas.

Nomenclatura y fórmulas

Tr = período de retención

Vol = volumen [l]

Q = caudal de diseño [l/día]

N = número de personas servidas

Qg = gasto de aguas negras [l/hab/día]

$$\text{Vol} = \text{Tr} * \text{Q}$$

con:

$$\text{Q} = \text{q} * \text{N}$$

Cálculo de volumen

Para el cálculo de volumen se asume una altura (H), que es altura útil, la cual corresponde a la distancia desde el fondo hasta el nivel del agua; se toma una relación $\frac{L}{A}$ dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A * L * H$$

Donde

A = ancho de fosa [m²]

L = largo de fosa [m]

H = altura útil [m]

Se conoce la relación $\frac{L}{A}$, y se constituye una de las dos en la fórmula de V,

Por ejemplo:

Si $\frac{L}{A}$ es igual a 2, entonces $L = 2 * A$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$V = 2 * A^2 * H$, de donde se obtiene el valor A, del ancho de la fosa.

Cálculo de las fosas para el proyecto

Período de retención 24 horas

Gasto 100 l/hab/día

Número de habitantes

Lodos 30 l/hab/año

Relación largo / ancho = $\frac{2}{1}$

Período de limpieza de 6 meses a 2 años

Volumen para el líquido

Se sabe que:

$$Tr = \frac{V}{Q}$$

$$Q = Qd * N$$

Donde

Tr = período de retención

V = volumen [l]

Q = caudal [l/día]

N = número de personas servidas

Qq = caudal domiciliar [m³/día]

Cálculo del caudal

$$Q = Qq * N$$

$$Q = Dot * (Fr)$$

Donde

Dot = dotación de agua potable [l/hab/día]

Cálculo del volumen:

$$V = Q * Tr$$

Donde

V = volumen [m³]

Cálculo de volumen para lodos:

VI = N gasto de lodos

VI = n.h. * 30 l/hab/año

VI = X años m³ o meses (período de limpieza)

VI = para períodos de limpieza de x años

Volumen total:

$$Vt = V + VI$$

Donde

Vt = volumen total [m³]

V = volumen fosa [m³]

VI = volumen de lodos [m³]

$$VI = A * L * H$$

Como $L / A = 2$ entonces $L = 2 * A$, al sustituir L en la ecuación de V

$$V = 2 * A^2 * H$$

Se asume H (altura) y se encuentra A (ancho)

$$A = \sqrt{\frac{V}{2 \cdot H}}$$

Donde

A = ancho de fosa [m]

H = altura de fosa [m]

V = volumen de fosa [m³]

Diseño estructural de la fosa séptica por el método de bandas

Consiste en suponer líneas de discontinuidad (líneas imaginarias) en la estructura a analizar, donde cambia la dirección en que se transmite la carga sobre dicha estructura, al realizar esto se obtienen bandas que se analizan como vigas simplemente soportadas o empotradas. A continuación se presenta a manera de ejemplo un caso típico del método aplicado al diseño de fosa séptica.

Caso típico: banda 6 * L en pared, con banda 9 * L en losa de fondo.

Datos:

Para V = 65,61 m³, se tiene un ancho $A = \sqrt{\frac{65,61}{2 \cdot 2}} = 4,05$ m

Largo = $A * 2 = 4,05 * 2 = 8,10$ m

Ancho = 4,05 m

Altura = 2 m

Espesor de pared y losa de piso = 0,20 m

Peso específico del concreto $\gamma_c = 2,40$ t/m

Peso específico del suelo $\gamma_s = 1,60$ t/m

Constante de Ranking $K_a = 0,33$

Coeficiente de empuje lateral del suelo $C_m = 1,40$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_s = 20 \text{ t/m}^2$$

Análisis

Presión sobre el fondo

Se asumirá que la tapadera es una losa de concreto de 0,10 metros de espesor y que el líquido que almacena es agua.

$$P = \frac{(P_1 + P_2 + P_3)}{A}$$

Donde

P = peso propio de la estructura

P_1 = peso propio del tanque

P_2 = peso propio de la tapadera

P_3 = peso propio del agua

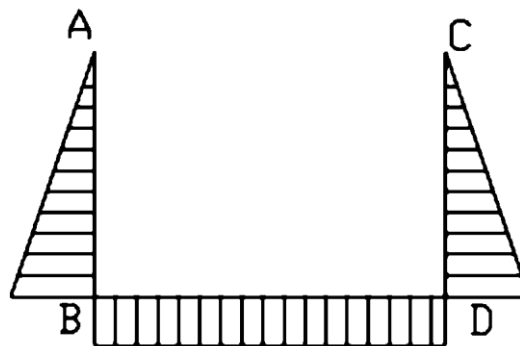
A = área de contacto de la estructura con el suelo

$$P = 4,05 * 8,10 * 2 + (8,10 * 4 * 0,20 * 2 + 8,10 * 4,05 * 0,20) * 2,40 + 8,10 * 4,05 * 0,10 * 2,4 / 8,10 * 4,05 = 3,67 \text{ t/m}^2 < 20 \text{ t/m}^2.$$

Como la presión en el fondo es menor que el valor soporte del suelo, se continúa con el análisis, caso contrario se deberá aumentar el área de contacto de la estructura con el suelo. Banda 6 en paredes con banda 9 en losa de fondo.

Diagrama de fuerzas a analizar

Figura 5. **Diagrama de fuerzas en banda, caso típico**



Fuente: elaboración propia.

Determinación de cargas:

Bandas verticales

La carga para las bandas verticales estará dada por la siguiente ecuación:

$$W = CM * KA * Rs * H * A$$

Donde

W = carga distribuida sobre banda vertical

CM = coeficiente de carga muerta

KA = constante de Ranking, KA = 0,33

Rs = peso específico del suelo, Rs = 1,60 t/m³

A = ancho de banda, A = 2,03 m

H = altura útil, H = 2 m

$$W = 1,4 * 0,33 * 1,60 * 2 * 2,03 = 3,00 \text{ t/m}$$

Bandas horizontales

La carga para la banda horizontal estará dada por la siguiente ecuación:

$$W = CM * Rc * e * A$$

Donde

W = carga distribuida sobre banda horizontal

Rc = peso específico del concreto Rc = 2,40 t/m³

e = espesor de losa de piso

A = ancho de banda, A = 2,03 m

$$W = 1,4 * 2,4 * 0,20 * 2,03 = 1,36 \text{ t/m}$$

Determinación de momentos fijos

Para calcular los momentos fijos habrá necesidad de determinar exactamente la banda a analizar, su longitud sometida a carga y su sentido.

Para este caso:

Longitud vertical = 2 m

Longitud horizontal = 8,10 m

Bandas verticales: los momentos fijos Mfa para las bandas verticales se obtienen con la siguiente ecuación.

$$Mfa = \frac{w * L^2}{30}$$

$$Mfa = \frac{1,36 * 2^2}{30} = 0,40 \text{ t-m}$$

$$R_a = \frac{(12 * Mfa * L^2 - 2 * W * X^3 * L + 3 * W * X^2 * L^2)}{(6 * L)}$$

$$R_a = \frac{(12 * 0,40 * 2^2 - 2 * 3 - 1^3 * 2 + 3 * 3 * 1^2 * 2^2)}{(6 * 2)} = 0,90 \text{ t}$$

$$R_b = W * X - R_a$$

$$R_b = 1,36 * 2 / 2 - 0,90 = 2,10 \text{ t}$$

Las reacciones Ra y Rb sólo sirven para determinar los Mf, deben determinarse posteriormente las reacciones producidas por los verdaderos efectos.

Bandas horizontales en losa: el momento fijo se obtiene de la siguiente manera:

$$M_f = \frac{W * X^2}{3 * L - 2 * X}$$

$$M_f = \frac{1,36 * 1,905^2}{3 * 2 - 2 * 1,905} = 7,44 \text{ t-m}$$

Momento al centro (sin corregir)

$$M = W * \frac{X^3}{3} * L$$

$$M = \frac{1,36 * 1,905^3}{3 * 2} = 3,72 \text{ t-m}$$

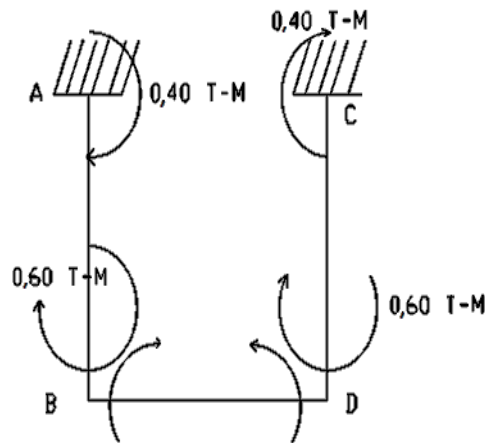
$$R = W * X$$

$$R = 1,905 * 1,36 = 5,51 \text{ t}$$

Distribución de momentos

Los elementos se obtienen al aplicar el método Cross al marco.

Figura 6. **Distribución de momentos en banda, caso típico**



Fuente: elaboración propia.

Nota: se analizará sólo un lado debido a que en el otro se realiza el mismo procedimiento de cálculo, para el cálculo se utilizarán los siguientes parámetros de rigidez.

$$K_{a-b} = K_{b-a} = 0,2857$$

$$K_{b-d} = 0,125$$

Los factores de distribución quedan de la siguiente manera:

$$F_d(a-b) = 1$$

$$F_d(b-d) = 0,194$$

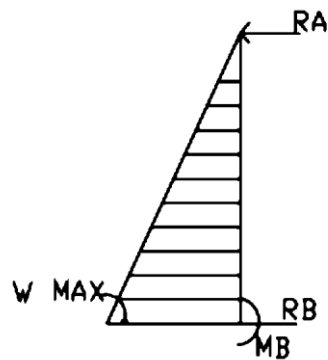
$$F_d(b-a) = 0,806$$

Tabla IV. **Análisis del marco de la banda**

Elemento	A - B	B - A	B - D
Fd	1.00	0.81	0.19
Mf	-400.00	600.00	-7,440.00
	400.00	5,513.04	-1,320.12
	2,756.52	200.00	-660.06
	-2,756.52	370.81	88.79
	185.41	-1,378.26	-44.39
	-185.41	1,146.65	-273.15
	573.33	-92.71	-136.58
	-573.33	184.81	44.25
	92.41	-286.66	-22.13
	-92.41	248.88	59.59
	124.44	-46.21	-29.79
	-124.44	61.26	14.67
	30.63	-62.22	-7.33
	-30.63	56.06	13.42
	28.03	-15.32	-6.71
	-28.03	17.76	4.25
	8.88	-14.02	-2.13
	-8.88	13.02	3.12
M real (kg-m)	0.00	6,516.86	-6,516.86

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Determinación de reacciones reales**



Fuente: elaboración propia.

Bandas verticales: las reacciones se determinan por estática, al realizar la sumatoria de momentos en b igual a cero, da el valor de la reacción Ra = 0,51 t.

Sumatoria de fuerzas en Y= 0

$$R_b = 2,49 \text{ t}$$

Puntos de inflexión

Los puntos de inflexión permitirán la mejor dirección de la longitud del refuerzo.

Bandas verticales

$$Y = \left(6 * R_a * \frac{H}{W} \right)^{1/2} = \left(6 * 0,51 * \frac{8}{1,36} \right)^{1/2} = 1,43 \text{ m}$$

Bandas horizontales

$$W * \frac{Y}{2} - R_y + M (-) = 0 = 6,516 + \frac{1,36}{2} * Y_1^2 = 5,51 * Y_1 = Y_1 = 2,90 \text{ m}$$

Momento positivo máximo en paredes.

Bandas verticales

$$M = \sqrt{(2 * R_a * H / W)}$$

$$Z = 0,82 \text{ m}$$

Donde

$$M = \sqrt{\left(2 * 2,49 * \frac{8}{1,36}\right)} = 0,14 \text{ t-m}$$

Momentos positivos máximos en losa

$$M = [M_f - M(-)] + M_{\text{centro}}$$

$$M = [6,56 - 2,06 + 0,14] = 4,64 \text{ t-m}$$

Corte que resiste el concreto

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

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 33 * 7,5 = 1\,615,70 \text{ kg} = 1,62 \text{ t}$$

Esfuerzos de corte

El esfuerzo de corte dado en los apoyos será:

$$V_u = \frac{V}{\phi * b * d}; \text{ en donde } \phi = 0,85$$

Se debe establecer si se cumple que:

$$V_u = 0,5 * \frac{f'_c}{2}$$

$$V_u = 3,62 \text{ kg/cm}$$

Banda vertical:

$$V_u = 0,01 t < V_c \text{ OK}$$

Banda horizontal:

$$V_u = 0,03 t < V_c \text{ OK}$$

Distribución del refuerzo

Para el refuerzo de la fosa séptica se utilizó varilla No 3., la distribución es la siguiente:

En paredes

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{4200}$$

Donde

A_s = área de acero requerido

d = peralte efectivo fosa, $d = 10$ cm

b = franja unitaria, $b = 100$ cm

$$A_s = 0,2768 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 8,12 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar } A_{s_{\min.}} = 8,12 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento:

$$8,12 \text{ cm}^2 \text{ -----} 33 \text{ cm}^2$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ -----} S; S = 20 \text{ cm; utilizar No 3 @ 20 centímetros}$$

En losa

$$A_s = 9,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 8,12 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar } A_s = 9,40 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento:

$$9,40 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 203 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm} \text{ ----- } S; S = 15,00 \text{ cm}; \text{ utilizar No 3 @ 15,00 centímetros}$$

Los cálculos para el refuerzo de las demás bandas se harán de la misma manera.

2.1.10. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2,00 a 2,50 metros de diámetro.

Todo pozo debe tener una cubierta o losa de hormigón armado de 0,20 metros de espesor descansado sobre un brocal o anillo de hormigón. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0,60 * 0,60 metros y se conecta a una cañería de ventilación de 4 pulgadas para la eliminación de gases. Debe sobrepasar el nivel de la techumbre del inmueble y estar protegida con malla de alambre fino que impida el acceso de moscas, cucarachas, mosquitos y otros insectos.

Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades y generalmente el término medio del coeficiente obtenido, sirve para determinar las características absorbentes del terreno de un sector.

Para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo y a diferentes profundidades, se hacen excavaciones de 0,30 * 0,30 de base por 0,35 metros de profundidad, con el fin de obtener una cifra media. Después de extraer la tierra desprendida se coloca en el fondo una capa de 5 centímetros de arena gruesa o gravilla; luego se llena con agua y se deja filtrar totalmente. Después se vuelve a llenar, de modo que el agua permanezca en él por lo menos cuatro horas y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature.

Posteriormente, se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0,15 metros y se determina el tiempo que tarda en bajar 2,5 centímetros, o velocidad de infiltración, midiéndole descenso después de treinta minutos para terrenos normales o de 10 minutos para terrenos arenosos o muy permeables.

Si, por ejemplo, el nivel del agua desciende 0,25 metros en treinta minutos, la velocidad de filtración es de tres minutos (tiempo que tarda en bajar 2,5 centímetros). Con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.

Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Si parte del terreno es impermeable, debe restarse la superficie correspondiente.

Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H_p = \frac{A_{abs}}{\pi * D}$$

Donde

H_p = profundidad del pozo [m]

A_{abs} = área de absorción [m^2/Km]

A_{abs} = 9,2 (calculado de figura de absorción necesaria para residencias particulares, manual de diseño de fosas sépticas) * 3 (número de habitación por vivienda) = 27,6 m^2 kilómetros

D = diámetro medio del pozo [m], se propone de 1,00 metro

$$H_p = \frac{A_{abs} * N}{\pi * D} = \frac{27,6}{\pi * 1} = 9 \text{ m}$$

Por tanto queda una altura de 9 metros y un ancho de 1 metro

2.1.11. Ejemplo de diseño de un tramo

Ejemplo del procedimiento del cálculo para el tramo que va del pozo de visita PV_2 al pozo de visita PV_3 .

Datos generales: obtenidos por encuestas a pobladores durante el levantamiento del proyecto.

Población futura de diseño: 2 661 habitantes

Densidad = 5 habitantes/casa

Factor de caudal medio es $\frac{10,71}{2\ 661} = 0,004020$ l/s/día; sin embargo, EMPAGUA recomienda usar 0,003, por lo que se usará este valor para el diseño.

Datos poblacionales:

Población futura acumulada en el tramo = 113 habitantes

Datos específicos para el tramo PV₂ a PV₃

Parámetros de diseño

- Población beneficiada actual 40 habitantes
- Viviendas actuales 8
- Población futura 113 habitantes
- Viviendas futuras 23
- Sistema adoptado drenaje sanitario
- Forma de evacuación por gravedad
- Dotación de agua potable 120 l/hab/día
- Factor de caudal medio 0,003 l/s/día
- Factor de retorno 0,80
- Tubería a utilizar PVC, Norma ASTM D 3034
- Velocidad mínima 0,4 m/s
- Velocidad máxima 5,00 m/s

Diseño del tramo de PV₂ a PV₃

Longitud = 56,81 metros (entre pozos)

Diámetro de la tubería = 6 pulgadas (se asume el mínimo)

Cotas del terreno: al inicio = 104,68 m

al final = 102,37 m

Pendiente del terreno = $\frac{(104,68 - 102,37) * 100}{56,81} = 4,07\%$

Profundidad del pozo de visita inicial, HPV₂ = 1,40 m

Cota inicial = cota del terreno al inicio – HPV₃

Cota inicial PV₂ = 104,68 – 1,40 = 103,28 m

Cota final PV₃ = C_{inicial} - $\frac{S * di}{100}$

Cota final PV₃ = 102,37 - $\frac{4,07 * 56,81}{100}$ = 100,97 m

Pendiente de la tubería = 4,07% (asumida según la pendiente del terreno)

Integración al caudal de diseño: Q_{diseño} = N * f_{qm} * F.H.

Población actual

$P = \frac{40}{1000} = 0,04$ habitantes

$F.H. = \frac{(18 + \sqrt{0,04})}{(4 + \sqrt{0,04})} = 4,33$

Población futura

$P = \frac{113}{1000} = 0,113$ habitantes

$F.H. = \frac{(18 + \sqrt{0,113})}{(4 + \sqrt{0,113})} = 4,23$

Caudal de diseño actual = 40 * 0,003 * 4,33 = 0,5196 l/s

Caudal de diseño futuro = 113 * 0,003 * 4,23 = 1,43 l/s

Diseño hidráulico

$$V = \frac{1}{n} * 0,03429 * \emptyset^{2/3} * \left(\frac{S}{100}\right)^{1/2}$$

Donde

V = velocidad a sección llena [m/s]

n = coeficiente de rugosidad

\emptyset = diámetro de la tubería [pulg]

S = pendiente

$$V = \frac{1}{0,10} * 0,03429 * (6)^{2/3} * \left(\frac{4,07}{100}\right)^{1/2} = 2,28 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

Donde

Q = caudal a sección llena [l/s]

A = área a sección llena, $A = \pi * \frac{\emptyset^2}{4}$, $A = \frac{3,1416 * 6^2}{4} = 28,27 \text{ pulg}^2 \rightarrow 0,018 \text{ m}^2$

\emptyset = diámetro de la tubería [pulg]

V = velocidad a sección llena [m/s]

Q = $2,28 * 0,018 * 1\ 000 = 41,50 \text{ l/s}$

Relaciones hidráulicas

Es la relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con $0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$, para que las tuberías no trabajen a sección llena.

Cálculos para la población actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,52}{41,5} = 0,0125$$

Ya que cumple con la condición de que $q / Q < 1$, se toma el valor de 0,0125 y se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular para determinar la relación v / V la cual en este caso equivale a 0,348.

$$V = 0,348 * 2,28 = 0,79 \text{ m/s, cumpliendo con el rango.}$$

Luego, con el mismo valor de q / Q se busca el valor de la relación d / D , el cual es de 0,08 y por lo tanto, cumple con la condición de que $0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$, la velocidad v es de 0,79 metros por segundo, que cumple con $0,40 < v < 5,00$.

Cálculos para la población futura

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,43}{41,5} = 0,03445$$

Ya que cumple con la condición de que $q / Q < 1$, se toma el valor de 0,03445 y se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular para determinar la relación v / V la cual en este caso equivale a 0,468.

$$V = 0,468 * 2,28 = 1,07 \text{ m/s, cumpliendo con el rango}$$

Luego, con el mismo valor de q / Q se busca el valor de la relación d / D , el cual es de 0,13 y por lo tanto cumple con la condición de que $0,10 \leq d / D \leq 0,75$, la velocidad v es de 1,07 metros por segundo, que cumple con $0,40 < v < 5,00$ metros por segundo.

Se procederá de la misma manera para el cálculo de los demás tramos, verificando siempre que los valores de relación de tirantes y velocidad, cumplan con los rangos establecidos. En la siguiente tabla se presenta el diseño hidráulico de toda la red.

Parámetros del diseño general:

- Período de diseño 30 años
- Densidad de la población 6 habitantes / viviendas
- Tasa de crecimiento 3,86% anual
- Población beneficiada actual 888 habitantes
- Viviendas actuales 148
- Población futura 2 661 habitantes
- Viviendas futuras 461
- Sistema adoptado drenaje sanitario
- Forma de evacuación por gravedad
- Dotación de agua potable 120 l/hab/día
- Factor de caudal medio 0,003 l/s/día
- Factor de retorno 0,80
- Tubería a utilizar PVC, Norma ASTM D3034
- Velocidad mínima 0,4 m/s
- Velocidad máxima 5,00 m/s
- Lugar de descarga fosas sépticas y planta de tratamiento

2.1.12. Estudio de impacto ambiental

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos que inciden directamente en la estructura y dinámica de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.

La importancia de realizar una evaluación de impacto ambiental es para establecer los efectos positivos y negativos que la ejecución de un proyecto tendrá sobre el ambiente y las medidas de prevención o mitigación que deben aplicarse en caso de desarrollarse.

Los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 23-2003 y sus reformas contenidas en los Acuerdos Gubernativos No. 424-2003 y 704-2003, permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

Identificación de factores que pueden causar impacto ambiental y qué parte están afectando. Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son los siguientes:

El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo: sí impactarán negativamente el mismo, si no se verifica la etapa del zanjeo, porque habrá movimientos de tierra, se dará solamente en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

El aire: si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente, hay peligro de contaminar el ambiente con malos olores.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, ya que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

Medidas de mitigación: para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

Deberá capacitarse a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores. Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

2.1.13. Elaboración de planos finales

Al seguir el proceso de diseño del proyecto se llega a la elaboración de los planos finales, luego del replanteo topográfico, para obtener una visión más clara de lo que se va a lograr y de esta manera obtener el diseño final del proyecto.

2.1.14. Presupuesto

El presupuesto está integrado por costos directos e indirectos, a continuación se da un resumen del presupuesto. La cuantificación de materiales y mano de obra, para los trabajos de drenajes sanitarios se realizó con base en lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y pedrín se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó: quintal por pozo
- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los que se manejan en la comunidad.

Los precios de los materiales se tomaron con base en que se manejan en el municipio.

Tabla V. **Presupuesto del drenaje sanitario**



Presupuesto del drenaje sanitario
Municipio de San Pedro Jocopilas, Quiché

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario Q	Precio total Q
1	Preliminares				
	Bodega	m ²	60,00	278,83	16 730,01
	Replanteo topográfico	ml	5 757,11	4,60	26 455,42
	Trazo	ml	5 757,11	3,50	20 130,49
2	Excavación				
	Corte de terreno	m ³	11 600,00	81,82	949 071,30
5	Colector				
	Drenaje	ml	5 757,11	396,86	2 284 752,71
6	Pozos de visita				
	Pozo de 1,40 m a 2,25 m	Unidad	55,00	17 471,45	960 929,48
	Pozo de 2,26 m a 3,00 m	Unidad	5,00	23 295,26	116 476,30
	Pozo de 3,01 m a 3,75 m	Unidad	3,00	29 119,08	87 357,23
7	Conexiones domiciliarias				
	Domiciliares	Unidad	4 65,00	593,78	276 106,35
8	Fosa séptica				
	Fosa séptica	Unidad	6,00	28 508,84	171 053,04
9	Resanado de pavimento				
	Pavimento	m ²	3 100,00	280,15	868 453,41
	Costo total				5 777 515,74

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Cronograma de ejecución

Es la representación gráfica del tiempo que se lleva la ejecución de cada uno de los renglones de trabajo del proyecto. El cronograma permite una organización y coordinación de los recursos necesarios para la consecución de cualquier proyecto.

Tabla VI. Cronograma de ejecución del drenaje sanitario

Cronograma físico financiero del proyecto		Diseño del drenaje sanitario Para el municipio de San Pedro Jocopilas, Quiché																							
		MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8									
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD																							
TRABAJOS PRELIMINARES																									
Bodega	m ²	56,00																							
	Q	16.730,01																							
Replanteo Topográfico	ml	5.757,11																							
	Q	26.455,42																							
Trazo	ml	5.757,11																							
EXCAVACIÓN	Q	20.130,49																							
Corte de terreno	m ³	6.600,00																							
	Q	949.071,30																							
COLLECTOR																									
Drenaje	ml	5.757,11																							
	Q	2.284.752,71																							
POZOS DE VISITA																									
Pozos	unidad	63,00																							
	Q	1.164.763,00																							
CONEXIONES																									
Domiciliares	Unidad	235,00																							
	Q	276.106,35																							
FOSA SÉPTICA																									
Fosa Séptica	Unidad	6,00																							
	Q	171.063,04																							
RESANADO DE PAVIMENTO																									
Pavimento	m ²	3.400,00																							
	Q	869.463,41																							
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q 5777.515,74																							

Fuente: elaboración propia.

2.1.16. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en identificar, cuantificar y valorar los flujos de costos y beneficios en los que incurre un país al ejecutar o no un determinado proyecto.

2.1.16.1. Valor Presente Neto (VPN)

La Municipalidad de San Pedro Jocopilas pretende invertir Q5 777 515,74 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para la comunidad del casco urbano.

El costo mensual por mantenimiento del sistema es de Q960,00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q100,00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q15,00. Suponiendo una tasa del 17% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

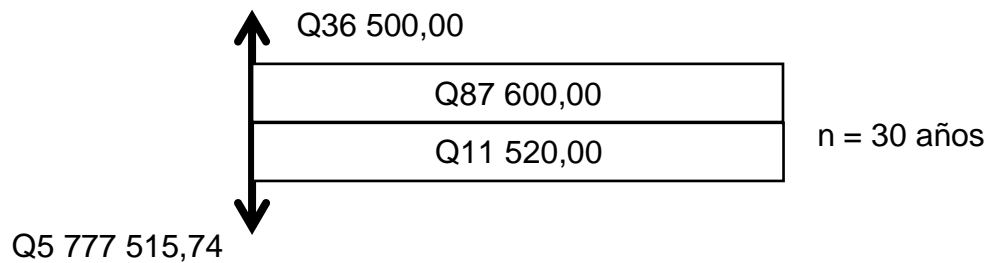
Tabla VII. **Costos de operación del proyecto del drenaje sanitario**

	Operación	Resultado Q
Costo inicial		5 777 515,74
Ingreso inicial	Q 100 / viv * 365 viv	36 500,00
Costos anuales	Q 960 / mes * 12 meses	11 520,00
Ingreso anual	Q 20 / viv * 365 viv * 12 meses	87 600,00
Vida útil en años		30 años

Fuente: información proporcionada por Arq. Luis Eleno Zapeta López, encargado OMP
Municipalidad San Pedro Jocopilas.

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés; debido a que el proyecto es de carácter social, la tasa debe ser lo más baja posible, para este caso se analizó con dos tasas de interés ($i = 12\%$ e $i = 50\%$).

Figura 8. **Gráfica de representación del Valor Presente Neto del drenaje sanitario**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos:

$$VPN = -5\,777\,515,74 + 3\,650 - 11\,520,00 * \frac{1}{(1 + 0,06)^{30}} + 87\,600 * \frac{1}{(1 + 0,06)^{30}}$$

$$VPN_1 = Q -5\,727\,769,44$$

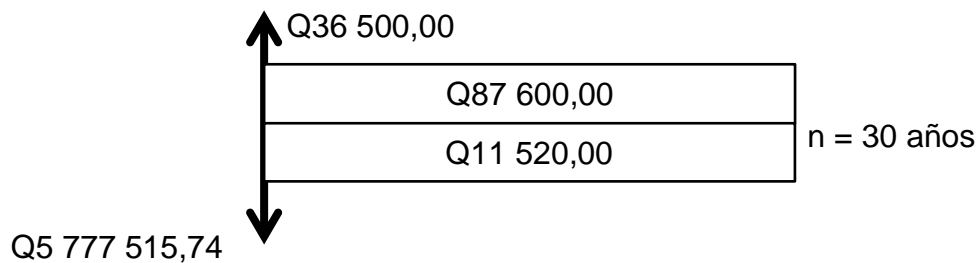
Como se puede observar, el Valor Presente Neto de este proyecto es negativo, es decir, que no produce utilidad alguna; puesto que el proyecto es de carácter social y su objetivo es promover el desarrollo de la comunidad de San Pedro Jocopilas, municipio del departamento del Quiché, teniendo como beneficiarios los habitantes de dicha comunidad, con el saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR mide la rentabilidad de un proyecto y si es igual o mayor que la TREMA, debe aceptarse, de lo contrario se rechaza, esto garantiza que el proyecto ganará más de su rendimiento esperado.

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de drenaje para la comunidad de San Pedro Jocopilas, con un costo inicial aproximado de Q5 777 515,74. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q11 520,00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q87 600,00 por la cuota de amortización; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q36 500,00 por el total de 365 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 30 años, que corresponde a la vida útil del sistema.

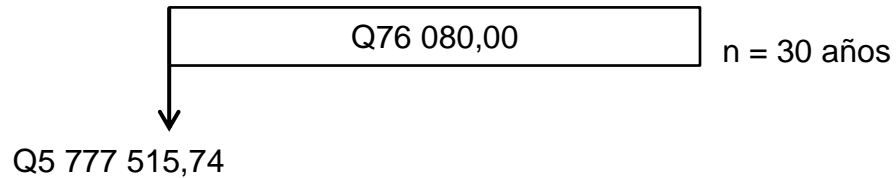
Figura 9. **Gráfica de representación 1 del valor Tasa Interna de Retorno**



Fuente: elaboración propia.

Puesto que los Q87 600,00 y los Q11 520,00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q5 777 515,74 y los Q36 500,00 la gráfica podría simplificarse a:

Figura 10. **Gráfica de representación 2 del valor Tasa Interna de Retorno**



Fuente: elaboración propia.

Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Si se utiliza una tasa de interés de -13,5 %

$$VPN = -5\,777\,515,74 + 76\,080 * 1 / (1 + (-0,135))^{30} = 121\,604,93$$

Si se utiliza una tasa de interés de -13,25 %

$$VPN = -5\,777\,515,74 + 76\,080 * 1 / (1 + 0,1325)^{30} = -367\,656,07$$

Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca:

$$\begin{aligned} -13,5 \% &\rightarrow 121\,604,93 \\ 1 \% &\rightarrow VPN = 0 \\ -13,25 \% &\rightarrow -367\,656,07 \end{aligned}$$

Se utiliza la proporción entre las diferencias que se correspondan:

$$\frac{-13,5 - i}{-13,5 - (-13,25)} = \frac{121\,604,93}{121\,604,93 - (-367\,656,07)}$$

Determinamos el valor de $i = -13,44\%$

La tasa de interés es de $-13,44\%$, la TIR es negativa y como ya se mencionó antes el proyecto es de carácter social. Es decir, es un proyecto del sector público que tiene como objetivo principal proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no a las ganancias.

2.2. Diseño del drenaje pluvial

Su objetivo es la evacuación de las aguas pluviales, que escurren sobre las calles y avenidas, facilita el traslado del agua de lluvia para que esta pueda ser aprovechada.

2.2.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto de drenaje pluvial del municipio de San Pedro Jocopilas, tiene una capacidad de servicio para un total de 2 661 habitantes, población que se espera atender en 25 años (período de diseño del sistema), su objetivo es recolectar el agua de lluvia y trasladarla a un punto de descarga en donde no dañe la urbanización para la cual se diseñó, ni los terrenos o colonias colindantes del municipio. El sistema tendrá una longitud de 5 757,11 metros, dividida en tres tramos o circuitos con tres puntos de desfogue, río y barrancos. Se utilizará tubería PVC NOVALOCK Norma ASTM D 1 784, con diámetros de 10, 12, 15, 18, 24, 30 y 36 pulgadas, pozos de visita y tragantes.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Es el proceso de trabajo que se realiza previo a un estudio de proyecto de preinversión de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades en el campo: el trazo planimétrico y el trazo altimétrico, para este proyecto se utilizó el levantamiento topográfico de primer orden, este tipo de levantamiento se realiza con la mayor precisión posible y se emplea equipo de primer orden como:

- Teodolito con su respectivo trípode
- Estadal
- Plomada
- Cinta métrica
- Machete, trompos y pintura acrílica

2.2.2.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico en el caso del diseño de drenajes, sirve para localizar la red dentro de las calles, indicar los pozos de visita y en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia, para este caso se utilizó el método de poligonal abierta con conservación de azimuts.

2.2.2.2. Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que con los datos de topografía de planimetría y altimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones, para este método se utilizó nivel de precisión.

El levantamiento altimétrico debe ser preciso y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se deben tomar elevaciones en los siguientes puntos:

- En todos los cruces de calles
- En los puntos donde haya cambio de dirección
- En los puntos donde haya cambio de pendiente
- A distancias entre 20 y 30 metros
- En los principales puntos del cuerpo receptor donde se proyecta efectuar la descarga.

2.2.3. Diseño del sistema

En el diseño de un sistema de drenaje de agua pluvial, el principal objetivo que se persigue es la determinación, lo más exacta posible de los caudales máximos que provocarán las lluvias y que el sistema deberá desalojar con eficiencia del área drenada.

Estos caudales dependen de varios factores, tanto físicos, geográficos, meteorológicos, etcétera, que en la práctica presentan gran dificultad para su evaluación debido a su variabilidad.

Los métodos de cálculo de caudales de escorrentía todavía son imprecisos, debido a la falta de información hidrológica que permita correlacionar las diferentes variables, la escorrentía, la topografía, la permeabilidad del suelo, etcétera.

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

Estas aguas al llegar a lugares planos provocan la acumulación, produciendo inundaciones y estancamientos, los que a su vez obstruyen el paso de peatones y vehículos. Estos problemas, son los que se tienen que solucionar, contando para ello con dos alternativas:

- La evacuación del agua pluvial por medio de un sistema superficial (cunetas).
- Uso de alcantarillado

A continuación se presentan los aspectos más importantes de cada uno de los anteriores.

- Sistema superficial: el sistema superficial tiene la ventaja de un menor costo y mantenimiento fácil, puesto que cada vecino podría limpiar la parte que le corresponde. La desventaja consiste en la dificultad y riesgo de accidente que causa a los vecinos al cruzar la cuneta y la destrucción de banquetas y paredes al no haber mantenimiento, además se pueden obtener anchos de cunetas muy grandes, ya que el área está dentro de las zonas con alto grado de precipitación y esto obstaculizaría el paso de las personas como el de vehículos.

- Alcantarillado: esta alternativa ofrece el problema de un costo elevado, pero se optó por diseñar este sistema, sabiendo que la municipalidad está pavimentando las pocas calles que no cuentan con algún revestimiento y que es necesario proteger esas y las que ya están revestidas. Además, este sistema conduce las aguas pluviales hasta los puntos de desfogue dentro de tubería, en donde el agua no erosiona las calles ni obstruye el paso de los peatones ni el de los vehículos.

2.2.3.2. Probabilidad de ocurrencia

El sistema de alcantarillado fue proyectado para que tuviera un funcionamiento adecuado durante un período de 20 años. Para los cálculos se utilizaron 21 años, es decir, para una probabilidad de ocurrencia de uno en 20 años.

2.2.3.3. Características del subsuelo

El subsuelo de la cabecera municipal es de un material común, constituido por limo arcilloso-arenoso, color café, no es roca y puede excavarse a mano o por medios mecanizados.

2.2.3.4. Determinación del coeficiente de escorrentía

Debido a que cuando llueve, un porcentaje del agua se evapora, infiltra o es absorbido por áreas jardinizadas, el coeficiente de escorrentía que se toma en consideración para los cálculos hidráulicos es un porcentaje del agua total llovida.

El valor de este coeficiente depende del tipo de superficie que se esté analizando. Mientras más impermeable sea la superficie, mayor será el valor del coeficiente de escorrentía, la siguiente tabla muestra algunos valores de escorrentía dependiendo de la superficie que sea analizada:

Tabla VIII. **Valores para coeficiente de escorrentía**

TIPO DE SUPERFICIE	C	C Adoptado
Comercial		
Centro de la ciudad	0,70 - 0,75	0,73
Periferia	0,50 - 0,70	
Residencial		
Casas individuales	0,30 - 0,50	
Colonias	0,40 - 0,60	
Parques y cementerios	0,10 - 0,25	0,25
Campos de recreo	0,20 - 0,35	
Campos	0,10 - 0,30	0,25
Techos	0,10 - 0,30	0,30
Pavimentos		
Asfaltos	0,70 - 0,95	0,85
Concreto	0,80 - 0,95	0,95
Adoquín	0,70 - 0,85	0,85
Terracería	0,25 - 0,60	0,25
Bosques y tierra cultivada	0,10 - 0,20	0,15
Pacios	0,35 - 0,65	0,50
Aceras	0,75 - 0,85	0,80

Fuente: HUN, Ligia. Diseño de pavimento rígido y drenaje pluvial. p. 45.

El cálculo del coeficiente de escorrentía promedio se realizará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(C \cdot a)}{\sum a}$$

Donde

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = áreas parciales [hectáreas]

C = coeficiente de escorrentía promedio

2.2.3.5. Determinación de lugares de descarga

El caudal pluvial cuenta con tres puntos de desfogue, lo cual ayudará a descargar el agua recolectada, antes de acumular grandes caudales. Esto implica tener que usar menores diámetros de tubería.

Los tres desfogues son: uno que está al Norte de la cabecera del municipio y que es un riachuelo, el segundo se encuentra al Oeste y es un barranco y el tercero está localizado al Este y que es un barranco. El río mantiene un caudal constante durante el verano, pero este aumenta notablemente durante el invierno, por ello, se decidió usarlo como desfogue.

2.2.3.6. Determinación de áreas tributarias

El factor de área, determina el área que se va a drenar; generalmente esta se calcula como área tributaria y se expresa en hectáreas.

El área por drenar se determina haciendo la sumatoria del área de las calles y el área de los lotes que contribuyen al ramal en estudio.

Cálculo de las áreas con adoquín 1,284 hectáreas

Cálculo de las áreas techadas 11,163 hectáreas

Cálculo de las áreas con patios, lotes y jardines 0,503 hectáreas

Calculo de las áreas con terracería 1,867 hectáreas

Calculo de las áreas con concreto 2,358 hectáreas

Total áreas acumuladas 17,175 hectáreas

2.2.3.7. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo, producida por esta; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde se precipitó.

La intensidad de lluvia, se determinó de acuerdo con curvas de intensidad de lluvia calculadas por el INSIVUMEH, con base en estaciones pluviométricas ubicadas en las cercanías del municipio, tomando la estación del departamento de Cobán, debido a que no existe en la cabecera municipal una estación pluviométrica del INSIVUMEH. La curva se encuentra en el apéndice de este trabajo. La probabilidad de ocurrencia, se tomará de 20 años, dada por la fórmula siguiente (deducida por la sección de ideología del INSIVUMEH, para un período de retorno de 25 años).

$$i = \frac{a}{t + b} ; i = \frac{39\ 060}{(t + 45)^{1,381}}$$

Donde

t = es el tiempo de concentración [min]

a = constante propia de la localidad

b = constante propia de la localidad

i = intensidad de lluvia

2.2.3.8. Caudal pluvial

Para la determinación del caudal pluvial se utilizará el método racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su esorrentía.

Durante una precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado. Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q_p = \frac{C_e * I * A}{360}$$

Donde

Q_p = caudal pluvial [m^3/s]

C_e = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área [hectáreas]

2.2.3.9. Pendiente de la tubería

Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad, existe una pendiente mínima en el sistema que permite que el agua conducida se desplace libremente. Esta pendiente es del 0,5% y la máxima es la que alcance la velocidad máxima admisible para la tubería que se utiliza.

Se calcula de la siguiente forma:

$$S = \frac{(CT_f - CT_i)}{L_{tr}} * 100$$

Donde

S = pendiente de la tubería

CT_f = cota final del terreno [m]

CT_i = cota inicial del terreno [m]

L_{tr} = longitud del tramo [m]

2.2.3.10. Diámetro de la tubería

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados pluviales es de 10 pulgadas de PVC y 12 pulgadas de concreto, como lo indica el INFOM, para este proyecto se utilizará tubería PVC NOVALOCK Norma ASTM D 1 784.

2.2.3.11. Velocidades y caudales a sección llena

Con la velocidad máxima se asegura que el agua no provoque desgaste en la tubería y con la velocidad mínima se evita la acumulación de sólidos que puedan causar obstrucciones en la tubería.

La velocidad mínima con el caudal de diseño es de 0,60 m/s

La velocidad máxima con el caudal de diseño es de 5,00 m/s

Para determinar la velocidad a sección llena del tubo, actualmente se utiliza la fórmula de Manning y está dada por:

$$V = \frac{0,003429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde

V = velocidad de flujo a sección llena [m/s]

ϕ = diámetro de la sección circular [Pulg]

S = pendiente del gradiente hidráulico [m/m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

n = 0,015 para TC diámetro menor de 24 pulgadas

n = 0,013 para TC diámetro mayor de 24 pulgadas

n = 0,001 para TPVC

Para determinar el caudal a sección llena se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = V * \frac{\pi * (\emptyset * 0,0254)^2}{4} * 1000$$

Donde

Q = caudal a sección llena [m³/s]

V = velocidad a sección llena [m/s]

∅ = diámetro de la tubería [Pulg]

2.2.3.12. Tiempo de concentración

Es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección en estudio. El tiempo de concentración en minutos se calculará de la siguiente manera:

Para tramos iniciales, el tiempo de concentración será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos, debido a que no hay flujo en movimiento.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará con la siguiente fórmula:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{60 * V_{n-1}}$$

Donde

t_n = tiempo de concentración hasta el tramo considerado [min]

t_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior [min]

L = longitud del tramo anterior [m]

V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior [m/s]

Cuando en un punto son concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

2.2.3.13. Revisión de relaciones

Mediante la revisión de las relaciones hidráulicas se comprueba si el diseño hidráulico del sistema está trabajando bien, bajo condiciones dadas. Las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo que se desea calcular y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor de 0,60 metros por segundo, para que no exista sedimentación y menor o igual que 5,00 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste.

El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena, la relación del tirante a sección parcial (d) con el tirante a sección llena (D), d/D debe ser menor o igual a 0,90 y mayor que 0,10.

2.2.3.14. Cotas invert

La cota Invert es la altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma. Se calcula mediante la resta de la profundidad inicial de la tubería con la cota del terreno inicial.

- La cota invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
- La cota invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando estas son de diferente diámetro.

- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota invert de salida está 3 centímetros debajo de la de entrada, si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

2.2.3.15. Obras de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial.

- Tragantes

Son estructuras de concreto o de mampostería que se encuentran situados en las calles, en puntos estratégicos, con el propósito de captar el agua de lluvia y conducirlos a las alcantarillas.

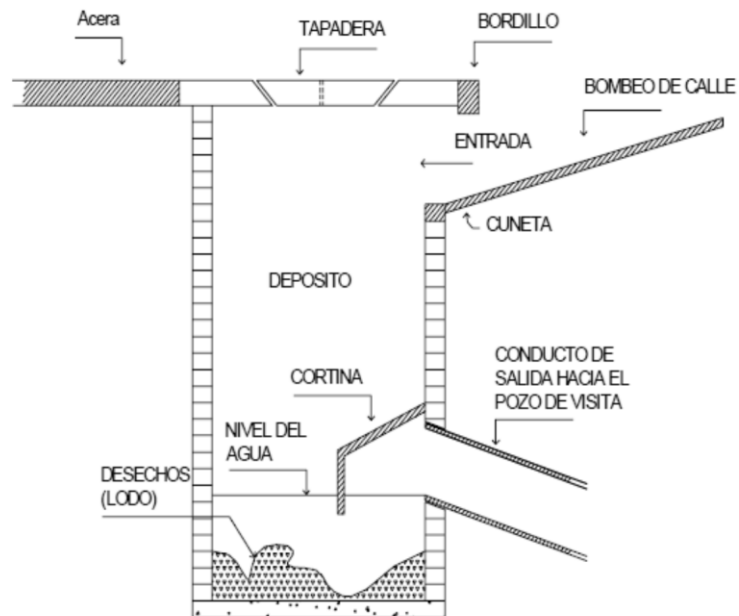
El escurrimiento superficial entra por las cunetas de las calles a través de los tragantes o colocación de calle hacia los drenajes. El tamaño, número y colocación de las entradas de calle gobiernan el grado de libertad contra inundaciones en las vías de tráfico y cruces de peatones.

Para permitir la inspección y la limpieza, es preferible descargar los tragantes directamente a los pozos de visita. Generalmente, sus paredes son de ladrillo con concreto armado.

Los tragantes deben atender con las recomendaciones siguientes para ser funcionales:

- Se deben colocar de tres a cinco metros del final de cada cuadra en dirección de la pendiente.
- Se pueden colocar en puntos intermedios de las cuadras, cuando se compruebe que el tirante de agua en la cuneta alcanza 0,10 metros.
- Se colocarán únicamente en calles con pavimento y con bordillo en las calles que se pavimentarán y cuando haya información de la rasante.
- Al ser colocados deben conectarse al pozo de visita más cercano. El tubo de conexión entre el pozo de visita y el tragante será de 8 pulgadas como mínimo, con una pendiente del 2%.

Figura 11. **Sección típica de tragante**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.16. Ejemplo de diseño de un tramo

En este ejemplo se describe una pequeña parte de los cálculos para el drenaje pluvial.

Diseño del tramo de PV₂ a PV₃

Longitud = 56,81 m (entre pozos)

Diámetro de la tubería = 10 pulgadas (se asume el mínimo)

Ancho de calle = 6 m

Área tributaria = 0,18 hectáreas

Cotas del terreno: al inicio = 104,68 m

al final = 103,28 m

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{(104,68 - 102,37) * 100}{56,81} = 4,07 \%$$

Profundidad del pozo de visita inicial = HPV₂ = 1,40 m

Cota inicial = cota del terreno al inicio – HPV₃

Cota inicial PV₂ = 104,68 – 1,40 = 103,28 m

$$\text{Cota final PV}_3 = C_{\text{inicial}} - \frac{\text{pendiente} * \text{dist}}{100}$$

$$\text{Cota final PV}_3 = 103,28 - \frac{4,07 * 56,81}{100} = 100,97 \text{ m}$$

Pendiente de la tubería = 4,07% (asumida según la pendiente del terreno)

Esquema de áreas tributarias

Para el cálculo se utilizaron los valores de la tabla VIII (página 77)

Cálculo de las áreas con adoquín, C * A = 0,80 * 1,284 = 1,09

Cálculo de las áreas techadas C * A = 0,80 * 1,867 = 0,56

Cálculo de las áreas con patios, lotes, y parques, $C * A = 0,25 * 7,117 = 1,78$

Cálculo de las áreas con terracería, $C * A = 0,25 * 1,867 = 0,47$

Cálculo de las áreas con concreto, $C * A = 0,90 * 2,358 = 2,12$

Total áreas acumuladas 17,175 hectáreas

Con estos datos se puede obtener el coeficiente de escorrentía promedio como se muestra a continuación:

$C = \frac{\sum(C*a)}{\sum a} = \frac{0,56 + 1,09 + 1,77 + 0,47 + 2,12}{17,175}$, el coeficiente de escorrentía obtenido es de 0,50.

Por ser tramo inicial no se calcula el tiempo de concentración, sino se toma el valor de 12 minutos para tramos iniciales.

Intensidad: $I = \frac{39\ 060}{(12 + 45)^{1,381}} = 146,85$ mm / hora

Caudal de diseño: $Q_{\text{diseño}} = \left(\frac{0,50 * 146,86 * 17,175}{360} \right) * 1\ 000 = 36,71$ l/s

Velocidad a sección llena: $V = \frac{0,003429 * 10^{2/3} * 4,07^{1/2}}{0,010} = 3,21$ m/s

Caudal a sección llena: $Q = 3,21 * \frac{\pi * (10 * 0,0254)^2}{4} * 1\ 000 = 160$ l/s

Relaciones hidráulicas q/Q y v/V

Teniendo el valor del caudal de diseño y el valor del caudal máximo se obtiene la relación de caudales q/Q , con este valor se obtiene la relación de velocidades $v/V = 0,817$.

Con este valor se procede a calcular la velocidad de diseño $v = 2,62$ metros por segundo.

Entonces:

$$\begin{array}{lll} Q > q & 160 > 36,71 & \text{sí cumple} \\ 0,60 < v < 3,00; & 0,60 < 2,62 < 3,00 & \text{sí cumple} \end{array}$$

- Diseño del tragante

$$I = 146,85 \text{ mm / hora}$$

$$\text{Área} = \frac{(56,81 * 6)}{10\,000} = 0,034 \text{ hectáreas}$$

$$Q = \text{Caudal} = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0,50 * 0,034 * 146,85}{360} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 0,25 \text{ pie}^3/\text{s}$$

Cálculo de la altura “y” del flujo en el tragante, por Manning

$$Q = \left(\frac{0,5 * (3 * y)}{y + \sqrt{y^2 + 9}} \right)^{2/3} * s^{1/2} * (0,5 * 3 * y)$$

$$0,006 = \left(\frac{1,5 * y}{y + \sqrt{y^2 + 9}} \right)^{2/3} * (0,47)^{1/2} * (1,5y); \text{ despejando “y” se obtiene } y = 3,16 \text{ cm}$$

Determinando la longitud “L” de entrada del tragante

$$L = \frac{Q}{0,7 * (a+y)^{3/2}}, \text{ con } a = 0,3280 \text{ depresión en la entrada del tragante}$$

$$L = \frac{0,25}{0,7 * (0,328 + 0,112)^{3/2}} = 2,4610 \text{ pie} \rightarrow 0,75 \text{ m}$$

2.2.3.17. Profundidad de pozos de visita

Los pozos de visita sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, se pueden construir de cualquier material siempre que sea impermeable y duradero, dentro del período de diseño.

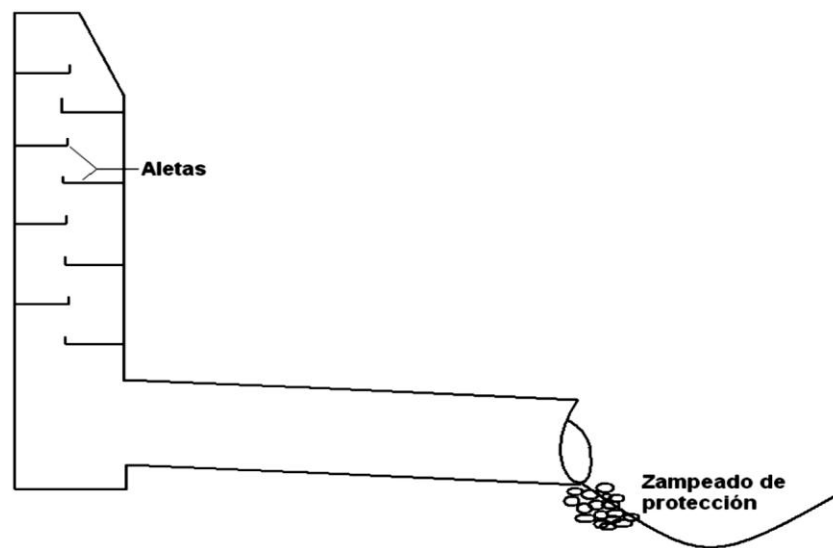
Los pozos de visita varían en cuanto a su diámetro y altura, esto se debe a varios factores entre los cuales están:

- Pendiente del terreno
- Topografía del terreno
- Caudal de diseño
- Ubicación del pozo
- Tubos que contribuyen al pozo
- Cotas de entrada al desfogue o descarga

Generalmente, la altura mínima de un pozo de visita es de 1,40 metros y la altura máxima depende del criterio del diseñador tomando en cuenta los factores mencionados anteriormente. Lógicamente entre más profundidad tenga un pozo de visita, implica mayor trabajo y un costo mayor.

Cuando la diferencia de cotas Invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor a 0,70 metros deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia, a este elemento se le conoce como dissipador de energía.

Figura 12. **Pozo de visita de caída mayor a 0,70 m**



Fuente: PORRES, Roberto. Obras de disipación de energía. p 175.

2.2.4. **Ubicación de los desfogues**

Los puntos de descarga del drenaje pluvial provenientes del casco urbano estarán localizados después de los pozos de visita No. 22, 34 y 68, en los puntos más bajos del casco urbano y se realizarán los desfogues en los barrancos y un riachuelo del lugar.

2.2.5. Elaboración de planos finales

Los planos están detallados en la parte de los anexos, los cuales contienen la topografía, detalles de planta perfil y detalles típicos de pozos y acometidas.

2.2.6. Presupuesto del drenaje pluvial

El presupuesto está integrado por costos directos e indirectos, a continuación se da un resumen del presupuesto. La cuantificación de materiales y mano de obra, para los trabajos de drenajes sanitarios se realizó con base en lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y pedrín se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó: quintal por pozo
- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los que se manejan en la comunidad, los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en el municipio.

Tabla IX. Presupuesto del drenaje pluvial



**Presupuesto del drenaje pluvial
Municipio San Pedro Jocopilas, Quiché**

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario Q	Precio Total Q
1	Preliminares				
	Bodega	m ²	60,00	278,83	16 730,01
	Replanteo topográfico	ml	5 757,11	4,60	26 455,42
	Trazo	ml	5 757,11	3,50	20 130,49
2	Excavación				
	Corte de terreno	m ³	11 600,00	81,82	949 071,30
5	Colector				
	Drenaje	ml	5 757,11	721,90	4 156 054,95
6	Pozos de Visita				
	Pozo de 1,40 m a 2,25 m	Unidad	40,00	5 979,11	239 164,20
	Pozo de 2,26 m a 3,25 m	Unidad	9,00	7 972,14	71 749,26
	Pozo de 3,26 m a 4,10 m	Unidad	9,00	9 965,18	89 686,58
	Pozo de 4,11 m a 5 m	Unidad	12,00	11 958,21	143 498,52
	Pozo de 5 m a 5,90 m	Unidad	1,00	13 951,25	13 951,25
7	Conexiones domiciliarias				
	Domiciliares	Unidad	465,00	593,78	276 106,35
8	Tragantes				
	Tragante	Unidad	107,00	4 980,38	532 900,25
9	Resanado de pavimento				
	Pavimento	m ²	3 100,00	280,15	868 453,41
	Costo total				7 403 951,98

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Cronograma de ejecución

Es la representación gráfica del tiempo que se lleva la ejecución de cada uno de los renglones de trabajo del proyecto.

El cronograma permite una organización y coordinación de los recursos necesarios para la consecución de cualquier proyecto.

Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos que inciden directamente en la estructura y dinámica de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.

La importancia de realizar una evaluación de impacto ambiental es para establecer los efectos positivos y negativos que la ejecución de un proyecto tendrá sobre el ambiente y las medidas de prevención o mitigación que deben aplicarse en caso de desarrollarse.

Los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 23-2003 y sus reformas contenidas en los Acuerdos Gubernativos No. 424-2003 y 704-2003, permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

Identificación de factores que pueden causar impacto ambiental y a qué parte están afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son los siguientes:

El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo: sí impactarán negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo, porque habrá movimientos de tierra, esto solamente en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

El aire: si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente, hay peligro de contaminar el ambiente con malos olores.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, ya que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

Medidas de mitigación

Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

Deberá capacitarse a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.

Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

2.2.9. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en identificar, cuantificar y valorar los flujos de costos y beneficios en los que incurre un país al ejecutar o no un determinado proyecto.

2.2.9.1. Valor Presente Neto (VPN)

La Municipalidad de San Pedro Jocopilas pretende invertir Q7 403 951,98 en la ejecución del proyecto del drenaje pluvial para la comunidad del casco urbano. El costo mensual por mantenimiento del sistema es de Q1 000,00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q100,00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q25,00. Suponiendo una tasa del 17% al final de los 25 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

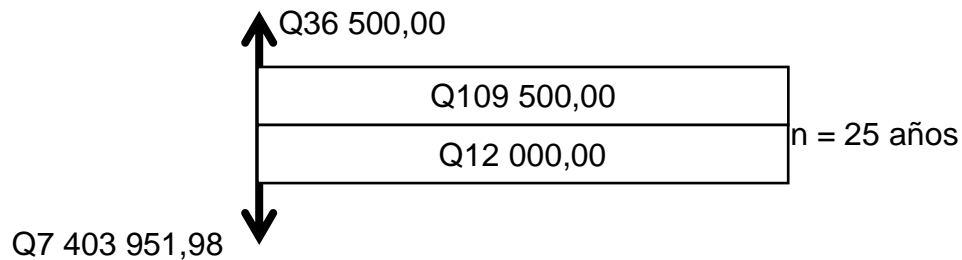
Tabla XI. **Costos de operación del proyecto del drenaje pluvial**

	Operación	Resultado Q
Costo inicial		7 403 951,98
Ingreso inicial	Q100 / viv * 365 viv	36 500,00
Costos anuales	Q1 000,00 / mes * 12 meses	12 000,00
Ingreso anual	Q25 / viv * 365 viv * 12meses	109 500,00
Vida útil en años		25 años

Fuente: información proporcionada por Arq. Luis Eleno Zapeta López, encargado OMP
Municipalidad de San Pedro Jocopilas.

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al Valor Presente, utilizando una tasa de interés del 6%; debido a que el proyecto es de carácter social, la tasa debe ser lo más baja posible.

Figura 13. **Representación gráfica del Valor Presente Neto del drenaje pluvial**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos:

$$VPN = -4\,403\,951,98 + 36\,500 - 12\,000 * 1 / (1 + 0,06)^{25} + 109\,500 * 1 / (1 + 0,06)^{25}$$

$$VPN = Q -7\,344\,734,61$$

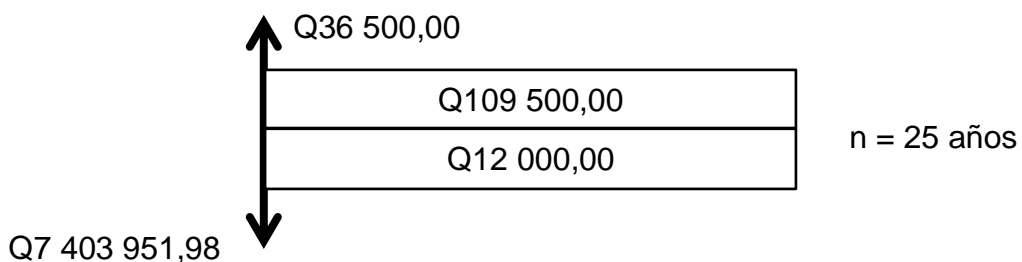
Como se puede observar, el Valor Presente Neto de este proyecto es negativo, es decir, que no produce utilidad alguna; puesto que el proyecto es de carácter social y su objetivo es promover el desarrollo en la comunidad de San Pedro Jocopilas, municipio del departamento del Quiché, teniendo como beneficiarios los habitantes de dicho municipio.

2.2.9.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR mide la rentabilidad de un proyecto y si es igual o mayor que la TREMA, debe aceptarse, de lo contrario se rechaza, esto garantiza que el proyecto ganará más de su rendimiento esperado.

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de drenaje para la comunidad de San Pedro Jocopilas, con un costo inicial aproximado de Q7403 951,98. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q12 000,00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q109 500,00 por la cuota de amortización; también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q36 500,00 por el total de 365 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 25 años, que corresponde a la vida útil del sistema.

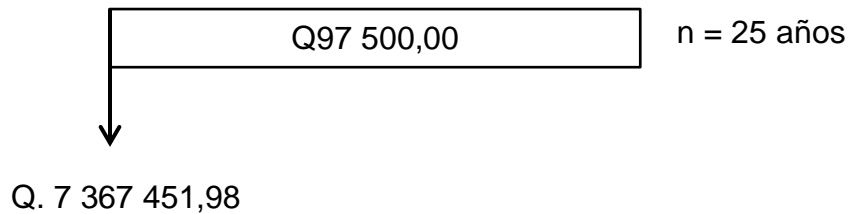
Figura 14. **Representación gráfica de la Tasa Interna de Retorno del drenaje pluvial**



Fuente: elaboración propia.

Puesto que los Q109 500,00 y los Q12 000,00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 7403 951,98 y los Q36 500,00 la gráfica podría simplificarse a:

Figura 15. **Gráfica de resumen de la Tasa Interna de Retorno del drenaje pluvial**



Fuente: elaboración propia.

Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

- Si se utiliza una tasa de interés de -11 %

$$VPN = -7\,367\,451,98 + 97\,500 * 1 / (1 + (-0,11))^{25}$$

$$VPN = Q -6\,046\,858,98$$
- Se utiliza una tasa de interés de -12%

$$VPN = -3\,363\,931,07 + 76\,080 * 1 / (1 + (-0,12))^{30}$$

$$VPN = Q 120\,637,05$$

Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

-12% → Q 120 637,05
 i → para VPN = Q 0,00
 -11% → Q -6 046 858,98

Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{-12 - i}{-12 - (-11)} = \frac{120\,637,05}{120\,637,05 - 6\,046\,858,98}$$

Se determina el valor de i ; $i = -11,77\%$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés es $-11,77\%$, la TIR es negativa y como ya se mencionó antes el proyecto es de carácter social.

Es decir, es un proyecto del sector público que tiene como objetivo principal proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no a las ganancias.

2.3. Diseño del edificio de tres niveles para las oficinas municipales

En Arquitectura o Ingeniería, diseñar no sólo implica llevar una idea a algo concreto, sino a definir en detalle cada uno de los parámetros a utilizar para lograrlo. Ser arquitecto o ingeniero implica conocer y dominar todas las técnicas necesarias para diseñar.

2.3.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto consiste en el diseño de un edificio municipal, capaz de satisfacer las necesidades tanto de los trabajadores como de los visitantes, consta de 3 niveles, en cada nivel se ubicarán las distintas oficinas de la municipalidad, oficina municipal, salón del consejo, servicios sanitarios, etcétera.

La estructura tendrá una altura de 9,50 metros y una superficie cubierta aproximada de 322,80 metros cuadrados.

2.3.2. Investigación preliminar

Es la obtención de conocimientos básicos sobre un tema; requiere determinar las necesidades de investigación con el objeto de evitar errores y encontrar soluciones viables a cualquier problema que se presente.

2.3.2.1. Terreno disponible

El terreno destinado para la construcción del edificio municipal, se ubica en la cabecera municipal junto al parque y la iglesia católica y a un costado del mercado municipal.

2.3.2.2. Estudio de suelos

Debido a la magnitud de la obra, se realizó un estudio de suelos en el lugar, para conocer con exactitud todos los factores que componen el diseño de la cimentación. A continuación se da una breve explicación del procedimiento que se realiza en un estudio de suelos:

La mecánica de suelos es una disciplina que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos que conducen al conocimiento del suelo.

Algunos términos principales que se utilizan en la ingeniería civil para describir suelos son: grava, arena limo y arcilla. La mayor parte de los suelos se componen de dos o más elementos y en ocasiones se agrega material orgánico.

Otro tema muy importante en este campo es la exploración de los suelos, existe una diversidad de técnicas como por ejemplo:

Métodos exploratorios de carácter preliminar

- Pozos a cielo abierto
- Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o similares
- Métodos de lavado
- Perforaciones en boleos y gravas

Métodos de sondeo definitivo

- Pozos a cielo abierto con muestra inalterada
- Métodos con tubo de pared delgada
- Métodos rotatorios para roca

Métodos geofísicos

- Sísmico
- De resistividad eléctrica
- Magnético y gravimétrico

En este caso se explica el método que se utilizó para realizar el estudio de suelos.

Pozos a cielo abierto: esta es la mejor forma de exploración para conocer las condiciones del subsuelo, consiste en excavar un pozo a calicata de 1,00 metro por 1,50 metros a 2,00 metros, hasta una profundidad de unos 5,00 metros o bien encontrar agua freática.

Esto permite que el técnico pueda bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en estado natural, así también las condiciones de humedad en los diferentes estratos.

Debido a que ya existe un análisis de suelo en el lugar, ver anexo, realizado por el estudiante Dennis Leonel Linares Juárez estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de la carrera Ingeniería Civil, al realizar el proyecto de Diseño del edificio para el mercado municipal de San Pedro Jocopilas en el 2006. Por lo tanto, no hubo necesidad de realizar otro ensayo, enseguida se detallan los resultados obtenidos en dicho estudio:

- Se perforó un pozo a cielo abierto de 4,00 metros de profundidad y de diámetro de 2,00 x 2,00 metros.
- Se descendió al pozo para conocer el suelo y verificar los distintos cambios de estrato.
- Se tomaron muestras a cada 50 centímetros de profundidad para conocer los distintos estratos existentes y la humedad existente.
- Se marca el lugar donde se va sustraer la muestra inalterada
- Con un cuchillo especial se marca y se empieza a excavar a los lados a la muestra hasta darle la forma de un trozo rectangular.
- Se cortó el trozo de material con el cuchillo y se marcó una de las caras para saber la posición en la que se encontraba.

- Se le aplicó la parafina caliente al trozo de material dándole unas tres capas de parafina.
- Se trasladó al laboratorio en forma cuidadosa y en una caja

Todos estos pasos fueron hechos bajo la supervisión de un técnico en suelos de la USAC (Vinicio Tepet, q.e.p.d.).

Luego en el laboratorio se realizaron los siguientes ensayos:

- Perfil estratigráfico
- Ensayo de límites de Atterberg
- Ensayo de contenido de humedad natural
- Ensayo de compresión triaxial

Cada reporte de laboratorio se encuentra en el apéndice de este trabajo.

Con estos resultados obtenidos en el laboratorio se procede a obtener los valores que se utilizarán en el diseño de la cimentación.

Valor soporte del suelo: el método que se aplicó para el cálculo del valor soporte, fue el del Dr. Karl Terzaghi, por ser uno de los más aproximados para todos los tipos de suelo. Cuyo procedimiento se presenta a continuación:

Este se obtiene con los siguientes datos del laboratorio:

Ángulo de fricción interna $\Phi = 20,30^\circ \rightarrow 0,3543$ radianes

$C_u = 0,50$ t/m², corte último

$\gamma_s = 1,17$ t/m³, peso específico del suelo

Desplante = 1,60 m

$$q_0 = 23,94 \text{ t/m}^2$$

Factor de flujo de carga (Hq)

$$Hq = \frac{e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} - \Phi_{\text{rad}}\right) \cdot \tan \Phi}}{2 \cdot \cos\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)^2} = \frac{e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} - 0,354\right) \cdot \tan 20,3}}{2 \cdot \cos\left(45 + \frac{20,3}{2}\right)^2} = 7,68 \text{ t/m}^2$$

Factor de flujo de carga última (Nc)

$$Nc = \cot(\Phi) \cdot (Hq - 1) = \cot(20,3) \cdot (7,68 - 1) = 18,06 \text{ t/m}^2$$

Factor de flujo del suelo (N γ)

$$N\gamma = 2 \cdot (Hq - 1) \cdot \tan(\Phi) = 2 \cdot (7,68 - 1) \cdot \tan(20,3) = 4,94 \text{ t/m}^2$$

Valor soporte último (q $_0$)

$$q_0 = 0,4 \cdot \gamma_s \cdot 1 \cdot N\gamma + 1,3 \cdot C_u \cdot Nc + \gamma_s \cdot 2 \cdot Hq = 0,4 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 4,94 + 1,3 \cdot 0,5 \cdot 18,06 + 1,17 \cdot 2 \cdot 7,68 = 23,94 \text{ t/m}^2$$

Este valor debe dividirse entre un factor de seguridad que puede oscilar en un rango de 3 a 6. Como se puede observar este valor que se tiene es muy bajo y no es bueno, por lo que, se consultó al Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga quien posee una maestría en geología y él indicó que se colocará una cama de suelo cemento (proporción 1:9) bajo la zapata de aproximadamente 35 centímetros y con esto se aumenta el valor del corte último y el ángulo de fricción y, a partir de esto se tiene un nuevo valor soporte del suelo. Y se obtienen nuevos valores:

$$C_u = 1,5 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 29^\circ$$

$$\gamma = 1,17 \text{ Ton/m}^3$$

Desplante, se aumenta a 1,60 m

Con estos nuevos valores se procede a calcular el nuevo valor soporte (q_0), este valor se divide entre tres y se obtiene el valor soporte del suelo a utilizar.

$$Q_0 = 0,40 * 1,17 * 1 * 4,94 + 1,30 * 1,50 * 18,06 + 1,17 * 2 * 7,68 = 74,31$$

$$q_0 = 74,31 / 3 = 24,77 \text{ t/m}^2$$

2.3.3. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.3.3.1. Ubicación del edificio dentro del terreno

Para la ubicación del edificio dentro del terreno, se deberán tomar en cuenta las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) y las influencias del ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido), en este caso se utilizó el 100% de todo el terreno, teniendo un área de construcción de 322 metros cuadrados por nivel.

Por razones de espacio el edificio no contará con área verde, dando visto bueno el delegado de la OMP.

2.3.3.2. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se tomó en cuenta la relación entre una oficina y otra, para una mayor funcionabilidad y una mejor eficiencia de trabajo.

En el primer nivel se ubicaron las oficinas de: receptoría, tesorería, bodega de mantenimiento, bodega de papelería y útiles de oficina, sanitarios, juzgado municipal, contabilidad y atención al público.

En el segundo nivel se encuentra la alcaldía, secretaría, Oficina de Planificación y archivo general.

En el tercer nivel se encuentra el salón de reuniones, sanitario y cafetería.

2.3.3.3. Altura del edificio

La altura del edificio de piso a cielo es de 3,00 metros por nivel para mayor comodidad, también será de tres niveles y la altura total de la estructura es de 13,20 metros.

2.3.3.4. Selección del sistema estructural a utilizar

En la decisión para elegir el sistema estructural a utilizar, se debe tomar en cuenta lo siguiente: factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra.

Lo cual debe incluir el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución. El sistema estructural seleccionado es a base de marcos rígidos, con losas planas de concreto reforzado y muros de block (tabique).

2.3.4. Análisis estructural

El análisis estructural, es una ciencia que estudia la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras. Consiste en la determinación de los efectos originados por las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar comprobaciones en los estados límite últimos y de servicio. Para este proyecto se utilizó el método iterativo de Kani para realizar el análisis estructural del edificio y se realizó una comprobación con el programa de computación ETABS versión 9.5.1.

2.3.4.1. Predimensionamiento estructural

En el predimensionamiento se aplicaron los siguientes criterios:

Columnas: se determinó la sección de la columna, aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento. Según lo que establece el código ACI 318-05, capítulo 10.9.1.

Fórmula:

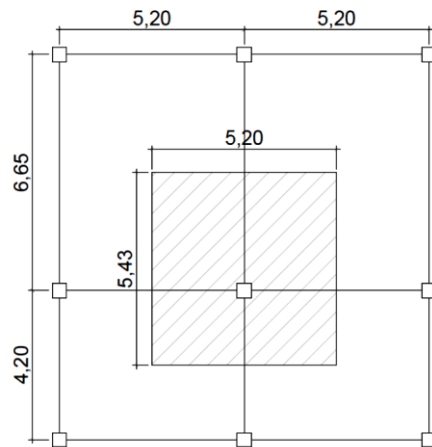
$$P = 0,8 * (0,225 * f'c * Ag + fy * As)$$

Donde

As oscila entre $1\% \leq Ag \leq 6\%$, para zona sísmicas

Solución:

Figura 16. **Área tributaria de la columna crítica**



Área tributaria de 28,21 m²

Fuente: elaboración propia.

Carga aplicada sobre el elemento estructural

$$P = 1,4 * CM + 1,7 * CV$$

Carga muerta CM

$$\text{Peso del concreto} = 28,21 * 0,13 * 2\,400 = 8\,801,52 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de acabados} = 28,21 * 100 = 2\,821,00 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de muros} = 28,21 * 150 = 4\,231,50 \text{ kg}$$

$$CM = 15\,854,02 \text{ Kg, para el primer y segundo nivel}$$

La carga muerta para el tercer nivel va a ser igual únicamente al peso del concreto más el de acabados = 11 622,52 kg.

$$CM_{\text{total}} = (15\,854,02 * 2) + 11\,622,52 = 43\,330,56 \text{ kg}$$

Carga viva CV

Carga viva, según especificaciones de AGIES NR-2:2000 cuadro 8.1

$$\text{Carga viva en oficinas} = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva en techos} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Peso debido a la carga viva en el primer y segundo nivel

$$CV = 28,21 * 300 = 8\,463,00 \text{ kg}$$

Peso debido a la carga viva en el tercer nivel

$$CV = 28,21 * 100 = 2\,821,00 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{total}} = (8\,463 * 2) + 2\,821 = 19\,747,00 \text{ kg}$$

La carga total será la siguiente:

$$P = 1,7 * (19\,747) + 1,4 * (43\,330,56) = 94\,232,68 \text{ kg}$$

Se propone utilizar inicialmente un porcentaje de acero de 2%.

$$94\,232,68 = 0,80 * (0,225 * 281 * Ag + 4\,200 * 0,02 * Ag)$$

$$Ag = 800 \text{ cm}^2$$

Lo cual da una columna con secciones de 30 centímetros en ambos lados. El ACI 318S-05, permite dimensiones mínimas de 25 x 25 centímetros para elementos a compresión, en este proyecto serán utilizadas columnas de 45 x 45 centímetros por aspectos de seguridad.

- Losas: se predimensiona el peralte de la losa. El método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso se tienen losas apoyadas en los cuatro lados y algunas apoyadas en tres lados, en donde se tomarán las losas como voladizos. Aunque las losas son de dimensiones diferentes, se toma el área crítica y el peralte crítico para todas las demás.

$$t = \frac{Pe}{180}$$

Donde

t = espesor de losa [m]

Pe = perímetro del área crítica [m]

$t = 2 * \frac{(5,2 + 6,65)}{180} = 0,13$ m, la losa se diseñará con un espesor de 13 centímetros

- Vigas: para predimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte de la viga, la cual depende de la luz que ocupa la misma. La base de la viga queda a criterio del diseñador, tomado como base las dimensiones de las columnas.

En este caso se calculará la viga crítica, es decir, la de mayor longitud.

$H_{viga} = L_{viga} * 0,08 = 6,65 * 0,08 = 0,532$ m; se asume $H_{viga} = 0,50$ m

Sin embargo, el código ACI 318S-05 en el capítulo 9 sección 9.5.2, especifica que la altura está dada por:

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{viga}}}{18,5} = \frac{6,65}{18,5} = 0,36 \text{ m}$$

Por razones de seguridad, se opta por utilizar una viga con peralte de 0,50 m, se recomienda una base $b = \frac{H}{2} = \frac{0,50}{2} = 0,25 \text{ m}$

Cimientos: las zapatas a diseñar son aisladas y combinadas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

2.3.4.2. Modelos matemáticos de marcos rígidos

Los modelos matemáticos son representaciones gráficas, que muestran la geometría de la estructura, así como las cargas que actúan en los marcos, estos sirven para hacer el análisis estructural.

2.3.4.3. Cargas horizontales y verticales aplicados a los marcos rígidos

Las cargas que soporta una estructura son cargas horizontales y cargas verticales, las cuales dependen del tipo de estructura y del uso que a este se le dé.

Las cargas verticales utilizadas son las siguientes:

Carga muerta (CM)

- Peso del concreto = 2 400 kg/m³
- Peso de acabados = 100 kg/m²
- Peso de muros = 150 kg/m²

Carga Viva (CV), según especificaciones de AGIES NR-2:2000 cuadro 8.1

- Carga viva en techos = 100 kg/m²
- Carga viva en edificios de oficinas = 300 kg/m²
- Carga viva en gradas de acceso = 400 kg/m²

Las cargas horizontales utilizadas son las de sismo, específicamente el corte basal.

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}}$$

$$W_{\text{losa}} = t * 2\,400 * \left(\frac{A_t}{L}\right)$$

Donde

t = espesor de losa, t = 0,13 m

A_t = área tributaria, A_t = 41,62 m²

L = longitud de viga, L = 6,65 m

$$W_{\text{losa}} = 0,13 * 2\,400 * \left(\frac{41,62}{6,65}\right) = 1\,952,66 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{vigas}} = b * h * 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

Donde

b = base de viga, b = 0,25 m

h = altura de la viga, h = 0,50 m

$$W_{\text{vigas}} = 0,25 * 0,50 * 2\,400 = 300 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{muros}} = L_{\text{vigas}} * 150; W_{\text{muros}} = 12,95 * 150 = 1\,935 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{acabados}} = 100 * \left(\frac{A_t}{L}\right)$$

Donde

A_t = área tributaria, A_t = 41,62 m

L = longitud de viga, L = 6,65 m

$$W_{\text{acabados}} = 100 * \left(\frac{41,62}{6,65}\right) = 625,85 \text{ kg/m}$$

Carga muerta por nivel

$$WCM_{N3} = 1\,952,66 + 300 + 625,85; WCM_{N3} = 2\,878,51 \text{ kg/m}$$

$$WCM_{N2} = 1\,952,66 + 300 + 625,85 + 1\,935; WCM_{N2} = 4\,513,51$$

$$WCM_{N2} = WCM_{N1} = 4\,513,51 \text{ kg/m}$$

Carga viva CV

$$W_{cv} = \frac{A_v * \sum W_v}{L_v}$$

Donde

CV = carga viva

$A_v =$ área crítica sobre la viga, $A_v = 46,91 \text{ m}^2$

$W_v =$ carga aplicada sobre la viga, $W_{v3} = 88,72 \text{ kg/m}^3$

$W_{v2} = W_{v1} = 255,28 \text{ kg/m}^3$

$L_v =$ longitud de la viga, $L_v = 6,65 \text{ m}$

$$W_{cv3} = \frac{46,91 * 88,72}{6,65} = 625,85 \text{ kg/m}$$

$$W_{cv2} = \frac{46,91 * 255,25}{6,65} = 1\,877,56 \text{ kg/m}$$

$$W_{cv2} = W_{cv1} = 1\,877,56 \text{ kg/m}$$

Cargas horizontales en marcos rígidos

Cargas ambientales: en Guatemala se toman en cuenta principalmente las cargas debidas a sismos.

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto; el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Además, el análisis realizado con la fuerza de sismo, cubre los efectos que podría causar la fuerza de viento si se presentara.

Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas en una estructura, se puede utilizar el método SEAOC, el método del AGIES y el método del UBC. Para este proyecto se utilizó el método UBC 1997.

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura. Se calcula con base en la fórmula siguiente:

El Código UBC 1997 en la sección 1630.2.1 requiere que el esfuerzo de corte basal total diseño en una dirección determinada debe determinarse con base en la siguiente fórmula:

$$V = \frac{C_v * I * W}{R * T} \quad \text{Caso 1}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe exceder lo siguiente:

$$V = \frac{2,5 * C_a * I * W}{R} \quad \text{Caso 2}$$

El esfuerzo de corte basal total de diseño no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = 0,11 * C_a * I * W \quad \text{Caso 3}$$

Además para la zona sísmica 4, el esfuerzo de corte basal total también debe no ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I * W}{R} \quad \text{Caso 4}$$

Donde

C_v = coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-R del UBC, usar $0,64 * N_v$, de acuerdo con la altura de la base del edificio donde se aplicará la fuerza del sismo.

I = factor de importancia que proporciona la tabla 16-K del UBC, usar 1, por que el edificio será utilizado para uso público.

R = coeficiente numérico representativo de la sobrerresistencia inherente y capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales como se establecen en las tablas 16-N o 16- P, para este caso usar 8,5, debido a que se usa para marcos rígidos de concreto armado.

T = período de vibración elástico fundamental, en segundos, de la estructura en la dirección bajo consideración.

Ca = coeficiente sísmico, como se establece en la tabla 16-Q del UBC, usar $0,44 * Na$, por el tipo de suelo.

Z = factor de zona sísmica que proporciona la tabla 16-I del UBC, usar un factor de 0,4, porque la estructura se encuentra en una zona sísmica muy alta.

Nv = factor de cercanía a la fuente, utilizado en la determinación de Cv en la zona sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y tasa de deslizamiento como se establece en las tablas 16-T y 16-U del UBC, tomar un factor 1, porque el edificio se encuentra en las cercanías de la zona sísmica.

Na = factor de cercanía a la fuente de origen utilizado al determinar Ca en la zona sísmica 4 relativo a la proximidad de la edificación o estructura a fallas conocidas con magnitudes y relaciones de deslizamiento como se establecen en las tablas 16-S y 16-U, tomar un factor igual a 1, que es el que se utiliza cuando la estructura se ubica a 15 kilómetros de la zona sísmica.

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

V = esfuerzo de corte basal

El período de la estructura se encuentra con la siguiente fórmula:

$$T = Ct * (Hn)^{(3/4)}$$

Donde

T= período en segundos

Ct = coeficiente numérico para cálculo de período, para pórticos de hormigón armado usar 0,0731

Hn = altura del edificio = 13,50 m

T = 0,0731 * (13,50)^(3/4) = 0,51 s

Integración de cargas

Área de planta gradas (m ²)	16,00
Área de planta Niv 1 y Niv 2 (m ²)	333,65
Área de planta Niv 3 (m ²)	333,65
Longitud vigas P (m)	180,50
Longitud vigas Sec (m)	13,20
Altura de columna Niv 1 (m)	4,05
Altura de columna Niv 2 Y 3 (m)	3,00
Número de columnas (unidad)	24,00

Dimensiones de los elementos

Losa:

$$t = 13 \text{ cm}$$

Viga principal:

$$h = 50 \text{ cm}; b = 25 \text{ cm}$$

Viga secundaria:

$$h = 40 \text{ cm}; b = 20 \text{ cm}$$

Columna:

$$h = 45 \text{ cm}; b = 45 \text{ cm}$$

Cargas utilizadas

Viva:

$$\text{Oficina } 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Techo } 100 \text{ kg/m}^2$$

Adicional

$$\text{Oficina } 250 \text{ k/m}^2$$

$$\text{Techo } 150 \text{ k/m}^2$$

Carga muerta por nivel

$$\text{Nivel uno } 300 \ 331,97 \text{ kg}$$

$$\text{Nivel dos } 288 \ 084,77 \text{ kg}$$

$$\text{Nivel tres } 233 \ 429,27 \text{ kg}$$

Peso total del edificio es de 821 846,01 kg

Cálculo de corte basal:

Datos

R = 8,5

I = 1

Z = 0,40

Ca = 0,44

Cv = 0,64

Na = 1,00

Nv = 1,00

T = 0,5609 s

Caso 1 V = 110 500,30 kg

Caso 2 V = 106 356,54 kg

Caso 3 V = 39 777,35 kg

Caso 4 V = 30 940,09 kg

Recuerde que el caso 1 no debe exceder el caso 2 y no debe ser menor que el caso 3, además, no debe ser menor que el caso 4.

Finalmente el esfuerzo basal es 106 356,54 kg

Repartición de fuerzas por niveles: la repartición de fuerzas en los niveles se hace con la siguiente expresión:

$$F_{ni} = \frac{(V - Ft) * W_{Hi}}{\sum(W_i * H_i)}$$

Donde

F_t = fuerza concentrada en la cúspide [kg]

F_{ni} = fuerza por nivel [kg]

V = corte basal [kg]

W_x = peso por nivel

H_x = altura de nivel [m]

El código UBC en la sección 16 30,5 establece que F_t debe calcularse con la fórmula siguiente:

$$F_t = 0,07 * t * V$$

F_t = fuerza de techo, cuando t (período natural de vibración) es menor que 0,25

$F_t = 0,00$, si no calcular F_t

$$t = \frac{0,13 * 10,85}{\sqrt{25,10}} = 0,56$$

Como $t_x = 0,56 > 0,25$

$$F_t = 0,07 * t_x * V$$

$$F_t = 0,07 * 0,56 * 106\ 356,54 = 4\ 169,18 \text{ kg}$$

Tabla XII. **Repartición de fuerza cortante por nivel**

Nivel	$V - F_t$	W_i	H_i	$W_i * H_i$	Cortante por elevación
N-3	102 187,36	300 331,97	10,85	3 258 601,87	50 923,70
N-2	102 187,36	288 084,77	7,70	2 218 252,73	34 665,68
N-1	102 187,36	233 429,27	4,55	1 062 103,18	16 597,98
Suma.	=	821 846,01		6 538 957,78	102 187,36

Fuente: elaboración propia.

Fuerzas por marcos

Si el valor de $F_m < F_i'$, se debe tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor de $F_m > F_i'$, F_m será el valor del marco analizado. Esto es si existe una excentricidad directa distinta de 0, en este caso se tiene una excentricidad directa igual a cero, entonces sólo se tomará la excentricidad mínima y además F_m será la sumatoria de los valores absolutos de $F_i' + F_i''$, para el cálculo de las fuerzas por marcos se realiza el siguiente procedimiento:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde

$$FM' = \frac{R * F_{ni}}{\sum R_i}$$

$$FM'' = \frac{e * F_{ni}}{\sum \frac{R_i * (d_i)^2}{R_i * d_i}}$$

$$e = CM - CR$$

Donde

$$e_{\text{mínimo}} = 0,05 * H_{\text{altura edificio}}$$

$$CR = \frac{\sum (R_i * d_i)}{\sum R_i}$$

Donde

R_i = rigidez del marco

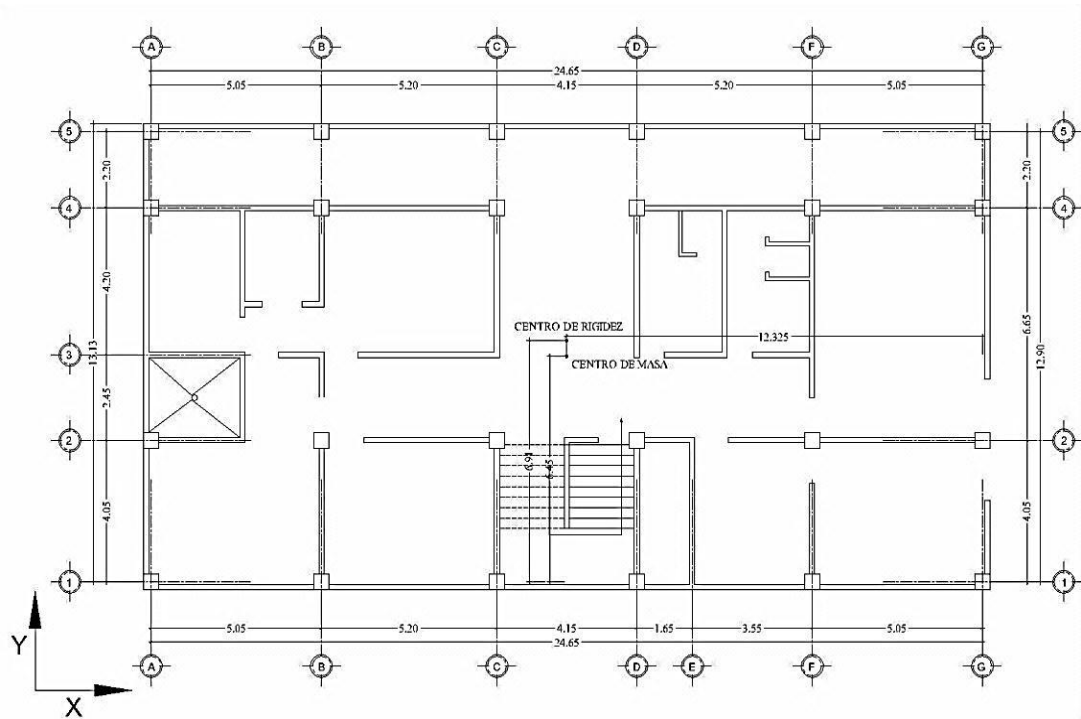
d_i = distancia de CR a marco considerado

e = excentricidad

C_m = centro de masa

C_R = centro de rigidez

Figura 17. Centro de masa y rigidez



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del centro de masa

Eje y:

$$CM_Y = \frac{13,35}{2} = 6,45 \text{ m}$$

Eje x:

$$CM_X = \frac{25,10}{2} = 12,325 \text{ m}$$

Como todos los elementos son de concreto armado se asume $k = 1$

$$CR_Y = \frac{(1 * 12,90) + (1 * 10,70) + (1 * 4,05) + (1 * 0)}{4} = 6,91 \text{ m}$$

$$CR_x = \frac{(1 * 24,65) + (1 * 19,6) + (1 * 14,40) + (1 * 10,25) + (1 * 5,05) + (1 * 0)}{6} = 12,325 \text{ m}$$

$$e = |6,45 - 6,91| = 0,46 \text{ m}$$

$$e_{\text{minimo}} = 0,05 * 10,85 = 0,54 \text{ m}$$

Tabla XIII. Datos para el cálculo de las fuerzas por marco

Marco	Ki	di	Ki * di	Ki * di ²
A	1	-12,325	-12,325	151,90
B	1	-7,275	-7,275	52,93
C	1	-2,075	-2,075	4,31
D	1	2,075	2,075	4,31
F	1	7,275	7,275	52,93
G	1	12,325	12,325	151,90
Suma	6			418,30

Fuente: elaboración propia.

Nivel 1

$$FM'A = FM'B = FM'C = FM'D = FM'F = FM'G = (1 * 16\ 597,98) / 6 = 2\ 766,33 \text{ kg}$$

$$FM''A = \frac{0,54 * 16\ 597,98 * -12,325}{418,30} = -264,09 \text{ kg}$$

$$FM''B = \frac{0,54 * 16\ 597,98 * -7,275}{418,30} = -155,88 \text{ kg}$$

$$FM''C = \frac{0,54 * 16\ 597,98 * -2,075}{418,30} = -44,46 \text{ kg}$$

$$FM''D = \frac{0,54 * 16 597,98 * 12,325}{418,30} = 264,09 \text{ kg}$$

$$FM''F = \frac{0,54 * 16 597,98 * 7,275}{418,30} = 155,88 \text{ kg}$$

$$FM''G = \frac{0,54 * 16 597,98 * 2,075}{418,30} = 44,46 \text{ kg}$$

Nivel 2

$$FM'A = FM'B = FM'C = FM'D = FM'F = FM'G = (1 * 34 665,68) / 6 = 5 777,61 \text{ kg}$$

$$FM''A = \frac{0,54 * 34 665,68 * -12,325}{418,30} = -551,56 \text{ kg}$$

$$FM''B = \frac{0,54 * 34 665,68 * -7,275}{418,30} = -325,56 \text{ kg}$$

$$FM''C = \frac{0,54 * 34 665,68 * -2,075}{418,30} = -92,86 \text{ kg}$$

$$FM''D = \frac{0,54 * 34 665,68 * 12,325}{418,30} = 551,56 \text{ kg}$$

$$FM''F = \frac{0,54 * 34 665,68 * 7,275}{418,30} = 325,56 \text{ kg}$$

$$FM''G = \frac{0,54 * 34 665,68 * 2,075}{418,30} = 92,86 \text{ kg}$$

Nivel 3

$$FM'A = FM'B = FM'C = FM'D = FM'F = FM'G = (1 * 50 923,70) / 6 = 8 487,28 \text{ kg}$$

$$FM''A = \frac{0,54 * 50 923,70 * -12,325}{418,30} = -840,25 \text{ kg}$$

$$FM''B = \frac{0,54 * 50 923,70 * -7,275}{418,30} = -495,97 \text{ kg}$$

$$FM''C = \frac{0,54 * 50 923,70 * -2,075}{418,30} = -141,46 \text{ kg}$$

$$FM''D = \frac{0,54 * 50 923,70 * 12,325}{418,30} = 840,25 \text{ kg}$$

$$FM''F = \frac{0,54 * 50\,923,70 * 7,275}{418,30} = 495,97 \text{ kg}$$

$$FM''G = \frac{0,54 * 50\,923,70 * 2,075}{418,30} = 141,46 \text{ kg}$$

De lo anterior se obtuvo la siguiente tabla de resultados

Tabla XIV. Fuerzas por marco en el nivel 1 y 2, en el eje Y

MARCO	NIVEL 1			NIVEL 2		
	FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM
A	2 766,33	-264,09	2 502,24	5 777,61	-551,56	5 226,05
B	2 766,33	-44,46	2 721,87	5 777,61	-325,56	5 452,05
C	2 766,33	-155,88	2 610,45	5 777,61	-92,86	5 684,75
D	2 766,33	264,09	3 030,42	5 777,61	551,56	6 329,17
F	2 766,33	44,46	2 810,79	5 777,61	325,56	6 103,17
G	2 766,33	155,88	2 922,21	5 777,61	92,86	5 870,47

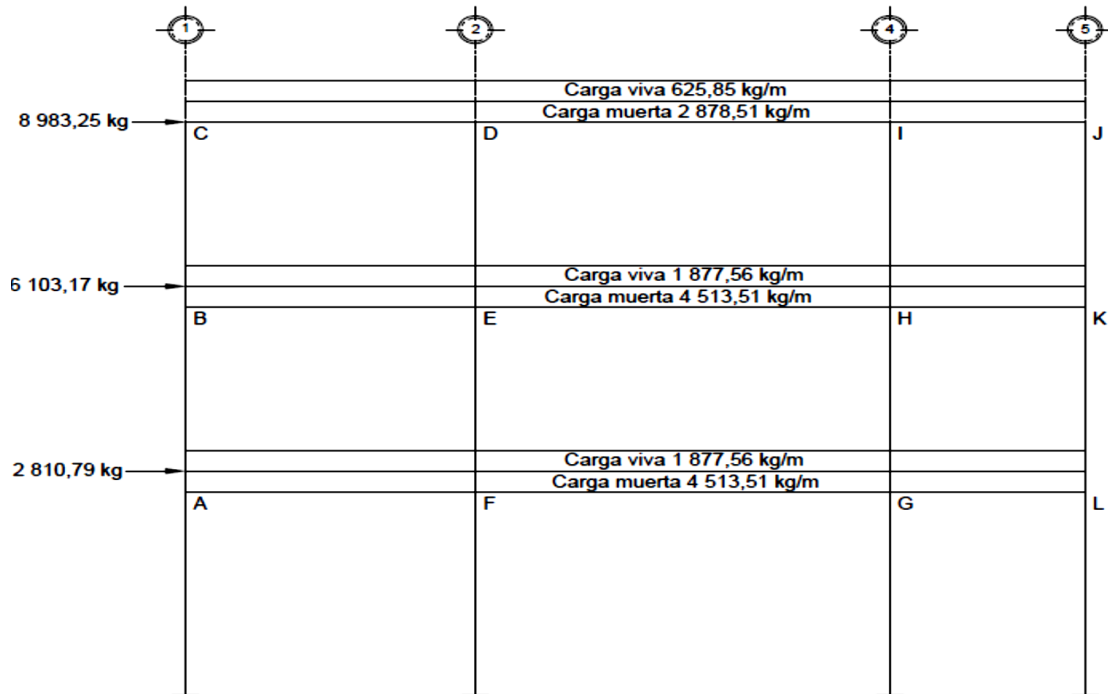
Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Fuerzas por marco en el nivel 3, en el eje Y

MARCO	NIVEL 3		
	FM'	FM''	FM
A	8,487.28	-840.25	7,647.03
B	8,487.28	-495.97	7,991.31
C	8,487.28	-141.46	8,345.82
D	8,487.28	840.25	9,327.53
F	8,487.28	495.97	8,983.25
G	8,487.28	141.46	8,628.74

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Cargas aplicadas marco típico sentido Y



Fuente: elaboración propia.

2.3.4.4. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

A continuación se presenta un resumen del procedimiento para el análisis estructural del método de Kani.

- Momentos Fijos (MF_{ik}), se calculan cuando existen cargas verticales

$$MF_{ik} = \pm \frac{W * L^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos (K_{ik})

$$K_{IK} = \frac{I}{L_{IK}}$$

Donde

I = inercia del elemento

L_{ik} = longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Momentos de sujeción (M_s), se calculan cuando hay cargas verticales

$$M_s = \sum MF_{IK}$$

- Factores de corrimiento (\ddot{U}_{ik}), se calculan cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U}_{ik} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Fuerzas de sujeción (H), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido. $H = FM_n$ (fuerza por marco del nivel n , tomada del análisis sísmico).

- Fuerza cortante en el piso (Q_n), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M_n), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3};$$

Con

H_n = altura total del piso n

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

$$M'_{ik} = \mu_{ik} * (M_s + \sum M'_{ni}) \text{ sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} * [M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni})] \text{ con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento (M''_{ik}), esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = \ddot{u}_{ik} * (\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \text{ ladeo por asimetría})$$

$$M''_{ik} = \ddot{u}_{ik} * [M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})] \text{ ladeo por fuerza horizontal}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2 * M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2 * M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \text{ con ladeo}$$

- Cálculo de los momentos positivos en vigas ($M_{ik}(+)$)

$$M_{ik} = \frac{W * L^2}{8} - \frac{|M_i(-)| + |M_k(-)|}{2}$$

Donde

$M_i(-)$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_k(-)$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho

Método de Kani para carga muerta

Marco típico sentido Y

- Momento Fijos (MF_{ik})

$$MF_{CD} = -(2\ 878,51 * 4,05) / 12 = -3\ 934,56 \text{ kg-m}, MF_{DC} = 3\ 934,56 \text{ kg-m}$$

$$MF_{DI} = -10\ 607,91 \text{ kg-m}, MF_{ID} = 10\ 607,91 \text{ kg-m}$$

$$MF_{IJ} = -1\ 161 \text{ kg-m}, MF_{JI} = 1\ 161 \text{ kg-m}$$

$$MF_{BE} = -6\ 169,40 \text{ kg-m}, MF_{EB} = 6\ 169,40 \text{ kg-m}$$

$$MF_{EH} = -16\ 633,22 \text{ kg-m}, MF_{HE} = 16\ 633,22 \text{ kg-m}$$

$$MF_{HK} = -1\ 820,45 \text{ kg-m}, MF_{KH} = 1\ 820,45 \text{ kg-m}$$

$$MF_{AF} = -6\ 169,40 \text{ kg-m}, MF_{FA} = 6\ 169,40 \text{ kg-m}$$

$$MF_{FG} = -16\ 633,22 \text{ kg-m}, MF_{GF} = 16\ 633,22 \text{ kg-m}$$

$$MF_{GL} = -1\ 820,45 \text{ kg-m}, MF_{LG} = 1\ 820,45 \text{ kg-m}$$

- Rigidez de los elementos

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde

K_{ik} = rigidez del elemento ik

I = inercia del elemento en estudio

L_{ik} = longitud del elemento ik

Inercia de los elementos rectangulares

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{viga} = \frac{25 * 50^3}{12} = 260\,416,67 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = \frac{45 * 45^3}{12} = 341\,718,75 \text{ cm}^4$$

Tabla XVI. **Rigidez y factores de giro de los elementos**

RIGIDEZ DE ELEMENTOS					
ELEMENTO	K	ELEMENTO	K	ELEMENTO	K
A - 1	114 468,86	F - 2	114 468,86	G - 4	114 468,86
A - F	62 003,97	F - G	39 160,40	G - L	110 815,60
A - B	165 343,92	F - E	165 343,92	G - H	165 343,92
B - A	165 343,92	E - F	165 343,92	H - K	110 815,60
B - E	62 003,97	E - H	39 160,40	H - I	165 343,92
B - C	165 343,92	E - D	165 343,92	I - J	110 815,60
FACTOR DE GIRO					
ELEMENTO	μ_{ik}	ELEMENTO	μ_{ik}	ELEMENTO	μ_{ik}
A - 1	-0,17	E - H	-0,05	H - I	-0,17
A - F	-0,09	E - F	-0,19	I - H	-0,26
A - B	-0,24	F - E	-0,22	I - D	-0,06
B - A	-0,21	F - A	-0,08	I - J	-0,18
B - C	-0,21	F - G	-0,05	J - K	-0,30
C - B	-0,36	G - F	-0,05	K - J	-0,19
C - D	-0,14	G - H	-0,19	K - H	-0,13
D - C	-0,12	G - L	-0,13	K - L	-0,19
D - I	-0,07	G - 4	-0,13	L - K	-0,21
D - E	-0,31	H - G	-0,17	L - G	-0,14
E - D	-0,19	H - E	-0,04	L - 5	-0,15
E - B	-0,07	H - K	-0,12		

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de sujeción

$$M_s = \sum M_{F_{ik}}$$

$$\text{Nudo A} = M_A = -6\,169,40 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M_B = -6\,169,40 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo C} = M_C = -3\,393,46 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo D} = M_D = -6\,673,35 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo E} = M_E = 6\,169,49 + (-16\,633,22) = -10\,463,82 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo F} = M_F = 6\,69,49 + (-16\,633,22) = -10\,463,82 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo G} = M_G = 16\,633,22 + (-1\,820,45) = 14\,812,77 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo H} = M_H = 16\,633,22 + (-1\,820,45) = 14\,812,77 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo I} = M_I = 10\,607,91 + (-1\,161,00) = 9\,446,91 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo J} = M_J = 1\,161,00 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo K} = M_K = 1\,820,45 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo L} = M_L = 1\,820,45 \text{ kg-m}$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}))$$

Nudo A

$$M'_{AB} = \mu_{AB} * [M_{sA} + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})]$$

$$= -0,24 * [-6\,169,40 + (0 + 0 + 0)] = 1\,493 \text{ kg-m}$$

$$M'_{AF} = \mu_{BC} * [M_{sA} + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})]$$

$$= -0,09 * [-6\,169,40 + (0 + 0 + 0)] = 561,42 \text{ kg-m}$$

$$M'_{A1} = \mu_{BE} * [M_{sA} + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})]$$

$$= -0,17 * [-6\,169,40 + (0 + 0 + 0)] = 1\,030,29 \text{ kg-m}$$

Nudo B

$$\begin{aligned}M'_{BA} &= \mu_{BA} * [Ms_B + (M'_{CB} + M'_{EB} + M'_{AB})] \\&= -0,21 * [-6\ 169,40 + (1\ 493 + 0 + 0)] = 982,05 \text{ kg-m} \\M'_{BE} &= \mu_{BE} * [Ms_B + (M'_{CB} + M'_{EB} + M'_{AB})] \\&= -0,08 * [-6\ 169,40 + (1\ 493 + 0 + 0)] = 374,11 \text{ kg-m} \\M'_{BC} &= \mu_{BC} * [Ms_B + (M'_{CB} + M'_{EB} + M'_{AB})] \\&= -0,21 * [-6\ 169,40 + (1\ 493 + 0 + 0)] = 982,05 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} * [Ms + \sum (M'_{ni} + M''_{ni})]$$

Nudo A

$$\begin{aligned}M'_{AB} &= \mu_{AB} * [Ms_A + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})] \\&= -0,24 * [-6\ 169,40 + (982,05 + 668,34 + 0)] = 1\ 093,60 \text{ kg-m} \\M'_{AF} &= \mu_{BC} * [Ms_A + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})] \\&= -0,09 * [-6\ 169,40 + (982,05 + 668,34 + 0)] = 411,23 \text{ kg-m} \\M'_{A1} &= \mu_{BE} * [Ms_A + (M'_{BA} + M'_{FA} + M'_{1A})] \\&= -0,17 * [-6\ 169,40 + (982,05 + 668,34 + 0)] = 754,68 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

Nudo B

$$\begin{aligned}M'_{BA} &= \mu_{BA} * [Ms_B + (M'_{CB} + M'_{EB} + M'_{AB})] \\&= -0,21 * [-6\ 169,40 + (877,78 + 578,51 + 1\ 093,63)] = 760,10 \text{ kg-m} \\M'_{BE} &= \mu_{BE} * [Ms_B + (M'_{CB} + M'_{EB} + M'_{AB})] \\&= -0,08 * [-6\ 169,40 + (877,78 + 578,51 + 1\ 093,63)] = 289,56 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$M'BC = \mu_{BC} * [M_{sB} + (M'CB + M'EB + M'AB)]$$

$$= -0,21 * [-6 169,40 + (877,78 + 578,51 + 1 093,63)] = 760,10 \text{ kg-m}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra (Mik)

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2 * M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{1A} = M_{F1A} + 2 * M'_{1A} + M'_{A1}$$

$$= 0 + 2 * 0 + (-100,13) = -100,13 \text{ kg-m}$$

$$M_{A1} = M_{FA1} + 2 * M'_{A1} + M'_{1A}$$

$$= 0 + 2 * (-100,13) + 340,27 = 140,01 \text{ kg-m}$$

Vigas:

$$M_{AR} = M_{FAF} + 2 * M'_{AF} + M'_{FA}$$

$$= -6 169,40 + 2 * (-2 079,26) + 126,50 = -10 201,41 \text{ kg-m}$$

$$M_{FA} = M_{FFA} + 2 * M'_{FA} + M'_{AF}$$

$$= 6 169,40 + 2 * (126,5) + (-11 121,27) = -4 698,87 \text{ kg-m}$$

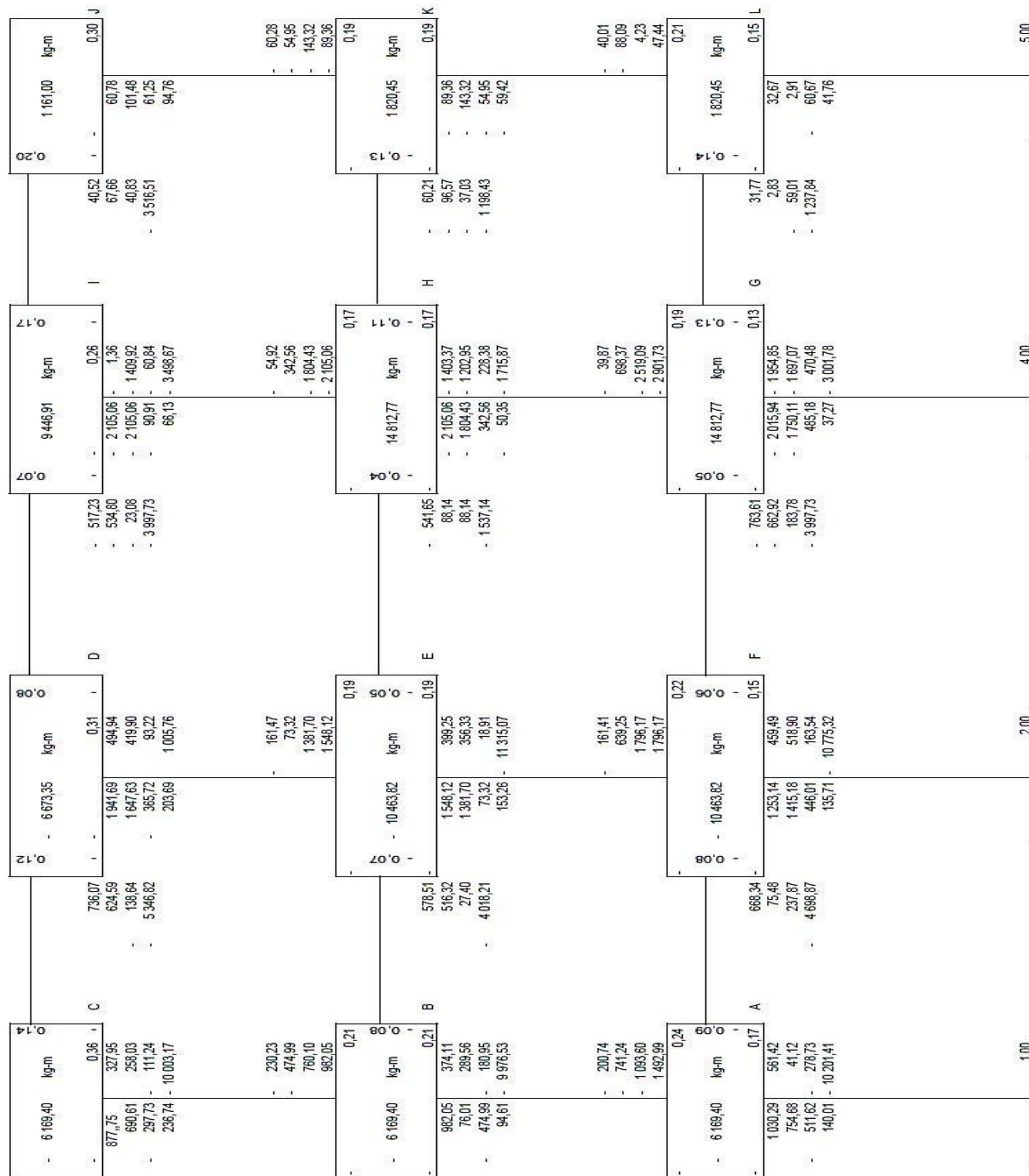
- Momentos positivos en vigas (Mik(+))

$$M_{ik}(+) = \frac{w * L^2}{8} - \frac{|M_i(-)| + |M_k(-)|}{2}$$

$$M_{AF}(+) = \frac{4 513,51 * 4.05^2}{8} - \frac{|-10 201,41| + |-4 698,87|}{2} = 1 803,97 \text{ kg-m}$$

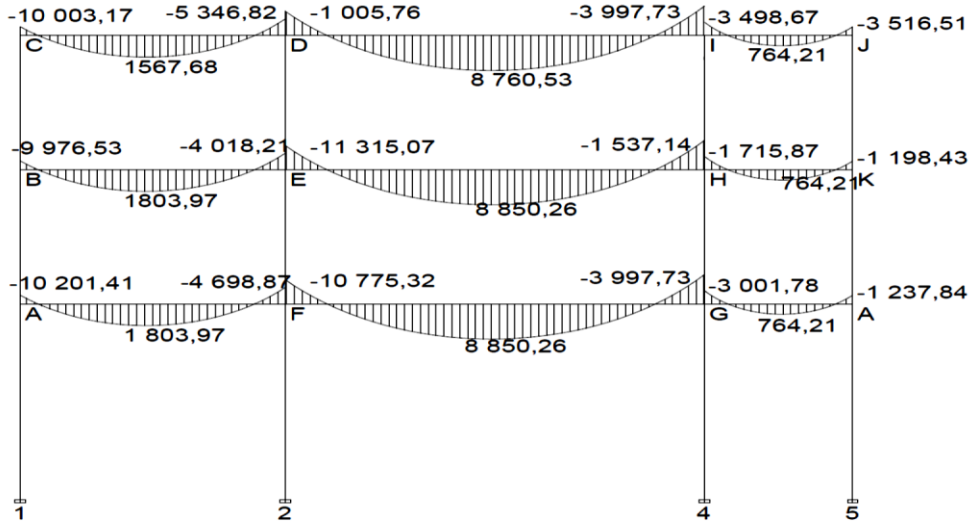
Este mismo procedimiento se aplicó para encontrar los momentos finales, para vigas y columnas, ver resultados en figuras.

Figura 19. Diagrama de iteraciones realizadas por el método Kani carga muerta



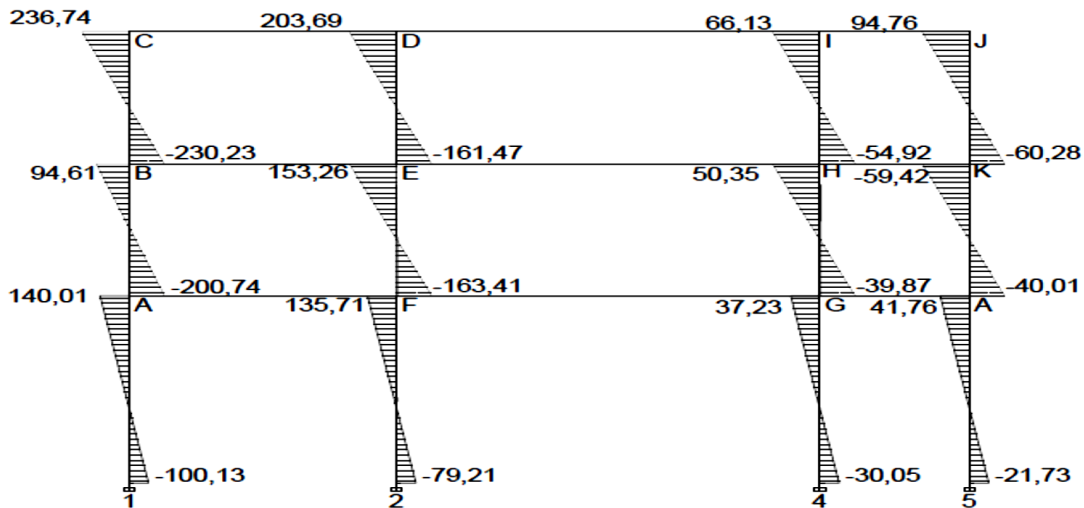
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de momentos en vigas (kg-m) carga muerta marco Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de momentos en columnas (kg-m) carga muerta marco Y

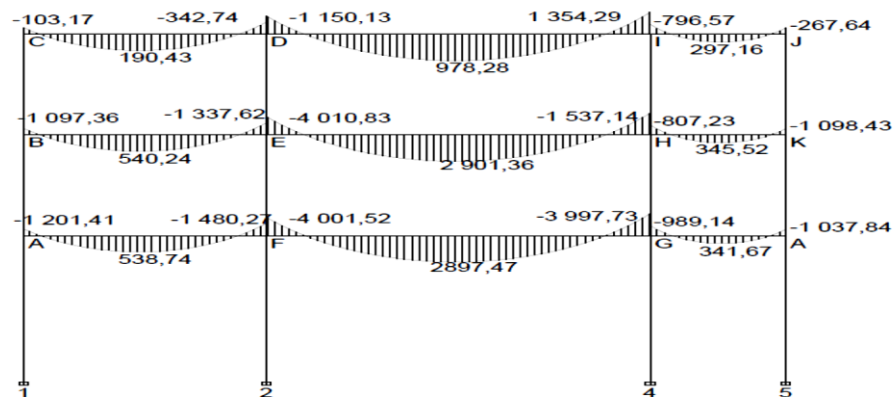


Fuente: elaboración propia.

Método de Kani para carga viva – Marco rígido típico sentido Y

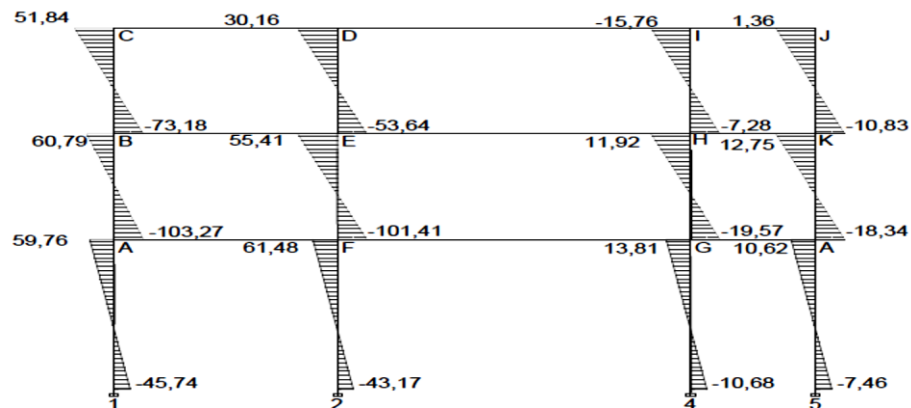
Para el cálculo de momentos de carga viva se usa el mismo procedimiento anteriormente descrito, ver resultados en las figuras.

Figura 22. **Diagrama de momentos en vigas (kg-m) carga viva marco Y**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Diagrama de momentos en columnas (kg-m) carga viva marco Y**



Fuente: elaboración propia.

Método de Kani para fuerza sísmica

Marco típico sentido Y

- Factores de corrimiento \bar{U}_{ik}

Nivel 1: A – 1, F – 2, G – 4, L – 5

Nivel 2: B – A, E – F, H – G, K – L

Nivel 3: C – B, D – E, I – H, J – K

Tabla XVII. Factores de corrimiento

Elemento	\bar{U}_{ik}	Elemento	\bar{U}_{ik}	Elemento	\bar{U}_{ik}
A - 1	-0,375	B - A	-0,375	C - B	-0,375
F - 2	-0,375	E - F	-0,375	D - E	-0,375
G - 4	-0,375	H - G	-0,375	I - H	-0,375
L - 5	-0,375	K - L	-0,375	J - K	-0,375

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas de sujeción

$$H = FM_{\text{nivel } n}$$

$$N_{\text{nivel } 3} = 10\,194,04 \text{ kg}$$

$$N_{\text{nivel } 2} = 6\,741,00 \text{ kg}$$

$$N_{\text{nivel } 1} = 3\,278,95 \text{ kg}$$

- Fuerza cortante en el piso

$$Q_n = \Sigma H$$

$$Q_{\text{nivel } 3} = 8\,983,25 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{nivel } 2} = 8\,983,25 + 6\,103,17 = 15\,086,42 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{nivel } 1} = 15\,086,42 + 2\,810,79 = 17\,897,21 \text{ kg}$$

- Momento de piso

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$$

$$M_{\text{nivel } 3} = \frac{8\,983,25 * 3,15}{3} = 9\,432,41 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{nivel } 2} = \frac{15\,086,42 * 3,15}{3} = 15\,840,74 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{nivel } 1} = \frac{17\,897,21 * 4,55}{3} = 18\,792,07 \text{ kg-m}$$

- Los valores de las rigideces, factores de giro y factores de corrimiento, son los que se calcularon en el análisis de la carga muerta.
- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – primera iteración

$$M''_{ik} = \bar{u}_{ik} * [M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})]$$

Nivel 3

$$M''_{CB} = \bar{u}_{BC} [M_{\text{nivel } 3} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{ED} + M'_{DE} + M'_{IH} + M'_{HI} + M'_{JK} + M'_{KJ})]$$

$$= -0,375 * [9\,432,41 + (0 + 0 + 0 + 0)] = -3\,537,15 \text{ kg-m}$$

$$M''_{CB} = M''_{ED} = M''_{IH} = M''_{JK} = -3\,537,15 \text{ kg-m}$$

Nivel 2

$$M''_{AB} = \ddot{u}_{AB} [M_{\text{nivel2}} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{HG} + M'_{GH} + M'_{KL} + M'_{LK})]$$

$$= -0,375 * [15\ 840,74 + (0 + 0 + 0 + 0)] = -5\ 940,30 \text{ kg-m}$$

$$M''_{AB} = M''_{FE} = M''_{HG} = M''_{KL} = -5\ 940,30 \text{ kg-m}$$

Nivel 1

$$M''_{AB} = \ddot{u}_{AB} [M_{\text{nivel1}} + (M'_{A1} + M'_{1A} + M'_{F2} + M'_{2F} + M'_{G4} + M'_{4G} + M'_{L5} + M'_{5L})]$$

$$= -0,375 * [18\ 792,07 + (0 + 0 + 0 + 0)] = -7\ 047,03 \text{ kg-m}$$

$$M''_{A1} = M''_{F2} = M''_{G4} = M''_{L5} = -7\ 047,03 \text{ kg-m}$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} [M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni})]$$

$$\text{Nudo A} = M'_{A1} = \mu_{A1} [M_{sA} + (M'_{1A} + M'_{BA} + M'_{FA} + M''_{A1} + M''_{AB})]$$

$$= -0,17 * [0 + (0 + 0 + 0 + -5\ 940,278 + -7\ 047,026)] = 2\ 207,84 \text{ kg-m}$$

$$M'_{AB} = \mu_{AB} * [M_{sA} + (M'_{1A} + M'_{BA} + M'_{FA} + M''_{BA} + M''_{A1})]$$

$$= -0,24 * [0 + (0 + 0 + 0 + -5\ 940,278 + -7\ 047,026)] = 3\ 116,95 \text{ kg-m}$$

$$M'_{AF} = \mu_{AF} * [M_{sA} + (M'_{1A} + M'_{BA} + M'_{FA} + M''_{A1} + M''_{AB})]$$

$$= -0,09 * [0 + (0 + 0 + 0 + -5\ 940,278 + -7\ 047,026)] = 1\ 168,86 \text{ kg-m}$$

$$\text{Nudo B} = M'_{BA} = \mu_{BA} * [M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{BC} + M''_{BA})]$$

$$= -0,21 * [0 + (3\ 116,95 + 0 + 0 + -3\ 537,15 + -5\ 940,278)] = 1\ 335,70 \text{ kg-m}$$

$$M'BC = \mu_{BCc} * [MsB + (M'AB + M'EB + M'CB + M''BC + M''BA)]$$

$$= -0,21 * [0 + (3\ 116,95 + 0 + 0 + -3\ 537,15 + -5\ 940,278)] = 1\ 335,70 \text{ kg-m}$$

$$M'BE = \mu_{BE} * [MsB + (M'AB + M'EB + M'CB + M''BC + M''BA)]$$

$$= -0,08 * [0 + (3\ 116,95 + 0 + 0 + -3\ 537,15 + -5\ 940,278)] = 508,84 \text{ kg-m}$$

- Influencias de desplazamiento ($M''ik$) – segunda iteración

$$M''ik = \ddot{u}_{ik} * [M_n + \sum (M'ik + M'ki)]$$

Nivel 3

$$M''BC = \ddot{u}_{CB} * [M_{\text{nivel 3}} + (M'CB + M'BC + M'DE + M'ED + M'IH + M'HI + M'JK + M'KJ)]$$

$$= -0,375 * [9\ 432,41 + 803,314 + 1\ 335,70 + 990,526 + 1\ 516,22 + 1\ 150,204 + 554,960 + 949,727 + 1\ 451,289]$$

$$= -6\ 817,09 \text{ kg-m}$$

$$M''BC = M''ED = M''HI = M''KJ = -6\ 817,09 \text{ kg-m}$$

Nivel 2

$$M''AB = \ddot{u}_{AB} * [M_{\text{nivel 2}} + (M'AB + M'BA + M'EF + M'FE + M'GH + M'HG + M'LK + M'KL)]$$

$$= -0,375 * [15\ 840,74 + (3\ 116,95 + 1\ 335,70 + 1\ 516,227 + 2\ 212,185 + 2\ 360,065 + 1\ 150,204 + 1\ 451,289 + 2\ 108,568)] = -1\ 1667,17 \text{ kg-m}$$

$$M''AB = M''EF = M''GH = M''LK = -1\ 1667,169 \text{ kg-m}$$

Nivel 1

$$\begin{aligned}M''_{AB} &= \ddot{u}_{A1} * [M_{\text{nivel 1}} + (M'_{A1} + M'_{1A} + M'_{F2} + M'_{2F} + M'_{G4} + M'_{4G} + M'_{L5} + \\ &M'_{5L})] \\ &= -0,375 * [1 \cdot 8792,07 + (2 \cdot 207,84 + 0 + 1 \cdot 543,385 + 0 + 1 \cdot 639,624 + 0 + 1 \\ &452,127 + 0)] = -9 \cdot 598,532 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra (Mik)

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$\begin{aligned}M_{1A} &= M_{F1A} + 2M'_{1A} + M'_{A1} + M''_{A1} \\ &= 0 + 2 * 0 + 911,01 - 13 \cdot 704,15 = 12 \cdot 793,14 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{BA} &= M_{FBA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA} \\ &= 6 \cdot 786,05 + 2 * (911,01) - 13 \cdot 704,15 = -6 \cdot 698,74 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

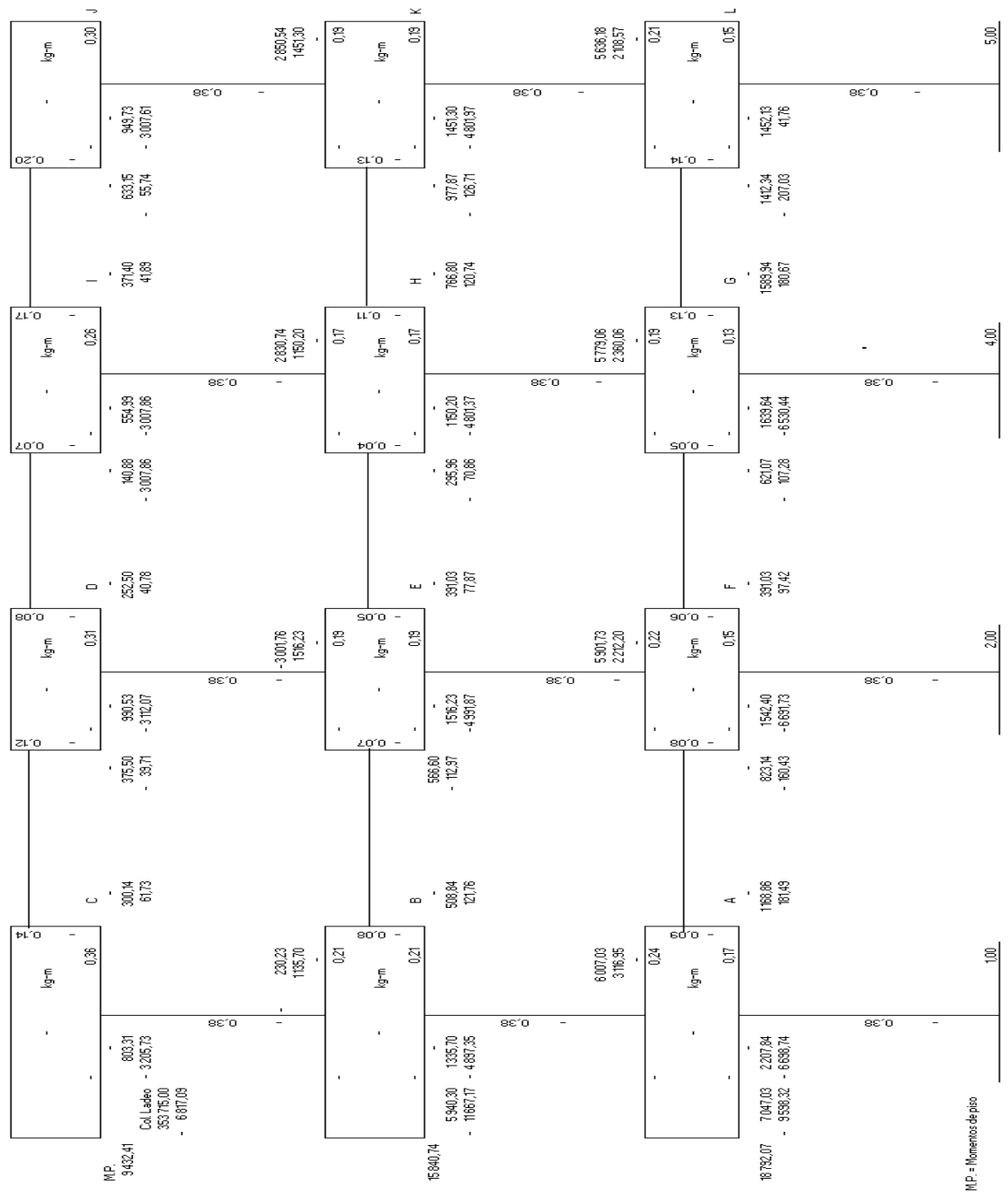
Vigas:

$$\begin{aligned}M_{AR} &= M_{FAF} + 2M'_{AF} + M'_{FA} + M''_{A1} \\ &= 0 + 2 * (523,23) - 864,97 + 0 = 181,49 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{FA} &= M_{FFA} + 2M'_{FA} + M'_{AF} + M''_{A1} \\ &= 1 \cdot 367,14 + 2 * (-864,97) + 523,23 + 0 = -160,43 \text{ kg-m}\end{aligned}$$

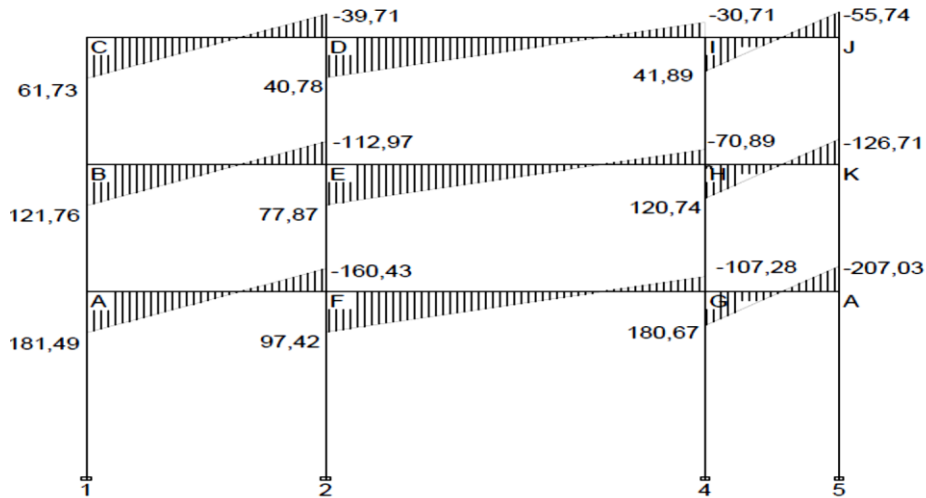
Los resultados de este análisis se muestran en las figuras

Figura 24. Diagrama de iteraciones realizadas por el método Kani fuerza de sismo



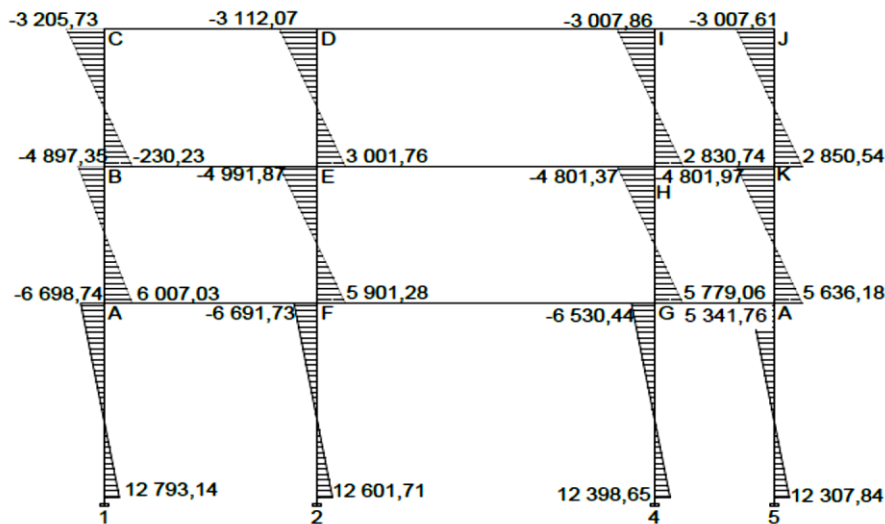
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de momentos en vigas (kg-m) fuerza sísmica marco Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de momentos en columnas (kg-m) fuerza sísmica marco Y

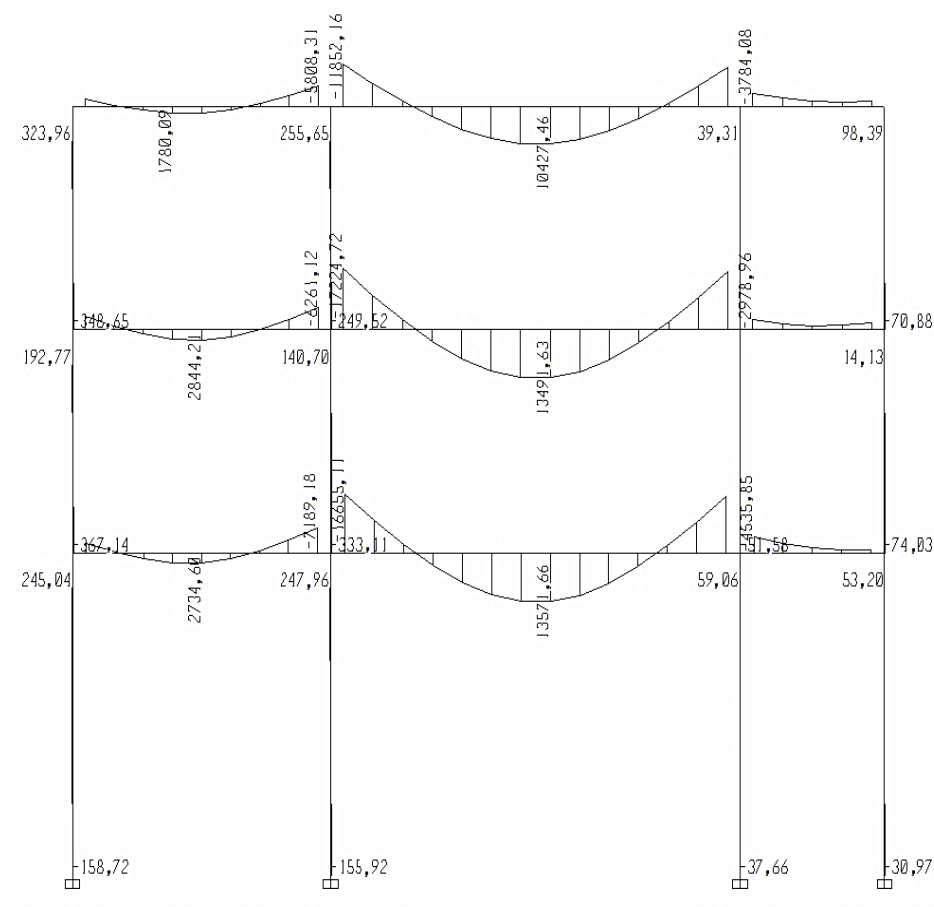


Fuente: elaboración propia.

2.3.4.5. Análisis de marcos rígidos utilizando el software ETABS versión 9

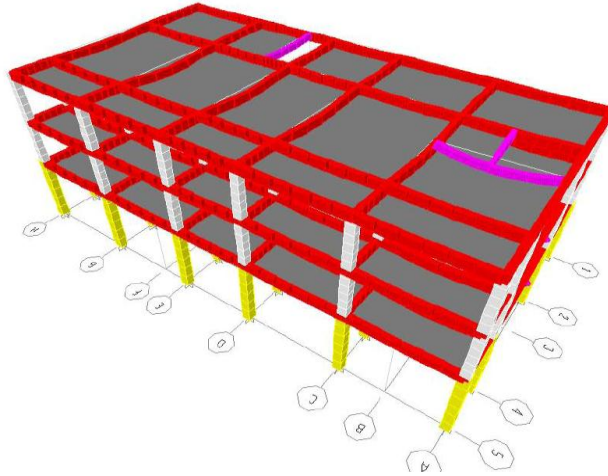
Los resultados obtenidos por el programa ETABS V9, se demuestran en los siguientes diagramas, los resultados obtenidos por el programa en relación con los obtenidos con el método Kani tienen una diferencia del 30% con relación a los valores del método Kani.

Figura 27. Diagrama de momentos últimos 1 (kg-m) marco Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Isométrico de deformaciones en marcos rígidos**



Fuente: elaboración propia.

2.3.4.6. **Momentos últimos por envolvente de momentos**

Se entiende como la superposición de los resultados del análisis de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica. Para el efecto se aplica lo que el ACI en el capítulo 21 indica en cuanto a las combinaciones siguientes:

- $M = 1,4 * MCM + 1,7 * MCV$
- $M = 0,75 * (1,4 * MCM + 1,7 * MCV \pm 1,87 * MS)$
- $M = 0,90 * MCM \pm 1,43 * MS$

Momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = \frac{CU * L_{viga}^2}{2} + \frac{\sum M (-)}{2} = \frac{(1,4 * M_{cm} + 1,7 * M_{cv}) * L_{viga}^2}{2} + \frac{\sum M (-)}{2}$$

Con esta ecuación se procedió a calcular los momentos positivos.

Envolvente de momentos, marco típico sentido Y

Vigas:

$$MAF = 1,4 * (-1\ 0201,41) + 1,7 * (-1\ 201,41) = - 14\ 281,97 \text{ kg-m}$$

$$MAF = 0,75 * [1,4 * (-10\ 201,41) + 1,7 * (-1\ 201,41) + 1,87 * (181,49)] \\ = -11\ 988,74 \text{ kg-m}$$

$$MAF = 0,90 * (-10\ 201,41) + 1,43 * (181,49) = -8\ 921,74 \text{ kg-m}$$

$$MFA = 1,4 * (-4\ 698,87) + 1,7 * (-1\ 480,27) = - 9\ 094,88 \text{ kg-m}$$

$$MFA = 0,75 * [1,4 * (-4\ 698,87) + 1,7 * (-1\ 480,27) + 1,87 * (-160,43)] \\ = -7\ 046,16 \text{ kg-m}$$

$$MFA = 0,90 * (-10\ 201,41) + 1,43 * (181,49) = -4\ 458,40 \text{ kg-m}$$

De estos resultados se toman los mayores.

Columnas:

$$MAB = 1,4 * (-200,74) + 1,7 * (-103,27) = -456,60 \text{ kg-m}$$

$$MAB = 0,75 * [1,4 * (-200,74) + 1,7 * (-103,27) + 1,87 * (6\ 007,03)] \\ = 8\ 082,41 \text{ kg-m}$$

$$MAB = 0,90 * (-200,74) + 1,43 * (6007,03) = 8409,40 \text{ kg-m}$$

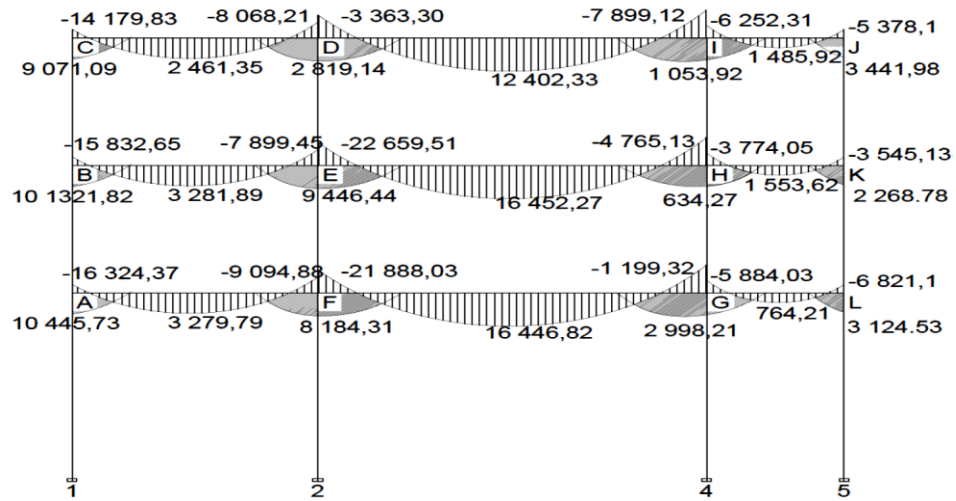
$$MBA = 1,4 * (94,61) + 1,7 * (60,79) = 235,80 \text{ kg-m}$$

$$MBA = 0,75 * [1,4 * (94,61) + 1,7 * (60,79) + 1,87 * (-4\ 897,35)] = 7\ 045,40 \text{ kg-m}$$

$$MBA = 0,90 * (94,61) + 1,43 * (-4\ 897,35) = 6\ 918,06 \text{ kg-m}$$

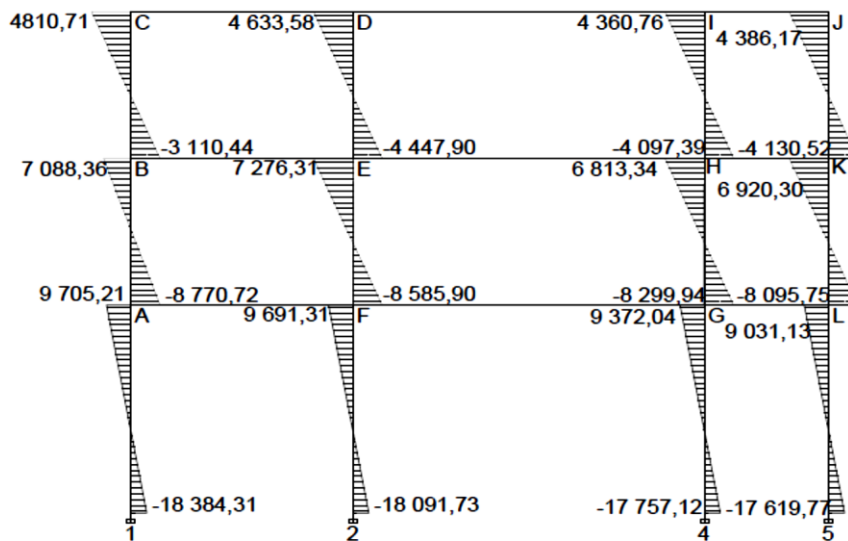
Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes diagramas:

Figura 31. Diagrama de momentos últimos en vigas (kg-m) marco Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de momentos últimos en columnas (kg-m) marco Y



Fuente: elaboración propia.

Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos:

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes.

- Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 * \left[\frac{1,4 * (W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7 * (W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87 * (\sum Ms)}{L} \right]$$

- Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum (M_{col})}{L}$$

Vigas sentido Y:

$$\begin{aligned} VCD &= 0,75 * \left[\frac{1,4 * 2 878,51 * 6,65}{2} + \frac{1,7 * 625,85 * 6,65}{2} + \frac{1,87 * (16 324,37 + 9 094,88)}{6,65} \right] \\ &= 18 063,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

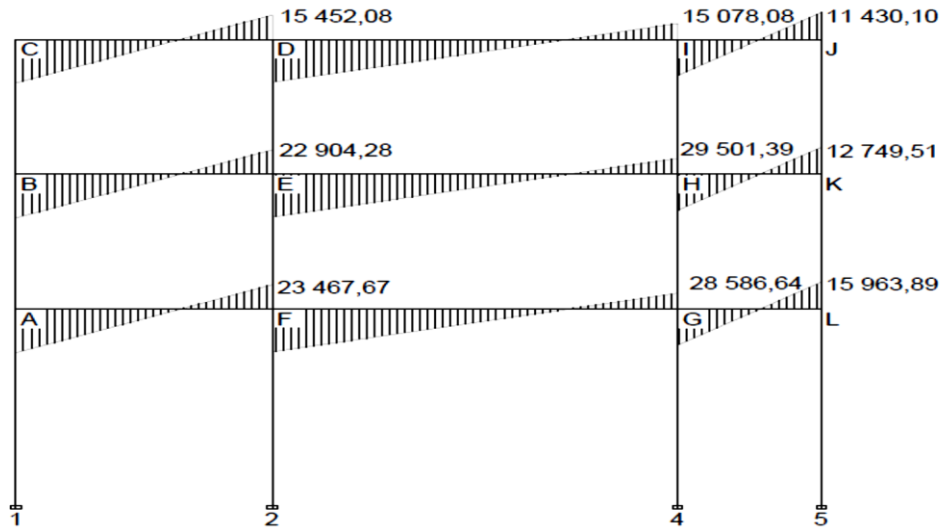
Columnas sentido Y:

$$VCB = \frac{(7 921,15)}{3,15} = 2 514,65 \text{ kg}$$

$$VCB = 2 514,65 \text{ kg}$$

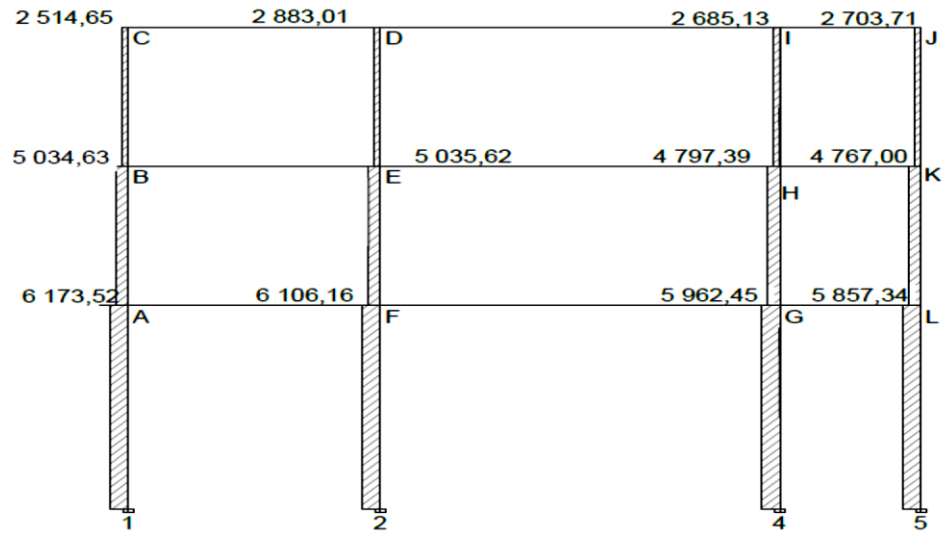
Los resultados para los tramos Y, se presentan en los siguientes diagramas:

Figura 33. Diagrama de corte último en vigas (kg) marco Y



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Diagrama de corte último en columnas (kg) marco Y



Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Diseño estructural

El diseño estructural consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura.

La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquel, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto.

Es decir, que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio.

En el diseño estructural de este proyecto, se aplicaron las siguientes especificaciones:

Materiales:

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2,15E6 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 2,19E5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1\,710 \text{ kg/m}^3$$

Recubrimientos:

Cimentación = 0,075 m

Columnas = 0,03 m

Vigas = 0,025 m

Losas = 0,025 m

2.3.5.1. Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubierta o techo.

Por su espesor, pueden dividirse en:

Cascarones ($t < 0,09$)

Planas ($0,09 \leq t \leq 0,15$)

Nervuradas ($t < 0,15$)

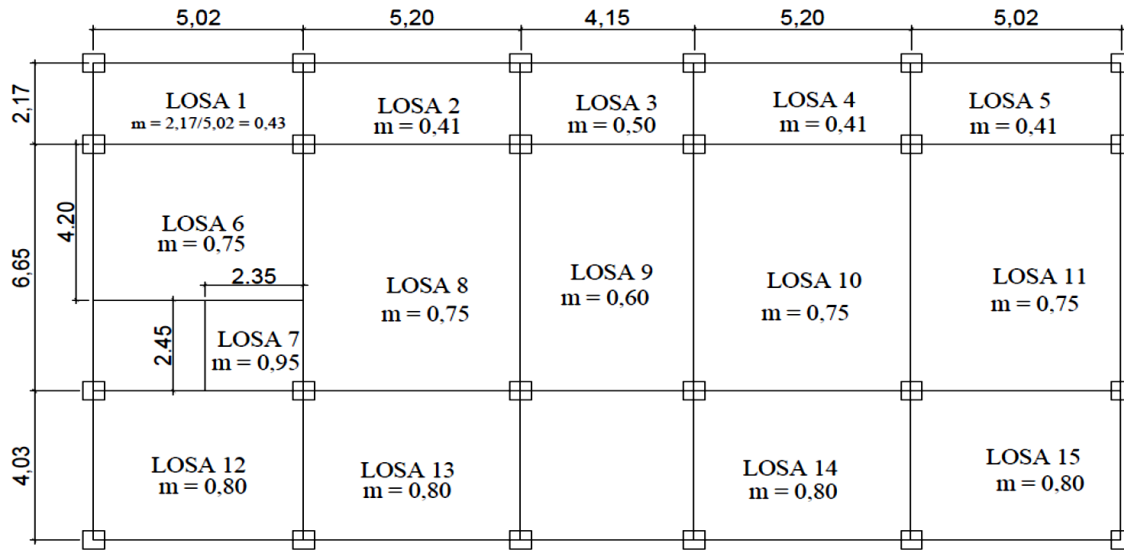
Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI – 318 –05 capítulo 13.

Losas del nivel 1

A continuación se detalla el procedimiento para diseñar losas en dos direcciones:

- Datos: las dimensiones se muestran en la figura 35
- Espesor de la losa (t): el espesor de las losas $t = 0,13$ metros

Figura 35. Planta típica de distribución de losas



Fuente: elaboración propia.

Carga última o carga de diseño

Losa 1

$$C_u = 1,40 * [(2\ 400 * 0,13) + 250] + 1,70 * 300 = 1\ 366,80\ \text{kg/m}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 metro de ancho:

Losa 1

$$C_{Uu} = 1\ 366,80 * 1,00 = 1\ 366,80\ \text{kg/m}$$

Losa 6

$$CUu = 1\,570,80 * 1,00 = 1\,570,80 \text{ kg/m}$$

Momentos actuantes

Las fórmulas para calcular los momentos, son las siguientes:

$$MA(-) = C * CUu * A^2$$

$$MA(+) = C * CMUu * A^2 + C * CVUu * A^2$$

$$MB(-) = C * CUu * B^2$$

$$MB(+) = C * CMUu * B^2 + C * CVUu * B^2$$

Donde

C = coeficiente de tablas ACI

A = dimensión del lado corto considerado de la losa [m]

B = dimensión del lado largo considerado de la losa [m]

La relación $m = \frac{A}{B}$, sirve para verificar como trabaja la losa, para $m \leq 0,50$ trabaja en un sentido y $m > 0,50$ la losa trabaja en dos sentidos.

Donde

A = lado corto del área de losa en estudio [m]

B = lado largo del área de losa en estudio [m]

Losa 1; $m = \frac{2,17}{5,02} = 0,43$ losa actúa en un sentido, las losas No. 2, 4, 5 y 6 trabajan en un sentido.

Losa 6; $m = \frac{5,02}{6,65} = 0,75$ losa actúa en dos sentidos

Cargas últimas:

$$CVU = 1,7 * (300) = 510 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 * (2\ 400 * 0,13 + 300) = 856,80 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

Losa 6 (caso 8)

$$MA(-) = 0,061 * 1\ 366,80 * 5,02^2 = 2\ 101,08 \text{ kg-m}$$

$$MA(+) = 0,036 * 856,80 * 5,02^2 + 0,049 * 510 * 5,02^2 = 1\ 407,06 \text{ kg-m}$$

$$MB(-) = 0,036 * 1\ 366,80 * 6,65^2 = 2175,96 \text{ kg-m}$$

$$MB(+) = 0,013 * 856,80 * 6,65^2 + 0,016 * 510 * 6,65^2 = 853,42 \text{ kg-m}$$

Losa 7 (caso 8)

$$MA(-) = 0,038 * 1\ 366,80 * 2,35^2 = 286,83 \text{ kg-m}$$

$$MA(+) = 0,022 * 856,80 * 2,35^2 + 0,031 * 510 * 2,35^2 = 191,41 \text{ kg-m}$$

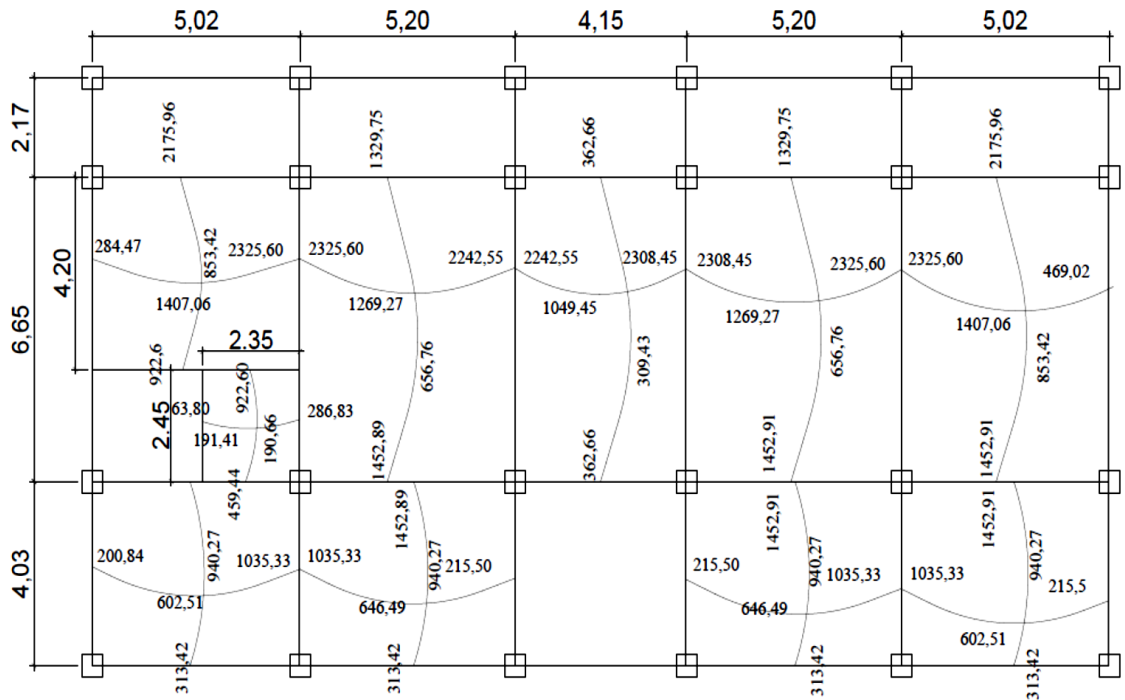
$$MB(-) = 0,056 * 1\ 366,80 * 2,45^2 = 459,44 \text{ kg-m}$$

$$MB(+) = 0,021 * 856,8 * 2,45^2 + 0,027 * 510 * 2,45^2 = 190,66 \text{ kg-m}$$

Para los casos donde no exista continuidad el método establece que: los momentos en bordes discontinuos se suponen iguales a un tercio del momento positivo para la misma dirección.

En la figura 36 se presentan los resultados de todos los momentos obtenidos en las losas.

Figura 36. Momentos actuantes en losas (kg-m)



Fuente: elaboración propia.

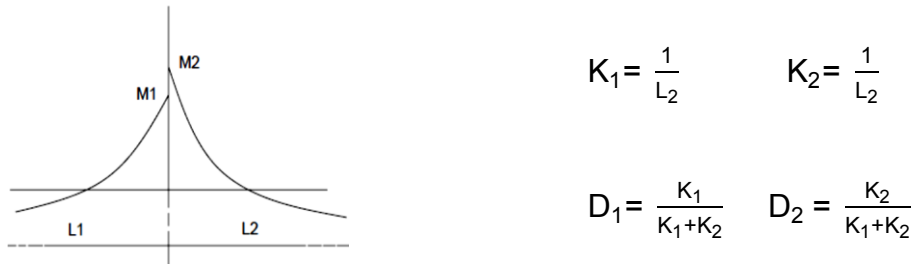
Balance de momentos: cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear estos momentos antes de proceder a calcular los refuerzos.

Se balancean de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{Si } 0,80 * M2 \text{ mayor} \leq M1 \text{ menor} \rightarrow M_b = \frac{M_{2\text{Mayor}} + M_{1\text{Menor}}}{2}$$

Si $0,80 * M2 \text{ mayor} > M1 \text{ menor}$ → se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

Figura 37. **Balanceo de momentos en losas (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Balanceo de momentos en losas (kg-m)**

D_1	D_2
M_1	M_2
$+D_1 * (M_2 - M_1)$	$-D_2 * (M_2 - M_1)$
$+D_1 * (M_2 - M_1) + M_1$	$-D_2 * (M_2 - M_1) + M_2$
Mb	Mb

Fuente: elaboración propia.

Balanceo de momentos entre losas 9 y 10

$$M_2 = 2\,550,12 \text{ kg-m}$$

$$M_1 = 2\,000,88 \text{ kg-m}$$

$0,80 * (2\,550,12) = 2\,040,10 > 2\,000,88$ entonces: Mb se calcula por rigidez.

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{4,5} = 0,222$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{5,20} = 0,192$$

$$D_1 = \frac{0,241}{0,241 + 0,192} = 0,56$$

$$D_1 = \frac{0,192}{0,241 + 0,192} = 0,44$$

Tabla XIX. **Cálculo de balance de momentos en losas (kg-m)**

0,56	0,44
2 550,12	2 000,88
0,56 * (2 550,12 - 2 000,88)	-0,44 * (2 550,12 - 2 000,88)
307,57	-241,67
Mb = 2 308,45 Kg-m	Mb = 2 308,45 Kg-m

Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos entre losas 10 y 1

$$M_2 = 2 550,12 \text{ kg-m}$$

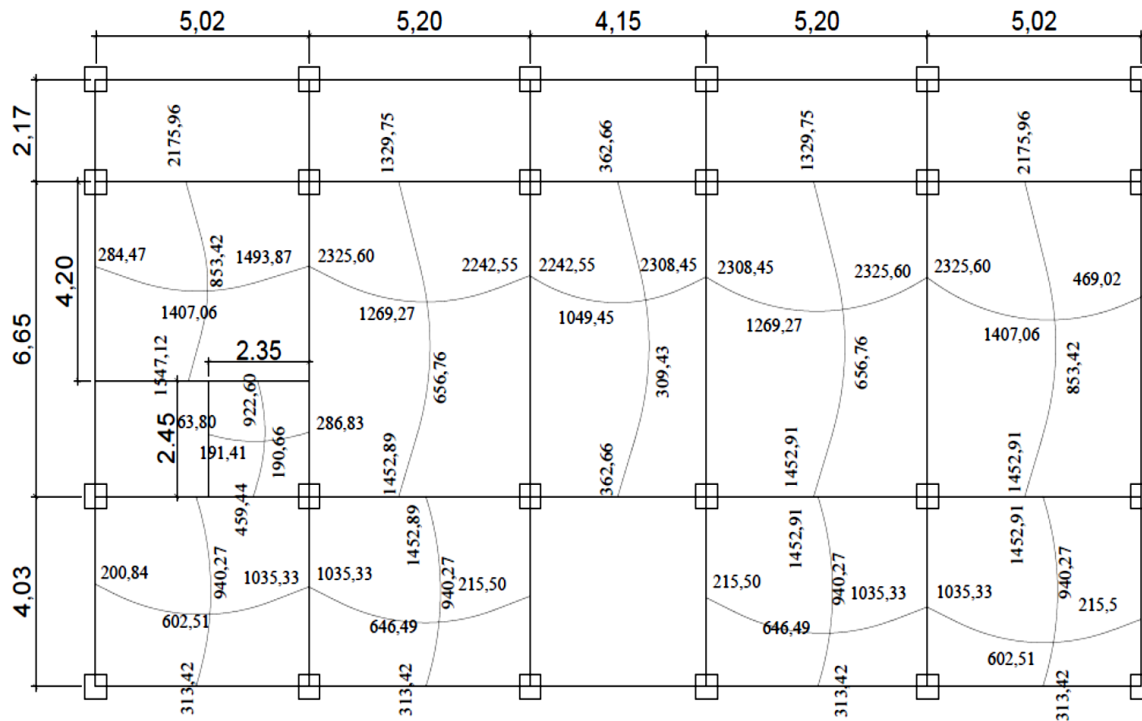
$$M_1 = 2 101,88 \text{ kg-m}$$

$0,80 * (2 550,12) = 2 040,10 < 2 101,88$ entonces: Mb se calcula por promedio.

$$M_b = \frac{2 550,12 + 2 101,88}{2} = 2 326,00 \text{ kg-m.}$$

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios pueden observarse en la figura 38.

Figura 38. **Planta de momentos balanceados en losas típicas nivel 1 (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Diseño del acero de refuerzo: el refuerzo para las losas se calculó como una viga con un ancho unitario de 1,00 metro. El procedimiento es el siguiente:

Losa 1:

- Cálculo de límites para el acero (losa 1)

Peralte efectivo d

$$d = t - \text{Rec} - \frac{\emptyset}{2} = 13 - 2,50 - \frac{0,9525}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * 14,10 * \frac{b * d}{f_y}$$

Donde

b= ancho unitario (100 cm)

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * 14,1 * \frac{100 * 10}{4 * 200} = 1,34 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S para $A_{s_{\min}}$, proponiendo varillas No. 3 ($A_s = 0,71 \text{ cm}^2$)

$$1,34 \text{ cm}^2 \text{ -----} 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ -----} S \quad S = 52,98 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento que resiste el $A_{s_{\min}} = 1,34 \text{ cm}^2$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 * \left[A_{s_{\min}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s_{\min}} * f_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 * \left[1,34 * 4 * 200 * \left(10 - \frac{1,34 * 4 * 200}{1,7 * 281 * 100} \right) \right] = 50 055,25 \text{ kg-cm}$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 50 055,25 \text{ Kg-cm} * \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 500,55 \text{ kg-m}$$

- El espaciamento de la armadura en las secciones críticas no deben exceder de 2 veces el espesor de la losa

Chequear el espaciamento máximo

$$S_{\max} = 2 * t$$

$$S_{\max} = 2 * (0,13) = 0,26 \text{ m, entonces usar } S_{\max} = 0,26 \text{ m}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * \beta_1 * f'c * 6\ 090}{f_y * (f_y + 6\ 090)}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 281 * 6\ 090}{4\ 200 * (4\ 200 + 6\ 090)} = 0,02860$$

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

$$\rho_{max} = 0,50 * 0,0286 = 0,14$$

- Cálculo de las áreas de acero requeridas para las losas típicas del nivel 1

Para los momentos menores que resiste el $MAS_{mín}$, se usa $AS_{mín}$ y con un espaciamiento de $S_{máx} = 0,26$ metros; para los momentos mayores al $MAS_{mín}$ se calcula el área de acero con la fórmula siguiente:

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

Donde

Mu = momento último (kg-m), Mu = 2 325,60 kg-m

b = franja unitaria, b = 100 cm

d = peralte efectivo de la losa, d = 10 cm

f'c = resistencia del concreto, f'c = 281 kg/cm²

f_y = resistencia del acero, f_y = 4 200 kg/cm²

AS_{req} = área de acero requerida por el elemento

$$AS_{req} = \left[100 * 10 - \sqrt{(100 * 10)^2 - \frac{2\ 325,6 * 100}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 * \frac{281}{4\ 200} = 6,52 \text{ cm}$$

Los resultados se pueden observar en las tablas siguientes:

Tabla XX. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje X**

Tipo	Momento	b cm	t cm	d cm	As req	No. Barra	S cm
-	2325,60	100,00	13,00	10,00	6,53	4,00	26,00
-	1848,50	100,00	13,00	10,00	5,12	4,00	26,00
-	2242,55	100,00	13,00	10,00	6,28	4,00	26,00
-	2308,45	100,00	13,00	10,00	6,48	4,00	26,00
-	1035,33	100,00	13,00	10,00	2,81	4,00	26,00
+	1407,06	100,00	13,00	10,00	3,85	4,00	26,00
+	1269,27	100,00	13,00	10,00	3,46	4,00	26,00
+	1049,45	100,00	13,00	10,00	2,85	4,00	26,00
+	602,51	100,00	13,00	10,00	1,62	4,00	26,00
+	646,49	100,00	13,00	10,00	1,74	4,00	26,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje Y**

Tipo	Momento	b cm	t cm	d cm	As req	No. Barra	S cm
-	922,90	100,00	13,00	10,00	2,50	4,00	26,00
-	1151,74	100,00	13,00	10,00	3,13	4,00	26,00
-	1452,89	100,00	13,00	10,00	3,98	4,00	26,00
-	1452,91	100,00	13,00	10,00	3,98	4,00	26,00
+	853,42	100,00	13,00	10,00	2,30	4,00	26,00
+	656,76	100,00	13,00	10,00	1,76	4,00	26,00
+	309,43	100,00	13,00	10,00	0,82	4,00	26,00
+	940,27	100,00	13,00	10,00	2,54	4,00	26,00

Fuente: elaboración propia.

Chequeo por corte: el cortante puede ser crítico en losas donde se aplica una carga concentrada, tal es el caso de las losas planas, en este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto y se debe chequear si el peralte predimensionado es el correcto.

- Corte máximo actuante

CUu = carga última unitaria

$$V_{\max} = \frac{CU_u * l}{2}$$

Donde

L = lado corto de la losa que se está analizando

$$V_{\max} = \frac{1\,366,8 * 5,02}{2} = 3\,430,70 \text{ kg}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{f_c} * t$$

$$V_{\text{res}} = 45 * \sqrt{281} * 13 = 9\,806,40 \text{ kg}$$

- Comparación de Vres con V_{máx}

Se debe chequear que el Vres > V_{máx}, de lo contrario se modifica el valor t, para realizar un nuevo chequeo de valores, 9 806,40 > 3 430,70, por tanto del valor de t es el correcto, el armado quedaría así: As por temperatura No. 4 @ 0,25 metros, tensión No.4 @ 0,25 y bastón No. 4 @ 0,25 metros.

Los resultados del análisis para el armado de la losa del nivel 2 y nivel 3, son los mismos del procedimiento del nivel 1 y, los datos de la losa del nivel 2 corresponden a los datos de la losa del nivel 1.

Losa nivel 3:

Losa tipo 1

$$C_u = 1,4 * [(2\ 400 * 0,13) + 200] + 1,7 * (150) = 971,80 \text{ kg/m}^2$$

Tabla XXII. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 3, eje X**

Tipo	Momento	b cm	t cm	d cm	As req	No. Barra	S cm
-	904,08	100	13	10	2,44	3	26
-	629,09	100	13	10	1,69	3	26
-	519,71	100	13	10	1,39	3	26
-	778,27	100	13	10	2,10	3	26
-	522,83	100	13	10	1,40	3	26
+	965,17	100	13	10	2,61	3	26
+	130,74	100	13	10	0,35	3	26
+	852,99	100	13	10	2,30	3	26
+	703,54	100	13	10	1,89	3	26
+	852,99	100	13	10	2,30	3	26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 3, eje Y**

Tipo	Momento	b cm	t cm	d cm	As req	No. Barra	S cm
-	922,9	100	13	10	2,50	3	26
-	1 151,74	100	13	10	3,13	3	26
-	1 452,89	100	13	10	3,98	3	26
-	1 452,91	100	13	10	3,98	3	26
+	592,51	100	13	10	1,59	3	26
+	131,68	100	13	10	0,35	3	26
+	443,16	100	13	10	1,18	3	26
+	205,73	100	13	10	0,55	3	26

Fuente: elaboración propia.

2.3.5.2. Diseño de vigas

Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para el diseño de vigas, se deben tomar en cuenta, los tipos de fallas que pueden ocurrir:

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia f_y ; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura $0,85 f'_c$, la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza.

Estas vigas se llaman sobreforzadas y su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

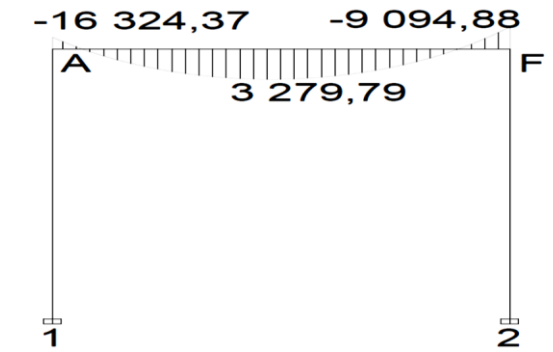
El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0,85 f'_c$, mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga f_y . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman sobrerreforzadas.

Puede presentarse un tipo de falla, la cual ocurre simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcance su fatiga límite de compresión $0,85 f'_c$, a la vez que el acero llega también a su límite f_y . A estas vigas se les da el nombre de Vigas Balanceadas y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

Viga tramo A – F

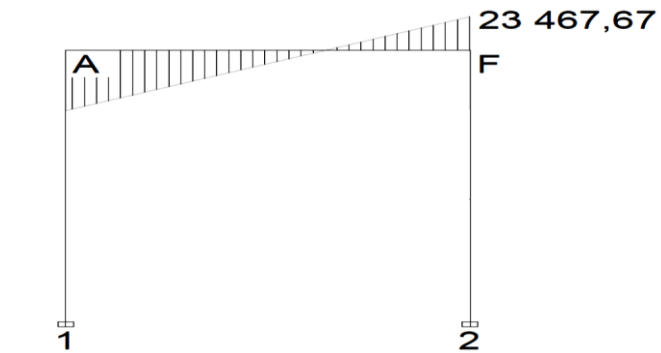
Para el diseño de vigas se utiliza el procedimiento siguiente:

Figura 39. **Diagrama de momentos (kg-m) en viga A-F**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Diagrama de corte (kg) en viga A-F**



Fuente: elaboración propia.

Sección = 0,25 x 0,50, peralte efectivo (d) = 0,475

Longitud = 4,20, tramo A – F, eje Y

Límites de acero: cálculo de límites de acero máximo y mínimo

Área de acero mínimo = $A_{s_{\min}}$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4\ 200} \right] * 25 * 47,50 = 3,82 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo = $A_{s_{\max}}$

$$\rho_{\max} = 0,5 \rho_{bal}$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \left[\frac{0,85 * B_1 * f' * 6090}{f_y + 6\ 090} \right] * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 16,27 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal: cálculo de áreas de acero según la fórmula siguiente:

$$M_{ux} = 16\ 324,37 \text{ kg-m}$$

$$A_s = \left[b * d - \frac{\sqrt{(b * d)^2 - M_{ux} * b}}{0,008325 * f_c} \right] * \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[25 * 47,5 - \frac{\sqrt{(25 * 47,5)^2 - 16\ 324,37 * 25}}{0,008325 * 281} \right] * \frac{0,85 * 281}{4\ 200} = 11,10 \text{ cm}^2$$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que, el área de estas, supla lo solicitado en los cálculos de A_s , esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

Refuerzo cama superior al centro: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 33% del A_s calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s\text{mín}}$.

$$A_{s\text{min}} \text{ en } M(-) \begin{cases} 33\% * A_{s\text{req}}(M-)\text{izq} = 0,33 * 11,10 = 3,63 \text{ cm}^2 \\ 33\% * A_{s\text{req}}(M-)\text{der} = 0,33 * 5,52 = 1,82 \text{ cm}^2 \\ A_{s\text{mín}} = 3,82 \text{ cm}^2 \\ A_{s\text{corrido}} = 2 \text{ No. } 6 = 2 * 2,85 = 5,7 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

En cama superior: 2 No. 6 corridos para $M(-)$ der.

Refuerzo cama inferior en apoyos: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 50 % del A_s calculado para el $M(+)$; 50% del A_s calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s\text{mín}}$.

$$A_{s\text{min}} \text{ en } M(+) \begin{cases} 50\% * A_{s\text{req}}(M-)\text{izq} = 0,50 * 11,10 = 5,55 \text{ cm}^2 \\ 50\% * A_{s\text{req}}(M-)\text{der} = 0,50 * 5,52 = 2,76 \text{ cm}^2 \\ 50\% * A_{s\text{req}}(M+)\text{cen} = 0,50 * 1,94 = 0,97 \text{ cm}^2 \\ A_{s\text{mín}} = 3,82 \text{ cm}^2 \\ A_{s\text{corrido}} = 2 \text{ No. } 6 = 2 * 2,85 = 5,7 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

En cama inferior: 2 No. 6 corridos

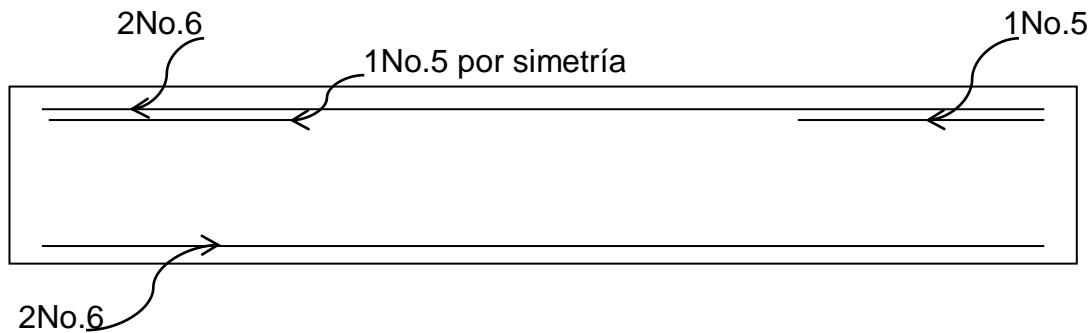
La diferencia entre A_s calculado y A_s corrido, en ambas camas, se coloca como tensiones y bastones. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXIV. **Diferencia entre As calculado y As corrido**

Momento	As req.	No. de varia	As usar
16 324,37	11,10	4 No. 6 + 1 No.5	13,38
9 094,88	5,52	2 No. 6	5,70
3 279,79	1,94	2 No. 6	5,70

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Armado propuesto para viga A-F**



Fuente: elaboración propia.

Refuerzo a corte:

Acero transversal (estribos): también se le llama refuerzo en el alma, se coloca en forma de estribos, espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

Su fórmula es: $V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$, donde $\phi = 0,85$ para corte.

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 25 * 41 = 7 740,55 \text{ kg}$$

Corte actuante, según el diagrama de corte último, viga tramo A – F

$$V_a = 23\,467,67 \text{ kg}$$

Comparar el corte que resiste el concreto V_{cu} con el corte actuante (V_a), si $V_{cu} \geq V_a$, la viga necesita estribos sólo por armado; y el espaciamiento de estos es, $S_{\max} = \frac{d}{2}$, usando como mínimo varillas No. 3.

Como $d = 41 \text{ cm}$, entonces $S_{\max} = \frac{41}{2} = 20,5 \text{ cm}$ por lo tanto $S_{\max} = 0,20 \text{ m}$.

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte

Para este caso, $V_{cu} = 7\,740,55 \text{ kg} < V_a = 23\,467,67 \text{ kg}$

Estribos por corte, el procedimiento de diseño es el siguiente:

Longitud de viga, $L_v = 4,08 \text{ m}$

$$X' = \frac{L_v}{2} = \frac{4,08}{2} = 2,04 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{V_u * X'}{V_{ac}} = \frac{7\,740,55 * 2,04}{23\,467,67} = 0,67 \text{ m}$$

El espaciamiento para X'' será:

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{ac}} = \frac{2 * 0,71 * 4\,200 * 47,5}{23\,467,67}$$

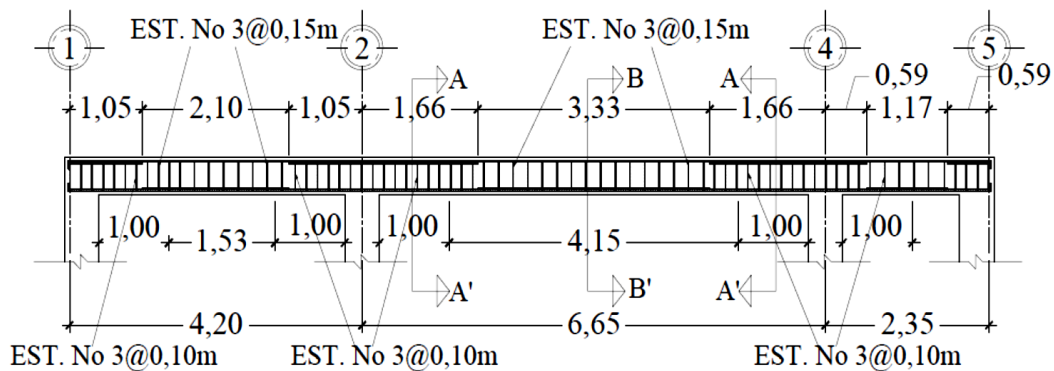
$S = 12,07 \text{ cm}$, se utiliza $S = 10 \text{ cm}$

El resto de estribos se diseña con el corte que resiste el concreto

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{cu}} = \frac{2 * 0,71 * 4 200 * 47,5}{7 740,55} = 36,60 \text{ cm}$$

Se utiliza, $S_{\max} = 35 \text{ cm}$

Figura 42. **Espaciamiento de estribos en viga principal**



Fuente: elaboración propia.

2.3.5.3. Diseño de columnas

Son elementos estructurales, que sostienen principalmente cargas a compresión. El refuerzo principal en las columnas, es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga.

Según el código ACI 318-99, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, cuando estas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para lograr incrementos en la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión, se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

- Reducir la carga axial suficientemente, bajo la carga axial del estado de esfuerzos balanceados.
- Incrementar la cantidad de refuerzo longitudinal a compresión
- Incrementar el confinamiento en el concreto del núcleo, con refuerzo lateral (espirales, ganchos, estribos).
- Reducir los esfuerzos por cortante al alcanzar la resistencia por flexión

En este caso se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas.

Procedimiento aplicado a la columna del nivel 1.

Columna típica

Datos de diseño:

$a = 0,45 \text{ m}$

Altura $N_1 = 3,02 \text{ m}$

$b = 0,45 \text{ m}$

$N_2 = 3,15 \text{ m}$

Área tributaria $26,50 \text{ m}^2$

$M_x = 18\,384,31 \text{ kg-m}$

$M_y = 3\,987,25 \text{ kg-m}$

Corte $V_c = 9\,182,01 \text{ kg}$

$$C_u = 1,4 * C_M + 1,7 * C_V$$

Diseño de columnas

Carga última

$$C_u = 1,4 * C_M + 1,7 * C_V$$

$$C_u N_3 = 816,80 \text{ kg/m}^2 \quad W_1 = 562 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u N_2 = 2\,471,80 \text{ kg/m}^2 \quad W_2 = 1\,562 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u N_1 = 2\,471,80 \text{ kg/m}^2 \quad W_3 = 1\,562 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{u_t} = 5\,760,40 \text{ kg/m}^2 \quad W_t = 3\,686 \text{ kg/m}^2$$

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{C_{u_t}}{W_t} = \frac{5\,760,40}{3\,686,00} = 1,56$$

$$P_u = \text{Alosas} * C_u + (PP_v + PP_c) * F_{cu}$$

$$P_u = 26,5 * 5\,760,40 + (0,25 * 0,37 * 2\,400 * 9,21 + 0,45 * 0,45 * 2\,400 * 3,02) * 1,56 = 93\,038,74 \text{ kg}$$

Esbeltez de columnas en sentido x

Datos

Viga

Long 6,15 m, base 25 cm, altura 50 cm

Columna No.

Long 4,55 m, base 45 cm, ancho 45 cm

Inercia

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_v = \frac{25 \cdot 50^3}{12} = 260\,416,6667 \text{ cm}^4$$

$$I_c = \frac{45 \cdot 45^3}{12} = 341\,718,75 \text{ cm}^4$$

Coeficiente que mide el grado de empotramiento Ψ

Extremo superior

$$\Psi = \frac{\frac{\sum (E_m \cdot I)}{L_c}}{\frac{\sum (E_m \cdot I)}{L_v}}$$

con $E_m = 1$ (todo el marco es del mismo material)

$$\Psi = \frac{\frac{1 \cdot 341\,718,75}{4,55}}{\frac{260\,416,667}{6,15}} = 1,082$$

Extremo inferior $\Psi_b = 0$ (empotramiento en la base)

Promedio

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{1,082 + 0}{2} = 0,54$$

Factor de pandeo K:

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \cdot \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 - 0,54}{20} * \sqrt{1 + 0,54}$$

$$K = 1,21$$

Esbeltez de la columna:

Es importante establecer relaciones entre la altura, ancho y luz libre de los elementos, particularmente si se espera que el elemento exhiba una respuesta dúctil ante el sismo de diseño.

Si el elemento es demasiado esbelto, puede ocurrir el pandeo lateral del borde comprimido.

Si el elemento es demasiado robusto (poco esbelto), se torna difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte.

Por el valor de su esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ($E < 21$), intermedias ($21 \leq E \leq 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas, se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, no se construyen porque fallan por pandeo, según Reglamento ACI 318-99 sección 10.13.2.

La esbeltez de la columna en el sentido X se calcula con el procedimiento siguiente:

Fórmula:

$$E = \frac{K * L_u}{\sigma}$$

Donde

E = esbeltez de la columna

L_u = longitud entre apoyos; $L_u = 2,90$ m

K = factor de pandeo; $K = 1,21$

σ = radio de giro; $\sigma = 0,30 * L_1$

L_1 = lado menor de la columna, para columnas rectangulares; $L_1 = 0,40$ m

$$E = \frac{1,21 * 2,90}{0,30 * 0,40} = 28,18, \text{ magnificar los momentos}$$

Magnificación de momentos sentido X:

Factor de flujo plástico del concreto βd

$$\beta d = \frac{CMU}{CU} = \frac{572,65}{1,4 * 572,65 + 1,7 * 350} = 0,410$$

Total del material

$$EI = \frac{(EC * I_g)}{2,5 * (1 + \beta d)}$$

Donde

EI = total del material

E_c = módulo de elasticidad del concreto; $E_c = 15\ 100 * \sqrt{f_c}$

$E_c = 15\ 100 * \sqrt{281} = 253\ 122,124253$

I_g = momento de inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo

$$EI = \frac{(253\ 122,124 * 341\ 718,75)}{2,5 * (1 + 0,41)} = 24\ 542\ 157\ 257 \text{ Kg-cm}^2, EI = 2\ 454,22 \text{ t-m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler P_{cr}

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2 * EI)}{(K * Lu)^2} = \frac{(\pi^2 * 2\,454,22)}{(1,21 * 2,96)^2} = 6\,366,94 \text{ t}$$

Magnificado de momento δ

$$\delta = \frac{1}{\left(1 - \frac{P_u}{\phi * P_{cr}}\right)} \geq 1 = \frac{1}{\left(1 - \frac{93,03874}{0,70 * 6\,366,94}\right)} = 1,04 \geq 1$$

Momentos de diseño M_d

$$M_d = \delta * M_u \text{ (kg-m)}$$

Donde

δ = magnificador de momentos

M_u = momento último

$$M_{dx} = 1,04 * 18\,324,31 = 19\,064,44 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 1,04 * 3\,987,25 = 4\,134,76 \text{ kg-m}$$

Refuerzo longitudinal

El área de acero en una columna debe estar dentro de los límites siguientes $1 \% A_g \leq A_s \leq 6 \% A_g$ según ACI 318-2005 CAP. 10.9.1, para zona sísmica.

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4\,200} \right] * 45 * 40 = 20,25 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo $A_{s_{max}}$

$$\begin{aligned}\rho_{m\acute{a}x} &= 0,5 \rho_{bal} \\ A_{s_{max}} &= \rho_{m\acute{a}x} * b * d \\ A_{s_{max}} &= 0,5 * \left[\frac{0,85 * B_1 * f'c}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090} \right] * b * d\end{aligned}$$

$$A_{s_{max}} = 162 \text{ cm}^2$$

Se utiliza el 1,20% del área de acero mínimo

$$A_s = 1.2\% * 20,25 = 24,30 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 4 No. 8 + 4 No. 6

$$A_s = 4 * 5,06 + 4 * 2,86 = 31,68 \text{ cm}^2$$

Utilizando el diagrama de iteración para diseño de columna los valores son:

Valor de la gráfica

$$Y = \frac{(H_n)}{H_c} = \frac{b - 2 * rec}{h}$$

Donde

Y = valor de la gráfica

H_n = altura del núcleo de la sección de la columna [m]

H_c = altura de la columna [m]

$$Y = \frac{0,45 - 2 * 0,03}{4,55} = 0,80$$

Valor de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{A_g \cdot 0,85 \cdot f_c} = \frac{31,68 \cdot 4200}{45 \cdot 40 \cdot 0,85 \cdot 210} = 0,28, \text{ se aproxima a } 0,30$$

Utilizando el diagrama de iteración para diseño de columna los valores son:

Excentricidades

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{19064,44}{93038,74} = 0,206$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{4134,76}{93038,74} = 0,044$$

Con las excentricidades se calculan de las diagonales.

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,206}{2,25} = 0,091$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,044}{2,25} = 0,019$$

Con $\rho_{tu} = 0,30$, se obtienen los valores de K'_i en las gráficas

$$K'_x = 0,6$$

$$K'_y = 0,8$$

Calculo de las resistencias de la columna a una excentricidad dada

$$P'_{ux} = K'_x \cdot \Phi \cdot f_c \cdot b \cdot h$$

$$\text{con: } e_x = 0,206, K'_x = 0,6$$

$$P'_{ux} = 0,6 \cdot 0,7 \cdot 281 \cdot 45 \cdot 45 = 238990,50 \text{ kg}$$

$$\text{con } e_y = 0,019, K'_y = 0,8$$

$$P'_{uy} = 0,8 * 0,7 * 281 * 45 * 45 = 318\ 654,00 \text{ kg}$$

Carga axial que resiste la columna

$$P'_o = \Phi * [0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$$P'_o = 0,70 * [0,85 * 281 * (45 * 45 - 31,68) + 31,68 * 4\ 200] = 456\ 870,36 \text{ kg}$$

Carga de resistencia de la columna

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{238\ 990,50} + \frac{1}{318\ 654,00} - \frac{1}{456\ 870,36}$$

$$P'_u = 194\ 792,72 \text{ kg}$$

Chequeo de valores

$$P_u = 93\ 038,74 \text{ kg}$$

$$P'_u = 194\ 792,72 \text{ kg}$$

Según estos valores $P'_u > P_u$ por lo que el armado propuesto resiste las cargas aplicadas.

Refuerzo transversal

Esfuerzo que resiste el concreto V_{cu}

$$V_{cu} = \Phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d, \text{ con } \Phi = 0,85 \text{ para corte}$$

Donde

b = base de la columna

d = peralte efectivo

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 45 * 37 = 13\,593,16 \text{ kg}$$

Corte actuante

$$V_a = 9\,182,01 \text{ kg}$$

Comparar V_{cu} con V_a , usando los siguientes criterios

SI $V_{cu} \geq V_a$, se colocan estribos a: $S = \frac{d}{2}$

SI $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos para corte, para estas condiciones la varilla mínima es la No. 3

Como $13\,593,16 \geq 9\,182,01$, se colocan estribos a $S = \frac{40}{2} \rightarrow S = 20 \text{ cm}$

Refuerzo por confinamiento

Longitud de confinamiento: se toma el mayor de las siguientes opciones

$$L_o = \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_u}{6} = \frac{3,15}{6} = 0,525 \text{ m} \\ \text{Lado} > \text{columna} = 0,40 \text{ m} \\ 0,45 \text{ m} \end{array} \right.$$

Se adopta $L_o = 0,55 \text{ m}$

Cálculo de espaciamiento entre estribos en zona confinada

$$S_0 = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_n}$$

Relación volumétrica, $\rho_s = 0,45 * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * f_c}{f_y} \right)$; pero debe cumplir con

$$\rho_s \geq 0,12 * \frac{f_c}{f_y}$$

Donde

A_v = área transversal que se utiliza como estribo [cm^2]

L_n = longitud no soportada del estribo [m]

S_0 = espaciamiento entre estribos en zona confinada [cm]

ρ_s = relación volumétrica de la columna

A_g = área gruesa [cm^2]

A_{ch} = área chica [cm^2]

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{45 * 45}{1\,917,60} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * 281}{4\,200} \right) = 0,014395$$

Chequeo

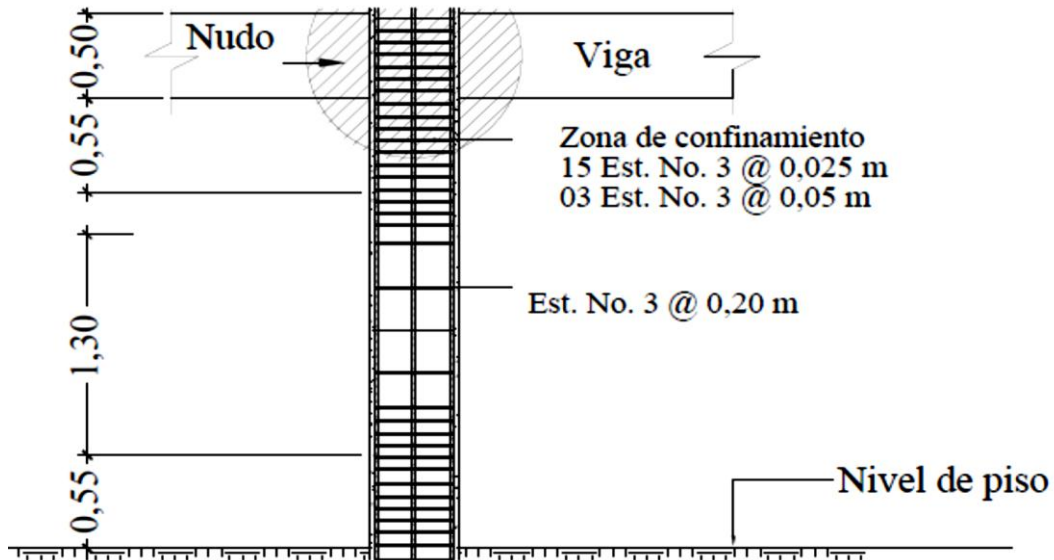
$$0,12 * \frac{281}{4\,200} = 0,008029; \rho_s \geq 0,008029$$

El valor a utilizar es 0,012468

Cálculo de espaciamiento entre estribos en la zona confinada

$$S_0 = \frac{2 * 0,71}{0,012468 * 40} = 2,740 \text{ cm, se utiliza el valor } S = 2,50 \text{ centímetros}$$

Figura 43. Armado propuesto para columna nivel 1



Fuente: elaboración propia.

Diseño de columna para nivel 2 y 3 se realiza con el mismo procedimiento de diseño de la columna del nivel 1.

Datos de diseño

Sección:

$a = 0,40 \text{ m}$ altura $N1 = 3,15 \text{ m}$

$b = 0,40 \text{ m}$ $N2 = 3,15 \text{ m}$

Área tributaria = $26,50 \text{ m}^2$

Nivel 2

$M_x = 9\,691,31 \text{ kg-m}$ $M_y = 3\,580,20 \text{ kg-m}$ $V_c = 2\,306,67 \text{ kg}$

Carga última CU

$$CU = 1,4 * CM + 1,7 * CV$$

$$CUN3 = 816,80 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 562,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CUN2 = 2\,471,80 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 1\,562,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{total}} = 3\,288,60 \text{ kg/m}^2$$

$$W_t = 2\,124,00 \text{ kg/m}^2$$

Factor de carga última:

$$F_{cu} = \frac{C_{ut}}{W_t}$$

$$F_{cu} = \frac{3\,288,60}{2\,124,00} = 1,548$$

Carga axial Pu

$$P_u = A_{\text{losas}} * CU + (PP_v + PP_c) * F_{cu}$$

Donde

A_{losas} = área de losas

CU = carga última

PPv = peso propio de la viga

PPc = peso propio de la columna

Fcu = factor de carga última

$$P_u = 26,5 * 5\,760,40 + (0,25 * 0,37 * 2\,400 * 9,21 + 0,40 * 0,40 * 2\,400 * 3,02) * 1,56 = 93\,038,74 \text{ kg}$$

$$P_u = 93,04 \text{ t}$$

Esbeltez de columnas en sentido X

Datos de secciones de elementos

Viga	columna 1	columna 2
Base 25 cm	base = 45 cm	40 cm
Altura 50 cm	altura = 45 cm	40 cm

No viga	Long (m)	Columna	Long (m)
1	6,15	C1	4,55
2	4,53	C2	3,15
3	4,53	C3	3,15
4	3,20		

Inercia

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_v = \frac{25 \cdot 50^3}{12} = 260\,416,6667 \text{ cm}^4$$

$$I_{c1} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{c2} = 341\,718,75 \text{ cm}^4$$

Coeficiente que mide el grado de empotramiento Ψ

$$\Psi = \frac{\frac{\sum (E_m \cdot I)}{L_c}}{\frac{\sum (E_m \cdot I)}{L_v}}$$

Extremo superior

con: $E_m = 1$ (todo el marco es del mismo material)

$$\Psi = \frac{\frac{1 \cdot 341\,718,75}{3,15}}{\frac{260\,416,667}{6,15}} = 1,119$$

Extremo inferior

$$\Psi = \frac{\frac{1 \cdot 341\,718,75 + 1 \cdot 213\,333,33}{3,15}}{\frac{260\,416,667}{6,15}} = 0,975$$

Promedio

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{1,119 + 0,975}{2} = 1,05$$

Factor de pandeo K:

$$K = \frac{(20 - \Psi_p)}{20 \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}; \text{ para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \cdot \sqrt{1 + \Psi_p}; \text{ para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{(20 - 1,05)}{20 \cdot \sqrt{1 + 1,05}} = 1,356$$

Esbeltez de la columna

La esbeltez de la columna en el sentido X se calcula con el procedimiento siguiente:

Fórmula:

$$E = \frac{K * L_u}{\sigma}$$

Donde

E = esbeltez de la columna

L_u = longitud entre apoyos; $L_u = 2,90$ m

σ = radio de giro, donde $\sigma = 0,30 * L_1$

L_1 = lado menor de la columna, para columnas rectangulares, $L_1 = 0,40$ m

$\sigma = 0,30 * 0,40 = 0,12$

$E = K * \frac{L_u}{\sigma}$ (Columna intermedia: $21 < E < 100$) magnificar los momentos

$$E = 1,356 * \frac{2,93}{0,12} = 35,59$$

Magnificación de momentos sentido X

Factor de flujo plástico del concreto β_d

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{572,65}{1,4 * 572,65 + 1,7 * 350}$$

$$\beta_d = 0,718$$

Total del material

$$EI = \frac{(EC * I_g)}{2,5 * (1 + \beta_d)}$$

Donde

EI = total del material

E_c = módulo de elasticidad del concreto; $E_c = 15\ 100 * \sqrt{f_c}$

$$E_c = 15\,100 * \sqrt{281} = 253\,122,124$$

I_g = momento de inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo.

$$EI = \frac{(253\,122,124 * 341\,718,75)}{2,5 * (1 + 0,718)} = 12\,574\,429\,652 \text{ kg-cm}^2$$

$$EI = 1\,257,44 \text{ t-m}^2$$

Carga crítica de pandeo de Euler P_{cr}

$$P_{cr} = \frac{(\pi^2 * EI)}{(K * L_u)^2} = \frac{(\pi^2 * 1\,257,44)}{(1,356 * 2,96)^2} = 2\,905,77 \text{ t}$$

Magnificado de momento

$$\delta = \frac{1}{\left(1 - \frac{P_u}{\Phi * P_{cr}}\right)} \geq 1 = \frac{1}{\left(1 - \frac{93,03874}{0,70 * 2\,905,77}\right)} = 1,05 \geq 1$$

Momentos de diseño

$$M_d = \delta * M_u \text{ [kg-m]}$$

$$M_{dx} = 1,05 * 9\,691,31 = 10\,155,85 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 1,05 * 3\,580,20 = 3\,751,81 \text{ kg-m}$$

Refuerzo longitudinal

El área de acero en una columna debe estar dentro de los límites siguientes:

$$1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g \quad \text{según ACI 318-2005 CAP. 10.9.1, para zona sísmica.}$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4 \cdot 200} \right] * 40 * 35 = 16,00 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo = $A_{s_{\max}}$

$$\rho_{\max} = 0,5 * \rho_{\text{bal}}$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \left[\frac{0,85 * 0,85 * 281}{4 \cdot 200} * \frac{6090}{4 \cdot 200 + 6 \cdot 090} \right] * 40 * 35$$

Se utiliza el 1,2%

$$A_s = 19,2 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 8 No. 6, $A_s = 22,80 \text{ cm}^2$

Utilizando el diagrama de iteración para diseño de columna los valores son:

Valor de la gráfica Y

$$Y = \frac{(H_n)}{H_c} = \frac{b - 2 * \text{Rec}}{h}$$

Donde

H_n = altura del núcleo de la sección de la columna [m]

H_c = altura de la columna [m]

Rec = recubrimiento [m]

$$Y = \frac{0,45 - 2 * 0,03}{3,15} = 0,90$$

Valor de la curva ρ_{tu} :

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * f_y}{A_g * 0,85 * f'_c}$$

$$\rho_{tu} = \frac{22,80 * 4 200}{40 * 40 * 0,85 * 281} = 0,25, \text{ se aproxima a } 0,30$$

Excentricidades

$$e_i = \frac{M_{di}}{P_u}$$

$$e_x = \frac{10 155,85}{93 038,7} = 0,11$$

$$e_y = \frac{3 751,81}{93 038,7} = 0,040$$

Con las excentricidades se calculan de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = 0,27$$

$$\frac{e_y}{h_y} = 0,10$$

Con $\rho_{tu} = 30$, se procede a encontrar los siguientes valores en las gráficas

$$K'_x = 0,45$$

$$K'_y = 0,65$$

Cálculo de las resistencias de la columna a una excentricidad dada la carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex

$$P'_{ux} = K'x * \Phi * f'c * b * h$$

$$P'_{ux} = 0,45 * 0,7 * 281 * 40 * 40 = 141\ 624,00 \text{ kg}$$

$$P'_{ux} = 0,65 * 0,7 * 281 * 40 * 40 = 204\ 568,00 \text{ kg}$$

Carga axial que resiste la columna

$$P'o = \Phi * (0,85 * f'c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

$$P'o = 0,70 * [0,85 * 281 * (40*40 - 22,80) + 22,80 * 4\ 200] = 354\ 355,67 \text{ kg}$$

Carga de resistencia de la columna

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'o}$$

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{141\ 624,00} + \frac{1}{204\ 568,00} - \frac{1}{354\ 355,67}; P'u = 109\ 561,70 \text{ kg}$$

Chequeo de valores

$$P_u = 93\ 038,74 \text{ kg}$$

$$P'u = 109\ 561,70 \text{ kg}$$

Según estos valores $P'u > P_u$ por lo que el armado propuesto resiste las cargas aplicadas.

Refuerzo transversal

Esfuerzo de corte que resiste el concreto V_{cu}

$$V_{cu} = \Phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d, \text{ con } \Phi = 0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu} = \Phi * 0,53 * \sqrt{(281)} * 40 * 35 = 10\,572,46 \text{ kg}$$

Corte actuante, obtenido del análisis estructural, $V_a = 2\,306,67 \text{ kg}$

Comparar V_{cu} con V_a , usando los siguientes criterios:

Si $V_{cu} \geq V_a$, se colocan estribos a $S = \frac{d}{2}$

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte, para estas condiciones la varilla mínima permitida es la No. 3

Como $10\,572,46 \geq 2\,306,67 \text{ kg}$, se colocan estribos a $S = \frac{35}{2} \rightarrow S = 17,5$, queda $S = 0,15 \text{ metros}$

Refuerzo por confinamiento

Longitud de confinamiento: se toma el mayor de las siguientes opciones

$$L_o = \begin{cases} \frac{L_u}{6} = \frac{3,15}{6} = 0,525 \\ \text{Lado} > \text{columna} = 0,40 \\ 0,45 \end{cases}$$

Se opta por $L_o = 0,55 \text{ m}$

Cálculo de espaciamiento entre estribos en zona confinada

$$S_0 = \frac{2 * Av}{\rho_s * L_n}$$

Relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right); \text{ Pero debe cumplir con } \rho_s \geq 0,12 * \frac{f'_c}{f_y}$$

Donde

A_v = área transversal que se utiliza como estribo [m^2]

L_n = longitud no soportada del estribo [m]

S_0 = espaciamiento entre estribos en zona confinada [m]

ρ_s = relación volumétrica de la columna

A_g = área gruesa [cm^2]

A_{ch} = área chica [cm^2]

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{40 * 40}{1917,60} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * 281}{4200} \right) = 0,017016$$

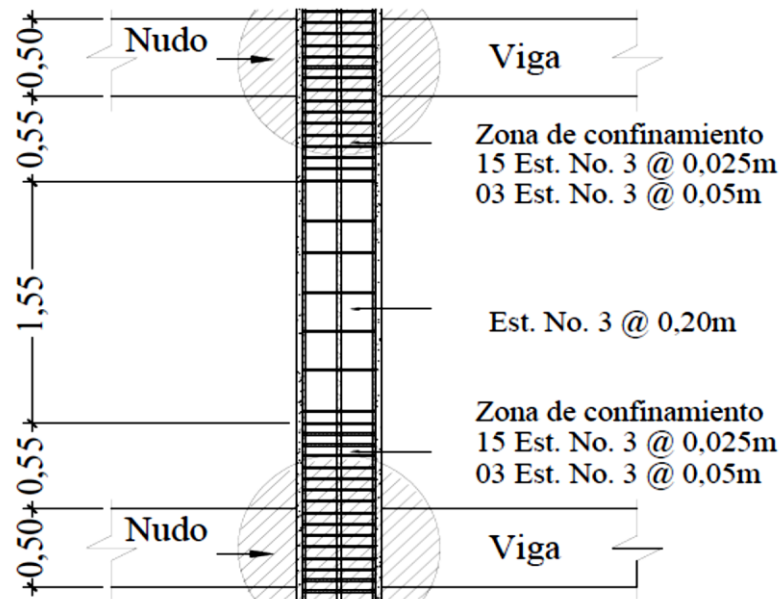
Chequeo

$$0,12 * \frac{281}{4200} = 0,0080290, \text{ el valor a utilizar es } 0,017016$$

Cálculo de espaciamiento entre estribos en la zona confinada

$$S_0 = \frac{2 * 0,71}{0,017016 * 35} = 2,69 \text{ cm, se adopta } S = 0,03 \text{ m, queda } S = 3 \text{ cm}$$

Figura 44. Armado propuesto para columna nivel 2



Fuente: elaboración propia.

2.3.5.4. Diseño de zapatas

Zapata 1

La cimentación es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno, la finalidad de la cimentación es sustentar estructuras, garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales.

Un cimiento, es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la construcción y la transmite al terreno por medio del ensanchamiento de su base, estas pueden ser superficiales, profundas y especiales.

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, la cual depende de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelos y la cimentación utilizada. No obstante, un asentamiento no causará mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello.

Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción.

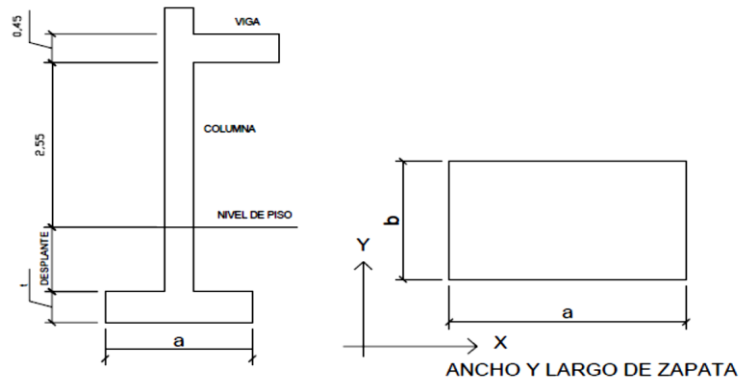
Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación. Por lo anterior, resulta más conveniente cargar el edificio en los extremos que en el centro y diseñar la cimentación, de tal manera que esta permanezca muy bien ligada entre sí.

Si el peso de la construcción hace que las zapatas empiecen a juntarse, es mejor optar por la cimentación corrida o losas de cimentación.

Cuando el peso de un edificio es muy grande, al grado que el terreno es ya incapaz de soportarlo, será entonces necesario recurrir a los pilotes, pilas o cajones, para transmitir la carga a otros estratos más profundos y resistentes del suelo.

Para este proyecto se diseñaron zapatas aisladas y combinadas, los datos para diseñar las zapatas, se toman del análisis estructural y del estudio de suelos realizados.

Figura 45. Geometría de zapata típica



Fuente: elaboración propia.

Datos

$$P = 118\,143,56 \text{ kg} = 118,14 \text{ t}$$

$$M_x = 18\,467,59 \text{ kg} = 18,47 \text{ t}$$

$$M_y = 17\,261,06 \text{ kg} = 17,26 \text{ t}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

Columna

$$b = 45 \text{ cm} \quad h = 45 \text{ cm}$$

$$L_{col} = 3,15 \text{ m}$$

Carga última

$$CU = 1,40 * CM + 1,70 * CV$$

$$CU_{N3} = 816,80 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 562,00 \text{ kg/m}^2$$

CU N2 = 2 471,80 kg/m ²	W = 1 562,00 kg/m ²
CU N1 = 2 471,80 kg/m ²	W = 1 562,00 kg/m ²
Cutotal = 5 760,40 kg/m ²	Wt = 3 686,00 kg/m ²

Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{C_{u_{total}}}{W_{total}} = \frac{5\,760,40}{3\,686,00} = 1,56$$

qd = 24,77 t/m³ valor soporte del suelo

ys = 1,17 t/m³ peso específico del suelo

Cargas de trabajo:

$$P' = \frac{P}{F_{cu}} = \frac{118,14}{1,56} = 75,60 \text{ t}$$

$$M' = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{18,47}{1,56} = 11,82 \text{ t-m}$$

$$M' = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{17,26}{1,56} = 11,05 \text{ t-m}$$

Pre-dimensionamiento

$$A_z = 1,5 * \frac{P'}{q_d} = 1,5 * \frac{75,60}{24,77}$$

Az = 4,58 m², queda una sección de 1,60 por 1,60 metros.

Sección zapata propuesta

$$b_z = 2,5 \text{ m}; L_z = 2,5 \text{ m}, A_z = 2,5 * 2,5 = 6,25 \text{ m}^2$$

Espesor de la zapata: según el ACI 318-99, capítulo 7. 7. 1, inciso a, el recubrimiento del refuerzo no debe ser menor que 0,075 metros, cuando el concreto es colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él, también, considera la altura mínima de las zapatas sobre la armadura inferior no debe ser menor de 150 milímetros para zapatas apoyadas sobre el terreno, ni menor de 300 milímetros en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes.

Este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Considerando lo anterior, se acepta $T = 0,50$ m; luego se hacen los chequeos siguientes:

Chequeo: la presión sobre el suelo

Cargas aplicadas

$$P = P' + P_{col} + P_{zap} + P_{suelo}$$

Donde

$P_{col} = A_{gcol} * H_{col} * 2\ 400$, fuerza debido al peso propio columna

$$P_{col} = (0,45 * 0,45 * 3,15 * 2\ 400) / 1\ 000 = 1,5309\ t$$

$P_{zap} = A_{gzap} * T_{zap} * 2\ 400$; con $T = 50$ cm, fuerza debido al peso propio de la zapata

$$P_{zap} = (2,50 * 2,50 * 0,50 * 2\ 400) / 1\ 000 = 7,50\ t$$

$P_{suelo} = A_{gzap} * H_{dezp} * \gamma_s$ con $H_{dezp} = 1,40$ m

$$P_{suelo} = 2,50 * 2,50 * 1,40 * 1,17 = 10,24\ t$$

$$P = 75,60 + 1,53 + 7,50 + 10,24 = 94,87\ t$$

$$\text{Presión sobre el suelo; } q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

$$S = \frac{1}{6} * b * L^2 = \frac{1}{6} * 2,50 * 2,50^2 = 2,6041 \text{ m}^3$$

$$q = \frac{118,14}{6,25} \pm \frac{11,82}{2,6041} \pm \frac{11,05}{2,6041}$$

$$q_1 = 23,96 \text{ t/m}^2$$

$$q_2 = 6,40 \text{ t/m}^2$$

Chequeo de presiones:

Se debe cumplir que $q_1 < q_d$ y $q_2 > 0$; $23,96 < 24,77$, $6,40 > 0$, si chequea, la sección propuesta es correcta.

- Chequeo por corte simple: la sección crítica para esfuerzos de corte se localiza en un plano vertical, paralelo a la cara de la columna, la falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por lo que se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante

Presión última o presión de diseño

$$q_{dis} = q_1 * F_{cu} = 23,96 * 1,56 = 37,44 \text{ t/m}^2$$

Chequeo por corte

$$d = t - \frac{\emptyset}{2} - \text{Rec}$$

Donde

d = distancia a la que se realiza el chequeo por corte [cm]

t = altura de la zapata [cm]

Rec = recubrimiento, se asume $re = 8$ cm mínimo

\emptyset = diámetro de la barra de acero a utilizar

No barra \emptyset

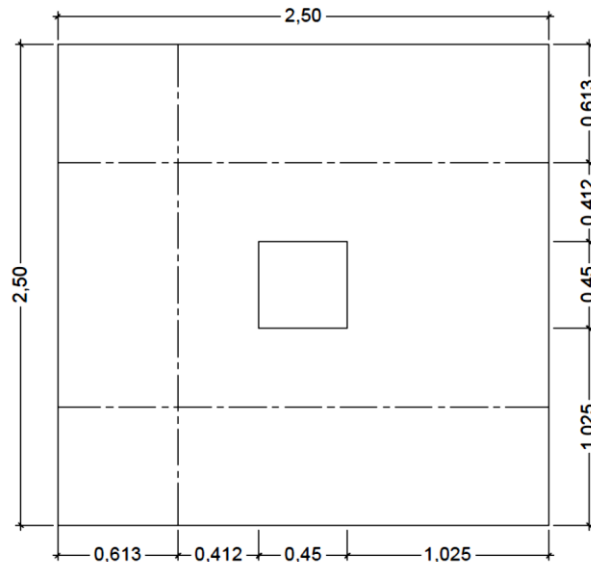
4 1,27 cm

5 1,60 cm se toma este valor

6 1,91 cm

$$d = 50 - \frac{1,60}{2} - 8 = 41,20 \text{ cm}$$

Figura 46. **Área crítica para corte simple**



Fuente: elaboración propia.

Esfuerzo actuante sobre el elemento

$$V_a = A_x * q_{dis}$$

Donde

$$A_x = A_y = \text{área crítica de corte, } A_x = 0,613 * 2,50 = 1,5325 \text{ m}^2$$

V_a = corte actuante

$$V_a = 1,5325 * 37,44 = 57,38 \text{ t}$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto V_{cu}

$$V_{cu} = \frac{\phi * 0.53 * \sqrt{f_c} * (b * d)}{1000}; \text{ donde } \phi = 0,85 \text{ para corte}$$

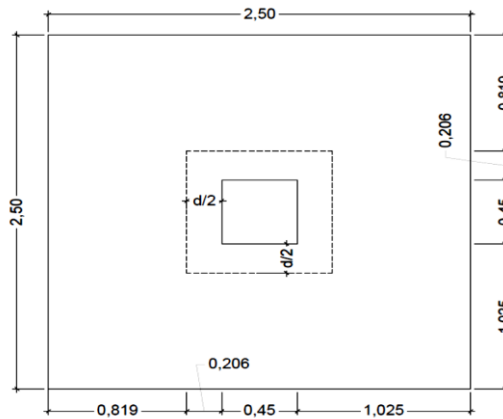
$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0.53 * \sqrt{281} * (2,50 * 40)}{1000} = 77,78 \text{ t}$$

Chequeo por corte simple:

$V_a < V_{cu}$; $57,38 < 77,78$. Las condiciones si chequean para $T = 50 \text{ cm}$

- Chequeo por corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $\frac{d}{2}$ del perímetro de la columna.

Figura 47. Área crítica para corte punzonante



Fuente: elaboración propia

Chequeo por punzonante

Corte actuante

$$V_a = A_p \cdot q_{dis};$$

Donde

V_a = corte actuante [t]

A_p = área punzonante [m^2]

$$A_p = (2,50 \cdot 2,50 - 0,862 \cdot 0,862) = 5,42 \text{ m}^2$$

q_{dis} = capacidad soporte de diseño

$$V_a = 5,42 \cdot 37,44 = 202,86 \text{ t}$$

Corte que resiste el concreto V_{cu}

$$V_{cu} = \frac{\phi \cdot 1,06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (\beta_o \cdot d)}{1\,000}$$

Donde

β_0 = perímetro del área de punzonamiento [cm]

$\phi = 0,85$ para corte

$B_0 = 4 * 86,2 = 344,8$ cm

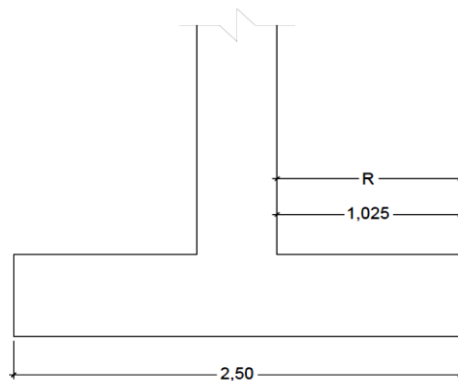
$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * (344,80 * 41,20)}{1\ 000} = 214,56 \text{ t}$$

Comprobación $V_{cu} > V_a$ está bien

$214,56 > 202,86$, la sección soporta el efecto punzonante

Diseño de refuerzo R: se calcula el refuerzo de la siguiente manera.

Figura 48. **Sección de zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia.

$$R = \frac{(Lz - bcol)}{2}$$

Donde

R = distancia del rostro de la columna al borde de la zapata [m]

Lz = base de zapata [m]

bcol = base de la columna [m]

$$R = \frac{(2,50 - 0,45)}{2} = 1,025 \text{ m}$$

Refuerzo en el eje X

Momento último: se toma la losa en voladizo

$$M_{ux} = \frac{q_{dis} * R^2 * 1000}{2} = \frac{37,44 * 1,025^2 * 1000}{2} = 19\,667,7 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Área de acero

b = 100 cm

d = 41,20 cm

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 41,20 - \sqrt{(100 * 41,20)^2 - \frac{19\,667,70 * 100}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 * \frac{281}{4200}$$

$A_s = 12,66 \text{ cm}^2$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4\,200} \right] * 100 * 41,20 = 14,13 \text{ cm}^2$$

Se toma el mayor $A_{s_{\min}} = 14,13 \text{ cm}^2$

Número de varilla a utilizar, barra No. 5, $A_{s_{Varilla}} = 1,98 \text{ cm}^2$

Cálculo del número de varillas por eje Nv

$$Nv = \frac{A_s}{A_{s_{Varilla}}} = \frac{14,13}{1,98} = 7,1364, \text{ entonces se colocan 7 No. 5}$$

Separación entre varillas $S = (b - rec) * \frac{A_v}{A_s}$; con $S < 30$ centímetros

$S = (100 - 8) * \frac{2 * 1,98}{14,13}$; $S = 12,89$; entonces se utiliza $S = 15$ centímetros

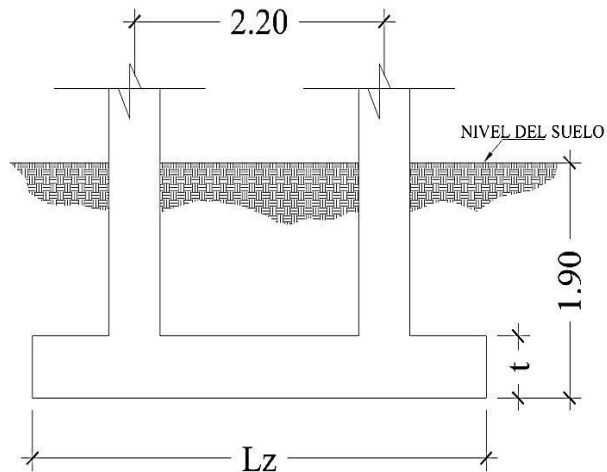
Refuerzo: No 5 @ 0,15 m

Zapata 2

Para la zapata No. 2 se realizó el mismo procedimiento del diseño de la zapata uno, quedando el armado con No. 5 @ 0,15 metros.

Zapata combinada

Figura 49. **Sección de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$M_{y1} = 17,72 \text{ t-m}$$

$$M_{y2} = 16,46 \text{ t-m}$$

$$P_u = 62,43 \text{ t}$$

$$\gamma_s = 1,17 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_c = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$M_{x1} = 8,73 \text{ t-m}$$

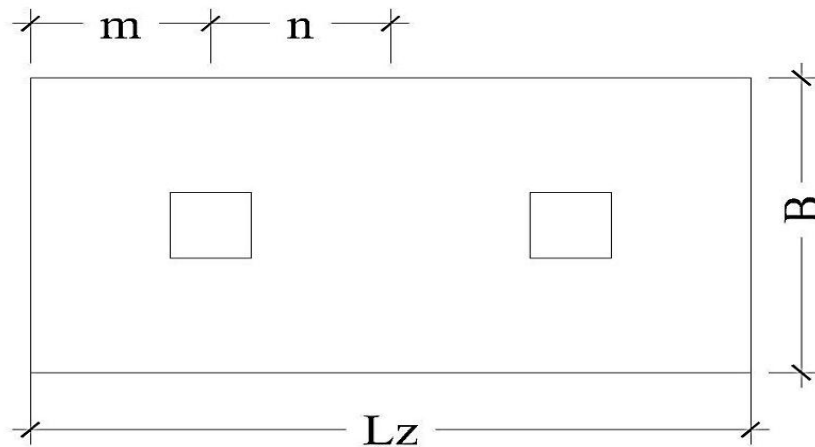
$$M_{x2} = 9,14 \text{ t-m}$$

$$q_d = 24,77 \text{ t/m}^2$$

$$F_{cu} = 1,56$$

Haciendo el cimiento rectangular y tomando como base la distancia entre columnas, se tiene que:

Figura 50. **Predimensionamiento de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Donde

$$L_z = \text{ancho de zapata} = 2 * (m + n)$$

$$B = \text{ancho de zapata} = \frac{R}{q * L_z}, \text{ con } R = \text{fuerza aplicada al centro geométrico de la zapata} = P_1 + P_2, \text{ y } q = \text{valor soporte del suelo } q_d.$$

Cargas de trabajo

$$P'_T = \frac{62,43}{1,56} = 40,02 \text{ t}$$

$$M_{Ty1} = \frac{17,72}{1,56} = 11,36 \text{ t-m}$$

$$M_{Ty2} = \frac{16,46}{1,56} = 10,55 \text{ t-m}$$

$$M_{Tx1} = \frac{8,73}{1,56} = 5,59 \text{ t-m}$$

$$M_{Tx2} = \frac{9,14}{1,56} = 5,86 \text{ t-m}$$

Se asume $m = 1,00 \text{ m}$ y $n = 1,00 \text{ m}$

$$Lz = 2 * (1+1) = 4,00 \text{ m}$$

$$B = \frac{(40,02 + 40,02)}{4 * 24,77} = 0,80 \text{ m}$$

$$Az = 0,80 * 4,00 = 3,20 \text{ m}^2$$

Al observar el área no es suficiente para cubrir las presiones requeridas del suelo y de la estructura, por lo que se proponen las siguientes dimensiones para la zapata combinada.

$$A = 2,50 * 4,50 = 11,25 \text{ m}^2$$

Presiones sobre el suelo

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'x}{Sx} \pm \frac{M'y}{Sy}$$

$$Sx = \frac{1}{6} * b * L^2 = \frac{1}{6} * 2,50 * 4,50^2 = 8,4375 \text{ m}^3$$

$$Sy = \frac{1}{6} * 4,50 * 2,50^2 = 4,6875 \text{ m}^3$$

$$P = P' + P_{col} + P_{zap} + P_{suelo}$$

$$P_{col} = 5 * (0,45 * 0,45 * 3,15 * 2400) / 1000 = 3,0618 \text{ t}$$

$$P_{zap} = (2,50 * 4,50 * 0,50 * 2400) / 1000 = 13,50 \text{ t}$$

$$P_{suelo} = A_{gzap} * H_{dezp} * \gamma_s \quad \text{con } H_{dezp} = 1,40 \text{ m}$$

$$P_{suelo} = 2,50 * 4,50 * 1,40 * 1,17 = 18,4275 \text{ t}$$

$$P = 40,02 * 2 + 3,0618 + 13,50 + 18,4275 = 115,02 \text{ t}$$

$$q_{max} = \frac{115,02}{11,25} + \frac{5,86}{8,44} \pm \frac{11,36}{4,69} = 13,35 \text{ Ton/m}^2 < q_d = 24,77 \text{ t/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{115,02}{11,25} - \frac{5,86}{8,44} - \frac{11,36}{4,69} = 7,01 \text{ t/m}^2 > 0$$

Presión última

$$q_u = q_{max} * F_{cu} = 13,35 * 1,56 = 20,82 \text{ t/m}^2$$

$$q_u = q_{min} * F_{cu} = 7,01 * 1,56 = 10,94 \text{ t/m}^2$$

Se encuentra una expresión para cualquier distancia x , una expresión dada por la relación de triángulos.

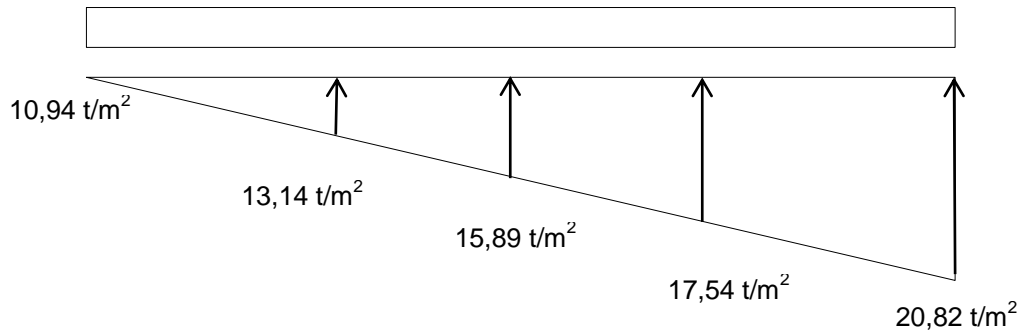
$$\frac{4,50}{20,82 - 10,94} = \frac{x}{q_d(x) - 10,94} = q_d(x) = 2,20 * x + 10,94$$

Para:

$$X = 1, q_d(1) = 13,14 \text{ t/m}^2$$

$$X = 3, q_d(3) = 17,54 \text{ t/m}^2$$

Figura 51. **Presión última bajo la zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

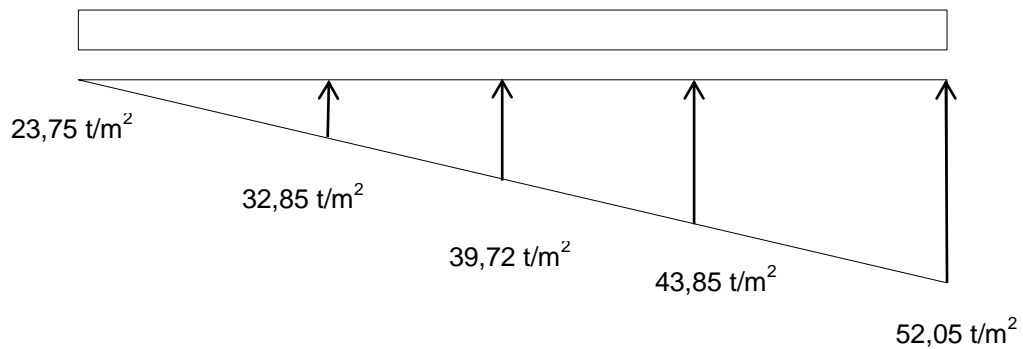
Las presiones últimas por metro lineal se obtienen de:

$$W = B * qd$$

Donde

$B = 2.50$ m, por lo que se tiene el siguiente diagrama de presiones por metro lineal.

Figura 52. **Presión última bajo la zapata combinada por metro lineal**



Fuente: elaboración propia.

Encontrando una expresión por relación de triángulos para cualquier distancia X, una presión última por metro lineal.

$$W(x) = 5,48 * x + 27,35$$

Si se encuentra W para cuando $x_{cg} = 2,25$ m

$$W(2,25) = 5,48 * 2,25 + 27,35 = 39,68 \text{ t/m}$$

Cálculo de fuerzas cortantes

$$V_{ab} = 0,50 * (27,35 + 32,85) = 30,10 \text{ t}$$

$$V_b = V_{ab} - Pu = 30,60 - 62,43 = -31,83 \text{ t}$$

$$V_{bc} = V_b - 32,85 * y + 5,48 y^2, \text{ cuando } V_{bc} = 0, y = 1,06 \text{ m}$$

El valor de la presión última por metro lineal cuando $V_{bc} = 0$, y 2,09 m

$$W(2,59) = 5,48 * 2,59 + 27,35 = 41,54 \text{ t/m}$$

Cálculo de momentos

$$M_{ab} = \left(\frac{27,35 * 1^2}{2} + \frac{5,48 * 1^2}{3} \right) = 16,41 \text{ t-m}$$

$$M_{max} = 5,82 + \frac{32,85 * 2,56^2}{2} + \frac{5,48 * 2,56^2}{2} - 31,83 * 2,56 = 49,93 \text{ t-m}$$

Chequeo por corte simple

Asumiendo $t_z = 0,50$ m y \emptyset No.6

$$d = 50 - 7,5 - \frac{1,97}{2} = 41,50 \text{ cm}$$

Corte máximo

$$V_{\max} = 31,83 \text{ t}$$

Corte que resiste el concreto

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * (2,50 * 41,50)}{1\ 000} = 78,41 \text{ t}$$

Chequeo

$$V_{\max} < V_{cu} = 31,83 < 78,41, \text{ si cumple.}$$

Chequeo por corte punzonante

Corte actuante

$$V_a = A_p * q_{dis};$$

Donde

V_a = corte actuante [t]

A_p = área punzonante [m^2]

$$A_p = (2,50 * 2,50 - 0,865 * 0,865) = 5,50 \text{ m}^2$$

q_{dis} = capacidad soporte de diseño

$$V_a = 5,50 * 37,44 = 205,92 \text{ t}$$

Corte que resiste el concreto V_{cu}

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * (\beta_o * d)}{1\ 000}$$

Donde

β_0 = perímetro del área de punzonamiento [cm]

$\emptyset = 0,85$ para corte

$B_0 = 4 * 86,50 = 346$ cm

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * (346 * 41,50)}{1000} = 216,87 \text{ t}$$

Comprobación $V_{cu} > V_a$ está bien

$216,87 > 205,92$, la sección soporta el efecto punzonante

Diseño de refuerzo: se calcula el refuerzo de la siguiente manera:

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4 * 200} \right] * 100 * 41,50 = 13,93 \text{ cm}^2$$

Refuerzo mínimo en el ancho de 2,50 m

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4 * 200} \right] * 250 * 41,50 = 34,83 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste

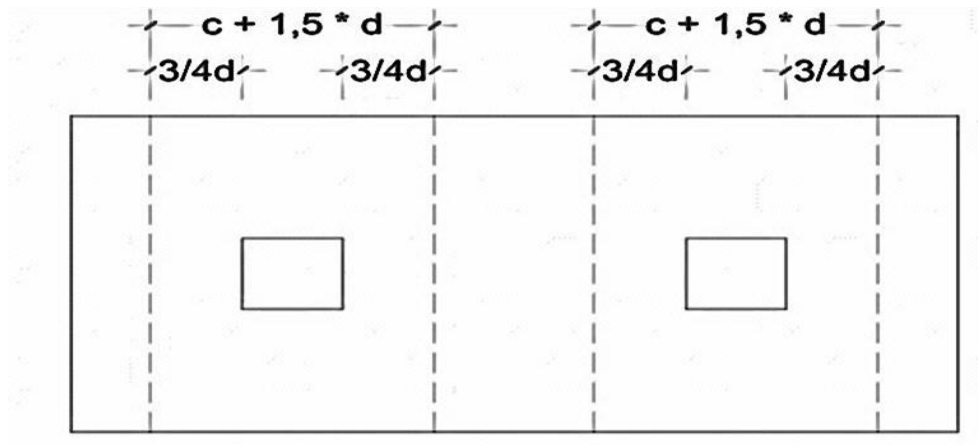
$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 * \left[34,83 * 4200 * \left(41,50 - \frac{34,83 * 4200}{1,7 * 281 * 250} \right) \right] = 53,07 \text{ t-m}$$

$$S = \frac{(1,96 * 250)}{34,83} = 14,06 \text{ centímetros, por seguridad se usa el valor de 15}$$

centímetros, por lo que el armado queda así: varias No. 5 @ 0,15 metros.

Vigas transversales

Figura 53. Vigas transversales zapata combinada



Fuente: elaboración propia.

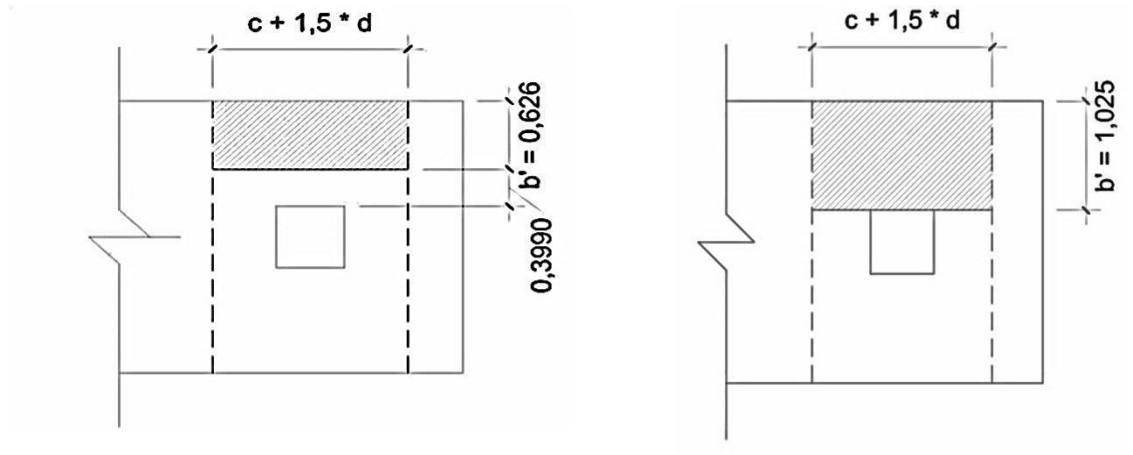
Asumiendo un ancho de viga b_{viga} de $(c + 1,50 * d)$ se chequea bajo la columna crítica 1 y considerando que la viga será igual para las dos columnas.

$$D_{y-y} = D_{x-x} = d - \frac{\phi}{2} * 2 = 41,50 - 1,60 = 39,90 \text{ cm}$$

$$b_{\text{viga}} = 30 + 1,50 * 41,50 = 89,85 \text{ cm}$$

La viga transversal, se diseñará con la presión uniforme, causada por la carga puntual de la columna.

Figura 54. Distribución de distancias de corte en zapata combinada



Fuente: elaboración propia.

$$q_b = \frac{P_u}{b * (c + 1,5 * d)} = \frac{40,02}{2,50 * (0,8985)} = 17,81 \text{ t/m}^2$$

Chequeo por corte simple

$$V_a = 17,81 * 0,626 * 0,8985 = 10,02 \text{ t}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 89,85 * 0,3990}{1000} = 27,07 \text{ t}$$

Chequeo

$V_a < V_{cu}$, si chequea por corte simple

Chequeo por flexión

$$M_{act} = \frac{q_d * b^2}{2} = \frac{33,04 * 1,025^2}{2} = 17,36 \text{ t-m}$$

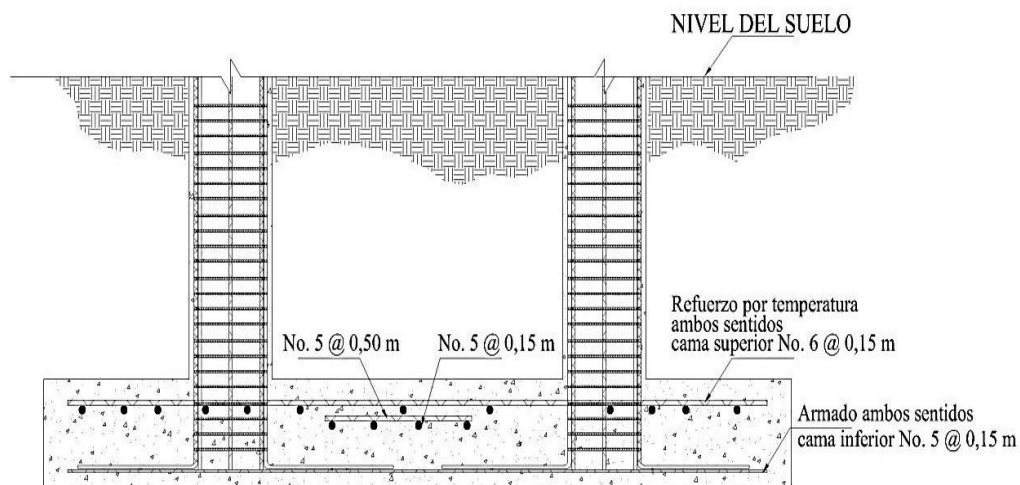
$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{4 \cdot 200} \right] * 102,50 * 41,50 = 14,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[102,50 * 41,50 - \sqrt{(102,50 * 41,50)^2 - \frac{17 \cdot 360 * 102,50}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 * \frac{281}{4 \cdot 200}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = 14,85 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{2,85 * 89,85}{14,85} = 16,21 \text{ cm, utilizar No. 6 @ 0,15 m}$$

Figura 55. **Detalle de armado de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

2.3.5.5. Módulo de gradas

El diseño del módulo de gradas se realizó al suponer el mismo como una losa apoyada en dos bordes; por lo que se analiza con el caso 5; luego, se procedió a calcular los momentos y, por último, el refuerzo en un sentido, al emplear el mismo procedimiento para losas; este se presenta a continuación:

$$CM = t * W_{\text{conc}} + W_{\text{mezclon}} = 0,12 * 2\,400 + 75 = 363 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,40 * 363 = 508,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1,70 * 363 = 617,10 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 508,20 + 617,10 = 1\,125,30 \text{ kg/m}^2$$

$$CUT = 1\,125,30 * 1,00 = 1\,125,30 \text{ kg/m}^2$$

De los momentos obtenidos en el inciso 2.3.5.1., se propone un espesor de 12 centímetros y se procede a calcular el refuerzo en un sentido.

El peralte (d) se calculó de la siguiente manera:

$$d = 12 - 2,5 - 0,5 = 9 \text{ cm}$$

El área de acero mínimo se calcula al utilizar un ancho unitario de 1,00 metro:

$$A_{s\text{mín}} = \left[\frac{14,1}{4\,200} \right] * 100 = 3,02 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento que resiste $A_{s\text{mín}}$:

$$M_{A_{s\text{mín}}} = 0,9 * \left[A_{s\text{mín}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s\text{mín}} * f_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s\text{mín}}} = 0,9 * \left[3,02 * 4\,200 * \left(9 - \frac{3,02 * 4\,200}{1,7 * 281 * 100} \right) \right] = 99\,709,30 \text{ kg-cm}$$

$$M_{A_{s\text{mín}}} = 0,971 \text{ t-m}$$

Cálculo de momentos:

$$M(-) = \frac{CUT * L^2}{9} = \frac{1\,125,30 * 5,80^2}{9} = 4\,206,12 \text{ kg-m} = 4,21 \text{ t-m}$$

$$M(-) = \frac{CUT * L^2}{14} = \frac{1\,125,30 * 5,80^2}{14} = 2\,703,94 \text{ kg-m} = 2,7 \text{ t-m}$$

El momento máximo en el módulo de gradas es mayor al momento por el acero mínimo, entonces se procede a calcular el área de acero y el espaciamiento.

Refuerzo longitudinal

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 9 - \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{4\,206,21 * 100}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 * \frac{281}{4\,200} = 7,61 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero, se calcula un espaciamiento (S), usando una varilla No.4 que tiene un área de 1,27 centímetros cuadrados.

El espaciamiento se calcula por medio de una regla de tres de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} A_s = 7,61 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \text{ cm} \end{array}$$

$$S = \frac{1,27 * 100}{7,61} = 16,7 \text{ cm, se asume } S = 0,15 \text{ m}$$

Bastones

El momento positivo es mayor al momento por el acero mínimo; entonces se procede a calcular el área de acero y el espaciamiento.

Refuerzo longitudinal

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 9 - \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{2 * 703,94 * 100}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 * \frac{281}{4 * 200} = 5,72 \text{ cm}^2$$

Al utilizar varillas No.4.

$$A_s = 5,72 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$
$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \text{ cm}$$

$$S = \frac{1,27 * 100}{5,72} = 22,21 \text{ cm, se asume } S = 0,20 \text{ m}$$

El espaciamiento máximo está dado por:

$$A_{s_{max}} = 3 * t = 3 * 12 = 36 \text{ cm}$$

Por consiguiente, se obtiene el armado final con varillas No.4 a razón de 0,15 metros y bastones No.4 a razón de 0,20 metros (ver apéndice).

2.3.6. Instalaciones eléctricas

Distribución: la iluminación en un ambiente debe ser abundante y uniformemente distribuida, tomando en cuenta el número de ventanas para iluminación natural y artefactos eléctricos para iluminación artificial.

Circuitos y controles: el edificio cuenta con quince circuitos, seis de iluminación y nueve de fuerza. Cada circuito debe estar integrado de 12 artefactos como máximo, para garantizar su buen funcionamiento, los cables utilizados para los circuitos son: iluminación cable No. 14, para fuerza No. 12.

Debido a que el presente proyecto es un edificio de tres niveles, se optó por dividir los sistemas eléctricos en cada nivel, con instalaciones de fuerza e iluminación que se integran en una caja de flipón, que a su vez, se conecta con el contador general para medir el gasto de energía por funcionamiento.

Se propone utilizar 5 cajas de flipón de 20 ampere para carga viva de 120 voltios por cada nivel, haciendo un total de 15 cajas de flipón.

Iluminación: para la instalación de iluminación se determina si el circuito no excede la corriente permisible de la caja de flipón, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\text{Volt}}$$

Donde

I = corriente [ampere]

P = potencia [Watts]

Volt = voltaje [voltios]

Se utilizarán plafoneras con capacidad de 100 Watts, se utilizarán 12 plafoneras por circuito.

$$P = 100 * 12 = 1\ 200 \text{ Watts}$$

$$I = \frac{1\ 200}{120} = 10 \text{ ampere}$$

La cantidad de plafoneras a colocar no excede a la corriente permisible de la caja de flipón, que es de 20 ampere.

Fuerza: para la instalación de fuerza, se utilizarán tomacorrientes dobles con un consumo aproximado de 180 Watts, para este caso se utilizarán 12 aparatos.

$$P = 100 * 12 = 1\ 200 \text{ Watts}$$

$$I = \frac{(1\ 200)}{120} = 10 \text{ ampere}$$

La corriente producida por la cantidad de tomacorrientes a utilizar en el primer nivel no excede a la corriente permisible de la caja de flipón, igual a 20 ampere.

2.3.7. Instalaciones hidráulicas

Las redes de drenaje deberán considerar en su diseño factores como: ubicación, diámetro, profundidad, pendientes, flujo de agua, registros cercanos y conexiones a colectores municipales.

El desarrollo de estas redes deberá hacerse mediante un sistema operativo de drenajes que garantice la evacuación tanto de aguas negras como pluviales.

El casco urbano del municipio de San Pedro Jocopilas únicamente cuenta con redes de drenaje sanitario, por lo que las aguas de lluvia serán evacuadas por medio de tubería hacia la calle principal.

Drenaje pluvial: se considerará un sistema independiente para las bajadas de aguas pluviales, el cual no podrá usarse como ventilación del sistema de drenaje sanitario.

En su diseño deberá considerarse:

- Una pendiente mínima para techos y áreas impermeables del 1%
- Coladeras o rejillas en forma de cúpula en el extremo superior de las bajadas de agua, protegidas con material inoxidable.
- Las bajadas en paredes que den al exterior, preferiblemente estarán protegidas con mortero fino o concreto.
- Un área máxima a drenar según el diámetro de la bajada tal como lo indica la tabla I.

Diámetro de tubería de PVC a utilizar en bajadas de agua pluvial, en función del área a drenar.

Tabla XXV. **Diámetro de tubería PVC para bajada pluvial**

Diámetro en pulgadas	Area m ²
2	30
2 1/2	60
3	100
4	240
6	625

Fuente: elaboración propia.

Para este caso se tiene un área que drenar de 95,05 metros cuadrados, por lo que se propone utilizar tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro para las bajadas pluviales.

Drenaje sanitario: las redes de drenaje sanitario tendrán un desarrollo mínimo, tratando de concentrar las diversas conexiones de los artefactos sanitarios sobre una misma línea, considerando una pendiente del 2% al 4% para tuberías enterradas y una pendiente del 2% para las redes desarrolladas en entresijos. La tubería que se use en un artefacto sanitario debe tener un diámetro mínimo como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla XXVI. **Diámetro mínimo de tubería PVC según artefacto sanitario**

Artefacto	Diámetro mínimo
Bidet	1 1/2 pulgada
Inodoro	4 pulgadas
Lavamanos	1 1/2 pulgada
Reposadera de piso	1 1/2 pulgada

Fuente: elaboración propia.

En la instalación de drenajes sanitarios se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los cambios de dirección no serán en 90 grados, debiendo utilizar codos de radio largo, varios codos menores de 90 grados o cajas de registros.
- El flujo se orientará en una sola dirección y las intersecciones serán mediante uniones tipo Y. Se aceptarán uniones con ángulo de hasta 90 grados siempre que se cuente con canalización adecuada en el fondo de las cajas de registros. Todos los artefactos sanitarios deberán tener sifón con sello hidráulico con altura mínima de 5 centímetros.

Para este proyecto se propone utilizar tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro para aguas residuales de los mingitorios y lavamanos, para los retretes se propone utilizar PVC de 4 pulgadas de diámetro.

Con relación al sistema de abastecimiento de agua en todo el edificio, se propone utilizar tubería PVC de 1 pulgada de diámetro que se conecta con la acometida principal, para las conexiones hacia los aparatos como retretes, se propone utilizar PVC de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y, para lavamanos utilizar PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada.

2.3.8. Planos constructivos

Al seguir el proceso de diseño del proyecto se llega a la elaboración de los planos finales:

- Planta de distribución
- Planta de cotas
- Elevaciones y secciones
- Planta de cimentación
- Detalles de muros
- Detalles de cimentación
- Planta de losas y vigas

- Detalle de gradas
- Planta de agua potable
- Planta de drenajes
- Planta de energía eléctrica (iluminación y fuerza), ver anexos

2.3.9. Presupuesto

El presupuesto está integrado por costos directos e indirectos, a continuación se da un resumen del presupuesto. La cuantificación de materiales y mano de obra, para los trabajos de construcción del edificio se realizó con base en lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico de fundición, para la losa, viga, columna y zapata.
- El concreto para la fundición se calculó por metro cúbico
- La cantidad de refuerzo se calculó por No. de barras
- La cantidad de alambre de amarre se calculó por quintal de refuerzo a utilizar.
- La totalidad de materiales será local y proporcionada por la municipalidad
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.

- Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los que se manejan en la comunidad.

Los precios de los materiales se tomaron con base en las que se manejan en el municipio.

Tabla XXVII. Presupuesto del edificio municipal



PRESUPUESTO DEL EDIFICIO MUNICIPAL
MUNICIPIO SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHÉ

No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario Q	Total Q	Total renglón Q
PRIMER NIVEL						
1	Preliminares					
	Bodega	m ²	60,00	206,54	12 392,60	
	Demolición edificio existente	m ²	955,00	32,41	30 956,08	
	Trazo	ml	360,00	6,79	2 445,58	45 794,27
2	Cimentación					
	Zapata tipo 1.1	Unidad	4,00	12 818,02	51 272,07	
	Zapata tipo 1.2	Unidad	8,00	13 334,52	106 676,15	
	Zapata tipo 1.3	Unidad	6,00	15 573,27	93 439,61	251 387,83
3	Columnas					
	Columnas No 1	ml	125,00	528,86	66 107,30	
	Columnas No 3	ml	153,00	94,89	14 518,65	
	Columnas No 4	ml	65,00	60,14	3 909,38	84 535,33
4	Levantado de muro					
	Levantado de muro	m ²	215,00	147,56	31 725,00	31 725,00
5	Solera					
	Solera de humedad e intermedia	ml	175,00	118,81	20 792,10	20 792,10
6	Vigas					
	Viga tipo 1	ml	50,20	429,06	21 538,65	
	Viga tipo 2	ml	53,40	449,94	24 026,53	
	Viga tipo 3	ml	76,90	398,05	30 610,41	
	Viga secundaria	ml	11,20	350,26	3 922,88	80 098,47
8	Losa					
	Losa primer nivel t = 13 cm	m ²	322,80	320,28	103 386,49	103 386,49
9	Acabados					
	Repello (muro, vigas y techos)	m ²	860,00	55,59	47 811,00	
	Piso cerámico	m ²	322,80	116,39	37 571,00	
	Pintura	m ²	860,00	46,00	39 560,00	124 942,00
10	Herrería					
	Herrería (puertas, ventanas, barandal)	global	1,00	77 844,50	77 844,50	77 844,50
11	Gradas					
	Modulo de gradas primer nivel	m ²	16,00	338,75	5 420,00	5 420,00
12	Instalaciones					
	Instalación eléctrica	global	1,00	42 213,00	42 213,00	
	Instalación hidráulica	global	1,00	19 145,00	19 145,00	61 358,00
					Van	887 283,99

Continuación de la tabla XXVII.

				Vienen	887 283,99
SEGUNDO NIVEL					
Columnas					
Columnas No 2	ml	98,00	543,99	53 310,87	
Columnas No 3	ml	153,00	89,26	13 656,72	
Columnas No 4	ml	41,00	102,89	4 218,40	71 185,99
Levantado de muro					
Levantado de muro	m ²	203,80	176,26	35 920,79	35 920,79
Solera					
Solera intermedia + sillar	ml	115,00	149,52	17 195,01	17 195,01
Vigas					
Viga tipo 4	ml	53,40	386,02	20 613,72	
Viga tipo 5	ml	128,00	340,28	43 556,02	
Viga secundaria	ml	11,20	446,71	5 003,15	69 172,89
Losa					
Losa segundo nivel t = 13 cm	m ²	322,80	310,85	100 343,48	100 343,48
Acabados					
Repello (muro, vigas y techos)	m ²	845,00	65,62	55 444,68	
Piso cerámico	m ²	322,80	141,94	45 818,44	
Pintura	m ²	860,00	46,00	39 560,00	140 823,12
Herrería					
Herrería (puertas, ventanas, barandal)	global	1,00	53 205,25	53 205,25	53 205,25
Gradas					
Modulo de gradas segundo nivel	m ²	16,00	483,26	7 732,15	7 732,15
Instalaciones					
Instalación eléctrica	global	1,00	41 230,50	41 230,50	
Instalación hidráulica	global	1,00	5 000,00	5 000,00	46 230,50
TERCER NIVEL					
Columnas					
Columnas No 2	ml	120,00	511,26	61 351,02	
Columnas No 3	ml	98,00	115,14	11 283,72	
Columnas No 4	ml	16,00	212,48	3 399,65	76 034,39
Levantado de muro					
Levantado de muro	m ²	203,80	206,93	42 171,83	42 171,83
Solera					
Solera intermedia + sillar	ml	115,00	171,17	19 685,02	19 685,02
Vigas					
Viga tipo 6	ml	53,40	372,45	19 888,72	
Viga tipo 7	ml	128,00	324,66	41 557,02	
Viga secundaria	ml	11,20	446,71	5 003,15	66 448,89
Losa					
Losa tercer nivel t = 13 cm	m ²	322,80	251,83	81 290,57	81 290,57
Acabados					
Repello (muro, vigas y techos)	m ²	851,00	67,22	57 203,02	
Piso cerámico	m ²	322,80	150,46	48 567,59	
Pintura	m ²	860,00	46,00	39 560,00	145 330,61
Herrería					
Herrería (puertas, ventanas, barandales)	global	1,00	52 670,25	52 670,25	52 670,25
Gradas					
Modulo de gradas tercer nivel	m ²	16,00	483,26	7 732,15	7 732,15
Instalaciones					
Instalación eléctrica	global	1,00	31 392,50	31 392,50	
Instalación hidráulica	global	1,00	13 067,00	13 067,00	44 459,50
				Costo total directos	1 964 916,38
				Costo Indirectos 35% CD	687 720,73
				Total	2 652 637,11

Fuente: elaboración propia.

2.3.10. Cronograma de ejecución

Es la representación gráfica del tiempo que se lleva la ejecución de cada uno de los renglones de trabajo del proyecto. El cronograma permite una organización y coordinación de los recursos necesarios para la consecución de cualquier proyecto.

Tabla XXVIII. Cronograma de ejecución



Diseño del edificio de tres niveles
Para el municipio de San Pedro Jocopilas

Cronograma físico y financiero del proyecto

REGLÓN	COSTO Q	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8										
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
PRIMER NIVEL																																								
Preliminares	45 794,27	■																																						
Cimentación	251 387,83	■	■	■	■																																			
Columnas	84 535,33				■	■	■	■																																
Levantado de muro	31 725,00					■	■	■	■	■																														
Solera	20 792,10						■	■	■	■	■																													
Gradas	5 420,00							■	■	■	■	■																												
Vigas	80 098,47								■	■	■	■	■																											
Losa	103 386,49									■	■	■	■	■																										
Acabados	124 942,00										■	■	■	■	■																									
Herrería	77 844,50											■	■	■	■	■																								
Instalaciones	61 358,00												■	■	■	■	■																							
NIVEL 2																																								
Columnas	71 185,99												■	■	■	■	■																							
Levantado de muro	35 920,79													■	■	■	■	■																						
Solera	17 195,01														■	■	■	■	■																					
Gradas	7 732,15															■	■	■	■	■																				
Vigas	69 172,89																■	■	■	■	■																			
Losa	100 343,48																	■	■	■	■	■																		
Acabados	140 823,12																		■	■	■	■	■																	
Herrería	53 205,25																			■	■	■	■	■																
Instalaciones	46 230,50																				■	■	■	■	■															
NIVEL 3																																								
Columnas	76 034,39																																							
Levantado de muro	42 171,83																																							
Solera	19 685,02																																							
Gradas	7 732,15																																							
Vigas	66 448,89																																							
Losa	81 290,57																																							
Acabados	145 330,61																																							
Herrería	52 670,25																																							
Instalaciones	44 459,50																																							
COSTO TOTAL DEL PROYECTO																										Q				2 652 637,11										
S = semanas trabajadas																																								

Fuente: elaboración propia.

2.3.11. Estudio de impacto ambiental inicial

En el estudio que se realizó a través del formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Áreas Protegidas se encontró que el proyecto de Diseño del Edificio Municipal del municipio de San Pedro Jocopilas, departamento del Quiché; proyecto de una sola fase, tiene las siguientes características

- Utilizará para su construcción cal, cemento, arena, piedrín, hierro, block, madera y selecto.
- No se tiene prevista la utilización de maquinaria pesada
- El número de trabajadores son: 1 maestro de obra, 6 albañiles y 10 ayudantes.
- El proyecto tendrá una duración de 8 meses, con 994,06 metros cuadrados de construcción.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo, no tiene algún tipo de riesgo
- Durante la fase inicial del proyecto se tendrá ripio procedente de la demolición del edificio existente, el cual será trasladado y depositado en algún terreno donde se reciba ripio lo más cercano posible a la cabecera municipal. Se tendrá polvo, procedente del movimiento de tierra que se hará para la excavación de las zapatas, el cual será mínimo, debido a que la excavación se hará manual.

- Los ruidos producidos por los trabajos son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua. La cantidad a utilizarse variará según el renglón de trabajo que se esté ejecutando, ya que al momento de fundir la losa de alguno de los niveles, la demanda será mayor; y al momento de realizar los acabados finales, la demanda será menor.
- No se produce cambio de uso del suelo, la actividad a realizar es similar a la existente, pues el uso sigue siendo el mismo que se tenía anteriormente, con la diferencia que su presentación es mejor.
- Habrá movimiento de tierra, por corte y relleno en el momento de la excavación de las zapatas, esto no hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos ya que se respetarán el alineamiento actual de las calles.
- El tipo de combustible a utilizar es diésel, para el uso de las concretas principalmente.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque
- La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico por su ubicación, que es la actual.
- El problema social identificado que pueda generarse por la realización del proyecto es el cierre parcial de la calle frente al edificio, al momento en que se fundan las losas del edificio.

- La jornada de trabajo, normalmente será diurna, tentativamente se tiene prevista la jornada nocturna al momento de fundir las losas del edificio, solamente si fuese necesario; la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio del proyecto.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la red de drenaje sanitario mejorará las condiciones sanitarias y urbanísticas del casco urbano del municipio, eliminando la contaminación producida por las aguas servidas descargadas a cielo abierto y por ende, disminuyendo las enfermedades gastrointestinales que afectan a la población.
2. El edificio municipal de San Pedro Jocopilas fue diseñado con marcos estructurales con características antisísmicas. La distribución arquitectónica fue planificada con base en las necesidades actuales y futuras del municipio.
3. Se realizó el estudio económico para ambos proyectos, ambos presentando resultados negativos; pero debido a que son proyectos sociales, en los cuales el Estado absorbe un alto porcentaje del costo del proyecto, estos podrán llevarse a cabo.
4. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, el estudiante de Ingeniería Civil contribuye con la solución de diversas necesidades de infraestructura que se tienen en la mayoría de municipios de Guatemala.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Pedro Jocopilas:

1. Se deben construir los proyectos de acuerdo con los planos constructivos y especificaciones técnicas correspondientes, para alcanzar los resultados esperados durante el período de diseño.
2. Es importante promover la participación de la población beneficiada con los proyectos, en la construcción, operación y mantenimiento de los mismos, para que estos puedan ser autosostenibles.
3. Darle el mantenimiento adecuado a la red de drenajes sanitarios, verificando periódicamente, a través de los pozos de visita, el buen funcionamiento de éste, para garantizar el período de vida útil y el buen funcionamiento del mismo.
4. Si los proyectos no son realizados a corto plazo, se recomienda actualizar el presupuesto de cada proyecto en el año que se va a construir.
5. Utilizar mano de obra local en lo que sea posible, para generar fuentes de trabajo temporal y generar ingresos a la población.
6. Continuar con la ejecución de proyectos de infraestructura que contribuyan con el desarrollo del municipio de San Pedro Jocopilas, y permitan elevar el nivel de vida de sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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. 178 p.
2. ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de Cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 173 p.
3. Instituto Americano del Concreto. *ACI 318S-05: requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario*. USA: ACI, 2005. 490 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 76 p.
5. LINARES JUÁREZ, Dennis Leonel. *Diseño de edificio para el mercado, en el municipio de San Pedro Jocopilas*, departamento de Quiché. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 276 p.
6. MUÑOZ MALDONADO, María Del Rosario. *Diseño del edificio municipal y diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 229 p.

7. Municipalidad de San Pedro Jocopilas. *Monografía de San Pedro Jocopilas*. Guatemala: Municipalidad de San Pedro Jocopilas, 2005. 280 p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 1999. 722 p.
9. PAZ ORTEGA, Kenny Edward. *Diseño y planificación de escuela primaria del caserío Chi Ixim y drenaje sanitario del caserío Pozo Vivo, en el municipio de Tactic, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 141 p.
10. URÍZAR RODRÍGUEZ, Ingrid Liset. *Fortalecimiento de la organización municipal a través de institucionalizar la participación de 27 consejos comunitarios dedesarrollo (cocodes) de San Pedro Jocopilas, el Quiché*. Trabajo de graduación de Lic. Trabajo Social. Guatemala. Universidad de Rafael Landivar, 2004. 83 p.

APÉNDICES

1. Diseño hidráulico de drenaje sanitario
2. Diseño hidráulico de drenaje pluvial
3. Planos constructivos de drenaje sanitario
4. Planos constructivos de drenaje pluvial
5. Planos constructivos de edificio municipal

DISEÑO HIDRAULICO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHÉ

OBSERVACION	POZO VISITA		Cotas del Terreno		Dist. Hz. Metros	PENDIENTE %		No. de Viv.		No. de Hab.		Diam. Ø (plg)	Factor Harm.		Caudal de Diseño		Sección Llena		q/Q		v/V		d/D		Vel. Diss m/s		Cotas Invert		Prof. de Po		ANCHO ZANJA	EXCAV M3	
	PV	a PV	Inicial	Final		TERRENO	ASUMIDA	Local	Acum.	Actual	Futura		Actual	Futura	Actual	Futura	V (m/s)	Q (lt/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Cis	Cie	hi	hf			
CIRCUITO No. 1	RAM-1	1	2	105.91	104.68	49.00	2.51	2.51	9	9	45	127	6	4.32	4.21	0.58	1.60	1.79	32.58	0.0178	0.0491	0.381	0.517	0.100	0.150	0.68	0.93	104.51	103.28	1.40	1.40	0.70	48.02
		2	8	104.68	104.03	58.00	1.12	1.12	9	17	85	239	6	4.26	4.12	1.09	2.95	1.20	21.84	0.0527	0.1429	0.517	0.716	0.150	0.260	0.62	0.86	103.25	102.60	1.43	1.43	0.70	58.06
		7	8	103.58	104.03	74.98	-0.60	1.36	13	13	65	183	6	4.29	4.16	0.84	2.28	1.32	24.02	0.0350	0.0949	0.473	0.633	0.130	0.210	0.62	0.84	102.18	101.16	1.40	2.87	0.70	112.06
		8	14	104.03	100.00	57.76	6.98	4.60	8	38	190	534	6	4.16	3.96	2.37	6.34	2.43	44.23	0.0549	0.1467	0.538	0.716	0.160	0.260	1.31	1.74	101.13	98.47	2.90	1.53	0.70	89.56
	RAM-2	2	3	104.68	102.37	56.81	4.07	4.07	8	8	40	113	6	4.33	4.23	0.52	1.43	2.28	41.50	0.0125	0.0345	0.348	0.468	0.080	0.128	0.79	1.07	103.28	100.97	1.40	1.40	0.70	55.67
		8	9	104.03	102.51	55.89	2.72	2.72	6	6	30	85	6	4.35	4.26	0.39	1.09	1.87	34.03	0.0115	0.0320	0.341	0.463	0.100	0.125	0.64	0.87	102.63	101.11	1.40	1.40	0.70	54.77
		9	3	102.51	102.37	61.29	0.23	1.20	9	15	75	211	6	4.28	4.14	0.96	2.62	1.24	22.57	0.0425	0.1161	0.501	0.669	0.143	0.230	0.62	0.83	101.08	100.34	1.43	2.03	0.70	74.22
		3	4	102.37	100.79	57.87	2.73	1.65	10	33	165	464	6	4.18	3.99	2.07	5.55	1.45	26.39	0.0784	0.2103	0.596	0.804	0.190	0.320	0.86	1.17	100.31	99.36	2.06	1.43	0.70	70.69
	RAM-3	6	5	101.74	101.12	84.00	0.74	2.60	6	6	30	85	6	4.35	4.26	0.39	1.09	1.83	33.31	0.0117	0.0327	0.341	0.463	0.100	0.125	0.62	0.85	100.34	98.16	1.40	2.96	0.70	128.18
		11	5	101.78	101.12	69.36	0.95	2.93	5	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	1.94	35.31	0.0093	0.0258	0.320	0.432	0.100	0.113	0.62	0.84	100.38	98.35	1.40	2.77	0.70	101.23
		5	4	101.12	100.79	92.00	0.36	1.08	6	17	85	239	6	4.26	4.12	1.09	2.95	1.18	21.48	0.0507	0.1373	0.517	0.716	0.150	0.260	0.61	0.84	98.32	97.32	2.80	3.47	0.70	201.89
		4	10	100.79	99.82	62.79	1.54	1.54	9	59	295	829	6	4.08	3.85	3.61	9.57	1.41	25.66	0.1407	0.3730	0.716	0.934	0.260	0.430	1.01	1.32	97.29	96.33	3.50	3.49	0.70	153.62
		11	10	101.78	99.82	91.00	2.15	2.15	14	14	70	197	6	4.28	4.15	0.90	2.45	1.66	30.21	0.0298	0.0811	0.450	0.605	0.120	0.195	0.75	1.00	100.38	98.42	1.40	1.40	0.70	89.18
		9	10	102.51	99.82	59.75	4.50	4.50	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	2.40	43.68	0.0060	0.0169	0.281	0.381	0.100	0.112	0.67	0.91	101.11	98.42	1.40	1.40	0.70	58.56
		10	16	99.82	97.39	53.55	4.54	0.70	7	84	420	1179	6	4.01	3.75	5.05	13.26	0.95	17.29	0.2921	0.7669	0.879	1.104	0.380	0.660	0.84	1.05	96.30	95.92	3.52	1.47	0.70	93.53
	RAM-4	11	17	101.78	98.35	58.18	5.90	5.90	5	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	2.75	50.05	0.0066	0.0182	0.289	0.388	0.100	0.113	0.79	1.07	100.38	96.95	1.40	1.40	0.70	57.02
		11	12	101.78	101.50	89.00	0.31	1.87	9	9	45	127	6	4.32	4.21	0.58	1.60	1.55	28.21	0.0206	0.0567	0.401	0.538	0.100	0.160	0.62	0.83	100.38	98.72	1.40	2.78	0.70	130.21
		12	18	101.50	101.23	60.11	0.45	1.16	7	16	80	225	6	4.27	4.13	1.02	2.79	1.22	22.20	0.0459	0.1257	0.511	0.684	0.148	0.240	0.62	0.83	98.69	97.99	2.81	3.24	0.70	127.28
		18	17	101.23	98.35	91.38	3.15	1.25	8	24	120	337	6	4.22	4.06	1.52	4.10	1.27	23.11	0.0658	0.1774	0.568	0.761	0.175	0.290	0.72	0.97	97.96	96.82	3.27	1.53	0.70	153.52
		17	16	98.35	97.39	88.00	1.09	1.06	7	36	180	506	6	4.16	3.97	2.25	6.03	1.17	21.29	0.1057	0.2832	0.651	0.868	0.220	0.370	0.76	1.02	96.79	95.85	1.56	1.54	0.70	95.48
	RAM-PRINC	13	14	101.04	100.00	54.90	1.89	2.50	8	8	40	113	6	4.33	4.23	0.52	1.43	1.79	32.58	0.0160	0.0439	0.375	0.507	0.110	0.145	0.67	0.91	99.64	98.27	1.40	1.73	0.70	60.14
		14	15	100.00	98.32	53.00	3.17	3.10	5	51	255	716	6	4.11	3.89	3.14	8.36	1.99	36.22	0.0883	0.2347	0.624	0.817	0.205	0.330	1.24	1.63	98.44	96.80	1.56	1.52	0.70	57.13
	9	15	102.51	98.32	55.86	7.50	7.50	5	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	3.10	56.42	0.0058	0.0161	0.273	0.375	0.110	0.160	0.85	1.16	101.11	96.92	1.40	1.40	0.70	54.74	
	15	16	98.32	97.39	56.93	1.63	1.55	5	61	305	857	6	4.08	3.84	3.73	9.87	1.41	25.66	0.1477	0.3909	0.716	0.943	0.260	0.440	1.01	1.33	96.77	95.89	1.55	1.50	0.70	60.77	
	16	20	97.39	94.85	37.16	6.84	6.65	4	185	925	2597	6	3.82	3.49	10.60	27.19	2.92	53.14	0.2006	0.5145	0.790	1.009	0.310	0.510	2.31	2.95	95.82	93.35	1.57	1.50	0.70	39.93	
	20	21	94.85	90.35	56.77	7.93	6.70	5	190	950	2667	8	3.81	3.49	10.86	27.92	3.55	115.02	0.0949	0.2433	0.633	0.830	0.210	0.340	2.25	2.95	92.75	88.95	2.10	1.40	0.70	69.54	
	21	22	90.35	86.25	46.30	8.86	6.70	4	194	970	2723	8	3.81	3.48	11.09	28.43	3.55	115.02	0.0969	0.2484	0.644	0.830	0.215	0.340	2.29	2.95	87.95	84.85	2.40	1.40	0.70	61.58	
	22	FOZA	86.25	82.15	50.00	8.20	6.70		189	945	2653	8	3.82	3.49	10.83	27.78	3.55	115.02	0.0942	0.2415	0.633	0.830	0.210	0.340	2.25	2.95	84.10	80.75	2.15	1.40	0.70	62.13	
Cto No. 2	RAM-1	2	23	104.68	101.59	55.52	5.57	5.57	12	12	60	169	6	4.30	4.17	0.77	2.11	2.67	48.59	0.0158	0.0434	0.375	0.501	0.100	0.143	1.00	1.34	103.28	100.19	1.40	1.40	0.70	54.41
		23	24	101.59	99.80	54.56	3.28	3.23	7	19	95	267	6	4.25	4.10	1.21	3.28	2.03	36.95	0.0327	0.0888	0.463	0.624	0.125	0.205	0.94	1.27	100.16	98.40	1.43	1.40	0.70	54.04
		3	24	102.37	99.80	61.16	4.2	4.20	6	6	30	85	6	4.35	4.26	0.39	1.09	2.32	42.22	0.0092	0.0258	0.320	0.432	0.100	0.113	0.74	1.00	100.97	98.40	1.40	1.40	0.70	59.94
		24	28	99.80	97.82	57.93	3.42	3.37	8	33	165	464	6	4.18	3.99	2.07	5.55	2.08	37.86	0.0547	0.1466	0.538	0.716	0.160	0.260	1.12	1.49	98.37	96.42	1.43	1.40	0.70	57.38
CIRCUITO No. 2	RAM-2	5	26	101.12	97.44	59.05	6.23	6.23	7	7	35	99	6	4.34	4.24	0.46	1.26	2.83	51.51	0.0089	0.0245	0.312	0.426	0.100	0.160	0.88	1.21	99.72	96.04	1.40	1.40	0.70	57.87
		25	26	98.38	97.44	73.62	1.28	1.48	12	12	60	169	6	4.30	4.17	0.77	2.11	1.38	25.12	0.0307	0.0840	0.456	0.615	0.123	0.200	0.63	0.85	96.98	95.89	1.40	1.55	0.70	76.01
		26	27	97.44	97.60	53.84	-0.3	0.83	7	26	130	365	6	4.21	4.04	1.64	4.42	1.03	18.75	0.0875	0.2357	0.615	0.830	0.200	0.340	0.63	0.85	95.86	95.41	1.58	2.19	0.70	71.04
		27	28</																														

DISEÑO HIDRAULICO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHÉ

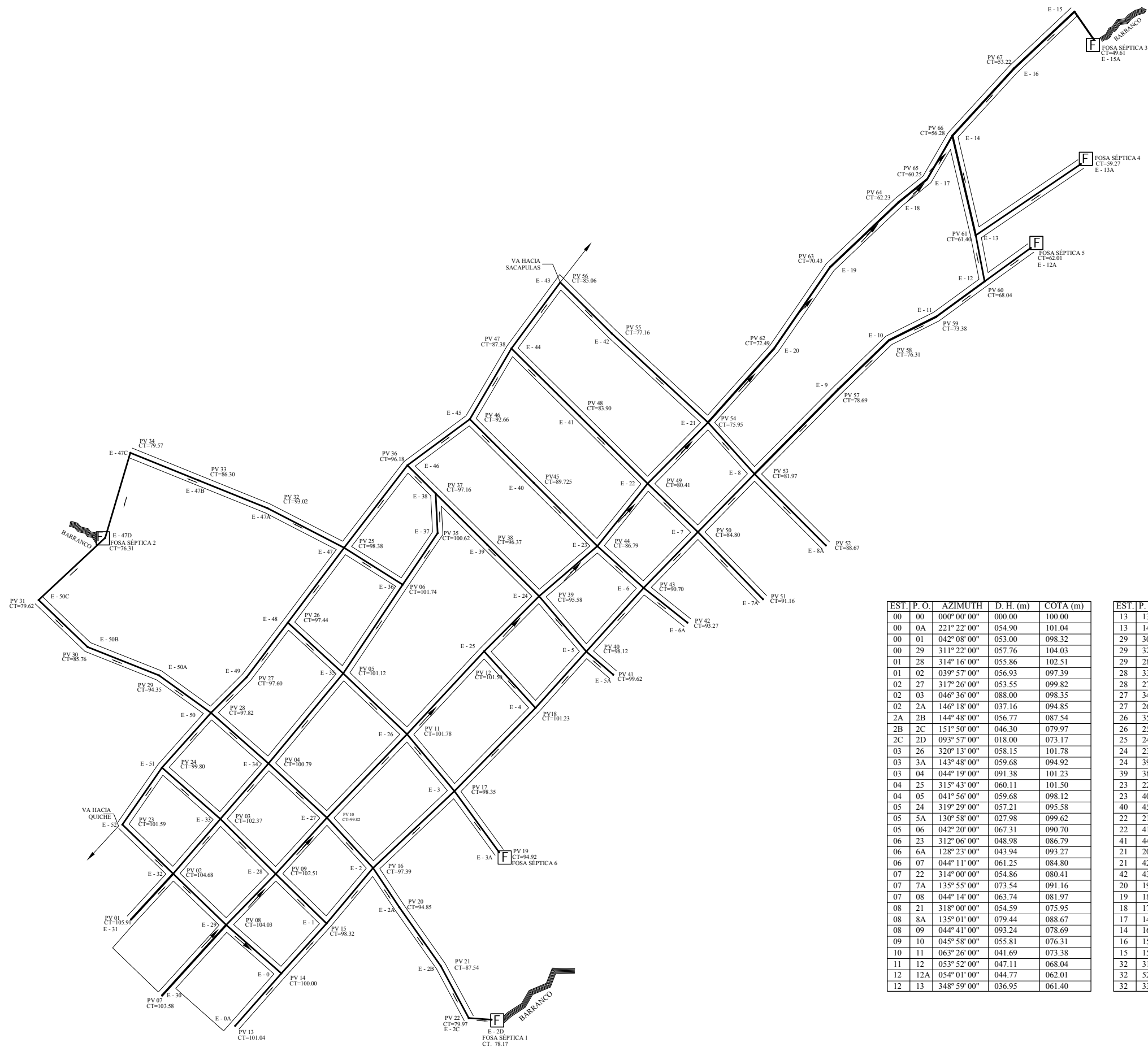
OBSERVACION	POZO VISITA		Cotas del Terreno		Dist. Hz. Metros	PENDIENTE %		No. de Viv.		No. de Hab.		Diam. Ø (plg)	Factor Harm.		Caudal de Diseño		Sección Llena		q/Q		v/V		d/D		Vel. Diss m/s		Cotas Invert		Prof. de Po		ANCHO	EXCAV	
	PV	a PV	Inicial	Final		TERRENO	ASUMIDA	Local	Acum.	Actual	Futura		Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	V (m/s)	Q (lt/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Cis	Cie	hi	hf	ZANJA
CIRCUITO No.3	RAM - 1	25	36	98.38	96.18	81.77	2.69	2.69	10	10	50	141	6	4.31	4.20	0.65	1.78	1.86	33.85	0.0192	0.0526	0.393	0.517	0.098	0.150	0.73	0.96	96.98	94.78	1.40	1.40	0.70	80.13
		37	36	97.16	96.18	31.29	3.13	3.61	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	2.15	39.13	0.0066	0.0189	0.289	0.393	0.060	0.098	0.62	0.84	95.76	94.63	1.40	1.55	0.70	32.31
		36	46	96.18	92.66	61.02	5.77	5.64	6	20	100	281	6	4.24	4.09	1.27	3.45	2.69	48.96	0.0259	0.0705	0.432	0.577	0.113	0.180	1.16	1.55	94.60	91.16	1.58	1.50	0.70	65.78
		46	47	92.66	87.38	64.58	8.18	8.13	4	24	120	337	6	4.22	4.06	1.52	4.10	3.23	58.79	0.0259	0.0697	0.432	0.577	0.113	0.180	1.40	1.86	91.13	85.88	1.53	1.50	0.70	68.49
		47	56	87.38	85.06	64.65	3.59	3.54	3	27	135	379	6	4.21	4.03	1.71	4.58	2.13	38.77	0.0441	0.1181	0.507	0.676	0.145	0.235	1.08	1.44	85.85	83.56	1.53	1.50	0.70	68.56
		56	55	85.06	77.16	56.17	14.06	14.01	0	27	135	379	6	4.21	4.03	1.71	4.58	4.24	77.17	0.0222	0.0593	0.414	0.560	0.105	0.170	1.76	2.37	83.53	75.66	1.53	1.50	0.70	59.57
		55	54	77.16	75.95	102.98	1.17	1.30	2	29	145	407	6	4.20	4.02	1.83	4.91	1.29	23.48	0.0779	0.2091	0.596	0.804	0.190	0.320	0.77	1.04	75.63	74.29	1.53	1.66	0.70	114.98
	RAM - 2	6	35	101.74	100.62	48.90	2.29	4.65	3	3	15	43	6	4.40	4.33	0.20	0.56	2.44	44.41	0.0045	0.0126	0.256	0.348	0.050	0.080	0.62	0.85	100.34	98.07	1.40	2.55	0.70	67.60
		35	37	100.62	97.16	31.30	11.05	7.30	2	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	3.06	55.69	0.0059	0.0163	0.281	0.375	0.058	0.090	0.86	1.15	98.04	95.75	2.58	1.41	0.70	43.71
		37	38	97.16	96.37	57.30	1.38	2.06	3	8	40	113	6	4.33	4.23	0.52	1.43	1.63	29.67	0.0175	0.0482	0.381	0.517	0.093	0.150	0.62	0.84	95.72	94.54	1.44	1.83	0.70	65.58
		38	39	96.37	95.58	57.31	1.38	1.48	4	12	60	169	6	4.30	4.17	0.77	2.11	1.38	25.12	0.0307	0.0840	0.456	0.615	0.123	0.200	0.63	0.85	94.51	93.66	1.86	1.92	0.70	75.82
	RAM - 3	18	40	101.23	98.12	59.68	5.21	5.21	6	6	30	85	6	4.35	4.26	0.39	1.09	2.58	46.96	0.0083	0.0232	0.305	0.420	0.065	0.108	0.79	1.08	99.83	96.72	1.40	1.40	0.70	58.49
		41	40	99.62	98.12	27.98	5.36	6.31	2	2	10	29	6	4.41	4.36	0.13	0.38	2.84	51.69	0.0025	0.0074	0.212	0.297	0.038	0.063	0.60	0.84	98.22	96.45	1.40	1.67	0.70	30.06
		40	43	98.12	90.70	67.31	11.02	10.70	5	13	65	183	6	4.29	4.16	0.84	2.28	3.7	67.34	0.0125	0.0339	0.348	0.468	0.080	0.128	1.29	1.73	96.42	89.22	1.70	1.48	0.70	74.92
		42	43	93.27	90.70	43.94	5.85	5.85	3	3	15	43	6	4.40	4.33	0.20	0.56	2.74	49.87	0.0040	0.0112	0.248	0.334	0.048	0.075	0.68	0.92	91.87	89.30	1.40	1.40	0.70	43.06
		43	50	90.70	84.80	61.25	9.63	9.57	6	22	110	309	6	4.23	4.07	1.40	3.77	3.5	63.7	0.0220	0.0592	0.408	0.560	0.103	0.170	1.43	1.96	89.19	83.33	1.51	1.47	0.70	63.88
		51	50	91.16	84.80	73.54	8.65	8.65	7	7	35	99	6	4.34	4.24	0.46	1.26	3.33	60.61	0.0076	0.0208	0.297	0.401	0.063	0.100	0.99	1.34	89.76	83.40	1.40	1.40	0.70	72.07
		50	53	84.80	81.97	63.74	4.44	4.40	7	36	180	506	6	4.16	3.97	2.25	6.03	2.37	43.13	0.0522	0.1398	0.517	0.716	0.150	0.260	1.23	1.70	83.30	80.50	1.50	1.47	0.70	66.26
		52	53	88.67	81.97	79.44	8.43	8.43	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	3.29	59.88	0.0043	0.0124	0.256	0.348	0.050	0.08	0.84	1.14	87.27	80.57	1.40	1.40	0.70	77.85
		53	57	81.97	78.69	93.24	3.52	3.48	4	44	220	618	6	4.13	3.93	2.73	7.29	2.11	38.4	0.0711	0.1898	0.587	0.776	0.185	0.300	1.24	1.64	80.47	77.22	1.50	1.47	0.70	96.92
		57	58	78.69	76.31	55.81	4.26	4.25	1	45	225	632	6	4.13	3.92	2.79	7.43	2.33	42.41	0.0658	0.1752	0.568	0.761	0.175	0.290	1.32	1.77	77.19	74.82	1.50	1.49	0.70	58.41
		58	59	76.31	73.38	41.69	7.03	6.90	1	46	230	646	6	4.13	3.91	2.85	7.58	2.97	54.05	0.0527	0.1402	0.517	0.716	0.150	0.260	1.54	2.13	74.79	71.91	1.52	1.47	0.70	43.63
		59	60	73.38	68.04	47.11	11.34	11.30	1	47	235	660	6	4.12	3.91	2.90	7.74	3.81	69.34	0.0418	0.1116	0.465	0.669	0.140	0.230	1.77	2.55	71.88	66.56	1.50	1.48	0.70	49.14
		60	61	68.04	64.04	36.95	10.83	10.60	0	47	235	660	8	4.12	3.91	2.90	7.74	4.47	144.83	0.0200	0.0534	0.401	0.517	0.100	0.150	1.79	2.31	66.53	62.61	1.51	1.43	0.70	38.02
		61	66	64.04	56.28	80.40	9.65	9.60	2	49	245	688	8	4.11	3.90	3.02	8.05	4.25	137.7	0.0219	0.0585	0.408	0.538	0.103	0.160	1.73	2.29	62.58	54.86	1.46	1.42	0.70	81.04
	RAM-PRINC	12	39	101.50	95.58	61.22	9.67	9.67	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	3.52	64.06	0.0041	0.0116	0.248	0.341	0.048	0.078	0.87	1.20	100.10	94.18	1.40	1.40	0.70	60.00
		40	39	98.12	95.58	57.21	4.44	4.45	7	7	35	99	6	4.34	4.24	0.46	1.26	2.39	43.5	0.0106	0.0290	0.334	0.444	0.075	0.118	0.80	1.06	96.72	94.17	1.40	1.41	0.70	56.27
		39	44	95.58	86.79	60.45	14.54	13.70	5	28	140	393	6	4.20	4.03	1.76	4.75	4.19	76.26	0.0231	0.0623	0.414	0.560	0.105	0.170	1.73	2.35	93.63	85.35	1.95	1.44	0.70	71.72
		43	44	90.70	86.79	48.98	7.98	7.98	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	3.2	58.24	0.0045	0.0127	0.256	0.348	0.050	0.080	0.82	1.11	89.30	85.39	1.40	1.40	0.70	48.00
		46	45	92.66	89.73	70.76	4.14	4.15	5	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	2.31	42.04	0.0078	0.0216	0.305	0.408	0.065	0.103	0.70	0.94	91.26	88.32	1.40	1.41	0.70	69.59
RAM-PRINC	45	44	89.73	86.79	70.77	4.15	4.15	6	11	55	155	6	4.31	4.19	0.71	1.95	2.31	42.04	0.0169	0.0464	0.381	0.511	0.093	0.148	0.88	1.18	88.29	85.36	1.44	1.43	0.70	71.09	
	44	49	86.79	80.41	63.14	10.10	10.05	1	44	220	618	6	4.13	3.93	2.73	7.29	3.59	65.34	0.0418	0.1116	0.465	0.669	0.140	0.230	1.67	2.40	85.32	78.98	1.47	1.43	0.70	64.09	
	50	49	84.80	80.41	54.86	8.00	8.00	3	3	15	43	6	4.40	4.33	0.20	0.56	3.2	58.24	0.0034	0.0096	0.239	0.320	0.045	0.070	0.76	1.02	83.40	79.01	1.40	1.40	0.70	53.76	
	47	48	87.38	83.90	75.46	4.61	4.61	4	4	20	57	6	4.38	4.30	0.26	0.74	2.43	44.23	0.0059	0.0167	0.273	0.381	0.055	0.093	0.66	0.93	85.98	82.50	1.40	1.40	0.70	73.95	
	48	49	83.90	80.41	75.46	4.62	4.65	4	8	40	113	6	4.33	4.23	0.52	1.43	2.44	44.41	0.0117	0.0322	0.341	0.463	0.078	0.125	0.83	1.13	82.47	78.96	1.43	1.45	0.70	76.06	
	49	54	80.41	75.95	67.54	6.60	6.56	6	61	305	857	6	4.08	3.84	3.73	9.87	2.9	52.78	0.0707	0.1870	0.587	0.776	0.185	0.300	1.70	2.25	78.93	74.50	1.48	1.45	0.70	69.26	
	53	54	81.97	75.95	54.59	11.03	11.05	5	5	25	71	6	4.37	4.28	0.33	0.91	3.76	68.43	0.0048	0.0133	0.264	0.355	0.053	0.083	0.99	1.33	80.57	74.54	1.40	1.41	0.70	53.69	
	54	62	75.95	72.49	78.06	4.43	4.10	0	95	475	1334	6	3.99	3.72	5.69	14.89	2.29	41.68	0.1365	0.3572	0.702	0.921	0.250	0.420	1.61	2.11	74.26	71.06	1.69	1.43	0.70	85.24	
	62	63	72.49	70.43	77.51	2.66	2.63	0	95	475	1334	6	3.99	3.72	5.69	14.89	1.84	33.49	0.1699	0.4446	0.747	0.973	0.280	0.470	1.37	1.79	71.03	68.99	1.46	1.44	0.70	78.67	
	63	64	70.43	62.23	74.35	11.03	10.30	3	98	490	1376	6	3.98	3.71	5.85	15.																	

DISEÑO HIDRAULICO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHE

OBSERVA.	POZO DE VISITA		Cota de Terreno		D. Hz.	PENDIENTE %		AREAS		Tiempo	Intensidad	Coef.	DIAM	Q Diseño	Seccio Llena		q/Q	d/D	Vel.	Cotas Invert		Prof. de Pozos		ZANJA	EXCAV	
	De PV	a PV	Inicial	Final	metros	TERRENO	ASUMIDA	Local	Acum.	Conc.	Lluvia	Esc. "C"	PULG	Litros	V (m/s)	Q (lt/s)			Diseño	Cis	Cie	hi	hf	ANCHO (m)	M3	
RED No. 1	RAM -1	1	2	105.91	104.68	49.00	2.51	2.55	0.22	0.22	12.00	144.4494	0.50	12.00	44.87	2.87	200	0.2207	0.890	2.31	104.51	103.26	1.40	1.42	0.75	51.81
		2	8	104.68	104.03	58.00	1.12	1.10	0.20	0.42	12.34	143.2291	0.50	12.00	84.96	1.89	130	0.6427	0.890	2.00	103.23	102.59	1.45	1.44	0.75	62.79
		7	8	103.58	104.03	74.98	-0.60	0.20	0.25	0.25	12.00	144.4494	0.50	12.00	50.99	0.80	60	0.8360	0.890	0.90	102.18	102.03	1.40	2.00	0.75	95.60
		8	14	104.03	100	57.76	6.98	5.26	0.17	0.84	12.85	141.4385	0.50	12.00	167.87	4.12	290	0.5690	0.840	4.24	101.63	98.59	2.40	1.41	0.75	82.48
	RAM -2	2	3	104.68	102.37	56.81	4.07	4.07	0.18	0.18	12.00	144.4494	0.50	12.00	36.71	3.63	250	0.1444	0.790	2.60	103.28	100.97	1.40	1.40	0.75	59.70
		9	3	102.51	102.37	61.29	0.23	0.23	0.19	0.19	12.00	144.4494	0.50	10.00	38.75	0.76	40	0.9530	0.890	0.87	101.11	100.97	1.40	1.40	0.75	64.38
		3	4	102.37	100.79	57.87	2.73	2.50	0.19	0.38	13.12	140.4802	0.50	10.00	75.45	2.52	130	0.5703	0.850	2.62	100.82	99.37	1.55	1.42	0.75	64.38
		6	5	101.74	101.12	84.00	0.74	0.75	0.39	0.77	12.00	144.4494	0.50	15.00	157.05	1.81	200	0.7724	0.890	1.99	100.34	99.71	1.40	1.41	0.80	94.42
		11	5	101.78	101.12	69.36	0.95	1.00	0.36	0.39	12.00	144.4494	0.50	12.00	79.54	1.80	130	0.6018	0.890	1.90	100.38	99.69	1.40	1.43	0.75	73.70
		5	4	101.12	100.79	92.00	0.36	0.70	0.32	0.36	12.88	141.3325	0.50	15.00	71.89	1.74	190	0.3719	0.800	1.60	99.63	98.99	1.49	1.80	0.80	120.92
		4	10	100.79	99.82	62.79	1.54	0.80	0.25	1.00	13.85	138.0163	0.50	15.00	195.18	1.87	210	0.9128	0.890	2.13	98.86	98.36	1.93	1.46	0.80	85.20
		11	10	101.78	99.82	91.00	2.15	2.15	0.31	2.08	12.98	140.9760	0.50	18.00	414.37	3.45	550	0.7405	0.890	3.82	100.38	98.42	1.40	1.40	0.90	114.52
		8	9	104.03	102.51	55.89	2.72	2.72	0.19	0.19	12.00	144.4494	0.50	12.00	38.75	2.96	210	0.1815	0.840	2.25	102.63	101.11	1.40	1.40	0.75	58.69
		9	10	102.51	99.82	59.75	4.50	4.50	0.19	0.38	12.34	143.2389	0.50	12.00	76.88	3.81	270	0.2800	0.890	3.26	101.08	98.39	1.43	1.43	0.75	64.06
		10	16	99.82	97.39	53.55	4.54	3.20	0.20	2.85	13.19	140.2369	0.50	18.00	564.9	4.21	670	0.8285	0.890	4.70	97.70	95.98	2.12	1.41	0.90	85.02
	RAM-3	11	17	101.78	98.36	58.18	5.88	5.88	0.28	0.28	12.00	144.4494	0.50	12.00	57.11	4.36	310	0.1812	0.840	3.32	100.38	96.96	1.40	1.40	0.75	61.11
		11	12	101.78	101.5	89.00	0.31	0.50	0.42	0.42	12.00	144.4494	0.50	12.00	85.66	1.27	90	0.9362	0.890	1.45	100.38	99.94	1.40	1.57	0.75	98.96
		12	18	101.5	101.23	60.11	0.45	1.00	0.21	0.63	12.63	142.1964	0.50	12.00	126.56	1.80	130	0.9571	0.890	2.05	99.91	99.30	1.60	1.93	0.75	79.37
		18	17	101.23	98.35	91.38	3.15	2.55	0.32	0.95	13.43	139.4294	0.50	12.00	187.25	2.87	200	0.9199	0.800	3.25	99.27	96.94	1.96	1.41	0.75	115.22
		17	16	98.35	97.39	88.00	1.09	1.00	0.27	1.50	13.89	137.8753	0.50	18.00	292.48	2.36	380	0.7559	0.890	2.59	96.64	95.76	1.71	1.63	0.90	131.97
	RAM PRI	13	14	101.04	100	54.90	1.89	2.00	0.29	0.29	12.00	144.4494	0.50	12.00	59.15	2.54	180	0.3232	0.890	2.26	99.64	98.54	1.40	1.46	0.75	58.84
		14	15	100	98.32	53.00	3.17	5.00	0.29	1.42	13.03	140.7908	0.50	12.00	282.53	4.02	280	0.9917	0.920	4.58	98.44	95.79	1.56	2.53	0.75	81.21
		9	15	102.51	98.32	55.86	7.50	7.50	0.15	0.15	12.00	144.4494	0.50	10.00	30.59	4.36	220	0.1368	0.700	3.12	100.91	96.72	1.60	1.60	0.75	67.02
		15	16	98.32	97.39	56.93	1.63	0.85	0.21	1.78	13.22	140.1453	0.50	18.00	352.59	2.17	350	0.9899	0.890	2.47	95.64	95.16	2.68	2.23	0.90	125.78
	16	20	97.39	94.85	37.16	6.84	4.10	0.20	6.33	14.10	137.1825	0.50	24.00	1,228.26	5.78	1680	0.7179	0.910	4.47	94.96	93.43	2.43	1.42	1.10	78.63	
	20	21	94.85	90.35	56.77	7.93	5.10	0.32	6.65	14.22	136.7625	0.50	24.00	1,286.54	6.44	1870	0.6755	0.800	4.91	91.83	88.94	3.02	1.41	1.10	138.20	
	21	22	90.35	86.25	46.30	8.86	5.40	0.06	6.71	14.32	136.4458	0.50	24.00	1,295.24	6.63	1920	0.6623	0.780	4.95	87.34	84.84	3.01	1.41	1.10	112.60	
	22	DES.F. 1	86.25	82.15	50.00	8.20	5.20	0.00	6.71	14.42	136.1236	0.50	24.00	1,292.29	6.51	1890	0.6712	0.880	4.95	83.34	80.74	2.91	1.41	1.10	118.85	
RED No. 2	RAM - 1	2	23	104.68	101.59	55.52	5.57	5.57	0.16	0.16	12.00	146.8483	0.50	12.00	32.63	4.24	310	0.105	0.220	2.76	103.28	100.19	1.40	1.40	0.75	58.35
		23	24	101.59	99.80	54.56	3.28	3.25	0.28	0.44	12.21	146.0887	0.50	12.00	89.28	3.24	240	0.372	0.430	3.03	100.16	98.38	1.43	1.42	0.75	58.27
		3	24	102.37	99.80	61.16	4.20	4.25	0.19	0.19	12.00	146.8483	0.50	12.00	38.75	3.71	270	0.144	0.260	2.66	100.97	98.37	1.40	1.43	0.75	64.89
		24	28	99.80	97.82	57.93	3.42	3.35	0.26	0.89	12.51	145.0508	0.50	12.00	179.3	3.29	240	0.747	0.650	3.61	98.35	96.41	1.45	1.41	0.75	61.96
	RAM-2	5	26	101.12	97.44	59.05	6.23	6.25	0.26	0.26	12.00	146.8483	0.50	12.00	53.03	4.49	330	0.161	0.280	3.35	99.72	96.03	1.40	1.41	0.75	62.24
		25	26	98.38	97.44	73.62	1.28	1.30	0.30	0.30	12.00	146.8483	0.50	12.00	61.19	2.05	150	0.408	0.450	1.96	96.98	96.02	1.40	1.42	0.75	77.77
		26	27	97.44	97.60	53.84	-0.30	0.60	0.28	0.84	12.20	146.1403	0.50	15.00	170.5	1.62	180	0.947	0.780	1.85	95.99	95.67	1.45	1.93	0.80	72.73
		27	28	97.60	97.82	39.52	-0.56	0.75	0.15	0.99	12.61	144.7177	0.50	15.00	198.99	1.81	210	0.948	0.780	2.06	95.64	95.34	1.96	2.48	0.80	70.13
	RAM - 3	4	28	100.79	97.82	60.24	4.93	5.00	0.23	0.23	12.00	146.8483	0.50	15.00	46.91	4.66	530	0.089	0.205	2.91	99.39	96.38	1.40	1.44	0.80	68.48
		28	29	97.82	94.35	50.31	6.90	3.80	0.23	2.34	12.21	146.1039	0.50	18.00	474.84	4.59	750	0.633	0.580	4.87	94.84	92.93	2.98	1.42	0.90	99.50
		29	30	94.35	90.06	30.25	14.18	3.90	0.12	2.46	12.28	145.8669	0.50	18.00	498.38	4.65	760	0.656	0.600	4.98	89.83	88.65	4.52	1.41	0.90	80.67
		30	30'	90.06	85.76	30.25	14.21	3.80	0.12	2.58	12.32	145.7064	0.50	18.00	522.11	4.59	750	0.696	0.620	4.97	85.45	84.30	4.61	1.46	0.90	82.57
		30'	31	85.76	79.62	53.33	11.51	3.60	0.20	2.78	12.41	145.4167	0.50	18.00	561.47	4.47	730	0.769	0.660	4.93	80.10	78.18	5.66	1.44	0.90	170.27
		31	DES.F. 2	79.62	76.31	71.60	4.62	3.60		2.78	12.53	144.9865	0.50	18.00	559.81	4.47	730	0.767	0.660	4.93	77.48	74.90	2.14	1.41	0.90	114.14
	RAM - 4	6	25	101.74	98.38	54.49	6.17	6.20	0.22	0.22	12.00	146.8483	0.50	12.00	44.87	4.48	330	0.136	0.250	3.14	100.34	96.96	1.40	1.42	0.75	57.59

DISEÑO HIDRAULICO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHE

OBSERVA.	POZO DE VISITA		Cota de Terreno		D. Hz.	PENDIENTE %		AREAS		Tiempo	Intensidad	Coef.	DIAM	Q Diseño	Seccio Llena		q/Q	d/D	Vel.	Cotas Invert		Prof. de Pozos		ZANJA	EXCAV		
	De PV	a PV	Inicial	Final	metros	TERRENO	ASUMIDA	Local	Acum.	Conc.	Lluvia	Esc. "C"	PULG	Litros	V (m/s)	Q (lt/s)			Diseño	Cis	Cie	hi	hf	ANCHO (m)	M3		
RED No. 3	RAM - 1	25	36	98.38	96.18	81.77	2.69	2.70	0.26	0.26	12.00	146.8483	0.50	10.00	53.03	2.62	130	0.408	0.450	2.50	96.98	94.77	1.40	1.41	5.75	660.08	
		37	36	97.16	96.18	31.29	3.13	3.15	0.10	0.10	12.00	146.8483	0.50	10.00	20.4	2.82	140	0.146	0.260	2.02	95.76	94.77	1.40	1.41	6.75	296.29	
		36	46	96.18	92.66	61.02	5.77	5.80	0.30	0.66	12.32	145.7181	0.50	10.00	133.57	3.83	190	0.703	0.620	4.15	94.74	91.21	1.44	1.45	7.75	683.45	
		46	47	92.66	87.38	64.58	8.18	7.40	0.34	1.00	12.57	144.8479	0.50	10.00	201.18	4.33	220	0.914	0.760	4.92	90.76	85.98	1.90	1.40	8.75	934.78	
		47	56	87.38	85.06	64.65	3.59	3.45	0.24	1.24	12.78	144.1226	0.50	12.00	248.21	3.34	240	1.034	0.860	3.79	85.88	83.65	1.50	1.41	9.75	919.62	
		56	55	85.06	77.16	56.17	14.06	5.90	0.32	1.56	13.05	143.1822	0.50	12.00	310.23	4.37	320	0.969	0.790	4.98	79.07	75.75	5.99	1.41	10.75	2234.86	
		55	54	77.16	75.95	102.98	1.17	1.15	0.59	2.15	13.31	142.3194	0.50	18.00	424.98	2.53	420	1.012	0.840	2.88	75.72	74.54	1.44	1.41	0.90	132.10	
		RAM - 2	6	35	101.74	100.62	48.90	2.29	2.30	0.30	0.30	12.00	146.8483	0.50	12.00	61.19	2.73	200	0.306	0.380	2.40	100.34	99.22	1.40	1.40	0.75	51.43
			35	37	100.62	97.16	31.30	11.05	9.00	0.08	0.38	12.19	146.1687	0.50	12.00	77.14	5.39	390	0.198	0.310	4.26	98.57	95.75	2.05	1.41	0.75	40.69
			37	38	97.16	96.37	57.30	1.38	1.40	0.24	0.62	12.35	145.6060	0.50	12.00	125.38	2.13	160	0.784	0.670	2.36	95.72	94.92	1.44	1.45	0.75	62.22
			38	39	96.37	95.58	57.31	1.38	1.25	0.24	0.86	12.80	144.0336	0.50	12.00	172.04	2.01	150	1.147	0.890	2.27	94.89	94.17	1.48	1.41	0.75	62.20
		RAM - 3	18	40	101.23	98.12	59.68	5.21	5.25	0.18	0.18	12.00	146.8483	0.50	10.00	36.71	3.65	190	0.193	0.300	2.83	99.83	96.70	1.40	1.42	0.75	63.18
			41	40	99.62	98.12	27.98	5.36	5.40	0.10	0.10	12.00	146.8483	0.50	10.00	20.4	3.7	190	0.107	0.225	2.44	98.22	96.71	1.40	1.41	0.75	29.49
			40	43	98.12	90.70	67.31	11.02	10.05	0.19	0.47	12.27	145.8943	0.50	10.00	95.24	5.05	260	0.366	0.420	4.65	96.05	89.28	2.07	1.42	0.75	88.12
			42	43	93.27	90.70	43.94	5.85	5.90	0.23	0.23	12.00	146.8483	0.50	10.00	46.91	3.87	200	0.2346	0.3300	3.16	91.87	89.28	1.40	1.42	0.75	46.51
			43	50	90.70	84.80	61.25	9.63	9.00	0.19	0.89	12.44	145.2948	0.50	10.00	179.60	4.77	240	0.7483	0.6500	5.24	88.88	83.37	1.82	1.43	0.75	74.82
			51	50	91.16	84.80	73.54	8.65	8.65	0.23	0.23	12.00	146.8483	0.50	10.00	46.91	4.68	240	0.1955	0.3000	3.63	89.76	83.40	1.40	1.40	0.75	77.25
			50	53	84.80	81.97	63.74	4.44	4.00	0.23	1.35	12.63	144.6324	0.50	15.00	271.19	4.17	480	0.5650	0.5400	4.29	82.97	80.42	1.83	1.55	0.80	86.42
			52	53	88.67	81.97	79.44	8.43	8.20	0.26	0.26	12.00	146.8483	0.50	10.00	53.03	4.56	230	0.2306	0.3300	3.73	87.07	80.56	1.60	1.41	0.75	89.79
			53	57	81.97	78.69	93.24	3.52	3.50	0.16	1.77	13.04	143.2233	0.50	15.00	352.09	3.9	440	0.8002	0.6800	4.34	80.39	77.12	1.58	1.57	0.90	132.27
			57	58	78.69	76.31	55.81	4.26	4.00	0.34	2.11	13.21	142.6329	0.50	15.00	417.99	4.17	480	0.8708	0.7300	4.68	77.09	74.86	1.60	1.45	0.90	76.56
			58	59	76.31	73.38	41.69	7.03	4.10	0.28	2.39	13.33	142.2347	0.50	15.00	472.14	4.22	480	0.9836	0.8000	4.81	73.68	71.97	2.63	1.41	0.90	75.79
			59	60	73.38	68.04	47.11	11.34	3.80	0.30	2.69	13.44	141.8857	0.50	18.00	530.10	4.59	750	0.7068	0.6300	5.00	68.42	66.63	4.96	1.41	0.90	135.03
			59	60'	68.04	64.72	18.48	17.97	3.80	0.06	2.75	13.47	141.7783	0.50	18.00	541.51	4.59	750	0.7220	0.6300	5.00	64.01	63.31	4.03	1.41	0.90	45.25
			60'	61	64.72	61.40	18.47	17.98	3.75	0.06	2.81	13.49	141.6931	0.50	18.00	553.00	4.56	750	0.7373	0.6400	4.99	60.69	60.00	4.03	1.40	0.90	45.19
			61	66	61.40	56.28	80.40	6.37	3.37	0.42	3.23	13.60	141.3333	0.50	18.00	634.04	4.32	710	0.8930	0.7400	4.89	57.59	54.88	3.81	1.40	0.90	188.82
		RAM PRI	12	39	101.50	95.58	61.22	9.67	9.20	0.29	0.29	12.00	146.8483	0.50	10.00	59.15	4.83	240	0.2465	0.3400	4.01	99.80	94.17	1.70	1.41	0.75	71.45
			40	39	98.12	95.58	57.21	4.44	4.45	0.19	0.19	12.00	146.8483	0.50	10.00	38.75	3.36	170	0.2279	0.3300	2.75	96.72	94.17	1.40	1.41	0.75	60.20
			39	39'	95.58	91.19	30.22	14.53	5.95	0.13	1.47	12.95	143.5178	0.50	12.00	293.02	4.38	320	0.9157	0.7600	4.98	91.57	89.78	4.01	1.41	0.75	61.42
			39'	44	91.19	86.79	30.23	14.56	5.90	0.13	1.60	13.03	143.2667	0.50	12.00	318.37	4.37	320	0.9949	0.8100	4.98	87.17	85.38	4.02	1.41	0.75	61.57
			43	44	90.70	86.79	48.98	7.98	8.00	0.16	0.16	12.00	146.8483	0.50	10.00	32.63	4.5	230	0.1419	0.2600	3.22	89.30	85.38	1.40	1.41	0.75	51.58
			46	45	92.66	89.73	70.76	4.15	4.15	0.28	0.28	12.00	146.8483	0.50	10.00	57.11	3.24	160	0.3569	0.4200	2.98	91.26	88.32	1.40	1.40	0.75	74.34
			45	44	89.73	86.79	70.77	4.15	4.15	0.28	0.56	12.32	145.7094	0.50	10.00	113.33	3.24	160	0.7083	0.6300	3.53	88.29	85.36	1.43	1.43	0.75	76.03
			44	49	86.79	80.41	63.14	10.10	4.50	0.31	2.63	12.61	144.7061	0.50	15.00	528.58	4.42	500	1.0572	0.8900	4.99	81.84	79.00	4.95	1.41	0.75	150.79
			50	49	84.80	80.41	54.86	8.00	8.10	0.18	0.18	12.00	146.8483	0.50	10.00	36.71	4.53	230	0.1596	0.2800	3.38	83.40	78.96	1.40	1.45	0.75	58.71
			47	48	87.38	83.90	75.46	4.61	4.70	0.34	0.34	12.00	146.8483	0.50	10.00	69.35	3.45	170	0.4079	0.4500	3.29	85.98	82.43	1.40	1.47	0.75	81.12
		48	49	83.90	80.41	75.46	4.62	4.50	0.34	0.68	12.33	145.6970	0.50	10.00	137.60	3.38	170	0.8094	0.6900	3.77	82.40	79.01	1.50	1.40	0.75	82.03	
		49	54	80.41	75.95	67.54	6.60	3.45	0.10	3.59	12.73	144.2767	0.50	18.00	719.38	4.37	720	0.9991	0.8100	4.98	76.86	74.53	3.55	1.42	0.90	151.20	
		53	54	81.97	75.95	54.59	11.03	10.70	0.19	0.19	12.00	146.8483	0.50	10.00	38.75	5.21	260	0.1490	0.2700	3.80	80.37	74.53	1.60	1.42	0.75	61.85	
		54	62	75.95	72.49	78.06	4.43	2.30	0.39	6.32	13.73	140.9122	0.50	24.00	1236.90	4.33	1260	0.9817	0.8000	4.94	72.88	71.08	3.07	1.41	1.45	253.41	
		62	63	72.49	70.43	77.51	2.66	2.15	0.54	6.86	13.94	140.2019	0.50	24.00	1335.81	4.18	1220	1.0949	0.8900	4.72	70.68	69.02	1.81	1.41	1.45	180.92	
		63	63'	70.43	66.33	37.17	11.03	2.00	0.31	7.17	14.08	139.7655	0.50	30.00	1391.83	4.68	2130	0.6534	0.5900	4.99	65.67	64.92	4.76	1.41	1.45	166.25	
		63'	64	66.33	62.23	37.18	11.03	1.95	0.31	7.48	14.19																




SÍMBOLO	SIGNIFICADO
P.V.	No. POZO DE VISITA
C.T.	COTA DEL TERRENO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	BARRANCO
	FOSA SÉPTICA

EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. (m)	COTA (m)
00	00	000° 00' 00"	000.00	100.00
00	0A	221° 22' 00"	054.90	101.04
00	01	042° 08' 00"	053.00	098.32
00	29	311° 22' 00"	057.76	104.03
01	28	314° 16' 00"	055.86	102.51
01	02	039° 57' 00"	056.93	097.39
02	27	317° 26' 00"	053.55	099.82
02	03	046° 36' 00"	088.00	098.35
02	2A	146° 18' 00"	037.16	094.85
2A	2B	144° 48' 00"	056.77	087.54
2B	2C	151° 50' 00"	046.30	079.97
2C	2D	093° 57' 00"	018.00	073.17
03	26	320° 13' 00"	058.15	101.78
03	3A	143° 48' 00"	059.68	094.92
03	04	044° 19' 00"	091.38	101.23
04	25	315° 43' 00"	060.11	101.50
04	05	041° 56' 00"	059.68	098.12
05	24	319° 29' 00"	057.21	095.58
05	5A	130° 58' 00"	027.98	099.62
05	06	042° 20' 00"	067.31	090.70
06	23	312° 06' 00"	048.98	086.79
06	6A	128° 23' 00"	043.94	093.27
06	07	044° 11' 00"	061.25	084.80
07	22	314° 00' 00"	054.86	080.41
07	7A	135° 55' 00"	073.54	091.16
07	08	044° 14' 00"	063.74	081.97
08	21	318° 00' 00"	054.59	075.95
08	8A	135° 01' 00"	079.44	088.67
08	09	044° 41' 00"	093.24	078.69
09	10	045° 58' 00"	055.81	076.31
10	11	063° 26' 00"	041.69	073.38
11	12	053° 52' 00"	047.11	068.04
12	12A	054° 01' 00"	044.77	062.01
12	13	348° 59' 00"	036.95	061.40


EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. (m)	COTA (m)
13	13A	055° 52' 00"	099.90	059.27
13	14	346° 50' 00"	080.40	056.28
29	30	222° 13' 00"	074.98	101.58
29	32	313° 58' 00"	058.00	104.68
29	28	049° 07' 00"	055.89	102.51
28	33	314° 45' 00"	061.29	102.37
28	27	042° 27' 00"	059.75	099.82
27	34	312° 57' 00"	062.79	100.79
27	26	043° 46' 00"	091.00	101.78
26	35	313° 40' 00"	069.36	101.12
26	25	042° 55' 00"	089.00	101.50
25	24	044° 50' 00"	061.22	095.58
24	23	049° 26' 00"	060.45	086.79
24	39	314° 50' 00"	057.30	096.37
39	38	314° 50' 00"	57.31	097.16
23	22	038° 46' 00"	063.14	080.41
23	40	314° 52' 00"	070.76	089.73
40	45	314° 52' 00"	070.77	092.66
22	21	044° 34' 00"	067.54	075.95
22	41	314° 47' 00"	075.46	083.90
41	44	314° 47' 00"	075.46	087.38
21	20	041° 48' 00"	078.06	072.49
21	42	312° 46' 00"	102.98	077.16
42	43	314° 49' 00"	056.17	085.06
20	19	034° 32' 00"	077.51	070.43
19	18	046° 31' 00"	074.35	062.23
18	17	051° 07' 00"	028.67	060.25
17	14	030° 10' 00"	039.68	056.28
14	16	042° 30' 00"	071.44	053.22
16	15	046° 44' 00"	065.62	051.27
15	15A	145° 30' 00"	026.50	049.61
32	31	222° 37' 00"	049.00	105.91
32	52	313° 58' 00"	055.52	101.59
32	33	040° 48' 00"	056.81	102.37

EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. (m)	COTA (m)
33	51	311° 17' 00"	061.16	099.80
33	34	040° 55' 00"	057.87	100.79
34	50	311° 20' 00"	060.24	097.82
34	35	039° 40' 00"	092.00	101.12
35	48	312° 29' 00"	059.05	097.44
35	36	033° 51' 00"	084.00	101.74
36	47	302° 09' 00"	054.49	094.38
36	37	034° 08' 00"	048.90	100.62
37	38	357° 08' 00"	031.30	097.16
38	46	314° 53' 00"	031.29	096.18
52	51	034° 47' 00"	054.56	099.80
51	50	041° 50' 00"	057.93	097.82
50	49	044° 56' 00"	039.52	097.60
50	50A	305° 45' 00"	050.31	094.85
50A	50B	291° 44' 00"	060.50	085.76
50B	50C	313° 45' 00"	053.33	079.62
50C	47D	046° 55' 00"	071.60	076.31
49	48	037° 07' 00"	053.84	097.44
48	47	036° 54' 00"	073.62	098.38
47	46	037° 33' 00"	081.77	096.78
47	47A	297° 19' 00"	067.88	093.02
47A	47B	297° 19' 00"	058.10	086.30
47B	47C	291° 59' 00"	058.11	079.57
47C	47D	196° 38' 00"	069.74	076.31
46	45	053° 31' 00"	061.02	092.66
45	44	030° 26' 00"	064.58	087.38
44	43	036° 24' 00"	064.65	085.06

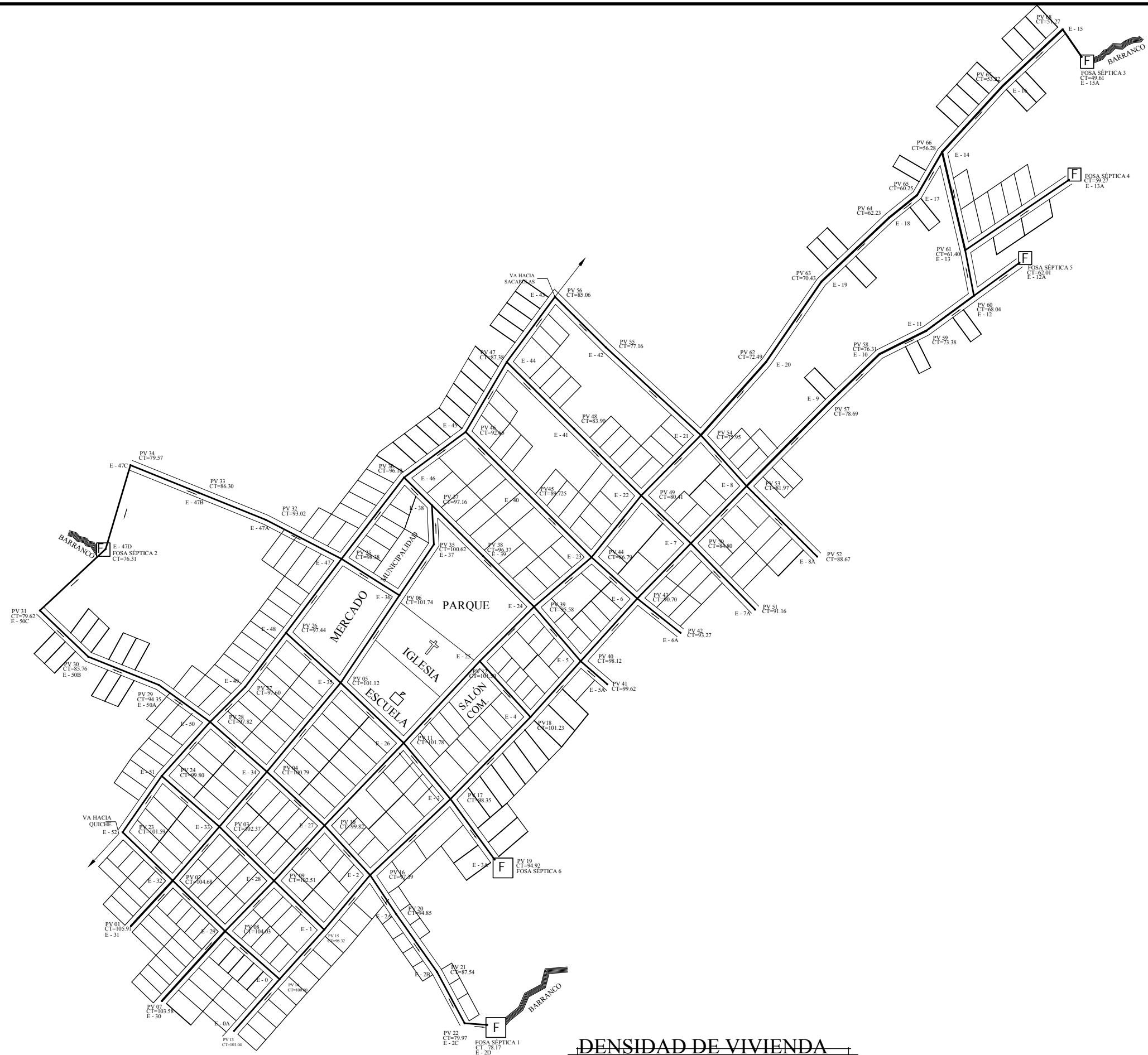
PLANTA GENERAL
Escala 1 / 1600


 Proyecto : **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCION: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**
 Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**
 Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**
 Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**
 Carnet: **2001 - 17360**
 Asesor: **Ing. Ángel Sic Garcia**
 Fecha: **OCTUBRE 2,010**

FASE E P S
 HOJA No. **01** de **15**


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA
 Universidad de San Carlos Guatemala



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
P.V.	No. POZO DE VISITA
C.T.	COTA DEL TERRENO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	BARRANCO
	VIVIENDA
	FOSA SÉPTICA
	IGLESIA, ESCUELA

DENSIDAD DE VIVIENDA

Escala 1 / 1600



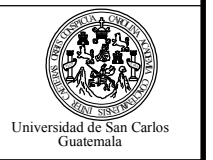
Proyecto : **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**
 DIRECCIÓN: **DR. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**
 Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

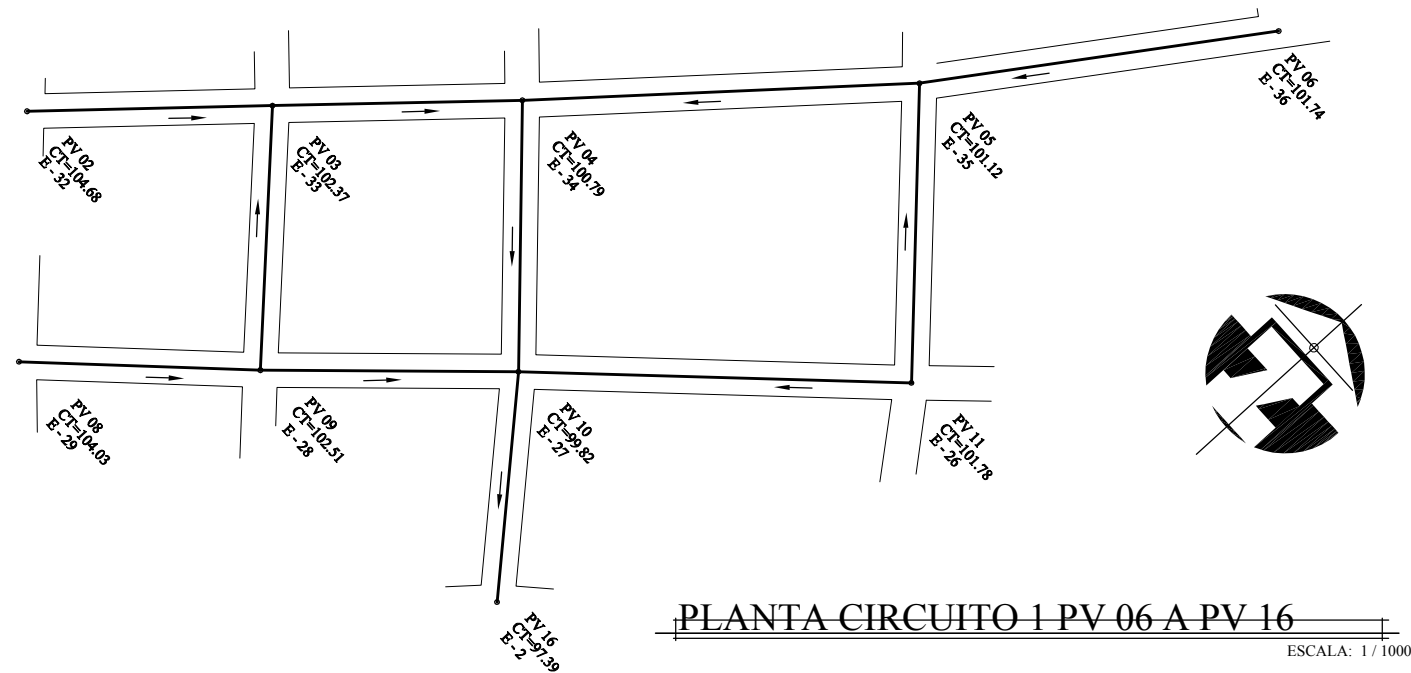
Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**
 Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**
 Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**
 Carnet: **2001 - 17360**
 Asesor: **Ing. Ángel Sic Garcia**
 Fecha: **OCTUBRE 2,010**
FASE E P S

HOJA No. **02** / **15**

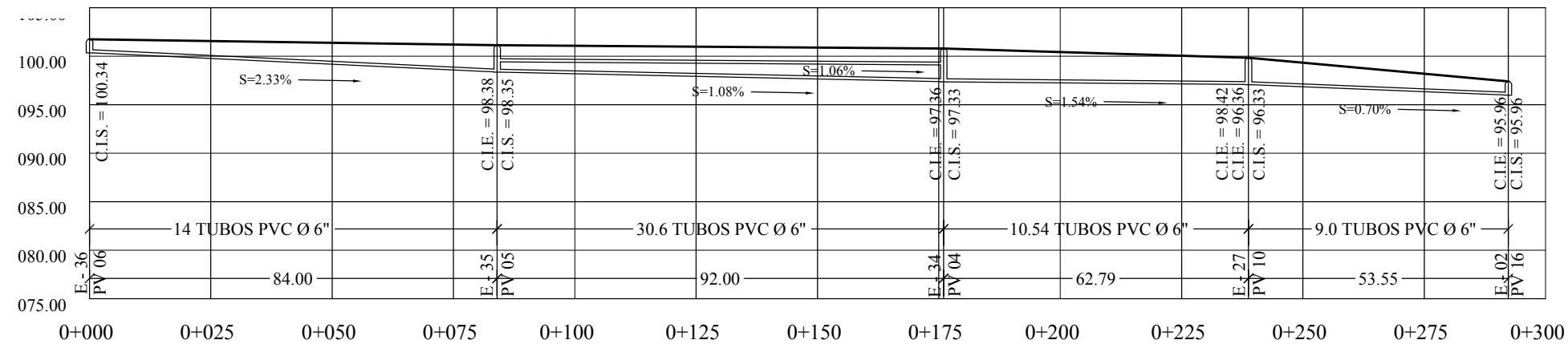


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



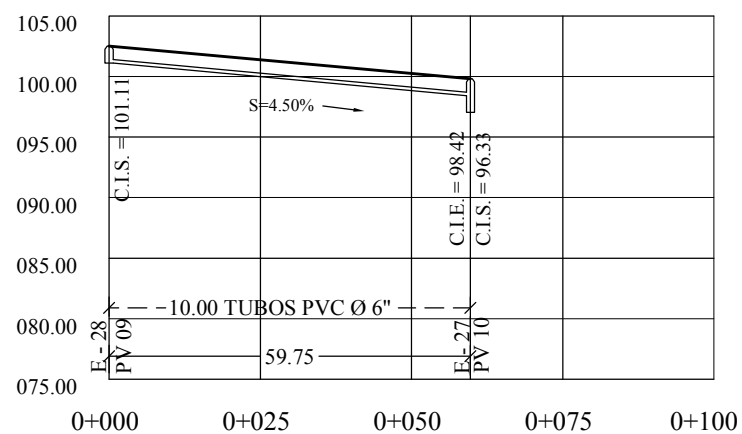


SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %.	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
~~~~~	BARRANCO
<b>F</b>	FOSA SÉPTICA



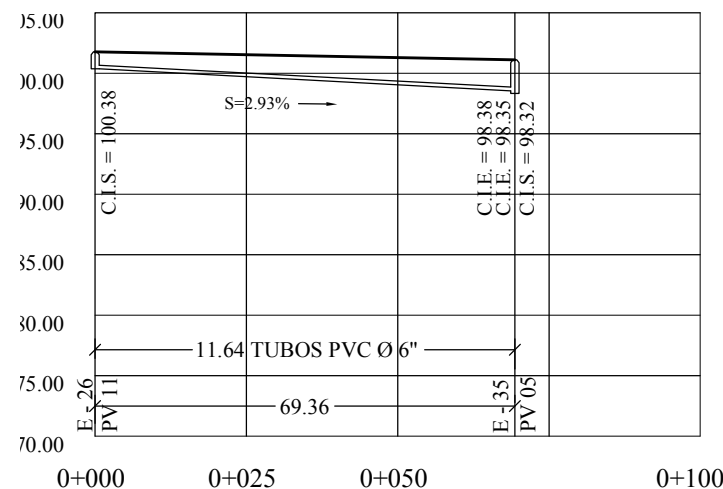
**PERFIL PV 06 A PV 16**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



**PERFIL PV 09 A PV 10**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



**PERFIL PV 11 A PV 05**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
02	104.68	1.43
03	102.37	2.06
04	100.79	3.50
05	101.12	2.80
06	101.74	1.40
08	104.03	1.40
09	102.51	1.43
10	099.82	3.52
11	101.50	1.40
13	101.04	1.40
14	100.00	1.56
15	098.32	1.55
16	097.39	1.57
20	094.85	1.53
21	087.54	1.49
22	079.97	1.49
FOSA 1	078.17	1.49



Proyecto :  
**SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**  
DIRECCION:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de:  
**PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

PEDRO RAYMUNDO Diseño:  
ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
2001 - 17360 Carnet:  
Ing. Ángel Sic García Asesor:  
OCTUBRE 2,010 Fecha:

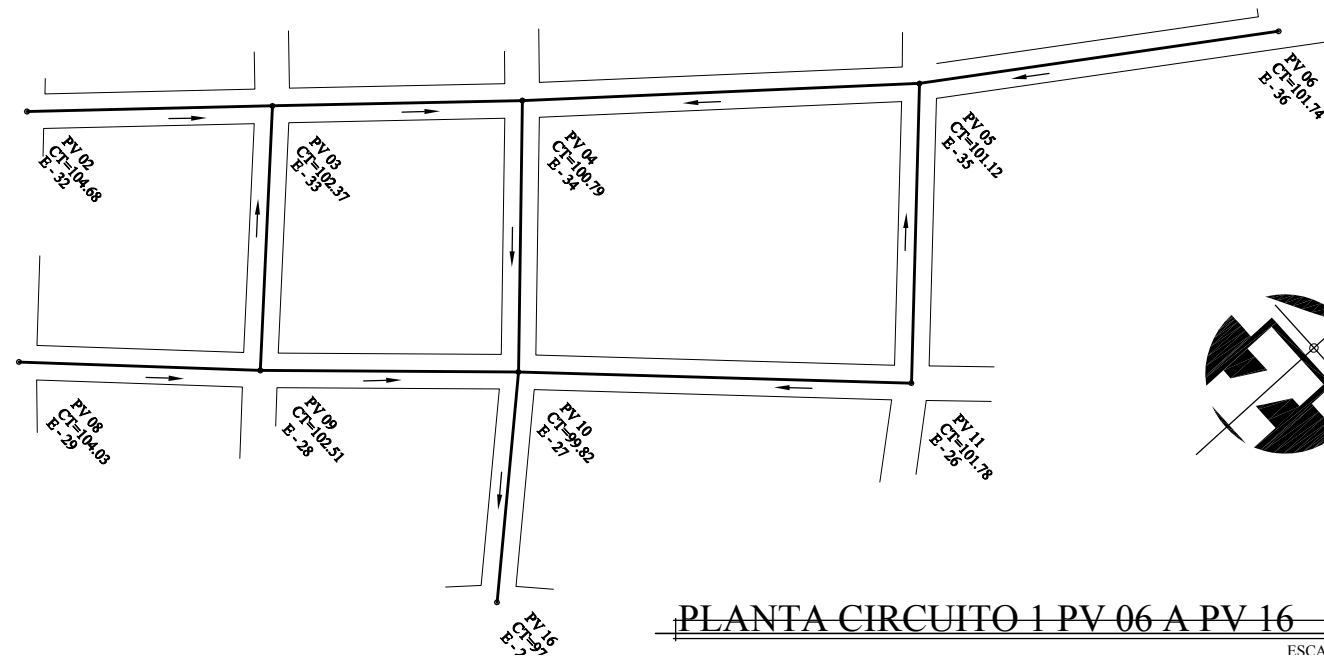
FASE **E P S**  
HOJA No.  
**03**  
**15**



Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



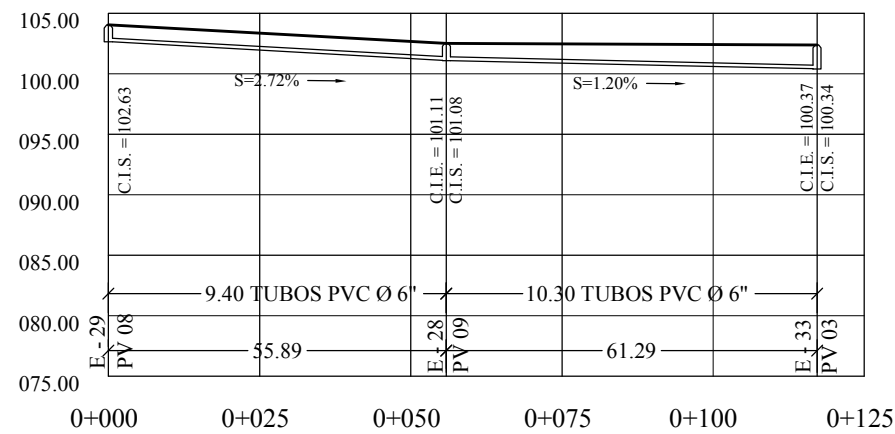
Universidad de San Carlos  
Guatemala



PLANTA CIRCUITO 1 PV 06 A PV 16

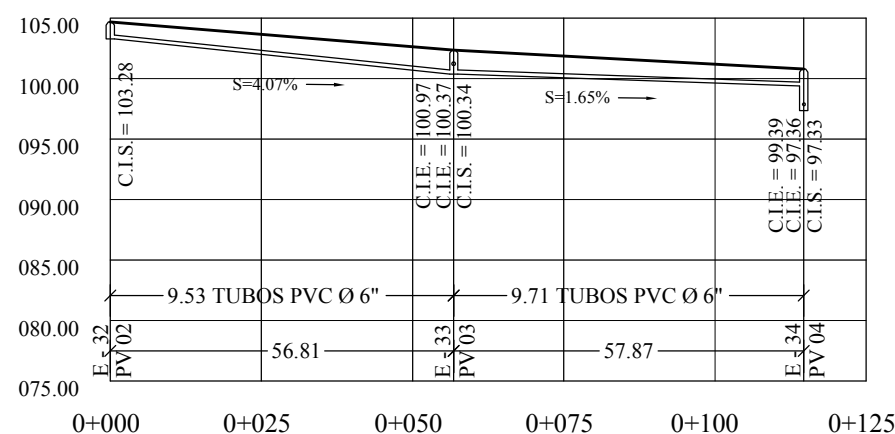
ESCALA: 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %.	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
	BARRANCO
	FOSA SÉPTICA



PERFIL PV 08 A PV 03

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



PERFIL PV 02 A PV 04

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

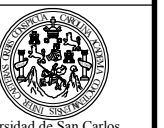
P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
02	104.68	1.43
03	102.37	2.06
04	100.79	3.50
05	101.12	2.80
06	101.74	1.40
08	104.03	1.40
09	102.51	1.43
10	099.82	3.52
11	101.50	1.40
13	101.04	1.40
14	100.00	1.56
15	098.32	1.55
16	097.39	1.57
20	094.85	1.53
21	087.54	1.49
22	079.97	1.49
FOSA 1	078.17	1.49



Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE  
Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

PEDRO RAYMUNDO Diseño:  
ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
ENRIQUE VELASCO Dibujos:  
2001 - 17360 Carnet:  
Ing. Angél Sic Garcia Asesor:  
OCTUBRE 2,010 Fecha:  
FASE E P S

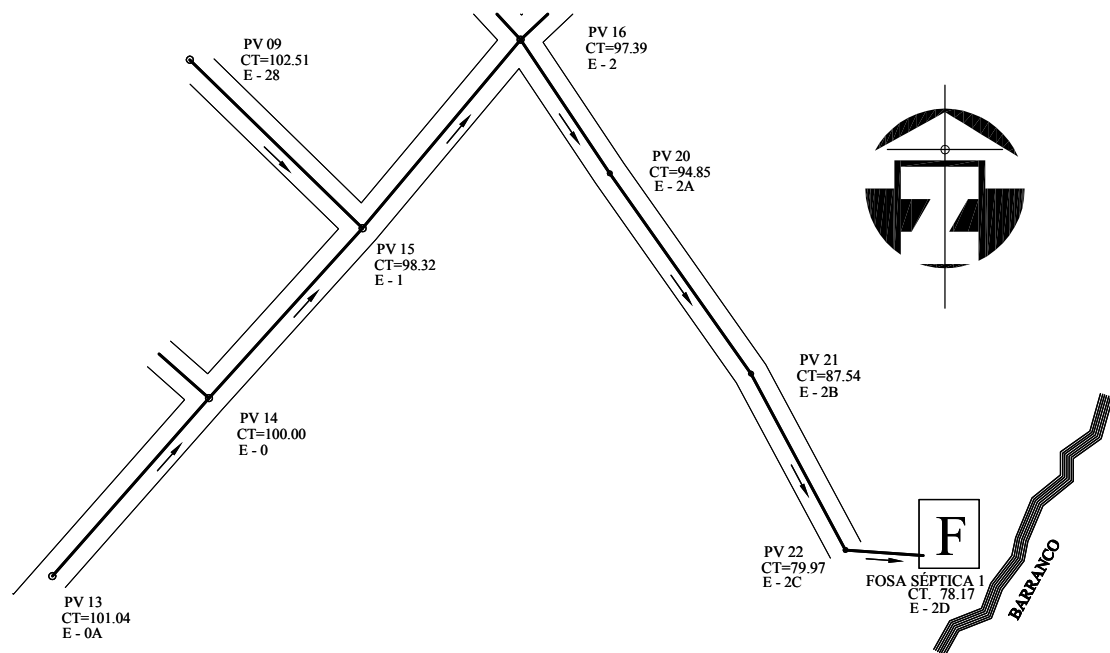
HOJA No. 04 / 15



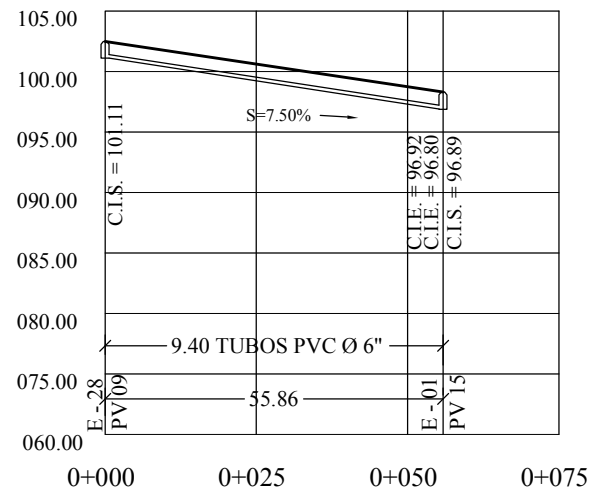
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

Universidad de San Carlos



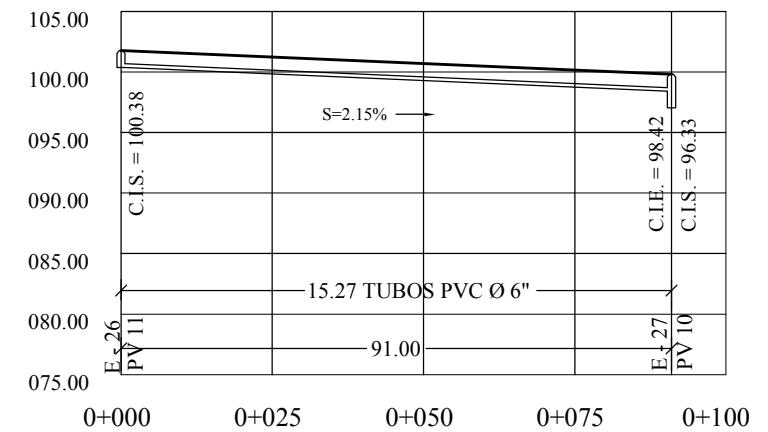


**PLANTA CIRCUITO 1 PV 13 A FOSA SÉPTICA**



**PERFIL PV 09 A PV 15**

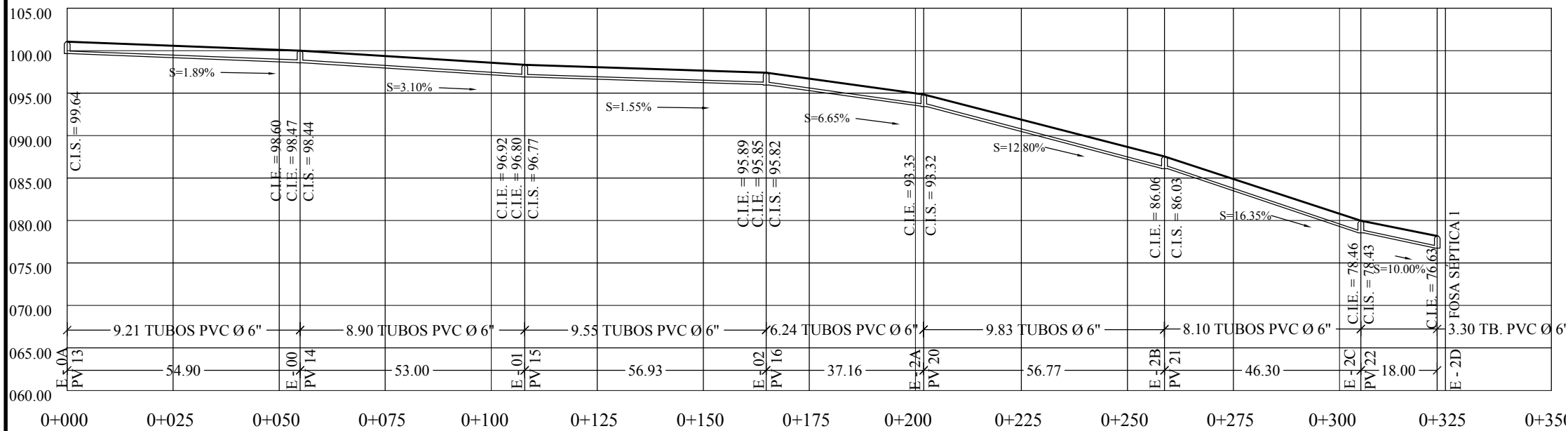
Escala Vertical 1 / 500



**PERFIL PV 11 A PV 10**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
	BARRANCO
<b>F</b>	FOSA SÉPTICA



**PERFIL PV 13 A FOSA SÉPTICA 1**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
02	104.68	1.43
03	102.37	2.06
04	100.79	3.50
05	101.12	2.80
06	101.74	1.40
08	104.03	1.40
09	102.51	1.43
10	099.82	3.52
11	101.50	1.40
13	101.04	1.40
14	100.00	1.56
15	098.32	1.55
16	097.39	1.57
20	094.85	1.53
21	087.54	1.49
22	079.97	1.49
FOSA 1	078.17	1.49



Proyecto: **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**  
 DIRECCIÓN: **Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

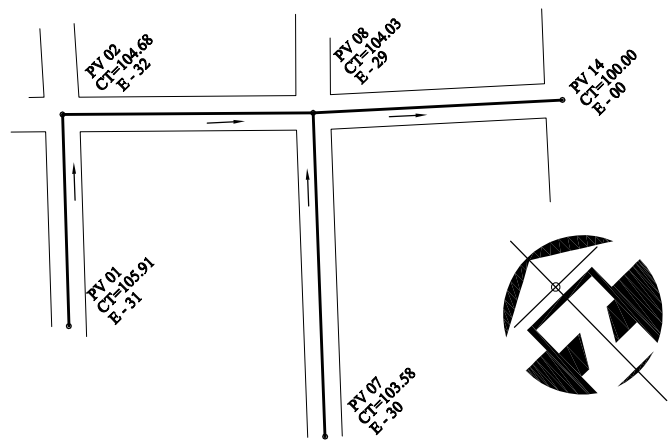
Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**  
 Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**  
 Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**  
 Carnet: **2001 - 17360**  
 Asesor: **Ing. Ángel Sic Garcia**  
 Fecha: **OCTUBRE 2,010**  
**FASE E P S**

HOJA No. **05** / **15**

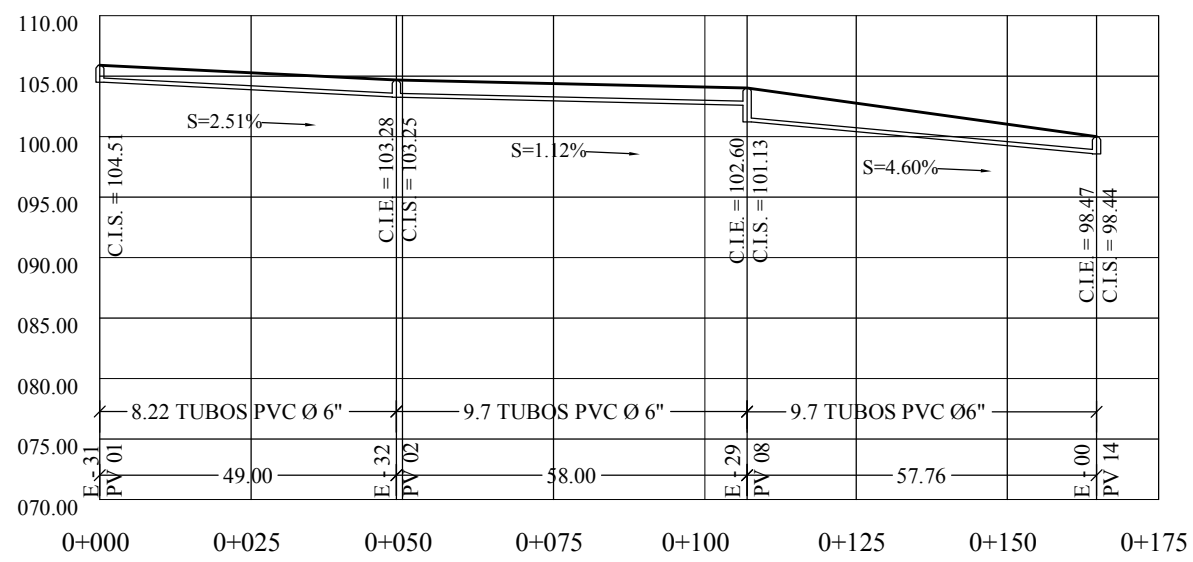
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
 Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor  
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.



Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

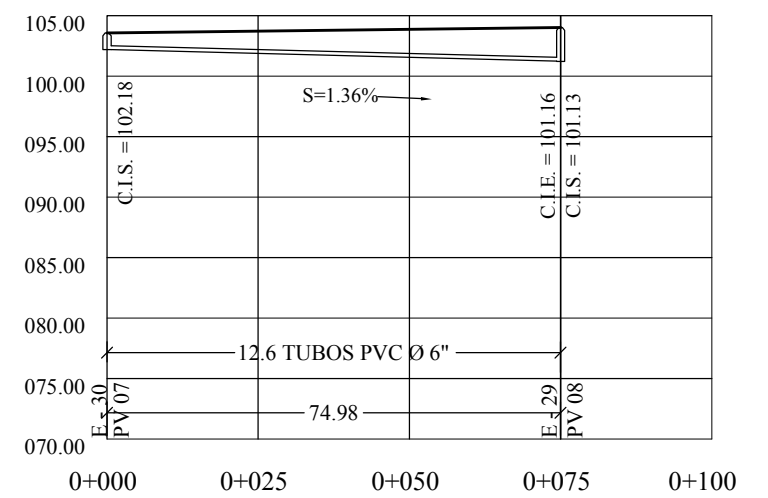


PLANTA CIRCUITO 1 PV 01 A PV 14



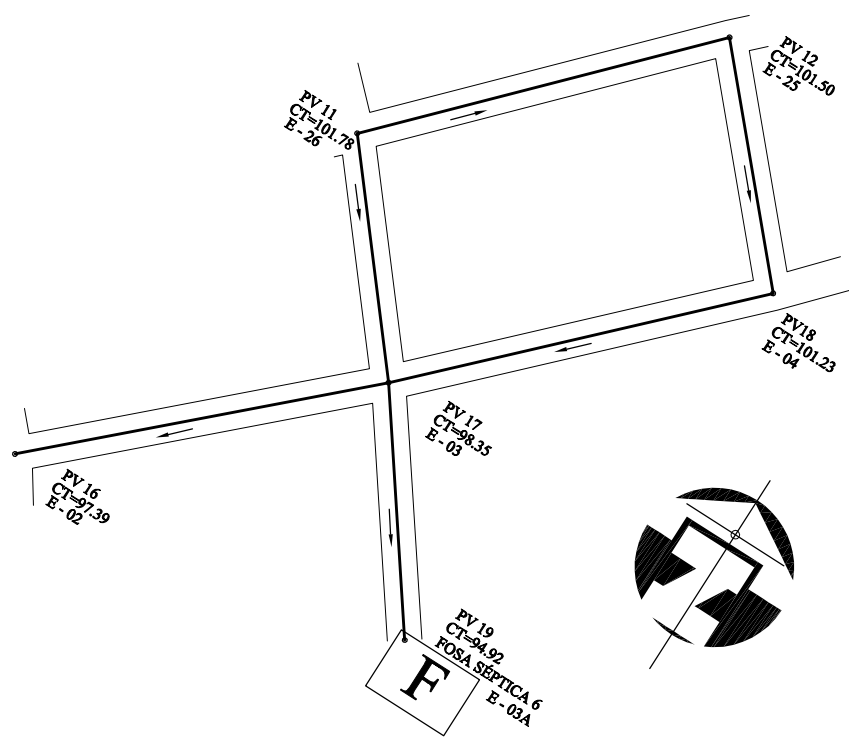
PERFIL CIRCUITO 1 PV 01 A PV 14

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

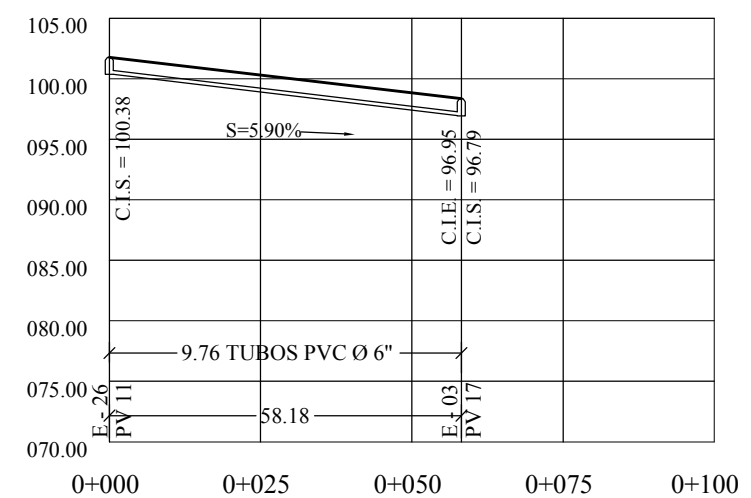


PERFIL PV 07 A PV 08

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



PLANTA CIRCUITO 1 PV 11 A PV 16



PERFIL PV 11 A PV 17

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISIT.
~	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
01	105.91	1.40
02	104.68	1.43
04	100.79	1.40
05	101.12	2.80
07	103.58	1.40
08	104.03	2.90
11	101.78	1.40
12	101.50	2.81
14	100.00	1.56
16	099.82	1.57
17	098.35	1.56
18	097.39	3.27
25	098.38	1.43
26	097.44	1.58
27	097.60	2.22
28	097.82	2.73
29	094.35	1.53
30	085.76	1.53
31	079.62	1.53
FOSA 2	076.31	1.40
FOSA 6	094.92	1.40

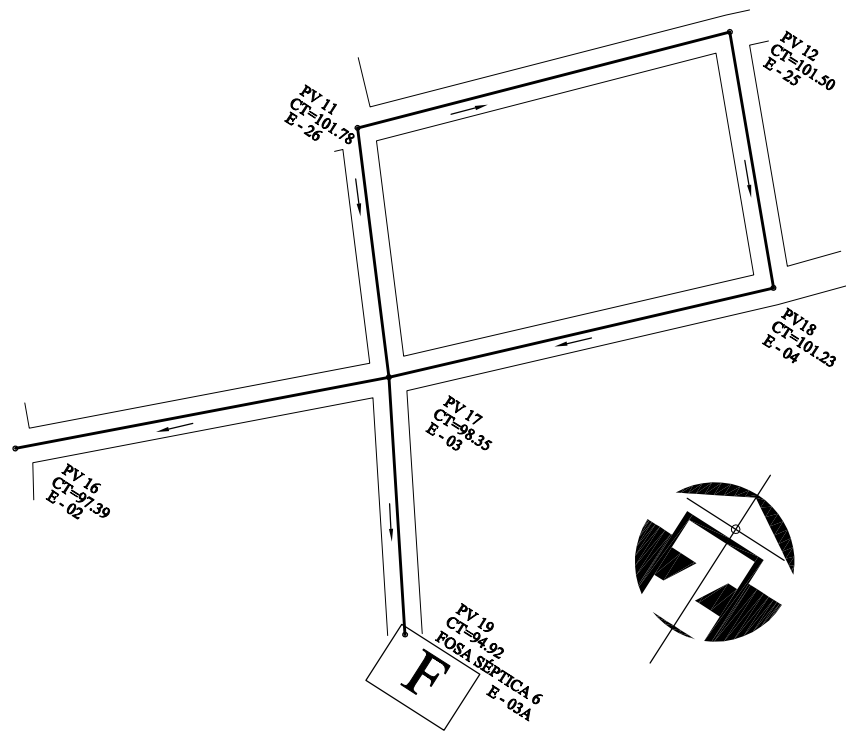
Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE  
 Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

Diseño: PEDRO RAYMUNDO  
 Cálculo: ENRIQUE VELASCO  
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO  
 Carnet: 2001 - 17360  
 Asesor: Ing. Angél Sic Garcia  
 Fecha: OCTUBRE 2,010

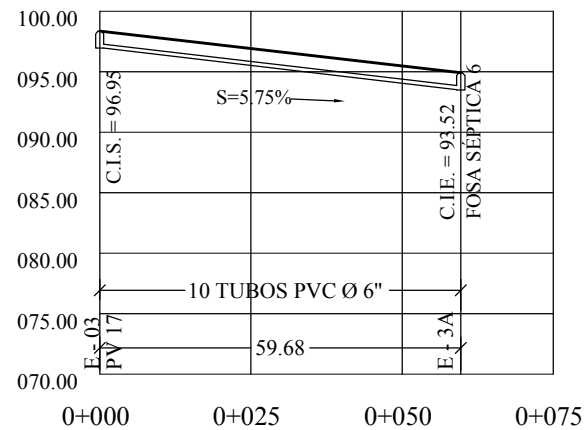
FASE E P S

HOJA No. 06 / 15





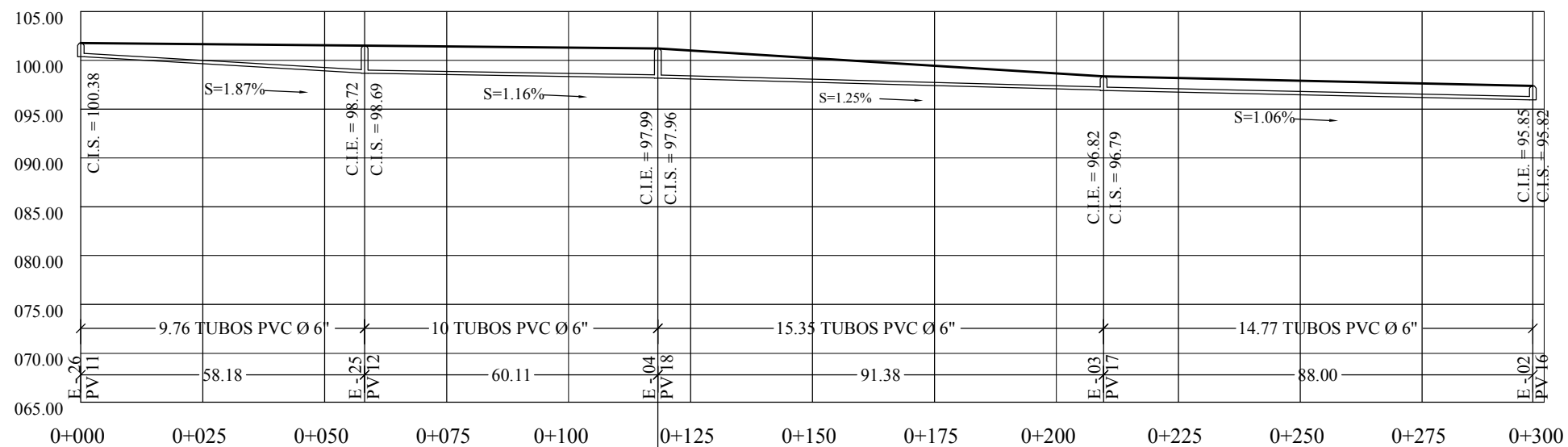
PLANTA CIRCUITO 1 PV 11 A PV 16



PERFIL PV 17 A FOSA SÉPTICA 6

Escala Vertical 1 / 500

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
	BARRANCO
<b>F</b>	FOSA SÉPTICA



PERFIL CIRCUITO 1 PV 11 A PV 16

Escala Vertical 1 / 500  
Escala Horizontal 1 / 1000

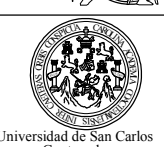
P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
01	105.91	1.40
02	104.68	1.43
04	100.79	1.40
05	101.12	2.80
07	103.58	1.40
08	104.03	2.90
11	101.78	1.40
12	101.50	2.81
14	100.00	1.56
16	099.82	1.57
17	098.35	1.56
18	097.39	3.27
25	098.38	1.43
26	097.44	1.58
27	097.60	2.22
28	097.82	2.73
29	094.35	1.53
30	085.76	1.53
31	079.62	1.53
FOSA 2	076.31	1.40
FOSA 6	094.92	1.40



Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE  
Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

Diseño: PEDRO RAYMUNDO  
Cálculo: ENRIQUE VELASCO  
Dibujo: ENRIQUE VELASCO  
Carnet: 2001 - 17360  
Asesor: Ing. Angél Sic Garcia  
Fecha: OCTUBRE 2,010  
FASE E P S

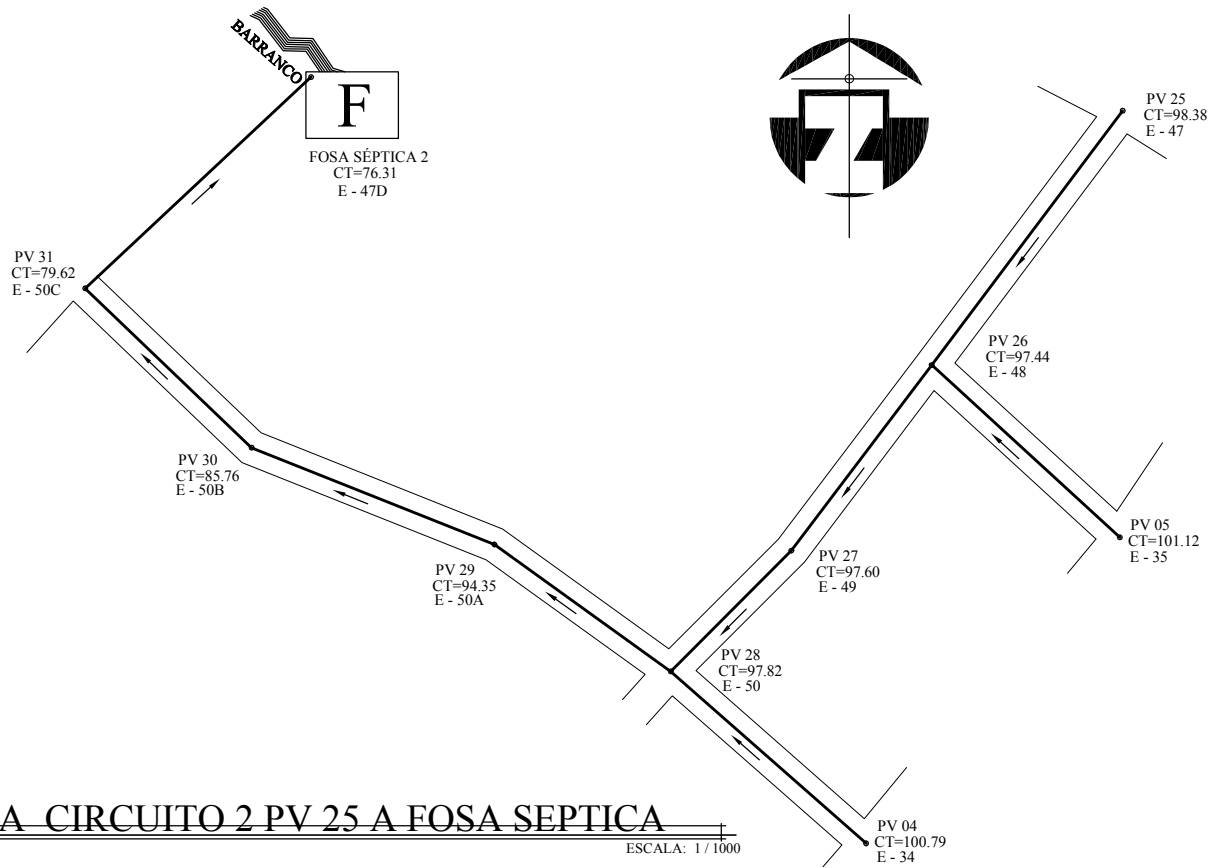
HOJA No. 07 / 15



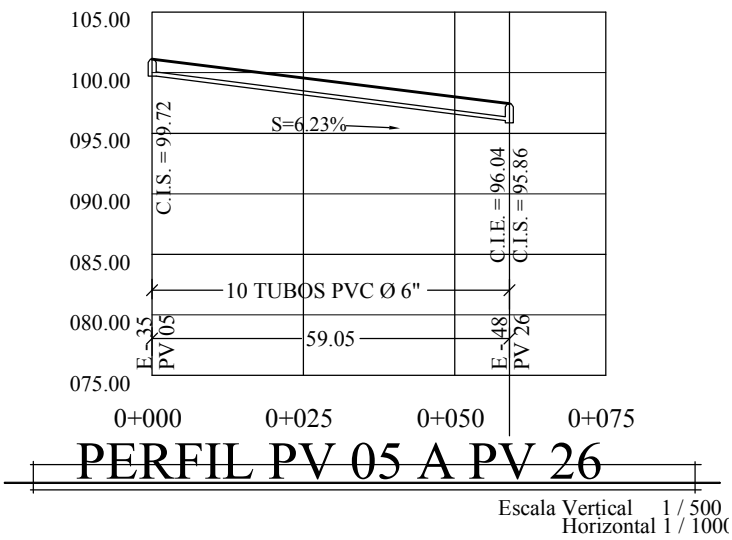
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.

Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

Universidad de San Carlos

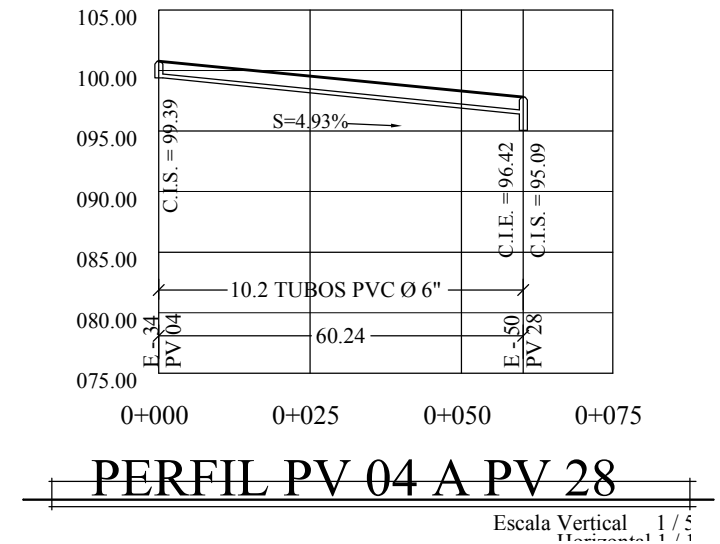


**PLANTA CIRCUITO 2 PV 25 A FOSA SEPTICA**  
ESCALA: 1 / 1000



**PERFIL PV 05 A PV 26**

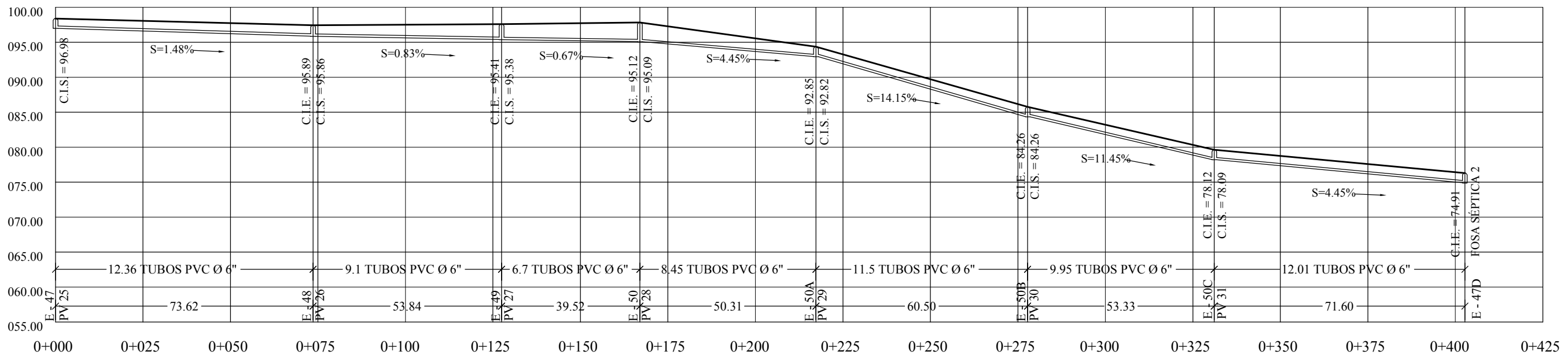
Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



**PERFIL PV 04 A PV 28**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
↗	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
~~~~~	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA



PERFIL CIRCUITO 2 PV 25 A FOSA SÉPTICA 2

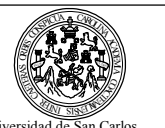
Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000



Proyecto: **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**
DIRECCIÓN: **DR. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**
Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

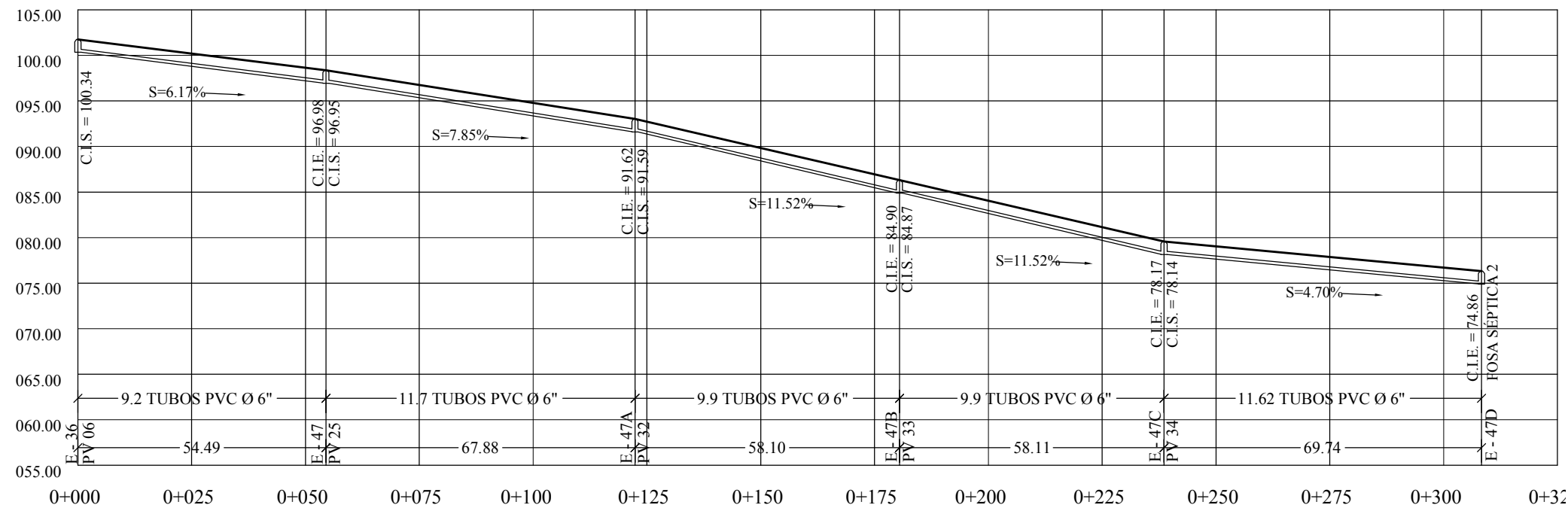
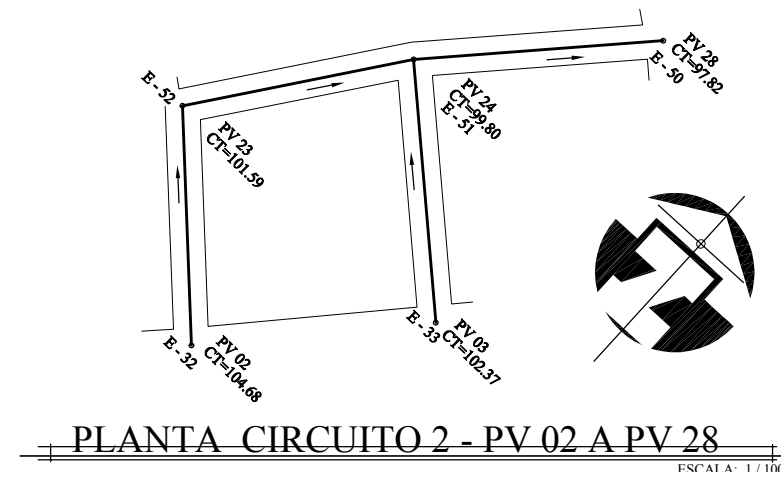
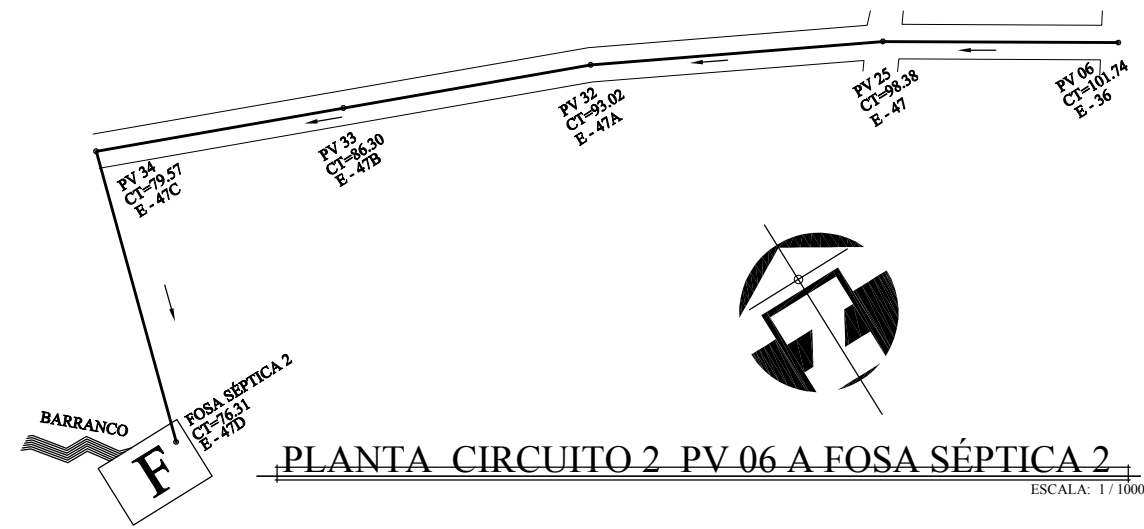
Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**
Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**
Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**
Carnet: **2001 - 17360**
Asesor: **Ing. Ángel Sic García**
Fecha: **OCTUBRE 2,010**
FASE **E P S**

HOJA No. **08** / **15**



Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

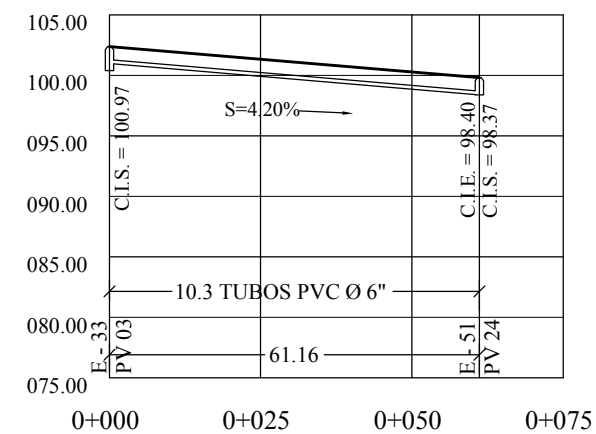
Universidad de San Carlos



PERFIL CIRCUITO 2 PV 06 A FOSA SÉPTICA 2

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)	P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
02	104.68	1.43	39	095.58	1.95
03	102.37	2.06	40	098.12	1.70
06	101.74	1.40	43	090.70	1.51
12	101.50	2.81	44	086.79	1.47
23	101.59	1.43	49	080.41	1.48
24	099.80	1.43	50	084.80	1.50
25	098.38	1.43	54	075.95	1.69
28	097.82	2.73	FOSA 2	076.31	1.45
32	093.02	1.43			
33	086.30	1.43			
34	079.57	1.43			



PERFIL PV 03 A PV 24

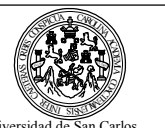
Escala Vertical 1 / 50
Horizontal 1 / 10



Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

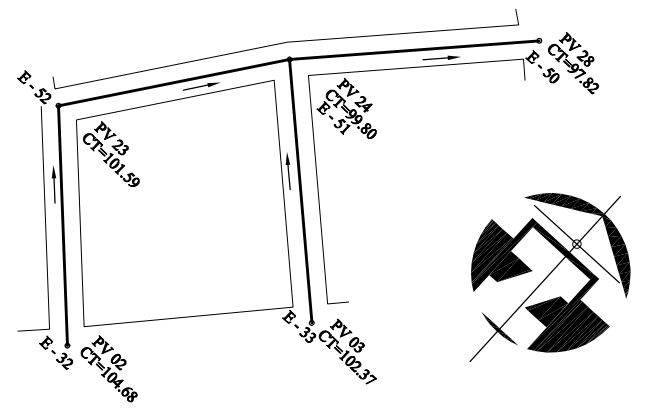
Diseño: PEDRO RAYMUNDO
Cálculo: ENRIQUE VELASCO
Dibujos: ENRIQUE VELASCO
Carnet: 2001 - 17360
Asesor: Ing. Angél Sic Garcia
Fecha: OCTUBRE 2,010
FASE E P S

HOJA No. 09 / 15

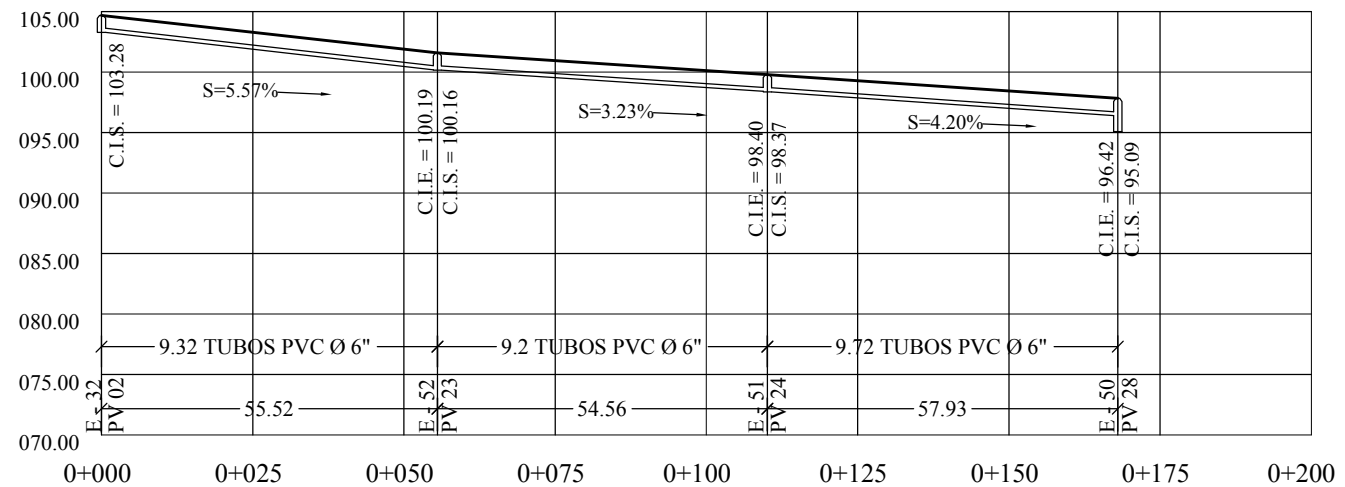


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

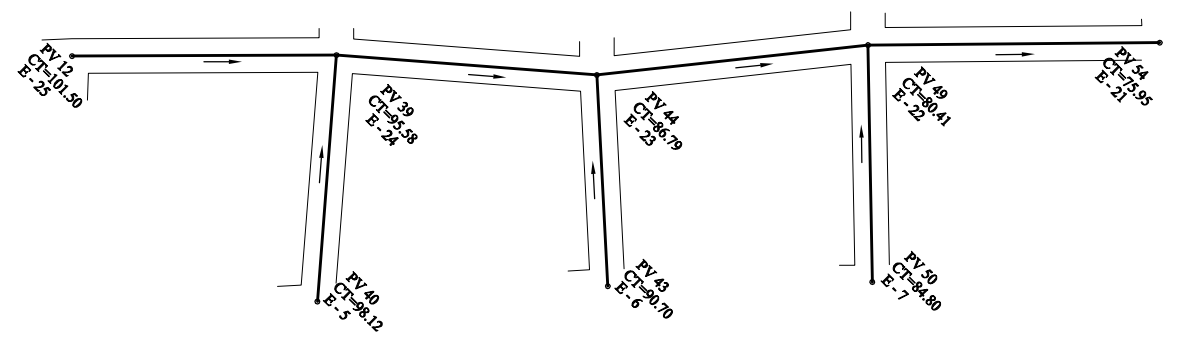
Universidad de San Carlos



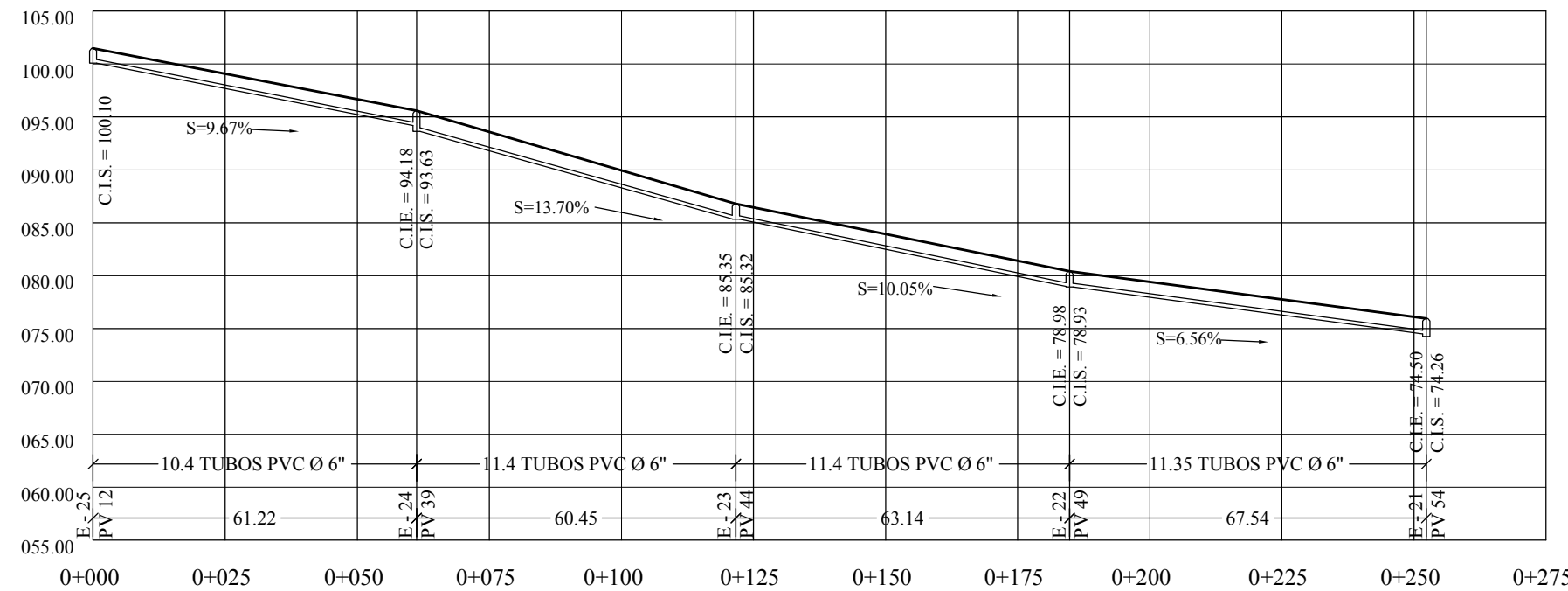
PLANTA CIRCUITO 2 - PV 02 A PV 28
ESCALA: 1 / 1000



PERFIL CIRCUITO 2 - PV 02 A PV 28
Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000



PLANTA CIRCUITO 3 - PV 12 A PV 54
ESCALA: 1 / 1000



PERFIL CIRCUITO 3 - PV 12 A PV 54
Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
↗	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
⏟	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)	P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
02	104.68	1.43	39	095.58	1.95
03	102.37	2.06	40	098.12	1.70
06	101.74	1.40	43	090.70	1.51
12	101.50	2.81	44	086.79	1.47
23	101.59	1.43	49	080.41	1.48
24	099.80	1.43	50	084.80	1.50
25	098.38	1.43	54	075.95	1.69
28	097.82	2.73	FOSA 2	076.31	1.45
32	093.02	1.43			
33	086.30	1.43			
34	079.57	1.43			

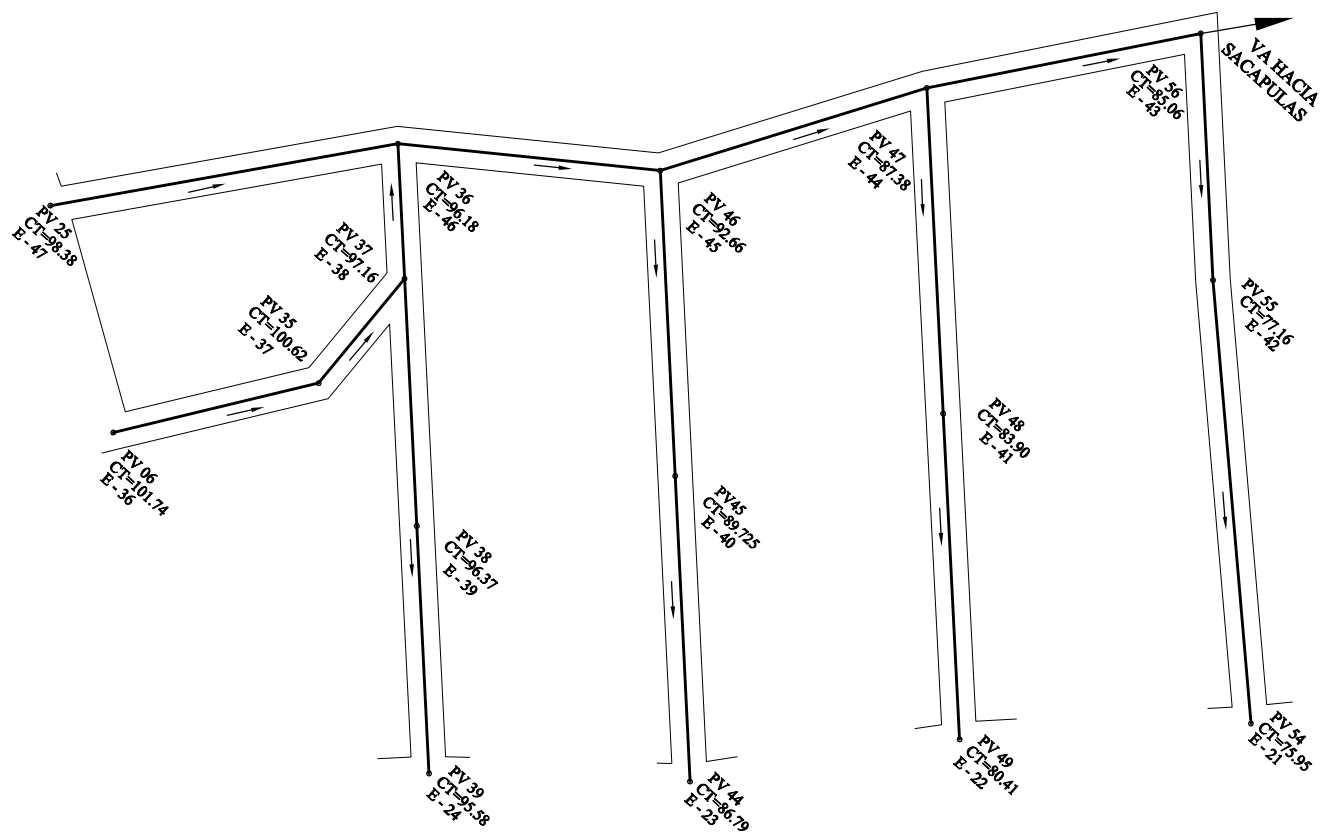
Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

PEDRO RAYMUNDO Diseño:
ENRIQUE VELASCO Cálculo:
ENRIQUE VELASCO Dibujo:
2001 - 17360 Carnet:
Ing. Ángel Sic Garcia Asesor:
OCTUBRE 2,010 Fecha:
FASE E P S

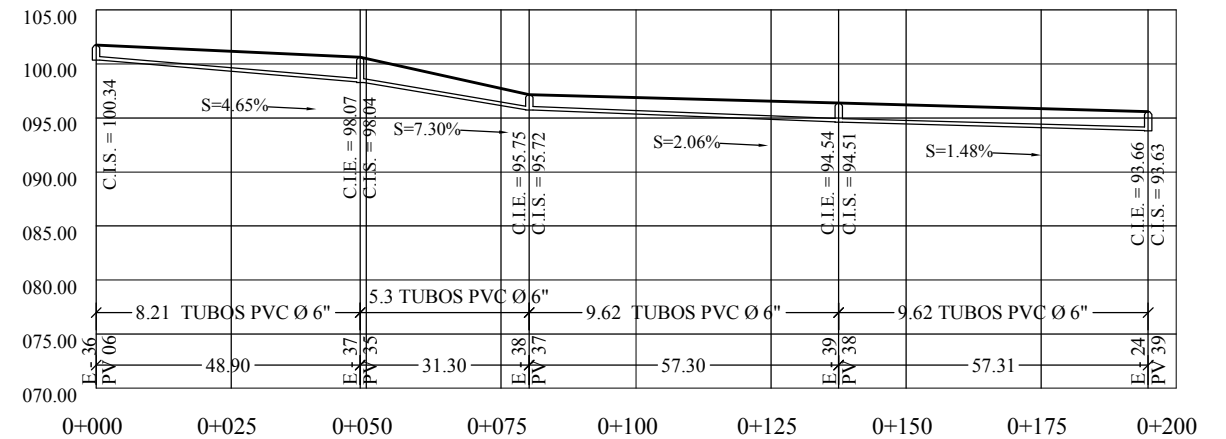
HOJA No. 10 / 15

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA





PLANTA CIRCUITO 3 - PV 24 A PV 44

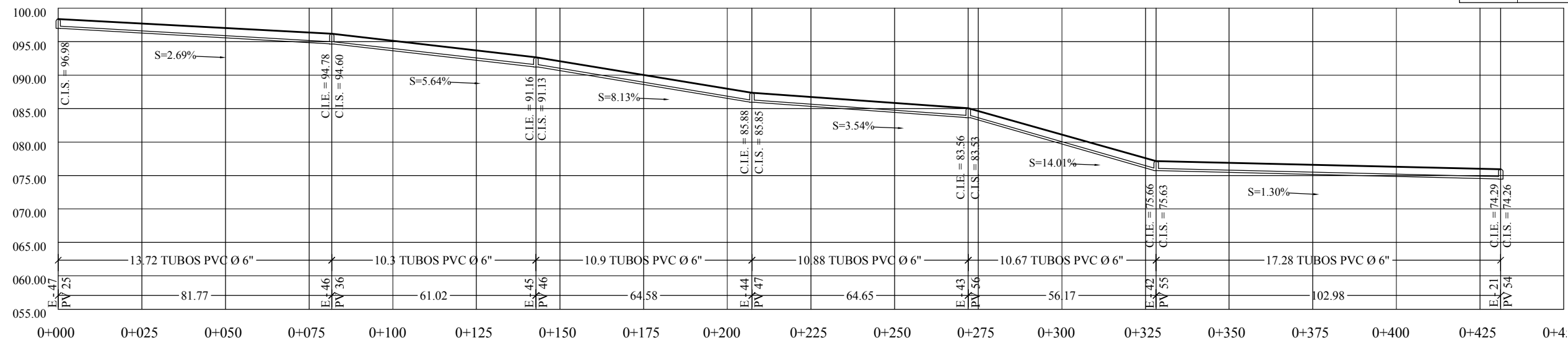


PERFIL PV 06 A PV 39

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
↗	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
⌋	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
06	101.74	1.40
25	098.38	1.43
35	100.62	2.58
36	096.18	1.58
37	097.16	1.44
38	096.37	1.86
39	095.58	1.95
44	086.79	1.47
45	089.72	1.43
46	092.66	1.53
47	087.38	1.53
48	083.90	1.43
49	080.41	1.48
54	075.95	1.69
55	077.16	1.53
56	085.06	1.53
60	068.04	1.51
61	061.40	1.46
66	056.28	1.49
FOSA 4	059.27	1.43
FOSA 5	062.01	1.40

ESCALA: 1 / 1000



PERFIL CIRCUITO 3 - PV 25 A PV 54

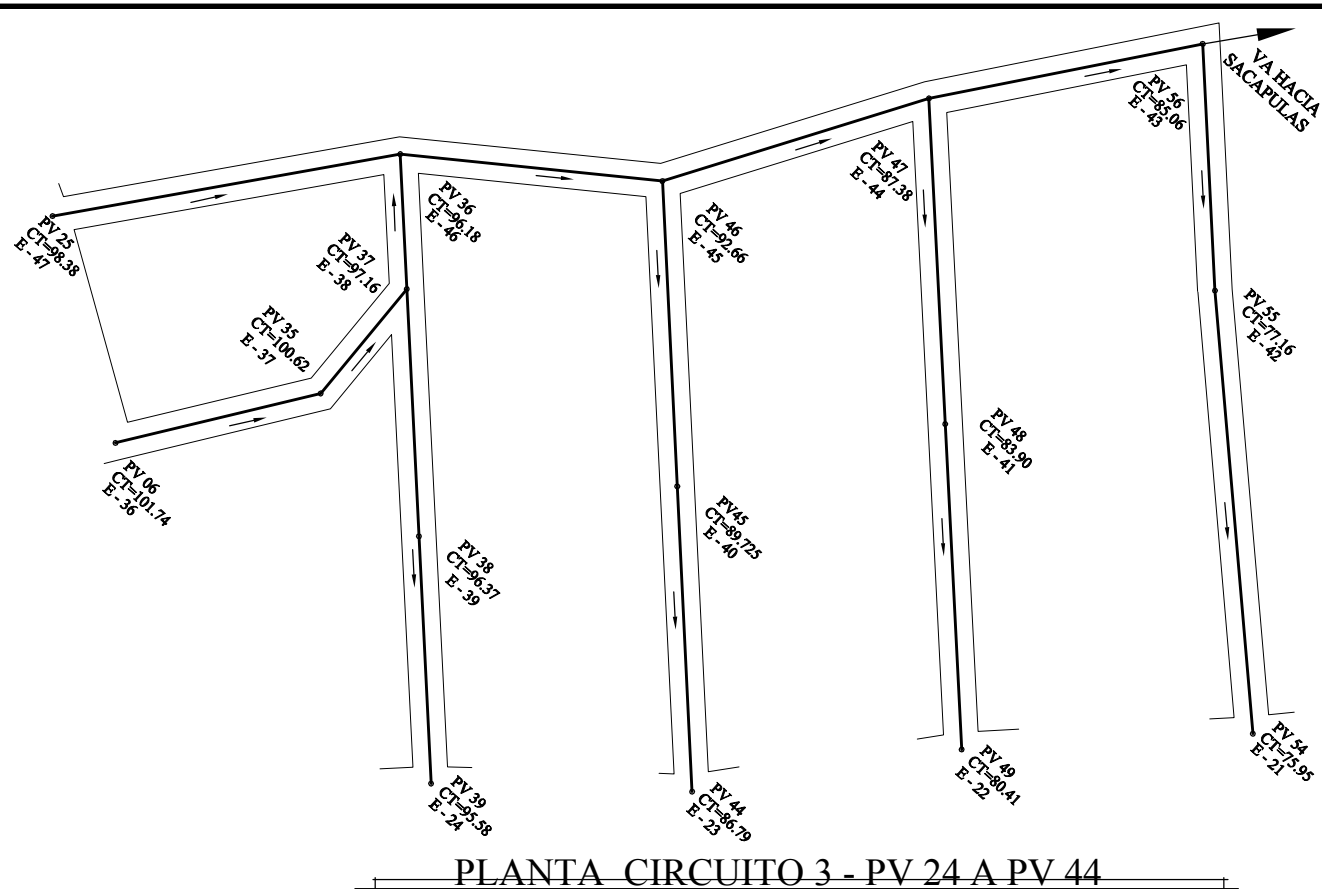
Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000

Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

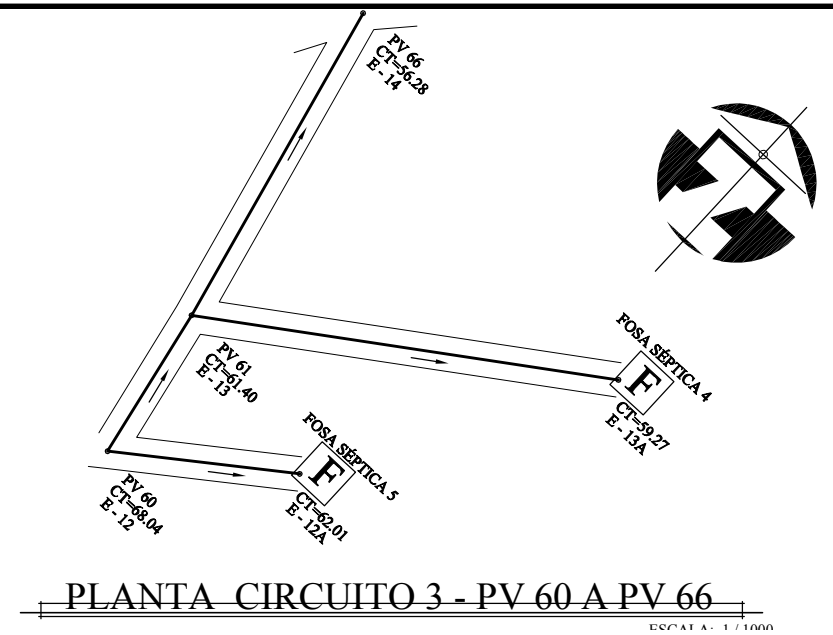
Diseño: PEDRO RAYMUNDO
 Cálculo: ENRIQUE VELASCO
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO
 Carnet: 2001 - 17360
 Asesor: Ing. Ángel Sic Garcia
 Fecha: OCTUBRE 2,010
 FASE E P S

HOJA No. 11 / 15

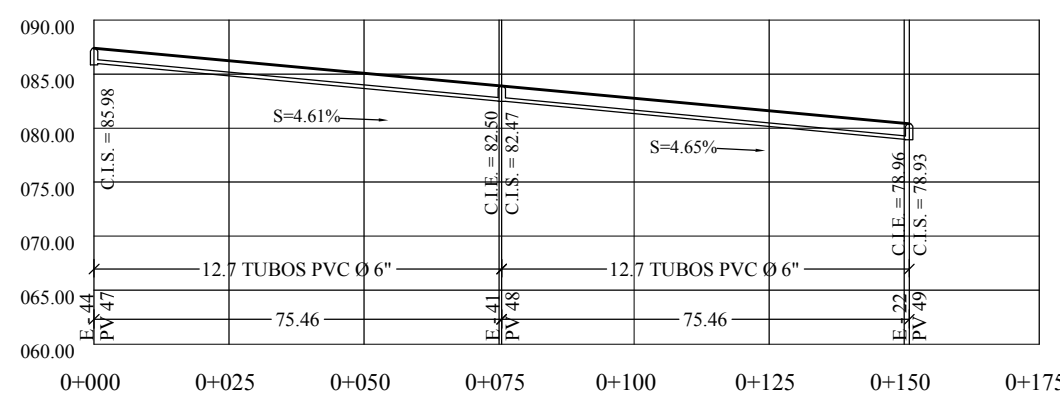




PLANTA CIRCUITO 3 - PV 24 A PV 44

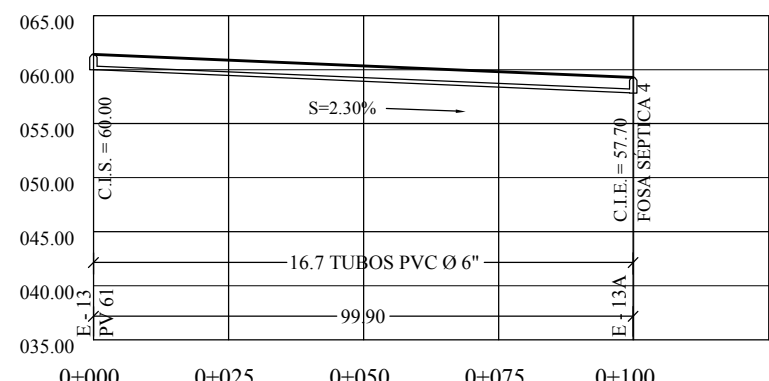


PLANTA CIRCUITO 3 - PV 60 A PV 66



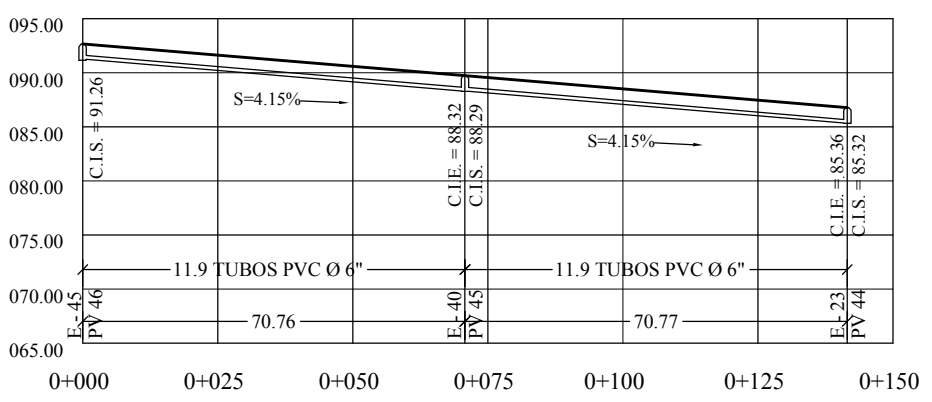
CIRCUITO 3 - PERFIL PV 47 A PV 49

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000



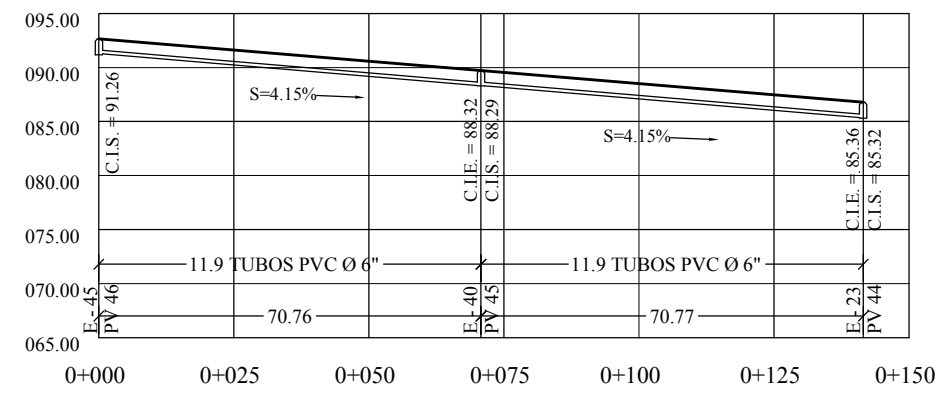
PERFIL PV 61 A FOSA SÉPTICA 4

Escala Vertical 1/500



CIRCUITO 3 - PERFIL PV 46 A PV 44

Escala Vertical 1/500



CIRCUITO 3 - PERFIL PV 46 A PV 44

Escala Vertical 1/500

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
↗	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISIT.
⏟	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
06	101.74	1.40
25	098.38	1.43
35	100.62	2.58
36	096.18	1.58
37	097.16	1.44
38	096.37	1.86
39	095.58	1.95
44	086.79	1.47
45	089.72	1.43
46	092.66	1.53
47	087.38	1.53
48	083.90	1.43
49	080.41	1.48
54	075.95	1.69
55	077.16	1.53
56	085.06	1.53
60	068.04	1.51
61	061.40	1.46
66	056.28	1.49
FOSA 4	059.27	1.43
FOSA 5	062.01	1.40

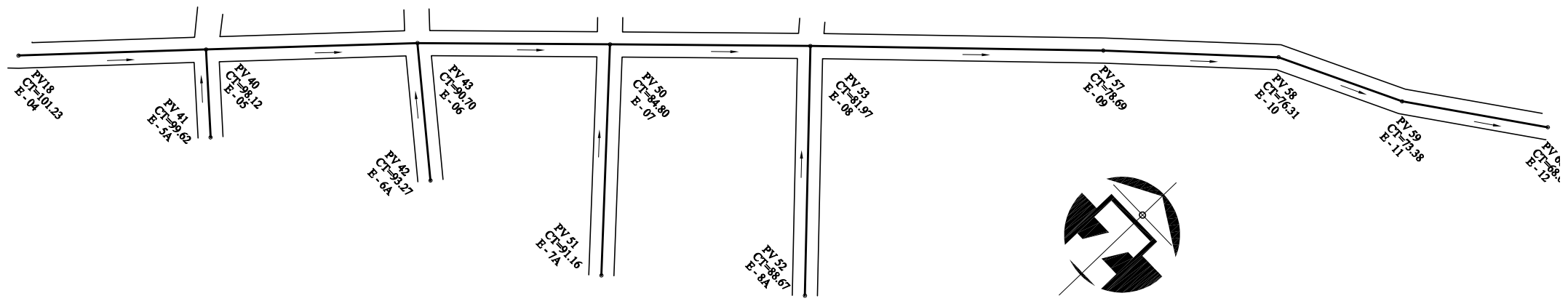
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

Diseño: PEDRO RAYMUNDO
 Cálculo: ENRIQUE VELASCO
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO
 Carnet: 2001 - 17360
 Asesor: Ing. Ángel Sic Garcia
 Fecha: OCTUBRE 2,010
 FASE E P S

HOJA No. 12 / 15

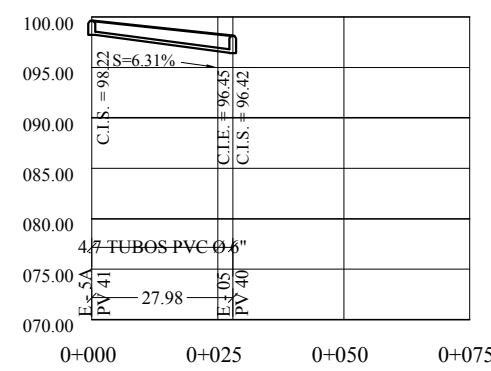




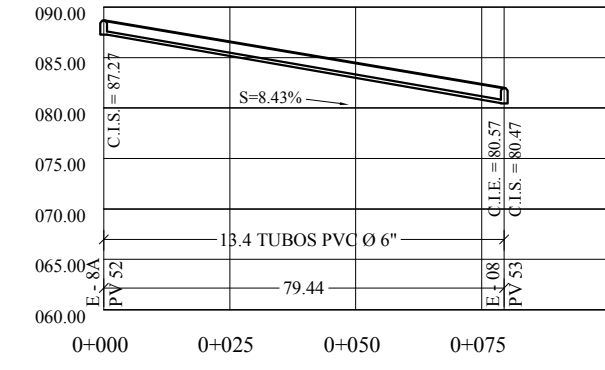
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
	BARRANCO
	FOSA SÉPTICA

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
18	101.23	3.27
40	098.12	1.70
41	099.62	1.40
42	093.27	1.40
43	090.70	1.51
50	084.80	1.50
51	091.16	1.40
52	088.67	1.40
53	087.97	1.50
54	075.95	1.69
57	078.69	1.50
58	076.31	1.52
59	073.39	1.50
60	068.04	1.51
62	072.49	1.46
63	070.43	1.47
64	062.23	1.48
65	060.25	1.46
66	056.28	1.49
67	053.22	1.46
68	051.27	1.51
FOSA 3	049.61	1.41

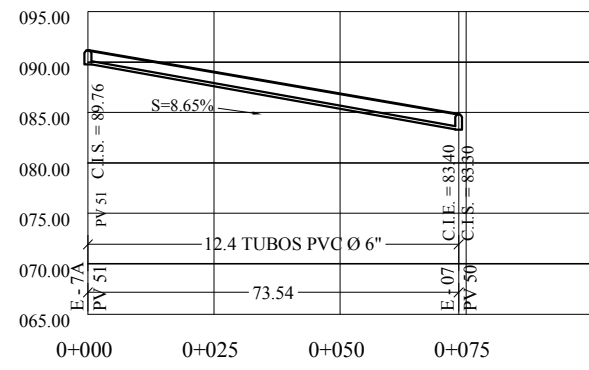
PLANTA CIRCUITO 3 - PV 18 A PV 60
Escala A: 1/1000



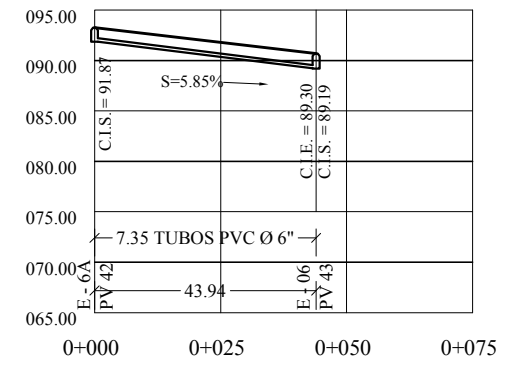
PERFIL PV 41 A PV 40
Escala Vertical 1/500



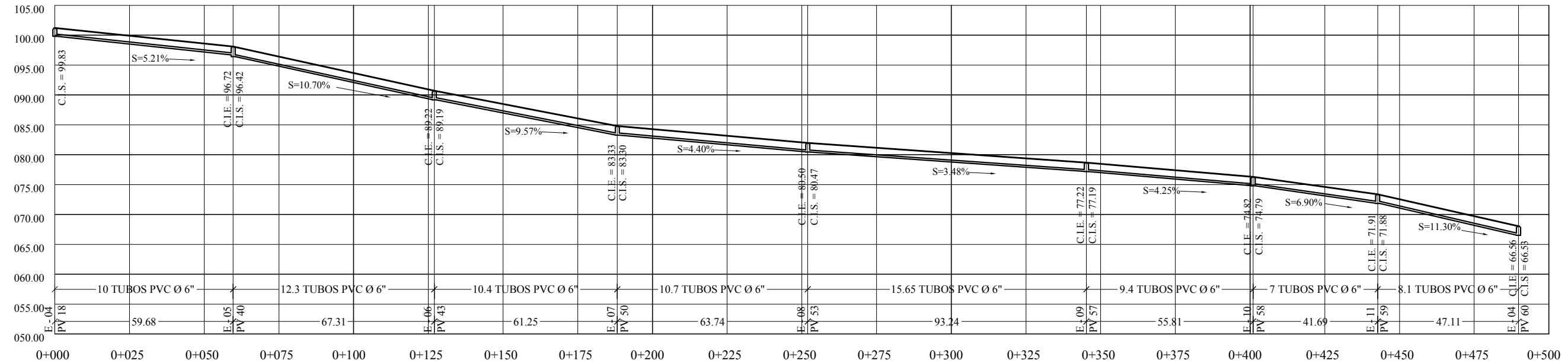
PERFIL PV 52 A PV 53
Escala Vertical 1/500
Escala Horizontal 1/100



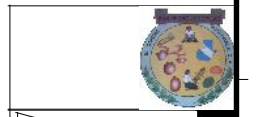
PERFIL PV 51 A PV 50
Escala Vertical 1/500
Escala Horizontal 1/1000



PERFIL PV 42 A PV 43
Escala Vertical 1/500



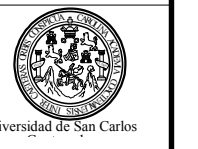
PERFIL CIRCUITO 3 - PV 18 A PV 60
Escala Vertical 1/500
Escala Horizontal 1/1000



Proyecto: **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**
DIRECCION: **DR. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**
Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

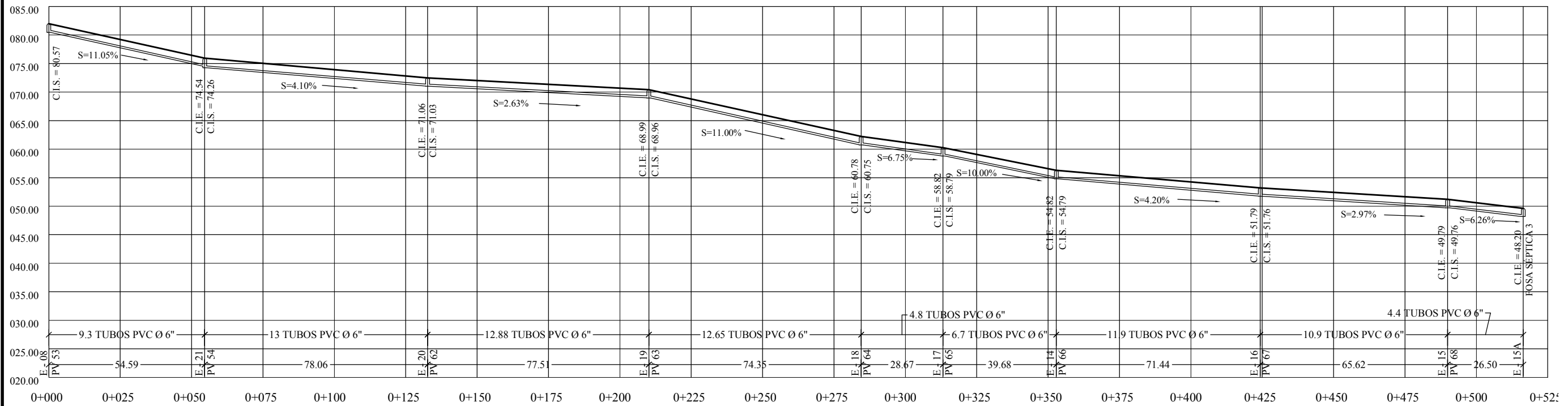
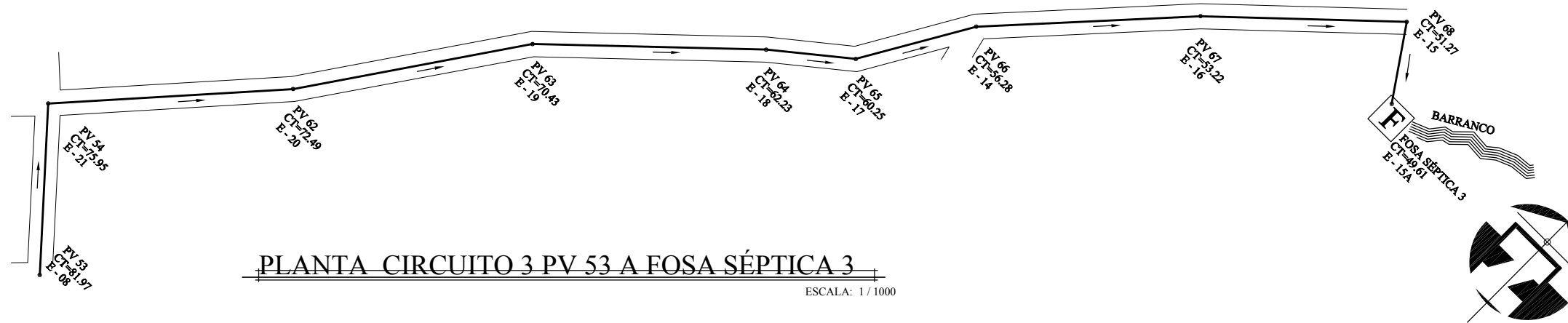
Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**
Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**
Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**
Carnet: **2001 - 17360**
Asesor: **Ing. Angel Sic Garcia**
Fecha: **OCTUBRE 2,010**
FASE **E P S**

HOJA No. **13** / **15**



Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco
No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Angel Sic
Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López
Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

Universidad de San Carlos



P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
18	101.23	3.27
40	098.12	1.70
41	099.62	1.40
42	093.27	1.40
43	090.70	1.51
50	084.80	1.50
51	091.16	1.40
52	088.67	1.40
53	087.97	1.50
54	075.95	1.69
57	078.69	1.50

P.V.	C. T. (m)	A. P. (m)
58	076.31	1.52
59	073.39	1.50
60	068.04	1.51
62	072.49	1.46
63	070.43	1.47
64	062.23	1.48
65	060.25	1.46
66	056.28	1.49
67	053.22	1.46
68	051.27	1.51
FOSA 3	049.61	1.41

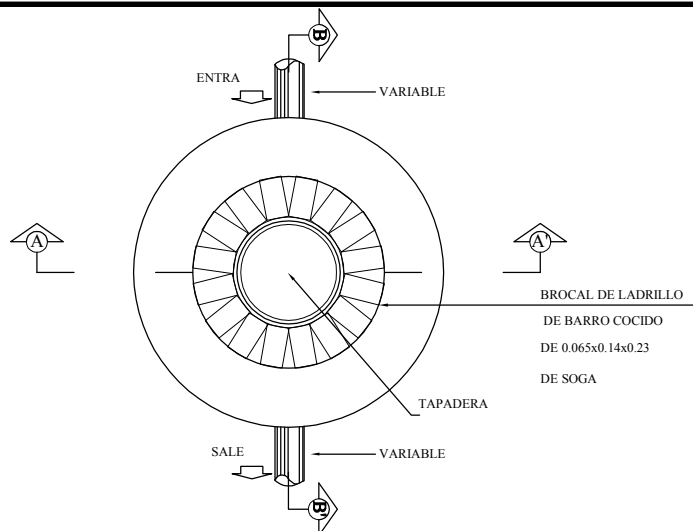
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
A. P.	ALTURA DE POZO DE VISITA
~~~~~	BARRANCO
F	FOSA SÉPTICA

Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE  
 Plano de: PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3

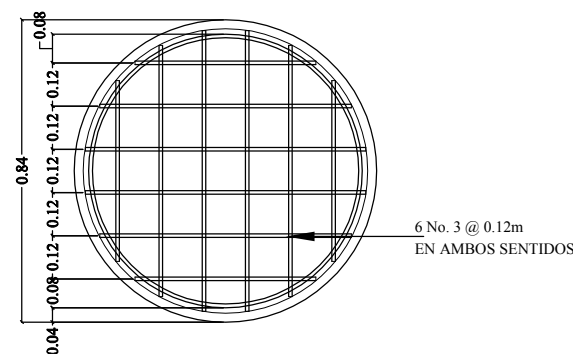
Diseño: PEDRO RAYMUNDO  
 Cálculo: ENRIQUE VELASCO  
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO  
 Carnet: 2001 - 17360  
 Asesor: Ing. Angél Sic Garcia  
 Fecha: OCTUBRE 2,010  
 FASE E P S

HOJA No. 14 / 15

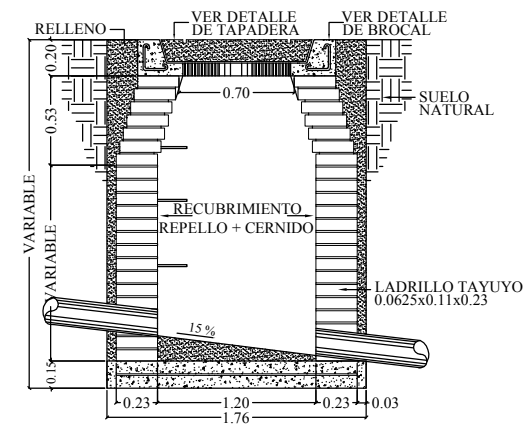
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
 Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA  
 Universidad de San Carlos



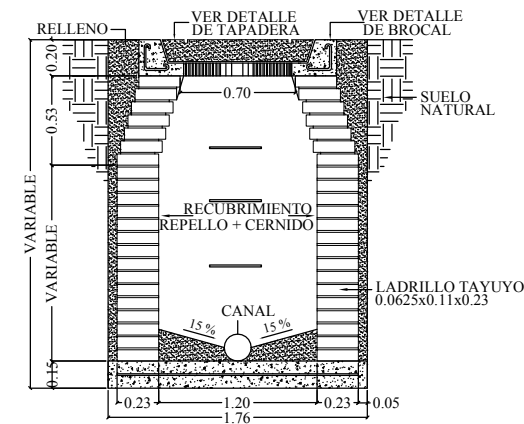
**PLANTA POZO DE VISITA**  
ESCALA: 1/20



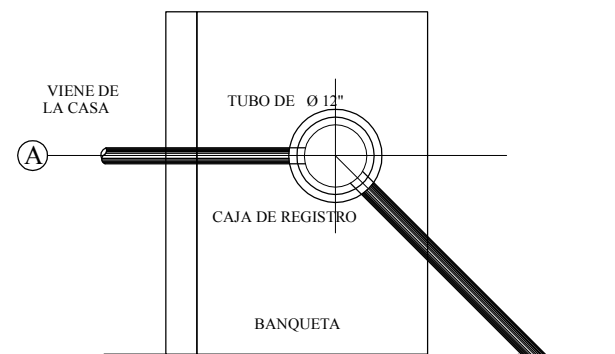
**DETALLE DE TAPADERA DE POZO**  
ESCALA: 1/20



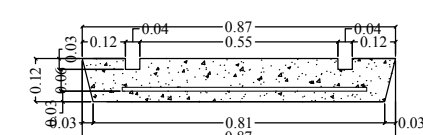
**SECCIÓN A-A' POZO TIPO 1**  
ESCALA: 1/20



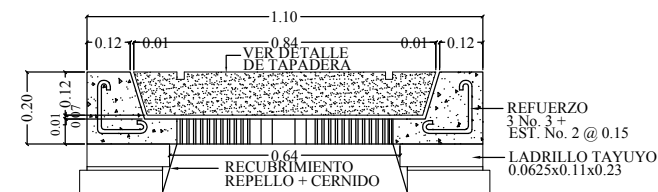
**SECCIÓN B-B' POZO TIPO 1**  
ESCALA: 1/20



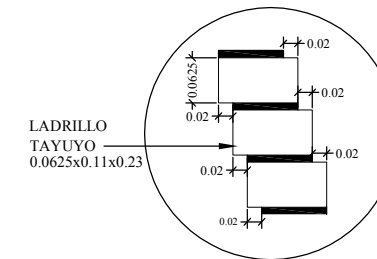
**PLANTA CAJA DE REGISTRO**



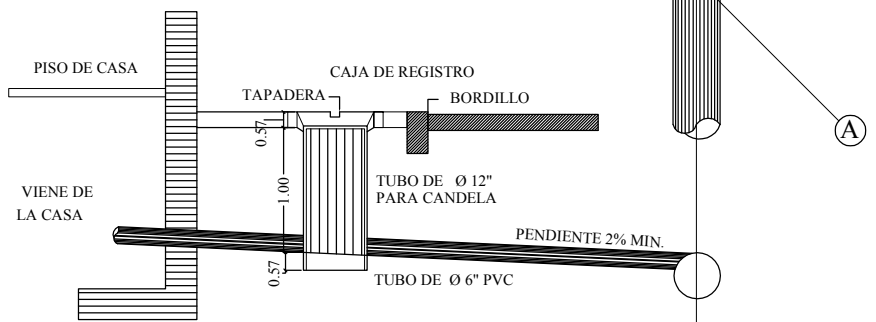
**DETALLE DE TAPADERA DE POZO**  
ESCALA: 1/70



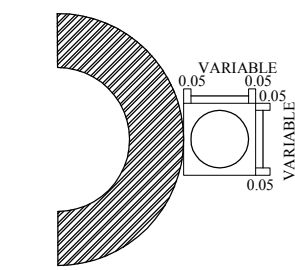
**DETALLE DE BROCAL No. 1**  
ESCALA: 1/70



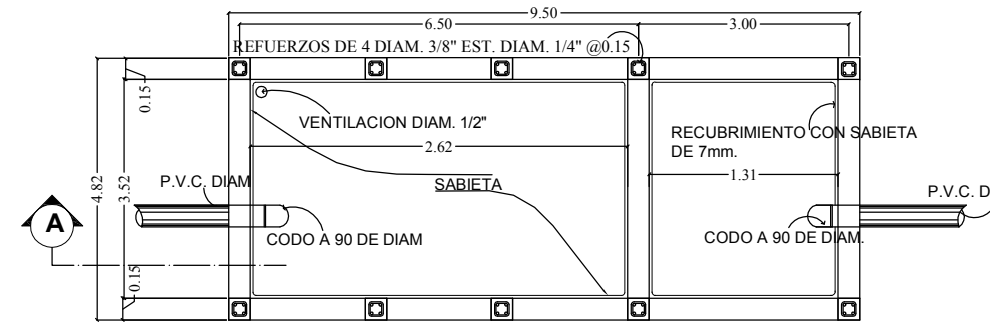
**DETALLE DE BROCAL No. 3**



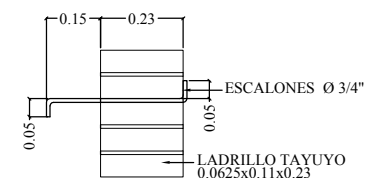
**SECCIÓN A-A' DE CAJA DE REGISTRO**



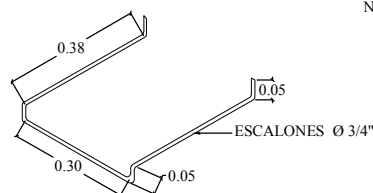
**SECCIÓN B-B**



**PLANTA FOSA SEPTICA**

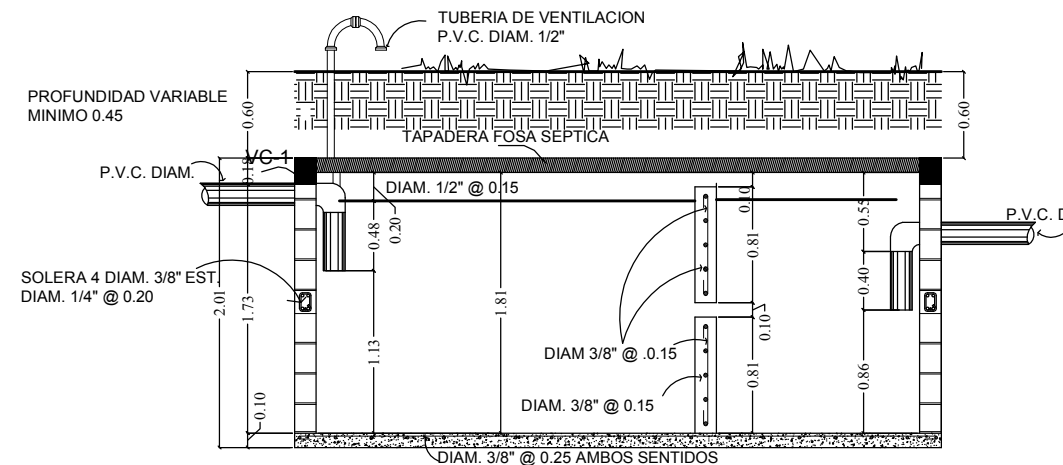


**SECCIÓN DE ESCALON**  
ESCALA: 1/10



**ISOMETRICO DE ESCALÓN**

- ESPECIFICACIONES:**
- LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES:  $F_c=210\text{Kg/cm}^2$
  - PROPORCIÓN DEL CONCRETO ARMADO 1:2:2 CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN
  - LA RESISTENCIA DEL ACERO ES  $F_y=2810\text{ Kg/cm}^2$
  - ACERO DE GRADO 40 LEGÍTIMO CORRUGADO. NO COMERCIAL NI MILIMETRICO



**SECCIÓN A-A' FOSA SEPTICA**

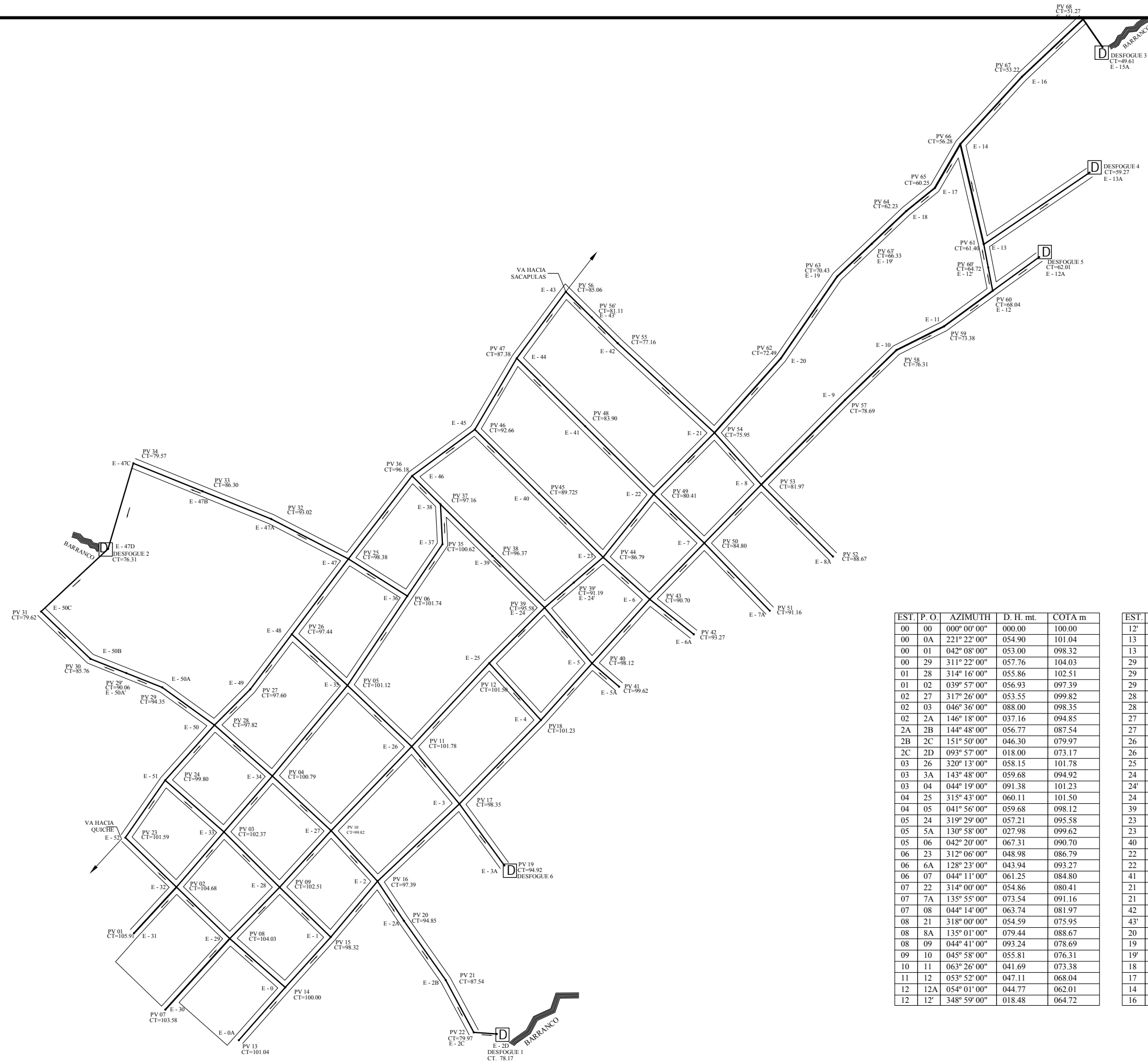
Proyecto: **SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO**  
DIRECCION: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de: **PLANTA Y PERFIL CIRCUITO 3**

Diseño: **PEDRO RAYMUNDO**  
Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**  
Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**  
Carnet: **2001 - 17360**  
Asesor: **Ing. Angél Sic Garcia**  
Fecha: **OCTUBRE 2,010**

FASE **E P S**  
HOJA No. **15** / **15**

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Angel Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA





SÍMBOLO	SIGNIFICADO
P.V.	No. POZO DE VISITA
C.T.	COTA DEL TERRENO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	BARRANCO
	DESFOGUE

EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. mt.	COTA m
00	00	000° 00' 00"	000.00	100.00
00	0A	221° 22' 00"	054.90	101.04
00	01	042° 08' 00"	053.00	098.32
00	29	311° 22' 00"	057.76	104.03
01	28	314° 16' 00"	055.86	102.51
01	02	039° 57' 00"	056.93	097.39
02	27	317° 26' 00"	053.55	099.82
02	03	046° 36' 00"	088.00	098.35
02	2A	146° 18' 00"	037.16	094.85
2A	2B	144° 48' 00"	056.77	087.54
2B	2C	151° 50' 00"	046.30	079.97
2C	2D	093° 57' 00"	018.00	073.17
03	26	320° 13' 00"	058.15	101.78
03	3A	143° 48' 00"	059.68	094.92
03	04	044° 19' 00"	091.38	101.23
04	25	315° 43' 00"	060.11	101.50
04	05	041° 56' 00"	059.68	098.12
05	24	319° 29' 00"	057.21	095.58
05	5A	130° 58' 00"	027.98	099.62
05	06	042° 20' 00"	067.31	090.70
06	23	312° 06' 00"	048.98	086.79
06	6A	128° 23' 00"	043.94	093.27
06	07	044° 11' 00"	061.25	084.80
07	22	314° 00' 00"	054.86	080.41
07	7A	135° 55' 00"	073.54	091.16
07	08	044° 14' 00"	063.74	081.97
08	21	318° 00' 00"	054.59	075.95
08	8A	135° 01' 00"	079.44	088.67
08	09	044° 41' 00"	093.24	078.69
09	10	045° 58' 00"	055.81	076.31
10	11	063° 26' 00"	041.69	073.38
11	12	053° 52' 00"	047.11	068.04
12	12A	054° 01' 00"	044.77	062.01
12	12'	348° 59' 00"	018.48	064.72

EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. mt.	COTA m
12'	13	348° 59' 00"	018.47	061.40
13	13A	055° 52' 00"	099.90	059.27
13	14	346° 50' 00"	080.40	056.28
29	30	222° 13' 00"	074.98	101.58
29	32	313° 58' 00"	058.00	104.68
29	28	049° 07' 00"	055.89	102.51
28	33	314° 45' 00"	061.29	102.37
28	27	042° 27' 00"	059.75	099.82
27	34	312° 57' 00"	062.79	100.79
27	26	043° 46' 00"	091.00	101.78
26	35	313° 40' 00"	069.36	101.12
26	25	042° 55' 00"	089.00	101.50
25	24	044° 50' 00"	061.22	095.58
24	24'	049° 26' 00"	030.22	091.19
24'	23	049° 26' 00"	030.23	086.79
24	39	314° 50' 00"	057.30	096.37
39	38	314° 50' 00"	57.31	097.16
23	22	038° 46' 00"	063.14	080.41
23	40	314° 52' 00"	070.76	089.73
40	45	314° 52' 00"	070.77	092.66
22	21	044° 34' 00"	067.54	075.95
22	41	314° 47' 00"	075.46	083.90
41	44	314° 47' 00"	075.46	087.38
21	20	041° 48' 00"	078.06	072.49
21	42	312° 46' 00"	102.98	077.16
42	43'	314° 49' 00"	028.08	081.11
43'	43	314° 49' 00"	028.09	085.06
20	19	034° 32' 00"	077.51	070.43
19	19'	046° 31' 00"	037.17	066.33
19'	18	046° 31' 00"	037.18	062.23
18	17	051° 07' 00"	028.67	060.25
17	14	030° 10' 00"	039.68	056.28
14	16	042° 30' 00"	071.44	053.22
16	15	046° 44' 00"	065.62	051.27

EST.	P. O.	AZIMUTH	D. H. mt.	COTA m
15	15A	145° 30' 00"	026.50	049.61
32	31	222° 37' 00"	049.00	105.91
32	52	313° 58' 00"	055.52	101.59
32	33	040° 48' 00"	056.81	102.37
33	51	311° 17' 00"	061.16	099.80
33	34	040° 55' 00"	057.87	100.79
34	50	311° 20' 00"	060.24	097.82
34	35	039° 40' 00"	092.00	101.12
35	48	312° 29' 00"	059.05	097.44
35	36	033° 51' 00"	084.00	101.74
36	47	302° 09' 00"	054.49	094.38
36	37	034° 08' 00"	048.90	100.62
37	38	357° 08' 00"	031.30	097.16
38	46	314° 53' 00"	031.29	096.18
52	51	034° 47' 00"	054.56	099.80
51	50	041° 50' 00"	057.93	097.82
50	49	044° 56' 00"	039.52	097.60
50	50A	305° 45' 00"	050.31	094.85
50A	50A'	291° 44' 00"	030.25	090.06
50A'	50B	291° 44' 00"	030.25	085.76
50B	50C	313° 45' 00"	053.33	079.62
50C	47D	046° 55' 00"	071.60	076.31
49	48	037° 07' 00"	053.84	097.44
48	47	036° 54' 00"	073.62	098.38
47	46	037° 33' 00"	081.77	096.78
47	47A	297° 19' 00"	067.88	093.02
47A	47B	297° 19' 00"	058.10	086.30
47B	47C	291° 59' 00"	058.11	079.57
47C	47D	196° 38' 00"	069.74	076.31
46	45	053° 31' 00"	061.02	092.66
45	44	030° 26' 00"	064.58	087.38
44	43	036° 24' 00"	064.65	085.06

  
**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
 DIRECCION:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:  
**PLANTA Y PERFIL**

---

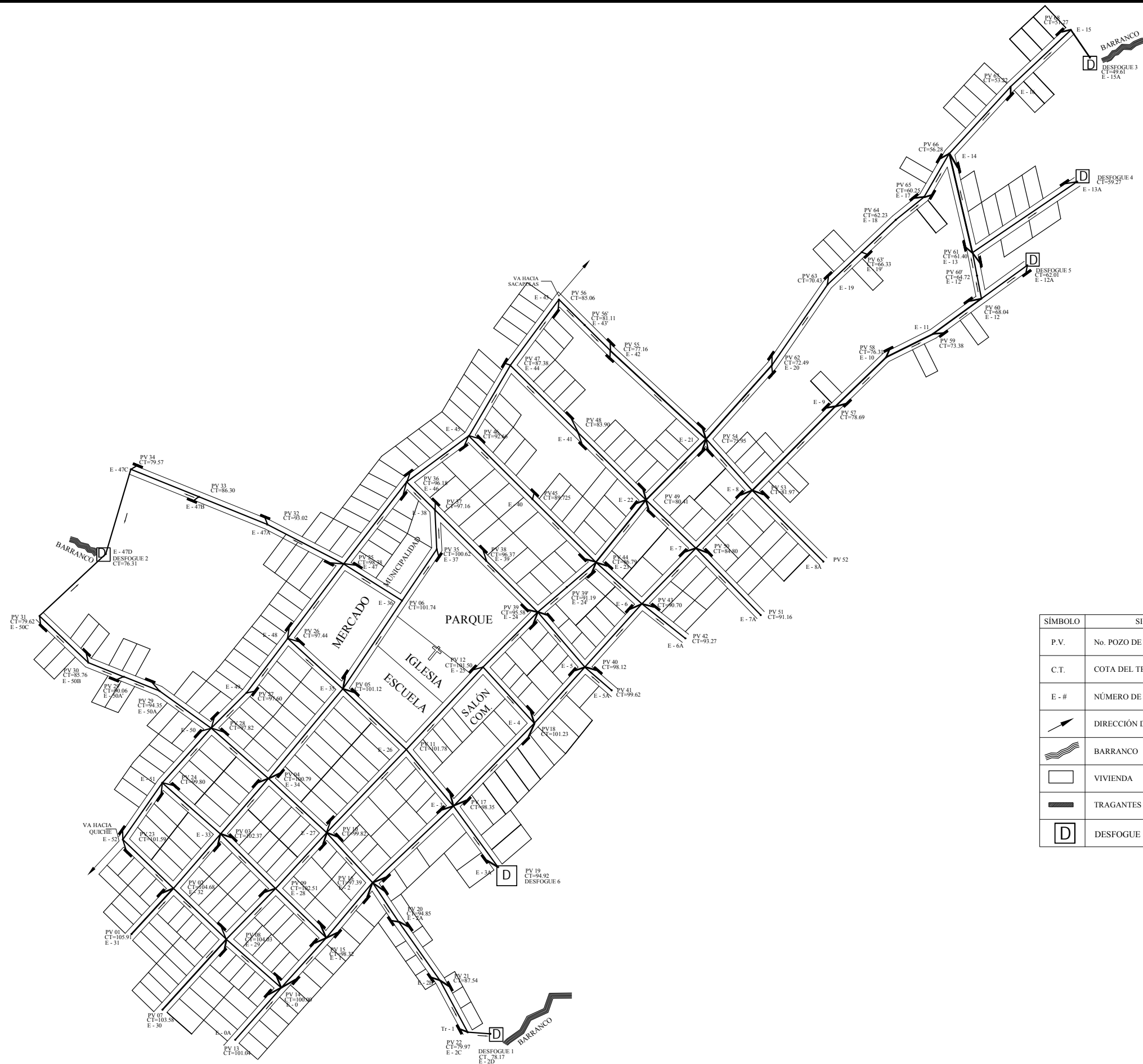
Proyecto:  
**ENRIQUE VELASCO** Cálculo  
**ENRIQUE VELASCO** Dibujo  
 2001 - 17360 Carnet  
 Ing. Angél Sic Garcia Asesor  
 JULIO 2,010 Fecha  
**FASE E P S**

---

HOJA No.  
**01** / **13**  


---


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
 Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
P.V.	No. POZO DE VISITA
C.T.	COTA DEL TERRENO
E-#	NÚMERO DE ESTACION
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	BARRANCO
	VIVIENDA
	TRAGANTES (106 UNIDADES)
	DESFOGUE


**AREAS TRIBUTARIAS Y UBICACIÓN DE TRAGANTES**

Escala 1 / 1600



**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
DIRECCION:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de:  
**UBICACION TRAGANTES**

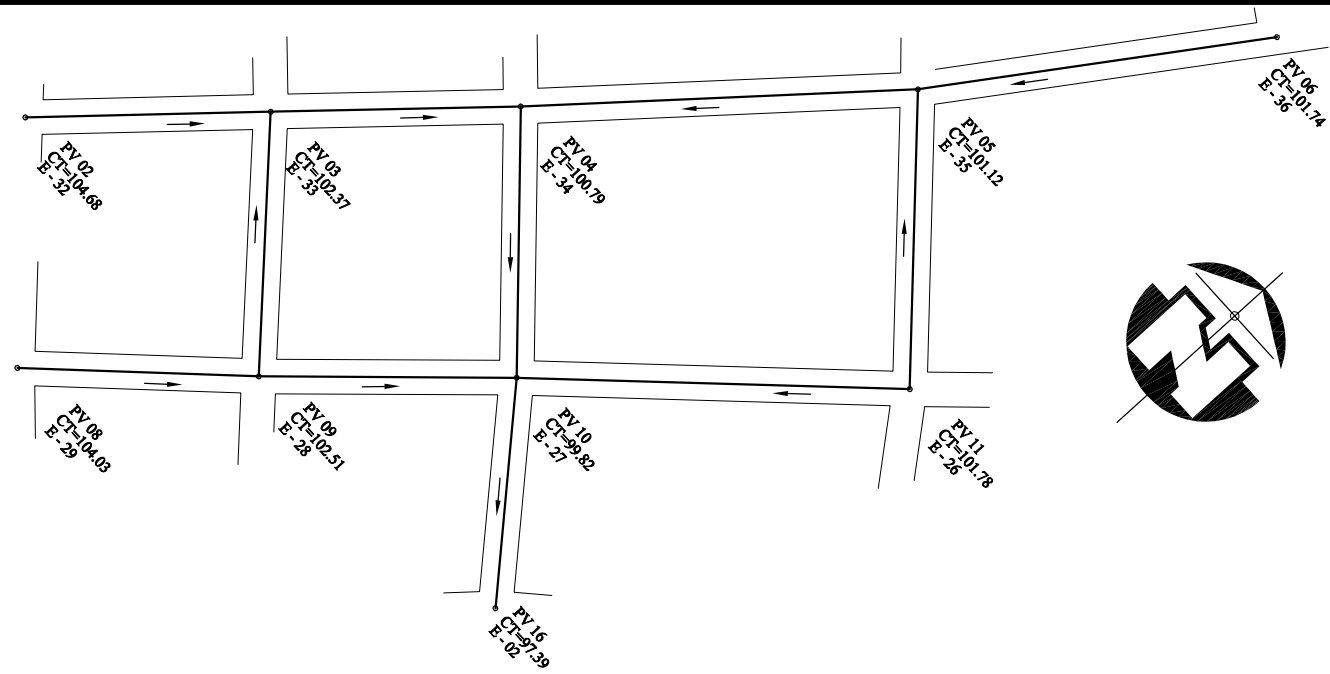
Proyecto:	Diseño:
ENRIQUE VELASCO	ENRIQUE VELASCO
2001 - 17360	2001 - 17360
Ing. Angél Sic Garcia	Ing. Angél Sic Garcia
JULIO 2,010	JULIO 2,010
FASE E P S	FASE E P S
HOJA No.	HOJA No.
02	13



Universidad de San Carlos

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.

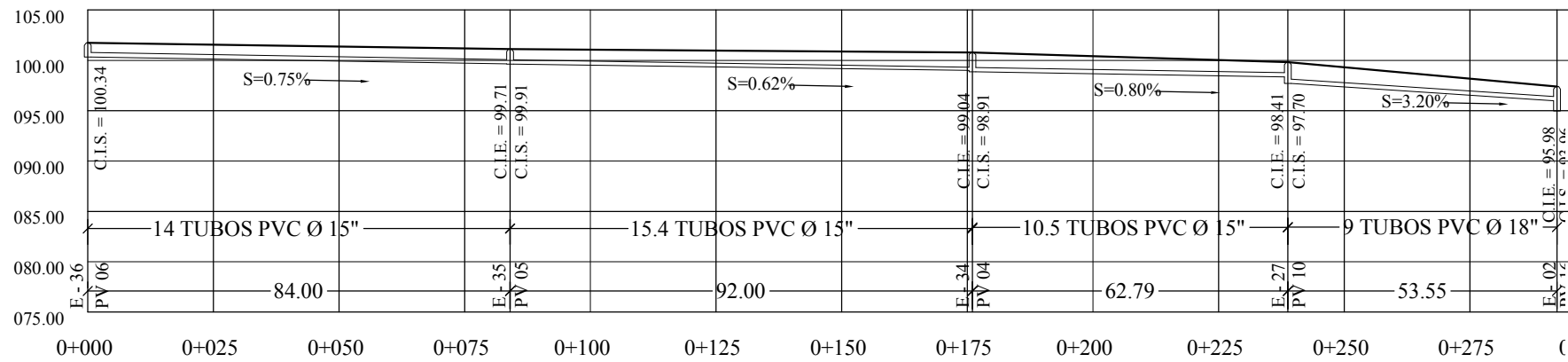
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



**PLANTA CIRCUITO 1 PV 02 A PV 16**

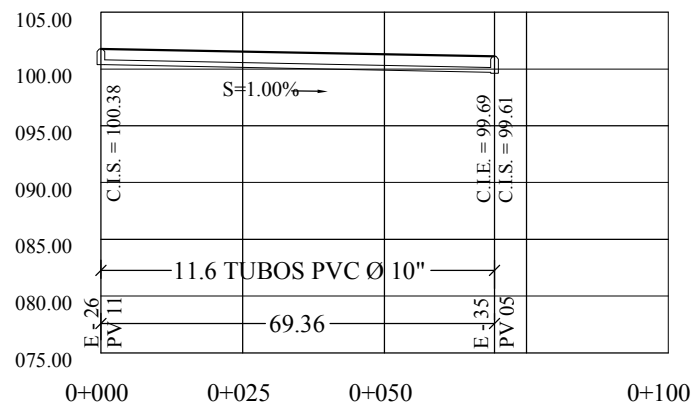
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
~	BARRANCO
D	DESFOGUE

P.V.	C. T.	A. P.
02	104.68	1.43
03	102.37	1.55
04	100.79	1.88
05	101.12	1.51
06	101.74	1.40
08	104.03	2.40
09	102.51	1.60
10	099.82	2.12
11	101.50	1.40
13	101.04	1.40
14	100.00	1.56
15	098.32	2.68
16	097.39	3.43
20	094.85	4.79
21	087.54	4.62
22	079.97	4.55
DESFO. 1	078.17	1.45



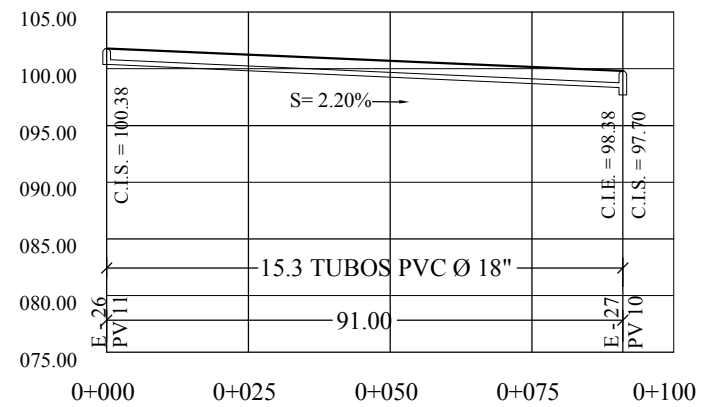
**PERFIL PV 06 A PV 16**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



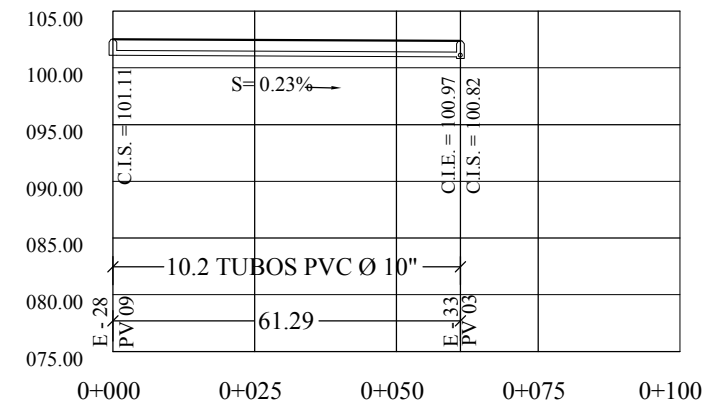
**PERFIL PV 11 A PV 05**

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 10



**PERFIL PV 11 A PV 10**

Escala Vertical 1 / 500



**PERFIL PV 09 A PV 03**

Escala Vertical 1  
Horizontal 1

  
**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
 DIRECCIÓN:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:

**PLANTA PERFIL**

---

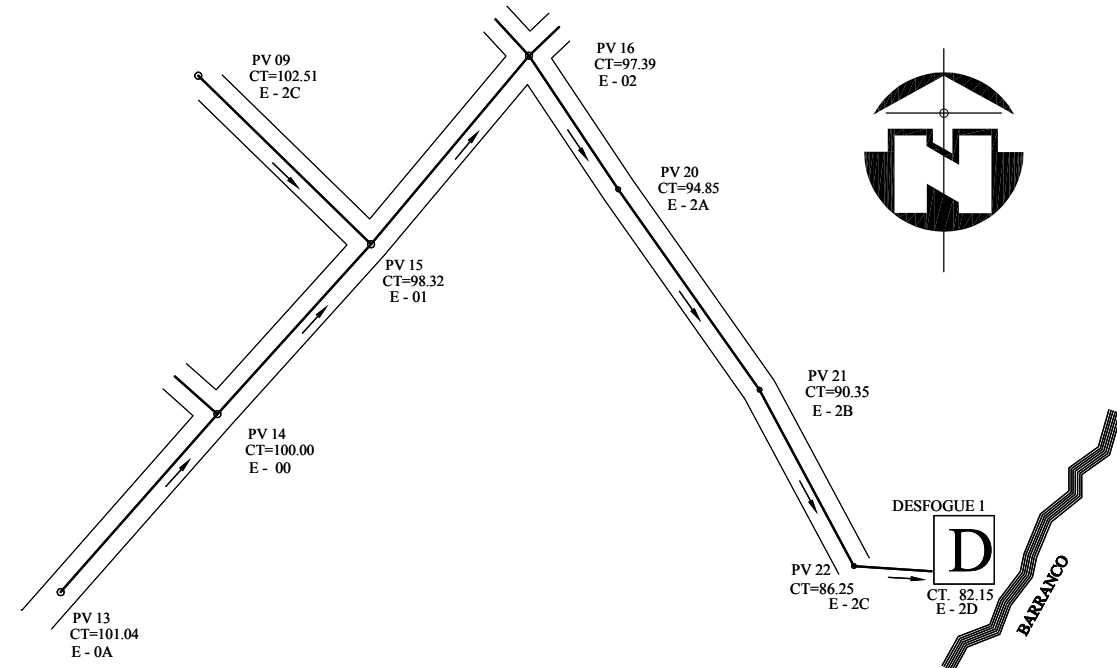
Proyecto:  
**ENRIQUE VELASCO** Cálcul  
**ENRIQUE VELASCO** Dibujo  
 2001 - 17360 Carnet  
 Ing. Angél Sic Garcia Asesor  
 JULIO 2,010 Fecha  
 FASE E P S

---

HOJA No.  
**03**  
 13

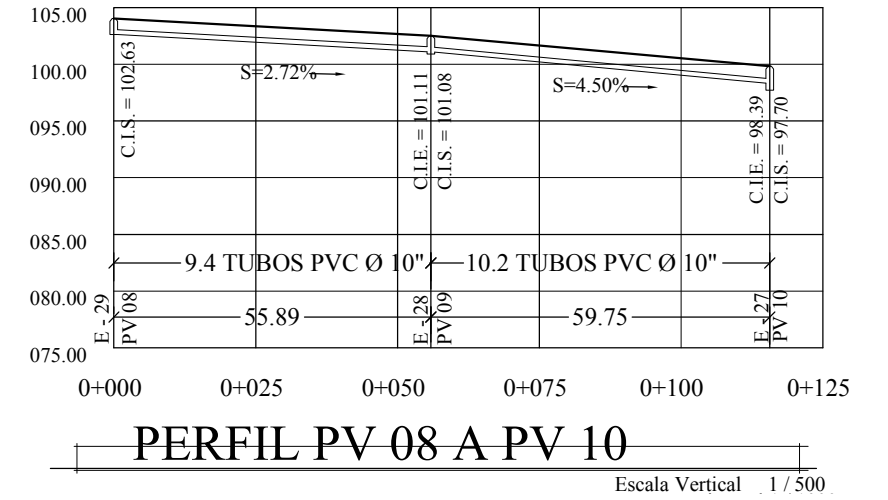




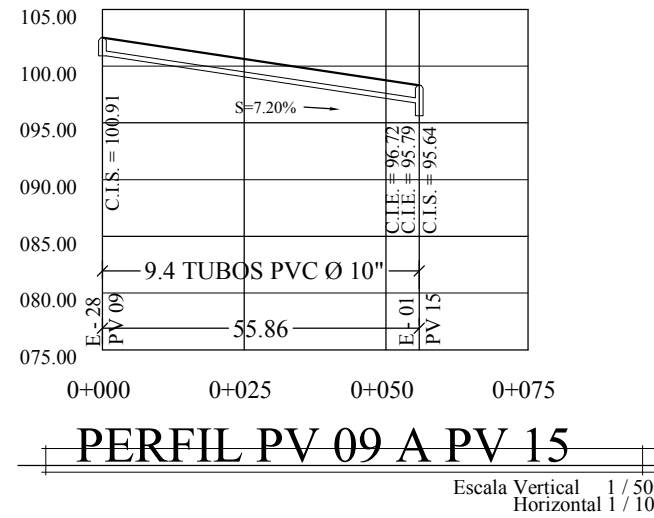


**PLANTA CIRCUITO 1 - PV 13 A DESFOGUE 1**  
Escala: 1/1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	BARRANCO
	DESFOGUE

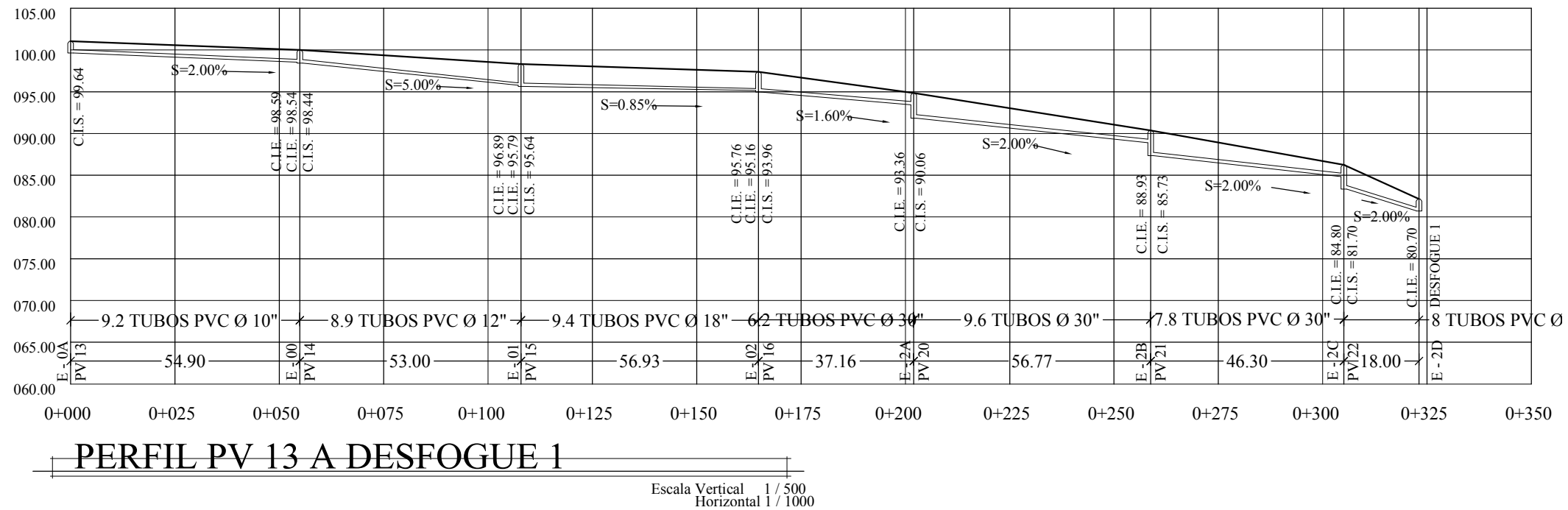


**PERFIL PV 08 A PV 10**  
Escala Vertical 1/500




**PERFIL PV 09 A PV 15**  
Escala Vertical 1/500  
Horizontal 1/1000

P.V.	C. T.	A. P.
02	104.68	1.43
03	102.37	1.55
04	100.79	1.88
05	101.12	1.51
06	101.74	1.40
08	104.03	2.40
09	102.51	1.60
10	099.82	2.12
11	101.50	1.40
13	101.04	1.40
14	100.00	1.56
15	098.32	2.68
16	097.39	3.43
20	094.85	4.79
21	087.54	4.62
22	079.97	4.55
DESFO. 1	078.17	1.45

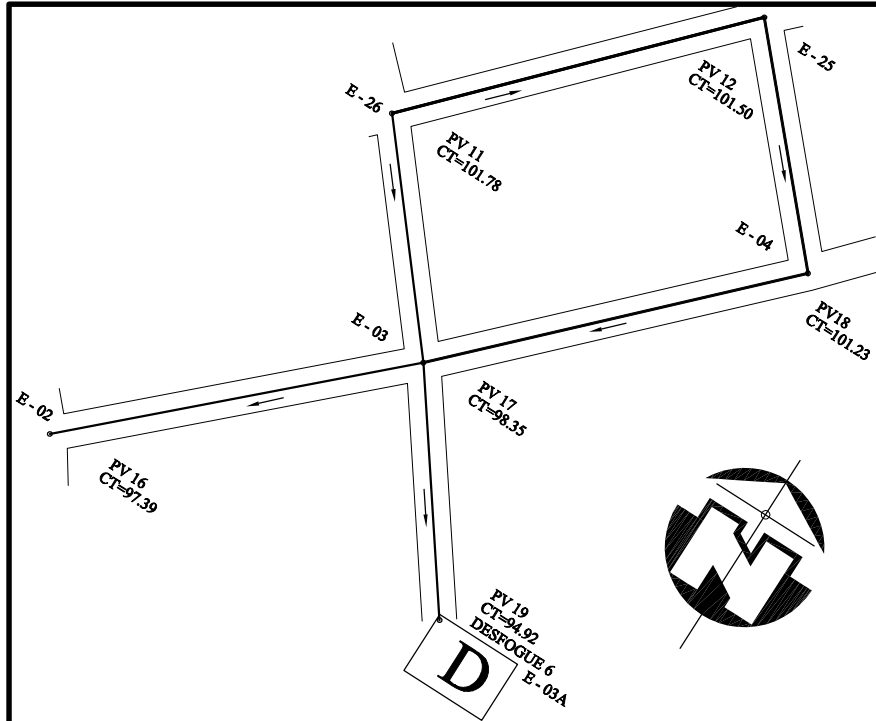


**PERFIL PV 13 A DESFOGUE 1**  
Escala Vertical 1/500  
Horizontal 1/1000

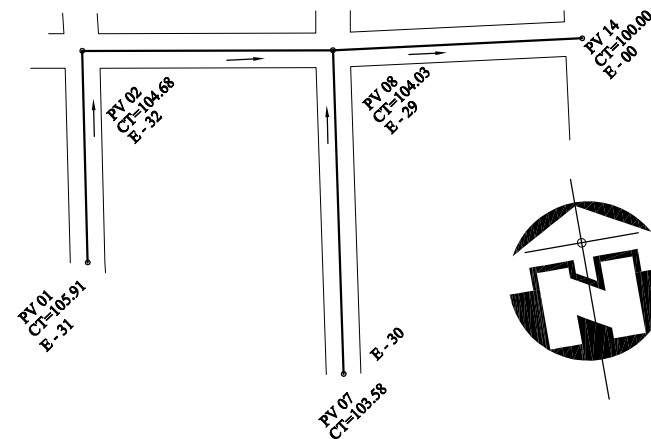
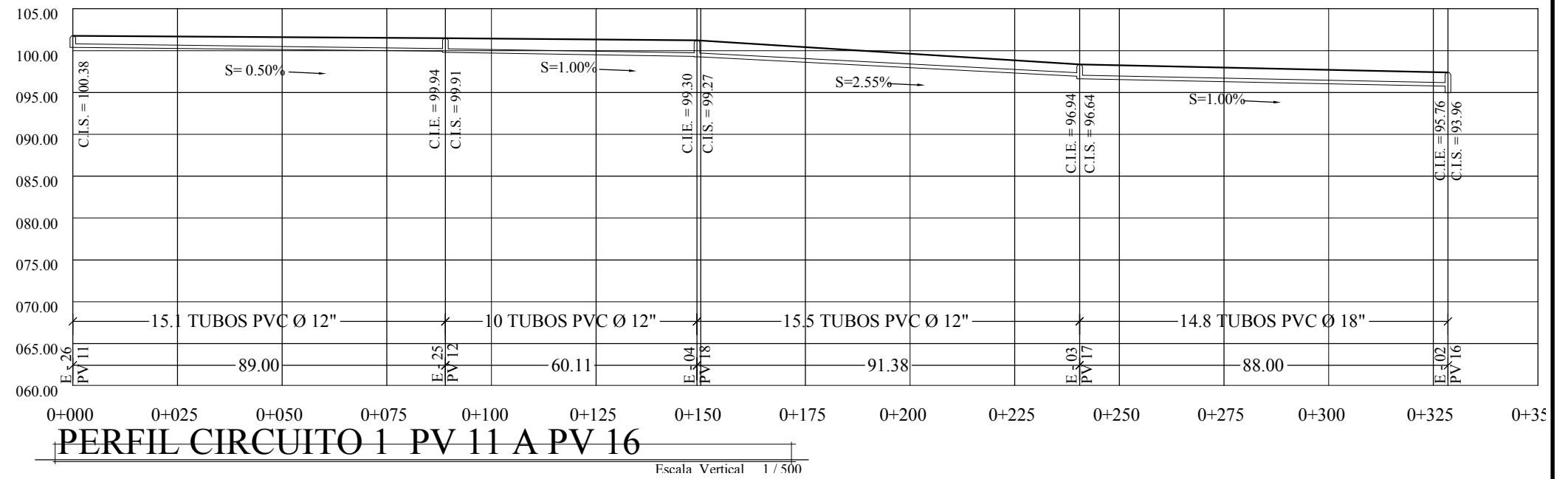
  
**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
 DIRECCION:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:  
**PLANTA PERFIL**

Diseno	Calculo	Dibujo	Carnet	Asesor	Fecha
ENRIQUE VELASCO	ENRIQUE VELASCO	ENRIQUE VELASCO	2001 - 17360	Ing. Angel Sic Garcia	JULIO 2,010

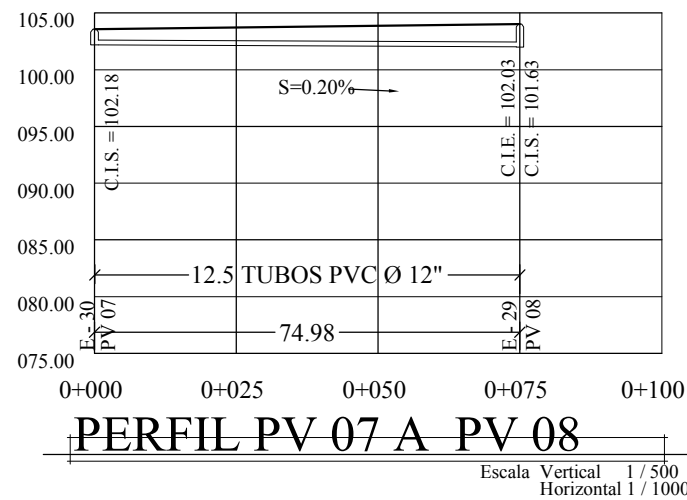
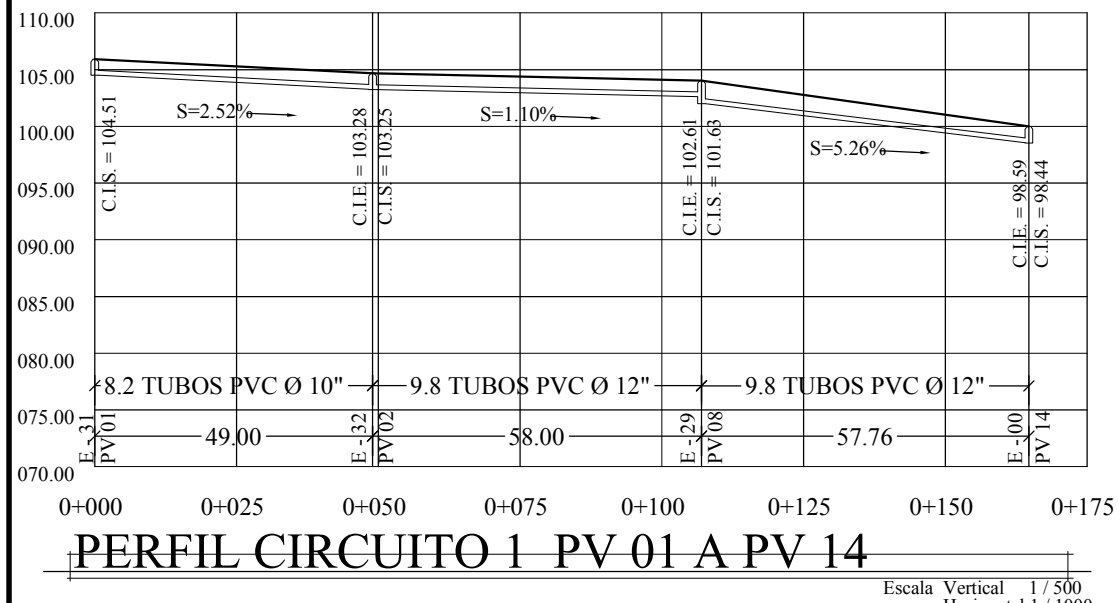
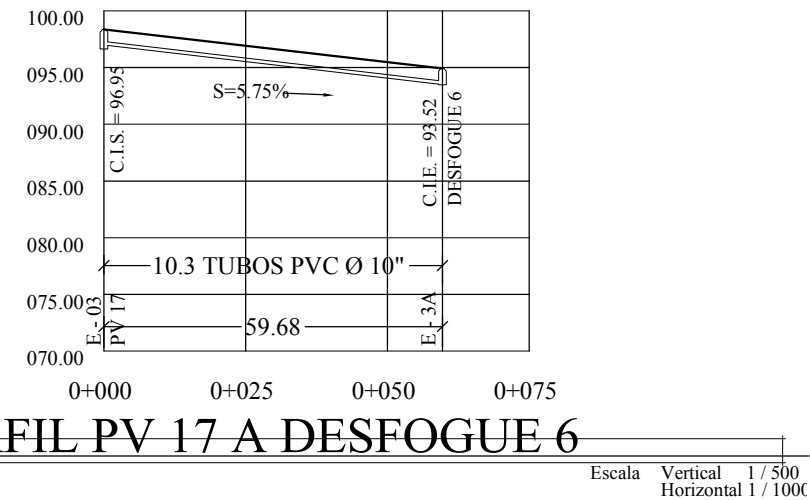
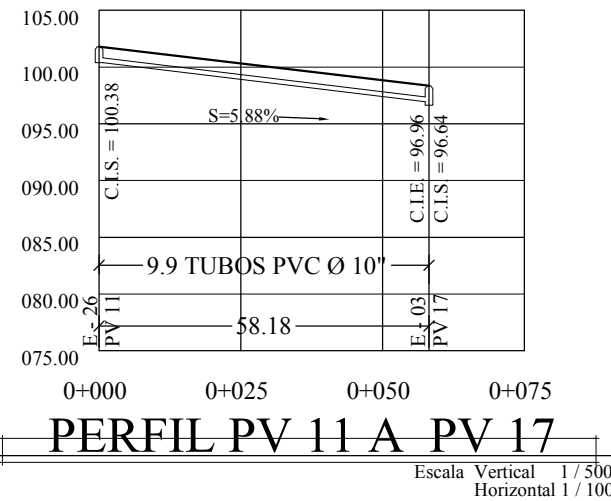
FASE E P S  
 HOJA No. **04**  
**13**



PLANTA CIRCUITO 1 PV 11 A PV 16



PLANTA CIRCUITO 1 PV 01 A PV 14



P.V.	C. T.	A. P.
01	105.91	1.40
02	104.68	1.43
04	100.79	1.88
05	101.12	1.51
07	103.58	1.40
08	104.03	2.40
11	101.78	1.40
12	101.50	1.70
14	100.00	1.56
16	099.82	3.43
17	098.35	1.71
18	097.39	1.96
25	098.38	2.07
26	097.44	1.72
27	097.60	1.96
28	097.82	3.08
29	094.35	4.52
29'	090.06	4.61
30	085.76	5.60
31	079.62	2.14
DESFO 2	076.31	1.73
DESFO 6	094.92	1.40

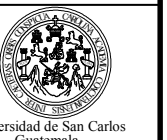
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
~	BARRANCO
D	DESFOGUE

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor  
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

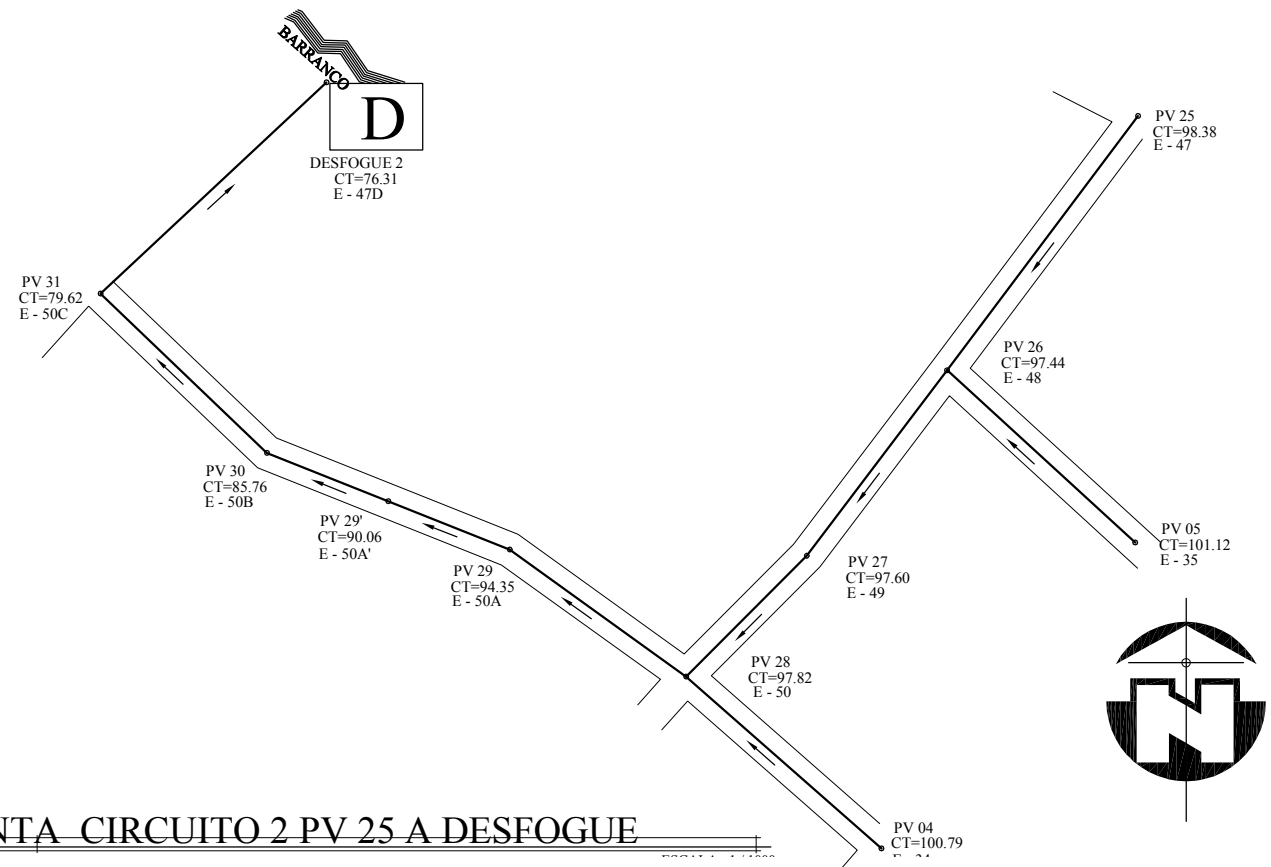
Proyecto: **SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
DIRECCION: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de: **UBICACION TRAGANTES**

Diseño: ENRIQUE VELASCO  
Cálcul: ENRIQUE VELASCO  
Dibujo: ENRIQUE VELASCO  
Carnet: 2001 - 17360  
Asesor: Ing. Angél Sic Garcia  
Fecha: JULIO 2,010  
FASE **E P S**

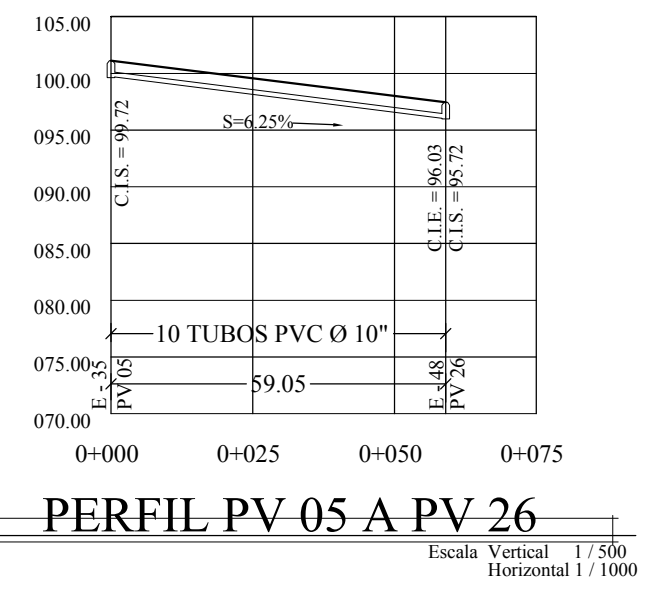
HOJA No. **05** de **13**





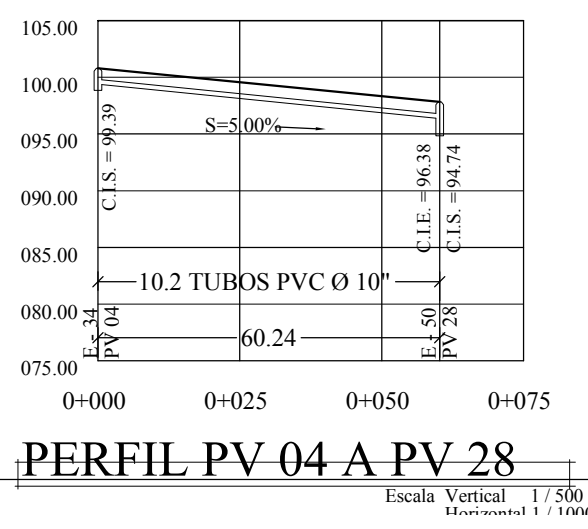


PLANTA CIRCUITO 2 PV 25 A DESFOGUE



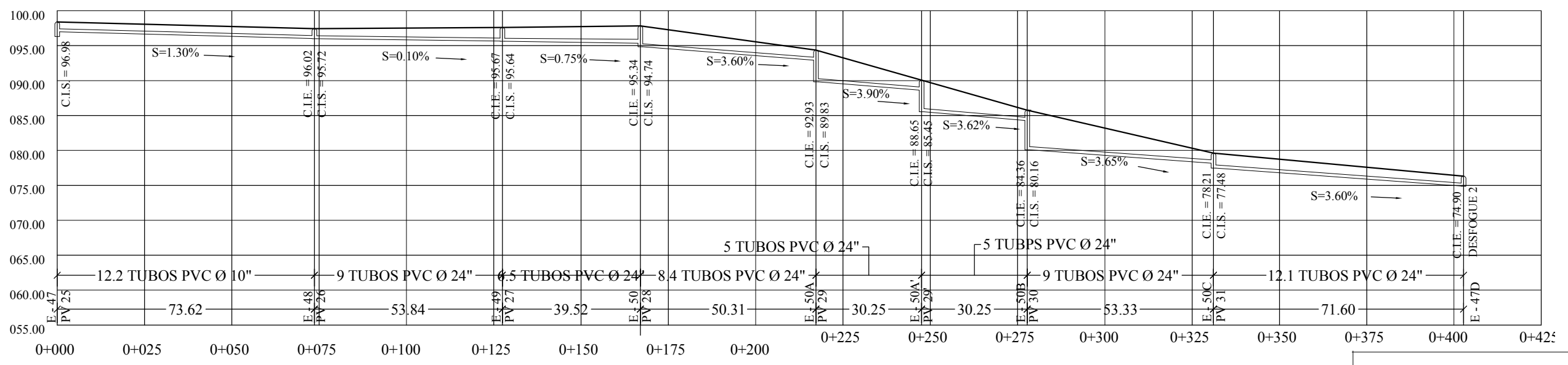
PERFIL PV 05 A PV 26

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000



PERFIL PV 04 A PV 28

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000




PERFIL PV 25 A DESFOGUE 2

Escala Vertical 1 / 500  
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %.	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
~~~~~	BARRANCO
D	DESFOGUE

P.V.	C. T.	A. P.
01	105.91	1.40
02	104.68	1.43
04	100.79	1.88
05	101.12	1.51
07	103.58	1.40
08	104.03	2.40
11	101.78	1.40
12	101.50	1.70
14	100.00	1.56
16	099.82	3.43
17	098.35	1.71
18	097.39	1.96
25	098.38	2.07
26	097.44	1.72
27	097.60	1.96
28	097.82	3.08
29	094.35	4.52
29'	090.06	4.61
30	085.76	5.60
31	079.62	2.14
DESFO 2	076.31	1.73
DESFO 6	094.92	1.40


 Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plano de: UBICACION TRAGANTES

ENRIQUE VELASCO	Cálcul
ENRIQUE VELASCO	Dibujo
2001 - 17360	Carnet
Ing. Ángel Sic Garcia	Asesor
JULIO 2,010	Fecha
FASE E P S	

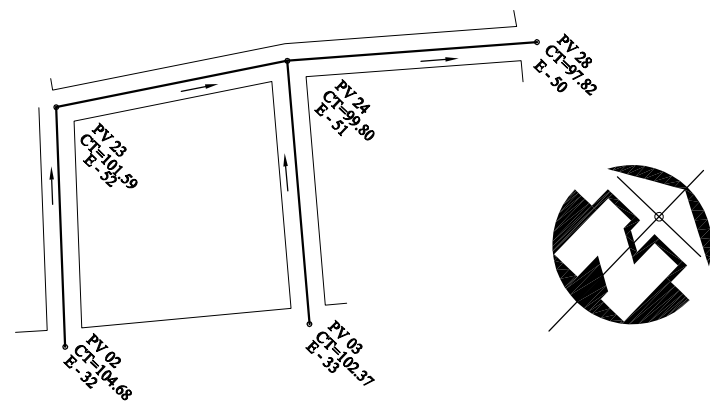
HOJA No. 06 / 13

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Ángel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.

Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

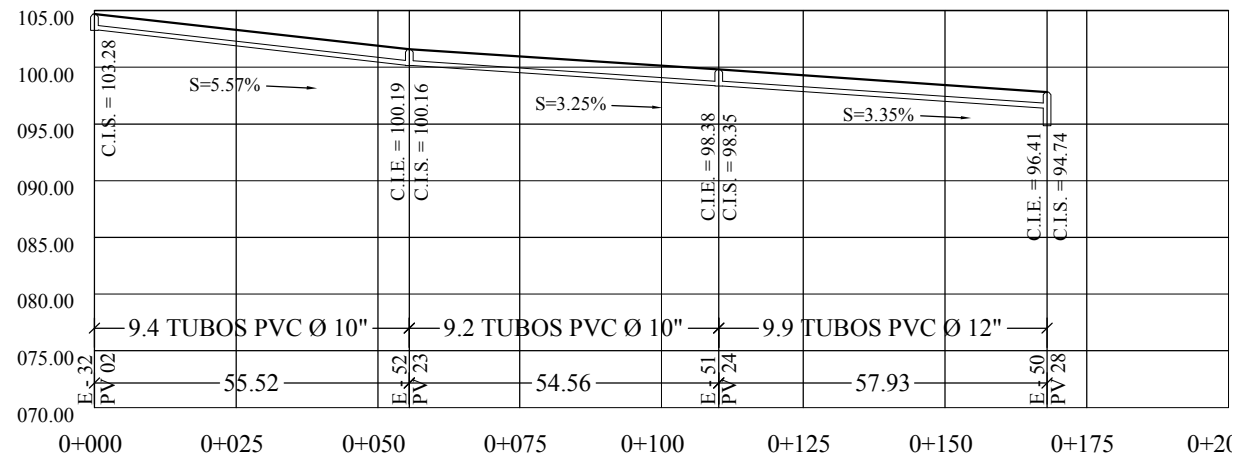


Universidad de San Carlos



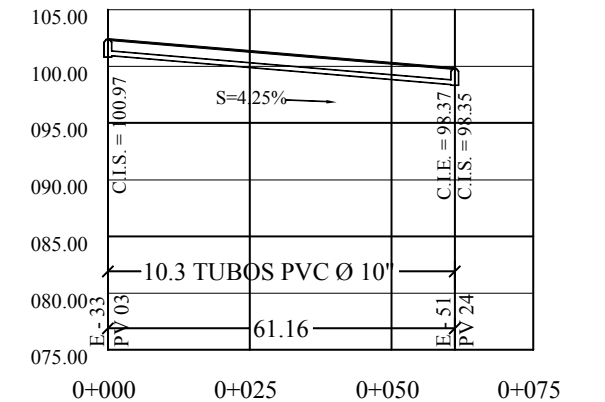
PLANTA CIRCUITO 2 - PV 02 A PV 28

ESCALA: 1 / 1000



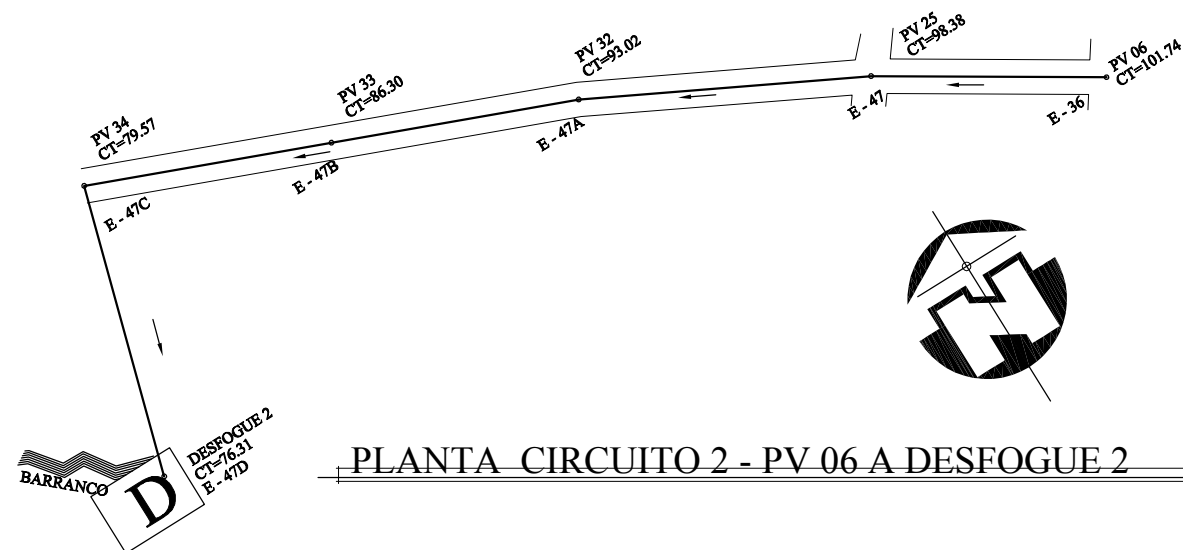
PERFIL CIRCUITO 2 - PV 02 A PV 28

Escala Vertical 1 / 500



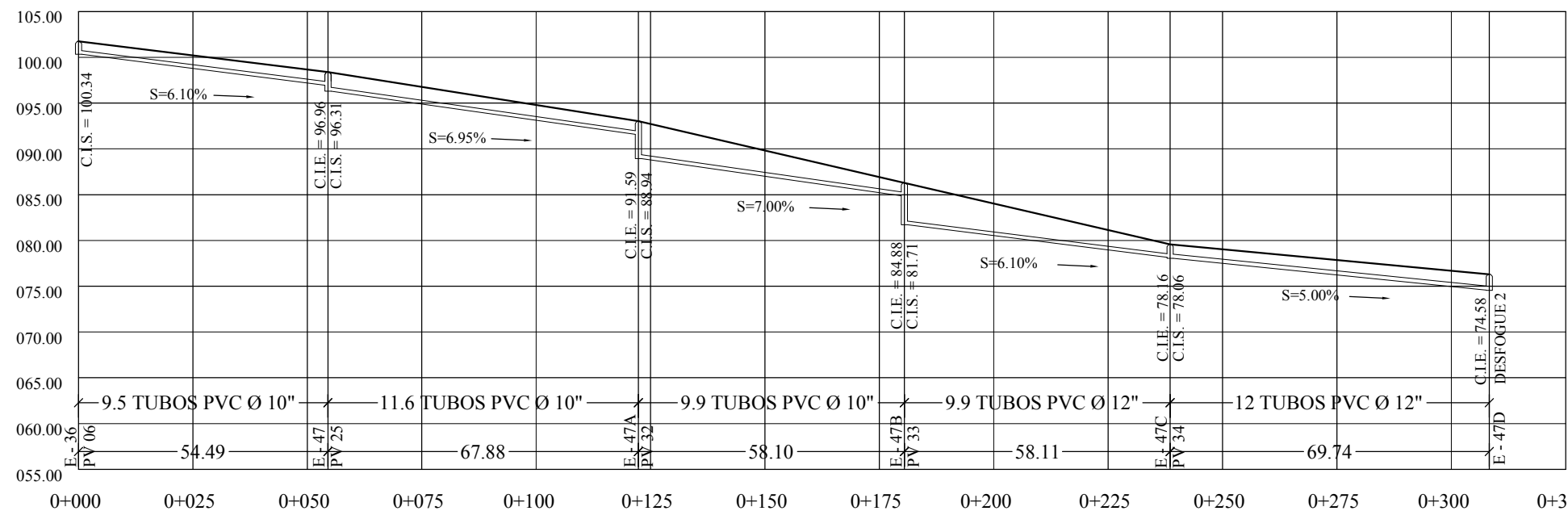
PERFIL PV 03 A PV 24

Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000



PLANTA CIRCUITO 2 - PV 06 A DESFOGUE 2

ESCALA: 1 / 1000



PERFIL CIRCUITO 2 - PV 06 A DESFOGUE 2

Escala Vertical 1 / 500

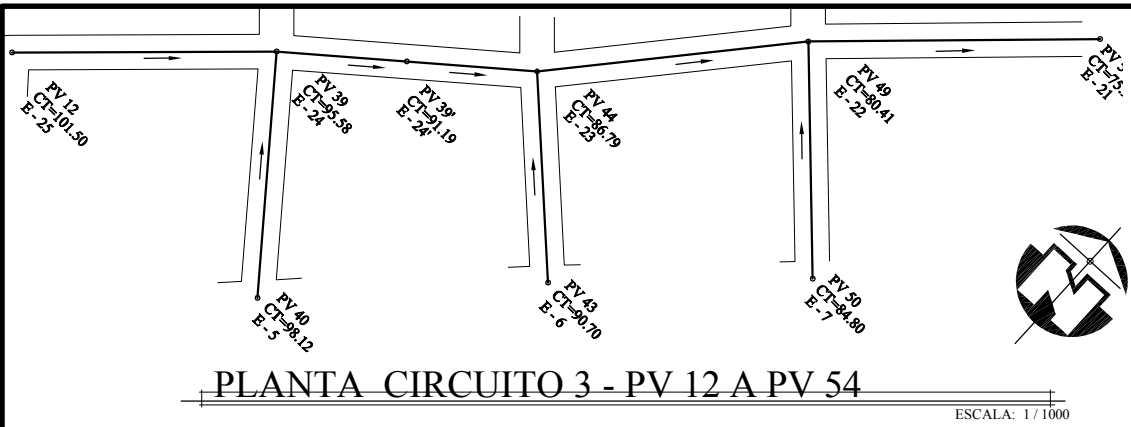
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	BARRANCO
	DESFOGUE

P.V.	C. T.	A. P.	P.V.	C. T.	A. P.
02	104.68	1.43	39	095.58	4.14
03	102.37	1.55	39'	091.19	4.02
06	101.74	1.40	40	098.12	2.07
12	101.50	1.70	43	090.70	2.40
23	101.59	1.43	44	086.79	4.95
24	099.80	1.45	49	080.41	3.55
25	098.38	2.07	50	084.80	1.40
28	097.82	3.08	54	075.95	3.07
32	093.02	4.08	DESFO 2	076.31	1.73
33	086.30	4.59			
24	070.57	1.51			

Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
 DIRECCIÓN: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plumo de: UBICACION TRAGANTES

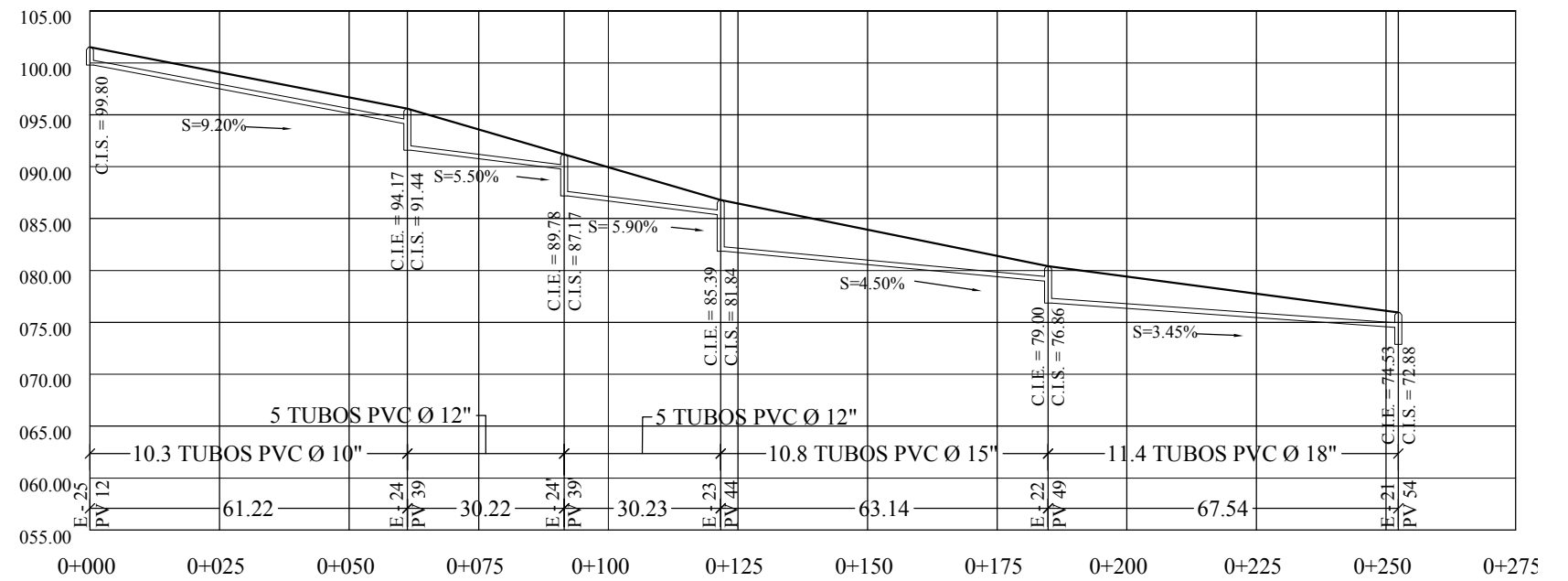
Diseno: ENRIQUE VELASCO
 Calculo: ENRIQUE VELASCO
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO
 Carnet: 2001 - 17360
 Asesor: Ing. Angel Sic Garcia
 Fecha: JULIO 2,010
 FASE E P S

HOJA No. 07 / 13



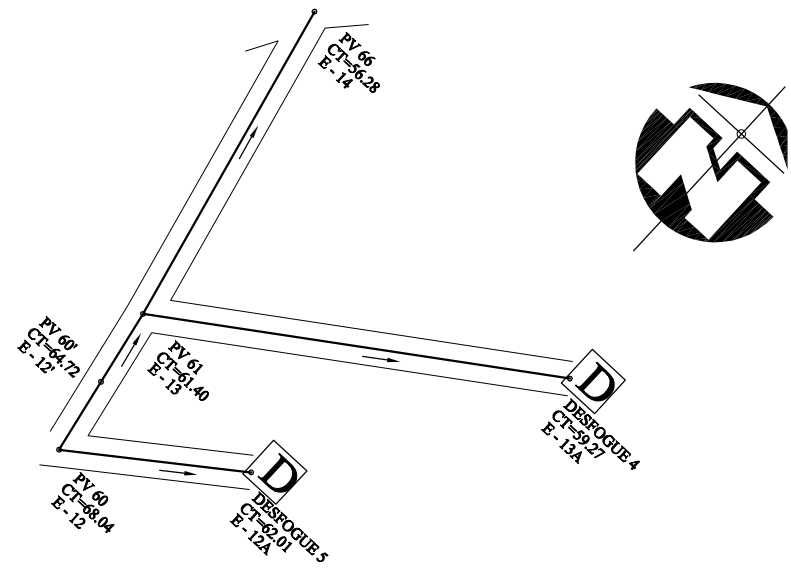
PLANTA CIRCUITO 3 - PV 12 A PV 54

ESCALA: 1/1000



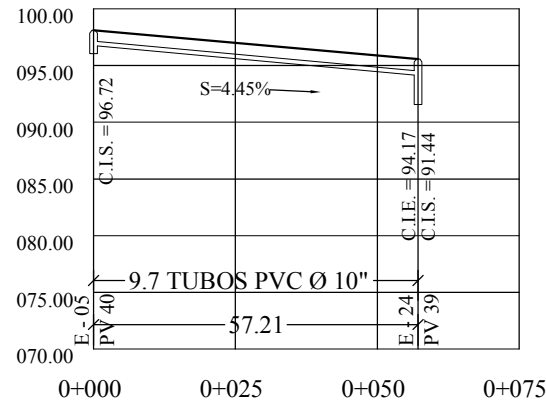
PERFIL CIRCUITO 3 - PV 12 A PV 54

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000



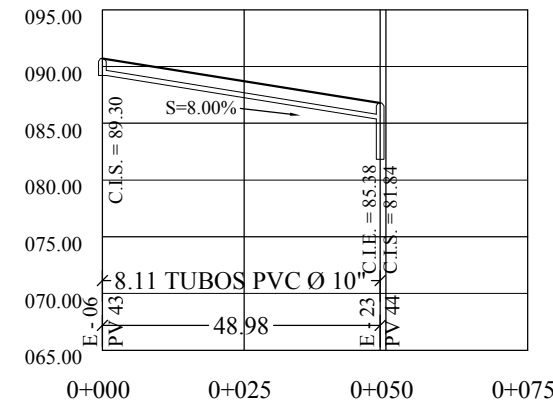
PLANTA CIRCUITO 3 - PV 60 A PV 66

ESCALA: 1/1000



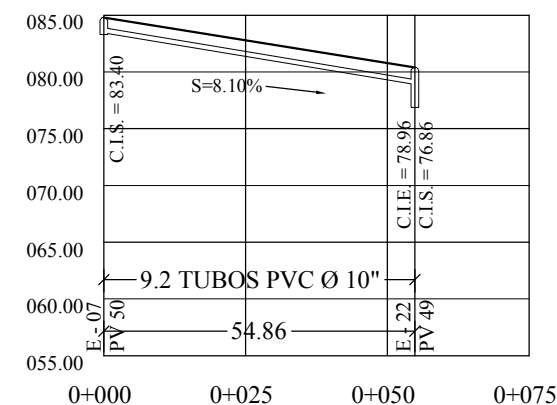
PERFIL PV 40 A PV 39

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000



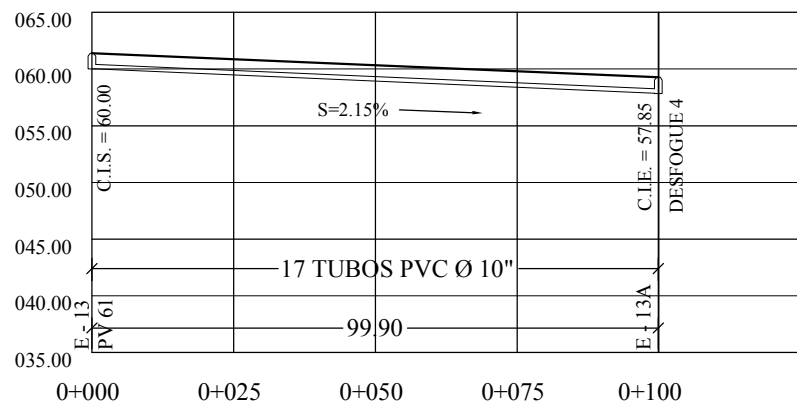
PERFIL PV 43 A PV 44

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000



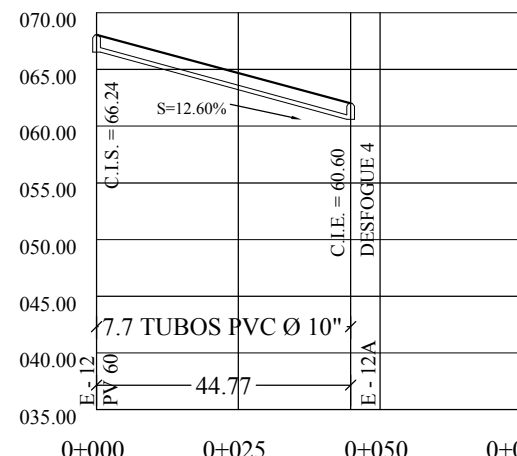
PERFIL PV 50 A PV 49

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000



PERFIL PV 61 A DESFOGUE 4

Vertical Escala 1/500
Horizontal 1/1000



PERFIL PV 60 A DESFOGUE 5

Vertical Escala 1/500
Horizontal 1/1000

P.V.	C. T.	A. P.
48	083.90	1.50
49	080.41	3.55
54	075.95	3.07
55	077.16	1.70
56'	081.11	3.86
56	085.06	3.77
60	068.04	4.03
60'	064.72	4.03
61	061.40	3.81
66	056.28	3.44
DESFO 4	062.01	1.42
DESFO 5	059.27	1.40

P.V.	C. T.	A. P.
02	104.68	1.43
03	102.37	1.55
06	101.74	1.40
39	095.58	4.14
39'	091.19	4.02
40	098.12	2.07
43	090.70	2.40
44	086.79	4.95
49	080.41	3.55
50	084.80	1.40
54	075.95	3.07
DESFO 2	076.31	1.73

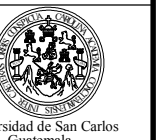
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
➔	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
⚡	BARRANCO
D	DESFOGUE

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Angel Sic Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

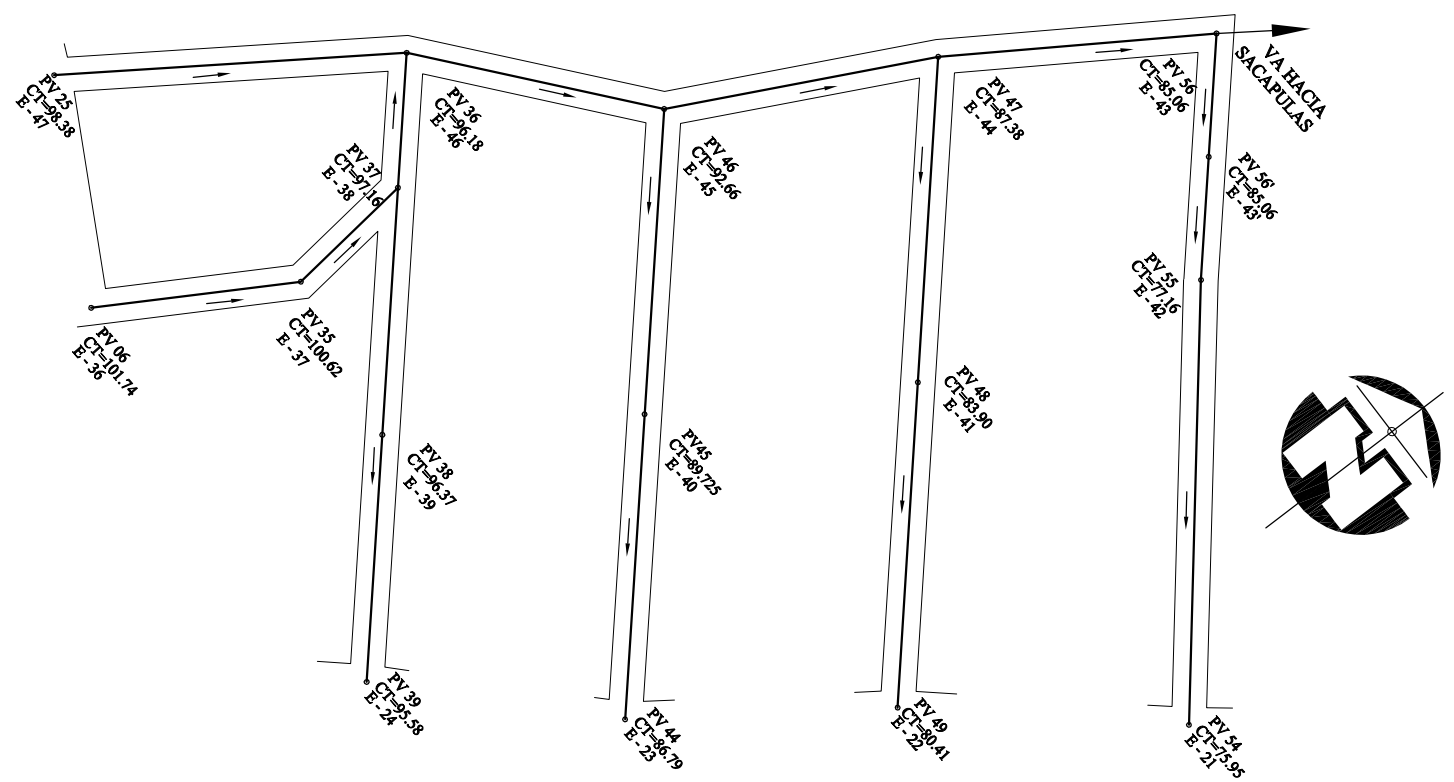
Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
Plano de: UBICACION TRAGANTES

Diseno: ENRIQUE VELASCO
Calculo: ENRIQUE VELASCO
Dibujo: ENRIQUE VELASCO
Carnet: 2001 - 17360
Asesor: Ing. Angel Sic Garcia
Fecha: JULIO 2,010

FASE E P S
HOJA No. 08 / 13



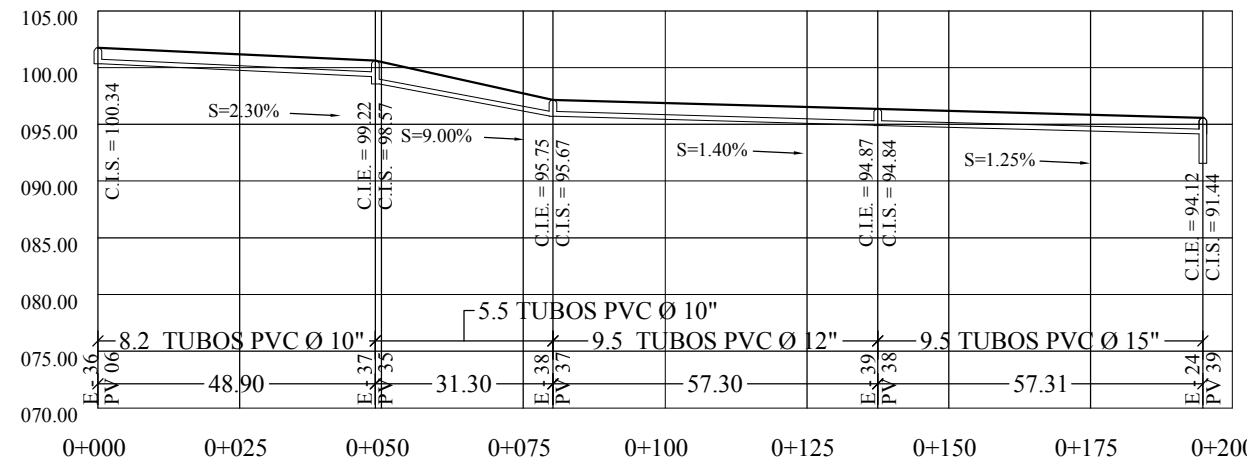
Universidad de San Carlos



PLANTA CIRCUITO 3 - PV 25 A PV 54

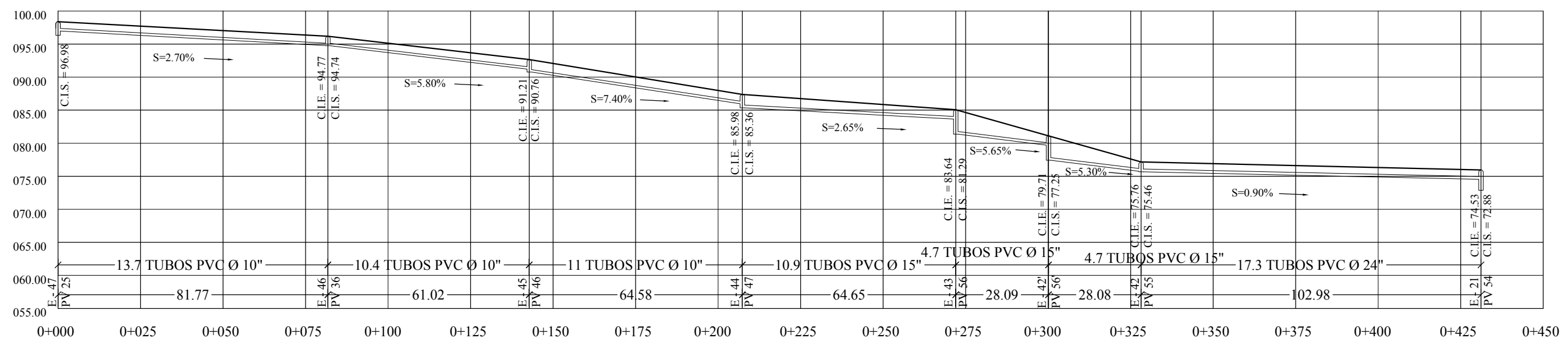
P.V.	C. T.	A. P.	P.V.	C. T.	A. P.
06	101.74	1.40	48	083.90	1.50
25	098.38	2.07	49	080.41	3.55
35	100.62	2.05	54	075.95	3.07
36	096.18	1.44	55	077.16	1.70
37	097.16	1.49	56	081.11	3.86
38	096.37	1.53	56	085.06	3.77
39	095.58	4.14	60	068.04	4.03
44	086.79	4.95	60	064.72	4.03
45	089.72	1.43	61	061.40	3.81
46	092.66	1.90	66	056.28	3.44
47	087.38	2.02	DESFO 4	062.01	1.42
			DESFO 5	059.27	1.40

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
⚡	BARRANCO
D	DESFOGUE



PERFIL PV 06 A PV 39

Escala Vertical 1/500



PERFIL CIRCUITO 3 - PV 25 A PV 54

Escala Vertical 1/500



Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plomo de: UBICACION TRAGANTES

Diseno: ENRIQUE VELASCO
 Calculo: ENRIQUE VELASCO
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO
 Carnet: 2001 - 17360
 Asesor: Ing. Angel Sic Garcia
 Fecha: JULIO 2,010
 FASE E P S

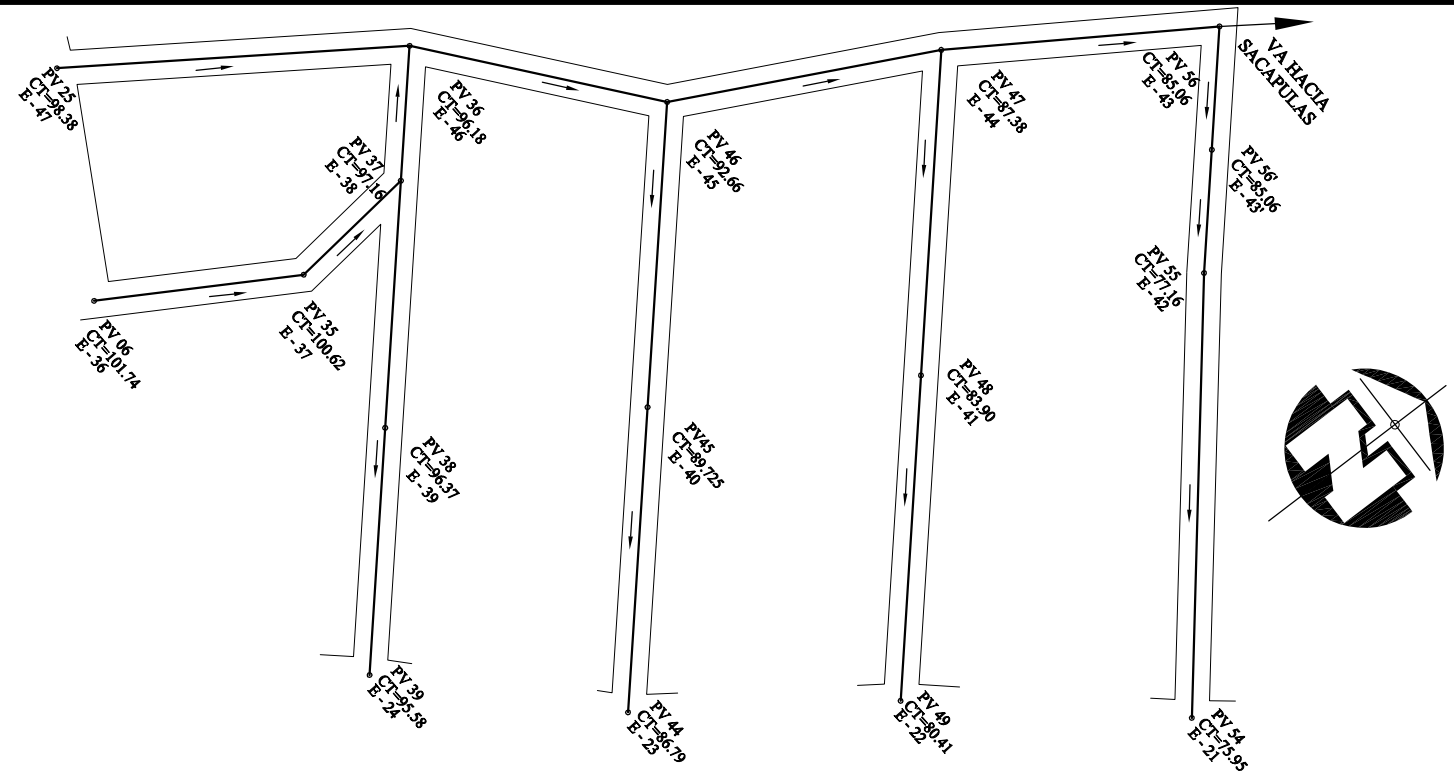
HOJA No. 09
 13



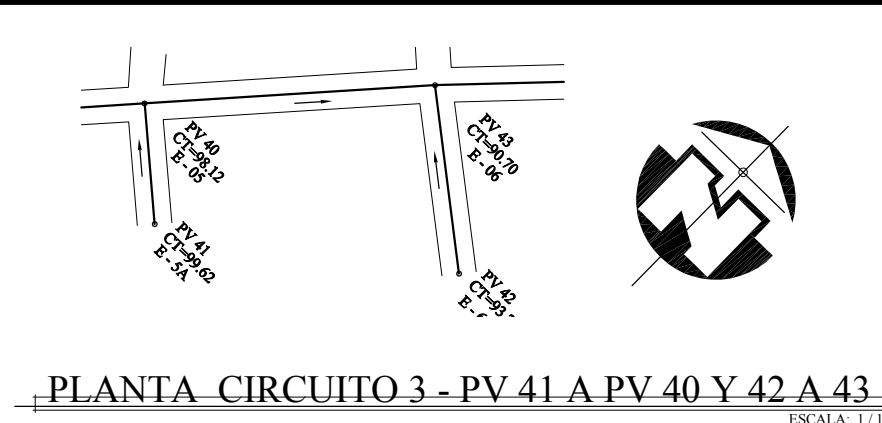
Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Angel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

Universidad de San Carlos

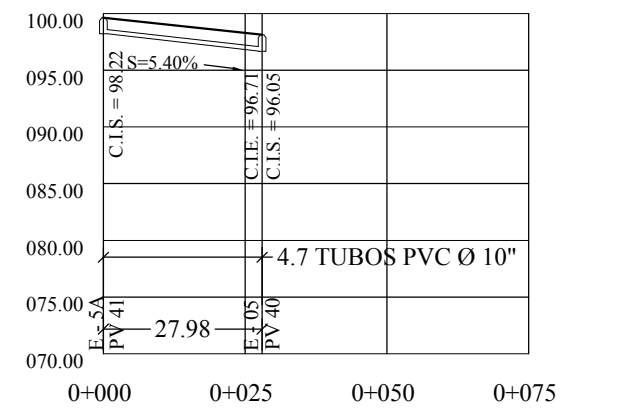
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	BARRANCO
	DESFOGUE



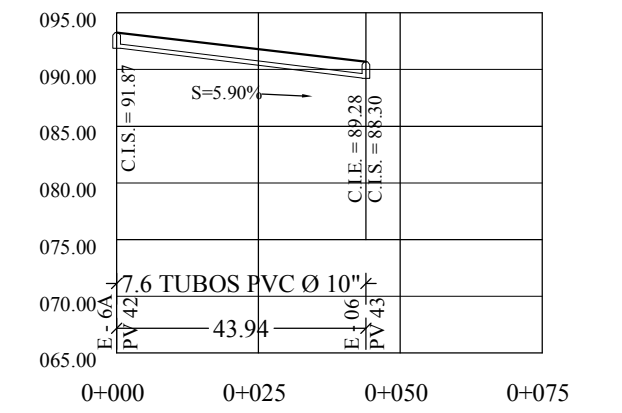
PLANTA CIRCUITO 3 - PV 25 A PV 54



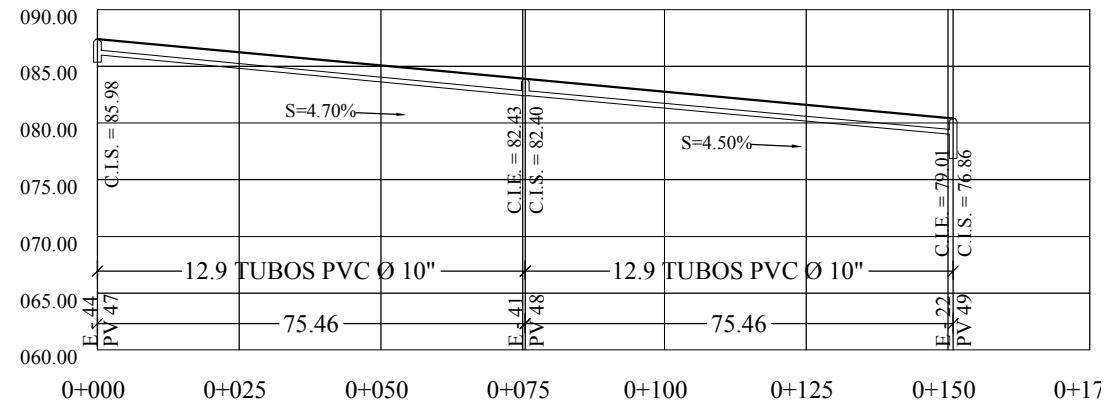
PLANTA CIRCUITO 3 - PV 41 A PV 40 Y 42 A 43



PERFIL PV 41 A PV 40

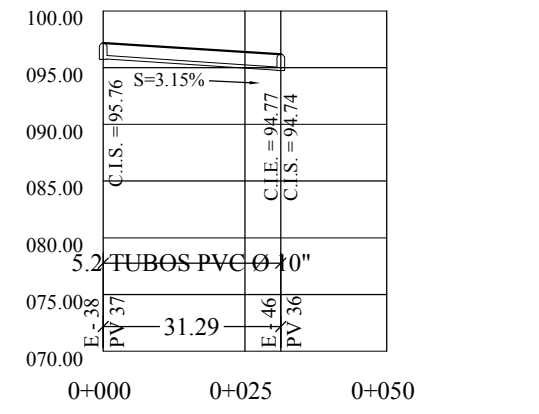


PERFIL PV 42 A PV 43



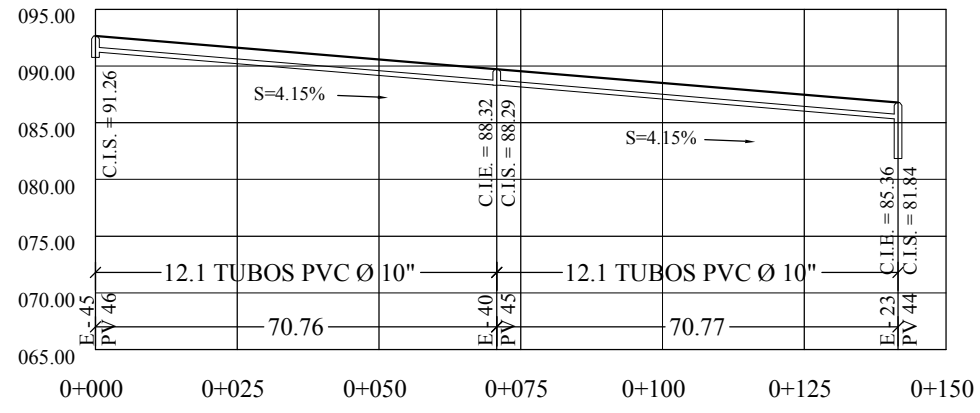
CIRCUITO 3 - PERFIL PV 47 A PV 49

P.V.	C. T.	A. P.
18	101.23	1.96
40	098.12	2.07
41	099.62	1.40
42	093.27	1.40



PERFIL PV 37 A PV 36

P.V.	C. T.	A. P.	P.V.	C. T.	A. P.
06	101.74	1.40	48	083.90	1.50
25	098.38	2.07	49	080.41	3.55
35	100.62	2.05	54	075.95	3.07
36	096.18	1.44	55	077.16	1.70
37	097.16	1.49	56'	081.11	3.86
38	096.37	1.53	56	085.06	3.77
39	095.58	4.14	60	068.04	4.03
44	086.79	4.95	60'	064.72	4.03
45	089.72	1.43	61	061.40	3.81
46	092.66	1.90	66	056.28	3.44
47	087.38	2.02	DESFO 4	062.01	1.42
			DESFO 5	059.27	1.40



CIRCUITO 3 - PERFIL PV 46 A PV 44

Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
 DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
 Plano de: PLANTA - PERFIL

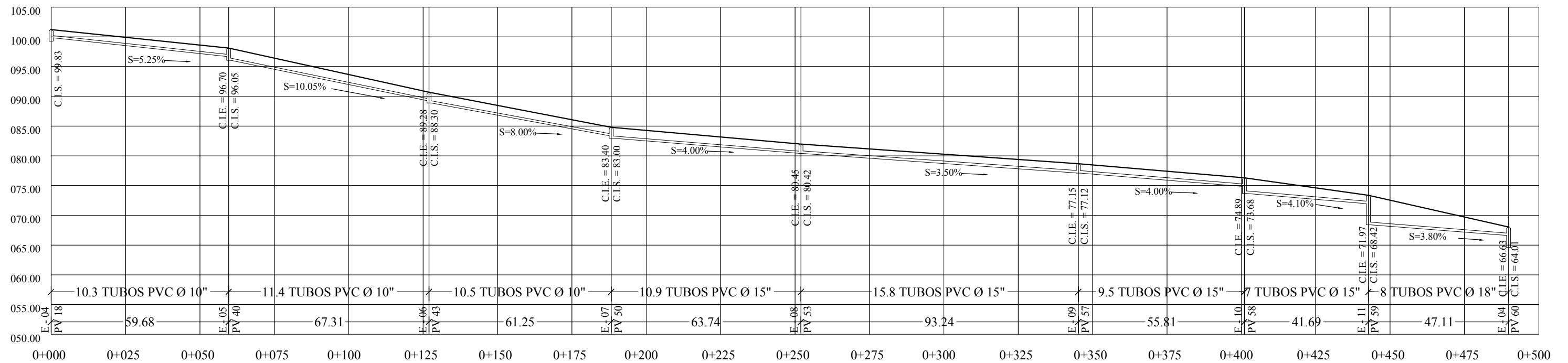
Diseno	Calculo	Dibujo	Carnet	Asesor	Fecha
ENRIQUE VELASCO	ENRIQUE VELASCO	ENRIQUE VELASCO	2001 - 17360	Ing. Angel Sic Garcia	JULIO 2,010

HOJA No. 10 / 13

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
 Vo.Bo. Ing. Angel Sic Asesor
 Vo.Bo. Arq. Luis Lopez Encargado O.M.P.

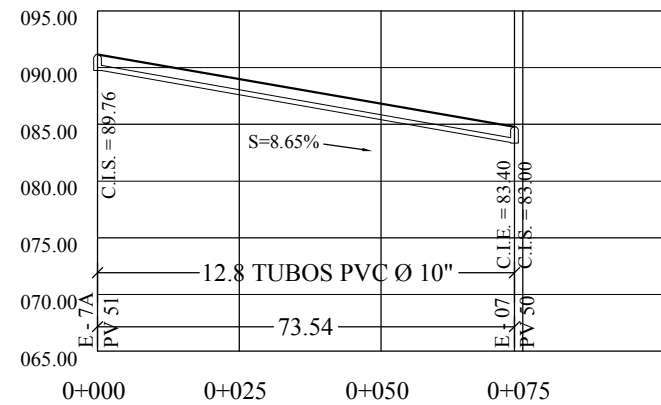
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA





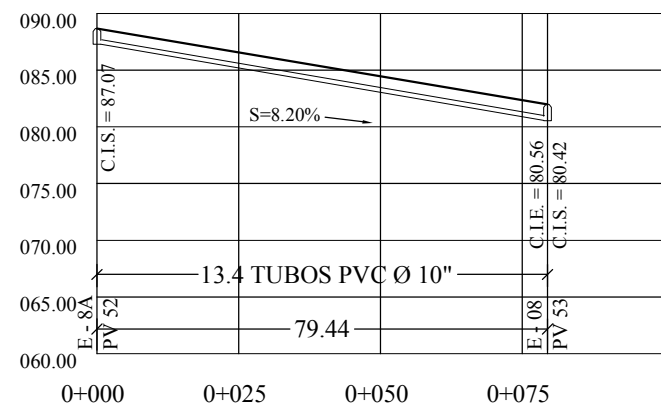
PERFIL CIRCUITO 3 - PV 18 A PV 60

Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000



PERFIL PV 51 A PV 50

Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000



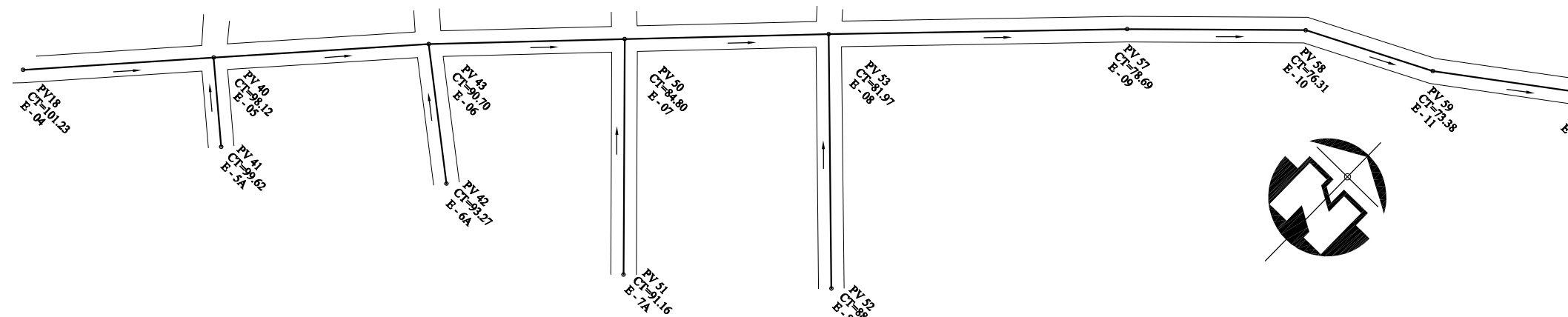
PERFIL PV 52 A PV 53

Escala Vertical 1 / 500
Horizontal 1 / 1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
	BARRANCO
	DESFOGUE

P.V.	C. T.	A. P.
18	101.23	1.96
40	098.12	2.07
41	099.62	1.40
42	093.27	1.40
43	090.70	2.40
50	084.80	1.80
51	091.16	1.40
52	088.67	1.40
53	087.97	1.55
54	075.95	3.07
57	078.69	1.57

P.V.	C. T.	A. P.
58	076.31	2.63
59	073.39	4.96
60	068.04	4.03
62	072.49	1.81
63	070.43	4.76
63'	066.33	4.78
64	062.23	2.84
65	060.25	4.62
66	056.28	3.44
67	053.22	2.42
68	051.27	2.68



PLANTA CIRCUITO 3 - PV 18 A PV 60



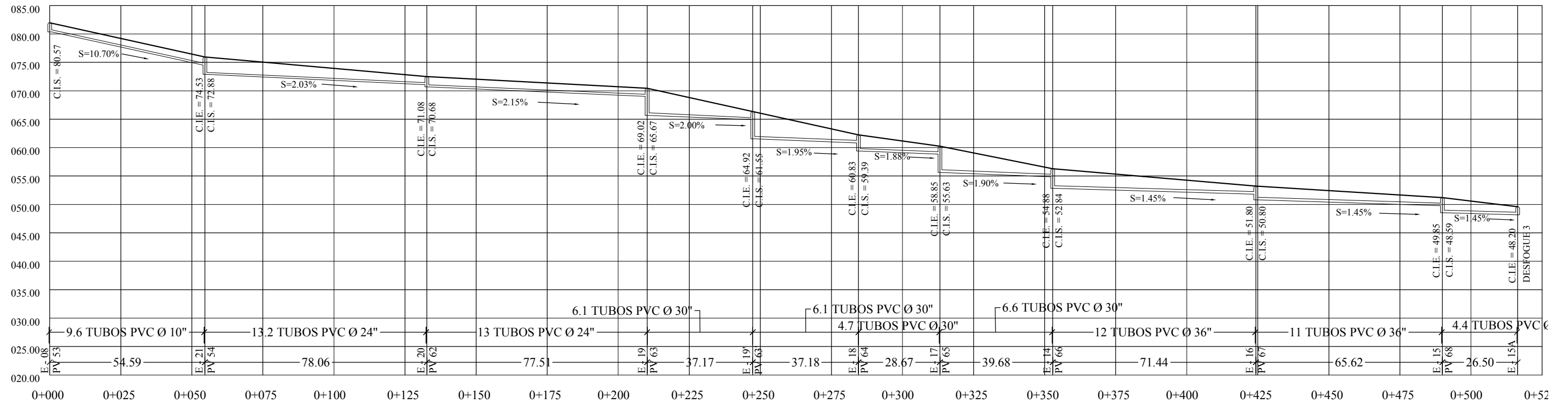
Proyecto: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
DIRECCION: Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE
Plano de: PLANTA-PERFIL

Diseño: ENRIQUE VELASCO
Cálculo: ENRIQUE VELASCO
Dibujo: ENRIQUE VELASCO
2001 - 17360
Ing. Angélic Sic García
Asesor
JULIO 2,010
Fecha:
FASE E P S

HOJA No. 11 / 13

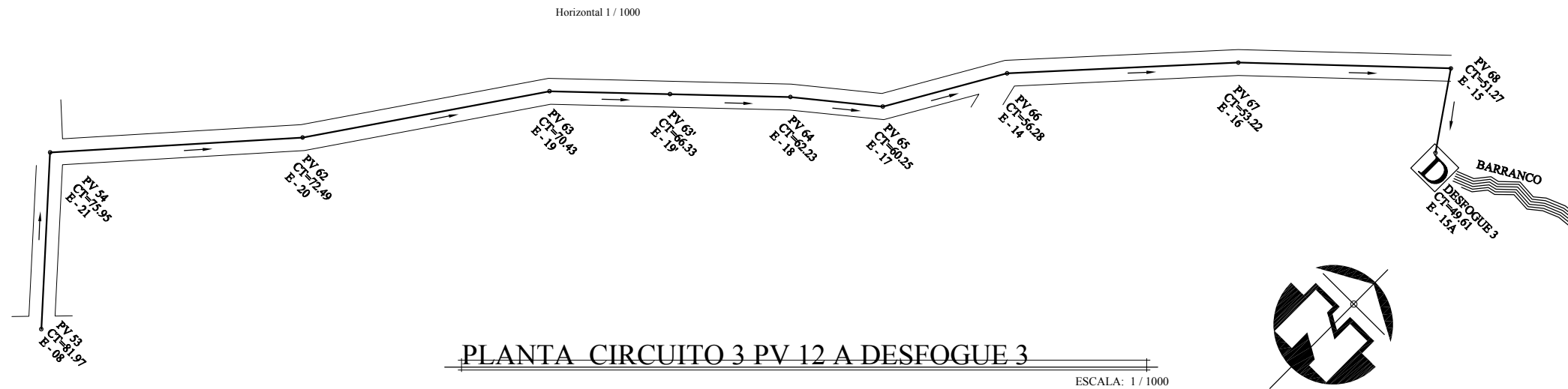


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360
Vo.Bo. Ing. Angélic Sic Asesor
Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



PERFIL CIRCUITO 3 PV 53 A POZO DESFOGUE 3

Escala Vertical 1/500
Horizontal 1/1000




PLANTA CIRCUITO 3 PV 12 A DESFOGUE 3

ESCALA: 1/1000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
S %	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA PVC
P.V.	No. POZO DE VISITA
T.B.	TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
E - #	NÚMERO DE ESTACIÓN
~~~~~	BARRANCO
D	DESFOGUE

P.V.	C. T.	A. P.
18	101.23	1.96
40	098.12	2.07
41	099.62	1.40
42	093.27	1.40
43	090.70	2.40
50	084.80	1.80
51	091.16	1.40
52	088.67	1.40
53	087.97	1.55
54	075.95	3.07
57	078.69	1.57

P.V.	C. T.	A. P.
58	076.31	2.63
59	073.39	4.96
60	068.04	4.03
62	072.49	1.81
63	070.43	4.76
63'	066.33	4.78
64	062.23	2.84
65	060.25	4.62
66	056.28	3.44
67	053.22	2.42
68	051.27	2.68
DESFOGUE 3	040.61	1.41

  
**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**  
 DIRECCIÓN:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:  
**PLANTA - PERFIL**

---

Proyecto: **ENRIQUE VELASCO** (Diseño)  
**ENRIQUE VELASCO** (Cálcul)  
**ENRIQUE VELASCO** (Dibujo)  
 2001 - 17360 (Carnet)  
 Ing. Angél Sic Garcia (Asesor)  
 JULIO 2,010 (Fecha)  
**FASE E P S**

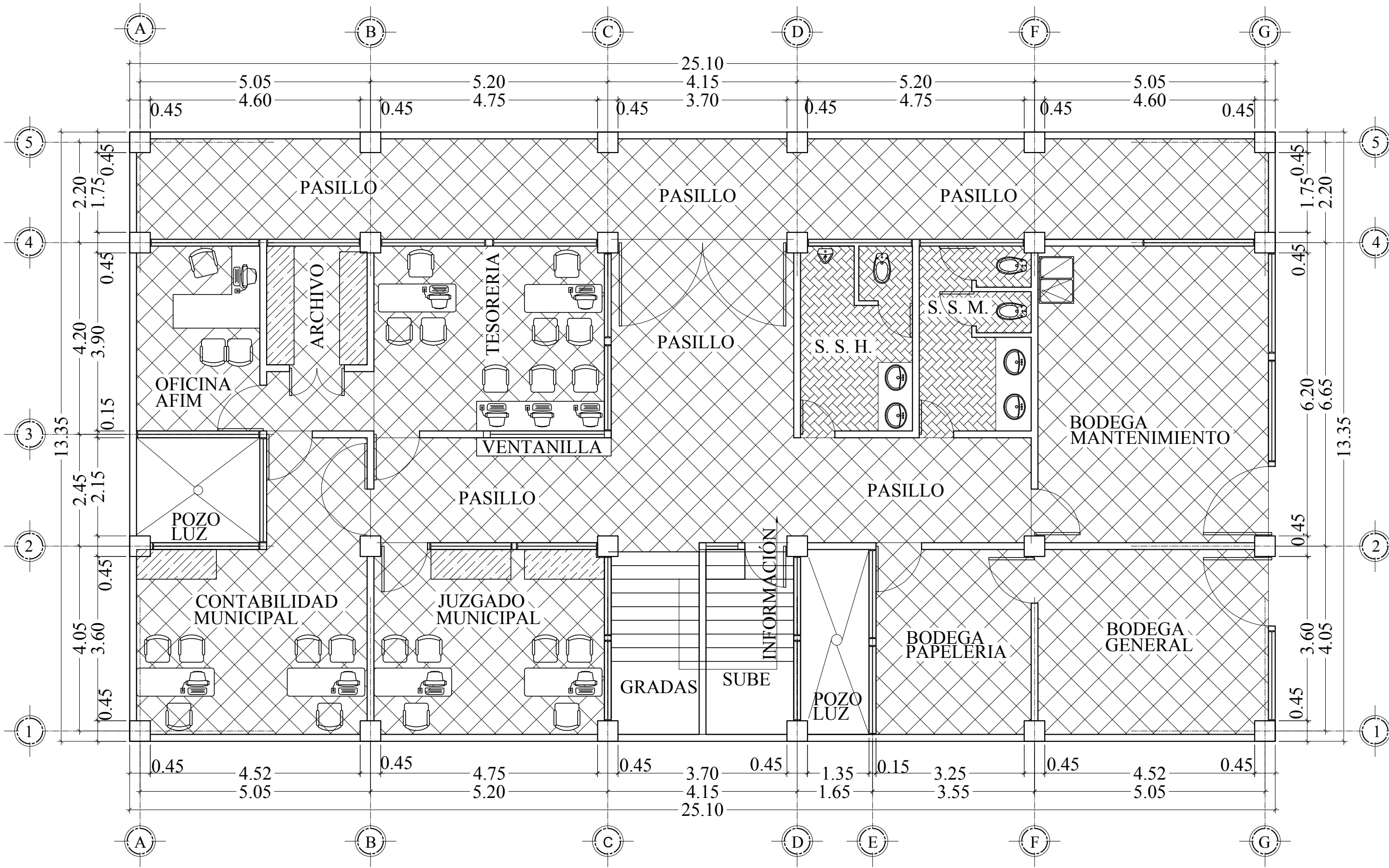
---

HOJA No. **12** / **13**  
  
 Universidad de San Carlos

Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
 Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.  
 Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA

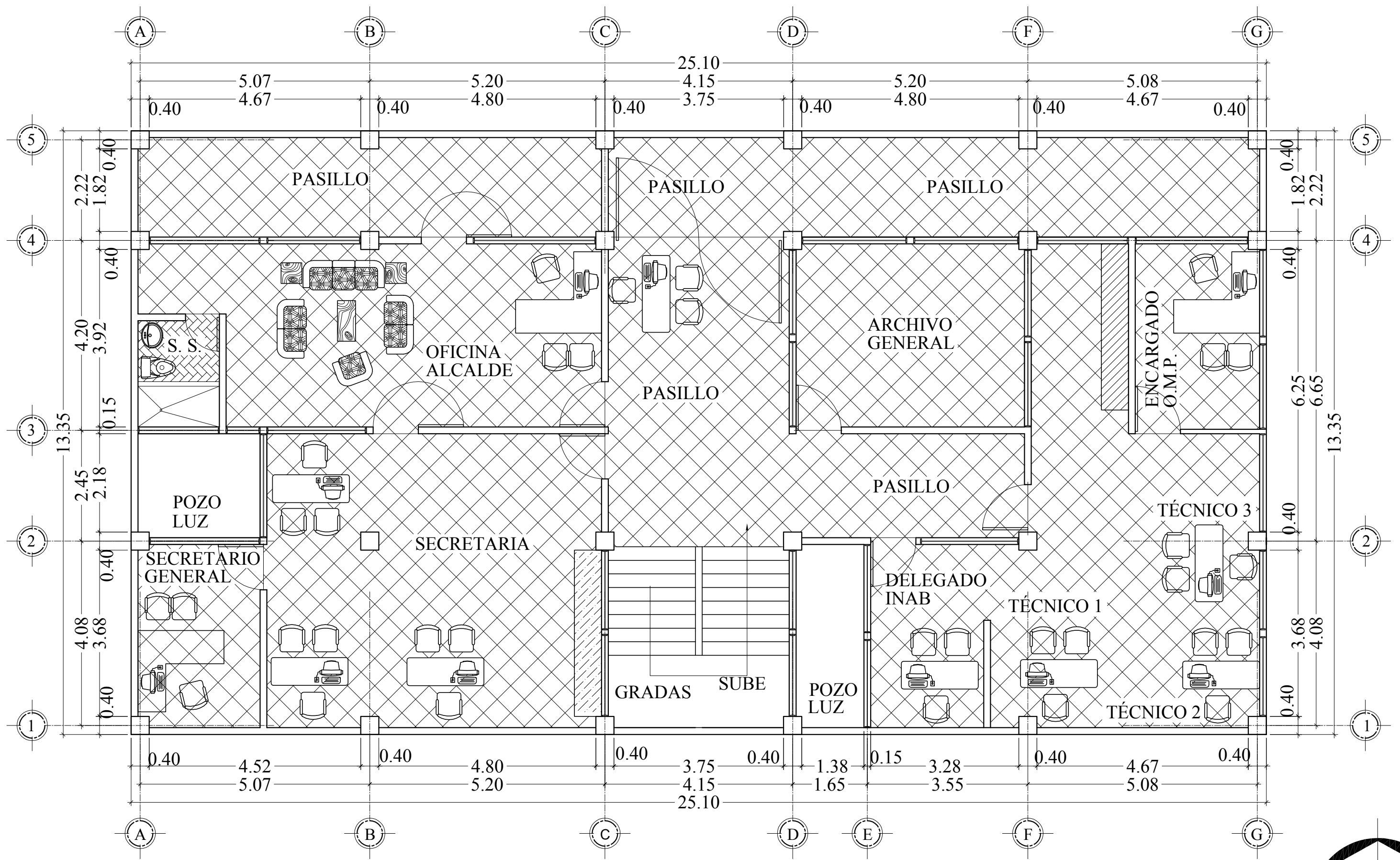






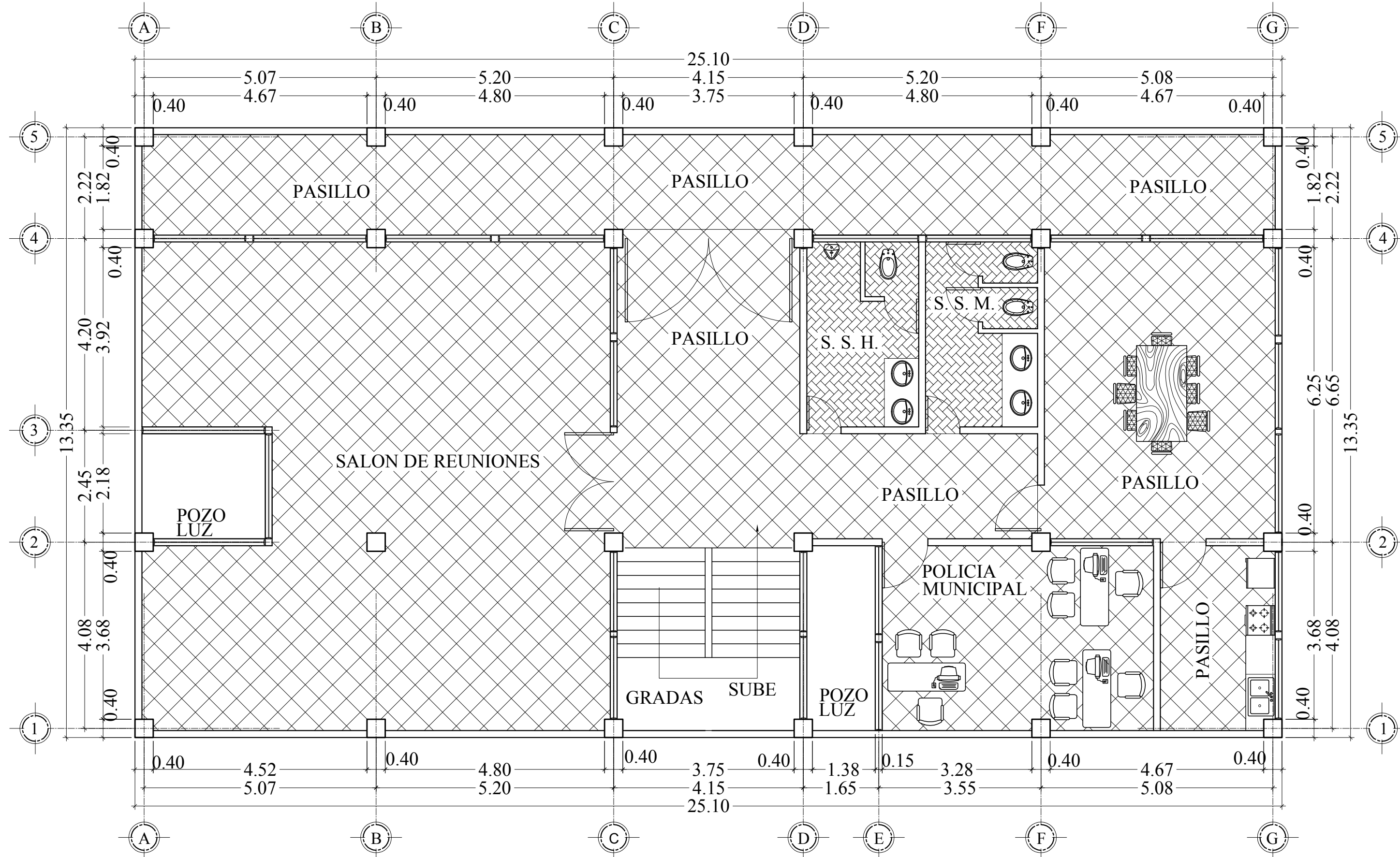
**PLANTA PRIMER NIVEL**

Escala 1 / 080



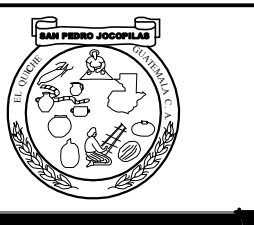
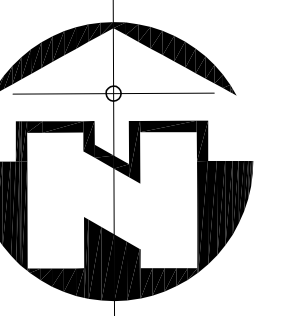
**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

Escala 1 / 080



**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 080



Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Planta de: **PLANTA AMOBLADA**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
 ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
 ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
 2001 - 17360 Carnet:  
 Ing. Angél Sic García Asesor:  
 MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

HOJA No. **01**  
**14**

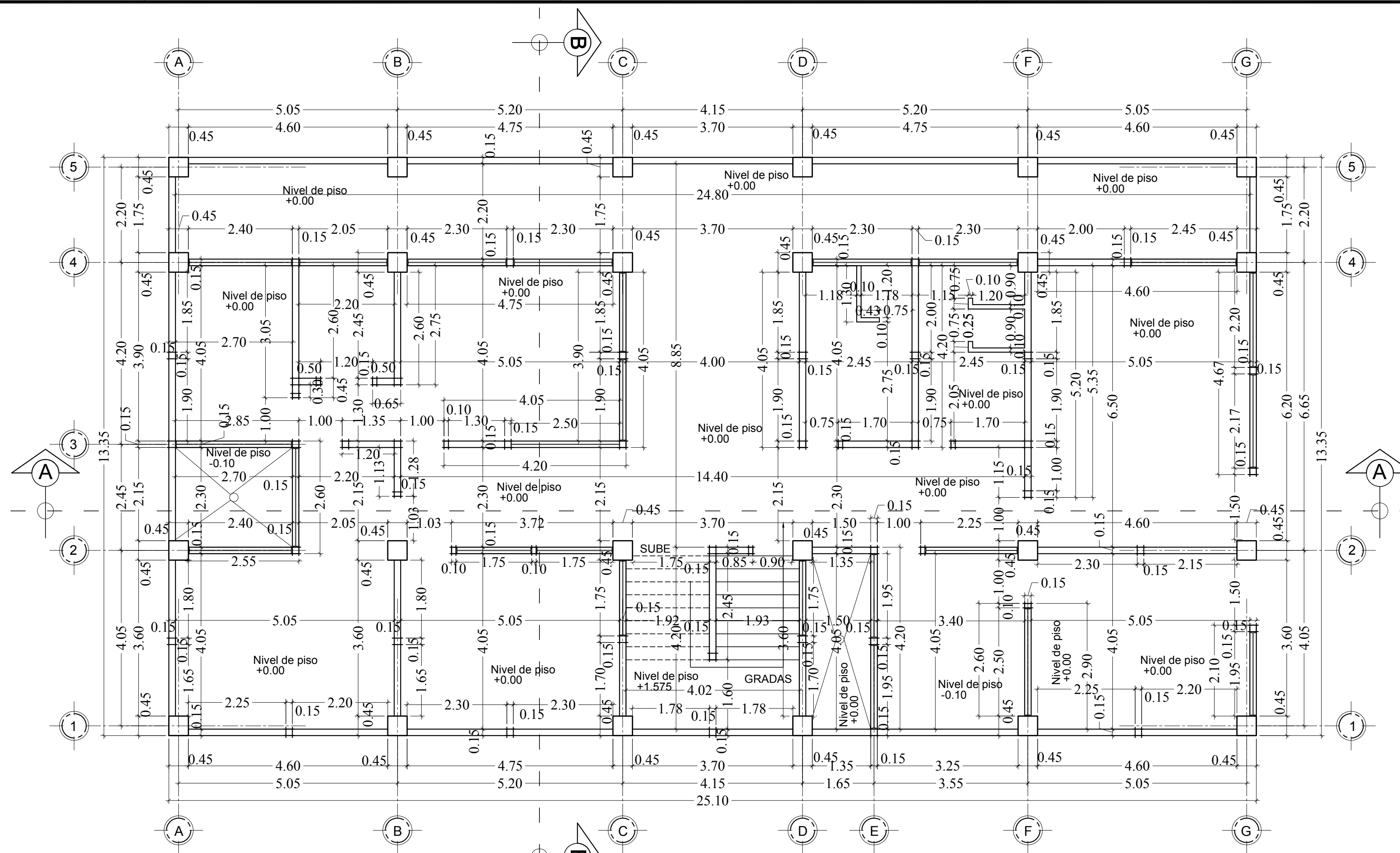


Vo.Bo. P. Enrique R. Velasco No. Carnet: 2001-17360  
 Vo.Bo. Ing. Angél Sic Asesor  
 Vo.Bo. Arq. Luis López Encargado O.M.P.

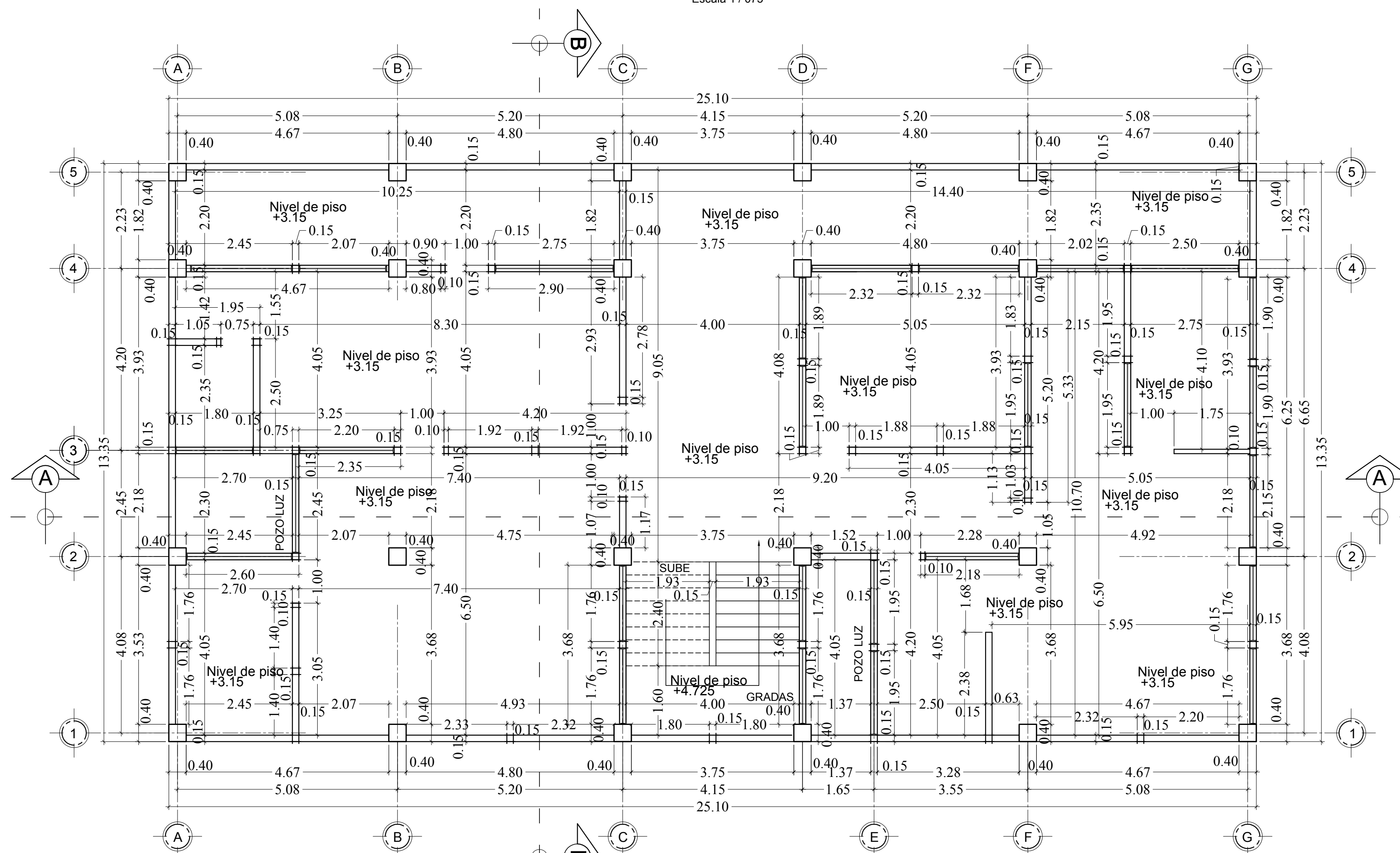
Ejercicio Profesional Supervisado EPS 2009-2010 Facultad de INGENIERIA



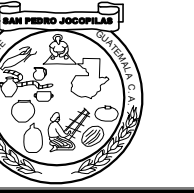
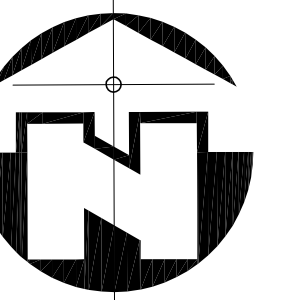
Universidad de San Carlos Guatemala



**PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL**  
Escala 1 / 075



**PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL**  
Escala 1 / 075



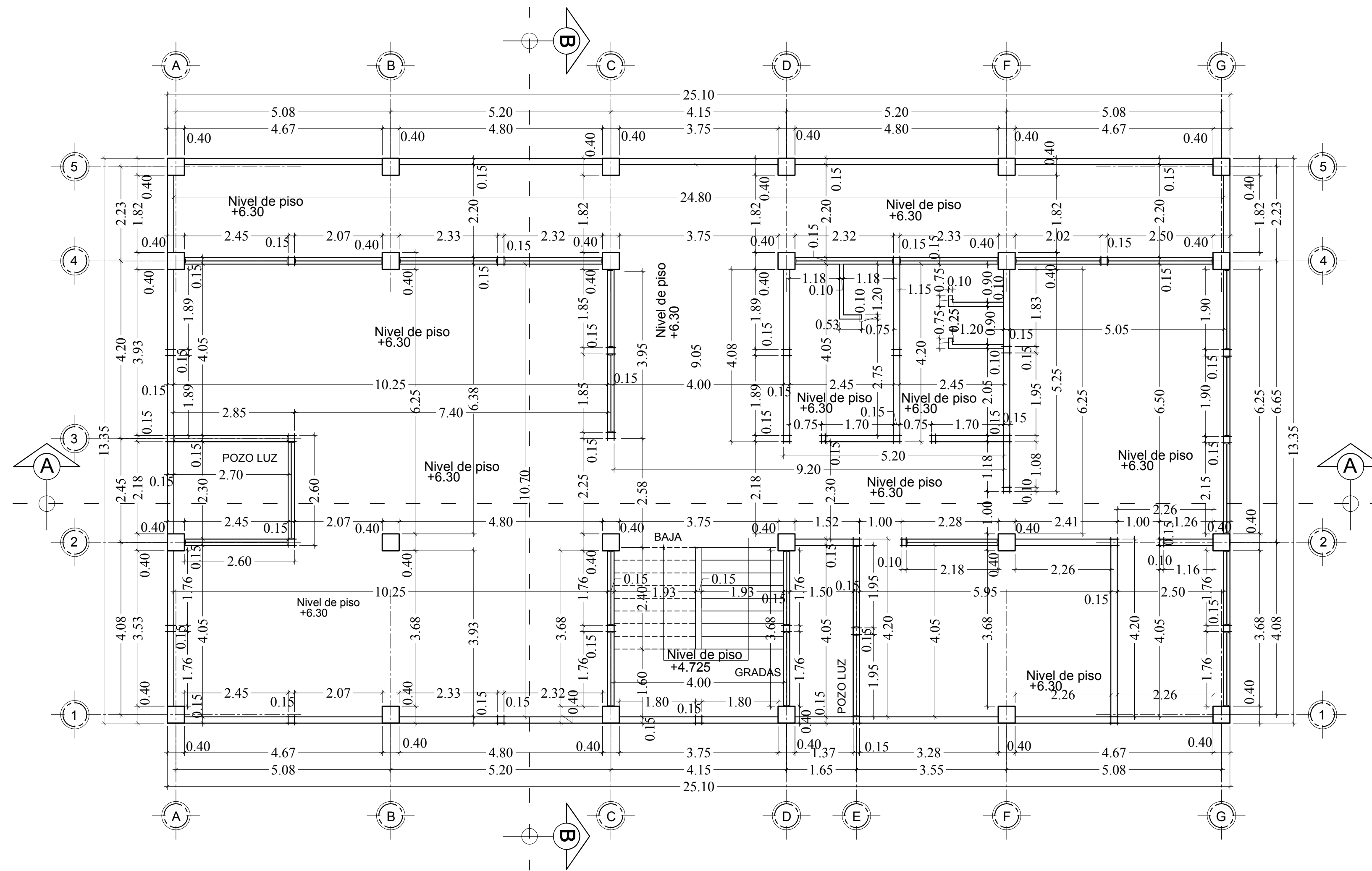
Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
DIRECCIÓN:  
**Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de:  
**PLANTA ACOTADA**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
2001 - 17360 Carnet:  
Ing. Angél Sic García Asesor:  
MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

HOJA No.

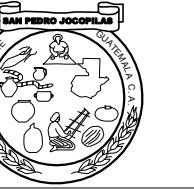
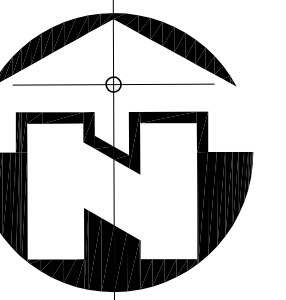
**02**  
**14**





**PLANTA ACOTADA TERCER NIVEL**

Escala 1/075

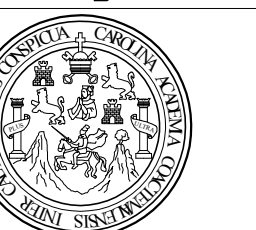


Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA ACOTADA**

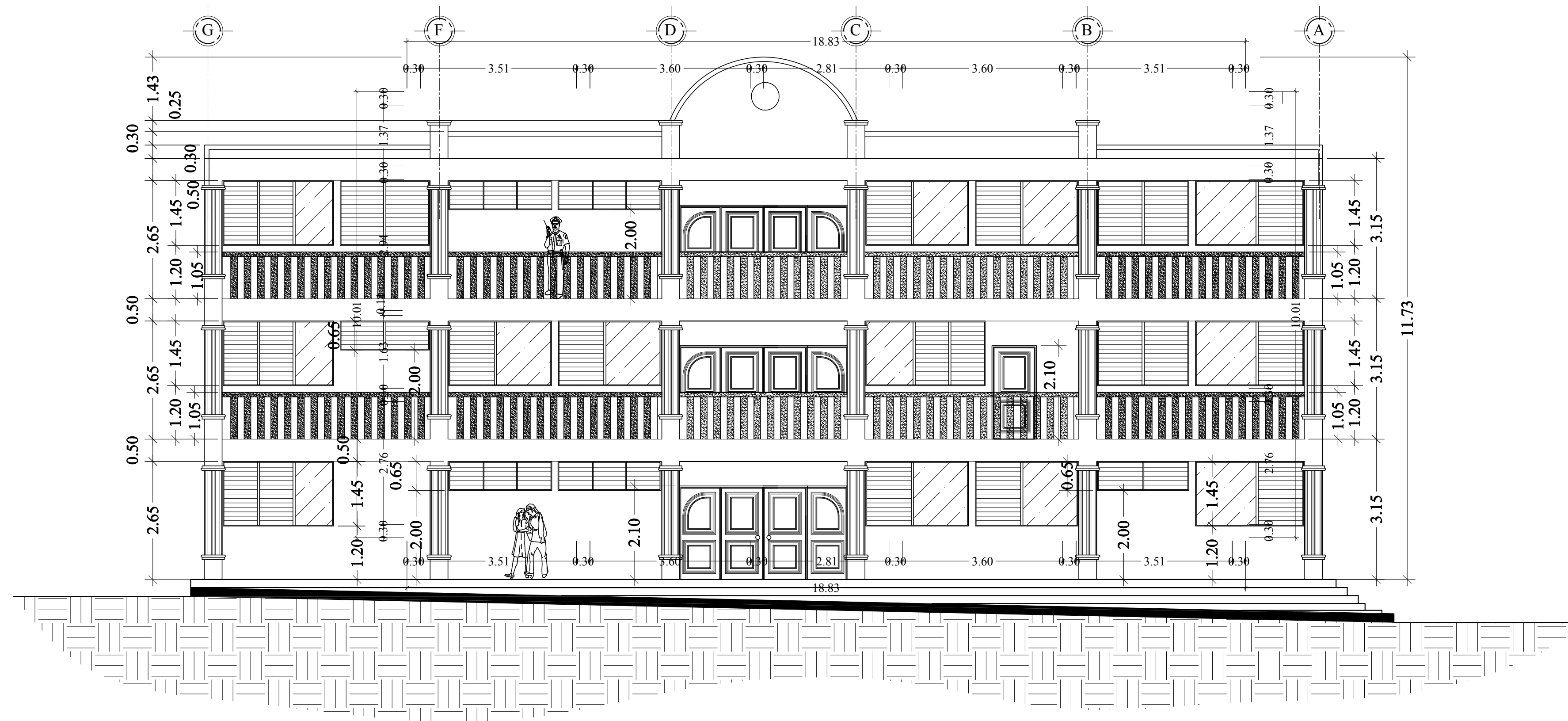
ENRIQUE VELASCO	Diseño:
ENRIQUE VELASCO	Cálculo:
ENRIQUE VELASCO	Dibujo:
2001 - 17360	Carnet:
Ing. Angél Sic García	Asesor:
MARZO 2,010	Fecha:
<b>FASE E P S</b>	

HOJA No.

**03**  
**14**

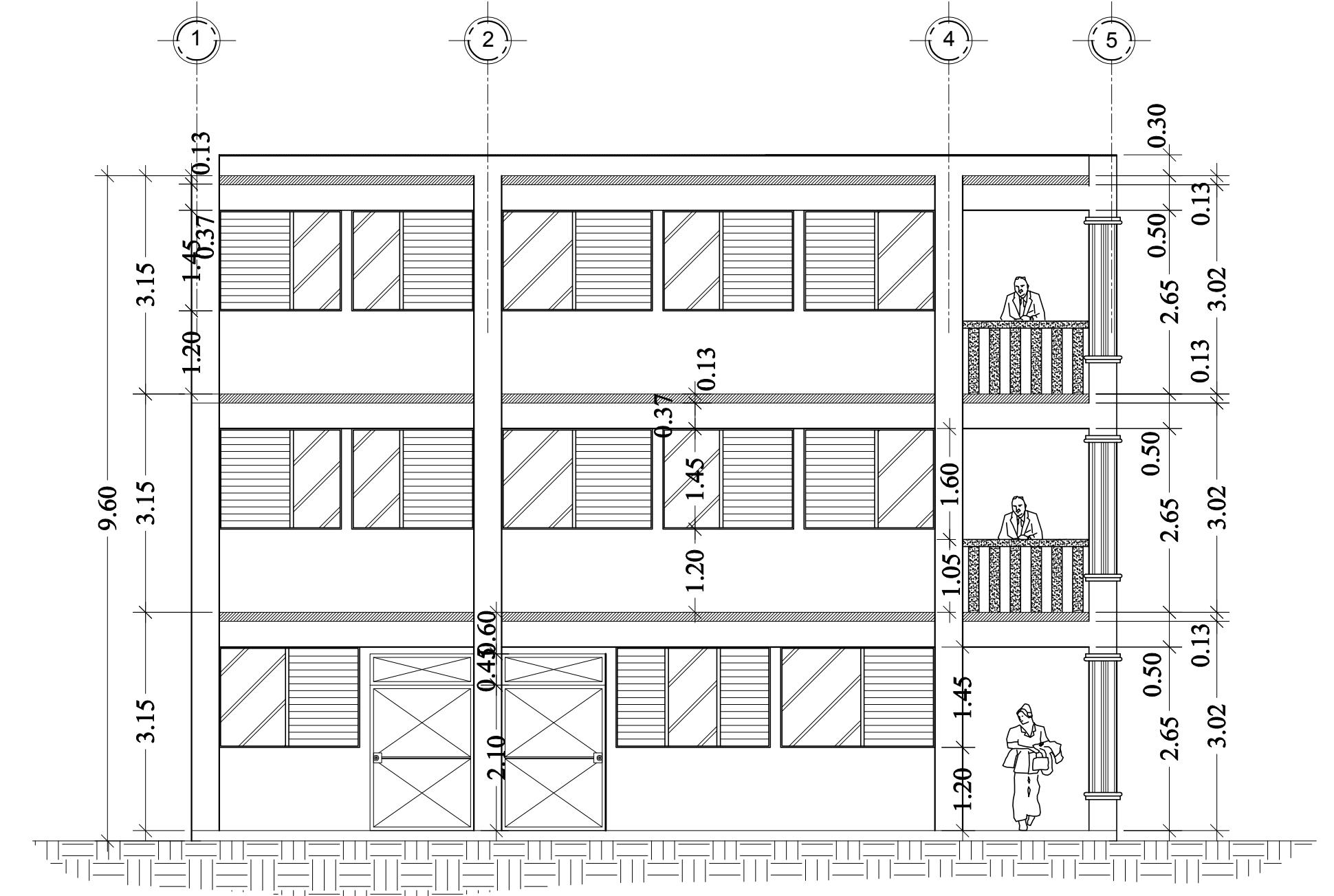






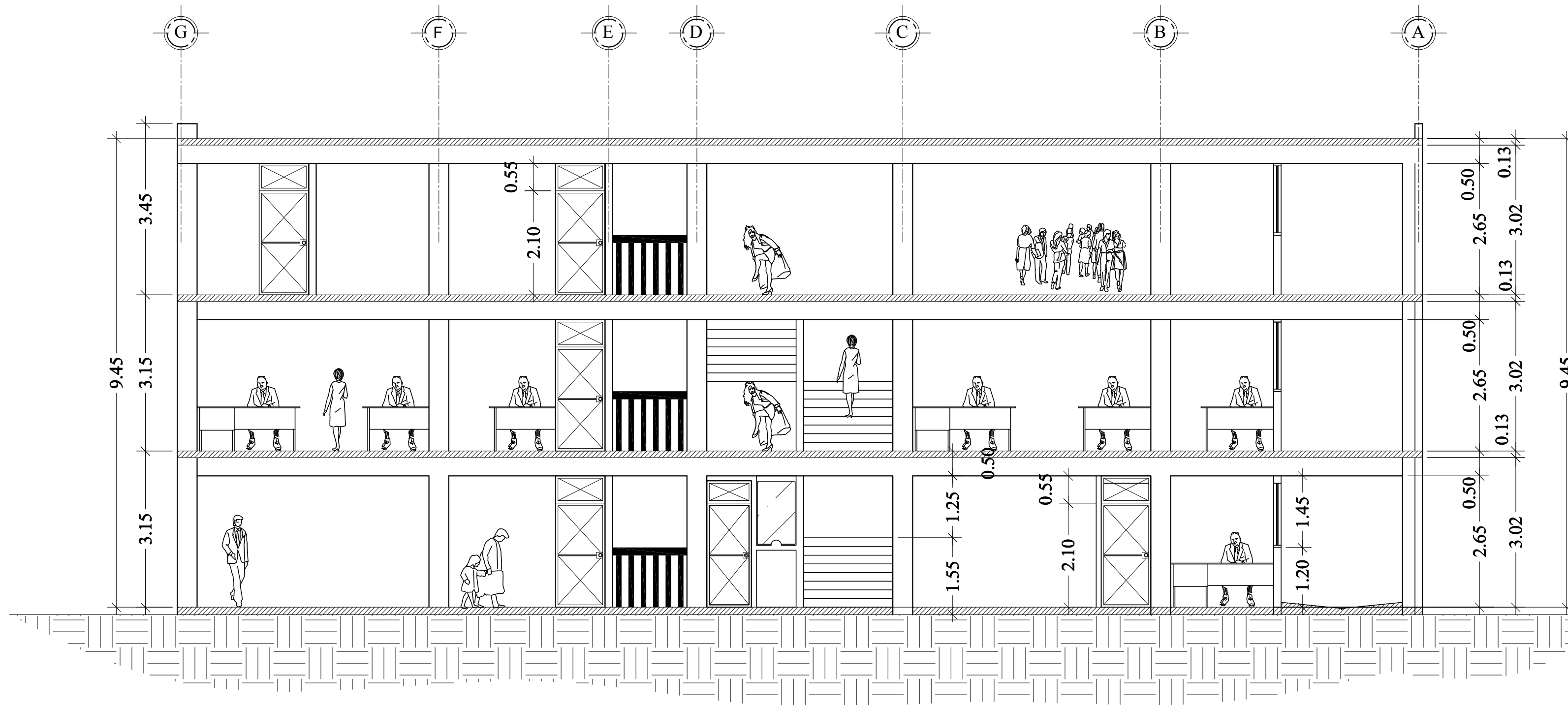
**ELEVACION FRONTAL**

Escala 1 / 75



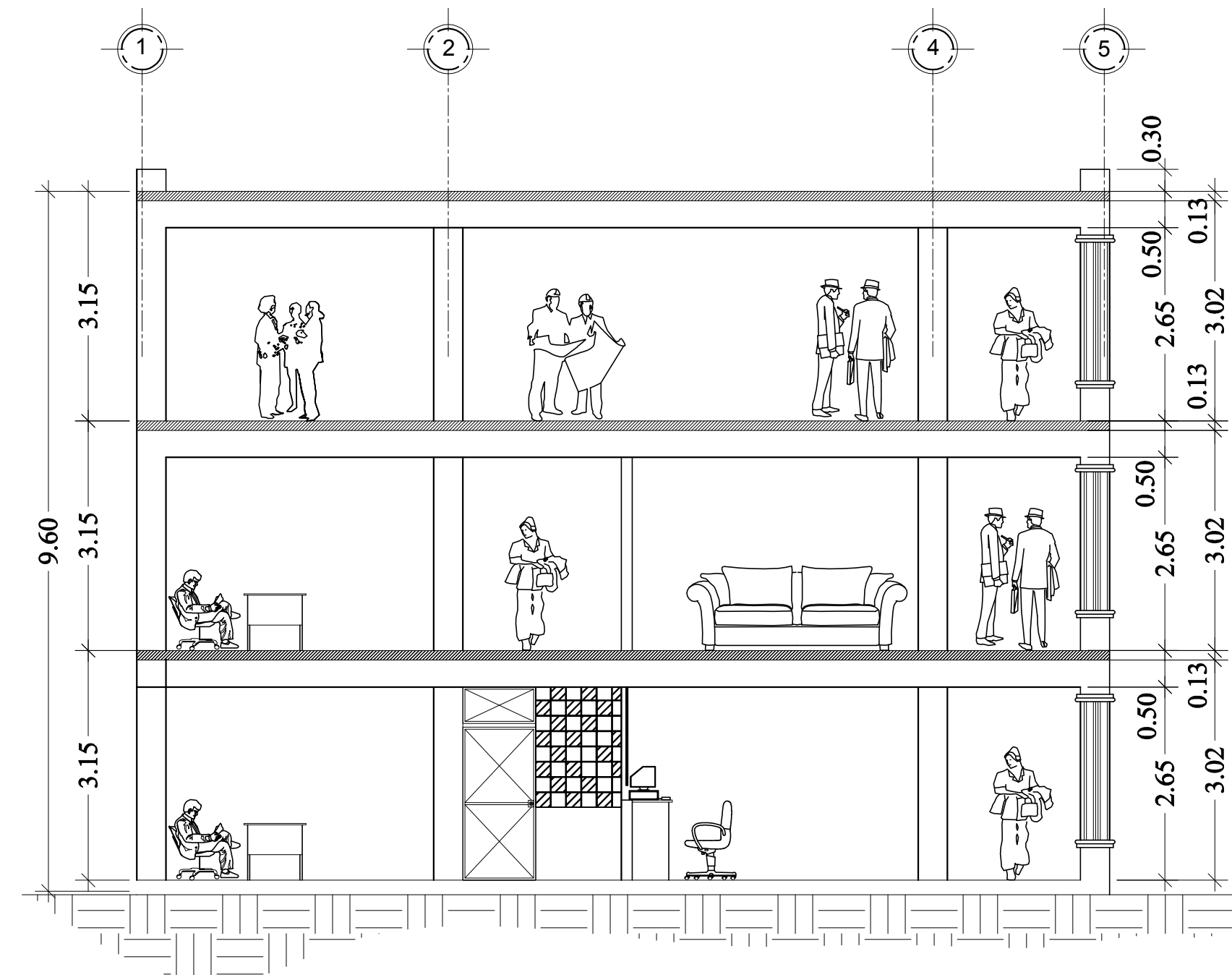
**ELEVACION LATERAL**

Escala 1 / 75



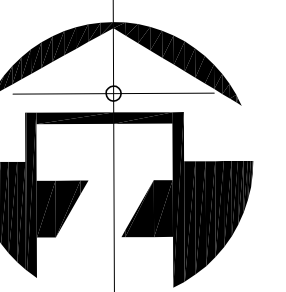
**ELEVACION A - A'**

Escala 1 / 75



**ELEVACION B - B'**

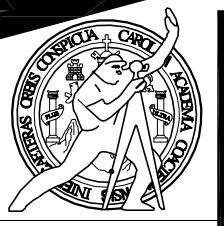
Escala 1 / 75

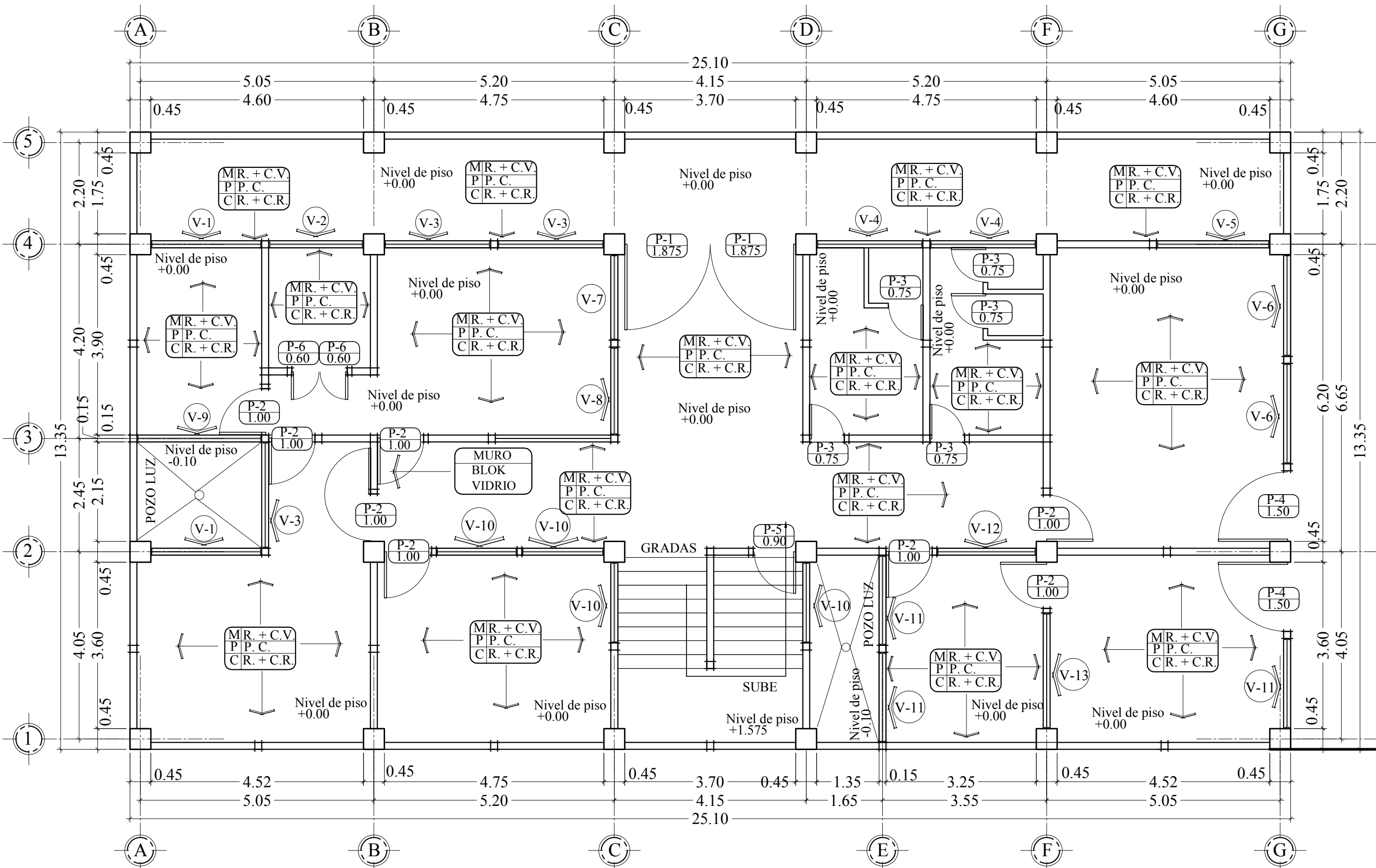


Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN:  
**Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:  
**PLANTA DE ELEVACIONES**

ENRIQUE VELASCO	Diseño:
ENRIQUE VELASCO	Cálculo:
ENRIQUE VELASCO	Dibujo:
2001 - 17360	Carnet:
Ing. Angél Sic García	Asesor:
MARZO 2,010	Fecha:
FASE E P S	

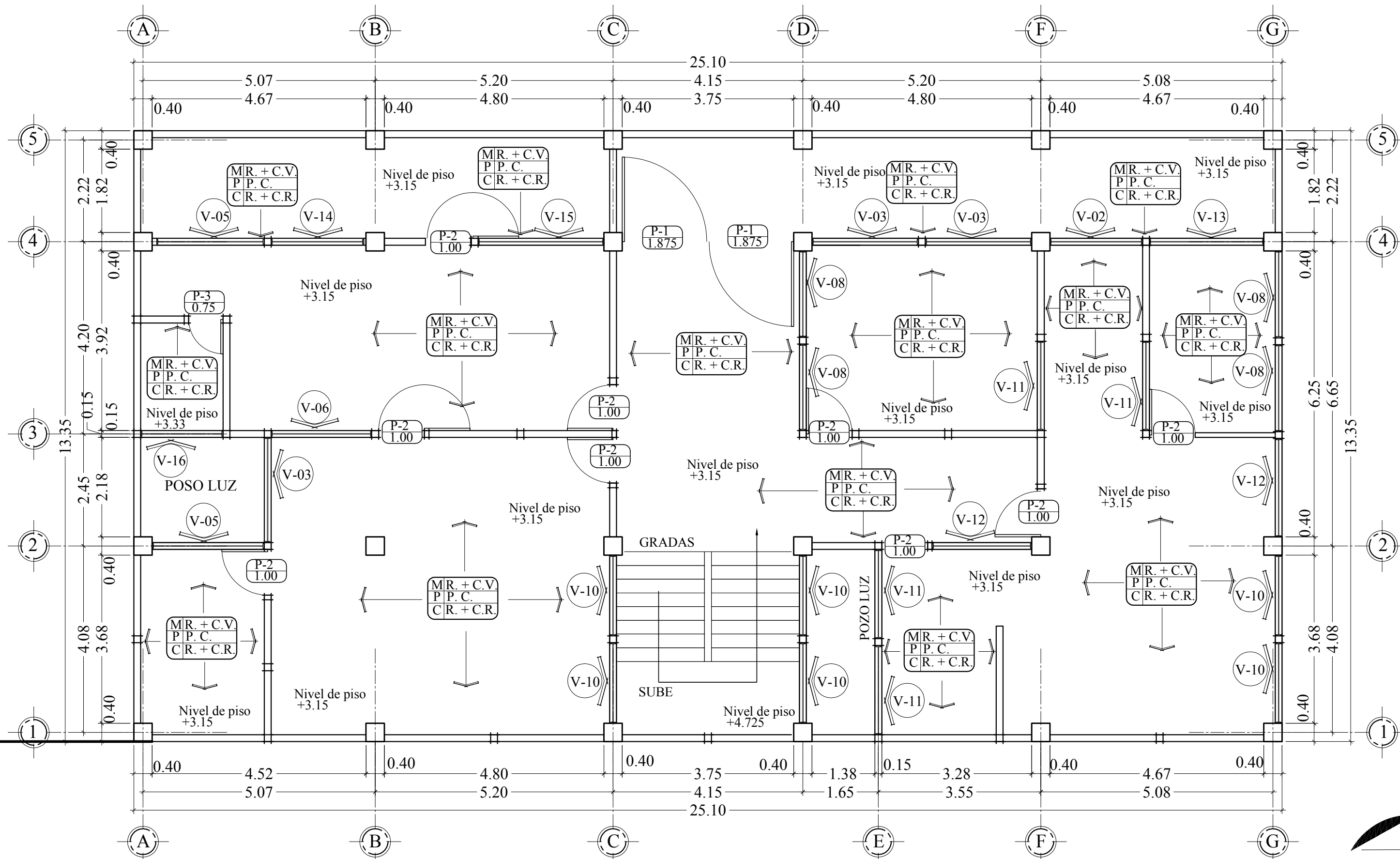
HOJA No.  
**04**  
**14**





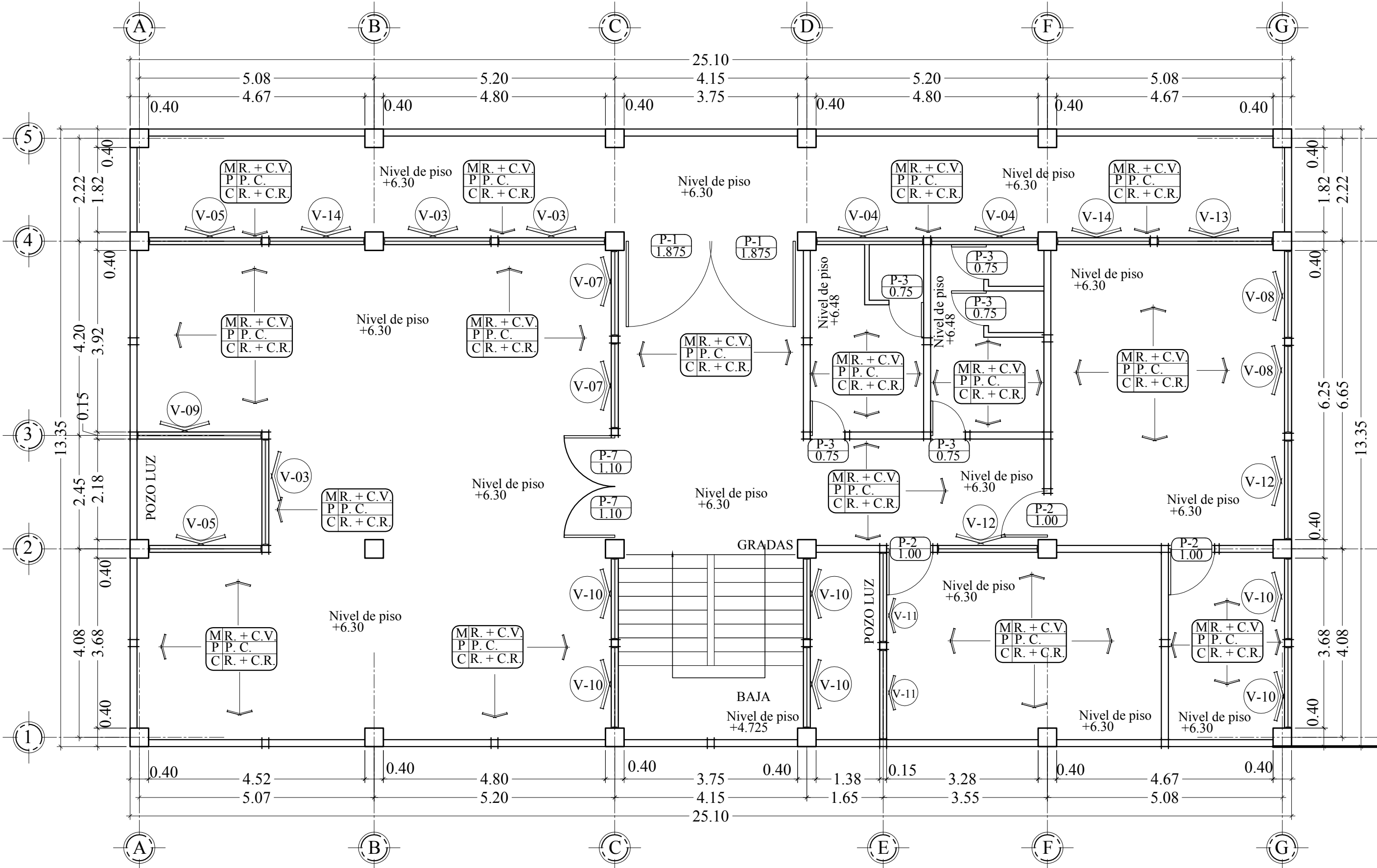
**PLANTA PRIMER NIVEL**

Escala 1 / 080



**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

Escala 1 / 080



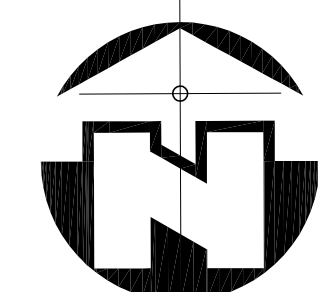
**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 080

PLANILLA DE PUERTAS				
PUERTA TIPO	ANCHO m	ALTO m	MATERIAL	UNIDADES
P - 1	1.85	2.65	MADERA	6
P - 2	1.00	2.65	METAL	20
P - 3	0.75	2.65	METAL	5
P - 4	1.50	2.65	METAL	2
P - 5	0.90	2.65	METAL	1
P - 6	0.60	2.65	METAL	2
P - 7	1.10	2.65	METAL	2

PLANILLA DE VENTANAS				
VENTANA TIPO	ANCHO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES
V - 1	2.40	1.20	2.65	2
V - 2	2.05	2.00	2.65	2
V - 3	2.30	1.20	2.65	9
V - 4	2.30	2.00	2.65	4
V - 5	2.45	1.20	2.65	5
V - 6	2.20	1.20	2.65	3
V - 7	1.85	1.20	2.65	3
V - 8	1.90	1.20	2.65	8
V - 9	2.70	1.20	2.65	2
V - 10	1.75	1.20	2.65	18
V - 11	1.95	1.20	2.65	7
V - 12	2.15	1.20	2.65	5
V - 13	2.50	1.20	2.65	3
V - 14	2.05	1.20	2.65	3
V - 15	2.75	1.20	2.65	1
V - 16	1.80	2.00	2.65	1

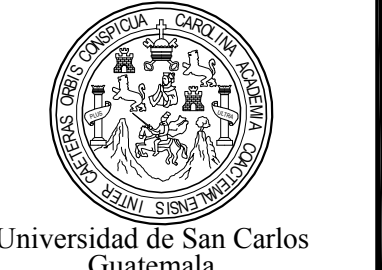
NOMEMCLATURA.	
R.+C.V.	REPELLO + CERNIDO VERTICAL
P. C.	PISO CERAMICO
R.+C.R.	REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO
P - #	PUERTA TIPO - NUMERO
V - #	VENTANA TIPO - NUMERO
M	ACABADO EN MURO
P	ACABADO EN PISO
C	ACABADO EN CIELO

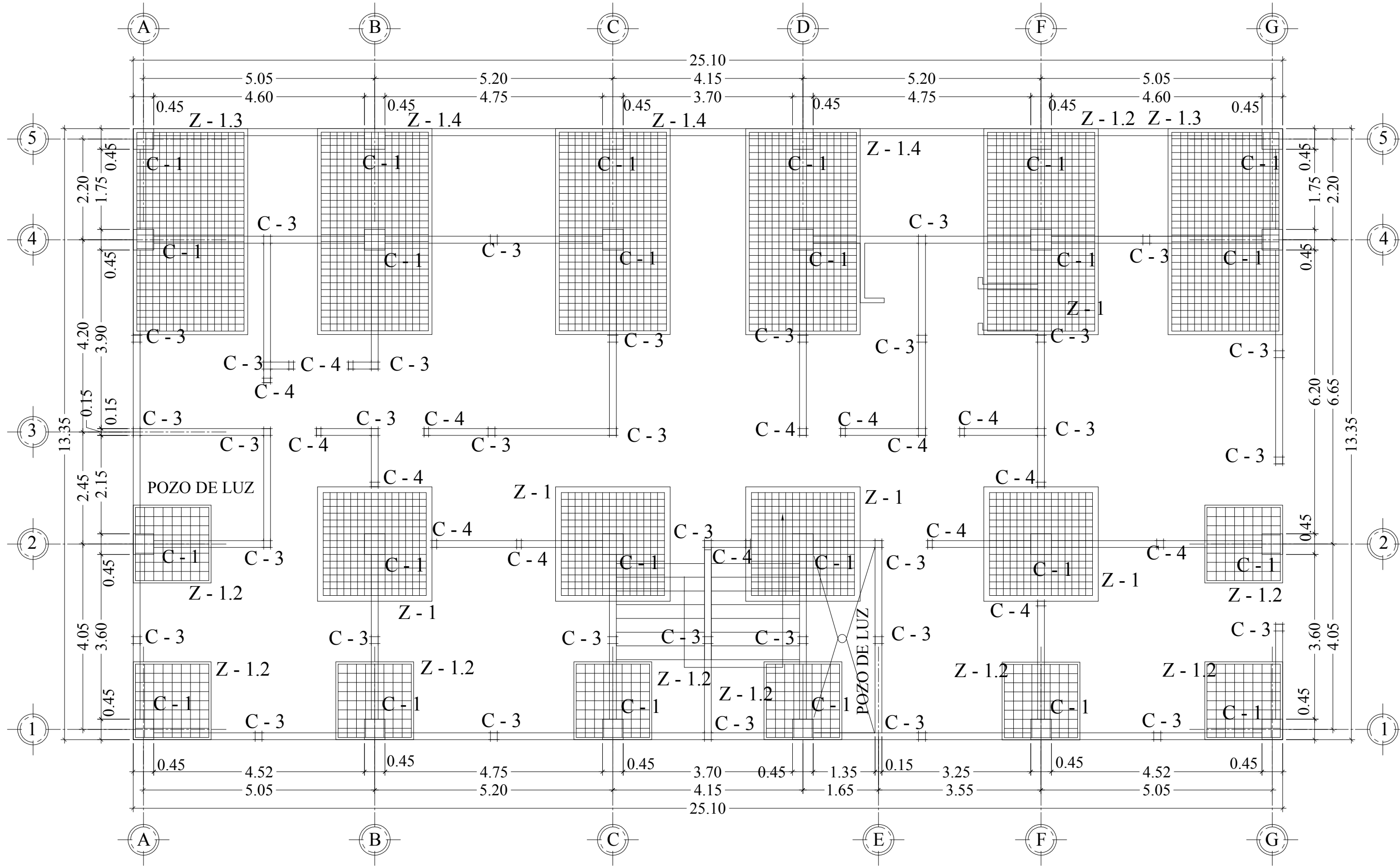


Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCION: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA DE ACABADOS**

Diseno: ENRIQUE VELASCO  
 Calculo: ENRIQUE VELASCO  
 Dibujo: ENRIQUE VELASCO  
 Carnet: 2001 - 17360  
 Asesor: Ing. Angel Sic Garcia  
 Fecha: MARZO 2,010  
**FASE E P S**

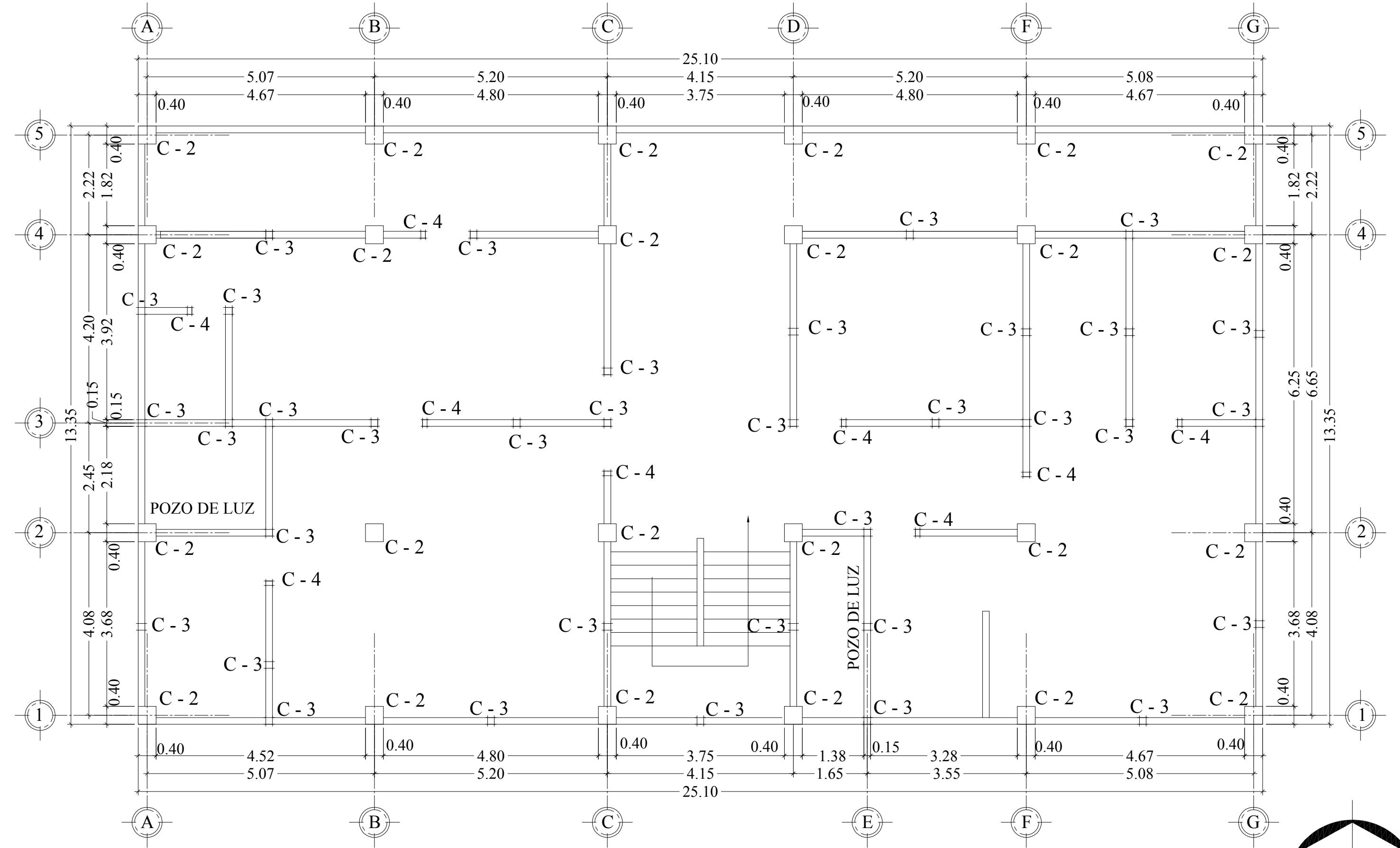
HOJA No. **05** de **14**





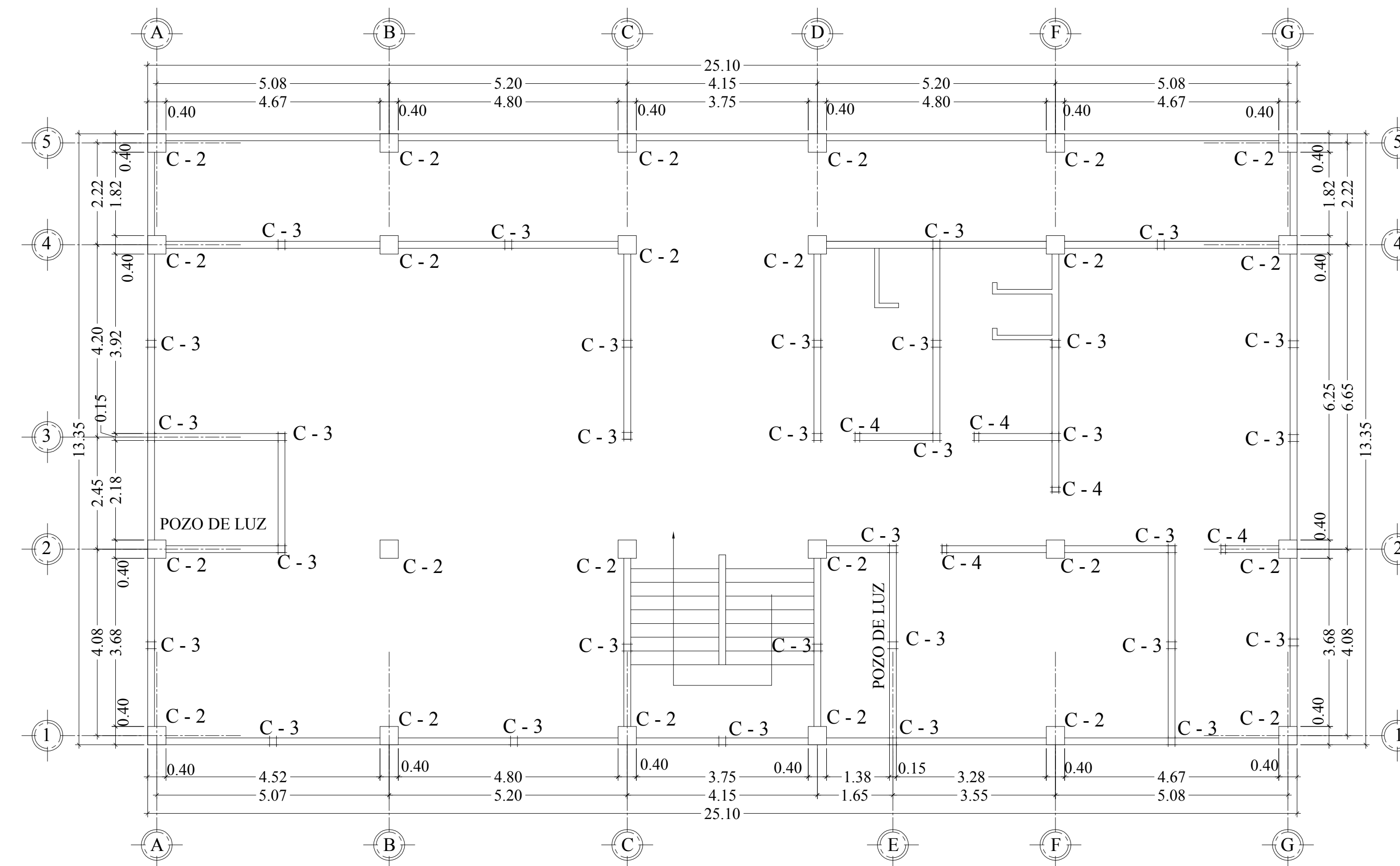
**PLANTA PRIMER NIVEL**

Escala 1 / 080



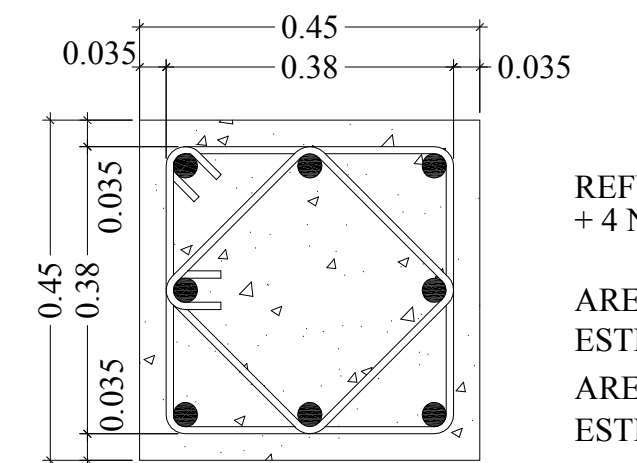
**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

Escala 1 / 080



**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 080

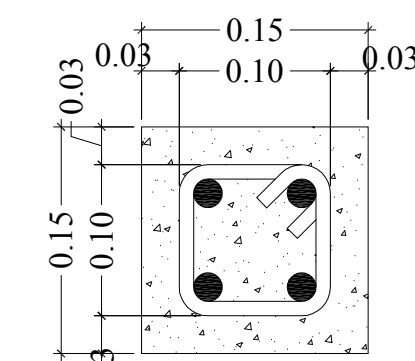


REFUERZO LONGITUDINAL 4 No. 8  
+ 4 No. 6

AREA NO CONFINADA:  
ESTRIBOS No. 3@ 0.20m  
AREA CONFINADA:  
ESTRIBOS No. 3@ 0.04m

**COLUMNA TIPO 1**

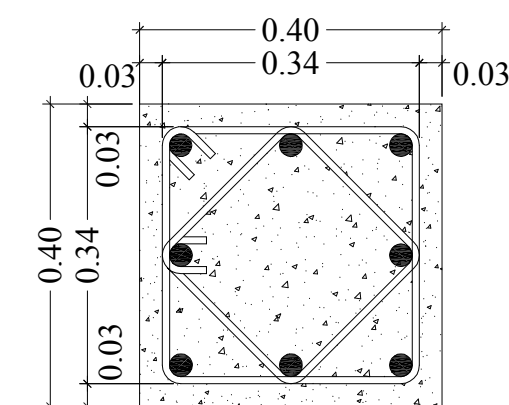
Escala 1 / 1 0



REFUERZO LONGITUDINAL 4 No. 3  
ESTRIBO No. 2 @ 0.15 m

**COLUMNA TIPO 3**

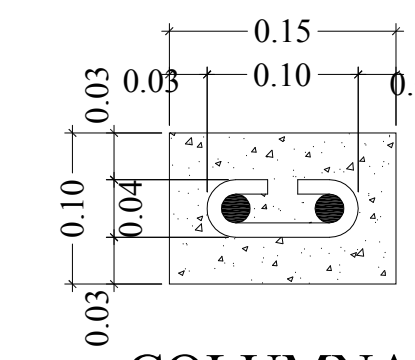
Escala 1 / 1 0



REFUERZO LONGITUDINAL 8 No. 6  
AREA NO CONFINADA:  
ESTRIBOS No. 3@ 0.20m  
AREA CONFINADA:  
ESTRIBOS No. 3@ 0.04m

**COLUMNA TIPO 2**

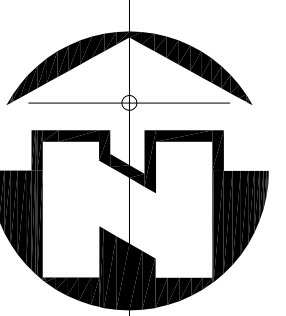
Escala 1 / 1 0



REFUERZO LONGITUDINAL 2 No. 3  
ESLABON No. 2 @ 0.15 m

**COLUMNA TIPO 4**

Escala 1 / 05



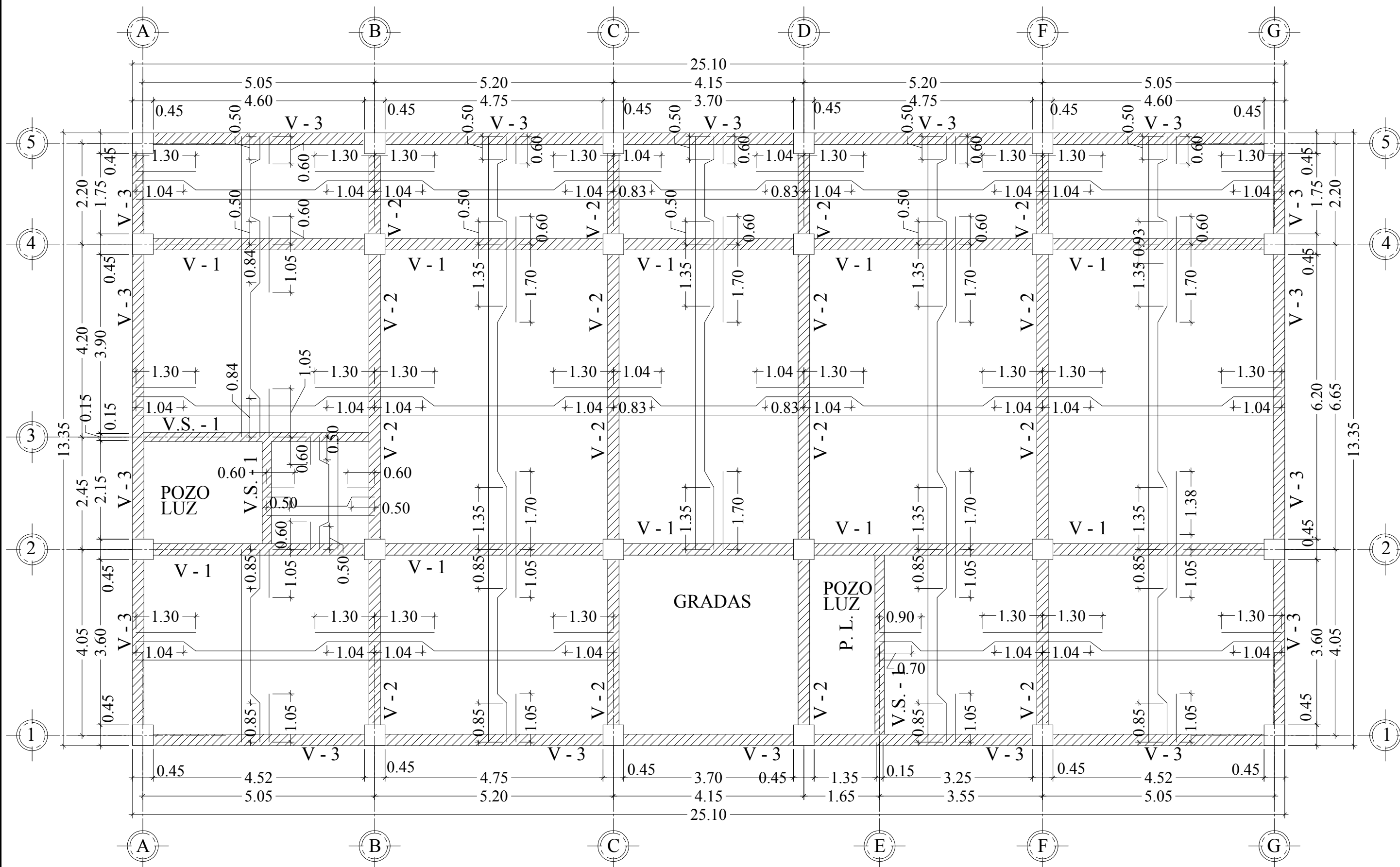
Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
DIRECCION:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de:  
**PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS**

ENRIQUE VELASCO	Diseño:
ENRIQUE VELASCO	Cálculo:
ENRIQUE VELASCO	Dibujo:
2001 - 17360	Carnet:
Ing. Angel Sic Garcia	Asesor:
MARZO 2,010	Fecha:
<b>FASE E P S</b>	

HOJA No.  
**06**  
14

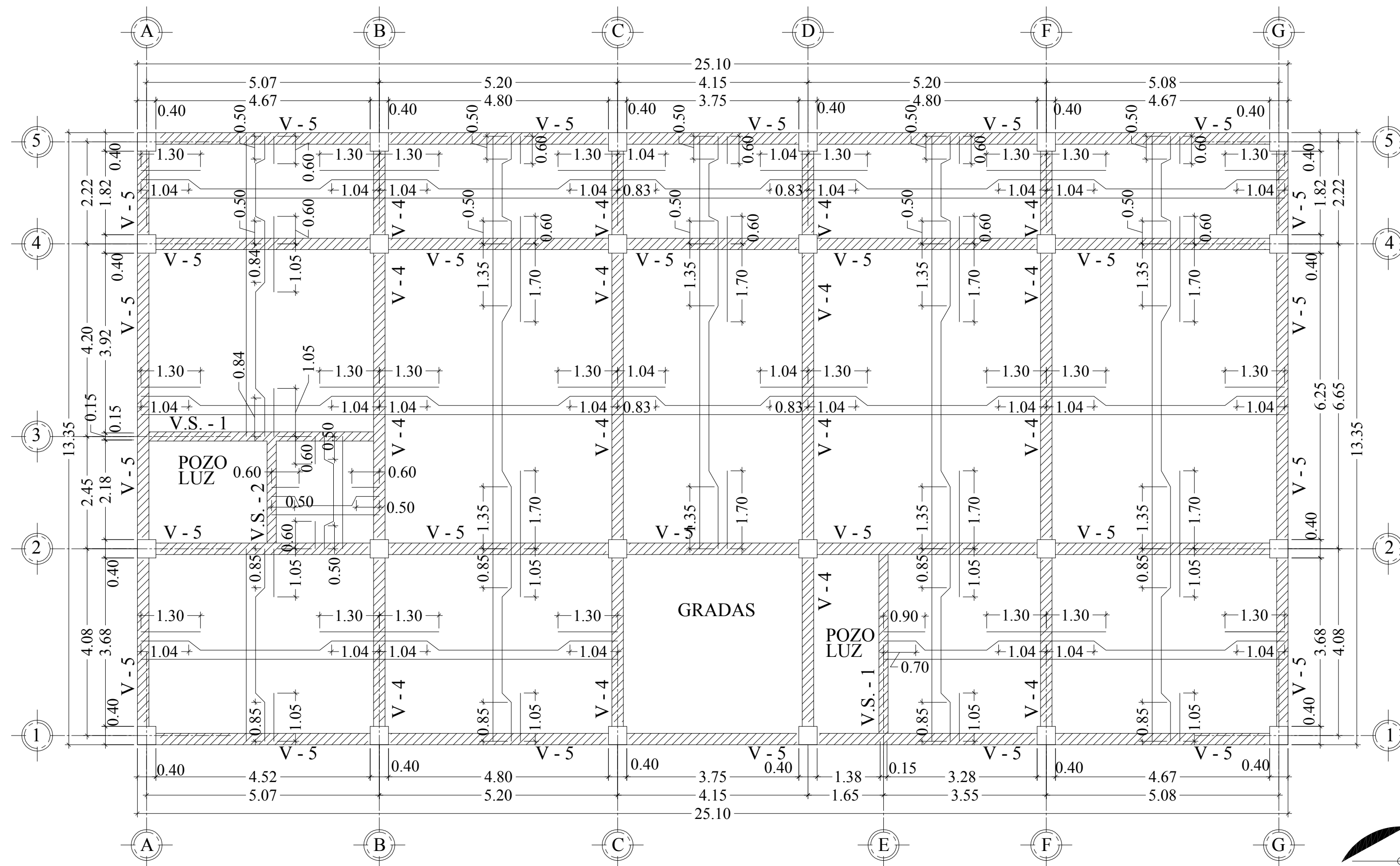






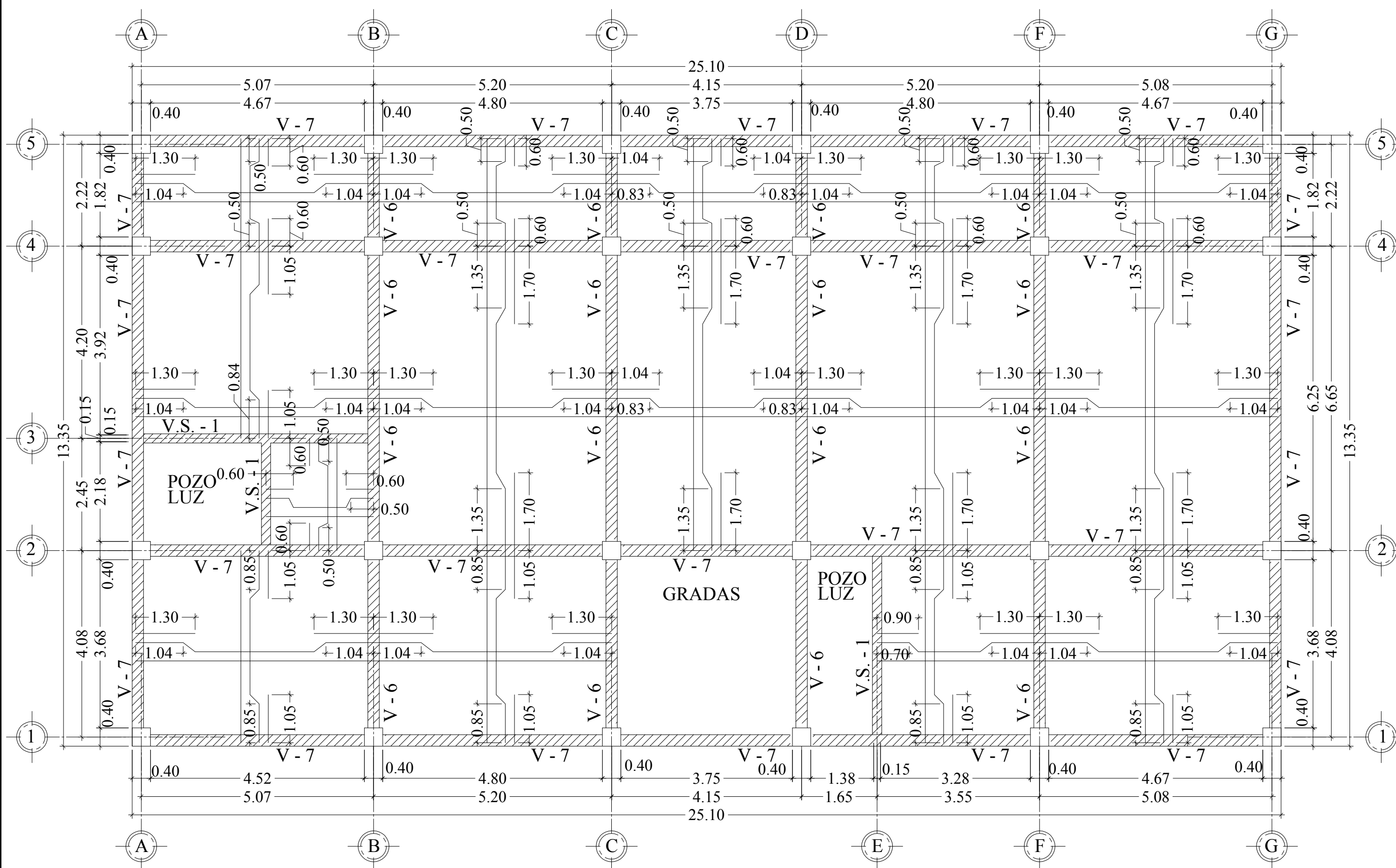
PLANTA PRIMER NIVEL

Escala 1 / 080



PLANTA SEGUNDO NIVEL

Escala 1 / 080



PLANTA TERCER NIVEL

Escala 1 / 080

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	BASTÓN
	TENSIÓN
	RIEL
V. #.	VIGA NÚMERO
V. S. #.	VIGA SECUNDARIA No.

Barra	DIAM cms	AREA cm ²	Dg cms	L1 cms	L2 cms
3	0.95	0.71	6	8	12
4	1.30	1.26	8	8	15
5	1.60	2.00	10	8	20
6	2.00	2.84	12	8	23

NOTAS:  
 1 Los diámetros de ganchos pueden ser mayores que los indicados pero no más pequeños.  
 2 Todos los doblesces deben hacerse en frío.  
 3 No deberán efectuarse doblesces en barras parcialmente embebidas en concreto.

GANCHOS STANDAR  
Para uso general excepto estribos

ARMADO DE LOSA 1er. Y 2do. NIVEL:

SENTIDO X                      SENTIDO Y  
 BASTÓN: No. 4 @ 0.20 m.      BASTÓN: No. 4 @ 0.25 m.  
 TENSIÓN: No. 4 @ 0.20 m      TENSIÓN: No. 4 @ 0.25 m  
 RIEL: No. 4 @ 0.20m            RIEL: No. 4 @ 0.25 m

ARMADO DE LOSA 3er. NIVEL:

SENTIDO X                      SENTIDO Y  
 BASTÓN: No. 3 @ 0.15 m.      BASTÓN: No. 3 @ 0.20 m.  
 TENSIÓN: No. 3 @ 0.15m      TENSIÓN: No. 3 @ 0.20 m  
 RIEL: No. 3 @ 0.15 m            RIEL: No. 3 @ 0.20 m

ESPECIFICACIONES:

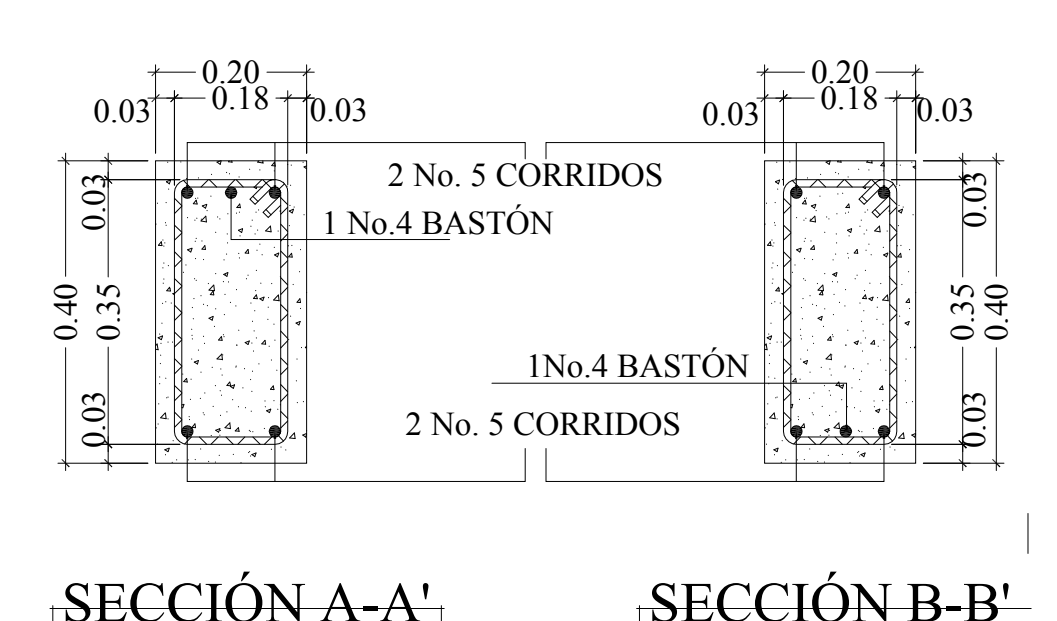
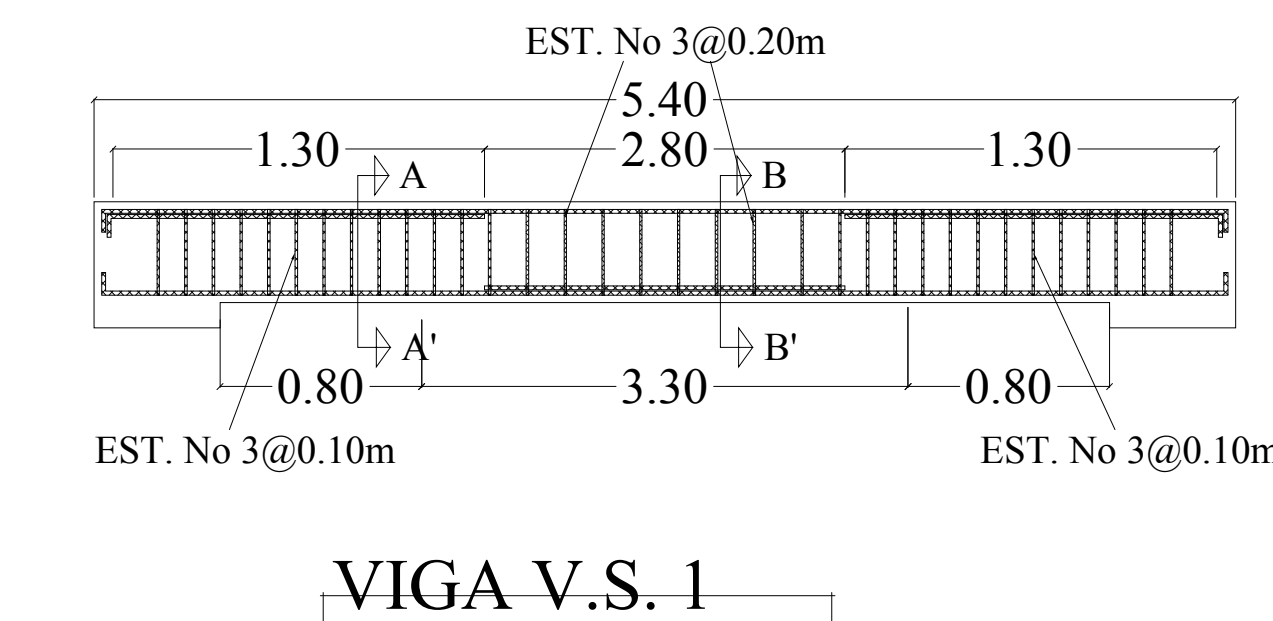
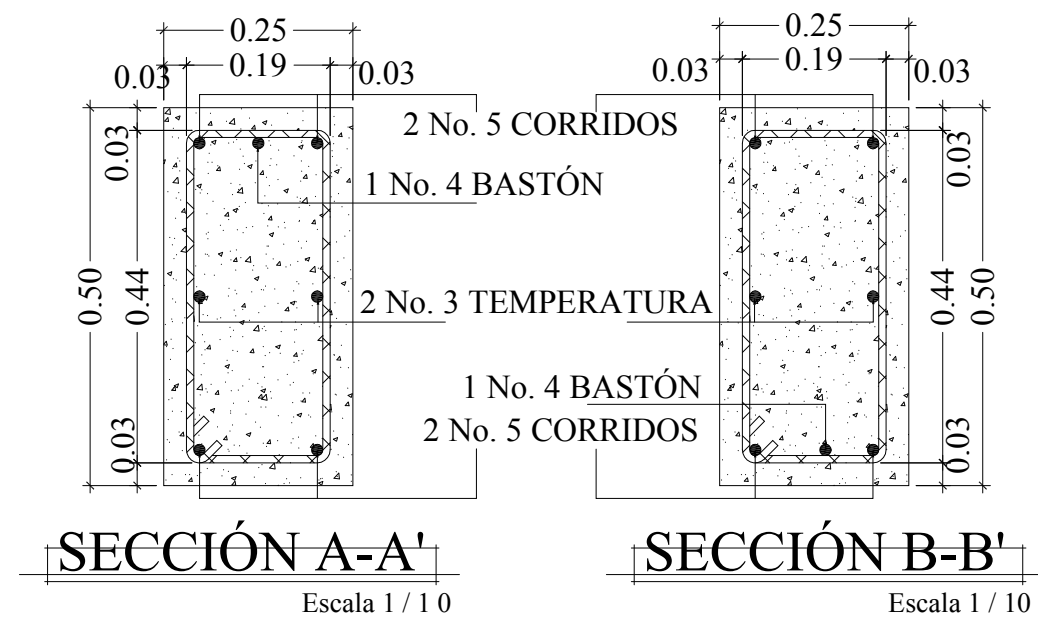
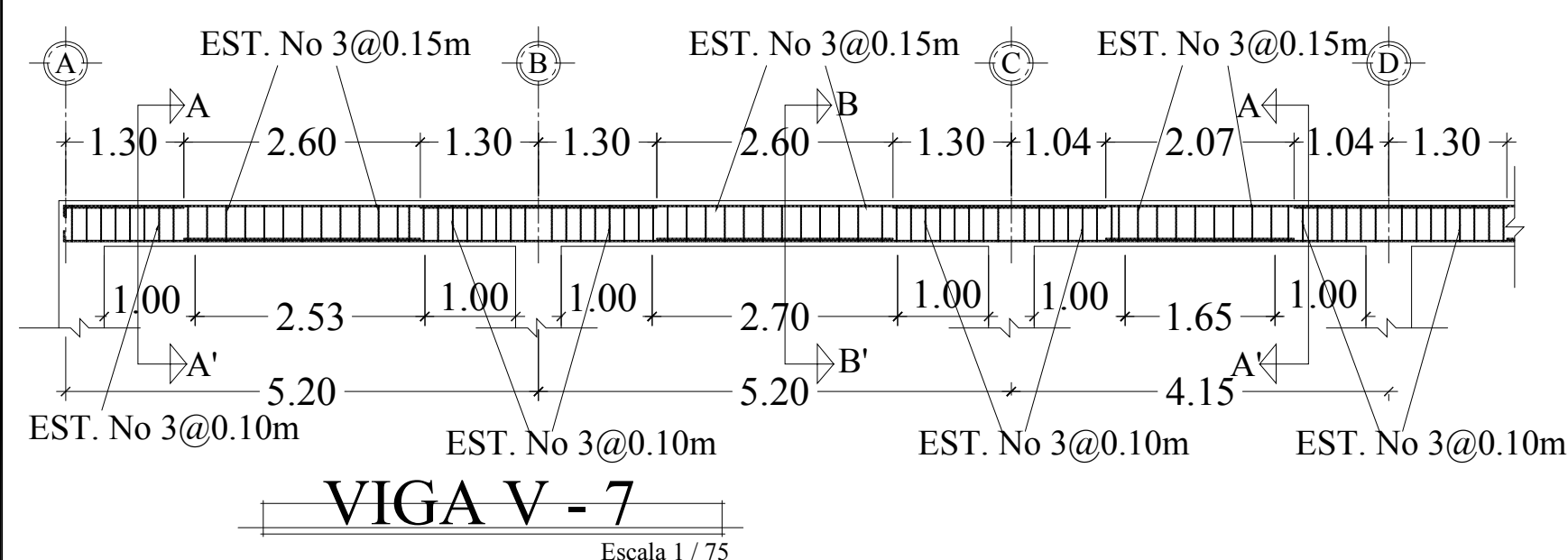
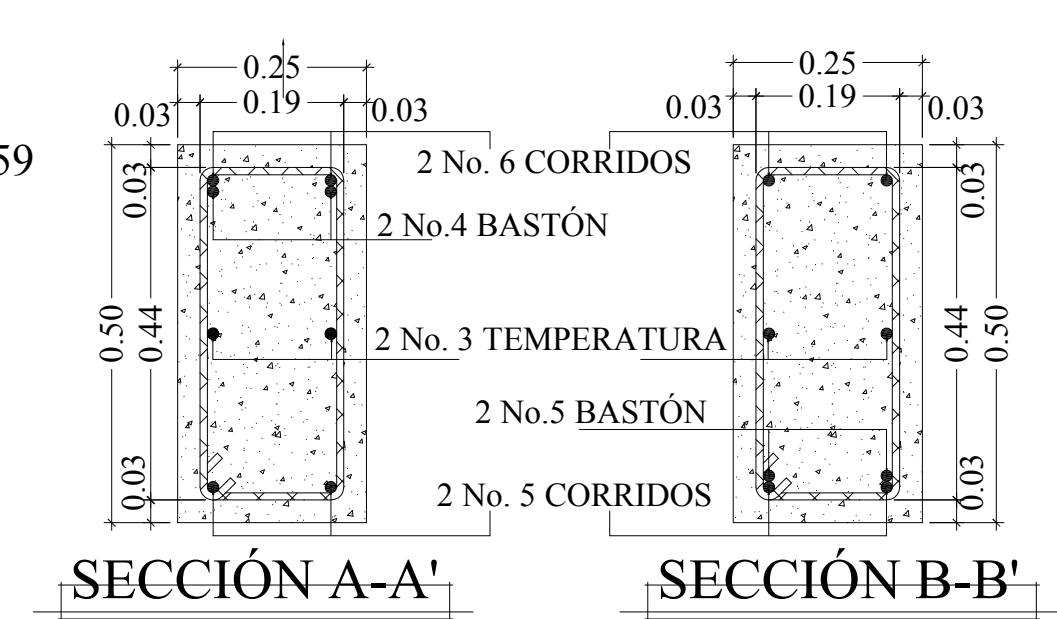
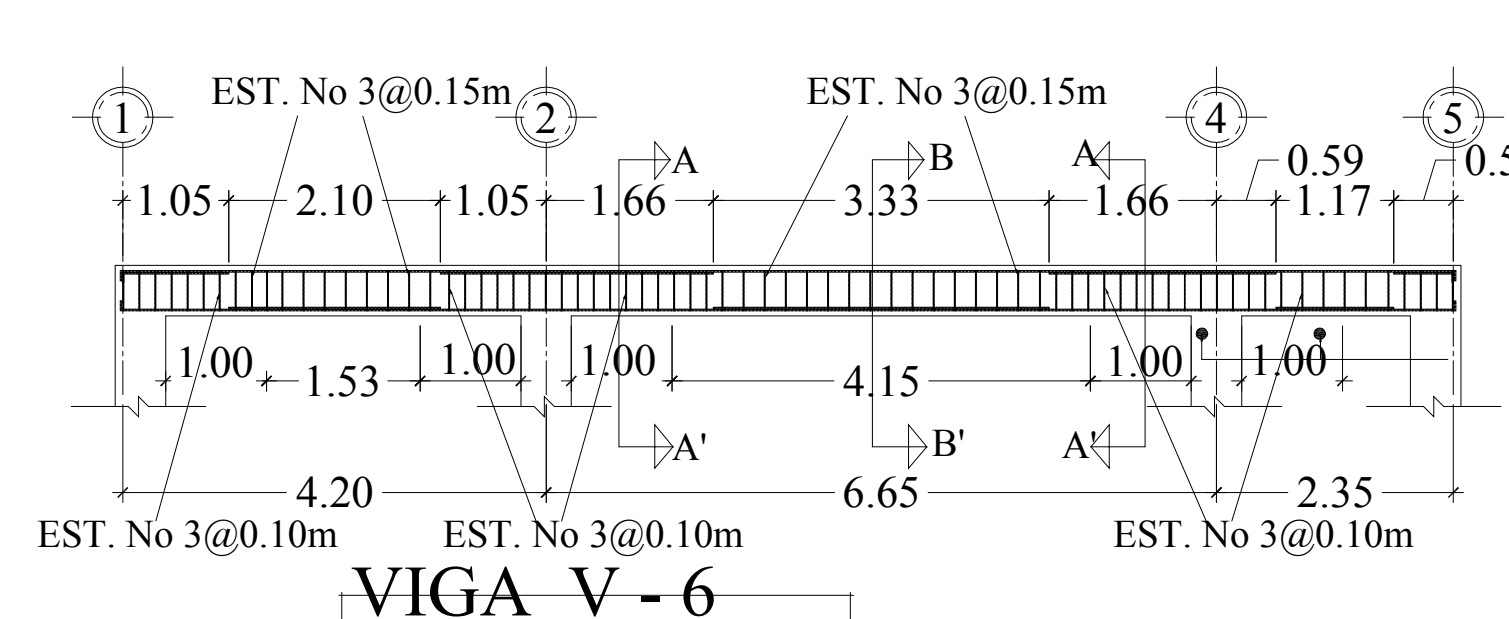
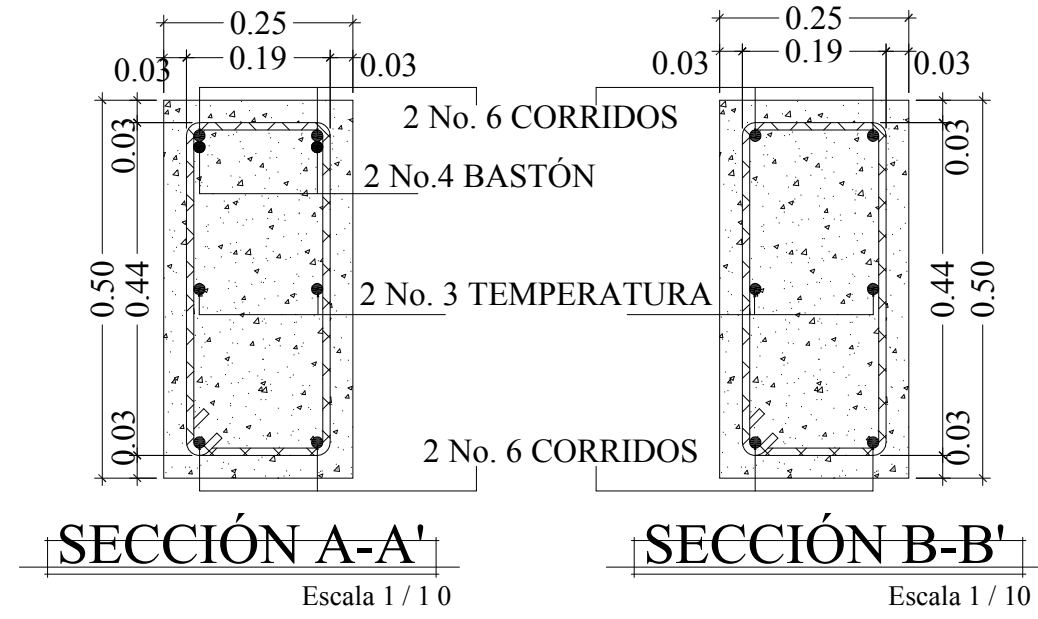
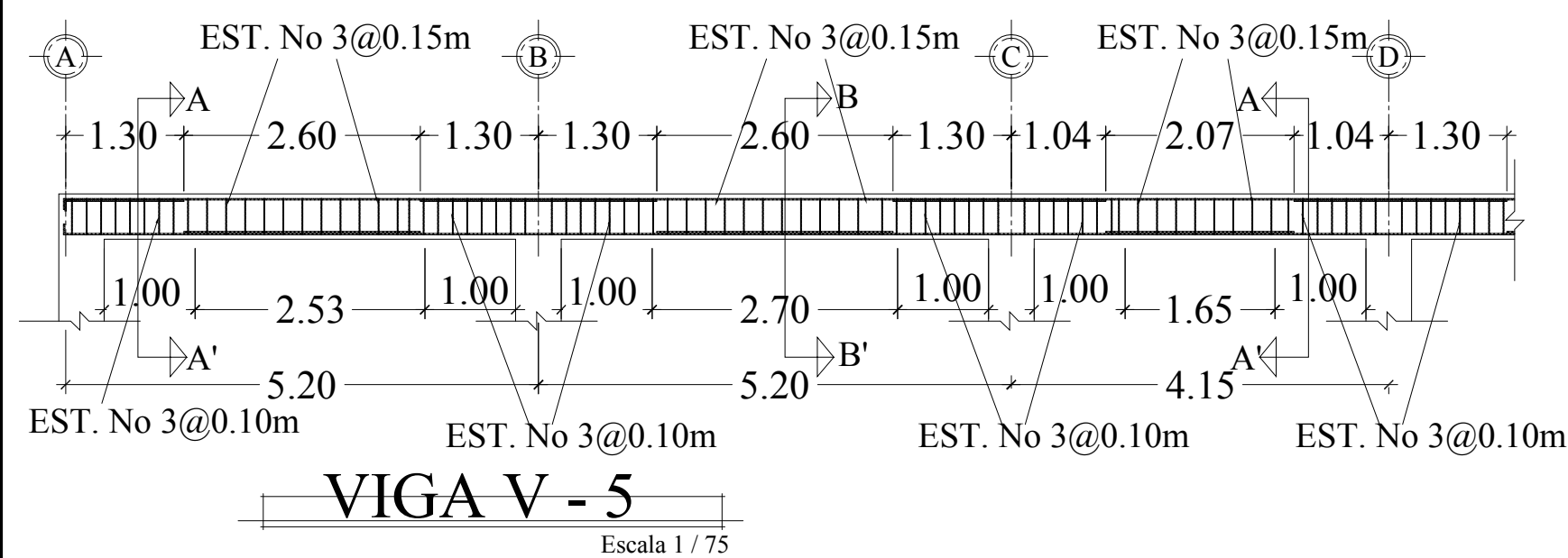
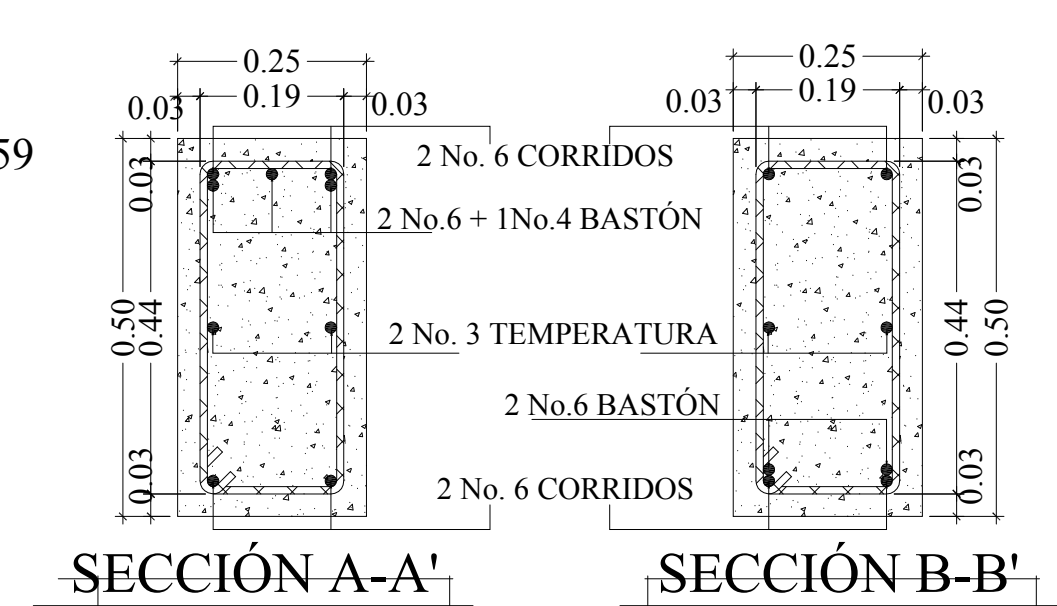
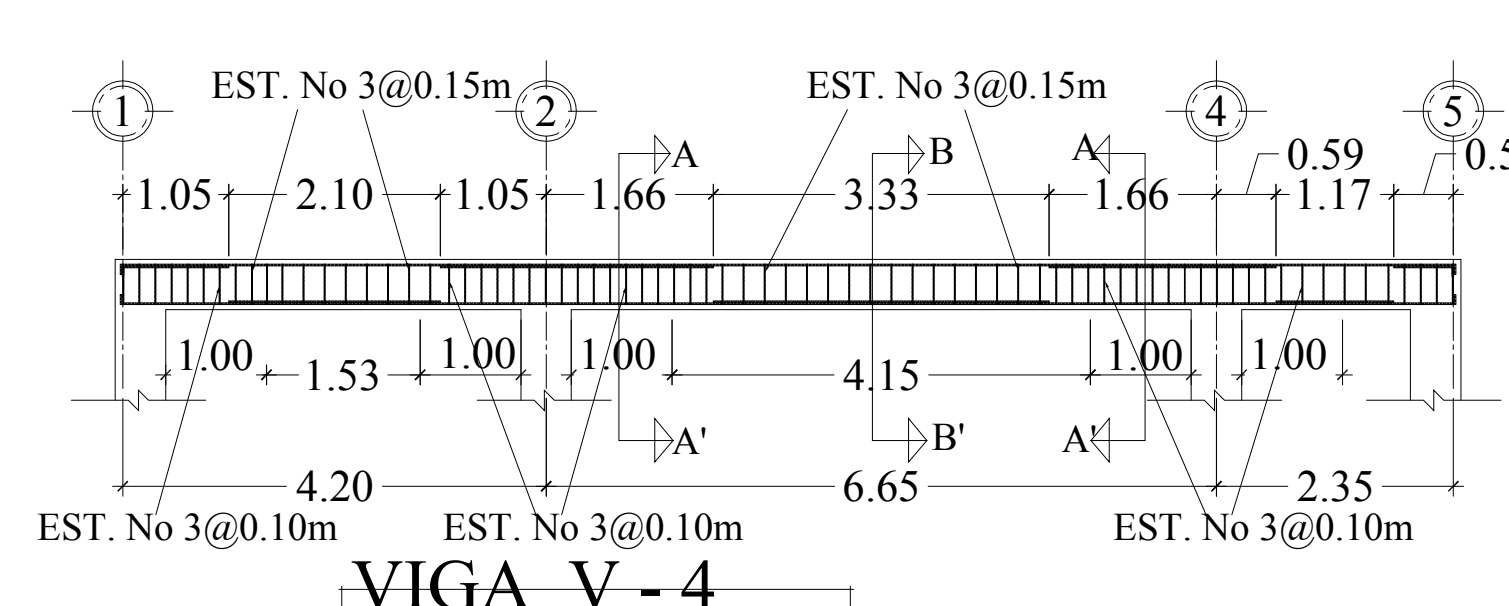
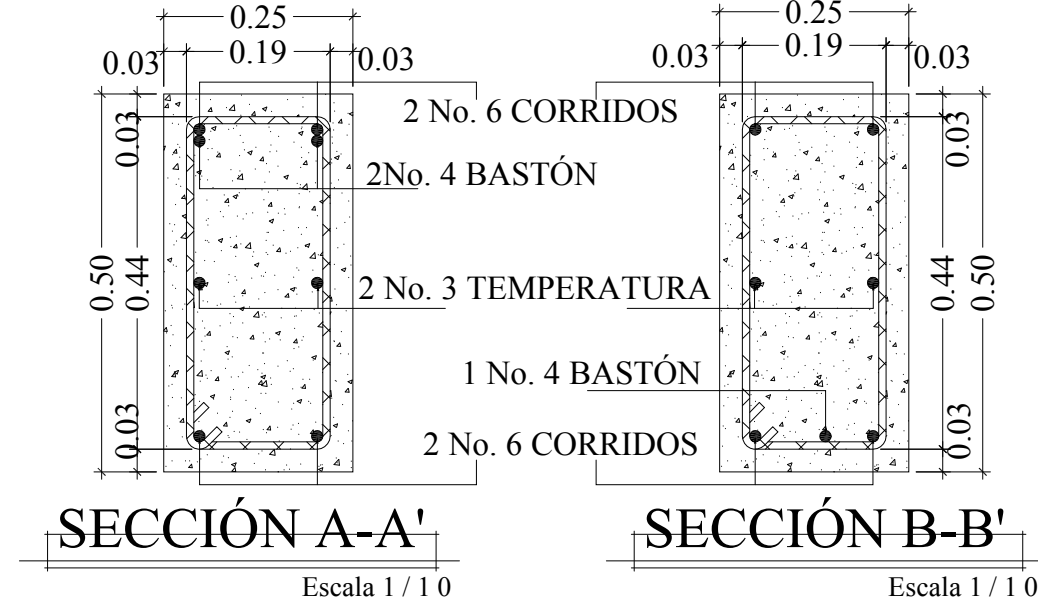
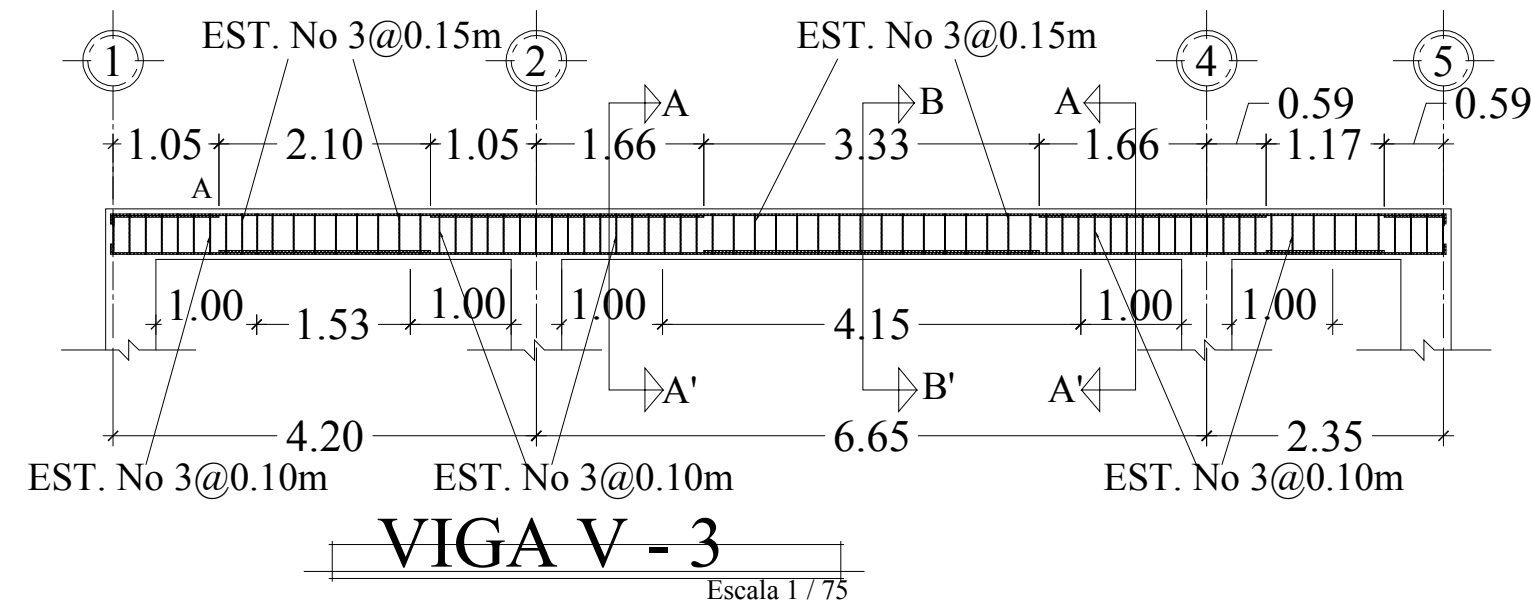
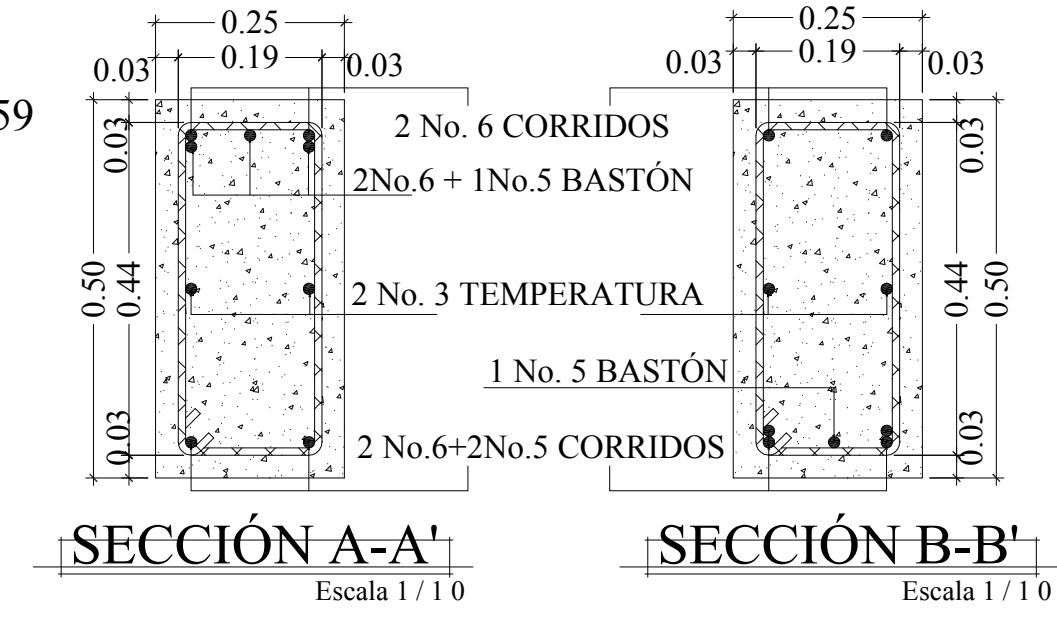
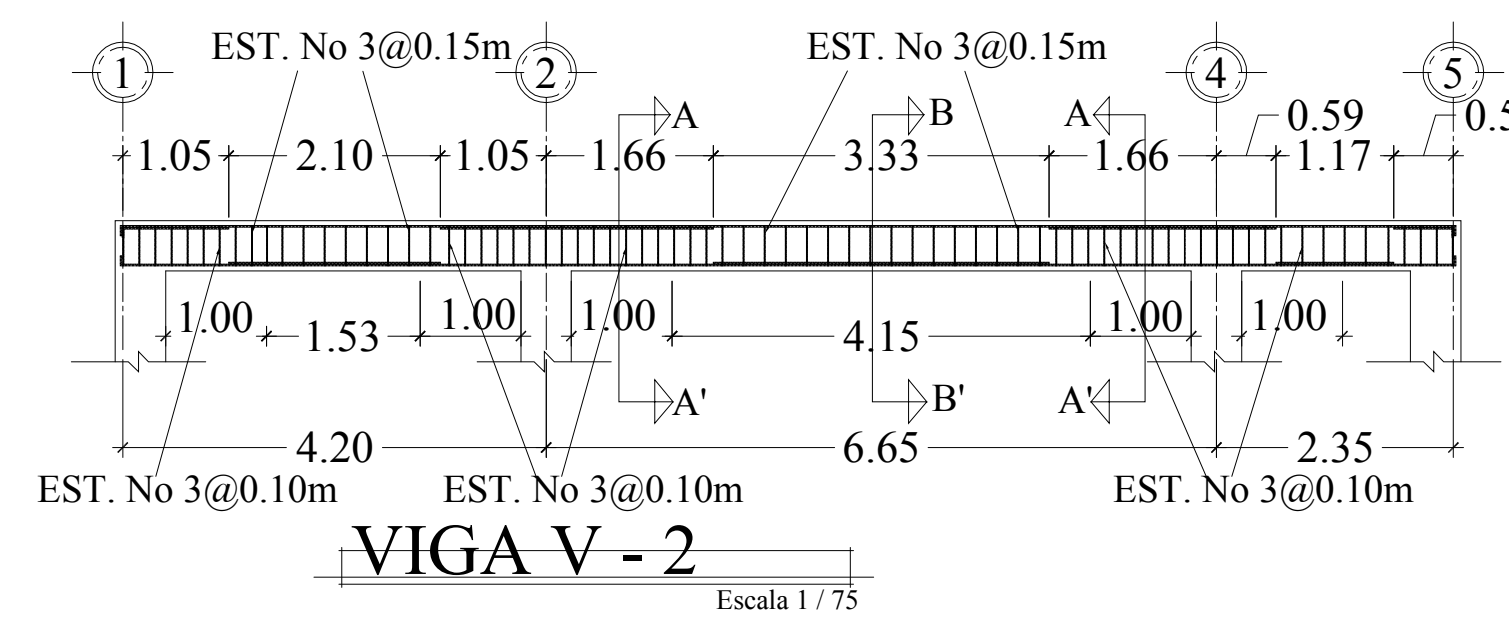
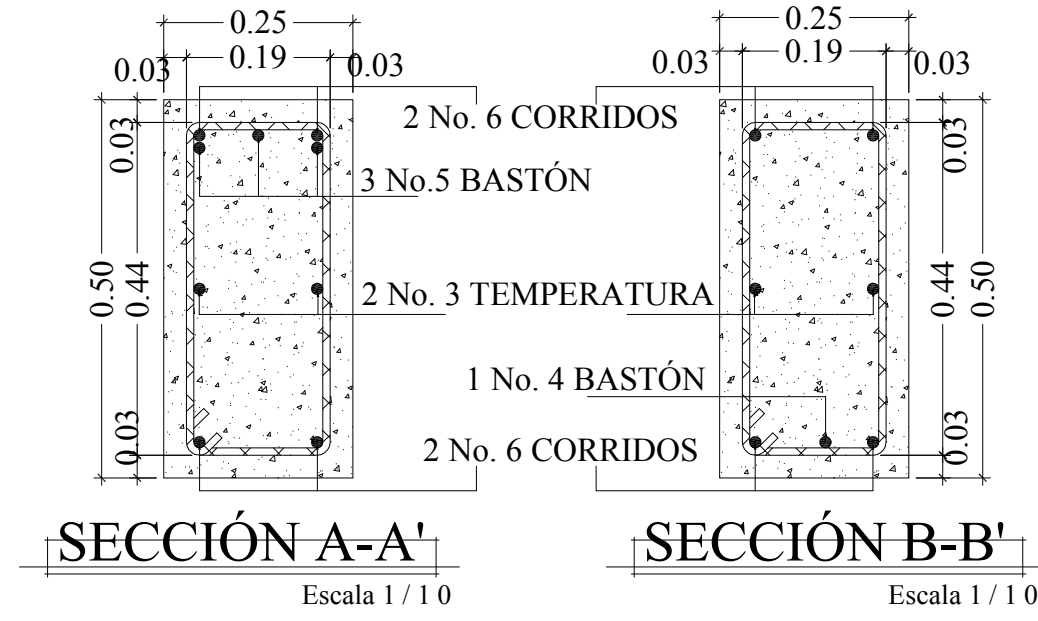
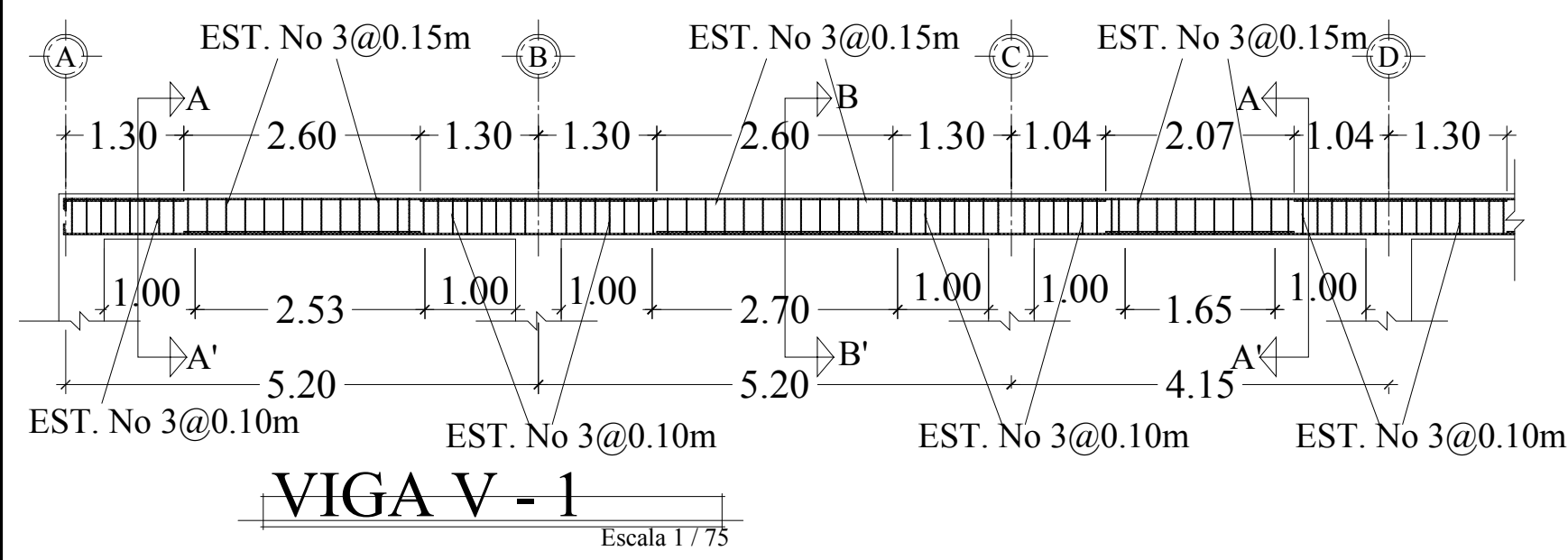
- LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES: F'c=281 Kg/cm²
- LA RESISTENCIA DEL ACERO ES Fy= 4200 Kg/cm²
- ACERO DE GRADO 60 LEGÍTIMO CORRUGADO. NO COMERCIAL NI MILIMETRICO

Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**

Diseno: ENRIQUE VELASCO  
 ENRIQUE VELASCO  
 ENRIQUE VELASCO  
 2001 - 17360  
 Asesor: Ing. Angel Sic Garcia  
 Fecha: MARZO 2,010  
 FASE **E P S**

HOJA No. **07**  
**14**

Universidad de San Carlos Guatemala

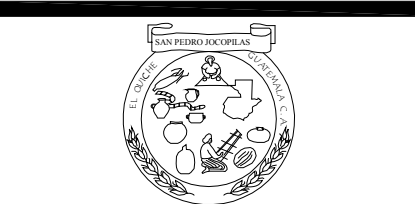
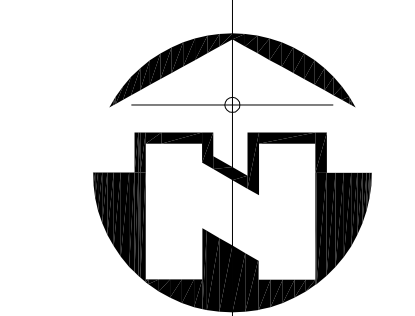


**NOTAS:**  
1 Los diámetros de ganchos pueden ser mayores que los indicados pero no más pequeños.  
2 Todos los dobles deben hacerse en frío.  
3 No deberán efectuarse dobles en barras parcialmente embebidas en concreto.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
V. #.	VIGA NÚMERO
V. S. #.	VIGA SECUNDARIA No.

**ACERO QUE RESISTE CORTE**  
CONFINAMIENTO VIGAS: PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL  
LONGITUD DE CONFINAMIENTO:  
-SEGÚN ACI 318-2005 CAP 21.3.3 L = 2*lviga; L = 1mts  
-ESPACIAMIENTO: S = 0.10 mts.  
EN AREA DONDE NO HAY CONFINAMIENTO  
-ESPACIAMIENTO: S = 0.15 mts.  
ESTRIBOS:  
-ACERO DE GRADO 60 LEGÍTIMO CORRUGADO.  
NO COMERCIAL NI MILIMETRICO

**ESPECIFICACIONES:**  
-LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES:  
F_c=281 Kg/cm²  
-LA RESISTENCIA DEL ACERO ES F_y= 4200 Kg/cm²  
-ACERO DE GRADO 60 LEGÍTIMO CORRUGADO.  
NO COMERCIAL NI MILIMETRICO



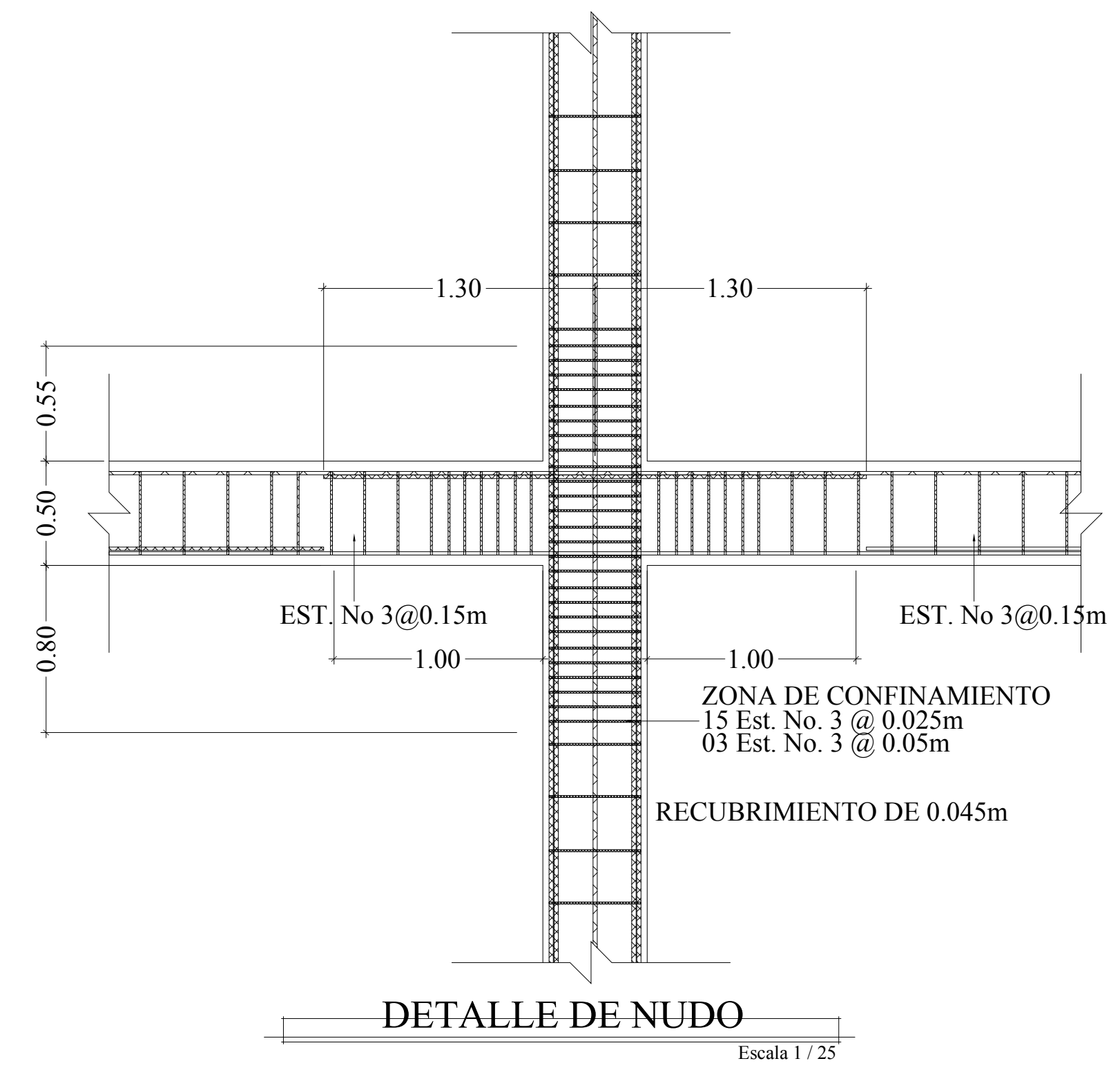
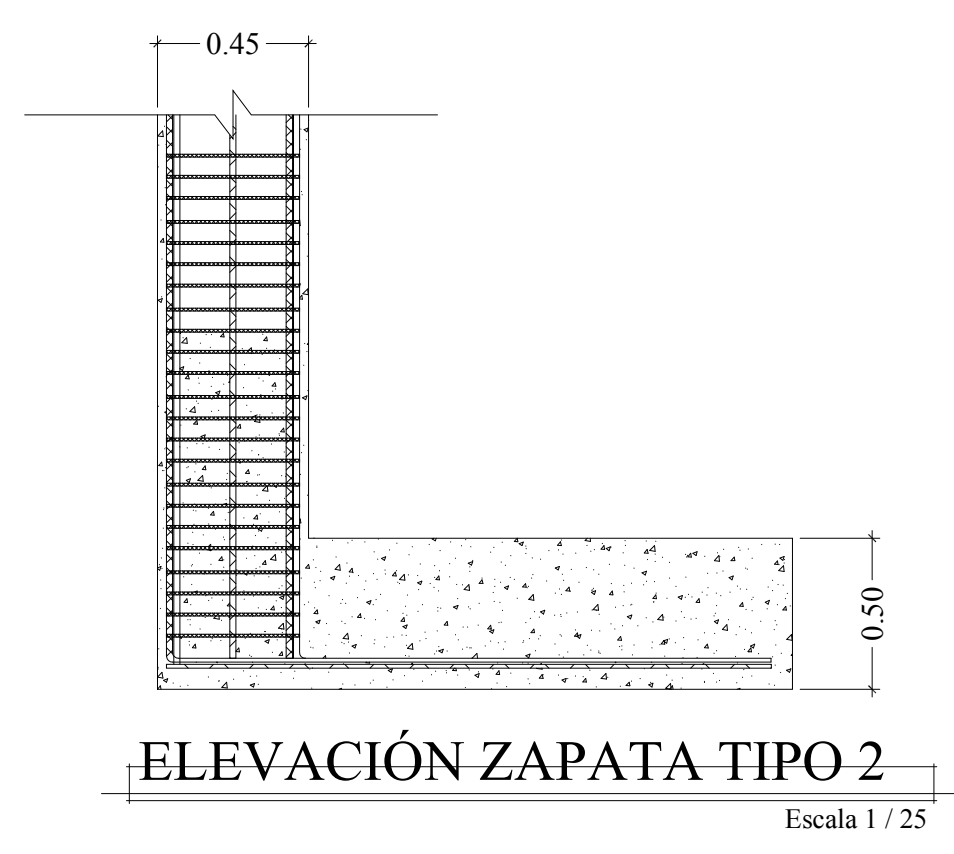
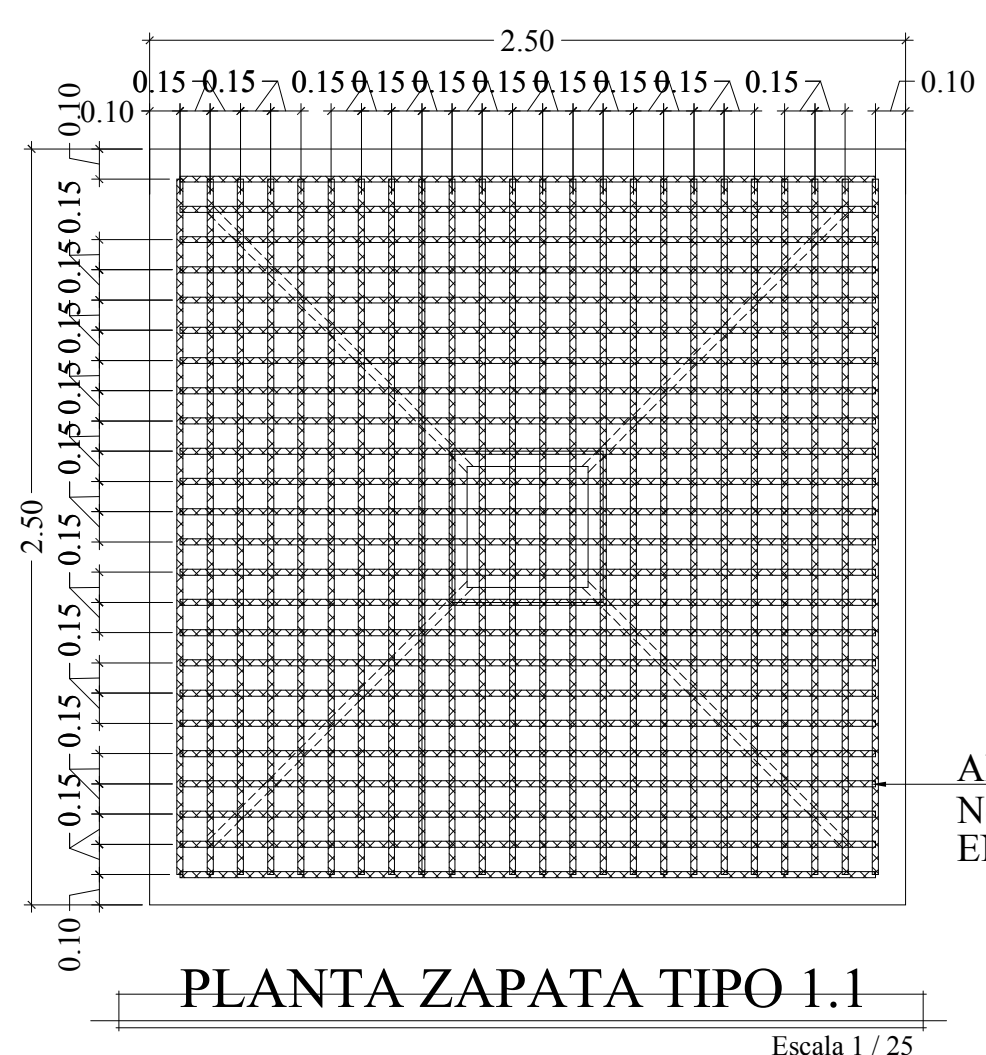
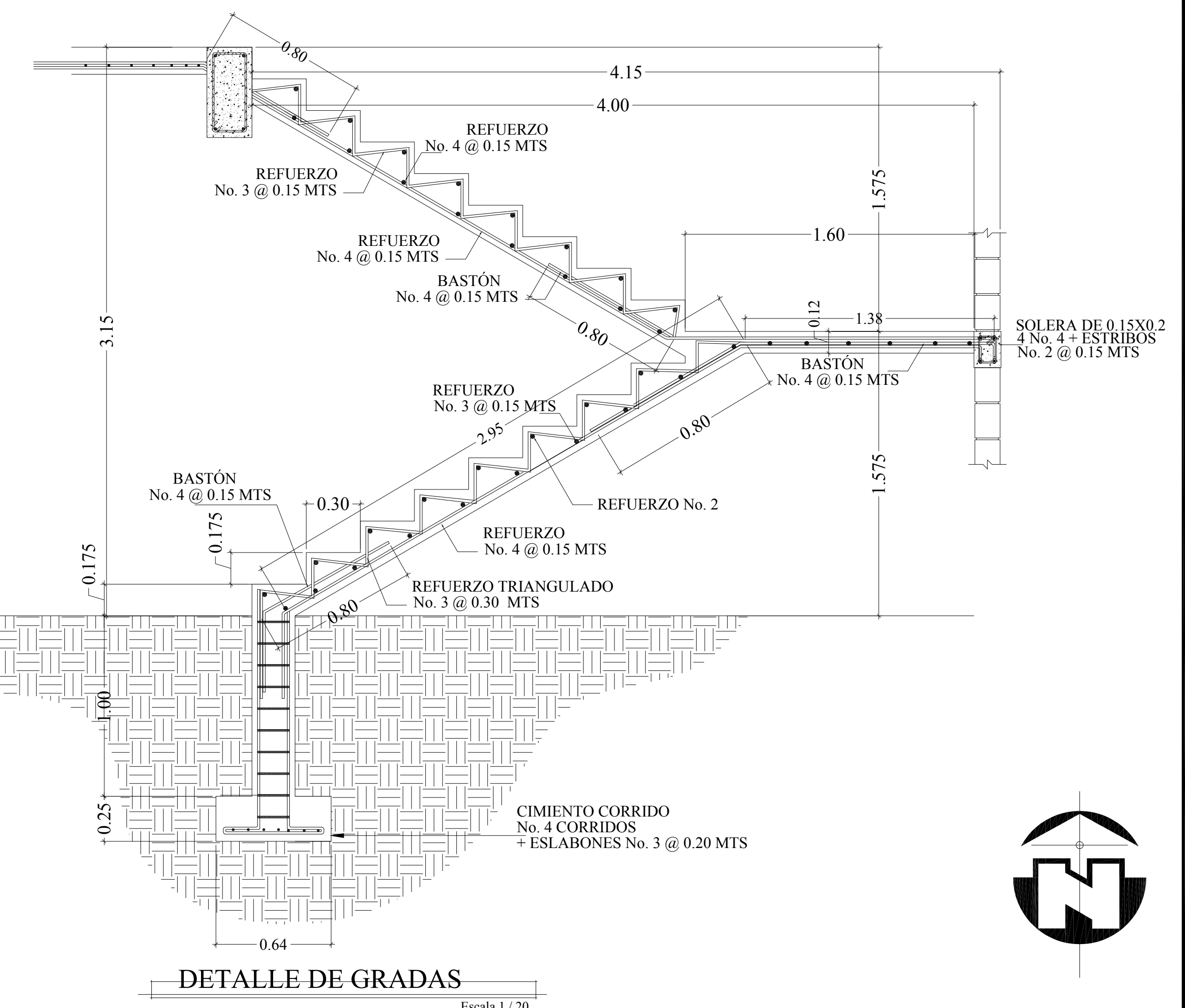
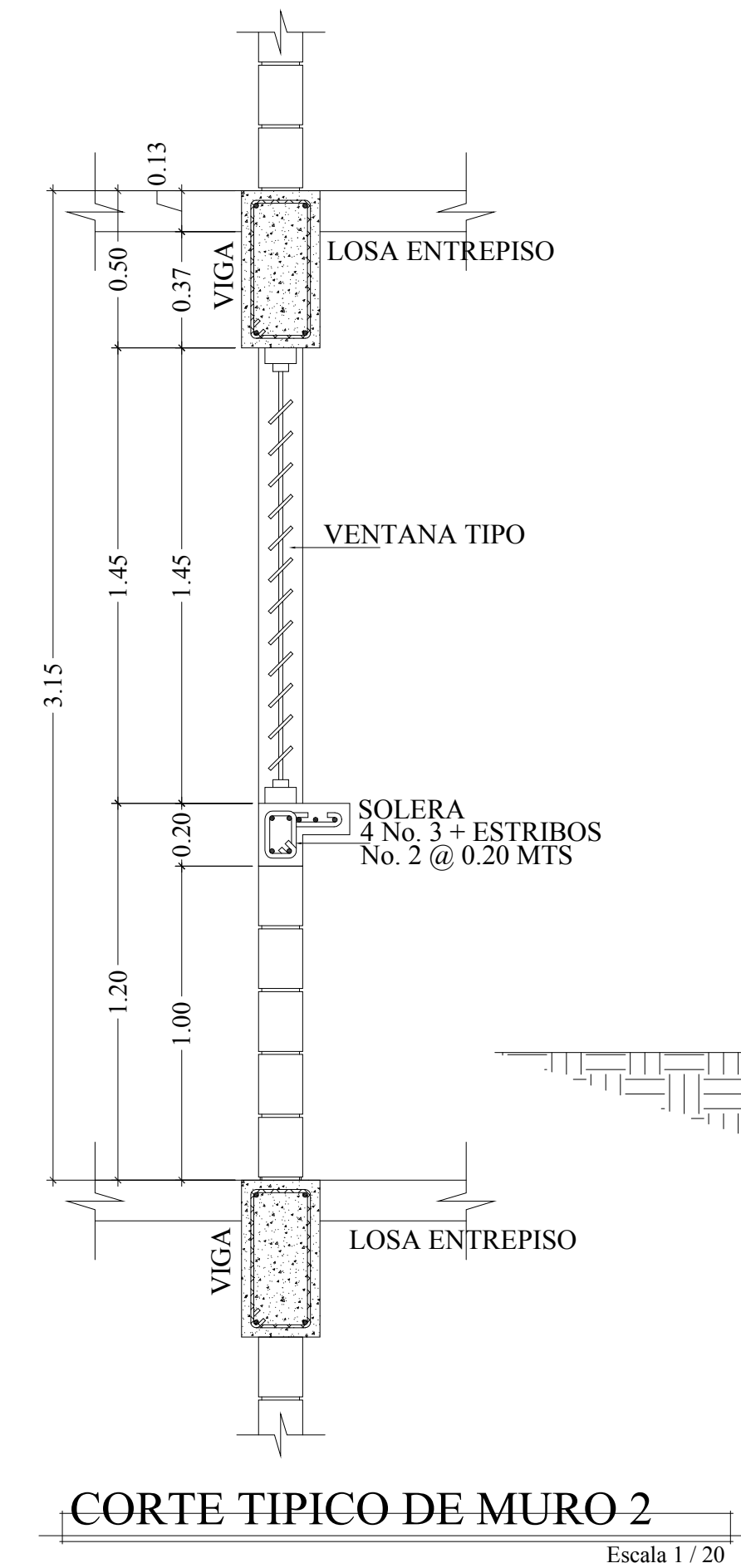
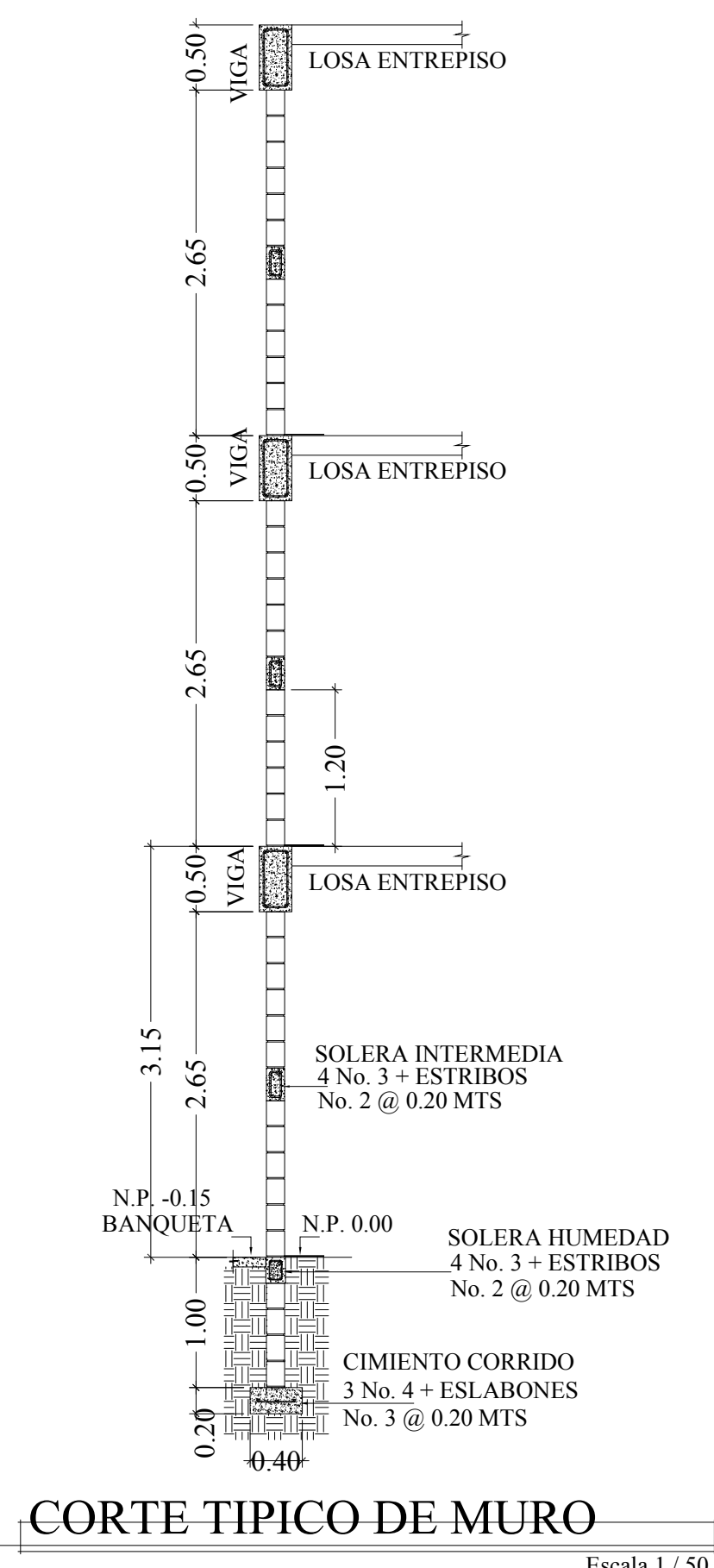
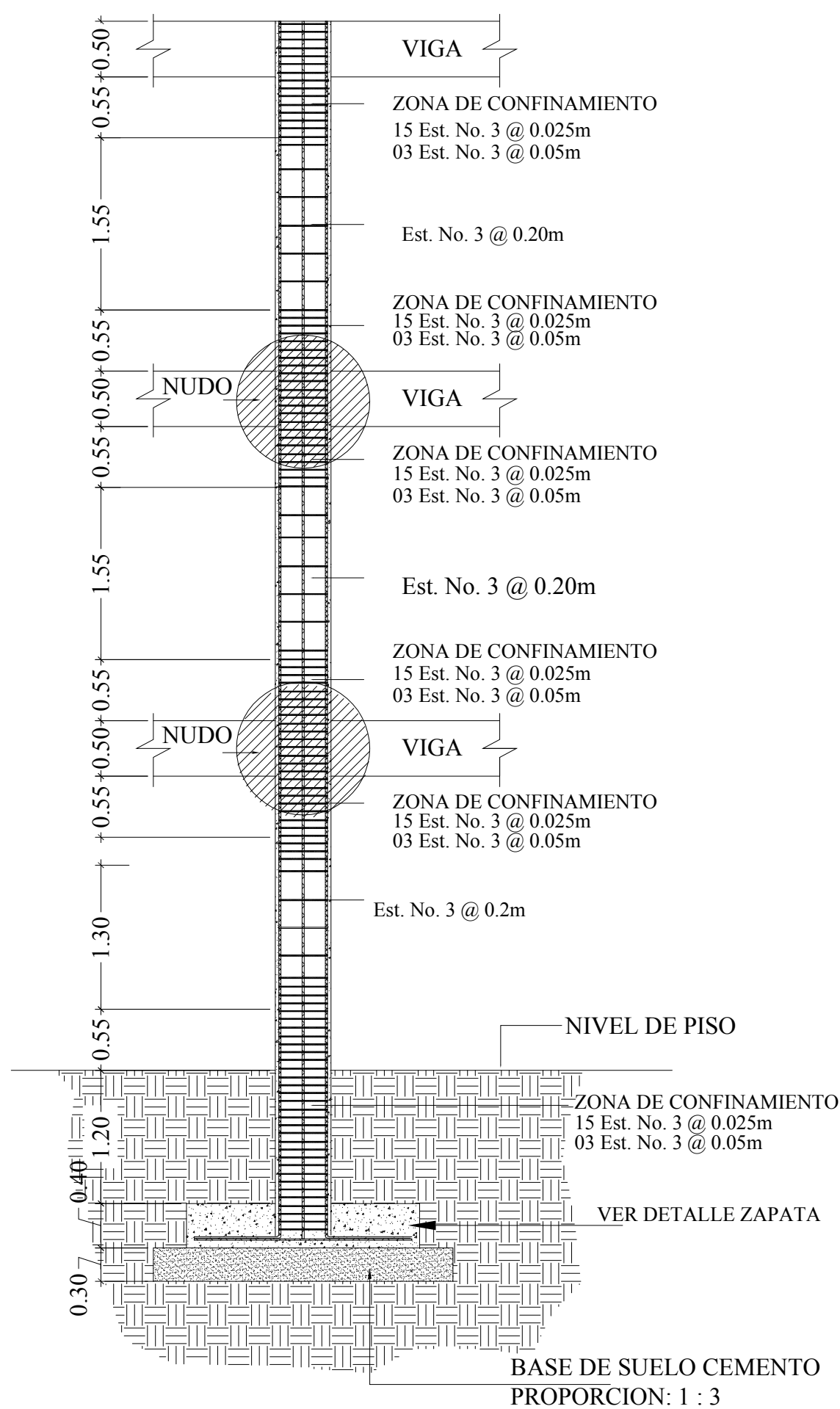
Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
DIRECCIÓN:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHÉ**  
Plano de:  
**PLANTA DE DETALLES DE VIGAS**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
2001 - 17360 Carnet:  
Ing. Angél Sic Garcia Asesor:  
MARZO 2,010 Fecha:  
FASE **E P S**

HOJA No.  
**08**  
**14**







**ESPECIFICACIONES:**  
 -LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES:  
 $F'c=281 \text{ Kg/cm}^2$   
 -LA RESISTENCIA DEL ACERO ES  $F_y= 4200 \text{ Kg/cm}^2$   
 -ACERO DE GRADO 60 LEGÍTIMO CORRUGADO.  
 NO COMERCIAL NI MILIMETRICO

Barra	DIAM cms	AREA cm ²	Dg cms	L1 cms	L2 cms
3	0.95	0.71	6	8	12
4	1.30	1.26	8	8	15
5	1.60	2.00	10	8	20
6	2.00	2.84	12	8	23

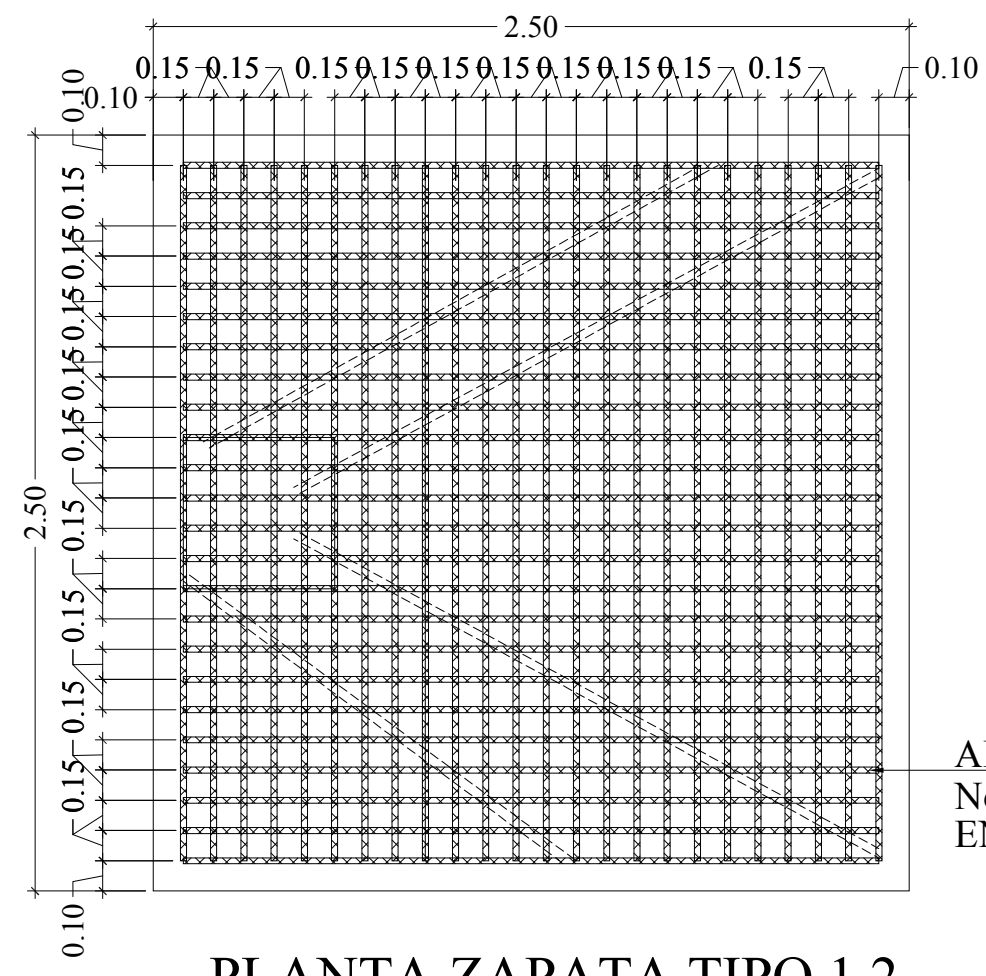
NOTAS :  
 1 Los diámetros de ganchos pueden ser mayores que los indicados pero no más pequeños.  
 2 Todos los doblesces deben hacerse en frío.  
 3 No deberán efectuarse doblesces en barras parcialmente embebidas en concreto.

**GANCHOS STANDAR**  
Para uso general excepto estribos

Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN:  
**Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de:  
**PLANTA DE DETALLES ESTRUCTURALES**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
 ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
 ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
 2001 - 17360 Carnet:  
 Ing. Angél Sic Garcia Asesor:  
 MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

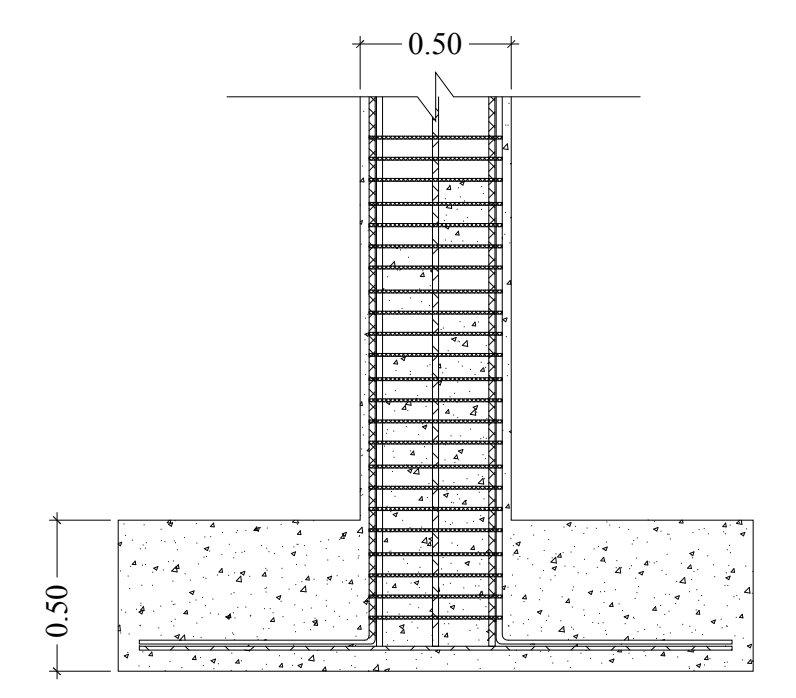
HOJA No.  
**09**  
 14



ARMADO:  
No. 5 @ 0.15m  
EN AMBOS SENTIDOS

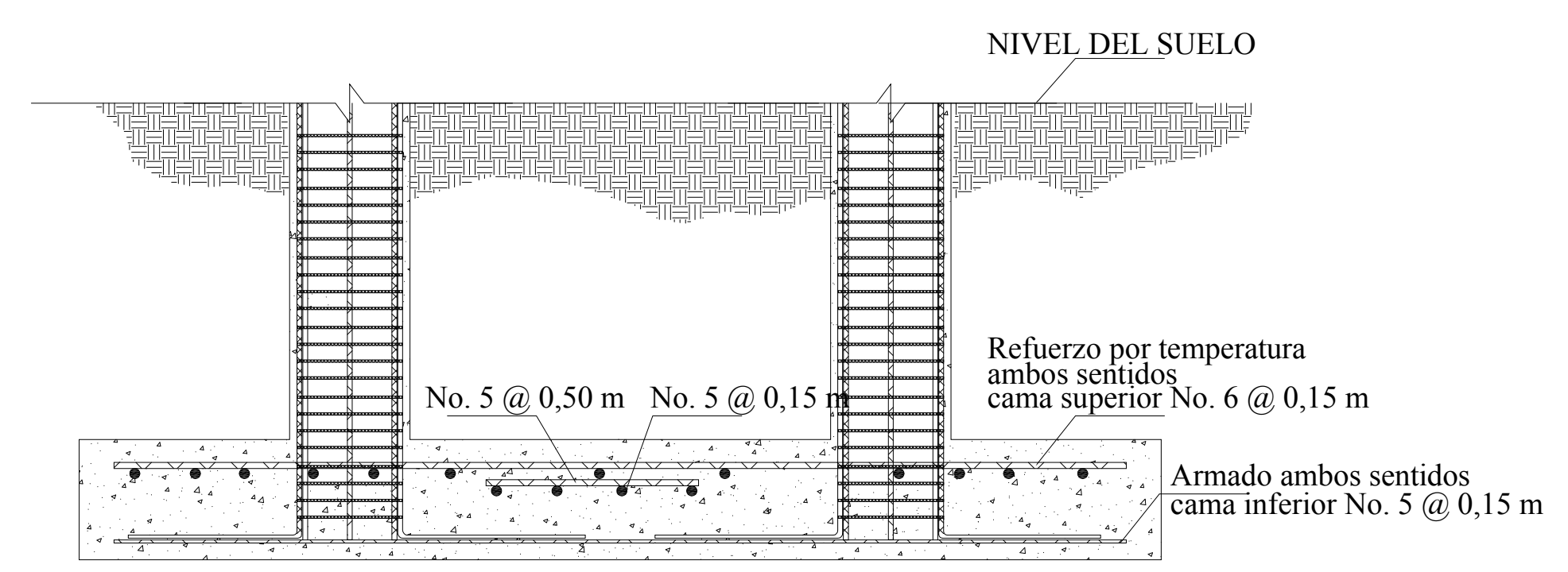
PLANTA ZAPATA TIPO 1.2

Escala 1 / 25



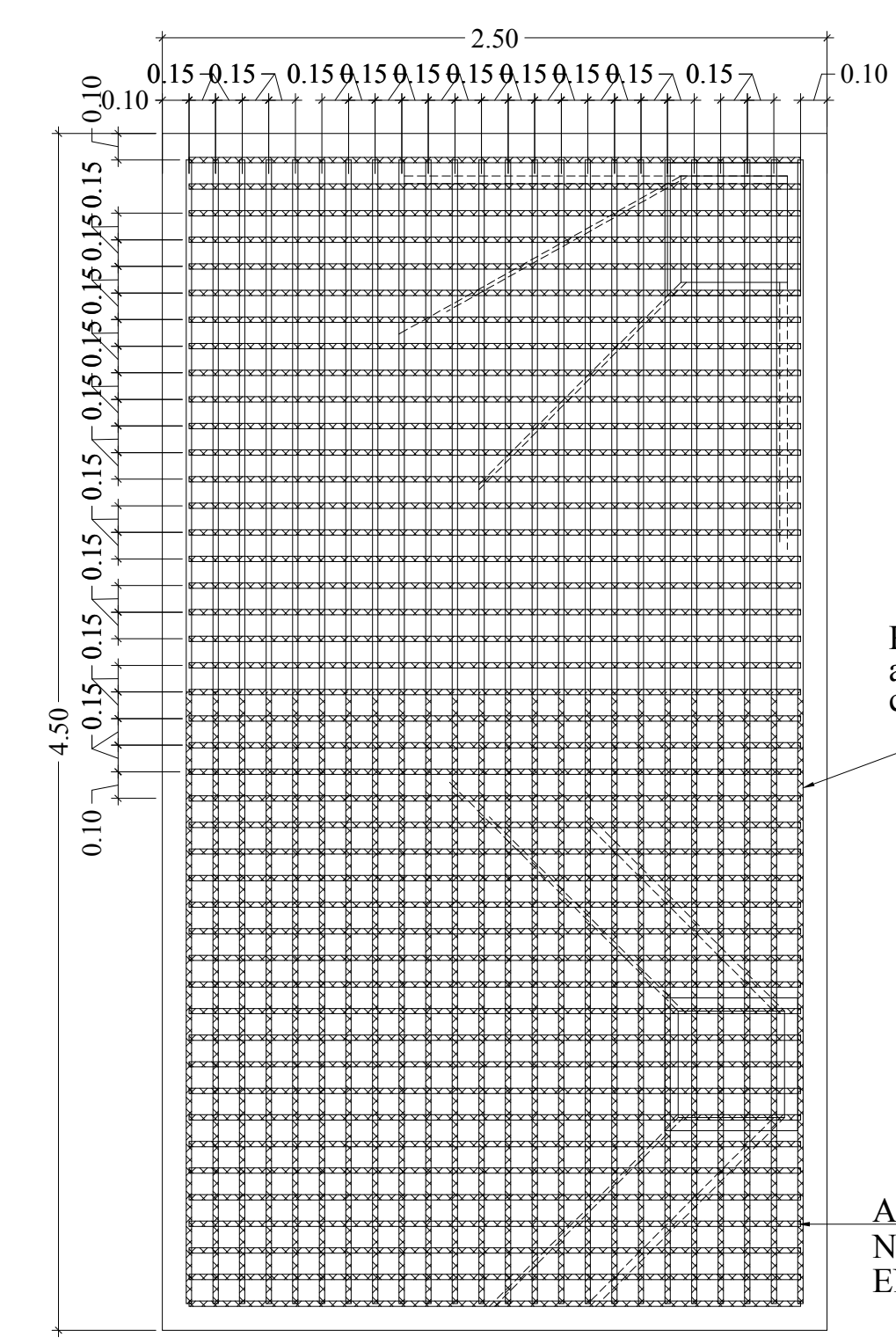
ELEVACIÓN ZAPATA TIPO 1

Escala 1 / 25



Refuerzo por temperatura  
ambos sentidos  
cama superior No. 6 @ 0,15 m

Armado ambos sentidos  
cama inferior No. 5 @ 0,15 m

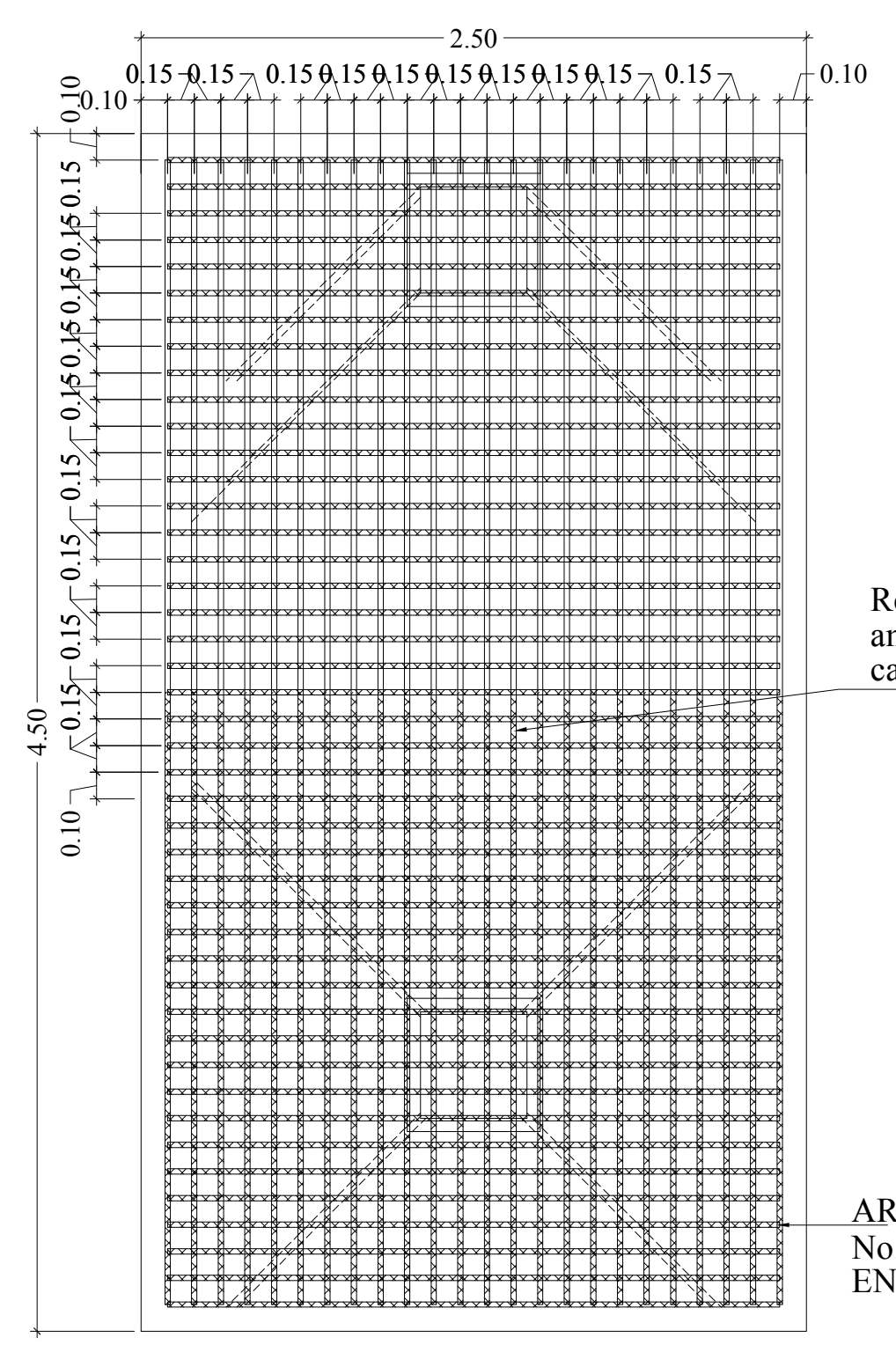


Refuerzo por temperatura  
ambos sentidos  
cama superior No. 6 @ 0,15 m

ARMADO:  
No. 5 @ 0.15m  
EN AMBOS SENTIDOS

PLANTA ZAPATA TIPO 1.3

Escala 1 / 25

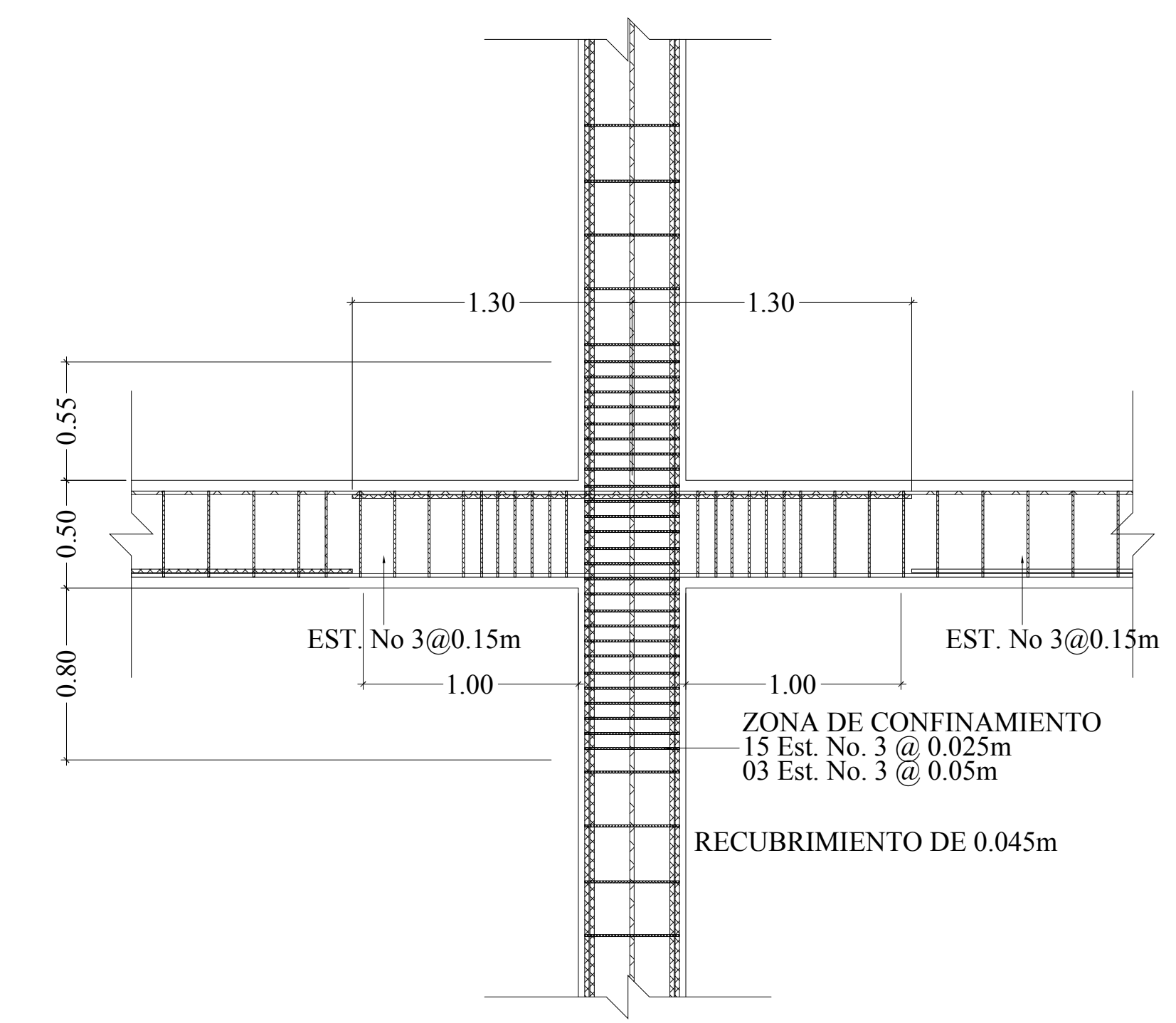


Refuerzo por temperatura  
ambos sentidos  
cama superior No. 6 @ 0,15 m

ARMADO:  
No. 5 @ 0.15m  
EN AMBOS SENTIDOS

PLANTA ZAPATA TIPO 1.4

Escala 1 / 25



DETALLE DE NUDO

Escala 1 / 25

Barra	DIAM cms	AREA cm ²	Dg cms	L1 cms	L2 cms
3	0.95	0.71	6	8	12
4	1.30	1.26	8	8	15
5	1.60	2.00	10	8	20
6	2.00	2.84	12	8	23

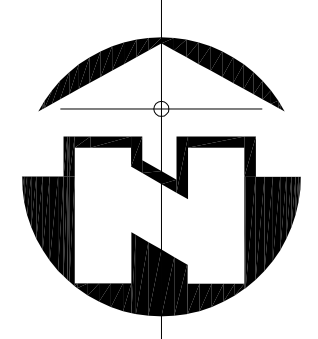
DOBLEZ A 180°

DOBLEZ A 90°

**GANCHOS STANDAR**  
Para uso general excepto estribos

**NOTAS :**  
1 Los diámetros de ganchos pueden ser mayores que los indicados pero no más pequeños.  
2 Todos los dobleces deben hacerse en frío.  
3 No deberán efectuarse dobleces en barras parcialmente embebidas en concreto.

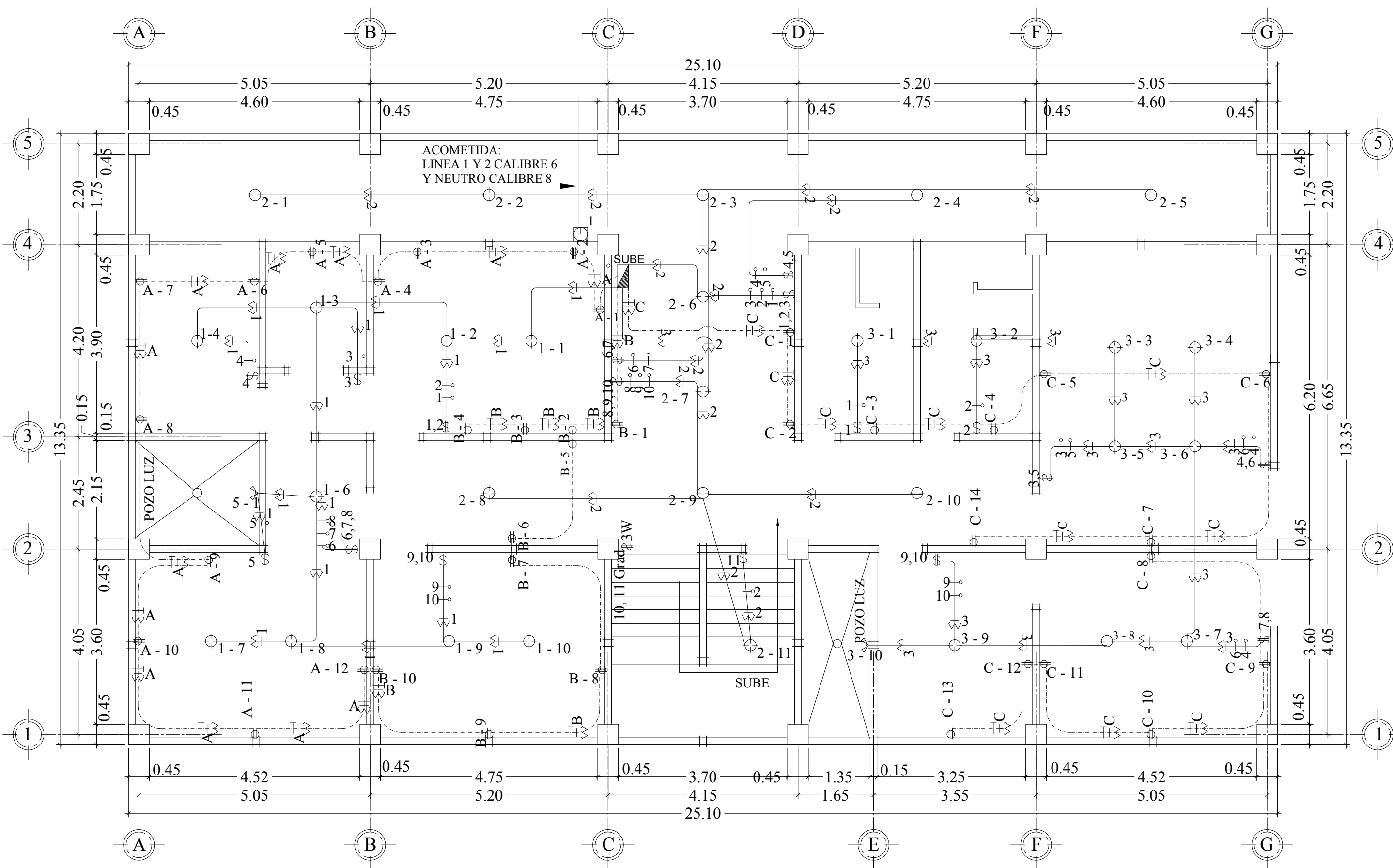
**ESPECIFICACIONES:**  
-LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ES:  
F'c=281 Kg/cm²  
-LA RESISTENCIA DEL ACERO ES Fy= 4200 Kg/cm²  
-ACERO DE GRADO 60 LEGÍTIMO CORRUGADO.  
NO COMERCIAL NI MILIMETRICO



**EDIFICIO MUNICIPAL**  
DIRECCIÓN:  
Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE  
Plano de:  
**PLANTA DE DETALLES ESTRUCTURALES**

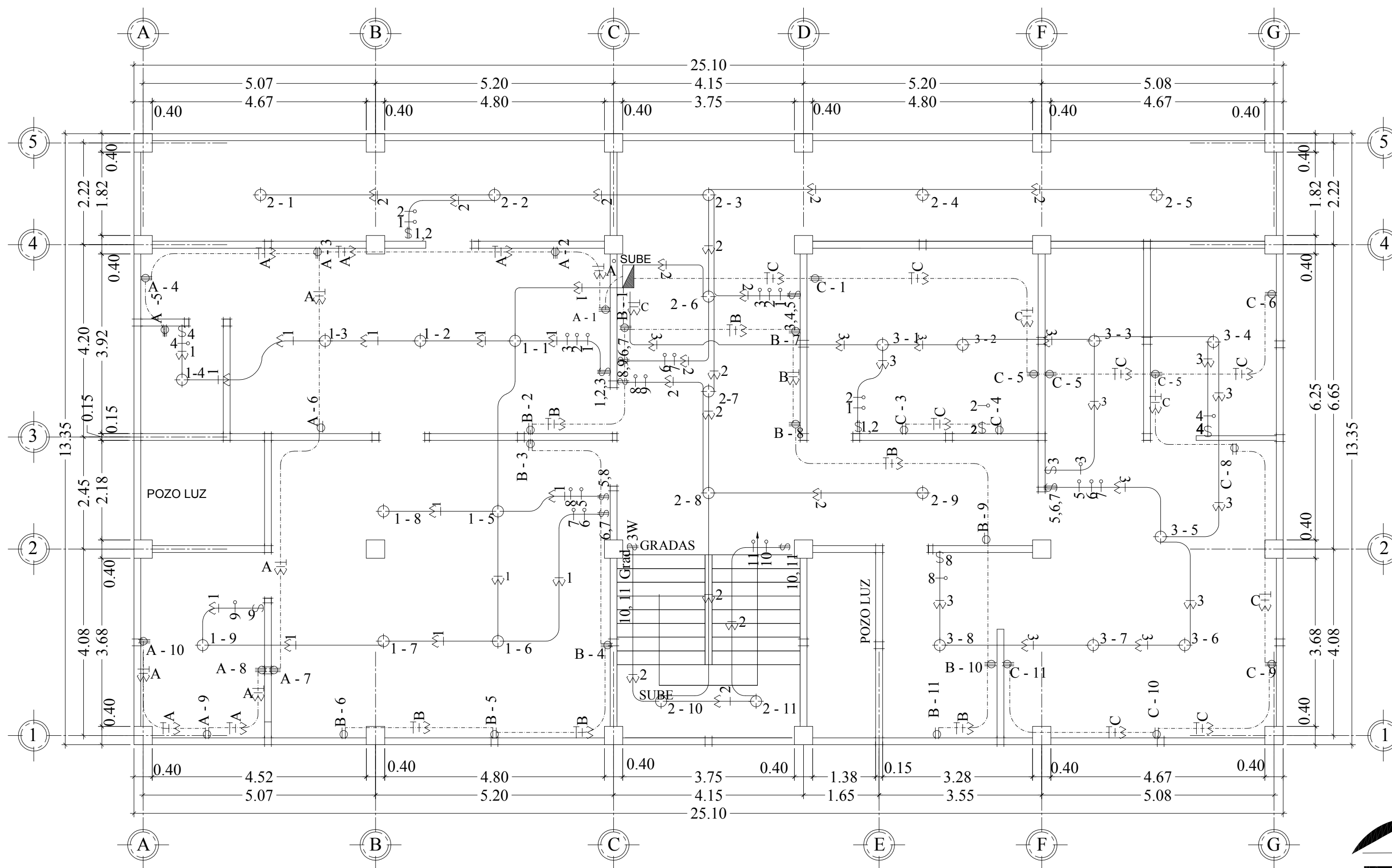
ENRIQUE VELASCO	Diseño:
ENRIQUE VELASCO	Cálculo:
ENRIQUE VELASCO	Dibujo:
2001 - 17360	Carnet:
Ing. Angél Sic Garcia	Asesor:
MARZO 2,010	Fecha:
<b>FASE E P S</b>	

HOJA No.  
**10**  
**14**



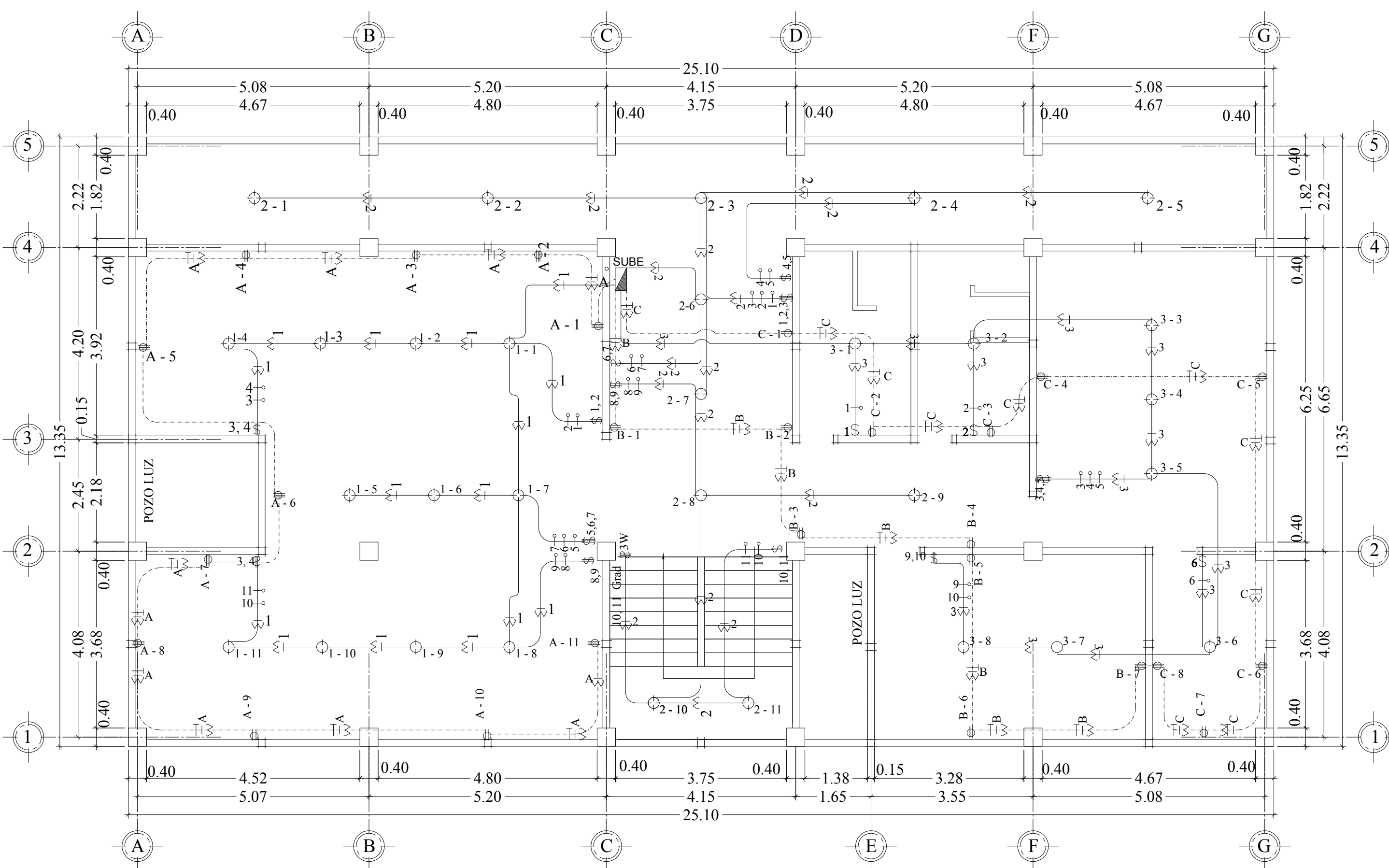
**PLANTA PRIMER NIVEL**

Escala 1 / 080



**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

Escala 1 / 080



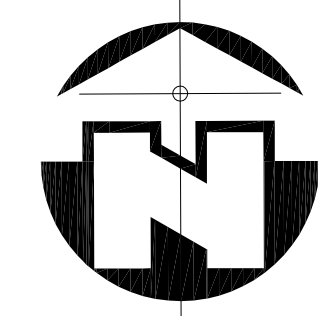
**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 080

**SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1-2	ILUMINACIÓN EN CIELO
1-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
3	LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW O INDICADO
2	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
2	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
2	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1,2	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
1,2,3	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
ME 2	INTERRUPTOR THREE WAY (3 VÍAS) DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE Y LAMPARA SIMPLE. H=1.20 S.N.P.T.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
A	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
1-2	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.
1-2	PULSOR DE TIMBRE H=1.20 S.N.B.T.



Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA**

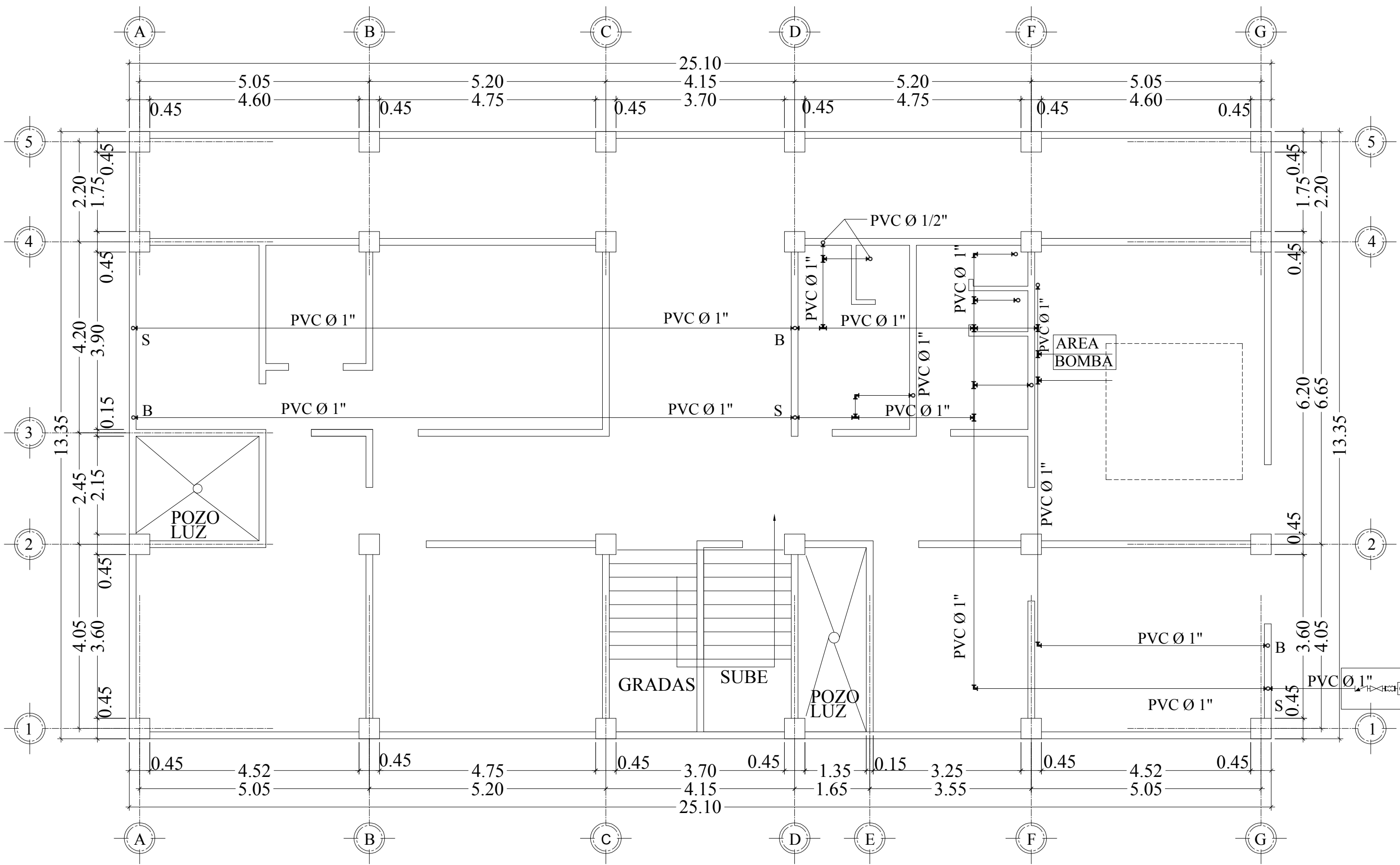
Diseno: **ENRIQUE VELASCO**  
 Cálculo: **ENRIQUE VELASCO**  
 Dibujo: **ENRIQUE VELASCO**  
 Carnet: **2001 - 17360**

Asesor: **Ing. Angél Sic Garcia**  
 Fecha: **MARZO 2010**  
**FASE E P S**

HOJA No. **11** / **14**

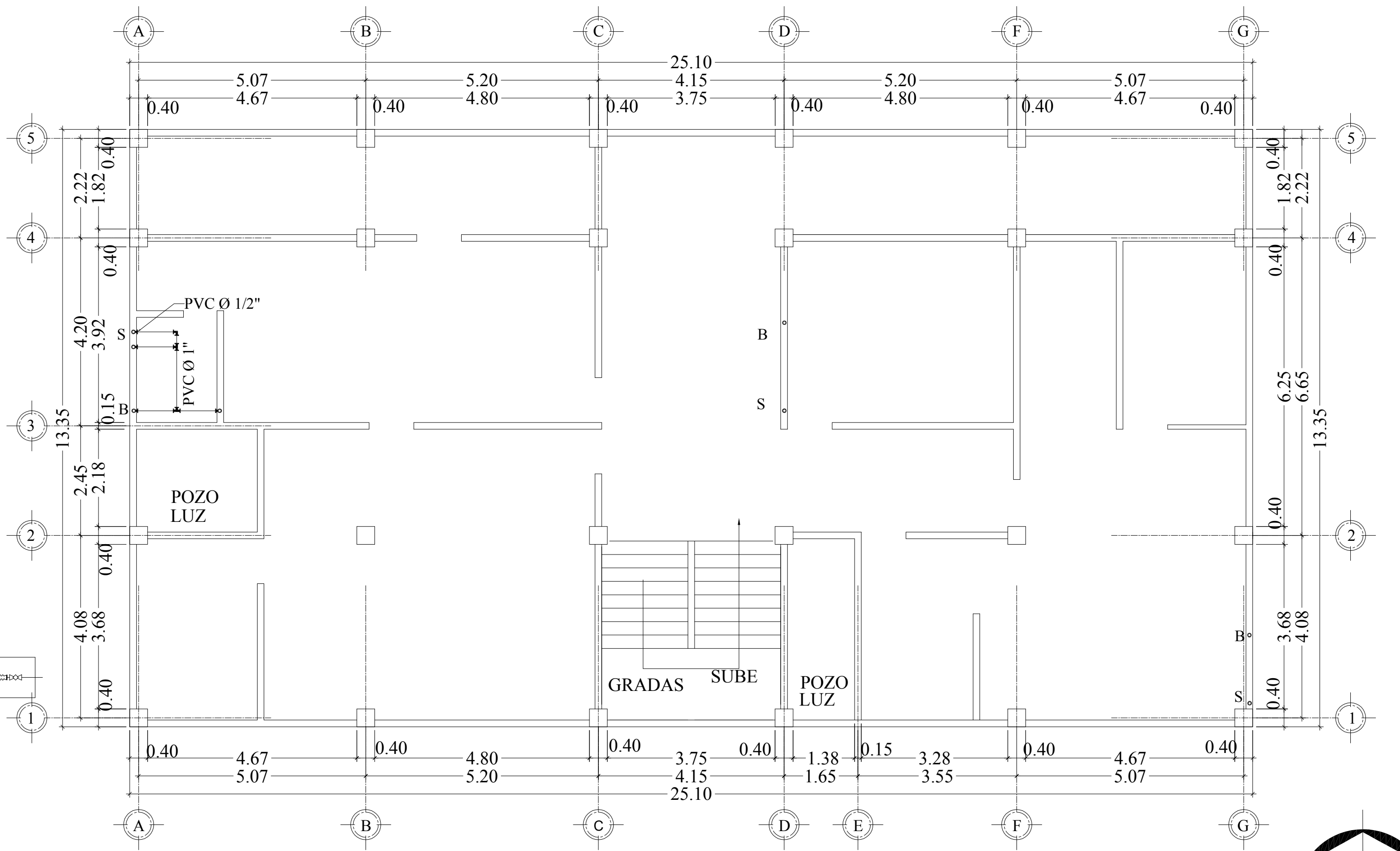






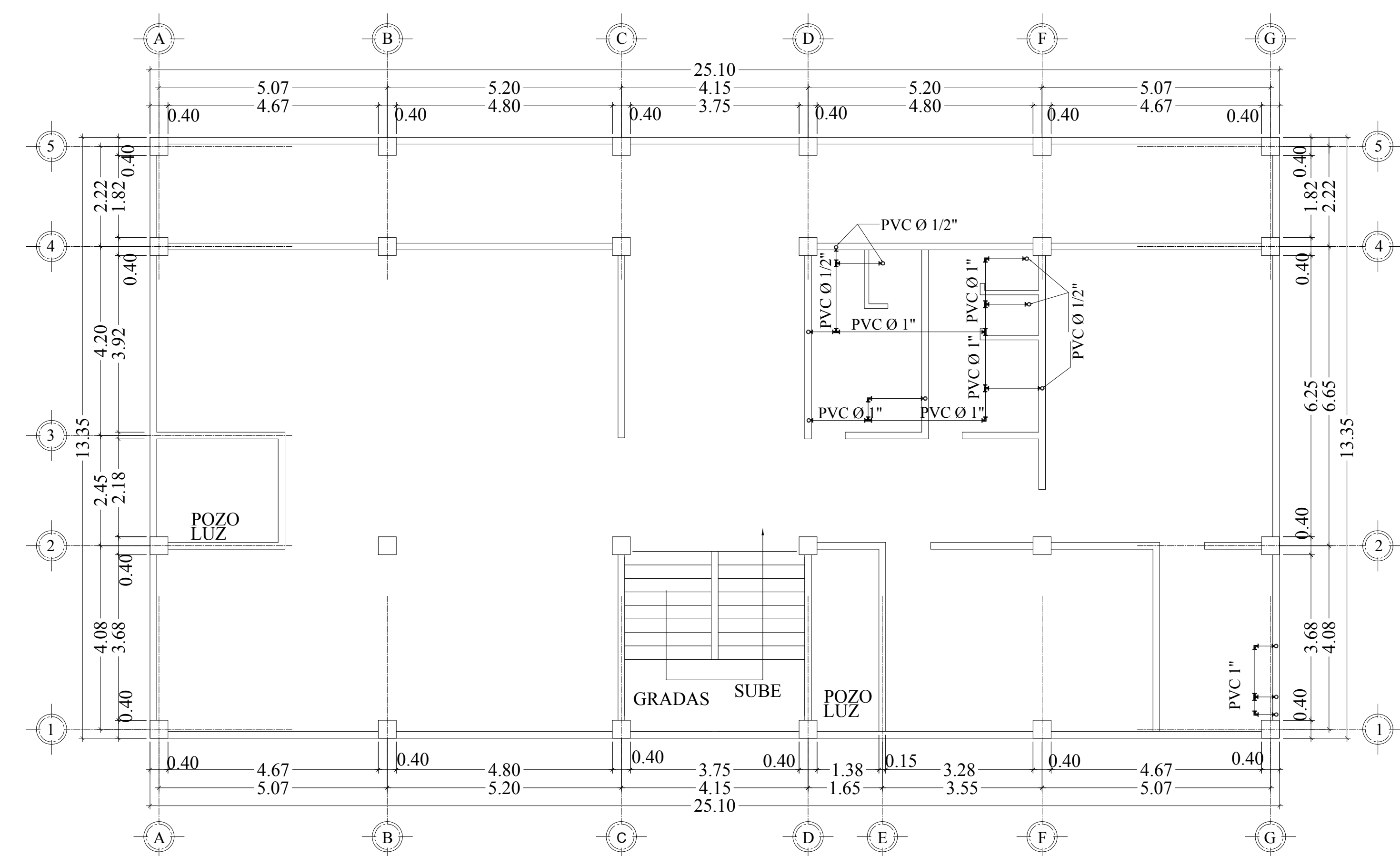
**PLANTA PRIMER NIVEL**

Escala 1 / 080



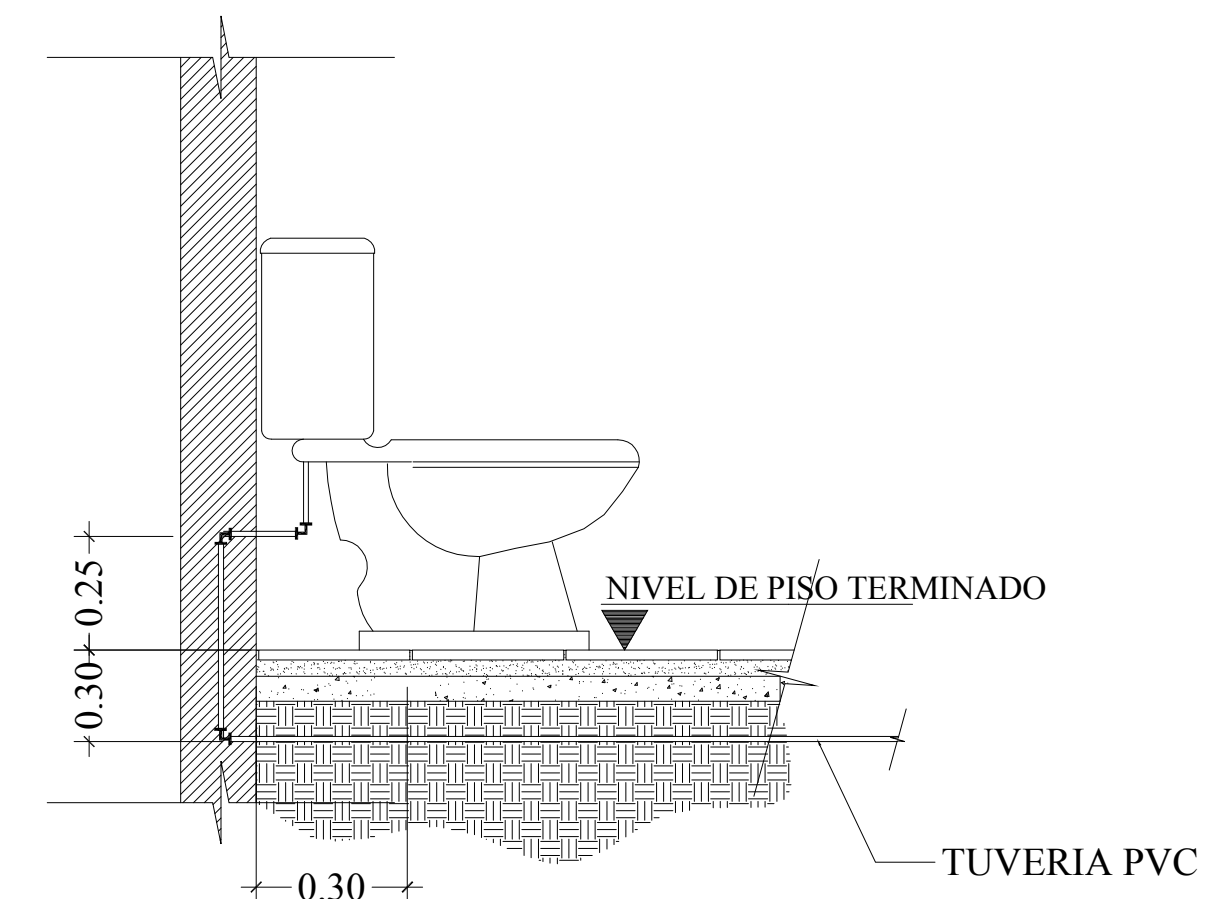
**PLANTA SEGUNDO NIVEL**

Escala 1 / 080

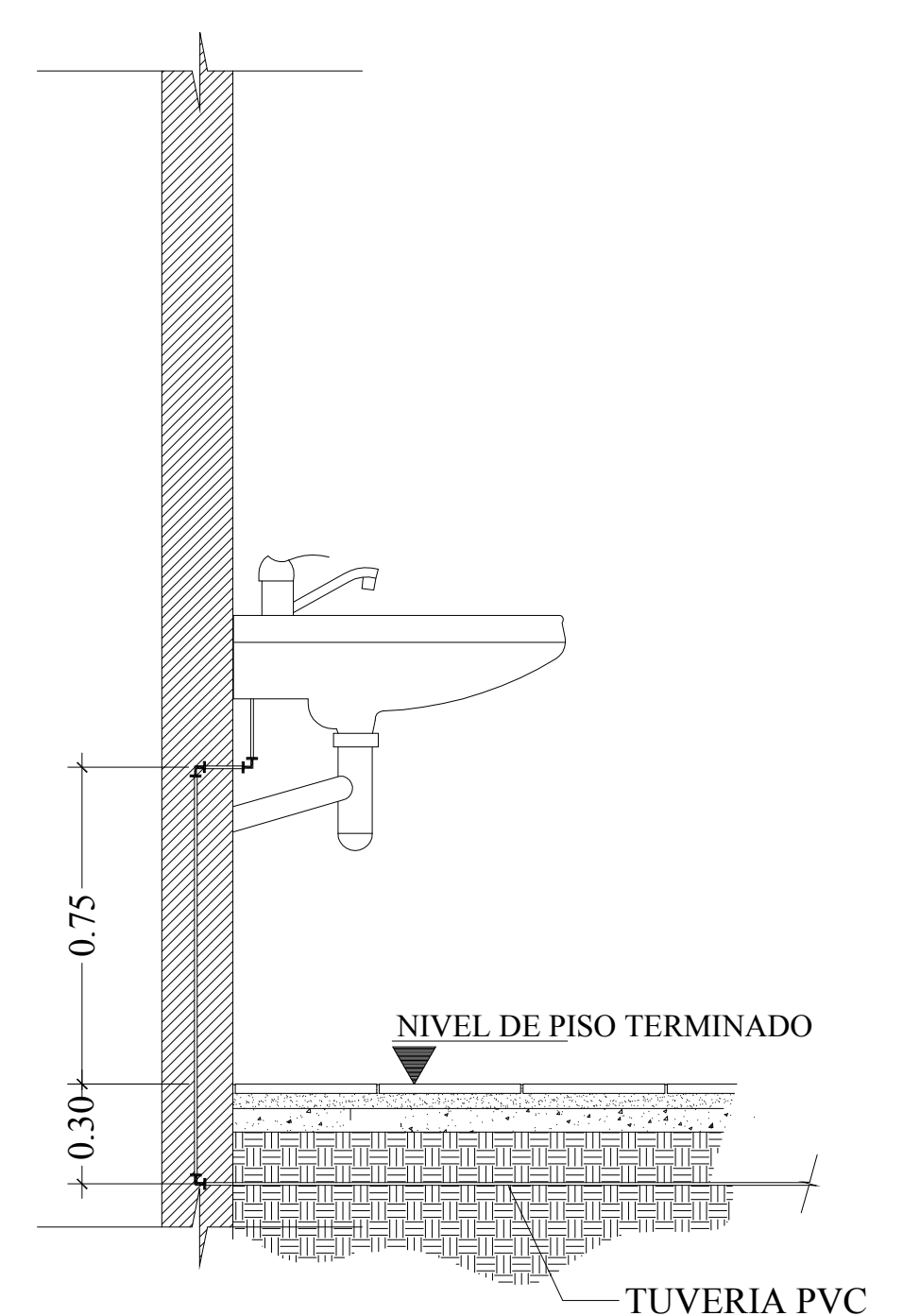


**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 080

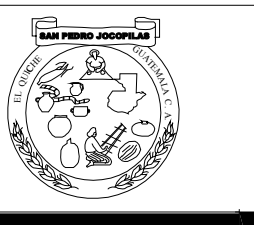
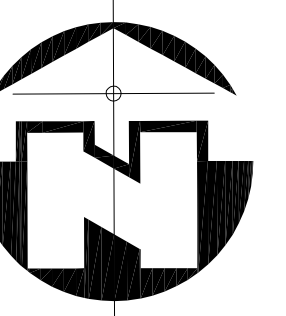


**ACOMETIDA INODORO**



**ACOMETIDA LAVAMANOS**

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC		LLAVE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
	TE DE PLANTA		VÁLVULA DE COMPUERTA O INDICADA
	TE DE PVC PERFIL		VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	CODO PVC 90° PLANTA		VÁLVULA DE GLOBO
	CODO PVC 90° PERFIL		LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL		TUBO PVC ø 3/4" O INDICADO PARA AGUA POTABLE
	REDUCTOR PVC DE ø 1" A ø 1/2"		TUBO CPVC ø 1/2" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE
	REDUCTOR PVC DE ø 1" A ø 3/4"		CALENTADOR PARA AGUA ELÉCTRICO
	VÁLVULA DE PASO		CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE ø 3/4" A ø 1/2"
	VÁLVULA DE BOLA		

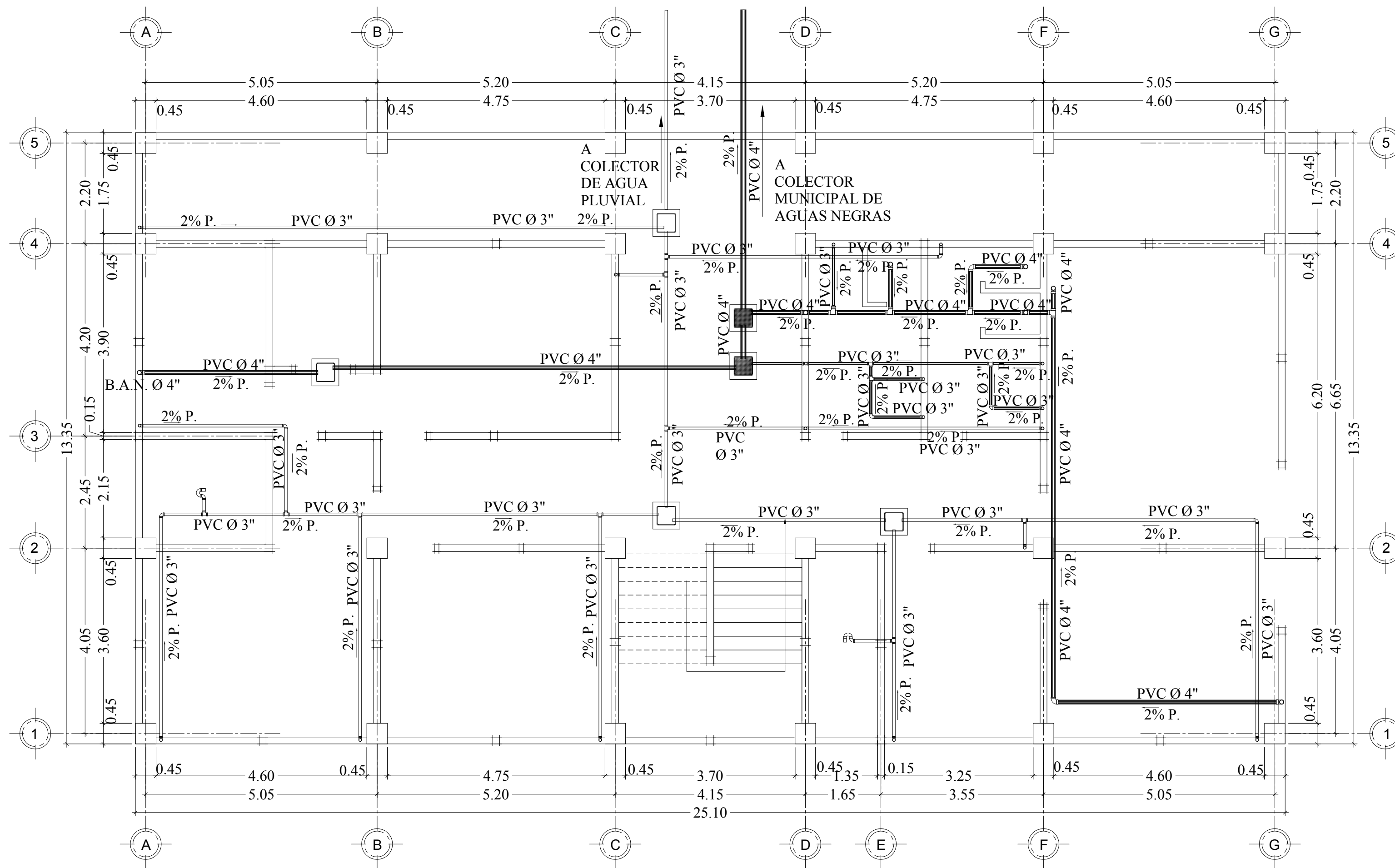


Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

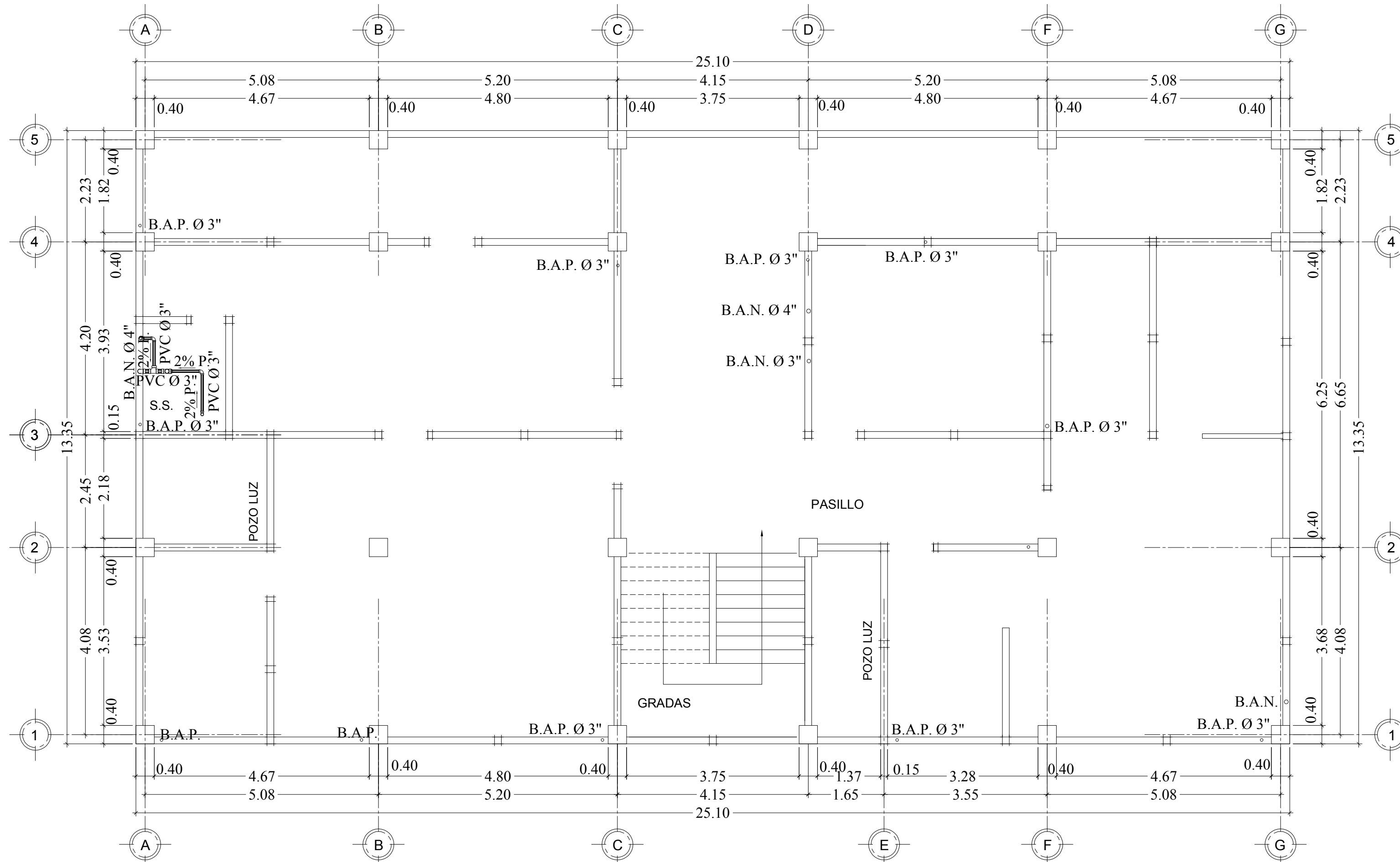
ENRIQUE VELASCO Diseño:  
 ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
 ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
 2001 - 17360 Carnet:  
 Ing. Angél Sic García Asesor:  
 MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

HOJA No. **12**  
**14**



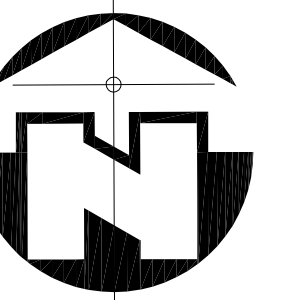


**PLANTA PRIMER NIVEL**  
Escala 1 / 075



**PLANTA SEGUNDO NIVEL**  
Escala 1 / 075

SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		SIFÓN TERMINAL PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PERFIL
	PENDIENTE DE TECHOS		TE PLANTA
	TUBO DE DRAJAJE AGUA PLUVIAL DIAMETRO DE 3"		TE ELEVACIÓN
	TUBO DE DRAJAJE AGUAS NEGRAS		CODO 90° PERFIL
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA		CODO 90° ELEVACIÓN
	REDUCTOR DE 3" A 2"		CODO 45° PERFIL
	REDUCTOR DE 4" A 3"		CODO 90° BAJA
			BAJADA DE DRENAJE
			BAJADA DE AGUA PLUVIAL

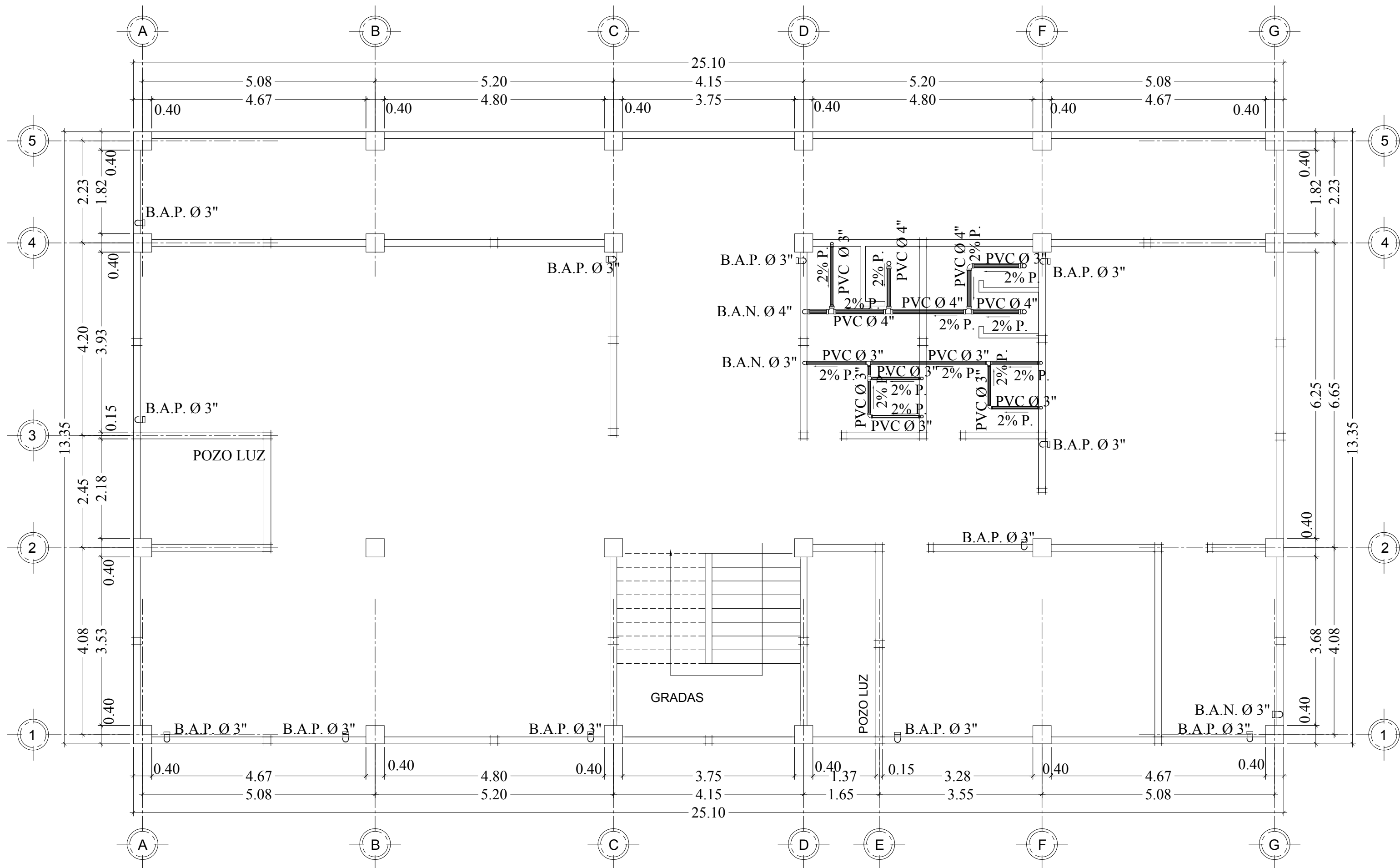


Proyecto:  
**EDIFICIO MUNICIPAL**  
DIRECCIÓN:  
**Sn. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
Plano de:  
**PLANTA ACOTADA**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
2001 - 17360 Carnet:  
Ing. Angél Sic García Asesor:  
MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

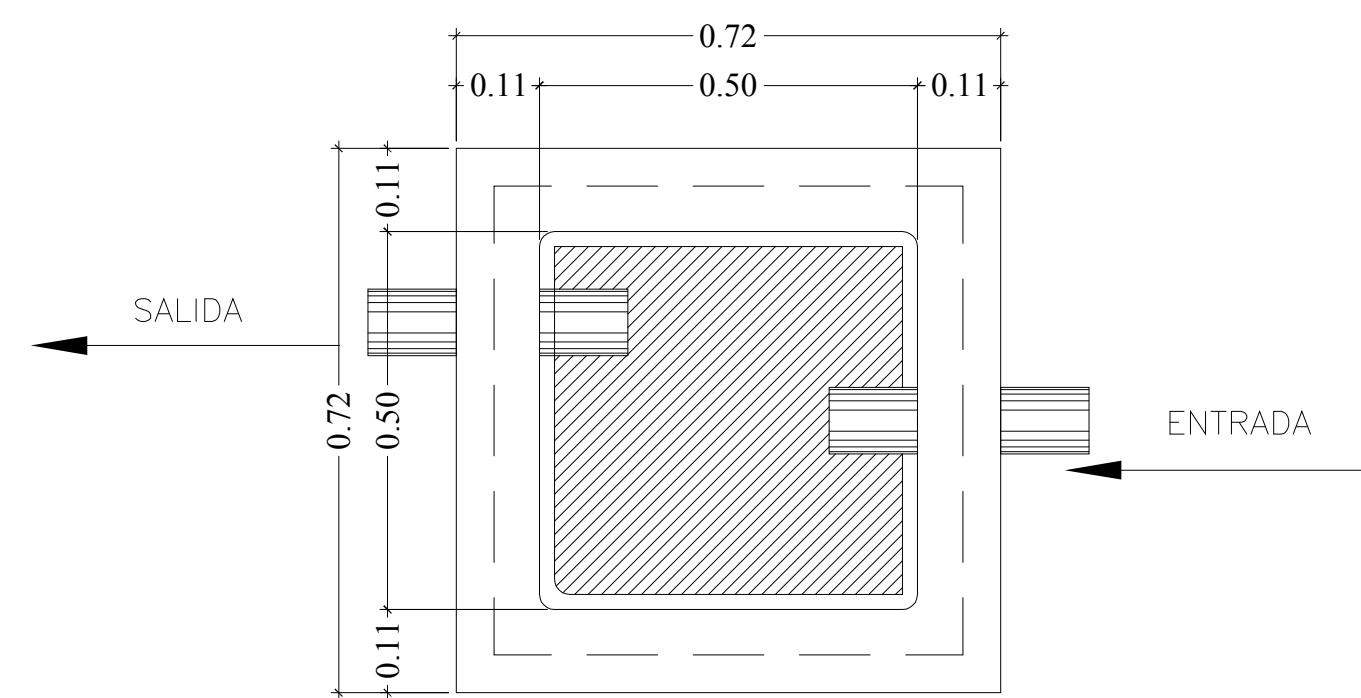
HOJA No.  
**13**  
**14**





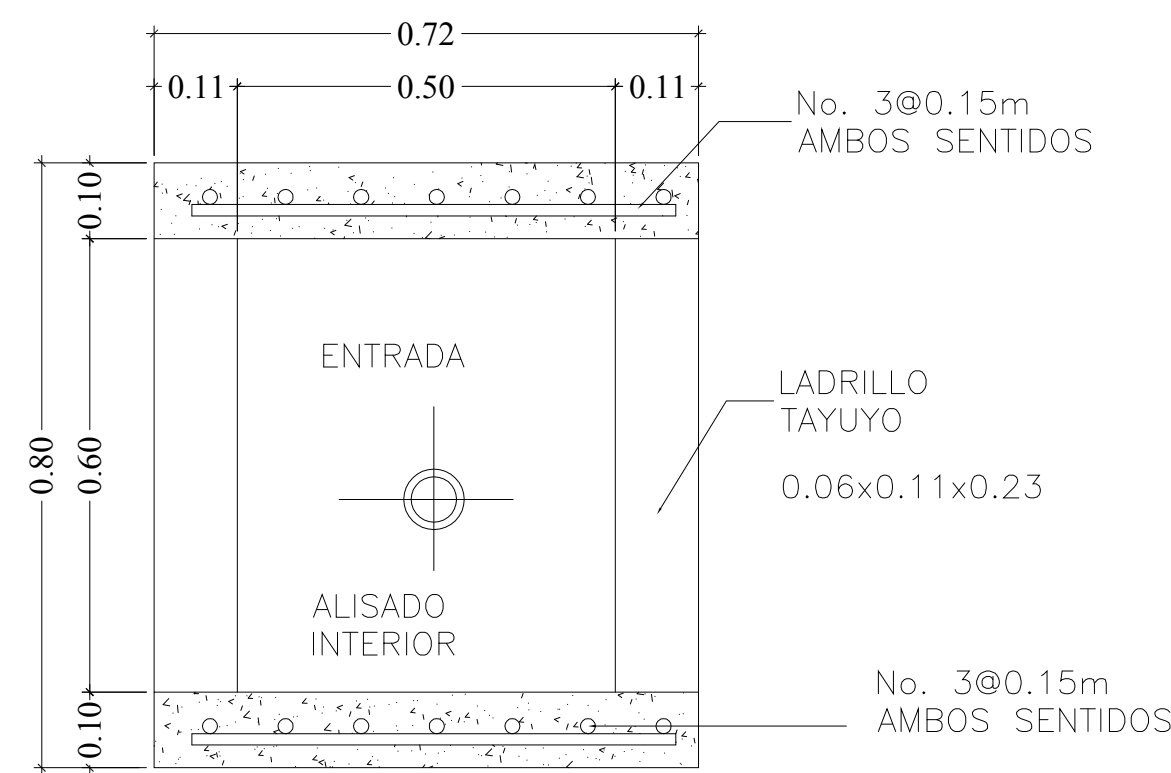
**PLANTA TERCER NIVEL**

Escala 1 / 075



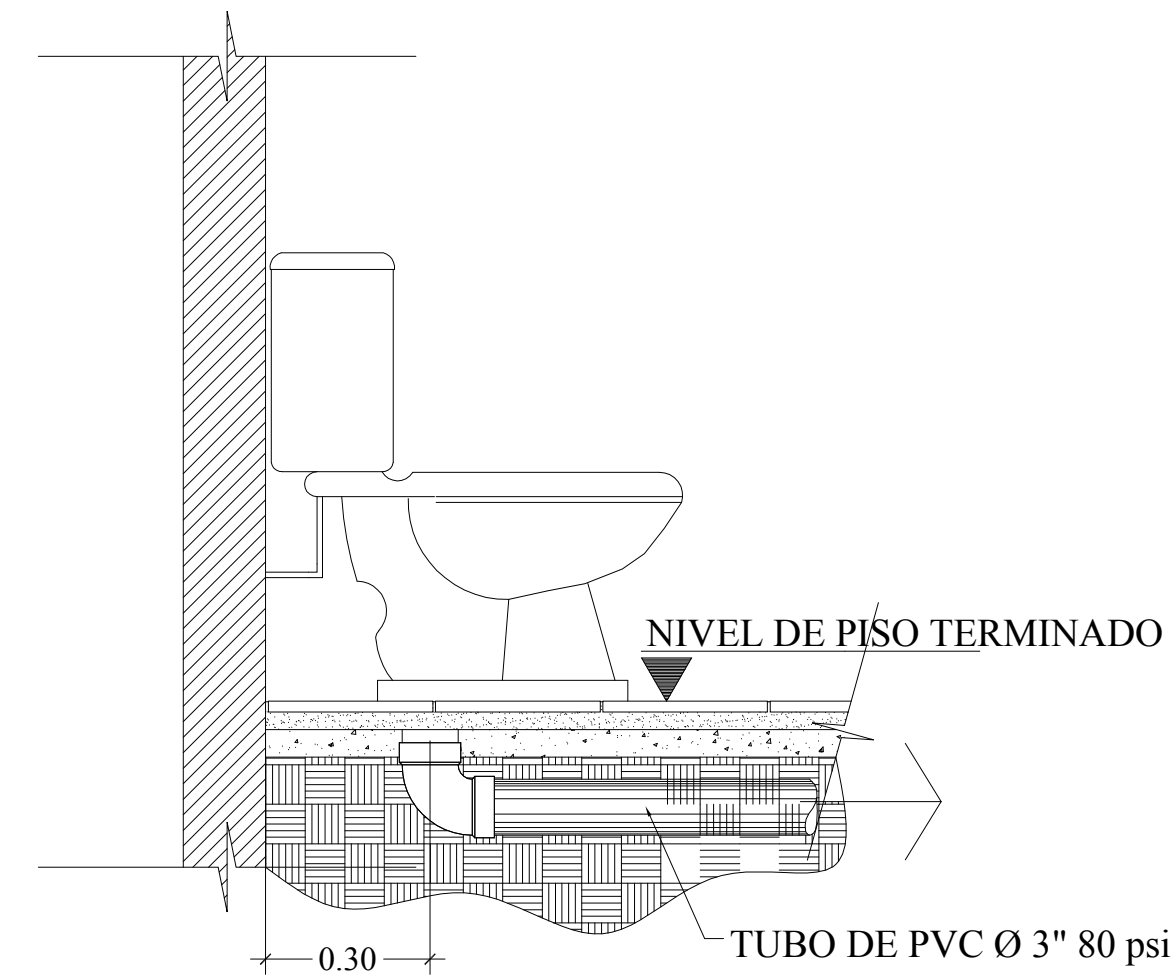
**PLANTA CAJA DRENAJE**

Escala 1 / 010

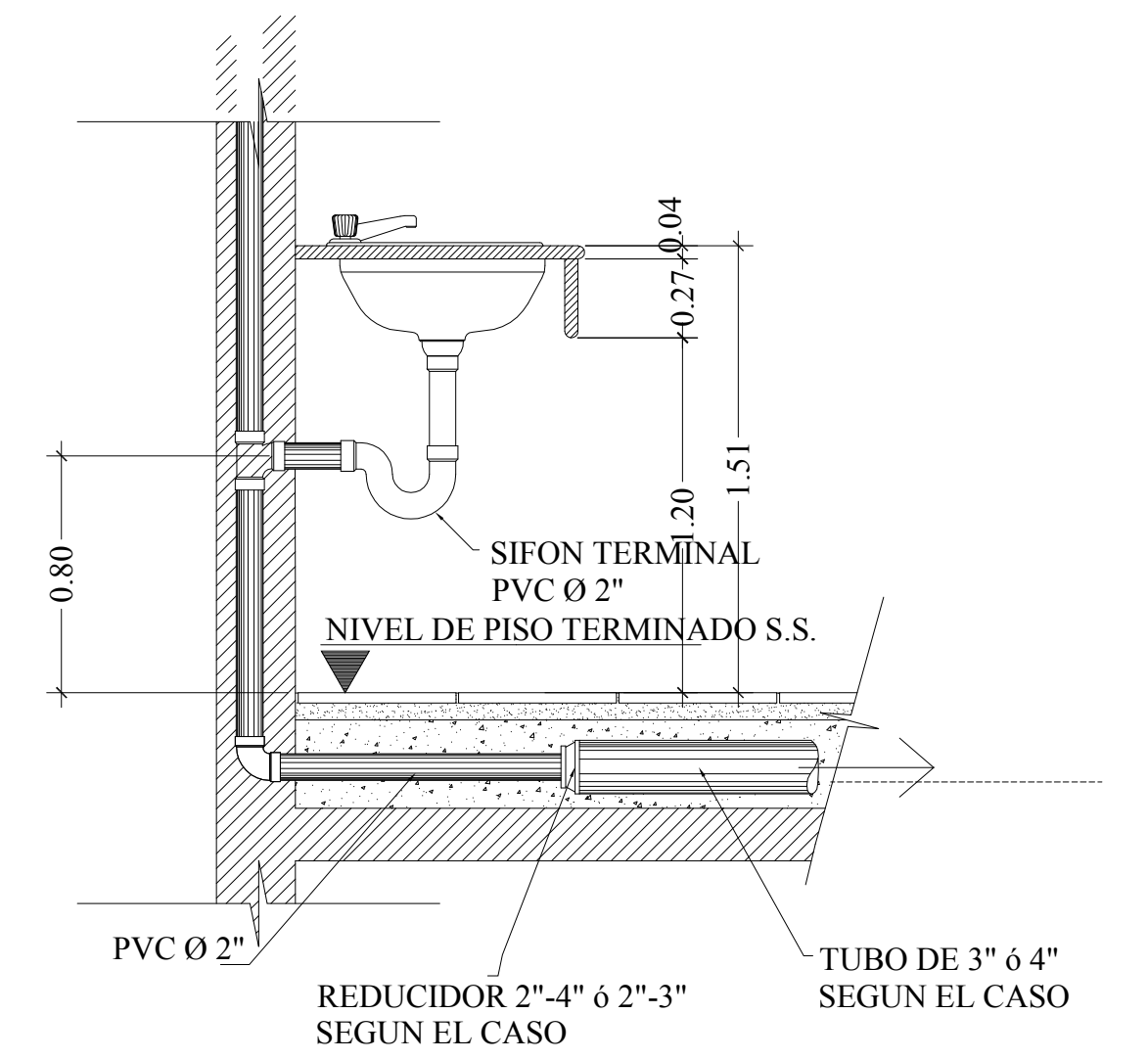


**ELEVACIÓN CAJA DRENAJE**

Escala 1 / 010



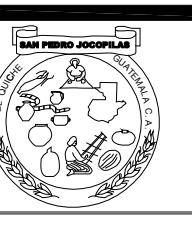
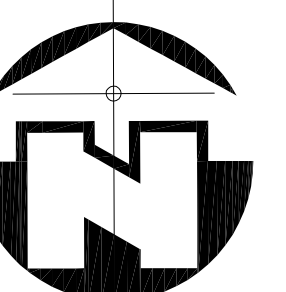
**ACOMETIDA INODORO**



**ACOMETIDA LAVAMANOS**

**SIMBOLOGIA DE DRENAJES**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		SIFÓN TERMINAL PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PERFIL
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL		TE PLANTA
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL DIAMETRO DE 3"		TE ELEVACIÓN
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS		CODO 90° PERFIL
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA		CODO 90° ELEVACIÓN
	REDUCTOR DE 3" A 2"		CODO 45° PERFIL
	REDUCTOR DE 4" A 3"		CODO 90° BAJA
			BAJADA DE DRENAJE
			BAJADA DE AGUA PLUVIAL



Proyecto: **EDIFICIO MUNICIPAL**  
 DIRECCIÓN: **Sr. PEDRO JOCOPILAS QUICHE**  
 Plano de: **PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS**

ENRIQUE VELASCO Diseño:  
 ENRIQUE VELASCO Cálculo:  
 ENRIQUE VELASCO Dibujo:  
 2001 - 17360 Carnet:  
 Ing. Angél Sic García Asesor:  
 MARZO 2,010 Fecha:  
**FASE E P S**

HOJA No. **14** / **14**



## **ANEXOS**

1. Coeficientes para determinación de momentos actuantes en losas
2. Curva de intensidad de lluvia departamento de Cobán
3. Ensayo de compresión triaxial
4. Diagrama de iteraciones para diseño de columnas rectangulares
5. Mapa de ubicación de los proyectos














## Coeficientes para momentos negativos

Relación $m = a/b$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	$C_a^-$	0,045		0,050	0,075	0,071		0,033	0,061
	$C_b^-$	0,045	0,076	0,050			0,071	0,061	0,033
0,95	$C_a^-$	0,050		0,055	0,079	0,075		0,038	0,066
	$C_b^-$	0,041	0,072	0,045			0,067	0,056	0,029
0,90	$C_a^-$	0,055		0,060	0,080	0,079		0,043	0,068
	$C_b^-$	0,037	0,070	0,040			0,062	0,052	0,025
0,85	$C_a^-$	0,060		0,066	0,082	0,083		0,049	0,072
	$C_b^-$	0,031	0,066	0,034			0,057	0,046	0,021
0,80	$C_A^-$	0,066		0,071	0,083	0,086		0,055	0,075
	$C_b^-$	0,027	0,061	0,029			0,051	0,041	0,017
0,75	$C_A^-$	0,069		0,076	0,085	0,088		0,061	0,078
	$C_b^-$	0,022	0,056	0,024			0,044	0,036	0,014
0,70	$C_A^-$	0,074		0,081	0,086	0,091		0,068	0,081
	$C_b^-$	0,017	0,050	0,019			0,038	0,029	0,011
0,65	$C_A^-$	0,077		0,085	0,087	0,093		0,074	0,083
	$C_b^-$	0,014	0,043	0,015			0,031	0,024	0,008
0,60	$C_A^-$	0,081		0,089	0,088	0,095		0,080	0,085
	$C_b^-$	0,010	0,035	0,011			0,024	0,018	0,006
0,55	$C_A^-$	0,084		0,092	0,089	0,096		0,085	0,086
	$C_b^-$	0,007	0,028	0,008			0,019	0,014	0,005
0,50	$C_A^-$	0,088		0,094	0,090	0,097		0,089	0,088
	$C_b^-$	0,006	0,022	0,006			0,014	0,010	0,003

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empujada al apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H Nilson. Diseño de estructuras de concreto. p. 378.

**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta**

Relación $m = a/b$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
									
$C_a^{+ CM}$	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
$C_b^{+ CM}$	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,020
$C_a^{+ CM}$	0,040	0,020	0,021	0,030	0,028	0,036	0,031	0,022	0,024
$C_b^{+ CM}$	0,033	0,016	0,025	0,024	0,015	0,024	0,031	0,021	0,017
$C_a^{+ CM}$	0,046	0,022	0,025	0,033	0,029	0,039	0,035	0,025	0,026
$C_b^{+ CM}$	0,029	0,014	0,024	0,022	0,013	0,021	0,028	0,019	0,015
$C_a^{+ CM}$	0,050	0,024	0,029	0,036	0,031	0,042	0,040	0,029	0,028
$C_b^{+ CM}$	0,028	0,012	0,022	0,019	0,011	0,017	0,025	0,017	0,013
$C_a^{+ CM}$	0,058	0,028	0,034	0,039	0,032	0,045	0,045	0,032	0,029
$C_b^{+ CM}$	0,023	0,011	0,020	0,016	0,009	0,015	0,022	0,015	0,010
$C_a^{+ CM}$	0,061	0,028	0,040	0,043	0,033	0,048	0,051	0,036	0,031
$C_b^{+ CM}$	0,019	0,009	0,018	0,013	0,007	0,012	0,020	0,013	0,007
$C_a^{+ CM}$	0,068	0,030	0,046	0,046	0,035	0,051	0,058	0,040	0,033
$C_b^{+ CM}$	0,016	0,007	0,016	0,011	0,005	0,009	0,017	0,011	0,006
$C_a^{+ CM}$	0,074	0,032	0,054	0,050	0,036	0,054	0,065	0,044	0,034
$C_b^{+ CM}$	0,013	0,006	0,014	0,009	0,004	0,007	0,014	0,009	0,005
$C_a^{+ CM}$	0,081	0,034	0,062	0,053	0,037	0,056	0,073	0,048	0,036
$C_b^{+ CM}$	0,010	0,004	0,011	0,007	0,003	0,006	0,012	0,007	0,004
$C_a^{+ CM}$	0,088	0,036	0,071	0,056	0,038	0,058	0,081	0,052	0,037
$C_b^{+ CM}$	0,008	0,003	0,009	0,005	0,002	0,004	0,009	0,005	0,003
$C_a^{+ CM}$	0,095	0,037	0,080	0,059	0,039	0,061	0,089	0,056	0,038
$C_b^{+ CM}$	0,006	0,002	0,007	0,004	0,001	0,003	0,007	0,004	0,002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada al apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H Nilson. Diseño de estructuras de concreto. p. 379.

## Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva

Relación $m = a/b$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$C_a^{*cv}$	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,030
$C_b^{*cv}$	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,030	0,028
$C_a^{*cv}$	0,040	0,030	0,031	0,035	0,034	0,038	0,036	0,031	0,032
$C_b^{*cv}$	0,033	0,025	0,029	0,029	0,024	0,029	0,032	0,027	0,025
$C_a^{*cv}$	0,045	0,034	0,035	0,039	0,037	0,042	0,040	0,035	0,036
$C_b^{*cv}$	0,029	0,022	0,027	0,026	0,021	0,025	0,029	0,024	0,022
$C_a^{*cv}$	0,050	0,037	0,040	0,043	0,041	0,046	0,045	0,040	0,039
$C_b^{*cv}$	0,026	0,019	0,024	0,023	0,019	0,022	0,026	0,022	0,020
$C_a^{*cv}$	0,056	0,041	0,045	0,048	0,044	0,051	0,051	0,044	0,042
$C_b^{*cv}$	0,023	0,017	0,022	0,020	0,016	0,019	0,023	0,019	0,017
$C_a^{*cv}$	0,061	0,045	0,051	0,052	0,047	0,055	0,056	0,049	0,046
$C_b^{*cv}$	0,019	0,014	0,019	0,016	0,013	0,016	0,020	0,016	0,013
$C_a^{*cv}$	0,068	0,049	0,057	0,057	0,051	0,060	0,063	0,054	0,050
$C_b^{*cv}$	0,016	0,012	0,016	0,014	0,011	0,013	0,017	0,014	0,011
$C_a^{*cv}$	0,074	0,053	0,064	0,062	0,056	0,064	0,070	0,059	0,054
$C_b^{*cv}$	0,013	0,010	0,014	0,011	0,009	0,010	0,014	0,011	0,009
$C_a^{*cv}$	0,081	0,058	0,071	0,067	0,059	0,068	0,077	0,065	0,059
$C_b^{*cv}$	0,010	0,007	0,011	0,009	0,007	0,008	0,011	0,009	0,007
$C_a^{*cv}$	0,088	0,062	0,080	0,072	0,063	0,073	0,085	0,070	0,063
$C_b^{*cv}$	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,006	0,009	0,007	0,006
$C_a^{*cv}$	0,095	0,066	0,088	0,077	0,067	0,078	0,092	0,076	0,067
$C_b^{*cv}$	0,006	0,004	0,007	0,005	0,004	0,005	0,007	0,005	0,004

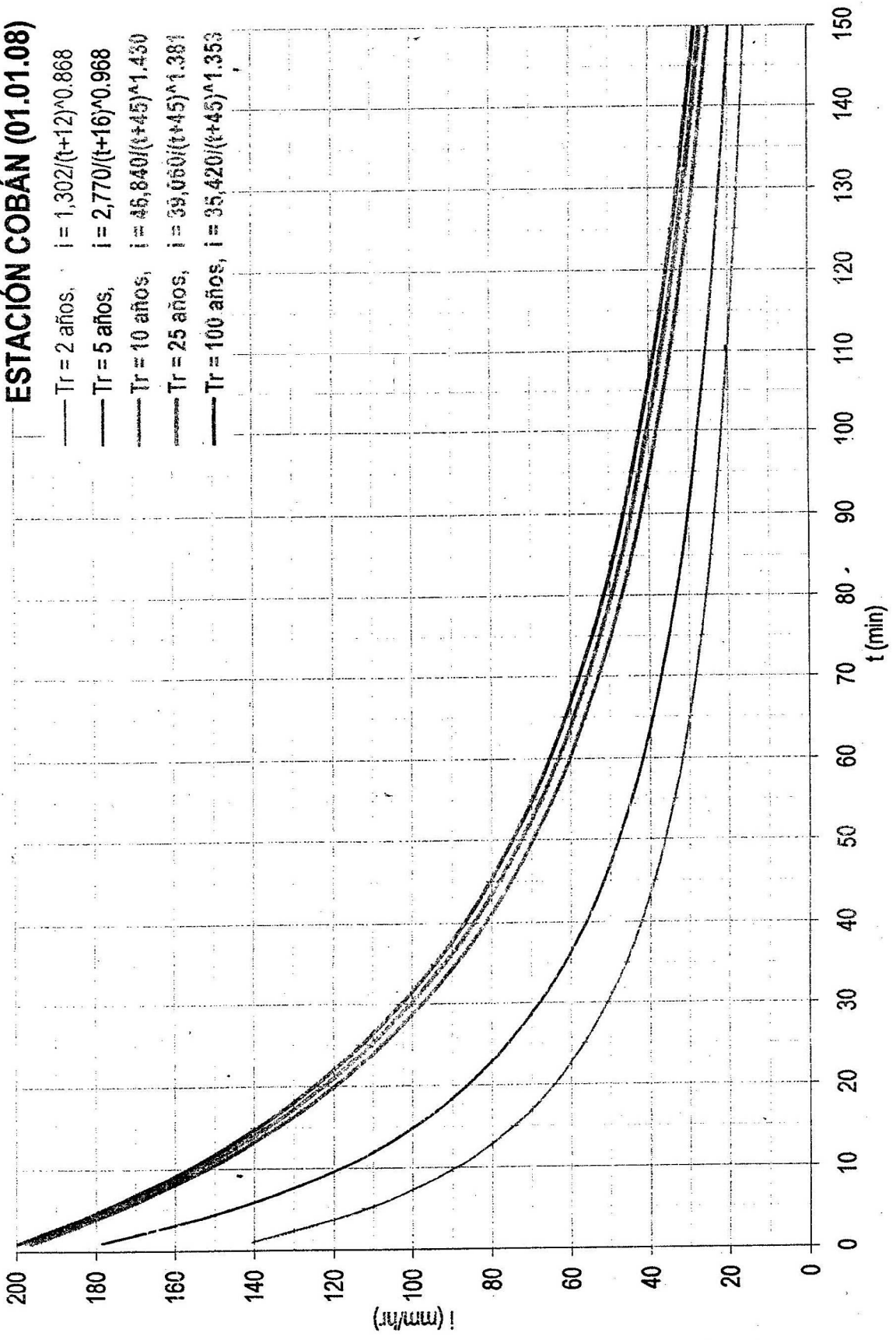
* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada al apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H Nilson. Diseño de estructuras de concreto. p. 380.



# ESTACIÓN COBÁN (01.01.08)

- Tr = 2 años,  $i = 1,302/(t+12)^{0.868}$
- Tr = 5 años,  $i = 2,770/(t+16)^{0.968}$
- Tr = 10 años,  $i = 46,840/(t+45)^{1.430}$
- Tr = 25 años,  $i = 39,060/(t+45)^{1.381}$
- Tr = 100 años,  $i = 35,420/(t+45)^{1.353}$



12  
43)



# Ensayos de laboratorio de suelos límites de atemberg



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



INFORME No. 093 S.S.

O.T. No. 17,451

Interesado: DENNIS LEONEL LINARES JUAREZ  
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Pedro Jocopilas, Quiché.  
Pozo No.: 1 Profundidad: 2.00 metros

FECHA: 26 de marzo de 2004

## RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	32.8	6.1	ML	Limo arcilloso color café.

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente.

Vo. Bo.

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

Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

# Ensayos de laboratorio de suelos contenido de humedad



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



O.T. No.: 17451

Informe No.: 094 S.S.

INTERESADO: DENNIS LEONEL LINARES JUAREZ

PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION

ASUNTO: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Norma: ASTM D-2216-80

UBICACIÓN: SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHE.

POZO No.: 1

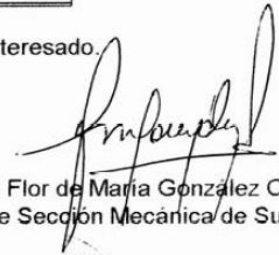
FECHA: 26 de marzo de 2004

## RESULTADO DEL ENSAYO:

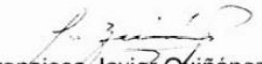
PROFUNDIDAD (Metros)	HUMEDAD %
0.00-0.50	24.7
0.50-1.00	32.2
1.00-1.50	50.9
1.50-2.00	24.2
2.00-2.50	30.8
2.50-3.00	35.8
3.00-3.50	35.3
3.50-4.00	12.3

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

  
Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo. Bo.

  
Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC

# Ensayos de laboratorio de suelos compresión triaxial

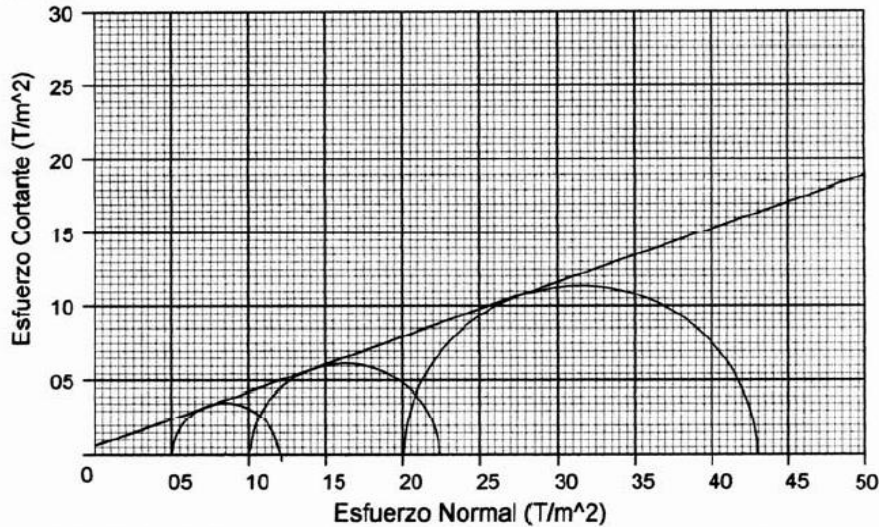


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 092 S.S. O.T.No.: 174,151  
 INTERESADO: DENNIS LEONEL LINARES JUAREZ  
 PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION  
 UBICACION: San Pedro Jocopilas, Quiché.  
 Pozo No.: 1 Profundidad: 2.00 metros FECHA: 25 de marzo de 2004



**PARAMETROS DE CORTE:**

$\phi = 20.3^\circ$  ,  $C_u = 0.5 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcilloso color café  
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0" Remoldeada  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado..

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL $\sigma_3$ (T/m ² )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ² )	6.89	12.37	23.02
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ² )			
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	6.0	12.0
DENSIDAD SECA (T/m ³ )	1.17	1.17	1.17
HUMEDAD (%H)	32.0	32.0	32.0

Atentamente,

Vo. Bo.

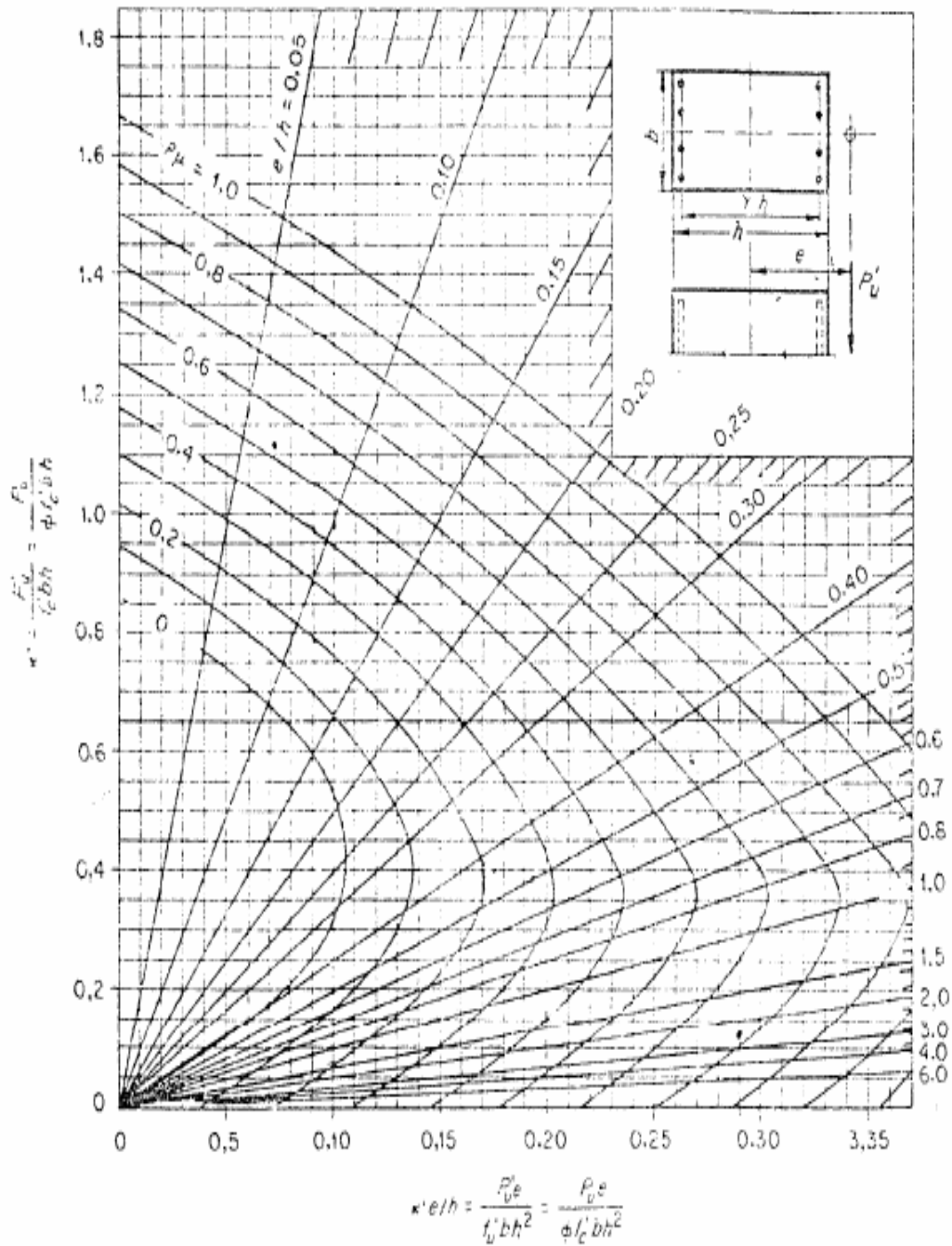
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
 DIRECTOR CII/USAC



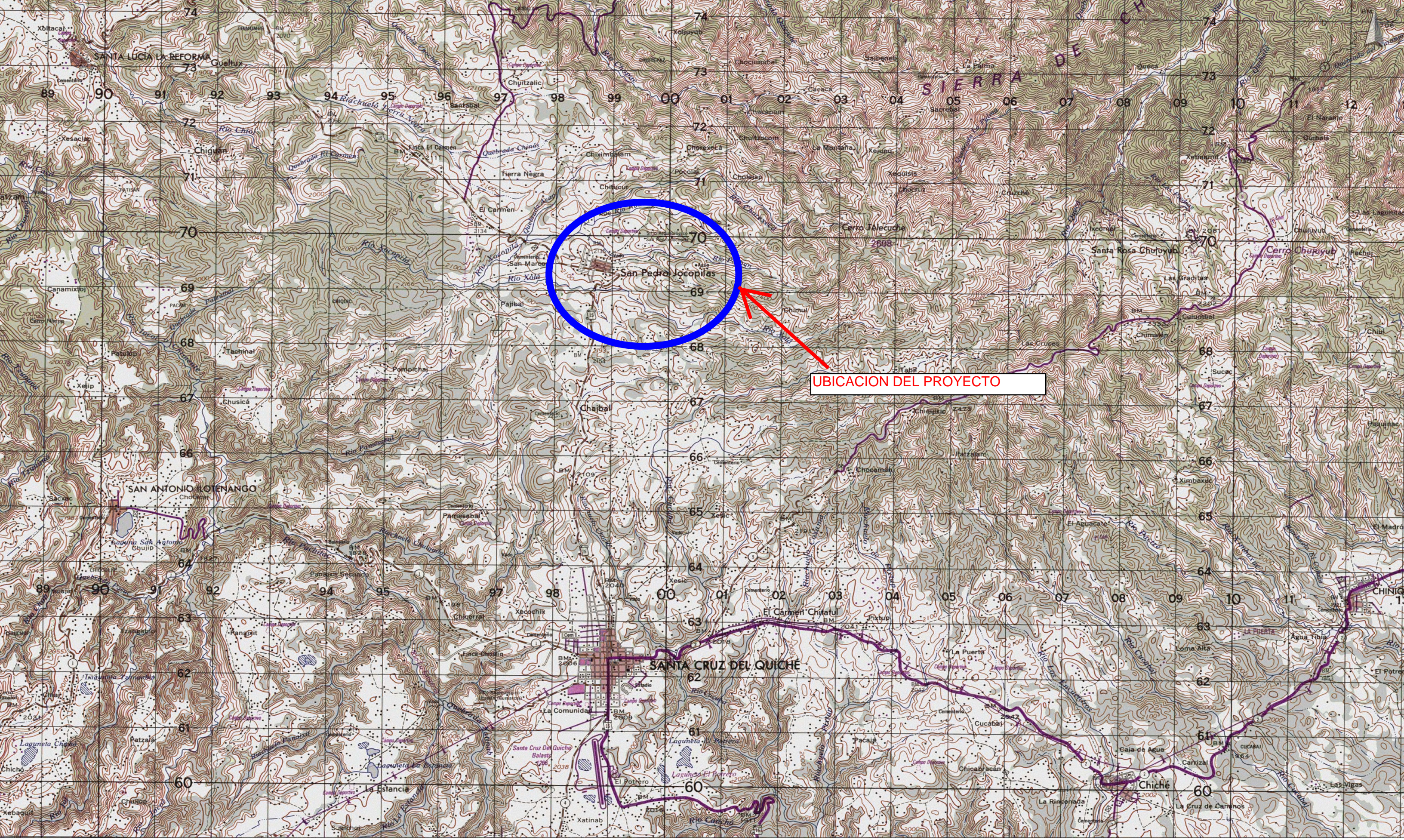
Inga. Flor de María González Culajay  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



Diagrama de iteraciones para diseño de columnas rectangulares







UBICACION DEL PROYECTO

