



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

**DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO,
CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO
ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Héctor Armando Monzón Duarte

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO,
CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO
ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HÉCTOR ARMANDO MONZÓN DUARTE
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA 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 DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO,
CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO
ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha marzo de 2011.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Héctor Armando Monzón Duarte



Guatemala, 22 de marzo de 2012
Ref.EPS.DOC.533.03.12

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 **Héctor Armando Monzón Duarte** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200611403**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**.

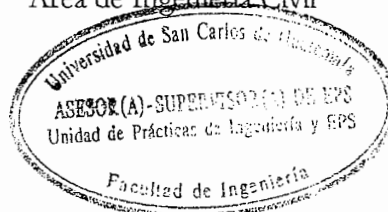
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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,
2 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 DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Armando Monzón Duarte, 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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
2 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 DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Armando Monzón Duarte, 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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.





Guatemala, 21 de mayo de 2012
Ref.EPS.D.531.05.12

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 DE LA ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Armando Monzón Duarte**, 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





REF.DIR.EMI.109.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS, PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN ELEMENTOS MECÁNICOS Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PARO EN UNA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE TUBERÍA CORRUGADA DE DOBLE PARED DE PVC**, presentado por el estudiante universitario **Erick Estuardo Ordóñez Pineda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peraltá Dardón
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA ESCUELA PRIMARIA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO CIUDAD QUETZAL Y DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor Armando Monzón Duarte**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, julio de 2012

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Ingeniero de un universo perfecto y equilibrado, por brindarme la dicha de cumplir una meta de vida.
Mis padres	Héctor Monzón y Aura Duarte, por ser los pilares de mi vida, por su apoyo incondicional, y por llegar junto a mí a realizar este sueño. Con todo mi amor.
Mis hermanos	Carlos y Aura, por estar siempre presentes en todas las etapas de mi vida y ser mis mejores amigos.
Mis abuelos	Petronila García, Celia García, Armando Monzón (q.e.p.d.) porque sé que están junto a mí en este momento de triunfo.
Mis primos	A todos en general. Con mucho cariño.
Mis tíos y tías	Armando, Nora, Lidia, Olga, Julia, René, Rosa. Con mucho cariño y respeto.
Mi familia en general	Por el apoyo y cariño recibido a lo largo de mi vida.
Mis amigos y compañeros	Por cumplir junto a mí un objetivo de vida, y por el apoyo que siempre me brindaron.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi alma máter, por permitirme culminar mi vida académica en tan glorioso recinto.
Mi patria	Guatemala.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la capacidad de razonamiento, entendimiento, paciencia y disciplina para poder culminar esta etapa de mi vida para gloria de su Santo nombre y satisfacción de mis padres.
- Mis padres** Por ser mis guías, mi ejemplo de trabajo duro y vida plena; por ser quienes me animan a seguir adelante, a dar lo mejor de mí para la realización de este sueño que logramos juntos. Dios les bendiga siempre y me permita retribuirles con creces sus sacrificios.
- Mi abuela Petronila** Una persona sabia, que enseñó con su ejemplo que el trabajo duro tiene grandes recompensas; sé que desde el cielo está sonriendo junto a mí en mis momentos de triunfo y llora conmigo mis fracasos. Siga cuidando de su familia mi Petro. Este triunfo es para usted con todo mi corazón.
- Mis hermanos** Por ser mis mejores amigos, por compartir la alegría y rutina de la vida diaria, y ser por quienes deseo superar todas las adversidades venideras. Muchas gracias por todo.
- Mi asesor** Ingeniero Ángel Sic, por su apoyo y consejos durante el proceso de EPS.

Mis amigos y amigas En especial a Alejandro Hernández, Gustavo Campos, Luis Fernando Alvarado, Fernando Martínez, Sergio Villalta, Rafael Chinchilla, Luis Fernando Barrera, Pablo Noriega, Raúl Sánchez, Allan Pellecer, José Zambrano, Freddy Rodríguez, Lester Monterroso, Abner Herrera, Jorge López, Mónica Venegas, María José González, Lucía Rosales, Rocío Vásquez, Anabela Díaz. Gracias por su apoyo y los buenos momentos juntos.

Ing. Mario Corzo Por compartir sus conocimientos de manera desinteresada y abierta.

Ing. Mario Vitorazzi Por brindar sus conocimientos de forma didáctica y sin reservas.

La Universidad de San Carlos de Guatemala Lugar de formación de grandes mentes, que me ha abierto las puertas de su tricentenaria historia y que ahora me permite decir con satisfacción: misión cumplida, soy Sancarlista.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XIX
GLOSARIO	XXIII
RESUMEN.....	XXVII
OBJETIVOS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN	XXXI
1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	1
1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez	1
1.1.1. Ubicación geográfica.....	1
1.1.2. Topografía.....	2
1.1.3. Clima	4
1.1.4. Cultura	4
1.1.4.1. Traje típico	4
1.1.4.2. Costumbres	4
1.1.4.3. Feria del pueblo.....	5
1.1.5. Actividades económicas.....	5
1.1.5.1. Agricultura	5
1.1.5.2. Tapicería	5
1.1.6. Características demográficas.....	6
1.1.6.1. Organización socioeconómica.....	6
1.2. Monografía del caserío Asunción Chivoc.....	6
1.2.1. Topografía.....	9
1.2.2. Clima	10
1.2.2.1. Temperatura.....	11

	1.2.2.2.	Intensidad de lluvia	12
	1.2.3.	Características de infraestructura	13
	1.2.4.	Características socioeconómicas	14
	1.2.4.1.	Actividades económicas	14
	1.2.4.2.	Características demográficas.....	14
2.		PARÁMETROS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO	15
2.1.		Estudio topográfico	15
	2.1.1.	Planimetría.....	15
	2.1.2.	Altimetría.....	15
2.2.		Consideraciones generales para el diseño de alcantarillados sanitarios	16
	2.2.1.	Selección de ruta	16
	2.2.2.	Período de diseño.....	17
	2.2.3.	Estimación de la población tributaria	17
	2.2.3.1.	Incremento aritmético	17
	2.2.3.2.	Incremento geométrico	18
	2.2.4.	Velocidad de diseño	18
	2.2.4.1.	Criterios del INFOM	18
	2.2.4.2.	Criterios del CIG	19
	2.2.5.	Pendiente.....	19
	2.2.6.	Cálculo de caudales	19
	2.2.6.1.	Caudal domiciliar	19
		2.2.6.1.1. Dotación de agua potable	20
		2.2.6.1.2. Factor de retorno.....	21
	2.2.6.2.	Caudal comercial	21
	2.2.6.3.	Caudal industrial	22
	2.2.6.4.	Caudal de infiltración	22

	2.2.6.4.1.	Criterios del INFOM.....	22
	2.2.6.4.2.	Criterios del CIG	23
2.2.6.5.		Caudal ilícito.....	24
	2.2.6.5.1.	Criterios del INFOM.....	24
	2.2.6.5.2.	Criterios del CIG	24
2.2.6.6.		Caudal medio	24
	2.2.6.6.1.	Factor de caudal medio (fqm).....	25
2.2.6.7.		Caudal máximo	25
	2.2.6.7.1.	Factor de Harmond.....	25
	2.2.6.7.2.	Factor de caudal máximo	26
2.2.6.8.		Caudal de diseño	26
2.2.7.		Principios hidráulicos	26
	2.2.7.1.	Relaciones hidráulicas	27
	2.2.7.2.	Coeficiente de rugosidad de Manning	28
	2.2.7.3.	Diámetro de tuberías.....	28
	2.2.7.4.	Profundidades de las tuberías.....	29
2.2.8.		Cotas invert.....	29
	2.2.8.1.	Criterios del INFOM.....	29
	2.2.8.2.	Criterios del CIG.....	30
2.2.9.		Pozos de visita.....	31
	2.2.9.1.	Distancia entre pozos.....	32
	2.2.9.2.	Diámetro de pozos	32
2.2.10.		Conexiones domiciliars	32
	2.2.10.1.	Tubería domiciliar.....	33
	2.2.10.2.	Caja o candela	33
2.3.		Tratamiento de aguas residuales.....	33

2.3.1.	Sistemas de tratamiento primario	33
2.3.1.1.	Fosa séptica.....	34
2.3.1.2.	Pozo de absorción	34
3.	PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL	37
3.1.	Generalidades de diseño arquitectónico.....	37
3.1.1.	Áreas y espacios mínimos	37
3.1.1.1.	Salones de clase.....	37
3.1.1.1.1.	Área por educando.....	38
3.1.1.1.2.	Puertas y ventanas	38
3.1.1.2.	Sector administrativo	38
3.1.1.3.	Sector de servicio	39
3.1.2.	Iluminación y ventilación	39
3.1.2.1.	Iluminación natural.....	40
3.1.2.2.	Iluminación artificial.....	40
3.1.2.3.	Confort térmico	40
3.1.3.	Circulación peatonal	40
3.1.3.1.	Circulación horizontal (pasillos)	41
3.1.3.2.	Circulación vertical (gradas).....	41
3.2.	Generalidades de diseño estructural	41
3.2.1.	Diafragmas (losas).....	41
3.2.1.1.	Diafragma rígido	42
3.2.2.	Vigas.....	43
3.2.3.	Columnas.....	43
3.2.4.	Cimentaciones	43
3.2.4.1.	Cimentaciones superficiales	44
3.2.4.2.	Cimentaciones profundas	45
3.2.5.	Estudio de cargas	45
3.2.5.1.	Cargas gravitacionales	45

	3.2.5.1.1.	Carga viva	46
	3.2.5.1.2.	Carga muerta.....	46
	3.2.5.2.	Cargas laterales	47
3.2.6.		Métodos de integración de cargas	47
	3.2.6.1.	Método del área tributaria	48
3.2.7.		Análisis estructural	49
	3.2.7.1.	Métodos de análisis aproximados	49
	3.2.7.2.	Métodos de análisis exactos	50
3.2.8.		Criterios de predimensionamiento estructural	50
	3.2.8.1.	Predimensionamiento de vigas	50
		3.2.8.1.1. Criterio de diseñadores guatemaltecos	51
		3.2.8.1.2. Criterio del ACI	51
	3.2.8.2.	Predimensionamiento de columnas	52
		3.2.8.2.1. Criterio de diseñadores guatemaltecos	52
		3.2.8.2.2. Criterio del ACI	52
	3.2.8.3.	Predimensionamiento de losas	53
		3.2.8.3.1. Losas en un sentido	53
		3.2.8.3.2. Losas en dos sentidos..	53
3.2.9.		Seguridad estructural	54
	3.2.9.1.	Factores de carga	54
	3.2.9.2.	Factores de reducción de resistencia..	54
3.3.		Actividad sísmica de Guatemala	55
3.4.		Criterios de diseño para estructuras sismorresistentes.....	58
	3.4.1.	Selección del método de análisis sísmico.....	59
		3.4.1.1. Método de la fuerza horizontal equivalente	60

	3.4.1.2.	Método de las fuerzas laterales dinámicas.....	60
	3.4.2.	Determinación de la fuerza horizontal equivalente ..	61
	3.4.2.1.	Período fundamental de vibración	63
		3.4.2.1.1. Método A.....	64
		3.4.2.1.2. Método B.....	64
	3.4.2.2.	Factor de modificación de respuesta ..	66
	3.4.2.3.	Coefficiente de respuesta sísmica	66
	3.4.2.4.	Carga muerta sísmica.....	68
	3.4.2.5.	Distribución vertical de la fuerza sísmica.....	68
	3.4.3.	Efectos torsionales	70
	3.4.4.	Distribución horizontal de la fuerza sísmica.....	70
4.		DETALLADO DEL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	75
	4.1.	Diseño del alcantarillado sanitario Asunción Chivoc.....	75
	4.1.1.	Descripción de proyecto en loma 01.....	76
	4.1.2.	Descripción de proyecto en loma 02.....	76
	4.1.3.	Descripción de proyecto en loma 03.....	77
	4.1.4.	Tasa de crecimiento	77
		4.1.4.1. Período de diseño.....	79
		4.1.4.2. Población actual y futura.....	80
	4.1.5.	Integración de caudales.....	80
		4.1.5.1. Caudal domiciliar	81
		4.1.5.2. Caudal de infiltración	82
		4.1.5.3. Caudal ilícito	83
		4.1.5.4. Caudal medio.....	83
		4.1.5.5. Factor de caudal medio	84
	4.1.6.	Proceso de diseño	85

4.1.6.1.	Diseño de tramo inicial de PV-1 a PV-C.....	86
4.1.6.2.	Diseño de tramo de continuidad de PV-C a PV-D	91
4.1.7.	Presupuesto	95
4.1.8.	Cronograma de ejecución	96
4.1.9.	Estudio económico.....	99
4.1.9.1.	Valor Presente Neto	99
4.1.9.2.	Tasa Interna de Retorno	100
4.1.10.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	101
4.1.10.1.	Impactos ocasionados al ambiente ...	101
4.1.10.2.	Impactos adversos no significativos..	101
4.1.10.3.	Impactos benéficos significativos	103
4.1.10.4.	Medidas de mitigación a los principales impactos.....	104
4.1.10.5.	Operación y mantenimiento	104
4.2.	Proceso de diseño estructural de escuela primaria	105
4.2.1.	Descripción general del área disponible para el proyecto	106
4.2.1.1.	Planimetría	106
4.2.1.2.	Altimetría	106
4.2.2.	Criterios de diseño arquitectónico	107
4.2.2.1.	Altura del edificio	107
4.2.3.	Criterios de diseño estructural.....	107
4.2.3.1.	Estudio de cargas.....	109
4.2.3.2.	Predimensionamiento.....	110
4.2.4.	Análisis de cargas	115
4.2.5.	Integración de carga gravitacional	118
4.2.6.	Integración de carga horizontal	125

4.2.6.1.	Masa (peso) sísmica.....	125
4.2.6.1.1.	Carga muerta sísmica .	126
4.2.6.1.2.	Carga viva sísmica.....	127
4.2.6.2.	Período fundamental de vibración	128
4.2.6.3.	Coeficientes sísmicos	128
4.2.6.4.	Método estático: la carga horizontal equivalente.....	130
4.2.6.4.1.	Coeficiente de respuesta sísmica	130
4.2.6.4.2.	Fuerza de tope de piso	131
4.2.6.4.3.	Distribución de la cortante basal.....	132
4.2.6.5.	Torsión.....	133
4.2.6.5.1.	Cálculo del centro de masas	133
4.2.6.5.2.	Cálculo del centro de rigidez	138
4.2.6.6.	Distribución horizontal de la fuerza estática	142
4.2.6.6.1.	Cálculo de excentricidad real y de diseño.....	142
4.2.6.6.2.	Efectos torsionales.....	144
4.2.6.6.3.	Fuerza horizontales finales.....	149
4.2.6.7.	Control de desplazamientos y derivas.....	151
4.2.7.	Métodos de análisis estructural	155

4.2.7.1.	Análisis estructural por el método de Kani con nudos desplazables.....	155
4.2.7.2.	Análisis estructural utilizando Etabs®	162
4.2.7.2.1.	Comparación de resultados.....	164
4.2.8.	Diseño estructural de concreto armado	164
4.2.8.1.	Combinaciones de carga.....	165
4.2.8.1.1.	Envolvente de momentos.....	165
4.2.8.1.2.	Diagramas de corte y momento de diseño	166
4.2.8.2.	Diseño estructural y detallado sismorresistente	168
4.2.8.2.1.	Diseño de vigas	168
4.2.8.2.2.	Diseño de columnas ...	190
4.2.8.2.3.	Diseño de losas para el primer nivel	219
4.2.8.2.4.	Diseño de zapatas.....	230
4.2.8.2.5.	Diseño de zapata combinada.....	242
4.2.8.2.6.	Diseño de gradas	253
4.2.9.	Presupuesto	258
4.2.10.	Cronograma de ejecución	259
4.2.11.	Estudio económico.....	265
4.2.11.1.	Beneficios sociales.....	265
4.2.11.2.	Valor Presente Neto	265
4.2.11.3.	Tasa Interna de Retorno	267
4.2.12.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	267

4.2.12.1.	Impactos ambientales negativos.....	267
4.2.12.2.	Impactos ambientales positivos	268
4.2.12.3.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	269
4.2.12.3.1.	Plan de contingencia ...	269
4.2.12.3.2.	Plan de contingencia en construcción	270
CONCLUSIONES.....		271
RECOMENDACIONES		273
BIBLIOGRAFÍA.....		275
APÉNDICE		279
ANEXOS.....		283

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de San Juan Sacatepéquez	2
2.	Localización del caserío Asunción Chivoc, San Juan Sacatepéquez	9
3.	Esquema general del caserío Asunción Chivoc.....	10
4.	Comportamiento de un diafragma rígido bajo una carga P.....	42
5.	Mapa tectónico de Centro América.....	56
6.	Zona de subducción.....	58
7.	Zona de transcurrencia y fallas secundarias.....	58
8.	Procedimiento Rayleigh	65
9.	Distribución vertical de la fuerza sísmica	69
10.	Combinación del efecto sísmico en dos direcciones	70
11.	Esquema general del proyecto de alcantarillado sanitario.....	76
12.	Tasas de crecimiento para San Juan Sacatepéquez.....	79
13.	Cronograma por sector de la red de alcantarillado sanitario.....	98
14.	Cronograma general para la red de alcantarillado sanitario	98
15.	Flujo de efectivo para el alcantarillado sanitario Asunción Chivoc.....	99
16.	Planta esquemática de la escuela Lomas de San Pedro.....	105
17.	Planta de módulo 2, escuela Lomas de San Pedro	108
18.	Área tributaria para columna crítica en módulo 2	112
19.	Nomenclatura de vigas nivel 1 y 2	119
20.	Áreas tributarias para marco G	122
21.	Consideración de la masa sísmica por nivel.....	125
22.	Distribución vertical del cortante basal.....	133
23.	Centro de masa y centro de rigidez nivel 1 y 2	143

24.	Fuerzas de piso finales, sentido Y.....	151
25.	Fuerzas de piso finales, sentido X.....	151
26.	Estado de cargas para marco del eje G, módulo 2.....	156
27.	Diagrama de momentos para carga muerta por el método de Kani, para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m].....	161
28.	Diagrama de momentos para carga viva por el método de Kani, para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m].....	161
29.	Modelo 3D en Etabs® del módulo 2.....	162
30.	Diagrama de momentos para carga muerta por Etabs® para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m].....	163
31.	Diagrama de momentos para carga viva por Etabs® para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m]	163
32.	Envolvente de momentos para marco del eje G [kg-m].....	166
33.	Envolvente de corte para marco del eje G [kg].....	167
34.	Envolvente de momentos para marco del eje 2 [kg-m].....	167
35.	Envolvente de corte para marco del eje 2 [kg]	168
36.	Detalle de longitud de desarrollo en barras discontinuas [m]	175
37.	Detalle de longitud de anclaje para columna exterior [m]	176
38.	Fuerzas de diseño a corte para viga 227-G-12	180
39.	Diagrama de momento para el punto de corte de barras negativas en el apoyo interior	185
40.	Detalles de refuerzo para viga 227-G-12.....	188
41.	Detalles de refuerzo para viga 228-G-23.....	188
42.	Detalles de refuerzo para viga 127-G-12.....	189
43.	Detalles de refuerzo para viga 128-G-23.....	189
44.	Resistencia nominal a flexión en columna G2 y vigas, sentido X, nivel 1	201
45.	Resistencia nominal a flexión en columna G2 y vigas, sentido Y, nivel 1	202

46.	Diagrama de interacción P-M para la columna G2 con refuerzo $\rho = 1,33\%$	203
47.	Diagrama de interacción con estados de carga para columna G2, con refuerzo $\rho = 1,33\%$	206
48.	Detalle de armado de columna G2-N1.....	210
49.	Momentos máximos probables en vigas, sentido X.....	212
50.	Momentos máximos probables en vigas, sentido Y	212
51.	Detalle de armado de columna G2, nivel 1	216
52.	Análisis de corte para nudo en dirección X.....	218
53.	Análisis de corte para nudo en dirección Y	219
54.	Clasificación de losas de diseño	220
55.	Diagrama de momentos para losas del primer nivel [kg-m]	223
56.	Diagrama de momentos de diseño para losas del primer nivel [kg-m].....	224
57.	Armado especial en esquinas no restringidas, losa primer nivel	228
58.	Armado final losa de primer nivel (entrepiso).....	229
59.	Área tributaria para corte directo	236
60.	Área tributaria para corte en dos direcciones	238
61.	Cálculo de momento crítico en zapata.....	239
62.	Detalle de armado de zapata típica	242
63.	Diagrama de corte y momento para zapata combinada	245
64.	Áreas tributarias para corte por punzonamiento	246
65.	Cálculo de momento crítico en sentido transversal de zapata combinada	250
66.	Detalle de armado zapata combinada	253
67.	Detalle de armado de gradas.....	258
68.	Cronograma de actividades por módulo	264
69.	Cronograma de actividades general	264
70.	Flujo de efectivo para la escuela Lomas de San Pedro	266

TABLAS

I.	División geográfica del municipio de San Juan Sacatepéquez	7
II.	Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima [°C].....	11
III.	Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima [°C].....	12
IV.	Intensidad de lluvia mensual y anual [mm].....	13
V.	Coeficiente de rugosidad de Manning	28
VI.	Número de artefactos sanitarios, según usuarios	39
VII.	Espesor mínimo de vigas o losas en un sentido	51
VIII.	Factores de carga y combinaciones sugeridos por el ACI	55
IX.	Factores de reducción de resistencia sugeridos por el ACI	55
X.	Factor de zona sísmica (Z).....	61
XI.	Coeficientes de respuesta del terreno.....	62
XII.	Factor de cercanía a la fuente.....	62
XIII.	Tipos de perfil de suelos	63
XIV.	Datos demográficos de San Juan Sacatepéquez	77
XV.	Resultados de encuesta sanitaria	79
XVI.	Población actual del caserío Asunción Chivoc.....	80
XVII.	Dotación de agua potable	81
XVIII.	Parámetros de diseño para alcantarillado sanitario Asunción Chivoc	85
XIX.	Datos de entrada para tramo inicial	87
XX.	Datos de entrada para tramo en continuidad	91
XXI.	Presupuesto general red de alcantarillado sanitario Asunción Chivoc	97
XXII.	Carga viva, diseño estructural de la escuela Lomas de San Pedro	109
XXIII.	Carga muerta, diseño estructural de la escuela Lomas de San Pedro	110

XXIV.	Predimensionamiento de vigas	110
XXV.	Predimensionamiento de losas	111
XXVI.	Carga axial sobre columna G2, segundo nivel	113
XXVII.	Carga axial sobre columna G2, primer nivel.....	113
XXVIII.	Predimensionamiento de columnas	114
XXIX.	Peso unitario de columnas [kg/col].....	116
XXX.	Peso unitario de vigas principales [kg/m]	116
XXXI.	Peso unitario de losas [kg/m ²]	117
XXXII.	Peso unitario de muros [kg/m].....	118
XXXIII.	Integración de cargas para vigas del nivel 2	120
XXXIV.	Integración de cargas para vigas nivel 1	121
XXXV.	Peso sísmico muerto total de nivel 2 y 1	126
XXXVI.	Peso sísmico por carga viva en nivel 2 y 1.....	127
XXXVII.	Peso sísmico total por nivel.....	128
XXXVIII.	Resumen de coeficientes de análisis sísmico del UBC-97.....	129
XXXIX.	Cálculo de coeficiente de respuesta sísmica Cs	130
XL.	Distribución vertical del corte basal.....	132
XLI.	Peso de ejes en sentido X, nivel 2	134
XLII.	Peso de ejes en sentido Y, nivel 2	134
XLIII.	Peso de ejes en sentido X, nivel 1	135
XLIV.	Peso de ejes en sentido Y, nivel 1	135
XLV.	Cálculo de centroide en sentido X, nivel 2.....	136
XLVI.	Cálculo de centroide en sentido Y, nivel 2.....	137
XLVII.	Coordenadas del centro de masa	138
XLVIII.	Cálculo del módulo de elasticidad del concreto.....	139
XLIX.	Rigidez de columnas	139
L.	Cálculo de centro de rigidez en sentido X, nivel 2.....	140
LI.	Cálculo de centro de rigidez en sentido Y, nivel 2.....	141
LII.	Coordenadas del centro de rigidez	141

LIII.	Excentricidades y momentos torsionantes de diseño en dirección X.....	144
LIV.	Excentricidades y momentos torsionantes de diseño en dirección Y.....	144
LV.	Factores de distribución de cortante en sentido X, nivel 2.....	146
LVI.	Factores de distribución de cortante en sentido Y, nivel 2.....	146
LVII.	Factores de distribución de cortante en sentido X, nivel 1.....	147
LVIII.	Factores de distribución de cortante en sentido Y, nivel 1.....	147
LIX.	Corte sísmico en los elementos resistentes del nivel 2	148
LX.	Corte sísmico en los elementos resistentes del nivel 1	149
LXI.	Cortante y fuerza de piso en sentido X.....	150
LXII.	Cortante y fuerza de piso en sentido Y.....	150
LXIII.	Cálculo de desplazamiento elástico en ejes del nivel 2	152
LXIV.	Cálculo de desplazamiento elástico en ejes del nivel 1	153
LXV.	Cálculo de deriva elástica e inelástica en ejes del nivel 2	153
LXVI.	Cálculo de deriva elástica e inelástica en ejes del nivel 1	154
LXVII.	Envolvente de momento para viga 228-G-23	165
LXVIII.	Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 227-G-12.....	172
LXIX.	Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 228-G-23.....	176
LXX.	Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 127-G-12.....	177
LXXI.	Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 128-G-23.....	177
LXXII.	Longitud de desarrollo para barras en armado de vigas.....	177
LXXIII.	Longitud de anclaje para barras en tensión.....	178
LXXIV.	Longitud de traslape a flexión para refuerzo en vigas	187
LXXV.	Cargas axial y momento sobre columna G2 primer nivel	190

LXXVI.	Índice de estabilidad para ejes en sentido X, primer nivel	191
LXXVII.	Índice de estabilidad para ejes en sentido Y, primer nivel	192
LXXVIII.	Definición de la esbeltez en columna G2 primer nivel, sentido X.....	193
LXXIX.	Momentos totales (con efectos de esbeltez) para columna G2, primer nivel, sentido X	196
LXXX.	Definición de la esbeltez en columna G2 primer nivel, sentido Y.....	197
LXXXI.	Momentos totales (con efectos de esbeltez) para columna G2, primer nivel, sentido Y	198
LXXXII.	Carga axial y momentos flectores sobre eje X y Y, en columna G2 primer nivel.....	200
LXXXIII.	Momento uniaxial equivalente sobre columna G2	205
LXXXIV.	Balanceo de momentos para nudo A.....	223
LXXXV.	Carga admisible según tipo de suelo.....	232
LXXXVI.	Cargas últimas sobre columna K4 y K5.....	243
LXXXVII.	Áreas de acero para diseño a flexión de gradas	257
LXXXVIII.	Presupuesto general escuela Lomas de San Pedro.....	260
LXXXIX.	Presupuesto para el módulo 1 y 5	262

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ad	Adimensional
A_s	Área de acero de fuerza a tracción o compresión
A_g	Área de sección transversal gruesa
q_u	Capacidad de carga última
P_c	Carga crítica de Euler
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
C_s	Coefficiente sísmico
CIE	Cota invert de entrada

CIS	Cota invert de salida
ρ_b	Cuantía balanceada
ρ	Cuantía de acero de refuerzo
ϵ_s	Deformación unitaria a compresión del concreto
Δ_o	Desplazamiento lateral relativo (deriva)
P-M	Diagrama de interacción carga-momento
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal a tensión.
X_{cm}	Distancia sobre el eje X del centro de masa
X_{cr}	Distancia sobre el eje X del centro de rigidez
Y_{cm}	Distancia sobre el eje Y del centro de masa
Y_{cr}	Distancia sobre el eje Y del centro de rigidez
e_{sx}	Excentricidad directa en el eje X
e_{sy}	Excentricidad directa en el eje Y

C_m	Factor que relaciona el diagrama real de momentos con uno equivalente de momento uniforme.
β_1	Fracción de la distancia desde la fibra de deformación unitaria máxima al eje neutro "C".
P_u	Fuerza axial última de análisis estructural de primer orden.
V_u	Fuerza cortante última de análisis estructural de primer orden.
h/m	Hombres/mujeres
Q	Índice de estabilidad
E_s	Módulo de elasticidad del acero
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M_{pr}	Momento de resistencia máximo probable
M_{ux}	Momento mayorado sobre el eje X
M_{uy}	Momento mayorado sobre el eje Y
ft	Pies

q_a	Presión de contacto admisible
in	Pulgadas
β_{dns}	Relación utilizada para calcular la reducción de la rigidez de las columnas debido a las cargas axiales permanentes.
f'_c	Resistencia a compresión del concreto
V_s	Resistencia a cortante proporcionada por el refuerzo a corte.
f_y	Resistencia a fluencia del acero
f_s	Resistencia a tensión del acero por la resistencia probable.
V_c	Resistencia la cortante proporcionada por el concreto.
K	Rigidez lateral
r	Tasa de crecimiento
V	Velocidad de flujo a sección llena
v	Velocidad de flujo a sección parcialmente llena

GLOSARIO

ACI 318S-08	Instituto Americano del Concreto (por sus siglas en inglés). Comité 318: Reglamento Estructural para Edificaciones. Edición en español; 2008.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (por sus siglas en inglés).
Alcantarillado sanitario	Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales.
Análisis estructural	Proceso que busca encontrar la forma que adquiere una estructura al ser sometida a cargas y los consecuentes esfuerzos a que se ven sometidos sus miembros.
ASTM	Asociación Americana para pruebas y materiales (por sus siglas en inglés).
Capacidad de carga	Esfuerzo máximo por unidad de área que el suelo puede soportar antes que ocurra la falla por cortante.

Cargas	Fuerzas u otras acciones resultantes del peso de los materiales de construcción, los ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, movimientos diferenciales y restricciones a la deformación que afectan a la estructura.
Cargas de servicio	También llamadas cargas de trabajo, son todas las cargas, estáticas o transitorias, que se imponen a la estructura, o elemento estructural, debido al uso de la edificación, sin factores de carga.
Cargas mayoradas	También llamadas cargas de diseño, son todas las cargas de servicio multiplicadas por su respectivo factor de mayoración de carga.
Caudal	Volumen de flujo que pasa en una sección por unidad de tiempo.
Cohesión	Es una medida de la adherencia que hay entre las partículas del suelo debido a la atracción molecular que existe entre ellas.
Corte basal	Carga inducida para reemplazar el efecto de sismo en un edificio, por fuerzas laterales equivalentes que actúan en la base del mismo.
Cuantía	Porcentaje de acero relativo al área de la sección transversal efectiva del concreto.

Diagrama de interacción	Representa el conjunto de pares de esfuerzos, de carga axial y momento, internos máximos que la columna es capaz de soportar sin llegar a la falla.
Dotación	Volumen de agua consumida por un habitante durante un día.
Envolvente	Es la superposición de las gráficas que representa los esfuerzos máximos y mínimos sobre un elemento estructural.
Esbeltez	Es la relación que existe entre la sección transversal de un elemento y su longitud.
Estrato de suelo	Capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del mismo, con propiedades especiales producidas durante su formación, que la distingue de otras capas adyacentes.
Estructura	Es la unidad resistente constituida por una diversidad de materiales que tiene como objetivo soportar una variedad de cargas.
Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación entre dos puntos de referencia.

Fluencia	Deformación que se produce cuando un material está sometido a un esfuerzo constante.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Manto freático	Manto de agua subterránea que se localiza entre dos capas de materiales térreos relativamente permeables.
Pendiente	Inclinación respecto de una línea horizontal.
Profundidad de desplante	Profundidad a la cual se cimentara la base de una zapata.
Retracción	Disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo.
UBC	Código Uniforme de la Edificación (por sus siglas en inglés).
Vida útil	Es el período durante el cual una estructura es capaz de mantener el nivel requerido de resistencia y de servicio.

RESUMEN

El aporte técnico que se realiza durante el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), como apoyo a la Dirección Municipal de Planificación (DMP), de cualquier municipalidad es el desarrollo de un perfil de proyecto desde las bases teóricas que fundamentan técnicamente la factibilidad, hasta la memoria de cálculo, planos, especificaciones y presupuestos, con el fin de que las municipalidades tengan un estudio completo del proyecto para poder ejecutarlos y solventar los problemas que aquejan a sus comunidades.

Como parte del proceso enseñanza-aprendizaje del programa EPS, se presenta el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío Asunción Chivoc, aldea comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala; y el diseño de la escuela primaria para la colonia Lomas de San Pedro, Ciudad Quetzal, aldea Lo de Mejía, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Este documento se divide en 4 capítulos. El primer capítulo describe las zonas de influencia de los proyectos, se brinda una monografía detallada de ambas áreas. El segundo capítulo comprende la base teórica del diseño del alcantarillado sanitario, que se presenta posteriormente, sin profundizar en temas particulares, se brinda el concepto fundamental de cada variable a considerar en el diseño hidráulico y los criterios que se utilizaron para el diseño final.

En el capítulo tres, se describen los parámetros del diseño estructural más importantes, del mismo modo, no profundiza en cada etapa debido a lo extenso del tema, pero se brindan los criterios, metodologías y pasos de cálculo de cada etapa del diseño estructural y arquitectónico de la escuela primaria. El cuarto y último capítulo describe los proyectos que se realizaron, y el desarrollo del proceso de diseño del alcantarillado sanitario, que por ser repetitivo e iterativo, se presenta el ejemplo de cálculo de dos tramos de un sector del sistema.

Se presenta además el proceso de diseño estructural de una forma didáctica y simple, utilizando íntegramente las disposiciones del código ACI 318S-08 para el diseño de estructuras dúctiles capaces de resistir eventos sísmicos de magnitudes importantes, que en regiones sísmicas como Guatemala son indispensables.

En toda etapa de diseño, en ambos proyectos, se tomaron en consideración los criterios sugeridos por diversas publicaciones de instituciones relativas a cada caso, las cuales se han referenciado dentro del documento, con la finalidad de justificar el procedimiento presentado en cada etapa del diseño.

En la parte final del cuarto capítulo, se presenta, para cada proyecto, el estudio de impacto ambiental, planes de mitigación, estudios financieros, presupuesto y cronograma de ejecución sugeridos, que son parte esencial de un perfil de proyecto.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala con el diseño y planificación de la escuela primaria para la colonia Lomas de San Pedro, Ciudad Quetzal y la red de alcantarillado sanitario para el caserío Asunción Chivoc, aldea Comunidad de Ruiz; como contribución del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Apoyar técnicamente a la Dirección Municipal de Planificación (DMP), y principalmente a la comunidad del municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Planificar la solución más viable y técnicamente factible para albergar a la población estudiantil en edad escolar de la comunidad.
3. Aplicar los estándares internacionales que rigen el diseño estructural.
4. Desarrollar el proyecto de diseño de la red de alcantarillado sanitario, buscando la mejor solución desde el punto de vista técnico y económico.
5. Crear un documento de referencia para el estudiante de Ingeniería Civil del grado de licenciatura, que ejemplifique y detalle el proceso de cálculo y diseño de una estructura de concreto reforzado y una red de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería como una rama de las ciencias exactas es capaz de desarrollar los conceptos necesarios para la evolución tecnológica del ser humano, particularmente la Ingeniería Civil ha sido el motor que ha impulsado este desarrollo, desde el momento en que el hombre primitivo entendió la necesidad de salvaguardar la vida de la intemperie, las inclemencias de la naturaleza; y porque no decirlo, del propio hombre; creando con ello un conjunto de conceptos teóricos, criterios y técnicas constructivas que permitieron llegar a tener la infraestructura y desarrollo de hoy en día y sentar las bases para que esta evolución continúe, bajo las premisas de: funcionalidad, resistencia, durabilidad y economía.

Las mejores ideas surgen de la capacidad de plantear una solución a determinada necesidad, es por ello que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, consiente de este precepto en su programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), insta a los estudiantes a aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo técnico de una propuesta de infraestructura que sea capaz de solucionar un problema inmediato en beneficio de determinado segmento de la sociedad.

En este proceso de EPS, el segmento de la sociedad a la cual se apoyó técnicamente es el municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, el cual tiene una gran extensión territorial y posee alrededor de 350 000 habitantes, distribuidos en 13 aldeas.

San Juan Sacatepéquez, pese a su relativa cercanía con la ciudad capital, tiene una enorme necesidad de proyectos de infraestructura, necesarias para incentivar el desarrollo económico del municipio, pero principalmente, para mejorar la calidad de vida de su población.

Para priorizar un proyecto en San Juan Sacatepéquez, se deben analizar las necesidades principales de la comunidad y es por esto que en los recorridos e investigaciones preliminares se identificó que las temáticas principales son el saneamiento y la educación, motivo por el cual se ha optado por apoyar a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) con el diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío Asunción Chivoc, aldea Comunidad de Ruiz; y el diseño de la escuela primaria para la colonia Lomas de San Pedro, Ciudad Quetzal, aldea Lo de Mejía, San Juan Sacatepéquez.

El proceso de diseño de cada proyecto se detallará en capítulos posteriores y se basó en los criterios de reglamentos y códigos aplicables a las características particulares de los mismos; con lo que se logrará cumplir el objetivo principal del EPS, el cual es poner en práctica el conocimiento técnico del estudiante.

Para finalizar, cabe mencionar que con el diseño de estos proyectos se pretende que además de cumplir el objetivo principal de los mismos, pueda ayudar en el desarrollo de las comunidades e instruir a la población, a través de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE), a buscar las mejoras y priorizar los proyectos que sean de beneficio comunitario real y canalizar estas solicitudes hacia la DMP, para que ésta se encargue de la ejecución de los mismos.

1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez

Según datos no confirmados el título de tierras tiene fecha del 3 febrero de 1752, en que consta que los indígenas de la zona compraron al monarca 480 caballerías y 38 manzanas de tierras que se aplicaron a los ejidos, que San Juan Sacatepéquez tenía en esa época. El importe fue de 1 200 pesos. Posteriormente se segregó terreno para destinarlo a municipios adyacentes. Con base a estudios del doctor Francisco de Paula García Peláez, autor de las Memorias para la historia del reino de Guatemala, por acuerdo gubernativo del 8 marzo de 1923, la cabecera con categoría de pueblo se elevó a villa.

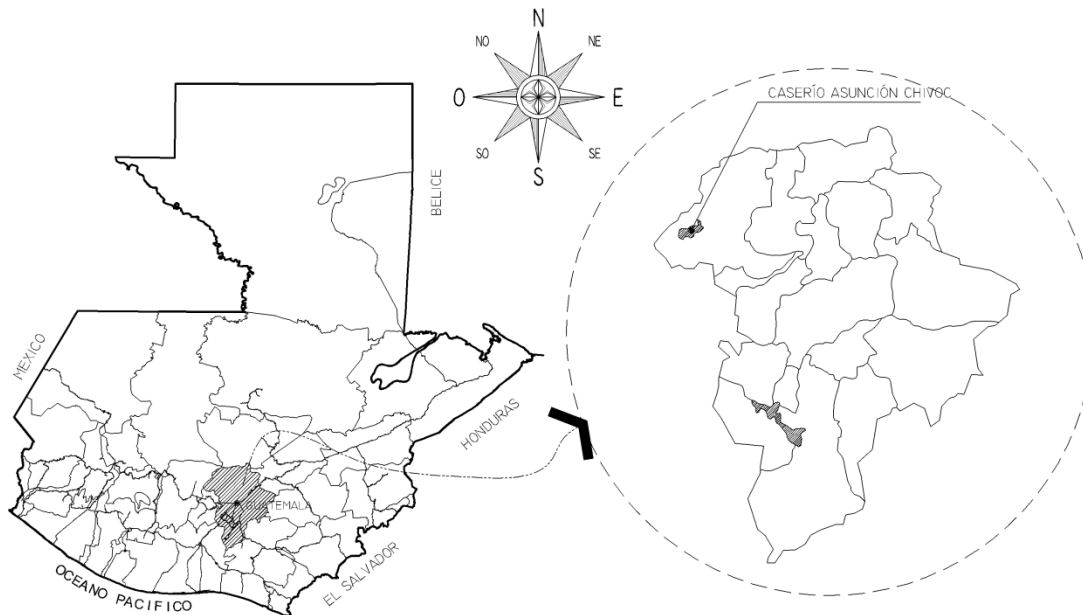
El nombre del municipio de San Juan Sacatepéquez deriva de dos fuentes: San Juan Bautista, patrono del municipio y dos voces del Kaqchiquel: *sacar*, que significa hierba y *tepet*, que significa cerro. Su origen es precolonial y fue conquistado por los españoles en el año 1525 bajo el mando de Antonio de Salazar.

1.1.1. Ubicación geográfica

Limita al norte con el municipio de Granados, Baja Verapaz; al este con el municipio de San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez, ambos del departamento de Guatemala; al sur limita con el municipio de San Pedro Sacatepéquez; y al oeste con el municipio de San Martín Jilotepeque perteneciente al departamento de Chimaltenango y con el municipio de Xenacoj perteneciente al departamento de Sacatepéquez. Tiene una extensión de 242 kilómetros cuadrados.

La cabecera tiene en el parque un banco de marca (BM) a 1 845,10 metros sobre el nivel del mar, latitud 14°43'02", longitud 90°38'34".¹

Figura 1. **Ubicación del municipio de San Juan Sacatepéquez**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Topografía

La topografía del municipio de San Juan Sacatepéquez es bastante irregular. Cuenta con numerosas montañas, pendientes y hondonadas y escasas planicies. Las montañas del municipio se encuentran cubiertas de vegetación verde y exuberante. Cuenta con regiones de tierras fértiles que gradualmente hacen contacto con terrenos secos y barrancos arenosos.

¹ San Juan Sacatepéquez 2060 II.

San Juan Sacatepéquez cuenta con numerosos cerros de los cuales pueden mencionarse:

- Cerro Candelaria: ubicado al norte de la cabecera municipal. Se extiende en el río Raxtunyá.
- Cerro Carnaval: se encuentra ubicado en Sajcavillá. Posee las características de un volcán, cuenta con minas de mármol que fueron explotadas en el gobierno del General José María Reyna Barrios.
- Cerro Mala Paga: se localiza en la aldea Lo de Mejía.
- Cerro Colorado: se localiza dentro de la aldea Camino a San Pedro.
- Cerro Chusec, la Camplana, Santa Ana: se localizan en la aldea Montúfar.
- Cerro Curul: se ubican en la aldea Loma Alta.

En San Juan Sacatepéquez hay numerosos ríos de pequeño caudal que facilitan la actividad agrícola. Los ríos principales del municipio son: río San Juan, el Manzanillo, Jocoteco y Jordán que rodean la cabecera y el río Paxotyá que es uno de los más importantes.

Entre otros ríos localizados en el municipio de San Juan Sacatepéquez pueden mencionarse: Boca Toma, Cenizo, Cotzibal, Cuxuyá, El Potosí, El Zapote, Río Grande o Motagua, Guapinol, Ixacac, Ixcopin, Jesús, La Ciénaga, La Chume, Paraxaj, Patajzalaj, Pixcayá, Rajoní, Raxtunyá, Realmá, Rayalguít, Ruyalój, Sactzi, Sajcavillá, San Miguel, San Pedro, Santiago, Seco, Severino, Simujui, Tapahuá, Tapanal, veracruz y Zapote. San Juan Sacatepéquez cuenta también con numerosos riachuelos entre los que se puede mencionar: Agua Zarca, Los Sineyes, Mixcal, Nahuarón, Noxpil, Pachuj, Patanil, Patzanes y Ruyalguén.

1.1.3. Clima

El clima de San Juan Sacatepéquez es templado la mayor parte del tiempo, es poco frío en los cerros y lugares elevados. Las estaciones marcadas son el verano y el invierno. La temperatura general oscila entre 15 a 23 grados centígrados.

1.1.4. Cultura

La cultura es el conjunto de ideas, comportamientos, actitudes y tradiciones que existen en un grupo amplio de personas y que suelen transmitirse de una generación a otra, de manera especial el traje típico característico de la región.

1.1.4.1. Traje típico

El güipil y corte tradicional de la mujer de San Juan se caracteriza por tela de algodón tejida en hilar de cintura. La pieza de arriba o huipil es típicamente de líneas verticales donde predominan los colores lilas y amarillos. Los bordados a mano que son tejidos alrededor del cuello representan flora y fauna características de la región como lo son las flores y aves. El corte o falda es un pedazo de tela de algodón de cuadros en colores oscuros como negro y blanco o azul índigo y blanco.

1.1.4.2. Costumbres

Las danzas folklóricas que se presentan, se puede mencionar: el torito y el baile de las flores. Entre otras costumbres se encuentran las cofradías que es una costumbre de origen colonial en la cual se veneran imágenes de la Virgen María, Jesús, San Juan Bautista, la Cruz y el Rosario.

1.1.4.3. Feria del pueblo

El 24 de junio es el día de San Juan Bautista el patrono del pueblo, al cual se le dedican todas las actividades durante esa semana. Se celebra del 22 al 27 de junio, siendo el día principal de fiesta el 24. Se realizan eventos sociales, culturales y deportivos en esas fechas, incluyendo peleas de gallos.

1.1.5. Actividades económicas

Son actividades económicas todos los procesos que tienen lugar para la obtención de productos, bienes y/o servicios destinados a cubrir necesidades y deseos en una sociedad en particular.

1.1.5.1. Agricultura

A San Juan Sacatepéquez se le denomina “la tierra de las flores” por su alta producción de flores, fincas agrícolas, viveros de floricultura, producción de alverja china, tomate, ejote, chile pimiento, manzana california, membrillo, pera, durazno, jocote amarillo, legumbres, entre otros. La producción es vendida en la cabecera municipal, la ciudad capital, el interior de la república, exportadas a Centro América y también a Estados Unidos y Europa.

1.1.5.2. Tapicería

La tapicería es otra de las actividades en que se distingue el pueblo por ser la “cuna del mueble”. Se producen muebles de finos acabados de sala, comedor y cocina, vendidos en el municipio, la ciudad capital, el interior de la república, y también ya tienen mercado en Centro América, Estados Unidos y Sur América.

1.1.6. Características demográficas

Según datos del último Censo Nacional del 2002, la población de San Juan Sacatepéquez asciende a 152 583 personas, de las cuales 49,44 por ciento, son hombres (75 415) y el 50,57 por ciento, son mujeres (77 168). Así mismo, el 53,46 por ciento de la población es considerada urbana (81 584), mientras que el 46,53 por ciento, es considerada población rural (70 999).

1.1.6.1. Organización socioeconómica

El municipio de San Juan Sacatepéquez está organizado en una cabecera municipal y trece aldeas, las cuales contienen algunos caseríos, mostrados en la tabla I. La población es mayoritariamente indígena, y los idiomas predominantes son el idioma kaqchikel y el castellano.

1.2. Monografía del caserío Asunción Chivoc

El caserío Asunción Chivoc pertenece a la aldea Comunidad de Ruiz la cual se sitúa a 16 kilómetros del casco urbano del municipio y a 48 de la ciudad capital.

Abarca 2,5 kilómetros cuadrados aproximadamente en un pequeño valle ubicado en la cadena montañosa de la “Sierra Madre”, a una altitud de 1 615 metros sobre el nivel del mar. Delimitada al norte por el caserío Los Solís, al sur por aldea Cruz Blanca, al este por la aldea Comunidad Ruiz y al oeste por el caserío San Antonio Las Trojas I.

Tabla I. **División geográfica del municipio de San Juan Sacatepéquez**

No.	Aldea	Caserío(s)
1	Comunidad de Zet	Cruz verde
2	Camino de San Pedro	Chitol
3	Montúfar	Candelaria Estancia El Rosario Los Pirires Los Chajones San Jerónimo Causan Pachun
4	Cruz Blanca	Los Tubac Chitun Joya de las Flores Pacajay San Antonio Las Trojes Santa Fe Ocaña Finca Los Quequezquez Finca San José Ocaña
5	Sajcavilla	Lo de Gómez Concepción Sajcavilla Los Encuentros San José Buena Vista
6	Cerro Alto	Los Patzanes Los Curup Pasajoc Realhuit Los Ajvix Los Caneles
7	Sacsuy	Machali
8	Lo de Ramos	Concepción El Pilar I Finca El Pilar

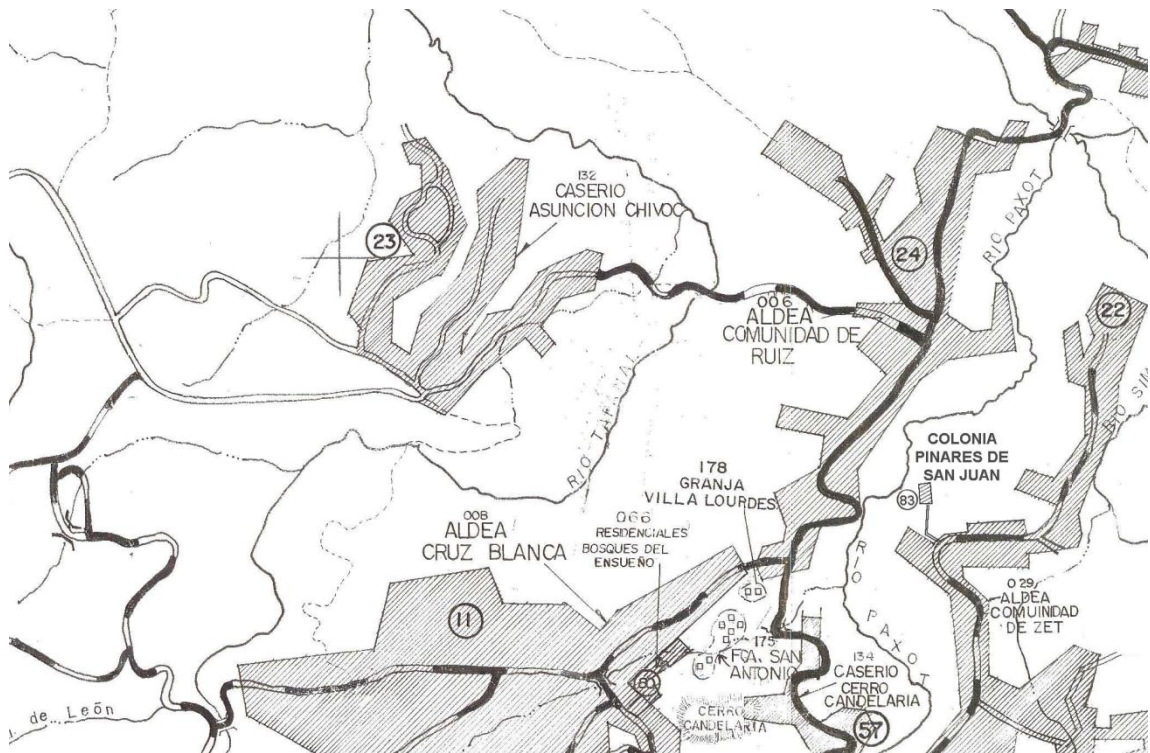
Continuación de la tabla I.

No.	Aldea	Caserío(s)
9	Lo de Mejía	San José Lo de Ortega Lo de Carranza Sanjuaneritos Colonia La Económica Colonia Las Margaritas Finca Lo de Castillo Colonia Los Robles Ciudad Quetzal
10	Comunidad de Ruiz	Asunción Chivoc
11	Estancia Grande	San Francisco Las Lomas Santa Rosa Patanil La Soledad
12	Loma Alta	Los Pasoc Cruz de Ayapan
13	Suacité	Los Guates San Matías Las Palmas

Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación. Monografía de San Juan Sacatepéquez. p.12.

El centro del caserío Asunción Chivoc tiene coordenadas UTM 0752320E – 1631250N con una elevación de 1 600 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. **Localización del caserío Asunción Chivoc, San Juan Sacatepéquez**

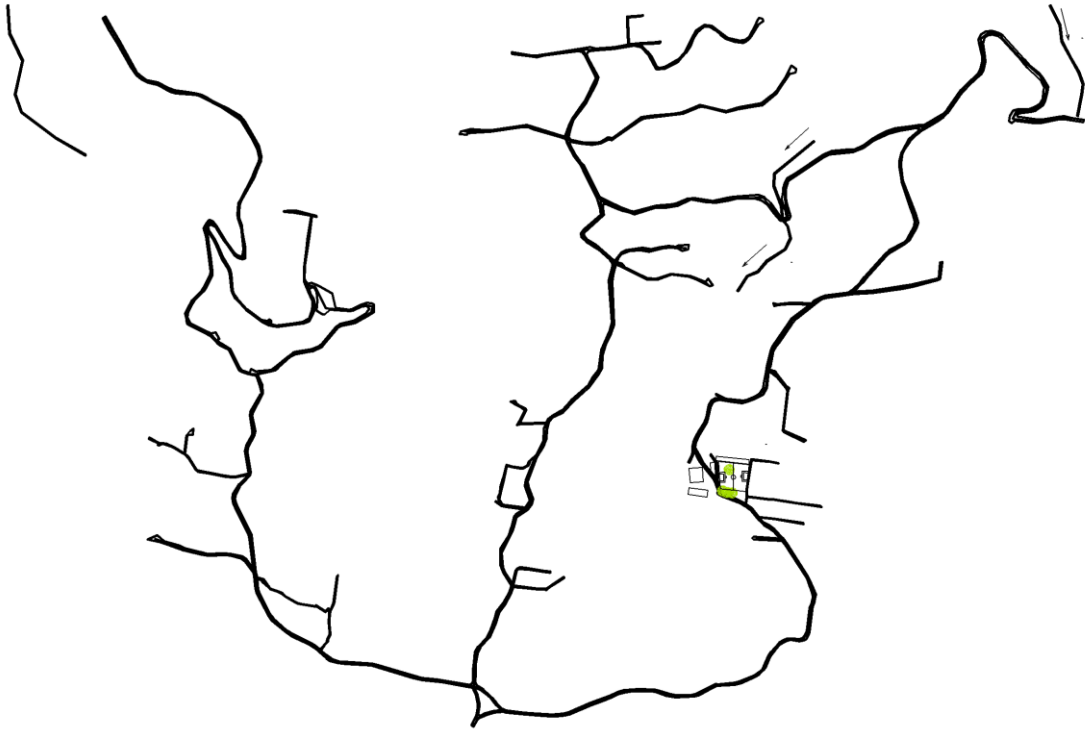


Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación.

1.2.1. Topografía

El caserío Asunción Chivoc tiene topografía irregular, pocas planicies y varios ríos y riachuelos en su territorio, dentro de los que se pueden mencionar el río San Miguel, Rialema, Patatzalaj, Realhuit y Pixcaya. Esto hace que la región tenga mantos freáticos muy cerca de la superficie de la tierra, los que hace posible la perforación de pozos, ya sea artesanales o con maquinaria industrial.

Figura 3. **Esquema general del caserío Asunción Chivoc**



Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación.

1.2.2. Clima

La estación meteorológica más cercana a la aldea es la estación Suiza Contenta, latitud 14° 37' 08", longitud 90° 37' 40" a la altura de 2 105 metros sobre el nivel del mar; ubicada en el kilómetro 31, carretera a Santiago Sacatepéquez.

1.2.2.1. Temperatura

A continuación se presentan los datos obtenidos por la estación meteorológica Suiza Contenta con respecto a la temperatura máxima y mínima registrada en el caserío Asunción Chivoc.

Tabla II. **Promedios mensuales y anuales de temperatura máxima [°C]**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1990	20,4	20,5	20,4	20,2	20,6	20,7	20,6	20,1	20	20,4	19,7	20,5	20,4
1991	19,9	20,3	21,0	20,5	20,7	20,3	21,2	21,4	21,1	21,2	---	21,2	20,8
1992	20,3	21,2	21,6	21,3	21,3	20,6	20,7	21,1	20,8	21,1	21,3	19,9	21,0
1993	20,3	20,8	20,4	21,3	21,0	19,4	19,6	19,5	21,2	20,6	20,9	20,9	20,4
1994	20,2	20,8	21,1	21,1	21,1	21,2	19,1	20,9	21,5	20,6	19,7	20,8	20,8
1995	21,7	---	22,6	23,3	24,1	23,2	22,7	21,5	20,8	20,9	21,0	21,1	22,1
1996	20,8	21,3	21,9	21,6	20,8	20,7	20,1	20,7	21,4	21,4	20,5	20,0	20,9
1997	20,2	20,5	23,4	23,9	24,0	21,8	20,0	21,3	21,0	22,1	---	21,9	21,8
1998	21,5	22,4	22,6	24,5	22,5	21,7	22,2	21,0	21,0	21,0	20,2	19,2	21,7
1999	19,2	22,1	22,8	22,1	20,3	20,4	21,0	20,2	20,0	19,9	20,2	20,0	20,7
2000	19,1	19,7	21,2	21,5	21,1	20,5	20,5	21,7	21,4	21,0	20,5	18,9	20,6
2001	20,0	---	22,3	22,9	21,5	21,5	21,1	20,8	20,7	20,9	20,9	21,1	21,2
2002	20,9	22,0	21,5	23,7	20,5	21,2	21,4	21,0	20,6	21,4	20,1	20,2	21,2
2003	20,5	21,2	23,3	23,7	22,2	22,0	21,8	22,3	23,3	22,1	21,0	20,0	22,0
2004	19,5	22,8	21,6	23,7	CAMBIO DE OBSER			---	---	23,9	21,6	21,3	22,1
2005	20,3	21,8	24,0	24,5	23,2	22,9	22,7	22,5	22,3	21,3	20,3	21,4	22,3
2006	20,0	22,0	22,0	23,1	23,0	22,3	23,0	24,0	23,4	23,0	22,0	21,0	22,4
2007	22,0	23,0	22,0	24,0	29,0	22,0	22,0	22,5	22,0	21,4	21,0	22,0	22,7
2008	20,5	21,5	22,0	24,0	24,0	21,0	22,0	23,0	23,0	20,0	20,1	21,0	21,8
2009	21,0	21,0	22,0	27,0	23,0	23,2	22,7	23,0	24,1	23,0	22,0	21,0	22,8
2010	22,0	23,0	24,7	25,0	23,6	23,1	23,2	22,8	22,3	21,9	21,4	21,3	22,9

Fuente: Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación meteorológica Suiza Contenta.

Tabla III. **Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima [°C]**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1990	7,7	8,2	10,2	9,1	10,4	10,5	9,9	11,2	11,3	10,8	9,6	9,2	9,2
1991	10,8	10,0	8,1	10,6	12,0	11,8	12,0	12,0	11,9	11,5	---	9,1	9,1
1992	8,8	9,9	10,6	10,8	12,2	12,0	12,0	13,2	13,4	13,9	9,5	8,4	10,3
1993	7,4	6,7	8,2	10,8	10,0	9,9	10,4	10,8	10,8	10,5	10,6	10,5	7,5
1994	10,4	10,7	10,7	10,7	11,0	11,9	11,2	11,8	11,7	11,2	10,7	10,6	10,7
1995	6,4	---	6,6	10,0	10,0	12,0	10,6	13,5	11,8	5,0	8,4	8,7	9,4
1996	5,7	5,4	4,0	10,7	11,5	12,1	12,5	11,0	11,8	11,5	9,6	7,2	9,4
1997	6,8	6,0	5,9	7,3	5,0	9,4	9,7	9,5	9,7	8,1	---	7,9	7,8
1998	4,9	3,8	5,4	6,9	8,5	8,7	8,8	10,5	5,0	7,2	5,7	2,3	6,5
1999	2,3	5,2	4,8	8,7	10,5	9,3	9,3	10,4	10,7	9,5	5,7	5,0	7,6
2000	2,6	2,6	3,8	6,3	9,2	10,1	9,3	8,2	9,0	7,6	5,4	2,0	6,3
2001	1,6	---	1,9	4,8	9,2	8,5	7,4	7,0	7,4	7,2	4,7	5,9	1,9
2002	4,7	4,8	6,0	8,4	8,0	9,2	8,8	8,4	8,2	8,6	5,7	5,6	7,4
2003	5,2	4,1	5,6	6,0	8,7	9,6	9,4	8,8	8,6	8,7	4,9	1,9	6,8
2004	3,4	2,9	3,3	4,9	7,0	CAMBIO DE OBSERV			---	7,6	6,5	6,0	5,2
2005	3,2	4,0	5,5	7,6	9,5	10,5	9,6	9,7	10,7	9,8	7,0	6,3	7,8
2006	6,0	6,0	6,0	7,0	9,0	10,0	10,0	9,4	9,5	10,0	6,3	8,0	8,1
2007	6,0	5,0	7,0	9,0	9,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	8,6	6,5	8,8
2008	6,4	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	10,0	10,0	13,0	11,0	7,2	7,0	9,1
2009	6,0	6,4	5,2	8,5	11,5	11,0	11,3	11,0	11,3	11,0	9,0	7,0	9,1
2010	6,7	8,5	8,1	11,0	12,4	11,8	11,6	12,1	11,8	4,0	9,4	4,8	9,4

Fuente: Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación meteorológica Suiza Contenta.

1.2.2.2. Intensidad de lluvia

A continuación se presentan los datos obtenidos por la estación meteorológica Suiza Contenta con respecto a la intensidad de lluvia registrada en el caserío Asunción Chivoc.

Tabla IV. **Intensidad de lluvia mensual y anual [mm]**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1985	0,0	7,0	17,2	0,0	233,9	199,0	42,9	166,0	258,0	64,1	0,2	0,0	988
1986	0,0	0,0	0,0	31,2	167,5	183,0	154,0	204,0	135,0	25,3	0,0	0,0	900
1987	0,0	0,0	0,0	0,0	60,7	263,0	233,0	138,0	213,0	5,1	0,0	0,0	912,3
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	48,1	---	293,0	514,0	363,0	253,0	6,5	0,0	1 476,5
1989	0,0	12,4	0,0	58,2	121,6	159,0	264,0	218,0	443,0	107,0	41,7	0,0	1 424,6
1990	0,0	8,0	0,0	0,0	100,4	448,0	253,0	246,0	147,0	63,8	25,7	0,0	1 292,2
1991	0,0	0,0	0,0	10,6	180,3	384,0	18,4	102,0	41,8,0	47,3	---	0,0	784,4
1992	0,0	0,0	59,8	22,2	36,3	344,0	99,8	117,0	260,0	120,0	19,0	0,0	1 077,6
1993	0,0	0,0	22,8	16,2	148,4	299,0	208,0	396,0	103,0	171,0	0,0	0,0	1 363,9
1994	3,9	9,9	52,0	3,7	193,0	136,0	126,0	284,0	126,0	118,0	9,0	8,0	1 070,6
1995	0,0	0,0	5,3	43,8	99,5	238,0	233,0	276,0	374,0	92,6	30,6	15,9	1 408,5
1996	24,4	6,6	1,5	93,2	181,4	274,0	264,0	222,0	272,0	32,3	44,2	4,9	1 421
1997	11,8	9,1	1,7	24,8	64,9	273,0	55,2	101,0	400,0	67,2	---	0,0	1 008,9
1998	0,0	0,0	4,3	0,0	71,0	273,0	291,0	271,0	180,0	365,0	298,7	0,0	1 753,7
1999	0,0	0,0	8,0	17,0	70,4	359,0	398,0	274,0	214,0	92,3	5,1	7,4	1 446,4
2000	0,0	0,0	23,5	20,0	188,0	232,0	97,8	178,0	181,0	24,2	2,5	4,4	951,1
2001	0,0	4,9	6,7	0,0	105,3	89,2	240,0	162,0	41,8	56,7	11,2	11,3	728,1
2002	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	122,0	55,1	94,0	103,0	44,6	13	0,0	491,6
2003	0,0	13	2,3	27,5	229,7	232,0	240,0	104,0	272,0	145,0	11,5	0,0	1 276,2
2004	4,4	6,9	6,9	35,3	---	---	---	---	---	176,0	9,2	1,1	239,9
2005	1,5	0,0	4,0	23,0	72,4	187,0	344,0	108,0	161,0	100,0	9,6	11,7	1 022,2
2006	9,3	2,1	2,2	53,7	204,5	362,0	170,0	146,0	208,0	221,0	34,4	18,9	1 431,3
2007	7,7	0,0	0,0	9,3	32,5	218,0	242,0	197,0	215,0	88,7	14,5	4,6	1 028,4
2008	1,3	5,4	4,0	9,5	108,0	433,0	368,0	172,0	283,0	125,0	0,0	0,0	1 507,8
2009	0,0	6,2	1,9	4,7	137,9	188,0	99,8	152,0	122,0	69,8	123,5	38,9	943,8
2010	0,6	0,0	0,3	40,5	307,5	228,0	223,0	354,0	253,0	---	---	---	1 406,5

Fuente: Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).
Estación meteorológica Suiza Contenta.

1.2.3. Características de infraestructura

Se cuenta con servicio de agua potable a través de un pozo mecánico de agua propiedad de la Escuela Politécnica el cual durante los últimos años ha cubierto muy bien las necesidades de la población.

1.2.4. Características socioeconómicas

Dentro de la infraestructura básica que existe la comunidad cuenta con carretera de terracería, una iglesia católica y una escuela de educación primaria. Las principales actividades de la población son la agricultura y floristería.

1.2.4.1. Actividades económicas

La fuente principal de producción y fuerza de trabajo para los habitantes del municipio y sus aldeas es el uso de la mano de obra de los pobladores en diferentes tipos de trabajo, actividades productivas y de subsistencia.

1.2.4.2. Características demográficas

En el caserío Asunción Chivoc, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, existe una población total de al menos 2 656 habitantes reconocidos como población ladina y población indígena de origen kaqchikel, la mayoría de los pobladores son indígenas bilingües hablantes del idioma español y kaqchikel.

En la actualidad el núcleo familiar se compone de un total de 3 a 4 hijos, con un promedio de 5 a 6 miembros por familia.

2. PARÁMETROS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO

2.1. Estudio topográfico

El estudio topográfico para proyectos de alcantarillado es la parte del reconocimiento de campo en la que se involucran los conceptos más importantes del proceso topográfico. Debe ser un procedimiento con una precisión importante para permitir que el diseño hidráulico posterior sea adaptable a la realidad y funcione de manera correcta el sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico es el estudio de los procedimientos para la representación de una superficie terrestre en un plano horizontal, y en este tipo de proyectos es usado para localizar el cambio de dirección de las tuberías, y ubicación de los pozos de visita y cajas de registro.

Para el levantamiento planimétrico se recomienda utilizar el método llamado conservación de azimut, aplicado a una poligonal abierta.

2.1.2. Altimetría

La altimetría para proyectos de alcantarillado es el más importante del estudio topográfico, debido a que el sistema de se diseña para trabajar a gravedad, razón por la cual la altura de ciertos puntos del terreno, medida en referencia a un banco de marca, arbitrario o conocido, debe determinarse de manera precisa.

El producto final del estudio altimétrico es el trazo de las curvas de nivel que delimitan la forma tridimensional del terreno para el proyecto. Se recomienda que para el levantamiento altimétrico se utilice un equipo que permita una precisión de 1 centímetro por kilómetro o menor, y se utilice el método de nivelación diferencial sobre cualquier otro método de campo.

2.2. Consideraciones generales para el diseño de alcantarillados sanitarios

El diseño de los colectores y red general del sistema de alcantarillado sanitario se referenciará a los criterios de diseño adoptados y sugeridos en las Normas generales para diseño de redes de alcantarillado, publicadas por el Colegio de Ingenieros de Guatemala (CIG) en 1976 y en las Normas generales para diseño de alcantarillados, publicada por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) en el 2001.

Adoptar dos normas distintas de referencia para el diseño del alcantarillado se justifica debido a la falta de una normativa aplicable de manera más general. Además, cabe mencionar, que en términos generales, los criterios sugeridos por dichas normativas son similares, por lo que siguiendo una filosofía de diseño conservador se usarán los criterios más conservadores de cada normativo para cada etapa de diseño.

2.2.1. Selección de ruta

Se le llama selección de ruta al proceso de diseño en el que se busca la mejor ubicación para la red principal del sistema de alcantarillado, el cual, debe ajustarse a las necesidades de espacio y topografía del lugar.

La recomendación general en la selección de ruta es que el sistema de alcantarillado debe ser capaz de recolectar y transportar los efluentes por gravedad, es decir, sin ningún tipo de sistema de bombeo, esto implica que la selección de ruta está íntimamente relacionada con la topografía particular del área del proyecto, y puede que sea necesaria la sectorización del recorrido a distintos puntos de desfogue, que deben contar con un área provista para el tratamiento de las aguas residuales y su posterior traslado al cuerpo receptor.

2.2.2. Período de diseño

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para que cumplan su función durante un período de 30 a 40 años, (CIG 2.2.1; INFOM 2.2.1). En este período debe considerarse un tiempo prudencial para los trámites de ejecución, que se estima desde el fin del diseño hasta la etapa de construcción.

2.2.3. Estimación de la población tributaria

El crecimiento poblacional se mide, por lo general, mediante el empleo de una ecuación matemática que describa el cambio ocurrido en un determinado período de tiempo. Para proyectos de alcantarillado sanitario, la población tributaria al final del período de diseño debe ser estimada utilizando alguno de los siguientes métodos de cálculo:

2.2.3.1. Incremento aritmético

El crecimiento aritmético supone un crecimiento lineal o sea que cada año la población crece en una magnitud constante, por lo que su utilización es aconsejable solamente en períodos cortos (6 meses, 1 ó 2 años).

2.2.3.2. Incremento geométrico

El crecimiento geométrico supone un crecimiento porcentual constante en el tiempo, es aplicable en períodos largos, lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población. El incremento geométrico se define como:

$$P = P_o \times (1 + r)^n \quad \therefore$$

P = población futura
P_o = población inicial
r = tasa de crecimiento
n = período de tiempo [años]

2.2.4. Velocidad de diseño

La velocidad de flujo es un factor determinante en el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, la cual depende de la pendiente, el diámetro de la tubería y el material de la misma. La velocidad de diseño se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas.

Las normativas han limitado la velocidad de flujo a valores mínimos para evitar el efecto de la sedimentación de sólidos dentro de la tubería, que produciría atascamiento del sistema; y valores máximos para evitar la abrasión de las paredes de las tuberías. Estos criterios son:

2.2.4.1. Criterios del INFOM

En la sección 2.11.1 y 2.11.2 del normativo, se tiene que:

- Velocidad mínima: 0,60 metros por segundo
- Velocidad máxima: 2,50 metros por segundo

2.2.4.2. Criterios del CIG

En la sección 2.8.3.1 y 2.8.3.2 del normativo, se indica lo siguiente:

- Velocidad mínima: 0,60 metros por segundo
- Velocidad máxima sección llena: 3,00 metros por segundo

2.2.5. Pendiente

Para permitir que el sistema de alcantarillado sanitario trabaje a gravedad, es necesario que las tuberías tengan una pendiente tal que el flujo de aguas residuales se mantenga en movimiento. Las restricciones en la pendiente, son en consecuencia las siguientes:

- Pendiente mínima: la que garantice la velocidad mínima de diseño.
- Pendiente máxima: la que permita no exceder la velocidad máxima de diseño.

2.2.6. Cálculo de caudales

El cálculo del caudal es el inicio del procedimiento de diseño, y es la etapa más importante debido a que determinará el diámetro de las tuberías a utilizar en el sistema de alcantarillado sanitario lo que redunda en el costo en la ejecución del proyecto.

2.2.6.1. Caudal domiciliar

Son los efluentes provenientes de viviendas unifamiliares, multifamiliares, edificios públicos y otras instalaciones de uso intermitente.

El caudal domiciliar depende de diversos factores que son considerados por diversas normativas aplicables y autores de la temática de sistemas de saneamiento, y se detallan a continuación:

2.2.6.1.1. Dotación de agua potable

Es un estimado del agua potable que será necesario para satisfacer la demanda de los usuarios, según el uso de la construcción, nivel económico, clima, capacidad de la fuente de abastecimiento, etc.

Los criterios para estimar la dotación según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y el Colegio de Ingenieros de Guatemala (CIG) son:

- El caudal promedio diario se calculará con una contribución mínima de 150 litros/habitante /día. (CIG sección 2.6.2)
- El caudal promedio diario se calculará con una contribución mínima de 200 litros/habitante /día. (INFOM sección 2.6.2)

Otra forma de manejar la dotación está en función de la categoría de la población servida, de la siguiente forma:

- Municipalidad de 1° categoría: 250 - 300 litros/habitante /día
- Municipalidad de 2° categoría: 90 litros/habitante /día
- Municipalidad de 3° categoría: 50 litros/habitante /día

Es necesario mencionar que los valores anteriores son sugeridos y dependen de los recursos hidráulicos con que se cuente en la comunidad.

2.2.6.1.2. Factor de retorno

El agua una vez ha sido utilizada, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado, pero una porción de agua no será vertida al drenaje, como la absorbida por el suelo, evaporada, etc. Para considerar este efecto se aplica un factor que reduce la dotación de agua potable, y puede variar entre el 70 y 80 por ciento de la dotación.

Entonces, el caudal domiciliar se define de forma matemática, de la siguiente manera:

$$q_{\text{dom}} = \left(\frac{\text{hab} \times \text{dot}}{86\,400} \right) \times \text{fr} \quad \begin{array}{l} q_{\text{dom}} = \text{caudal domiciliar [l/s]} \\ \text{dot} = \text{dotación agua potable [l/hab/día]} \\ \text{fr} = \text{factor de retorno [ad]} \end{array}$$

2.2.6.2. Caudal comercial

Es el afluente proveniente de las edificaciones comerciales como: mercados, cafeterías, centros de belleza, carnicerías, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el rubro a considerar, pero puede estimarse entre 600 a 3 000 litros por comercio por día. El caudal comercial se define como:

$$q_{\text{com}} = \left(\frac{\text{com} \times \text{dot}}{86\,400} \right) \quad \begin{array}{l} q_{\text{com}} = \text{caudal comercial [l/s]} \\ \text{dot} = \text{dotación comercial [l/com/día]} \end{array}$$

2.2.6.3. Caudal industrial

Son los afluentes provenientes de los procesos industriales, como las fábricas de textiles, licoreras, etc. La dotación de agua residual industrial depende del tipo de industria, pero puede estimarse entre 1 000 a 18 000 litros por industria por día. El caudal industrial se define como:

$$q_{\text{ind}} = \left(\frac{\text{ind} \times \text{dot}}{86\,400} \right) \therefore \begin{array}{l} q_{\text{ind}} = \text{caudal industrial [l/s]} \\ \text{dot} = \text{dotación industrial [l/ind/día]} \end{array}$$

2.2.6.4. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración depende principalmente de factores como:

- Tipo de tubería
- Profundidad del nivel freático con relación a la profundidad de la tubería
- La permeabilidad del suelo
- Las juntas utilizadas en la tubería
- La calidad de la mano de obra y supervisión

Los normativos sugeridos y bibliografía de saneamiento básico dan distintos métodos de cálculo, de los cuales se presentan los más comunes en la práctica actual:

2.2.6.4.1. Criterios del INFOM

La sección 2.7 indica que el factor de infiltración puede estimarse también en relación al nivel freático y el material de la tubería, en el cálculo de la longitud del tramo debe considerarse, además del colector principal, las conexiones domiciliarias para lo cual se puede asumir un promedio de 6 metros de longitud.

- Sobre el nivel freático:

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &\rightarrow f_{\text{inf}} = 0,025 \times \varnothing \\ \text{PVC} &\rightarrow f_{\text{inf}} = 0,010 \times \varnothing \end{aligned} \quad \therefore \varnothing = \text{diámetro de tubería [in]}$$

- Bajo el nivel freático:

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &\rightarrow f_{\text{inf}} = 0,150 \times \varnothing \\ \text{PVC} &\rightarrow f_{\text{inf}} = 0,020 \times \varnothing \end{aligned} \quad \therefore \varnothing = \text{diámetro de tubería [in]}$$

El caudal de infiltración, bajo estos criterios se puede definir como:

$$q_{\text{inf}} = f_{\text{inf}} \times \left[\frac{L + (\text{conex} \times 6,00)}{1\,000} \right] \therefore$$

q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]
 f_{inf} = factor de infiltración [l/km/s]
 L = Longitud del colector principal [m]
 conex = número de conexiones

2.2.6.4.2. Criterios del CIG

En la sección 2.6.4 se indica que en el caso más desfavorable se puede considerar que existirá un caudal de 1 200 a 18 000 litros por kilómetro por día. En el cálculo de la longitud del colector debe considerarse, además del colector principal, las conexiones domiciliarias para lo cual se puede asumir un promedio de 6 metros de longitud.

El caudal de infiltración, bajo estos criterios se puede definir como:

$$q_{\text{inf}} = \frac{\text{dot}}{86\,400} \times \left[\frac{L + (\text{conex} \times 6,00)}{1\,000} \right] \therefore$$

q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]
 dot = dotación infiltración [l/km/día]
 L = Longitud del colector principal [m]

2.2.6.5. Caudal ilícito

Este caudal se refiere a toda conexión no considerada dentro del cálculo inicial, o bien, por conexiones no controladas de aguas pluviales que aporten a la red de alcantarillado sanitario. Del mismo modo que en estimaciones de caudales anteriores, existen en los normativos criterios diferentes, los cuales se muestran a continuación:

2.2.6.5.1. Criterios del INFOM

La sección 2.8 indica que una buena aproximación, es agregar un porcentaje del caudal doméstico que aporta a cada tramo del sistema. Este porcentaje puede ser 10 por ciento o más si no existe drenaje pluvial.

2.2.6.5.2. Criterios del CIG

Se basa en el método racional. Este caudal está relacionado con el caudal producido por las lluvias de la siguiente forma:

$$q_{\text{ilicito}} = \left[\left(\frac{CI(\%A)}{360} \right) \times 1\,000 \right] \quad \therefore \quad \begin{aligned} q_{\text{ilicito}} &= \text{caudal ilícito [l/s]} \\ C &= \text{coeficiente de escorrentía} \\ I &= \text{intensidad de lluvia [mm/h]} \\ \%A &= 0,50\% - 2,50\% \text{ del área tributaria [Ha]} \end{aligned}$$

2.2.6.6. Caudal medio

El caudal medio se define como la integración de todos los caudales anteriores, definido como:

$$q_{\text{medio}} = q_{\text{dom}} + q_{\text{com}} + q_{\text{ind}} + q_{\text{inf}} + q_{\text{ilicito}}$$

2.2.6.6.1. Factor de caudal medio (fqm)

Es una distribución equitativa del caudal medio para cada habitante. Es llamado caudal unitario y varía en el rango de 0,002 – 0,005.

Se define como:

$$fqm = \frac{q_{\text{medio}}}{\text{hab}} ; 0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

Si el cálculo del fqm está en este rango se usa éste valor, en cambio, si se sobrepasa cualquiera de los límites, se usa el más cercano según sea el caso.

2.2.6.7. Caudal máximo

Es la estimación del pico máximo de caudal de agua residual que provocará el máximo valor. Para su cálculo se utiliza un factor de mayoración de caudal que se define como factor de Harmond.

2.2.6.7.1. Factor de Harmond

Se conoce también como factor de flujo, y es la relación entre el caudal máximo y el caudal medio, de la siguiente manera:

$$f_{\text{flujo}} = \frac{q_{\text{max}}}{q_{\text{medio}}} = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \therefore P = \text{población [miles]}$$

La sección 2.6.3 del CIG, indica que el factor de flujo en ningún caso se tomará mayor a 5 ni menor a 1,5.

$$1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5$$

2.2.6.7.2. Factor de caudal máximo

Este factor incluye al factor de mayoración del caudal medio y está definido de la siguiente manera:

$$fq_{\max} = fq_m \times f_{\text{flujo}}$$

2.2.6.8. Caudal de diseño

El caudal de diseño es dependiente de la población futura del tramo en consideración y de los factores de caudal medio y caudal máximo, y está definido por alguna de las expresiones siguientes:

$$q_{\text{diseño}} = fq_{\max} \times hab$$

$$q_{\text{diseño}} = (fq_m \times f_{\text{flujo}}) \times hab$$

El caudal de diseño mínimo debe considerar un artefacto de frecuencia de descarga, tal como un sanitario, así que se puede asumir un valor mínimo de 0,40 litros por segundo. Por tanto, se tiene que:

$$q_{\text{diseño}} \geq 0,40 \text{ l/s}$$

2.2.7. Principios hidráulicos

Los sistemas de alcantarillado sanitario son diseñados para trabajar como canales cerrados, lo cual significa que no existe presión dentro de la tubería de los colectores y conexiones domiciliarias. Los principios hidráulicos que están incluidos en el diseño hidráulico dependen de la velocidad de diseño, y los tirantes del flujo de agua residual que está en movimiento constante dentro de la red de alcantarillado.

2.2.7.1. Relaciones hidráulicas

Para determinar los cálculos para una sección parcialmente llena en tuberías y obtener resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionan los términos de la sección llena con los de la sección parcialmente llena, de los resultados se elaboran gráficos y tablas como ayuda de diseño. Las relaciones hidráulicas a considerarse son las siguientes:

- (q/Q) relación entre el caudal a sección parcialmente llena y a sección llena.
- (v/V) relación entre la velocidad del flujo en la sección parcialmente llena y en sección llena.
- (d/ϕ) relación de tirantes del flujo de agua residual dentro de la sección parcialmente llena y en sección llena.

Los valores hidráulicos a sección llena se definen por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,03429 \times \phi^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \therefore$$

V = velocidad a sección llena [m/s]
 ϕ = diámetro de tubería [in]
 S = pendiente [%]
 n = coeficiente de rugosidad [ad]

Q = caudal a sección llena [m³/s]
 $Q = VA \quad \therefore V$ = velocidad a sección llena [m/s]
 A = área transversal de tubería [m²]

La sección 2.9.1.1 del INFOM indica que para garantizar que el alcantarillado no trabaje a presión, se limitan las relaciones hidráulicas de los tirantes del flujo de agua dentro de la tubería a los siguientes parámetros:

$$0,10 \leq d/\phi \leq 0,74$$

2.2.7.2. Coeficiente de rugosidad de Manning

La rugosidad es un valor que se determina en forma experimental, además es adimensional, y expresa que tan lisa es la superficie interna de la tubería. La sección 2.9.1.2 del INFOM y la sección 2.8.1.2 del CIG, estipulan los siguientes valores de rugosidad:

Tabla V. **Coeficiente de rugosidad de Manning**

Material	Coeficiente de rugosidad
PVC	0,010
Concreto, $\phi \leq 24$ in	0,015
Concreto, $\phi > 24$ in	0,013

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, Colegio de Ingenieros de Guatemala.

2.2.7.3. Diámetro de tuberías

La sección 2.10.1 del INFOM indica que el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubería de PVC, aun cuando el cálculo hidráulico indique un diámetro menor a éstos.

2.2.7.4. Profundidades de las tuberías

La profundidad de la tubería está en función de las cargas transmitidas por el tráfico y que afecten al sistema produciendo rupturas en los tubos. La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno usualmente se toma como 1,20 metros. Cuando la altura del coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñara una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

2.2.8. Cotas invert

Se denomina cota invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interno de la tubería, debe verificarse que la cota invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

2.2.8.1. Criterios del INFOM

- Caso 1: cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert de salida (CIS) será como mínimo 0,03 metros por debajo de la cota invert de entrada (CIE).
- Caso 2: cuando llega una tubería y sale otra de distinto diámetro, la diferencia entre cotas invert será igual, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE.
- Caso 3: cuando llegan más de una tubería y sale solo una, y todas son de igual diámetro la diferencia entre cotas invert será, como mínimo, 0,03 metros por debajo de la CIS más baja.

- Caso 4: cuando llegan dos o más tuberías, y sale una sola, y son de distintos diámetros, la diferencia entre cotas invert será igual a:
 - Si el diámetro de salida es igual a la de entrada: la CIS será como mínimo 0,03 metros más baja que la CIE de la tubería de igual diámetro.
 - Si todos los diámetros son distintos: la diferencia entre cotas invert será igual a la diferencia de diámetros medida por debajo de la CIE del tubo analizado.

- Caso 5: cuando a un pozo de visita llega más de una tubería, y sale más de una tubería:
 - Solamente una de las tuberías es de continuidad.
 - La cota invert de la tubería de ramales iniciales debe tener como mínimo una altura que satisfaga el recubrimiento mínimo de la tubería.
 - La CIS del ramal de continuidad se calculará de acuerdo a los casos anteriores.

2.2.8.2. Criterios del CIG

La diferencia entre cotas invert se basa en la velocidad de flujo dentro del colector, según lo indicado en la sección 2.13.2 del normativo del CIG, de la siguiente manera:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

h_v = diferencia mínima de cotas invert en un pozo [m]
 V = velocidad a sección llena [m/s]
 g = aceleración de la gravedad [m/s²]

2.2.9. Pozos de visita

Los pozos de visita o cámaras de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica y se establecen en lugares estratégicos, como medida preventiva para limpieza y mantenimiento. Son construidos de concreto, mampostería y PVC.

Las partes y dimensiones que lo conforman son: el ingreso, que generalmente es circular, tiene un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros; la tapadera es sobrepuesta en un brocal, construido ambos de concreto reforzado. El cono tiene altura de 1,20 metros, con un diámetro de 1,20 metros en la base, la altura del cilindro estará en función de la profundidad de la tubería. La base del pozo será de concreto, en la pared se colocarán escalones empotrados.

El cilindro y la reducción tronco-cónica serán construidos en mampostería con ladrillos tayuyos de $6,5 \times 11 \times 23$ centímetros y su colocación será en posición de punta. En el fondo se hará una losa de concreto. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación.

Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intersección de colectores
- Al comienzo de cada tramo
- En todo cambio de sección o diámetro de los colectores
- En todo cambio de dirección o de pendiente

Cuando la diferencia entre cotas invert de entrada y salida en un pozo sea mayor o igual a 0,70 metros, debe de proveerse un sistema de disipación de energía para evitar la erosión de la base del pozo.

2.2.9.1. Distancia entre pozos

La sección 12.13.1 del INFOM recomienda que la distancia horizontal medida a ejes entre pozos de visita no debe ser mayor a 100 metros usando tuberías de diámetros menores o iguales a 24 pulgadas, y no mayor a 300 metros usando tuberías de diámetros mayores a 24 pulgadas.

2.2.9.2. Diámetro de pozos

En la práctica usual se tienen los siguientes parámetros:

- 1,20 metros, para tuberías con diámetros menores o iguales a 24 pulgadas.
- 1,50 metros, para tuberías con diámetros entre 24 y 32 pulgadas.
- 2,00 metros, para tuberías con diámetros mayores a 32 pulgadas y menores o iguales a 80 pulgadas.

2.2.10. Conexiones domiciliarias

Se conoce así a las instalaciones que permiten recolectar las aguas residuales de las edificaciones que aportan al sistema de alcantarillado. Sus componentes básicos se describen a continuación.

2.2.10.1. Tubería domiciliar

Es la tubería que interconecta la caja o candela a la tubería principal, con el objetivo de evacuar las aguas provenientes de las viviendas, regularmente es de 6 pulgadas en tubos de concreto y 4 pulgadas para PVC, teniendo una pendiente mínima del 2 por ciento. Se orienta a un ángulo de 45 grados en dirección del flujo.

2.2.10.2. Caja o candela

La candela es colocada para inspección y limpieza, su función es recibir y depositar las aguas provenientes de las viviendas al colector principal, por medio de la tubería domiciliar. Se construyen de mampostería y tubos de concreto en posición vertical, con un diámetro mayor de 12 pulgadas, con tapadera de concreto reforzado para la inspección.

2.3. Tratamiento de aguas residuales

Luego de que las aguas residuales son recolectadas por el sistema de alcantarillado, el efluente debe ser dirigido a un área destinada para su tratamiento antes de que sea depositado en el cuerpo receptor.

2.3.1. Sistemas de tratamiento primario

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible a la degradación.

2.3.1.1. Fosa séptica

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

La fosa séptica elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y permitir 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. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas, a este tiempo se le conoce como retención hidráulica.

Una parte de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque para que su volumen útil sea eficiente.

2.3.1.2. Pozo de absorción

Consiste en excavaciones de pozos con diámetro y profundidad variable, en estos el agua se infiltra por paredes y piso, que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de un metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica. La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature. El agua debe correr por el suelo el cual no deberá estar saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente.

3. PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1. Generalidades de diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico de edificios para establecimientos educacionales del Estado está normado por el Ministerio de Educación (MINEDUC), el cual ha publicado un normativo que contiene los parámetros más generales en cuanto a dimensiones, áreas, espacios y requerimientos mínimos que se deben cumplir con el fin de permitir el confort a los estudiantes.

Los parámetros indicados a continuación son los contemplados en la publicación: criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos, edición publicada en el 2007.

3.1.1. Áreas y espacios mínimos

Para proporcionar de un adecuado confort al usuario de un ambiente arquitectónico, debe de adecuarse el diseño a valores mínimos de área útil, las cuales tienen en cuenta la antropometría según el destino de la edificación.

3.1.1.1. Salones de clase

Se integra por los espacios utilizados para el ejercicio del proceso enseñanza-aprendizaje. En cada uno de los niveles de educación no debe exceder de un número máximo de 40 alumnos por aula. Se busca tener una forma cuadrada o rectangular cuya relación ancho-largo no exceda 1:1,5. La altura mínima debe ser de 2,80 metros, en clima frío y 3,20 metros, en clima cálido.

3.1.1.1.1. Área por educando

Debe ser igual o mayor a 1,25 metros cuadrados para el nivel primario y de 1,30 metros cuadrados para el nivel básico. En el caso del aula de computación el área mínima aumenta a 2,40 metros cuadrados.

3.1.1.1.2. Puertas y ventanas

Las puertas de ingreso deben tener un ancho mínimo de 1,10 metros en el aula teórica y de 1,20 metros para el aula de computación, la altura mínima será 2,10 metros y siempre debe abatir hacia el exterior, 180 grados en sentido del flujo de la circulación. En el diseño de las ventanas debe evitarse el acceso a través de ellas por niños y adultos.

3.1.1.2. Sector administrativo

Se integra por los espacios en los que se desarrollan funciones de dirección, coordinación y control de la comunidad educativa. Entre los ambientes de este sector se mencionan: dirección y/o subdirección, sala de maestros, contabilidad, archivo y bodega.

En el caso de la dirección y/o subdirección se tiene una cantidad máxima de 6 usuarios; para la sala de maestros depende del número de aulas que tenga el edificio y para contabilidad una cantidad mínima de 4 usuarios. El área por usuario debe ser igual o mayor a 2,00 metros cuadrados para la dirección; de 2,50 metros cuadrados para la sala de maestros y contabilidad.

3.1.1.3. Sector de servicio

Está integrado por el espacio que permite satisfacer las necesidades de mantenimiento y limpieza, los servicios sanitarios y bodegas de servicio. Debe diseñarse conforme a la máxima población a atender en el centro educativo. El número de artefactos sanitarios necesarios se puede estimar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla VI. **Número de artefactos sanitarios, según usuarios**

Artefacto Sanitario	No. Base de artefactos para una base de 60 h/m	Incremento de artefactos, cuando se supera el No. Base
Lavamanos	2	1 cada 20 h/m
Inodoros	2	1 cada 20 m
		1 cada 40 h
Mingitorios	2	1 cada 20 h

Fuente: Ministerio de Educación. Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos. p. 24.

El espacio mínimo para los módulos de los inodoros debe ser de 0,90 metros de ancho por 1,20 metros de largo, más el área de abatimiento hacia fuera de las puertas.

3.1.2. Iluminación y ventilación

Debido a las distintas actividades que se desempeñan en el proceso de enseñanza-aprendizaje se requiere de un determinado nivel de iluminación.

3.1.2.1. Iluminación natural

Para su mejor aprovechamiento las ventanas deben ser orientadas hacia el norte franco, para mejorar las condiciones de iluminación la ubicación de ventanas debe ser en muros opuestos, es decir, iluminación bilateral. La sumatoria de los vanos de las ventanas no debe ser menor de $\frac{1}{3}$ del área de piso del ambiente.

3.1.2.2. Iluminación artificial

Para los centros educativos se debe proyectar como obligatoria en la jornada nocturna, en un día lluvioso es la única fuente de iluminación. Debe de ser distribuida uniformemente, ser difusa y evitar conos de sombra.

3.1.2.3. Confort térmico

Pretende lograr una ventilación natural adecuada con el objetivo de renovar continua o periódicamente el aire de un ambiente cerrado. Esto se logra diseñando cada ventana con un porcentaje adecuado del vano destinado para la ventilación. El área mínima de ventana utilizada para ventilar debe ser de $\frac{1}{5}$ del área de piso.

3.1.3. Circulación peatonal

Provee a los peatones de un espacio seguro y libre de obstáculos para circular, debe comunicarlos a las plantas bajas de los edificios y a todos los espacios que conforman el centro educativo.

3.1.3.1. Circulación horizontal (pasillos)

Debe manejarse un ancho mínimo de 1,20 metros para un máximo de 40 alumnos que lo circulen, y de 1,80 metros para un máximo de 60 alumnos.

3.1.3.2. Circulación vertical (gradas)

Debe manejarse un ancho igual o mayor a los pasillos de las plantas que comunica. La distancia máxima entre el escritorio del educando más alejado del módulo de escaleras no debe superar los 30 metros y debe construirse un módulo de escaleras por cada 160 alumnos por planta. Se debe considerar un descanso del mismo ancho útil de la escalera a medio desarrollo de la misma.

3.2. Generalidades de diseño estructural

El diseño estructural es la etapa del proceso de diseño más importante, ya que es en ésta que se dimensionan los elementos estructurales que soportarán las cargas de la estructura y tendrán la responsabilidad de mantener la integridad de la estructura frente a un desastre natural o por el uso de la edificación simplemente. Los elementos estructurales básicos, se definen a continuación:

3.2.1. Diafragmas (losas)

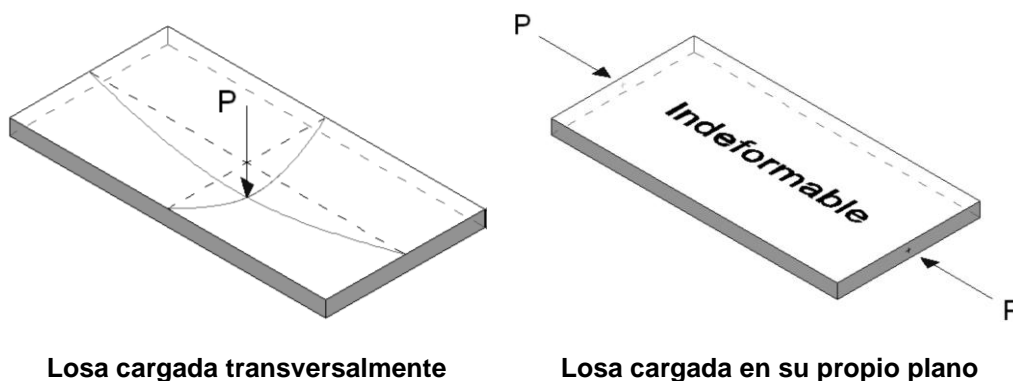
La losa es un elemento de geometría tridimensional que recibe las cargas en un plano bidimensional, pero cuyas deformaciones ocurren en el eje de menor dimensión que es la dirección de las cargas, es decir, que está cargada en el plano de menor inercia.

3.2.1.1. Diafragma rígido

Un diafragma rígido es el que se considera que solo se desplaza en dos direcciones que son las de sus dimensiones grandes en el caso de diafragmas horizontales y tiene una rotación sobre la otra dirección. Cuando el diafragma es vertical, como los muros, igualmente tiene dos desplazamientos pero uno de ellos es en el eje de la dimensión menor. La rotación ocurre sobre uno de los ejes de la dimensión mayor. Las cargas están en la dirección de una de las dos inercias mayores.

Comúnmente se puede idealizar una losa como un diafragma rígido. La figura 4, muestra el comportamiento de un diafragma rígido bajo la sollicitación de una carga P . La implicación estructural de un diafragma rígido es que al desplazarse igual en todos sus puntos, puede transmitir el desplazamiento a otros elementos, como muros o columnas, los cuales lo harán todos a la vez y de igual forma.

Figura 4. Comportamiento de un diafragma rígido bajo una carga P



Fuente: TABOADA, José. Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras. p. 35.

3.2.2. Vigas

Es un elemento estructural que tiene dos de sus dimensiones mucho menores que la otra y recibe cargas en el sentido perpendicular a la dimensión mayor. Estas características geométricas y de carga hacen que el elemento principalmente esté sometido a esfuerzos internos de flexión y de cortante. La viga debe tener la suficiente inercia y área transversal para soportar estos tipos de esfuerzos.

3.2.3. Columnas

La columna es un elemento sometido principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en la fuerza interna, conjuntamente debido a las condiciones propias de las columnas, también se diseñan para flexión de tal forma que la combinación así generada se denomina flexocompresión.

El efecto geométrico de la columna, altura respecto a sus dimensiones en planta, se denomina esbeltez y es un factor de consideración importante, ya que la forma de fallar depende de la esbeltez, para la columna poco esbelta la falla es por aplastamiento y este tipo se denomina columna corta, los elementos más esbeltos se denominan columna larga y la falla es por pandeo o flexión.

3.2.4. Cimentaciones

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuyo objetivo es transmitir las cargas de la estructura al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas concentradas que produzcan asentamientos diferenciales.

La elección del tipo de cimentación depende especialmente de las características mecánicas del suelo, como su cohesión, su ángulo de fricción interno, posición del nivel freático y también de la magnitud de las cargas existentes. A partir de todos esos datos se calcula la capacidad de carga, que junto con la homogeneidad del suelo determinan el uso de un tipo u otro de cimentación.

Siempre que es posible se emplean cimentaciones superficiales, ya que son el tipo de cimentación de menor costo y de más simple ejecución. Cuando por problemas con la capacidad de carga del suelo o la homogeneidad del mismo no es posible usar cimentación superficial se valoran otros tipos de cimentaciones.

3.2.4.1. Cimentaciones superficiales

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad de carga o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y con cargas relativamente pequeñas. En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal.

Las cimentaciones superficiales se clasifican en:

- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Zapatas combinadas
- Losas de cimentación

3.2.4.2. Cimentaciones profundas

Se basan en el esfuerzo cortante entre el suelo y la cimentación para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el suelo. Por eso deben ser más profundas, para poder proveer una gran área sobre la cual se pueden distribuir los esfuerzos de las cargas soportadas. El tipo más común de cimentación profunda son los pilotes.

3.2.5. Estudio de cargas

Las cargas, o solicitaciones, son la forma en que se conceptualizan las acciones que se presentan en las estructuras, en lo referente a: la forma de modelar el fenómeno que las genera; a los valores que deben considerarse para el diseño; a la manera de determinar sus efectos, y a las incertidumbres involucradas en los valores que se emplean en la práctica común.

No es posible examinar exhaustivamente todas las acciones que pueden presentarse en una estructura. La variedad de tipos de construcción, de condiciones de operación y factores ambientales que pueden presentarse es muy grande y existen solicitaciones que son peculiares de cada estructura. El proyectista debe determinar cuáles solicitaciones deben tomarse en cuenta y, en caso de que éstas no estén definidas por un código, debe prevalecer el criterio del mismo.

3.2.5.1. Cargas gravitacionales

Dentro del estudio y determinación de cargas, las gravitacionales son dependientes del peso de varios elementos permanentes, como el peso propio de la estructura, o variables en duración como el peso de las personas que ocupan la edificación, es la de más simple cuantificación relativamente.

3.2.5.1.1. Carga viva

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga permanente.

Entran así en la carga viva el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías, equipos y personas. La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño. Por su carácter, la carga viva es peculiar del uso a que está destinada la construcción. Se pueden distinguir tres grandes grupos de construcciones en cuanto a la carga viva que en ellas debe considerarse: los edificios, las construcciones industriales y los puentes.

Las normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), en la publicación NR: 2000, tiene tabulados valores de carga viva según el uso o destino de la edificación.

3.2.5.1.2. Carga muerta

Se llama carga muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura. La carga muerta es, por tanto, la principal acción permanente.

En su mayoría las cargas muertas se representan por medio de cargas uniformemente distribuidas sobre las distintas áreas de la construcción, aunque hay casos de cargas lineales (muros divisorios) y concentradas (equipos fijos).

Es frecuente que al momento de realizar el cálculo no se cuente con un proyecto arquitectónico detallado con respecto al tipo y localización de los elementos no estructurales, como paredes divisorias y recubrimientos. Esto introduce incertidumbres considerables en el valor de la carga muerta. En estos casos es necesario hacer suposiciones conservadoras acerca de las cargas debidas a estos elementos.

3.2.5.2. Cargas laterales

A esta categoría de cargas las constituyen aquellas fuerzas que actúan de manera ortogonal respecto de la línea de acción de la gravedad, y se pueden dividir en tres categorías:

- Cargas de sismo
- Cargas de viento
- Cargas por presión (fluidos, tierra, granos)

Las cargas laterales muchas veces son ocasionadas por fenómenos naturales, es por eso que también se les llama cargas ambientales; al igual que las cargas vivas, son inciertas y variables tanto en magnitud como en distribución.

3.2.6. Métodos de integración de cargas

Luego de tener las magnitudes y los tipos de cargas que actúan en la estructura, deben repartirse sus solicitaciones a los elementos estructurales correspondientes de acuerdo a métodos analíticos previamente establecidos y con una confiabilidad demostrada con el transcurso de los años.

3.2.6.1. Método del área tributaria

Se entiende por área tributaria de un elemento de una estructura sujeta a carga uniformemente distribuida, aquella área que, multiplicada por la carga uniforme, define la carga total que se debe considerar actuando sobre el elemento y que produce efectos iguales a los de la distribución real de cargas sobre la estructura.

El concepto proviene del análisis de estructuras en las que no hay continuidad en los apoyos, a través de los cuales solo se transmite fuerza cortante. En este caso la reacción en cada apoyo es la suma de las cargas aplicadas desde el apoyo hasta el centro del claro o más propiamente hasta el punto donde la fuerza cortante es nula. Las siguientes reglas sencillas para determinar el área tributaria, están basadas en la localización de las líneas en donde la fuerza cortante sería nula si sólo hubiera transmisión de momentos en una dirección:

- En elementos que trabajan en una dirección, el área está limitada por los centros de los claros entre elementos.
- En columnas, el área tributaria está limitada por las líneas medias de los tableros adyacentes.
- El área tributaria de dos elementos portantes se separa por las bisectrices de los ángulos que éstos forman.

Hay que considerar, sin embargo, que el criterio de áreas tributarias no es más que un artificio y que en realidad la carga tendrá una distribución mucho más uniforme de la que se deduce del área tributaria, ya que tenderá a ser mayor en las zonas donde las deflexiones de las vigas son menores, o sea cerca de sus extremos, y menor en el centro.

Por ello es aceptable en general considerar que la carga total aplicada en el área tributaria está repartida uniformemente sobre el elemento portante, aunque algunos reglamentos, como el ACI, proponen expresiones para el cálculo de cortantes y momentos que consideran que la distribución de la carga no es uniforme.

3.2.7. Análisis estructural

El análisis estructural se refiere al uso de las ecuaciones de resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente. Debe servir, también, para determinar el comportamiento a nivel local (tensiones, deformaciones) de aquellas zonas en las que las hipótesis clásicas de la resistencia de materiales no sean aplicables: zonas locales próximas a cargas concentradas, nudos, cambios bruscos de sección, etc.

Aunque el análisis estructural sea una aproximación a los esfuerzos internos de la estructura, pueden definirse los siguientes métodos de análisis: análisis aproximados y análisis exactos.

3.2.7.1. Métodos de análisis aproximados

El procedimiento de los métodos aproximados para el análisis estructural, realizan simplificaciones importantes en la idealización de la estructura para facilitar la obtención de los esfuerzos en cada elemento estructural. Entre estos métodos destacan los siguientes:

- Método del trazo aproximado de la elástica o puntos de inflexión
- Método del portal

3.2.7.2. Métodos de análisis exactos

Los métodos de análisis estructural, exactos, son llamados así porque su metodología se basa en la resolución de ecuaciones matemáticas complejas mediante métodos matriciales, aproximaciones sucesivas o el uso de computadoras. La importancia de estos métodos de análisis radica en que toman en cuenta la rigidez de los elementos estructurales logrando una idealización más realista de la estructura. Entre estos métodos se pueden mencionar los siguientes:

- Método de distribución de momentos o método de Cross
- Método de aproximaciones sucesivas o método de Kani
- Métodos matriciales
- Método de elementos finitos

3.2.8. Criterios de predimensionamiento estructural

El predimensionamiento es la parte del diseño en que se define el tamaño de los elementos estructurales que conforman la edificación, y a partir de las dimensiones iniciales obtenidas, se procede a verificar su seguridad estructural y el posterior refinamiento del diseño final.

3.2.8.1. Predimensionamiento de vigas

Existen dos metodologías con criterios distintos para el predimensionamiento de una viga. En cualquiera de los dos casos presentados, el criterio es geométrico, y depende de la longitud del elemento.

3.2.8.1.1. Criterio de diseñadores guatemaltecos

Se propone que el peralte de las vigas principales esté en función del claro o longitud libre entre apoyos de la viga, en razón del 6 al 8 por ciento de dicha longitud.

3.2.8.1.2. Criterio del ACI

El American Concrete Institute (ACI), recomienda que el peralte mínimo de una viga, o losa armada en un sentido, debe cumplir con lo indicado en la tabla VII, el cual involucra la luz libre del elemento entre apoyos. La tabla siguiente resume los requisitos del ACI.

Tabla VII. **Espesor mínimo de vigas o losas en un sentido**

Elemento	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: American Concrete Institute. Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-08). p. 129

3.2.8.2. Predimensionamiento de columnas

El predimensionamiento de la columna es complejo debido a que la mayoría de criterios actuales considera las cargas gravitacionales actuando en el área tributaria de la columna, más no los efectos de flexión axial o biaxial que afectan la estabilidad de la columna.

3.2.8.2.1. Criterio de diseñadores guatemaltecos

Los criterios de predimensionamiento están relacionados con la carga axial a la que estará sometida la columna. La práctica común en nuestro país, da la siguiente expresión:

$$P_{act} = \sum (P_{cubierta} + P_{vigas} + P_{entrepiso} + P_{col. sup.})$$

$A_g = \frac{P_{act}}{0,17f'_c}$ P_{act} = carga axial del área tributaria de la columna crítica

3.2.8.2.2. Criterio del ACI

El American Concrete Institute (ACI), recomienda en la sección 10.3.6.2. del ACI 318S-08, que en base a la carga axial a la que estará sometida la columna se puede resolver la ecuación siguiente para el área gruesa requerida, asumiendo el porcentaje de refuerzo de acero (A_{st}) que se suministrará:

$$P = 0,80[0,85 \times f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad \therefore A_{st} = \rho A_g$$

3.2.8.3. Predimensionamiento de losas

Las losas por la forma en que transmiten sus esfuerzos a los elementos de apoyo, se clasifican en losas en un sentido, y losas en dos sentidos. La forma de determinar la forma de transmisión de esfuerzos en una losa cualquiera depende de su geometría de la siguiente relación:

$$m = \frac{l_a}{l_b} \quad \therefore \begin{array}{l} l_a = \text{lado corto} \\ l_b = \text{lado largo} \end{array}$$

Si $m \leq 0,50 \rightarrow$ losa en un sentido

Si $m > 0,50 \rightarrow$ losa en dos sentidos

3.2.8.3.1. Losas en un sentido

Las losas en un sentido se idealizan como una viga, lo que permite utilizar los criterios de predimensionamiento para vigas indicados en la sección 3.2.8.1.2. Lo que los códigos recomiendan es el control de las deflexiones que están relacionadas con el espesor del elemento.

3.2.8.3.2. Losas en dos sentidos

La práctica general aceptada involucra el predimensionamiento basado en la geometría del panel de losa para calcular el peralte, de la siguiente manera:

$$t = \frac{P_e}{180} \quad \therefore \begin{array}{l} t = \text{peralte de losa [m]} \\ P_e = \text{perímetro del panel de losa analizado [m]} \end{array}$$

3.2.9. Seguridad estructural

Para calcular con precisión la resistencia última de una estructura, se considera que es necesario tomar en cuenta las incertidumbres respecto a las resistencias de los materiales, las dimensiones y la mano de obra de la siguiente manera:

3.2.9.1. Factores de carga

Los factores de carga en el método de resistencia son diferentes para cada tipo de carga, por lo que los usados para cargas vivas deben ser lógicamente mayores a los usados para cargas muertas, ya que el proyectista puede calcular las magnitudes de las cargas muertas con mayor exactitud que las magnitudes de las cargas vivas. En la tabla VIII se muestran los factores de carga y las combinaciones de las mismas, que consideran la acción simultánea de las solicitaciones impuestas a la estructura, sugeridos por el American Concrete Institute (ACI).

3.2.9.2. Factores de reducción de resistencia

El propósito de usar factores de reducción de la capacidad, es tomar en consideración las incertidumbres respecto a la resistencia de los materiales, las aproximaciones del análisis estructural, las posibles variaciones en las dimensiones de las secciones de concreto y en la colocación del refuerzo, y los diversos factores relacionados con la mano de obra. La tabla IX presenta los factores de reducción de resistencia sugeridos por la sección 9.39 del código ACI.

Tabla VIII. **Factores de carga y combinaciones sugeridos por el ACI**

ID	Combinación	Referencia ACI 318-08
U1	1,4D	9.2.1 – Eq. (9-1)
U2	1,2D + 1,6L	9.2.1 – Eq. (9-2)
U3	1,2D + 1,0L	9.2.1 – Eq. (9-3)
U4	1,2D + 1,0L + 1,0E _x	9.2.1 – Eq. (9-5)
U5	1,2D + 1,0L – 1,0E _x	9.2.1 – Eq. (9-5)
U6	1,2D + 1,0L + 1,0E _y	9.2.1 – Eq. (9-5)
U7	1,2D + 1,0L – 1,0E _y	9.2.1 – Eq. (9-5)
U8	0,9D + 1,0E _x	9.2.1 – Eq. (9-7)
U9	0,9D – 1,0E _x	9.2.1 – Eq. (9-7)
U10	0,9D + 1,0E _y	9.2.1 – Eq. (9-7)
U11	0,9D – 1,0E _y	9.2.1 – Eq. (9-7)

Fuente: American Concrete Institute. Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-08). p. 121.

Tabla IX. **Factores de reducción de resistencia sugeridos por el ACI**

Esfuerzo	Factor de reducción de resistencia (ϕ)
Flexión	0,90
Cortante y torsión	0,75
Aplastamiento	0,65
Compresión con refuerzo espiral otros	0,75 0,65

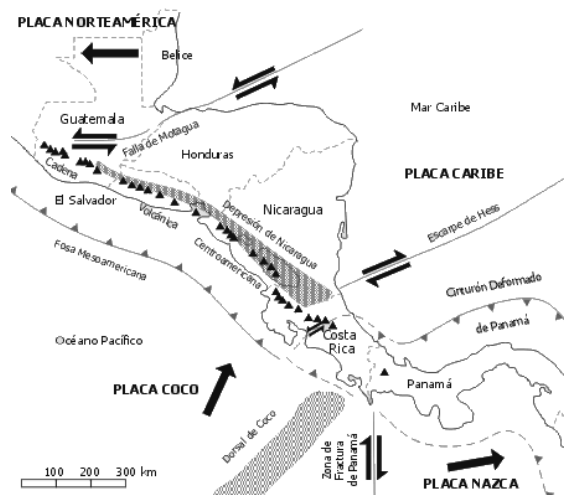
Fuente: American Concrete Institute. Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-08). p. 124.

3.3. Actividad sísmica de Guatemala

La tectónica de Guatemala es el resultado de la interacción de tres placas tectónicas importantes, Norteamérica, Cocos y Caribe, por lo que la amenaza sísmica del territorio está determinada por la actividad de fuentes sísmicas asociadas a diferentes procesos que tienen lugar en los márgenes de dichas placas. Un mapa tectónico general es mostrado en la figura 5.

Una de las fuentes principales de sismos es la fosa de subducción (ver figura 6), asociada al límite de placas Cocos y Caribe. Dentro de ella cabe distinguir una zona de subducción superficial ($h = 50$ kilómetros), localizada a unos 120 kilómetros de la costa, donde la placa de Cocos comienza a sumergirse bajo la placa del Caribe, y otra de subducción intermedia y profunda ($h > 50$ kilómetros), localizada ya bajo el continente, llegando a profundidades de hasta 250 kilómetros.

Figura 5. Mapa tectónico de Centro América



Fuente: Centro para la Prevención de los desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC).

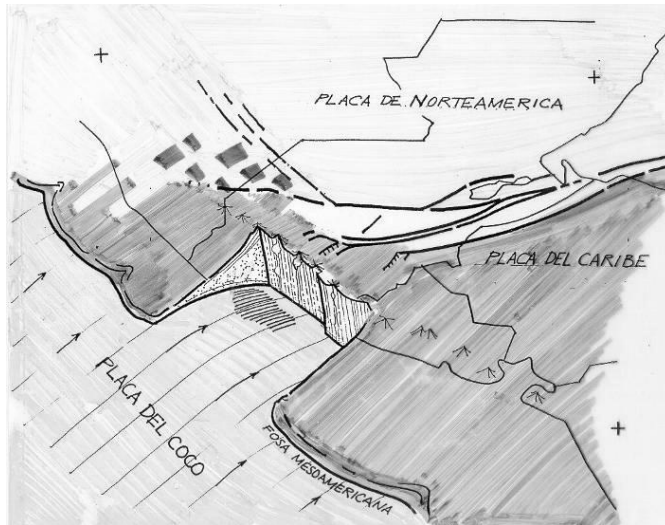
En conjunto, la zona de subducción representa la fuente de los mayores terremotos históricos ocurridos en Centroamérica, incluyendo Guatemala, y es la única fuente que tiene dimensiones laterales suficientes para generar un terremoto de magnitud $M = 8$ y la más alta frecuencia de eventos de $M > 7$ en toda la región.

La segunda gran estructura a considerar es el sistema de fallas (ver figura 7) Chixoy-Polochic-Motagua, que se extiende desde la costa del Caribe hasta la frontera con México, y está asociado al límite de placas Norteamérica-Caribe. Las fallas están alineadas paralelamente en dirección ENE-WSW, y hay evidencia de terremotos producidos por complejos procesos de ruptura en ellas, con desplazamientos promedio hasta de 1 metro. Algunos ejemplos son el sismo de 1976, de magnitud 7,5, en la falla de Motagua, o el de 1816 en Chixoy-Polochic, de magnitud estimada entre 7,5 y 7,8.

Otra importante fuente de actividad está relacionada con la cadena de volcanes en Centroamérica, que es paralela a la fosa de subducción y se extiende desde el Noroeste de México hasta el Sureste de El Salvador. Debido a fuerzas originadas por una componente de colisión oblicua en la zona de subducción, los terremotos originados en la cadena son generalmente considerados de origen tectónico, aunque en algunos casos han ido acompañados de erupciones volcánicas. Estos sismos han sido de magnitud moderada, $M < 6,5$, pero han causado gran destrucción, debido a que tienen foco superficial (profundidad menor que 25 kilómetros) y sus epicentros coinciden con centros de población.

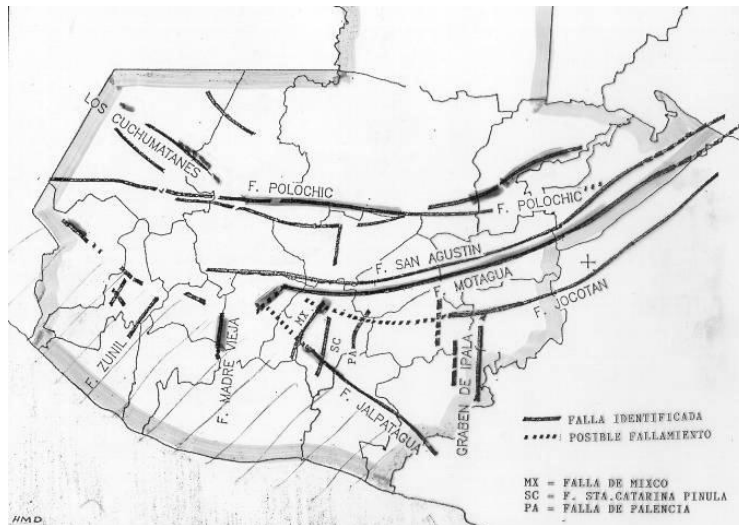
Por último, la región de Petén tiene alguna actividad sísmica, pero en ella sólo se han producido eventos de pequeña magnitud, y con una tasa considerablemente menor que la de las zonas anteriores.

Figura 6. **Zona de subducción**



Fuente: MONZÓN DESPANG, Héctor. Conferencia: Cálculo de cargas sísmicas para diseño de estructuras en Guatemala.

Figura 7. **Zona de transcurrencia y fallas secundarias**



Fuente: MONZÓN DESPANG, Héctor. Conferencia: Cálculo de cargas sísmicas para diseño de estructuras en Guatemala.

3.4. Criterios de diseño para estructuras sismorresistentes

Además de tener un conocimiento correcto de las cargas que afectan a la estructura, la simple configuración y disposición de los elementos estructurales y no estructurales en la edificación, determinarán el grado de estabilidad, ductilidad, integridad, y seguridad estructural. De acuerdo a la configuración de los elementos resistentes se pueden definir dos tipos de estructuras:

- Estructuras regulares: no tienen discontinuidades físicas considerables en su configuración en planta y configuración vertical o en sus sistemas resistentes a las fuerzas laterales.
- Estructuras irregulares: tienen discontinuidades físicas considerables en su configuración o en sus sistemas resistentes a las fuerzas laterales.

Es importante la simplicidad para un mejor comportamiento sísmico de conjunto de una estructura, y resulta más sencillo proyectar, dibujar, entender y construir detalles estructurales. Otro factor importante es la simetría respecto a sus dos ejes en planta. La falta de regularidad por simetría, masa, rigidez o resistencia en ambas direcciones en planta produce torsión, que no es fácil de evaluar con precisión. Es necesario mencionar que a pesar de tener una planta simétrica, puede haber irregularidades debido a una distribución excéntrica de rigideces o masas ocasionando también torsión.

3.4.1. Selección del método de análisis sísmico

Existen dos metodologías para analizar las estructuras sujetas a fuerzas sísmicas. Una de ellas es desde el punto de vista estático, que simplifica los efectos directos del sismo, de manera que pueda resolverse el problema con ecuaciones sencillas.

El otro método es considerar los efectos dinámicos y modos de vibración de la excitación sísmica, lo que implica el uso de cálculos matemáticos posibles únicamente con el uso de computadoras.

3.4.1.1. Método de la fuerza horizontal equivalente

El método de la fuerza lateral estática puede utilizarse para las siguientes estructuras:

- Todas las estructuras regulares e irregulares, en la zona sísmica 1 y clasificadas como categorías de destino 4 (destinos estándar) y 5 (destinos misceláneos) de la zona sísmica 2.
- Estructuras regulares menores de 73 metros (240 pies) de altura cuya resistencia a las fuerzas laterales la proporcionan los sistemas estructurales, excepto edificaciones localizadas en lugares que tengan un perfil tipo de suelo S_F y que tengan un período mayor de 0,7 segundos.
- Estructuras irregulares de no más de 5 pisos ó 20 metros (65 pies) de altura.
- Estructuras que tienen una parte superior flexible apoyada en una parte inferior rígida donde ambas partes de la estructura consideradas separadamente pueden clasificarse como regulares, la rigidez del piso promedio de la parte inferior es por lo menos 10 veces la rigidez del piso promedio de la parte superior y el período de la estructura total no es mayor de 1,1 veces el período de la parte superior considerada como una estructura separada fija en la base.

3.4.1.2. Método de las fuerzas laterales dinámicas

El método de las fuerzas laterales dinámicas debe utilizarse para todas las demás estructuras, incluyendo las siguientes:

- Estructuras de 73 metros (240 pies) o más de altura con excepción de estructuras en la zona sísmica 1 y en estructuras de destinos estándar y estructuras de la zona sísmica 2.
- Estructuras que tienen una irregularidad de rigidez, peso o irregularidad vertical geométrica.
- Estructuras de más de 5 pisos ó 20 metros (65 pies) de altura en las zonas sísmicas 3 y 4 que no tengan el mismo sistema estructural a través de toda su altura.
- Estructuras, regulares o irregulares, ubicadas en el tipo de perfil de suelo S_F que tengan un período mayor de 0,7 segundos. El análisis debe incluir los efectos del suelo en el sitio.

3.4.2. Determinación de la fuerza horizontal equivalente

La fuerza horizontal equivalente se determina a través del cálculo del cortante basal, que es dependiente de las características particulares del proyecto, tales como: la ubicación del proyecto, la cercanía a fuentes sísmicas, la estructuración, el tipo de suelo, etc., y son descritos a detalle en la sección 16 del volumen 2 del Uniform Building Code (UBC). A continuación se presentan las tablas de valores más importantes.

Tabla X. **Factor de zona sísmica (Z)**

Zona	1	2a	2b	3	4
Z	0,075	0,15	0,20	0,30	0,40

Nota.- La zona sísmica debe determinarse del mapa de zonas sísmicas

Fuente: International Conference of Building Officials. Código uniforme de la edificación. p. 1635.

Tabla XI. **Coefficientes de respuesta del terreno**

Perfil del suelo	Zona 1		Zona 2A		Zona 2B		Zona 3		Zona 4	
	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv
S _A	0,06	0,06	0,12	0,12	0,16	0,16	0,24	0,24	0,32N _a	0,32N _v
S _B	0,08	0,08	0,15	0,15	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40N _a	0,40N _v
S _C	0,09	0,13	0,18	0,25	0,24	0,32	0,33	0,45	0,40N _a	0,56N _v
S _D	0,12	0,18	0,22	0,32	0,28	0,40	0,36	0,54	0,44N _a	0,64N _v
S _E	0,19	0,26	0,30	0,50	0,34	0,64	0,36	0,84	0,36N _a	0,96N _v
S _F	Se deben realizar investigaciones geotécnicas y análisis de respuesta dinámica del lugar para determinar los coeficientes de sismicidad									

Fuente: International Conference of Building Officials. Código uniforme de la edificación. p. 1635.

Tabla XII. **Factor de cercanía a la fuente**

Tipo de lugar de origen del sismo	Distancia más próxima a la fuente del sismo conocido							
	≤ 2 km		5 km		10 km		≥ 15 km	
	N _a	N _v	N _a	N _v	N _a	N _v	N _a	N _v
A	1,5	2,0	1,2	1,6	1,0	1,2	1,0	1,0
B	1,3	1,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Nota.- Los factores de cercanía a la fuente pueden basarse en la interpolación lineal de valores para distancias diferentes a las que se muestran en la tabla.

Fuente: International Conference of Building Officials. Código uniforme de la edificación. p. 1641.

Tabla XIII. Tipos de perfil de suelos

Tipo de perfil de suelos	Descripción	Propiedades del suelo promedio para los 30 m (100 ft) superiores del perfil del suelo		
		Velocidad de onda de corte, \bar{v}_s , ft/s (m/s)	Ensayo estándar de penetración, N (golpes/ft)	Resistencia a corte no drenado, S_u psf (kPa)
S_A	Roca dura	> 5 000 (1 500)	—	—
S_B	Roca	2 500 a 5 000 (760 a 1 500)	—	—
S_C	Suelo muy denso y roca blanda	1 200 a 2 500 (360 a 760)	> 50	>2 000 (100)
S_D	Perfil de suelo rígido	600 a 1 200 (180 a 360)	15 a 50	1 000 a 2 000 (50 a 100)
S_E^1	Perfil de suelo sólido	< 600 (180)	< 15	< 1 000 (50)
S_F	Suelo que requiere evaluación específica del lugar. véase UBC 1629.3.1			

¹ El suelo del perfil Tipo S_E también incluye cualquier perfil de suelo con más de 3048 mm (10 ft) de arcilla blanda definida como un suelo con un índice de plasticidad, $PI > 20$, $w_{me} \geq 40\%$ y $s_u < 24$ kPa (500psf). El índice de plasticidad, PI , y el contenido de humedad, w_{me} , deben determinarse de acuerdo a la norma ASTM.

Fuente: International Conference of Building Officials. Código uniforme de la edificación. p. 1635.

3.4.2.1. Período fundamental de vibración

Cada estructura posee un único período natural o fundamental de vibración, el cual es el tiempo requerido para completar un ciclo de vibración libre. La rigidez, la altura de la estructura son factores que determinan o influyen en el período fundamental, y éste puede variar desde 0,1 segundos, para estructuras simples, hasta varios segundos para estructuras de varios niveles. Como primera aproximación el período fundamental puede ser asumido igual al número de niveles dividido por 10.

El valor del período fundamental de la edificación debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica en la dirección a considerar; este requisito se puede satisfacer siguiendo los métodos presentados por el código UBC:

3.4.2.1.1. Método A

Para todas las edificaciones el valor de T puede aproximarse mediante la expresión:

$$T = C_t \times h_n^{3/4}$$

donde ²:

h_n = altura [m] (ft), medida desde la base al piso mas alto.

$C_t = 0,0853$ (0,035) para marcos de acero resistentes a momento.

$C_t = 0,0731$ (0,030) para marcos de concreto armado resistentes a momentos y estructuras arriostradas excentricamente.

$C_t = 0,0488$ (0,20) para todas las demas edificaciones.

3.4.2.1.2. Método B

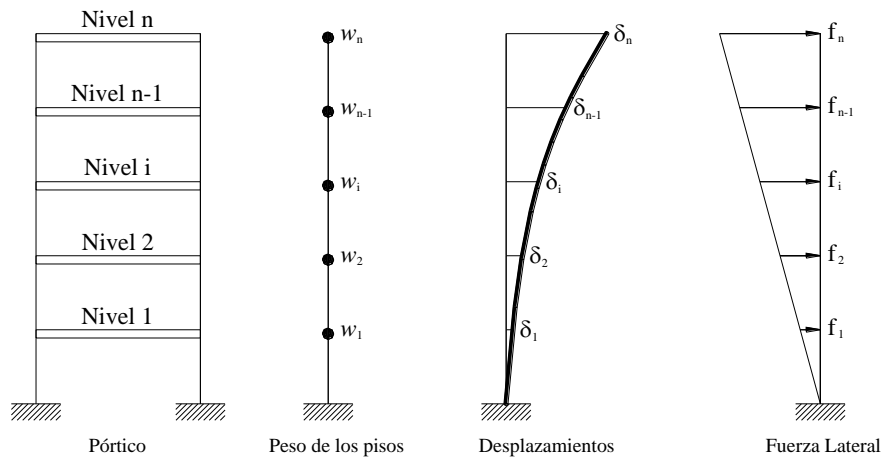
El período fundamental puede calcularse utilizando el procedimiento de Rayleigh:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{\left[\sum_{i=1}^n (w_i \times \delta_i^2) \right]}{\left[g \times \sum_{i=1}^n (f_i \times \delta_i) \right]}}$$

² Los coeficientes en paréntesis son para unidades inglesas.

δ_i = desplazamiento horizontal en el nivel i debido a la fuerza f_i .
donde, f_i = fuerza lateral en el nivel i .
 w_i = carga muerta del nivel i .

Figura 8. Procedimiento Rayleigh



Fuente: VILLANUEVA, Rolando. Texto guía de ingeniería antisísmica. p. 145.

Los valores de f_i representan cualquier fuerza lateral distribuida en forma racional como muestra la figura 8; esta distribución en forma de triángulo invertido corresponde a la distribución de la cortante basal. Las deflexiones elásticas δ_i , deben calcularse utilizando las fuerzas laterales aplicadas f_i .

Si la contribución de los elementos no estructurales a la rigidez de la estructura es subestimada, el cálculo de las deflexiones y el período natural son sobreestimados, dando valores demasiado bajos para los coeficientes de fuerza. Para reducir el efecto de este error el código UBC, especifica que el valor de T del método B no debe exceder de un valor de 30 por ciento mayor que el obtenido del método A en la zona sísmica 4 y del 40 por ciento en las zonas sísmicas 1, 2 y 3.

3.4.2.2. Factor de modificación de respuesta

Como resulta antieconómico el diseñar una estructura que permanezca dentro de su rango elástico durante un sismo; la capacidad de absorción de energía no lineal del sistema es una ventaja que permite limitar el daño estructural sin disminuir la capacidad de la estructura de soportar carga vertical. En adición, como ocurre la fluencia, el período natural y el coeficiente amortiguamiento se incrementan reduciendo de este modo la fuerza sísmica desarrollada en la estructura.

El código UBC proporciona una serie de valores para R, los cuales están tabulados en la tabla 16-N de dicho código; el valor de R se incrementa a medida que la ductilidad de la estructura aumenta y su capacidad de disipación de energía aumenta; R es un coeficiente numérico representativo de la capacidad de ductilidad global de los sistemas resistentes a fuerzas laterales.

3.4.2.3. Coeficiente de respuesta sísmica

El coeficiente de respuesta está definido por:

$$C_s = \frac{C_v \times I}{R \times T} \quad \therefore$$

C_v = coeficiente de respuesta del terreno.
 I = factor de importancia.
 R = factor de modificación de respuesta.
 T = período fundamental de vibración.

La forma de esta expresión indica que el coeficiente de respuesta se incrementa a medida que se incrementa el factor de importancia (I) y a medida que se reducen el factor de modificación de repuesta (R) y el período natural de vibración (T).

Para períodos fundamentales que exceden aproximadamente al segundo de tiempo, la respuesta de aceleración de la estructura se atenúa proporcionalmente a su período, como se advierte en la forma de la expresión del coeficiente de respuesta sísmica. El coeficiente de respuesta sísmica no debe ser mayor que:

$$C_s \leq \frac{2,5 \times C_a \times I}{R} \quad \therefore \begin{array}{l} C_a = \text{coeficiente de respuesta del terreno.} \\ I = \text{factor de importancia.} \\ R = \text{factor de modificación de respuesta.} \end{array}$$

Esta expresión es válida para períodos cortos de hasta 1 segundo aproximadamente. Para períodos mayores, la ecuación anterior da valores conservadores. Para prevenir que valores demasiado bajos del coeficiente de respuesta sísmica sean adoptados para estructuras de períodos grandes, este coeficiente no debe ser menor que:

$$C_s \geq 0,11 \times C_a \times I \quad \therefore \begin{array}{l} C_a = \text{coeficiente de respuesta del terreno.} \\ I = \text{factor de importancia.} \end{array}$$

Además, para la zona sísmica 4, el valor mínimo del valor del coeficiente de respuesta sísmica es:

$$C_s \geq \frac{0,8 \times Z \times N_v \times I}{R} \quad \therefore \begin{array}{l} Z = \text{factor de zona sísmica.} \\ N_v = \text{factor de cercanía a la fuente.} \\ I = \text{factor de importancia.} \\ R = \text{factor de modificación de respuesta.} \end{array}$$

3.4.2.4. Carga muerta sísmica

La carga muerta sísmica W , es la carga muerta total y las partes correspondientes a otras cargas que se enuncian a continuación:

- En las bodegas y destinos de almacenamiento se debe aplicar un mínimo de 25 por ciento de la carga viva del piso.
- Cuando se utilice una carga de tabiques en el diseño del piso, se debe incluir una carga no menor de 0,48 kilo Newton por metro cuadrado (10 libras por pie cuadrado).
- Debe incluirse el peso total del equipo permanente y accesorios.

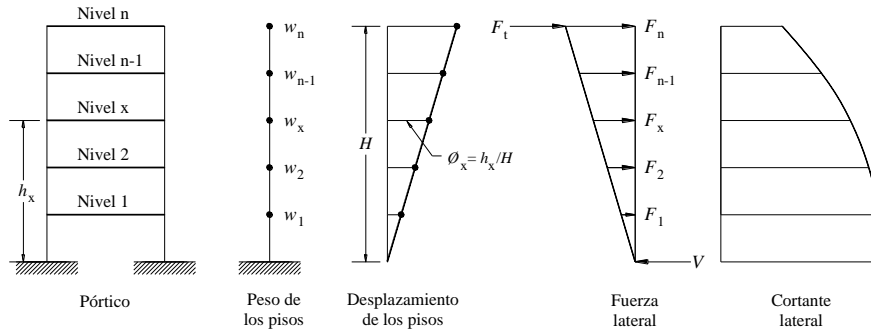
3.4.2.5. Distribución vertical de la fuerza sísmica

La distribución de la cortante basal sobre la altura de la edificación se obtiene como la superposición de todos los modos de vibración de un sistema de varios grados de libertad. La magnitud de la fuerza lateral que actúa sobre un nudo en particular depende de la masa del nudo, de la distribución de la rigidez sobre la altura de la estructura y del desplazamiento nodal en un modo dado.

Para una estructura con una distribución de masas sobre su altura y asumiendo una forma modal lineal, como se observa en la figura 9, se da la siguiente expresión:

$$F_x = \frac{V_1 \times w_x \times h_x}{\sum w_i \times h_i} \quad \therefore \begin{array}{l} h_i = \text{altura sobre la base hasta el nivel } i \\ h_x = \text{altura sobre la base hasta el nivel } x \end{array}$$

Figura 9. Distribución vertical de la fuerza sísmica



Fuente: VILLANUEVA, Rolando. Texto guía de ingeniería antisísmica. p. 150.

Si sólo se considera la forma modal fundamental, V_1 representa la cortante basal de diseño para el modo fundamental y la distribución de la fuerza es lineal. Para tomar en cuenta el efecto de los modos altos en las edificaciones con períodos grandes, esto es cuando T excede a los 0,7 segundos, se debe añadir una fuerza F_t en la parte superior de la estructura, la cual está dada por:

$$F_t = 0,07 \times T \times V$$

$$V = F_t + V_1 \quad \therefore V = \text{cortante basal total de diseño}$$

$$V = F_t + \sum F_x$$

Entonces la fuerza lateral de diseño en el nivel x está dado por:

V = cortante basal.

F_t = fuerza de piso.

w_x = carga muerta sísmica localizada en el nivel x .

h_x = altura sobre la base hasta el nivel x .

w_i = carga muerta sísmica localizada en el nivel i .

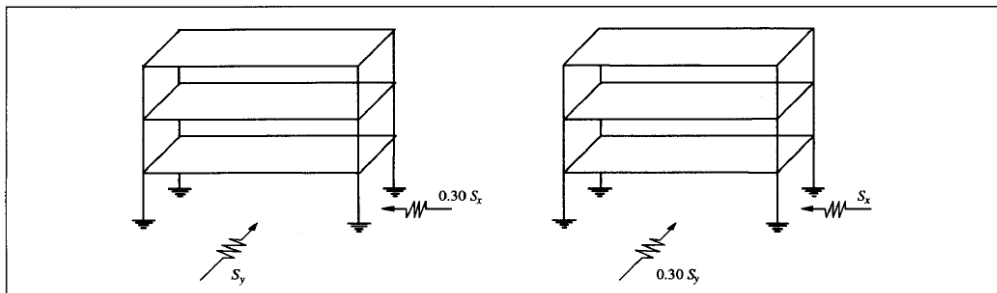
h_i = altura sobre la base hasta el nivel i .

$$F_x = \frac{(V - F_t) \times w_x \times h_x}{\sum w_i \times h_i} \quad \therefore$$

3.4.3. Efectos torsionales

Debe revisarse la estructura para la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno. Se considerará actuando simultáneamente el valor de diseño de un componente más 30 por ciento del valor de diseño del componente ortogonal (figura 10). Ha sido costumbre considerar que la acción sísmica se ejerce en forma independiente en cada dirección, o sea, revisar el efecto de la acción sísmica de diseño en una de las direcciones principales de la estructura, considerando que las fuerzas sísmicas son nulas en cualquier otra dirección.

Figura 10. **Combinación del efecto sísmico en dos direcciones**



Fuente: BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. p. 44.

3.4.4. Distribución horizontal de la fuerza sísmica

Debe considerarse que los dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno ocurren simultáneamente, aunque es muy poco probable que ambos tengan a la vez su máxima intensidad. En la planta de un entrepiso en el cual los elementos estructurales que resisten fuerzas laterales son paralelos a las direcciones X o Y. Las rigideces de entrepiso respectivas se designan por R_{jx} o R_{jy} .

En estas circunstancias, las fuerzas sísmicas se pueden distribuir entre los elementos resistentes mediante los siguientes pasos:

- Se calculan las rigideces de entrepiso de los elementos resistentes en ambas direcciones y en todos los entrepisos.
- Se evalúa la fuerza horizontal F_x aplicada al centro de gravedad de cada nivel i para las dos direcciones.
- Se obtiene la cortante en cada entrepiso, V_x .
- Se determina la posición del centro de torsión o rigidez en cada entrepiso. Este centro es el punto por el cual debe pasar la línea de acción de la fuerza cortante para que el movimiento relativo de los dos niveles consecutivos que limitan el entrepiso sea exclusivamente de traslación. En caso contrario, existe torsión o rotación relativa entre dichos niveles. Las expresiones para calcular el centro de torsión son:

$$\bar{X}_{cr} = \frac{\sum(R_{yi} x_i)}{\sum R_{yi}} \quad ; \quad \bar{Y}_{cr} = \frac{\sum(R_{xi} y_i)}{\sum R_{xi}}$$

donde: x_i, y_i son las coordenadas de los elementos resistentes.

- La fuerza cortante sobre un elemento resistente es igual a la suma de dos efectos: el debido a la fuerza cortante del entrepiso supuesta actuando en el centro de torsión, y el causado por el momento torsionante. Si la dirección analizada del sismo es paralela al eje X, se obtienen las cortantes siguientes:

Por efecto de la fuerza cortante aplicada en el centro de torsión:

$$\frac{V_x R_{jx}}{\sum R_{jx}}$$

En los elementos resistentes x, por efecto de torsión:

$$\frac{M_t R_{jx} y_{jt}}{\left(\sum R_{jx} y_{jt}^2 + \sum R_{jy} x_{jt}^2\right)}$$

En los elementos resistentes y, por efecto de torsión:

$$\frac{M_t R_{jy} x_{jt}}{\left(\sum R_{jx} y_{jt}^2 + \sum R_{jy} x_{jt}^2\right)}$$

En las expresiones anteriores, V_x es la cortante en el entrepiso considerado en la dirección X; x_{jt} , y_{jt} , son las distancias del elemento resistente j al respectivo centro de torsión; M_t es el momento torsionante de diseño, igual al producto de V_x por la más desfavorable de las siguientes excentricidades:

$$e_1 = 1,5e_s + 0,1b$$

$$e_2 = e_s - 0,1b$$

Siendo la excentricidad directa e_s , la distancia ente la línea de acción de la cortante y el centro de torsión, y b la mayor dimensión en planta del entrepiso medida perpendicularmente a V_x . Para cada elemento resistente se investiga si e_1 o e_2 produce efectos más desfavorables. Se lleva a cabo un análisis similar con las fuerzas en el sentido Y.

- Para cada elemento resistente se calculan las cortantes debidas al 100 por ciento de las fuerzas sísmicas en la dirección X más 30 por ciento de las fueras sísmicas en la dirección Y, y viceversa. Rige el mayor de los resultados.

- Conocidas las cargas que actúan en cada elemento resistente, éste se analiza de acuerdo con los métodos de análisis estructural.

Es necesario precisar los signos. Las rigideces de entrepisos son siempre positivas y se debe escoger un sistema de coordenadas derecho con centro en cualquier punto de la planta. Así, las coordenadas de los elementos resistentes x_i o y_i pueden ser positivas o negativas y se incluirán con su signo en las ecuaciones para el cálculo del centro de rigidez, que dan como resultado las coordenadas del centro de torsión (x_t , y_t) con el signo apropiado.

Las distancias de los elementos resistentes a dicho centro también tienen signo y están dadas por:

$$x_{jt} = x_j - x_t \quad ; \quad y_{jt} = y_j - y_t$$

Las posiciones de las cortantes, definidas por las coordenadas x_{cm} , y_{cm} , deben referirse al mismo sistema de coordenadas, incluyendo el signo correspondiente. Entonces las excentricidades directas se valúan con los signos que resulten, como las diferencias:

$$e_{sx} = y_{cm} - y_t \quad ; \quad e_{sy} = x_{cm} - x_t$$

El signo de e_s debe incluirse al calcular las excentricidades de diseño e_1 y e_2 , las expresiones siguientes incorporan correctamente el signo de la excentricidad accidental:

$$e_1 = e_s \left(1,5 + \frac{0,1b}{|e_s|} \right)$$

$$e_2 = e_s \left(1,0 - \frac{0,1b}{|e_s|} \right)$$

Los signos de e_1 y e_2 se incluirán en el cálculo de los momentos torsionantes de diseño. Como el sismo puede actuar en uno u otro sentido en cada dirección de análisis, las cortantes sísmicas podrían ser positivas o negativas, aunque deben tener signos congruentes con el sentido escogido en todos los entresijos.

Conviene, no obstante, asignarles signo positivo de manera que los momentos torsionantes, asumen el signo de la excentricidad que los origina y la fuerza cortante directa en cada elemento resistente dado por las expresiones anteriores, es siempre positiva. Por otro lado, los signos del momento torsionante M_t y de las coordenadas x_{jt} , y_{jt} deben incluirse en las expresiones anteriores, lo cual lleva a cortantes por torsión positivas o negativas.

4. DETALLADO DEL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

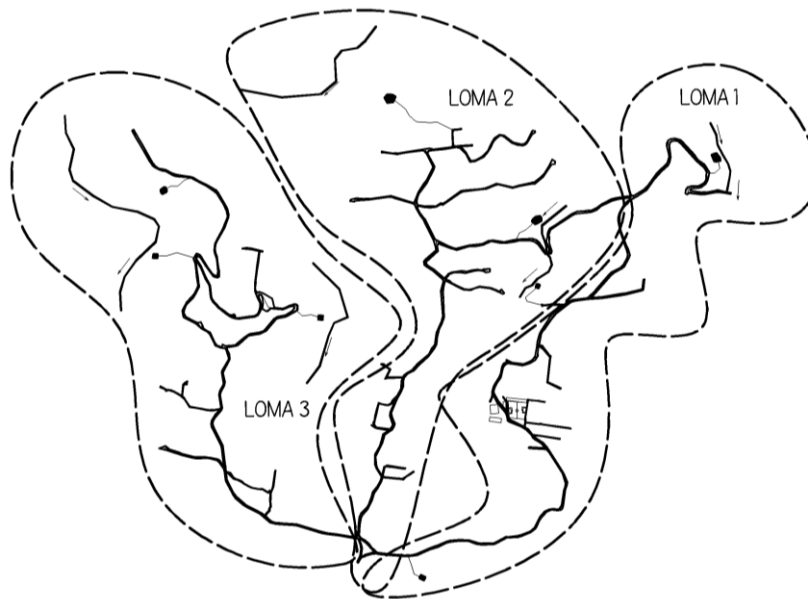
4.1. Diseño del alcantarillado sanitario Asunción Chivoc

La longitud topográfica del caserío Asunción Chivoc es de 14 517,89 metros, dividido en tres lomas, de la siguiente forma:

- Loma 01: se considera la principal del caserío debido a que ella concentra las áreas educativas e iglesia y es la más extensa con 4 545,76 metros. La densidad de vivienda actual es de 149.
- Loma 02: es un sector netamente habitacional, ya que no cuenta con otras áreas de importancia. La longitud es de 5 449,73 metros. La densidad de vivienda actual es de 183.
- Loma 03: es de muy baja densidad poblacional, actualmente 121 viviendas, y se considera que difícilmente llegue a aumentar por la topografía del terreno. La longitud de la loma es 4 522,40 metros.

Para fines de diseño hidráulico, se ha considerado sectorizar las lomas. Cada sector cuenta con un área destinada para el sistema de tratamiento de agua residual.

Figura 11. **Esquema general del proyecto de alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Descripción de proyecto en loma 01

Debido a la topografía se ha dividido en 3 sectores:

- Sector 1: cuenta con una longitud de 899,07 metros
- Sector 2: cuenta con una longitud de 1 857,36 metros
- Sector 3: cuenta con una longitud de 883,80 metros

4.1.2. Descripción de proyecto en loma 02

Debido a la topografía se ha dividido en 2 sectores:

- Sector 1: cuenta con una longitud de 1 952,01 metros
- Sector 2: cuenta con una longitud de 941,11 metros

4.1.3. Descripción de proyecto en loma 03

Debido a la topografía se ha dividido en 3 sectores:

- Sector 1: cuenta con una longitud de 2 186,54 metros
- Sector 2: cuenta con una longitud de 351,80 metros
- Sector 3: cuenta con una longitud de 790,78 metros

4.1.4. Tasa de crecimiento

Para definir la tasa de crecimiento, se usarán los registros de población del Instituto Nacional de Estadística (INE), existentes para el municipio de San Juan Sacatepéquez desde 1950 al 2002. El método a utilizar será el modelo geométrico descrito en la sección 182.2.3.2, de este documento. Resolviendo para r:

$$r = \sqrt[n]{\frac{P}{P_0}} - 1$$

Tabla XIV. Datos demográficos de San Juan Sacatepéquez

Año	Población (hab)
1950	28 380
1964	35 594
1973	43 116
1981	49 848
1994	88 766
2002	152 583

Fuente: VALLADARES, Luis. Metropolización, conurbación y dispersión: los municipios del departamento de Guatemala, (1986-2007). p. 10.

Los datos de población, se muestran en la siguiente tabla anterior. Para analizar los datos, se trabajarán en duplas, para poder definir la tasa de crecimiento que se obtuvo en ese período, como sigue: para el período de 1950 – 1964:

$$\begin{array}{l}
 n = 14 \text{ años} \\
 r = ? \\
 P_o = 28\,380 \text{ hab} \\
 P = 35\,594 \text{ hab}
 \end{array}
 \quad \therefore \quad
 r = \sqrt[14]{\frac{35\,594}{28\,380}} - 1 \quad \rightarrow \quad r = 1,63 \%$$

Realizando cálculos similares, con las duplas siguientes, se obtienen los datos mostrados en la figura 12. Se considera que la tasa de crecimiento más confiable será el promedio de las tasas de crecimiento interanuales, la cual se calcula a continuación:

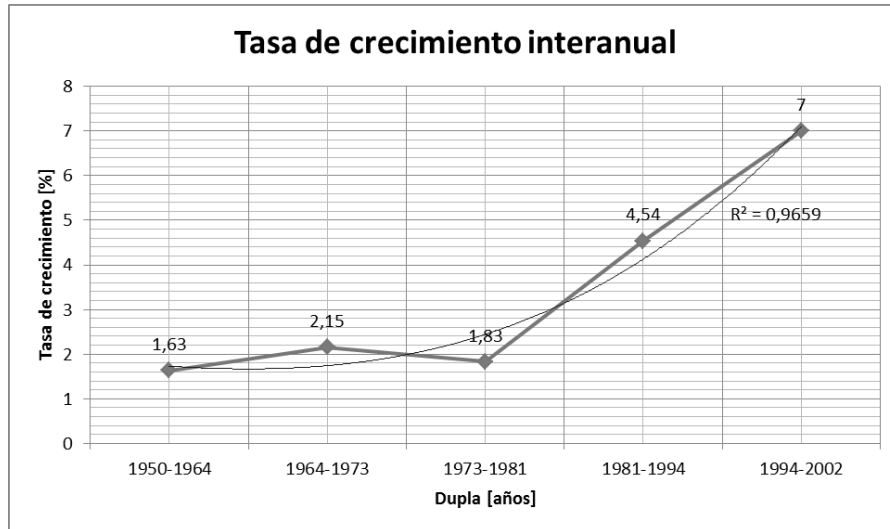
$$\bar{r} = \frac{1,63 + 2,15 + 1,83 + 4,54 + 7,00}{5}$$

$$\bar{r} = 3,43 \%$$

La tasa de $\bar{r} = 3,43$ por ciento, corresponde con información proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación (DMP) con tasas usadas en proyectos planificados anteriormente.

Además, la tasa de crecimiento promedio es comparable con los valores de población obtenidos con la encuesta sanitaria realizada en campo. El resumen de estos valores se muestra en la tabla XIV.

Figura 12. Tasas de crecimiento para San Juan Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Resultados de encuesta sanitaria

Número actual de viviendas (habitantes)	449
Densidad poblacional promedio (habitantes/vivienda)	6
Población actual (habitantes)	2 694

Fuente: elaboración propia.

4.1.4.1. Período de diseño

Bajo los requerimientos indicados en la sección 2.2.2 de este documento, se considera prudencial un período de diseño de 32 años para el diseño hidráulico del alcantarillado sanitario del caserío Asunción Chivoc.

4.1.4.2. Población actual y futura

Considerando que únicamente las viviendas tienen un crecimiento poblacional, y los demás módulos que conforman el caserío son capacidades máximas que pueden atender de forma eficiente, la población actual, mostrada en la tabla XVI, y futura es la siguiente:

n = 32 años

r = 3,43 %

$P_0 = 2\ 694$ hab

P = ?

$$P_{\text{actual}} = (449 \text{ viv})(6 \text{ hab/viv}) = 2\ 694 \text{ hab}$$

∴

$$P_{\text{fututa}} = (2\ 694)(1 + 0,0343)^{32} = 7\ 926,58 \approx 7\ 927 \text{ hab}$$

Tabla XVI. **Población actual del caserío Asunción Chivoc**

Módulos	Cantidad
Viviendas	449
Escuela, capacidad total de dos módulos (alumnos)	350
Iglesia (personas)	200
Centro de salud (camas)	150

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Integración de caudales

Los caudales sanitarios se calcularán para el conjunto completo de usuarios del caserío Asunción Chivoc, utilizando las dotaciones de agua potable que se muestran a continuación:

Tabla XVII. **Dotación de agua potable**

Módulos	Dotación
Viviendas (litros/habitante/día)	90
Escuela (litros/alumno/día)	200
Iglesia (litros/habitante/día)	100
Centro de salud (litros/cama/día)	600

Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Dirección Municipal de Planificación.

4.1.5.1. Caudal domiciliar

En este rubro se integrarán, además de los caudales propios de las viviendas, los caudales provenientes de escuelas, iglesias, y centros de salud, que aporten al sistema de alcantarillado. Para todos los caudales siguientes, se utilizará un factor de retorno de 0,75.

$$q_{\text{dom}} = \left(\frac{\text{hab} \times \text{dot}}{86\,400} \right) \times \text{fr} \quad \begin{array}{l} q_{\text{dom}} = \text{caudal domiciliar [l/s]} \\ \therefore \text{dot} = \text{dotación agua potable [l/hab/día]} \\ \text{fr} = \text{factor de retorno [ad]} \end{array}$$

$$q_{\text{domact}} = \left[\frac{(2\,694)(90)(0,75)}{86\,400} \right]$$

$$q_{\text{domact}} = 2,1046 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{domfuturo}} = \left[\frac{(7\,927)(90)(0,75)}{86\,400} \right]$$

$$q_{\text{domfuturo}} = 6,1929 \text{ l/s}$$

- Caudal de escuela:

$$q_{\text{esc}_{\text{act}}} = q_{\text{esc}_{\text{futuro}}} = \left[\frac{(350)(200)(0,75)}{86\,400} \right]$$

$$q_{\text{esc}_{\text{act}}} = q_{\text{esc}_{\text{futuro}}} = 0,6076 \text{ l/s}$$

- Caudal de iglesia:

$$q_{\text{igle}_{\text{act}}} = q_{\text{igle}_{\text{futuro}}} = \left[\frac{(200)(100)(0,75)}{86\,400} \right]$$

$$q_{\text{igle}_{\text{act}}} = q_{\text{igle}_{\text{futuro}}} = 0,1736 \text{ l/s}$$

- Caudal del centro de salud:

$$q_{\text{salud}_{\text{act}}} = q_{\text{salud}_{\text{futuro}}} = \left[\frac{(150)(600)(0,75)}{86\,400} \right]$$

$$q_{\text{salud}_{\text{act}}} = q_{\text{salud}_{\text{futuro}}} = 0,7810 \text{ l/s}$$

4.1.5.2. Caudal de infiltración

Según estimaciones iniciales, el sistema de alcantarillado está por encima del nivel freático en toda su longitud, y el diámetro de los colectores principales de 6 pulgadas. El caudal de infiltración está dado por:

$$f_{\text{inf}} = 0,06 \text{ l/km/s}$$

Colector principal = 14 000 m

Conexión domiciliar = 6,00 m

Viviendas actuales = 449 viv

$$\text{Viviendas futuras} = \frac{7\,927 \text{ hab}}{6 \text{ hab/viv}} = 1\,321,17 \text{ viv} \approx 1\,325 \text{ viv}$$

$$q_{inf} = f_{inf} \times \left[\frac{L + (\text{conex} \times 6,00)}{1\,000} \right] \quad \therefore \quad \begin{aligned} q_{inf} &= \text{caudal de infiltración [l/s]} \\ f_{inf} &= \text{factor de infiltración [l/km/s]} \\ L &= \text{longitud del colector principal [m]} \end{aligned}$$

$$q_{inf_{act}} = (0,06) \left[\frac{(14\,000) + (6,00)(449)}{1000} \right]$$

$$q_{inf_{act}} = 1,00 \text{ l/s}$$

$$q_{inf_{futuro}} = (0,06) \left[\frac{(14\,000) + (6,00)(1\,325)}{1000} \right]$$

$$q_{inf_{futuro}} = 1,317 \text{ l/s}$$

4.1.5.3. Caudal ilícito

El caudal ilícito se tomará conservadoramente como un porcentaje del caudal domiciliar neto.

$$\begin{aligned} q_{dom_{act}} &= 2,1046 \text{ l/s} & q_{ilicito_{act}} &= (0,10)(2,1046) \\ & & q_{ilicito_{act}} &= 0,210 \text{ l/s} \\ q_{dom_{fut}} &= 6,1929 \text{ l/s} & \therefore & \\ \% \text{ a considerar} &= 10 \% & q_{ilicito_{fut}} &= (0,10)(6,1929) \\ & & q_{ilicito_{fut}} &= 0,619 \text{ l/s} \end{aligned}$$

4.1.5.4. Caudal medio

Se procede a calcular el caudal medio de aguas residuales que aportarán al sistema de alcantarillado, para el diseño actual y al final del período de diseño, de la manera siguiente:

$$q_{medio} = q_{dom} + q_{com} + q_{ind} + q_{inf} + q_{ilicito}$$

Actual:

$$q_{\text{dom}} = 2,105 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{esc}} = 0,607 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{igle}} = 0,174 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{salud}} = 0,781 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{inf}} = 1,00 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{ilicito}} = 0,210 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{medioact}} = 2,105 + 0,607 + 0,174 + 0,781 + 1,00 + 0,210$$

$$q_{\text{medioact}} = 4,877 \text{ l/s}$$

Futuro:

$$q_{\text{dom}} = 6,193 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{esc}} = 0,608 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{igle}} = 0,174 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{salud}} = 0,781 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{inf}} = 1,317 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{ilicito}} = 0,619 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{mediofuturo}} = 6,193 + 0,608 + 0,174 + 0,781 + 1,317 + 0,619$$

$$q_{\text{mediofuturo}} = 9,691 \text{ l/s}$$

4.1.5.5. Factor de caudal medio

El valor del caudal medio para el estado actual y al final del período de diseño se detalla a continuación:

$$fqm = \frac{q_{\text{medio}}}{\text{hab}} ; 0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

$$\begin{array}{l} q_{\text{medioact}} = 4,877 \text{ l/s} \\ q_{\text{mediofuturo}} = 9,691 \text{ l/s} \\ P_{\text{actual}} = 2694 \text{ hab} \\ P_{\text{futura}} = 7927 \text{ hab} \end{array} \quad \therefore \quad \begin{array}{l} fqm_{\text{act}} = \frac{4,877}{2694} \\ fqm_{\text{act}} = 0,00181 \text{ l/s/hab} \\ fqm_{\text{futuro}} = \frac{9,691}{7927 \text{ hab}} \\ fqm_{\text{futuro}} = 0,00122 \text{ l/s/hab} \end{array}$$

Debe chequearse que el f_{qm} para cualquiera de los casos debe ser mayor o igual a 0,0020 litros por segundo por habitante, por lo que al no cumplirse este requerimiento, el normativo sugiere que deberá usarse el valor mínimo indicado.

En este caso, tanto para el diseño actual como para el diseño al final del período de diseño, deberá utilizarse el siguiente valor de factor de caudal medio para el diseño hidráulico: $f_{qm} = 0,0020$ litros por segundo por habitante.

La tabla XVIII resume los parámetros que se utilizarán para el diseño de la red de alcantarillado en el caserío Asunción Chivoc.

4.1.6. Proceso de diseño

La etapa de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado es un proceso iterativo, en el cual se involucran los parámetros indicados en la tabla XVIII y se deben cumplir los requerimientos de los manuales y códigos de diseño indicados en la sección 2.2 de este documento.

A manera de ejemplificar dicho proceso, se procede a diseñar dos tramos de alcantarillado para la Loma 01 – Sector 01, del caserío Asunción Chivoc, y el proceso se detalla a continuación.

Tabla XVIII. **Parámetros de diseño para alcantarillado sanitario Asunción Chivoc**

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Densidad de población	hab/viv	6	ver tabla XV
Tasa de crecimiento poblacional	%	3,43	ver sección 4.1.2

Continuación de la tabla XVIII.

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Período de diseño	años	32	ver sección 4.1.2.1
Tubería	--	PVC ASTM D-3034	DMP
Diámetro mínimo	in	6	INFOM 2.10.1
Factor de flujo	--	$1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5$	CIG 2.6.3
Caudal de diseño mínimo	l/s	0,40	ver sección 2.2.6.8
Relación de tirantes hidráulicos	--	$0,10 \leq d/\phi \leq 0,74$	INFOM 2.9.1.1
Rugosidad de Manning	--	0,010	INFOM 2.9.1.2
Velocidad de diseño mínima	m/s	0,60	INFOM 2.11.2
Velocidad de diseño máxima	m/s	2,50	INFOM 2.11.1
Profundidad mínima de pozo	m	1,40	ver sección 2.2.7.4
Profundidad máxima de pozo	m	8,00	DMP
Distancia horizontal máxima entre pozos	m	100,00	INFOM 2.13.1
Diámetro mínimo de pozo	m	1,20	ver sección 2.2.9.2

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.1. Diseño de tramo inicial de PV-1 a PV-C

Se describe a continuación el procedimiento general para un tramo inicial de la red de alcantarillado sanitario del caserío Asunción Chivoc.

Tabla XIX. **Datos de entrada para tramo inicial**

De PV	1	Cota terreno [m]	1 003,64
A PV	C	Cota terreno [m]	1 004,42
Distancia [m]	16,09	--	--
Viviendas locales	0	--	--

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno:

$$S_t = \left(\frac{1\,003,64 - 1\,004,42}{16,09} \right) (100)$$

$$S_t = -4,88 \% \rightarrow [\text{Contrapendiente}]$$

- Viviendas:

$$\text{Locales} = 0 \text{ viv}$$

$$\text{Acumuladas} = \text{tramo}_{\text{anterior}} + \text{tramo}_{\text{actual}} = 0 + 0 \rightarrow 0 \text{ viv}$$

- Habitantes:

$$\text{Hab}_{\text{act}} = (0)(6) = 0 \text{ hab}$$

$$\text{Hab}_{\text{fut}} = (0)(1 + 0,0343)^{32} = 0 \text{ hab}$$

- Factor de flujo:

- Actual:

$$f_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{0}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{0}{1000}}}$$

$$f_{\text{flujo}} = 4,50 \quad \therefore 1,50 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \quad \rightarrow \text{OK.}$$

- Futuro:

$$f_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{0}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{0}{1000}}}$$

$$f_{\text{flujo}} = 4,50 \quad \therefore 1,50 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \quad \rightarrow \text{OK.}$$

- Caudal de diseño:

Sabiendo que el factor de caudal medio es 0,0020 litros por segundo por habitante, se procede como sigue:

$$q_{\text{act}} = (0,0020)(4,50)(0)$$

$$q_{\text{act}} = 0 \text{ l/s} < 0,40 \text{ l/s} \quad \therefore \text{usar } q_{\text{actual}} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{futuro}} = (0,0020)(4,50)(0)$$

$$q_{\text{futuro}} = 0 \text{ l/s} < 0,40 \text{ l/s} \quad \therefore \text{usar } q_{\text{futuro}} = 0,40 \text{ l/s}$$

- Valores hidráulicos a sección llena:

Se utilizará tubería PVC (rugosidad 0,010) de 6 pulgadas de diámetro con una pendiente del 2,20 por ciento.

$$V = \frac{(0,03429)(6)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{2,20}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,010} \quad \therefore V = 1,679 \text{ m/s}$$

$$Q = VA = (1,679)(5,067 \times 10^{-4})(6)^2$$

$$Q = 0,0306 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 30,627 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas:

$$\left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{act}} = \frac{0,40}{30,627} \quad \therefore \left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{act}} = 0,0131$$

$$\left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{futuro}} = \frac{0,40}{30,627} \quad \therefore \left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{futuro}} = 0,0131$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\begin{array}{l|l} \left(\frac{v}{V}\right)_{\text{act}} = 0,3550 & \left(\frac{v}{V}\right)_{\text{futuro}} = 0,3550 \\ \left(\frac{d}{\phi}\right)_{\text{act}} = 0,0825 & \left(\frac{d}{\phi}\right)_{\text{futuro}} = 0,0825 \end{array}$$

En ambos casos, la relación de tirantes es menor a 0,74 y también es menor a 0,10 que es el límite inferior. Esto es aceptable en tramos iniciales, e igualmente es justificable mientras se cumpla con la velocidad de arrastre, la velocidad mínima en ambos casos.

- Velocidad de diseño:

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{act} = 0,3550 \rightarrow \begin{aligned} v_{act} &= (0,3550)(1,679) \\ v_{act} &= 0,60 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{futura} = 0,3550 \rightarrow \begin{aligned} v_{futura} &= (0,3550)(1,679) \\ v_{futura} &= 0,60 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

- Cotas invert:

- Cota invert de salida:

$$CIS = 1\ 003,64 - 1,40$$

$$CIS = 1\ 002,24$$

- Cota invert de entrada:

$$CIE = 1\ 002,24 - \left[\frac{(2,20)(16,09 - 1,20)}{100} \right]$$

$$CIE = 1\ 001,91$$

- Altura de pozos:

- Altura de pozo inicial:

$$Hp_o = 1\ 003,64 - 1\ 002,24$$

$$Hp_o = 1,40 \text{ m} \therefore 1,40 \text{ m} \leq H_{pozo} \leq 8,00 \text{ m}$$

- Altura de pozo final:

$$Hp_f = 1\ 004,42 - 1\ 001,91$$

$$Hp_f = 2,51 \text{ m} \therefore 1,40 \text{ m} \leq H_{pozo} \leq 8,00 \text{ m}$$

4.1.6.2. Diseño de tramo de continuidad de PV-C a PV-D

Se describe a continuación el procedimiento general para un tramo inicial de la red de alcantarillado sanitario del caserío Asunción Chivoc.

Tabla XX. Datos de entrada para tramo en continuidad

De PV	C	Cota terreno	1 004,42
A PV	D	Cota terreno	1 003,83
Distancia [m]	27,74	--	--
Viviendas locales	3	--	--

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno:

$$S_t = \left(\frac{1\,004,42 - 1\,003,83}{27,74} \right) (100)$$

$$S_t = 2,12 \% \rightarrow \text{[A favor de la pendiente]}$$

- Viviendas:

$$\text{Locales} = 3 \text{ viv}$$

$$\text{Acumuladas} = \text{tramo}_{\text{anterior}} + \text{tramo}_{\text{actual}} = 0 + 3 \rightarrow 3 \text{ viv}$$

- Habitantes:

$$\text{Hab}_{\text{act}} = (3)(6) = 18 \text{ hab}$$

$$\text{Hab}_{\text{fut}} = (18)(1 + 0,0343)^{32} = 53 \text{ hab}$$

- Factor de flujo:

- o Actual:

$$f_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{18}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{18}{1000}}}$$

$$f_{\text{flujo}} = 4,3864 \quad \therefore 1,50 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \quad \rightarrow \text{OK.}$$

- o Futuro:

$$f_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{53}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{53}{1000}}}$$

$$f_{\text{flujo}} = 4,3095 \quad \therefore 1,50 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \quad \rightarrow \text{OK.}$$

- Caudal de diseño:

Sabiendo que el factor de caudal medio es 0,0020 litros por segundo por habitante, se procede como sigue:

$$q_{\text{act}} = (0,0020)(4,3864)(18)$$

$$q_{\text{act}} = 0,158 \text{ l/s} < 0,40 \text{ l/s} \quad \therefore \text{usar } q_{\text{act}} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{futuro}} = (0,0020)(4,3095)(53)$$

$$q_{\text{futuro}} = 0,4568 \text{ l/s} > 0,40 \text{ l/s} \quad \therefore \text{usar } q_{\text{futuro}} = 0,4568 \text{ l/s}$$

- Valores hidráulicos a sección llena:

Se utilizará tubería PVC (rugosidad 0,010) de 6 pulgadas de diámetro con una pendiente del 2,20 por ciento.

$$V = \frac{(0,03429)(6)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{2,20}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,010} \quad \therefore V = 1,679 \text{ m/s}$$

$$Q = VA = (1,679)(5,067 \times 10^{-4})(6)^2$$

$$Q = 0,0306 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 30,627 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas:

$$\left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{act}} = \frac{0,40 \text{ l/s}}{30,627 \text{ l/s}} \quad \therefore \left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{act}} = 0,0131$$

$$\left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{futuro}} = \frac{0,4568 \text{ l/s}}{30,627 \text{ l/s}} \quad \therefore \left(\frac{q}{Q}\right)_{\text{futuro}} = 0,0149$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{\text{act}} = 0,3550 \quad \left(\frac{v}{V}\right)_{\text{futuro}} = 0,3680$$

$$\left(\frac{d}{\phi}\right)_{\text{act}} = 0,0825 \quad \left(\frac{d}{\phi}\right)_{\text{futuro}} = 0,0875$$

- Velocidad de diseño:

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{\text{actual}} = 0,3550 \quad \rightarrow \quad v_{\text{act}} = (0,3550)(1,679)$$

$$v_{\text{act}} = 0,60 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad \text{OK}$$

$$\left(\frac{v}{V}\right)_{\text{futuro}} = 0,3550 \quad \rightarrow \quad v_{\text{futuro}} = (0,3680)(1,679 \text{ m/s})$$

$$v_{\text{futuro}} = 0,62 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad \text{OK}$$

- Cotas invert:

- Cota invert de salida:

$$\text{CIS} = 1\,001,91 - 0,03$$

$$\text{CIS} = 1\,001,88$$

- Cota invert de entrada:

$$\text{CIE} = 1\,001,88 - \left[\frac{(2,20)(27,74 - 1,20)}{100} \right]$$

$$\text{CIE} = 1\,001,296$$

- Altura de pozos:
 - Altura de pozo inicial:

$$H_{p_o} = 1\,004,42 - 1\,001,88$$

$$H_{p_o} = 2,54 \text{ m} \quad \therefore \quad 1,40 \text{ m} \leq H_{\text{pozo}} \leq 8,00 \text{ m}$$

- Altura de pozo final:

$$H_{p_f} = 1\,003,83 - 1\,001,30$$

$$H_{p_f} = 2,54 \text{ m} \quad \therefore \quad 1,40 \text{ m} \leq H_{\text{pozo}} \leq 8,00 \text{ m}$$

4.1.7. Presupuesto

El criterio para la elaboración del presupuesto es el generalizado con el uso de los costos unitarios, para los cuales, la cuantificación es apegada a los planos del proyecto y los costos de mano de obra y materiales para cada renglón fueron obtenidos de la DMP.

En la tabla XXI se muestra el resumen de costos del alcantarillado dividido en las tres lomas que lo conforman.

4.1.8. Cronograma de ejecución

El cronograma se realiza bajo los criterios de rendimientos de trabajo promedio usados de manera general en este tipo de planificación. Estos datos fueron obtenidos de información proporcionada por la DMP.

En la figura 13 se presenta un cronograma por sector de la red de alcantarillado sanitario y en la figura 14 se presenta un cronograma de actividades general.

Tabla XXI. **Presupuesto general red de alcantarillado sanitario**
Asunción Chivoc

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
100	RED DE ALCANTARILLADO LOMA 01				
101	Replanteo topográfico	km	3.89	Q 1,937.57	Q 7,542.97
102	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	3,893.00	Q 293.77	Q 1,143,647.77
103	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	54.00	Q 4,771.14	Q 257,641.41
104	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	25.00	Q 9,119.32	Q 227,983.06
105	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 4.01 a 6.00 m	Unidad	18.00	Q 14,234.07	Q 256,213.19
106	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 6.01 a 7.50 m	Unidad	1.00	Q 18,940.29	Q 18,940.29
107	Conexiones domiciliarias	Unidad	112.00	Q 2,096.66	Q 234,825.99
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 2,146,794.67
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 2,404,410.03
200	RED DE ALCANTARILLADO LOMA 02				
201	Replanteo topográfico	km	3.05	Q 1,937.57	Q 5,907.66
202	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	3,049.00	Q 293.77	Q 895,705.64
203	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	47.00	Q 4,771.14	Q 224,243.45
204	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	14.00	Q 9,119.32	Q 127,670.51
205	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 4.01 a 6.00 m	Unidad	12.00	Q 14,234.07	Q 170,808.79
206	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 6.01 a 7.50 m	Unidad	6.00	Q 18,940.29	Q 113,641.74
207	Conexiones domiciliarias	Unidad	103.00	Q 2,096.66	Q 215,956.05
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 1,753,933.83
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 1,964,405.89
300	RED DE ALCANTARILLADO LOMA 03				
301	Replanteo topográfico	km	3.53	Q 1,937.57	Q 6,847.38
302	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	3,534.00	Q 293.77	Q 1,038,184.23
303	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	67.00	Q 4,771.14	Q 319,666.19
304	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	10.00	Q 9,119.32	Q 91,193.22
305	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 4.01 a 6.00 m	Unidad	6.00	Q 14,234.07	Q 85,404.40
306	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 6.01 a 7.50 m	Unidad	2.00	Q 18,940.29	Q 37,880.58
307	Conexiones domiciliarias	Unidad	38.00	Q 2,096.66	Q 79,673.10
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 1,658,849.10
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 1,857,910.99
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):				Q 5,559,577.60	\$710,257.69
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):				Q 6,226,726.91	\$795,488.62
COSTO /km (SIN IVA)				Q 557,290.80	\$71,196.07
COSTO /km (CON IVA)				Q 624,165.70	\$79,739.60

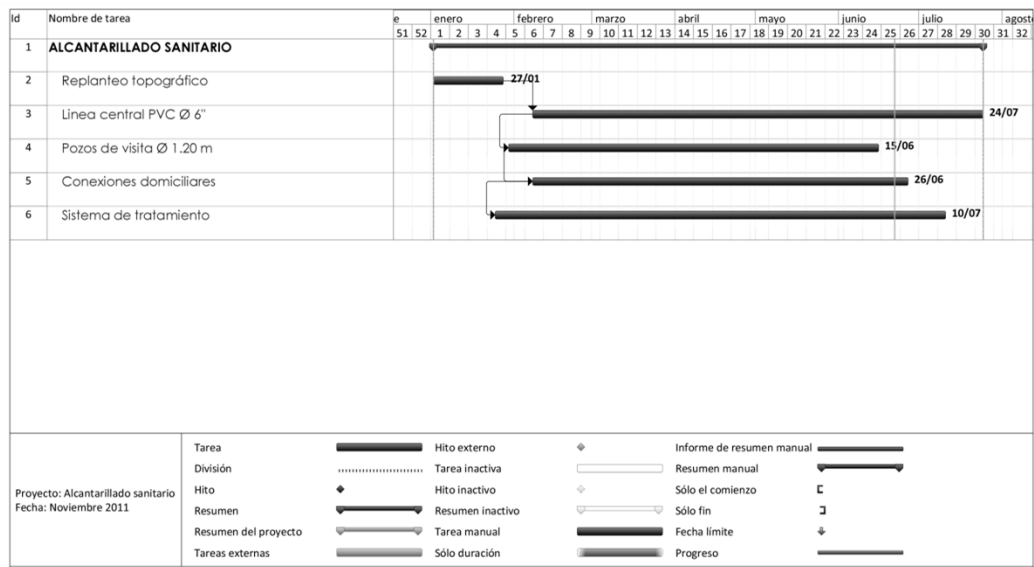
Longitud del proyecto: 9.98 km

(Ref. BANGUAT al Lunes 28 de noviembre de 2011) Tipo de cambio: 7.82755

TOTAL EN LETRAS: Seis millones doscientos veintiseis mil setecientos veintiseis quetzales, con noventa y un centavos.

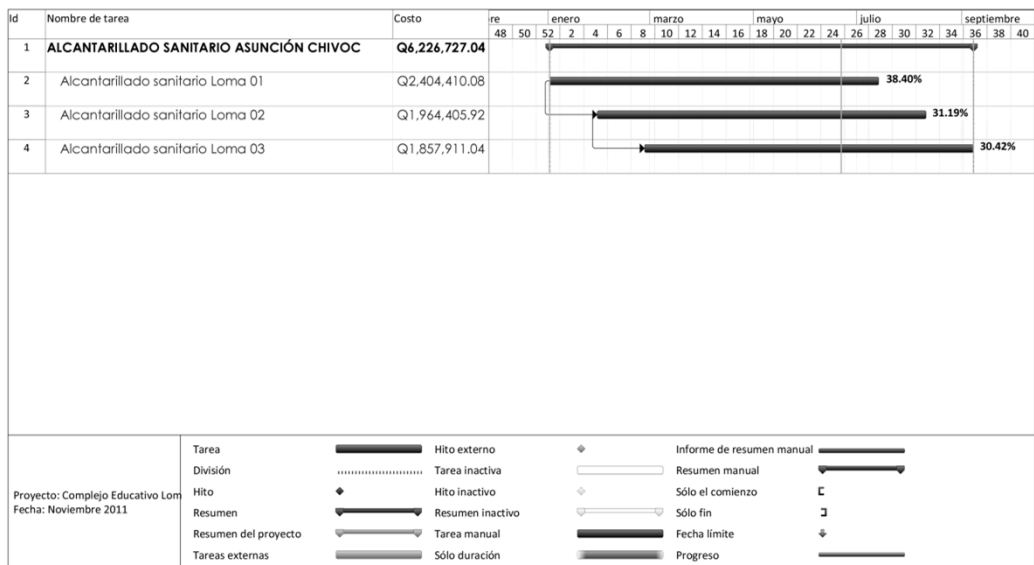
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Cronograma por sector de la red de alcantarillado sanitario



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Cronograma general para la red de alcantarillado sanitario



Fuente: elaboración propia.

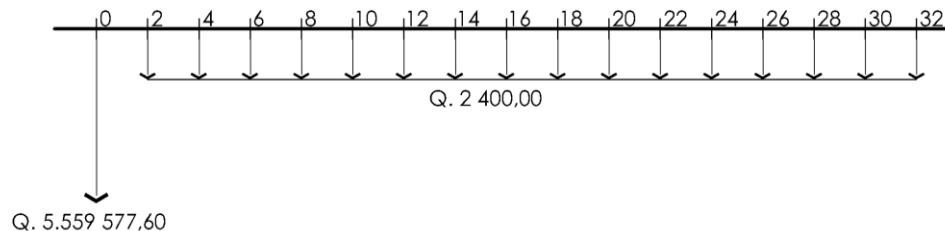
4.1.9. Estudio económico

En todo proyecto de ámbito social o de prestación de servicios a la comunidad el estudio económico que involucra el conocimiento del flujo de efectivo, ingresos y egresos, de un proyecto no puede ser utilizado directamente. Sin embargo, se demostrará la inexistencia de un criterio de evaluación de proyectos desde el punto de vista financiero.

4.1.9.1. Valor Presente Neto

En el caso del alcantarillado sanitario, el flujo de efectivo se considera negativo debido a la inversión inicial que el proyecto requiere, así como los gastos de operación y mantenimiento preventivo necesario para garantizar el óptimo desempeño del sistema, razón por la cual, el Valor Presente Neto (VPN) será negativo.

Figura 15. **Flujo de efectivo para el alcantarillado sanitario Asunción Chivoc**



Fuente: elaboración propia.

En el flujo de efectivo de la figura 15 se ha considerado una anualidad de Q. 2 400,00 para el mantenimiento preventivo mínimo de la red de alcantarillado.

La tasa de interés se asume de forma conservadora en un 12 por ciento.
El VPN se define como:

$$\text{VPN} = -5\,559\,577,60 - 2\,400 \left[\frac{(1 + 0,12)^{32} - 1}{0,12 \times (1 + 0,12)^{32}} \right]$$
$$\text{VPN} = -5\,579\,045,43$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del período de tiempo de vida útil del proyecto, y se debería rechazar. En el caso de un proyecto social, debe de prevalecer el criterio por la urgencia y la necesidad de la realización del mismo.

4.1.9.2. Tasa Interna de Retorno

Otro indicador económico es la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial en un proyecto, sin pérdidas ni ganancias. En proyectos de inversión, llega a indicar en cuanto tiempo el flujo de caja permitirá al inversionista empezar a percibir las ganancias de la inversión; en el caso de un proyecto social, donde el flujo de caja es solo de egresos, no es posible calcular dicha tasa ya que nunca se recupera la inversión inicial.

Dado que el aporte de la comunidad será la mano de obra no calificada, el estimar costos para la realización de un flujo de caja es aventurero y poco realista, por lo que se define que el proyecto debe considerarse factible cuando se obtenga el financiamiento requerido para su ejecución, debido a que el beneficio de perdurar la salubridad, el medio ambiente y la preservación de los recursos naturales es de vital importancia en nuestro país.

4.1.10. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Se utilizará una matriz de Leopold, para describir los posibles impactos adversos significativos; impactos adversos no significativos e impactos benéficos significativos, basándose en la misma información de los diseño del proyecto.

4.1.10.1. Impactos ocasionados al ambiente

Al estudiar la matriz de Leopold de los impactos al ambiente que se ocasionarán durante la construcción de proyecto de alcantarillado sanitario para el caserío Asunción Chivoc, de conformidad con el cribado llevado a cabo, determinan que no existirán impactos adversos significativos al ambiente en los procedimientos a realizar, tal y como ha sido planificado cualitativamente y cuantitativamente.

4.1.10.2. Impactos adversos no significativos

Se definen en orden numérico, relacionados con las actividades básicas del proyecto que aparecen en la matriz, y se detallan a continuación:

- Análisis y selección del sitio:
Se verán afectados con el diseño, las características de drenajes naturales y el flujo de los mismos que actualmente drenan de las partes más altas del terreno.
- Quema:
Al quemar toda la maleza y ramas de árboles, se podrá provocar un impacto adverso no significativo en lo que respecta a la calidad del aire, especialmente para los trabajadores.

- Manejo y disposición final de residuos:

La mala disposición de residuos fuera del área de los proyectos en áreas ajenas, puede afectar el uso potencial y la calidad del suelo. La disposición de excretas de los trabajadores de no existir letrinas provocara malos olores y contaminación al ambiente.
- Excavación de drenajes y agua:

La excavación de las zanjas para drenajes y agua al quedar mucho tiempo abiertas, por detención de la obra u otras razones, afectará las características del fondo y bordes de las zanjas abiertas y podrá provocar serios erosionamientos. La mala compactación de las zanjas al terminarse la obra, podrá repercutir posteriormente en las estructuras superficiales viales, provocando asentamientos indeseados del terreno mal compactado.
- Maquinaria y equipo:

Eventualmente la maquinaria y equipo en la construcción, podrán provocar ruidos molestos al oído humano, en especial de los trabajadores. La maquinaria en sus operaciones de movimientos podrá provocar erosionamientos en bordes del terreno.
- Acarreo de materiales:

El acarreo de materiales para consolidación del suelo, puede provocar en su volteo, contaminación en el aire, provocando mala calidad del aire para los trabajadores como los pobladores de los caseríos.

- Manejo y disposición de desechos

Las disposiciones finales de los desechos de la construcción y desechos humanos, podrá hacer variar la calidad del agua que se genere superficialmente por lluvias, si se estuviese trabajando en esta época todavía. Esta mala disposición de desechos de construcción podrá provocar erosionamientos indeseados de estos mismos materiales, incompatibilidad del uso del suelo y la mala calidad de los mismos.

4.1.10.3. Impactos benéficos significativos

Como proyecto de apoyo social, su ejecución redundará en impactos benéficos para la comunidad, de la manera siguiente:

- Análisis y selección del sitio:

La tenencia de la tierra se verá reforzada económicamente por la implantación de proyectos de saneamiento.

- Generación de mano de obra:

Las expectativas de creación de mano de obra vendrán a ser benéficas para la economía de la región. Las posibilidades que se darán a muchas personas no calificadas de aprender un oficio, vendrá positivamente a mejorar la capacidad de mano de obra de la región.

- Mantenimiento preventivo y correctivo:

El mantenimiento preventivo y correctivo que se le dará a los proyectos, generará empleos permanentes de mano de obra del área y el mantenimiento ideal de los proyectos.

4.1.10.4. Medidas de mitigación a los principales impactos

Cualquier impacto negativo, significativo o no, puede aceptarse siempre y cuando se mantengan medidas de mitigación que reducirán o eliminarán totalmente sus efectos.

- Localización y preparación del sitio:
Durante el movimiento de tierra debe buscarse el acomodamiento más adecuado del sitio donde se harán los depósitos de tierra, controlando que estos sean asentados en áreas donde no se provoquen deslaves indeseados por escorrentía superficial.
- Se deben colocar letrinas y basureros provisionales, en el área de construcción de tal manera que los trabajadores, no contaminen los alrededores, siendo esto de suma necesidad y obligatorio.
- Deben tomarse en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias de acuerdo con el manual de seguridad e higiene de la construcción, para que los trabajadores de la construcción y los maquinistas sean más educados para evitarles la mayor cantidad de accidentes.

4.1.10.5. Operación y mantenimiento

En esta etapa es en donde se presentan los impactos ambientales de mayor significado, principalmente en lo relativo a desechos sólidos y líquidos. Deben quedar instalados los métodos de tratamiento de las aguas servidas, tal y como se han descrito en los diseños y planos, para que los desechos sólidos y líquidos sean tratados de la manera indicada y las aguas pasen a los mantos freáticos debidamente tratadas.

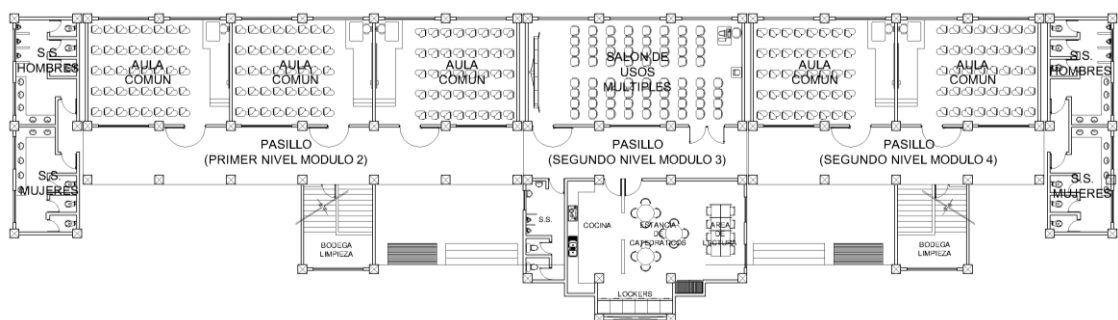
4.2. Proceso de diseño estructural de escuela primaria

El proyecto tiene por objeto brindar la infraestructura mínima necesaria para que la comunidad de la colonia Lomas de San Pedro en Ciudad Quetzal, aldea Lo de Mejía, y áreas aledañas puedan satisfacer la demanda educativa del sector, a nivel primario específicamente.

Se proyecta la construcción de una escuela de dos niveles, que consta de:

- 10 salones de clase, con capacidad de 40 alumnos.
- 1 salón de usos múltiples con capacidad de 70 personas, que puede modularse como salones de clase, según se requiera.
- 1 salón de computación con capacidad para 40 alumnos.
- Módulos de servicios sanitarios para hombres y mujeres, en cada nivel.
- Sector administrativo, conformada por dirección, secretaría, archivo y servicio sanitario.
- Salón de catedráticos, que consta de sala de estar, área de lectura, cocina, áreas de *lockers* (casilleros) y servicio sanitario.

Figura 16. Planta esquemática de la escuela Lomas de San Pedro



Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Descripción general del área disponible para el proyecto

Para el proyecto de la escuela primaria, se cuenta con un terreno de propiedad municipal, con un área en proyección ortogonal de 2 638,38 metros cuadrados, con forma irregular en planta y elevación, el cual está provisto de los servicios básicos, entiéndase, agua potable, alcantarillado sanitario, y energía eléctrica.

4.2.1.1. Planimetría

Para conocer los detalles planimétricos se utilizó el método de la poligonal abierta con radiaciones. Este método permite marcar los linderos que definen la forma irregular del polígono. Se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito SOKKIA Wild T-1, con aproximación de 20 segundos
- Estadal, plomada de 5 libras, y cinta métrica de 100 metros

4.2.1.2. Altimetría

Se utilizó el método de la nivelación diferencial para poder conocer los detalles altimétricos del polígono en el que se diseñará la escuela primaria. Durante el proceso, se ubican puntos en una cuadrícula regular, y en puntos específicos para conocer su altura, con el fin de obtener la mejor aproximación del terreno a través de sus curvas de nivel. Se utilizó el siguiente equipo:

- Nivel de precisión SOKKIA, con un alcance de 100 metros
- Estadal

Al analizar los datos de campo, se establece el criterio en elevación para el diseño de la escuela, el cual rige el mismo, debido a la necesidad de crear plataformas que compensen el desnivel del terreno, en base a las normas y recomendaciones de diseño del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV)³.

4.2.2. Criterios de diseño arquitectónico

En la definición del diseño arquitectónico para la escuela Lomas de San Pedro, se han tomado en consideración lo indicado en la sección 3.1 de este documento, correspondiente a la normativa vigente sobre los criterios arquitectónicos mínimos recomendados por el MINEDUC.

4.2.2.1. Altura del edificio

Tomando en consideración lo indicado por el Ministerio de Educación (MINEDUC), las alturas de los niveles quedan de la siguiente manera:

- Primer nivel: altura de piso a cielo 5,00 metros (incluye desplante de cimentación de 1,50 metros).
- Segundo nivel: altura de piso a cielo 3,50 metros.

4.2.3. Criterios de diseño estructural

En búsqueda de un sistema que resista de forma efectiva las cargas laterales y gravitacionales impuestas, cuya ductilidad sea ampliamente conocida y pueda lograrse con un buen detallado de miembros estructurales.

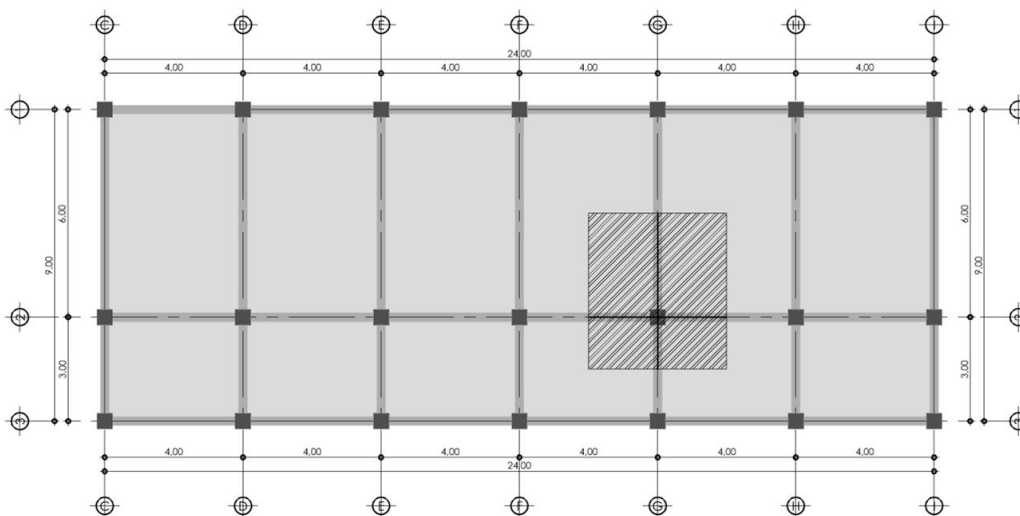
³ Unidad de Construcción de Edificios del Estado, Especificaciones técnicas, sección 6.2.1. CIV, Guatemala 2007.

Se ha elegido el sistema de marcos rígidos resistentes a momento, y su estructuración y detallado sismorresistente corresponde a lo especificado en el American Concrete Institute (ACI), en su edición 2008, específicamente a lo estipulado por el comité 318 en el capítulo 21, en las secciones correspondientes a los miembros estructurales pertenecientes a marcos especiales resistentes a momento (SMRF, por sus siglas en inglés).

Cabe resaltar que los muros de mampostería no formarán parte del sistema estructural, y sus efectos se consideran únicamente para el análisis sísmico y de gravedad.

En las secciones siguientes se detallará el proceso de diseño para el módulo 2 de la planta general presentada en la figura 17; siguiendo el procedimiento posterior para las condiciones particulares de los módulos restantes, el diseño se complementa.

Figura 17. **Planta de módulo 2, escuela Lomas de San Pedro**



Fuente: elaboración propia.

4.2.3.1. Estudio de cargas

Lo indicado en la sección 3.2.5, toma en consideración los criterios dados en los códigos actuales, los cuales son requisitos mínimos recomendados que debe procurarse su cumplimiento. Sin embargo, debe prevalecer el criterio del diseñador. Es importante mencionar que el aumento de cargas, muchas veces innecesario, no asegura que una estructura responderá de mejor manera ante un evento sísmico de magnitud importante.

La tabla XXII resume los valores de carga viva y la tabla XXIII la carga muerta establecidas para el diseño estructural de la escuela Lomas de San Pedro.

Tabla XXII. **Carga viva, diseño estructural de la escuela Lomas de San Pedro**

Elemento	Carga [kg/m²]
Terraza (sin acceso)	100
Losa en aulas	300
Balcones, pasillos	500
Escaleras [kg/m]	500
Área de sanitarios	500

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Carga muerta, diseño estructural de la escuela Lomas de San Pedro**

Elemento	Carga [kg/m²]
Concreto reforzado [kg/m ³]	2 400
Mampostería reforzada (t = 0,15 m)	220
Repellos y cernidos	25
Piso de granito	120
Relleno	25
Pañuelos (mezclón)	145
Impermeabilizante	10
Sobrecarga	40

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.2. **Predimensionamiento**

Se presentan resultados de los distintos criterios de predimensionamiento para los elementos estructurales de la escuela Lomas de San Pedro, en base a lo descrito en la sección 3.2.8 de este documento.

- Predimensionamiento de vigas:

Tabla XXIV. **Predimensionamiento de vigas**

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
Diseñadores guatemaltecos	$h = (0,08)(600)$ $h = 48 \text{ cm}$ \therefore usar $h = 50 \text{ cm}$ $b = 25 \text{ cm}$

Continuación de la tabla XXIV.

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
American Concrete Institute [ACI]	$h = \frac{600}{21}$ $h = 28,60 \text{ cm}$ $\therefore \text{usar } h = 30 \text{ cm}$ $b = 15 \text{ cm}$

Fuente: elaboración propia.

Se tomarán como dimensiones de la viga, una base de 25 centímetros y un peralte de 50 centímetros.

- Losas macizas:

Los cálculos se basan en las dimensiones del panel de losa mayor.

Tabla XXV. **Predimensionamiento de losas**

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
Diseñadores guatemaltecos	$m = \frac{a}{b} = \frac{400}{600}$ $m = \frac{2}{3}$ $\therefore m > 0,5$ <p style="text-align: center;">Losa en dos sentidos</p>
	<p>Losa aulas:</p> $t = \frac{P}{180} = \frac{2(400 + 600)}{180} \therefore t = 11 \text{ cm}$ <p>Losa pasillos:</p> $t = \frac{P}{180} = \frac{2(300 + 400)}{180} \therefore t = 7 \text{ cm}$

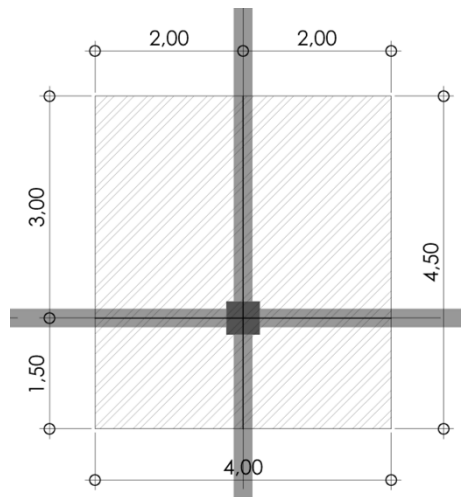
Fuente: elaboración propia.

Se tomará como dimensión uniforme para toda la losa 13 centímetros, por consideraciones constructivas.

- Columnas

Para uniformizar las dimensiones, se tomará la columna crítica central, correspondiente a la columna G2 de la figura 17. Los métodos presentados en la sección 3.2.8.2, involucran conocer la carga gravitacional axial que actúa sobre la columna en estudio. Se debe mencionar que para analizar la columna del primer nivel, se debe dar una dimensión inicial para la columna de los niveles superiores.

Figura 18. **Área tributaria para columna crítica en módulo 2**



Fuente: elaboración propia.

En las tablas siguientes se detalla el proceso seguido para establecer la carga axial actuante en la columna G2 en ambos niveles.

Tabla XXVI. **Carga axial sobre columna G2, segundo nivel**

Elemento	Peso [kg/m²]	Área [m²]	Longitud [m]	Carga axial (P) [kg]
Impermeabilizante	10	18	---	180
Repello y cernido	25	18	---	450
Mezclón (2% promedio)	145	18	---	2 610
Losa (t = 13cm)	312	18	---	5 616
Vigas (25 cm × 50 cm)	300 [kg/m]	---	8,50	2 550
Carga axial actuante en nivel 2 [kg]				11 406

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Carga axial sobre columna G2, primer nivel**

Elemento	Peso [kg/m²]	Área [m²]	Longitud [m]	Volumen [m³]	Carga axial (P) [kg]
Piso	120	18	---	---	2 160
Repello y cernido	25	18	---	---	450
Losa (t = 13 cm)	312	18	---	---	5 616
Mampostería nivel superior (h = 3,00 m)*	660 [kg/m]	---	4	---	2 640
Vigas (25 cm × 50 cm)	300 [kg/m]	---	8,50	---	2 550
Columna nivel sup. (h = 3,00 m)**	2400 [kg/m ³]	---	---	0,27	648
Carga axial actuante en nivel 1 [kg]					14 064

* Se considera el peso de la mampostería dentro del área tributaria de la columna G2.

** Debido a la característica iterativa en el proceso de diseño, inicialmente se recomienda proponer la dimensión mínima exigida por el código, que es 30 cm × 30 cm.

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, las fuerzas axiales quedan de la siguiente manera:

$$P_{\text{actuante nivel 2}} = 11\,406 \text{ kg}$$

$$P_{\text{actuante nivel 1}} = 11\,406 + 14\,064 = 25\,470 \text{ kg}$$

En las tablas siguientes se presenta el resumen de los criterios de predimensionamiento de columnas presentados en la sección 3.2.8.2 de este documento. Se propone utilizar columnas cuadradas.

Tabla XXVIII. **Predimensionamiento de columnas**

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
Diseñadores guatemaltecos	$A_g = \frac{P_{\text{actuante}}}{0,17 f'_c} = \frac{25\,470}{0,17(280)} = 535,08 \text{ cm}^2$ $b = \sqrt{535,08} \rightarrow b = 23,13 \text{ cm}$
American Concrete Institute [ACI 318-08] – Cap.10.3.6.2	<p>Inicialmente se asume una cuantía (ρ) del 1%.</p> $P = 0,80[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \therefore A_{st} = \rho A_g$ $P = 0,80 \left[0,85(280)(A_g - 0,01A_g) + (4200 \times 0,01A_g) \right]$ <p>Si $P = 1,2 \times 25\,470 = 30\,564 \text{ kg}$, resolviendo para A_g:</p> $A_g = 137,62 \text{ cm}^2 \therefore b = 11,73 \text{ cm}$

Fuente: elaboración propia.

Dada la incertidumbre en el predimensionamiento de las columnas, se debe entender que el proceso de diseño es iterativo, por lo que la elección de una dimensión debe ser apegada a la normativa que rige el diseño, y luego de las comprobaciones exigidas por el mismo, se determinará si la dimensión permanece, debe aumentarse, o puede reducirse para optimizar.

El código y reglamento que rige el presente diseño estructural es el aprobado por comité 318 del American Concrete Institute (ACI) en la edición vigente al 2008, y la dimensión mínima exigida por el reglamento en la sección 21.6.1.1 de dicho código es 30 centímetros.

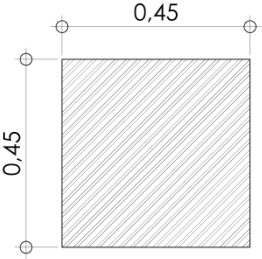
Considerando lo anterior, y resaltando principalmente el carácter iterativo del diseño de los elementos de concreto reforzado, se elige una columna cuadrada de 45 centímetros.

4.2.4. Análisis de cargas

La carga viva se considera como un aporte importante y variable en la fuerza inercial que es inducida por las ondas sísmicas en la estructura. Los valores adoptados en este proyecto específico y su fundamento, fueron indicados en la tabla XXII. La carga muerta corresponde al peso de los elementos estructurales y no estructurales, según lo indicado en la sección 3.2.5.1.2 de este documento.

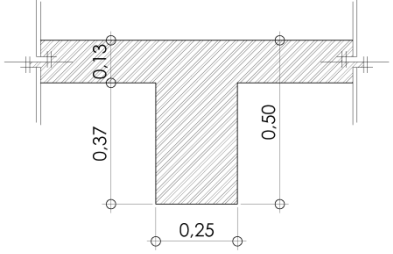
En las tablas siguientes se resumen los pesos unitarios de todos los elementos estructurales, los cuales son considerados en los análisis posteriores.

Tabla XXIX. **Peso unitario de columnas [kg/col]**

		
Columnas segundo nivel		
Concreto	(2 400)(0,45)(0,45)(3,00)	1 458 kg/col
Acabados	(25)(4)(0,45)(3,00)	135 kg/col
PESO TOTAL NIVEL 2		1 593 kg/col
Columnas primer nivel		
Concreto	(2 400)(0,45)(0,45)(4,50)	2 187 kg/col
Acabados	(25)(4)(0,45)(3,00)	203 kg/col
PESO TOTAL NIVEL 1		2 390 kg/col

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Peso unitario de vigas principales [kg/m]**

		
Concreto	(2 400)(0,25)(0,37)	222 kg/m
Acabados	(25)(2)(0,37) + (0,25)	25 kg/m
PESO TOTAL VIGAS NIVEL 1 Y NIVEL 2		247 kg/m

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Peso unitario de losas [kg/m²]**

Losa final (terrace)		
Concreto	(2 400)(0,13)	312 kg/m ²
Acabados	25	25 kg/m ²
Mezclón	145	145 kg/m ²
Impermeabilizante	10	10 kg/m ²
Sobrecarga	40	40 kg/m ²
PESO TOTAL LOSA FINAL		532 kg/m²
Losa de entrepiso		
Concreto	(2 400)(0,13)	312 kg/m ²
Acabados	25	25 kg/m ²
Relleno	25	25 kg/m ²
Piso	120	120 kg/m ²
Sobrecarga	40	40 kg/m ²
PESO TOTAL LOSA DE ENTREPISO		522 kg/m²

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Peso unitario de muros [kg/m]**

	Muros en entrepiso (nivel 2)		
	Mampostería 15 cm + Acabados	(220)(3,00)	660 kg/m
	PESO TOTAL MURO NIVEL 2		660 kg/m
	Muros en primer nivel		
	Mampostería 15 cm + Acabados	(220)(4,50)	990 kg/m
	PESO TOTAL MURO NIVEL 1		990 kg/m

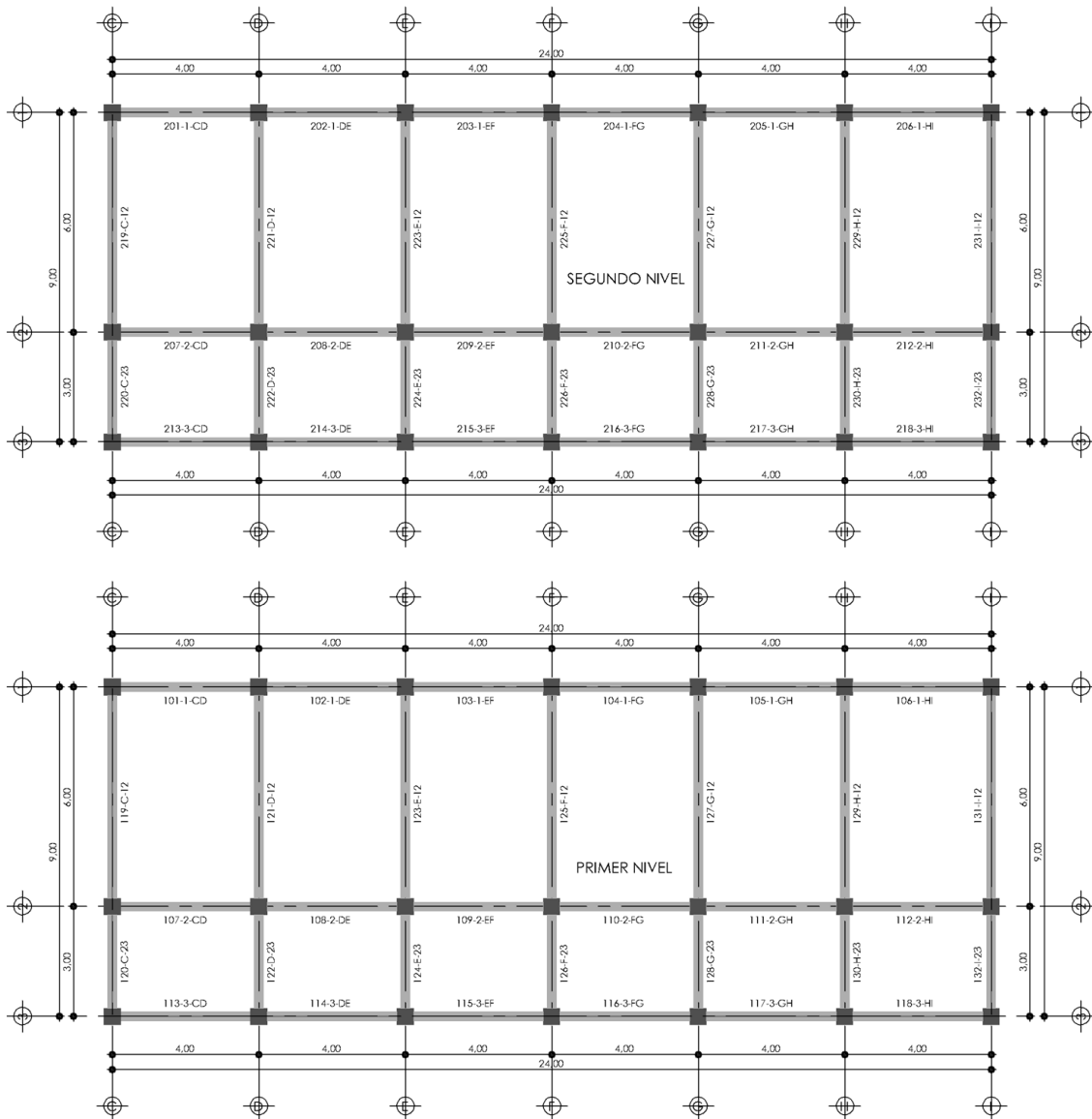
Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Integración de carga gravitacional

La carga gravitacional y su debida integración a los elementos resistentes de la estructura, está indicado en la sección 3.2.6, por lo que se presentan a continuación tablas de resumen de los resultados obtenidos, ver tabla XXXIII y tabla XXXIV.

Para una mejor comprensión de dichas tablas, se han identificado las vigas con una nomenclatura especial que se indica en la figura 19.

Figura 19. Nomenclatura de vigas nivel 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Integración de cargas para vigas del nivel 2

Elemento	Área tributaria [m ²]	Longitud [m]	Carga muerta (D) [kg/m]	Carga viva (L) [kg/m]
201-1-CD	4,00	4,00	779,00	100,00
202-1-DE	4,00	4,00	779,00	100,00
203-1-EF	4,00	4,00	779,00	100,00
204-1-FG	4,00	4,00	779,00	100,00
205-1-GH	4,00	4,00	779,00	100,00
206-1-HI	4,00	4,00	779,00	100,00
207-2-CD	7,75	4,00	1 277,75	193,75
208-2-DE	7,75	4,00	1 277,75	193,75
209-2-EF	7,75	4,00	1 277,75	193,75
210-2-FG	7,75	4,00	1 277,75	193,75
211-2-GH	7,75	4,00	1 277,75	193,75
212-2-HI	7,75	4,00	1 277,75	193,75
213-3-CD	3,75	4,00	745,75	93,75
214-3-DE	3,75	4,00	745,75	93,75
215-3-EF	3,75	4,00	745,75	93,75
216-3-FG	3,75	4,00	745,75	93,75
217-3-GH	3,75	4,00	745,75	93,75
218-3-HI	3,75	4,00	745,75	93,75
219-C-12	8,00	6,00	956,33	133,33
220-C-23	2,25	3,00	646,00	75,00
221-D-12	16,00	6,00	1 665,67	266,67
222-D-23	4,50	3,00	1 045,00	150,00
223-E-12	16,00	6,00	1 665,67	266,67
224-E-23	4,50	3,00	1 045,00	150,00
225-F-12	16,00	6,00	1 665,67	266,67
226-F-23	4,50	3,00	1 045,00	150,00
227-G-12	16,00	6,00	1 665,67	266,67
228-G-23	4,50	3,00	1 045,00	150,00
229-H-12	16,00	6,00	1 665,67	266,67
230-H-23	4,50	3,00	1 045,00	150,00
231-I-12	8,00	6,00	956,33	133,33
232-I-23	2,25	3,00	646,00	75,00

Fuente: elaboración propia.

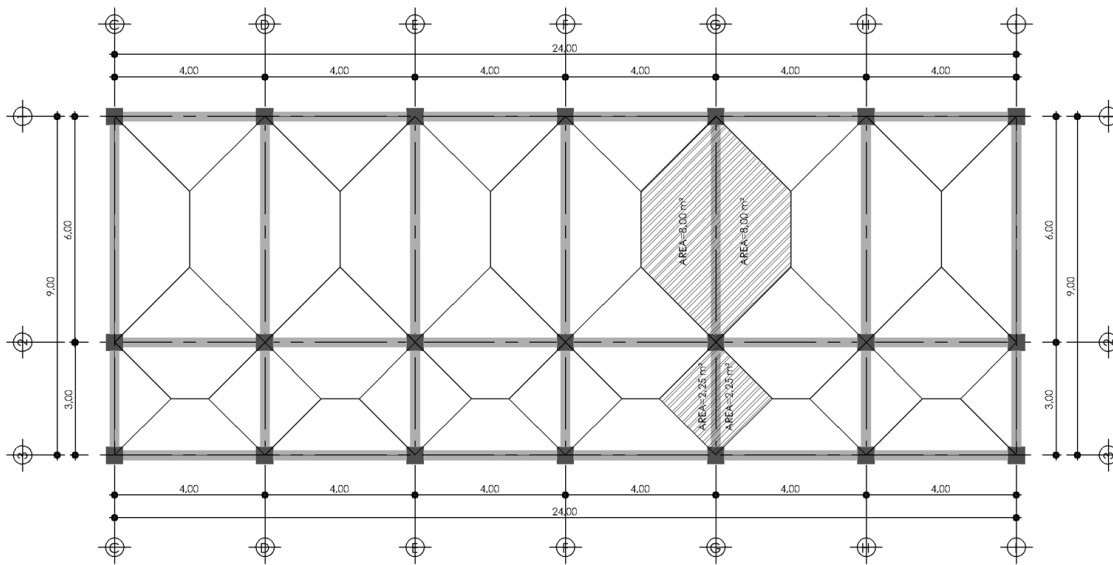
Tabla XXXIV. Integración de cargas para vigas nivel 1

Elemento	Área tributaria [m ²]		Longitud [m]	Carga muerta (D) [kg/m]	Carga viva (L) [kg/m]
	Aula	Pasillo			
101-1-CD	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
102-1-DE	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
103-1-EF	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
104-1-FG	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
105-1-GH	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
106-1-HI	4,00	---	4,00	1 429,00	300,00
107-2-CD	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
108-2-DE	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
109-2-EF	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
110-2-FG	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
111-2-GH	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
112-2-HI	4,00	3,75	4,00	1 918,38	768,75
113-3-CD	---	3,75	4,00	736,38	468,75
114-3-DE	---	3,75	4,00	736,38	468,75
115-3-EF	---	3,75	4,00	736,38	468,75
116-3-FG	---	3,75	4,00	736,38	468,75
117-3-GH	---	3,75	4,00	736,38	468,75
118-3-HI	---	3,75	4,00	736,38	468,75
119-C-12	8,00	---	6,00	1 603,00	400,00
120-C-23	---	2,25	3,00	638,50	375,00
121-D-12	16,00	---	6,00	1 639,00	800,00
122-D-23	---	4,50	3,00	1 030,00	750,00
123-E-12	16,00	---	6,00	2 299,00	800,00
124-E-23	---	4,50	3,00	1 030,00	750,00
125-F-12	16,00	---	6,00	1 639,00	800,00
126-F-23	---	4,50	3,00	1 030,00	750,00
127-G-12	16,00	---	6,00	2 299,00	800,00
128-G-23	---	4,50	3,00	1 030,00	750,00
129-H-12	16,00	---	6,00	1 639,00	800,00
130-H-23	---	4,50	3,00	1 030,00	750,00
131-I-12	8,00	---	6,00	1 603,00	400,00
132-I-23	---	2,25	3,00	638,50	375,00

Fuente: elaboración propia.

Para indicar el proceso de cálculo, se detallará el procedimiento de integración de cargas para el marco del eje G.

Figura 20. **Áreas tributarias para marco G**



Fuente: elaboración propia.

- Marco G nivel 2

De la figura 20 se obtiene el área tributaria a las vigas del marco del eje G. Los pesos unitarios de los elementos, y las cargas vivas aplicadas, están indicados en la tabla XXII, tabla XXX, tabla XXXI, y tabla XXXII.

○ Viga 227-G-12

- Carga muerta (D):

$$D = \frac{(W_{losa})(A_{tributaria})}{l_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(532)(16,00)}{6,00} + 247$$

$$D = 1\,418,67 + 247 \therefore D = 1\,665,67 \text{ kg/m}$$

- Carga viva (L):

$$L = \frac{(W_{CV})(A_{tributaria})}{l_{viga}}$$

$$L = \frac{(100)(16,00)}{6,00} \therefore L = 266,67 \text{ kg/m}$$

○ Viga 228-G-23

- Carga muerta (D):

$$D = \frac{(W_{losa})(A_{tributaria})}{l_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(532)(4,50)}{3,00} + 247$$

$$D = 798 + 247 \therefore D = 1\,045 \text{ kg/m}$$

- Carga viva (L)

$$L = \frac{(W_{CV})(A_{tributaria})}{l_{viga}}$$

$$L = \frac{(100)(4,50)}{3,00} \therefore L = 150 \text{ kg/m}$$

- Marco G nivel 2
 - Viga 227-G-12

- Carga muerta (D):

$$D = \frac{(W_{losa})(A_{tributaria})}{l_{viga}} + PP_{viga} + PP_{muro}$$

$$D = \frac{(522)(16,00)}{6,00} + 247 + 660$$

$$D = 1\ 392 + 247 + 660 \therefore D = 2\ 299 \text{ kg/m}$$

- Carga viva (L):

$$L = \frac{(W_{CV})(A_{tributaria})}{l_{viga}}$$

$$L = \frac{(300)(16,00)}{6,00} \therefore L = 800 \text{ kg/m}$$

- Viga 228-G-23

- Carga muerta (D):

$$D = \frac{(W_{losa})(A_{tributaria})}{l_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(522)(4,50)}{3,00} + 247$$

$$D = 783 + 247 \therefore D = 1\ 030 \text{ kg/m}$$

- Carga viva (L):

$$L = \frac{(W_{CV})(A_{tributaria})}{l_{viga}}$$

$$L = \frac{(500)(4,50)}{3,00} \therefore L = 750 \text{ kg/m}$$

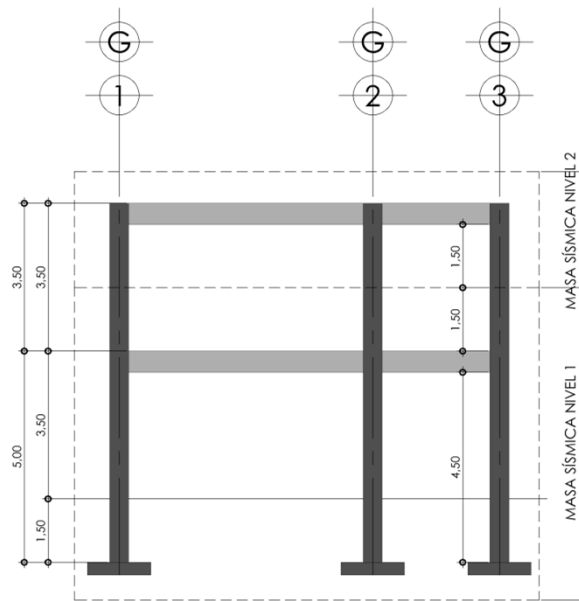
4.2.6. Integración de carga horizontal

El análisis de la carga sísmica se realiza de acuerdo a lo establecido en la sección 3.4.1.1 de este documento, que es la aplicación del método de la fuerza horizontal equivalente del Uniform Building Code (UBC).

4.2.6.1. Masa (peso) sísmica

El criterio para la consideración de los pesos por nivel utilizados en los procedimientos posteriores se ilustra en la figura 21.

Figura 21. Consideración de la masa sísmica por nivel



Fuente: elaboración propia.

Las alturas de los elementos verticales se han considerado como sigue:

- Altura de elementos verticales en nivel 2 = 1,50 metros
- Altura de elementos verticales en nivel 1 = 6,00 metros

Nótese que se ha considerado la luz libre de los elementos verticales únicamente.

4.2.6.1.1. Carga muerta sísmica

Como se ha establecido, la carga muerta sísmica se calcula como el peso de los elementos estructurales, mostrados en la tabla siguiente.

Tabla XXXV. **Peso sísmico muerto total de nivel 2 y 1**

Elemento	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]	%
Vigas	247	kg/m	(24)(3) + (9)(7) = 135 m	33 345,00	17,67
Losa final	532	kg/m ²	(24)(9) = 216 m ²	114 912,00	60,88
Columnas	$\frac{1,50}{3,00}$ (1 593)	kg/col	21 col	16 726,50	8,86
Muros	$\frac{1,50}{3,00}$ (660)	kg/m	(24)(2) + (6)(4) = 72 m	23 760,00	12,59
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 2 [kg]				188 743,50	100,00
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 2 [ton]				188,74	
Elemento	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]	%
Vigas	247	kg/m	(24)(3) + (9)(7) = 135 m	33 345,00	10,82
Losa	522	kg/m ²	(24)(9) = 216 m ²	112 752,00	36,60
Columnas	$\frac{6,00}{4,50}$ (2 390)	kg/col	21 col	66 920,00	21,72
Muros	$\frac{6,00}{4,50}$ (990)	kg/m	(24)(2) + (6)(4) = 72 m	95 040,00	30,85
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 1 [kg]				308 057,00	100,00
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 1 [ton]				308,06	

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.1.2. Carga viva sísmica

Se recomienda⁴, que cuando la carga viva promedio actuante sobre un nivel específico sobrepasa 480 kilogramos sobre metro cuadrado (100 libras sobre pie cuadrado) se tome el 100 por ciento del aporte de dicha carga en el peso sísmico de la estructura.

Tabla XXXVI. **Peso sísmico por carga viva en nivel 2 y 1**

Carga viva promedio [kg/m ²]		100		
Factor de participación de carga viva		25%		
Elemento	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]
Losa	25	kg/m ²	(24)(9) = 216 m ²	5 400
PESO VIVO TOTAL NIVEL 2 [kg]				5 400
PESO VIVO TOTAL NIVEL 2 [ton]				5,40
Carga viva promedio [kg/m ²]		(300 + 500)/2 = 400		
Factor de participación de carga viva		25%		
Elemento	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]
Losa	100	kg/m ²	(24)(9) = 216 m ²	21 600
PESO VIVO TOTAL NIVEL 1 [kg]				21 600
PESO VIVO TOTAL NIVEL 1 [ton]				21,60

Fuente: elaboración propia.

En base a los cálculos anteriores, puede calcularse el peso sísmico total de la estructura, y se muestra en la tabla siguiente:

⁴ Recomendación del Dr. Jorge Mario Vetorazzi Gándara, en su clase magistral del curso de Diseño Estructural, FIUSAC, 2009.

Tabla XXXVII. **Peso sísmico total por nivel**

Nivel	Peso sísmico por carga muerta [kg]	Peso sísmico por carga viva [kg]	Peso total del nivel [kg]
Segundo nivel	188 744,00	5 400,00	194 144,00
Primer nivel	308 057,00	21 600,00	329 657,00
TOTALES (kg)	496 801,00	27 000,00	523 801,00
TOTALES (ton)	496,80	27,00	523,80

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.2. Período fundamental de vibración

El procedimiento siguiente se fundamenta en lo indicado en la sección 3.4.2.1 de este documento. El período fundamental de vibración por el método A del UBC está dado por:

$$T = C_t \times h_n^{3/4} \quad \therefore \quad \begin{array}{l} h_n = \text{altura total, medida desde la base al piso mas alto [m]} \\ C_t = 0,0731, \text{ para marcos de concreto resistentes a momento.} \end{array}$$

$$T = (0,0731)(8,50)^{3/4} \rightarrow T = 0,3639 \text{ s}$$

4.2.6.3. Coeficientes sísmicos

Para un país altamente sísmico como Guatemala, se recomienda diseñar para sismos con magnitudes de entre 4 y 5 grados en la escala de Richter, considerando profundidades del hipocentro menores a 40 kilómetros.

Cuando no se tiene alcance a un estudio geotécnico riguroso, se debe considerar el peor de los escenarios de respuesta del suelo, por lo que se recomienda que se utilicen perfiles de suelo tipo D o E, de manera general en todo el territorio nacional.

Tabla XXXVIII. **Resumen de coeficientes de análisis sísmico del UBC-97**

Coeficiente	Valor	Referencia
Tipo de perfil de suelo	Tipo D (S_d)	tabla XIII
Zona sísmica (Z)	$Z = 0,40$ A falta de un mapa de zonificación sísmica para Guatemala, se considera alta peligrosidad sísmica.	tabla X
Respuesta del terreno	$C_v = 0,64N_v$ $C_a = 0,44N_a$	tabla XI
Tipo de lugar de origen del sismo	Tipo B	tabla 16-J UBC
Cercanía a la fuente de origen	$N_a = 1,00$ $N_v = 1,20$ A falta de un mapa de sismicidad apropiado, puede considerarse pertinente que la cercanía a la fuente puede ser $\geq 5,00$ km.	tabla XII
Factor de modificación de respuesta (R)	$R = 8,50$	tabla 16-K, UBC
Factor de importancia (I)	$I = 1,00$ Considerada como una estructura para destino especial.	tabla 16-N, UBC

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.4. Método estático: la carga horizontal equivalente

El peso de estructura ya se conoce de la sección 4.2.6.1, y se encuentra en la tabla XXXVII. El cortante basal V_b calculado en base a lo indicado en la sección 3.4.2 de este documento se resume de la siguiente manera:

$$V_b = C_s W \quad \therefore \begin{array}{l} C_s = \text{coeficiente de respuesta sísmica} \\ W = \text{peso sísmico de la estructura (masa sísmica)} \end{array}$$

4.2.6.4.1. Coeficiente de respuesta sísmica

El coeficiente de respuesta sísmica se calcula por los métodos descritos en la sección 3.4.2.3 de este documento, y los resultados obtenidos se resumen en la tabla siguiente.

Tabla XXXIX. Cálculo de coeficiente de respuesta sísmica C_s

Ecuación	Resultado	Referencia a ecuaciones UBC
$C_s = \frac{C_v I}{RT}$	$C_s = \frac{[(0,64)(1,20)](1,00)}{(8,50)(0,3639)} \therefore C_s = 0,2483$	(30-4)
$C_s \leq \frac{2,50 C_a I}{R}$	$C_s \leq \frac{2,50[(0,44)(1,00)](1,00)}{8,50} \therefore C_s \leq 0,1294$	(30-5)
$C_s \geq 0,11 C_a I$	$C_s \geq 0,11[(0,44)(1,00)](1,00) \therefore C_s \geq 0,0484$	(30-6)
$C_s \geq \frac{0,80 Z N_v I}{R}$	$C_s \geq \frac{0,80(0,40)(1,20)(1,00)}{8,50} \therefore C_s \geq 0,0450$	(30-7)

Fuente: elaboración propia.

Se debe recordar que la ecuación (30-4) está limitada al valor de la ecuación (30-5), y esta a su vez debe chequear con los resultados de la ecuación (30-6) y (30-7). Por lo tanto, la ecuación que gobierna el cálculo del coeficiente de respuesta sísmica, es la ecuación (30-5). Siendo el coeficiente: $C_s = 0,1294$.

Considerando los resultados anteriores, y los resultados de la sección 4.2.6.1 resumidos en la tabla XXXVII, el corte basal utilizado para el diseño sismorresistente, está definido como:

$$V_b = C_s W = (0,1294)(523\ 801)$$

$$V_b = 67\ 779,85\ \text{kg} = 67,78\ \text{ton}$$

4.2.6.4.2. Fuerza de tope de piso

Para compensar la simplificación del método de la carga estática equivalente, en los modos altos de vibración, se da la fuerza de tope de piso para incrementar los efectos de la carga lateral estática. Se define de la siguiente manera:

$$F_t = 0,07 \times T \times V_b \quad \therefore \begin{cases} F_t = 0, & \text{si } T \leq 0,70\ \text{s} \\ F_t \leq 0,25V_b \end{cases}$$

Como se estableció en la sección 4.2.6.2, el período fundamental de vibración es $T = 0,3639 < 0,70$ segundos, por lo que: $F_t = 0,00$ kilogramos.

4.2.6.4.3. Distribución de la cortante basal

La fuerza cortante basal, considerando la forma modal fundamental de vibración, se describió en la sección 3.4.2.5. De manera análoga, el cortante de un nivel x, se define como:

$$V_x = F_x + \sum F_{x-1} \quad \therefore \begin{array}{l} F_x = \text{fuerza del nivel } x \\ F_{x-1} = \text{fuerza de los niveles anteriores al nivel } x \end{array}$$

La tabla siguiente resume el procedimiento para distribuir verticalmente la fuerza sísmica, tomando valores de la sección 4.2.6.1, específicamente descritos en la tabla XXXVII, se tiene:

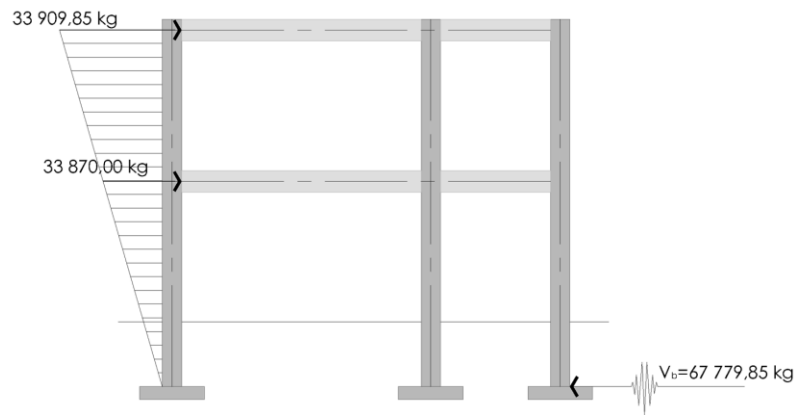
Tabla XL. Distribución vertical del corte basal

Nivel	Altura (h_x) [m]	Peso (w_x) [kg]	$(w_x)(h_x)$ [kg-m]	Fuerza de piso (F_x) [kg]	Cortante de piso (V_x) [kg]
2	8,50	194 144	1 650 224	33 909,85	33 909,85
1	5,00	329 657	1 648 285	33 870,00	67 779,85
SUMATORIA		523 801	3 298 509	67 779,85	---

Fuente: elaboración propia.

La figura 22 muestra la idealización de la distribución lineal del primer modo de vibración considerado en el método de la carga estática equivalente mediante los requisitos del Uniform Building Code (UBC).

Figura 22. **Distribución vertical del cortante basal**



Fuente: elaboración propia.

4.2.6.5. Torsión

Los efectos torsionales se calcularán de acuerdo a los conceptos establecidos en la sección 3.4.3.

4.2.6.5.1. Cálculo del centro de masas

Existen varias formas de aproximar el centro de masas de un nivel determinado, pero todas se quedan en aproximaciones debido a que se analiza una situación idealizada por el propio diseñador. Se recomienda⁵ que se simplifique el procedimiento según los ejes, calculando los pesos de los elementos involucrados, y dando un peso total por eje, agregando, además, la carga viva asignada en el nivel de análisis; este procedimiento se muestra en las tablas siguientes.

⁵ Recomendación del Dr. Jorge Mario Vetorazzi Gándara, en su clase magistral del curso de Diseño Estructural, FIUSAC, 2009.

Tabla XLI. **Peso de ejes en sentido X, nivel 2**

Eje	VIGAS		LOSA FINAL		MUROS		CARGA VIVA		TOTAL POR EJE (kg)
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	247	[kg/m]	532	[kg/m ²]	660	[kg/m]	100	[kg/m ²]	
	Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad		
1	24		---		24		---		21 768
2	24		---		24		---		21 768
3	24		---		---		---		5 928
LOSA	---		216		---		---		114 912
CARGA VIVA	---		---		---		216		21 600

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Peso de ejes en sentido Y, nivel 2**

Eje	VIGAS		COLUMNAS		MUROS		TOTAL POR EJE (kg)
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	247	[kg/m]	1 593	[kg/col]	660	[kg/m]	
	Cantidad		Cantidad		Cantidad		
C	9		3		6		10 962
D	9		3		---		7 002
E	9		3		6		10 962
F	9		3		---		7 002
G	9		3		6		10 962
H	9		3		---		7 002
I	9		3		6		10 962

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Peso de ejes en sentido X, nivel 1**

Eje	VIGAS	LOSA ENTREPISO	MUROS	CV AULAS	CV PASILLOS	TOTAL POR EJE (kg)
	[kg/m]	[kg/m ²]	[kg/m]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	
	247	522	990	300	500	
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
1	24	---	24	---	---	29 688
2	24	---	24	---	---	29 688
3	24	---	---	---	---	5 928
LOSA	---	216	---	---	---	112 752
CV 01	---	---	---	144	---	43 200
CV 02	---	---	---	---	72	36 000

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Peso de ejes en sentido Y, nivel 1**

Eje	VIGAS		LOSA ENTREPISO		COLUMNAS		MUROS		TOTAL POR EJE (kg)
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	247	[kg/m]	522	[kg/m ²]	2 390	[kg/col]	990	[kg/m]	
	Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad		
C	9	---	---	---	3	---	6	---	15 333
D	9	---	---	---	3	---	---	---	9 393
E	9	---	---	---	3	---	6	---	15 333
F	9	---	---	---	3	---	---	---	9 393
G	9	---	---	---	3	---	6	---	15 333
H	9	---	---	---	3	---	---	---	9 393
I	9	---	---	---	3	---	6	---	15 333

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los pesos de los ejes, en cada nivel y en cada sentido, se procede a calcular el centro de masas en cada nivel, con las expresiones siguientes:

$$\bar{X}_{cm} = \frac{\sum(w_i x_i)}{\sum w_i} \quad ; \quad \bar{Y}_{cm} = \frac{\sum(w_i y_i)}{\sum w_i}$$

Tabla XLV. **Cálculo de centroide en sentido X, nivel 2**

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia al centroide del eje (x_i) [m]	$(w_x)(x_i)$ [kg-m]
1	21 768	12	261 216
2	21 768	12	261 216
3	5 928	12	71 136
C	10 962	0	0
D	7 002	4	28 008
E	10 962	8	87 696
F	7 002	12	84 024
G	10 962	16	175 392
H	7 002	20	140 040
I	10 962	24	263 088
LOSA	114 912	12	1 378 944
CV EN LOSA 01	21 600	12	259 200
SUMATORIA	250 830	---	3 009 960

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{X}_{cm} = \frac{3\,009\,960}{250\,830} \rightarrow \bar{X}_{cm} = 12,00 \text{ m}$$

Tabla XLVI. **Cálculo de centroide en sentido Y, nivel 2**

Eje	Peso (w_y) [kg]	Distancia al centroide del eje (y_i) [m]	$(w_y)(y_i)$ [kg-m]
1	21 768	9,00	195 912
2	21 768	3,00	65 304
3	5 928	0,00	0
C	10 962	4,50	49 329
D	7 002	4,50	31 509
E	10 962	4,50	49 329
F	7 002	4,50	31 509
G	10 962	4,50	49 329
H	7 002	4,50	31 509
I	10 962	4,50	49 329
LOSA	114 912	4,50	517 104
CV EN LOSA 01	21 600	4,50	97 200
SUMATORIA	250 830	---	1 167 363

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{Y}_{cm} = \frac{1\ 167\ 363}{250\ 830} \rightarrow \bar{Y}_{cm} = 4,65\ m$$

Siguiendo un procedimiento similar para el primer nivel, se obtienen las coordenadas del centro de masa, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XLVII. **Coordenadas del centro de masa**

Segundo nivel	
Sentido	Distancia desde punto de referencia [m]
Sentido X (\bar{X}_{cm})	12,00
Sentido Y (\bar{Y}_{cm})	4,65
Primer nivel	
Sentido	Distancia desde punto de referencia [m]
Sentido X (\bar{X}_{cm})	12,00
Sentido Y (\bar{Y}_{cm})	4,56

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.5.2. Cálculo del centro de rigidez

El centro de rigidez, puede solo aproximarse de forma relativa, debido a que la ubicación de este punto de concentración de la resistencia a las fuerzas impuestas a un diafragma varía de forma dinámica, de la misma manera que los elementos resistentes ceden, o se plastifican, mientras son sobreesforzados por las excitaciones de carácter sísmico.

- Cálculo del módulo de elasticidad del concreto (E)

El procedimiento siguiente es el recomendado por la práctica actual, y se basa en los requerimientos del Comité 318 del American Concrete Institute (ACI) en la edición del 2008.

Tabla XLVIII. **Cálculo del módulo de elasticidad del concreto**

Procedimiento	Referencia a código
$E = 15\,100\sqrt{f'_c} \quad \therefore f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ $E = 15\,100\sqrt{280}$ $E = 252\,671,33 \text{ kg/cm}^2$	8.5.1

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de rigidez por eje

$$K = \frac{Ebt}{H \left[\left(\frac{H}{t} \right)^2 + 3 \right]}$$

$b =$ ancho de sección
 $t =$ altura de la sección
 $H =$ luz libre del elemento

Tabla XLIX. **Rigidez de columnas**

Nivel	Procedimiento	Rigidez [kg/cm]
Segundo nivel	$K = \frac{(252\,671,33)(45)(45)}{(300) \left[\left(\frac{300}{45} \right)^2 + 3 \right]}$	35 947,97
Primer nivel	$K = \frac{(252\,671,33)(45)(45)}{(450) \left[\left(\frac{450}{45} \right)^2 + 3 \right]}$	11 039,04

Fuente: elaboración propia.

Las siguientes tablas resumen el proceso de cálculo de la rigidez lateral de los ejes del sistema estructural a fuerzas laterales.

El centro de rigidez se calcula mediante la expresión:

$$\bar{X}_{cr} = \frac{\sum(K_{yi} x_i)}{\sum K_{yi}} \quad ; \quad \bar{Y}_{cr} = \frac{\sum(K_{xi} y_i)}{\sum K_{xi}}$$

Tabla L. **Cálculo de centro de rigidez en sentido X, nivel 2**

Ejes Y	No. de columnas	Rigidez de columna (K_{col}) [kg/cm]	Rigidez de eje (K_{yi}) [kg/cm]	Distancia al centroide del eje (x_i) [m]	$(K_{yi})(x_i)$ [kg/cm - m]
C	3	35 947,96	107 843,90	0,00	0,00
D	3	35 947,96	107 843,90	4,00	431 375,64
E	3	35 947,96	107 843,90	8,00	862 751,28
F	3	35 947,96	107 843,90	12,00	1 294 126,92
G	3	35 947,96	107 843,90	16,00	1 725 502,56
H	3	35 947,96	107 843,90	20,00	2 156 878,20
I	3	35 947,96	107 843,90	24,00	2 588 253,84
SUMATORIA	21	251 635,78	754 907,36	---	9 058 888,43

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{X}_{cr} = \frac{9\,058\,888,43}{754\,907,36} \rightarrow \bar{X}_{cr} = 12,00 \text{ m}$$

Tabla LI. **Cálculo de centro de rigidez en sentido Y, nivel 2**

Ejes X	No. de columnas	Rigidez de columna (K_{col}) [kg/cm]	Rigidez de eje (K_{xi}) [kg/cm]	Distancia al centroide del eje (y_i) [m]	$(K_{xi})(y_i)$ [kg/cm - m]
1	7	35 947,97	251 635,79	9,00	2 264 722,11
2	7	35 947,97	251 635,79	3,00	754 907,37
3	7	35 947,97	251 635,79	0,00	0,00
SUMATORIA	21	107 843,91	754 907,37	---	3 019 629,48

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{Y}_{cr} = \frac{3\,019\,629,48}{754\,907,37} \rightarrow \bar{Y}_{cr} = 4,00 \text{ m}$$

Siguiendo un procedimiento similar para el primer nivel, se obtienen las coordenadas del centro de rigidez, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LII. **Coordenadas del centro de rigidez**

Segundo nivel	
Sentido	Distancia desde punto de referencia [m]
Sentido X (\bar{X}_{cr})	12,00
Sentido Y (\bar{Y}_{cr})	4,00
Primer nivel	
Sentido X (\bar{X}_{cr})	12,00
Sentido Y (\bar{Y}_{cr})	4,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.6. Distribución horizontal de la fuerza estática

El procedimiento siguiente se basa en los criterios de análisis del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF), del 2004.

4.2.6.6.1. Cálculo de excentricidad real y de diseño

Se procede a calcular la excentricidad de la siguiente forma:

- Excentricidad real:

$$e_{sx} = \bar{X}_{cm} - \bar{X}_{cr} \quad | \quad e_{sy} = \bar{Y}_{cm} - \bar{Y}_{cr}$$

- Excentricidades de diseño según RCDF-04:

Considerando los signos reales de la excentricidad según el punto de referencia y las combinaciones de la excentricidad accidental del código.

$$e_1 = e_s \left(1,5 + \frac{0,10b}{|e_s|} \right)$$

$$e_2 = e_s \left(1,0 - \frac{0,10b}{|e_s|} \right)$$

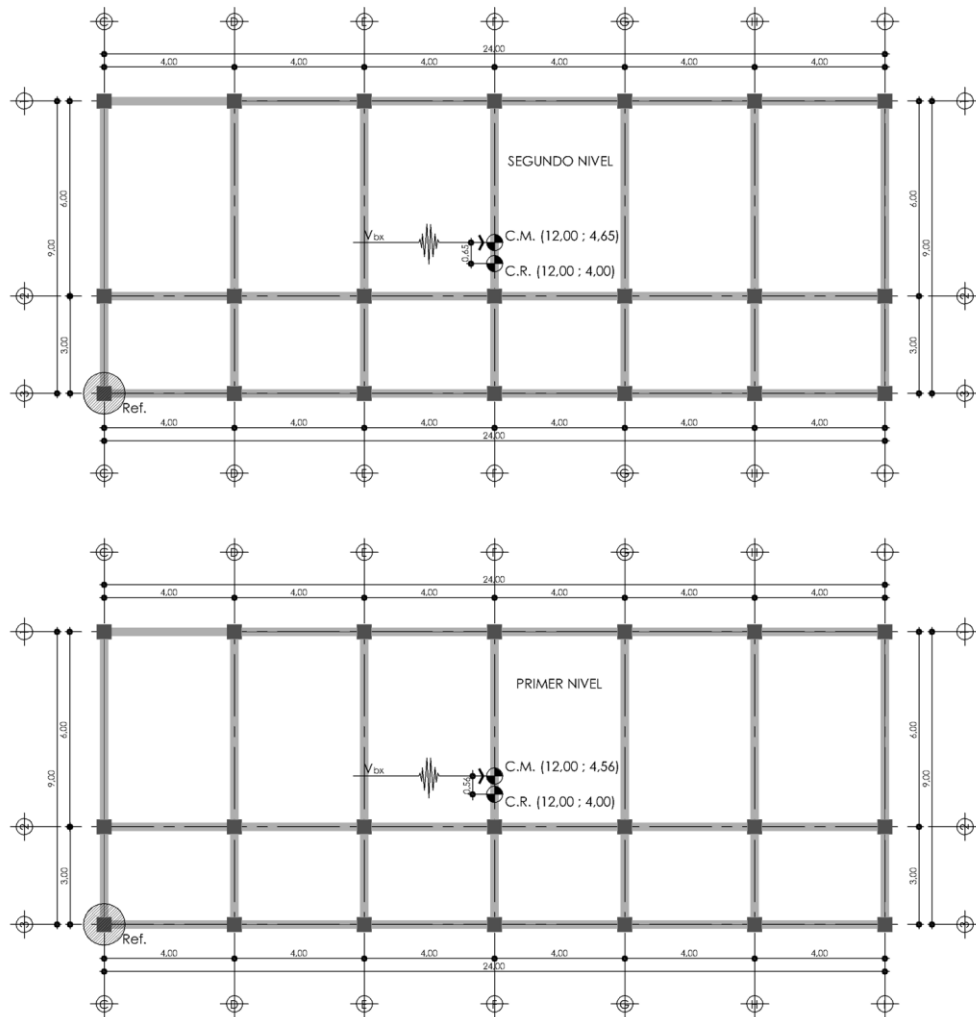
$$e_3 = \text{mitad del máximo } e_s \text{ abajo del nivel considerado}$$

El efecto de la excentricidad induce un momento torsionante en el diafragma horizontal, que es lo que aumenta el cortante en los elementos resistentes a la fuerza lateral. Este momento se calcula de la siguiente forma:

$$M_t = V e_s \quad \therefore \begin{array}{l} V = \text{cortante del nivel} \\ e_s = \text{excentricidad real} \end{array}$$

EL RCDF recomienda, para facilitar el chequeo del cumplimiento de los requisitos de excentricidades, considerar un momento torsionante M_{t4} igual a la mitad del máximo M_t encima del nivel analizado. Para poder comparar la excentricidad de diseño e_1 y e_2 , se ha definido una excentricidad especial e_4 dada por el cociente: $e_4 = \frac{M_4}{M_t}$.

Figura 23. Centro de masa y centro de rigidez nivel 1 y 2



Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Excentricidades y momentos torsionantes de diseño en dirección X**

	Corte del nivel (V_x) [kg]	\bar{Y}_{cm} [m]	\bar{Y}_{cr} [m]	b_y [m]	e_s [m]	e_1 [m]	e_2 [m]	e_3 [m]	M_t [kg-m]	M_{t4} [kg-m]	e_4 [m]
2	33 909,84	4,65	4,00	9,00	0,65	1,87	-0,25	0,28	22 041,40	0,00	0,00
1	67 779,84	4,56	4,00	9,00	0,56	1,74	-0,34	0,00	37 956,71	11 020,70	0,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Excentricidades y momentos torsionantes de diseño en dirección Y**

	Corte del nivel (V_x) [kg]	\bar{X}_{cm} [m]	\bar{X}_{cr} [m]	b_x [m]	e_s [m]	e_1 [m]	e_2 [m]	e_3 [m]	M_t [kg-m]	M_{t4} [kg-m]	e_4 [m]
2	33 909,84	12,00	12,00	24,00	0,00	2,40	-2,40	0,00	0,00	0,00	0,00
1	67 779,84	12,00	12,00	24,00	0,00	2,40	-2,40	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.6.2. Efectos torsionales

El cortante de piso debe repartirse en los marcos resistentes a la fuerza lateral de manera proporcional a la rigidez de los mismos.

Como se estableció en la sección 3.4.3, la distribución del cortante se define como:

$$\begin{aligned} V_d &= c_d V & V_d &= \text{cortante directo} \\ V_t &= c_t M_t & \therefore V_t &= \text{cortante por torsión} \end{aligned}$$

$$c_d = \frac{K_{xi}}{\sum K_{xi}} \text{ ó } \frac{K_{yi}}{\sum K_{yi}}$$

$$J_t = \sum (K_{xi} y_{ti}^2 + K_{yi} x_{ti}^2) = \text{inercia rotacional}$$

$$c_t = \frac{K_{xi} y_{ti}}{J_t} \text{ ó } \frac{K_{yi} x_{ti}}{J_t} \therefore$$

x_{ti} ó y_{ti} = distancia desde el centro de rigidez

hacia centroide de elementos resistentes

Debido a que se deben analizar los efectos de la excentricidad accidental requeridos por el RCDF, y además considerar la acción de la fuerza sísmica actuando en los dos sentidos, 100 por ciento en la dirección de análisis y 30 por ciento en la dirección ortogonal, se define:

$$M_{tj} = V e_{sj}, \quad j = 1, 2$$

$$M_{t0} = \text{máximo valor absoluto entre } M_{t1} \text{ y } M_{t2} \text{ en la dirección ortogonal}$$

$$V_j = c_t M_{tj}, \quad j = 0, 1, 2$$

$$V_m = \text{máximo entre } (V_d + V_1) \text{ y } (V_d + V_2)$$

$$V_{xy1} = V_m + 0,30|V_0|$$

$$V_{xy2} = 0,30V_m + |V_0|$$

V_{xy1} y V_{xy2} representan la acción de la fuerza sísmica en las dos direcciones ortogonales, de acuerdo a lo descrito en la sección 3.4.3 de este documento.

Tabla LV. Factores de distribución de cortante en sentido X, nivel 2

Ejes Y	Rigidez de eje (K_{yi}) [kg/cm]	X_{ti} [m]	$(K_{yi})(X_{ti})$ [kg/cm m]	$(K_{yi})(X_{ti})^2$ [kg/cm m ²]	C_d	C_t
C	107 843,91	-12	-1 294 126,92	15 529 523,03	0,14286	-0,02198
D	107 843,91	-8	-862 751,28	6 902 010,23	0,14286	-0,01465
E	107 843,91	-4	-431 375,64	1 725 502,56	0,14286	-0,00733
F	107 843,91	0	0,00	0,00	0,14286	0,00000
G	107 843,91	4	431 375,64	1 725 502,56	0,14286	0,00733
H	107 843,91	8	862 751,28	6 902 010,23	0,14286	0,01465
I	107 843,91	12	1 294 126,92	15 529 523,03	0,14286	0,02198
Σ	754 907,37	---	---	48 314 071,64	1,00000	0,00000

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Factores de distribución de cortante en sentido Y, nivel 2

Ejes X	Rigidez de eje (K_{xi}) [kg/cm]	Y_{ti} [m]	$(K_{xi})(Y_{ti})$ [kg/cm m]	$(K_{xi})(Y_{ti})^2$ [kg/cm m ²]	C_d	C_t
1	251 635,79	5	1 258 178,95	6 290 894,74	0,33333	0,02137
2	251 635,79	-1	-251 635,79	251 635,79	0,33333	-0,00427
3	251 635,79	-4	-1 006 543,16	4 026 172,64	0,33333	-0,01709
Σ	754 907,37	---	---	10 568 703,17	1,00000	0,00000

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. Factores de distribución de cortante en sentido X, nivel 1

Ejes Y	Rigidez de eje (K_{yi}) [kg/cm]	X_{ti} [m]	$(K_{yi})(X_{ti})$ [kg/cm m]	$(K_{yi})(X_{ti})^2$ [kg/cm m ²]	C_d	C_t
C	33 117,12	-12	-397 405,39	4 768 864,68	0,14286	-0,02198
D	33 117,12	-8	-264 936,93	2 119 495,41	0,14286	-0,01465
E	33 117,12	-4	-132 468,46	529 873,85	0,14286	-0,00733
F	33 117,12	0	0,00	0,00	0,14286	0,00000
G	33 117,12	4	132 468,46	529 873,85	0,14286	0,00733
H	33 117,12	8	264 936,93	2 119 495,41	0,14286	0,01465
I	33 117,12	12	397 405,39	4 768 864,68	0,14286	0,02198
Σ	231 819,81	---	---	14 836 467,88	1,00000	0,00000

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. Factores de distribución de cortante en sentido Y, nivel 1

Ejes X	Rigidez de eje (K_{xi}) [kg/cm]	Y_{ti} [m]	$(K_{xi})(Y_{ti})$ [kg/cm m]	$(K_{xi})(Y_{ti})^2$ [kg/cm m ²]	C_d	C_t
1	77 273,27	5	386 366,35	1 931 831,76	0,33333	0,02137
2	77 273,27	-1	-77 273,27	77 273,27	0,33333	-0,00427
3	77 273,27	-4	-309 093,08	1 236 372,32	0,33333	-0,01709
Σ	231 819,81	---	---	3 245 477,35	1,00000	0,00000

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. Corte sísmico en los elementos resistentes del nivel 2

Sentido	V [kg]	e ₁ [m]	e ₂ [m]	M _{t1} [kg-m]	M _{t2} [kg-m]	M ₀ [kg-m]
X	33 909,85	1,875	-0,250	63 580,96	-8 477,46	81 383,63
Y	33 909,85	2,400	-2,400	81 383,63	-81 383,63	63 580,96

Ejes X	c _d	c _t	V _d [kg]	V ₁ [kg]	V ₂ [kg]	V _m [kg]	V ₀ [kg]	V _{xy1} [kg]	V _{xy2} [kg]
1	0,33333	0,02137	11 303,28	1.358,56	-181,142	12 661,85	1 738,966	13 183,54	5 537,52
2	0,33333	-0,00427	11 303,28	-271,71	36,228	11 339,51	-347,793	11 443,84	3 749,64
3	0,33333	-0,01709	11 303,28	-1.086,85	144,914	11 448,19	-1 391,173	11 865,54	4 825,63
∑	1,00	0,00	33 909,85	0,00	0,00	---	0,00	36 492,94	14 112,80
Ejes Y	c _d	c _t	V _d [kg]	V ₁ [kg]	V ₂ [kg]	V _m [kg]	V ₀ [kg]	V _{xy1} [kg]	V _{xy2} [kg]
C	0,14286	-0,02198	4 844,26	-1 788,65	1 788,65	6 632,92	-1 397,38	7 052,13	3 387,26
D	0,14286	-0,01465	4 844,26	-1 192,43	1 192,43	6 036,70	-931,59	6 316,17	2 742,60
E	0,14286	-0,00733	4 844,26	-596,22	596,22	5 440,48	-465,79	5 580,22	2 097,94
F	0,14286	0,00000	4 844,26	0,00	0,00	4 844,26	0,00	4 844,26	1 453,28
G	0,14286	0,00733	4 844,26	596,22	-596,22	5 440,48	465,79	5 580,22	2 097,94
H	0,14286	0,01465	4 844,26	1 192,43	-1.192,43	6 036,70	931,59	6 316,17	2 742,60
I	0,14286	0,02198	4 844,26	1 788,65	-1 788,65	6 632,92	1 397,38	7 052,13	3 387,26
∑	1,00	0,00	33 909,85	0,00	0,00	---	0,00	42 741,31	17 908,87

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Corte sísmico en los elementos resistentes del nivel 1**

Sentido	V [kg]	e ₁ [m]	e ₂ [m]	M _{t1} [kg-m]	M _{t2} [kg-m]	M ₀ [kg-m]
X	67 779,85	1,740	-0,340	117 936,94	-23 045,15	162 671,64
Y	67 779,85	2,400	-2,400	162 671,64	-162 671,64	117 936,94

Ejes X	c _d	c _t	V _d [kg]	V ₁ [kg]	V ₂ [kg]	V _m [kg]	V ₀ [kg]	V _{xy1} [kg]	V _{xy2} [kg]
1	0,33333	0,02137	22 593,28	2 520,02	-492,41	25 113,30	3 475,89	26 156,07	11 009,88
2	0,33333	-0,00427	22 593,28	-504,00	98,48	22 691,77	-695,18	22 900,32	7 502,71
3	0,33333	-0,01709	22 593,28	-2 016,01	393,93	22 987,22	-2 780,71	23 821,43	9 676,88
∑	1,00	0,00	67 779,85	0,00	0,00	---	0,00	72 877,82	28 189,47
Ejes Y	c _d	c _t	V _d [kg]	V ₁ [kg]	V ₂ [kg]	V _m [kg]	V ₀ [kg]	V _{xy1} [kg]	V _{xy2} [kg]
C	0,14286	-0,02198	9682,83	-3 575,20	3 575,20	13 258,04	-2 592,02	14 035,64	6 569,43
D	0,14286	-0,01465	9682,83	-2 383,46	2 383,46	12 066,30	-1 728,01	12 584,71	5 347,91
E	0,14286	-0,00733	9682,83	-1 191,73	1 191,73	10 874,57	-864,00	11 133,77	4 126,34
F	0,14286	0,00000	9682,83	0,00	0,00	9682,84	0,00	9 682,84	2 904,85
G	0,14286	0,00733	9682,83	1 191,73	-1 191,73	10 874,57	864,00	11 133,77	4 126,38
H	0,14286	0,01465	9682,83	2 383,46	-2 383,46	12 066,30	1 728,01	12 584,71	5 347,91
I	0,14286	0,02198	9682,83	3 575,20	-3 575,20	13 258,04	2 592,02	14 035,64	6 569,43
∑	1,00	0,00	67 779,85	0,00	0,00	---	0,00	85 191,08	34 992,28

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.6.3. Fuerza horizontales finales

La tabla siguiente resume las fuerzas de piso y cortante por nivel, obtenidas de las tablas anteriores, las cuales se utilizarán para el análisis estructural posterior. Adviértase el incremento al cortante basal comparándolo con el resultado obtenido en la sección 4.2.6.4.1.

Tabla LXI. Cortante y fuerza de piso en sentido X

Ejes X	NIVEL	NIVEL	NIVEL	NIVEL
	2	1	2	1
	V_{xy} [kg]	V_{xy} [kg]	F_{pxy} [kg]	F_{pxy} [kg]
1	13 183,54	26 156,07	13 183,54	12 972,53
2	11 443,85	22 900,32	11 443,85	11 456,47
3	11 865,55	23 821,43	11 865,55	11 955,88
Σ	36 492,94	72 877,82	36 492,94	36 384,88

V_b final [kg]	72 877,82
Incremento por torsión [kg]	5 097,97

Fuente: elaboración propia.

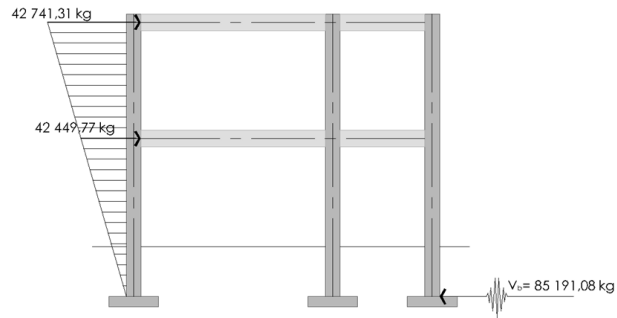
Tabla LXII. Cortante y fuerza de piso en sentido Y

Ejes Y	NIVEL	NIVEL	NIVEL	NIVEL
	2	1	2	1
	V_{xy} [kg]	V_{xy} [kg]	F_{pxy} [kg]	F_{pxy} [kg]
C	7 052,13	14 035,64	7 052,13	6 983,51
D	6 316,17	12 584,71	6 316,17	6 268,53
E	5 580,22	11 133,77	5 580,22	5 553,55
F	4 844,26	9 682,84	4 844,26	4 838,57
G	5 580,22	11 133,77	5 580,22	5 553,55
H	6 316,17	12 584,71	6 316,17	6 268,53
I	7 052,13	14 035,64	7 052,13	6 983,51
Σ	42 741,31	85 191,08	42 741,31	42 449,77

V_b final [kg]	85 191,08
Incremento por torsión [kg]	17 411,23

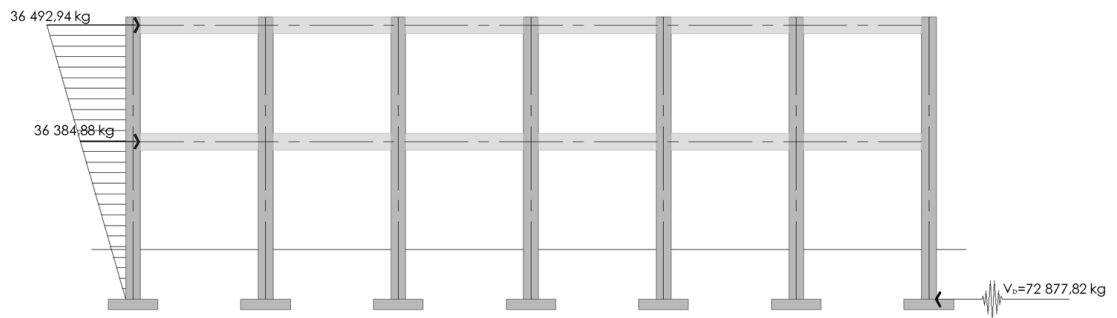
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Fuerzas de piso finales, sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Fuerzas de piso finales, sentido X**



Fuente: elaboración propia.

4.2.6.7. **Control de desplazamientos y derivas**

El cálculo descrito a continuación es el de más simple aplicación en un cálculo manual y da una muy buena aproximación de los valores de desplazamiento y derivas reales o calculadas con métodos matriciales de mayor precisión, como lo hace Etabs® por ejemplo.

Se tiene que:

$$\delta_x = \frac{V_x}{k_x} + \delta_{x-1} \quad \therefore$$

δ_x = desplazamiento del piso x
 V_x = fuerza cortante del piso x
 k_x = rigidez lateral del piso x
 δ_{x-1} = desplazamiento del piso inferior al piso x

Utilizando los datos de rigidez de los ejes calculados anteriormente y los valores de las fuerzas cortantes de la tabla LXI y la tabla LXII, para cada eje, se puede calcular el desplazamiento de cada uno de los ejes que resisten la carga lateral. El proceso se resume en las tablas siguientes:

Tabla LXIII. **Cálculo de desplazamiento elástico en ejes del nivel 2**

Ejes X	Corte directo V_d [kg]	Rigidez de eje (K_{xi}) [kg/cm]	δ_2 [cm]	Ejes Y	Corte directo V_d [kg]	Rigidez de eje (K_{yi}) [kg/cm]	δ_2 [cm]
1	13 183,54	251 635,79	0,391	C	7 052,13	107 843,91	0,489
2	11 443,85	251 635,79	0,342	D	6 316,17	107 843,91	0,439
3	11 865,55	251 635,79	0,355	E	5 580,22	107 843,91	0,388
---	---	---	---	F	4 844,26	107 843,91	0,337
---	---	---	---	G	5 580,22	107 843,91	0,388
---	---	---	---	H	6 316,17	107 843,91	0,439
---	---	---	---	I	7 052,13	107 843,91	0,489

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. Cálculo de desplazamiento elástico en ejes del nivel 1

Ejes X	Corte directo V_d [kg]	Rigidez de eje (K_{xi}) [kg/cm]	δ_1 [cm]	Ejes Y	Corte directo V_d [kg]	Rigidez de eje (K_{yi}) [kg/cm]	δ_1 [cm]
1	26 156,07	77 273,27	0,338	C	14 035,64	33 117,12	0,424
2	22 900,32	77 273,27	0,296	D	12 584,71	33 117,12	0,380
3	23 821,43	77 273,27	0,308	E	11 133,77	33 117,12	0,336
---	---	---	---	F	9 682,84	33 117,12	0,292
---	---	---	---	G	11 133,77	33 117,12	0,336
---	---	---	---	H	12 584,71	33 117,12	0,380
---	---	---	---	I	14 035,64	33 117,12	0,424

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de la deriva se resume en las tablas siguientes:

Tabla LXV. Cálculo de deriva elástica e inelástica en ejes del nivel 2

Altura de piso [cm]				350			
Ejes X	δ [cm]	Δ_{rs} [cm]	Δ_m [cm]	Ejes Y	δ [cm]	Δ_{rs} [cm]	Δ_m [cm]
1	0,391	0,00015	0,00089	C	0,489	0,00019	0,00111
2	0,342	0,00013	0,00077	D	0,439	0,00017	0,00100
3	0,355	0,00013	0,00080	E	0,388	0,00015	0,00088
---	---	---	---	F	0,337	0,00013	0,00076
---	---	---	---	G	0,388	0,00015	0,00088
---	---	---	---	H	0,439	0,00017	0,00100
---	---	---	---	I	0,489	0,00019	0,00111

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. **Cálculo de deriva elástica e inelástica en ejes del nivel 1**

Altura de piso [cm]			500				
Ejes X	δ [cm]	Δ_{rs} [cm]	Δ_m [cm]	Ejes Y	δ [cm]	Δ_{rs} [cm]	Δ_m [cm]
1	0,338	0,00068	0,00403	C	0,424	0,00085	0,00504
2	0,296	0,00059	0,00353	D	0,380	0,00076	0,00452
3	0,308	0,00062	0,00367	E	0,336	0,00067	0,00400
---	---	---	---	F	0,292	0,00058	0,00348
---	---	---	---	G	0,336	0,00067	0,00400
---	---	---	---	H	0,380	0,00076	0,00452
---	---	---	---	I	0,424	0,00085	0,00504

Fuente: elaboración propia.

Nótese que las derivas elásticas o de respuesta (Δ_{rs}) deben amplificarse para poderse comparar con los requisitos del UBC, como se indica a continuación:

Procedimiento	Referencia a código UBC
Δ_{rs} = deriva de respuesta o elástica $\Delta_m = 0,7R\Delta_{rs} \therefore \Delta_m$ = deriva inelástica R = factor de modificación de respuesta	1630.9.2 – Eq. (30-17)

La deriva elástica calculada debe compararse con lo indicado por la sección 1630.10.2 del UBC-97:

$$\Delta_r \leq 0,025, \text{ si } T < 0,7 \text{ [s]}$$

$$\Delta_r \leq 0,020, \text{ si } T \geq 0,7 \text{ [s]}$$

Nótese que las derivas calculadas y mostradas en la tabla LXV y tabla LXVI, son mucho menores, que la deriva elástica máxima recomendada por el código para estructuras con un período de vibración menor a 0,7 segundos, por lo que, tanto la estructuración como los elementos resistentes proporcionan la rigidez suficiente para controlar la deformación inelástica y la inestabilidad.

4.2.7. Métodos de análisis estructural

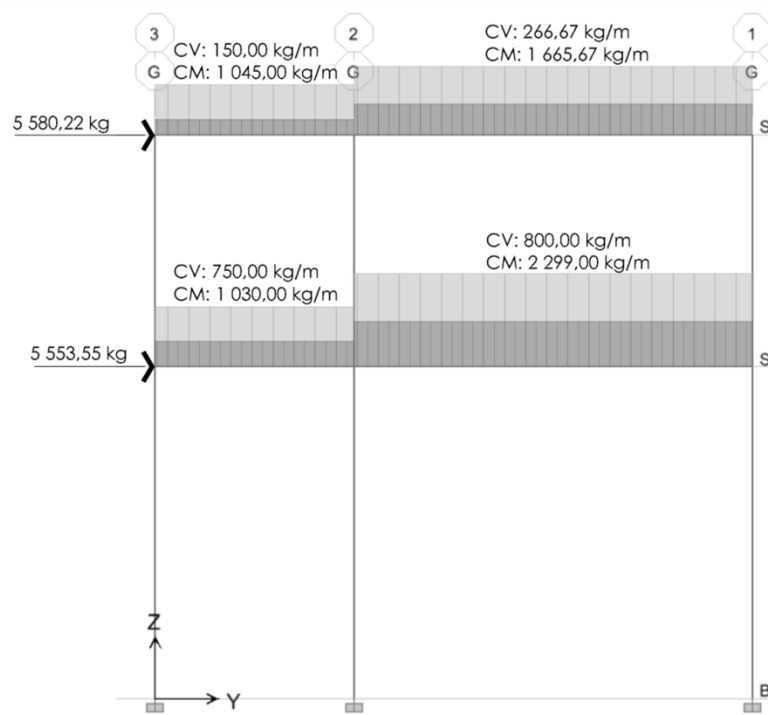
En base a los resultados de las secciones 4.2.5 y 4.2.6, se puede realizar un diagrama de estados de carga para carga viva, carga muerta y carga sísmica, sin aplicar factores de mayoración, y realizar el análisis estructural con los métodos indicados en la sección 3.2.7 (ver figura 26).

4.2.7.1. Análisis estructural por el método de Kani con nudos desplazables

El método de Kani como ya se ha mencionado en la sección 3.2.7, es un método de iteraciones sucesivas, por lo que se debe considerar como un método aproximado y como tal, tiene varias simplificaciones para facilitar la aplicación de su metodología.

A continuación se presenta el análisis para cargas gravitacionales del marco del eje G.

Figura 26. Estado de cargas para marco del eje G, módulo 2



Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que el método de Kani, al ser un método iterativo, su precisión dependerá del número de iteraciones que se realicen, y la rapidez en la convergencia del método está relacionada con la secuencia seguida en el procedimiento.

- Inercia de sección:

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} (0,25)(0,50)^3 = 2,60 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12} (0,45)(0,45)^3 = 3,42 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

- Rigidez relativa:

$$k_{ik} = \frac{I}{L} \quad \begin{array}{l} k_{ik} = \text{rigidez relativa [m}^3\text{]} \\ \therefore I = \text{inercia de sección [m}^4\text{]} \\ L = \text{luz entre apoyos [m]} \end{array}$$

Rigidez relativa (k) [m ³]			
k _{AB}	8,68E-04	k _{DG}	6,83E-04
k _{BC}	4,34E-04	k _{BE}	9,76E-04
k _{DE}	8,68E-04	k _{EH}	6,83E-04
k _{EF}	4,34E-04	k _{CF}	9,76E-04
k _{AD}	9,76E-04	k _{FI}	6,83E-04

- Factor de giro (μ):

$$\mu = -\frac{1}{2} \times \frac{k_{ik}}{\sum k_{ik}} \quad \therefore \sum \mu_{\text{nudo}} = -\frac{1}{2}$$

Factor de Giro (μ)					Sumatoria
AB	-0,235	Nudo A	---	---	-0,50
AD	-0,265		---	---	
BA	-0,190	Nudo B	BE	-0,214	-0,50
BC	-0,095		---	---	
CB	-0,154	Nudo C	---	---	-0,50
CF	-0,346		---	---	
DA	-0,193	Nudo D	DE	-0,172	-0,50
DG	-0,135		---	---	
ED	-0,147	Nudo E	EB	-0,165	-0,50
EF	-0,073		EH	-0,115	
FE	-0,104	Nudo F	FI	-0,163	-0,50
FC	-0,233		---	---	

- Momento fijo (M_{fik}):

Existe solo en los tramos con carga fuera del nudo.

$$M_{fik} = \frac{1}{12} \omega l^2 \quad \therefore \omega = \text{carga distribuida [kg/m]}$$

M_{fik} = momento fijo o de empotramiento [kg-m]
 l = luz libre de elemento

Momentos fijos (M_{fik}) [kg-m]				
AB	-783,75	Nudo A	BA	783,75
BC	-4 997,01	Nudo B	CB	4 997,01
DE	-772,50	Nudo D	ED	772,50
EF	-6 897,00	Nudo F	FE	6 897,00

- Factor de corrimiento (r_{ik}):

Este factor es propio de las columnas del nivel.

$$r_{ik} = -\frac{3}{2} \times \frac{k_{col_{ik}}}{\sum k_{col_{ik}}} \quad \therefore \sum r_{ik_{nivel}} = -\frac{3}{2}$$

Factor de corrimiento (r_{ik})					
Nivel 1	AD	-0,50	Nivel 2	DG	-0,50
	BE	-0,50		EH	-0,50
	CF	-0,50		FI	-0,50
Sumatoria		-1,50	Sumatoria		-1,50

- Primera iteración:

La secuencia a seguir es: F–C–B–A–D–E.

- Nudo F:
 - $6897 \times -0,104 = -714,84$
 - $6897 \times -0,163 = -1\,125,62$
 - $6897 \times -0,233 = -1\,608,03$

- Nudo C:
 - $[4\,997,01 + (-1\,608,03)] \times -0,346 = -1\,173,03$
 - $[4\,997,01 + (-1\,608,03)] \times -0,154 = -521,46$

- Nudo B:
 - $[-4\,213,26 + (-521,46)] \times -0,095 = 450,97$
 - $[-4\,213,26 + (-521,46)] \times -0,214 = 1\,014,45$
 - $[-4\,213,26 + (-521,46)] \times -0,190 = 901,94$

- Nudo A:
 - $[-783,75 + (901,94)] \times -0,235 = -27,81$
 - $[-783,75 + (901,94)] \times -0,245 = -31,28$

- Nudo D:
 - $[-772,50 + (-31,28)] \times -0,193 = 155,22$
 - $[-772,50 + (-31,28)] \times -0,135 = 108,66$
 - $[-772,50 + (-31,28)] \times -0,172 = 138,01$

- Nudo E:
 - $[-6\,124,50 + (138,01) + (-714,84) + (1\,014,45)] \times -0,147 = 833,35$
 - $[-6\,124,50 + (138,01) + (-714,84) + (1\,014,45)] \times -0,165 = 937,30$
 - $[-6\,124,50 + (138,01) + (-714,84) + (1\,014,45)] \times -0,073 = 416,67$
 - $[-6\,124,50 + (138,01) + (-714,84) + (1\,014,45)] \times -0,115 = 656,11$

- Columnas del nivel 2:
 - $$\left[\begin{array}{l} (-31,28) + (155,22) + (1\,014,45) + (937,30) \\ + (-1\,173,03) + (-1\,608,03) \end{array} \right] \times -0,50 = 352,68$$

- Columnas del nivel 1:

$$[(108,66) + (656,11) + (-1\ 125,62)] \times -0,50 = 180,43$$

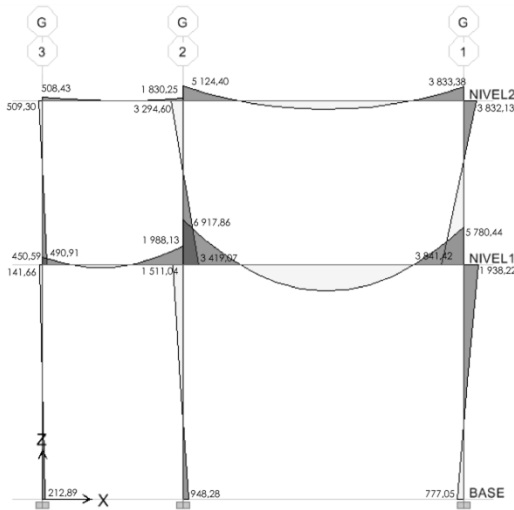
Cuando se haya llegado a una convergencia en los valores de dos o más iteraciones sucesivas, el proceso puede detenerse. Los momentos finales se calculan de la siguiente manera:

$$M = M_{f_{ik}} + M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \therefore$$

$M_{f_{ik}}$ = momento de empotramiento
 M'_{ik} = momento debido al giro del nudo i
 M'_{ki} = momento debido al giro del nudo k
 M''_{ik} = momento debido al desplazamiento del nudo i

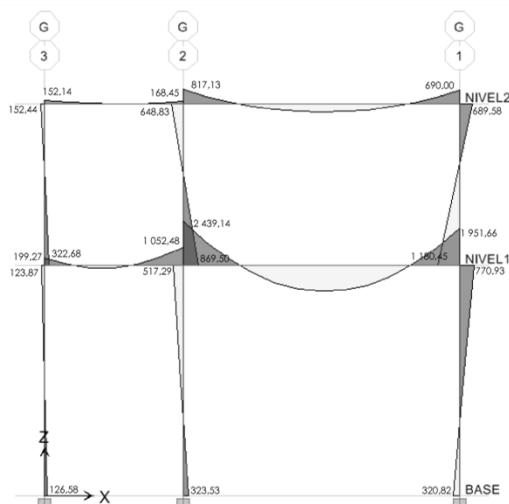
Siguiendo con el procedimiento, y cálculos pertinentes del método de Kani, se obtienen los momentos generales para vigas y columnas, considerando el desplazamiento de los nudos, para carga viva y muerta. Sus resultados se muestran en la figura 27 y la figura 28.

Figura 27. Diagrama de momentos para carga muerta por el método de Kani, para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m]



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de momentos para carga viva por el método de Kani, para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m]



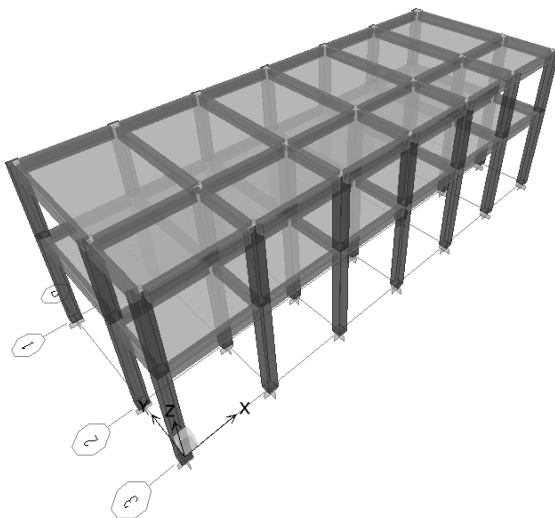
Fuente: elaboración propia.

4.2.7.2. Análisis estructural utilizando Etabs®

En el análisis estructural del módulo 2, utilizando Etabs®, se han considerado los siguientes criterios:

- Modelamiento tridimensional (ver figura 29)
- Losa tipo membrana
- Diafragma de piso rígido
- Brazos rígidos en elementos verticales y horizontales
- Carga lateral asignada por el usuario en el nudo

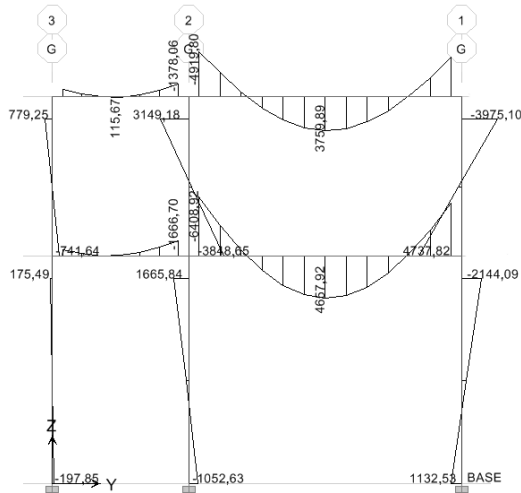
Figura 29. **Modelo 3D en Etabs® del módulo 2**



Fuente: *Computers and Structures. Etabs 9.*

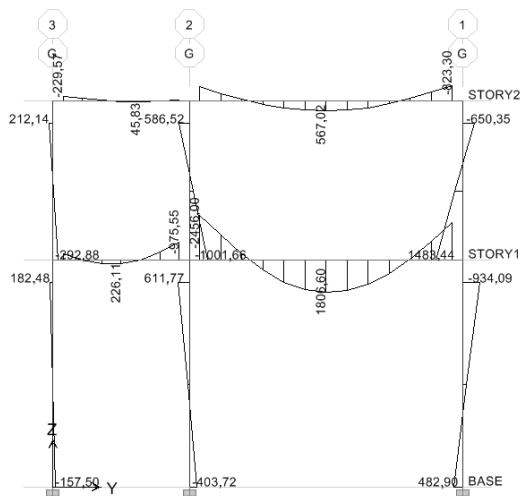
Luego de efectuar el análisis estructural para todos los grados de libertad del modelo tridimensional, se obtienen los diagramas de momento para carga viva y carga muerta sin aplicar factores de mayoración, y estos se muestran en las figuras siguientes.

Figura 30. Diagrama de momentos para carga muerta por Etabs® para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m]



Fuente: Computers and Structures. Etabs 9.

Figura 31. Diagrama de momentos para carga viva por Etabs® para el marco del eje G, módulo 2 [kg-m]



Fuente: Computers and Structures. Etabs 9.

4.2.7.2.1. Comparación de resultados

Como se aprecia en los diagramas de momento anteriores, la correlación de resultados tienen un valor porcentual aceptable, inferior al 10 por ciento; la variación de los resultados radica en las mismas simplificaciones de los métodos aproximados como Kani, debido a que se basa en valores de momento de empotramiento perfecto, o momentos fijos, que a su vez están en función de la distribución de cargas sobre la luz libre del elemento.

Otro motivo para la variación de los resultados obtenidos es referente a que los algoritmos de cálculo de Etabs®, no permite realizar simplificaciones mayores al modelo matemático, y puede considerarse la rigidez de los elementos del marco de manera más exacta, incluyendo en estos la rigidez de la losa como diafragma horizontal.

Con base en el análisis de resultados obtenidos, se considerarán para el diseño estructural siguiente, los resultados del análisis estructural obtenidos utilizando Etabs®, por considerarse un procedimiento exacto.

4.2.8. Diseño estructural de concreto armado

La base técnica del diseño estructural usada en el presente documento es la indicada por el American Concrete Institute, en su comité 318, contenido en el Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08).

Todo procedimiento, que defina el comportamiento estructural de un elemento, indicado en las secciones siguientes estará referenciado y fundamentado en los párrafos del código de diseño antes mencionado, por lo que se considera que el diseño presentado cumple con los requerimientos básicos recomendados por dicha normativa para estructuras sismorresistentes.

4.2.8.1. Combinaciones de carga

Los estados de carga básicos son: carga muerta (D); carga viva (L); sismo (E_x , E_y). Con base en estos estados de carga, se realizan las combinaciones críticas para el diseño estructural sugeridos por el ACI, y mostrados en la tabla VIII de la sección 3.2.9.1.1 de este documento.

4.2.8.1.1. Envoltente de momentos

El proceso es netamente aritmético, y se resume a continuación para la viga 228-G-23 (ver figura 19).

Tabla LXVII. Envoltente de momento para viga 228-G-23

Estado de carga		Momento [kg-m]		
		Izq.	Centro	Der.
CM	Muerta	-737,68	115,67	-1 378,06
LIVE	Viva	-229,57	39,07	-41,81
E_x	Sismo X	-30,89	-1,43	28,03
E_y	Sismo Y	4 146,94	189,43	-3 768,08
U1	1,4D	-1 032,75	161,94	-1 929,28
U2	1,2D+1,6L	-1 252,53	201,31	-1 720,56
U3	1,2D+1,0L	-1 114,78	177,87	-1 695,48
U4	1,2D+1,0L+1,0 E_x	-1 145,67	176,44	-1 667,45
U5	1,2D+1,0L-1,0 E_x	-1 083,90	179,30	-1 723,51
U6	1,2D+1,0L+1,0 E_y	3 032,16	367,30	-5 463,56
U7	1,2D+1,0L-1,0 E_y	-5 261,73	-11,56	2 072,60
U8	0,9D+1,0 E_x	-694,80	102,67	-1 212,23
U9	0,9D-1,0 E_x	-633,02	105,53	-1 268,28
U10	0,9D+1,0 E_y	3 483,03	293,54	-5 008,33
U11	0,9D-1,0 E_y	-4 810,85	-85,33	2 527,83
ENVO	Envoltente	-5 261,73	367,30	-5 463,56

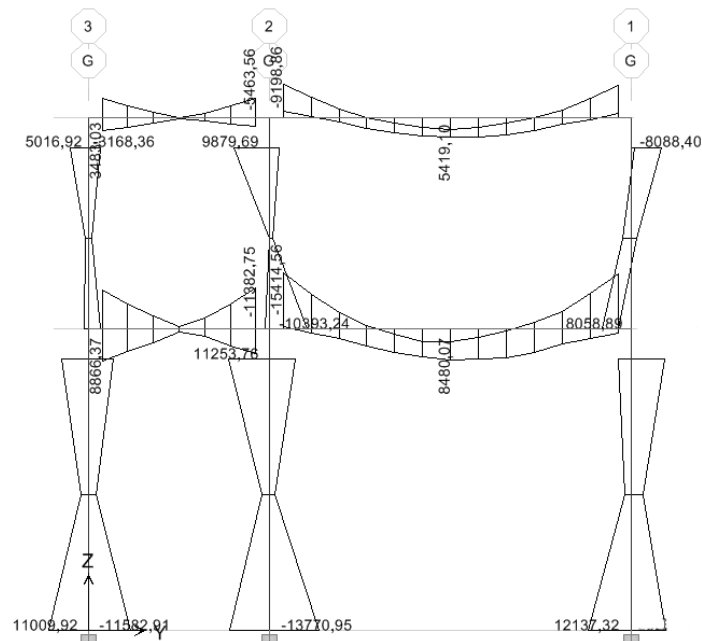
Fuente: elaboración propia.

Con cálculos similares para todas las vigas y columnas del marco, se encuentra el valor de la envolvente de cortes y momentos. Para realizar esta tarea, es importante mencionar la facilidad con la que Etabs® lo hace; dentro del *software* se define una combinación de cargas del tipo ENVE, y esto proporcionará la envolvente de las combinaciones indicadas.

4.2.8.1.2. Diagramas de corte y momento de diseño

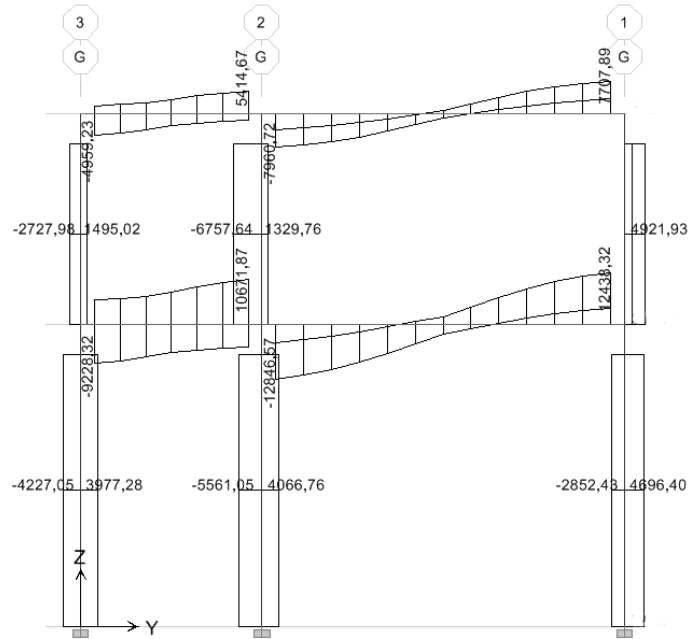
A continuación se presentan los diagramas de corte y momento de la envolvente de diseño obtenidos del análisis estructural con Etabs®, incluyéndose la carga gravitacional y lateral respectiva, para los marcos de los ejes de análisis: eje G (sentido Y) y eje 2 (sentido X).

Figura 32. **Envolvente de momentos para marco del eje G [kg-m]**



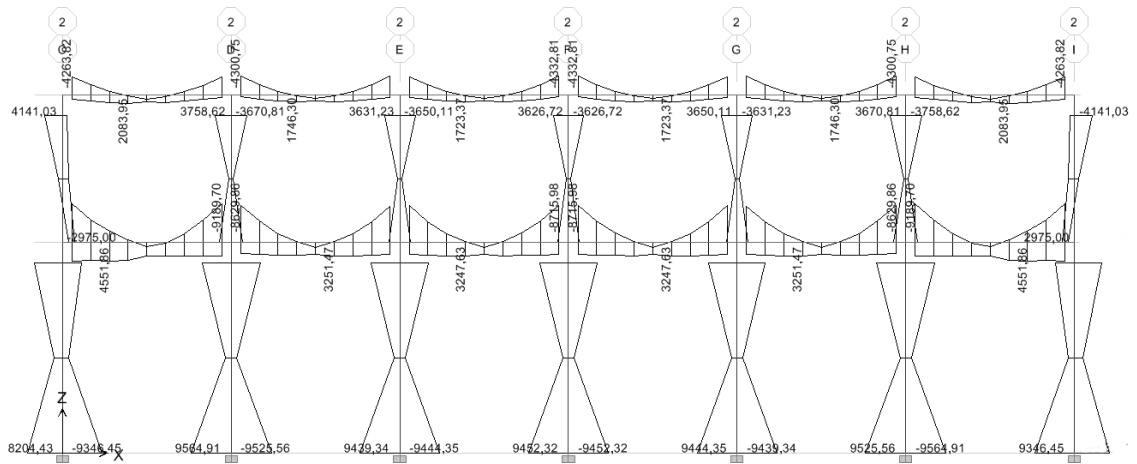
Fuente: *Computers and Structures. Etabs 9.*

Figura 33. **Envolvente de corte para marco del eje G [kg]**



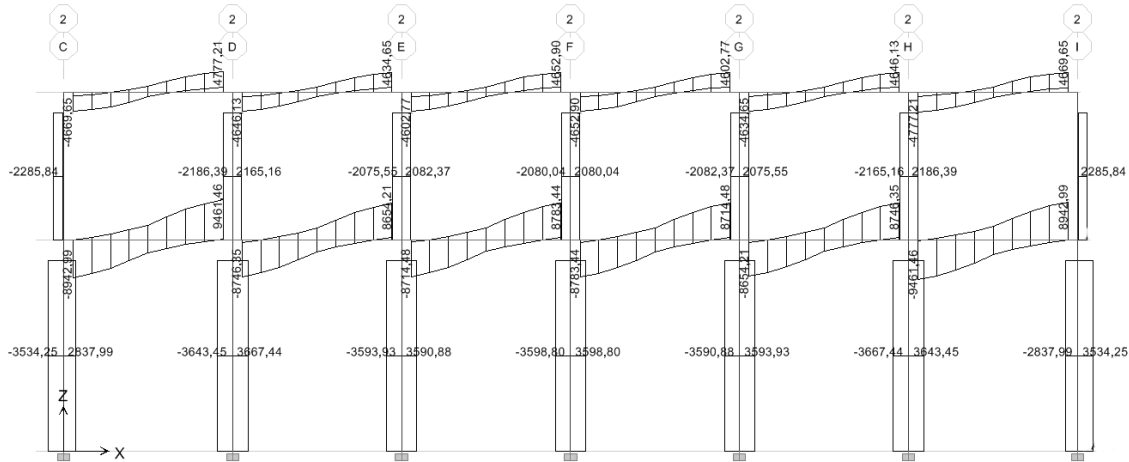
Fuente: Computers and Structures. Etabs 9.

Figura 34. **Envolvente de momentos para marco del eje 2 [kg-m]**



Fuente: Computers and Structures. Etabs 9.

Figura 35. **Envolvente de corte para marco del eje 2 [kg]**



Fuente: *Computers and Structures. Etabs 9.*

4.2.8.2. **Diseño estructural y detallado sismorresistente**

Para fines ilustrativos, los cálculos principales se encuentran referenciados al código ACI 318S-08 para una mayor facilidad de verificación.

4.2.8.2.1. **Diseño de vigas**

- **Diseño a flexión**
Se diseñarán las vigas del marco G (ver figura 19), considerando los siguientes datos:

- Resistencia del concreto: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi)
- Resistencia del acero: $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)
- Base de viga: $b = 25 \text{ cm}$
- Peralte de viga: $h = 50 \text{ cm}$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo de peralte efectivo (d):

Se propone que las barras a flexión no serán mayores al No. 8 ($\phi = 1$ in) y barras No. 3 para estribos y eslabones.

$$d = h - r - d_{\text{best}} - \frac{\phi}{2} \quad 7.7.1 (c)$$

$$d = 50 - 4 - 0,95 - \frac{2,54}{2}$$

$$d = 43,78 \text{ cm} \rightarrow d = 44 \text{ cm}$$

$$\frac{I_n}{d} = \frac{(3,00 \times 100) - 45}{44} = 5,79 > 4 \rightarrow \text{OK} \quad 21.5.1.2$$

$$\frac{\text{base}}{\text{peralte}} = \frac{25}{50} = 0,50 > 0,30 \rightarrow \text{OK} \quad 21.5.1.3$$

$$\text{base} = 25 \geq 25 \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{base} < \begin{matrix} c_2 + 2c_2 = 3 \times 45 = 135 \text{ cm} \\ c_2 + 1,5c_1 = 45 + 1,5 \times 45 = 112,50 \text{ cm (gobierna)} \end{matrix} \rightarrow \text{OK} \quad 21.5.1.4$$

$\therefore c_1 = 45 \text{ cm}$ y $c_2 = 45 \text{ cm}$, son las dimensiones de la columna

Cálculo del refuerzo mínimo:

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0,8\sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0,8\sqrt{280}}{4200} = 0,00312 \geq \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0,00333 \text{ (gobierna)} \quad \begin{matrix} 10.5.1 \\ \text{Eq. (10-3)} \end{matrix}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \rho_{\text{min}} bd$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,00333 \rightarrow A_{s_{\text{min}}} = 0,00333(25)(44)$$

$$A_{s_{\text{min}}} = 3,67 \text{ cm}^2$$

El momento resistido con el refuerzo mínimo es:

$$\phi M_n = \phi \rho f_y b d^2 \left(1 - 0,59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad \therefore \phi = 0,90 \quad 9.3.2.1$$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

$$\phi M_n = (0,90)(0,00333)(4\ 200)(25)(44)^2 \left[1 - 0,59(0,00333) \frac{4\ 200}{280} \right]$$

$$\phi M_n = 591\ 275,85 \text{ kg-cm} = 5\ 912,76 \text{ kg-m}$$

A cualquier momento de análisis, que sea menor a éste, se colocará el acero mínimo para asegurar la falla a tensión (dúctil).

Cálculo de la cuantía balanceada:

$$\rho_b = 0,85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{\epsilon_c E_s}{\epsilon_c E_s + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \times 0,85 \times \frac{280}{4\ 200} \times \frac{(0,003)(2,03 \times 10^6)}{[(0,003)(2,03 \times 10^6)] + 4\ 200}$$

$$\rho_b = 0,0285$$

$$\rho_{m\acute{a}x} < \begin{cases} 0,5\rho_b = 0,5 \times 0,0285 = 0,01425 \text{ (gobierna)} \\ 0,0250 \end{cases} \quad 21.5.2.1$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = \rho_{m\acute{a}x} bd$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0,01425 (25) (44)$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 15,675 \text{ cm}^2$$

El momento resistido con el refuerzo máximo es:

$$\phi M_n = (0,90)(0,01425)(4\ 200)(25)(44)^2 \left(1 - 0,59(0,025) \frac{4\ 200}{280} \right) \quad 9.3.2.1$$

$$\phi M_n = 2\ 030\ 252,65 \text{ kg-cm} = 20\ 302,53 \text{ kg-m}$$

Cualquier momento mayor a éste, indicará que la sección no es capaz de resistir y debe cambiarse, o bien debe analizarse la viga como doblemente armada (acero a tensión y compresión).

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo del refuerzo a flexión requerido para viga 227-G-12:

Utilizando la ecuación genérica siguiente para el refuerzo a flexión requerido (A_s):

$$A_s = 0,85 \times \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'_c}} \right] \quad \begin{matrix} b, d \text{ [cm]} \\ M_u \text{ [kg-m]} \\ f'_c, f_y \text{ [kg/cm}^2\text{]} \\ A_s \text{ [cm}^2\text{]} \end{matrix} \quad \therefore \quad \begin{matrix} 21.5.2.2 \\ \\ \\ \end{matrix}$$

El refuerzo requerido para la viga 227-5-12 se muestra en la tabla LXVIII, éste ya tiene las provisiones para los límites del área de acero especificados en la sección 21.5.2.1 del ACI.

21.5.2.2

Se dispone, que el acero corrido en la parte superior e inferior de la viga sea el acero mínimo; el restante necesario para cada sección particular debe ser cubierto por bastones y/o tensiones.

También en la tabla LXVIII se muestran los momentos resistentes en cada sección ϕM_n . El refuerzo a momento positivo debe ser por lo menos igual al 50 por ciento del refuerzo a momento negativo en ese nudo. En el nudo exterior izquierdo, este requerimiento se satisface debido a que el refuerzo a momento positivo de diseño de 5 419,10 kilogramo metro es mayor que $8\,765,68/2 = 4\,382,84$ kilogramo metro.

21.5.2.1

El requerimiento también se satisface en el nudo interno, como 5 419,10 kilogramo metro, es mayor que $9\,198,86/2 = 4\,599,43$ kilogramo metro.

Tanto el refuerzo a momento positivo, como el negativo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento no debe ser menor que el 25 por ciento del máximo refuerzo a momento proporcionado en la cara de cualquiera de los nudos. En este caso, 25 por ciento del máximo momento de diseño es igual a $9\,198,86/4 = 2\,299,72$ kilogramo metro, que es menor que el momento resistido por el refuerzo mínimo (5 912,76 kilogramo metro). De cualquier manera, para satisfacer el refuerzo mínimo exigido por 21.5.2.1 ($A_s = 3,67$ centímetros cuadrados), un refuerzo de 2-No.5 ($A_s = 3,97$ centímetros cuadrados) debe suministrarse en cualquier sección. Esto automáticamente satisface el requerimiento de que por lo menos 2 barras deben ser continuas arriba y abajo en cualquier sección de la viga.

Tabla LXVIII. **Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 227-G-12**

Sección	M_u [kg-m]	Refuerzo requerido (A_s) [cm ²]	Refuerzo suministrado (A_s) [cm ²]	ϕM_n [kg-m]
Izquierda	8 765,68	5,51	2-No. 5 + 1-No.5 (5,96)	9 438,77
Centro	5 419,10	3,67	2-No. 5 (3,97)	6 392,63
Derecha	9 198,86	5,80	2-No. 5 + 1-No.5 (5,96)	9 438,77

Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo de la longitud de anclaje requerida para el refuerzo a flexión en la columna exterior:

El refuerzo longitudinal de una viga que termina en una columna debe extenderse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse a tensión de acuerdo a 21.7.5. La longitud de anclaje requerida mínima (l_{dh}) para una barra con un gancho estándar a 90 grados en concreto de peso normal no debe ser menor que el mayor de:

21.7.2.2

$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{17,2\sqrt{f'_c}} \geq 8d_b \geq 150 \text{ mm}$$

21.7.5.1
Eq- (21-6)

Un gancho estándar se define como un doblez a 90 grados más una extensión de $12d_b$ libre al final de la barra (ver figura 37).

7.1.2

Para barras No.5 superiores e inferiores:

$$l_{dh} = \begin{cases} (4 \cdot 200) \times (1,59) / 17,2\sqrt{280} = 23,20 \text{ cm (gobierna)} \\ 8 \times 1,9 = 15,20 \text{ cm} \\ 15 \text{ cm} \end{cases}$$

7.2.1

Cuando el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa un nudo, la dimensión de la columna, paralela al refuerzo, debe ser por lo menos 20 veces el diámetro de la barra longitudinal más grande para concreto de peso normal. En este caso, la dimensión mínima requerida es $20 \times 1,9 = 38$ centímetros, el cual es menor que las dimensiones de las columnas cuadradas provistas de 45 centímetros.

21.7.2.3

12.2.3

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo de longitud de desarrollo:

$$l_d = \left[\frac{f_y}{3,5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b+K_{tr}}{d_b}\right)} \right] d_b \therefore$$

ψ_t = factor de ubicación del refuerzo
 ψ_e = factor de recubrimiento
 ψ_s = factor de tamaño de refuerzo
 λ = factor de peso de concreto

Eq. (12-1)
12.2.4

El valor de $\left(\frac{c_b+K_{tr}}{d_b}\right)$ no necesita tomarse mayor a 2,50.

Además, de manera conservadora el valor de $K_{tr} = 0$.

Para barras superiores No.5:

$$\psi_t = 1,3 \text{ (superior)}$$

$$\psi_e = 1,0 \text{ (sin recubrimiento)}$$

$$\psi_s = 0,8 \text{ (barra No.5)}$$

$$\lambda = 1,0 \text{ (concreto de peso normal)}$$

12.2.3

$$l_d = \left[\frac{4\,200}{3,5 \times (1,0) \times \sqrt{280}} \times \frac{(1,3) \times (1,0) \times (0,8)}{2,5} \right] (1,59) = 47,43$$

$$l_d = 50 \text{ cm}$$

Para barras inferiores No.5:

$$\psi_t = 1,0 \text{ (inferior)}$$

$$\psi_e = 1,0 \text{ (sin recubrimiento)}$$

$$\psi_s = 0,8 \text{ (barra No.5)}$$

$$\lambda = 1,0 \text{ (concreto de peso normal)}$$

12.2.3

Cálculos y discusión

Referencia
a código

$$l_d = \left[\frac{4\,200}{3,5 \times (1,0) \times \sqrt{280}} \times \frac{(1,0) \times (1,0) \times (0,8)}{2,5} \right] (1,59) = 36,49$$

$$l_d = 40 \text{ cm}$$

Cálculo de longitud de desarrollo para barras discontinuas:

Quando el refuerzo longitudinal a flexión de la viga por refuerzo, es discontinuo en el tramo siguiente, las barras deben desarrollarse dentro del tramo discontinuo una longitud (l_{dm}) (ver figura 36), de la manera siguiente:

l_d = longitud de desarrollo normal R21.7.5

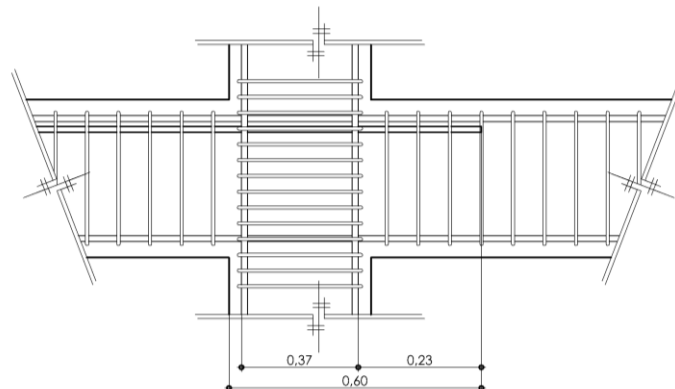
$$l_{dm} = 1,6 (l_d - l_{dc}) + l_{dc} \quad \therefore l_{dcc} = \text{longitud del núcleo del nudo}$$

l_{dm} = longitud de desarrollo modificada

$$l_{dm} = 1,6 \times (50 - 37) + 37 = 57,80$$

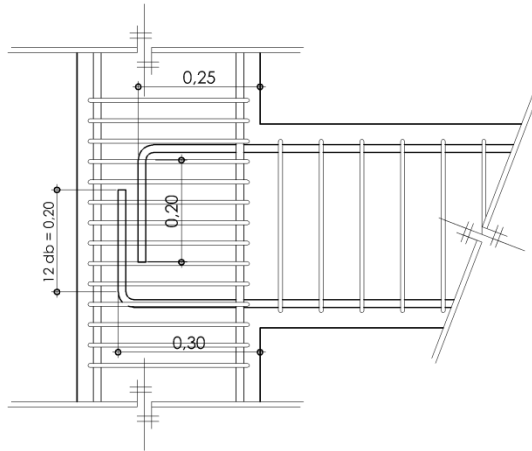
$$l_{dm} = 60 \text{ cm}$$

Figura 36. **Detalle de longitud de desarrollo en barras discontinuas [m]**



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Detalle de longitud de anclaje para columna exterior [m]**



Fuente: elaboración propia.

Siguiendo un procedimiento similar al anterior, se puede calcular el refuerzo a flexión requerido para las vigas 228-G-23, 127-G-12, y 128-G-23. Los resultados se muestran en las tablas siguientes:

Tabla LXIX. **Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 228-G-23**

Sección	M_u [kg-m]	Refuerzo requerido (A_s) [cm ²]	Refuerzo suministrado (A_s) [cm ²]	ϕM_n [kg-m]
Izquierda	5 463,56	3,67	2-No. 5 (3,97)	6 392,63
Centro	367,30	3,67	2-No. 5 (3,97)	6 392,63
Derecha	5 261,73	3,67	2-No. 5 (3,97)	6 392,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 127-G-12**

Sección	M_u [kg-m]	Refuerzo requerido (A_s) [cm ²]	Refuerzo suministrado (A_s) [cm ²]	ϕM_n [kg-m]
Izquierda	15 297,43	10,00	2-No. 6 + 2-No.6 (11,34)	17 145,07
Centro	8 480,07	5,33	2-No.6 (5,67)	9 001,44
Derecha	15 414,56	10,08	2-No. 6 + 2-No.6 (11,34)	17 145,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Refuerzo a flexión requerido y suministrado para viga 128-G-23**

Sección	M_u [kg-m]	Refuerzo requerido (A_s) [cm ²]	Refuerzo suministrado (A_s) [cm ²]	ϕM_n [kg-m]
Izquierda	11 382,75	7,27	2-No.6 + 1-No.6 (8,51)	13 187,66
Centro	741,06	3,68	2-No.6 (5,67)	9 001,44
Derecha	10 612,88	6,75	2-No.6 + 1-No.6 (8,51)	13 187,66

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Longitud de desarrollo para barras en armado de vigas**

Barra	Longitud de desarrollo (l_d) [cm]	
No.5	Superior	50
	Inferior	40
No.6	Superior	60
	Inferior	45

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. Longitud de anclaje para barras en tensión

Barra	Longitud de anclaje a tensión (l_{dh}) [cm]
No. 5	25
No. 6	30

Fuente: elaboración propia.

- Diseño a corte para viga 227-G-12

El diseño para la fuerza cortante corresponde, según la sección 21.5.4.1 del ACI, a la provocada por los momentos finales que son calculados asumiendo el esfuerzo en el refuerzo a tensión igual a $1,25f_y$, y un factor de reducción de resistencia, $\phi = 1,0$ (resistencia probable a flexión), más las fuerzas cortantes inducidas por las fuerzas gravitacionales tributarias factoradas.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo de momentos máximos probables (M_{pr}):

La siguiente ecuación puede ser usada para calcular los momentos máximos probables:

$$M_{pr} = A_s (1,25f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \therefore a = \frac{A_s (1,25f_y)}{0,85f'_c b}$$

R21.5.4.1

Para la carga gravitacional, la combinación de mayoración está dada por: $\omega = 1,2D + 1,0L$. La carga gravitacional actúa sobre la luz libre de la viga $l_n = 6,00 - 0,45 = 5,55$ metros.

Por ejemplo, para la dirección de sismo a la derecha, el nudo interior debe estar sujeto a momento negativo M_{pr} que se determina para 3-No.5 barras superiores, como sigue:

$$A_s = 3 \times 1,99 = 5,96 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s(1,25f_y)}{0,85f'_c b} = \frac{5,96 \times 1,25 \times 4\,200}{0,85 \times 280 \times 25} = 5,26 \text{ cm}$$

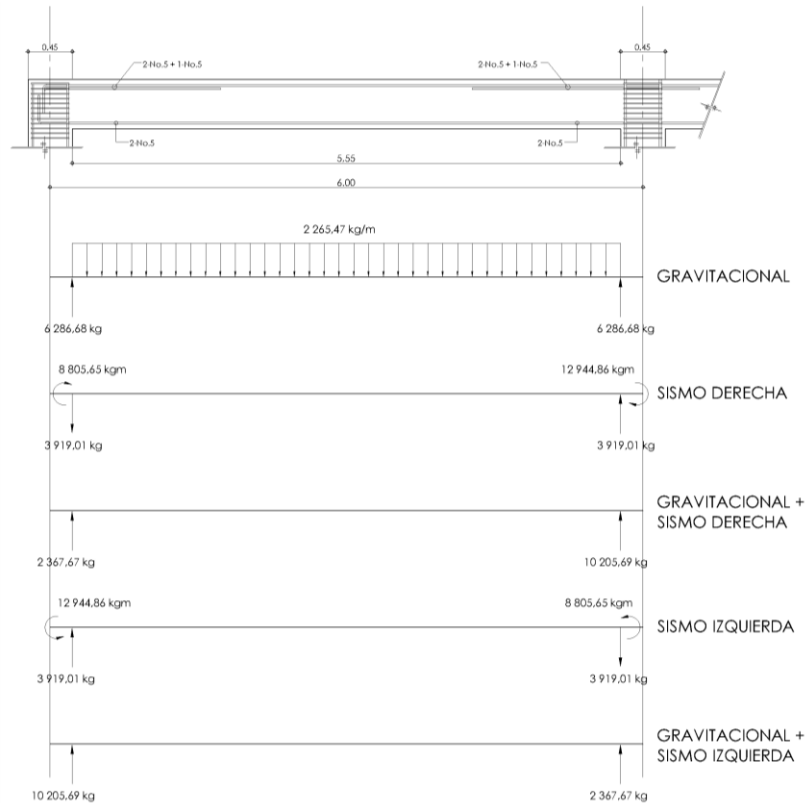
$$M_{pr} = A_s(1,25f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right) = 5,96 \times 1,25 \times 4\,200 \times \left(44 - \frac{5,26}{2} \right)$$

$$M_{pr} = 1\,294\,486 \text{ kg-cm} = 12\,944,86 \text{ kg-m}$$

Del mismo modo, para el nudo exterior, el momento M_{pr} positivo de 2-No.5 ($A_s = 3,97$ centímetros cuadrados), barras inferiores, es igual a $M_{pr} = 8\,805,65$ kilogramos metro.

Los momentos probables a flexión para el movimiento sísmico hacia la izquierda pueden obtenerse de manera similar. La carga gravitacional tributaria a la viga 227-G-12, se obtiene de lo calculado en la sección 4.2.5 (ver tabla XXXIII).

Figura 38. Fuerzas de diseño a corte para viga 227-G-12



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de la fuerza cortante de diseño:

El cortante inducido por el sismo se define en la sección R21.5.4.1 del ACI, como sigue:

$$V_e = \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{l_n}$$

El cortante inducido por la carga estática gravitacional está definida por:

$$V_g = \frac{\omega l_n}{2}$$

El cortante de diseño calculado con los momentos máximos probables a flexión se define como: $V_{en} = V_e + V_g$.

La figura 38, muestra la viga del vano exterior y las fuerzas cortantes inducidas por las cargas gravitacionales. Además muestra los momentos máximos probables M_{pr} en las caras de los nudos para el movimiento sísmico a la derecha e izquierda, y las fuerzas cortantes correspondientes a esos momentos. Nótese que la máxima fuerza cortante combinada de diseño, al considerar la rotación del rostro del apoyo interior $V_{en} = 10\ 205,69$ kilogramos, es mayor a la fuerza cortante obtenida del análisis estructural (ver figura 33), $V_u = 7\ 960,72$ kilogramos, lo que permite que la viga sea diseñada con este valor de fuerza cortante.

La sección 21.5.4.2 del ACI indica que la resistencia a cortante del concreto V_c debe considerarse cero cuando la fuerza cortante inducida por sismo, calculada de acuerdo a 21.5.4.1 sea mayor o igual al 50 por ciento de la fuerza de corte de diseño total, y su carga axial factorada sea menor que $A_g f'_c / 20$.

La viga 227-G-12 tiene una fuerza axial despreciable, y la fuerza cortante máxima inducida por sismo, igual a $3\ 919,01$ kilogramos (ver figura 38), es menor que la mitad de la fuerza cortante total de diseño, $0,50 \times (10\ 205,69) = 5\ 102,84$ kilogramos, por lo que la resistencia del concreto a corte, V_c , debe considerarse en el análisis posterior.

Cálculos y discusión	Referencia a código
Cálculo de la resistencia del concreto a corte:	11.2.1.1
$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} bd$	Eq. (11-3)
$\phi = 0,75$	
$\lambda = 1,00$ (concreto de peso normal)	9.3.2.3
$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} bd = 0,53 \times 1,00 \times \sqrt{280} \times 25 \times 44$	8.6.1
$V_c = 9\ 755,46\text{ kg}$	

Cálculo de la resistencia a corte del refuerzo:

La fuerza cortante resistida por el refuerzo a corte, V_s , es:

$\phi V_s = V_u - \phi V_c$. Resolviendo para V_s , tenemos: 11.1.1

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{10\ 205,69}{0,75} - 9\ 755,46$$

$$V_s = 3\ 852,13\text{ kg}$$

La resistencia al corte proporcionado por el refuerzo no debe

exceder: $(V_s)_{\max} = 2,2 \sqrt{f'_c} bd = 2,2 \times \sqrt{280} \times 25 \times 44$ 11.4.7.9

$$(V_s)_{\max} = 40\ 494,34\text{ kg} \gg 5\ 914,18\text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

Además, V_s es menor que $1,1 \sqrt{f'_c} bd = 20\ 247,17\text{ kg}$, por lo 11.4.5.3
que las separaciones máximas se limitan a lo indicado en 11.4.5.1 y
11.4.5.2.

Cálculo de espaciamientos del refuerzo a corte:

El espaciamiento requerido para estribos cerrados No.3 para la fuerza de corte factorada de 3 852,13 kilogramos es:

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{(2 \times 0,71) \times 4\ 200 \times 44}{3\ 852,13} \therefore s = 68,12\text{ cm}$$

11.4.7.2
Eq. (11-15)

Cálculos y discusión

Referencia
a Código

Nótese que 2 patas son requeridas para soporte lateral de las barras laterales. El espaciamiento máximo permitido no debe ser mayor que el menor de:

21.5.3.3

$$s_{\max} = \begin{cases} \frac{d}{2} = \frac{44}{2} = 22 \text{ cm (gobierna)} \\ 600 \text{ mm} = 60 \text{ cm} \end{cases} \rightarrow s_{\max} = 20 \text{ cm}$$

11.4.5.1

Deben disponerse estribos cerrados de confinamiento dentro de una distancia $2h = 2 \times 50 = 100$ centímetros, desde el rostro del apoyo, en ambos lados, hacia el centro de la luz. El espaciamiento máximo de los estribos en esta distancia, es la menor de las siguientes:

$$(s_{\max})_{\text{conf}} = \begin{cases} \frac{d}{4} = \frac{44}{4} = 11 \text{ cm (gobierna)} & 21.5.3.1 \\ 8d_{b(\text{long. menor})} = [\text{No.5}] = 8 \times 1,6 = 12,80 \text{ cm} & 21.5.3.2 \\ 24d_{b(\text{estribo})} = [\text{No.3}] = 24 \times 0,95 = 22,80 \text{ cm} \\ 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Por tanto, se usarán estribos No.3 espaciados a 10 centímetros, con el primero situado a 5 centímetros del rostro del apoyo. Once estribos serán colocados a este espaciamiento.

Cuando los estribos de confinamiento ya no son requeridos, pueden usarse estribos con ganchos sísmicos, como lo indica la sección 21.5.3.4 del ACI, espaciados a no más de $d/2 = 44/2 = 22$ centímetros.

Considerando un diagrama de corte lineal se puede calcular el valor de cortante a una distancia de 1,10 metros desde el rostro del soporte:

$$V_u = 10\,205,69 - (2\,267,47 \times 1,10) \quad \therefore \quad V_s = \frac{7\,711,47}{0,75} = 9\,755,46$$

$$V_u = 7\,711,47 \text{ kg} \quad \quad \quad V_s = 526,50 \text{ kg}$$

El espaciamiento requerido por el corte que debe resistir el refuerzo es:

$$s = \frac{(2 \times 0,71) \times 4\,200 \times 44}{526,50} = 498,41 \text{ cm} \gg S_{\text{máx}} = 20 \text{ cm}$$

Estribos colocados a 20 centímetros, iniciando a 1,10 metros desde el rostro de los apoyos, será suficiente para la longitud restante de la viga.

- Determinación de los puntos de corte para refuerzo negativo:

Para poder determinar los puntos de corte para el refuerzo negativo en el apoyo interior (1 de 3 barras No.5), un diagrama de momento correspondiente a la resistencia probable a flexión en los extremos de la viga, y la carga gravitacional actuante en el vano, será utilizado.

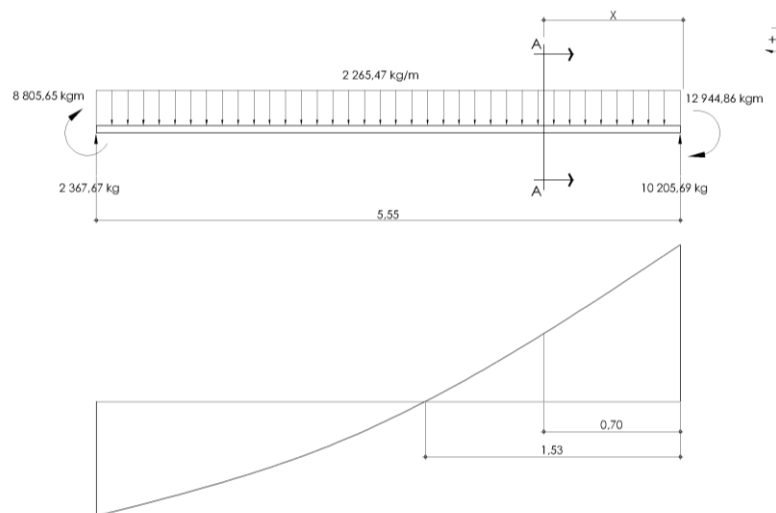
Con la resistencia a diseño a flexión de una sección con 2-No.5 ($A_s = 3,97$ centímetros cuadrados) igual a 6 392,63 kilogramo metro (calculado usando $f_s = f_y = 4\,200$ kilogramos sobre centímetro cuadrado y $\phi = 0,9$), la distancia desde el rostro del apoyo a donde el momento, bajo el estado de cargas considerado, es igual a 6 392,63 kilogramo metro indica el punto de corte. Esta distancia puede obtenerse por suma de momentos sobre la sección A - A', como se ve en la figura 39:

$$M_x = 2\,265,47 \times \left(\frac{x}{2} \right) - 10\,205,69 \times x + 12\,944,86 = 6\,392,63 \text{ kg-m}$$

Resolviendo para x, se obtiene una distancia de 0,70 metros.

La barra No.5 debe extenderse (según ACI 12.10.3) una distancia igual al peralte efectivo, $d = 44$ centímetros ó $12d_b = 12 \times 1,6 = 19,20$ centímetros (la mayor) desde el punto de corte x.

Figura 39. **Diagrama de momento para el punto de corte de barras negativas en el apoyo interior**



Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

La barra debe cortarse en un punto donde el refuerzo que continúa proporciona el doble del área requerida por la flexión en el punto de corte y el corte actuante no sobrepasa 3/4 del corte resistido. Es decir, el punto de corte está definido por el valor de la fuerza cortante, como sigue:

12.10.5.3

Cálculos y discusión

Referencia
a código

$$V_u \leq \frac{3}{4} \phi V_n$$

Utilizando la sumatoria de momentos indicada en la figura 39, 12.10.5.3
igualando la ecuación a $M = 0,5(6\,392,63) = 3\,196,32$ kilogramos
metro, resolviendo para x se obtiene una distancia de 1,09 metros.

Calculando el corte actuando a una distancia de 1,09 metros,
se obtiene que $V_u = 7\,734,15$ kilogramos y el corte resistido por el
refuerzo colocado a una distancia de 20 centímetros (fuera de la
distancia de confinamiento de la viga) está dado por:

$$\phi V_n = \phi(V_s + V_c) = 0,75 \times \left(\frac{2 \times 0,71 \times 4\,200 \times 44}{20} + 9\,755,46 \right)$$
$$\phi V_n = 22\,876,26 \text{ kg}$$

12.10.5.1

$$\frac{2}{3} \phi V_n = \frac{2}{3} (22\,876,26) = 15\,250,84 \text{ kg}$$

$$\frac{3}{4} \phi V_n = \frac{3}{4} (22\,876,26) = 17\,157,20 \text{ kg}$$

Verificando los valores, se advierte que los requisitos de 12.10.5.1 y
12.10.5.3 se cumplen en la distancia de 1,09 metros.

La distancia final (ACI 12.10.4) a la que puede cortarse el refuerzo
negativo medida desde el rostro del apoyo, está dada por: $1,09 + 0,44 = 1,53$
metros, que debe ser mayor a la longitud de desarrollo requerida para la barra.
De la tabla LXXII se sabe que para una barra superior, la longitud de desarrollo
es 50 centímetros.

De manera alternativa el ACI *Detailing Manual* tiene criterios aproximados para ubicar el corte del refuerzo cuando ya no es requerido, $l/4$ de extremos discontinuos, y $l/3$ para extremos continuos.

- Traslape de refuerzo a flexión:

Los traslapes del refuerzo a flexión (ACI 21.5.2.3) no deben colocarse dentro del nudo, dentro de una distancia dos veces el peralte de la viga medida desde los apoyos, o dentro de regiones donde se prevean articulaciones plásticas. Nótese que todo traslape debe estar confinado por estribos o espirales con un espaciamiento de $d/4 = 44/4 = 11$ centímetros ó 10 centímetros en toda la longitud del traslape (la menor).

Como todas las barras continuas serán traslapadas con la longitud requerida, las secciones 12.15.1 y 12.15.2 del ACI, indican que se utilice un traslape clase B. La longitud requerida para el traslape = $1,3 l_d \geq 30$ centímetros.

Basado en lo anterior se puede construir la siguiente tabla. El espaciamiento del refuerzo será 10 centímetros.

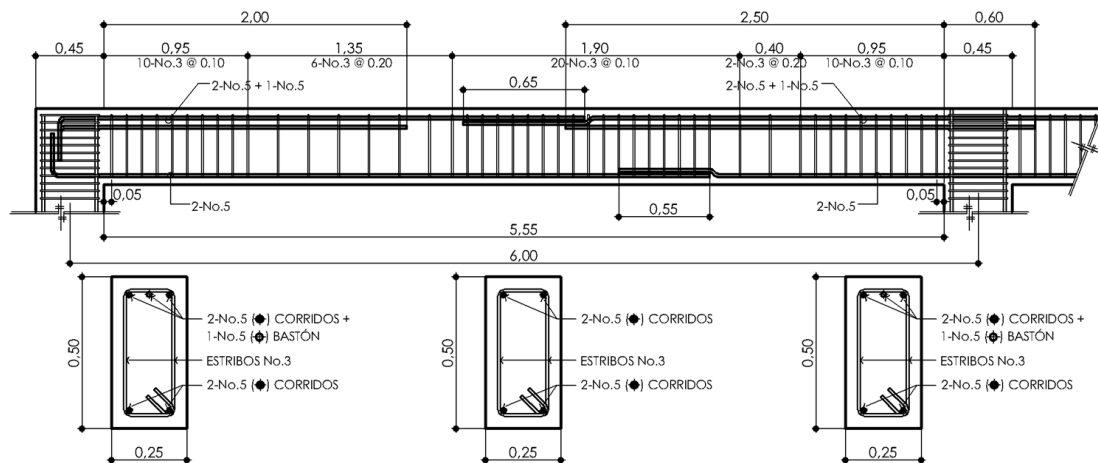
Tabla LXXIV. **Longitud de traslape a flexión para refuerzo en vigas**

Barra	Longitud de traslape [cm]	
No.5	Superior	65
	Inferior	55
No.6	Superior	80
	Inferior	60

Fuente: elaboración propia.

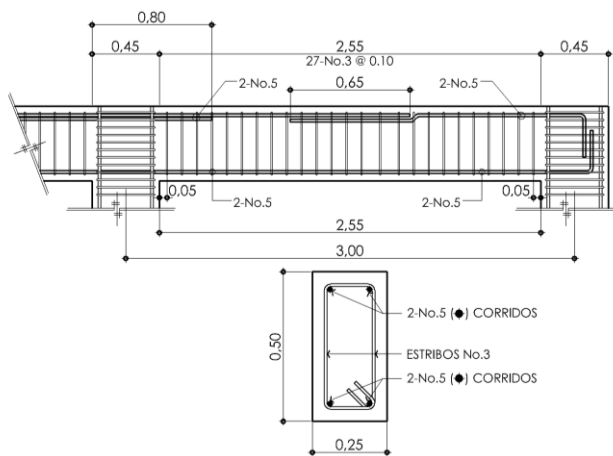
A continuación se muestran únicamente los detalles del refuerzo final para las vigas del marco del eje G, (ver nomenclatura de vigas en la figura 19).

Figura 40. Detalles de refuerzo para viga 227-G-12



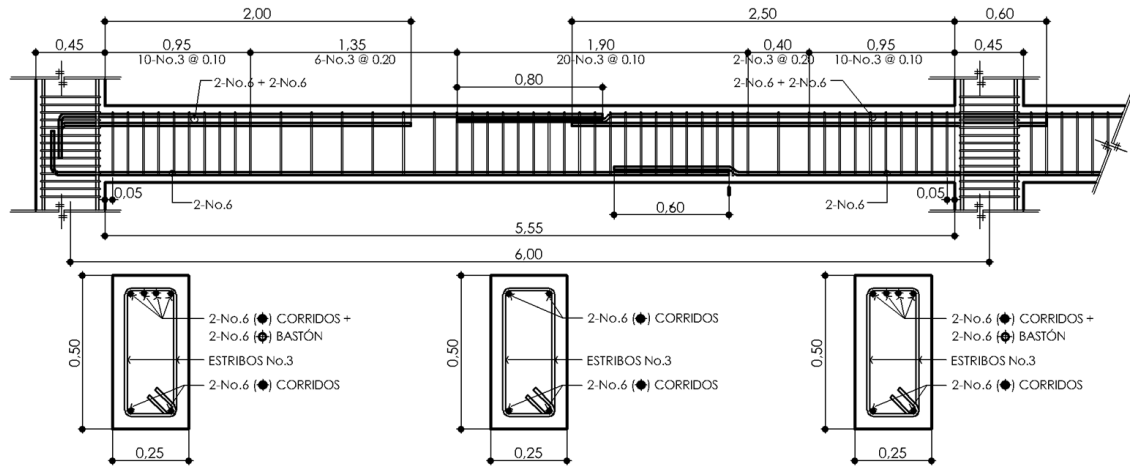
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Detalles de refuerzo para viga 228-G-23



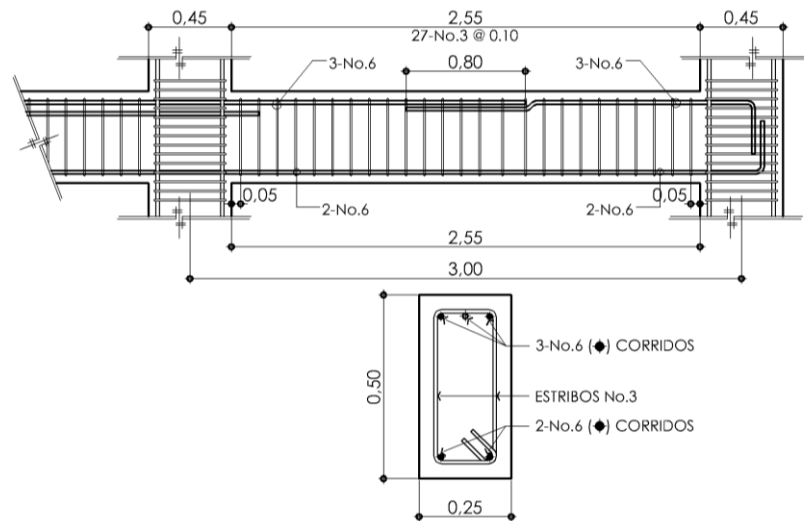
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Detalles de refuerzo para viga 127-G-12



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Detalles de refuerzo para viga 128-G-23



Fuente: elaboración propia.

4.2.8.2.2. Diseño de columnas

- Efectos de esbeltez en columna G2-N1

Del análisis estructural se obtienen las cargas axiales y momentos flectores actuantes en la columna G2 del primer nivel:

Tabla LXXV. Cargas axial y momento sobre columna G2 primer nivel

Estado de carga		Carga axial (P_u) [kg]	Momento sentido X (M_x) [kg-m]		Momento sentido Y (M_y) [kg-m]	
			Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
CM	Muerta	-33 591,35	-2,35	1,35	1 665,84	-1 052,64
LIVE	Viva	-8 646,67	-3,80	2,18	611,77	-403,72
E_x	Sismo X	16,02	-6 721,75	9 440,56	62,93	-88,30
E_y	Sismo Y	-7 070,81	0,00	0,00	-8 642,99	12 104,06
U1	1,4D	-47 027,89	-3,28	1,88	2 332,17	-1 473,69
U2	1,2D+1,6L	-54 144,29	-8,89	5,10	2 977,84	-1 909,12
U3	1,2D+1,0L	-48 956,29	-6,61	3,79	2 610,77	-1 666,88
U4	1,2D+1,0L+1,0 E_x	-48 940,27	-6 728,36	9 444,35	2 673,70	-1 755,18
U5	1,2D+1,0L-1,0 E_x	-48 972,31	6 715,13	-9 436,76	2 547,84	-1 578,59
U6	1,2D+1,0L+1,0 E_y	-56 027,10	-6,61	3,79	-6 032,22	10 437,18
U7	1,2D+1,0L-1,0 E_y	-41 885,47	-6,61	3,79	11 253,76	-13 770,95
U8	0,9D+1,0 E_x	-30 216,19	-6 723,86	9 441,77	1 562,18	-1 035,67
U9	0,9D-1,0 E_x	-30 248,24	6 719,64	-9 439,35	1 436,32	-859,07
U10	0,9D+1,0 E_y	-37 303,03	-2,11	1,21	-7 143,74	11 156,69
U11	0,9D-1,0 E_y	-23 161,40	-2,11	1,21	10 142,24	-13 051,44

Obsérvese que la columna G2 se deforma en curvatura doble bajo cualquier estado de cargas impuesta.

Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Determinación de la estabilidad del marco de análisis:

La estabilidad del marco de análisis está definido por:

$$Q = \frac{\sum P_u \Delta_o}{V_u l_c} \quad \text{Eq. (10-10)}$$

El resumen de los cálculos se muestra en la tabla XXXVI, tabla XXXVII y tabla LXXVI. Para ejemplificar el procedimiento, se realiza el análisis para el marco del eje G, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} D &= 26\,034 \text{ kg} \\ L &= 7\,050 \text{ kg} \end{aligned} \quad \therefore \quad \begin{aligned} \sum P_u &= (1,2 \times 26\,034) + (1,6 \times 7\,050) \\ P_u &= 42\,520,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 11\,133,77 \text{ kg} \quad \text{Eq. (9-2)}$$

$$\Delta_o = 2,00 \text{ cm}$$

$$Q = \frac{\sum P_u \Delta_o}{V_u l_c} = \frac{42\,520,85 \times 2,00}{11\,133,77 \times \left[500 - \left(\frac{50}{2}\right)\right]} = 0,02 < 0,05$$

Como $Q < 0,05$ el marco a nivel del primer piso se considera indesplazable (arriostrado o sin desplazamiento lateral). 10.10.5.2

Tabla LXXVI. **Índice de estabilidad para ejes en sentido X, primer nivel**

Ejes X	Carga muerta (D) [kg]	Carga viva (L) [kg]	Carga vertical (P _u) [kg]	Δ _m [cm]	Corte de piso (V _u) [kg]	Índice de estabilidad (Q)	Marco
1	58 946,00	7 200,00	82 255,20	2,01	26 156,07	0,01	Indesplazable
2	70 691,00	18 450,00	114 349,20	1,76	22 900,32	0,02	Indesplazable
3	34 403,00	6 750,00	52 083,60	1,83	23 821,43	0,01	Indesplazable

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. Índice de estabilidad para ejes en sentido Y, primer nivel

Ejes Y	Carga muerta (D) [kg]	Carga viva (L) [kg]	Carga vertical (P _u) [kg]	Δ _m [cm]	Corte de piso (V _u) [kg]	Índice de estabilidad (Q)	Marco
C	20 683,50	3 525,00	30 460,20	2,52	14 035,64	0,01	Indesplazable
D	20 094,00	7 050,00	35 392,80	2,26	12 584,71	0,01	Indesplazable
E	26 034,00	7 050,00	42 520,80	2,00	11 133,77	0,02	Indesplazable
F	20 094,00	7 050,00	35 392,80	1,74	9 682,84	0,01	Indesplazable
G	26 034,00	7 050,00	42 520,80	2,00	11 133,77	0,02	Indesplazable
H	20 094,00	7 050,00	35 392,80	2,26	12 584,71	0,01	Indesplazable
I	20 683,50	3 525,00	30 460,20	2,52	14 035,64	0,01	Indesplazable

Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia a código

Determinación de los efectos de esbeltez:

Usando un factor de longitud efectiva $k = 1,0$, la longitud efectiva sin apoyo lateral como se define en 10.10.1.1, y el radio de giro como se define en 10.10.1.2:

$$\frac{kl_u}{r} = \frac{1,0 \times 500}{0,3 \times 45} = 37,04 \quad 10.10.6.3$$

Como la columna se deforma con curvatura doble, cuando está bajo estados de carga aislados, pero con curvatura simple cuando se analiza una envolvente de momentos, el menor valor de $34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$ se obtiene del estado de carga ENVO MIN (ver tabla LXXVIII).

Tabla LXXVIII. **Definición de la esbeltez en columna G2 primer nivel, sentido X**

	Momento sentido X (M _x) [kg-m]		Curvatura	M ₁ [kg-m]	M ₂ [kg-m]	$\frac{M_1}{M_2}$	Valor límite
	Superior	Superior					
CM	-2,35	1,35	Doble	1,35	2,35	-0,57	40,00
LIVE	-3,80	2,18	Doble	2,18	3,80	-0,57	40,00
SX	-6 721,75	9 440,56	Doble	6 721,75	9 440,56	-0,71	40,00
SY	0,00	0,00	Doble	0,00	0,00	0,00	34,00
U1	-3,28	1,88	Doble	1,88	3,28	-0,57	40,00
U2	-8,89	5,10	Doble	5,10	8,89	-0,57	40,00
U3	-6,61	3,79	Doble	3,79	6,61	-0,57	40,00
U4	-6 728,36	9 444,35	Doble	6 728,36	9 444,35	-0,71	40,00
U5	6 715,13	-9 436,76	Doble	6 715,13	9 436,76	-0,71	40,00
U6	-6,61	3,79	Doble	3,79	6,61	-0,57	40,00
U7	-6,61	3,79	Doble	3,79	6,61	-0,57	40,00
U8	-6 723,86	9 441,77	Doble	6 723,86	9 441,77	-0,71	40,00
U9	6 719,64	-9 439,35	Doble	6 719,64	9 439,35	-0,71	40,00
U10	-2,11	1,21	Doble	1,21	2,11	-0,57	40,00
U11	-2,11	1,21	Doble	1,21	2,11	-0,57	40,00
ENVO MAX	6 719,64	9 444,35	Simple	6 719,63	9 444,35	0,71	25,46
ENVO MIN	-6 728,36	-9 439,34	Simple	6 728,36	9 439,34	0,71	25,45

Fuente: elaboración propia.

Según la sección 10.10.1 del código ACI, la relación $\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$ será positiva si la columna se deflecta en curvatura simple, y negativa si es curvatura doble, entonces, para la combinación ENVO MIN se tiene que:

Cálculos y discusión

Referencia
a código

$$34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = 34 - 12 \left(\frac{6\,728,36}{9\,439,34} \right) = 25,45 \leq 40 \rightarrow \text{OK}$$

Eq. (10-7)

Los efectos de esbeltez deben ser considerados para la columna G2 en el primer nivel, ya que $kl_u/r > 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$.

Determinación del momento total M_c (incluyendo efectos de esbeltez) para cada combinación de cargas:

El cálculo siguiente debe realizarse para todos los estados de carga de diseño y para cada sentido, los cálculos se resumen en la tabla LXXIX, y tabla LXXXI. Para ejemplificar el procedimiento, se usará el estado de carga $U4 = 1,2D + 1,0L + 1,0E_x$ (sentido X).

El momento total, se define como: $M_c = \delta_{ns} M_2$, donde:

Eq. (10-11)

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75P_c}} \geq 1,0$$

Eq. (10-12)

$$C_m = 0,6 + 0,4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0,4$$

Eq. (10-16)

$$C_m = 0,6 + 0,4 \left(\frac{-6\,728,36}{9\,444,35} \right) = 0,32 < 0,40 \therefore C_m = 0,40$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2}$$

Eq. (10-16)

$$EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_{dns}} \quad \therefore \quad E_c = 15\,100 \sqrt{280} = 252\,671,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_g = \frac{1}{12} \times 45^4 = 341\,718,75 \text{ cm}^4$$

Eq. (10-15)

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Como la carga permanente es la única carga de larga duración, se procede de la siguiente manera:

$$\beta_{dns} = \frac{1,2D}{1,2D + 1,0L + 1,0E_x} \leq 1 \quad 10.10.6.2$$

$$\beta_{dns} = \frac{1,2 \times 33\,591,35}{48\,940,27} = 0,82$$

$$EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_{dns}} = \frac{0,4 \times 252\,671,33 \times 341\,718,75}{1 + 0,82}$$

$$EI = 1,893 \times 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \times 1,893 \times 10^{10}}{(1 \times 475)^2} = 828\,271 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el factor de amplificación de momentos δ_{ns} es:

$$\delta_{ns} = \frac{0,40}{1 - \frac{48\,940,27}{0,75 \times 828\,271}} = 0,43 < 1,0 \quad \therefore \delta_{ns} = 1,00$$

Verificación del momento mínimo mayorado:

$$M_{2,min} = P_u(1,5 + 0,03h)$$

$$M_{2,min} = \frac{48\,940,27[1,5 + (0,03 \times 45)]}{100}$$

$$M_{2,min} = 1\,394,80 \text{ kg-m}$$

10.10.6.5
Eq. (10-17)

$M_{2,min} = 1\,394,80 \text{ kg-m} < M_2 = 9\,444,35 \text{ kg-m}$, por lo tanto:

$$M_c = 1,00 \times 9\,444,35$$

$$M_c = 9\,444,35 \text{ kg-m}$$

Tabla LXXIX. **Momentos totales (con efectos de esbeltez) para columna G2, primer nivel, sentido X**

	Carga axial (P_u) [kg]	M_2 [kg-m]	β_{dns}	EI [kgcm²]	P_c [kg]	C_m	δ_{ns}	$M_{2,min}$ [kg-m]	M_c [kg-m]
CM	33 591,35	2,35	---	---	---	---	---	---	---
LIVE	8 646,67	3,80	---	---	---	---	---	---	---
SX	16,02	9 440,56	---	---	---	---	---	---	---
SY	7 070,81	0,00	---	---	---	---	---	---	---
U1	47 027,89	3,28	1,00	1,727E+10	755 383,15	0,40	1,00	1 340,29	1 340,29
U2	54 144,29	8,89	0,74	1,980E+10	866 265,08	0,40	1,00	1 543,11	1 543,11
U3	48 956,29	6,61	0,82	1,895E+10	828 725,34	0,40	1,00	1 395,25	1 395,25
U4	48 940,27	9 444,35	0,82	1,893E+10	828 271,00	0,40	1,00	1 394,80	9 444,35
U5	48 972,31	9 436,76	0,82	1,895E+10	828 725,34	0,40	1,00	1 395,71	9 436,76
U6	56 027,10	6,61	0,72	2,009E+10	878 863,47	0,40	1,00	1 596,77	1 596,77
U7	41 885,47	6,61	0,96	1,760E+10	770 013,41	0,40	1,00	1 193,74	1 193,74
U8	30 216,19	9 441,77	1,00	1,727E+10	755 383,15	0,40	1,00	861,16	9 441,77
U9	30 248,24	9 439,35	1,00	1,728E+10	755 761,03	0,40	1,00	862,07	9 439,35
U10	37 303,03	2,11	0,81	1,908E+10	834 677,52	0,40	1,00	1 063,14	1 063,14
U11	23 161,40	2,11	1,00	1,727E+10	755 383,15	0,40	1,00	660,10	660,10
ENVO MIN	23 161,40	9 444,35	1,00	1,727E+10	755 383,15	0,88	1,00	660,10	9 444,35
ENVO MAX	56 027,10	9 439,35	0,54	2,243E+10	981 017,08	0,89	1,00	1 596,77	9 439,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Definición de la esbeltez en columna G2 primer nivel, sentido Y**

	Momento sentido Y (M _x) [kg-m]		Curvatura	M ₁ [kg-m]	M ₂ [kg-m]	$\frac{M_1}{M_2}$	Valor límite
	Superior	Superior					
CM	1 665,84	-1 052,64	Doble	1 052,64	1 665,84	-0,63	40,00
LIVE	611,77	-403,72	Doble	403,72	611,77	-0,66	40,00
SX	62,93	-88,30	Doble	62,93	88,30	-0,71	40,00
SY	-8 642,99	12 104,06	Doble	8 642,99	12 104,06	-0,71	40,00
U1	2 332,17	-1 473,69	Doble	1 473,69	2 332,17	-0,63	40,00
U2	2 977,84	-1 909,12	Doble	1 909,12	2 977,84	-0,64	40,00
U3	2 610,77	-1 666,88	Doble	1 666,88	2 610,77	-0,64	40,00
U4	2 673,70	-1 755,18	Doble	1 755,18	2 673,70	-0,66	40,00
U5	2 547,84	-1 578,59	Doble	1 578,59	2 547,84	-0,62	40,00
U6	-6 032,22	10 437,18	Doble	6 032,22	10 437,18	-0,58	40,00
U7	11 253,76	-13 770,95	Doble	11 253,76	13 770,95	-0,82	40,00
U8	1 562,18	-1 035,67	Doble	1 035,67	1 562,18	-0,66	40,00
U9	1 436,32	-859,07	Doble	859,07	1 436,32	-0,60	40,00
U10	-7 143,74	11 156,69	Doble	7 143,74	11 156,69	-0,64	40,00
U11	10 142,24	-13 051,44	Doble	10 142,24	13 051,44	-0,78	40,00
ENVO MAX	11 253,76	11 156,69	Simple	11 156,69	11 253,76	0,99	22,10
ENVO MIN	-7 143,74	-13 770,95	Simple	7 143,74	13 770,95	0,52	27,77

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Momentos totales (con efectos de esbeltez) para columna G2, primer nivel, sentido Y**

	Carga axial (P_u) [kg]	M_2 [kg-m]	β_{dns}	$EI \times 10^{10}$ [kgcm²]	P_c [kg]	C_m	δ_{ns}	$M_{2,min}$ [kg-m]	M_c [kg-m]
CM	33 591,35	1 665,84	---	---	---	---	---	906,97	---
LIVE	8 646,67	611,77	---	---	---	---	---	233,46	---
SX	16,02	88,30	---	---	---	---	---	0,43	---
SY	7 070,81	12 104,06	---	---	---	---	---	190,91	---
U1	47 027,89	2 332,17	1,00	1,078	471 581,98	0,40	1,00	1 269,75	2 332,17
U2	54 144,29	2 977,84	0,74	1,236	540 805,03	0,40	1,00	1 461,90	2 977,84
U3	48 956,29	2 610,77	0,82	1,183	517 369,15	0,40	1,00	1 321,82	2 610,77
U4	48 940,27	2 673,70	0,82	1,182	517 085,51	0,40	1,00	1 321,39	2 673,70
U5	48 972,31	2 547,84	0,82	1,183	517 369,15	0,40	1,00	1 322,25	2 547,84
U6	56 027,10	10 437,18	0,72	1,254	548 670,14	0,40	1,00	1 512,73	10 437,18
U7	41 885,47	13 770,95	0,96	1,099	480 715,58	0,40	1,00	1 130,91	13 770,95
U8	30 216,19	1 562,18	1,00	1,078	471 581,98	0,40	1,00	815,84	1 562,18
U9	30 248,24	1 436,32	1,00	1,079	471 817,89	0,40	1,00	816,70	1 436,32
U10	37 303,03	11 156,69	0,81	1,191	521 085,06	0,40	1,00	1 007,18	11 156,69
U11	23 161,40	13 051,44	1,00	1,078	471 581,98	0,40	1,00	625,36	13 051,44
ENVO MIN	23 161,40	11 253,76	1,00	1,078	471 581,98	1,00	1,07	625,36	12 000,81
ENVO MAX	56 027,10	13 770,95	0,54	1,400	612 444,13	0,81	1,00	1 512,73	13 770,95

Fuente: elaboración propia.

- Diseño a flexocompresión
 - Resistencia del concreto: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi)
 - Resistencia del acero: $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)
 - Dimensiones de columna: $b = h = 45 \text{ cm}$

La tabla LXXXII muestra el resumen de las fuerzas axiales factoradas y los momentos flectores para los rostros de la columna G2 en el primer nivel, para las direcciones X y Y.

Cálculos y discusión	Referencia a código
Chequeo de las limitaciones en las dimensiones de la sección:	
Dimensión más pequeña de la sección transversal:	
$45 \text{ cm} > 30 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$	21.6.1.1
La relación entre la dimensión de la sección transversal más pequeña y la dimensión perpendicular:	
$\frac{45}{45} = 1,0 > 0,4 \rightarrow \text{OK}$	21.6.1.2
Determinación del refuerzo longitudinal:	
Basado en las combinaciones de carga de la tabla LXXXII, una columna cuadrada de 45 centímetros, con refuerzo 4-No.7 + 4-No.6 es adecuada para resistir las sollicitaciones impuestas.	
$\rho_g = \frac{A_s}{A_g} = \frac{(4 \times 3,88) + (4 \times 2,85)}{45 \times 45} = 0,0133$	21.6.3.1
Nótese que $0,01 < \rho_g \leq 0,06 \rightarrow \text{OK}$	

Tabla LXXXII. **Carga axial y momentos flectores sobre eje X y Y, en columna G2 primer nivel**

Estado de carga		Carga axial (P_u) [kg]	M_{cx} [kg-m]	M_{cy} [kg-m]
U1	1,4D	47 027,89	1 340,29	2 332,17
U2	1,2D+1,6L	54 144,29	1 543,11	2 977,84
U3	1,2D+1,0L	48 956,29	1 395,25	2 610,77
U4	1,2D+1,0L+1,0E _x	48 940,27	9 444,35	2 673,70
U5	1,2D+1,0L-1,0E _x	48 972,31	9 436,76	2 547,84
U6	1,2D+1,0L+1,0E _y	56 027,10	1 596,77	10 437,18
U7	1,2D+1,0L-1,0E _y	41 885,47	1 193,74	13 770,95
U8	0,9D+1,0E _x	30 216,19	9 441,77	1 562,18
U9	0,9D-1,0E _x	30 248,24	9 439,35	1 436,32
U10	0,9D+1,0E _y	37 303,03	1 063,14	11 156,69
U11	0,9D-1,0E _y	23 161,40	660,10	13 051,44
ENVO 01	Envolvente	23 161,40	9 444,35	12 000,81
ENVO 02	Envolvente	56 027,10	9 439,35	13 770,95

Fuente: elaboración propia.

- Chequeo del criterio columna fuerte-viga débil:

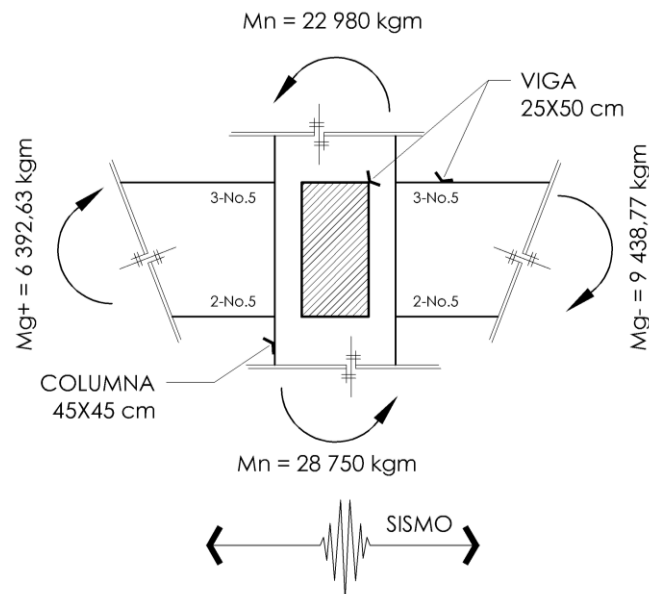
La resistencia nominal a flexión en vigas se considera con el acero suministrado para resistir las solicitaciones impuestas y en columnas se utilizan diagramas de interacción P-M, para obtener el momento nominal correspondiente a la máxima carga axial debida a las combinaciones de carga impuesta. El análisis debe realizarse en cada dirección ortogonal.

$$\sum M_c(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_b(\text{vigas})$$

21.6.2.2
Eq. (21-1)

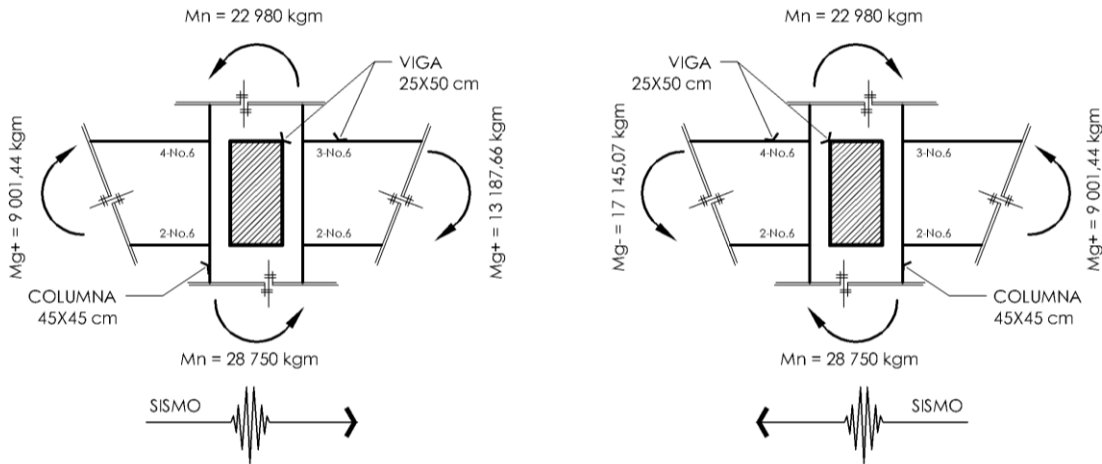
Anteriormente se calcularon los momentos nominales resistidos por el acero de las vigas armadas a flexión. Cuando el refuerzo colocado en las vigas, es continuo en ambos extremos del nudo, los momentos nominales a flexión son iguales no importando el sentido de la excitación sísmica, tal como para el sentido X (figura 44); en caso contrario, se debe analizar el nudo para ambos sentidos de la excitación sísmica (figura 45).

Figura 44. **Resistencia nominal a flexión en columna G2 y vigas, sentido X, nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Resistencia nominal a flexión en columna G2 y vigas, sentido Y, nivel 1



Fuente: elaboración propia.

De la tabla LXXXII, la máxima carga axial a la que está sometida la columna del primer nivel es $P_u = \phi P_n = 56\,027,10$ kilogramos. Usando el diagrama de interacción P-M de la columna de análisis de la figura 46, se obtiene que $\phi M_n = 28\,750$ kilogramos metro. De manera similar, para el segundo nivel, la máxima carga axial es $P_u = \phi P_n = 20\,854,17$ kilogramos, por lo que del diagrama de interacción, $\phi M_n = 22\,980$ kilogramos metro.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Análisis del sentido X:

$$\sum M_{nc} = 22\,980 + 28\,750 = 51\,730 \text{ kg-m}$$

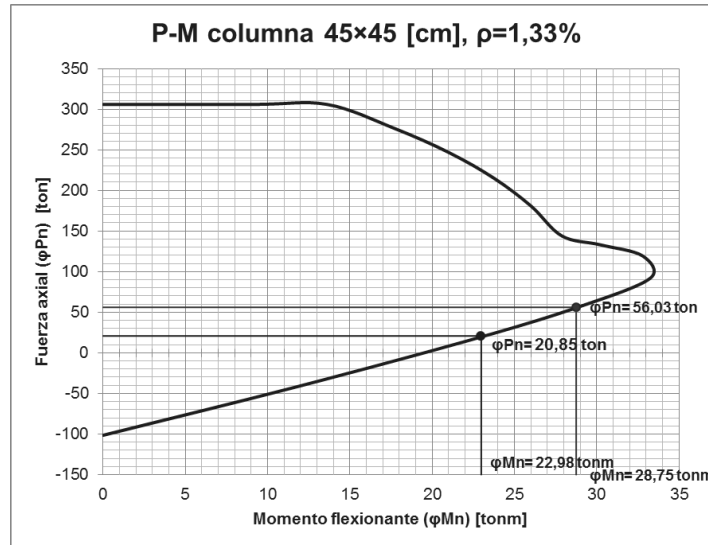
21.6.2.2

$$\sum M_{nb} = 6\,392,63 + 9\,438,77 = 15\,831,40 \text{ kg-m}$$

Eq. (21-1)

$$51\,730 \text{ kg-m} > \frac{6}{5} \times 15\,831,40 = 18\,997,68 \text{ kg-m} \rightarrow \text{OK}$$

Figura 46. **Diagrama de interacción P-M para la columna G2 con refuerzo $\rho = 1,33\%$**



Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia a código

Análisis del sentido Y (sismo a la derecha):

$$\sum M_{nc} = 22\,980 + 28\,750 = 51\,730 \text{ kg-m}$$

21.6.2.2

$$\sum M_{nb} = 13\,187,66 + 9\,001,44 = 22\,189,10 \text{ kg-m}$$

Eq. (21-1)

$$51\,730 \text{ kg-m} > \frac{6}{5} \times 22\,189,10 = 26\,625,92 \text{ kg-m} \rightarrow \text{OK}$$

Análisis del sentido Y (sismo a la izquierda):

$$\sum M_{nc} = 22\,980 + 28\,750 = 51\,730 \text{ kg-m}$$

21.6.2.2

$$\sum M_{nb} = 17\,145,07 + 9\,001,44 = 26\,146,51 \text{ kg-m}$$

Eq. (21-1)

$$51\,730 \text{ kg-m} > \frac{6}{5} \times 26\,146,51 = 31\,375,81 \text{ kg-m} \rightarrow \text{OK}$$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Diseño de columna G2 con carga biaxial

Por definición $\phi P_n = P_u$. Conservadoramente se presume que el comportamiento de la columna está controlado por compresión, $\phi = 0,65$. Las resistencias nominales requeridas se definen por:

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} \quad \text{y} \quad M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Con datos de la tabla LXXXII, que contiene los momentos considerando los efectos de esbeltez, se construye la siguiente tabla con las resistencias nominales a las que se somete la columna G2.

Determinación de la resistencia al momento uniaxial equivalente:

Conservadoramente, se asume el factor $\beta = 0,65$ para los cálculos posteriores.

Tabla LXXXIII. **Momento uniaxial equivalente sobre columna G2**

Estado de carga		Carga axial (P _n) [kg]	M _{nx} [kg-m]	M _{ny} [kg-m]	$\frac{M_{nx}}{M_{ny}}$	M _{no} [kg-m]
U1	1,4D	72 350,60	2 061,99	3 587,95	1,74	4 698,26
U2	1,2D+1,6L	83 298,91	2 374,02	4 581,29	1,93	5 859,60
U3	1,2D+1,0L	75 317,37	2 146,55	4 016,57	1,87	5 172,41
U4	1,2D+1,0L+1,0E _x	75 292,72	14 529,77	4 113,39	0,28	16 744,67
U5	1,2D+1,0L-1,0E _x	75 342,02	14 518,10	3 919,76	0,27	16 628,73
U6	1,2D+1,0L+1,0E _y	86 195,54	2 456,57	16 057,20	6,54	17 379,97
U7	1,2D+1,0L-1,0E _y	64 439,18	1 836,52	21 186,07	11,54	22 174,96
U8	0,9D+1,0E _x	46 486,45	14 525,79	2 403,36	0,17	15 819,91
U9	0,9D-1,0E _x	46 535,75	14 522,07	2 209,72	0,15	15 711,92
U10	0,9D+1,0E _y	57 389,28	1 635,59	17 164,14	10,49	18 044,85
U11	0,9D-1,0E _y	35 632,92	1 015,54	20 079,13	19,77	20 625,96
ENVO 01	Envolvente	35 632,92	14 529,77	18 462,79	1,27	26 286,51
ENVO 02	Envolvente	86 195,54	14 522,07	21 186,07	1,46	29 005,65

Fuente: elaboración propia.

Para ejemplificar, se tomará el estado de carga U4:

$$\frac{M_{ny}}{M_{nx}} = \frac{4\,113,39}{14\,529,77} = 0,28 \text{ es menor que } \frac{b}{h} = 1,0 \text{ (columna cuadrada).}$$

Por lo tanto, el momento uniaxial puede aproximarse con la ecuación:

$$M_{no} \cong M_{nx} + M_{ny} \frac{h}{b} \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right)$$

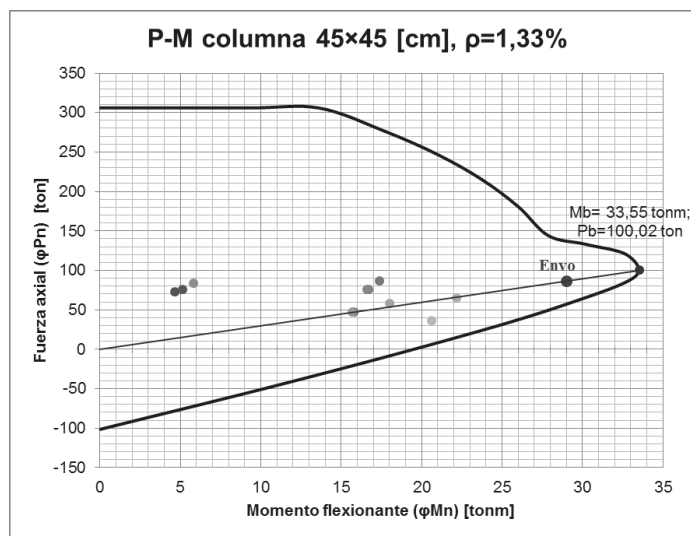
$$M_{no} \cong 14\,529,77 + \left[4\,113,39 \times (1,0) \left(\frac{1 - 0,65}{0,65} \right) \right]$$

$$M_{no} = 16\,744,67 \text{ kg-m}$$

Suponiendo una columna cuadrada de 45 centímetros, se determina que la armadura indicada pueda proveer una resistencia a la carga axial P_n y una resistencia al momento uniaxial equivalente M_{no} para cada estado de carga.

La siguiente figura es un diagrama de interacción para la columna propuesta, con refuerzo 4-No.7 + 4-No.6. Nótese que la sección con el armado propuesto, es adecuada para los pares (P_n, M_{no}) de cada estado de carga.

Figura 47. **Diagrama de interacción con estados de carga para columna G2, con refuerzo $\rho = 1,33\%$**



Fuente: elaboración propia.

- Verificación de la sección:

Se verificará el estado de carga crítico de las solicitaciones, nombrada como ENVO (ver tabla LXXXIII).

$$0,1f'_cA_g = 0,1 \times 280 \times (45 \times 45) = 56\,700 \text{ kg}$$

Como $P_n = 86\ 195,54 > 56\ 700$ kilogramos, la verificación de la sección puede realizarse por el método de la carga recíproca de Bresler. Para usar este método es necesario determinar P_o , P_{ox} y P_{oy} .

$$P_o = 0,85f'_c(A_g - A_s) + A_s f_y$$

$$P_o = 0,85 \times 280 \times (2\ 025 - 26,92) + (26,92 \times 4\ 200)$$

$$P_o = 588\ 607,04\ \text{kg}$$

P_{ox} es la resistencia a la carga uniaxial cuando en la columna solo actúa $M_{nx} = 14\ 522,07$ kilogramos metro. Este valor se obtiene del diagrama de interacción de la figura 47, y es $P_{ox} = 300\ 150,30$ kilogramos.

De manera similar, P_{oy} es la resistencia a la carga uniaxial cuando sólo actúa $M_{ny} = 21\ 186,07$ kilogramos metro, por lo que, $P_{oy} = 246\ 427,17$ kilogramos.

Nótese que bajo este estado de carga, la sección es controlada por compresión debido a que las fuerzas axiales son mayores que la fuerza axial balanceada.

Usando estos valores se puede evaluar el método de Bresler de la siguiente manera:

$$P_n \leq \frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{300\ 150,30} + \frac{1}{246\ 427,17} - \frac{1}{588\ 607,04}} = 175\ 724,32\ \text{kg}$$

$$P_n = 86\ 195,54\ \text{kg} < 175\ 724,32\ \text{kg} \rightarrow \text{OK}$$

Nótese que la sección es capaz de soportar de manera holgada las cargas axiales y momentos flectores impuestos. Bajo este chequeo a flexocompresión, podría reducirse la sección de la columna, o reducir su refuerzo, o bien, reducir ambos, con la finalidad de optimizar el diseño; sin embargo, debe chequearse la resistencia del nudo antes de realizar cualquier cambio a la sección actual.

- Diseño a corte

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Refuerzo de confinamiento:

El refuerzo de confinamiento es requerido sobre una distancia, l_o , medido desde el rostro del nudo, donde:

21.6.4.1

$$l_o \geq \begin{cases} \text{altura del elemento en la cara del nudo} = 45 \text{ cm} \\ \frac{1}{6} \text{ de la luz libre del elemento} = \frac{1}{6} \times (450) = 75 \text{ cm (OK)} \\ 45 \text{ cm} \end{cases} \quad 21.6.4.2$$

El espaciamiento máximo permitido para estribos rectangulares asumiendo No.3 con ganchos suplementarios No.3 en cada dirección, es:

21.6.4.3

$$S_{\max} = \begin{cases} 0,25 \text{ (menor dimensión de la col.)} = 0,25 \times 45 = 11,25 \text{ cm (OK)} \\ 6 \text{ (diámetro de la barra longitudinal)} = 6 \times 2,22 = 13,32 \text{ cm} \\ s_o = 10 \left(\frac{35 - h_x}{3} \right) = 10 \left(\frac{35 - 20}{3} \right) = 50 > 15 \therefore s_o = 15 \text{ cm} \end{cases} \quad \text{Eq. (21-2)}$$

Donde h_x es el mayor espaciamiento entre las barras longitudinales (ver figura 48). El área de sección transversal para el refuerzo de confinamiento en forma de estribos cerrados es:

Cálculos y discusión

Referencia
a código

$$A_{sh} \geq \begin{cases} 0,3sb_c \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \times \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ 0,09sb_c \times \frac{f'_c}{f_{yt}} \end{cases}$$

Eq. (21-4)

Eq. (21-5)

dónde:

s = espaciamiento del refuerzo transversal (cm)

b_c = dimensión transversal del núcleo de la columna medida
entre los bordes externos del refuerzo transversal (cm)

$$b_c = 45 - (2 \times 4) = 37 \text{ cm}$$

A_{ch} = área de sección transversal del núcleo de la columna medida
entre los bordes externos del refuerzo transversal (cm²)

$$A_{ch} = [45 - (2 \times 4)]^2 = 1\,369 \text{ cm}^2$$

f_{yt} = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal

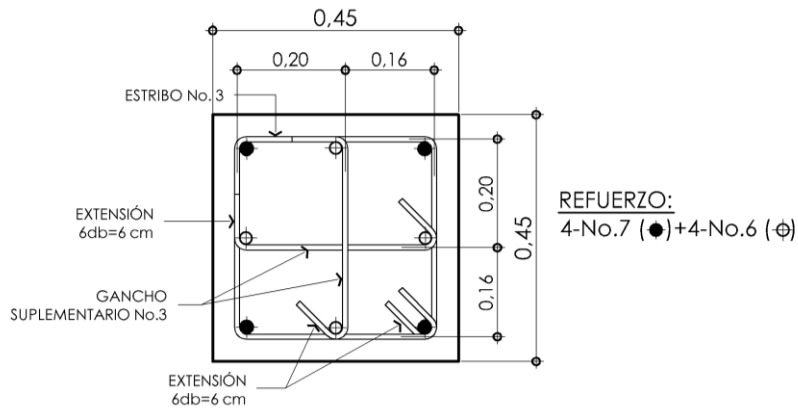
Para estribos espaciados a 5 centímetros, a centros, y $f_{yt} = 4\,200$ kilogramos sobre centímetro cuadrado, el área de sección transversal requerida es:

$$A_{sh} \geq \begin{cases} (0,3 \times 5 \times 37) \left(\frac{2\,025}{1\,369} - 1 \right) \times \frac{280}{4\,200} = 1,77 \text{ cm}^2 \text{ (gobierna)} \\ (0,09 \times 5 \times 37) \times \frac{280}{4\,200} = 1,11 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

21.6.4.2

Estribos y ganchos suplementarios No.3, como se muestra en la figura 48, proveen $A_{sh} = 3 \times 0,71 = 2,13 > 1,77$ centímetros cuadrados, por lo que cumplen los requisitos.

Figura 48. **Detalle de armado de columna G2-N1**



Fuente: elaboración propia.

- Refuerzo transversal para corte:

La sección 21.6.5 del ACI indica que, así como en el diseño del refuerzo de corte para vigas, el diseño a cortante para columnas está basado no en las fuerzas cortantes factoradas obtenidas del análisis de cargas, sino que en la resistencia nominal a flexión proporcionada en las columnas. Las fuerzas de diseño para corte deben determinarse considerando que las máximas fuerzas que se pueden desarrollar en los rostros de los nudos, con la resistencia probable a flexión calculada para la fuerza axial a compresión, resulta mayor que los momentos que actúan en el rostro de los nudos.

La máxima resistencia probable a flexión, que puede desarrollarse en la columna, conservadoramente debe asumirse como el correspondiente al punto de balance del diagrama de interacción P-M de la columna.

Con factores de reducción de resistencia igual a 1,0 y $f_y = 1,25 \times 4\,200 = 5\,250$ kilogramos sobre centímetro cuadrado, el momento correspondiente a la falla balanceada es aproximadamente $M_b = 33\,550$ kilogramos metro. Por lo tanto, se puede considerar una fuerza cortante de:

$$V_u = \frac{(2 \times 33\,550)}{4,50} = 14\,911,11 \text{ kg}$$

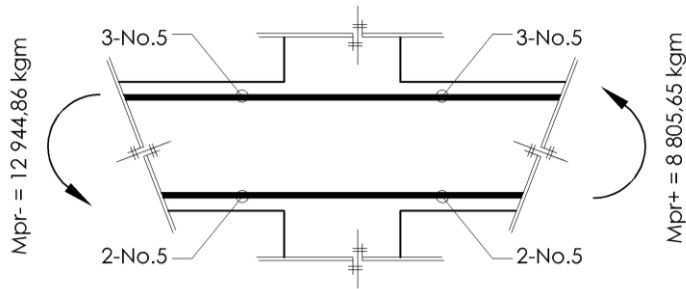
Además, el ACI en la sección 21.6.5.1 indica que la fuerza cortante no necesita exceder la determinada en el rostro del nudo por la resistencia basada en la resistencia probable a flexión, M_{pr} de los miembros transversales que llegan al nudo. El análisis debe realizarse para cada sentido considerado para el sismo. La distribución de estos momentos en las columnas es proporcional a EI/L de las columnas arriba y abajo del nudo.

Como las columnas arriba y abajo del nudo tienen la misma sección transversal, refuerzo, y resistencia del concreto, EI es constante, y el momento se distribuye de acuerdo a $1/L$.

Analizando el sentido X, el momento en el tope de la columna del primer nivel, basado en los M_{pr} de las vigas, es:

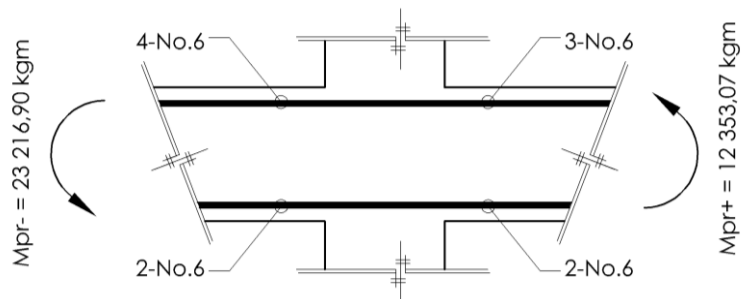
$$M_{\text{tope},N1} = (12\,944,86 + 8\,805,65) \left(\frac{3,50}{3,50 + 5,00} \right) = 8\,956,09 \text{ kg-m}$$

Figura 49. **Momentos máximos probables en vigas, sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Momentos máximos probables en vigas, sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

Es posible que en la base de la columna del primer nivel la resistencia probable a flexión desarrollada sea $M_{base,N1} = 33\ 550$ kilogramos metro (el de la falla balanceada del diagrama de interacción P-M), por lo que la fuerza cortante es:

$$V_u = \frac{M_{tope,N1} + M_{base,N1}}{H_n} = \frac{8\ 956,09 + 33\ 550}{\frac{5,00}{2} + \frac{3,50}{2}}$$

$$V_u = 10\ 001,43\ \text{kg}$$

Analizando el sentido Y, la resistencia probable a flexión de las vigas que llegan al nudo en base al armado provisto (ver figura 50), da un momento en el tope de la columna del primer nivel de:

$$M_{\text{tope,N1}} = (23\,216,90 + 12\,353,07) \left(\frac{3,50}{3,50 + 5,00} \right) = 14\,646,46 \text{ kg-m}$$

La fuerza cortante inducida es:

$$V_u = \frac{M_{\text{tope,N1}} + M_{\text{base,N1}}}{H_n} = \frac{14\,646,46 + 33\,550}{\frac{5,00}{2} + \frac{3,50}{2}}$$

$$V_u = 11\,340,34 \text{ kg}$$

Ambas fuerzas cortantes son mayores que los obtenidos del análisis, $V = 5\,561,05$ kilogramos (ver figura 33).

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Como las fuerzas axiales factoradas, en por lo menos una combinación de cargas, son mayores que $A_g f'_c / 20 = 28\,350$ kilogramos, la resistencia a corte del concreto debe considerarse:

21.6.5.2

$$V_c = 0,53 \lambda \sqrt{f'_c} b d \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right)$$

Eq. (11-4)

Conservadoramente, usando la mínima carga axial de la tabla LXXXII, la resistencia a corte proporcionada por el concreto es:

$$V_c = 0,53 \times 1,0 \times \sqrt{280} \times 45 \times 38,50 \times \left[1 + \frac{23\,161,40}{140 \times (45)^2} \right]$$

$$V_c = 16\,620,12 \text{ kg}$$

La resistencia proporcionada por el acero de refuerzo colocado, está dada por:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{(3 \times 0,71) \times 4\,200 \times 38,50}{10}$$

$$V_s = 34\,442,10 \text{ kg}$$

$$\phi(V_c + V_s) = 0,75(16\,620,12 + 34\,442,10) = 38\,296,67 \text{ kg}$$

$$\text{Como } \phi(V_c + V_s) = 38\,296,67 \text{ kg} > V_u = 11\,340,34 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

Así, el espaciamiento para el refuerzo a corte es 10 centímetros. El resto de la longitud de la columna debe contener estribos cerrados de refuerzo que satisfaga los requisitos de 7.10, con espaciamiento, de centro a centro, no mayor a:

$$s \leq \begin{cases} 6d_b = 6 \times 2,22 = 13,34 \text{ cm (gobierna)} \\ 15 \text{ cm} \end{cases}$$

21.6.4.5

Por lo tanto, pueden utilizarse estribos y ganchos suplementarios No.3 a 5 centímetros dentro de la distancia de 75 centímetros desde el rostro del nudo, y a cada 10 centímetros en el resto de la columna.

Longitud mínima de traslape para empalmes de barras en columnas:

La ubicación de los empalmes de las barras de la columna debe ser dentro del tercio medio de la longitud del miembro.

21.6.3.2

Cálculos y discusión

Referencia
a Código

Los empalmes deben ser diseñados como empalmes a tensión. Si todas las barras se empalman en la misma ubicación, los empalmes necesitan ser clase B. Refuerzo transversal de confinamiento, que se definió en los cálculos precedentes, a 5 centímetros debe proveerse sobre toda la longitud del empalme. 12.15.1

$$l_d = \left[\frac{4\,200}{3,5 \times (1,0) \times \sqrt{280}} \times \frac{(1,0) \times (1,0) \times (1,0)}{2,5} \right] (2,22) = 63,68 \quad \begin{array}{l} 12.2.3 \\ \text{Eq. (12-1)} \end{array}$$

$$l_d = 65 \text{ cm}$$

$$\text{Longitud de empalme clase B} = 1,3 \times 75 = 84,50 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se usará una longitud de empalme por traslape, en todas las barras que lo requieran, de 1,00 metro.

Los detalles de armado propuesto para la columna G2 del primer nivel se muestran en la figura 51.

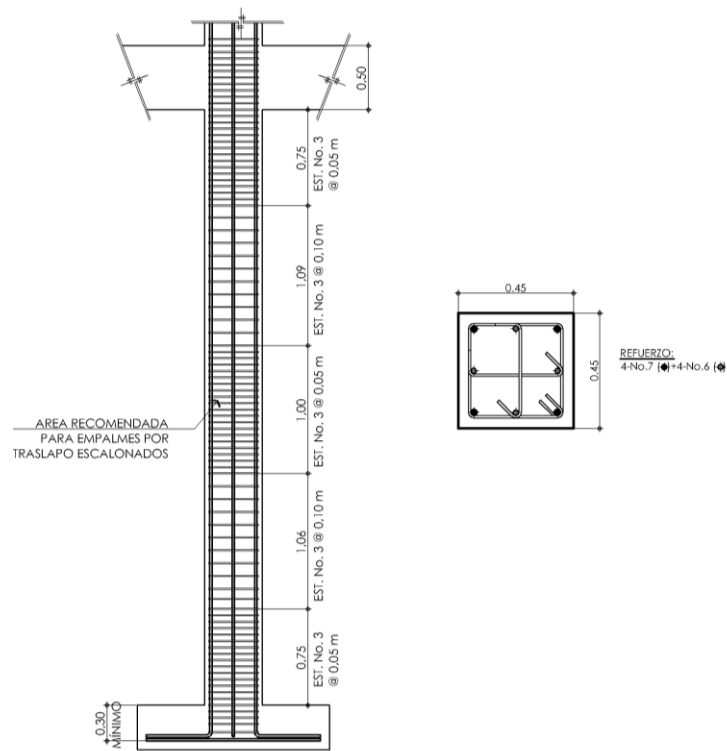
- Diseño de nudos
 - Chequeo de la resistencia a corte del nudo en sentido X:

La fuerza cortante sobre la sección X-X' (ver figura 52) del nudo, es obtenida como la diferencia entre la fuerza de tensión del refuerzo superior a flexión de la viga del marco (con un esfuerzo de fluencia de $1,25f_y$, según la sección 21.7.2.1) y el corte horizontal de la columna superior, de la siguiente manera:

$$T_1 = A_s(1,25f_y) = (5,96)(1,25 \times 4\ 200) = 31\ 290\ \text{kg}$$

$$T_2 = A_s(1,25f_y) = (3,97)(1,25 \times 4\ 200) = 20\ 842,50\ \text{kg}$$

Figura 51. **Detalle de armado de columna G2, nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

Un estimado para el cortante horizontal de la columna, V_n , puede obtenerse con la suposición de que las vigas en los pisos adyacentes también se deformarán formando articulaciones plásticas en las proximidades de su nudo, bajo efectos de los M_{pr} respectivos. Partiendo del supuesto de que los momentos plásticos en el final de las vigas son resistidos por las columnas, arriba y abajo del nudo, de forma inversamente proporcional a su longitud, el cortante horizontal promedio en la columna es aproximadamente (ver figura 52):

$$V_n = \frac{2 \times (M_{pr}^+ + M_{pr}^-)}{H_{N1} + H_{N2}} = \frac{2 \times (12\,944,86 + 8\,805,65)}{3,50 + 5,00}$$

$$V_n = 5\,117,77 \text{ kg}$$

Así, el cortante neto en la sección X-X' del nudo es:

$$V_u = T_1 + C_2 - V_n = 31\,290 + 20\,842,50 - 5\,117,77$$

$$V_u = 47\,014,73 \text{ kg}$$

La sección 21.7.4.1 da la resistencia nominal al cortante del nudo, en función al área de sección transversal del nudo, A_j , y el grado de confinamiento que proporcionan las vigas del marco que llegan al nudo. Para nudos con vigas en sus cuatro caras, se consideran confinados cuando el ancho de las vigas es mayor o igual a 3/4 del ancho de la columna.

$$\text{Ancho viga} = 25 \text{ cm} < 0,75(\text{ancho columna}) = 0,75 \times 45 = 33,75 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el nudo no puede considerarse confinado, y la resistencia nominal al corte está definida por:

$$\phi V_c = \phi 3,2 \sqrt{f'_c} \times A_j, \text{ donde:}$$

$$A_j = b_{\text{efec}} h_{\text{col}} \quad \therefore \quad b_{\text{efec}} < \begin{cases} b_{\text{viga}} + h_{\text{col}} = 25 + 45 = 65 \text{ cm} \\ b_{\text{viga}} + 2x = 25 + (2 \times 10) = 45 \text{ cm (OK)} \end{cases}$$

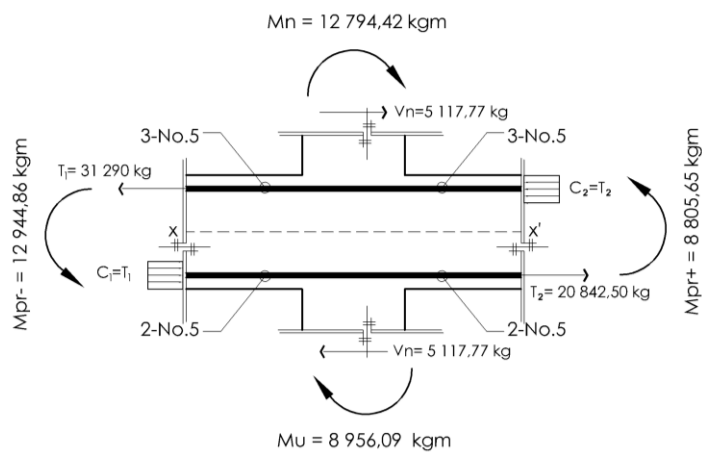
$$A_j = 45 \times 45 = 2\,025 \text{ cm}^2$$

$$\phi V_c = 0,85 \times 3,2 \times \sqrt{280} \times 2\,025 = 92\,166,47 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 92\,166,47 \text{ kg} > V_u = 47\,014,73 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

Nótese que si la resistencia al corte del concreto en el nudo, calculado anteriormente fuera inadecuado, cualquier ajuste debe considerar el incrementar las dimensiones de la columna (y por lo tanto A_j) o incrementar la altura de la sección de la viga (para reducir la cantidad de refuerzo por flexión requerida y por lo tanto las fuerzas de tensión T), ya que el refuerzo transversal se considera que no tiene un efecto significativo en la capacidad nominal de corte del nudo.

Figura 52. **Análisis de corte para nudo en dirección X**



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo de la resistencia a corte del nudo en sentido Y:

La fuerza cortante sobre la sección X-X' (ver figura 53) del nudo es:

$$T_1 = A_s(1,25f_y) = (11,34)(1,25 \times 4\,200) = 59\,535 \text{ kg}$$

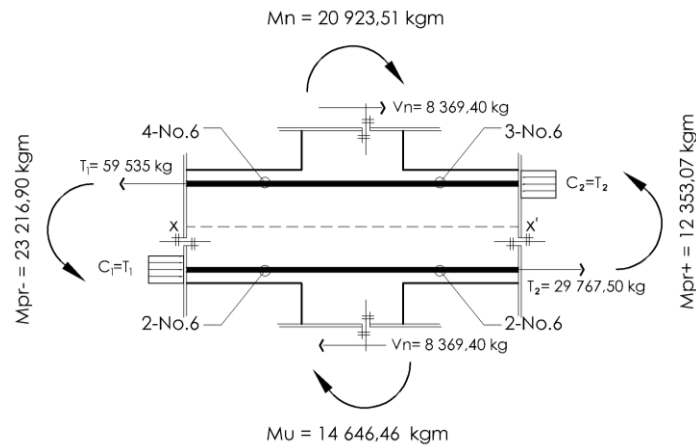
$$T_2 = A_s(1,25f_y) = (5,67)(1,25 \times 4\,200) = 29\,767,50 \text{ kg}$$

El cortante horizontal promedio en la columna es aproximadamente:

$$V_n = \frac{2 \times (M_{pr}^+ + M_{pr}^-)}{H_{N1} + H_{N2}} = \frac{2 \times (23\,216,90 + 12\,353,07)}{3,50 + 5,00}$$

$$V_n = 8\,369,40 \text{ kg}$$

Figura 53. **Análisis de corte para nudo en dirección Y**



Fuente: elaboración propia.

Así, el cortante neto en la sección X-X' del nudo es:

$$V_u = T_1 + C_2 - V_n = 59\,535 + 29\,767,5 - 8\,369,40$$

$$V_u = 80\,933,10 \text{ kg}$$

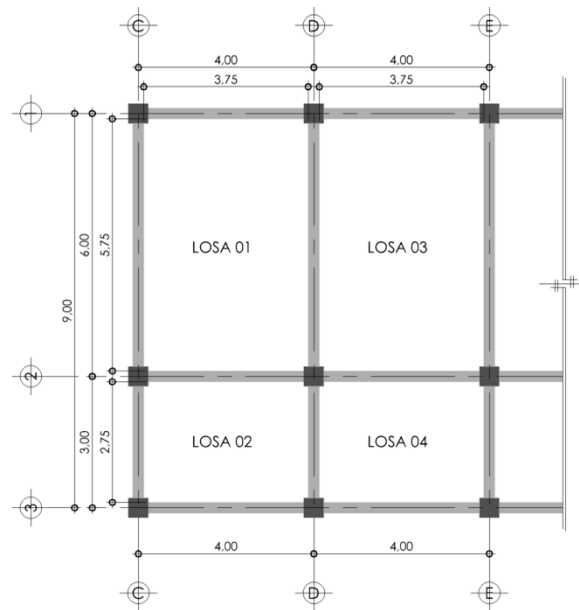
Entonces: $\phi V_c = 92\,166,47 \text{ kg} > V_u = 80\,933,10 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$

4.2.8.2.3. **Diseño de losas para el primer nivel**

Se identifican 4 tipos de losas, ver figura 54, basándose en la continuidad en sus apoyos, tal como es necesario para utilizar el método 3 del ACI 318-63 que se utilizará para el diseño a flexión.

El método 3, a pesar de ser antiguo, está permitido por la sección 13.5.1 del ACI 318-08, por lo que se utilizará como código de referencia para los procesos posteriores.

Figura 54. **Clasificación de losas de diseño**



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de momentos por el método 3 del ACI 318-63

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cargas gravitacionales actuantes:

Para la losa 1 y losa 3 de la figura 54, las cargas son (ver tabla XXII y tabla XXXI):

9.2.1
Eq. (9-2)

$$\left. \begin{array}{l} D = 522 \text{ kg/m}^2 \\ L = 300 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \omega = 1,2D + 1,6L \\ \omega = 1,2(522) + 1,6(300) = 626,40 + 480 \\ \omega = 1\ 106,40 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

Considerando una franja unitaria de 100 centímetros, la fuerza de diseño está dada por:

$$\omega = 1\,106,40 \text{ kg/m}$$

- Análisis de losa 1 (Caso 4)

Con la relación $m = \frac{l_a}{l_b} = \frac{3,75}{5,75} = 0,65$, los coeficientes para momentos para

el método 3, quedan definidos de la siguiente manera:

Momentos negativos (bordes continuos):

$$M_{a,neg} = 0,085 \times 1\,106,40 \times 3,75^2 = 1\,322,49 \text{ kg-m}$$

$$M_{b,neg} = 0,015 \times 1\,106,40 \times 5,75^2 = 548,71 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

$$M_{a,pos, CM} = 0,050 \times 626,40 \times 3,75^2 = 440,44 \text{ kg-m}$$

$$M_{a, pos, CV} = 0,062 \times 480 \times 3,75^2 = 418,50 \text{ kg-m}$$

$$M_{a, pos, TOTAL} = \underline{858,94 \text{ kg-m}}$$

$$M_{b,pos, CM} = 0,009 \times 626,40 \times 5,75^2 = 186,39 \text{ kg-m}$$

$$M_{b, pos, CV} = 0,011 \times 480 \times 5,75^2 = 174,57 \text{ kg-m}$$

$$M_{b, pos, TOTAL} = \underline{360,96 \text{ kg-m}}$$

Momentos negativos en bordes discontinuos:

$$M_{a,neg} = \frac{1}{3} \times 858,94 = 286,31 \text{ kg-m}$$

$$M_{b,neg} = \frac{1}{3} \times 360,96 = 120,32 \text{ kg-m}$$

- Análisis de losa 3 (Caso 2)

Con la relación $m = \frac{l_a}{l_b} = \frac{3,75}{5,75} = 0,65$, los coeficientes para momentos para

el método 3, quedan definidos de la siguiente manera:

Momentos negativos (bordes continuos):

$$M_{a,neg} = 0,077 \times 1\,106,40 \times 3,75^2 = 1\,198,03 \text{ kg-m}$$

$$M_{b,neg} = 0,014 \times 1\,106,40 \times 5,75^2 = 512,12 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos:

$$M_{a,pos, CM} = 0,032 \times 626,40 \times 3,75^2 = 281,88 \text{ kg-m}$$

$$M_{a, pos, CV} = 0,053 \times 480 \times 3,75^2 = 357,75 \text{ kg-m}$$

$$M_{a, pos, TOTAL} = \overline{639,63 \text{ kg-m}}$$

$$M_{b,pos, CM} = 0,006 \times 626,40 \times 5,75^2 = 124,26 \text{ kg-m}$$

$$M_{b, pos, CV} = 0,010 \times 480 \times 5,75^2 = 158,70 \text{ kg-m}$$

$$M_{b, pos, TOTAL} = \overline{282,96 \text{ kg-m}}$$

- Balanceo de momentos
 - Balanceo de nudo A

La figura 55 muestra los momentos actuantes en el nudo A. Nótese que $M_1 = 548,71 < 0,8M_2 = 0,8(873,76) = 699$ kilogramos metro, por lo que el balanceo debe realizarse por el método de rigidez.

La rigidez relativa de la losa se obtiene como sigue:

$$\text{Rigidez losa 1} = 1/l_b = 1/5,75 = 0,1739$$

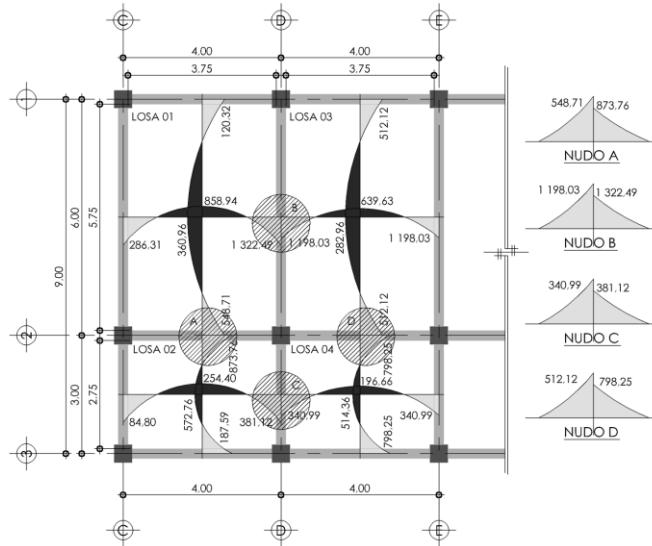
$$\text{Rigidez losa 2} = 1/l_a = 1/2,75 = 0,3636$$

Los factores de distribución de rigidez están definidos por:

$$D_1 = 0,1739 / (0,1739 + 0,3636) = 0,32$$

$$D_2 = 0,3636 / (0,1739 + 0,3636) = 0,68$$

Figura 55. Diagrama de momentos para losas del primer nivel [kg-m]



Fuente: elaboración propia.

El momento de balance está definido por: $M_{bal} = (M_2 - M_1) \times D_1$, y se resume el resultado en la tabla siguiente:

Tabla LXXXIV. Balanceo de momentos para nudo A

	M_1 [kg-m]	M_2 [kg-m]
Factores de distribución de rigidez (D)	0,32	0,68
	548,71	873,76
	104,02	221,03
Momento balanceado [kg-m]	652,73	652,73

Fuente: elaboración propia.

- Balanceo de nudo B

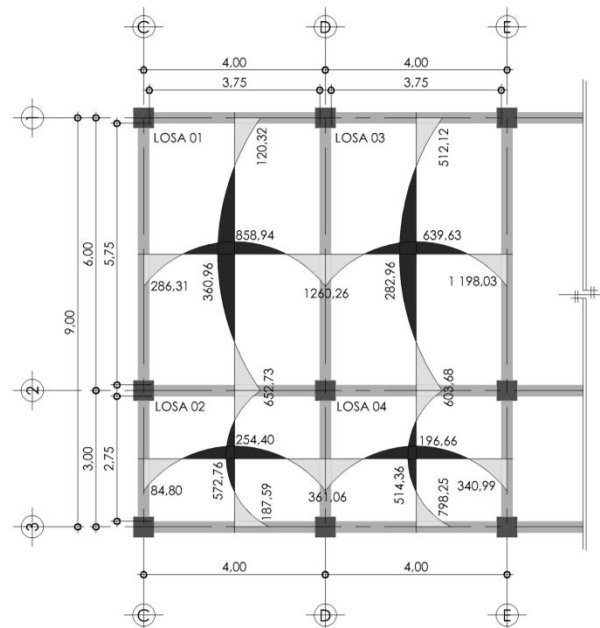
La figura 55 muestra los momentos actuantes en el nudo B. Nótese que $M_1 = 1\,198,03 > 0,8M_2 = 0,8(1\,322,49) = 1\,057,99$ kilogramos metro, por lo que el balanceo debe realizarse por el promedio de los momentos actuantes.

El momento de balance está definido por: $M_{bal} = \frac{(M_2 + M_1)}{2}$:

$$M_{balance} = \frac{1\,198,03 + 1\,322,49}{2} = 1\,260,26 \text{ kg-m}$$

Siguiendo una metodología similar para los nodos no balanceados se obtendrán los momentos de diseño mostrados en la figura siguiente:

Figura 56. **Diagrama de momentos de diseño para losas del primer nivel [kg-m]**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño a flexión

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Detalles de la sección de diseño:

El recubrimiento (r) mínimo considerado es 2 centímetros. 7.7.1
Se propone utilizar refuerzo No.3 ($\phi = 0,95$ centímetros; $A_s = 0,71$ centímetros cuadrados).

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ (4 000 psi)}. \quad f_y = 4 \text{ 200 kg/cm}^2 \text{ (60 000 psi)}.$$

Peralte para la cama inferior (momento negativo):

$$d = t - r - \frac{\phi}{2} = 13 - 2 - \frac{0,95}{2} \rightarrow d = 10,50 \text{ cm}$$

Peralte para la cama superior (momento positivo):

$$d^* = d - \phi = 10,5 - 0,95 \rightarrow d^* = 9,55 \text{ cm}$$

Refuerzo mínimo (por retracción y temperatura):

$$\rho_{\min} = 0,0018 \quad 7.12.2.1$$

Se analiza una franja unitaria de ancho (b) igual a 100 centímetros.

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} b d \\ A_{s_{\min}} &= 0,0018 \times (100)(9,55) \\ A_{s_{\min}} &= 1,72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Espaciamiento máximo:

El espaciamiento máximo permitido para el refuerzo a flexión en cualquiera de las camas del armado no debe ser mayor a:

$$s_{\text{máx}} \leq 2t = 2 \times 13 = 26 \text{ cm}$$

13.3.2

Por consideraciones constructivas, es necesario dar espaciamientos en valores enteros, por lo que se considerará $s_{\text{máx}} = 20$ centímetros.

Espaciamiento del refuerzo a flexión:

El espaciamiento requerido por el refuerzo mínimo (por retracción y temperatura) es, por regla de tres:

$$\frac{1,72 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 \text{ (No.3)}}{s} \rightarrow s = 41,28 \text{ cm} > s_{\text{máx}}$$

Nótese que el espaciamiento requerido es mayor al espaciamiento máximo. El área de acero suministrada al colocar refuerzo a flexión No.3 con espaciamiento máximo es, por regla de tres:

$$\frac{A_s}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 \text{ (No.3)}}{20 \text{ cm}} \rightarrow A_s = 3,55 \text{ cm}^2 > A_{s_{\text{min}}}$$

Momento resistido en la cama inferior (momento negativo):

El momento resistido con el refuerzo a flexión suministrado en la cama inferior es:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3,55}{100 \times 10,50} = 0,00338$$

$$\phi M_n = \phi \rho f_y b d^2 \left(1 - 0,59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad \therefore \quad \phi = 0,90 \quad 9.3.2.1$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= (0,90)(0,00338)(4\ 200)(100)(9,55)^2 \left[1 - 0,59(0,00338) \frac{4\ 200}{280} \right] \\ \phi M_n &= 136\ 646,27 \text{ kg-cm} = 1\ 366,46 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Momento resistido en la cama superior (momento positivo):

El momento resistido con el refuerzo a flexión suministrado en la cama superior es:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3,55}{100 \times 9,55} = 0,00371$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= (0,90)(0,00371)(4\ 200)(100)(9,55)^2 \left[1 - 0,59(0,00371) \frac{4\ 200}{280} \right] \\ \phi M_n &= 123\ 701,14 \text{ kg-cm} = 1\ 237,01 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Comparando los máximos momentos de diseño presentes en las losas del nivel 1, ver figura 56, con los resistidos por el refuerzo propuesto, se puede verificar que el armado propuesto satisface los requerimientos a flexión. 13.3.6.1 a 13.3.6.4

En la figura 58 se muestra el armado propuesto para la losa del primer nivel (entrepiso).

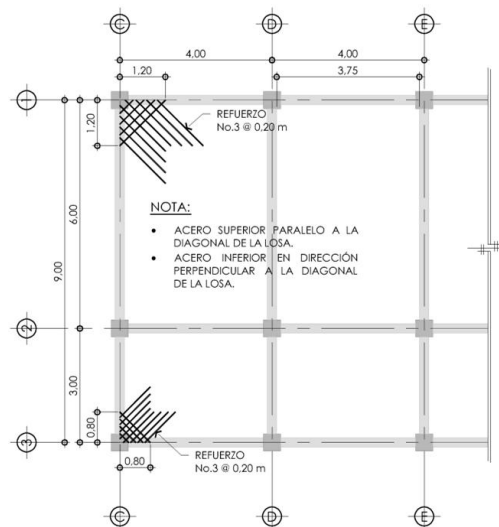
- Refuerzo especial en esquinas

Las esquinas no restringidas de losas armadas en dos direcciones tienden a levantarse al ser cargadas. Cuando esta restricción es por vigas o muros, se pueden desarrollar momentos en la losa, por lo que debe proporcionarse refuerzo diagonal con longitud:

$$\text{Losa 1} = \frac{1}{5} \times 6 = 1,20 \text{ m} \quad \text{Losa 2} = \frac{1}{5} \times 4 = 0,80 \text{ m}$$

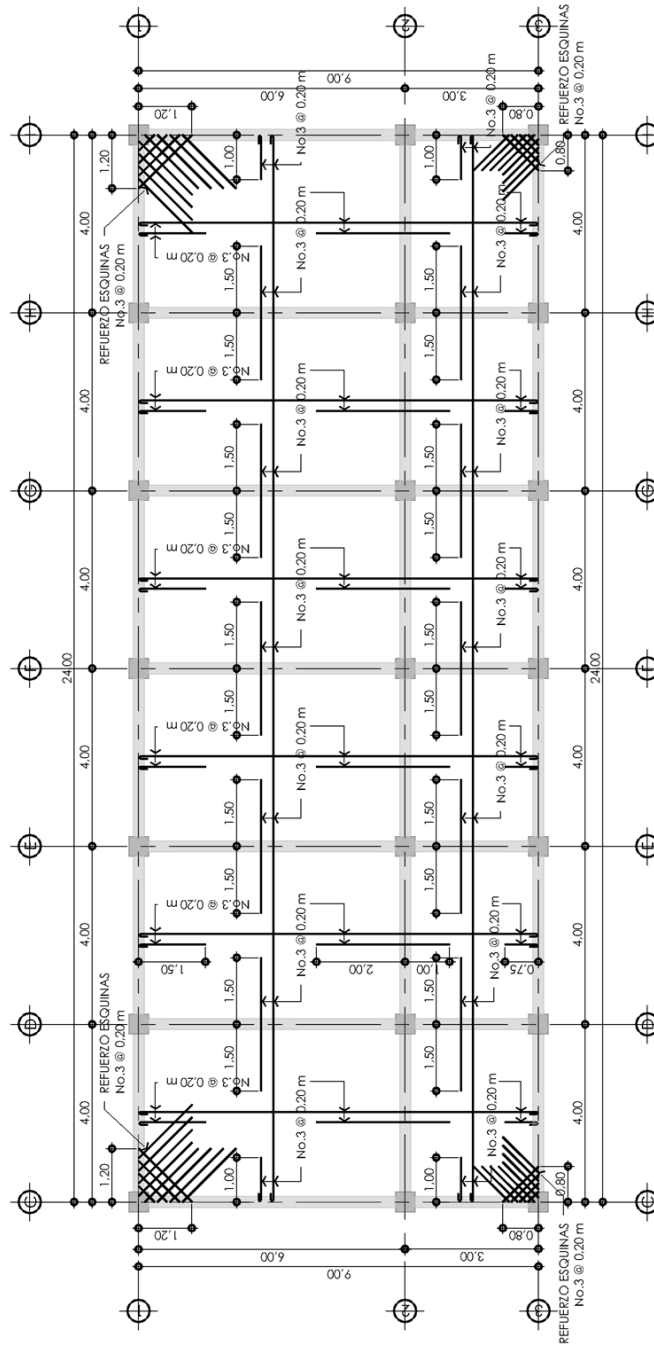
El espaciamiento suministrado para el refuerzo principal a flexión, satisface los requisitos para el refuerzo diagonal en las esquinas no restringidas.

Figura 57. **Armado especial en esquinas no restringidas, losa primer nivel**



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Armado final losa de primer nivel (entrepiso)



Fuente: elaboración propia.

4.2.8.2.4. Diseño de zapatas

El diseño de la cimentación depende de los resultados del estudio de suelos realizado. Los parámetros de diseño obtenidos del análisis se muestran a continuación:

- Tipo de suelo: Arcilla limo arenosa color café
- Peso específico del suelo: $\gamma_{\text{suelo}} = 1,28 \text{ ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna: $\phi = 25,57^\circ$
- Cohesión: $C_u = 6,10 \text{ ton/m}^2$
- Desplante: $D_f = 1,50 \text{ m}$

- Cálculo de valor soporte de suelos

Utilizando las ecuaciones presentadas en la teoría de mecánica de suelos la carga ultima del Dr. Terzagui y una dimensión inicial de 2,15 metros de base, se procede de la siguiente manera:

$$q_u = C_u N_c F_{cs} + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q F_{qs} + \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} B N_y F_{ys}$$

Donde los factores involucrados son:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{25,57}{2} \right) e^{\pi \tan 25,57} \rightarrow N_q = 11,32$$

$$N_c = (N_q - 1) \frac{\cos \phi}{\sin \phi} = (11,32 - 1) \frac{\cos 25,57}{\sin 25,57} \rightarrow N_c = 21,57$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi = 2(11,32 + 1) \tan 25,57 \rightarrow N_y = 11,79$$

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c} = 1 + \left(\frac{2,15}{2,15} \times \frac{11,32}{21,57} \right) \rightarrow F_{cs} = 1,53$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1 + \left(\frac{2,15}{2,15} \times \tan 25,57 \right) \rightarrow F_{qs} = 1,48$$

$$F_{ys} = 1 - 0,4 \frac{B}{L} = 1 - \left(0,4 \times \frac{2,15}{2,15} \right) \rightarrow F_{ys} = 0,60$$

Sustituyendo en la ecuación general, el valor soporte es:

$$q_u = (6,10 \times 21,57 \times 1,53) + (1,28 \times 1,50 \times 11,32 \times 1,48) + \left(\frac{1}{2} \times 1,28 \times 2,15 \times 11,79 \times 0,60 \right)$$

$$q_u = 242,60 \text{ ton/m}^2$$

La carga admisible neta se define como:

$$q_a = \frac{q_u - D_f \gamma_{\text{suelo}}}{FS}$$

Puede usarse un factor de seguridad de 3 a 5, por lo que se tiene que:

$$q_a = \frac{242,60 - (1,50 \times 1,28)}{5} \rightarrow q_a = 48,14 \text{ ton/m}^2$$

Considerando la variabilidad del suelo, y el número reducido de ensayos realizados, se opta por asumir un valor teórico para el valor de carga admisible, aunque este valor sea mucho menor al calculado anteriormente.

Tabla LXXXV. **Carga admisible según tipo de suelo**

Material del suelo	ton/m²	Observaciones
Roca sana	645	---
Roca regular	430	---
Roca intermedia	215	---
Roca agrietada o porosa	22 - 86	---
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32 - 64	Densos
Arena fina	22 - 43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad media

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

De la tabla LXXXV, se obtiene para un tipo de suelo arcilloso de solidez mediana que el valor de carga admisible es:

$$q_a = 22 \text{ ton/m}^2$$

- Dimensionamiento de zapata G2

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Peralte:

$$t = r + 2d_b + l_{dc} \therefore l_{dc} = \left(\frac{0,075f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \right) d_b \geq (0,0044f_y)d_b \quad 12.3.2$$

Se propone usar refuerzo No.5 en la zapata. l_{dc} , es calculado para las barras longitudinales No.7 de refuerzo de la columna G2. El recubrimiento mínimo es 7,5 centímetros. 7.7.2 (a)

$$l_{dc} \text{ No.7} \geq \begin{cases} \left(\frac{0,075 \times 4\,200}{1,0 \times \sqrt{280}} \right) \times 2,22 = 41,79 \text{ cm (gobierna)} \\ (0,004 \times 4\,200) \times 2,22 = 37,30 \text{ cm} \end{cases}$$

Entonces el peralte de la zapata mínimo es:

$$t = 7,5 + (2 \times 1,59) + 41,79 = 52,47$$

$$t = 50 \text{ cm}$$

- Cálculo de la presión equivalente:

$$q_e = q_a - (D_f - t)\gamma_{\text{suelo}} - t\gamma_{\text{conc}}$$

$$q_e = 22\,000 - [(1,50 - 0,50) \times 1\,280] - (0,50 \times 2\,400)$$

$$q_e = 19\,520 \text{ kg/m}^2$$

- Cargas de servicio:

Las fuerzas actuantes se toman de la tabla LXXV.

$$P_u = 56\,027,10 \text{ kg}$$

$$M_{xu} = 9\,444,35 \text{ kg-m}$$

$$M_{yu} = 13\,770,95 \text{ kg-m}$$

La sección 15.2.2 indica que para considerar cargas de servicio se utiliza el Factor de Carga Última (FCU) , definido de la siguiente manera:

$$FCU = \frac{1}{\beta_{dns}}$$

β_{dns} , ya se definió en la sección 4.2.8.2.2, y se toma para este caso como $\beta_{dns} = 0,72$. Las cargas de servicio pueden considerarse:

$$P = \frac{P_u}{FCU} = \frac{56\,027,10}{1,39} = 40\,307,27 \text{ kg}$$

$$M_x = \frac{M_{xu}}{FCU} = \frac{9\,444,35}{1,39} = 6\,794,50 \text{ kg-m}$$

$$M_y = \frac{M_{yu}}{FCU} = \frac{13\,770,95}{1,39} = 9\,907,16 \text{ kg-m}$$

- Área requerida para la zapata

Luego de un proceso iterativo, se ha obtenido que el área de zapata cuadrada requerida (dimensiones de 2,15 × 2,15 metros) por las solicitaciones de presión admisible es:

$$A_{zap} = 4,63 \text{ m}^2$$

- Chequeo de presiones sobre el suelo

$$P_{\text{total}} = P + \gamma_{\text{suelo}} D_f A_{\text{zap}} + \gamma_{\text{conc}} A_{\text{zap}} t$$

$$P_{\text{total}} = 40\,307,27 + (1\,280 \times 1,50 \times 4,63) + (2\,400 \times 4,63 \times 0,50)$$

$$P_{\text{total}} = 51\,771,07 \text{ kg}$$

La sección 15.2.1 del ACI, permite calcular las presiones del suelo mediante:

$$q_{\text{min}}^{\text{max}} = \frac{P_{\text{total}}}{A_{\text{zap}}} \pm \frac{6M_x}{BL^2} \pm \frac{6M_y}{BL^2} = \frac{51\,771,07}{4,63} \pm \frac{6 \times 6\,794,50}{2,15^3} \pm \frac{6 \times 9\,907,16}{2,15^3}$$

$$q_{\text{max}} = 21\,282,93 < 22\,000 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$q_{\text{min}} = 1\,116,67 > 0 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{OK}$$

- Presión de apoyo (de diseño)

Se asumirá que el comportamiento de las presiones sobre el suelo es de forma lineal, de manera tal que se utilizará la presión máxima (q_{max}) calculada anteriormente. Para poder diseñar la zapata por el método de cargas últimas, se utilizará el Factor de Carga Última (FCU)⁶, de la siguiente forma:

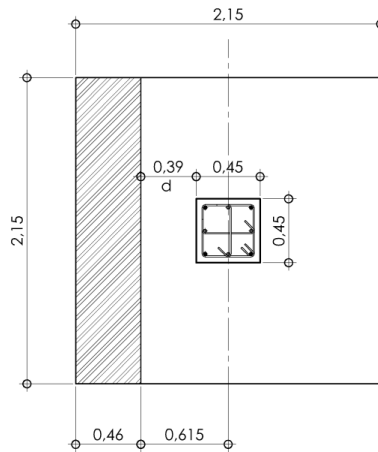
$$q_d = q_{\text{max}} \times \text{FCU} = 21\,282,93 \times 1,39$$

$$q_d = 29\,583,27 \text{ kg/m}^2$$

⁶ ACI 318-71, sección R.15.2

- Chequeo de peralte a corte directo

Figura 59. **Área tributaria para corte directo**



Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Peralte efectivo

$$d = t - r - 2d_b = 50 - 7,5 - (2 \times 1,59)$$

$$d = 39 \text{ cm}$$

7.7.2 (a)

Área tributaria

La figura 59 muestra las dimensiones del área tributaria al corte directo.

$$A_t = 46 \times 215$$

$$A_t = 9\,890 \text{ cm}^2 = 0,99 \text{ m}^2$$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Corte directo

$$V_u = A_t \times q_d = 0,99 \times 29\,583,27$$

$$V_u = 29\,287,44 \text{ kg}$$

11.2.1.1
Eq. (11-3)

Cálculo de la resistencia del concreto a corte

$$V_c = 0,53\lambda \sqrt{f'_c}bd$$

9.3.2.3
8.6.1

$$\phi = 0,75$$

$$\lambda = 1,00 \text{ (concreto de peso normal)}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 0,53 \times 1,00 \times \sqrt{280} \times 200 \times 39$$

$$\phi V_c = 51\,881,29 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 51\,881,29 \gg V_u = 29\,287,44 \text{ kg} \rightarrow \text{OK.}$$

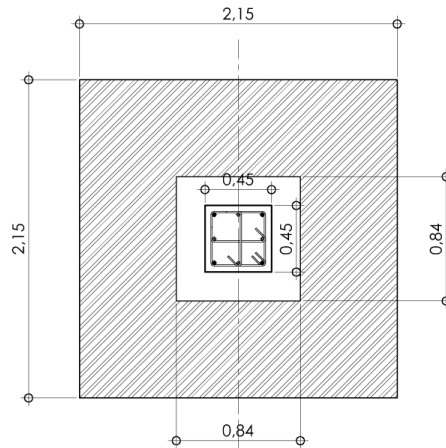
- Chequeo de peralte por cortante en dos direcciones (penetración o punzonamiento)
 - Área tributaria

La figura 60 muestra las dimensiones del área tributaria al corte actuando en dos direcciones.

$$A_t = (215 \times 215) - (84 \times 84)$$

$$A_t = 39\,169 \text{ cm}^2 = 3,92 \text{ m}^2$$

Figura 60. **Área tributaria para corte en dos direcciones**



Fuente: elaboración propia.

Cálculos y discusión

Referencia a código

Corte actuante

$$V_u = A_t \times q_d = 3,92 \times 29\,583,27$$

$$V_u = 115\,966,42 \text{ kg}$$

Cálculo de la resistencia del concreto a corte

11.11.2.1

Eq. (11-31)

$$\frac{V_c}{\lambda \sqrt{f'_c} b_o d} < \begin{cases} 0,53 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \\ 0,27 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \\ 1,0 \end{cases}$$

Eq. (11-32)

Eq. (11-33)

Cálculos y discusión

Referencia a código

$$b_o = 4 \times 84 = 336 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{2,15}{2,15} = 1,0$$

$\alpha_s = 40$ (columna interior)

$$\frac{V_c}{\lambda \sqrt{f'_c} b_o d} < \begin{cases} 0,53 \times \left(1 + \frac{2}{1}\right) = 1,59 \\ 0,27 \times \left(\frac{40 \times 39}{336} + 2\right) = 1,79 \\ 1,0 \text{ (gobierna)} \end{cases}$$

11.11.2.1

$$\phi = 0,75$$

$\lambda = 1,00$ (concreto de peso normal)

9.3.2.3

8.6.1

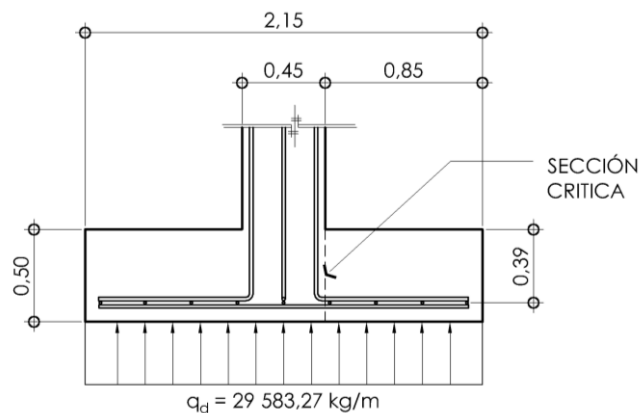
$$\phi V_c = 0,75 \times 1,0 \times 1,0 \times \sqrt{280} \times 336 \times 39$$

$$\phi V_c = 164\,453,89 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 164\,453,89 \gg V_u = 115\,966,42 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

- Diseño a flexión

Figura 61. Cálculo de momento crítico en zapata



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de momento en la sección crítica

La sección 15.4.2 del código ACI permite tomar la sección crítica ubicada en el rostro de la columna. Las dimensiones se muestran en la figura 61. El momento puede calcularse por métodos isostáticos.

$$M = 29\,583,27 \times 2,15 \times \frac{0,85^2}{2}$$

$$M = 22\,976,96 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del área de acero requerida

Se asumirá que la sección se encuentra en tensión, por lo que $\phi = 0,90$.

Cálculos y discusión	Referencia a código
$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{22\,976,96 \times 100}{0,9 \times 215 \times 39^2} = 7,806$	
$\rho = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'_c}} \right)$	10.3.4 9.3.2.1
$\rho = \frac{0,85 \times 280}{4\,200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 7,806}{0,85 \times 280}} \right) \rightarrow \rho = 0,0020$	

Se debe chequear la cuantía con la cuantía mínima permitida para el refuerzo grado 60 propuesto.

$$\rho_{\min} = \frac{0,8 \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0,8 \sqrt{280}}{4\,200} = 0,0031 \geq \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4\,200} = 0,0033 \text{ (OK)} \quad \begin{matrix} 10.5.1 \\ \text{Eq. (10-3)} \end{matrix}$$

Nótese que: $\rho = 0,0020 < \rho_{\min} = 0,0033$. El área de acero requerida es:

$$\begin{aligned} \rho_{\min} = 0,00333 &\rightarrow \begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} bd \\ A_{s_{\min}} &= 0,0033 \times 215 \times 39 \\ A_{s_{\min}} &= 27,67 \text{ cm}^2 \end{aligned} \end{aligned}$$

Se colocarán 14-No.5 ($A_s = 27,80$ centímetros cuadrados) en cada dirección.

- Chequeo del espaciamiento del refuerzo:

El espaciamiento de las barras depende de las dimensiones, y puede calcularse de la siguiente manera:

$$s = \frac{B - 2r - d_b}{\text{No barras} - 1} = \frac{215 - (2 \times 7,5) - 1,59}{14 - 1} = 15,26 \text{ cm}$$

Se usará un espaciamiento de barras igual a $s = 15$ centímetros. Según la sección 15.10.4, el espaciamiento máximo permitido es 45 centímetros.

$$s = 15 < 45 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

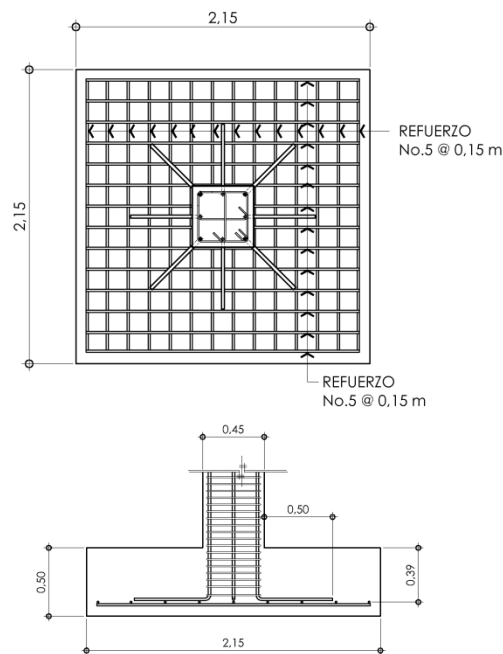
Cálculos y discusión	Referencia a código
Chequeo de la longitud de desarrollo de las barras de refuerzo:	
La sección crítica para el desarrollo del refuerzo es la misma que para el cálculo del momento (el rostro de la columna). Para barras No.5, inferiores y en tensión, la longitud de desarrollo es (ver tabla LXXII), $l_d = 40$ centímetros.	15.6 15.6.3

El espacio disponible es:

$$\left(\frac{B}{2} - \frac{h_{col}}{2} - r\right) = \left(\frac{215}{2} - \frac{45}{2} - 7,5\right) = 77,50 \text{ cm}$$

Como $l_d = 40 < 77,50$ centímetros las barras pueden desarrollarse completamente. La figura 62 resume los detalles del armado para la zapata G2.

Figura 62. **Detalle de armado de zapata típica**



Fuente: elaboración propia.

4.2.8.2.5. **Diseño de zapata combinada**

El valor de la carga admisible del suelo, el peralte de la sección, y la presión equivalente se consideran tal cual lo indicado en la sección 4.2.8.2.4 para el diseño de la zapata combinada para las columnas K4 y K5 del módulo 3.

Tabla LXXXVI. **Cargas últimas sobre columna K4 y K5**

Columna K4	Columna K5
$P_u = 44\ 233,27\ \text{kg}$	$P_u = 24\ 221,26\ \text{kg}$
$M_{xu} = 13\ 212,18\ \text{kg-m}$	$M_{xu} = 12\ 576,06\ \text{kg-m}$
$M_{yu} = 13\ 258,59\ \text{kg-m}$	$M_{yu} = 11\ 905,66\ \text{kg-m}$

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo un procedimiento similar a la indicada en la sección 4.2.8.2.4, se calculan las cargas de servicio, se chequean las presiones sobre el suelo para el efecto combinado de la carga axial de las dos columnas y los momentos flexionantes, de la siguiente manera:

- Área requerida para la zapata

Luego de un proceso iterativo, se ha obtenido que el área de zapata requerida (dimensiones de 3,50 × 2,00 metros) por las solicitaciones de presión admisible es 7 metros cuadrados.

$$P_{\text{total}} = P_u + \gamma_{\text{suelo}} D_f A_{\text{zap}} + \gamma_{\text{conc}} A_{\text{zap}} t$$

$$P_{\text{total}} = 49\ 247,86 + (1\ 280 \times 1,50 \times 7) + (2\ 400 \times 7 \times 0,50)$$

$$P_{\text{total}} = 71\ 087,86\ \text{kg}$$

- Presión de apoyo (de diseño)

$$q_d = \frac{P_{\text{total}}}{A_{\text{zap}}} = \frac{71\ 087,86}{7}$$

$$q_d = 9\ 779,22\ \text{kg/m}^2$$

- Diagramas de corte y momento

El sentido largo de la zapata combinada puede tratarse como una viga larga invertida, de manera que tiene una carga uniformemente de:

$$\begin{aligned}\omega &= q_d \times B \\ \omega &= 9\,779,22 \times 2 \\ \omega &= 19\,558,44 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

El análisis correspondiente es el mismo que se realizaría, de manera general, para una viga simplemente apoyada (isostática), ver figura 63.

- Chequeo de peralte a corte directo

Debe chequearse la capacidad de la sección al corte directo en la columna crítica, a una distancia “d” del rostro interno de la columna K4.

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Corte directo

Del diagrama de corte y momento se tiene un valor de corte actuante crítico de $V_u = 20\,005,78$ kilogramos.

Cálculo de la resistencia del concreto a corte

$$\phi V_c = 0,75 \times 0,53 \times 1,00 \times \sqrt{280} \times 200 \times 39$$

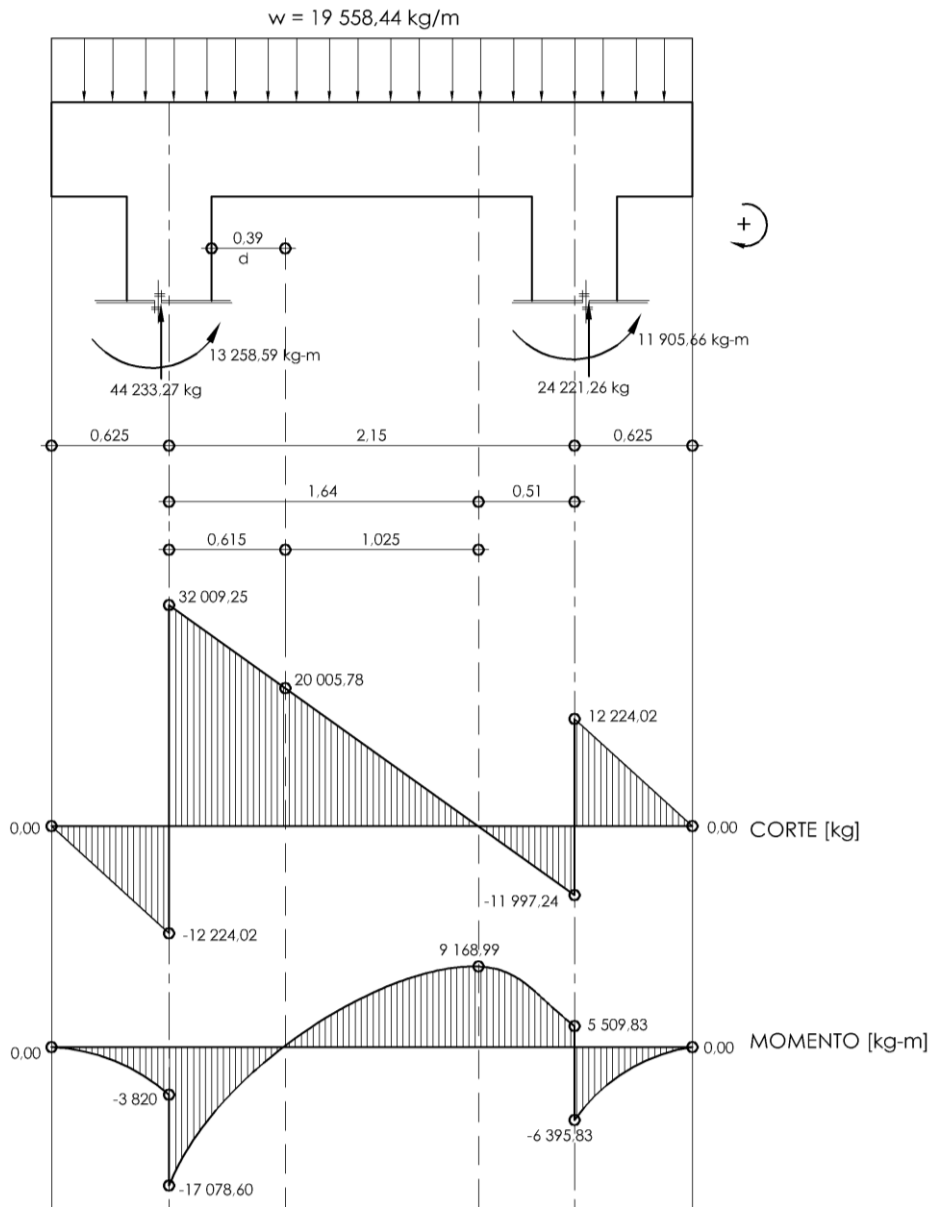
$$\phi V_c = 51\,881,29 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 51\,881,29 \gg V_u = 20\,005,78 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

11.2.1.1
Eq. (11-3)

9.3.2.3
8.6.1

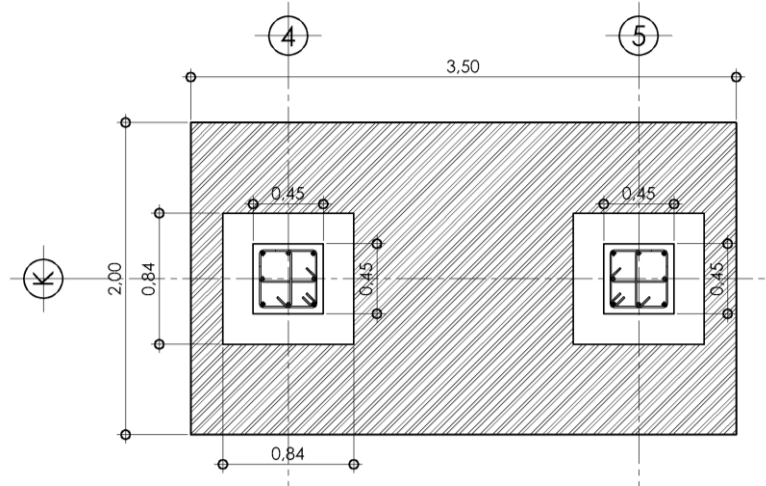
Figura 63. Diagrama de corte y momento para zapata combinada



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo de peralte por punzonamiento

Figura 64. **Áreas tributarias para corte por punzonamiento**



Fuente: elaboración propia.

- Corte actuante

Debe realizarse un chequeo para cada columna, considerando que el área de punzonamiento, para cada columna, es la zona no ashurada de la figura 64.

$$V_u = P - (A_o \times q_d) \quad \therefore \begin{aligned} P &= \text{carga axial [kg]} \\ q_d &= \text{presión de apoyo de diseño [kg/m}^2\text{]} \\ A_o &= \text{área de punzonamiento [m}^2\text{]} \\ A_o &= 0,84 \times 0,84 = 0,71 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Para la columna K4 se tiene un corte actuante de:

$$\begin{aligned} V_u &= 44\,233,27 - (0,71 \times 9\,779,22) \\ V_u &= 37\,290,03 \text{ kg} \end{aligned}$$

Para la columna K5 se tiene un corte actuante de:

$$V_u = 24\,221,26 - (0,71 \times 9\,779,22)$$

$$V_u = 17\,278,01 \text{ kg}$$

Cálculos y discusión

Referencia a código

Cálculo de la resistencia del concreto a corte

$$\frac{V_c}{\lambda \sqrt{f'_c} b_o d} < \begin{cases} 0,53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \\ 0,27 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \\ 1,0 \end{cases}$$

11.11.2.1
Eq. (11-31)

Eq. (11-32)

Eq. (11-33)

$$b_o = 4 \times 84 = 336 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{3,50}{2,15} = 1,75$$

$$\alpha_s = 40 \text{ (columna interior)}$$

$$\frac{V_c}{\lambda \sqrt{f'_c} b_o d} < \begin{cases} 0,53 \times \left(1 + \frac{2}{1,75}\right) = 1,13 \\ 0,27 \times \left(\frac{40 \times 39}{336} + 2\right) = 1,79 \\ 1,0 \text{ (gobierna)} \end{cases}$$

11.11.2.1

$$\phi = 0,75$$

9.3.2.3

$$\lambda = 1,00 \text{ (concreto de peso normal)}$$

8.6.1

$$\phi V_c = 0,75 \times 1,0 \times 1,0 \times \sqrt{280} \times 336 \times 39$$

$$\phi V_c = 164\,453,89 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 164\,453,89 \gg V_u \text{ de cualquier columna} \rightarrow \text{OK}$$

- Diseño a flexión en sentido longitudinal

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Del diagrama de momentos de la figura 63, se tiene que el momento crítico es $M = 17\,078,60$ kilogramos metro.

Cálculo del área de acero requerida

Se asumirá que la sección se encuentra en tensión, por lo que $\phi = 0,90$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{17\,078,60 \times 100}{0,9 \times 200 \times 39^2} = 6,238 \quad \begin{array}{l} 10.3.4 \\ 9.3.2.1 \end{array}$$

$$\rho = \frac{0,85f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85f'_c}} \right)$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 280}{4\,200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 6,238}{0,85 \times 280}} \right) \rightarrow \rho = 0,0015$$

Se debe chequear la cuantía con la cuantía mínima permitida para el refuerzo grado 60 propuesto.

$$\rho_{\min} = \frac{0,8\sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0,8\sqrt{280}}{4\,200} = 0,0031 \geq \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4\,200} = 0,0033 \text{ (OK)} \quad \begin{array}{l} 10.5.1 \\ \text{Eq. (10-3)} \end{array}$$

Nótese que:

$$\rho = 0,0015 < \rho_{\min} = 0,0033$$

Por lo que debe utilizarse el refuerzo mínimo.

El área de acero requerida es:

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} bd \\ \rho_{\min} = 0,00333 \rightarrow A_{s_{\min}} &= 0,0033 \times 200 \times 39 \\ A_{s_{\min}} &= 25,74 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Se colocarán 13-No.5 ($A_s = 25,81$ centímetros cuadrados).

- Chequeo del espaciamiento del refuerzo

El espaciamiento de las barras depende de las dimensiones, y puede calcularse de la siguiente manera:

$$s = \frac{B - 2r - d_b}{\text{No barras} - 1} = \frac{200 - (2 \times 7,5) - 1,59}{13 - 1} = 15,28 \text{ cm}$$

Se usará un espaciamiento de barras igual a $s = 15$ centímetros. Según la sección 15.10.4, el espaciamiento máximo permitido es 45 centímetros.

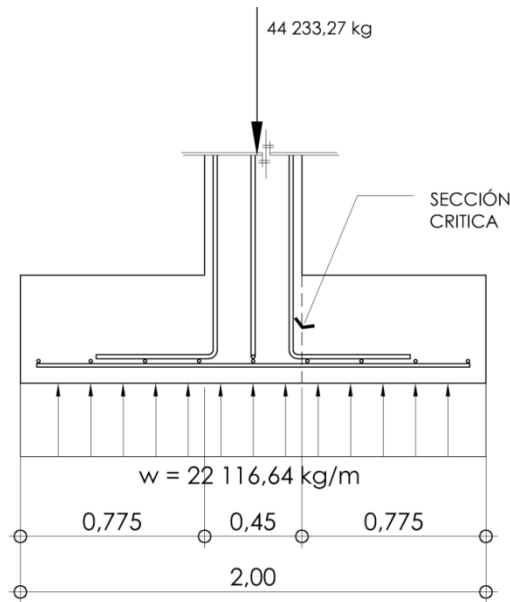
$$s = 15 < 45 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

- Diseño a flexión en sentido transversal

En el sentido corto de la zapata combinada la carga uniformemente distribuida sobre su longitud es:

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{P}{B} = \frac{44\ 238,27}{2} \\ \omega &= 22\ 116,64 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Figura 65. **Cálculo de momento crítico en sentido transversal de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de momento en la sección crítica

La sección 15.4.2 del código ACI permite tomar la sección crítica ubicada en el rostro de la columna. Las dimensiones se muestran en la figura 65.

$$M = 22\ 116,64 \times \frac{0,775^2}{2}$$

$$M = 8\ 570,20\ \text{kg-m}$$

Suponiendo que el acero debe extenderse sobre un ancho de banda (l'), bajo cada columna, de:

$$l' = 45 + 2 \left(\frac{39}{2} \right)$$

$$l' = 85\ \text{cm}$$

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Cálculo del área de acero requerida:

Se asumirá que la sección se encuentra en tensión, por lo que $\phi = 0,90$.

10.3.4
9.3.2.1

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{8\,570,20 \times 100}{0,9 \times 85 \times 39^2} = 7,365$$

$$\rho = \frac{0,85f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85f'_c}} \right)$$
$$\rho = \frac{0,85 \times 280}{4\,200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 7,365}{0,85 \times 280}} \right) \rightarrow \rho = 0,0018$$

Nótese que: $\rho = 0,0018 < \rho_{\min} = 0,0033$

10.5.1
Eq. (10-3)

El área de acero requerida es:

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} b d$$
$$\rho_{\min} = 0,00333 \rightarrow A_{s_{\min}} = 0,0033 \times 85 \times 39$$
$$A_{s_{\min}} = 10,94 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 6-No.5 ($A_s = 11,91$ centímetros cuadrados).

- Chequeo del espaciamiento del refuerzo

$$s = \frac{l'}{\text{No barras} - 1} = \frac{85}{5} = 17 \text{ cm}$$

Se usará un espaciamiento de barras igual a $s = 15$ centímetros. Según la sección 15.10.4, el espaciamiento máximo permitido es 45 centímetros

$$s = 15 < 45 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$$

- Refuerzo mínimo (por retracción y temperatura)

La sección 7.12.2.1 del ACI indica que debe colocarse refuerzo por temperatura con la cuantía mínima de:

$$\rho_{\min} = 0,0018$$

Se analiza una franja unitaria de ancho (b) igual a 100 centímetros.

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} bd \\ A_{s_{\min}} &= 0,0018 \times (100)(39) \\ A_{s_{\min}} &= 7,02 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

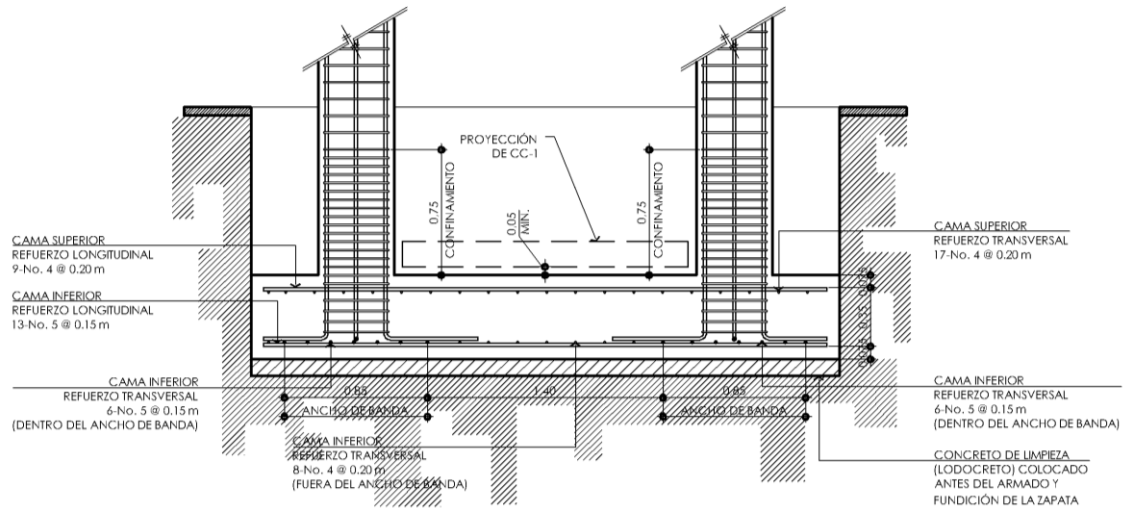
- Espaciamiento del refuerzo a flexión

El espaciamiento requerido por el refuerzo mínimo (por retracción y temperatura) es, por regla de tres, utilizando refuerzo No.4:

$$\frac{7,02 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{1,27 \text{ cm}^2}{s} \rightarrow s = 18 \text{ cm} < s_{\max}$$

Por lo que se colocará refuerzo No.4 a 20 centímetros en ambos sentidos.

Figura 66. Detalle de armado zapata combinada



Fuente: elaboración propia.

4.2.8.2.6. Diseño de gradas

- Relaciones de comodidad

Contra huella (C) \leq 0,20 m	C = 0,16 m \leq 0.20 m
Huella (H) $>$ Contrahuella (C)	H = 0.30 m $>$ 0.16 m
2C + H \leq 0,64 m	\rightarrow 0,62 m \leq 0,64 m
C + H \approx 0,45 ~ 0,48 m	C + H = 46 cm
CH \approx 480 cm ² ~ 500 cm ²	CH = 480 cm ²

- Espesor de losa

$$t = \frac{l_n}{24} \quad \therefore l_n = \text{altura de piso a piso}$$

$$t = \frac{3,50 \text{ m}}{30} = 0,116 \text{ m}$$

$$t = 0,10 \text{ m}$$

- Integración de cargas

- Carga muerta

$$CM = \gamma_{conc}(A_{esc} + A_{losa} + A_{descanso})$$

$$CM = (2400) \left[\left(\frac{0,30 \times 0,16}{2} \right) + 0,10 \left(\sqrt{0,16^2 + 0,30^2} \right) + (0,10 \times 1,50) \right]$$

$$CM = 499,20 \text{ kg/m}$$

- Carga viva

Como se detalló en la sección 4.2.3.1, tabla XXII, la carga viva para las escaleras es de 500 kilogramos por metro.

- Carga última

$$\omega = 1,2(499,20) + 1,6(500)$$

$$\omega = 1\,399,04 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{\omega l^2}{12} = \frac{(1\,399,04)(3,50)^2}{12}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 1\,428,19 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = \frac{\omega l^2}{14} = \frac{(1\,399,04)(3,50)^2}{14}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 1\,224,16 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de cortantes

$$V_{apoyo} = \frac{3}{8} \omega l = \frac{3(1\,399,04)(3,50)}{8}$$

$$V_{apoyo} = 1\,836,24 \text{ kg}$$

$$V_{empe} = \frac{5}{8} \omega l = \frac{5(1\,399,04)(3,50)}{8}$$

$$V_{empe} = 3\,060,40 \text{ kg}$$

- Chequeo al corte

Se diseña con una franja unitaria de 100 centímetros, de la manera siguiente:

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Detalles de la sección de diseño

El recubrimiento (r) mínimo considerado es 2 centímetros. Se propone utilizar refuerzo No.3 ($\phi = 0,95$ centímetros; $A_s = 0,71$ centímetros cuadrados).

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ (4 000 psi)}. \quad f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (60 000 psi)}.$$

Peralte para la cama inferior (momento negativo)

$$d = t - r - \frac{\phi}{2} = 10 - 2 - \frac{0,95}{2} \rightarrow d = 7,50 \text{ cm}$$

Peralte para la cama superior (momento positivo)

$$d^* = d - \phi = 7,50 - 0,95 \rightarrow d^* = 6,50 \text{ cm}$$

Cálculo de la resistencia del concreto a corte

$$V_c = 0,53\lambda \sqrt{f'_c}bd = 0,53 \times 1,00 \times \sqrt{280} \times 100 \times 7,50$$

11.2.1.1
Eq. (11-3)

$$V_c = 6\,651,45 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 6\,651,45 \text{ kg}$$

9.3.2.3
8.6.1

Como ϕV_c , es mayor que los valores de cortante en los apoyos de la losa, el concreto es capaz de resistir el cortante inducido por las cargas.

- Diseño a flexión

Cálculos y discusión

Referencia
a código

Refuerzo mínimo (por retracción y temperatura)

7.12.2.1

$$\rho_{\min} = 0,0018$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 \times 100 \times 7,50$$

$$A_{s_{\min}} = 1,35 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

El espaciamiento máximo permitido para el refuerzo a flexión en cualquiera de las camas del armado no debe ser mayor a:

13.3.2

$$s_{\max} \leq 2t = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

Espaciamiento del refuerzo a flexión

El espaciamiento requerido por el refuerzo mínimo (por retracción y temperatura) es, por regla de tres:

$$\frac{1,72 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 (\text{No.3})}{s} \rightarrow s = 41,28 \text{ cm} > s_{\max}$$

Nótese que el espaciamiento requerido es mayor al espaciamiento máximo. El área de acero suministrada al colocar refuerzo a flexión No.3 con espaciamiento máximo es, por regla de tres:

$$\frac{A_s}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 (\text{No.3})}{20 \text{ cm}} \rightarrow A_s = 3,55 \text{ cm}^2 > A_{s_{\min}}$$

- Determinación del refuerzo a flexión

Utilizando la ecuación genérica siguiente para el refuerzo a flexión requerido (A_s), se obtienen las áreas de acero indicadas en la tabla LXXXVII.

Tabla LXXXVII. **Áreas de acero para diseño a flexión de gradas**

Sección	M_u [kg-m]	Refuerzo requerido (A_s) [cm ²]
Máximo	1 428,19	5,38
Negativo	1 224,16	4,56

Fuente: elaboración propia.

- Refuerzo requerido por momento máximo

El espaciamiento requerido por el refuerzo es, por regla de tres:

$$\frac{5,38 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 \text{ (No.3)}}{s} \rightarrow s = 13,19 \text{ cm} < s_{\max}$$

Se colocará refuerzo a flexión No.3 con espaciamiento de 13 centímetros.

- Refuerzo requerido por momento en el empotramiento

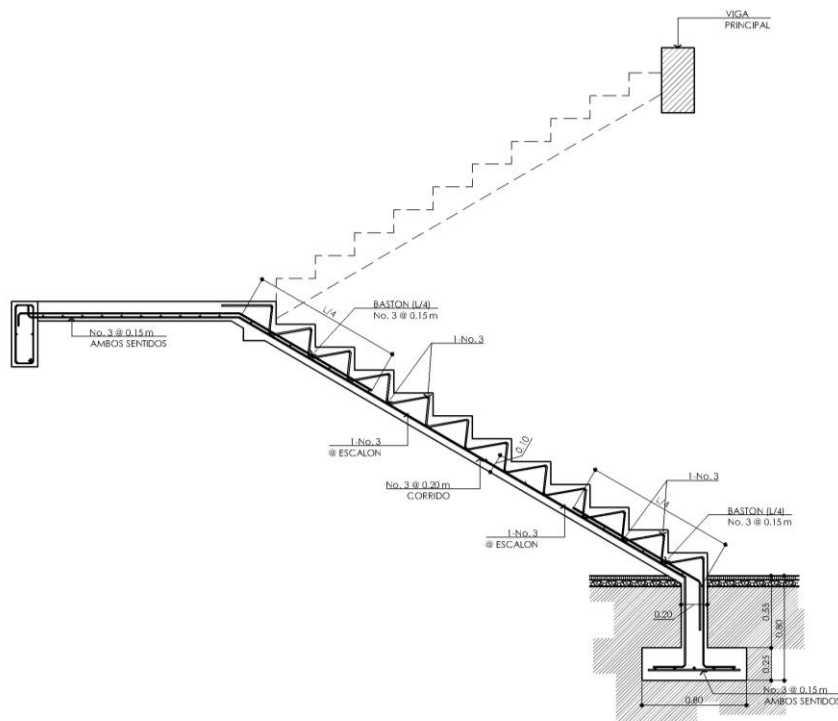
El espaciamiento requerido por el refuerzo es, por regla de tres:

$$\frac{4,56 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 \text{ (No.3)}}{s} \rightarrow s = 15,57 \text{ cm} < s_{\max}$$

Se colocará refuerzo a flexión No.3 con espaciamiento de 15 centímetros.

La figura 67 muestra los detalles de armado típico para las gradas indicados en los párrafos anteriores.

Figura 67. **Detalle de armado de gradas**



Fuente: elaboración propia.

4.2.9. Presupuesto

El presupuesto se ha dividido en módulos, y se han trabajado de manera independiente. Además se incluye un resumen general del costo total de ejecución del proyecto de la escuela primaria Lomas de San Pedro.

El criterio para la elaboración del presupuesto es el generalizado con el uso de los costos unitarios, para los cuales, la cuantificación es apegada a los planos del proyecto y los costos de mano de obra y materiales para cada renglón fueron obtenidos de la DMP.

En la tabla LXXXVIII se muestra el presupuesto general para la escuela Lomas de San Pedro, integrando los cinco módulos que la conforman. La tabla LXXXIX tiene el presupuesto desglosado para el módulo 1 y 5.

4.2.10. Cronograma de ejecución

El cronograma se realiza bajo los criterios de rendimientos de trabajo promedio usados de manera general en este tipo de planificación. Estos datos fueron obtenidos de información proporcionada por la DMP.

En la figura 68 se muestra el cronograma de actividades para cada módulo de la escuela, y la figura 69 tiene el cronograma de actividades general del proyecto.

Tabla LXXXVIII. Presupuesto general escuela Lomas de San Pedro

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	TOTAL DEL RENGLON
1000	CONSTRUCCIÓN MÓDULO 01	
100	Trabajos preliminares	Q 15,883.78
200	Cimentación	Q 60,197.15
300	Muros o levantado	Q 42,265.84
400	Soleras, columnas, vigas y elementos de concreto	Q 118,679.52
500	Estructura de losa	Q 15,646.79
600	Acabados	Q 139,179.98
700	Puertas	Q 10,000.00
800	Ventanas	Q 6,800.00
900	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Q 70,512.68
1000	Instalación eléctrica	Q 8,547.40
1100	Varios	Q -
	SUB-TOTAL DEL MÓDULO [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)	Q 487,713.13
2000	CONSTRUCCIÓN MÓDULO 02	
100	Trabajos preliminares	Q 27,347.82
200	Cimentación	Q 157,203.67
300	Muros o levantado	Q 78,040.25
400	Soleras, columnas, vigas y elementos de concreto	Q 356,376.48
500	Estructura de losa	Q 165,375.66
600	Acabados	Q 388,033.82
700	Puertas	Q 5,800.00
800	Ventanas	Q 45,870.00
900	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Q 8,350.00
1000	Instalación eléctrica	Q 23,695.20
1100	Varios	Q 29,510.00
	SUB-TOTAL DEL MÓDULO [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)	Q 1,285,602.89
3000	CONSTRUCCIÓN MÓDULO 03	
100	Trabajos preliminares	Q 25,257.86
200	Cimentación	Q 130,585.08
300	Muros o levantado	Q 97,205.98
400	Soleras, columnas, vigas y elementos de concreto	Q 287,826.61
500	Estructura de losa	Q 136,055.41
600	Acabados	Q 399,538.19
700	Puertas	Q 15,700.00
800	Ventanas	Q 25,190.00
900	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Q 33,682.34
1000	Instalación eléctrica	Q 20,404.20
1100	Varios	Q -
	SUB-TOTAL DEL MÓDULO [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)	Q 1,171,445.66
4000	CONSTRUCCIÓN MÓDULO 04	
100	Trabajos preliminares	Q 22,190.82
200	Cimentación	Q 109,582.77
300	Muros o levantado	Q 52,742.80
400	Soleras, columnas, vigas y elementos de concreto	Q 285,978.91
500	Estructura de losa	Q 120,195.82
600	Acabados	Q 274,850.44
700	Puertas	Q 5,600.00
800	Ventanas	Q 31,890.00
900	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Q 5,650.00
1000	Instalación eléctrica	Q 17,990.80
1100	Varios	Q 25,010.00
	SUB-TOTAL DEL MÓDULO [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)	Q 951,682.37

Continuación de la tabla LXXXVIII.

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	TOTAL DEL RENGLON	
5000	CONSTRUCCIÓN MÓDULO 05		
100	Trabajos preliminares	Q	15,883.78
200	Cimentación	Q	60,197.15
300	Muros o levantado	Q	42,265.84
400	Soleras, columnas, vigas y elementos de concreto	Q	118,679.52
500	Estructura de losa	Q	15,646.79
600	Acabados	Q	139,179.98
700	Puertas	Q	10,000.00
800	Ventanas	Q	6,800.00
900	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Q	70,512.68
1000	Instalación eléctrica	Q	8,547.40
1100	Varios	Q	-
SUB-TOTAL DEL MÓDULO [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)		Q	487,713.13
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):			
		Q 4,384,157.18	\$560,093.16
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):			
		Q 4,910,256.04	\$627,304.33
	COSTO /m² (SIN IVA)	Q 2,835.15	\$362.20
	COSTO /m² (CON IVA)	Q 3,175.36	\$405.67

Área de construcción: 1546.36 m²

(Ref. BANGUAT al Lunes 28 de noviembre de 2011) Tipo de cambio: 7.83

TOTAL EN LETRAS: Cuatro millones novecientos diez mil doscientos cincuenta y seis quetzales con cuatro centavos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. Presupuesto para el módulo 1 y 5

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
DESGLOSE DE ACTIVIDADES MÓDULO 1 Y 5					
100 TRABAJOS PRELIMINARES					
101	Rótulo de identificación del proyecto	Unidad	1.00	Q 1,055.32	Q 1,055.32
102	Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal 0.20 m	m ²	42.00	Q 22.33	Q 937.89
103	Bodega de materiales y oficina de 3 m de ancho por 10 m de largo y altura de 3 m. Utilizando madera + lámina galvanizada de segunda + piso de concreto 10 cm	Unidad	1.00	Q 9,753.79	Q 9,753.79
104	Conformación de plataformas y nivelación con maquinaria	m ²	63.00	Q 31.04	Q 1,956.50
105	Trazo y estaqueado	ml	56.45	Q 38.62	Q 2,180.28
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 15,883.78
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 17,789.83
200 CIMENTACION					
201	Excavación estructural a mano (1.00 x 0.80 m)	m ³	95.80	Q 66.07	Q 6,329.93
202	Relleno estructural a mano, zanjas de cimiento	m ³	76.64	Q 44.65	Q 3,421.83
203	Cimiento corrido CC-1, refuerzo 3-No.3 corridos + eslabones No. 2 @ 0.20 m	ml	56.45	Q 89.31	Q 5,041.52
204	Zapata Z-1, 2.30 x 2.30 x 0.50 m, con refuerzo 15-No. 5 @ 0.15 m ambos sentidos	Unidad	4.00	Q 4,741.20	Q 18,964.79
207	Zapata Z-4, 2.10 x 3.00x 0.50 m, con refuerzo (10-No. 4 @ 0.20 m+ 14-No. 5 @ 0.15 m) Longitudinal + (15-No. 4 @ 0.20 m + 7-No. 4 @ 0.10 m + 14-No. 5 @ 0.10) Transversal	Unidad	2.00	Q 6,222.52	Q 12,445.05
210	Solera de humedad S-3 de 0.14 x 0.20 m, con refuerzo 4-No. 3 + estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	56.45	Q 104.48	Q 5,898.17
211	Levantado de block rústico hasta solera de humedad, de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ²	ml	33.87	Q 239.03	Q 8,095.86
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 60,197.15
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 67,420.81
300 MUROS O LEVANTADOS					
301	Levantado de muro de block de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ² limpio 2 caras	m ²	338.70	Q 119.33	Q 40,416.26
301	Levantado de muro para cenefa perimetral (h = 0.50 m)	m ²	15.50	Q 119.33	Q 1,849.58
304	Muros tabiques de tablayeso (h = 2.00 m)	m ²	0.00	Q 217.08	Q -
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 42,265.84
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 47,337.74
400 SOLERAS, COLUMNAS, SILLARES, VIGAS Y ELEMENTOS DE CONCRETO					
402	Columna C-2, 0.45 x 0.45 m, refuerzo 4-No.7 + 4-No.5 + estribos No. 3 confinados	Unidad	6.00	Q 6,932.97	Q 41,597.82
403	Columna A, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	78.00	Q 88.42	Q 6,896.64
404	Columna B, 0.10 x 0.14 m, refuerzo 2-No. 3 + Eslabon No. 2 @ 0.20 m	ml	150.00	Q 74.68	Q 11,201.93
405	Columna D, 0.30 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	12.00	Q 117.94	Q 1,415.33
406	Columna E, PIN 0.10 m. x 0.10m., 1 No 3 corridos @ 0.60 m	ml	570.00	Q 27.30	Q 15,563.79
407	Escuadra No. 3 de anclaje de muro a marco @ 0.75 m	ml	56.45	Q 13.31	Q 751.54
408	Solera intermedia tipo S-1, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	56.45	Q 88.42	Q 4,991.22
409	Solera de humedad tipo S-3, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	56.45	Q 93.99	Q 5,305.80
411	Viga V-M1-101, 0.25 x 0.50, primer nivel	ml	10.50	Q 491.67	Q 5,162.58
415	Viga V-M1-102, 0.25 x 0.50, primer nivel	ml	24.00	Q 479.35	Q 11,504.29
414	Viga V-M1-201, 0.25 x 0.50, segundo nivel	ml	10.50	Q 414.16	Q 4,348.70
414	Viga V-M1-202, 0.25 x 0.50, segundo nivel	ml	24.00	Q 414.16	Q 9,939.89
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 118,679.52
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 132,921.06
500 LOSA					
501	Losa maciza de concreto reforzado, t = 0.13 m, refuerzo (R+B)-No.3 @ 0.20 m, en ambos sentidos	m ²	42.00	Q 364.35	Q 15,302.85
502	Refuerzo a torsión en esquinas No.3 @ 0.20 m	Unidad	4.00	Q 85.98	Q 343.94
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 15,646.79
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 17,524.40

Continuación de la tabla LXXXIX.

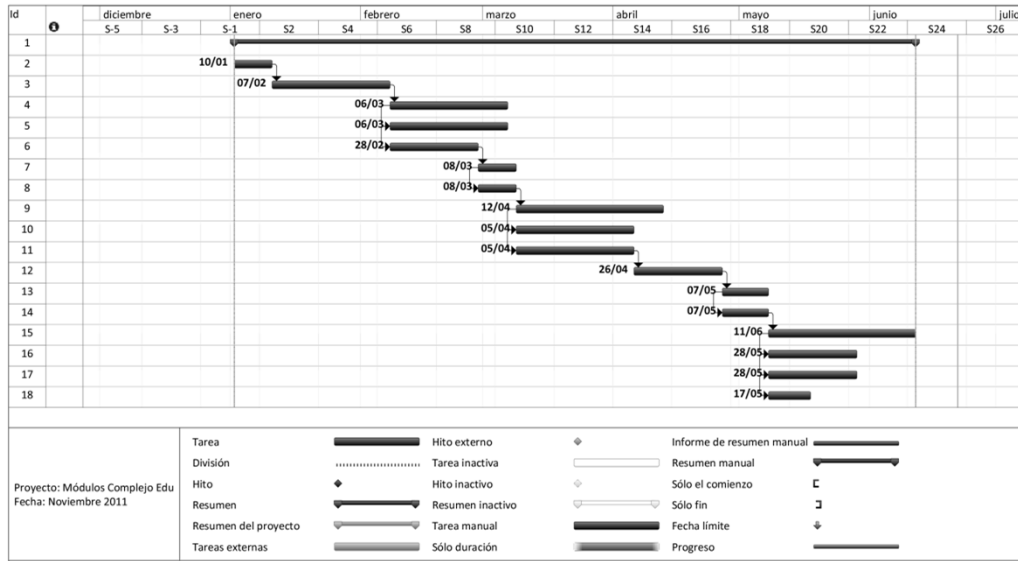
No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
DESGLOSE DE ACTIVIDADES MÓDULO 1 Y 5					
600 ACABADOS					
601	Enstibado de muros y cielo	m ²	422.70	Q 67.70	Q 28,615.52
602	Repello + cernido vertical en muros	m ²	338.70	Q 124.55	Q 42,186.61
603	Alisado de muros exteriores de fachada principal, posterior y laterales	m ²	186.00	Q 49.88	Q 9,276.75
604	Alisado y mezlón para pañuelos en losa exterior	m ²	42.00	Q 68.84	Q 2,891.31
605	Tallado de columnas y soleras (3 caras)	ml	51.00	Q 37.01	Q 1,887.71
607	Pintura de látex (2 manos, alta calidad) en muros	m ²	186.00	Q 77.63	Q 14,437.57
609	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores (incluye contrapiso t=0.05 m de concreto pobre) (primer nivel)	m ²	42.00	Q 264.71	Q 11,117.82
611	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores	m ²	42.00	Q 196.28	Q 8,243.82
613	Suministro e instalación de adoquín en áreas exteriores de acceso	m ²	6.10	Q 154.39	Q 941.76
614	Suministro e instalación de azulejo nacional de primera calidad, 0.15 x 0.15, color blanco	m ²	70.00	Q 160.60	Q 11,241.83
615	Impermeabilización de muros y losas	m ²	211.35	Q 39.45	Q 8,337.29
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 139,179.98
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 155,881.58
700 PUERTAS					
	Suministro e instalación de puerta P-04 de metal de 0.70 x 2.10 m [abatible 90°]	Unidad	12.00	Q 600.00	Q 7,200.00
	Suministro e instalación de puerta P-05 de metal de 0.90 x 2.10 m con celosa de ventilación de 0.30 x 0.20 m [abatible 90°]	Unidad	4.00	Q 700.00	Q 2,800.00
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 10,000.00
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 11,200.00
800 VENTANAS					
	Suministro e instalación de ventana tipo V-03 de 1.80 x 0.60 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 6 mm	Unidad	8.00	Q 850.00	Q 6,800.00
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 6,800.00
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 7,616.00
900 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS					
901	Acometida agua potable	Unidad	1.00	Q 2,325.00	Q 2,325.00
902	Suministro e instalación de red principal de agua potable [incluye excavación de zanja de 0.30 x 0.50 m] [PVC Ø 1" 315 PSI] y acometida a artefactos [PVC Ø 3/4" 315 PSI] [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1.00	Q 12,020.10	Q 12,020.10
903	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje sanitario PVC Ø 4" [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1.00	Q 14,352.69	Q 14,352.69
904	Suministro e instalación de tubería secundaria de drenaje sanitario PVC Ø 3" [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1.00	Q 5,164.88	Q 5,164.88
905	Suministro e instalación de bajadas de agua pluvial de PVC Ø 3" (en pared, incluye accesorios)	Unidad	2.00	Q 250.00	Q 500.00
906	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje pluvial de PVC Ø 4" [incluye accesorios, excavación y relleno]	ml	10.00	Q 275.00	Q 2,750.00
907	Suministro e instalación de fluxómetro tipo "push" [incluye accesorios]	Unidad	12.00	Q 1,500.00	Q 18,000.00
908	Suministro e instalación de lavamanos tipo ovalin, para empotrar [incluye accesorios]	Unidad	22.00	Q 700.00	Q 15,400.00
909	Suministro e instalación de mingitorio estándar [incluye accesorios]	Unidad	6.00	Q 950.00	Q 5,700.00
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 70,512.68
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 78,974.20
1000 INSTALACION ELECTRICA					
	Acometida eléctrica	Unidad	1.00	Q 3,940.00	Q 3,940.00
	Circuito de iluminación	Global	1.00	Q 3,073.00	Q 3,073.00
	Circuito de fuerza	Global	1.00	Q 1,534.40	Q 1,534.40
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 8,547.40
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 9,573.09
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):				Q 487,713.13	\$62,307.25
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):				Q 546,238.70	\$69,784.12
COSTO /m² (SIN IVA)				Q 5,806.11	\$741.75
COSTO /m² (CON IVA)				Q 6,502.84	\$830.76

Área de construcción: 84.00 m²
 Tipo de cambio: 7.83

(Ref. BANGUAT al Lunes 28 de noviembre de 2011)
TOTAL EN LETRAS: Quinientos cuarenta y seis mil doscientos treinta y ocho quetzales con setenta centavos.

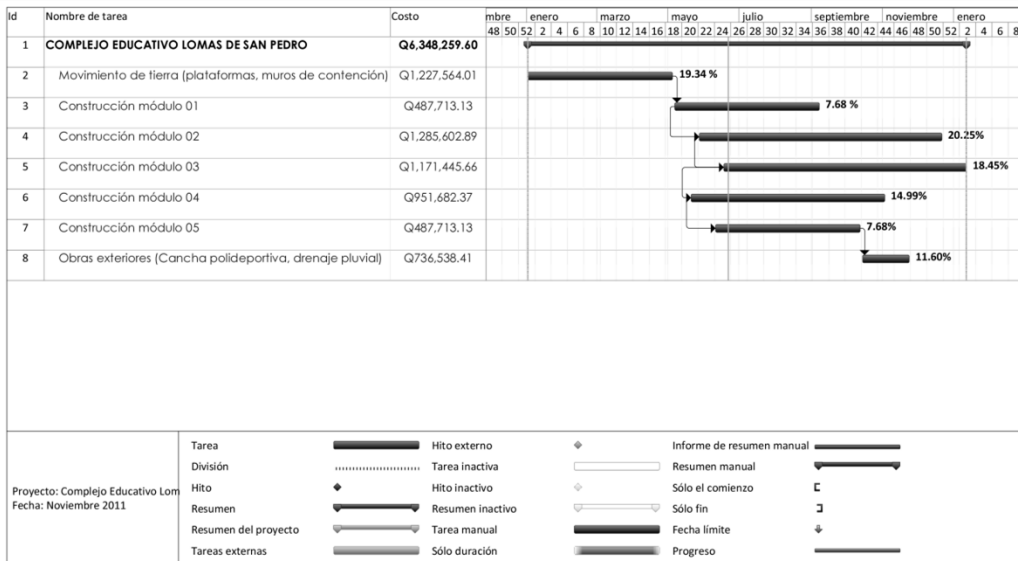
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. Cronograma de actividades por módulo



Fuente: elaboración propia.

Figura 69. Cronograma de actividades general



Fuente: elaboración propia.

4.2.11. Estudio económico

En todo proyecto de ámbito social o de prestación de servicios a la comunidad el estudio económico que involucra el conocimiento del flujo de efectivo, ingresos y egresos, de un proyecto no puede ser utilizado directamente.

4.2.11.1. Beneficios sociales

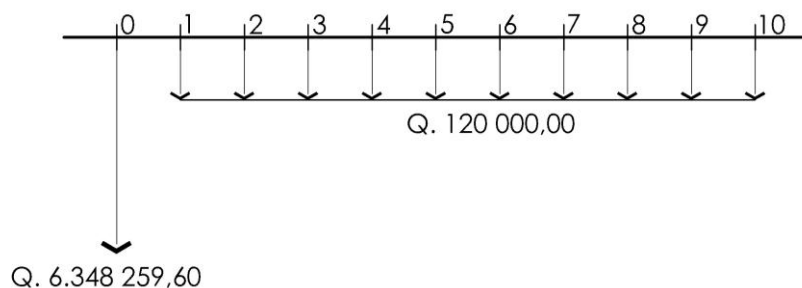
La forma más coherente de establecer ganancias en un proyecto de inversión social es la enumeración de los beneficios sociales que se lograrán con la realización del proyecto. En el caso de la escuela primaria Lomas de San Pedro, el beneficio se puede medir en el número (o porcentaje) de alumnos o estudiantes que han encontrado (o que previsiblemente encontrarán) un empleo productivo y que, sin la formación considerada, estarían desempleados o subempleados. Si el objetivo principal consiste en mejorar las posibilidades de los estudiantes o alumnos potenciales en el mercado de trabajo, los beneficios podrán cuantificarse y evaluarse en función del aumento previsto de la renta de los estudiantes como consecuencia de la formación recibida (subempleo evitado, mejor posición en el mercado de trabajo, etc.).

4.2.11.2. Valor Presente Neto

El flujo de efectivo se considera negativo debido a la inversión inicial que el proyecto requiere, así como los gastos de operación y mantenimiento preventivo necesario para garantizar el óptimo desempeño de la estructura, razón por la cual, el Valor Presente Neto (VPN) será negativo y está dado en quetzales.

De manera muy superficial, se asume un costo de operación de Q. 10 000,00 que incluyen los salarios de docentes y personal de mantenimiento. Además, en los cálculos siguientes, se considera solamente los primeros 10 años de vida operativa del proyecto. Se puede asumir de manera correcta una tasa de interés mínima del 12 por ciento.

Figura 70. **Flujo de efectivo para la escuela Lomas de San Pedro**



Fuente: elaboración propia.

$$\text{VPN} = - 6.348 259,60 - 120 000 \left[\frac{(1 + 0,12)^{10} - 1}{0,12 \times (1 + 0,12)^{10}} \right]$$

$$\text{VPN} = - 7.026 286,34$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del período de tiempo de vida útil del proyecto, y se debería rechazar. En el caso de un proyecto social, debe de prevalecer el criterio por la urgencia y la necesidad de la realización del mismo.

La evaluación del proyecto desde el punto de vista económico en función del valor presente neto no es determinante.

4.2.11.3. Tasa Interna de Retorno

Debido a que la educación debe ser gratuita por orden Constitucional, el asumir una cuota de mantenimiento que pudiera pagar la comunidad estudiantil no justifica la existencia de la TIR, por lo que ésta no existe para este proyecto.

4.2.12. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Como parte primordial del Estudio de Impacto Ambiental deben identificarse los posibles efectos o impactos sobre el medio ambiente circundante al área de influencia del proyecto.

4.2.12.1. Impactos ambientales negativos

- Impactos negativos sobre el aire:

Las actividades de construcción del proyecto afectarán el aire en forma negativa de baja magnitud y de corta duración, debido a la generación de polvo proveniente de la fase de movimiento de tierras y de la preparación de mezclas de concreto y otras. Los olores no tendrán alteraciones significativas debido a la construcción del proyecto. Los niveles sonoros serán afectados en forma temporal y con una magnitud mediana debido la actividad de la construcción y del transitar de los vehículos.

- Impactos negativos sobre el suelo:

Los impactos principales identificados sobre el suelo serán temporales y de baja magnitud, se darán principalmente en la etapa de construcción. El área afectada será únicamente el área de construcción del proyecto, los efectos serán por la erosión del suelo, sedimentos generados, cambios en su estructura y textura.

- Impactos negativos sobre aguas subterráneas

Las aguas subterráneas en el área del proyecto no sufrirán alteraciones por infiltración y drenajes de aguas usadas; el nivel freático no será alterado ni contaminado durante la construcción y operación del proyecto.

- Impactos negativos sobre la flora:

Se identificaron impactos poco significativos sobre la flora en general del área del proyecto, tanto en la fase de construcción, como de operación del proyecto. No se prevén impactos negativos en la flora del área circundante.

- Impactos negativos sobre el medio circundante:

El impacto más significativo que se identificó es la dificultad para el tránsito de personas y vehículos durante la etapa de construcción de los proyectos, este impacto será temporal y de mediana magnitud. Se prevén otros impactos menores y poco significativos, como la posible acumulación de escombros y desechos sólidos dentro y fuera del área de construcción.

4.2.12.2. Impactos ambientales positivos

- Impactos positivos sobre el paisaje:

El paisaje recibirá un impacto positivo permanente, de gran magnitud y beneficio por construcción del nuevo proyecto, ya que en la actualidad es un área baldía e insalubre debido a la acumulación de basura y crecimiento de maleza. La ejecución y operación de la escuela primaria mejorará significativamente la infraestructura general de la comunidad; además el paisaje en el área circundante al proyecto mejorará notablemente.

- Impactos positivos sobre el medio cultural y socioeconómico:

El mayor impacto ambiental del proyecto será el aspecto socioeconómico, el cual será positivo, muy significativo y de larga duración, durante las fases de construcción y especialmente en la operación del proyecto.

Estos impactos positivos influirán directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno de la comunidad y el efecto de la relación hombre – naturaleza, al contar con proyectos de infraestructura que permitan el desarrollo adecuado de sus actividades sociales, educativas y recreativas. Además, se puede destacar que el proyecto podrá generar fuentes de empleo temporal, beneficiando la economía y el comercio de la comunidad.

4.2.12.3. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

4.2.12.3.1. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad.

Este plan en términos generales debe:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.

- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.
- Definir los recursos humanos, equipos y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

4.2.12.3.2. Plan de contingencia en construcción

A modo de reducir los impactos negativos que el proyecto provocará sobre el medio ambiente circundante se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Proteger y cerrar el área de construcción de los proyectos, de manera que se minimicen los efectos negativos sobre las áreas circundantes.
- Disponer los desechos sólidos y cualquier desperdicio generado, en un lugar adecuado dentro de la construcción, para posteriormente ser trasladado a un vertedero o relleno sanitario municipal.
- Evitar el derrame de cualquier líquido o sustancia nociva para la salud de los habitantes y el medio ambiente en general.
- Proteger las áreas verdes aledañas a los proyectos, a manera de conservarlas en buenas condiciones y en su estado natural.
- Señalizar adecuadamente el área circundante y de influencia de cada proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización.
- El uso de maquinaria se restringirá a horario diurno, mientras que se limitará la fase de movimiento de tierras a la estación seca.
- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso del equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas de cada proyecto.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es la única herramienta de proyección social de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos que es capaz de mostrar al estudiante la realidad nacional en cuanto a infraestructura, servicios y calidad de vida se refiere. Su objetivo principal es el aporte del conocimiento adquirido en los años de estudios superiores para la planificación de proyectos de desarrollo comunitario que coadyuven a solventar la problemática actual e inmediata de una comunidad.
2. El sistema de alcantarillado sanitario del caserío Asunción Chivoc, aldea Comunidad de Ruiz, tiene una longitud total aproximada de 9 980 metros; el costo total asciende a Q 6.226 726,91 (US\$ 795 488,62) lo que da un costo unitario de Q 624 165,70 por kilómetro; el número de beneficiarios totales es aproximadamente 260 familias que carecen del servicio de saneamiento básico.
3. La escuela primaria en la colonia Lomas de San Pedro, Ciudad Quetzal, aldea Lo de Ortega, es un edificio de dos plantas con la capacidad de albergar dos jornadas estudiantiles para la población en edad escolar de la colonia y áreas circundantes. El costo total del proyecto asciende a Q 4.910 256,04 (US\$ \$627 304,33); el proyecto tiene un área de construcción de 1 546,36 metros cuadrados, lo que da un costo unitario de Q 3 175,36 por metro cuadrado; se pretende que el proyecto sea capaz habilitarse como albergue en caso de emergencia y así beneficiar a la comunidad sector.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:

1. Priorizar la planificación y ejecución de proyectos de saneamiento básico, para fomentar una educación sanitaria en las comunidades y preservar los recursos naturales y el medio ambiente.
2. Buscar fuentes de financiamiento externas que permitan la ejecución de proyectos de los cuales se conoce su factibilidad y cuenten con un estudio técnico completo para ayudar a solucionar los problemas más inmediatos en las comunidades.
3. Supervisar de manera eficiente la ejecución de proyectos, para que este apegada a planos constructivos, especificaciones técnicas y técnicas de construcción calificadas que protejan la inversión económica en cada proyecto, y garanticen su correcto desempeño para la comunidad a la que beneficia. Debe prevalecer el beneficio social frente al particular.
4. Realizar una revisión y actualización de los costos de los proyectos al momento de su ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Bases generales de diseño y construcción*. Guatemala: AGIES, Colección NR-1, 2000. 45 p.
2. _____. *Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección*. Guatemala: AGIES, Colección NR-2, 2002. 42 p.
3. _____. *Diseño estructural de edificaciones*. Guatemala: AGIES, Colección NR-3, 2001. 61 p.
4. BAZÁN, Enrique; MELI, Roberto. *Diseño sísmico de edificios*. México D.F.: Limusa, 1985. 200 p.
5. CANTER, Larry. *Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. 2a ed. España: McGraw-Hill, 1998. 841 p.
6. CARRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria* 2. Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: USAC, 1989. 135 p.
7. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México D.F.: Limusa, 2004. 650 p.

8. DAS, Braja. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México D.F.: Thomson, 2006. 766 p.
9. DG Política Regional, Comisión Europea. *Guía del análisis costes-beneficios de los proyectos de inversión*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2003. 154 p.
10. DOWRICK, David. *Diseño de estructuras resistentes a sismos: para ingenieros y arquitectos*. México D.F.: Limusa, 1984. 410 p.
11. FAIR, Gordon; SELLER, John; OKUN, Daniel. *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales*. 13a ed. México D.F.: Limusa-Wiley, 1998. 548 p.
12. GOZALEZ CUEVAS, Oscar. *Análisis estructural*. México D.F.: Limusa, 2003. 200 p.
13. Instituto Americano del Concreto, Comité 318. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08) y Comentario (ACI 318SR-08)*. Estados Unidos: ACI, 2008. 518 p.
14. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 25 p.
15. International Conference of Building Officials. *Uniform Building Code: Structural Engineering Design Provisions*. 8a ed., vol. 2. Estados Unidos: UBC, 1997. 492 p.

16. KANI, Greg; RODÓN Enrique. *Cálculo de pórticos de varios pisos*. España: Reverté, 1981. 100 p.
17. MCCORMAC, Jack. *Diseño de concreto reforzado*. 4a ed. México D.F.: Alfaomega, 2002. 784 p.
18. Ministerio de Educación. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos*. Guatemala: MINEDUC, 2007. 157 p.
19. NILSON, Arthur; WINTER, George. *Diseño de estructuras de concreto*. 11a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1994. 770 p.

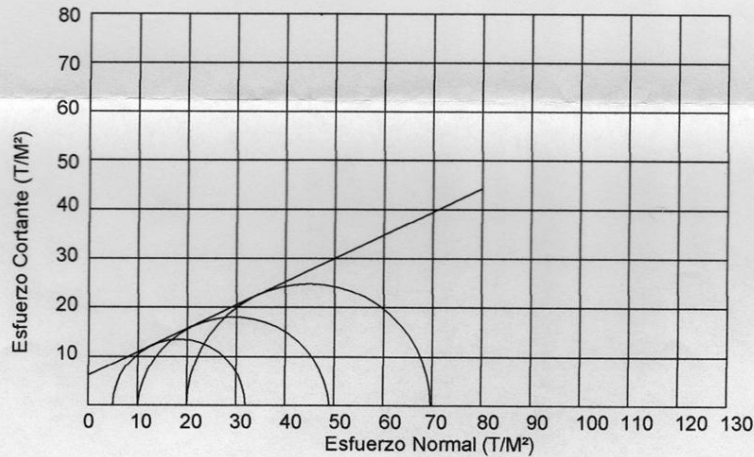
APÉNDICE

Ensayo de compresión triaxial, diagramas de Mohr



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INTERESADO: Héctor Armando Monzón Duarte
PROYECTO: EPS-Diseño de la escuela primaria para colonia Lomas de San Pedro.
Ubicación: Colonia Lomas de San Pedro, Ciudad Quetzal, San Juan Sac., Guatemala.
Fecha: 09 de febrero de 2011.
Informe No. 023 S.S. O.T.: 27,778
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 25.5^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 6.10 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limo arenosa color café.
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	26.92	39.05	49.70
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	4.0	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.28	1.28	1.28
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.75	1.75	1.75
HUMEDAD (%H)	37.3	37.3	37.3



Atentamente,
Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXO A

**Memoria de cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario caserío
Asunción Chivoc**

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 01

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
				PV	PV			INICIAL	FINAL	LOCAL	ACUM.		ACTUAL	ACUM.	[l/s/hab]	ACTUAL			FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[p/g]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL
1	INICIAL	I	C	1003.637	1004.422	16.090	-4.88%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	1002.237	1001.909	1.40	2.51
2		C	D	1004.422	1003.833	27.740	2.12%	3	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0149	0.0825	0.0875	0.3550	0.3680	0.60	0.62	1001.879	1001.296	2.54	2.54
3		D	E	1003.833	1001.300	22.370	11.32%	1	4	24	71	0.0020	4.3695	4.2814	0.4000	0.6080	6	6.45%	2.876	52.462	0.0076	0.0116	0.0625	0.0775	0.2970	0.3410	0.85	0.98	1001.266	999.900	2.57	1.40
4		E	100	1001.300	999.811	22.330	6.67%	1	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	6.91%	2.976	54.286	0.0074	0.0140	0.0625	0.0850	0.2970	0.3610	0.88	1.07	999.870	998.410	1.43	1.40
5		100	101	999.811	999.719	56.120	0.16%	5	10	60	177	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	1.84%	1.536	28.018	0.0184	0.0526	0.0950	0.1575	0.3880	0.5330	0.60	0.82	997.109	996.099	2.70	3.62
6		101	102	999.719	994.590	57.060	8.99%	0	10	60	177	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	5.15%	2.569	46.862	0.0110	0.0315	0.0750	0.1225	0.3340	0.4560	0.86	1.17	996.069	993.192	3.65	1.40
7	INICIAL	113	112	997.142	997.868	42.440	-1.71%	5	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0247	0.0825	0.1100	0.3550	0.4260	0.60	0.72	995.742	994.835	1.40	3.03
8		112	111	997.868	996.479	53.280	2.61%	5	10	60	177	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	1.84%	1.536	28.018	0.0184	0.0526	0.0950	0.1575	0.3880	0.5330	0.60	0.82	994.805	993.846	3.06	2.63
9		111	110	996.479	996.829	49.350	-0.71%	4	14	64	248	0.0020	4.2635	4.1125	0.7163	2.0398	6	1.40%	1.340	24.443	0.0293	0.0835	0.1200	0.2000	0.4500	0.6150	0.60	0.82	993.816	993.142	2.66	3.69
10		110	109	996.829	996.428	51.180	0.78%	4	18	108	318	0.0020	4.2343	4.0675	0.9146	2.5870	6	1.13%	1.204	21.962	0.0416	0.1178	0.1400	0.2350	0.4950	0.6760	0.60	0.81	993.112	992.548	3.72	3.88
11		109	108	996.428	996.496	41.070	-0.17%	3	21	126	371	0.0020	4.2147	4.0375	1.0621	2.9958	6	1.00%	1.132	20.649	0.0514	0.1451	0.1550	0.2600	0.5280	0.7160	0.60	0.81	992.518	992.119	3.91	4.38
12		108	107	996.496	996.776	47.150	-0.59%	0	21	126	371	0.0020	4.2147	4.0375	1.0621	2.9958	6	1.00%	1.132	20.649	0.0514	0.1451	0.1550	0.2600	0.5280	0.7160	0.60	0.81	992.089	991.629	4.41	5.15
13		107	106	996.776	995.100	31.930	5.25%	1	22	132	389	0.0020	4.2086	4.0279	1.1111	3.1337	6	0.92%	1.086	19.810	0.0561	0.1582	0.1650	0.2700	0.5480	0.7300	0.60	0.79	991.599	991.317	5.18	3.78
14		106	105	995.100	995.051	34.570	0.14%	1	23	138	407	0.0020	4.2026	4.0186	1.1599	3.2711	6	0.89%	1.068	19.482	0.0595	0.1679	0.1700	0.2800	0.5600	0.7470	0.60	0.80	991.287	990.990	3.81	4.06
15		105	104	995.051	994.052	34.000	2.94%	2	25	150	442	0.0020	4.1910	4.0012	1.2573	3.5370	6	0.86%	1.050	19.153	0.0656	0.1847	0.1750	0.3000	0.5680	0.7760	0.60	0.82	990.960	990.678	4.09	3.37
16		104	103	994.052	995.194	59.470	-1.92%	2	27	162	477	0.0020	4.1800	3.9847	1.3543	3.8014	6	0.81%	1.019	18.588	0.0729	0.2045	0.1850	0.3100	0.5870	0.7900	0.60	0.81	990.648	990.176	3.40	5.02
17		103	102	995.194	994.590	28.430	2.12%	0	27	162	477	0.0020	4.1800	3.9847	1.3543	3.8014	6	0.81%	1.019	18.588	0.0729	0.2045	0.1850	0.3100	0.5870	0.7900	0.60	0.81	990.146	989.925	5.05	4.66
18		102	102A	994.590	993.998	30.230	1.96%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	0.62%	0.892	16.271	0.1127	0.3144	0.2300	0.3900	0.6690	0.8910	0.60	0.80	989.895	989.715	4.69	4.28
19		102A	102B	993.998	985.661	39.950	20.87%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	14.00%	4.236	77.270	0.0237	0.0662	0.1075	0.1750	0.4200	0.5680	1.78	2.41	989.685	984.260	4.31	1.40
20		102B	102C	985.661	984.485	23.570	4.99%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	5.12%	2.562	46.734	0.0392	0.1095	0.1375	0.2250	0.4900	0.6590	1.26	1.69	984.230	983.085	1.43	1.40
21	INICIAL	113	114	997.142	995.938	20.230	5.95%	7	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	6.33%	2.849	51.969	0.0077	0.0677	0.0625	0.0625	0.2970	0.2970	0.85	0.85	995.742	994.537	1.40	1.40
22		114	115	995.938	992.782	40.480	7.80%	2	4	24	71	0.0020	4.3695	4.2814	0.4000	0.6080	6	7.96%	3.194	58.262	0.0069	0.0104	0.0625	0.0725	0.2890	0.3270	0.92	1.04	994.507	991.381	1.43	1.40
23		115	116	992.782	990.977	33.890	5.33%	3	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	5.43%	2.538	48.120	0.0083	0.0217	0.0650	0.1025	0.3050	0.4080	0.81	1.08	991.351	989.576	1.43	1.40
24		116	117	990.977	989.651	17.410	7.62%	0	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	7.99%	3.200	58.372	0.0069	0.0179	0.0600	0.0925	0.2890	0.3810	0.93	1.22	989.546	988.250	1.43	1.40
25		117	118	989.651	986.980	29.790	8.97%	4	11	66	195	0.0020	4.2888	4.1520	0.5661	1.6193	6	9.24%	3.442	62.786	0.0090	0.0258	0.0675	0.1125	0.3120	0.4320	1.07	1.49	988.220	985.579	1.43	1.40
26		118	119	986.980	985.450	17.530	8.73%	1	12	72	212	0.0020	4.2800	4.1387	0.6163	1.7548	6	9.18%	3.430	62.567	0.0099	0.0280	0.0725	0.1175	0.3270	0.4440	1.12	1.52	985.549	984.050	1.43	1.40
27		119	120	985.450	982.484	68.850	4.31%	4	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	4.34%	2.359	43.031	0.0190	0.0538	0.0975	0.1575	0.3930	0.5330	0.93	1.26	984.020	981.084	1.43	1.40
28		120	121	982.484	981.425	17.440	6.07%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	6.33%	2.849	51.969	0.0157	0.0445	0.0875	0.1450	0.3680	0.5070	1.05	1.44	981.054	980.026	1.43	1.40
29		121	122	981.425	981.179	41.650	0.59%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	1.24%	1.261	23.002	0.0355	0.1006	0.1300	0.2150	0.4730	0.6440	0.60	0.81	979.996	979.494	1.43	1.68
30		122	122A	981.179	975.422	60.000	9.59%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	9.26%	3.445	62.841	0.0130	0.0368	0.0800	0.1325	0.3480	0.4790	1.20	1.65	979.464	974.019	1.71	1.40
31		122A	123	975.422	971.464	41.610	9.51%	4	20	120	354	0.0020	4.2211	4.0468	1.0131	2.8651	6	9.71%	3.528	64.355	0.0157	0.0445	0.0900	0.1450	0.3750	0.5070	1.32	1.79	973.989	970.065	1.43	1.40
32		123	124	971.464	967.376	36.120	11.32%	2	22	132	389	0.0020	4.2086	4.0279	1.1111	3.1337	6	11.62%	3.860	70.411	0.0158	0.0445	0.0900	0.1450	0.3750	0.5070	1.45	1.96	970.035	965.978	1.43	1.40
33		124	125	967.376	965.706	26.270	6.36%	2	24	144	424	0.0020	4.1967	4.0100	1.2087	3.4005	6	6.55%	2.898	52.863	0.0229	0.0643	0.1050	0.1750	0.4140	0.5680	1.20	1.65	965.948	964.306	1.43	1.40
34		125	126																													

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 01

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}		FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
53		140	141	925.413	915.084	28.940	26.53%	1	47	282	830	0.0020	4.0898	3.8507	2.3066	6.3922	6	12.79%	4.049	73.859	0.0312	0.0865	0.1225	0.2000	0.4560	0.6150	1.85	2.49	918.513	913.686	6.90	1.40	
54	INICIAL	141C	141B	937.440	915.896	93.520	23.04%	4	4	24	71	0.0020	4.3695	4.2814	0.4000	0.6080	6	23.34%	5.470	99.779	0.0040	0.0061	0.0475	0.0575	0.2480	0.2810	1.36	1.54	936.040	914.493	1.40	1.40	
55		141B	141A	915.896	916.307	44.660	-0.92%	1	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0247	0.0825	0.1100	0.3550	0.4260	0.60	0.72	914.463	913.506	1.43	2.80	
56		141A	141	916.307	915.084	19.040	6.42%	1	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0293	0.0825	0.1200	0.3550	0.4500	0.60	0.76	913.476	913.084	2.83	2.00	
57		141	142	915.084	905.242	49.140	20.03%	0	53	318	936	0.0020	4.0675	3.8183	2.5870	7.1479	6	11.41%	3.825	69.773	0.0371	0.1024	0.1325	0.2200	0.4790	0.6510	1.83	2.49	909.313	903.843	5.77	1.40	
58		142	143	905.242	898.229	75.950	9.23%	0	53	318	936	0.0020	4.0675	3.8183	2.5870	7.1479	6	9.34%	3.460	63.115	0.0410	0.1133	0.1400	0.2300	0.4950	0.6690	1.71	2.32	903.813	896.831	1.43	1.40	
59		143	144	898.229	899.313	59.600	-1.82%	0	53	318	936	0.0020	4.0675	3.8183	2.5870	7.1479	6	0.48%	0.784	14.301	0.1809	0.4998	0.2900	0.5000	0.7610	1.0000	0.60	0.78	896.801	896.521	1.43	2.79	
60	INICIAL	148	147	914.270	909.820	82.940	5.37%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	5.44%	2.641	48.175	0.0083	0.0083	0.0650	0.0650	0.3050	0.3050	0.81	0.81	912.870	908.423	1.40	1.40	
61		147	146	909.820	904.512	38.860	13.66%	0	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	14.02%	4.239	77.324	0.0052	0.0052	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.12	1.12	908.393	903.113	1.43	1.40	
62	INICIAL	146A	146	906.132	904.512	36.810	4.40%	3	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	4.55%	2.415	44.052	0.0091	0.0104	0.0675	0.0725	0.3120	0.3270	0.75	0.79	904.732	903.112	1.40	1.40	
63		146	145	904.512	900.119	60.220	7.29%	1	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	7.39%	3.078	56.146	0.0071	0.0160	0.0625	0.0900	0.2970	0.3750	0.91	1.15	903.083	898.722	1.43	1.40	
64		145	144	900.119	899.313	28.220	2.86%	0	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	2.88%	1.921	35.041	0.0114	0.0256	0.0775	0.1125	0.3410	0.4320	0.66	0.83	898.692	897.914	1.43	1.40	
65		144	144A	899.313	896.505	49.840	5.63%	1	60	360	1060	0.0020	4.0435	3.7835	2.9113	8.0211	6	2.84%	1.908	34.804	0.0836	0.2305	0.2000	0.3300	0.6150	0.8170	1.17	1.56	896.491	895.110	2.82	1.40	
66		144A	144B	896.505	896.088	36.580	1.14%	3	63	378	1113	0.0020	4.0337	3.7695	3.0495	8.3910	6	1.10%	1.187	21.652	0.1408	0.3875	0.2600	0.4400	0.7160	0.9430	0.85	1.12	895.080	894.691	1.43	1.40	
67		144B	144B-1	896.088	894.801	58.670	2.19%	0	63	378	1113	0.0020	4.0337	3.7695	3.0495	8.3910	6	2.19%	1.676	30.572	0.0997	0.2745	0.2150	0.3600	0.6440	0.8560	1.08	1.44	894.661	893.402	1.43	1.40	
68		144B-1	144B-2	894.801	893.800	14.490	6.91%	0	63	378	1113	0.0020	4.0337	3.7695	3.0495	8.3910	6	7.29%	3.057	55.763	0.0547	0.1505	0.1600	0.2700	0.5380	0.7300	1.65	2.23	893.372	892.403	1.43	1.40	
69		144B-2	144B-3	893.800	892.559	60.230	2.06%	0	63	378	1113	0.0020	4.0337	3.7695	3.0495	8.3910	6	2.05%	1.621	29.569	0.1031	0.2838	0.2200	0.3700	0.6510	0.8680	1.06	1.41	892.373	891.163	1.43	1.40	
70	INICIAL	148	149	914.270	904.478	48.730	20.09%	1	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	20.60%	5.139	93.742	0.0043	0.0043	0.0475	0.0475	0.2480	0.2480	1.27	1.27	912.870	903.079	1.40	1.40	
71		149	150	904.478	896.064	43.670	19.27%	0	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	19.74%	5.030	91.753	0.0044	0.0044	0.0500	0.0500	0.2560	0.2560	1.29	1.29	903.049	894.665	1.43	1.40	
72		150	151	896.064	893.578	28.330	8.78%	0	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	9.06%	3.408	62.166	0.0064	0.0064	0.0575	0.0575	0.2810	0.2810	0.96	0.96	894.635	892.177	1.43	1.40	
73		151	152	893.578	892.334	75.180	1.65%	0	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	2.30%	1.717	31.320	0.0128	0.0128	0.0800	0.0800	0.3480	0.3480	0.50	0.60	892.147	890.446	1.43	1.89	
74		152	153	892.334	886.871	36.510	14.96%	0	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	14.00%	4.236	77.270	0.0052	0.0052	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.12	1.12	890.416	885.472	1.92	1.40	
75		153	154	886.871	878.912	31.110	25.58%	1	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	26.51%	5.830	106.346	0.0038	0.0038	0.0450	0.0450	0.2390	0.2390	1.39	1.39	885.442	877.513	1.43	1.40	
76		154	155	878.912	875.636	32.320	10.14%	0	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	10.43%	3.657	66.708	0.0060	0.0060	0.0575	0.0575	0.2810	0.2810	1.03	1.03	877.483	874.237	1.43	1.40	
77		155	156	875.636	871.955	18.300	20.11%	0	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	21.36%	5.233	95.456	0.0042	0.0042	0.0475	0.0475	0.2480	0.2480	1.30	1.30	874.207	870.555	1.43	1.40	
78		156	157	871.955	866.832	25.660	19.96%	0	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	20.82%	5.166	94.234	0.0042	0.0042	0.0475	0.0475	0.2480	0.2480	1.28	1.28	870.525	865.432	1.43	1.40	
79		157	158	866.832	857.229	51.570	18.62%	1	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	19.01%	4.937	90.057	0.0044	0.0051	0.0500	0.0525	0.2560	0.2640	1.26	1.30	865.402	855.827	1.43	1.40	
80		158	159	857.229	845.639	72.990	15.88%	2	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	16.10%	4.543	82.870	0.0048	0.0091	0.0525	0.0700	0.2640	0.3200	1.20	1.45	855.797	844.239	1.43	1.40	
81		159	160	845.639	839.333	51.190	12.32%	2	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	12.55%	4.011	73.165	0.0055	0.0143	0.0550	0.0850	0.2730	0.3610	1.10	1.45	844.209	837.935	1.43	1.40	
82		160	161	839.333	836.019	27.610	12.00%	1	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	12.44%	3.993	72.837	0.0057	0.0164	0.0550	0.0900	0.2730	0.3750	1.09	1.50	837.905	834.620	1.43	1.40	
83		161	162	836.019	826.534	47.770	19.86%	0	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	20.30%	5.101	93.048	0.0045	0.0128	0.0500	0.0800	0.2560	0.3480	1.31	1.78	834.590	825.136	1.43	1.40	
84		162	163	826.534	823.256	22.820	14.36%	0	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	15.03%	4.389	80.061	0.0052	0.0149	0.0525	0.0875	0.2640	0.3680	1.16	1.62	825.106	821.856	1.43	1.40	
85		163	164	823.256	823.917	24.140	-2.74%	0	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	2.20%	1.679	30.627	0.0135	0.0389	0.0825	0.1350	0.3550	0.4840	0.60	0.81	821.826	821.322	1.43	2.60	
86		164	165	823.917	824.085	84.090	-0.20%	0	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	2.20%	1.679	30.627	0.0135	0.0389	0.0825										

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 02

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
		PV	PV	INICIAL	FINAL	[m]	[%]	LOCAL	ACUM.	ACTUAL	ACUM.	[l/s/hab]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[plg]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
1	INICIAL	1	200	1003.637	998.302	43.300	12.32%	1	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	12.67%	4.030	73.512	0.0054	0.0054	0.0550	0.0550	0.2730	0.2730	1.10	1.10	1002.237	996.903	1.40	1.40
2		200	201	998.302	994.416	33.500	11.60%	5	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	11.94%	3.912	71.360	0.0056	0.0126	0.0550	0.0800	0.2730	0.3480	1.07	1.36	996.873	993.016	1.43	1.40
3		201	202	994.416	991.103	51.500	6.43%	3	9	54	159	0.0020	4.3078	4.1827	0.4652	1.3301	6	6.53%	2.893	52.772	0.0088	0.0252	0.0675	0.1100	0.3120	0.4260	0.90	1.23	992.986	989.702	1.43	1.40
4		202	203	991.103	989.938	48.410	2.41%	2	11	66	195	0.0020	4.2888	4.1520	0.5661	1.6193	6	2.40%	1.754	31.995	0.0177	0.0506	0.0925	0.1550	0.3810	0.5280	0.67	0.93	989.672	988.539	1.43	1.40
5		203	204	989.938	988.394	46.400	3.33%	5	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	3.35%	2.072	37.796	0.0216	0.0612	0.1025	0.1700	0.4080	0.5600	0.85	1.16	988.509	986.994	1.43	1.40
6		204	205	988.394	985.248	23.050	13.65%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	14.26%	4.276	77.999	0.0105	0.0297	0.0725	0.1200	0.3270	0.4500	1.40	1.92	986.964	983.849	1.43	1.40
7		205	206	985.248	978.956	44.880	14.02%	1	17	102	301	0.0020	4.2412	4.0779	0.8652	2.4549	6	14.34%	4.288	78.218	0.0111	0.0314	0.0750	0.1225	0.3340	0.4560	1.43	1.96	983.819	977.555	1.43	1.40
8		206	207	978.956	974.261	40.210	11.68%	0	17	102	301	0.0020	4.2412	4.0779	0.8652	2.4549	6	11.96%	3.916	71.433	0.0121	0.0344	0.0775	0.1275	0.3410	0.4680	1.34	1.83	977.525	972.859	1.43	1.40
9		207	208	974.261	972.851	41.520	3.40%	2	19	114	336	0.0020	4.2276	4.0570	0.9639	2.7263	6	3.42%	2.094	38.197	0.0252	0.0714	0.1100	0.1850	0.4260	0.5870	0.89	1.23	972.829	971.450	1.43	1.40
10		208	209	972.851	969.250	41.390	8.70%	8	27	162	477	0.0020	4.1800	3.9847	1.3543	3.8014	6	8.88%	3.374	61.546	0.0220	0.0618	0.1025	0.1700	0.4080	0.5600	1.38	1.89	971.420	967.852	1.43	1.40
11		209	210	969.250	967.281	30.760	6.40%	1	28	168	495	0.0020	4.1747	3.9765	1.4027	3.9367	6	6.56%	2.900	52.899	0.0265	0.0744	0.1125	0.1850	0.4320	0.5870	1.25	1.70	967.822	965.882	1.43	1.40
12	INICIAL	210A	210	969.060	967.281	53.560	3.32%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	3.40%	2.088	38.088	0.0105	0.0105	0.0725	0.0725	0.3270	0.3270	0.68	0.68	967.660	965.880	1.40	1.40
13		210	210-1	967.281	966.218	22.810	4.66%	0	28	168	495	0.0020	4.1747	3.9765	1.4027	3.9367	6	4.79%	2.478	45.202	0.0310	0.0871	0.1225	0.2000	0.4560	0.6150	1.13	1.52	965.852	964.817	1.43	1.40
14		210-1	211	966.218	967.884	39.310	-4.24%	0	28	168	495	0.0020	4.1747	3.9765	1.4027	3.9367	6	0.80%	1.013	18.478	0.0759	0.2130	0.1900	0.3200	0.5960	0.8040	0.60	0.81	964.787	964.482	1.43	3.40
15		211	212	967.884	955.595	73.520	16.72%	0	28	168	495	0.0020	4.1747	3.9765	1.4027	3.9367	6	14.18%	4.264	77.780	0.0180	0.0506	0.0950	0.1550	0.3880	0.5280	1.65	2.25	964.452	954.197	3.43	1.40
16	INICIAL	210A	210C	969.060	968.406	15.900	4.11%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	4.45%	2.388	43.560	0.0092	0.0092	0.0700	0.0700	0.3200	0.3200	0.76	0.76	967.660	967.006	1.40	1.40
17		210C	210D	968.406	967.699	29.930	2.36%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	2.36%	1.739	31.721	0.0126	0.0126	0.0800	0.0800	0.3480	0.3480	0.61	0.61	966.976	966.298	1.43	1.40
18		210D	210E	967.699	966.085	47.320	3.41%	2	4	24	71	0.0020	4.3695	4.2814	0.4000	0.6080	6	3.43%	2.097	38.252	0.0105	0.0159	0.0725	0.0900	0.3270	0.3750	0.69	0.79	966.268	964.686	1.43	1.40
19		210E	210F	966.085	966.987	14.600	-6.18%	1	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0247	0.0825	0.1100	0.3550	0.4260	0.60	0.72	964.656	964.361	1.43	2.63
20		210F	210G	966.987	967.035	20.840	-0.23%	1	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0293	0.0825	0.1200	0.3550	0.4590	0.60	0.76	964.331	963.899	2.66	3.14
21		210G	210H	967.035	964.174	13.300	21.51%	0	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	22.04%	3.406	62.130	0.0064	0.0145	0.0575	0.0850	0.2810	0.3610	0.96	1.23	963.869	962.774	3.17	1.40
22		210H	210I	964.174	962.185	10.090	19.71%	0	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	9.05%	5.315	96.952	0.0041	0.0093	0.0475	0.0700	0.2480	0.3200	1.32	1.70	962.744	960.785	1.43	1.40
23		210I	212	962.185	955.595	26.800	24.59%	0	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	25.62%	5.731	104.540	0.0038	0.0086	0.0475	0.0675	0.2480	0.3120	1.42	1.79	960.755	954.196	1.43	1.40
24		212	213	955.595	951.145	28.180	15.79%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	15.80%	4.501	82.104	0.0206	0.0576	0.1000	0.1650	0.4010	0.5480	1.81	2.47	954.007	949.744	1.59	1.40
25		213	214	951.145	945.388	43.330	13.29%	1	35	210	618	0.0020	4.1402	3.9251	1.7389	4.8514	6	13.59%	4.174	76.139	0.0228	0.0637	0.1050	0.1750	0.4140	0.5680	1.73	2.37	949.714	943.989	1.43	1.40
26	INICIAL	214A	214	951.358	945.388	63.390	9.42%	3	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	9.60%	3.508	63.990	0.0063	0.0071	0.0575	0.0625	0.2810	0.2970	0.99	1.04	949.958	943.988	1.40	1.40
27		214	215	945.388	940.921	20.000	22.33%	1	39	234	689	0.0020	4.1224	3.8985	1.9293	5.3721	6	14.59%	4.325	78.893	0.0245	0.0681	0.1100	0.1800	0.4260	0.5770	1.84	2.50	942.264	939.521	3.12	1.40
28		215	216	940.921	936.677	22.010	19.28%	1	40	240	707	0.0020	4.1181	3.8921	1.9767	5.5034	6	14.59%	4.325	78.893	0.0251	0.0698	0.1100	0.1800	0.4260	0.5770	1.84	2.50	938.314	935.278	2.61	1.40
29		216	217	936.677	932.057	40.970	11.28%	1	41	246	724	0.0020	4.1139	3.8861	2.0240	5.6270	6	11.54%	3.846	70.156	0.0288	0.0802	0.1175	0.1950	0.4440	0.6050	1.71	2.33	935.248	930.658	1.43	1.40
30		217	218	932.057	927.631	42.420	10.43%	5	46	276	813	0.0020	4.0937	3.8562	2.2597	6.2701	6	10.67%	3.698	67.456	0.0335	0.0930	0.1275	0.2100	0.4680	0.6330	1.73	2.34	930.628	926.230	1.43	1.40
31		218	219	927.631	925.698	43.280	4.47%	3	49	294	866	0.0020	4.0822	3.8394	2.4003	6.6499	6	4.52%	2.407	43.907	0.0547	0.1515	0.1600	0.2700	0.5380	0.7330	1.30	1.76	926.200	924.298	1.43	1.40
32		219	220	925.698	924.772	51.900	1.78%	3	52	312	919	0.0020	4.0711	3.8234	2.5404	7.0273	6	1.77%	1.506	27.471	0.0925	0.2558	0.2100	0.3500	0.6330	0.8430	0.95	1.27	924.268	923.371	1.43	1.40
33		220	221	924.772	925.271	50.410	-0.99%	2	54	324	954	0.0020	4.0640	3.8131	2.6335	7.2754	6	0.46%	0.768	14.009	0.1880	0.5193	0.3000	0.5200	0.7760	1.0160	0.60	0.78	923.341	923.114	1.43	2.16
34		221	221A	925.271	928.681	66.360	-5.14%	5	59	354	1042	0.0020	4.0468	3.7884	2.8651	7.8950	6	0.43%	0.742	13.535	0.2117	0.5833	0.3200	0.5600	0.8040	1.0490	0.60	0.78	923.084	922.804	2.19	5.88
35		221A	222	928.681	930.666	38.650	-5.14%	1	60	360	1060	0.0020	4.0435	3.7835	2.9113	8.0211	6	0.43%	0.742	13.535	0.2151	0.5926	0.3200	0.5600	0.8040	1.0490	0.60	0.78	922.774	922.613	5.91	8.05
36		222	223	930.666	930.666	39.470	0.00%	2	62	372	1095	0.0020	4.0369	3.7742	3.0035	8.2656	6	0.42%	0.734	13.389	0.2243	0.6173	0.3300	0.5700	0.8170	1.0580	0.60	0.78	922.583	922.422	8.08	8.24
37		223	224	930.666	926.059	62.190	7.41%	3	65	390	1148	0.0020	4.0274	3.7606	3.1413	8.6342	6	0.41%	0.													

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 02

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
		PV	PV	INICIAL	FINAL	[m]	[%]	LOCAL	ACUM.	ACTUAL	ACUM.	[l/s/hab]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[plg]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
50		228G-1	228G-2	896.870	894.550	28.790	8.06%	0	69	414	1219	0.0020	4.0150	3.7429	3.3244	9.1252	6	8.30%	3.262	59.503	0.0559	0.1534	0.1650	0.2700	0.5480	0.7300	1.79	2.38	895.440	893.150	1.43	1.40
51		228G-2	228G-3	894.550	892.130	36.540	6.62%	0	69	414	1219	0.0020	4.0150	3.7429	3.3244	9.1252	6	6.76%	2.944	53.702	0.0619	0.1699	0.1700	0.2800	0.5600	0.7470	1.65	2.20	893.120	890.731	1.43	1.40
52	INICIAL	228	229	917.360	912.577	86.470	5.53%	6	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	5.61%	2.682	48.923	0.0082	0.0184	0.0650	0.0950	0.3050	0.3880	0.82	1.04	915.960	911.176	1.40	1.40
53		229	230	912.577	912.665	21.820	-0.40%	1	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0341	0.0825	0.1275	0.3550	0.4680	0.60	0.79	911.146	910.693	1.43	1.97
54		230	230-1	912.665	913.375	34.980	-2.03%	1	8	48	142	0.0020	4.3183	4.1987	0.4146	1.1924	6	2.20%	1.679	30.627	0.0135	0.0389	0.0825	0.1350	0.3550	0.4840	0.60	0.81	910.663	909.920	2.00	3.46
55		230-1	231	913.375	914.088	16.020	-4.45%	2	10	60	177	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	1.85%	1.540	28.091	0.0184	0.0525	0.0950	0.1575	0.3880	0.5330	0.60	0.82	909.890	909.615	3.49	4.47
56	INICIAL	231D	231C	920.927	920.242	17.370	3.94%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	4.24%	2.331	42.520	0.0094	0.0094	0.0700	0.0700	0.3200	0.3200	0.75	0.75	919.527	918.841	1.40	1.40
57		231C	231B	920.242	919.137	18.800	5.88%	1	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	6.10%	2.796	51.002	0.0078	0.0078	0.0650	0.0650	0.3050	0.3050	0.85	0.85	918.811	917.738	1.43	1.40
58		231B	231A	919.137	914.716	47.010	9.40%	2	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	9.59%	3.506	63.954	0.0063	0.0071	0.0575	0.0625	0.2810	0.2970	0.99	1.04	917.708	913.315	1.43	1.40
59		231A	231	914.716	914.088	14.980	4.19%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	4.33%	2.356	42.976	0.0093	0.0106	0.0700	0.0750	0.3200	0.3340	0.75	0.79	913.285	912.688	1.43	1.40
60		231	232	914.088	913.682	41.990	0.97%	0	13	78	230	0.0020	4.2716	4.1253	0.6664	1.8976	6	1.50%	1.387	25.301	0.0263	0.0750	0.1125	0.1900	0.4320	0.5960	0.60	0.83	909.585	908.974	4.50	4.71
61		232	233	913.682	912.584	49.680	2.21%	0	13	78	230	0.0020	4.2716	4.1253	0.6664	1.8976	6	1.50%	1.387	25.301	0.0263	0.0750	0.1125	0.1900	0.4320	0.5960	0.60	0.83	908.944	908.216	4.74	4.37
62		233	234	912.584	906.398	59.800	10.34%	3	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	5.44%	2.641	48.175	0.0169	0.0480	0.0925	0.1500	0.3810	0.5170	1.01	1.37	908.186	904.998	4.40	1.40
63		234	235	906.398	898.757	71.490	10.69%	6	22	132	389	0.0020	4.2086	4.0279	1.1111	3.1337	6	10.83%	3.726	67.967	0.0163	0.0461	0.0900	0.1475	0.3750	0.5110	1.40	1.90	904.968	897.356	1.43	1.40
64		235	235-1	898.757	898.200	22.310	2.50%	1	23	138	407	0.0020	4.2026	4.0186	1.1599	3.2711	6	2.49%	1.787	32.597	0.0356	0.1003	0.1300	0.2150	0.4730	0.6440	0.85	1.15	897.326	896.800	1.43	1.40
65		235-1	236	898.200	895.844	52.150	4.52%	3	26	156	460	0.0020	4.1855	3.9926	1.3059	3.6732	6	4.57%	2.420	44.144	0.0296	0.0832	0.1200	0.2000	0.4500	0.6150	1.09	1.49	896.770	894.442	1.43	1.40
66		236	237	895.844	893.154	27.860	9.66%	0	26	156	460	0.0020	4.1855	3.9926	1.3059	3.6732	6	9.97%	3.575	65.212	0.0200	0.0563	0.1000	0.1650	0.4010	0.5480	1.43	1.96	894.412	891.754	1.43	1.40
67		237	237-1	893.154	888.018	21.990	23.36%	0	26	156	460	0.0020	4.1855	3.9926	1.3059	3.6732	6	20.29%	5.100	93.030	0.0140	0.0395	0.0850	0.1375	0.3610	0.4900	1.84	2.50	890.836	886.618	2.32	1.40
68		237-1	237-2	888.018	884.621	15.130	22.45%	0	26	156	460	0.0020	4.1855	3.9926	1.3059	3.6732	6	20.29%	5.100	93.030	0.0140	0.0395	0.0850	0.1375	0.3610	0.4900	1.84	2.50	886.047	883.221	1.97	1.40
69		237-2	237A	884.621	878.916	25.390	22.47%	1	27	162	477	0.0020	4.1800	3.9847	1.3543	3.8014	6	19.89%	5.050	92.118	0.0147	0.0413	0.0850	0.1400	0.3610	0.4950	1.82	2.50	882.328	877.517	2.29	1.40
70	INICIAL	237B	237A	876.315	878.916	32.910	-7.90%	7	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0341	0.0825	0.1275	0.3550	0.4680	0.60	0.79	874.915	874.217	1.40	4.70
71		237A	237A-1	878.916	870.220	60.620	14.35%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	-6	9.03%	3.402	62.057	0.0273	0.0762	0.1150	0.1900	0.4390	0.5960	1.49	2.03	874.187	868.822	4.73	1.40
72		237A-1	237A-2	870.220	872.005	30.060	-5.94%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	0.67%	0.927	16.910	0.1000	0.2795	0.2150	0.3700	0.6440	0.8680	0.60	0.81	868.792	868.598	1.43	3.41
73		237A-2	237A-3	872.005	869.597	49.000	4.91%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	0.78%	1.000	18.241	0.0927	0.2591	0.2100	0.3500	0.6330	0.8430	0.63	0.84	868.568	868.196	3.44	1.40
74		237A-3	237A-4	869.597	865.254	34.270	12.67%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	13.04%	4.089	74.588	0.0227	0.0634	0.1050	0.1700	0.4140	0.5600	1.69	2.29	868.166	863.853	1.43	1.40
75		237A-4	237A-5	865.254	864.387	26.010	3.33%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	3.37%	2.078	37.905	0.0446	0.1247	0.1450	0.2400	0.5070	0.6840	1.05	1.42	863.823	862.987	1.43	1.40
76		237A-5	237A-6	864.387	863.362	50.350	2.04%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	2.02%	1.609	29.350	0.0576	0.1610	0.1650	0.2800	0.5480	0.7470	0.88	1.20	862.957	861.964	1.43	1.40
77		237A-6	237A-7	863.362	861.920	12.650	11.40%	0	34	204	601	0.0020	4.1449	3.9318	1.6911	4.7260	6	12.35%	3.979	72.582	0.0233	0.0651	0.1075	0.1750	0.4200	0.5680	1.67	2.26	861.934	860.520	1.43	1.40

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 03

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
				PV	PV			INICIAL	FINAL	[m]	[%]		LOCAL	ACUM.	ACTUAL	ACUM.			[l/s/hab]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	[plg]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL
1	INICIAL	1	300	1003.637	1002.228	73.230	1.92%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	1002.237	1000.652	1.40	1.58
2		300	301	1002.228	1003.055	47.910	-1.73%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	1000.622	999.595	1.61	3.46
3		301	301-1	1003.055	999.665	60.000	5.65%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.28%	1.710	31.192	0.0128	0.0128	0.0800	0.0800	0.3480	0.3480	0.60	0.60	999.565	998.224	3.49	1.44
4		301-1	302	999.665	997.009	46.990	5.65%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	5.65%	2.691	49.087	0.0081	0.0081	0.0650	0.0650	0.3050	0.3050	0.82	0.82	998.194	995.607	1.47	1.40
5		302	303	997.009	997.369	77.240	-0.47%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	995.577	993.904	1.43	3.46
6		303	304	997.369	994.763	25.980	10.03%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	993.874	993.329	3.49	1.43
7		304	305	994.763	992.818	28.400	6.85%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	6.92%	2.978	54.322	0.0074	0.0074	0.0625	0.0625	0.2970	0.2970	0.88	0.88	993.299	991.417	1.46	1.40
8		305	306	992.818	991.858	20.780	4.62%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	4.74%	2.465	44.965	0.0089	0.0089	0.0675	0.0675	0.3120	0.3120	0.77	0.77	991.387	990.459	1.43	1.40
9		306	307	991.858	993.321	53.760	-2.72%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	990.429	989.272	1.43	4.05
10		307	308	993.321	992.898	56.470	0.75%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	989.242	988.026	4.08	4.87
11		308	309	992.898	993.027	68.140	-0.19%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	987.995	986.522	4.90	6.50
12		309	310	993.027	990.879	28.960	7.42%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	986.492	985.881	6.53	5.00
13		310	311	990.879	990.568	12.280	2.53%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	985.851	985.608	5.03	4.96
14		311	312	990.568	983.645	79.780	8.68%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	4.24%	2.331	42.520	0.0094	0.0094	0.0700	0.0700	0.3200	0.3200	0.75	0.75	985.578	982.246	4.99	1.40
15		312	313	983.645	974.586	80.320	11.28%	1	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	11.41%	3.825	69.773	0.0057	0.0065	0.0550	0.0600	0.2730	0.2890	1.04	1.11	982.216	973.188	1.43	1.40
16		313	314	974.586	971.528	18.750	16.31%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	17.27%	4.705	85.825	0.0047	0.0053	0.0500	0.0550	0.2560	0.2730	1.20	1.28	973.158	970.127	1.43	1.40
17		314	315	971.528	969.208	29.690	7.81%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	8.04%	3.210	58.554	0.0068	0.0078	0.0600	0.0650	0.2890	0.3050	0.93	0.98	970.097	967.807	1.43	1.40
18		315	316	969.208	967.285	31.910	6.03%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	6.16%	2.810	51.258	0.0078	0.0089	0.0650	0.0675	0.3050	0.3120	0.86	0.88	967.777	965.885	1.43	1.40
19		316	317	967.285	960.472	54.990	12.39%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	12.61%	4.021	73.348	0.0055	0.0062	0.0550	0.0575	0.2730	0.2810	1.10	1.13	965.855	959.072	1.43	1.40
20		317	318	960.472	959.052	41.060	3.46%	0	3	18	53	0.0020	4.3864	4.3095	0.4000	0.4568	6	3.49%	2.115	38.580	0.0104	0.0118	0.0725	0.0775	0.3270	0.3410	0.69	0.72	959.042	957.651	1.43	1.40
21		318	319	959.052	953.414	44.270	12.74%	3	6	36	106	0.0020	4.3415	4.2366	0.4000	0.8982	6	13.02%	4.085	74.515	0.0054	0.0121	0.0550	0.0775	0.2730	0.3410	1.12	1.39	957.621	952.013	1.43	1.40
22		319	320	953.414	950.188	48.470	6.66%	1	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	6.76%	2.944	53.702	0.0074	0.0195	0.0625	0.0975	0.2970	0.3930	0.87	1.16	951.983	948.788	1.43	1.40
23		320	321	950.188	947.081	16.470	18.86%	0	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	20.15%	5.082	92.702	0.0043	0.0113	0.0500	0.0750	0.2560	0.3340	1.30	1.70	948.758	945.681	1.43	1.40
24		321	322	947.081	940.597	32.080	20.21%	0	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	20.90%	5.176	94.416	0.0042	0.0111	0.0475	0.0750	0.2480	0.3340	1.28	1.73	945.651	939.197	1.43	1.40
25	INICIAL	322A	322	944.154	940.597	41.040	8.67%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	8.93%	3.383	61.710	0.0065	0.0065	0.0600	0.0600	0.2890	0.2890	0.98	0.98	942.754	939.196	1.40	1.40
26	INICIAL	322A	322B	944.154	937.661	53.610	12.11%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	12.39%	3.985	72.691	0.0055	0.0055	0.0550	0.0550	0.2730	0.2730	1.09	1.09	942.754	936.260	1.40	1.40
27		322B	322C	937.661	939.561	41.170	-4.62%	1	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	936.230	935.351	1.43	4.21
28		322C	322D	939.561	937.155	24.680	9.75%	0	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	935.321	934.805	4.24	2.35
29		322D	322E	937.155	924.587	62.230	20.20%	4	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	18.99%	4.934	90.002	0.0044	0.0084	0.0500	0.0675	0.2560	0.3120	1.26	1.54	934.775	923.185	2.38	1.40
30		322E	322F	924.587	920.108	32.500	13.78%	2	7	42	124	0.0020	4.3294	4.2168	0.4000	1.0458	6	14.21%	4.268	77.853	0.0051	0.0134	0.0525	0.0825	0.2640	0.3550	1.13	1.52	923.155	918.707	1.43	1.40
31		322F	322G	920.108	911.246	47.020	18.85%	2	9	54	159	0.0020	4.3078	4.1827	0.4652	1.3301	6	19.27%	4.970	90.659	0.0051	0.0147	0.0525	0.0850	0.2640	0.3610	1.31	1.79	918.677	909.848	1.43	1.40
32	INICIAL	_P	322Q	920.379	920.460	55.480	-0.15%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	918.979	917.785	1.40	2.68
33		322Q	322R	920.460	919.438	19.920	5.13%	1	1	6	18	0.0020	4.4335	4.3864	0.4000	0.4000	6	2.20%	1.679	30.627	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	917.755	917.343	2.71	2.09
34		322R	322S	919.438	916.336	16.270	19.07%	1	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	15.77%	4.496	82.012	0.0049	0.0049	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.19	1.19	917.313	914.936	2.12	1.40
35	INICIAL	322S-1	322S	916.739	916.336	18.410	2.19%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	2.34%	1.732	31.594	0.0127	0.0127	0.0800	0.0800	0.3480	0.3480	0.60	0.60	915.339	914.936	1.40	1.40
36		322S	322T	916.336	910.305	40.720	14.81%	1	5	30	89	0.0020	4.3547	4.2571	0.4000	0.7578	6	15.19%	4.413	80.498	0.0050	0.0094	0.0525	0.0700	0.2640	0.3200	1.17	1.41	914.906	908.903	1.43	1.40
37		322T	322U	910.305	905.024	33.590	15.72%	5	10	60	177	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	16.21%	4.559	83.162	0.0062	0.0177	0.0575	0.0925	0.2							

RESUMEN DISEÑO HIDRÁULICO LOMA 03

No.	ESTADO	DE		A		COTAS DE TERRENO		DH	St	VIVIENDA		POBLACION		f _{qm}	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
		PV	PV	INICIAL	FINAL	[m]	[%]			LOCAL	ACUM.	ACTUAL	ACUM.		[l/s/hab]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL			FUTURO	[plg]	[%]	V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS
49		325	326	925.550	921.408	26.390	15.70%	1	11	66	195	0.0020	4.2888	4.1520	0.5661	1.6193	6	16.32%	4.574	83.435	0.0068	0.0194	0.0600	0.0975	0.2890	0.3930	1.32	1.80	924.119	920.007	1.43	1.40		
50		326	327	921.408	918.479	22.490	13.02%	1	12	72	212	0.0020	4.2800	4.1387	0.6163	1.7548	6	13.61%	4.177	76.193	0.0081	0.0230	0.0650	0.1050	0.3050	0.4140	1.27	1.73	919.977	917.080	1.43	1.40		
51		327	328	918.479	907.640	59.570	18.20%	3	15	90	265	0.0020	4.2558	4.1009	0.7660	2.1735	6	18.52%	4.873	88.889	0.0086	0.0245	0.0675	0.1100	0.3120	0.4260	1.52	2.08	917.050	906.240	1.43	1.40		
52		328	329	907.640	901.995	23.520	24.00%	0	15	90	265	0.0020	4.2558	4.1009	0.7660	2.1735	6	25.16%	5.679	103.592	0.0074	0.0210	0.0625	0.1025	0.2970	0.4080	1.69	2.32	906.210	900.594	1.43	1.40		
53		329	330	901.995	899.129	29.370	9.76%	0	15	90	265	0.0020	4.2558	4.1009	0.7660	2.1735	6	10.06%	3.591	65.504	0.0117	0.0332	0.0775	0.1250	0.3410	0.4630	1.23	1.66	900.564	897.730	1.43	1.40		
54		330	331	899.129	898.363	40.190	1.91%	1	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	1.89%	1.557	28.402	0.0287	0.0815	0.1175	0.1950	0.4440	0.6050	0.69	0.94	897.700	896.963	1.43	1.40		
55		331	332	898.363	894.075	37.740	11.36%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	11.65%	3.865	70.502	0.0116	0.0328	0.0775	0.1250	0.3410	0.4630	1.32	1.79	896.933	892.676	1.43	1.40		
56		332	333	894.075	885.166	42.520	20.95%	3	19	114	336	0.0020	4.2276	4.0570	0.9639	2.7263	6	21.49%	5.249	95.748	0.0101	0.0285	0.0725	0.1175	0.3270	0.4440	1.72	2.33	892.646	883.767	1.43	1.40		
57		333	334	885.166	871.527	60.940	22.38%	3	22	132	389	0.0020	4.2086	4.0279	1.1111	3.1337	6	22.78%	5.404	98.575	0.0113	0.0318	0.0750	0.1225	0.3340	0.4560	1.81	2.46	883.737	870.128	1.43	1.40		
58	INICIAL	339	338	889.552	888.714	17.080	4.91%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	5.28%	2.602	47.464	0.0084	0.0084	0.0675	0.0675	0.3120	0.3120	0.81	0.81	888.152	887.314	1.40	1.40		
59		338	337	888.714	883.565	37.090	13.88%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	14.26%	4.276	77.999	0.0051	0.0051	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.13	1.13	887.284	882.166	1.43	1.40		
60		337	336	883.565	875.937	45.140	16.90%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	17.29%	4.708	85.880	0.0047	0.0047	0.0500	0.0500	0.2560	0.2560	1.21	1.21	882.136	874.538	1.43	1.40		
61		336	335	875.937	872.094	14.770	26.02%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	28.11%	6.003	109.502	0.0037	0.0037	0.0450	0.0450	0.2390	0.2390	1.44	1.44	874.508	870.694	1.43	1.40		
62		335	334	872.094	871.527	15.690	3.61%	2	4	24	71	0.0020	4.3695	4.2814	0.4000	0.6080	6	3.71%	2.181	39.784	0.0101	0.0153	0.0725	0.0875	0.3270	0.3680	0.71	0.80	870.664	870.126	1.43	1.40		
63		334	334-1	871.527	868.315	69.100	4.65%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	4.69%	2.452	44.727	0.0410	0.1144	0.1400	0.2300	0.4950	0.6690	1.21	1.64	870.095	866.911	1.43	1.40		
64		334-1	334-2	868.315	861.873	37.610	17.13%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	15.45%	4.450	81.173	0.0226	0.0630	0.1050	0.1700	0.4140	0.5600	1.84	2.49	866.097	860.472	2.22	1.40		
65		334-2	334-3	861.873	854.458	33.770	21.96%	0	37	222	654	0.0020	4.1312	3.9114	1.8342	5.1161	6	15.45%	4.450	81.173	0.0226	0.0630	0.1050	0.1700	0.4140	0.5600	1.84	2.49	858.089	853.057	3.78	1.40		
66	INICIAL	339	340	889.552	886.455	22.110	14.01%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	14.81%	4.357	79.477	0.0050	0.0050	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.15	1.15	888.152	885.055	1.40	1.40		
67		340	341	886.455	880.203	44.190	14.15%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	14.47%	4.307	78.565	0.0051	0.0051	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.14	1.14	885.025	878.805	1.43	1.40		
68		341	342	880.203	875.904	28.680	14.99%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	15.54%	4.463	81.410	0.0049	0.0049	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.18	1.18	878.775	874.504	1.43	1.40		
69		342	343	875.904	870.797	29.700	17.20%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	17.81%	4.778	87.156	0.0046	0.0046	0.0500	0.0500	0.2560	0.2560	1.22	1.22	874.474	869.398	1.43	1.40		
70		343	344	870.797	859.963	72.040	15.04%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	15.25%	4.422	80.663	0.0050	0.0050	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.17	1.17	869.368	858.565	1.43	1.40		
71		344	345	859.963	854.576	36.780	14.65%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	15.06%	4.394	80.152	0.0050	0.0050	0.0525	0.0525	0.2640	0.2640	1.16	1.16	858.535	853.177	1.43	1.40		
72		345	346	854.576	842.592	32.310	37.09%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	38.43%	7.019	128.035	0.0031	0.0031	0.0425	0.0425	0.2300	0.2300	1.61	1.61	853.147	841.191	1.43	1.40		
73		346	347	842.592	815.340	67.910	40.13%	0	0	0	0	0.0020	4.5000	4.5000	0.4000	0.4000	6	40.81%	7.233	131.939	0.0030	0.0030	0.0425	0.0425	0.2300	0.2300	1.66	1.66	841.161	813.937	1.43	1.40		
74		347	348	815.340	804.636	51.290	20.87%	2	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	21.30%	5.225	95.310	0.0042	0.0042	0.0475	0.0475	0.2480	0.2480	1.30	1.30	813.907	803.238	1.43	1.40		
75		348	349	804.636	802.307	51.070	4.56%	0	2	12	36	0.0020	4.4067	4.3415	0.4000	0.4000	6	4.61%	2.431	44.344	0.0090	0.0090	0.0675	0.0675	0.3120	0.3120	0.76	0.76	803.208	800.909	1.43	1.40		
76	INICIAL	355	354	828.308	824.524	81.390	4.65%	10	10	60	172	0.0020	4.2980	4.1669	0.5158	1.4751	6	4.72%	2.460	44.873	0.0115	0.0329	0.0775	0.1250	0.3410	0.4630	0.84	1.14	826.908	823.123	1.40	1.40		
77		354	353	824.524	820.572	28.630	13.80%	3	13	78	230	0.0020	4.2716	4.1253	0.6664	1.8976	6	14.29%	4.280	78.072	0.0085	0.0243	0.0675	0.1100	0.3120	0.4260	1.34	1.82	823.093	819.173	1.43	1.40		
78		353	352	820.572	810.090	31.180	33.62%	1	14	84	248	0.0020	4.2635	4.1125	0.7163	2.0398	6	33.47%	6.550	119.480	0.0060	0.0171	0.0575	0.0925	0.2810	0.3810	1.84	2.50	818.723	808.689	1.85	1.40		
79		352	351	810.090	809.836	40.160	0.63%	0	14	84	248	0.0020	4.2635	4.1125	0.7163	2.0398	6	1.37%	1.325	24.170	0.0296	0.0844	0.1200	0.2000	0.4500	0.6150	0.60	0.82	808.659	808.125	1.43	1.71		
80		351	350	809.836	805.062	44.760	10.67%	0	14	84	248	0.0020	4.2635	4.1125	0.7163	2.0398	6	10.18%	3.613	65.905	0.0109	0.0310	0.0750	0.1225	0.3340	0.4560	1.21	1.65	808.095	803.661	1.74	1.40		
81		350	349	805.062	802.307	20.910	13.18%	0	14	84	248	0.0020	4.2635	4.1125	0.7163	2.0398	6	13.82%	4.209	76.777	0.0093	0.0266	0.0700	0.1125	0.3200	0.4320	1.35	1.82	803.631	800.907	1.43	1.40		
82		349	349-1	802.307	801.110	28.320	4.23%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	4.30%	2.348	42.830	0.0190	0.0540	0.0975	0.1600	0.3930	0.5380	0.92	1.26	800.877	799.710	1.43	1.40		
83		349-1	349-2	801.110	796.264	34.790	13.93%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	14.34%	4.288	78.218	0.0104	0.0296	0.0725	0.1200	0.3270	0.4500	1.40	1.93	799.680	794.864	1.43	1.40		
84		349-2	349-3	796.264	792.695	28.420	12.56%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6	13.00%	4.082	74.461	0.0110	0.0311	0.0750	0.1225	0.3340	0.4560	1.36	1.86	794.834	791.295	1.43	1.40		
85		349-3	349-4	792.695	792.524	16.140	1.06%	0	16	96	283	0.0020	4.2484	4.0892	0.8157	2.3145	6</																	

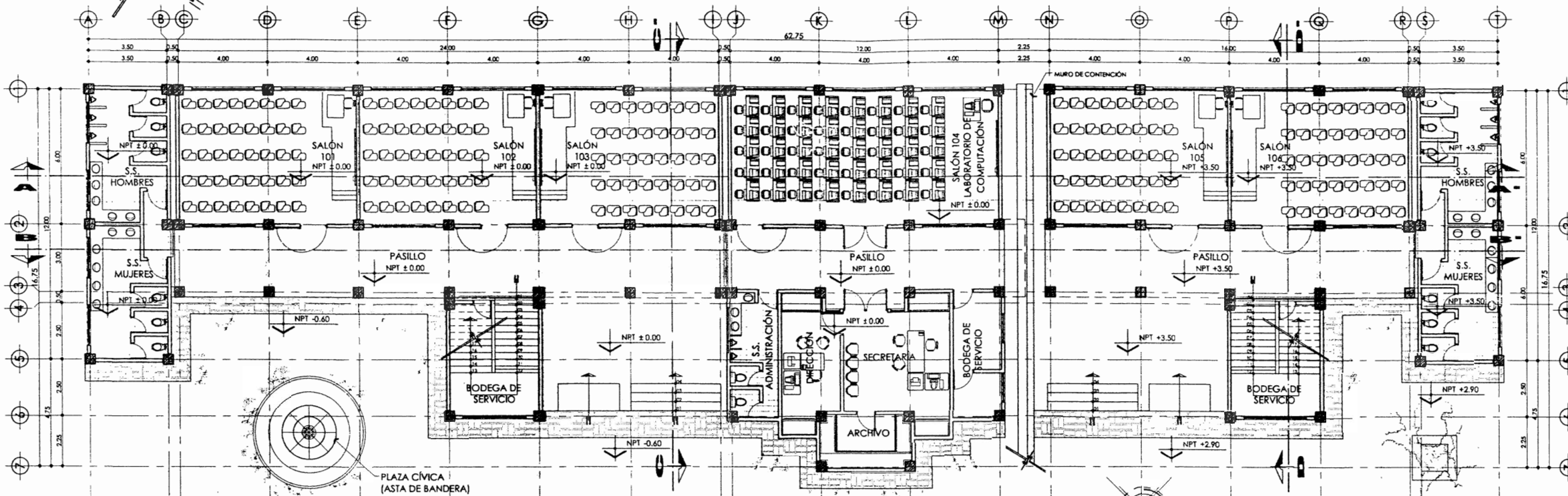
ANEXO B

Planos constructivos alcantarillado sanitario caserío Asunción Chivoc

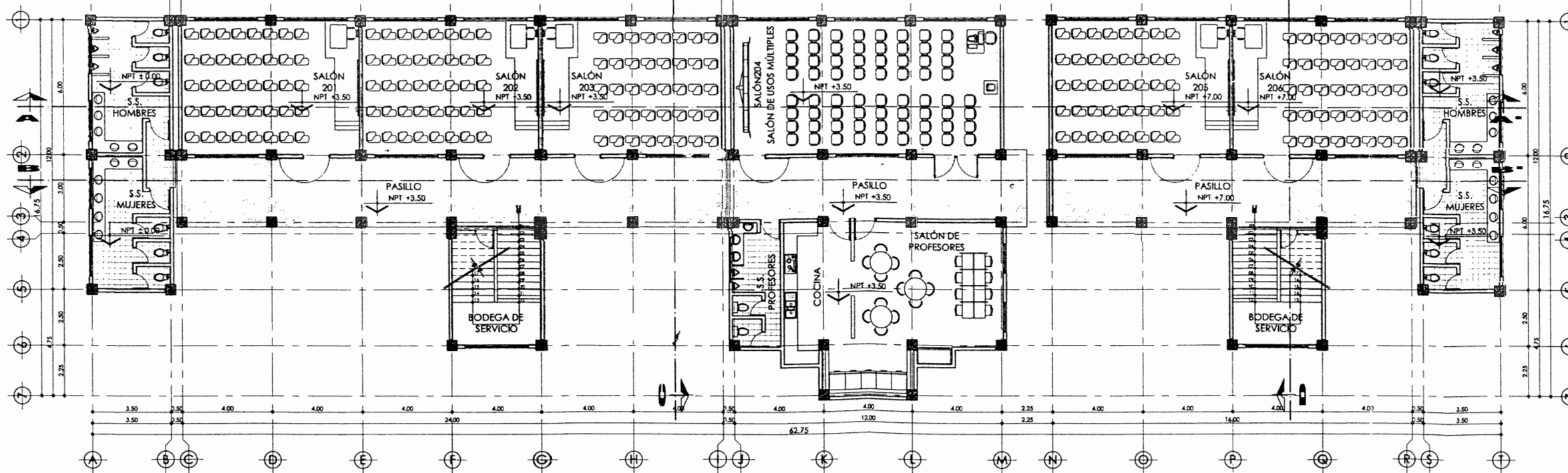
ARQUITECTURA

DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



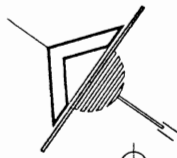
PLANTA PRIMER NIVEL
AMUEBLADO ESCALA HORIZONTAL: 1/100



PLANTA SEGUNDO NIVEL
AMUEBLADO ESCALA HORIZONTAL: 1/100

[Handwritten signature]

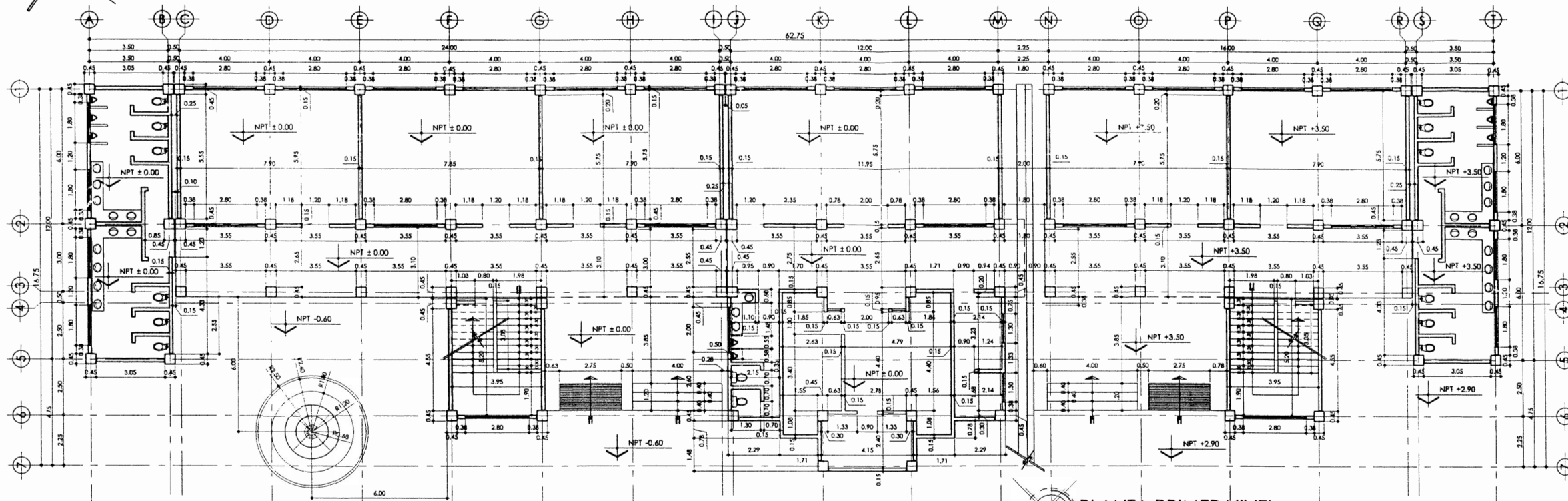
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)	
AUTORIZACIONES UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA ING. ANGL ROBERTO SIC GARCIA DISEÑO SUPERVISOR DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	PROYECTO COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO
INGENIERO A-01 ARQUITECTURA	DISEÑO 01 ARQUITECTURA 16 MEMORIA ENE-2012
PLANTA AMUEBLADA MÓDULOS 1,2,3,4,5	
UNIDAD METROS ESCALA NUMÉRICA	CÁLCULO HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11403
DISEÑO HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11403	



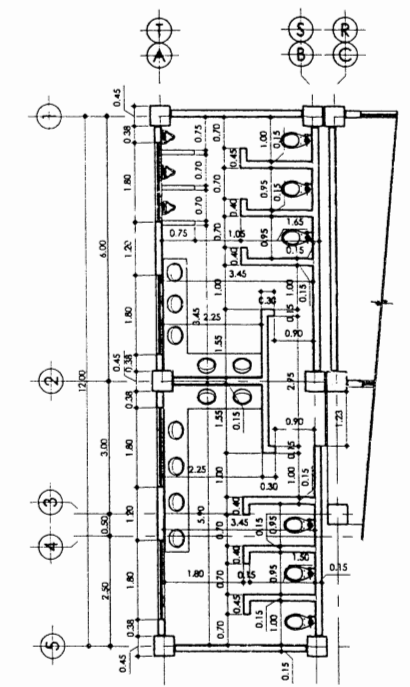
ARQUITECTURA

ACOTADO DE AMBIENTES - MÓDULOS 1,2,3,4,5

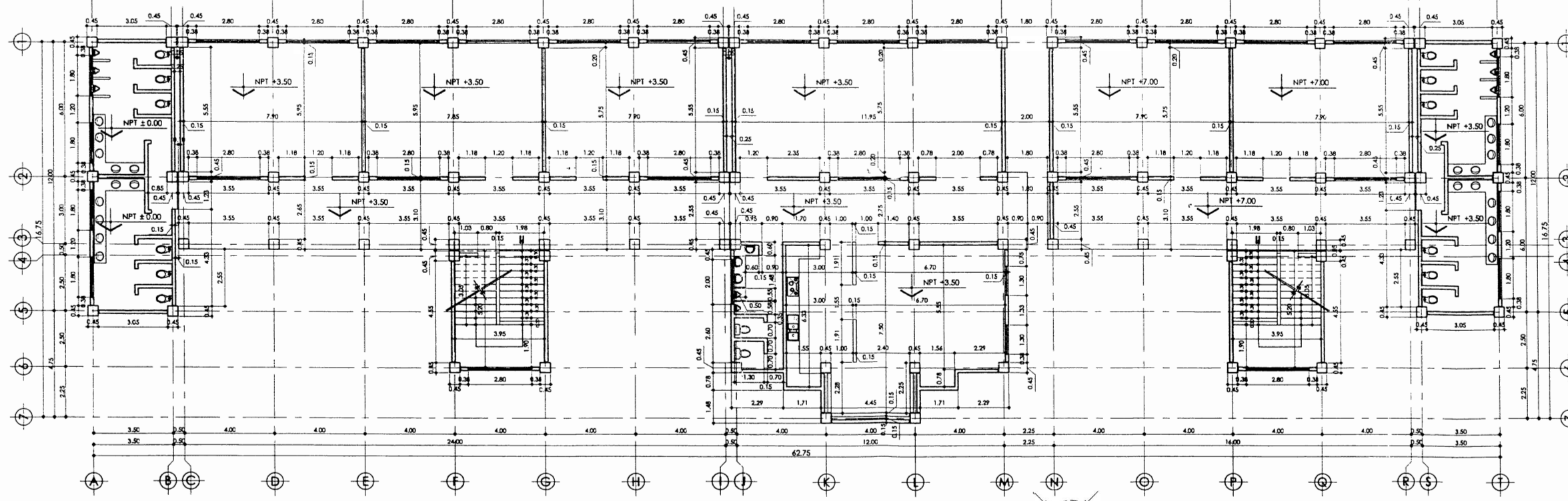
ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUITZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
ACOTADO ESCALA HORIZONTAL: 1/100



DETALLE DE MÓDULO 1 Y 5
SERVICIOS SANITARIOS
ACOTADO ESCALA HORIZONTAL: 1/75



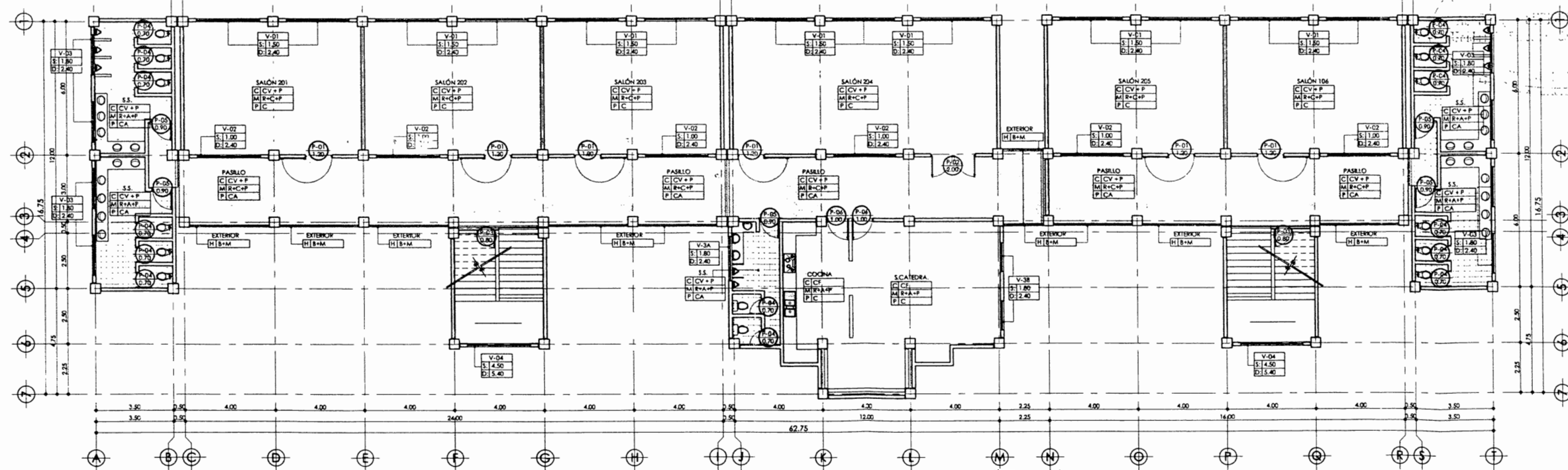
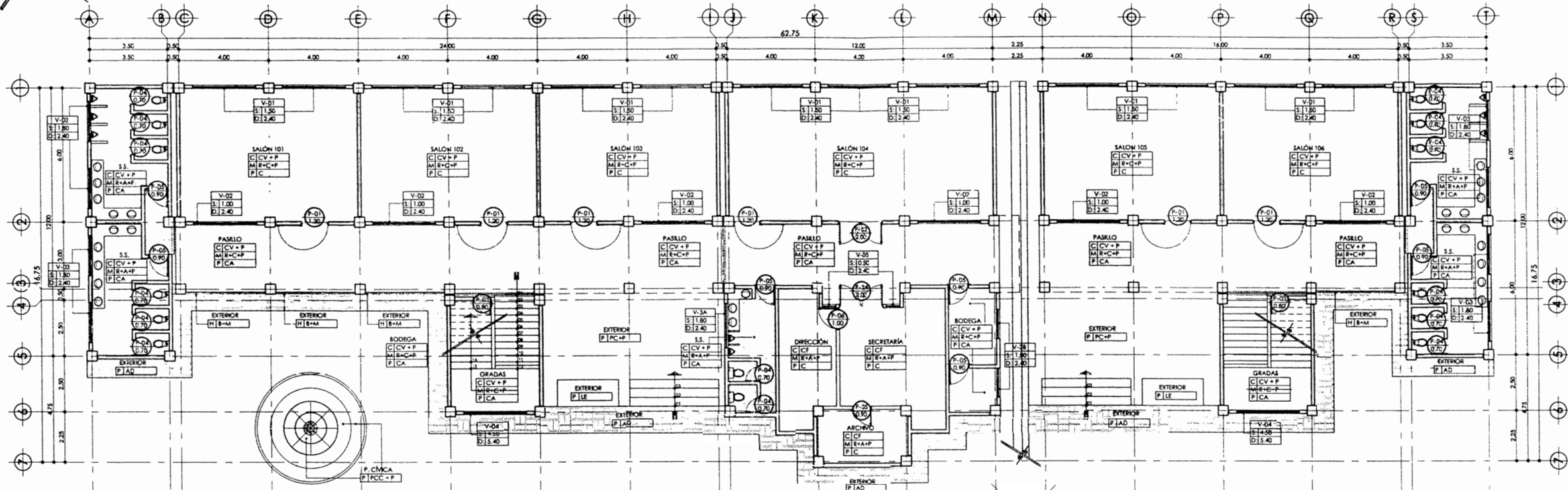
PLANTA SEGUNDO NIVEL
ACOTADO ESCALA HORIZONTAL: 1/100

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)</p>	
<p>AUTORIZACIONES</p> <p>UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO</p>	
<p>ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA</p> <p>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</p>	
<p>ING. LUIS CUSTAN</p> <p>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</p>	
<p>CONTENIDO</p> <p>PLANTA ACOTADA MÓDULOS 1,2,3,4,5</p>	
<p>LABORADO POR: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403</p> <p>DISEÑADO POR: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403</p>	
<p>ESCALA NUMÉRICA</p> <p>ESCALA GRÁFICA</p>	

ARQUITECTURA

ACABADOS - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
ACABADOS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

PLANTA SEGUNDO NIVEL
ACABADOS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

NOTAS GENERALES

- CEILLO FALSO: TIPO REPLICADO DE ESTRUCTURA DE ALUMINIO PLANCHAS DE DUREPOUR CON ACABADO DEBIDO EN OBRA. ALTURA 2.00 m.
- MUROS TABIQUE: EN ÁREAS DE PLANTAS DE 1.50 m DE ANCHO COLOCAR CINTA DE PAPEL DE 2" RESANA CON... ACABADO CON 2 MANOS DE BELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA TIPO LÁTEX. EN ÁREAS DE BAÑO Y COCINA COLOCAR PLANCHA CONTRA HUMEDAD COLOR VERDE VERDE II + 2 MANOS DE BELLADOR + 2 MANOS DE PINTURA ACRICA CONTRA HUMEDAD. ALTURA DE TABIQUE EN MÓDULO DE BAÑO SERÁ 2.00 m Y PARA EL DE LA COCINA SERÁ DE 1.50 m.
- ÁREA EXTERIOR: SALIARES DE VENTANAS BLANQUEADOS. BARRANDOS EN PASILLOS DE HIERRO CON 2 MANOS DE ANTIOROSIVO + 2 MANOS DE PINTURA DE ACRILE MATE. LA CERRAJERÍA Y MUROS EXTERIORES CON ACABADO DE ENBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX.

SIMBOLOGIA

V-01	TIPO DE VENTANA
S-1.00	SILLAR DE VENTANA
D-1.20	DIPTERIO DE VENTANA
P-01	PUERTA TIPO
A-01	ANCHO DEL VAND
AMBIENTE	AMBIENTE AL QUE SE HACE REFERENCIA
C-XXX	TIPO DE ACABADO EN CEILLO
M-XXX	TIPO DE ACABADO EN MURO
P-XXX	TIPO DE ACABADO EN PISO
H-1	TIPO DE ACABADO EN HERRERIA
C-1	CONCRETO VIEJO RESANADO + PINTURA
C-2	CEILLO FALSO REPLICADO DE 2" x 4"
M-1	ENBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX
M-2	ENBASTIADO + REPELLO + ALBADO DE CEMENTO GRIS + PINTURA TIPO LÁTEX
P-1	PISO CERÁMICO NACIONAL
P-2	PISO CERÁMICO ANTIESTRÉS
P-3	PISO DE CONCRETO PULIDO + PINTURA
P-4	ADOQUÍN DE COLORES
H-1	BARRANDA DE METAL
M-1	MURO DE BLOQUE DE C. 14x10x19x39 m
M-2	MURO DE BLOQUE DE C. 14x10x19x39 m EN ADOSADO 1 RECTANGULAR H=1.50 m H=1.50
P-1	PLANCHAS DE ANCHO 50x50

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	CANT.	MATERIAL	TIPO	OBSERVACIONES
V-01	2.80	0.90	1.50	24.00	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	EXTERIOR PASILLOS
V-02	2.80	1.40	1.20	33.60	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	EXTERIOR PASILLOS
V-03	1.80	0.60	1.80	3.24	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	SERVICIOS SANITARIOS
V-04	2.00	0.60	1.80	3.60	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	SERVICIOS SANITARIOS
V-05	1.30	0.60	1.80	2.34	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	SERVICIOS SANITARIOS
V-06	2.80	0.90	4.50	12.60	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	EXTERIOR PASILLOS
V-07	0.43	1.90	0.50	0.43	ASBASTIADO + REPELLO + CEMENTO VERTICAL + PINTURA TIPO LÁTEX	DIRECCIÓN

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	CANT.	MATERIAL	TIPO	OBSERVACIONES
P-01	1.20	2.10	2.40	25.92	METAL	SALONES DE CLASE
P-02	2.00	2.10	2.00	8.40	METAL	SALONES DE CLASE
P-03	2.00	2.10	1.00	4.20	METAL	PRINCIPAL DIRECCIÓN
P-04	0.80	2.10	4.00	6.72	METAL	SERVICIOS SANITARIOS
P-05	0.70	2.10	28.00	30.24	METAL	SERVICIOS SANITARIOS
P-06	0.90	2.10	13.00	25.38	METAL	SERVICIOS SANITARIOS
P-07	1.00	2.10	3.00	6.30	ALUMINIO	ADMINISTRACIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO

ING. LUIS CUYÁN
DISEÑADOR S.R.L.

CONTENIDO
PLANTA ACABADOS MÓDULOS 1,2,3,4,5

UNIDAD: CÁLCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03
DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03

ESCALA NUMÉRICA: ESCALA GRÁFICA

HOJA: A-03
ARQUITECTURA: 03
FECHA: 16
PROYECTO: 16

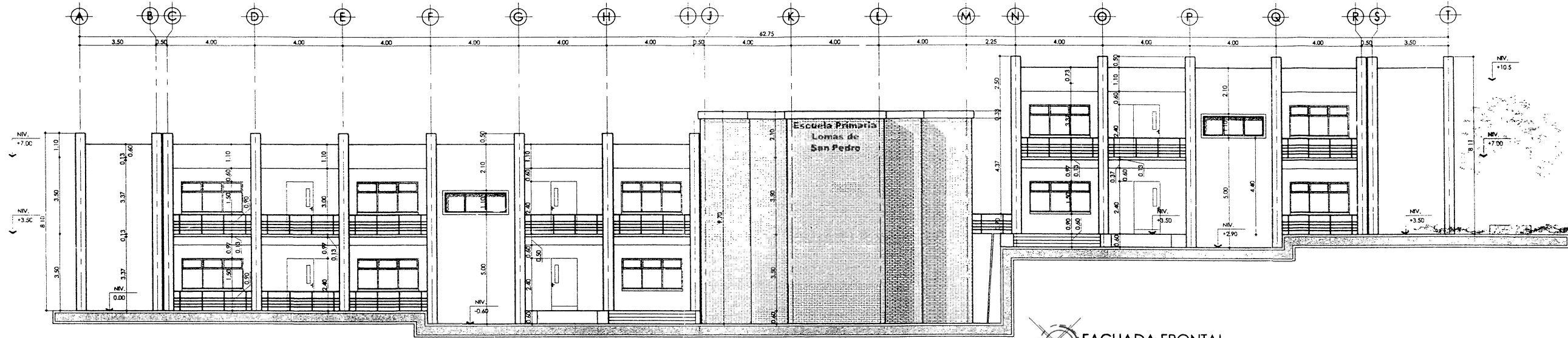
ENCUENTRO: 03
DISEÑO: 16

ENCUENTRO: 03
DISEÑO: 16

ARQUITECTURA

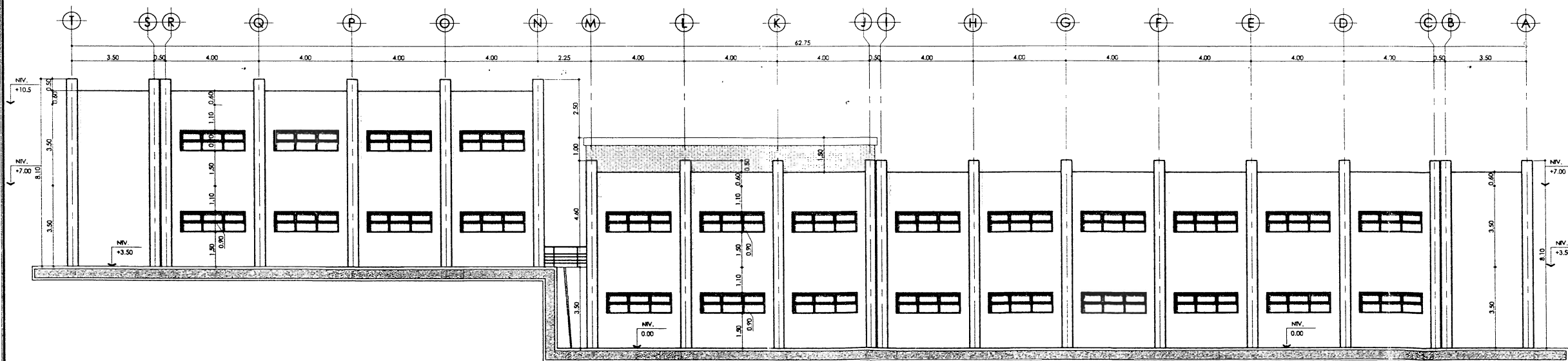
DETALLE DE FACHADAS PRINCIPALES

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



FACHADA FRONTAL
FACHADA ESCALA HORIZONTAL: 1/100

[Handwritten signature and official stamp]

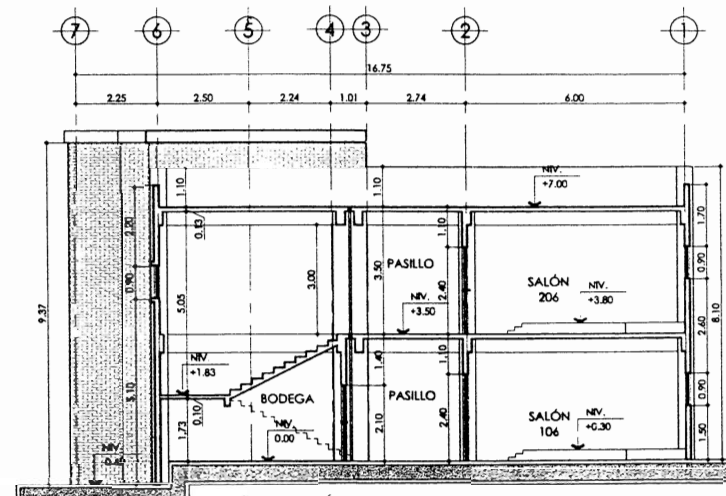
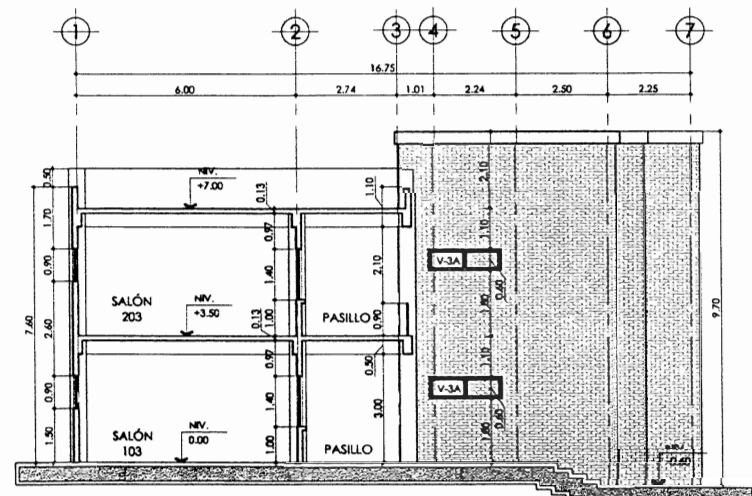
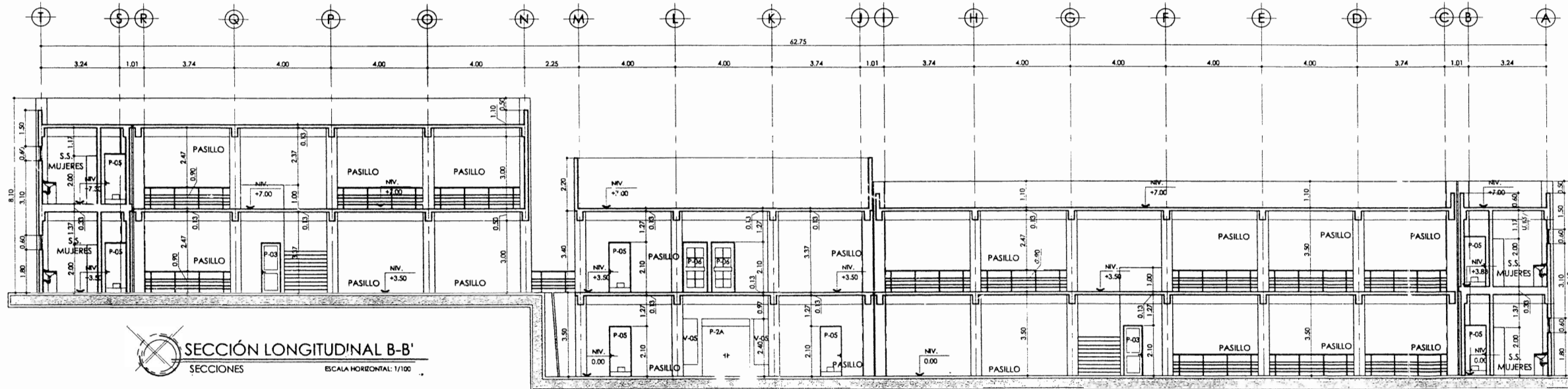
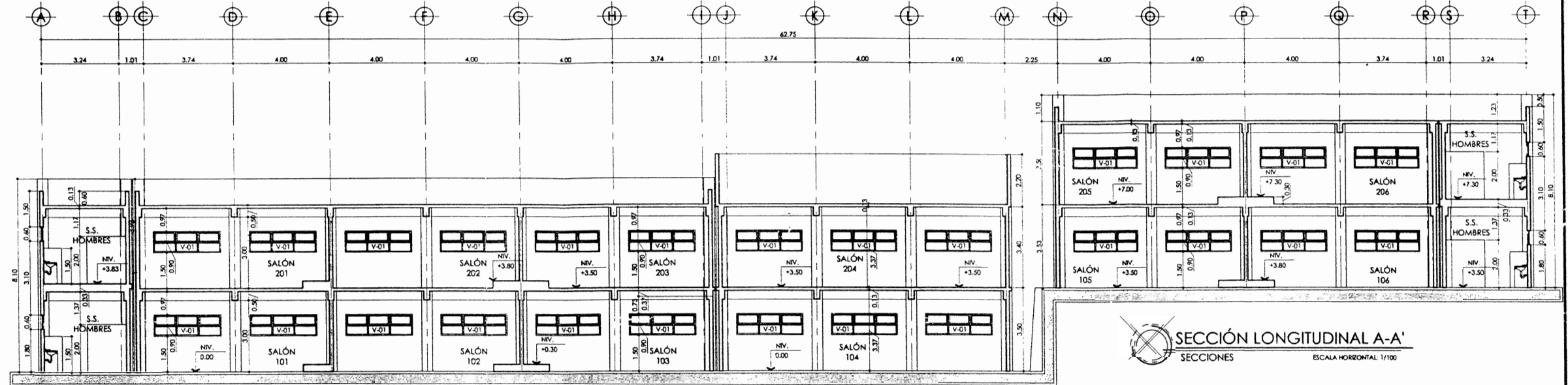


FACHADA POSTERIOR
FACHADA ESCALA HORIZONTAL: 1/100

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)</p>	
<p>AUTORIZACIONES</p> <p>UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA COORDINADOR SUP.</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</p> <p>ING. LUIS ELYÁN COORDINADOR SUP.</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO</p>	
<p>A-04</p> <p>ARQUITECTURA</p> <p>04 16</p> <p>PROYECTO DE FACHADA</p> <p>ENE-2012</p>	
<p>FACHADA FRONTAL + FACHADA POSTERIOR</p>	
<p>UNIDAD METROS</p> <p>ESCALA NUMÉRICA</p>	<p>CALCULO HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03</p> <p>DISEÑO HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03</p> <p>ESCALA GRÁFICA</p>

ARQUITECTURA

DETALLE DE SECCIONES PRINCIPALES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO

ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

ING. LUIS CUSTAN
DISEÑO E.P.S.

A-05
ARQUITECTURA
05
16
PROYECTO
FECHA

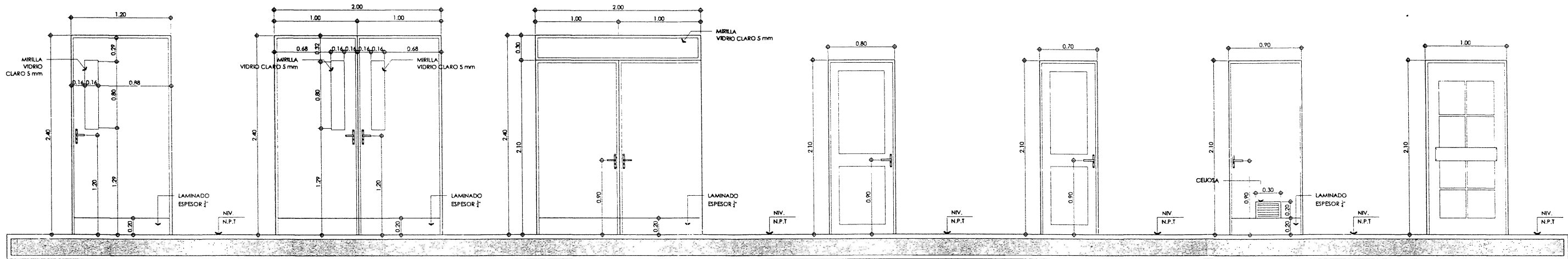
SECCIONES TRANSVERSALES

UNIDAD: CÁLCULO: DISEÑO:
METROS: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403 HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403
ESCALA: NUMÉRICA: ESCALA: GRÁFICA:

ARQUITECTURA

DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUITZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PUERTA TIPO P-01
12 UNIDADES
SALONES DE CLASE
ESCALA 1/25

PUERTA TIPO P-02
2 UNIDADES
SALONES DE CLASE
ESCALA 1/25

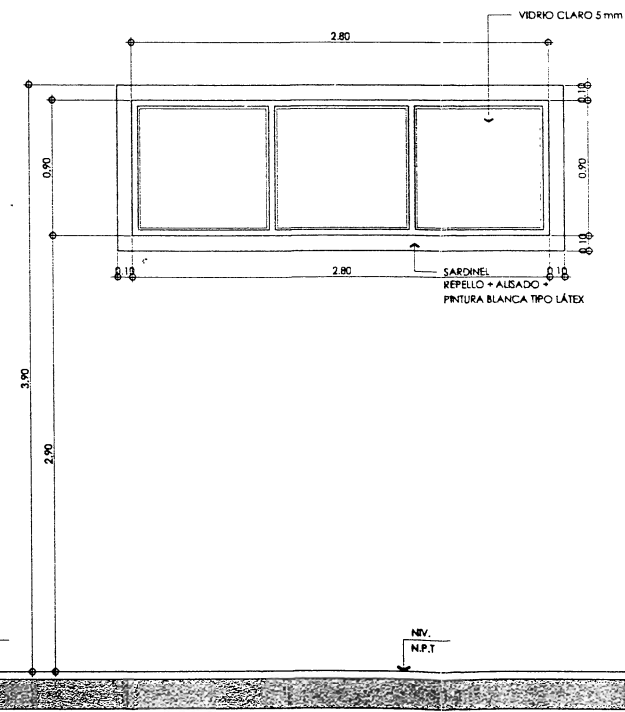
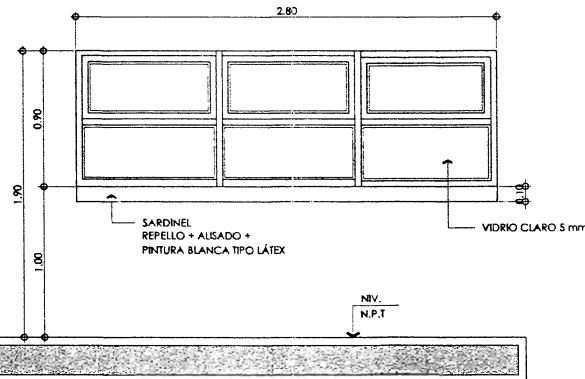
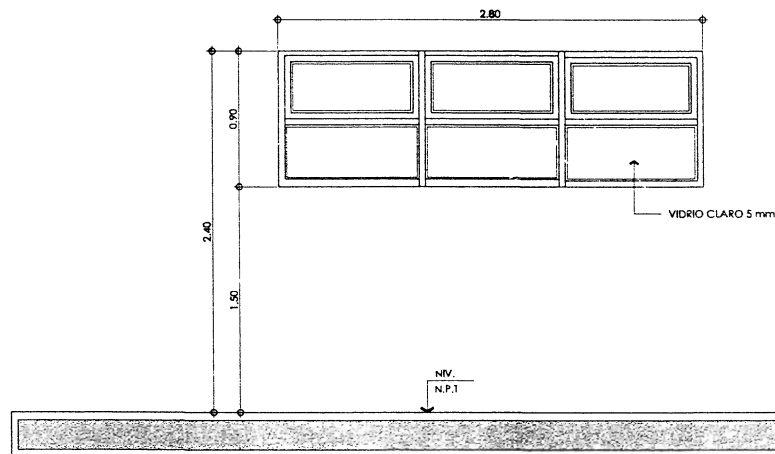
PUERTA TIPO P-2A
1 UNIDAD
DIRECCIÓN ADMON.
ESCALA 1/25

PUERTA TIPO P-03
4 UNIDADES
ÁREA DE SERVICIO
ESCALA 1/25

PUERTA TIPO P-04
28 UNIDADES
SERVICIOS SANITARIOS
ESCALA 1/25

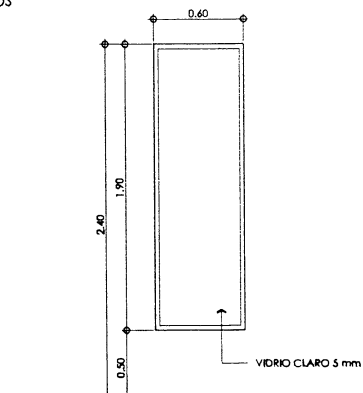
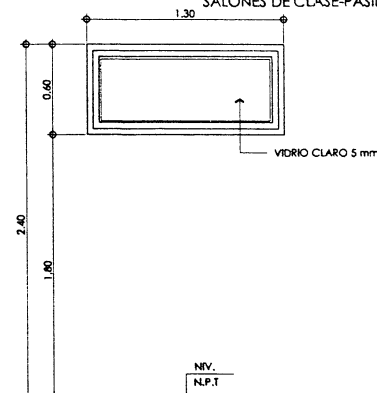
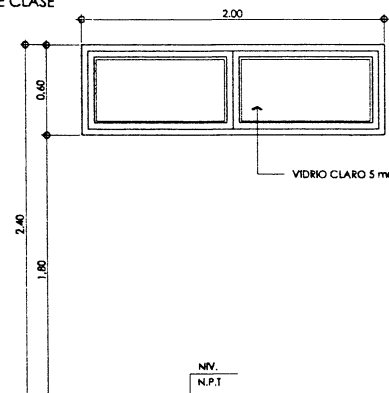
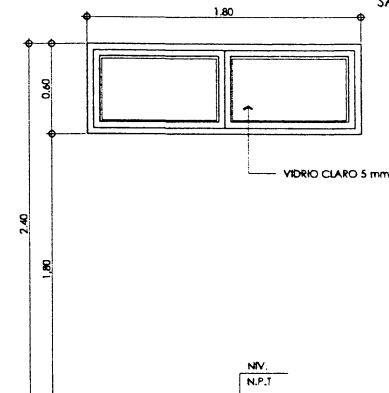
PUERTA TIPO P-05
13 UNIDADES
ÁREA DE SERVICIO
ESCALA 1/25

PUERTA TIPO P-06
3 UNIDADES
ÁREA ADMINISTRATIVA
ESCALA 1/25



VENTANA TIPO V-01
26 UNIDADES
SALONES DE CLASE
ESCALA 1/25

VENTANA TIPO V-02
12 UNIDADES
SALONES DE CLASE-PASILLOS
ESCALA 1/25



VENTANA TIPO V-03
16 UNIDADES
SERVICIOS SANITARIOS
ESCALA 1/25

VENTANA TIPO V-3A
2 UNIDADES
S.S. ADMINISTRACIÓN
ESCALA 1/25

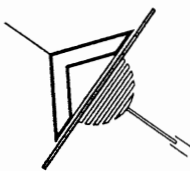
VENTANA TIPO V-3B
4 UNIDADES
BODEGA-ADMON.
ESCALA 1/25

VENTANA TIPO V-05
2 UNIDADES
DIRECCIÓN ADMON.
ESCALA 1/25

VENTANA TIPO V-04
4 UNIDADES
MÓDULO DE GRADAS
ESCALA 1/25

Universidad de San Carlos
ASESORIA SUPERVISADA
Unidad de Prácticas
Facultad de Ingeniería

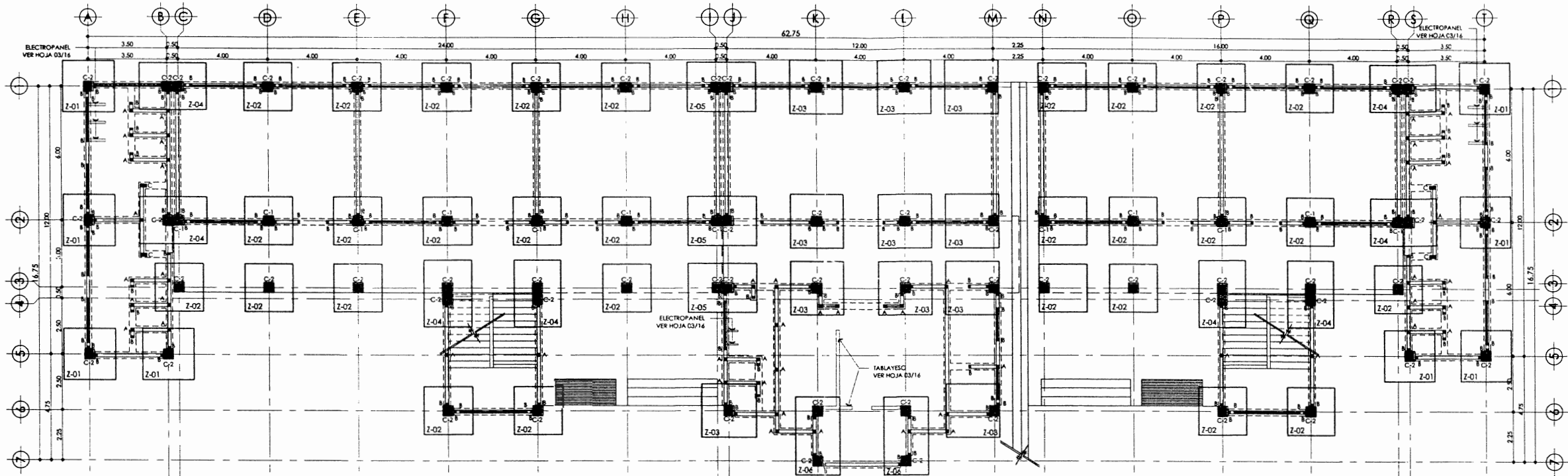
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)</p>	
<p>AUTORIZACIONES</p> <p>UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA</p> <p>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</p>	<p>PROYECTO</p> <p>COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO</p> <p>ING. LUIS CLIVAN</p>
<p>UNIDAD: METROS</p> <p>CALECULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403</p> <p>ESCALA: NUMÉRICA</p>	<p>PROYECTO: 06</p> <p>FECHA: 16</p> <p>ESCALA: GRÁFICA</p> <p>DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11403</p> <p>ESCALA: GRÁFICA</p>
<p>CONTENIDO</p> <p>DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS</p>	



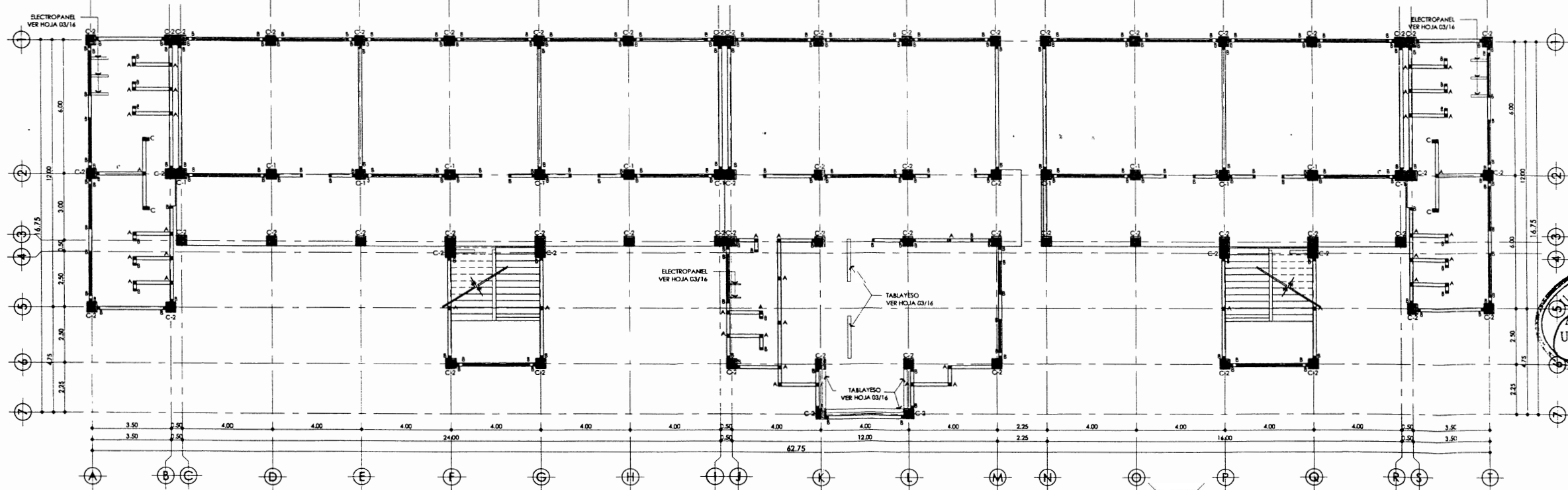
ESTRUCTURAS

CIMENTOS Y COLUMNAS - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



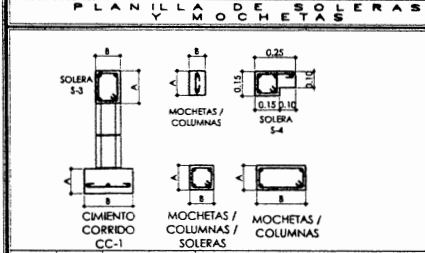
PLANTA PRIMER NIVEL
CIMENTOS Y COLUMNAS
ESCALA: 1/100



PLANTA SEGUNDO NIVEL
COLUMNAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/100

NOTAS GENERALES

- CÓDIGOS DE DISEÑO:**
ACI 318/08 - 208 - DISEÑO DE CONCRETO ARMADO
IBC 17 - VOLUMEN 2 - ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO
- MATERIALES DE DISEÑO:**
CONCRETO REFORZADO
CIMENTOS $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 PSI)
COLUMNAS $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 PSI)
VIGAS Y LOSAS $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 PSI)
ACERO DE REFUERZO
A FLEXIÓN $f_y = 420 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 PSI)
A CORTE $f_y = 420 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 PSI)
- CARGAS Y PESOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL**
CARGAS VIVAS
ALAS/OPCIONES $w = 300 \text{ kg/m}^2$
PABILLOGRADAS $w = 500 \text{ kg/m}^2$
BAÑOS $w = 300 \text{ kg/m}^2$
TECHO (BIM ACCESO) $w = 100 \text{ kg/m}^2$
CARGAS MUERTAS
PAREDES $w = 100 \text{ kg/m}^2$
ACABADOS $w = 25 \text{ kg/m}^2$
IMPERMEABILIZANTE $w = 10 \text{ kg/m}^2$
SOBRECARGA $w = 60 \text{ kg/m}^2$
PISO + MOQUETOS $w = 120 \text{ kg/m}^2$
CIELO FALSO $w = 10 \text{ kg/m}^2$
TANQUES $w = 90 \text{ kg/m}^2$
MUROS 10 x 15 CM (C/1)
RELLENO $w = 200 \text{ kg/m}^2$
MUROS 10 x 10 CM (C/1)
RELLENO $w = 140 \text{ kg/m}^2$
PESOS ESPECÍFICOS
CONCRETO ARMADO $\gamma = 2 400 \text{ kg/m}^3$
ACERO GRABO 60 $\gamma = 7 800 \text{ kg/m}^3$
SUELO (MATERIAL) $\gamma = 1 200 \text{ kg/m}^3$



TIPO	A (m)	B (m)	REFUERZO
-1	0.15	0.14	4-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
-2	0.15	0.09	2-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
-3	0.20	0.14	4-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.15 m
-4	VER DETALLE		5-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
CC-1	0.15	0.30	3-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
A	0.15	0.14	4-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
B	0.14	0.10	2-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
C	0.15	0.30	4-No. 3 + EST. No. 2 @ 0.30 m
D	-	-	1-No. 3 @ 0.60 m + GRABO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO
ASESORIA DE INGENIERIA DE ESTRUCTURAS
ING. LUIS CUYÁN
FECHA: 07/16/2016

PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS MÓDULOS 1,2,3,4,5

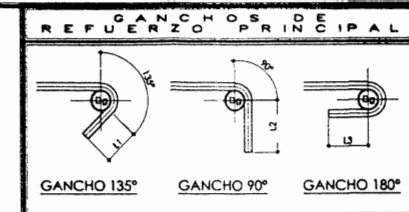
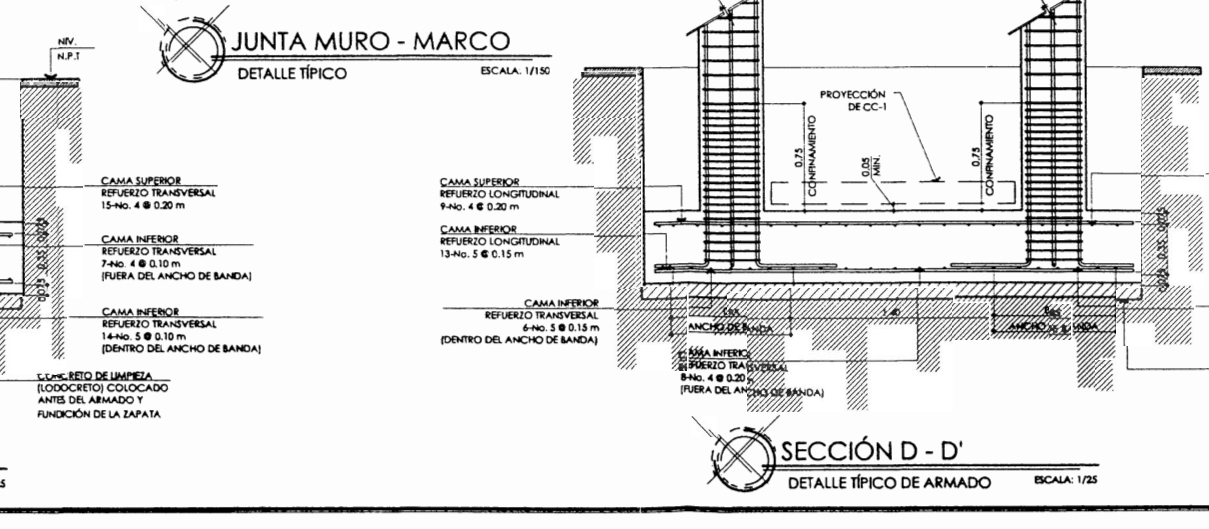
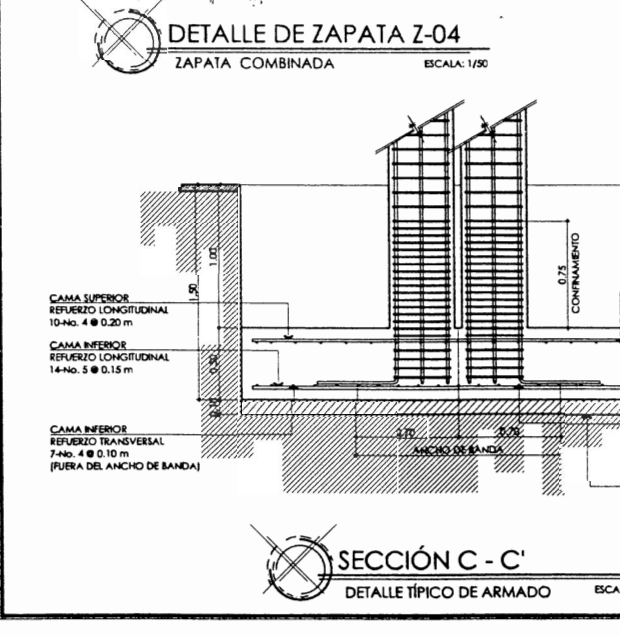
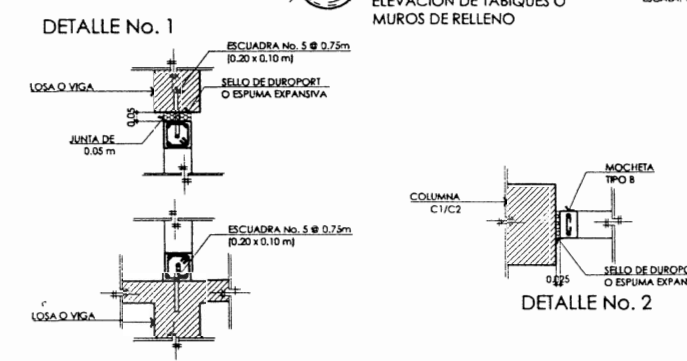
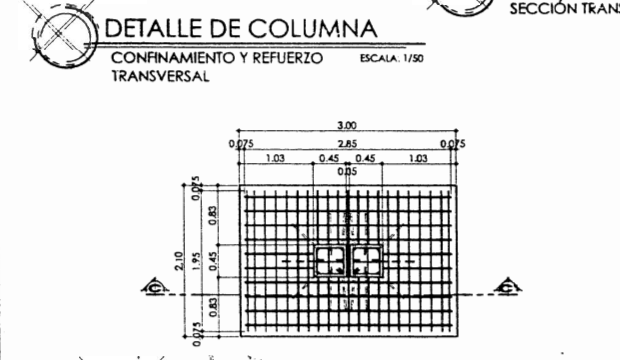
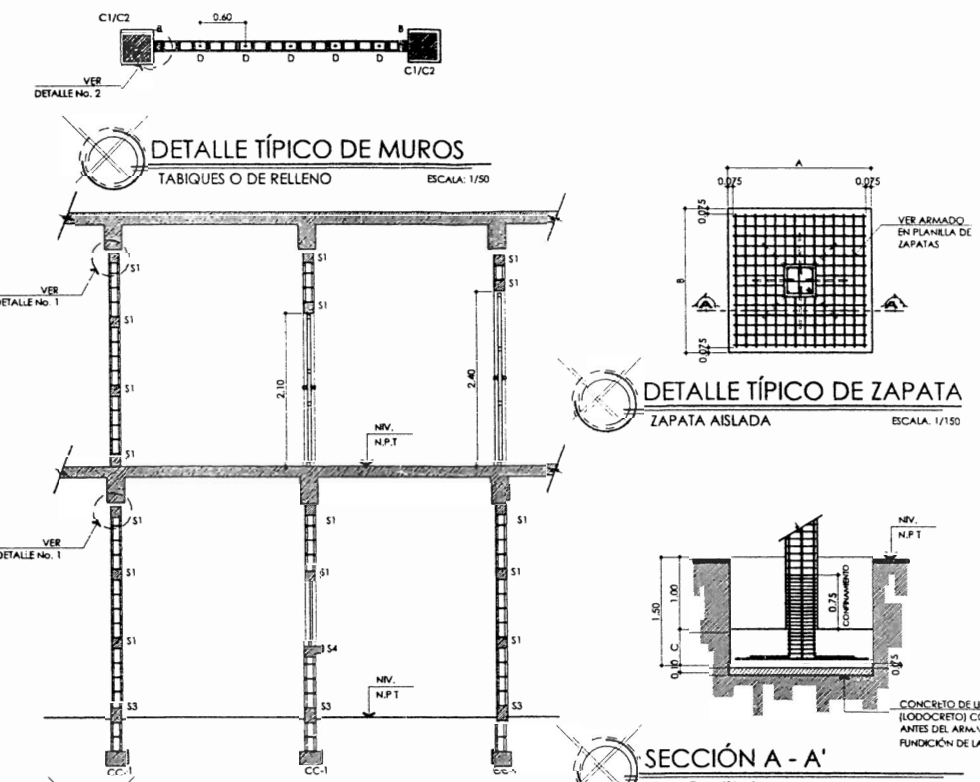
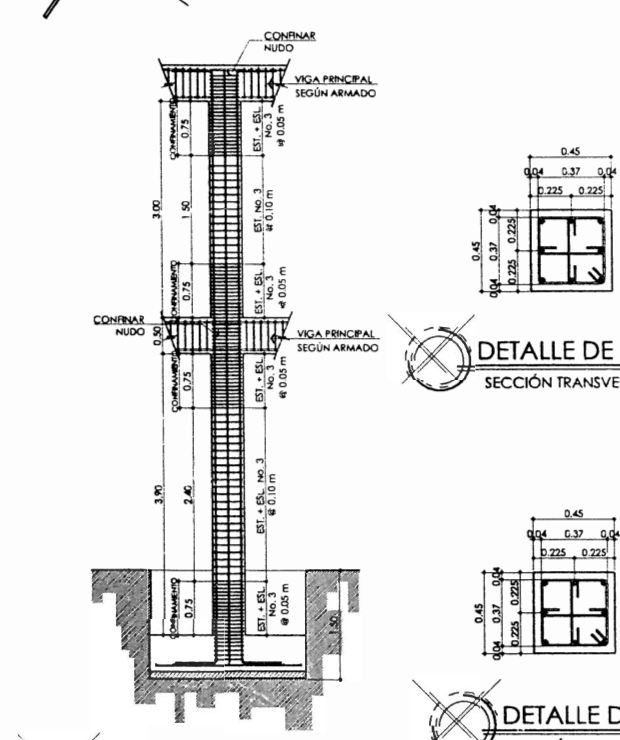
UNIDAD: CÁLCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
METROS: 2006-11-03
ESCALA NUMÉRICA: 2006-11-03

DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
ESCALA GRÁFICA: 2006-11-03

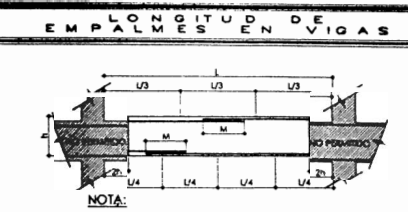
ESTRUCTURAS

DETALLES ESTRUCTURALES DE CIMIENTOS Y COLUMNAS

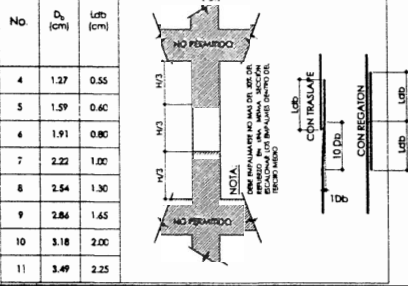
ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



No.	D _h (cm)	A _s (cm ²)	D _h (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)
2	0.64	0.32	4.0	10.0	10.0	10.0
3	0.95	0.71	6.0	10.0	15.0	10.0
4	1.27	1.27	8.0	15.0	20.0	10.0
5	1.59	1.98	10.0	16.0	20.0	10.0
6	1.91	2.85	12.0	-	25.0	10.0
7	2.22	3.88	14.0	-	30.0	10.0
8	2.54	5.07	16.0	-	35.0	10.0
9	2.86	6.41	23.0	-	35.0	10.0
10	3.18	7.92	26.0	-	40.0	10.0
11	3.49	9.58	29.0	-	45.0	10.0



No.	D _h (cm)	VALOR DE M (m)	
		REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
		CUALQUIER h	h < 0.30 m
3	0.95	0.40	0.40
4	1.27	0.40	0.45
5	1.59	0.50	0.60
6	1.91	0.60	0.70



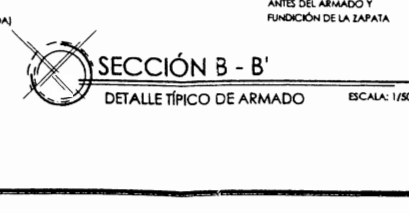
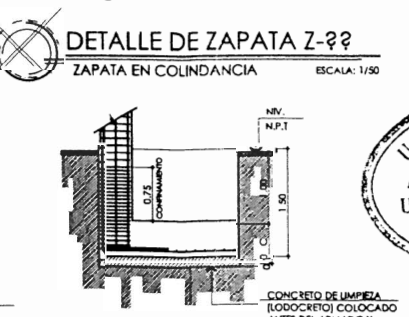
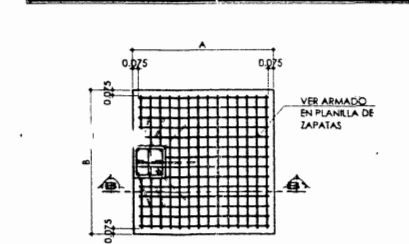
NOTAS GENERALES

- CÓDIGOS DE DISEÑO:**
ACI 318/318R - 2008 - DISEÑO DE CONCRETO REFORZADO
UBC 97, VOLUMEN 2 - ANÁLISIS SÍSMICO ELÁSTICO
- MATERIALES DE DISEÑO:**
CONCRETO REFORZADO
CIMENTOS: f_c = 285 kg/cm² (14 000 PSI)
COLUMNAS: f_c = 285 kg/cm² (14 000 PSI)
VIGAS Y LOSAS: f_c = 285 kg/cm² (14 000 PSI)
ACERO DE REFUERZO
A FLEXIÓN: f_y = 4200 kg/cm² (10 000 PSI)
A CORTE: f_y = 4 200 kg/cm² (10 000 PSI)
- CARGAS Y PESOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

CARGAS VIVAS	CARGAS MUERTAS
AJILAS/ORNICIAS: w = 300 kg/m ²	SOBRECARGA: w = 60 kg/m ²
PASILLO/GRADAS: w = 500 kg/m ²	PISO + MORTERO: w = 120 kg/m ²
BAÑOS: w = 300 kg/m ²	CIELO FALSO: w = 10 kg/m ²
TECHO (SN ACCESOS): w = 100 kg/m ²	TABIQUEOS: w = 90 kg/m ²
	MUROS h=0.15 m CON RELLENO: w = 200 kg/m ²
	MUROS h=1.0 m SIN RELLENO: w = 140 kg/m ²
	PESOS ESPECÍFICOS
	CONCRETO ARMADO: γ = 2 400 kg/m ³
	ACERO GRADO 40: γ = 7 800 kg/m ³
	SUELO ANCLAJE (Mg): γ = 1 280 kg/m ³
	MATERIAL CIMENTOS: γ = 2 400 kg/m ³

PLANILLA DE ZAPATAS

TIPO	CANT.	A (m)	B (m)	C (m)	REFUERZO
Z-1	4	2.30	2.30	3.50	15-No. 5 @ 0.15 m (AMBIOS SENTIDOS)
Z-2	2	2.15	2.15	3.30	14-No. 5 @ 0.15 m (AMBIOS SENTIDOS)
Z-3	11	2.40	2.40	3.30	16-No. 5 @ 0.15 m (AMBIOS SENTIDOS)
Z-4	8	2.10	3.00	0.50	CAMA SUPERIOR: TRANSVERSAL: 12-No. 4 @ 0.20 m; LONGITUDINAL: 10-No. 4 @ 0.20 m; CAMA INFERIOR: TRANSV. FUERA DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 4 @ 0.15 m; TRANSV. DENTRO DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 5 @ 0.15 m; LONGITUDINAL: 14-No. 5 @ 0.15 m
Z-5	3	2.20	3.00	0.50	CAMA SUPERIOR: TRANSVERSAL: 12-No. 4 @ 0.20 m; LONGITUDINAL: 10-No. 4 @ 0.20 m; CAMA INFERIOR: TRANSV. FUERA DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 4 @ 0.15 m; TRANSV. DENTRO DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 5 @ 0.15 m; LONGITUDINAL: 15-No. 5 @ 0.15 m
Z-6	2	2.00	3.50	0.50	CAMA SUPERIOR: TRANSVERSAL: 12-No. 4 @ 0.20 m; LONGITUDINAL: 10-No. 4 @ 0.20 m; CAMA INFERIOR: TRANSV. FUERA DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 4 @ 0.15 m; TRANSV. DENTRO DEL ANCHO DE BANDA: 14-No. 5 @ 0.15 m; LONGITUDINAL: 12-No. 5 @ 0.15 m



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO DE SAN PEDRO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
E-02
ESTRUCTURAS
08 16
PROYECTO 02
FECHA: 08/16/2012

DETALLES ESTRUCTURALES DE CIMIENTOS Y COLUMNAS

CONTEUDO

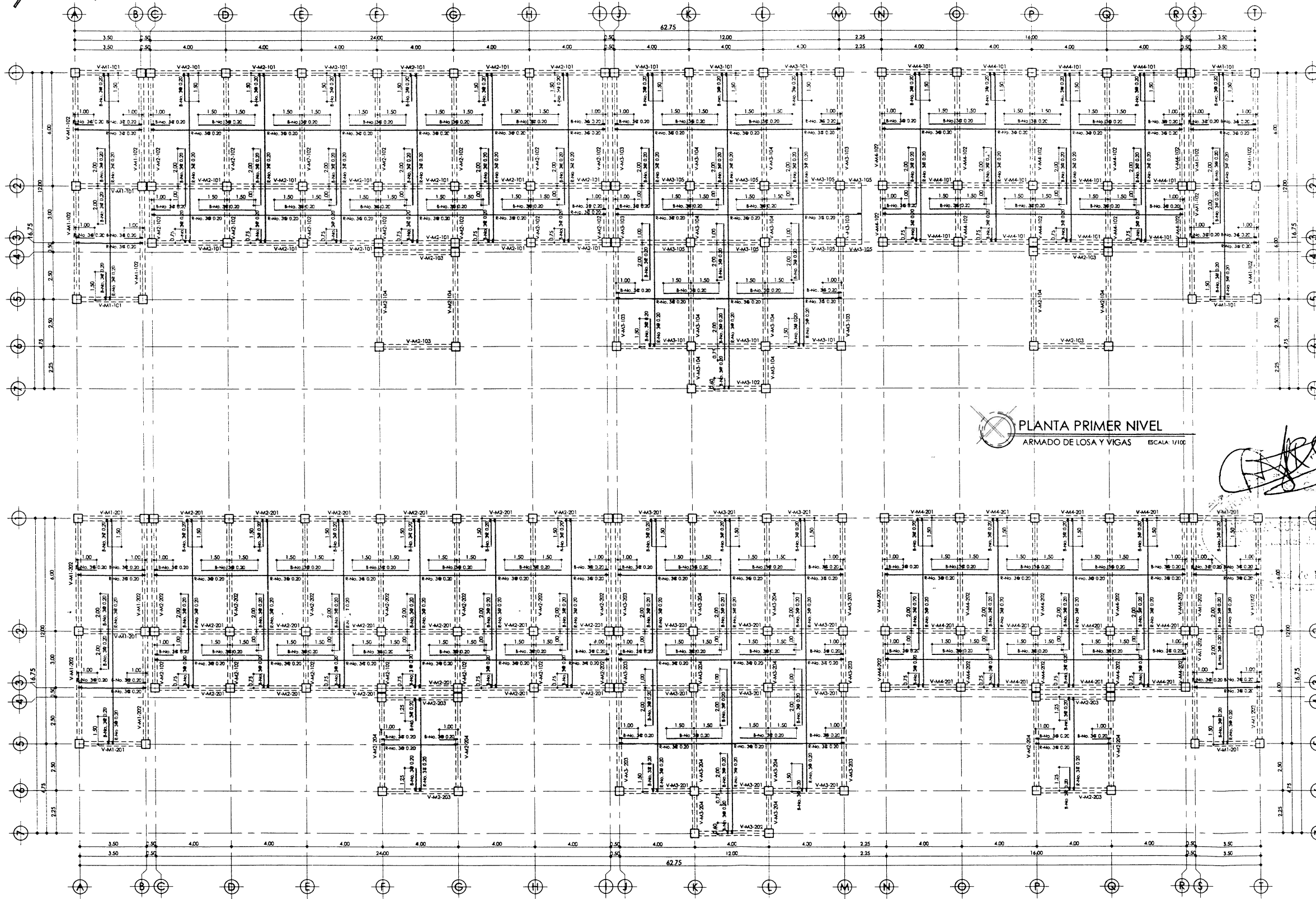
UNIDAD CÁLCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
METROS 2006-11403
ESCALA NUMÉRICA

DISEÑO HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
ESCALA GRÁFICA 2006-11403

ESTRUCTURAS

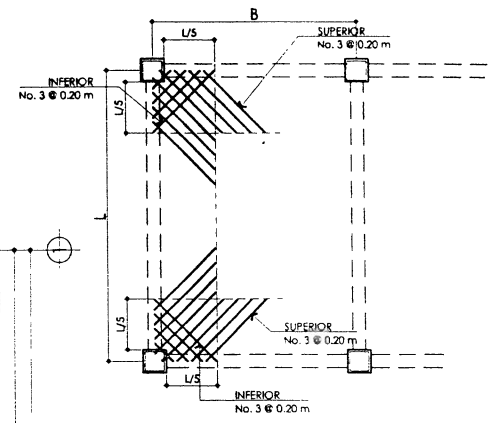
ARMADO DE LOSA Y DISTRIBUCIÓN DE VIGAS - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
ARMADO DE LOSA Y VIGAS ESCALA: 1/100

PLANTA SEGUNDO NIVEL
ARMADO DE LOSA Y VIGAS ESCALA: 1/100



DETALLE DE REFUERZO
REFUERZO POR TORSIÓN EN TODA ESQUINA DE PANEL DISCONTINUO DE LOSA ESCALA: 1/75

- NOTAS GENERALES**
- ARMADO DE LOSA**
LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTÁ MEDIDA A EJE DE VIGAS Y NO INCLUYE LA LONGITUD DE LOS GANCHOS A 180° PARA EL ANCLAJE DEL REFUERZO.
VER LONGITUDES DE GANCHOS DE ANCLAJE EN HOJA DE DETALLES ESTRUCTURALES (D0/14)
 - EL ESPESOR DE LA LOSA MACIZA DE AMBOS NIVELES ES DE 0.13 m.**
 - REFUERZO ESPECIAL POR TORSIÓN**
COLOCAR EL REFUERZO ESPECIAL A TORSIÓN EN TODAS LAS ESQUINAS DE PANELES DE LOSAS NO CONTINUAS.
REFUERZO SUPERIOR PARALELO A LA DIAGONAL DE LA LOSA.
REFUERZO INFERIOR PERPENDICULAR A LA DIAGONAL DE LA LOSA.
EL REFUERZO ESPECIAL DEBE DISTRIBUIRSE SOBRE L.S. CONSIDERANDO LA LONGITUD MÁS GRANDE DEL PANELES DE LOSA.

SIMBOLOGIA

V-M-XXX	VIGA - MÓDULO - TIPO
[Empty Box]	PANEL DE LOSA VACÍO UBICADO EN MÓDULO DE GRADAS
B-No. 3	BASTÓN CON DIMENSIÓN Y ESPACIAMIENTO INDICADO EN PLANTA
R-No. 3	RIEL CON DIMENSIÓN Y ESPACIAMIENTO INDICADO EN PLANTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES	PROYECTO
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA	COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
ING. LUIS CLAYAN COORDINADOR E.P.S.	E-03 ESTRUCTURAS 09 16 PROYECTO DE E-03-2012

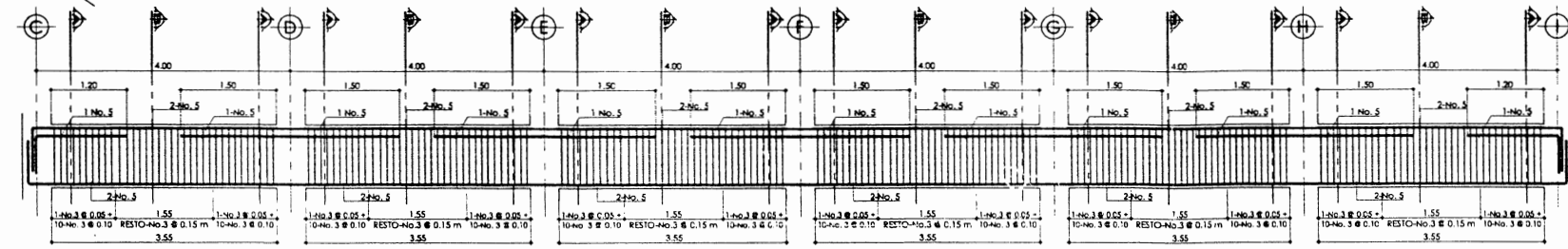
PLANTA DE ARMADO DE LOSA Y DIST. DE VIGAS MÓDULOS 1,2,3,4,5

UNIDAD: CÁLCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03
METROS: ESCALA NUMÉRICA: ESCALA GRÁFICA: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03

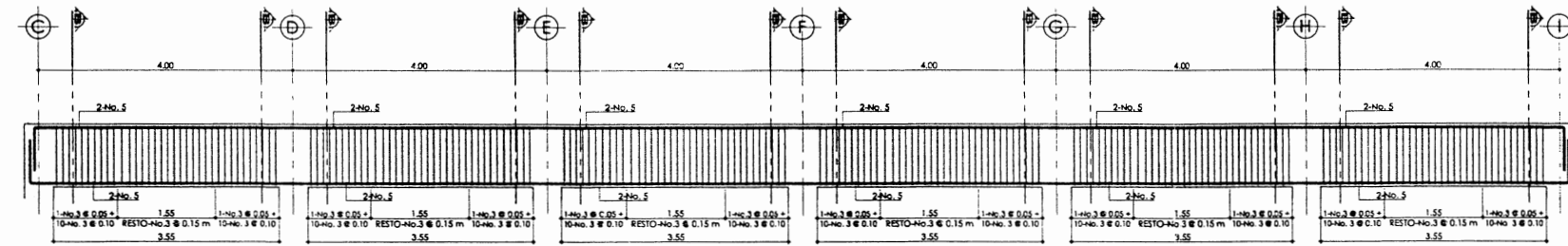
ESTRUCTURAS

DETALLE DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES - MÓDULOS 1,2,3,4,5

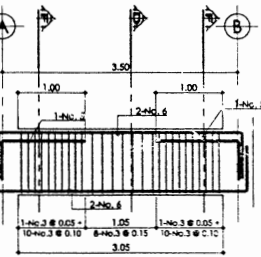
ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



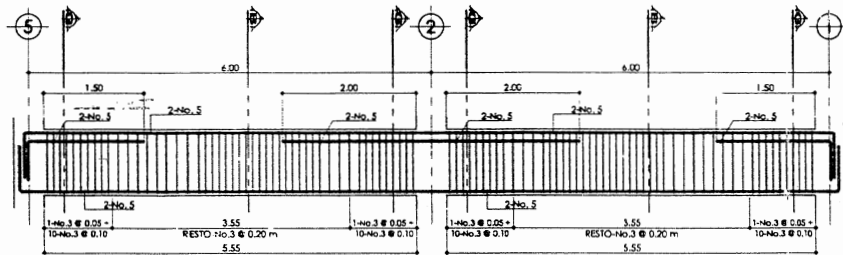
VIGA V-M2-101
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



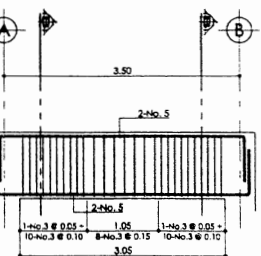
VIGA V-M2-201
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



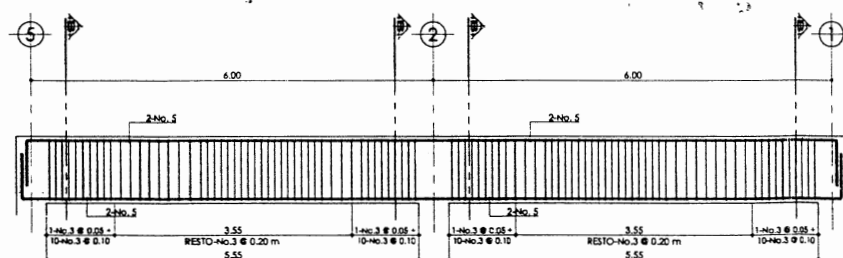
VIGA V-M1-101
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



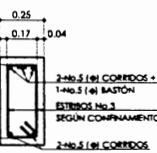
VIGA V-M1-102
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



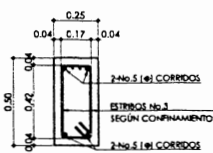
VIGA V-M1-201
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



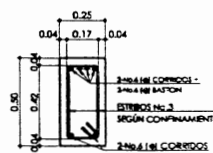
VIGA V-M1-202
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



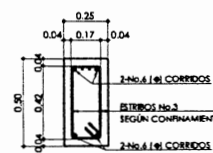
SECCIÓN A
ESCALA: 1/20



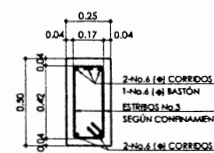
SECCIÓN B
ESCALA: 1/20



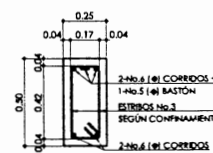
SECCIÓN C
ESCALA: 1/20



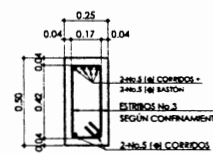
SECCIÓN D
ESCALA: 1/20



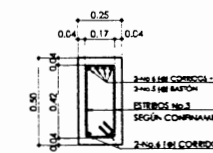
SECCIÓN E
ESCALA: 1/20



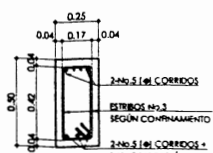
SECCIÓN F
ESCALA: 1/20



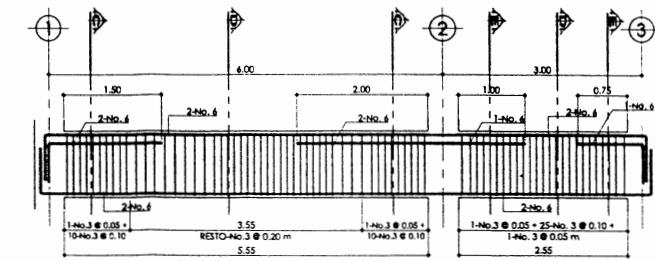
SECCIÓN G
ESCALA: 1/20



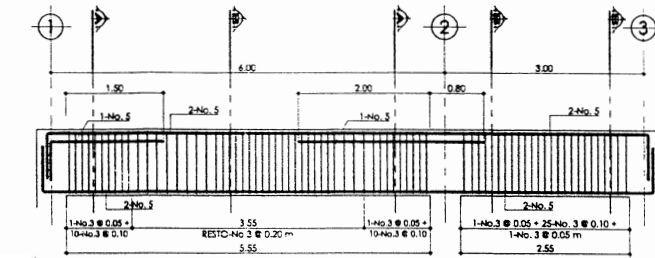
SECCIÓN H
ESCALA: 1/20



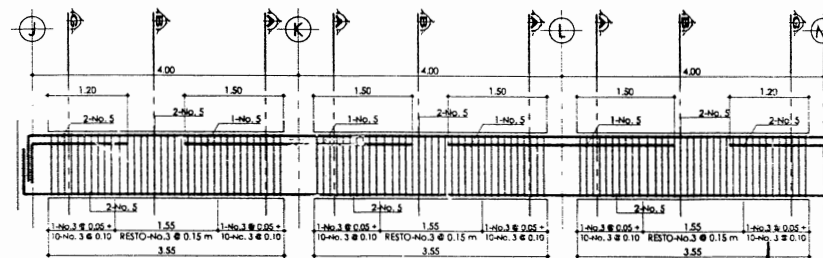
SECCIÓN I
ESCALA: 1/20



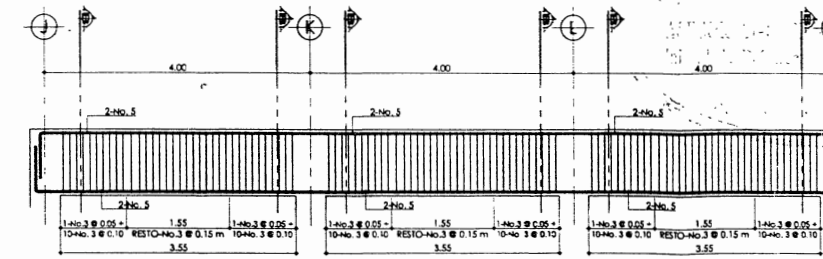
VIGA V-M2-102
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



VIGA V-M2-202
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25

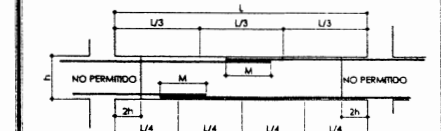


VIGA V-M3-101
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



VIGA V-M3-201
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25

LONGITUD DE EMPALMES EN VIGAS



NOTA:
DEBE EMPALMARSE NO MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCIÓN.

No.	D _s (cm)	VALOR DE M (m)	
		REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3	0.95	0.40	0.45
4	1.27	0.40	0.45
5	1.59	0.50	0.60
6	1.91	0.60	0.70

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO

CONTENIDO
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES

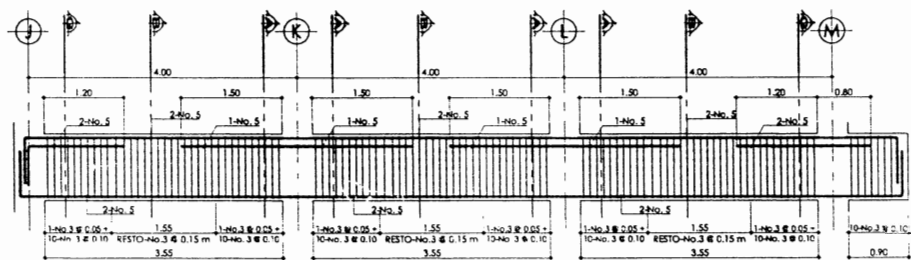
UNIDAD METROS
CALCULO HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
ESCALA NUMÉRICA
DISEÑO HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
ESCALA GRÁFICA



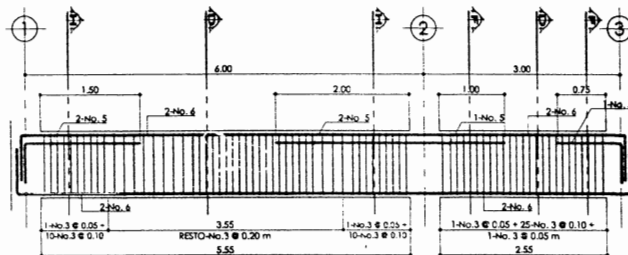
ESTRUCTURAS

DETALLE DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES - MÓDULOS 1,2,3,4,5

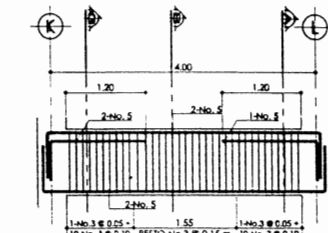
ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUTZ'AL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



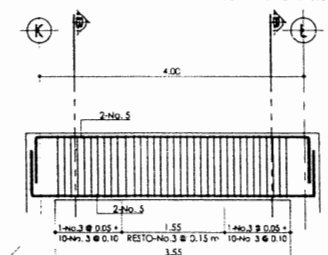
VIGA V-M3-105
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



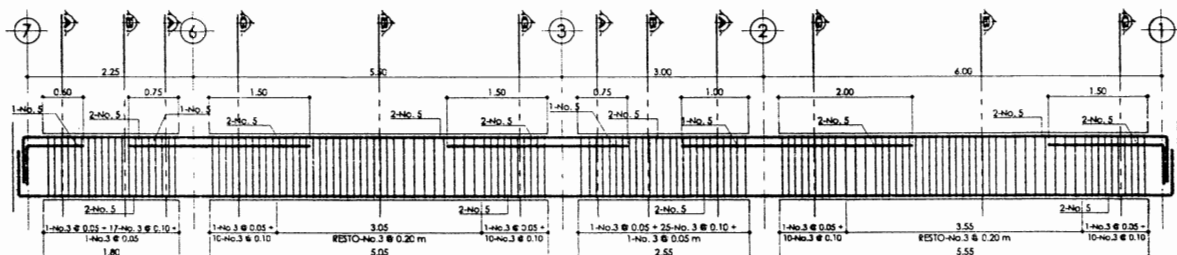
VIGA V-M4-102
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



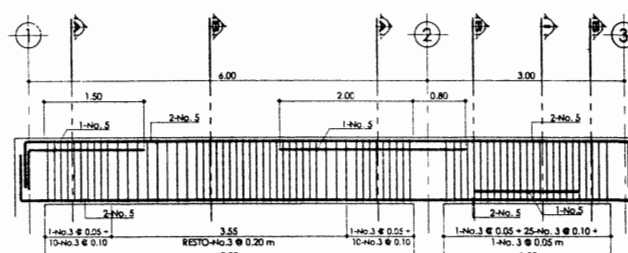
VIGA V-M3-102
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



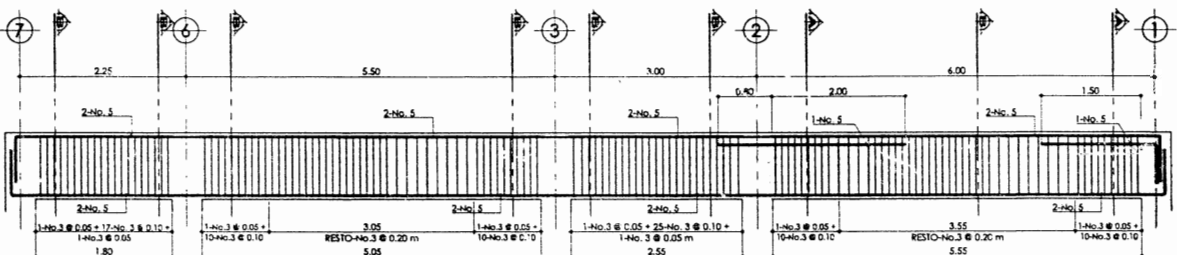
VIGA V-M3-202
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



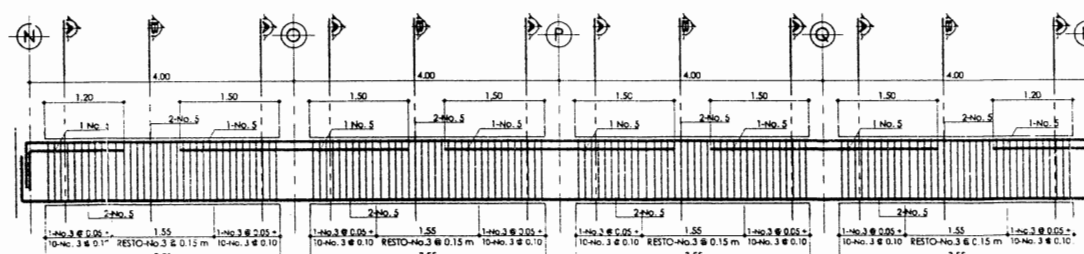
VIGA V-M3-104
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



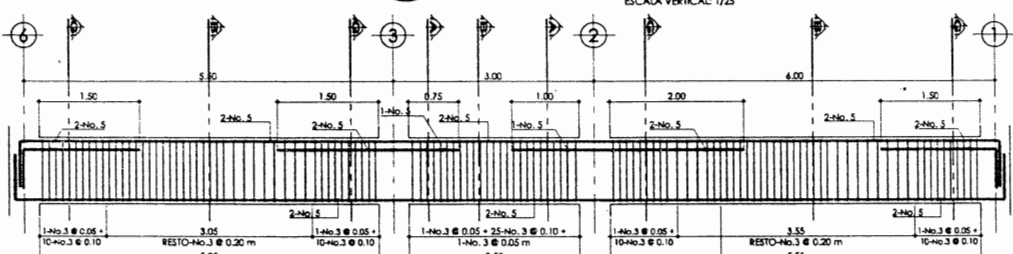
VIGA V-M4-202
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



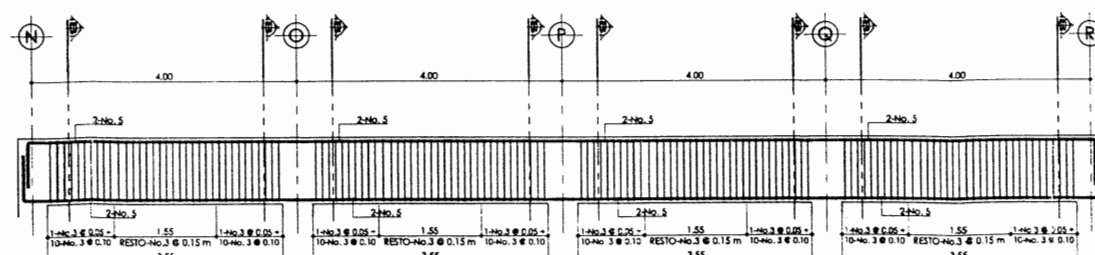
VIGA V-M3-204
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



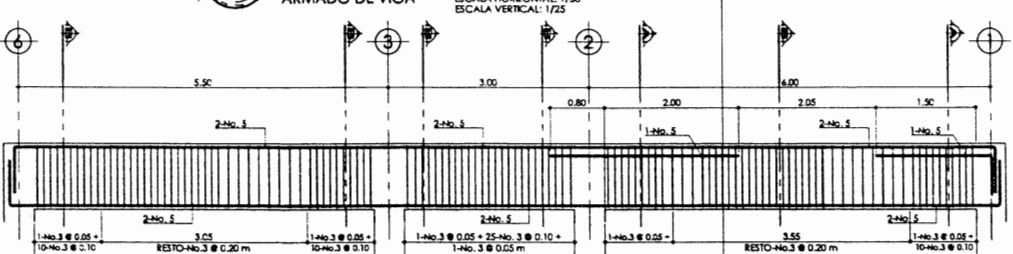
VIGA V-M4-101
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



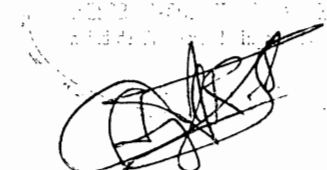
VIGA V-M3-103
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



VIGA V-M4-201
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



VIGA V-M3-203
ARMADO DE VIGA
ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



LONGITUD DE EMPALMES EN VIGAS

NOTA:
DEBE EMPALMARSE NO MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCIÓN.

No.	D _s (cm)	VALOR DE L (m)	
		REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3	0.95	CUALQUIER h	h < 0.30 m h > 0.30 m
4	1.27	0.40	0.40 0.45
5	1.59	0.50	0.45 0.60
6	1.91	0.60	0.50 0.70

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA
ING. ANCEL ROBERTO SICA GARCIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO

E-05
ESTRUCTURAS
11
16
REVISOR
DISEÑADOR

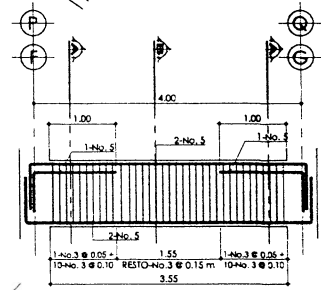
CONTENIDO
DETALLES DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES

UNIDAD: METROS
CALCULO: HÉCTOR A. MORAÓN DUARTE
DISEÑO: HÉCTOR A. MORAÓN DUARTE
ESCALA NUMÉRICA: 2006-11403
ESCALA GRÁFICA: 2006-11403

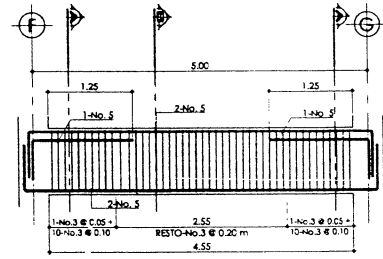
ESTRUCTURAS

DETALLE DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES Y ARMADO DE GRADAS

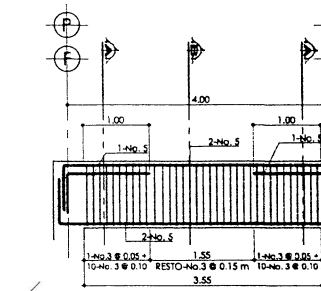
ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



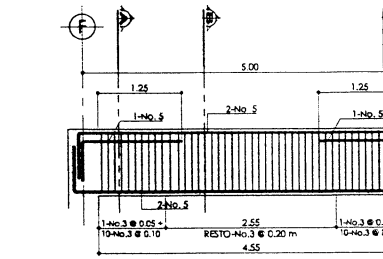
VIGA V-M2-103
ARMADO DE VIGA ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



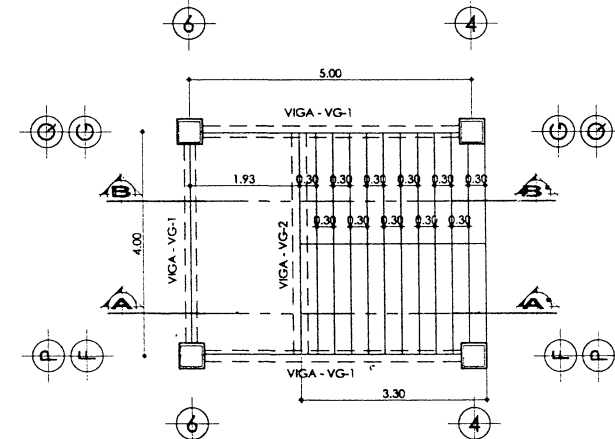
VIGA V-M2-104
ARMADO DE VIGA ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



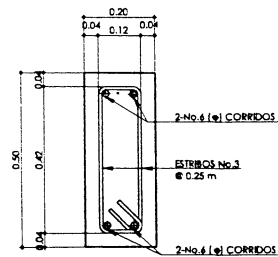
VIGA V-M2-203
ARMADO DE VIGA ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



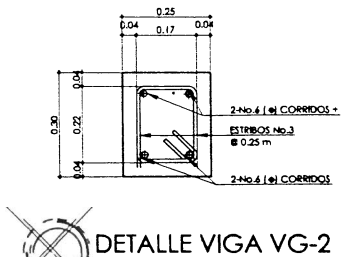
VIGA V-M2-204
ARMADO DE VIGA ESCALA HORIZONTAL: 1/50
ESCALA VERTICAL: 1/25



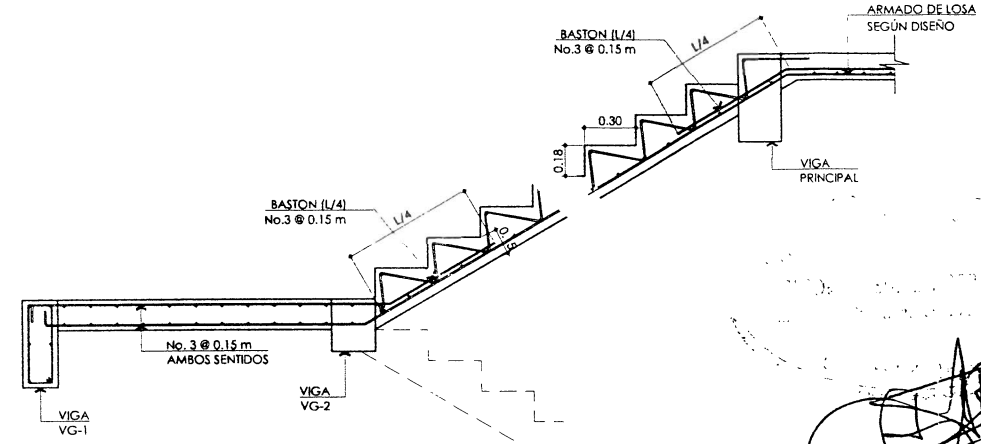
MÓDULO DE GRADAS
DETALLE DE ARMADO ESCALA HORIZONTAL: 1/75



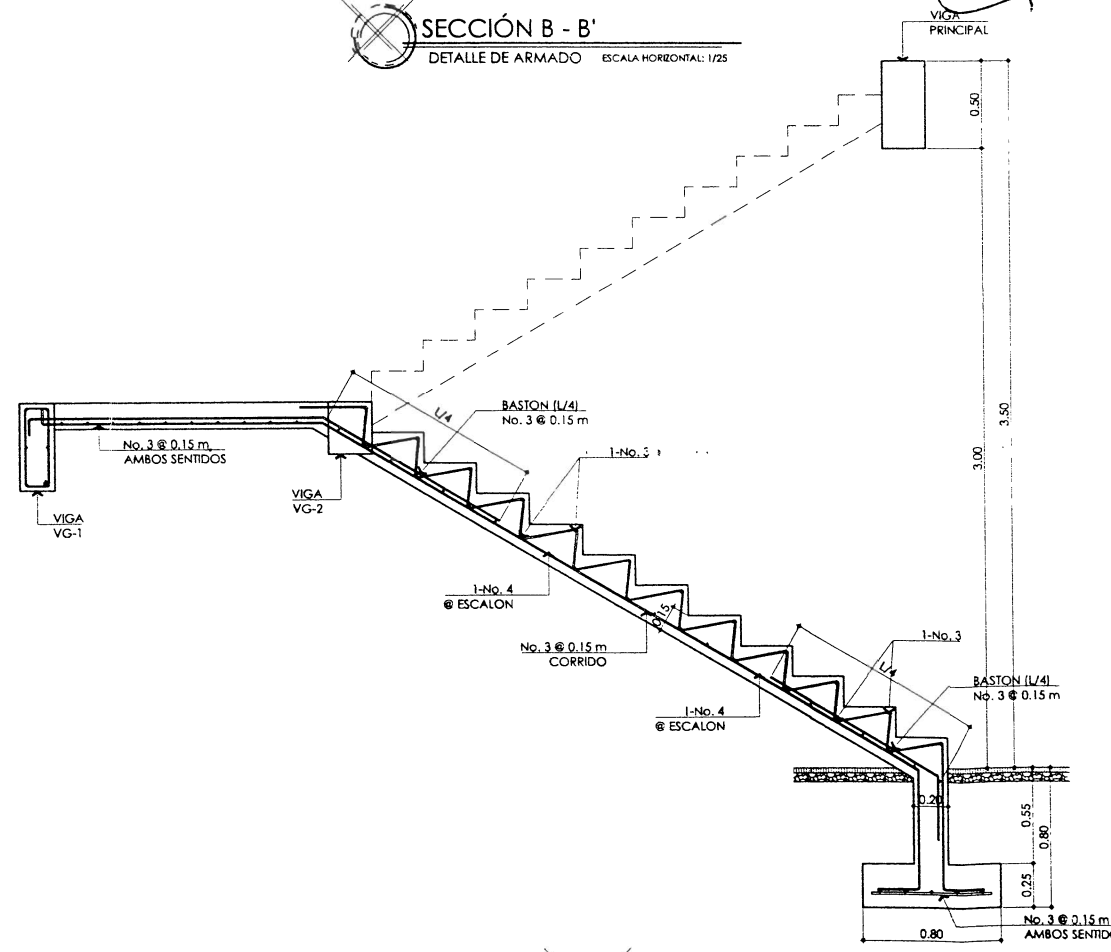
DETALLE VIGA VG-1
DETALLE DE ARMADO ESCALA HORIZONTAL: 1/10



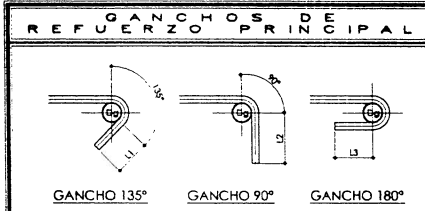
DETALLE VIGA VG-2
DETALLE DE ARMADO ESCALA HORIZONTAL: 1/10



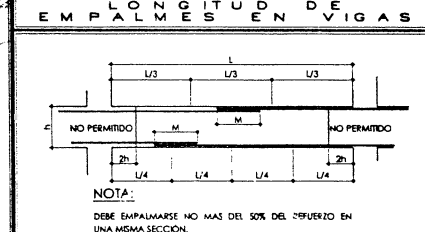
SECCIÓN B - B'
DETALLE DE ARMADO ESCALA HORIZONTAL: 1/25



SECCIÓN A - A'
DETALLE DE ARMADO ESCALA HORIZONTAL: 1/25



No.	D _s (cm)	A _s (cm ²)	D _s (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)
2	0.64	0.32	4.0	10.0	10.0	10.0
3	0.95	0.71	6.0	10.0	15.0	10.0
4	1.27	1.27	8.0	15.0	20.0	10.0
5	1.59	1.96	10.0	16.0	20.0	10.0
6	1.91	2.85	12.0	-	25.0	10.0
7	2.22	3.88	14.0	-	30.0	10.0
8	2.54	5.07	16.0	-	35.0	10.0
9	2.86	6.41	23.0	-	35.0	10.0
10	3.18	7.92	26.0	-	40.0	10.0
11	3.49	9.58	29.0	-	45.0	10.0



No.	D _s (cm)	VALOR DE M (m)		
		REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
		CUALQUIER h	h < 0.30 m	h > 0.30 m
3	0.95	0.40	0.40	0.45
4	1.27	0.40	0.40	0.45
5	1.59	0.50	0.45	0.60
6	1.91	0.60	0.50	0.70

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA
ING. ANGEL ROBERTO DE GARCIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO
COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO

E-06
ESTRUCTURAS
12 ESTRUCTURAS
16 REVISIONES

CONTENIDO
DETALLE DE ARMADO DE VIGAS Y GRADAS

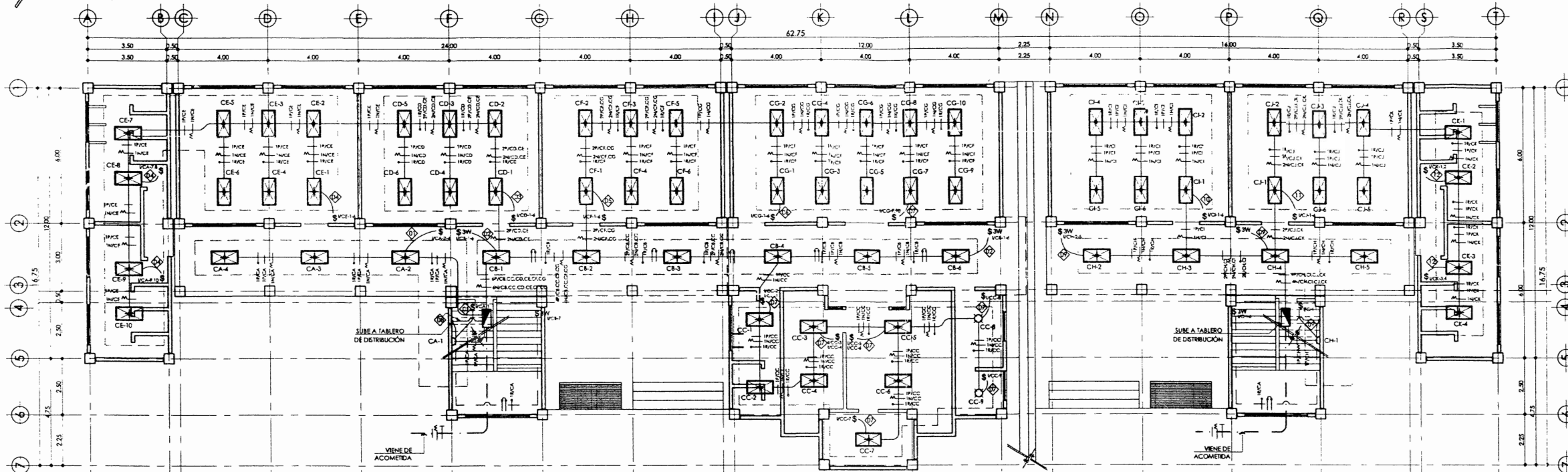
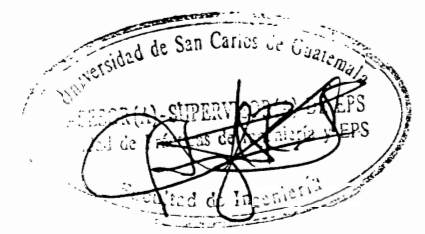
UNIDAD METROS
CALCULO: HECTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03
ESCALA NUMERICA

DISEÑO
HECTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03
ESCALA GRAFICA

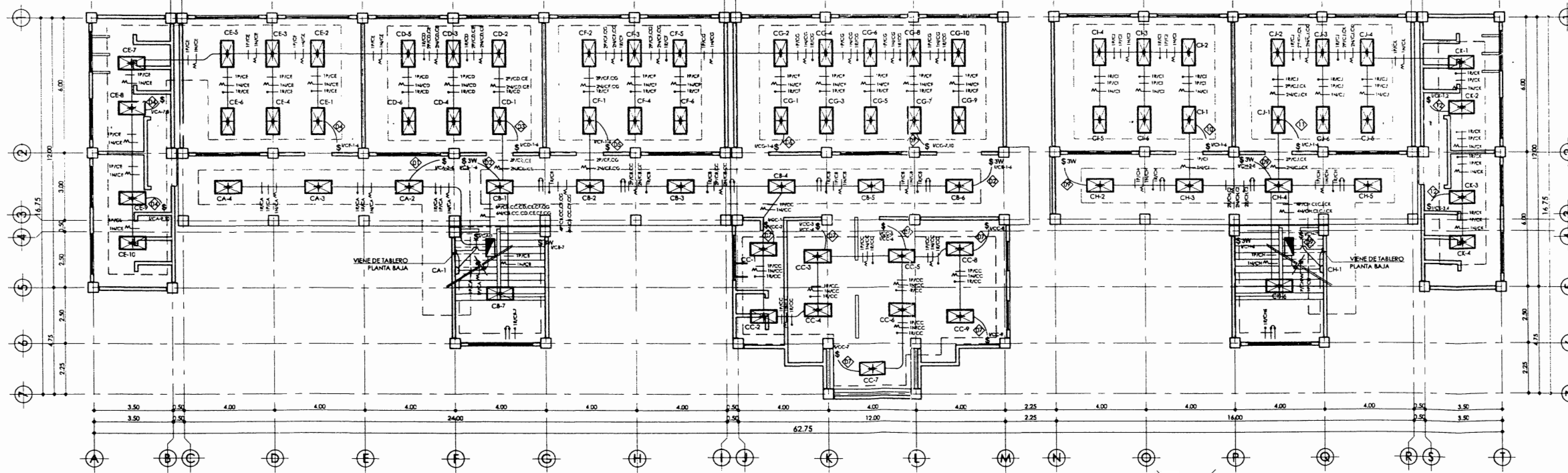
INSTALACIONES

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
ILUMINACIÓN ESCALA HORIZONTAL: 1/100



PLANTA SEGUNDO NIVEL
ILUMINACIÓN ESCALA HORIZONTAL: 1/100

NOTAS GENERALES	
1.-	TODO EL ALAMBRADO SERÁ THW. # 12 AWG.
2.-	EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETA DA SERÁ THW. # 2/0 AWG.
3.-	EL CABLEADO DEL TABLERO SERÁ ALAMBRE THW #8 AWG.

SIMBOLOGIA	
	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE PARED, EN CAJA OCTAGONAL, 120V, 2x40 WATTS, 2x4 PIES
	INDICA SALIDA PARA LAMPARA DECORATIVA DE CIELO, EN CAJA OCTAGONAL, INSTALADA SOBRE CIELO FALSO
	LAMPARA FLUORESCENTE, 120V, 2x40 WATTS, 2x4 PIES
	INTERRUPTOR SENCILLO Y DOBLE, 120V, 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", 1x1, 20 M
	INTERRUPTOR SENCILLO DE TRES VIAS, 120V, 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA RECTANGULAR 2x4", 1x1, 20 M
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO SUSPENDIDA EN LOSA, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN PISO O PARED, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA LINEAS VIVA, RETORNO Y NEUTRAL # 12 O INDICADO
	INDICA PUENTE PARA TRES VIAS (3W)
	INDICA QUE LA UNIDAD PERTENECE AL CIRCUITO "A"
	INDICA QUE EL INTERRUPTOR CONTROLA LA UNIDAD 1 DEL CIRCUITO "A"
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	INDICA ABBREVIATURA DEL TIPO Y CANTIDAD DE CABLE EN LA LINEA
	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, POSITIVO Y NEUTRO PERTENECIENTES AL CIRCUITO "A"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

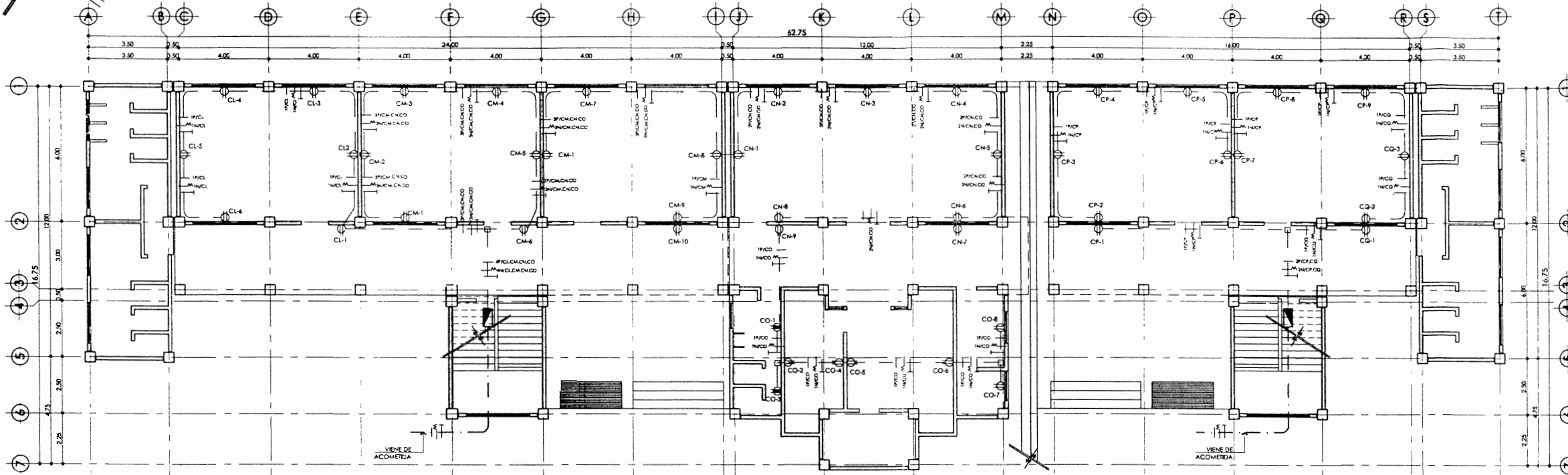
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION (D.M.P.)

AUTORIZACIONES	PROYECTO
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA	COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO
ING. ANGEL ROBERTO SAC GARCIA MED. SUPERVISOR DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
ING. LUIS CLAYTON GONZALEZ S.M.P.	INSTALACIONES HOJA 1-01 DE 13 DE 16 FECHA: 02/ENE/2012
CONTENIDO PLANTA DE ILUMINACION MÓDULOS 1,2,3,4,5	
UNIDAD METROS ESCALA NUMERICA	CALCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03 ESCALA GRAFICA
	DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03 ESCALA GRAFICA

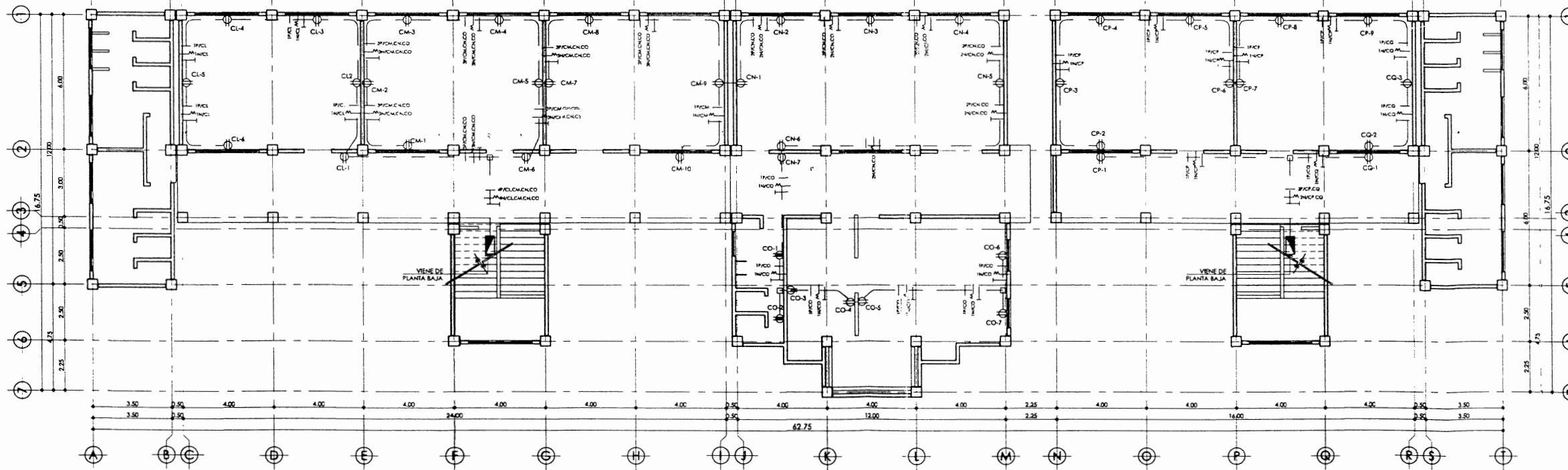
INSTALACIONES

DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO DE FUERZA - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUTZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
CIRCUITO DE FUERZA ESCALA HORIZONTAL 1/100



PLANTA SEGUNDO NIVEL
CIRCUITO DE FUERZA ESCALA HORIZONTAL 1/100

NOTAS GENERALES	
1.-	TODO EL ALAMBRADO SERÁ THW. # 10 AWG.
2.-	EL ALAMBRADO PARA LA ACOMETIDA SERÁ THW. # 2/0 AWG.
3.-	EL CABLEADO DEL TABLERO SERÁ ALAMBRE THW #8 AWG.

SIMBOLOGIA	
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA 4x2" EMBEDIDA EN PARED, INCL.30 m. O INDICADO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V 15A, GRADO COMERCIAL EN CAJA 4x2" EMBEDIDA EN PARED, CON PLACA A PRUEBA DE HUMEDAD, H=1.20 m
	TOMACORRIENTE POLARIZADO 208V 50A, GRADO INDUSTRIAL EN CAJA 4x4" EMBEDIDA EN PARED H=1.20 m. O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO SUSPENDIDA EN LOSA, Ø 3/4" O INDICADO
	INDICA TUBERIA TIPO PVC ELECTRICO EN PISO O PARED, Ø 3/4" O INDICADO.
	INDICA LINEAS VIVA, NEUTRAL Y TIERRA # 12 O INDICADO
	INDICA CAJA DE REGISTRO CUADRADA 4x4" O INDICADO CON TAPADERA
	INDICA QUE LA UNIDAD PERTENECE AL CIRCUITO 'A'
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	INDICA ABBREVIATURA DEL TIPO Y CANTIDAD DE CABLE EN LA LINEA
	INDICA TIPO Y CANTIDAD DE CABLE RETORNO, POSITIVO Y TIERRA PERTENECIENTES AL CIRCUITO 'A'

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)					
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)					
AUTORIZACIONES UNIDAD DE EPE-FACULTAD DE INGENIERIA ING. ANGEL ROBERTO S.C. GARCIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	PROYECTO COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO ING. LUIS CUYAN DISEÑO				
PLANTA DE FUERZA MÓDULOS 1,2,3,4,5					
CONTENIDO: <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>INSTALACIONES</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN</td> <td>16</td> </tr> </table>		INSTALACIONES	14	REVISIÓN	16
INSTALACIONES	14				
REVISIÓN	16				
ESCALA NUMÉRICA: 2006-11-03 ESCALA GRÁFICA: 2006-11-03					

INSTALACIONES

INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y DRENAJES - MÓDULOS S.S.

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUETZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



NOTAS GENERALES	
1.-	TODA LA DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL DE AGUA POTABLE SERÁ CON TUBERÍA PVC. Ø 1" O 3/2" 225 PSI. NORMA ASTM D-1785.
2.-	TODAS LAS DERIVACIONES A ARTEFACTOS SERAN CON TUBERÍA PVC. Ø 3/4" 315 PSI. NORMA ASTM D-1785.
2.-	TODA LA TUBERÍA DE DRENAJES SERÁ PVC. CLASE 160 PSI. NORMA ASTM D-2241 SDR26. CON ACCESORIOS NORMA ASTM D-2465.

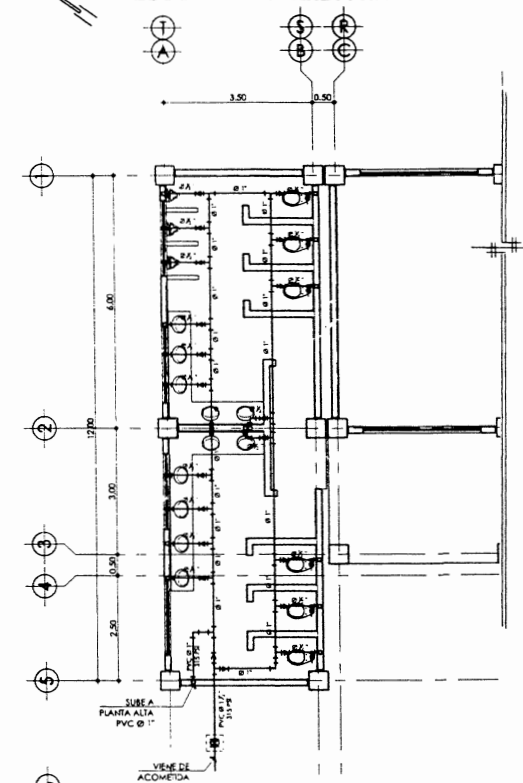
SIMBOLOGIA	
	INDICA TUBERÍA PVC. Ø INDICADO.
	INDICA TUBERÍA CPVC. Ø INDICADO (AGUA CALIENTE).
	INDICA CODO VERTICAL Ø INDICADO.
	INDICA CODO HORIZONTAL Ø INDICADO.
	INDICA TEE HORIZONTAL Ø INDICADO.
	INDICA TEE VERTICAL Ø INDICADO.
	INDICA CRUZ Ø INDICADO.
	INDICA REDUCTOR DE 1" A 3/4" Y DE 3/4" A 1/2"
	INDICA CHORRO DE 1/2"
	INDICA LLAVE DE COMPUERTA. CON CAJA DE REGISTRO.
	TUBERÍA PVC. PARA DRENAJE SANITARIO. Ø Y SÍ INDICADO.
	CODO 90° PVC. Ø INDICADO.
	CODO 45° PVC. Ø INDICADO.
	YEE 45° PVC. Ø INDICADO.
	YEE DOBLE 45° PVC. Ø INDICADO.
	REDUCTOR PVC. Ø DE 4" A 2"
	SIFÓN TERMINAL Ø INDICADO.
	REFOSADERA DE BRONCE + SIFÓN TERMINAL.
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE.
	BAJADA DE TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS
	CAJA DE UNIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

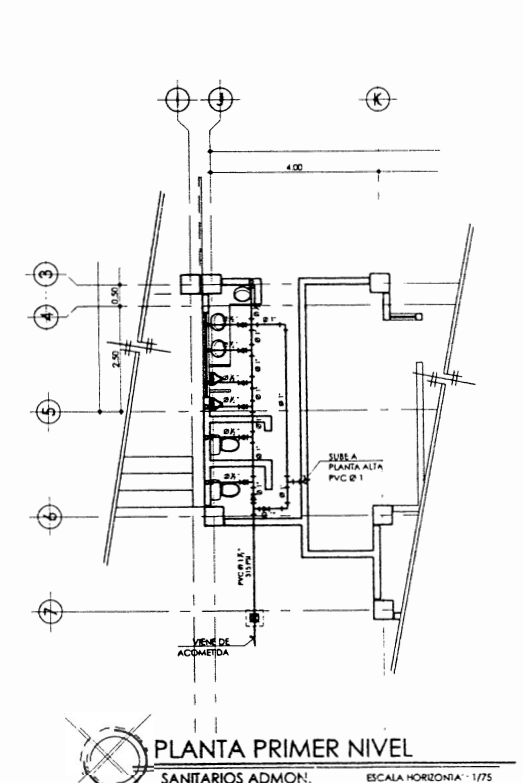
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES	PROYECTO
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA	COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO
ING. ANGEL ROBERTO SC GARCIA DIRECTOR MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
ING. LUIS CUYAN	NOVA
	INSTALACIONES
	15
	16
	FECHA
	ENE-2017

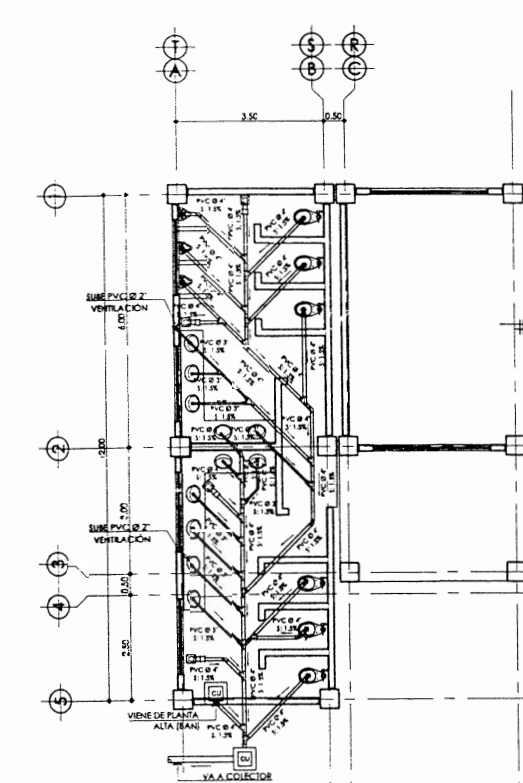
CONTENIDO	
INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y DE AGUAS NEGRAS EN S.S.	
UNIDAD METROS	DISEÑO
CÁLCULO	HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE
2006-11-03	2006-11-03
ESCALA NUMÉRICA	ESCALA GRÁFICA



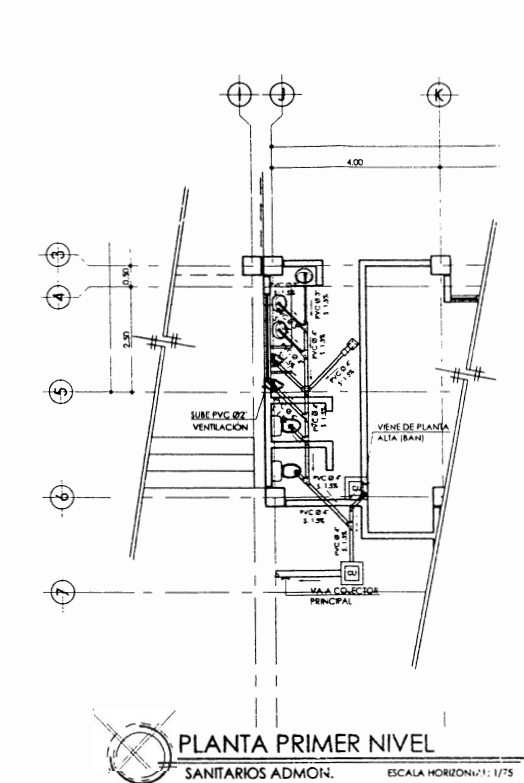
PLANTA PRIMER NIVEL
 MÓDULO DE S.S. INST. HIDRÁULICA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



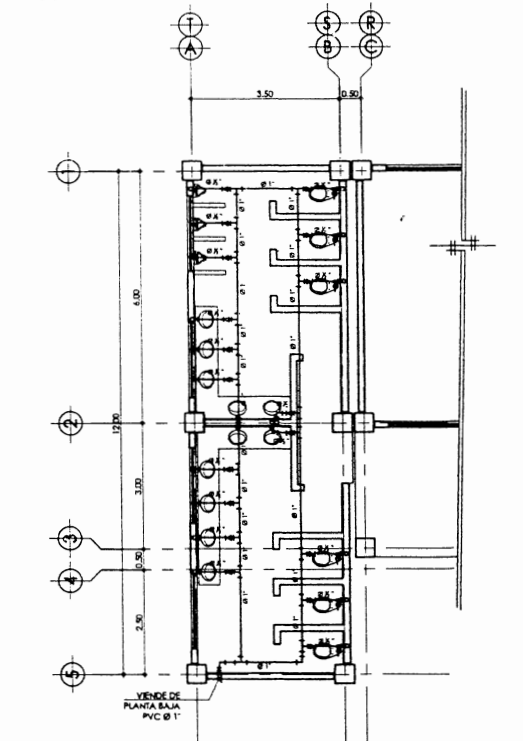
PLANTA PRIMER NIVEL
 SANITARIOS ADMON. INST. HIDRÁULICA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



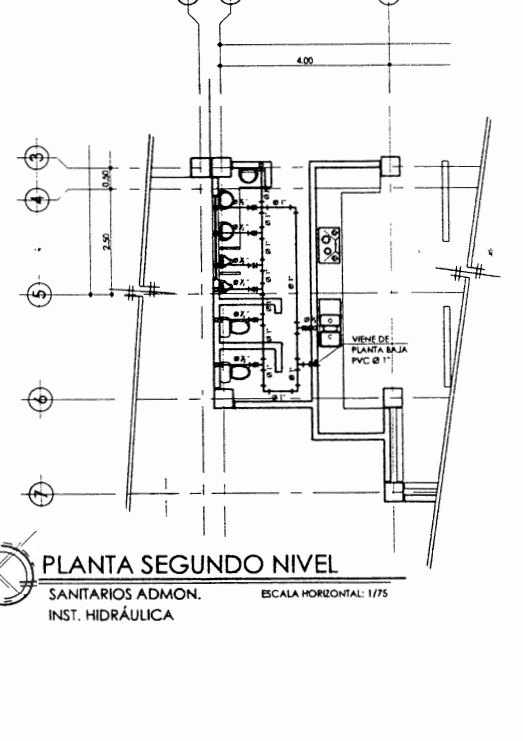
PLANTA PRIMER NIVEL
 MÓDULO DE S.S. DRENAJE AGUAS NEGRAS
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



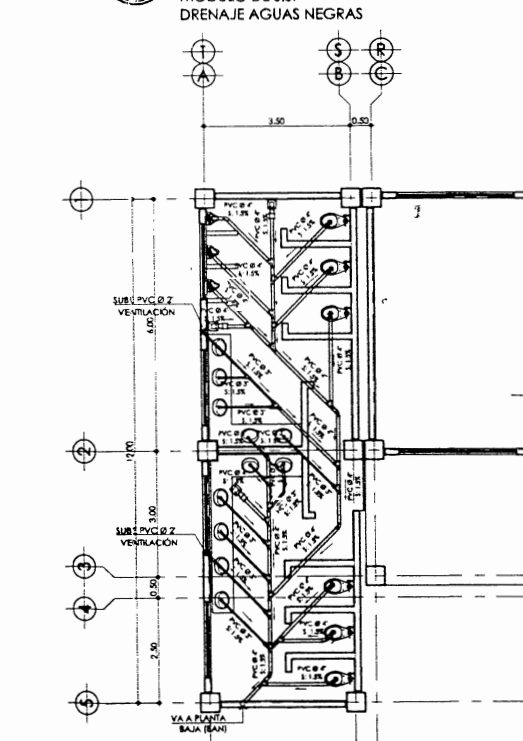
PLANTA PRIMER NIVEL
 SANITARIOS ADMON. DRENAJE AGUAS NEGRAS
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



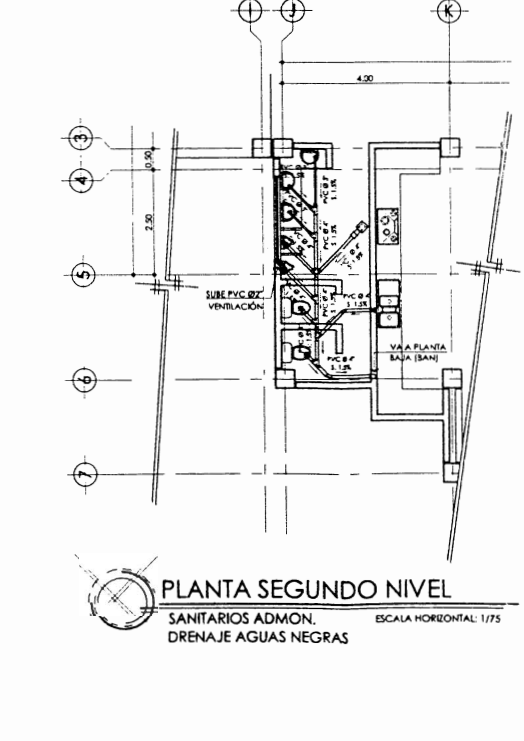
PLANTA SEGUNDO NIVEL
 MÓDULO DE S.S. INST. HIDRÁULICA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
 SANITARIOS ADMON. INST. HIDRÁULICA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



PLANTA SEGUNDO NIVEL
 MÓDULO DE S.S. DRENAJES AGUAS NEGRAS
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



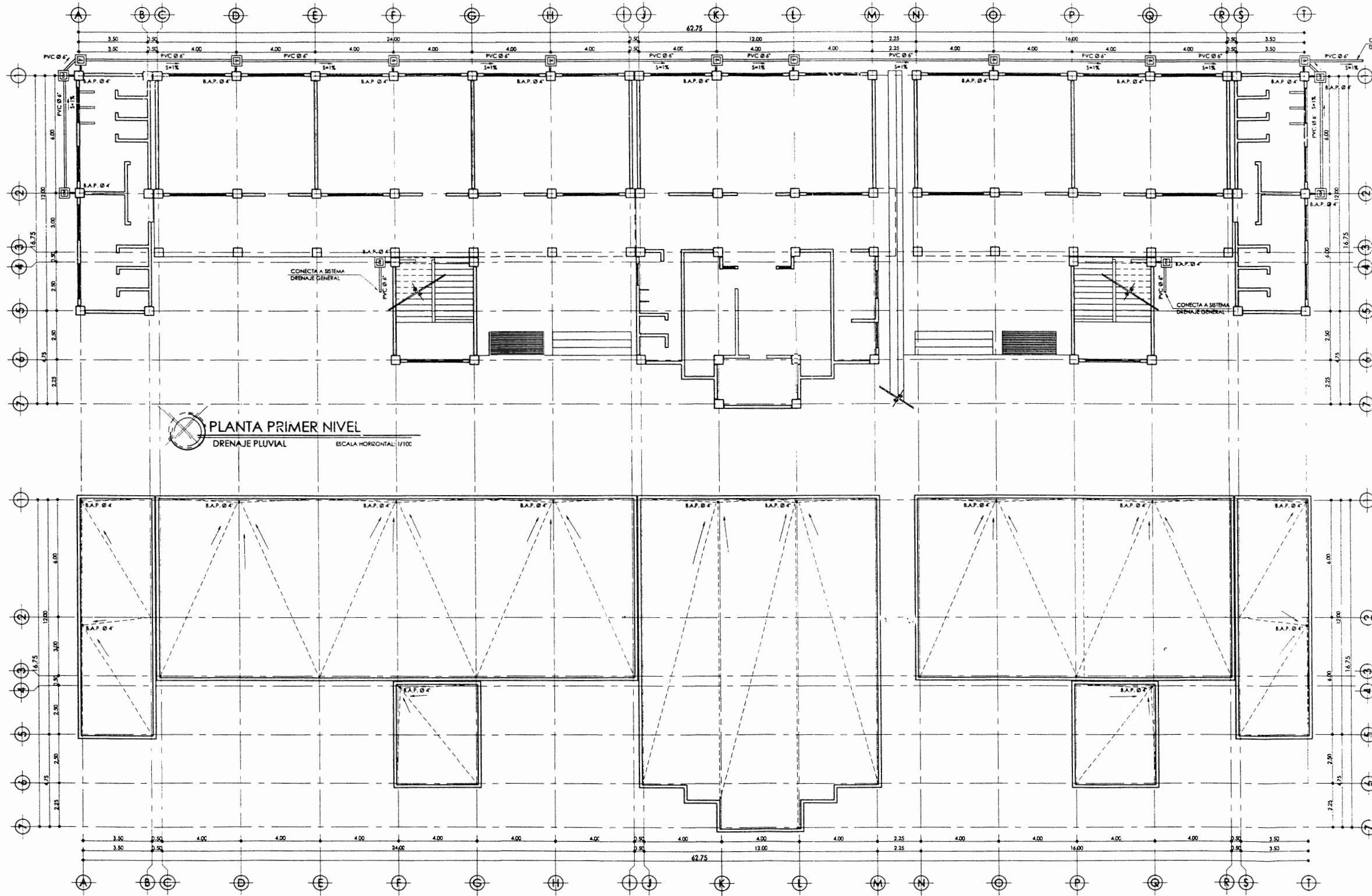
PLANTA SEGUNDO NIVEL
 SANITARIOS ADMON. DRENAJE AGUAS NEGRAS
 ESCALA HORIZONTAL: 1/75



INSTALACIONES

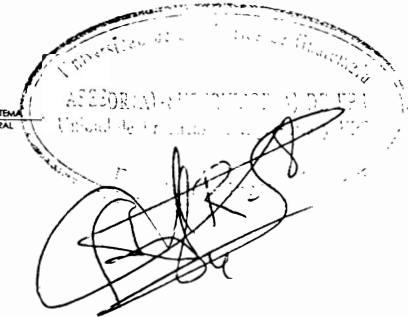
PLANTA DE TECHOS Y DRENAJE PLUVIAL - MÓDULOS 1,2,3,4,5

ESCUELA PRIMARIA PARA LA COLONIA LOMAS DE SAN PEDRO, CIUDAD QUTZAL, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



PLANTA PRIMER NIVEL
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA HORIZONTAL: 1/100

PLANTA SEGUNDO NIVEL
PLANTA DE TECHOS
ESCALA HORIZONTAL: 1/100

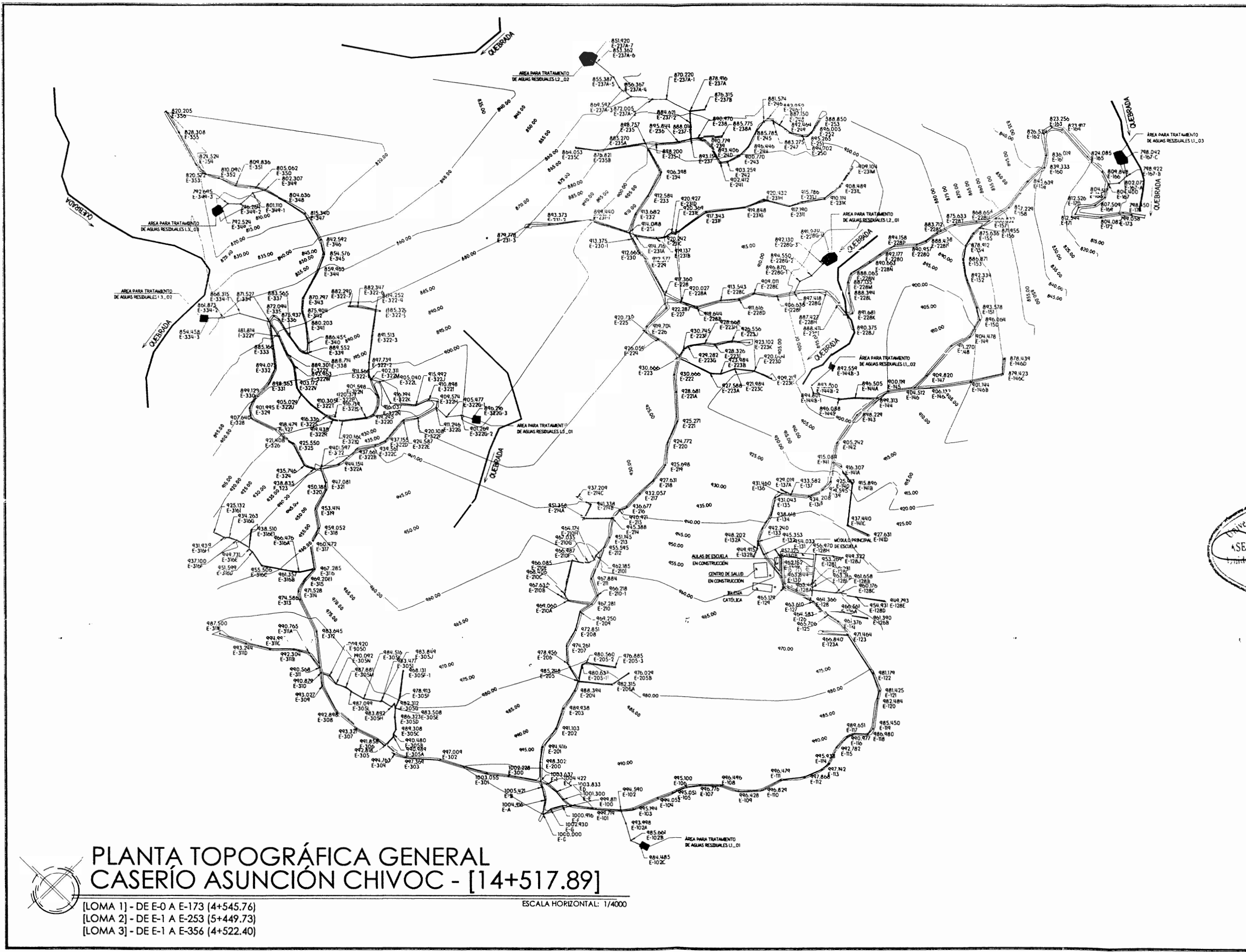


SIMBOLOGIA	
	INDICA TUBERÍA PVC. Ø INDICADO.
	INDICA TUBERÍA CPVC. Ø INDICADO (AGUA CALIENTE)
	INDICA CODO VERTICAL Ø INDICADO
	INDICA CODO HORIZONTAL Ø INDICADO.
	INDICA TEE HORIZONTAL Ø INDICADO.
	INDICA TEE VERTICAL Ø INDICADO.
	INDICA CRUZ Ø INDICADO.
	INDICA REDUCIDOR DE 1" A 3/4" Y DE 3/4" A 1/2"
	INDICA CHORRO DE 1/2"
	INDICA LLAVE DE COMPUERTA. CON CAJA DE REGISTRO.
	TUBERÍA PVC. PARA DRENAJE SANITARIO. Ø Y SØ INDICADO.
	CODO 90° PVC. Ø INDICADO.
	CODO 45° PVC. Ø INDICADO.
	YEE 45° PVC. Ø INDICADO.
	YEE DOBLE 45° PVC. Ø INDICADO
	REDUCIDOR PVC. Ø DE 4" A 3"
	SIFON TERMINAL Ø INDICADO.
	REPOSADERA DE BRONCE - SIFON TERMINAL.
	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE.
	B.A.P. BAJADA DE TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL
	CAJA DE UNIÓN

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)</p>	
<p>AUTORIZACIONES</p> <p>UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</p>	<p>PROYECTO</p> <p>COMPLEJO EDUCATIVO NIVEL PRIMARIO - LOMAS DE SAN PEDRO</p> <p>I-04 INSTALACIONES 16 16 NOVIEMBRE 2006 E.P.S.</p>
<p>CONTENIDO</p> <p>PLANTA DE TECHOS Y DRENAJE PLUVIAL MÓDULOS 1,2,3,4,5</p>	
<p>UNIDAD: METROS</p> <p>CÁLCULO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03</p> <p>ESCALA NUMÉRICA</p>	<p>DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03</p> <p>ESCALA GRÁFICA</p>

ANEXO C

**Planos constructivos de escuela primaria colonia Lomas de San Pedro,
Ciudad Quetzal**



UBICACIÓN:
CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

	SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	LÍNEA CENTRAL
	CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
	PUENTE EXISTENTE
	LÍMITE DE CALLE
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

ING. LUIS CUYAN

PROYECTO

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

TP-01 TOPOGRAFÍA

02 35

PLANTA TOPOGRÁFICA CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

CONTENIDO

PLANTA TOPOGRÁFICA CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

UNIDAD: METROS

CÁLCULO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE

DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE

ESCALA NUMÉRICA: 2000:1

ESCALA GRÁFICA: 2000:1

1/4000

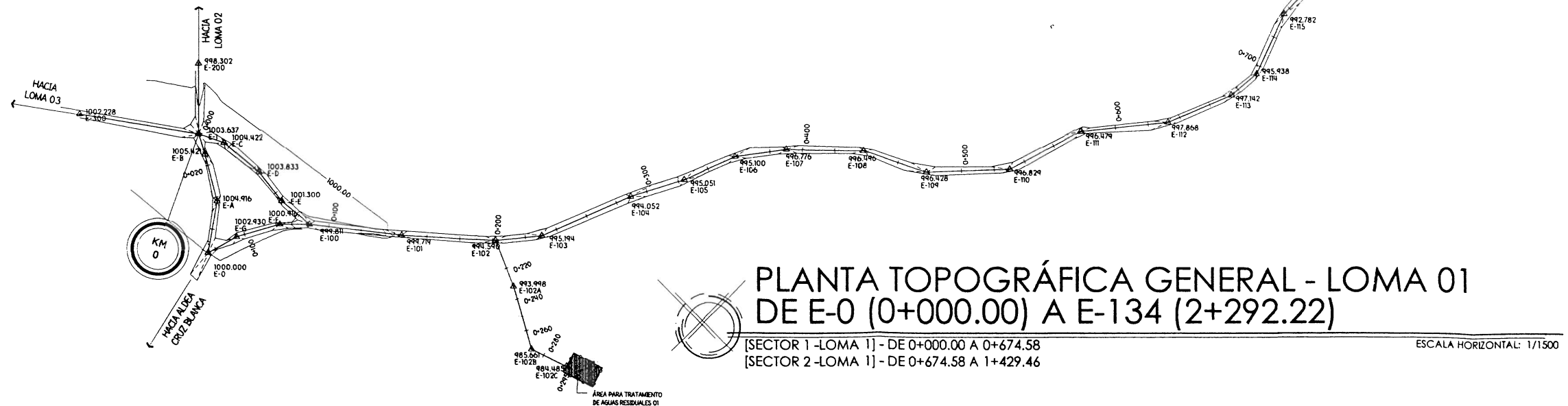
PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC - [14+517.89]

LOMA 1] - DE E-0 A E-173 (4+545.76)
 LOMA 2] - DE E-1 A E-253 (5+449.73)
 LOMA 3] - DE E-1 A E-356 (4+522.40)

ESCALA HORIZONTAL: 1/4000

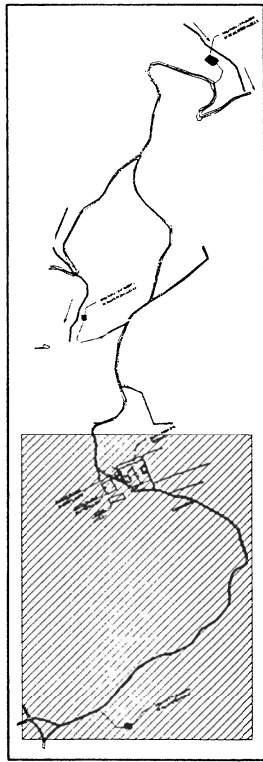
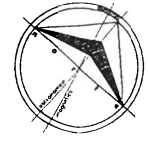
LIBRETA TOPOGRÁFICA								
EST	PO	AZIMUTH			DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES		
		+	-	-		Y (NORTE (N))	X (ESTE (E))	COTA (Z)
E-0	E-A	9	47	3	32.77	1031.702	1005.468	1004.986
E-4	E-B	345	55	25	24.70	1060.510	998.243	1005.121
E-8	E-1	343	55	28	12.47	1072.452	994.561	1003.637
E-1	E-300	378	42	0	73.23	1084.602	972.293	1002.278
E-7	E-200	358	48	53	43.30	1078.252	994.441	998.302
E-1	E-C	094	39	53	36.09	1067.581	1009.748	1004.423
E-C	E-D	174	34	50	27.74	1084.908	1017.728	1003.833
E-6	E-E	282	34	58	27.37	1032.294	1044.824	1009.300
E-6	E-100	124	20	47	27.33	1078.061	1062.092	999.87
E-100	E-101	46	54	35	56.12	108.210	107.745	999.794
E-100	E-F	268	21	44	18.34	107.837	1043.753	1000.976
E-F	E-G	253	14	58	57.06	1004.904	107.389	1002.430
E-101	E-102	43	74	0	57.06	1008.01	174.764	994.590
E-102	E-103	84	7	15	28.43	1070.474	1023.044	995.794
E-103	E-104	65	58	20	59.47	1035.136	1237.361	994.032
E-104	E-105	71	58	15	34.00	1045.602	1284.692	995.051
E-105	E-106	65	32	23	34.57	1056.476	1321.554	995.100
E-106	E-107	81	40	25	31.43	1064.400	1352.732	996.770
E-107	E-108	91	29	48	47.15	1083.404	1391.887	996.994
E-108	E-109	104	6	52	40.07	1050.410	1438.922	996.428
E-109	E-110	88	4	43	51.18	1052.356	1460.073	996.824
E-110	E-111	67	15	8	144.35	1075.332	1533.748	996.474
E-111	E-112	83	36	36	53.28	1081.267	1586.697	997.868
E-112	E-113	66	42	52	42.44	1098.034	1625.640	997.912
E-113	E-114	44	55	59	20.23	1110.06	1641.162	995.438
E-114	E-115	24	54	36	40.48	1077.750	1658.265	992.162
E-115	E-116	44	3	22	33.84	1172.106	1641.831	990.977
E-116	E-117	67	38	40	17.41	1178.727	1647.933	988.651
E-117	E-118	43	18	4	24.74	1077.011	1727.673	986.880
E-118	E-119	44	43	53	17.53	1140.094	1734.362	985.450
E-119	E-120	8	54	18	68.85	1258.096	1750.098	982.484
E-120	E-121	15	0	57	17.94	1274.412	1754.647	981.425
E-121	E-122	336	31	25	40.65	1313.701	1734.368	981.074
E-122	E-123	327	11	9	101.84	1399.098	1684.305	979.544
E-123	E-124	307	40	7	26.12	1425.800	1659.481	967.376
E-124	E-125	274	11	7	56.40	1403.341	1626.061	966.840
E-125	E-126	302	9	30	26.27	1494.782	1637.701	965.706
E-126	E-127	349	15	6	34.31	1450.623	1628.401	964.583
E-127	E-128	318	0	21	30.50	1473.291	1607.994	963.610
E-128	E-129	46	27	20	37.95	1446.356	1606.710	966.561
E-129	E-130	49	5	51	62.23	1436.517	1727.557	961.390
E-130	E-131	297	48	50	7.81	1476.435	1601.087	964.366
E-131	E-132	295	34	28	65.04	1505.012	1542.118	965.179
E-132	E-133	6	53	15	16.50	1496.245	1603.425	963.482
E-133	E-134	46	54	22	52.48	1484.436	1655.922	961.658
E-134	E-135	41	34	8	8.94	1484.750	1604.560	960.776
E-135	E-136	49	11	35	39.23	1483.483	1703.286	954.931
E-136	E-137	47	31	42	63.00	1474.865	1765.843	944.713
E-137	E-138	41	47	50	5.00	1501.871	1603.894	963.370
E-138	E-139	254	41	50	9.03	1510.955	1603.816	963.281
E-139	E-140	8	31	37	68.84	1578.636	1594.024	956.470
E-140	E-141	45	44	3	37.76	1575.004	160.594	953.244
E-141	E-142	100	34	36	22.32	1570.880	1673.524	944.322
E-142	E-143	346	30	37	24.22	1558.564	1536.744	963.894
E-143	E-144	322	34	16	63.42	1578.426	1448.224	954.033
E-144	E-145	354	55	34	41.15	1564.791	1536.712	962.152
E-145	E-146	325	30	32	23.85	1544.311	1523.206	957.125
E-146	E-147	335	36	15	31.80	1607.705	1485.172	945.353
E-147	E-148	16	37	43	30.76	1636.853	1444.408	942.240
E-148	E-149	186	44	54	16.00	1591.816	1483.292	948.202
E-149	E-150	206	7	23	19.73	1674.401	1474.605	944.055
E-150	E-151	37	23	52	35.45	1607.208	1576.260	938.818

LONGITUD (TOPOGRÁFICA) DEL TRAMO TOTAL: 2+292.22

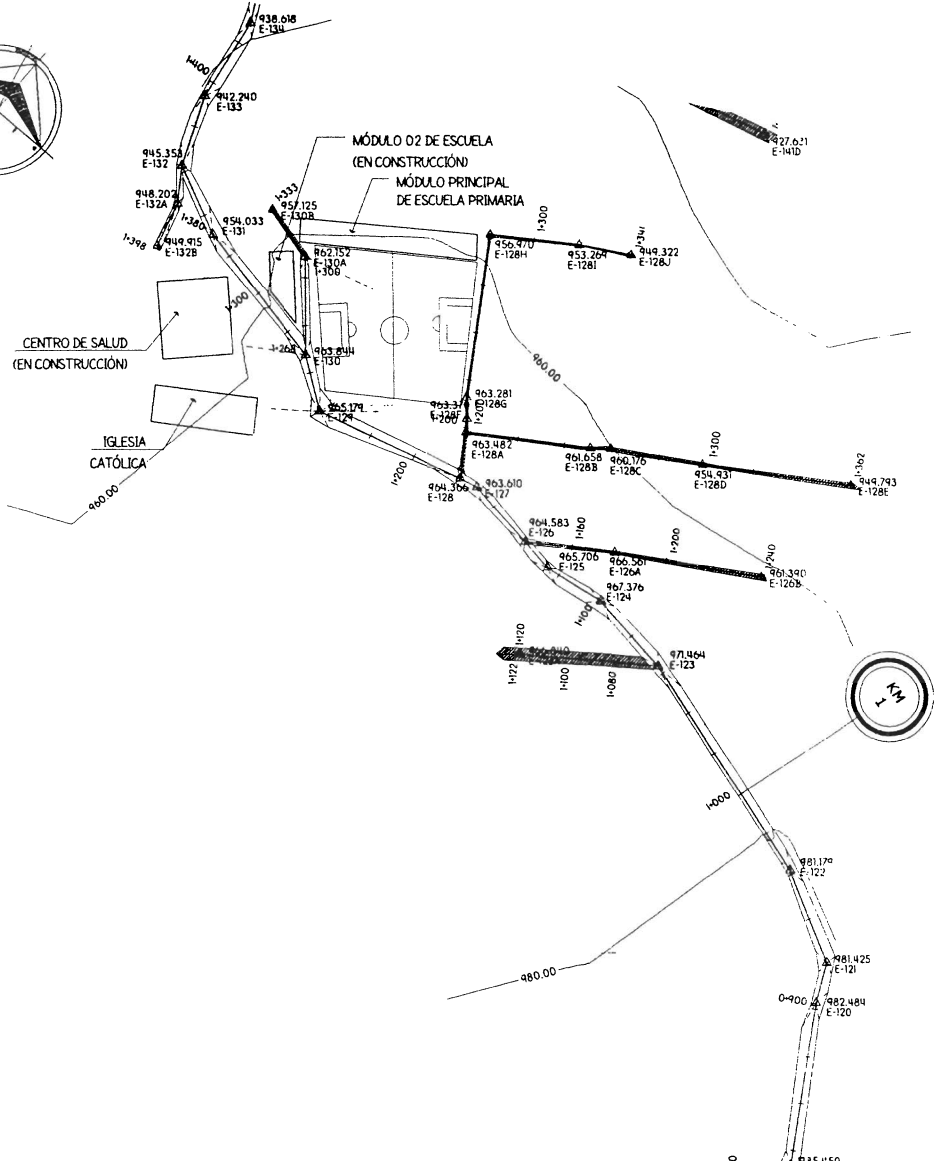


PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL - LOMA 01 DE E-0 (0+000.00) A E-134 (2+292.22)

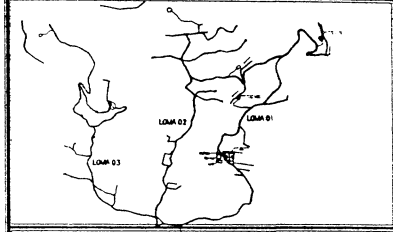
[SECTOR 1 - LOMA 1] - DE 0+000.00 A 0+674.58
 [SECTOR 2 - LOMA 1] - DE 0+674.58 A 1+429.46
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1 Y 2
 LOMA 01 - CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC
 ESCALA HORIZONTAL: 1/10000



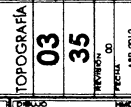
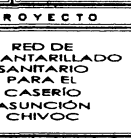
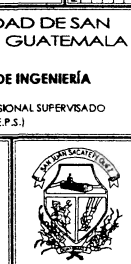
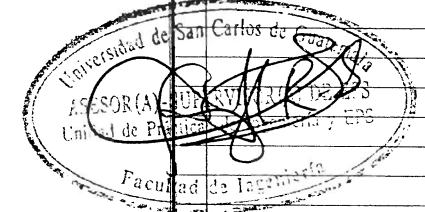
UBICACIÓN:
 CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ,
 SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



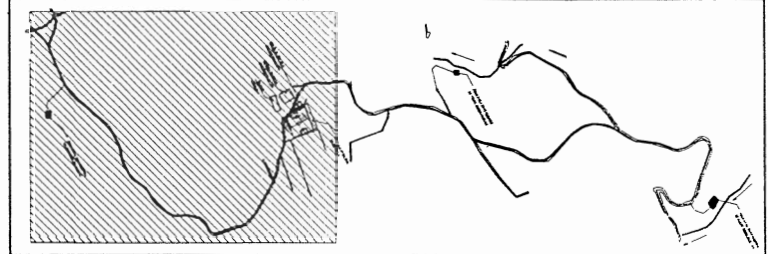
SIMBOLOGÍA	
[Symbol]	SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
[Symbol]	RÍO O QUEBRADA
[Symbol]	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
[Symbol]	LÍNEA CENTRAL
[Symbol]	CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
[Symbol]	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
[Symbol]	PUENTE EXISTENTE
[Symbol]	LÍMITE DE CALLE
[Symbol]	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

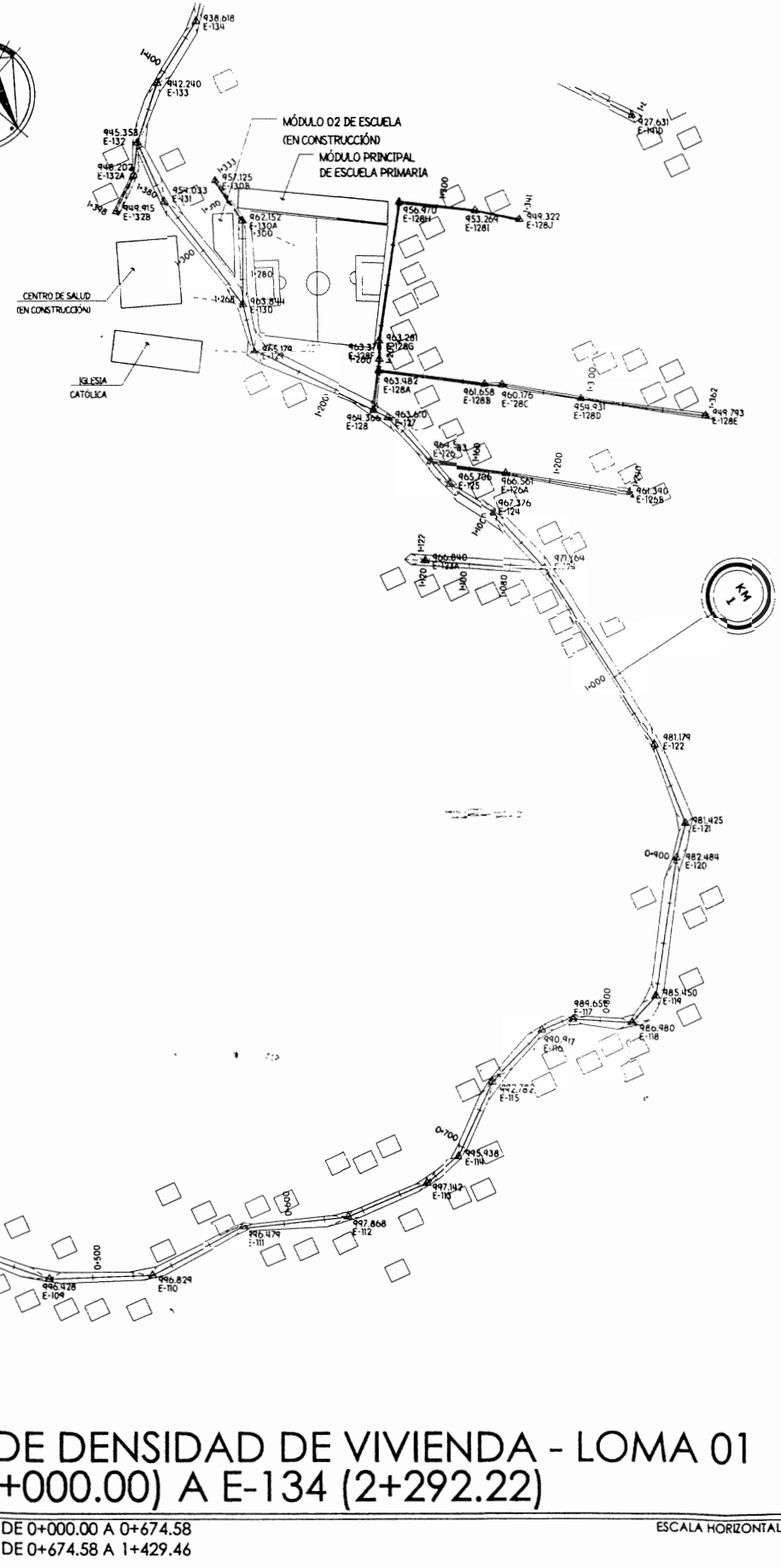
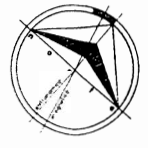
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	ASesoría Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO ASUNCIÓN CHIVOC
AUTORIZACIONES UNIDAD DE EPS - FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO ING. ANGELO ROBERTO SAC GARCIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
CONTENIDO PLANTA TOPOGRÁFICA LOMA 01 DE E-0 A E-134	TP-01 TOPOGRÁFICA 03 35 INVENTARIO FEBRERO 2012
UNIDAD: METROS ESCALA NUMÉRICA: 1/1500	DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11-03 ESCALA GRÁFICA: 1/1500



EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-0	E-A	0	---	BALESTO
E-1	E-B	0	---	BALESTO
E-2	E-C	0	---	BALESTO
E-3	E-D	0	---	BALESTO
E-4	E-E	0	---	BALESTO
E-5	E-F	0	---	BALESTO
E-6	E-G	0	---	BALESTO
E-7	E-H	0	---	BALESTO
E-8	E-I	0	---	BALESTO
E-9	E-J	0	---	BALESTO
E-10	E-K	0	---	BALESTO
E-11	E-L	0	---	BALESTO
E-12	E-M	0	---	BALESTO
E-13	E-N	0	---	BALESTO
E-14	E-O	0	---	BALESTO
E-15	E-P	0	---	BALESTO
E-16	E-Q	0	---	BALESTO
E-17	E-R	0	---	BALESTO
E-18	E-S	0	---	BALESTO
E-19	E-T	0	---	BALESTO
E-20	E-U	0	---	BALESTO
E-21	E-V	0	---	BALESTO
E-22	E-W	0	---	BALESTO
E-23	E-X	0	---	BALESTO
E-24	E-Y	0	---	BALESTO
E-25	E-Z	0	---	BALESTO
E-26	E-AA	0	---	BALESTO
E-27	E-AB	0	---	BALESTO
E-28	E-AC	0	---	BALESTO
E-29	E-AD	0	---	BALESTO
E-30	E-AE	0	---	BALESTO
E-31	E-AF	0	---	BALESTO
E-32	E-AG	0	---	BALESTO
E-33	E-AH	0	---	BALESTO
E-34	E-AI	0	---	BALESTO
E-35	E-AJ	0	---	BALESTO
E-36	E-AK	0	---	BALESTO
E-37	E-AL	0	---	BALESTO
E-38	E-AM	0	---	BALESTO
E-39	E-AN	0	---	BALESTO
E-40	E-AO	0	---	BALESTO
E-41	E-AP	0	---	BALESTO
E-42	E-AQ	0	---	BALESTO
E-43	E-AR	0	---	BALESTO
E-44	E-AS	0	---	BALESTO
E-45	E-AT	0	---	BALESTO
E-46	E-AU	0	---	BALESTO
E-47	E-AV	0	---	BALESTO
E-48	E-AW	0	---	BALESTO
E-49	E-AX	0	---	BALESTO
E-50	E-AY	0	---	BALESTO
E-51	E-AZ	0	---	BALESTO
E-52	E-BA	0	---	BALESTO
E-53	E-BB	0	---	BALESTO
E-54	E-BC	0	---	BALESTO
E-55	E-BD	0	---	BALESTO
E-56	E-BE	0	---	BALESTO
E-57	E-BF	0	---	BALESTO
E-58	E-BG	0	---	BALESTO
E-59	E-BH	0	---	BALESTO
E-60	E-BI	0	---	BALESTO
E-61	E-BJ	0	---	BALESTO
E-62	E-BK	0	---	BALESTO
E-63	E-BL	0	---	BALESTO
E-64	E-BM	0	---	BALESTO
E-65	E-BN	0	---	BALESTO
E-66	E-BO	0	---	BALESTO
E-67	E-BP	0	---	BALESTO
E-68	E-BQ	0	---	BALESTO
E-69	E-BR	0	---	BALESTO
E-70	E-BS	0	---	BALESTO
E-71	E-BT	0	---	BALESTO
E-72	E-BU	0	---	BALESTO
E-73	E-BV	0	---	BALESTO
E-74	E-BW	0	---	BALESTO
E-75	E-BX	0	---	BALESTO
E-76	E-BY	0	---	BALESTO
E-77	E-BZ	0	---	BALESTO
E-78	E-CA	0	---	BALESTO
E-79	E-CB	0	---	BALESTO
E-80	E-CC	0	---	BALESTO
E-81	E-CD	0	---	BALESTO
E-82	E-CE	0	---	BALESTO
E-83	E-CD	0	---	BALESTO
E-84	E-CE	0	---	BALESTO
E-85	E-CD	0	---	BALESTO
E-86	E-CE	0	---	BALESTO
E-87	E-CD	0	---	BALESTO
E-88	E-CE	0	---	BALESTO
E-89	E-CD	0	---	BALESTO
E-90	E-CE	0	---	BALESTO
E-91	E-CD	0	---	BALESTO
E-92	E-CE	0	---	BALESTO
E-93	E-CD	0	---	BALESTO
E-94	E-CE	0	---	BALESTO
E-95	E-CD	0	---	BALESTO
E-96	E-CE	0	---	BALESTO
E-97	E-CD	0	---	BALESTO
E-98	E-CE	0	---	BALESTO
E-99	E-CD	0	---	BALESTO
E-100	E-CE	0	---	BALESTO
E-101	E-CD	0	---	BALESTO
E-102	E-CE	0	---	BALESTO
E-103	E-CD	0	---	BALESTO
E-104	E-CE	0	---	BALESTO
E-105	E-CD	0	---	BALESTO
E-106	E-CE	0	---	BALESTO
E-107	E-CD	0	---	BALESTO
E-108	E-CE	0	---	BALESTO
E-109	E-CD	0	---	BALESTO
E-110	E-CE	0	---	BALESTO
E-111	E-CD	0	---	BALESTO
E-112	E-CE	0	---	BALESTO
E-113	E-CD	0	---	BALESTO
E-114	E-CE	0	---	BALESTO
E-115	E-CD	0	---	BALESTO
E-116	E-CE	0	---	BALESTO
E-117	E-CD	0	---	BALESTO
E-118	E-CE	0	---	BALESTO
E-119	E-CD	0	---	BALESTO
E-120	E-CE	0	---	BALESTO
E-121	E-CD	0	---	BALESTO
E-122	E-CE	0	---	BALESTO
E-123	E-CD	0	---	BALESTO
E-124	E-CE	0	---	BALESTO
E-125	E-CD	0	---	BALESTO
E-126	E-CE	0	---	BALESTO
E-127	E-CD	0	---	BALESTO
E-128	E-CE	0	---	BALESTO
E-129	E-CD	0	---	BALESTO
E-130	E-CE	0	---	BALESTO
E-131	E-CD	0	---	BALESTO
E-132	E-CE	0	---	BALESTO
E-133	E-CD	0	---	BALESTO
E-134	E-CE	0	---	BALESTO



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1 Y 2
LOMA 01 - CASERIO ASUNCIÓN CHVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

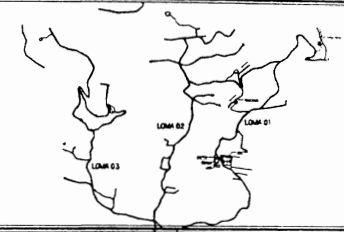


PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA - LOMA 01
DE E-0 (0+000.00) A E-134 (2+292.22)

[SECTOR 1 - LOMA 1] - DE 0+000.00 A 0+674.58
[SECTOR 2 - LOMA 1] - DE 0+674.58 A 1+429.46

ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

UBICACIÓN: CASERIO ASUNCIÓN CHVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

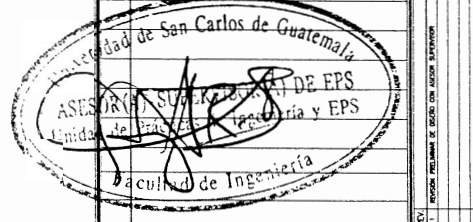
[Symbol]	SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
[Symbol]	RÍO O QUEBRADA
[Symbol]	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
[Symbol]	LÍNEA CENTRAL
[Symbol]	CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
[Symbol]	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
[Symbol]	PUENTE EXISTENTE
[Symbol]	LÍMITE DE CALLE
[Symbol]	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.93) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+642.48) A E-344 (DE E-334 A E-334.3 (1+653.30), TOMANDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54.
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+470.78) TOMANDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+351.81.
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+642.48) A E-349 (2+078.74) DE E-356 (2+323.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.43) TOMANDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+792.78.

CONDICIONES GENERALES DE LOMA 03

- VIVIENDAS ACTUALES: 121 VIVIENDAS
- DENSIDAD DE POBLACIÓN: 6 HABITANTES/VIVIENDA
- POBLACIÓN ACTUAL: 726 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 2137 HABITANTES
- PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

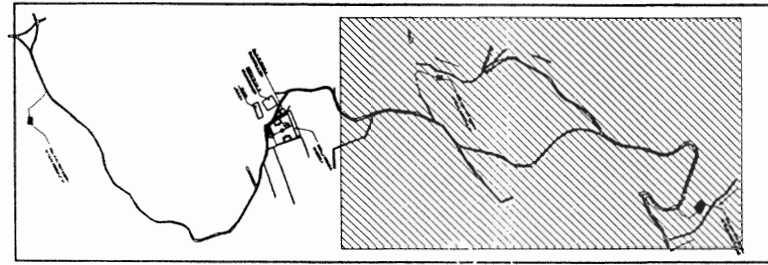
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES	PROYECTO
UNIDAD DE EPS - FACULTAD DE INGENIERÍA	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHVOC
ING. ANGEL ROBERTO SICA GARCIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
ING. LUIS COYAN INGENIERO S.C.	
TP-01	TOPOGRAFÍA
05	35
	REVISIÓN DE
	FECHA: 2024-11-02

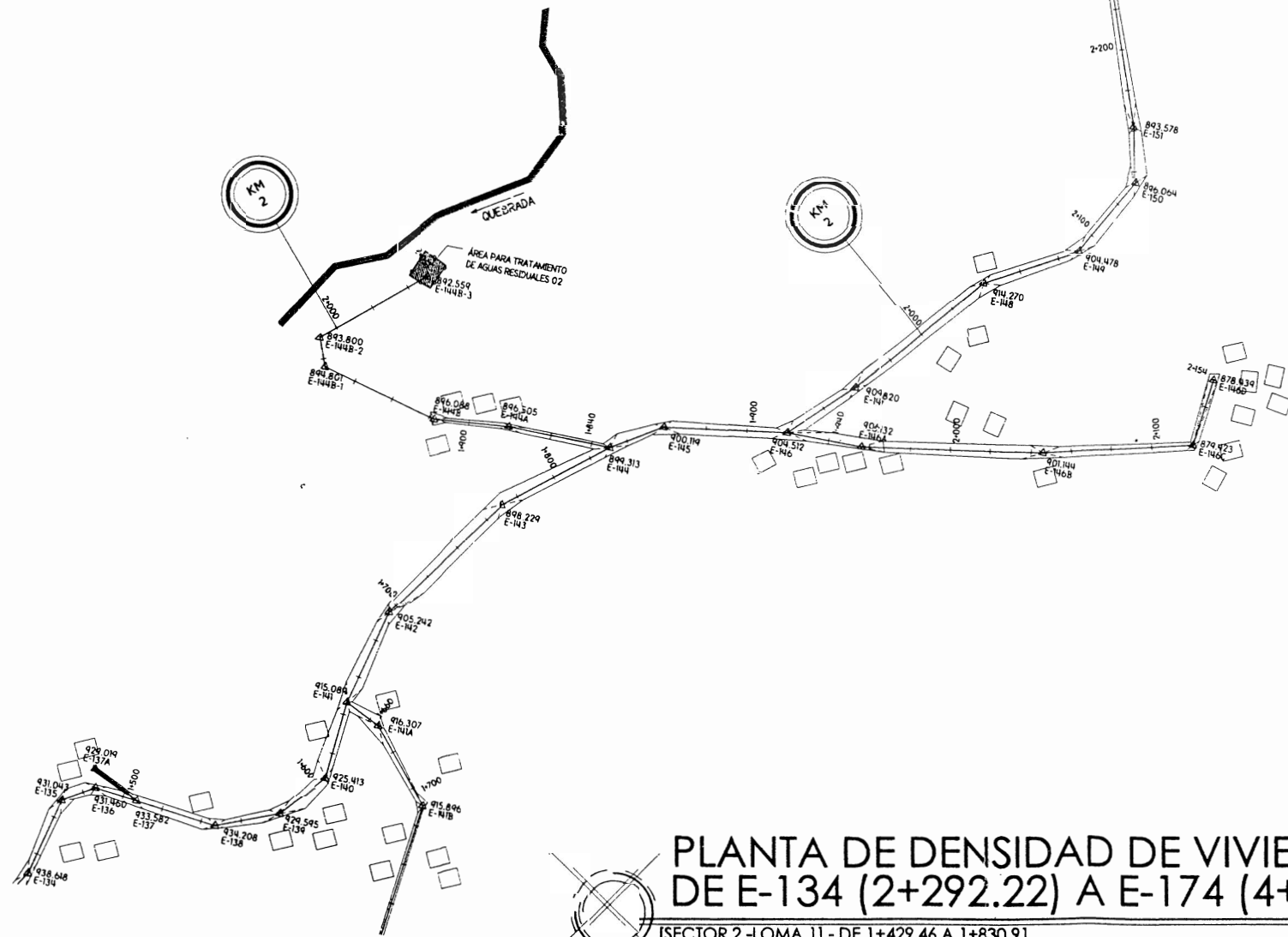
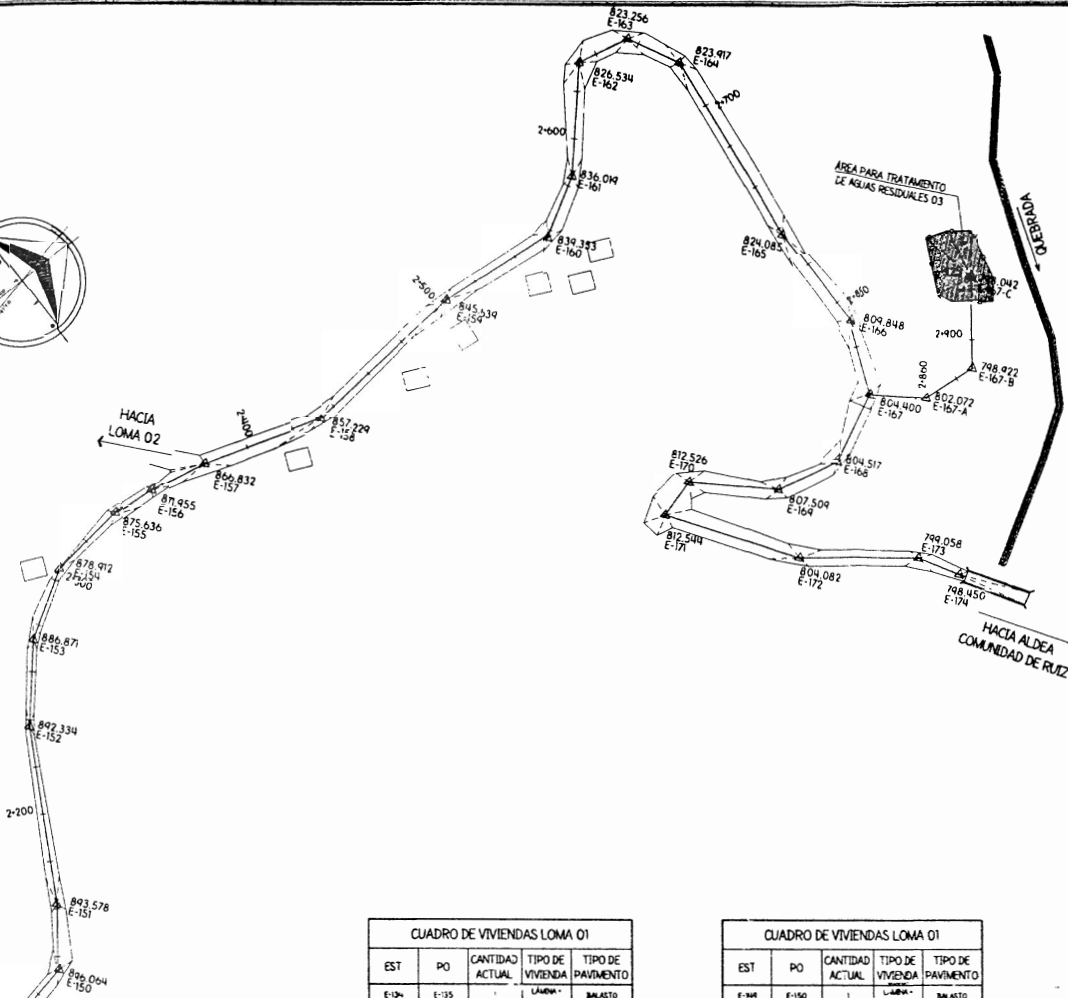
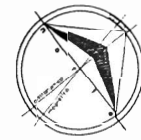
PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA - LOMA 01 DE E-0 A E-134



UNIDAD	CALCULO	DISEÑO
METROS	HECTOR A. MONTECIN DUARTE 2024-11-03	HECTOR A. MONTECIN DUARTE 2024-11-03
ESCALA NUMERICA	ESCALA GRAFICA	
1/1500		



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 2 Y 3
LOMA 01 - CASERIO ASUNCIÓN CHVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000



CUADRO DE VIVIENDAS LOMA 01

EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-124	E-135	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-125	E-136	2	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-126	E-137	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-127	E-137A	0	---	NATURAL
E-127	E-138	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-128	E-139	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-129	E-140	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-140	E-141	2	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-141	E-142	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-141	E-143	0	---	NATURAL
E-142	E-143	1	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-142	E-143	1	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-142	E-143	4	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-142	E-143	4	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-142	E-143	0	---	BALASTO
E-143	E-144	0	---	BALASTO
E-144	E-144	0	---	NATURAL
E-144	E-143	1	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-145	E-145	3	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-146	E-147	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-146	E-148	0	---	NATURAL
E-146	E-148	3	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-146	E-148	3	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-146	E-148	2	LAMINA-BLOCO	NATURAL
E-147	E-148	6	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-148	E-148	2	LAMINA-BLOCO	BALASTO

CUADRO DE VIVIENDAS LOMA 01

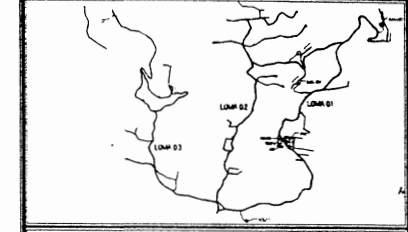
EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-148	E-150	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-150	E-151	0	---	BALASTO
E-151	E-151	0	---	BALASTO
E-151	E-153	0	---	BALASTO
E-151	E-154	0	---	BALASTO
E-151	E-155	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-155	E-156	0	---	BALASTO
E-156	E-157	0	---	BALASTO
E-157	E-158	0	---	BALASTO
E-158	E-159	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-159	E-160	2	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-160	E-161	2	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-161	E-162	1	LAMINA-BLOCO	BALASTO
E-162	E-163	0	---	BALASTO
E-162	E-164	0	---	BALASTO
E-164	E-165	0	---	BALASTO
E-165	E-166	0	---	BALASTO
E-166	E-167	0	---	BALASTO
E-167	E-168	0	---	BALASTO
E-168	E-169	0	---	BALASTO
E-169	E-170	0	---	BALASTO
E-170	E-171	0	---	BALASTO
E-171	E-172	0	---	BALASTO
E-172	E-173	0	---	BALASTO
E-173	E-174	0	---	BALASTO
E-177	E-167-A	0	---	NATURAL
E-167-A	E-167-B	0	---	NATURAL
E-167-B	E-167-C	0	---	NATURAL
E-167-C	E-167-D	0	---	NATURAL
E-167	E-162A	0	---	NATURAL
E-102A	E-102B	0	---	NATURAL
E-102B	E-102C	0	---	NATURAL
E-102C	E-102D	0	---	NATURAL
E-102D	E-102E	0	---	NATURAL
E-102E	E-102F	0	---	NATURAL
E-102F	E-102G	0	---	NATURAL
E-102G	E-102H	0	---	NATURAL
E-102H	E-102I	0	---	NATURAL
E-102I	E-102J	0	---	NATURAL
E-102J	E-102K	0	---	NATURAL
E-102K	E-102L	0	---	NATURAL
E-102L	E-102M	0	---	NATURAL
E-102M	E-102N	0	---	NATURAL
E-102N	E-102O	0	---	NATURAL
E-102O	E-102P	0	---	NATURAL
E-102P	E-102Q	0	---	NATURAL
E-102Q	E-102R	0	---	NATURAL
E-102R	E-102S	0	---	NATURAL
E-102S	E-102T	0	---	NATURAL
E-102T	E-102U	0	---	NATURAL
E-102U	E-102V	0	---	NATURAL
E-102V	E-102W	0	---	NATURAL
E-102W	E-102X	0	---	NATURAL
E-102X	E-102Y	0	---	NATURAL
E-102Y	E-102Z	0	---	NATURAL

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA - LOMA 01 DE E-134 (2+292.22) A E-174 (4+772.91)

[SECTOR 2 -LOMA 1] - DE 1+429.46 A 1+830.91
[SECTOR 3 -LOMA 1] - DE 1+830.91 A 2+840.49

ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

UBICACION: CASERIO ASUNCIÓN CHVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

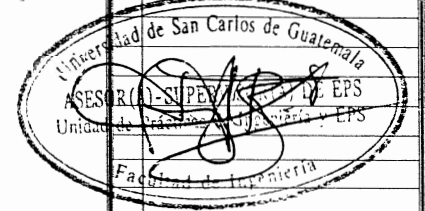
[Symbol]	SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
[Symbol]	RÍO O QUEBRADA
[Symbol]	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
[Symbol]	LÍNEA CENTRAL
[Symbol]	CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
[Symbol]	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
[Symbol]	PUENTE EXISTENTE
[Symbol]	LÍMITE DE CALLE
[Symbol]	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97, DE E-322 (1+077.93 A E-324 (1+112.91), DE E-324 (1+42.48 A E-324 Y DE E-324 A E-324 (1+42.36), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322G-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+551.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-324 (1+42.48) A E-349 (2+078.74), DE E-349 (2+325.79) A E-349, Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+792.78

CONDICIONES GENERALES DE LOMA 03

- VIVIENDAS ACTUALES: 121 VIVIENDAS
- DENSIDAD DE POBLACIÓN: 4 HABITANTES/VIVIENDA
- POBLACIÓN ACTUAL: 728 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 217 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHVOC
ING. ANGEL ROBERTO SICA GARCIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA LOMA 01 DE E-134 A E-174

UNIDAD: CÁLCULO: SECTOR A MONEDÓN DUARTE 2006-11-03
METROS: SECTOR A MONEDÓN DUARTE 2006-11-03
ESCALA NUMÉRICA: 1/1500
ESCALA GRÁFICA

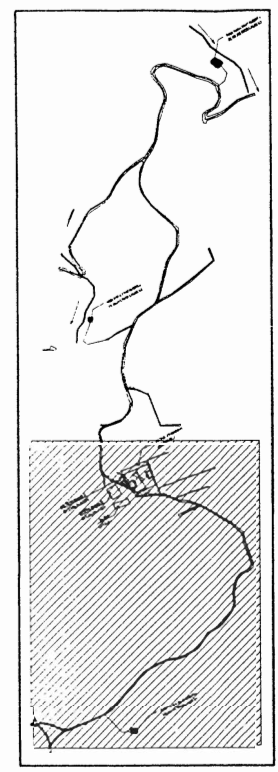


TABLA DE TUBERIAS					
DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERIA (P.C.G)	MATERIAL
PV-01	PV-02	20.04	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-02	PV-03	16.04	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-03	PV-04	12.87	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-001	PV-002	56.12	1.84%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-001	PV-002	57.06	7.93%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-002	PV-003	28.43	0.81%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-002	PV-002A	30.23	0.62%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-002A	PV-002B	35.45	14.00%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-002B	PV-002C	23.57	5.12%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-003	PV-004	54.47	0.81%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-004	PV-005	34.00	0.86%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-005	PV-006	35.57	0.89%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-006	PV-007	31.93	0.92%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-007	PV-008	47.55	1.00%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-008	PV-009	41.07	1.00%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-009	PV-010	51.18	1.13%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-010	PV-011	49.35	1.50%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-011	PV-012	53.28	1.84%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-012	PV-013	42.44	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-013	PV-014	20.23	6.33%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-014	PV-015	40.48	7.96%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-015	PV-016	33.89	5.43%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-016	PV-017	17.41	8.00%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-017	PV-018	24.79	9.24%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-018	PV-019	17.53	9.98%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-019	PV-020	68.85	4.24%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-020	PV-021	17.44	6.33%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-021	PV-022	41.65	1.24%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-022	PV-022A	60.00	9.26%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-022A	PV-023	41.61	9.71%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-023	PV-024	36.12	11.62%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-024	PV-025	28.27	6.55%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-025	PV-026	16.31	8.33%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-026	PV-027	30.50	3.22%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-028A	PV-028	37.95	5.38%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-027	PV-028	7.81	0.77%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-028	PV-029	65.04	0.74%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-029	PV-030	24.22	0.71%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-030	PV-031	63.42	11.54%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-030A	PV-030	41.15	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-030	PV-032	51.60	15.45%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-032	PV-033	30.76	10.42%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-032A	PV-032	16.00	10.05%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-032B	PV-032A	14.73	9.24%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-033	PV-034	35.95	10.34%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-034	PV-035	39.57	10.04%	6	PVC - ASTM D-3034

TABLA DE TUBERIAS					
DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERIA (P.C.G)	MATERIAL
PV-067B	PV-067C	36.96	2.37%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-067	PV-067A	24.24	9.96%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0A	PV-01	32.17	8.64%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0B	PV-0A	29.70	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0C	PV-01	27.74	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0D	PV-0E	22.37	6.45%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0E	PV-000	22.33	6.45%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0F	PV-000	18.34	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV-0G	PV-0F	27.52	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO TOTAL: 1+778.78

TABLA DE POZOS DE VISITA					
PV	ESTACION	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV-01	0+012.47	1005.421	CE+1001.978	CS+1001.948	3.47
PV-0A	0+042.87	1004.916	CE+1001.321	CS+1001.291	3.63
PV-0C	0+046.04	1004.427	CE+1001.404	CS+1001.874	2.54
PV-0D	0+043.83	1003.833	CE+1001.296	CS+1001.266	2.57
PV-01	0+000.00	1003.637	CE+1002.237	CS+1002.237	1.40
PV-0G	0+094.88	1002.430	CE+998.155	CS+998.120	4.81
PV-0E	0+066.20	1001.300	CE+999.400	CS+999.870	1.43
PV-0F	0+122.40	1000.916	CE+997.541	CS+997.511	3.41
PV-01	0+074.84	1000.000	CE+998.600	CS+998.570	1.43
PV-000	0+088.53	999.811	CE+998.410	CS+998.380	2.68
PV-001	0+044.65	999.794	CE+997.304	CS+997.334	2.38
PV-002	0+032.34	997.866	CE+995.742	CS+993.846	4.02
PV-003	0+074.58	997.142	CE+994.835	CS+995.742	2.31
PV-001	0+529.51	996.824	CE+993.816	CS+992.548	4.28
PV-007	0+390.18	996.776	CE+992.084	CS+991.317	5.46
PV-008	0+437.26	996.446	CE+992.518	CS+991.624	4.87
PV-011	0+578.86	996.478	CE+994.805	CS+993.142	3.34
PV-009	0+478.33	996.428	CE+993.117	CS+992.199	4.31
PV-014	0+094.81	995.938	CE+994.537	CS+994.507	1.43
PV-003	0+230.14	995.194	CE+990.048	CS+989.425	5.27
PV-006	0+358.18	995.100	CE+991.589	CS+990.490	4.61
PV-005	0+223.61	995.051	CE+991.287	CS+990.678	4.37
PV-002	0+201.71	994.540	CE+993.184	CS+989.895	4.70
PV-004	0+289.61	994.052	CE+990.950	CS+990.376	3.68
PV-002A	0+231.94	993.948	CE+989.715	CS+989.685	4.31
PV-015	0+735.29	992.782	CE+991.381	CS+991.351	1.43
PV-016	0+769.18	990.477	CE+989.576	CS+989.546	1.43
PV-017	0+786.54	989.651	CE+988.250	CS+988.220	1.43
PV-018	0+816.38	989.480	CE+985.578	CS+985.548	1.43
PV-022B	0+271.89	985.661	CE+984.260	CS+984.230	1.43
PV-019	0+833.11	985.450	CE+984.050	CS+984.020	1.43
PV-020C	0+295.45	984.485	CE+983.085	CS+983.055	1.40
PV-020	0+022.76	982.484	CE+981.084	CS+981.054	1.43
PV-021	0+420.20	981.425	CE+980.026	CS+979.996	1.43
PV-022	0+461.85	981.174	CE+979.444	CS+979.414	1.71
PV-022A	0+021.85	975.427	CE+974.014	CS+973.484	1.43
PV-023	0+63.46	971.464	CE+970.065	CS+970.035	1.43
PV-024	0+095.58	967.376	CE+965.978	CS+965.948	1.43
PV-026A	0+778.11	966.561	CE+965.161	CS+965.161	1.40
PV-025	0+125.85	965.706	CE+964.306	CS+964.276	1.43
PV-029	0+243.51	965.179	CE+961.626	CS+961.596	3.58
PV-026	0+40.16	964.583	CE+963.184	CS+963.154	1.43
PV-028	0+178.47	964.366	CE+962.174	CS+962.044	2.27
PV-030	0+267.73	963.844	CE+961.433	CS+961.403	4.00
PV-027	0+170.66	963.610	CE+962.210	CS+962.180	1.43
PV-030A	0+308.88	962.352	CE+960.637	CS+960.752	1.40
PV-031	0+311.15	954.033	CE+952.637	CS+948.644	5.38
PV-032B	0+348.48	944.915	CE+946.803	CS+946.515	1.40
PV-032A	0+378.75	948.202	CE+946.803	CS+946.773	1.43
PV-032	0+362.75	945.353	CE+943.952	CS+943.922	1.43
PV-033	0+343.51	942.240	CE+940.842	CS+940.812	1.43
PV-034	0+429.46	938.618	CE+937.274	CS+935.044	3.57



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1 Y 2
LOMA 01 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000



PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - LOMA 01 [SECTOR 1 Y SECTOR 2]
[SECTOR 1 - LOMA 1] - DE 0+000.00 A 0+674.58
[SECTOR 2 - LOMA 1] - DE 0+674.58 A 1+429.46
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

UBICACIÓN: CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ▨ ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ▨ ÁREA NO INCLUIDA EN LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LIMITE DE CALLE
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERIA PROYECTADA SEGUN ESPECIFICACIONES (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322 (1+118.97) DE E-322 (1+077.98) A E-334 (1+512.91) DE E-339 (1+442.48) A E-334 Y DE E-334 A E-334 (1+463.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.48) A E-349 (2+078.74) DE E-356 (2+352.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA PERTE.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.0%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRANTES: 0.10 ≤ d/D ≤ 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

ASESORÍA DE INGENIERÍA DE EPS
ING. ANGEL ROBERTO DE GARCIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

ING. LUIS CUYAN
INGENIERO DE EPS

ST-01
07/35
REVISIÓN 01
AUG-2012

PLANTA DE RED GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC DE E-0 A E-134 (SECTOR 1 Y 2)

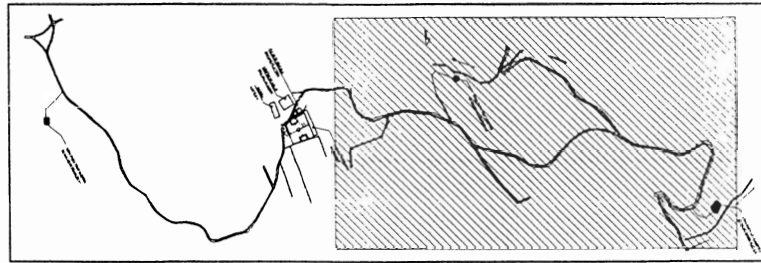
UNIDAD: METROS
HECTOR A: MONTEÓN DUARTE
ESCALA NUMÉRICA: 1/1000

DISEÑO: HECTOR A. MONTEÓN DUARTE
ESCALA GRÁFICA: 2000=1:400

PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - LOMA 01 [SECTOR 2 Y SECTOR 3]

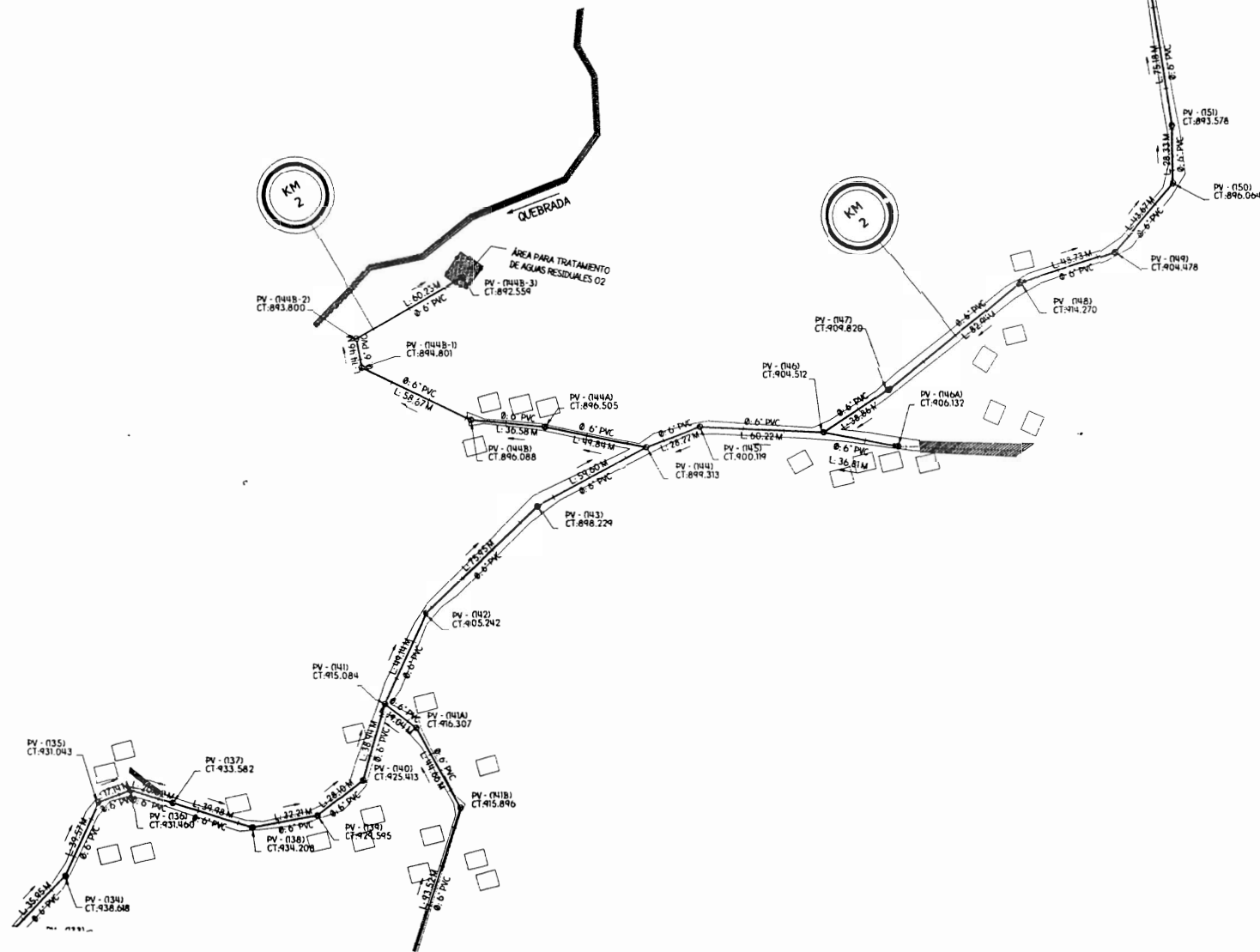
[SECTOR 2 - LOMA 1] - DE 1+429.46 A 1+830.91
[SECTOR 3 - LOMA 1] - DE 1+830.91 A 2+840.49

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 2 Y 3

LOMA 01 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000



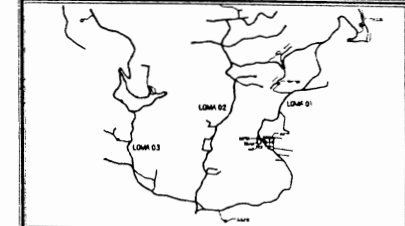
PV	ESTACIÓN	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV - (041)	1-803.44	937.440	CE -929.129	CS -929.099	5.11
PV - (038)	1-546.97	934.208	CE -929.380	CS -929.350	4.23
PV - (037)	1-506.99	933.582	CE -929.522	CS -929.492	1.87
PV - (036)	1-486.17	931.460	CE -929.643	CS -929.613	1.43
PV - (035)	1-449.03	931.043	CE -928.193	CS -927.455	2.34
PV - (034)	1-579.18	929.595	CE -928.074	CS -928.515	6.40
PV - (040)	1-607.28	925.413	CE -928.506	CS -928.476	2.83
PV - (044)	1-665.26	916.307	CE -928.443	CS -928.413	1.43
PV - (048)	1-704.92	915.896	CE -928.686	CS -928.656	1.43
PV - (041)	1-646.22	915.084	CE -928.084	CS -928.054	1.40
PV - (048)	2-041.15	914.270	CE -928.870	CS -928.840	1.40
PV - (047)	1-958.21	909.820	CE -928.423	CS -928.393	1.43
PV - (046)	1-956.16	906.132	CE -928.732	CS -928.702	1.40
PV - (042)	1-695.36	905.242	CE -928.843	CS -928.813	1.43
PV - (046)	1-909.35	904.512	CE -928.083	CS -928.053	1.43
PV - (049)	2-089.88	904.478	CE -928.079	CS -928.049	1.43
PV - (045)	1-659.13	900.794	CE -928.722	CS -928.692	1.43
PV - (044)	1-630.91	899.313	CE -928.529	CS -928.499	2.82
PV - (043)	1-771.31	898.229	CE -928.831	CS -928.801	1.43
PV - (044)	1-880.75	896.505	CE -929.570	CS -929.540	1.42
PV - (048)	1-917.33	896.064	CE -929.679	CS -929.649	1.43
PV - (050)	2-133.55	896.064	CE -929.665	CS -929.635	1.43
PV - (048-1)	1-976.00	894.801	CE -929.402	CS -929.372	1.43
PV - (048-2)	1-990.46	893.800	CE -929.403	CS -929.373	1.43
PV - (051)	2-461.88	893.578	CE -929.177	CS -929.147	1.43
PV - (048-3)	2-050.64	892.559	CE -929.163	CS -929.133	1.40
PV - (052)	2-237.06	892.334	CE -929.446	CS -929.416	1.92
PV - (053)	2-273.87	886.871	CE -929.472	CS -929.442	1.43
PV - (054)	2-304.68	878.912	CE -929.513	CS -929.483	1.43
PV - (055)	2-337.00	875.636	CE -929.237	CS -929.207	1.43
PV - (056)	2-355.30	871.955	CE -929.555	CS -929.525	1.43
PV - (057)	2-380.96	866.832	CE -929.437	CS -929.407	1.43
PV - (058)	2-432.53	857.229	CE -929.827	CS -929.797	1.43
PV - (059)	2-505.52	845.639	CE -929.239	CS -929.209	1.43
PV - (060)	2-556.71	839.333	CE -929.435	CS -929.405	1.43
PV - (061)	2-584.32	836.019	CE -929.620	CS -929.590	1.43
PV - (062)	2-632.04	826.534	CE -929.136	CS -929.106	1.43
PV - (065)	2-763.74	824.085	CE -929.468	CS -929.438	4.85
PV - (064)	2-679.05	823.917	CE -929.322	CS -929.292	2.62
PV - (063)	2-654.91	823.256	CE -929.856	CS -929.826	1.43
PV - (065-1)	2-783.74	817.452	CE -929.552	CS -929.522	1.43
PV - (066)	2-809.57	809.848	CE -929.449	CS -929.419	1.43
PV - (067)	2-840.49	804.400	CE -929.001	CS -928.971	1.43
PV - (067-A)	2-864.74	802.072	CE -929.671	CS -929.641	1.43
PV - (067-B)	2-867.99	798.922	CE -929.521	CS -929.491	1.43
PV - (067-C)	2-924.95	798.042	CE -929.643	CS -929.613	1.40

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (Pulg)	MATERIAL
PV - (035)	PV - (036)	17.30	0.57%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (036)	PV - (037)	20.82	0.57%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (037)	PV - (038)	34.98	0.57%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (038)	PV - (039)	32.21	2.97%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (039)	PV - (040)	28.10	12.79%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (040)	PV - (041)	36.94	12.79%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (041)	PV - (042)	49.10	11.41%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (042)	PV - (043)	19.04	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (043)	PV - (044)	44.66	2.20%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (044)	PV - (045)	43.52	23.34%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (045)	PV - (046)	75.45	9.34%	6	PVC - ASTM D-3034

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (Pulg)	MATERIAL
PV - (043)	PV - (044)	59.80	0.44%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (044)	PV - (045)	49.84	2.84%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (045)	PV - (046)	36.58	1.10%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-1)	PV - (046-2)	14.46	7.31%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-2)	PV - (046-3)	60.23	2.05%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-3)	PV - (046-4)	58.67	2.19%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-4)	PV - (046-5)	28.22	2.88%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-5)	PV - (046-6)	60.22	7.35%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-6)	PV - (046-7)	36.81	4.55%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-7)	PV - (046-8)	38.86	14.02%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (046-8)	PV - (046-9)	48.73	20.60%	6	PVC - ASTM D-3034

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (Pulg)	MATERIAL
PV - (048)	PV - (049)	82.94	5.44%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (049)	PV - (050)	43.67	19.74%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (050)	PV - (051)	28.33	9.06%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (051)	PV - (052)	75.18	2.30%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (052)	PV - (053)	36.51	10.00%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (053)	PV - (054)	31.11	26.51%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (054)	PV - (055)	32.32	10.43%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (055)	PV - (056)	18.30	21.36%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (056)	PV - (057)	25.66	20.82%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (057)	PV - (058)	51.57	19.01%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (058)	PV - (059)	72.94	16.10%	6	PVC - ASTM D-3034
PV - (059)	PV - (060)	51.91	12.55%	6	PVC - ASTM D-3034

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



	RÍO QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREA NO INCLUIDA EN LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO
	CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
	PUENTE EXISTENTE
	LÍMITE DE CALLE
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROTEGIDA SEGÚN ESPECIFICACIONES (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

- NOTAS GENERALES**
- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+077.98) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+422.48) A E-344 Y DE E-344 A E-343 (1+450.30), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54.
 - EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322-3 (1+440.78), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+251.80.
 - EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+422.48) A E-347 (2+078.74), DE E-348 (2+325.79) A E-349, Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.48), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 6+790.78.
 - CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
 - PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANA-PERFIL.

- CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03**
- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIARIA: 372 HABITANTES
 - POBLACIÓN AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 1180 HABITANTES
 - PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
 - TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
 - DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: (F.P.C.)
 - CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
 - RELACION DE TRANSES: 0.10 ≤ d/D ≤ 0.74
 - VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
 - VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
 - PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
 - PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
 - PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

PROYECTO

RED DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO LOMA 01 DE E-134 A E-174 (SECTOR 2 Y 3)

08 35

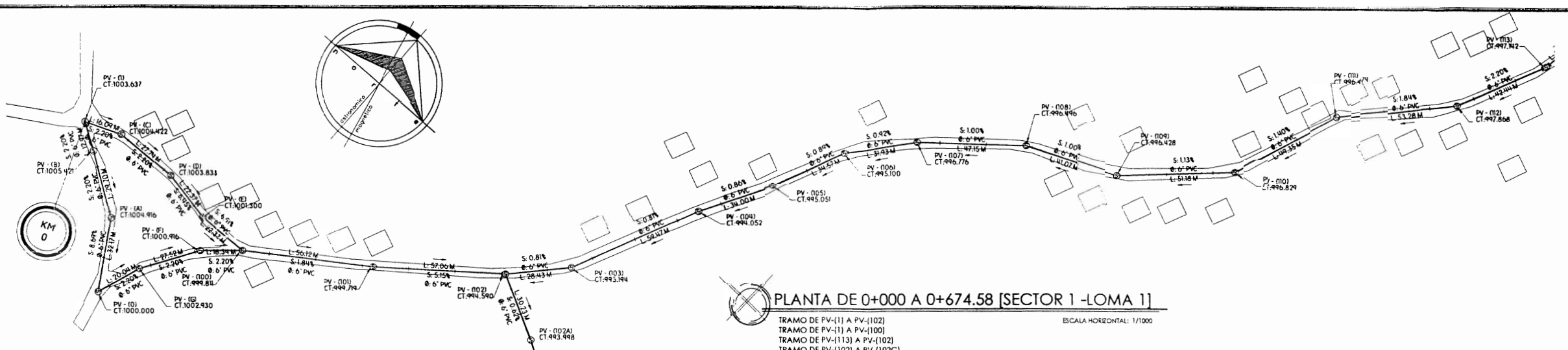
08 35

ELABORADO POR: [Nombre]

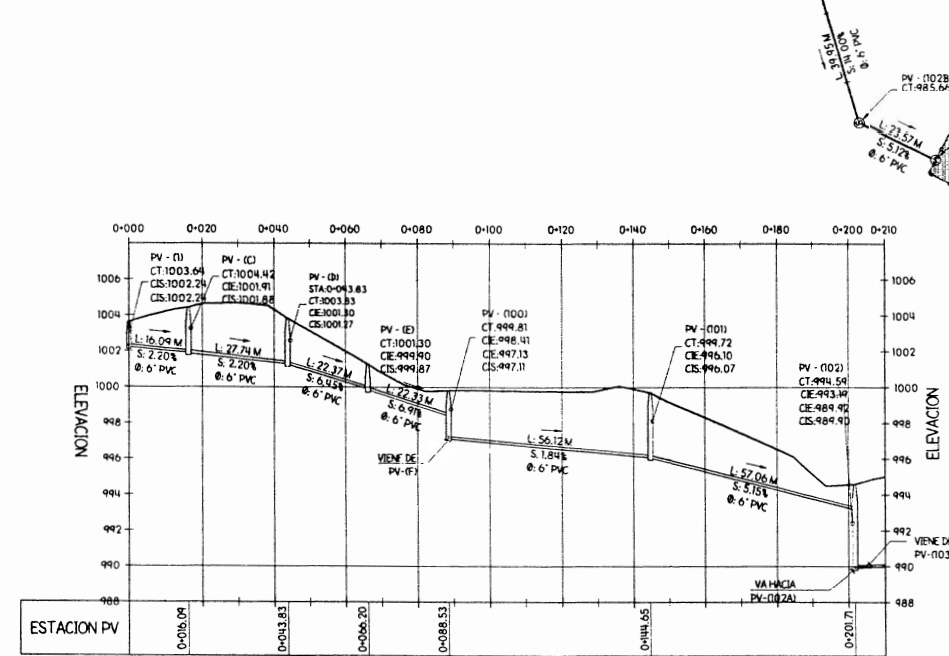
REVISADO POR: [Nombre]

ESCALA: 1/1000

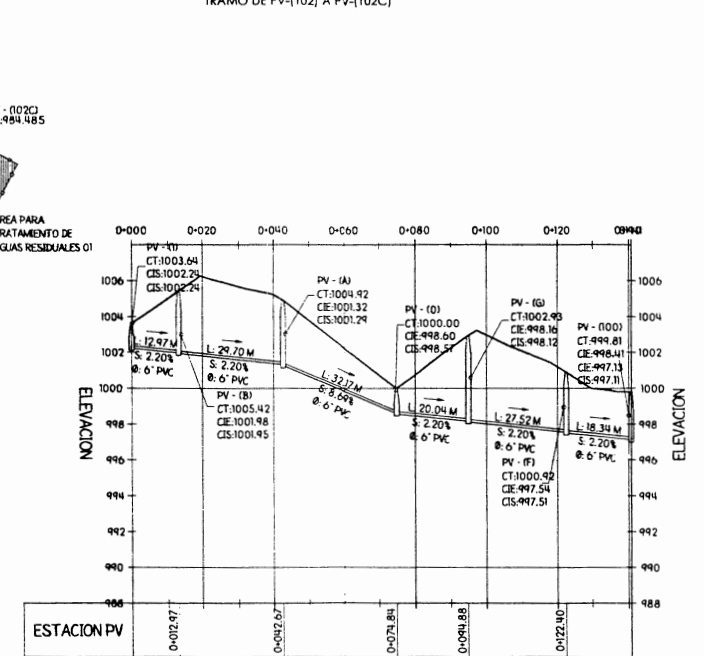
FECHA: 2006-11-03



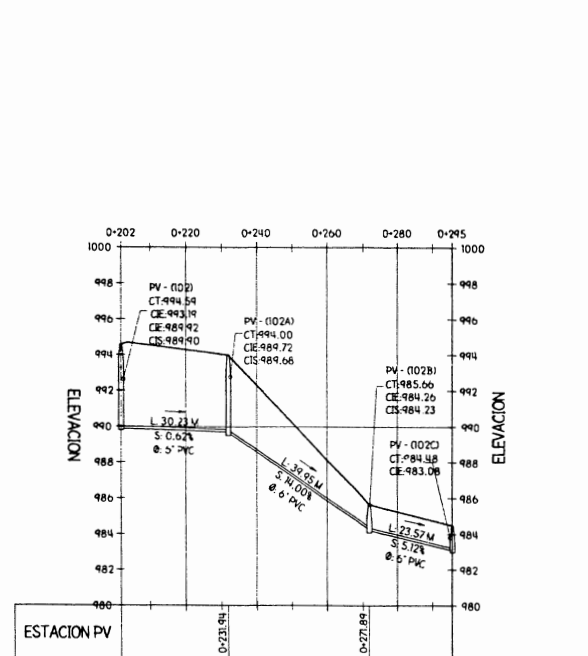
PLANTA DE 0+000 A 0+674.58 [SECTOR 1 -LOMA 1]
 TRAMO DE PV-(1) A PV-(102)
 TRAMO DE PV-(1) A PV-(100)
 TRAMO DE PV-(113) A PV-(102)
 TRAMO DE PV-(102) A PV-(102C)
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



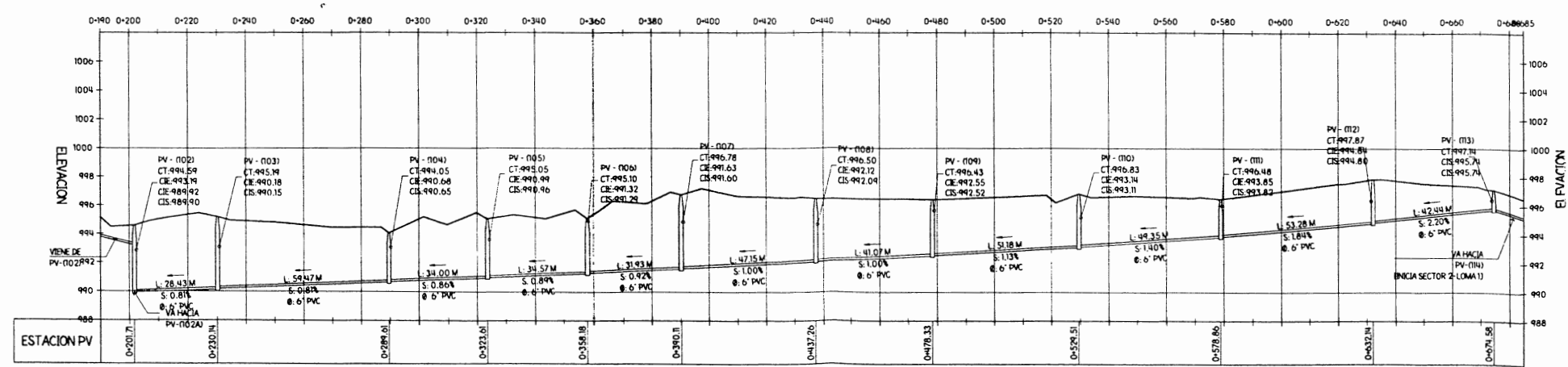
PERFIL DE PV-(1) A PV-(102)
 TRAMO DE 0+000 A 0+201.71
 [SECTOR 1-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(1) A PV-(100)
 TRAMO DE 0+000 A 0+140.74
 [SECTOR 1-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(102) A PV-(102C)
 TRAMO DE 0+201.71 A 0+674.58
 [FINAL DE SECTOR 1-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(113) A PV-(102)
 TRAMO DE 0+201.71 A 0+674.58
 [SECTOR 1-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RÚJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E+1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.93) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.68) A E-334 Y DE E-334 A E-334-3 (1+453.38), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+184.56
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+470.78), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+551.80
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.68) A E-339 (2+078.78), DE E-335 (2+325.79) A E-339 Y DE E-339 A E-344 (2+184.43), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+790.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 4" (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TIENES: 0.10 S 4/10 S 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
 UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

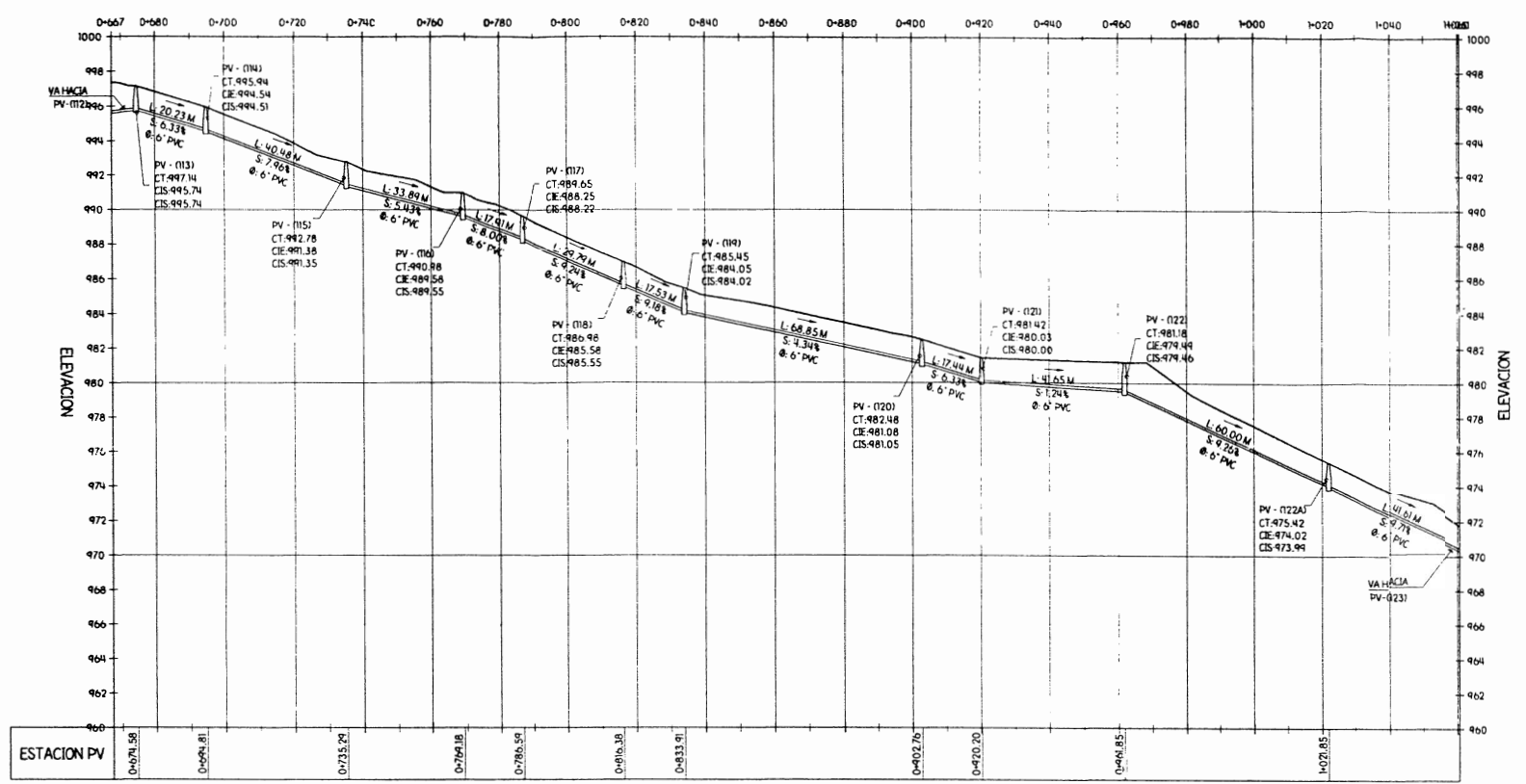
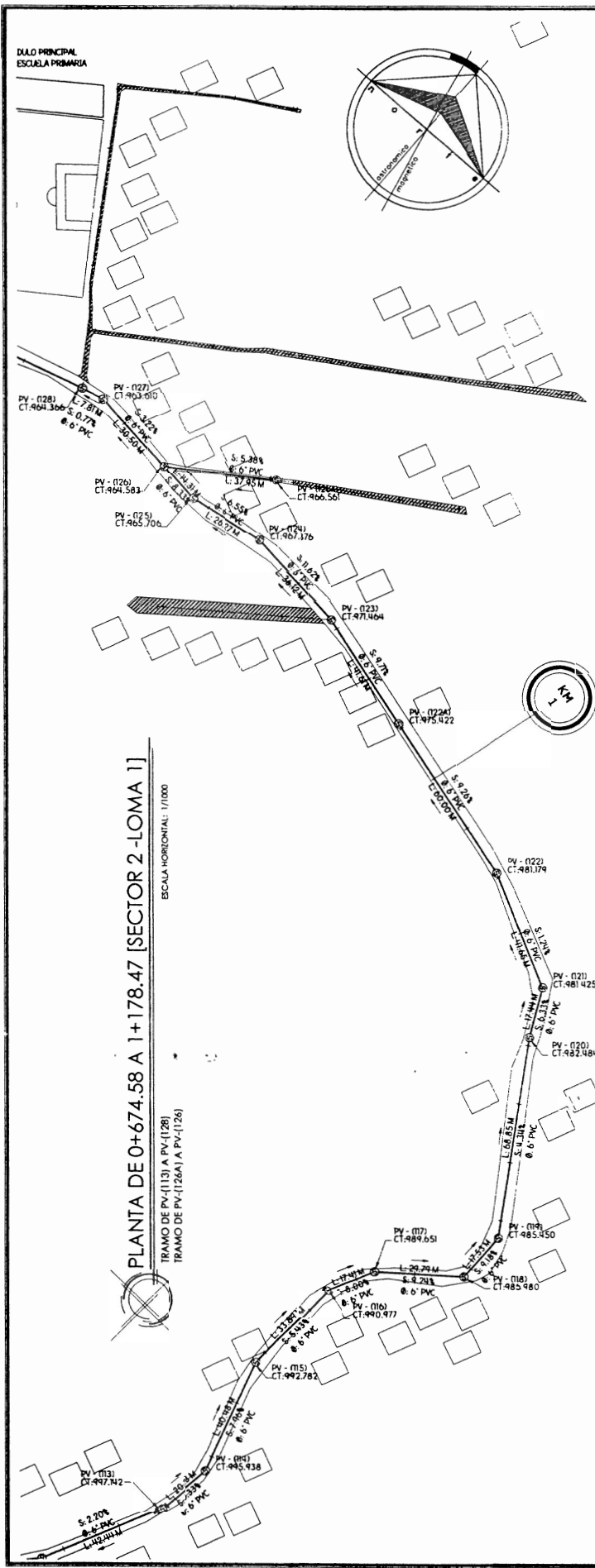
PROYECTO
 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ASESORÍA: [Logo] Unidades de Ingeniería y EPS

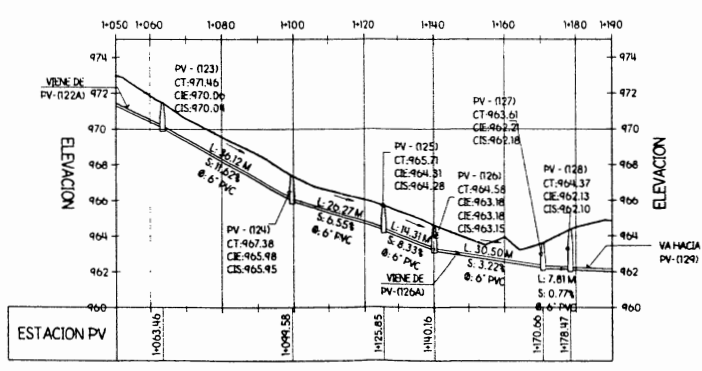
ST-01
 ANEAMIENTO 09 35

PLANTA -PERFIL SECTOR 1 LOMA 01 DE PV-0 A PV-113 (0+000 A 0+674.58)

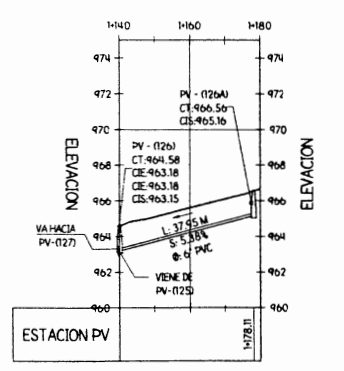
UNIDAD: GALCERÚ
 MÉTRICO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
 ESCALA NUMÉRICA: 2000-11403
 ESCALA GRÁFICA: 2000-11403



PERFIL DE PV-(113) A PV-(123)
 TRAMO DE 0+674.58 A 1+063.46
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(123) A PV-(128)
 TRAMO DE 1+063.46 A 1+178.47
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(126A) A PV-(126)
 TRAMO DE 1+140.16 A 1+178.11
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGIA

- RÍO QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E+1-E+322A (1+118.97), DE E+322 (1+077.93) A E+334 (1+512.91), DE E+334 (1+442.08) A E+334 Y DE E+334 A E+334 (1+453.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E+322A (1+118.97) A E+322 (1+140.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E+334 (1+442.08) A E+349 (1+078.44) DE E+355 (1+325.71) A E+349 Y DE E+349 A E+349 (1+186.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.76
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" PVC
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRANQUES: 0.10 S / 0.7 S
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.80 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

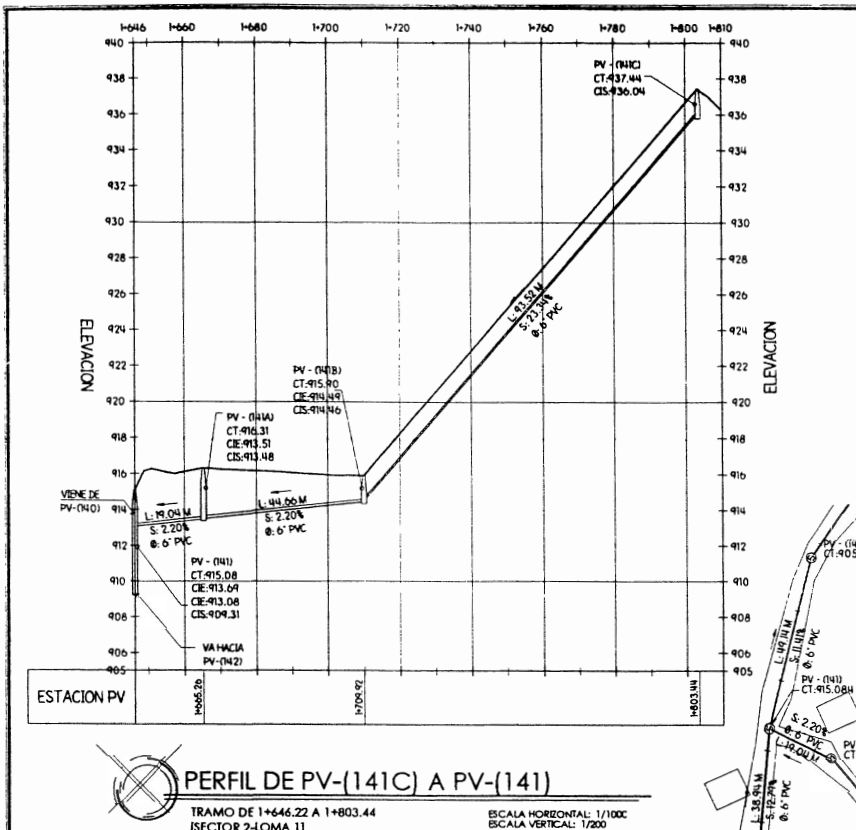
RESERVAZIONES

PROYECTO
 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

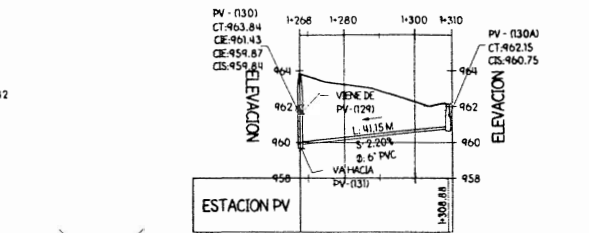
ST-01
 SANEAMIENTO
 HOJA 10 DE 35

PLANTA - PERFIL SECTOR 2 LOMA 01 DE PV-113 A PV-128 (0+674.58 A 1+178.47)

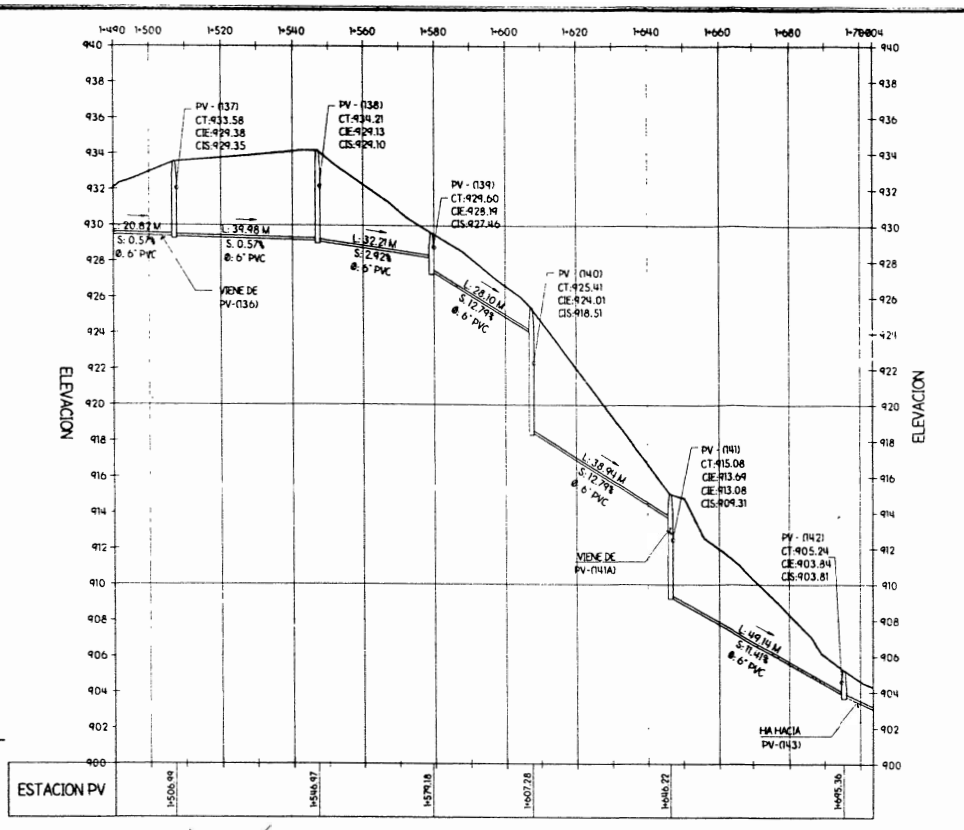
UNIDAD: METROS
 CÁLCULO: HÉCTOR A. MONTEZUARTE 2006-11-03
 DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEZUARTE 2006-11-03
 ESCALA NUMÉRICA: H 1/1000 - V 1/200
 ESCALA GRÁFICA: [Gráfico de escala]



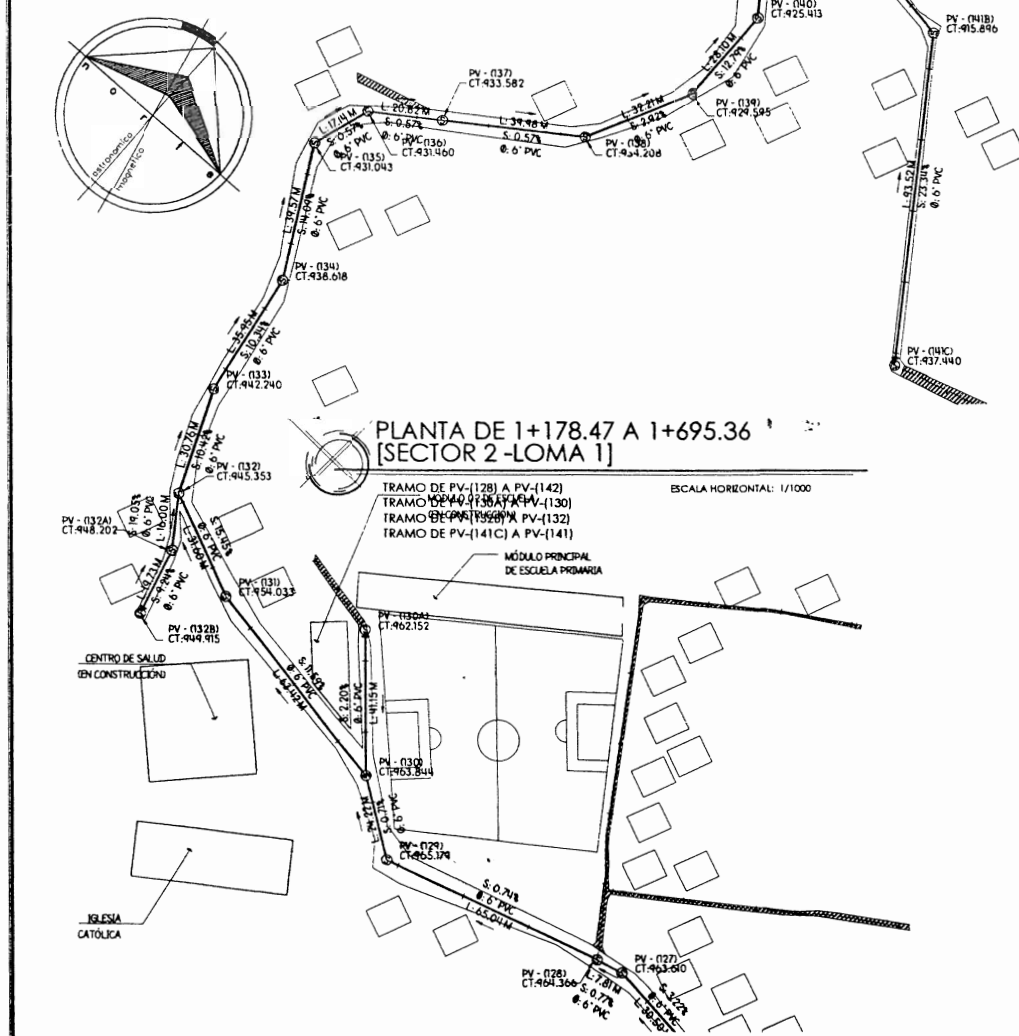
PERFIL DE PV-(132B) A PV-(132)
 TRAMO DE 1+362.75 A 1+398.48
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



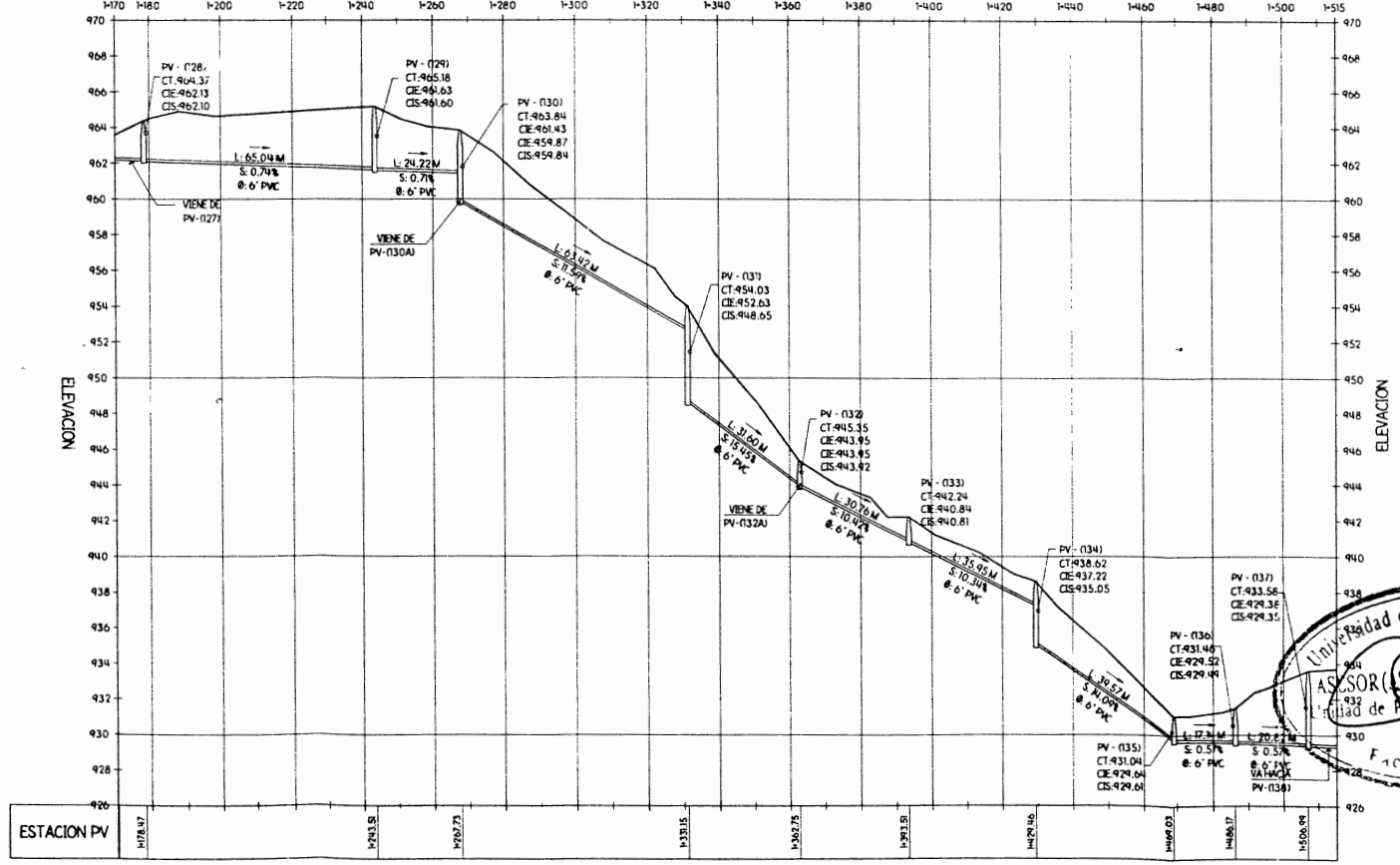
PERFIL DE PV-(130A) A PV-(130)
 TRAMO DE 1+267.73 A 1+308.88
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(137) A PV-(142)
 TRAMO DE 1+506.99 A 1+695.36
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PLANTA DE 1+178.47 A 1+695.36
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-(128) A PV-(137)
 TRAMO DE 1+178.47 A 1+506.99
 [SECTOR 2-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

CASERIO DE ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGIA

- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+077.93) A E-324 (1+512.91) DE E-329 (1+642.46) A E-334 Y DE E-334 A E-343 (1+663.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-329 (1+642.46) A E-347 (2+078.74) DE E-356 (2+325.79) A E-349 Y DE E-349 A E-346-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIARIA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRANTES: 0.10 ≤ d/D ≤ 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

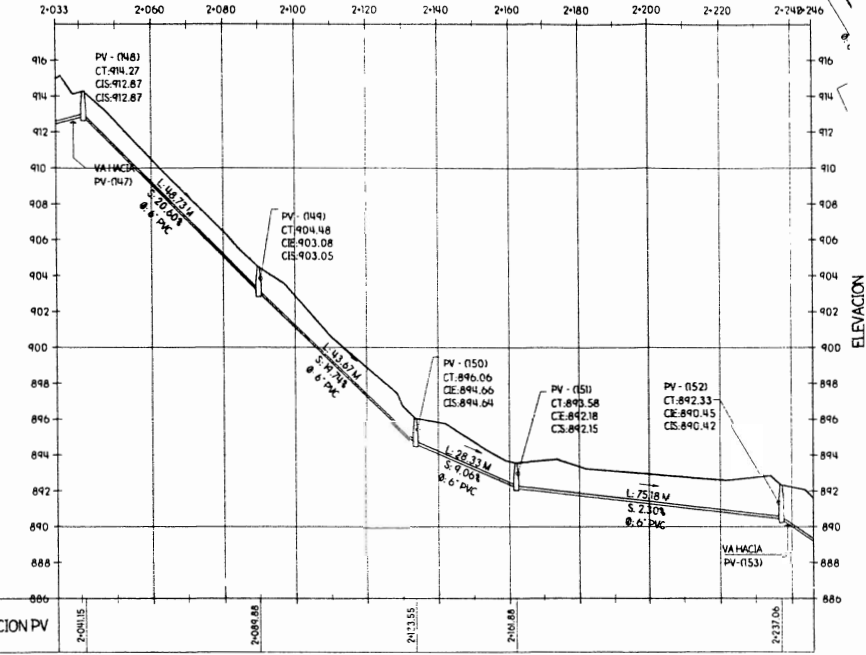
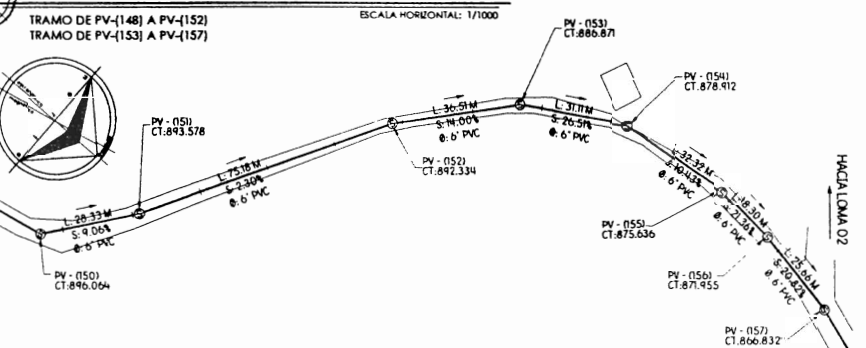
PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ST-01
 SANAMIENTO 11 35
 PRESENTADO POR: [Firma]

PLANTA - PERFIL SECTOR 2 LOMA 01 DE PV-128 A PV-142 (1+178.47 A 1+695.36)

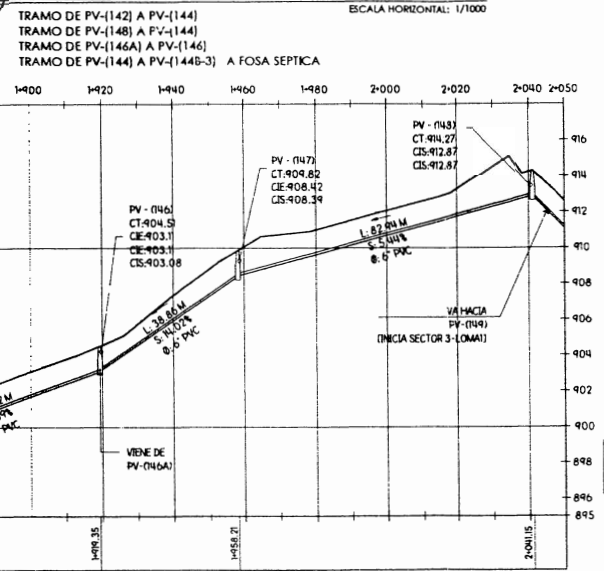
COORDINADOR: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE
 CÁLCULO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2008-11-03
 DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2008-11-03
 ESCALA NUMÉRICA: H 1/1000 - V 1/200 ESCALA GRÁFICA: 2008-11-03

PLANTA DE 2+041.15 A 2+380.96
[SECTOR 3-LOMA 1]

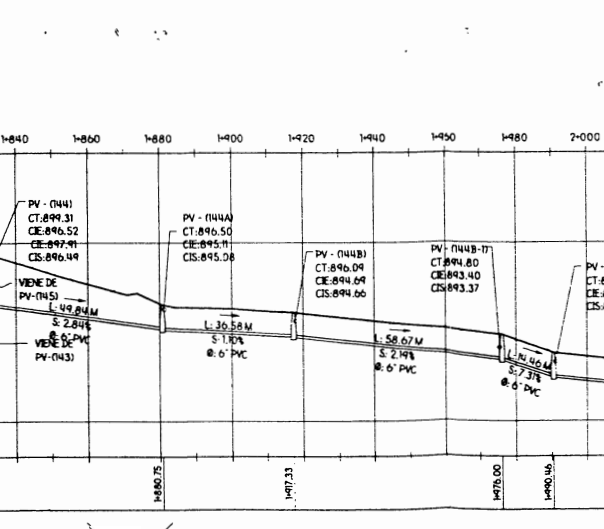


PERFIL DE PV-(148) A PV-(152)
TRAMO DE 2+041.15 A 2+237.06 [SECTOR 3-LOMA 1]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200

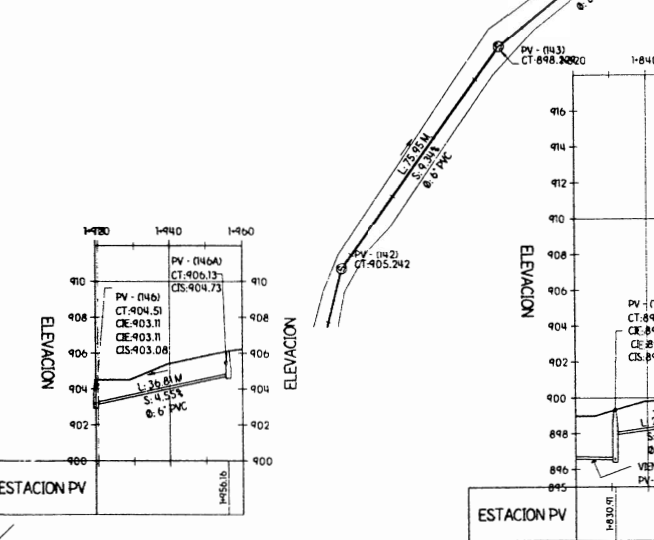
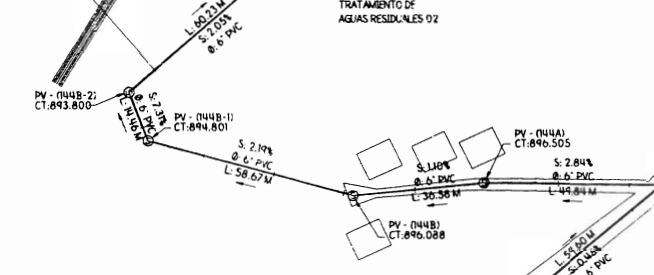
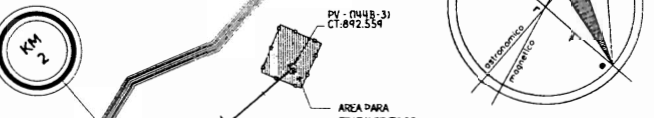
PLANTA DE 1+695.36 A 2+041.15
[SECTOR 2-LOMA 1]



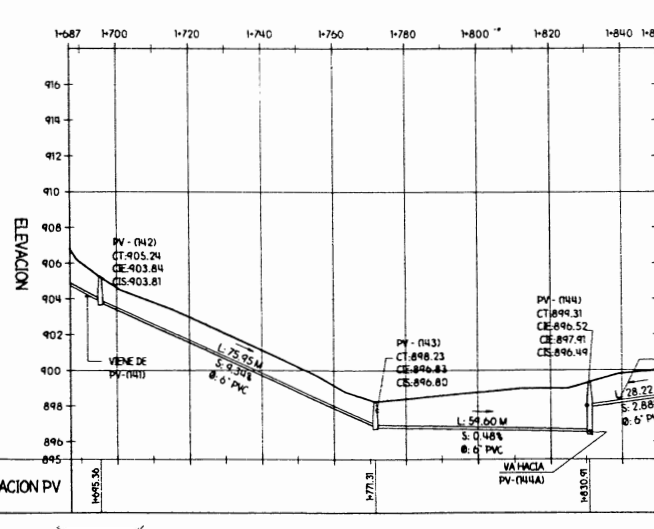
PERFIL DE PV-(148) A PV-(144)
TRAMO DE 1+830.91 A 2+041.15 [SECTOR 2-LOMA 1]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(144) A PV-(144B-3)
TRAMO DE 1+830.91 A 2+059.69 [FOSA SEPTICA-FINAL DE SECTOR 2-LOMA 1]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200

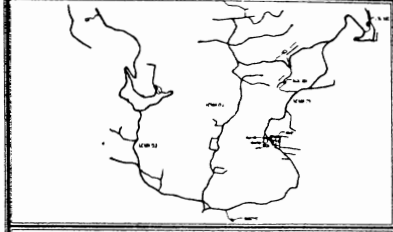


PERFIL DE PV-(146A) A PV-(146)
TRAMO DE 1+919.35 A 1+956.16 [SECTOR 2-LOMA 1]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(142) A PV-(144)
TRAMO DE 1+695.36 A 1+830.91 [SECTOR 2-LOMA 1]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGIA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+18.97), DE E-322 (1+07.78) A E-324 (1+12.91), DE E-324 A E-324 Y DE E-324 A E-324 (1+45.30), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322B-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+351.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-324 (1+42.48) A E-349 (2+078.74), DE E-358 (2+325.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.41) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+792.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

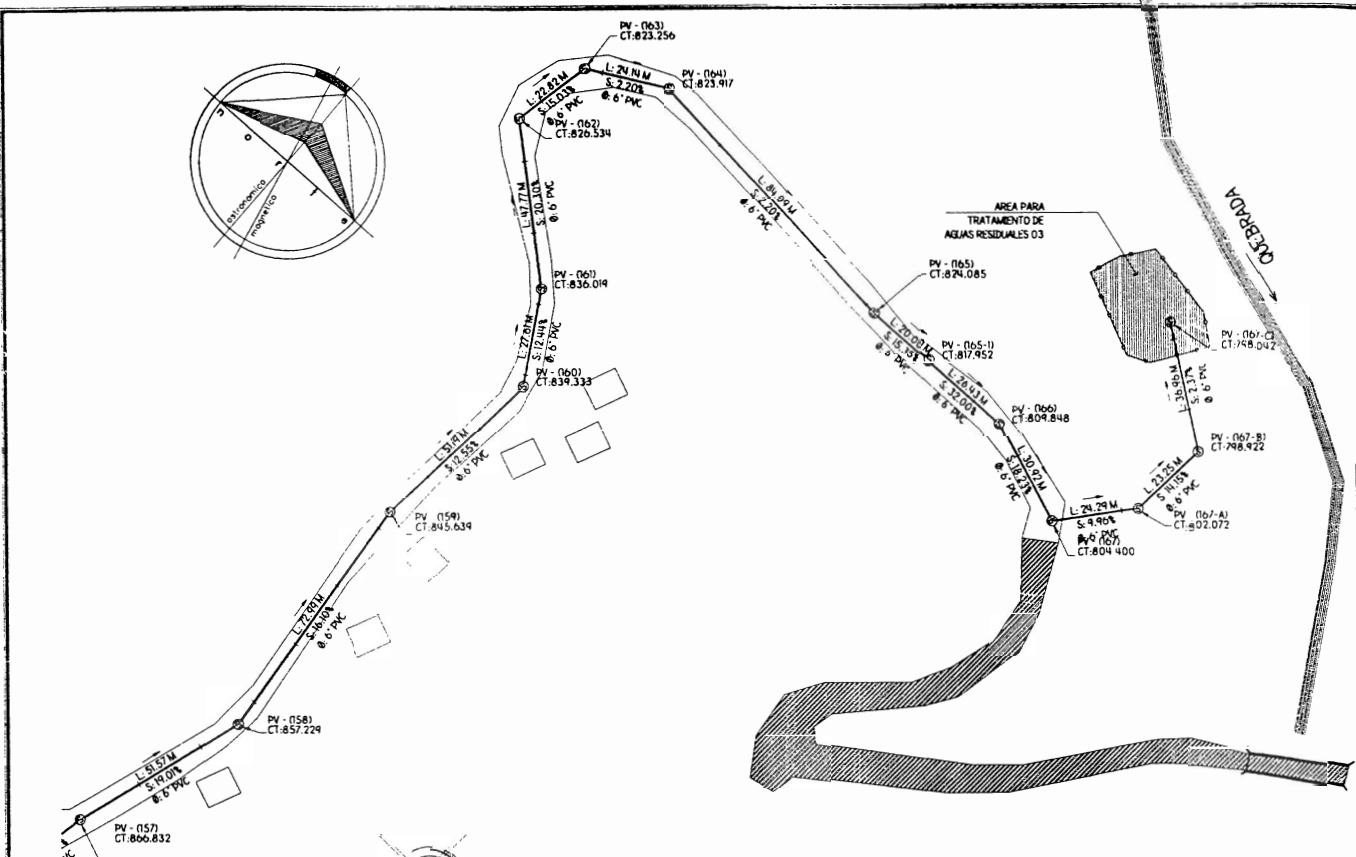
- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICARIA: 372 HABITANTES
- PERÍODO AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 4" (PVCI)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRANTE: 0.10 s c/d s 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

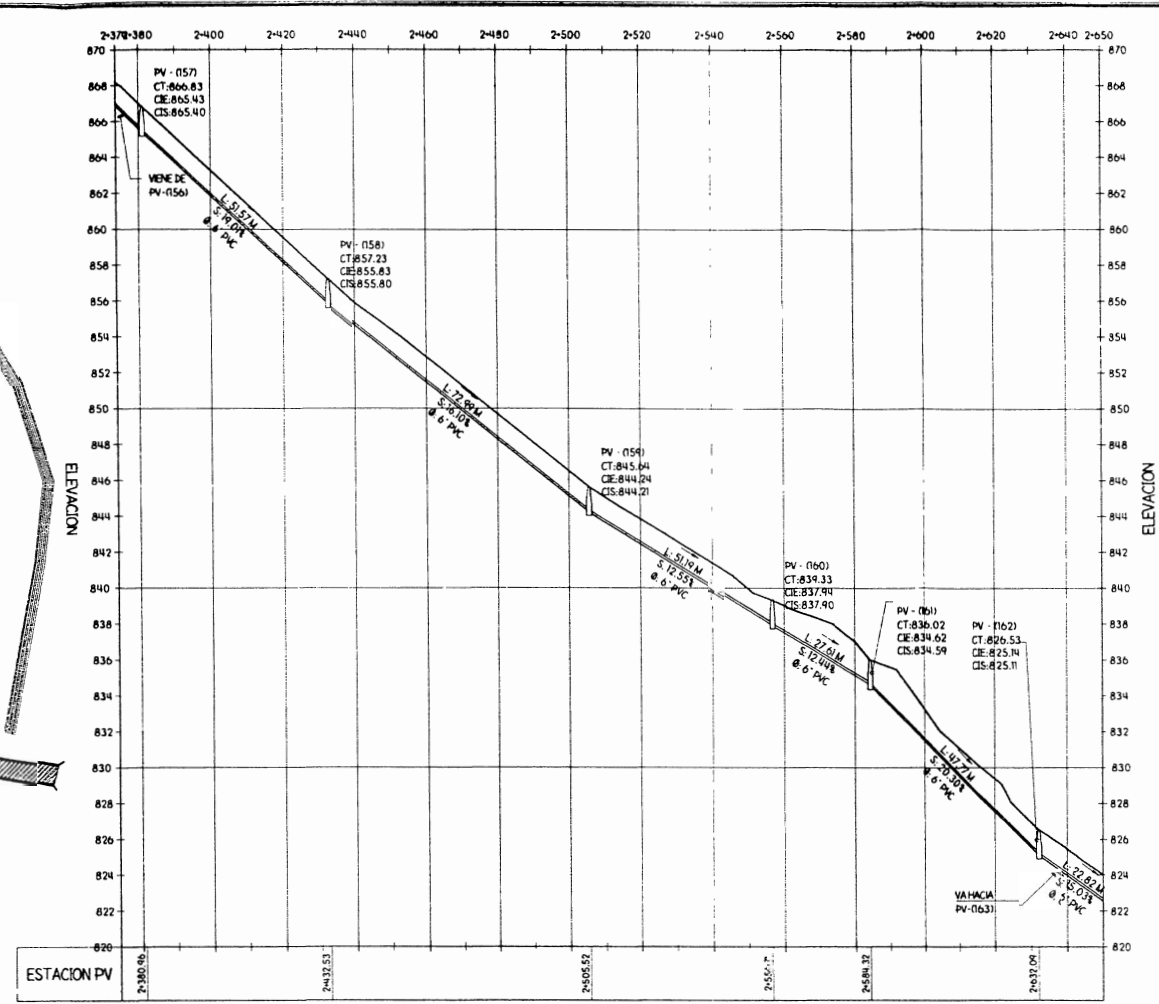
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
SANTEAMTO: ST-01
FECHA: 12/35

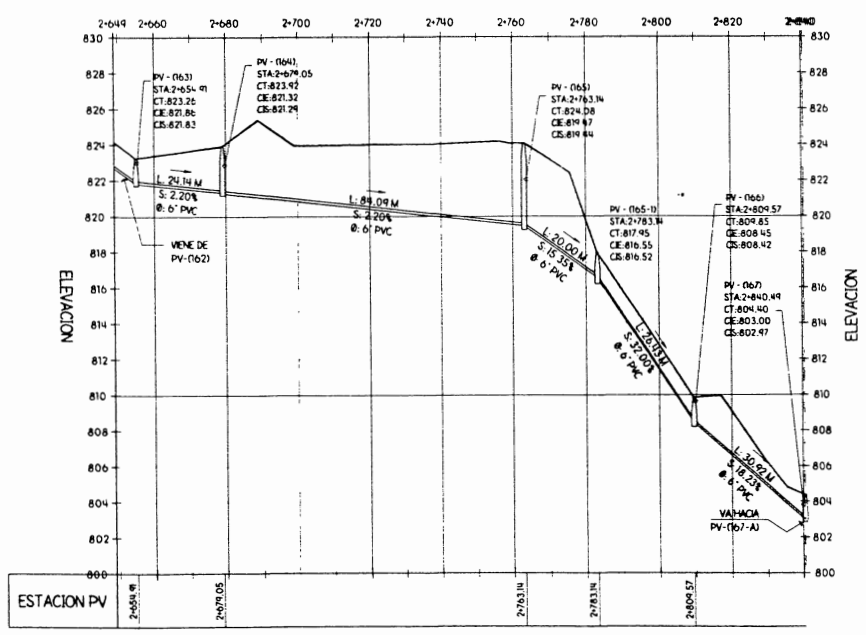
PLANTA - PERFIL SECTOR 2 Y 3 LOMA 01 DE PV-142 A PV-157 (1+695.36 A 2+380.96)
UNIDAD: DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11-03
METROS: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11-03
ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000 - VERTICAL: 1/200



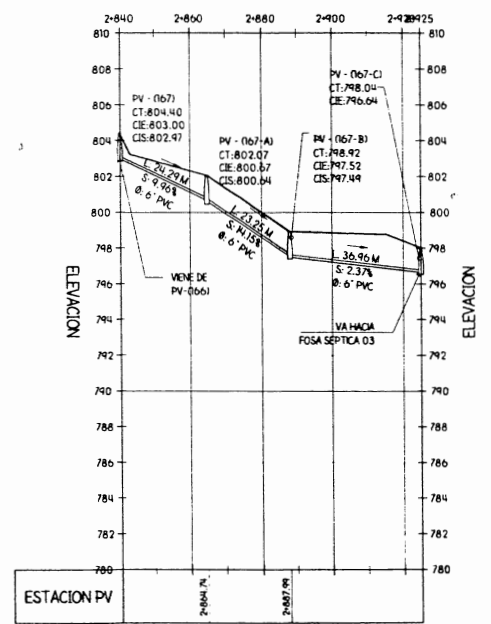
PLANTA DE 2+380.96 A 2+809.57 [SECTOR 3-LOMA 1]
 TRAMO DE PV-(157) A PV-(162)
 TRAMO DE PV-(162) A PV-(167)
 TRAMO DE PV-(167) A PV-(167-C) - FOSA SEPTICA 03
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-(157) A PV-(162)
 TRAMO DE 2+840.49 A 2+924.95
 [FOSA SEPTICA - SECTOR 3-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(163) A PV-(167)
 TRAMO DE 2+654.91 A 2+840.49
 [SECTOR 3-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(167) A PV-(167-C)
 TRAMO DE 2+840.49 A 2+924.95
 [FOSA SEPTICA - SECTOR 3-LOMA 1]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

UBICACION:
**CASERIO ASUNCIÓN CHVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,
 SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**



SIMBOLOGIA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E+1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+071.98 A E-334 (1+121.81), DE E-334 (1+42.00 A E-334 Y DE E-334 A E-343 (1+453.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54.
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322D-3 (1+402.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80.
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-322 (1+118.97) A E-347 (2+078.74), DE E-355 (2+325.97) A E-347 Y DE E-347 A E-347-4 (2+186.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78.
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
- PARA MANTENER COMPROMISOS EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.47%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMA: 6" PVC
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRAYENTE: 0.10 S. c/100 S. 0.74.
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.40 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

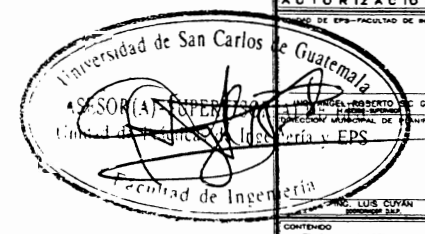
AUTORIZACIONES

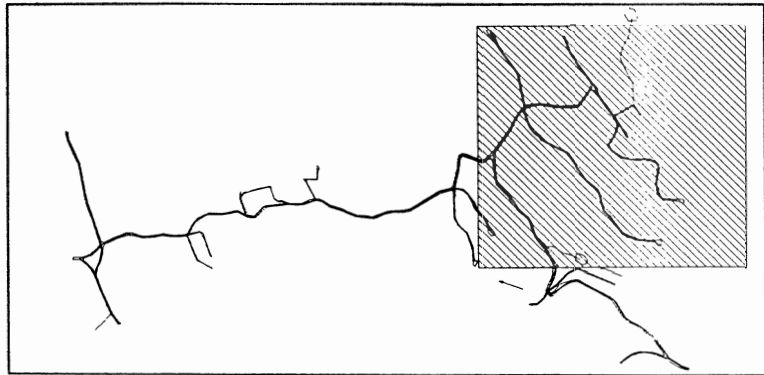
PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHVOC

ST-01
 SANIAMENTO
 13
 35
 FEBRERO 2012

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL SECTOR 3 LOMA 01 DE PV-157 A PV-167C (2+380.96 A 2+809.57)

UNIDAD: DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
 METROS: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE 2006-11-03
 ESCALA NUMÉRICA: H 1/1000 - V 1/200 ESCALA GRÁFICA: 2006-11-03





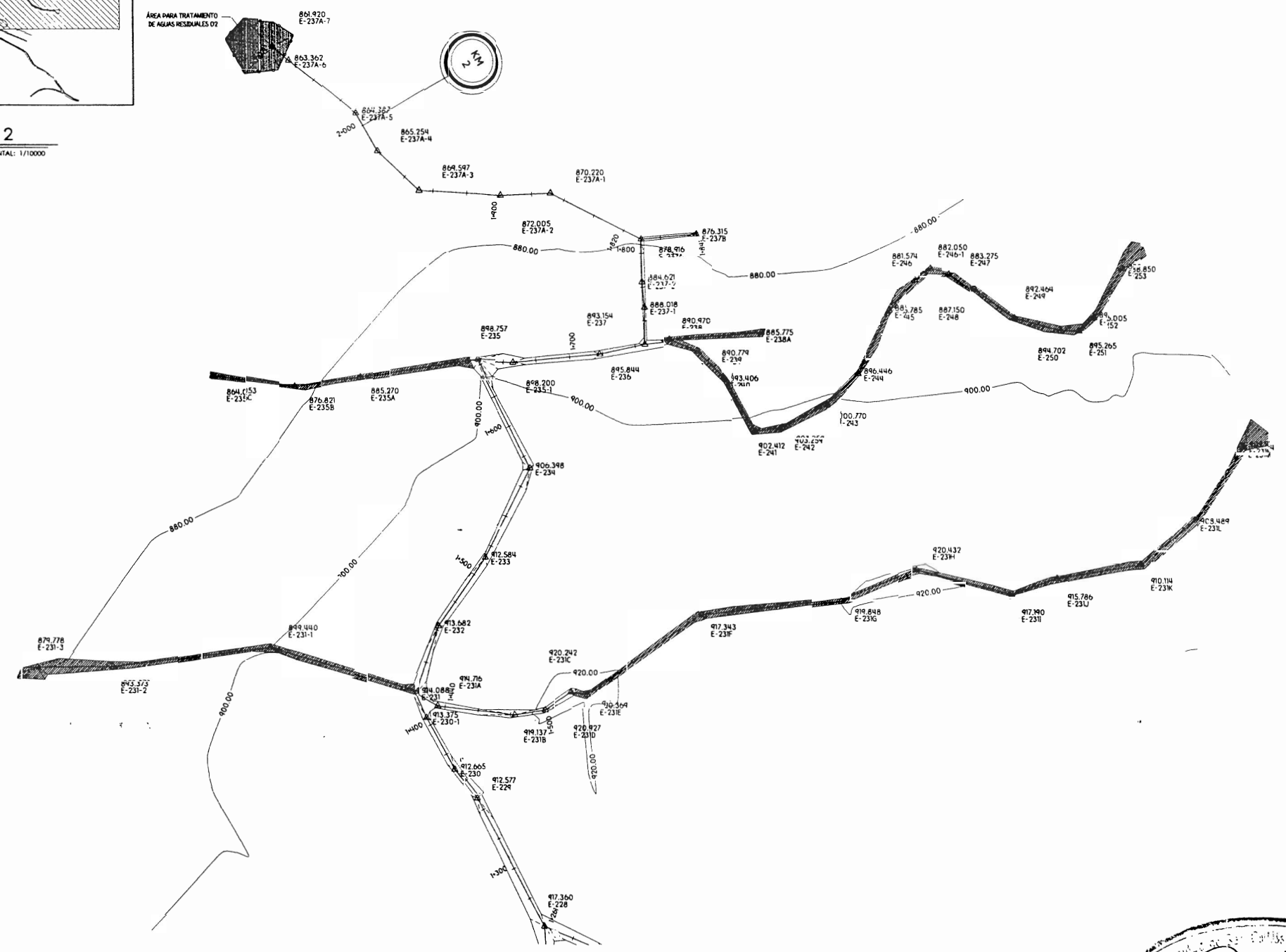
MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 2
LOMA 02 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

LIBRETA TOPOGRÁFICA								
EST	PO	AZIMUTH		DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			
		+	-		Y (NORTE (N))	X (ESTE (E))	COTA (Z)	
E-228	E-230	37	33	44	21.87	2231.018	1223.224	912.665
E-230	E-230-1	337	4	54	34.46	2281.460	1204.424	913.375
E-230-1	E-231	337	4	38	16.02	2294.715	1200.667	914.088
E-231	E-232	18	41	22	42.99	2336.448	1214.222	913.682
E-231	E-231-1	286	35	30	41.61	2322.874	1172.871	899.410
E-231	E-231A	171	24	27	44.98	2288.404	1213.432	914.276
E-231A	E-231B	46	50	7	47.01	2283.372	1240.127	914.127
E-231B	E-231C	40	44	3	18.82	2286.324	1278.682	920.242
E-231C	E-231D	54	54	54	17.37	2295.800	1243.244	920.927
E-231D	E-231E	47	55	22	4.75	2294.455	1302.406	920.344
E-231E	E-231F	55	24	23	82.47	2341.745	1371.684	917.313
E-231F	E-231G	83	40	24	81.82	2321.092	1455.492	899.814
E-231G	E-231H	88	55	5	47.43	2338.332	1560.713	920.432
E-231H	E-231I	103	56	8	58.73	2334.156	1557.707	917.990
E-231I	E-231J	71	104	43	24.12	2363.278	1585.361	915.786
E-231J	E-231K	80	47	28	51.42	2371.507	1636.748	920.194
E-231K	E-231L	51	39	46	42.44	2397.832	1667.407	928.487
E-231L	E-231M	33	24	30	52.46	2441.548	1698.366	924.124
E-231-1	E-231-2	263	1	31	64.63	2331.383	1248.46	893.373
E-231-2	E-231-3	270	4	80	44.82	2311.51	674.321	874.778
E-232	E-233	35	2	44	44.88	2377.194	1242.849	912.584
E-233	E-234	27	24	2	58.80	2430.155	1270.170	928.348
E-234	E-235	233	10	10	71.44	2494.045	1237.403	898.757
E-235	E-235-1	42	12	27	22.31	2493.188	1260.916	898.200
E-235	E-235A	261	53	1	71.04	2484.012	1267.525	885.270
E-235A	E-235B	262	21	44	34.56	2478.887	1298.107	876.821
E-235B	E-235C	277	3	10	48.52	2484.168	1080.151	894.053
E-235-1	E-236	84	44	8	52.15	2497.474	1312.026	898.844
E-236	E-237	77	53	17	27.86	2503.817	1334.366	893.194
E-237	E-237-1	354	30	80	31.94	2525.808	1334.180	888.018
E-237-1	E-237-2	354	41	54	15.13	2540.871	1327.782	894.681
E-237	E-238	83	28	26	44.33	2505.445	1353.603	890.470
E-237-2	E-237A	358	54	47	25.31	2566.257	1337.337	878.496
E-237A	E-237B	84	58	1	22.41	2564.745	1370.120	875.315
E-238	E-239	112	23	3	36.14	2498.548	1370.423	892.774
E-238	E-238A	85	34	11	54.66	2504.331	1408.124	885.775
E-239	E-240	136	15	23	23.90	2481.474	1386.256	893.406
E-240	E-241	344	17	54	35.87	2451.025	1424.390	902.412
E-241	E-242	81	28	35	16.04	2453.402	1420.253	903.294
E-242	E-243	63	53	43	24.97	2466.540	1417.165	900.770
E-243	E-244	44	10	11	27.93	2468.823	1466.627	896.144
E-244	E-245	27	0	48	40.85	2527.838	1485.090	883.785
E-245	E-246	34	17	30	25.26	2542.330	1501.023	881.574
E-246	E-246-1	54	7	7	10.33	2547.612	1504.888	882.030
E-246-1	E-247	46	33	24	3.70	2545.870	1521.458	883.275
E-247	E-248	124	45	24	18.24	2535.470	1536.443	887.150
E-248	E-249	125	33	24	24.21	2528.481	1560.204	892.144
E-249	E-250	104	43	22	28.77	2511.144	1588.024	894.702
E-250	E-251	41	34	13	10.99	2510.824	1594.073	893.265
E-251	E-252	44	48	17	11.40	2518.483	1608.104	896.005
E-252	E-253	31	0	46	24.74	2547.743	1623.694	888.430

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO TOTAL: 1+882.86

LIBRETA TOPOGRÁFICA								
EST	PO	AZIMUTH		DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			
		+	-		Y (NORTE (N))	X (ESTE (E))	COTA (Z)	
E-228-1	E-228-1	26	1	27	24.02	2484.848	1540.048	895.870
E-228-1	E-228-2	44	25	0	28.74	2494.314	1606.056	894.550
E-228-2	E-228-3	44	27	2	36.54	2525.443	1631.401	892.130
E-228-3	E-228-4	54	24	4	46.13	2533.332	1648.269	895.530
E-228	E-228-1	296	41	37	60.82	2593.494	1683.180	870.220
E-228-1	E-228-2	268	18	1	30.06	2592.603	1533.134	872.005
E-228-2	E-228-3	273	11	17	44.00	2595.470	1594.214	864.547
E-228-3	E-228-4	313	1	1	34.27	2618.857	1594.168	850.367
E-228-4	E-228-5	330	32	6	24.01	2611.503	166.174	838.387
E-228-5	E-228-6	308	4	1	50.35	2671.688	158.842	853.382
E-228-6	E-228-7	370	26	7	12.65	2660.891	177.294	851.920

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO TOTAL: 0+262.96



PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL - LOMA 02 DE E-228 (1+260.00) A E-237A-7 (2+071.40)

SECTOR 2 - LOMA 2] - DE 1+260.00 A 1+840.00
[SECTOR 2 - LOMA 2] - DE 1+260.00 A 2+071.40
ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- LÍNEA CENTRAL
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES **PROYECTO**

UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

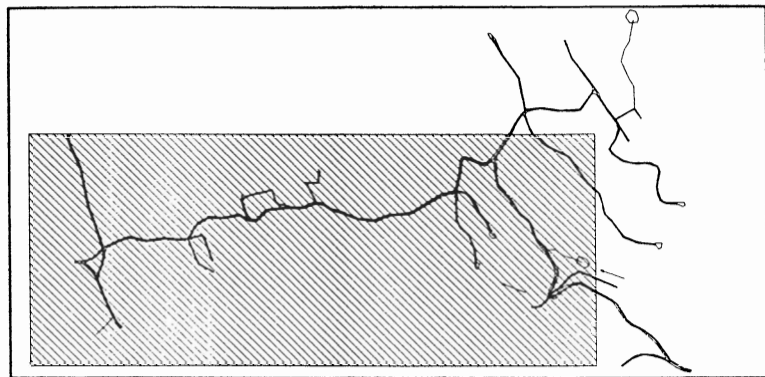
ANESOR AL-SUPP UNIDAD DE EPS UNIDAD DE EPS UNIDAD DE EPS

Facultad de Ingeniería

TP-01
TOPOGRÁFICA
15
35

PLANTA TOPOGRÁFICA LOMA 02 DE E-228 A E-237A-7 (SECTOR 2)

UNIDAD: METROS CÁLCULO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE
ESCALA NUMÉRICA: 1/1500 ESCALA GRÁFICA: 1:500



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1
LOMA 02 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

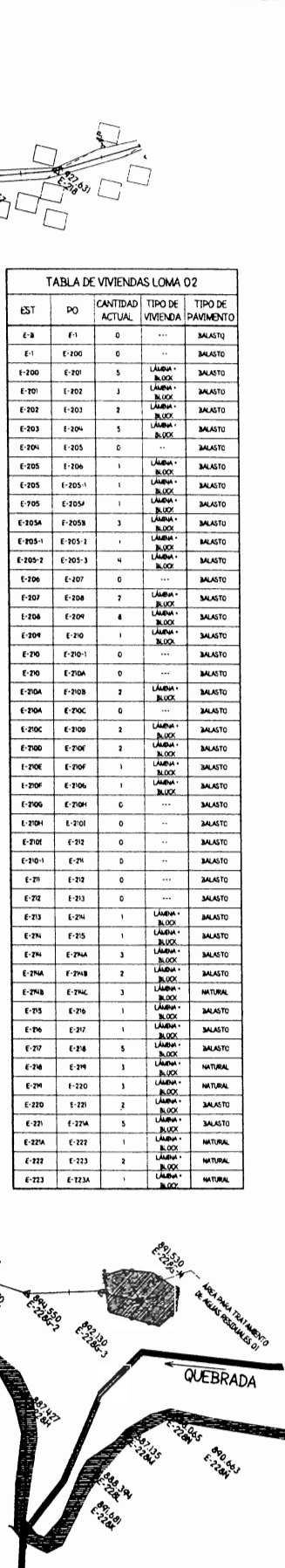
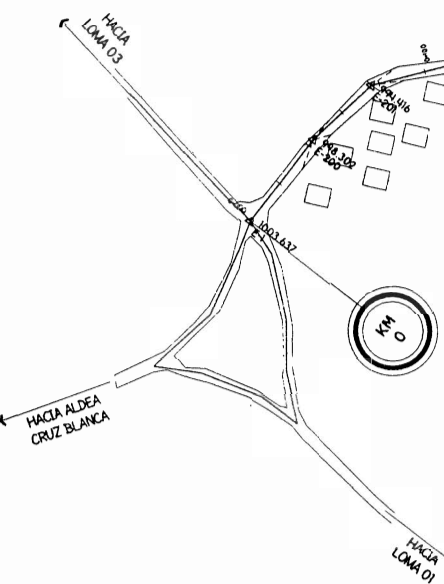
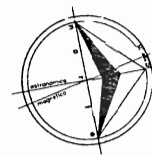


TABLA DE VIVIENDAS LOMA 02

EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-0	E-1	0	---	BALASTO
E-1	E-200	0	---	BALASTO
E-200	E-201	5	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-201	E-202	3	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-202	E-203	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-203	E-204	5	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-204	E-205	0	---	BALASTO
E-205	E-206	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-205-1	E-205-1	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-205	E-205A	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-205A	E-205B	3	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-205-1	E-205-2	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-205-2	E-205-3	4	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-206	E-207	0	---	BALASTO
E-207	E-208	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-208	E-209	8	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-209	E-210	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210	E-210-1	0	---	BALASTO
E-210	E-210A	0	---	BALASTO
E-210A	E-210B	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210A	E-210C	0	---	BALASTO
E-210C	E-210D	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210D	E-210E	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210E	E-210F	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210F	E-210G	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-210G	E-210H	0	---	BALASTO
E-210H	E-210I	0	---	BALASTO
E-210I	E-211	0	---	BALASTO
E-211	E-212	0	---	BALASTO
E-212	E-213	0	---	BALASTO
E-213	E-214	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-214	E-215	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-214	E-215A	3	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-215A	E-215B	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-215B	E-215C	3	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-215	E-216	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-216	E-217	1	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-217	E-218	5	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-218	E-219	1	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-219	E-220	1	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-220	E-221	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-221	E-221A	5	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-221A	E-222	1	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-222	E-223	2	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-223	E-223A	1	LÁMINA + BLOCO	NATURAL

TABLA DE VIVIENDAS LOMA 02

EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-223A	E-223B	0	---	NATURAL
E-223B	E-223C	0	---	NATURAL
E-223C	E-223D	0	---	NATURAL
E-223D	E-223E	0	---	NATURAL
E-223E	E-223F	0	---	NATURAL
E-223F	E-223G	1	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-223G	E-223H	0	---	NATURAL
E-223H	E-223I	2	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-223I	E-223J	4	LÁMINA + BLOCO	BALASTO
E-223J	E-223K	6	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-223K	E-223L	3	LÁMINA + BLOCO	NATURAL
E-223L	E-223M	0	---	BALASTO
E-223M	E-223N	0	---	BALASTO
E-223N	E-223O	0	---	BALASTO
E-223O	E-223P	0	---	NATURAL
E-223P	E-223Q	0	---	NATURAL
E-223Q	E-223R	0	---	NATURAL
E-223R	E-223S	0	---	NATURAL
E-223S	E-223T	0	---	NATURAL
E-223T	E-223U	0	---	NATURAL
E-223U	E-223V	0	---	NATURAL
E-223V	E-223W	0	---	NATURAL
E-223W	E-223X	0	---	NATURAL
E-223X	E-223Y	0	---	NATURAL
E-223Y	E-223Z	0	---	NATURAL



SIMBOLOGÍA

- SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- LÍNEA CENTRAL
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUNTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+116.97), DE E-322 (1+077.91) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.48) A E-334 Y DE E-334 A E-334-3 (1+453.36) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+116.97) A E-322G-3 (1+457.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 345.81 M.
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.48) A E-349 (1+078.74), DE E-355 (2+325.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.41) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 1+790.78

CONDICIONES GENERALES DE LOMA 03

- VIVIENDAS ACTUALES: 121 VIVIENDAS
- DENSIDAD DE POBLACIÓN 4 HABITANTES/VIVIENDA
- POBLACIÓN ACTUAL: 726 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 3137 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%

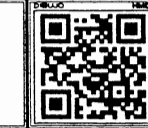
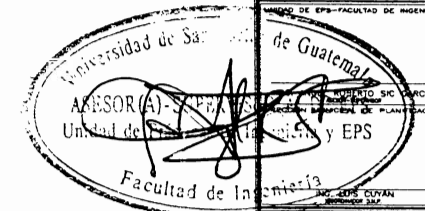
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
AUTORIZACIÓN Nº 16-35
TP-01
TOPOGRAFÍA
16
35
FECHA: 2006-11-03

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA DE LOMA 02 DE E-0 A E-228G-3 [SECTOR 1]

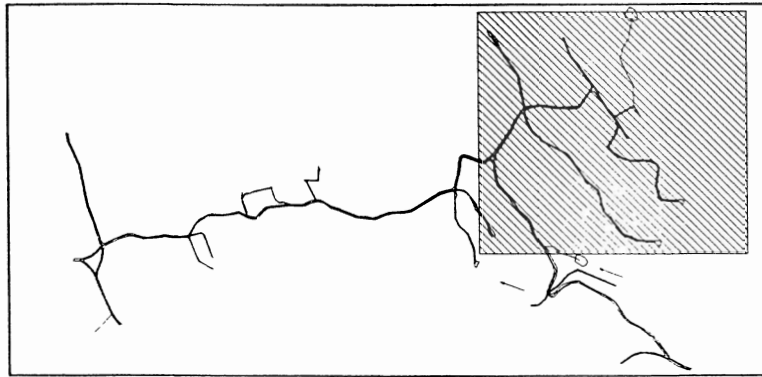
UNIDAD: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
MÉTRICOS: 2006-11-03
ESCALA: NUMÉRICA: 1/1500



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA - LOMA 02 DE E-0 (0+000.00) A E-228G-3 (1+656.29)

[SECTOR 1 - LOMA 2] - DE 0+000.00 A 1+260.00
[SECTOR 2 - LOMA 2] - DE 1+260.00 A 1+656.29

ESCALA HORIZONTAL: 1/1500



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 2
LOMA 02 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

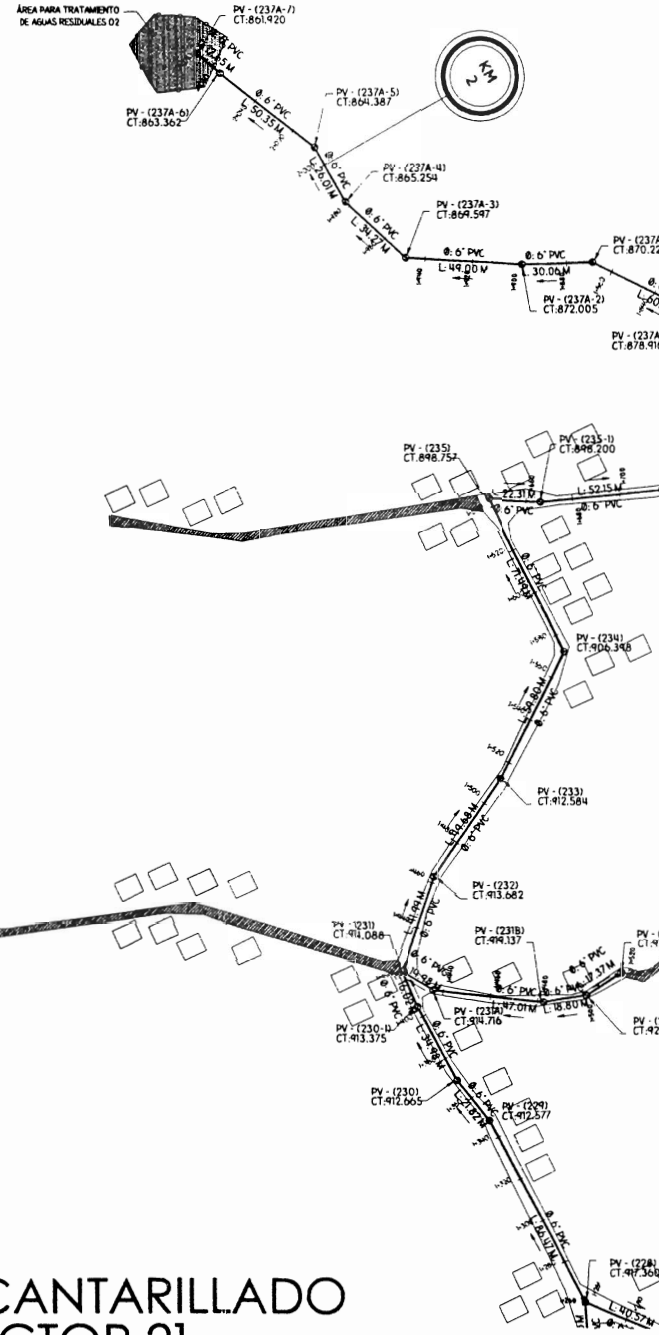


TABLA DE POZOS DE VISITA					
PV	ESTACIÓN	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV - (229)	1+87.83	912.577	CE - 909.796	CE - 909.796	1.50
PV - (230-0)	1+94.63	913.375	CE - 909.420	CE - 909.420	3.46
PV - (230-1)	1+94.65	912.865	CE - 909.893	CE - 910.863	2.00
PV - (231)	1+205.85	919.088	CE - 909.895	CE - 909.585	4.50
PV - (234)	1+355.83	919.796	CE - 913.375	CE - 913.285	1.63
PV - (233)	1+482.84	919.137	CE - 917.738	CE - 917.708	1.63
PV - (234)	1+501.04	920.242	CE - 918.801	CE - 918.801	1.63
PV - (235)	1+618.81	920.927	CE - 919.527	CE - 919.527	1.60
PV - (232)	1+682.84	913.687	CE - 908.494	CE - 908.944	4.46
PV - (233)	1+912.32	912.584	CE - 908.276	CE - 908.186	4.50
PV - (234)	1+972.12	906.368	CE - 904.968	CE - 904.968	1.63
PV - (235-0)	1+965.92	898.200	CE - 899.800	CE - 899.770	1.63
PV - (235)	1+965.81	898.757	CE - 897.356	CE - 897.326	1.63
PV - (236)	1+978.07	895.891	CE - 895.162	CE - 895.112	1.63
PV - (237-0)	1+978.92	888.078	CE - 886.848	CE - 886.817	1.07
PV - (237-1)	1+983.05	889.627	CE - 883.220	CE - 883.328	2.24
PV - (237)	1+975.43	893.594	CE - 897.754	CE - 890.836	2.32
PV - (237A-0)	1+894.06	870.220	CE - 868.822	CE - 868.792	1.63
PV - (237A-1)	1+899.12	872.005	CE - 868.518	CE - 868.568	3.94
PV - (237A-2)	1+914.12	869.577	CE - 868.196	CE - 868.166	1.63
PV - (237A-3)	1+922.34	865.254	CE - 863.653	CE - 863.623	1.63
PV - (237A-4)	1+908.40	866.387	CE - 862.987	CE - 862.957	1.63
PV - (237A-5)	1+915.75	863.362	CE - 861.994	CE - 861.934	1.63
PV - (237A-6)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-7)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-8)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-9)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-10)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-11)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-12)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-13)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-14)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-15)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-16)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-17)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-18)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-19)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-20)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-21)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-22)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-23)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-24)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-25)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-26)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-27)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-28)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-29)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-30)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-31)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-32)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-33)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-34)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-35)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-36)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-37)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-38)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-39)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-40)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-41)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-42)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-43)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-44)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-45)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-46)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-47)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-48)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-49)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60
PV - (237A-50)	1+910.44	861.920	CE - 860.520	CE - 860.520	1.60

TABLA DE TUBERIAS					
DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (PLG)	MATERIAL
PV - (229)	PV - (230)	25.82	2.20%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (230-0)	PV - (230-1)	16.02	1.88%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (230-1)	PV - (230-2)	24.48	2.20%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (230-2)	PV - (231)	10.99	1.50%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (231)	PV - (232)	15.58	4.33%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (232)	PV - (233)	17.07	4.54%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (233)	PV - (234)	16.80	8.10%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (234)	PV - (235)	17.37	4.24%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (235)	PV - (236)	18.88	1.50%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (236)	PV - (237)	18.80	5.94%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (237)	PV - (238)	10.83%	10.83%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (238)	PV - (239)	52.16	4.57%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (239)	PV - (240)	12.31	2.94%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (240)	PV - (241)	27.80	4.97%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (241)	PV - (242)	15.12	10.24%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (242)	PV - (243)	25.39	10.89%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (243)	PV - (244)	21.99	10.24%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (244)	PV - (245)	30.06	0.67%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (245)	PV - (246)	14.00	0.78%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (246)	PV - (247)	24.27	13.04%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (247)	PV - (248)	28.01	3.37%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (248)	PV - (249)	50.35	2.07%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (249)	PV - (250)	12.85	12.35%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (250)	PV - (251)	60.82	9.03%	8	PVC - ASTM D-3034
PV - (251)	PV - (252)	32.6	2.20%	8	PVC - ASTM D-3034

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO TOTAL: 0+941.11

UBICACIÓN: CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- RIÓ O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREA NO INCLUIDA EN LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA Ø 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA Ø 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-232A (1+118.97) DE E-322 (1+077.93 A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.68) A E-344 Y DE E-344 A E-343 (1+453.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.68) A E-349 (2+078.74), DE E-355 (2+225.79) A E-349 Y DE E-349 A E-348-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA-PIERRE.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMA: 4" (PV)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRINANTES: 0.10 S. Q/10 S. 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES: UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

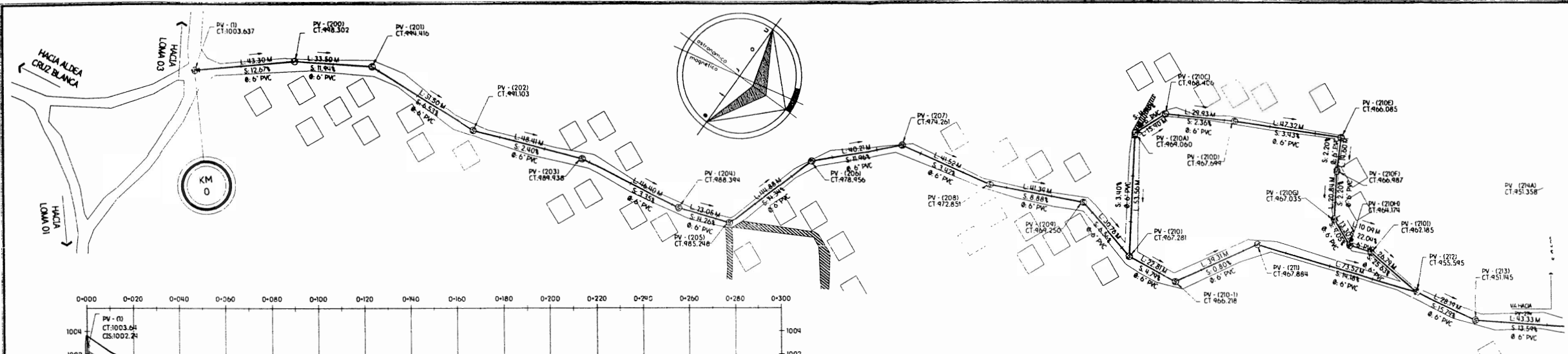
ASESORÍA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Planificación y EPS

ST-01
SANIAMENTO
19
35
19/05/2017

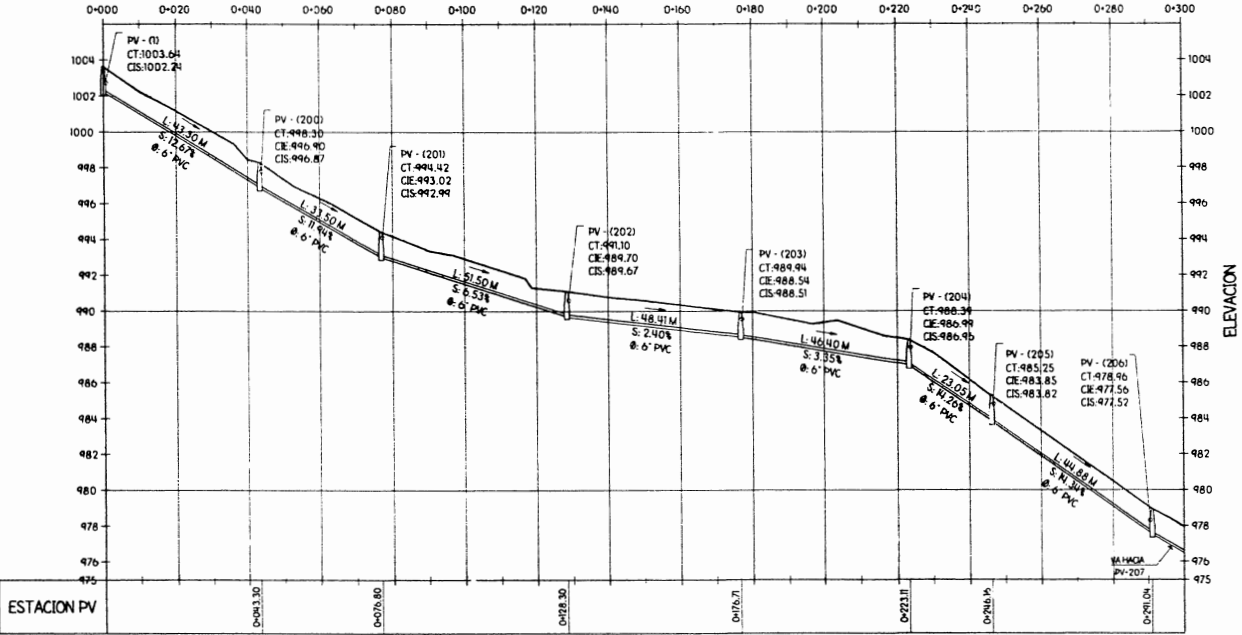
PLANTA DE RED GENERAL DE ALCANTARILLADO LOMA 02 DE PV-228 A PV-237A-7 (SECTOR 2)

UNIDAD: METROS
SALIDA: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
DISEÑO: HÉCTOR A. MONZÓN DUARTE
ESCALA NUMÉRICA: 1/1000
ESCALA GRÁFICA: 2000-11-403

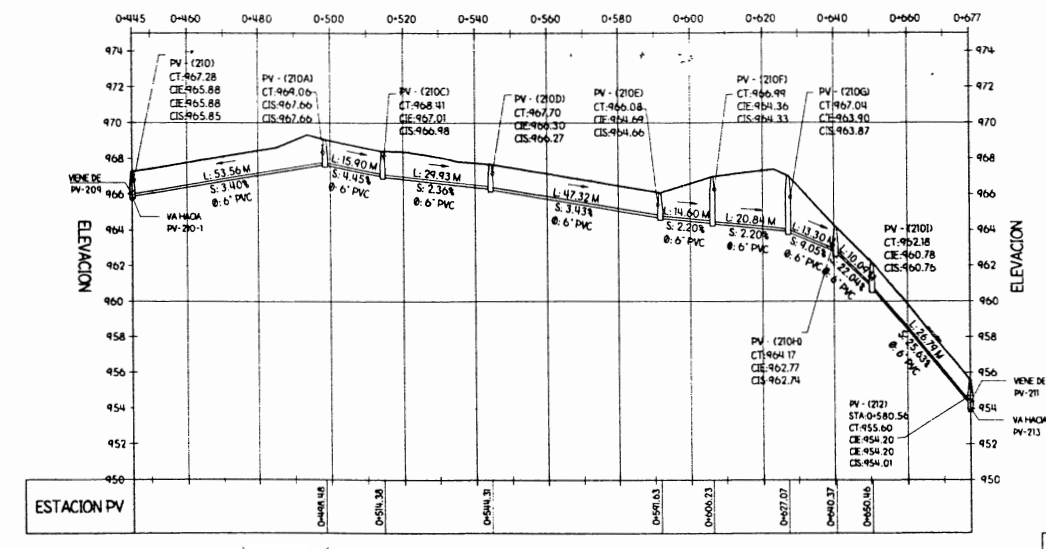
PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - LOMA 02 [SECTOR 2]
[SECTOR 2 - LOMA 2] - DE 1+261.36 A 2+071.40
ESCALA HORIZONTAL: 1/1500



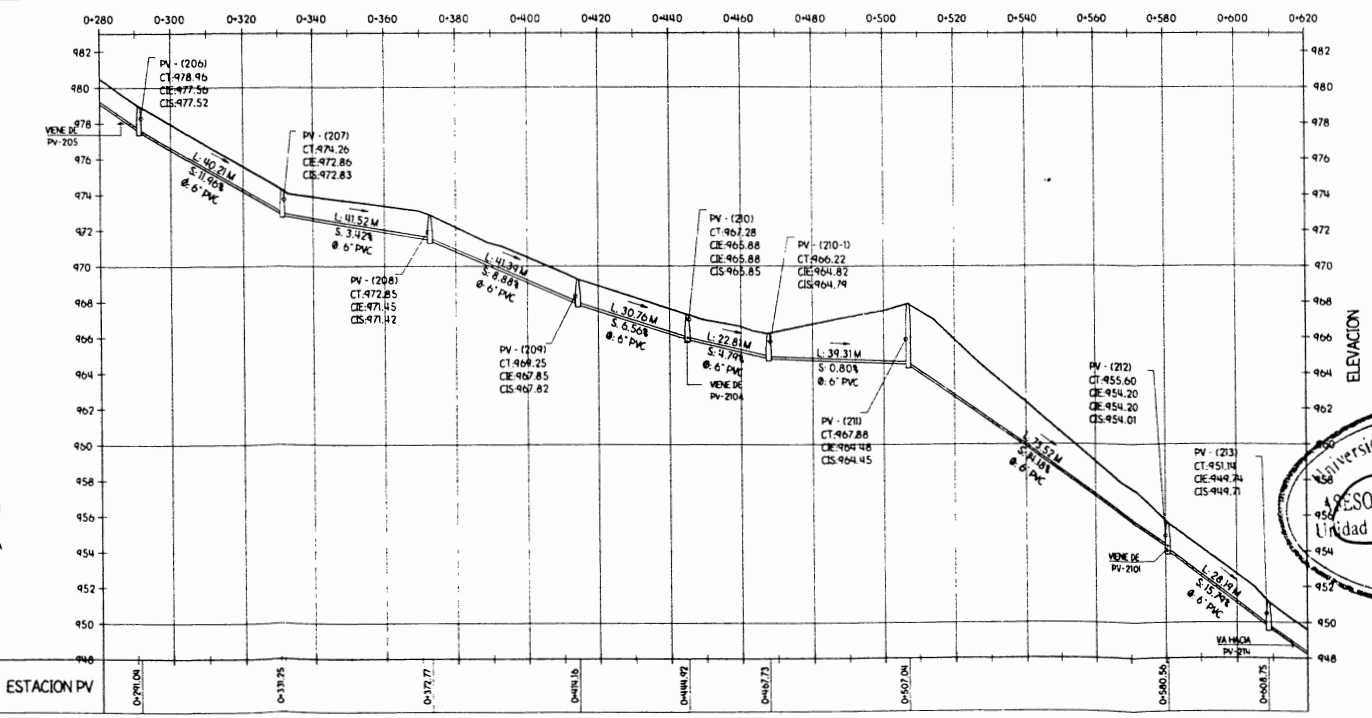
PLANTA DE 0+000.00 A 0+608.75 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 TRAMO DE PV-1 A PV-213
 TRAMO DE PV-210 A PV-212
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-(1) A PV-(206)
 TRAMO DE 0+000.00 A 0+300.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(210) A PV-(212)
 TRAMO DE 0+444.92 A 0+677.25
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(206) A PV-(213)
 TRAMO DE 0+280.00 A 0+620.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ,
 SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGIA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES, (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

- NOTAS GENERALES**
- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE 6-1 A 6-322A (1+118.97) DE 6-322 (1+077.93 A 6-334 (1+512.91), DE 6-339 (1+442.48 A 6-34 Y DE 6-34 A 6-344 (1+433.30) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54.
 - EL SECTOR 2 COMPRENDE DE 6-322A (1+118.97) A 6-3220-3 (1+402.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+351.80.
 - EL SECTOR 3 COMPRENDE DE 6-339 (1+442.48 A 6-340 (2+078.74), DE 6-345 (2+325.79) A 6-349, Y DE 6-349 A 6-349-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+978.78.
 - CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
 - PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERÍODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- RELACIÓN DE TRAMOS: 0.10 ≤ d1/d2 ≤ 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 4.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES PROYECTO

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ASESOR(A) [Signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ST-07

20 35

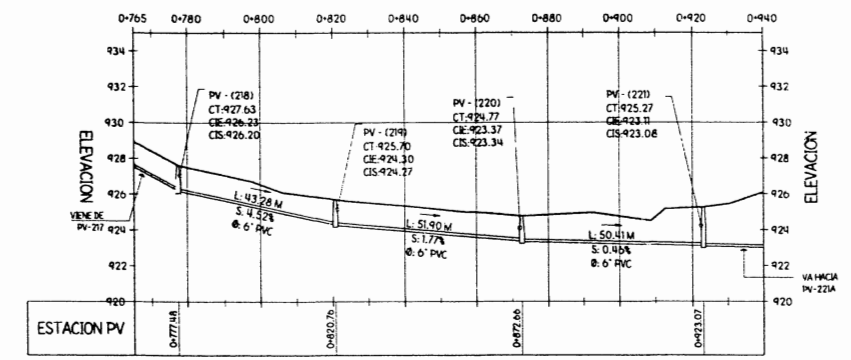
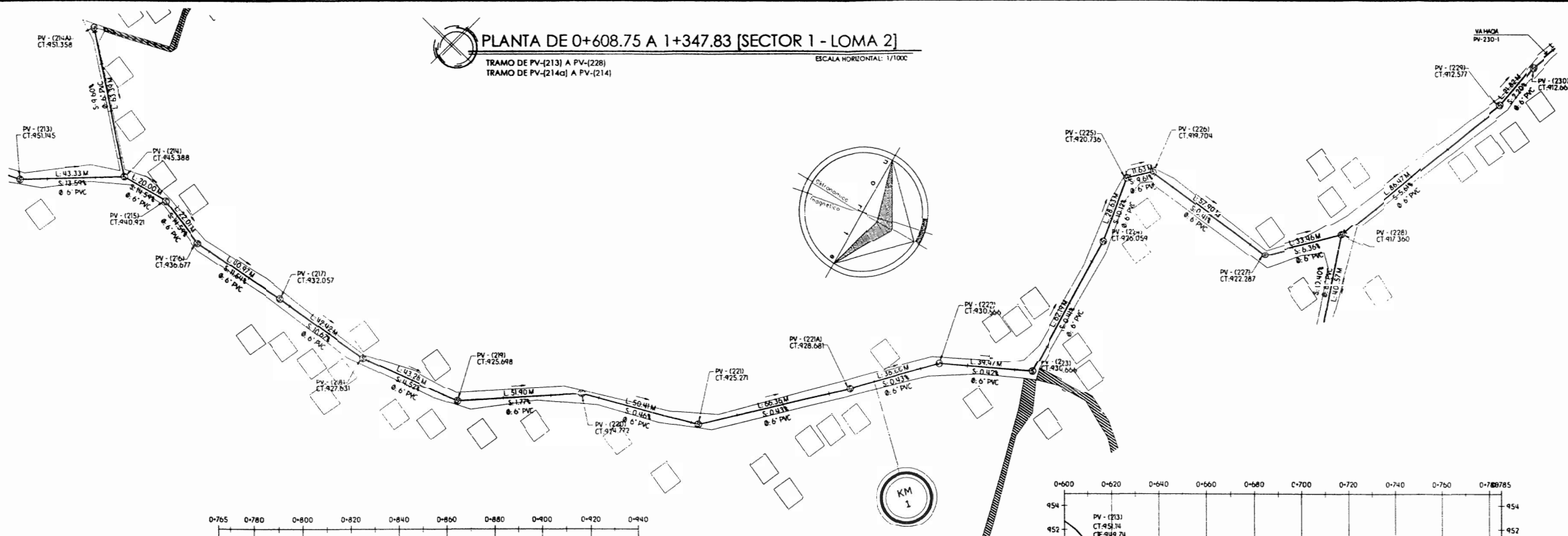
CONTENIDO

PLANTA - PERFIL SECTOR 1 LOMA 02 DE PV-1 A PV-213 (0+000.00 A 0+608.75)

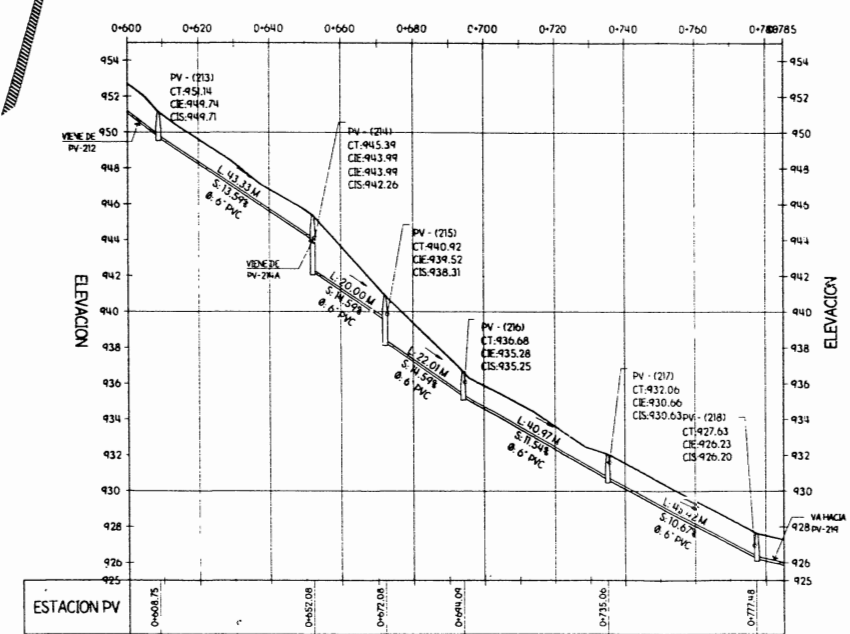
UNIDAD: METROS CÁLCULO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE

ESCALA NUMÉRICA: 1/1000 - V1/200 ESCALA GRÁFICA

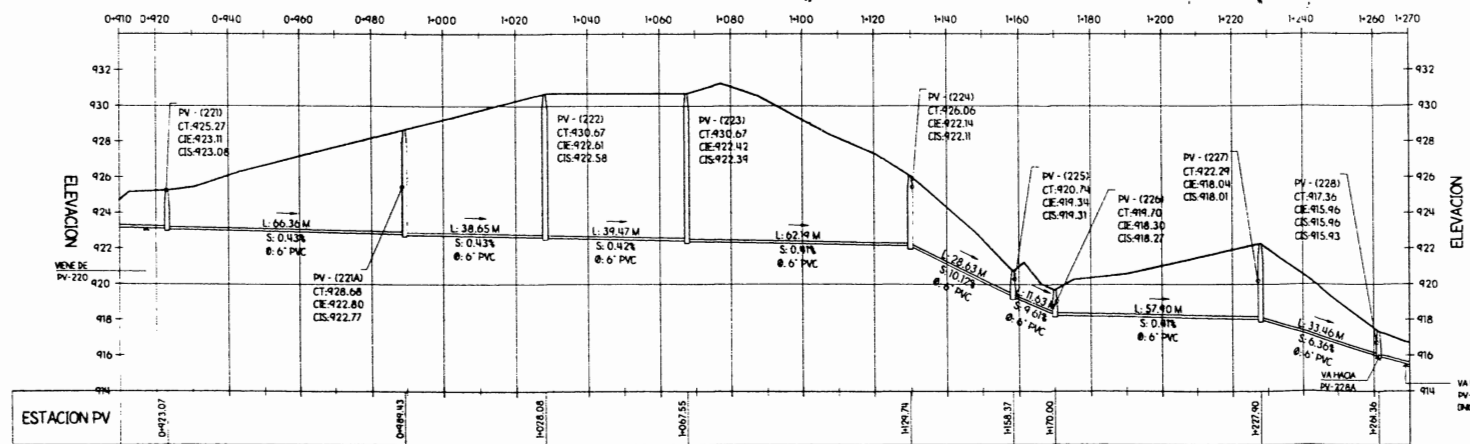
PLANTA DE 0+608.75 A 1+347.83 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 TRAMO DE PV-(213) A PV-(228)
 TRAMO DE PV-(214a) A PV-(214)
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-(218) A PV-(221)
 TRAMO DE 0+765.00 A 0+940.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



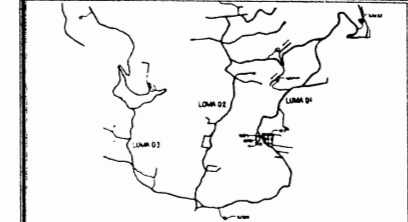
PERFIL DE PV-(213) A PV-(218)
 TRAMO DE 0+600.00 A 0+785.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(221) A PV-(228)
 TRAMO DE 0+910.00 A 1+270.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

PERFIL DE PV-(214a) A PV-(214)
 TRAMO DE 0+652.08 A 0+730.00
 [SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

UBICACIÓN:
 CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ,
 SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

- NOTAS GENERALES**
- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.83) A E-334 (1+142.21), DE E-334 (1+142.21) A E-334 Y DE E-334 A E-334 (1+142.21), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54.
 - EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322 (1+077.83) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54.
 - EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-334 (1+142.21) A E-347 (2+078.74), DE E-356 (2+325.79) A E-347 Y DE E-347 A E-347 (2+186.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.43.
 - CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
 - PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

6-	POBLACIÓN ACTUAL ESPERADA: 372 HABITANTES
7-	POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
8-	PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
9-	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
10-	DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMA: 6" (PVC)
11-	CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
12-	RELACION DE TRANQUES: 0.10 ≤ d/D ≤ 0.74
13-	VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
14-	VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
15-	PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
16-	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
17-	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
 UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO
 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

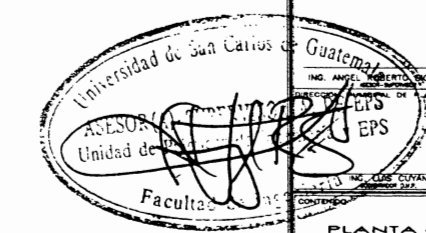
ST-01
 SANAMIENTO
 21
 35

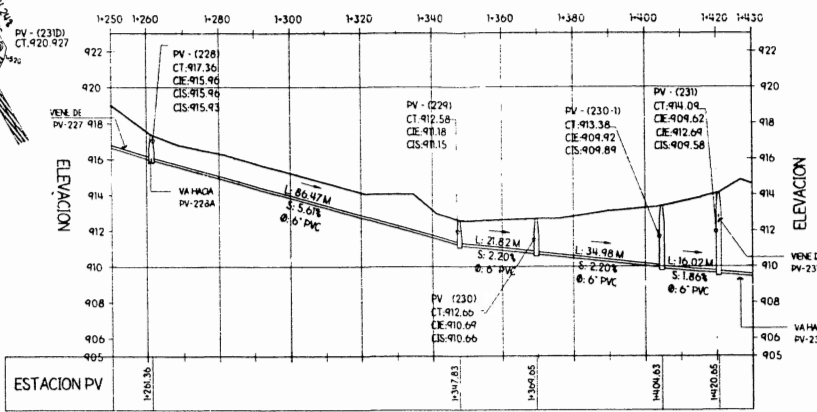
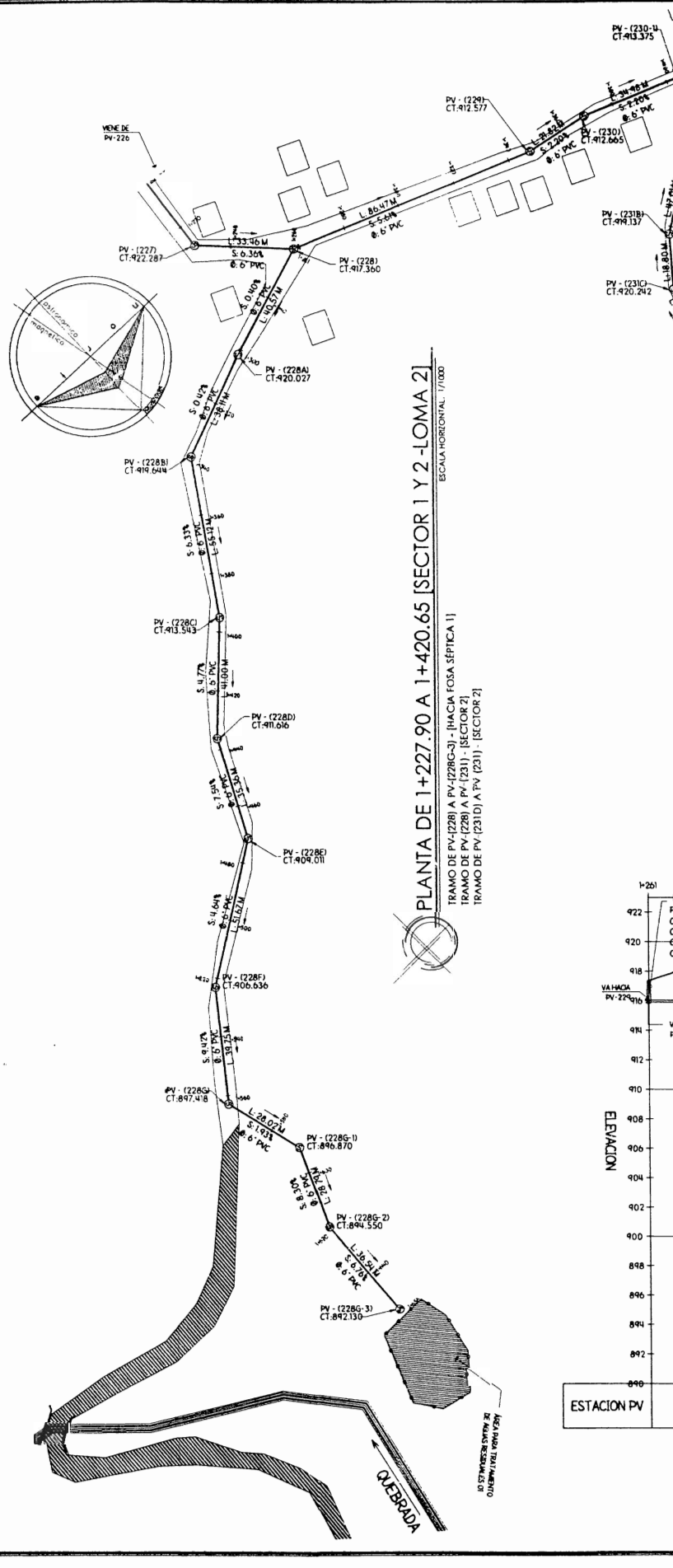
PLANTA - PERFIL
 LOMA 02
 DE PV-213 A PV-228
 (0+608.75 A 1+261.36)

UNIDAD: METROS
 DISEÑO: HÉCTOR A. MONTECINO
 2026-11-03

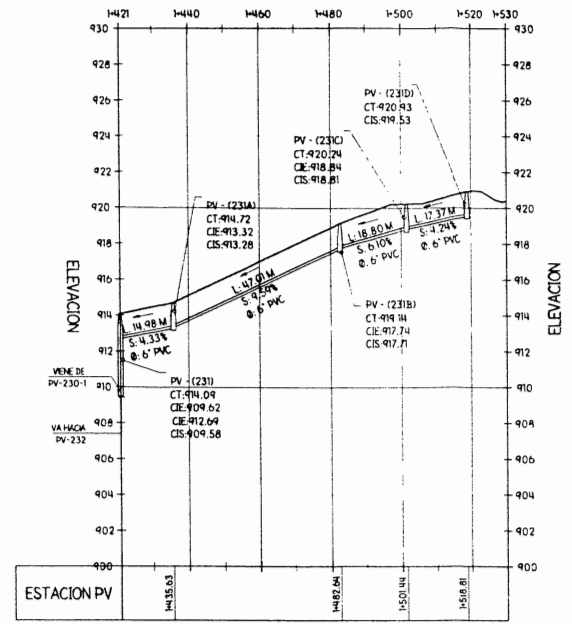
DISEÑO: HÉCTOR A. MONTECINO
 2026-11-03

ESCALA NUMÉRICA: H: 1/1000 - V: 1/200
 ESCALA GRÁFICA

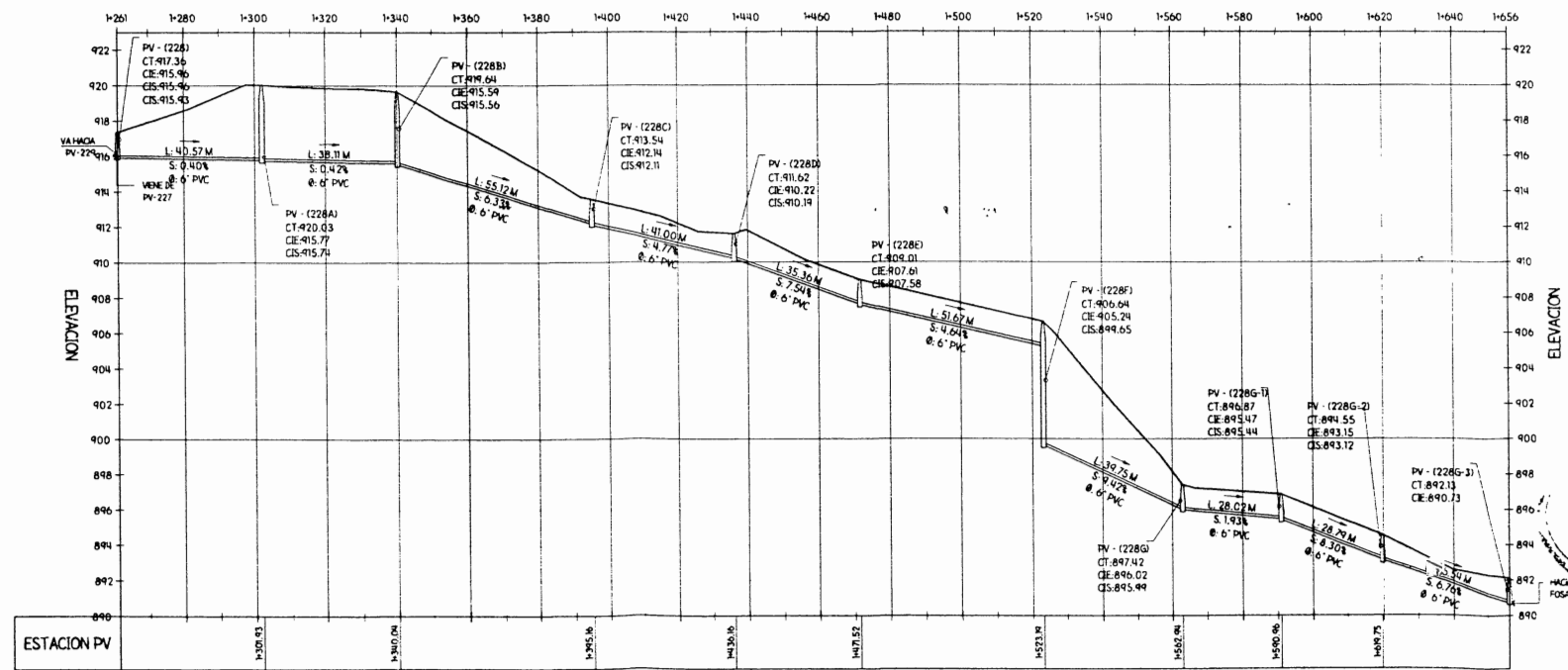




PERFIL DE PV-(228) A PV-(231)
 TRAMO DE 1+250.00 A 1+430.00 [SECTOR 2 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(231D) A PV-(231)
 TRAMO DE 1+420.65 A 1+530.00 [SECTOR 2 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(228) A PV-(228G-3)
 TRAMO DE 1+261.36 A 1+656.29 [TRAMO FINAL - SECTOR 1 - LOMA 2]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/200

UBICACION: CASERIO ASUNCION CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUJ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGIA

- RIO O QUEBRADA
- AREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- AREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERIA PROYECTADA SEGUN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCION DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+077.74) A E-334 (1+312.91) DE E-339 (1+442.68) A E-344 (1+534.4) A E-343 (1+643.98) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+470.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 351.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.68) A E-349 (2+078.74) DE E-355 (2+325.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.45) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 970.78
- CADA SECTOR TIENE UN AREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESION EN EL DISEÑO HIDRAULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACION ACTUAL BENEFICARIA: 372 HABITANTES
- POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1180 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.42%
- DIAMETRO DE TUBERIA MINIMO: 4" (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MINIMO: 0.40 l/s
- RELACION DE TRANTES: 0.10 ≤ d/D ≤ 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MINIMA: 0.40 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MAXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERIA MINIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MINIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MAXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

UNIDAD DE EJECUCION FACULTAD DE INGENIERIA
 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCION CHIVOC

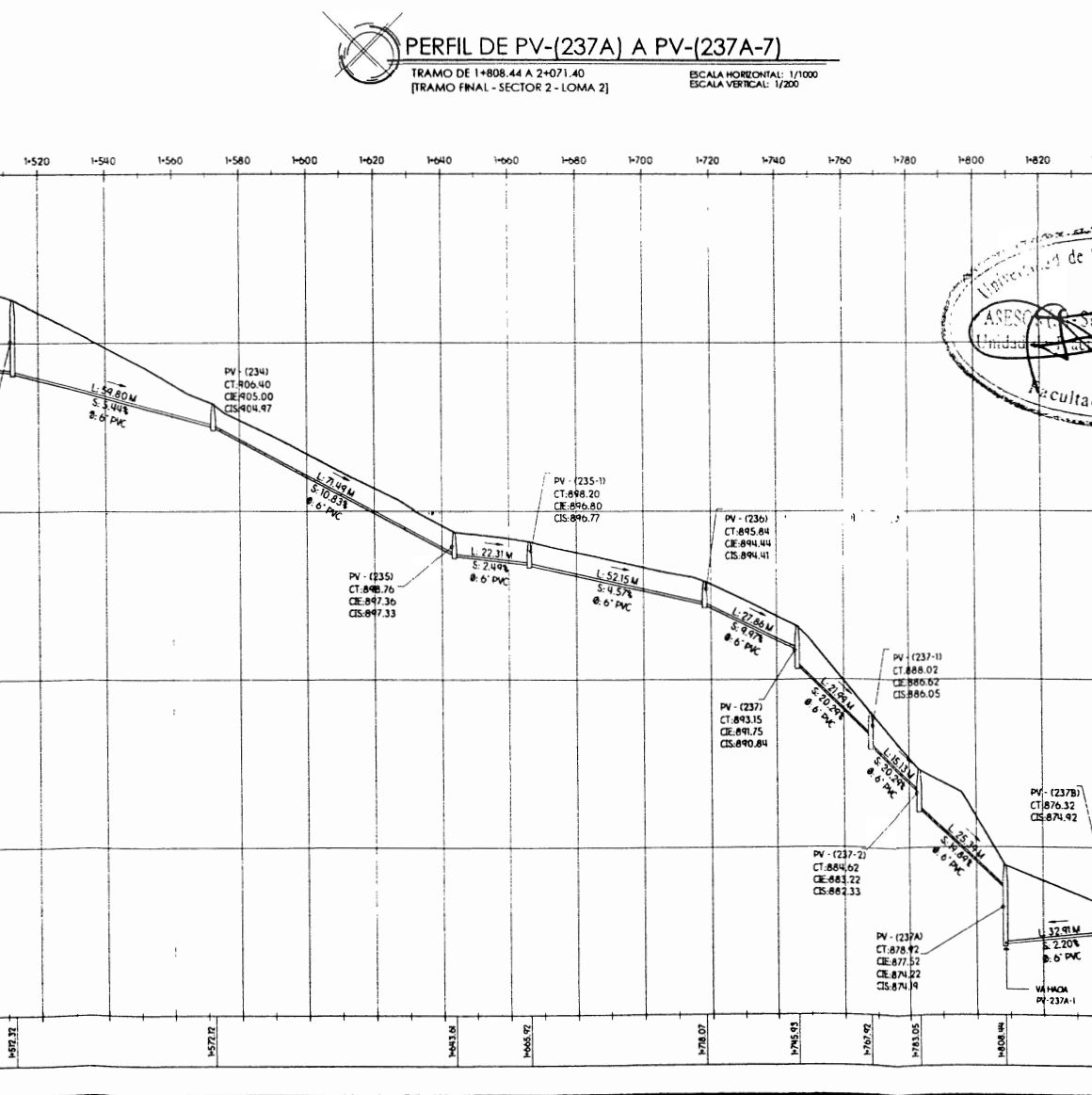
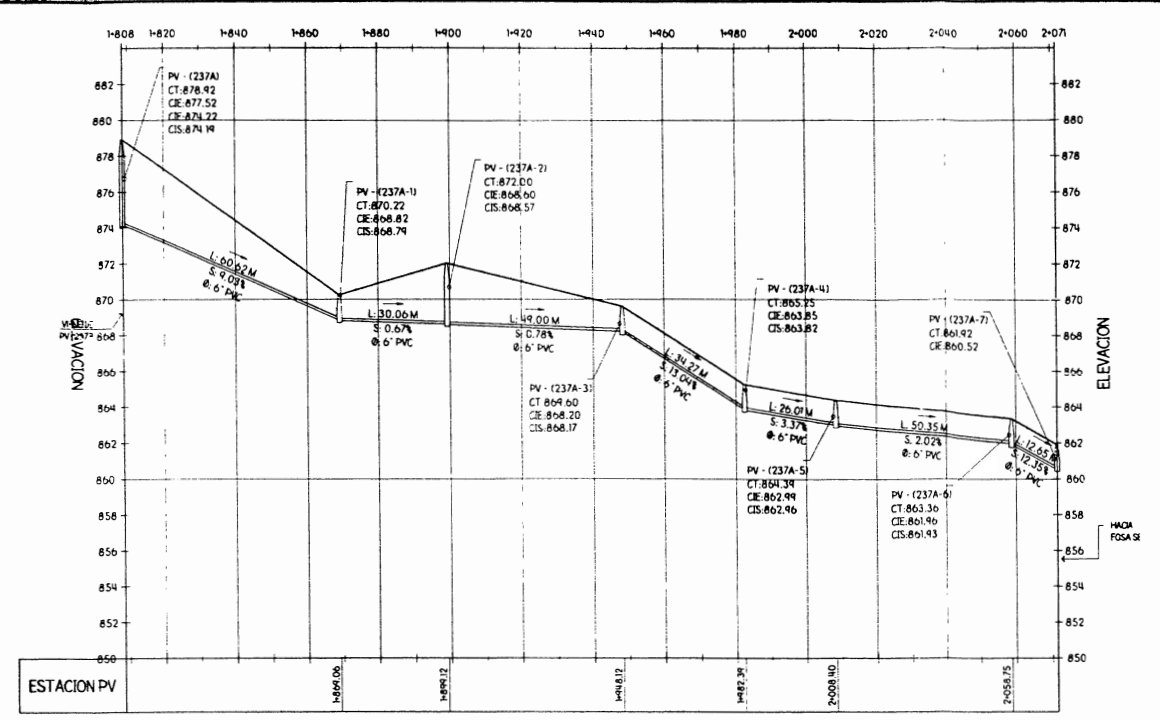
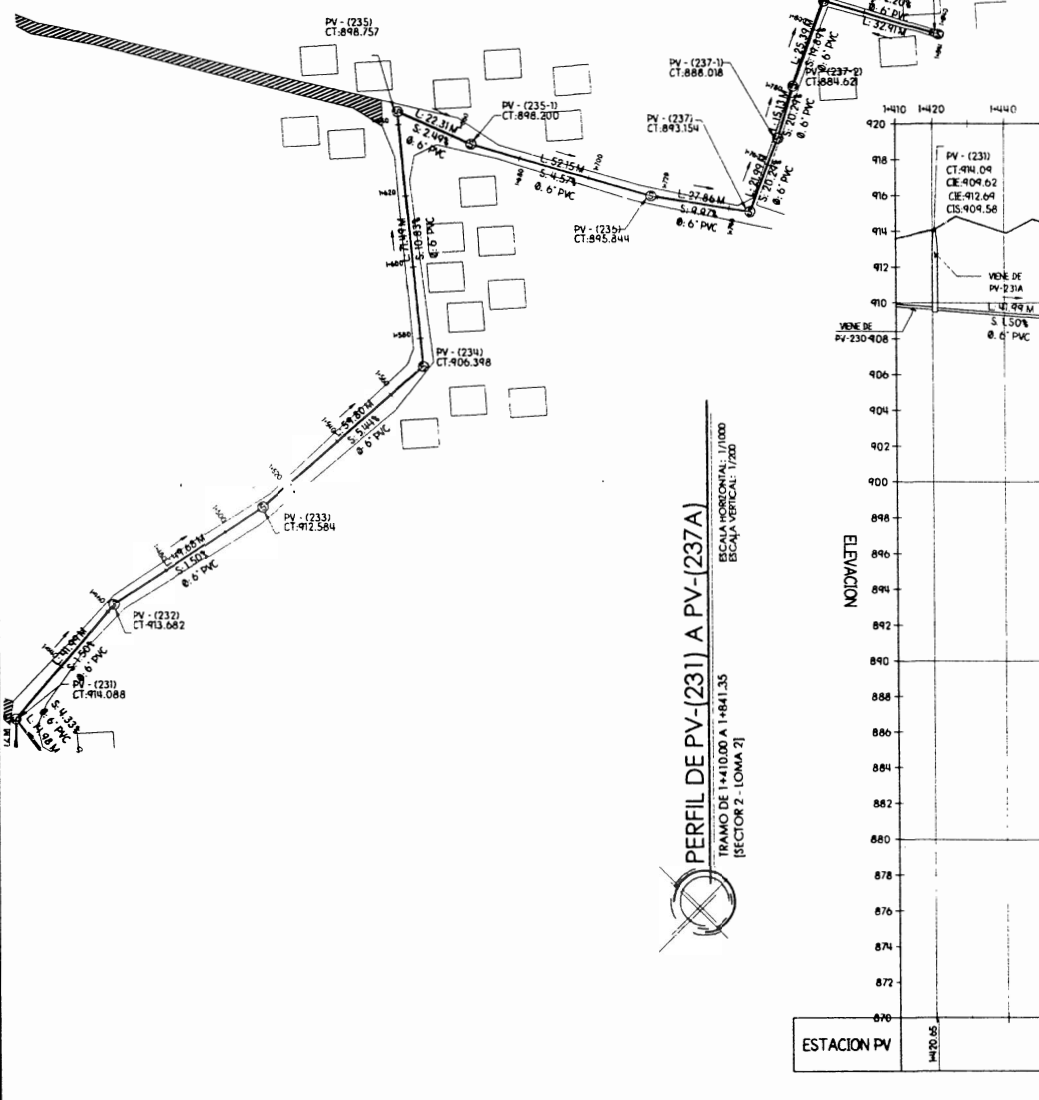
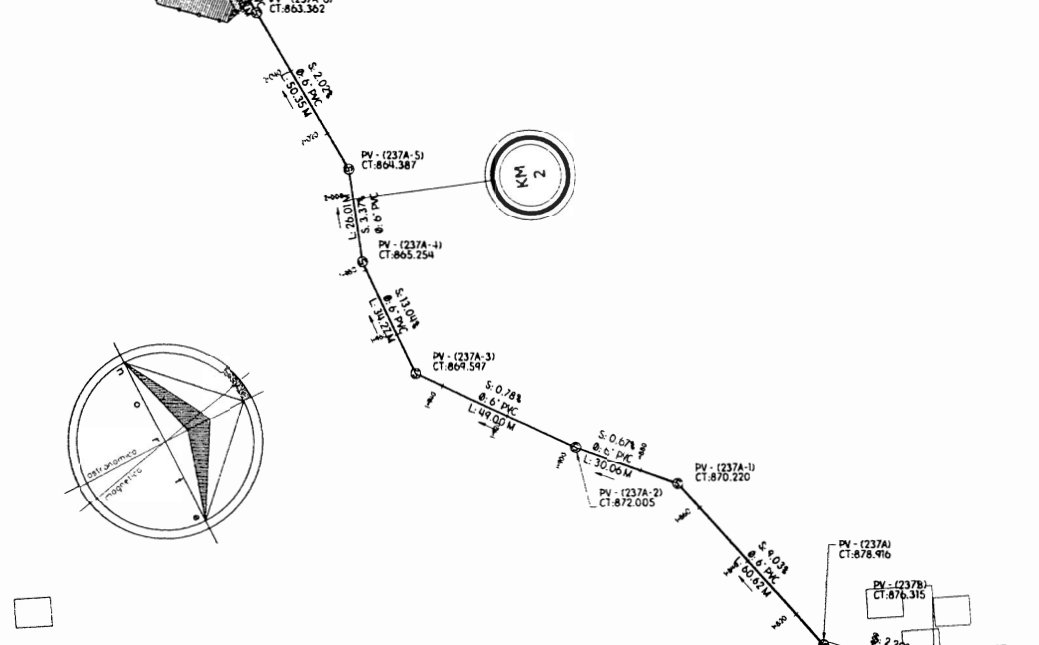
PROYECTO

ST-01
 SANAMIENTO
 22 35
 PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS

PLANTA-PERFIL SECTOR 1 Y 2 LOMA 02 DE PV-228 A PV-228G-3 Y PV-231 (1+261.36 A 1+656.29) (1+261.36 A 1+420.65)

ELABORADO POR: MARIO MONTECINO
 DISEÑADO POR: MARIO MONTECINO
 ESCALA NUMERICA: 1/1000 - 1/1200
 ESCALA GRAFICA: 200x11403
 200x11403

PLANTA DE 1+420.65 A 2+071.40 [SECTOR 2 - LOMA 2]
 TRAMO DE PV-(231) A PV-(237B) - [SECTOR 2]
 TRAMO DE PV-(237A) A PV-(237A-7) - [HACIA FOSA SEPTICA 2]



UNIDAD DE: CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+077.83) A E-334 (1+512.91) DE E-339 (1+442.48) A E-341 Y DE E-344 A E-343 (1+443.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+420.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+031.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.48) A E-349 (2+078.78) DE E-358 (2+325.27) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.48) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 6+790.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENERICADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DE PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.40%
- PERIODO DE DISEÑO MÁXIMO: 0.40 m
- TUBERÍA DE TRAMO: 0.10 x 0.10 x 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÁXIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES

UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ING. ANGEL ROSERTO SUC GARCIA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN

ING. LUIS GUZMÁN
 INGENIERO CIVIL

ST-01
 SANAMIENTO 23 35
 PERIODO DE 05 AÑOS 2012

CONTENIDO

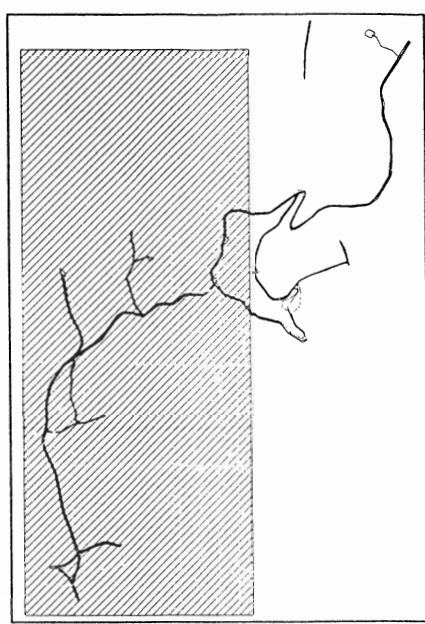
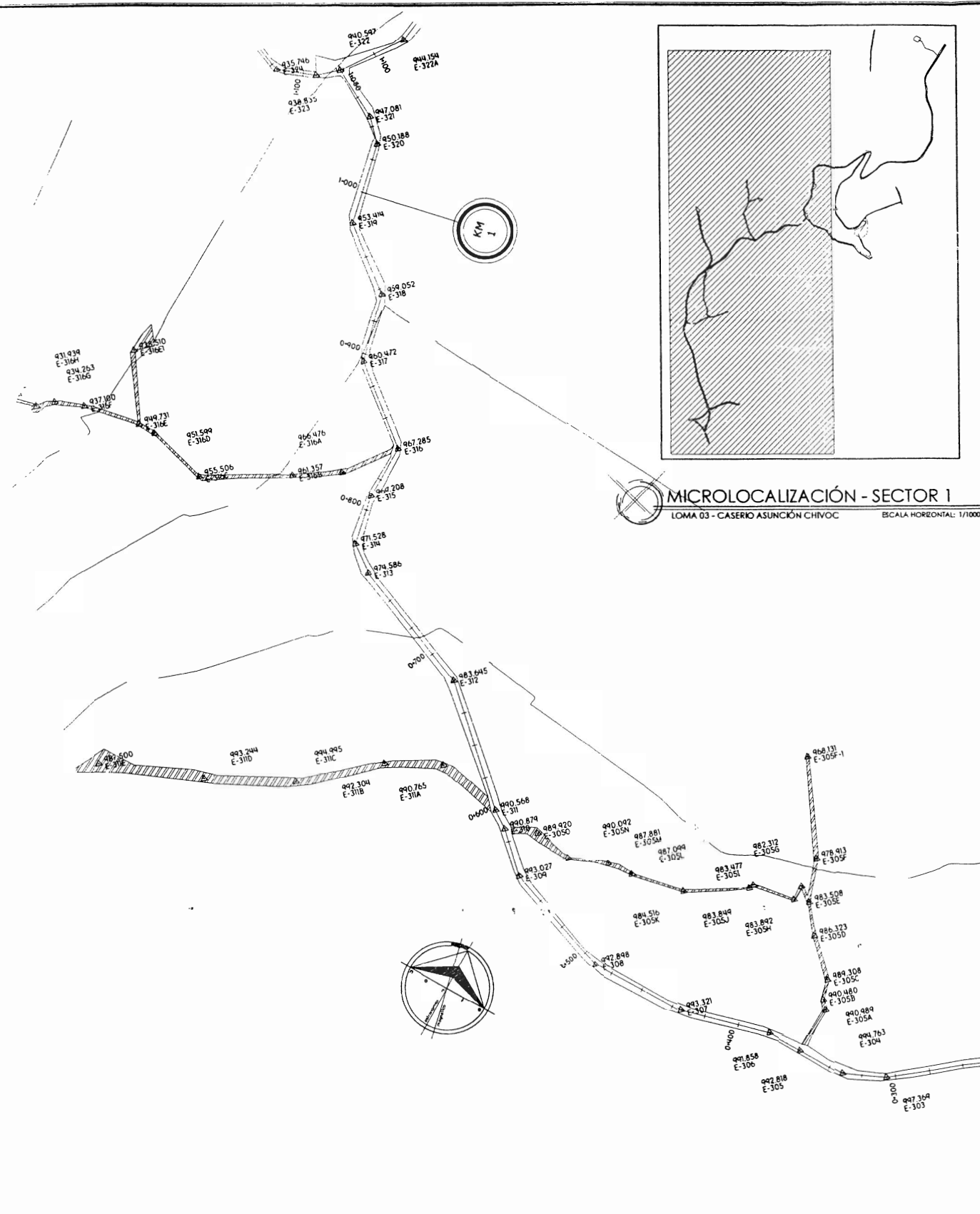
PLANTA - PERFIL SECTOR 2 LOMA 02 DE PV-231 A PV-237A-7 (1+420.65 A 2+071.40)

UNIDAD: CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUJ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

ESCALA: SECTOR A MONZÓN DUARTE 2006-11-03

ESCALA: SECTOR B MONZÓN DUARTE 2006-11-03

ESCALA GRÁFICA



MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1
 LOMA 03 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
 ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

LIBRETA TOPOGRÁFICA								
EST	PO	AZIMUTH		DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			
		+	-		Y (NORTE (N))	X (ESTE (E))	COTA (Z)	
E-1	E-300	274	12	0	712.23	1094.842	922.243	1002.228
E-300	E-310	276	57	5	47.41	1090.448	874.735	1003.255
E-301	E-302	284	25	48	106.94	120.721	772.74	997.004
E-302	E-303	277	52	1	77.24	125.432	945.650	992.348
E-303	E-304	287	34	1	23.98	133.803	870.27	994.763
E-304	E-305	300	53	-	28.40	152.393	848.820	992.818
E-305	E-305A	44	20	-2	27.88	172.330	868.308	990.899
E-305A	E-305B	0	17	-0	5.68	178.340	868.339	990.480
E-305B	E-305C	24	55	20	7.00	184.193	873.396	989.308
E-305C	E-305D	155	7	-	26.98	176.075	871.101	986.313
E-305D	E-305E	4	7	51	14.89	135.453	872.524	983.508
E-305E	E-305F	27	47	-4	23.43	124.497	862.158	978.913
E-305F	E-305G	346	26	-48	10.34	214.074	870.099	982.372
E-305G	E-305H	7	18	-8	60.03	119.571	864.904	968.131
E-305H	E-305I	222	30	12	9.03	124.357	863.918	983.872
E-305I	E-305J	301	30	37	23.55	152.733	942.230	983.477
E-305J	E-305K	294	24	-6	3.12	125.587	839.329	983.894
E-305K	E-305L	274	12	-4	38.39	125.726	804.533	985.596
E-305L	E-305M	300	12	24	10.21	1273.837	1373.770	987.299
E-305M	E-305N	306	54	7	15.13	1282.933	561.68	987.881
E-305N	E-305O	289	48	56	23.06	1490.751	539.490	990.092
E-305O	E-305P	320	54	-13	22.96	1304.543	515.524	984.920
E-305P	E-305Q	290	40	58	14.44	135.459	507.352	990.874
E-305Q	E-306	300	50	7	20.78	165.994	633.01	990.858
E-306	E-307	296	27	50	53.76	184.932	584.484	993.321
E-307	E-308	310	31	15	56.47	126.840	542.061	992.848
E-308	E-309	331	27	20	68.74	1286.548	509.875	993.027
E-309	E-310	355	22	54	28.96	135.144	507.344	990.874
E-310	E-311	394	24	0	12.28	1327.394	504.456	990.588
E-311	E-312	334	24	3	74.78	1406.870	446.788	983.845
E-312	E-313	322	53	23	40.16	1594.426	440.226	990.785
E-313	E-314	383	48	48	34.77	1367.728	194.40	992.304
E-314	E-315	370	16	0	52.58	1367.875	393.882	994.915
E-315	E-316	283	44	-8	53.79	1380.757	341.833	993.294
E-316	E-317	290	3	17	62.53	1402.063	283.270	987.500
E-317	E-318	333	51	-	80.32	1478.909	149.384	974.586
E-318	E-319	348	1	25	18.75	1487.251	437.498	975.528
E-319	E-320	30	4	23	24.64	1522.493	472.377	984.308
E-320	E-321	42	44	27	21.91	1546.536	443.883	987.285
E-321	E-322	350	54	0	54.99	1600.834	485.165	980.472
E-322	E-323	258	32	57	35.86	1534.157	458.972	986.476
E-323	E-324	278	24	55	24.12	1543.79	430.106	981.357
E-324	E-325	281	14	35	54.40	1554.403	376.765	955.506
E-325	E-326	325	57	33	36.43	1584.560	356.372	951.599
E-326	E-327	372	47	4	10.48	1597.709	348.887	949.731
E-327	E-328	300	30	24	33.54	1628.733	314.781	937.100
E-328	E-329	8	21	50	43.94	1634.868	335.125	938.310
E-329	E-330	284	45	41	17.42	1644.825	303.370	931.263
E-330	E-331	270	35	54	10.74	1644.737	292.857	931.499
E-331	E-332	298	5	36	23.09	1636.552	270.517	925.132
E-332	E-333	27	7	13	41.06	1637.380	303.883	924.032
E-333	E-334	250	24	3	-2.27	1641.042	448.570	953.144
E-334	E-335	24	24	7	48.47	1723.233	520.428	950.188
E-335	E-336	337	57	54	16.47	1734.843	548.843	947.081

LIBRETA TOPOGRÁFICA								
EST	PO	AZIMUTH		DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			
		+	-		Y (NORTE (N))	X (ESTE (E))	COTA (Z)	
E-337	E-327	334	53	37	33.08	1644.818	304.815	940.997
E-327	E-328	270	42	39	14.50	1644.498	494.316	934.835
E-328	E-329	76	0	54	14.04	1774.735	948.634	941.544
E-329	E-330	49	15	34	53.41	1644.600	584.384	937.841
E-330	E-331	79	32	40	41.17	1622.071	624.830	934.561
E-331	E-332	64	16	34	34.84	1631.306	652.777	937.155
E-332	E-333	40	11	53	82.23	1678.758	642.942	924.587
E-333	E-334	8	5	53	32.50	1683.767	725.051	920.104
E-334	E-335	54	54	20	47.02	1607.344	765.733	911.246
E-335	E-336	1	13	12	13.38	1610.441	768.374	909.543
E-336	E-337	32	34	17	31.25	1688.044	788.877	905.477
E-337	E-338	84	36	58	33.37	1684.200	871.845	901.244
E-338	E-339	107	29	1	25.47	1681.348	846.645	896.276
E-339	E-340	241	23	13	18.87	1624.187	794.876	901.878
E-340	E-341	246	22	43	31.79	1614.44	720.744	915.922
E-341	E-342	275	7	57	56.81	1645.531	694.167	904.94
E-342	E-343	333	53	20	52.37	1644.400	640.705	903.040
E-343	E-344	284	14	55	10.74	1644.357	631.184	902.371
E-344	E-345	156	53	58	42.84	1600.136	637.944	904.548
E-345	E-346	333	47	11	10.48	1624.208	646.334	901.568
E-346	E-347	0	45	54	88.25	1607.455	846.71	847.739
E-347	E-348	6	42	26	54.6	1606.455	823.704	841.533
E-348	E-349	8	39	16	58.94	1624.428	632.532	844.252
E-349	E-350	10	18	40	4.99	1611.440	641.401	845.325
E-350	E-351	240	44	43	40.74	1632.523	542.507	842.347
E-351	E-352	270	12	16	18.55	1632.391	573.957	842.240
E-352	E-353	146	10	34	22.55	1606.637	635.101	841.037
E-353	E-354	210	47	24	16.57	1640.665	625.818	844.215
E-354	E-355	245	10	11	17.26	1643.442	610.333	820.374
E-355	E-356	242	12	11	55.48	1675.936	555.166	820.460
E-356	E-357	240	56	13	14.92	1674.716	535.668	819.436
E-357	E-358	303	37	41	16.27	1688.725	521.041	816.336
E-358	E-359	6	13	30	1.41	1687.367	390.412	816.734
E-359	E-360	304	51	46	40.72	1672.001	488.644	810.305
E-360	E-361	376	5	0	33.34	1636.184	465.536	805.024
E-361	E-362	328	4	54	16.84	1650.534	456.428	803.172
E-362	E-363	152	18	35	50.36	1600.440	444.834	843.983
E-363	E-364	328	33	36	24.38	1635.571	434.504	844.301
E-364	E-365	335	45	53	43.19	1644.410	446.780	841.844
E-365	E-366	328	13	18	34.98	1648.441	345.483	847.527
E-366	E-367	240	6	12	23.12	1778.013	472.417	935.746

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO 1 TOTAL: 3+313.29

UBICACIÓN: CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUÍZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- LÍNEA CENTRAL
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES: UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ASESORÍA: ASOCIACIÓN DE EPS (UNIDAD DE PLANIFICACIÓN DE INGENIERÍA Y EPS)

PLANTA TOPOGRÁFICA LOMA 03 DE E-0 A E-324 [SECTOR 1]

TP-01 TOPOGRAFÍA 24 35

ING. LUIS CLAY

ING. HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2006-11-03

ING. HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE 2008-11-03

PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL - LOMA 03 DE E-0 (0+000.00) A E-324 (1+077.93)

[SECTOR 1 - LOMA 3] - DE 0+000.00 A 1+077.93 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

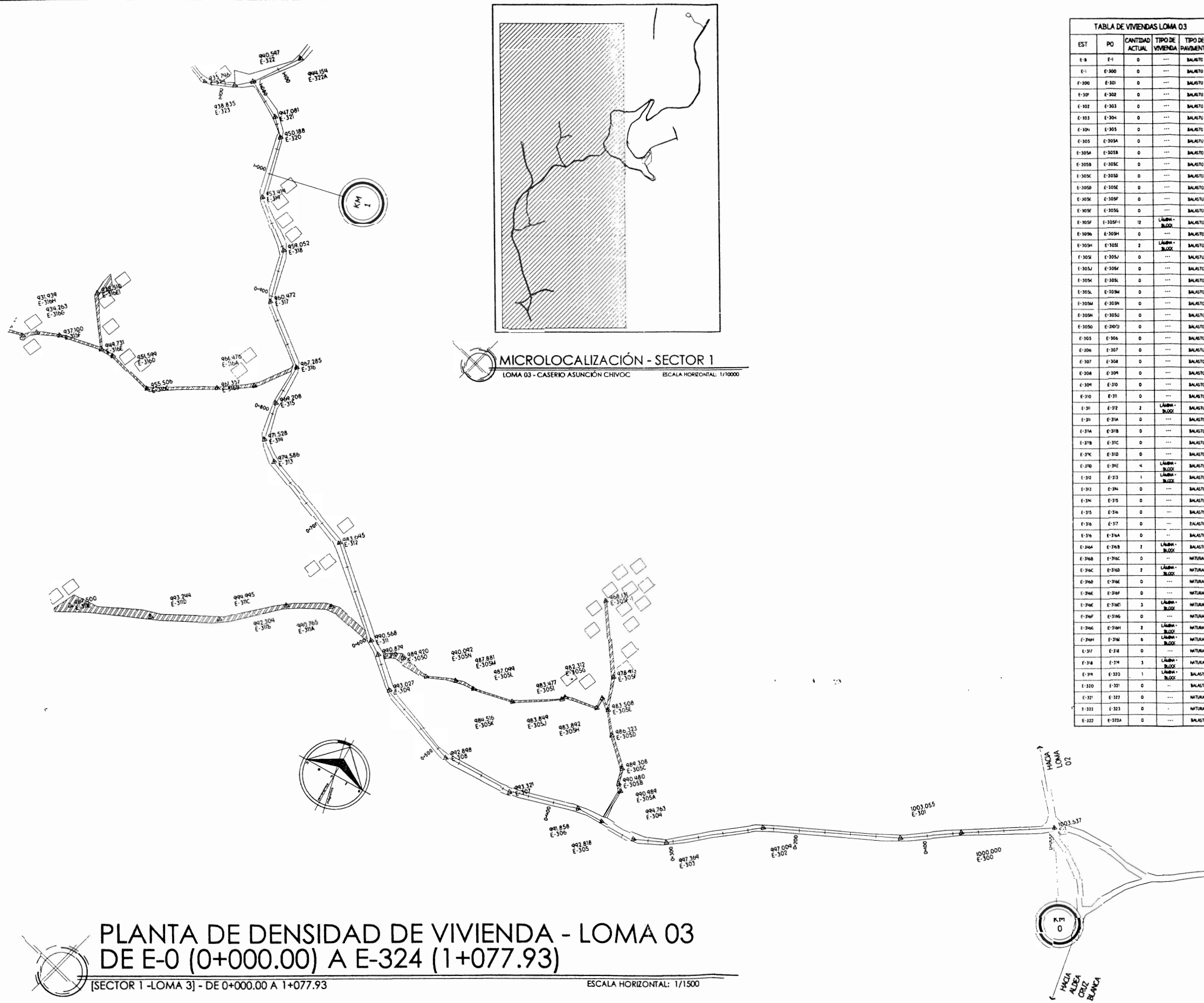


TABLA DE VIVIENDAS LOMA 03

EST	PO	CANTIDAD ACTUAL	TIPO DE VIVIENDA	TIPO DE PAVIMENTO
E-8	E-1	0	---	BALASTO
E-1	E-300	0	---	BALASTO
E-300	E-301	0	---	BALASTO
E-301	E-302	0	---	BALASTO
E-302	E-303	0	---	BALASTO
E-303	E-304	0	---	BALASTO
E-304	E-305	0	---	BALASTO
E-305	E-305A	0	---	BALASTO
E-305A	E-305B	0	---	BALASTO
E-305B	E-305C	0	---	BALASTO
E-305C	E-305D	0	---	BALASTO
E-305D	E-305E	0	---	BALASTO
E-305E	E-305F	0	---	BALASTO
E-305F	E-305G	0	---	BALASTO
E-305G	E-305H	12	LADRILLO + BLOQUE	BALASTO
E-305H	E-305I	0	---	BALASTO
E-305I	E-305J	2	LADRILLO + BLOQUE	BALASTO
E-305J	E-305K	0	---	BALASTO
E-305K	E-305L	0	---	BALASTO
E-305L	E-305M	0	---	BALASTO
E-305M	E-305N	0	---	BALASTO
E-305N	E-305O	0	---	BALASTO
E-305O	E-305P	0	---	BALASTO
E-305P	E-306	0	---	BALASTO
E-306	E-307	0	---	BALASTO
E-307	E-308	0	---	BALASTO
E-308	E-309	0	---	BALASTO
E-309	E-310	0	---	BALASTO
E-310	E-311	0	---	BALASTO
E-311	E-312	2	LADRILLO + BLOQUE	BALASTO
E-312	E-313	0	---	BALASTO
E-313	E-314	0	---	BALASTO
E-314	E-315	0	---	BALASTO
E-315	E-316	0	---	BALASTO
E-316	E-317	0	---	BALASTO
E-317	E-318A	0	---	BALASTO
E-318A	E-318B	2	LADRILLO + BLOQUE	BALASTO
E-318B	E-318C	0	---	NATURAL
E-318C	E-318D	2	LADRILLO + BLOQUE	NATURAL
E-318D	E-318E	0	---	NATURAL
E-318E	E-318F	0	---	NATURAL
E-318F	E-318G	3	LADRILLO + BLOQUE	NATURAL
E-318G	E-318H	0	---	NATURAL
E-318H	E-318I	2	LADRILLO + BLOQUE	NATURAL
E-318I	E-319	0	---	NATURAL
E-319	E-320	1	LADRILLO + BLOQUE	BALASTO
E-320	E-321	0	---	BALASTO
E-321	E-322	0	---	NATURAL
E-322	E-323	0	---	NATURAL
E-323	E-324	0	---	BALASTO

MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1
LOMA 03 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
ESCALA HORIZONTAL: 1/10000

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA - LOMA 03
DE E-0 (0+000.00) A E-324 (1+077.93)

[SECTOR 1 - LOMA 03] - DE 0+000.00 A 1+077.93
ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

UBICACIÓN:
CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

- SECTORES NO INCLUIDOS EN EL DISEÑO
- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- LÍNEA CENTRAL
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- ESTACIÓN TOPOGRÁFICA CON NIVEL

NOTAS GENERALES

- 1- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+116.97), DE E-322 (1+077.93) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.48) A E-334 Y DE E-334 A E-334.3 (1+453.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- 2- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+116.97) A E-322O-3 (1+470.78), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+353.80
- 3- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-329 (1+442.48) A E-349 (1+078.74), DE E-355 (2+325.79) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.43), TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+770.78

CONDICIONES GENERALES DE LOMA 03

- 4- VIVIENDAS ACTUALES: 121 VIVIENDAS
- 7- DENSIDAD DE POBLACIÓN: 4 HABITANTES/VIVIENDA
- 8- POBLACIÓN ACTUAL: 728 HABITANTES
- 9- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 2137 HABITANTES
- 10- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- 11- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.42%

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)



PROYECTO
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

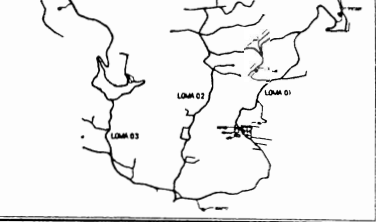
TP-01
TOPOGRAFÍA
26
35
MAY 2017

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA LOMA 03 DE E-0 A E-324 [SECTOR 1]



UNIDAD: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE
DISEÑO: HÉCTOR A. MONTEÓN DUARTE
ESCALA: NUMÉRICA 2000-11403

UBICACIÓN:
CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREA NO INCLUIDA EN LA RED GENERAL DE ALCANTARILLADO
- CURVA DE NIVEL PRIMARIA @ 5.00 M
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA @ 1.00 M
- PUENTE EXISTENTE
- LÍMITE DE CALLE
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

1. EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E+1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.90) A E-334 (1+112.01), DE E-336 (1+142.00) A E-334 Y DE E-334 A E-334-3 (1+653.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54.
2. EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322-3 (1+402.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80.
3. EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-322-3 (1+402.78) A E-349 (1+078.74), DE E-358 (1+055.71) A E-349 Y DE E-349 A E-349-4 (2+184.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78.
4. CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
5. PARA MAYOR COMPRENSIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA-PERFIL.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

6. POBLACIÓN ACTUAL BENEFICARIA: 372 HABITANTES
7. POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
8. PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
9. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
10. DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" PVC
11. CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
12. RELACIÓN DE TRÁNSITO: 0.10 S / 60 S @ 0.74
13. VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.40 m/s
14. VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
15. PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
16. PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
17. PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
PROYECTO
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
DISEÑO: [Signature]
FACULTAD DE INGENIERÍA

CONTENIDO
PLANTA DE RED GENERAL DE ALCANTARILLADO LOMA 03
DE PV-321 A PV-334-3 (SECTOR 1)
DE PV-322A A PV-322-3 (SECTOR 2)
DE PV-322-3 A PV-358 (SECTOR 3)

ESTADO: 29
FECHA: 35
PROYECTO: ST-01
SANTEAMINTO

UNIDAD: METROS
ESCALA NUMÉRICA: 1/1500

UNIDAD: METROS
ESCALA GRÁFICA: 2006-11-03

TABLA DE POZOS DE VISITA

PV	ESTACIÓN	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV- (322B)	1+12.54	437.60	CE -436.290	CS -436.230	1.43
PV- (323C)	1+13.75	434.54	CE -436.351	CS -436.301	1.43
PV- (322D)	1+18.43	437.55	CE -436.303	CS -434.775	2.38
PV- (323D)	1+100.64	429.54	CE -423.185	CS -423.185	1.43
PV- (323E)	1+133.74	420.58	CE -426.707	CS -426.707	1.43
PV- (322F-1)	1+143.83	405.87	CE -406.878	CS -406.878	1.43
PV- (322F-2)	1+144.80	402.24	CE -406.804	CS -406.804	1.43
PV- (322G-1)	1+146.78	406.26	CE -406.804	CS -406.804	1.40
PV- (322G-2)	1+146.78	402.26	CE -406.804	CS -406.804	1.43
PV- (322H)	1+150.84	420.374	CE -407.785	CS -407.785	2.70
PV- (322I)	1+151.84	404.38	CE -407.383	CS -407.383	2.72
PV- (322J-1)	1+153.54	416.28	CE -405.339	CS -405.339	1.40
PV- (322J-2)	1+153.54	406.339	CE -404.338	CS -404.338	1.43
PV- (322K)	1+174.45	400.305	CE -404.303	CS -404.303	1.43
PV- (322L)	1+179.84	405.024	CE -403.623	CS -403.623	1.43
PV- (322M)	1+173.47	403.072	CE -406.743	CS -406.743	1.43
PV- (322N)	1+173.47	403.072	CE -402.565	CS -402.565	1.43
PV- (322O)	1+194.23	404.303	CE -407.402	CS -407.402	1.43
PV- (322P)	1+195.04	407.84	CE -406.946	CS -406.946	1.43
PV- (322Q)	1+192.43	438.835	CE -437.935	CS -437.935	1.43
PV- (322R)	1+175.75	435.746	CE -436.295	CS -436.295	1.43
PV- (322S)	1+170.48	425.550	CE -426.944	CS -426.944	1.43
PV- (322T)	1+166.57	421.028	CE -426.007	CS -426.007	1.43
PV- (322U)	1+174.06	408.429	CE -407.050	CS -407.050	1.43
PV- (322V)	1+178.43	407.840	CE -406.240	CS -406.240	1.43

TABLA DE POZOS DE VISITA

PV	ESTACIÓN	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV- (322V)	1+102.15	401.995	CE -400.594	CS -400.594	1.43
PV- (322W)	1+131.52	404.194	CE -407.730	CS -407.730	1.43
PV- (322X)	1+131.71	404.363	CE -406.763	CS -406.763	1.43
PV- (322Y)	1+109.45	404.075	CE -402.876	CS -402.876	1.43
PV- (322Z)	1+151.07	405.566	CE -403.797	CS -403.797	1.43
PV- (323-1)	1+154.01	404.305	CE -404.917	CS -404.917	2.22
PV- (323-2)	1+149.41	401.673	CE -400.472	CS -400.472	3.78
PV- (323-3)	1+153.34	404.458	CE -403.057	CS -403.057	1.40
PV- (324)	1+152.47	401.527	CE -407.024	CS -407.024	1.43
PV- (325)	1+152.80	402.094	CE -407.094	CS -407.094	1.43
PV- (326)	1+154.37	405.437	CE -407.538	CS -407.538	1.43
PV- (327)	1+154.81	403.565	CE -402.966	CS -402.966	1.43
PV- (328)	1+155.00	404.74	CE -407.324	CS -407.324	1.43
PV- (329)	1+152.48	404.552	CE -404.552	CS -404.552	1.40
PV- (330)	1+144.24	406.455	CE -405.055	CS -405.055	1.43
PV- (331)	1+108.18	400.203	CE -407.805	CS -407.805	1.43
PV- (332)	1+137.68	405.904	CE -404.504	CS -404.504	1.43
PV- (333)	1+167.36	407.707	CE -404.398	CS -404.398	1.43
PV- (334)	1+149.42	404.565	CE -404.565	CS -404.565	1.43
PV- (335)	1+147.18	405.504	CE -405.177	CS -405.177	1.43
PV- (336)	1+148.94	402.542	CE -404.901	CS -404.901	1.43
PV- (337)	1+145.94	405.300	CE -403.937	CS -403.937	1.43
PV- (338)	1+157.49	404.436	CE -403.238	CS -403.238	1.43
PV- (339-1)	1+157.08	401.700	CE -400.700	CS -400.700	1.43
PV- (339-2)	1+157.08	404.294	CE -400.804	CS -400.804	1.43
PV- (339-3)	1+157.24	402.405	CE -400.295	CS -400.295	1.43

TABLA DE POZOS DE VISITA

PV	ESTACIÓN	COTA DE TERRENO (M)	COTAS INVERT DE ENTRADA (M)	COTAS INVERT DE SALIDA (M)	ALTURA DE POZO (M)
PV- (340-1)	2+186.43	792.524	CE -790.080	CS -790.080	1.04
PV- (340-2)	2+078.74	802.307	CE -800.909	CS -800.877	1.43
PV- (350)	2+099.67	805.062	CE -803.667	CS -803.635	1.43
PV- (351)	2+104.43	809.836	CE -808.025	CS -808.095	1.76
PV- (352)	2+104.54	810.090	CE -808.644	CS -808.654	1.43
PV- (353)	2+05.77	820.572	CE -819.073	CS -818.723	1.85
PV- (354)	2+104.50	821.524	CE -823.123	CS -823.043	1.43
PV- (355)	2+125.74	828.308	CE -826.295	CS -826.404	1.40

TABLA DE TUBERÍAS

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (P.L.G.)	MATERIAL	NO. TUBOS
PV- (322A)	PV- (322)	40.00	4.93%	6"	PVC-ASTM-D-3038	1
PV- (322B)	PV- (322C)	40.17	2.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (322C)	PV- (322D)	29.68	2.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (322D)	PV- (322E)	42.23	16.99%	6"	PVC-ASTM-D-3038	10
PV- (322E)	PV- (322F)	32.50	16.27%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (322F)	PV- (322G)	40.02	16.27%	6"	PVC-ASTM-D-3038	8
PV- (322G-1)	PV- (322G-2)	33.37	12.09%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (322G-2)	PV- (322G-3)	25.47	20.28%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (322G)	PV- (322H)	30.25	16.00%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (322H)	PV- (322I)	55.18	2.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (322I)	PV- (322J)	14.92	2.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (322J)	PV- (322K)	46.37	15.77%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (322K)	PV- (322L)	18.41	16.99%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (322L)	PV- (322M)	40.72	15.99%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (322M)	PV- (322N)	33.54	16.27%	6"	PVC-ASTM-D-3038	8
PV- (322N)	PV- (322O)	18.80	11.60%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (322O)	PV- (322P)	50.36	16.27%	6"	PVC-ASTM-D-3038	8
PV- (322P)	PV- (322Q)	29.36	16.99%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (322Q)	PV- (322R)	43.74	17.74%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (322R)	PV- (322S)	38.13	27.74%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (322S)	PV- (322T)	23.32	15.83%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (322T)	PV- (322U)	34.43	16.00%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (322U)	PV- (322V)	34.34	16.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (322V)	PV- (322W)	22.44	13.64%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (322W)	PV- (322X)	54.57	16.27%	6"	PVC-ASTM-D-3038	10
PV- (322X)	PV- (322Y)	23.52	25.14%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4

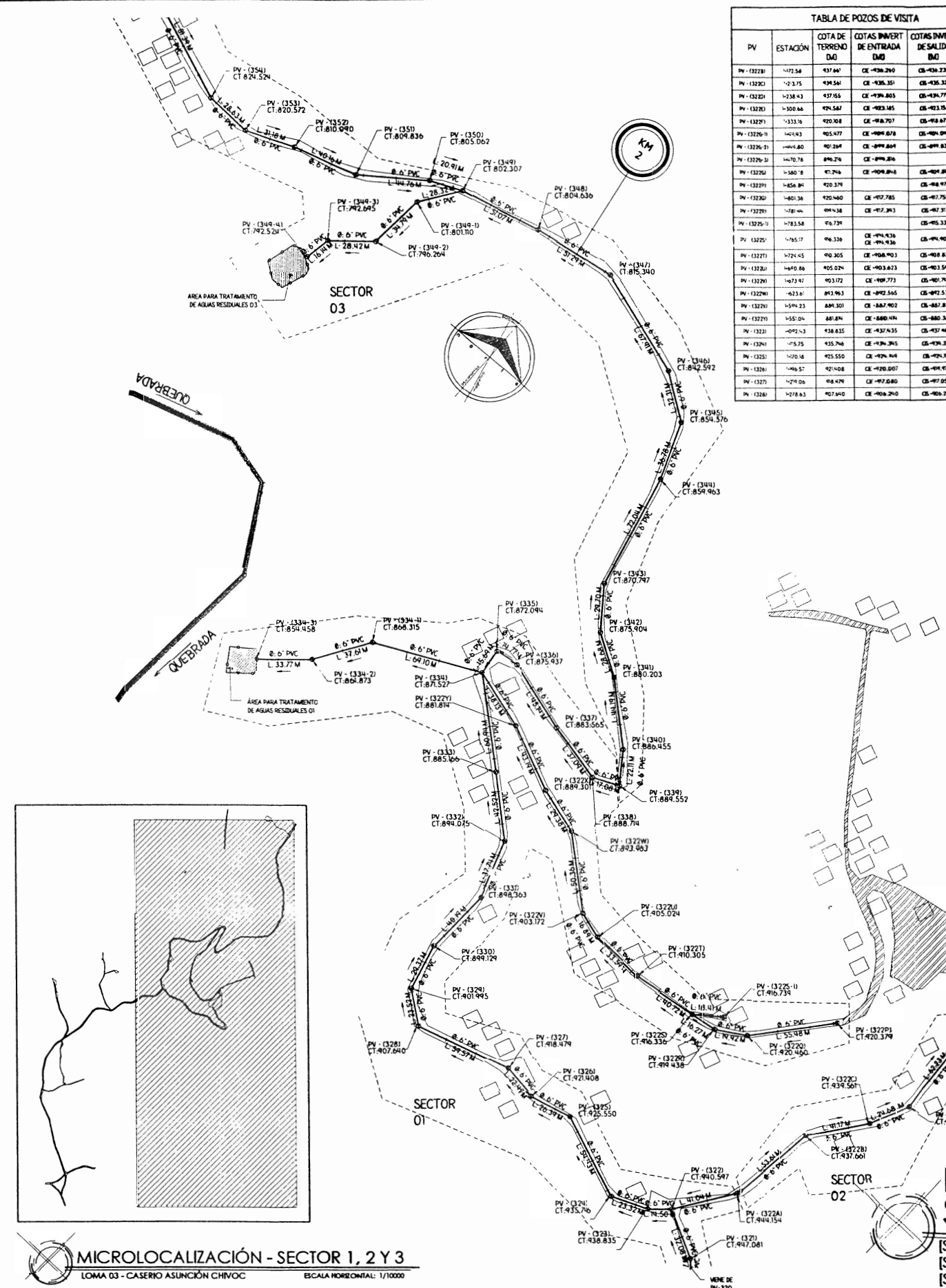
TABLA DE TUBERÍAS

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (P.L.G.)	MATERIAL	NO. TUBOS
PV- (329)	PV- (330)	24.37	10.00%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (330)	PV- (331)	40.14	1.60%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (331)	PV- (332)	37.24	11.60%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (332)	PV- (333)	42.52	11.60%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (333)	PV- (334)	40.94	22.78%	6"	PVC-ASTM-D-3038	10
PV- (334-1)	PV- (334-2)	37.61	16.16%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (334-2)	PV- (334-3)	33.77	16.16%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (334)	PV- (335)	64.90	6.40%	6"	PVC-ASTM-D-3038	14
PV- (335)	PV- (336)	16.84	3.76%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (336)	PV- (335)	14.77	2.81%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (337)	PV- (338)	45.81	17.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (338)	PV- (337)	37.04	14.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (339)	PV- (338)	17.08	6.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (339)	PV- (340)	22.71	4.41%	6"	PVC-ASTM-D-3038	4
PV- (340)	PV- (341)	44.74	14.67%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (341)	PV- (342)	28.48	15.94%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (342)	PV- (343)	29.70	17.81%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (343)	PV- (344)	72.04	16.25%	6"	PVC-ASTM-D-3038	12
PV- (344)	PV- (345)	36.78	15.00%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (345)	PV- (346)	32.31	38.43%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (346)	PV- (347)	67.61	40.81%	6"	PVC-ASTM-D-3038	12
PV- (347)	PV- (348)	51.24	21.30%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (348)	PV- (349)	51.07	4.41%	6"	PVC-ASTM-D-3038	8
PV- (349-1)	PV- (349-2)	34.78	14.34%	6"	PVC-ASTM-D-3038	6
PV- (349-2)	PV- (349-3)	28.42	13.00%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (349-3)	PV- (349-4)	16.41	1.20%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3

TABLA DE TUBERÍAS

DE PV	A PV	DISTANCIA (M)	PENDIENTE (%)	Ø TUBERÍA (P.L.G.)	MATERIAL	NO. TUBOS
PV- (340)	PV- (341)	38.32	4.32%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (350)	PV- (349)	20.41	11.62%	6"	PVC-ASTM-D-3038	3
PV- (351)	PV- (350)	44.26	10.14%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (352)	PV- (351)	40.14	1.74%	6"	PVC-ASTM-D-3038	7
PV- (353)	PV- (352)	31.18	13.47%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (354)	PV- (353)	28.63	14.24%	6"	PVC-ASTM-D-3038	5
PV- (355)	PV- (354)	67.39	4.75%	6"	PVC-ASTM-D-3038	13

LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO 1 TOTAL: 2+186.54
LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO 2 TOTAL: 0+351.80
LONGITUD (DISEÑADA) DEL TRAMO 3 TOTAL: 0+790.78

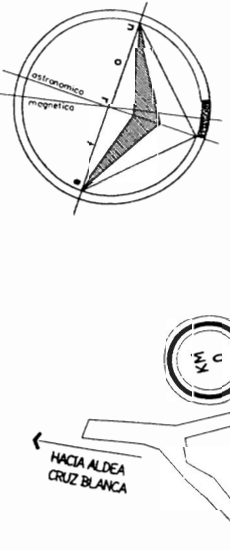


PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO - LOMA 03 [SECTOR 1, 2 Y 3]
[SECTOR 1 - LOMA 3] - DE 0+000.00 A 1+642.68
[SECTOR 2 - LOMA 3] - DE 1+118.97 A 1+470.78
[SECTOR 3 - LOMA 3] - DE 1+642.68 A 2+325.79

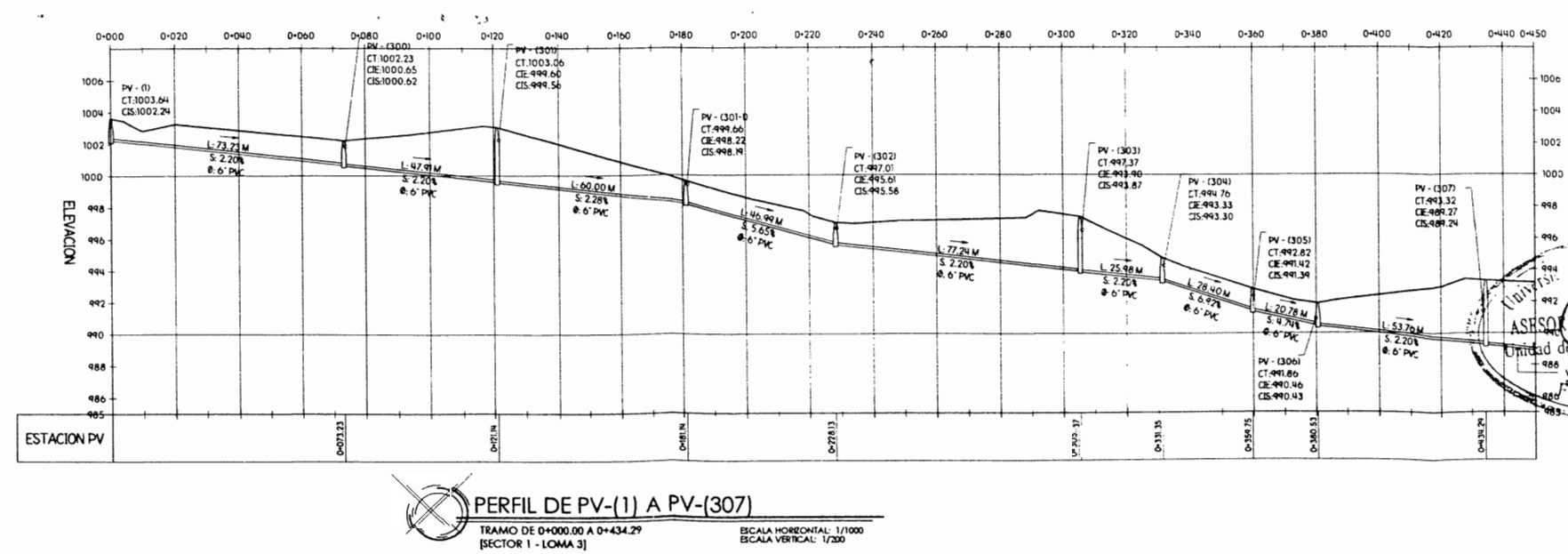
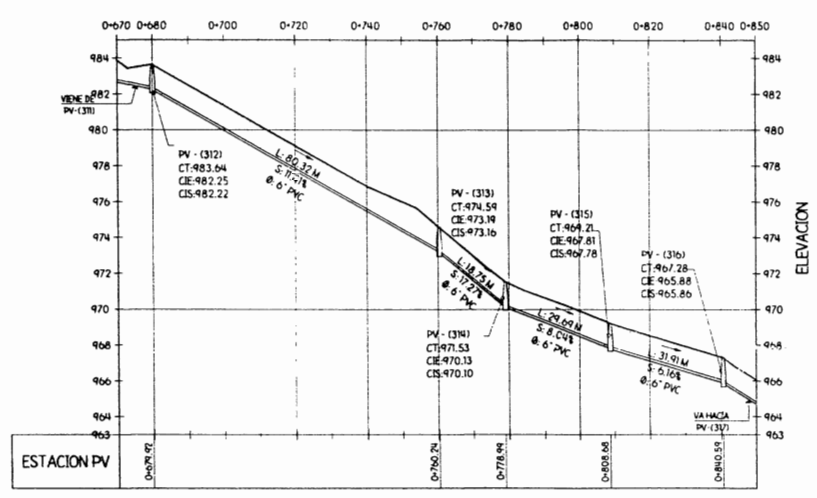
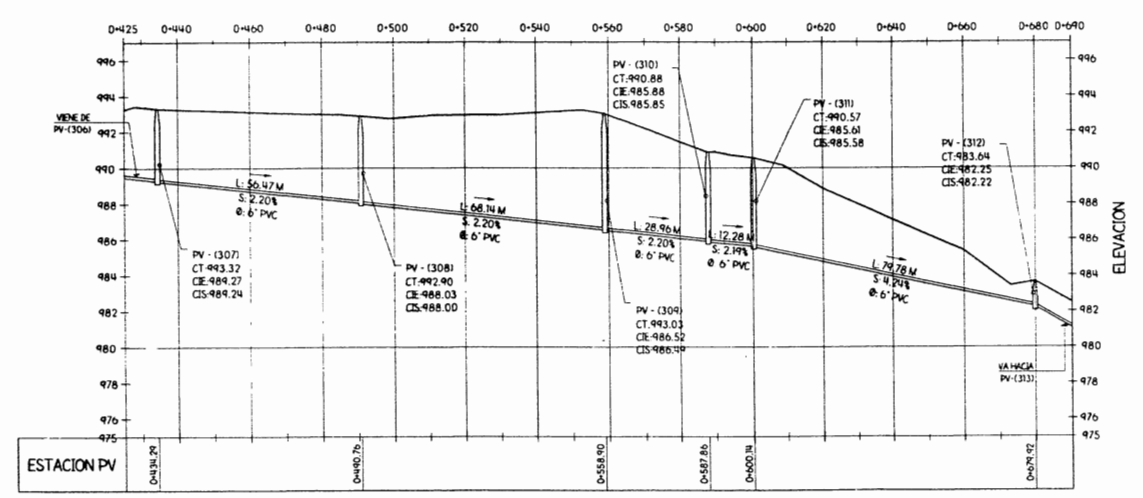
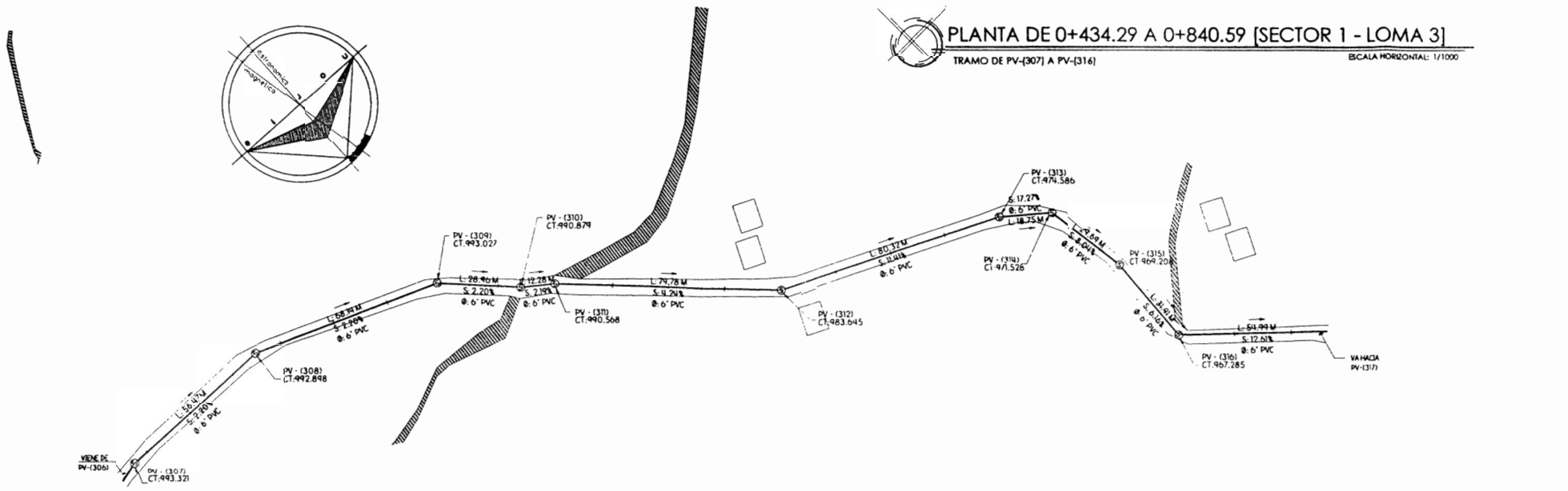
ESCALA HORIZONTAL: 1/1500

MICROLOCALIZACIÓN - SECTOR 1, 2 Y 3
LOMA 03 - CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

PLANTA DE 0+000.00 A 0+434.29 [SECTOR 1 - LOMA 3]
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 TRAMO DE PV(1) A PV(307)



PLANTA DE 0+434.29 A 0+840.59 [SECTOR 1 - LOMA 3]
 TRAMO DE PV(307) A PV(316)
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



UBICACION: CASERIO ASUNCION CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGIA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERÍA PROTEGIDA SEGUN ESPECIFICACIONES. (LA RECHA INDICA DIRECCION DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE RAMAL

- NOTAS GENERALES**
- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E+1 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+077.93 A E-324 (1+812.81), DE E-328 (1+442.88 A E-334 Y DE E-334 A E-334.3) (1+653.36) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54
 - EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322B-3 (1+140.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+351.80.
 - EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-328 (1+118.97) A E-349 (1+078.74) DE E-355 (1+025.77) A E-349 Y DE E-349 A E-349.4 (2+186.48) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 0+790.78.
 - CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
 - PARA MAYOR COMPRENSION EN EL DISEÑO HIDRAULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACION ACTUAL BENEFICARIA: 372 HABITANTES
- POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
- DIAMETRO DE TUBERIA MINIMO: 6" PVC
- CAUDAL DE DISEÑO MINIMO: 0.40 l/s
- RELACION DE TRANTES: 0.10 S 40/0 S 0.74.
- VELOCIDAD DE DISEÑO MINIMA: 0.40 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MAXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERIA MINIMA: 1.00 m.
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MINIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MAXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA
 DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION (D.M.P.)

AUTORIZACIONES: UNIDAD DE PLANIFICACION Y PROYECTO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCION CHIVOC

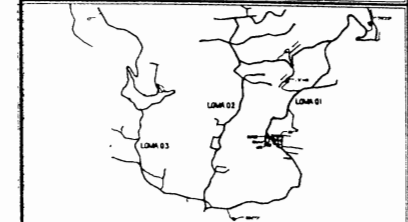
ST-01
 30
 35

PLANTA - PERFIL SECTOR 1 LOMA 03 DE PV-1 A PV-316 (0+000.00 A 0+840.59)

UNIDAD: METROS
 ESCALA NUMERICA: 1/1000 - V:1/200

DISEÑO: HECTOR A. MONTEON QUARTE
 ESCALA GRAFICA: 2006-11-03

CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES. (LA RECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO)
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

1. EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.93) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.48) A E-334 Y DE E-334 A E-334A (1+443.36) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.55
2. EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322B-3 (1+140.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 21+80
3. EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-337 (1+442.48) A E-349 (2+078.74), DE E-355 (2+325.79) A E-349, Y DE E-349 A E-349-4 (2+186.43) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+792.78
4. CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
5. PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

6. POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
7. POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
8. PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
9. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.43%
10. DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" (PVC)
11. CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
12. RELACIÓN DE TRAMOS: 0.10 ≤ d1/d2 ≤ 0.74
13. VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.40 m/s
14. VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
15. PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
16. PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
17. PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 4.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

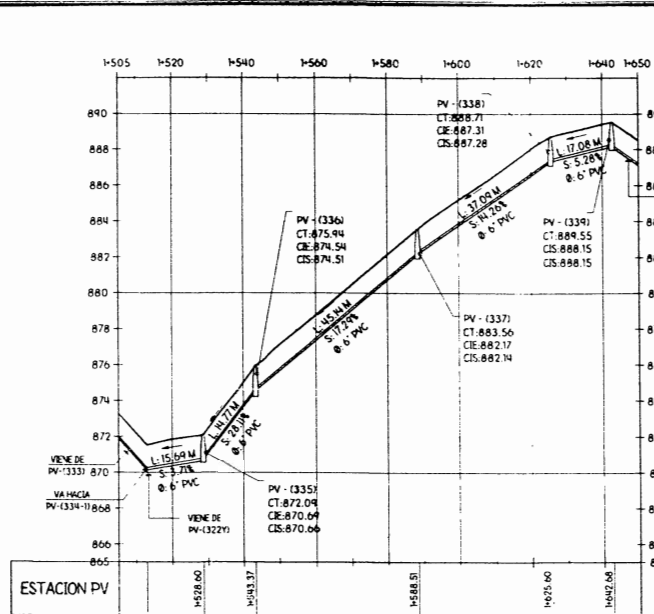
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES PROYECTO
Municipio de San Carlos de Guatemala
Alcalde Municipal
Municipio de San Juan Sacatepéquez
Municipio de San Juan Sacatepéquez y EPS

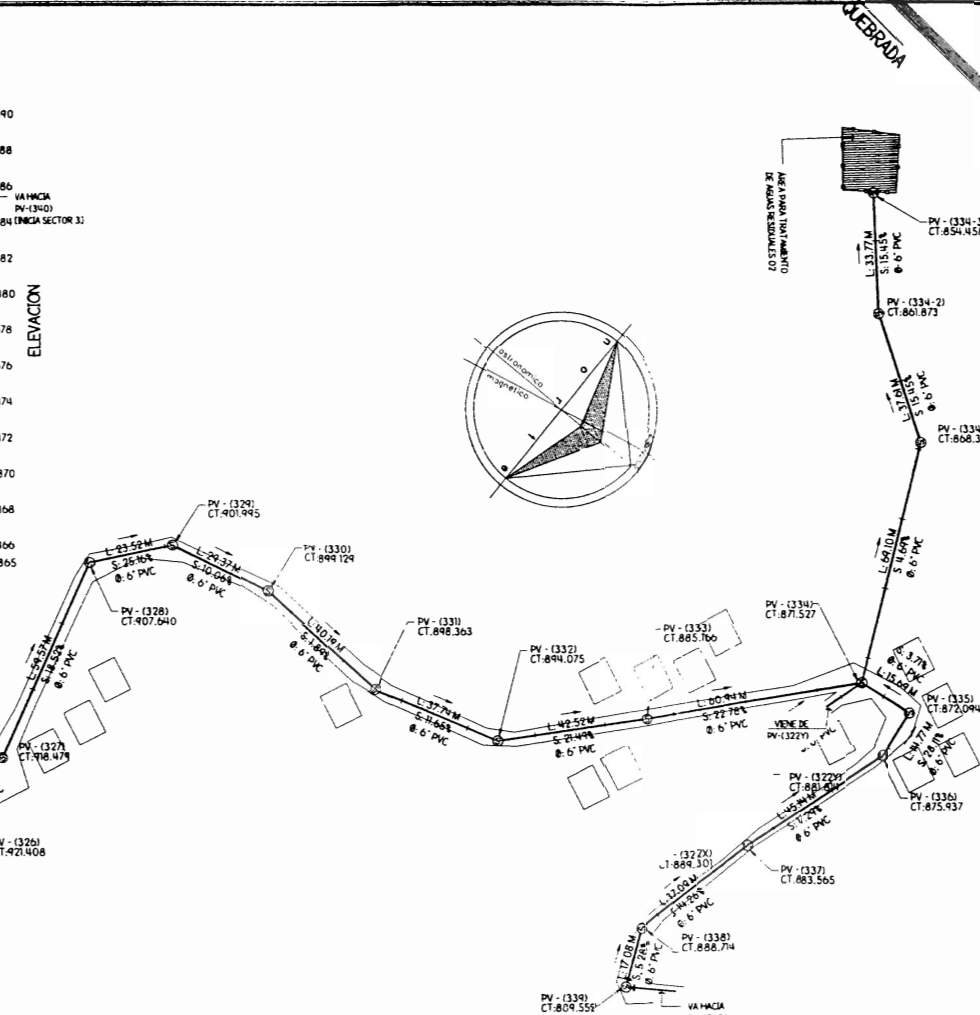
PLANTA PERFIL SECTOR LOMA 03
DE PV-322 A PV-334 (1+077.93 A 1+512.91)
DE PV-339 A PV-334 (1+512.91 A 1+442.48)
DE PV-334 A PV-334-3 (1+442.48 A 1+443.36)

CONTENIDO: PLANTA PERFIL SECTOR LOMA 03
Escala: 1/1000 - V-1/200

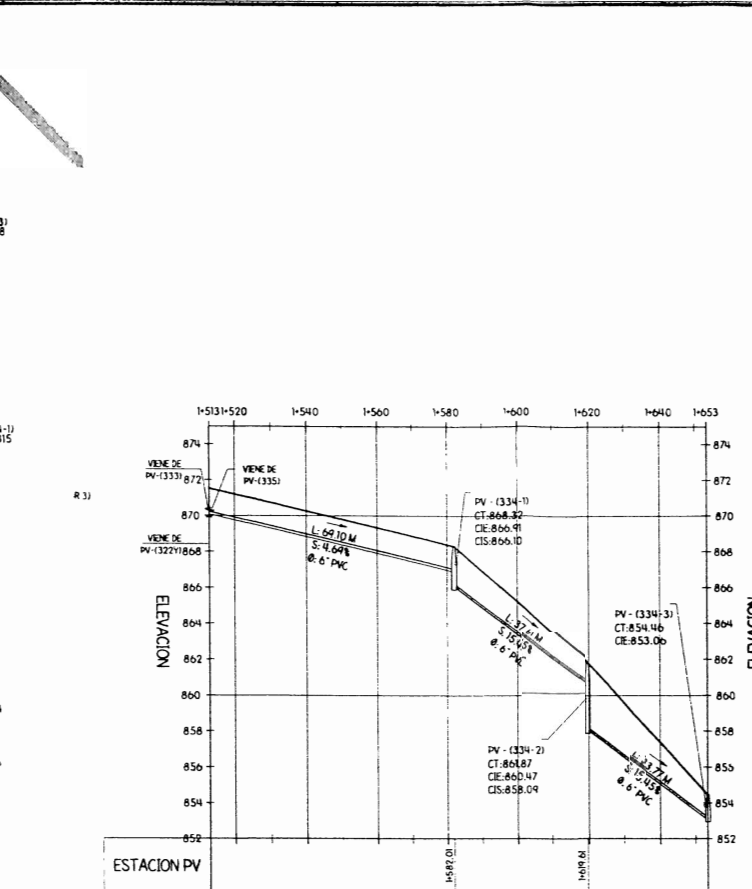
UNIDAD: METROS
CALCULO: HECTOR A. MONTEÓN DUARTE
Escala: 1/1000 - V-1/200



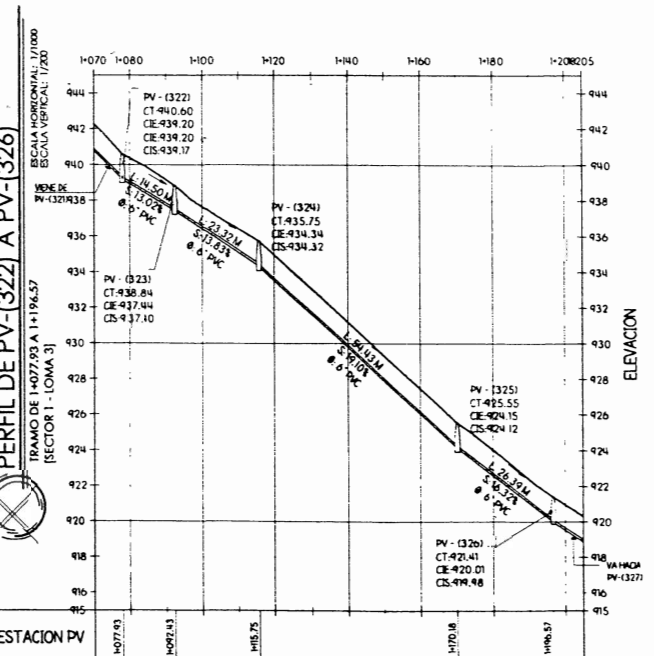
PERFIL DE PV-(339) A PV-(334)
TRAMO DE 1+642.68 A 1+512.91 [SECTOR 1 - LOMA 3]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



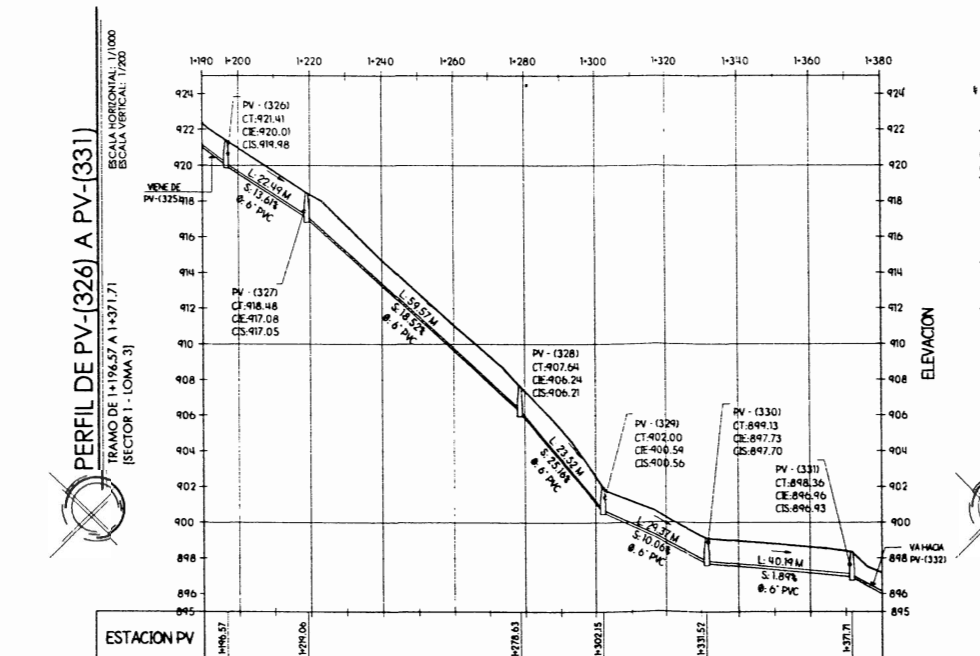
PLANTA DE 1+077.93 A 1+642.68 [SECTOR 1 - LOMA 3]
TRAMO DE PV-(322) A PV-(334)
TRAMO DE PV-(339) A PV-(334)
TRAMO DE PV-(334) A PV-(334-3) - FOSA SÉPTICA 02
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



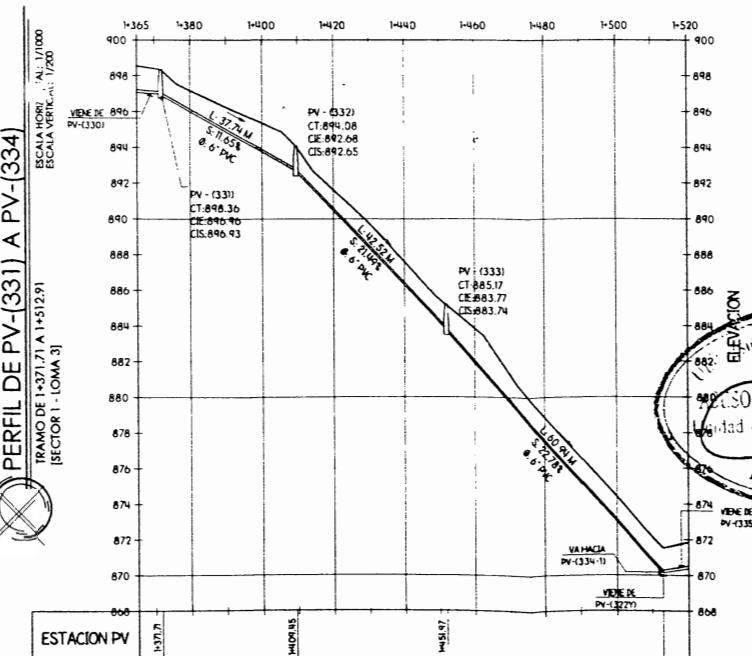
PERFIL DE PV-(334) A PV-(334-3)
TRAMO DE 1+512.91 A 1+653.38 [SECTOR 1 - LOMA 3] - FOSA SÉPTICA 02
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



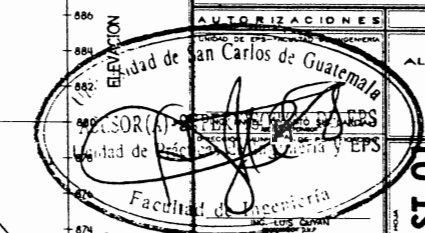
PERFIL DE PV-(322) A PV-(326)
TRAMO DE 1+077.93 A 1+196.57 [SECTOR 1 - LOMA 3]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(326) A PV-(331)
TRAMO DE 1+196.57 A 1+371.71 [SECTOR 1 - LOMA 3]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(331) A PV-(334)
TRAMO DE 1+371.71 A 1+512.91 [SECTOR 1 - LOMA 3]
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



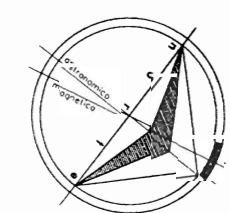
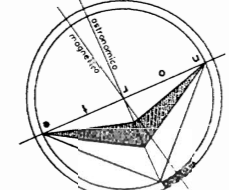
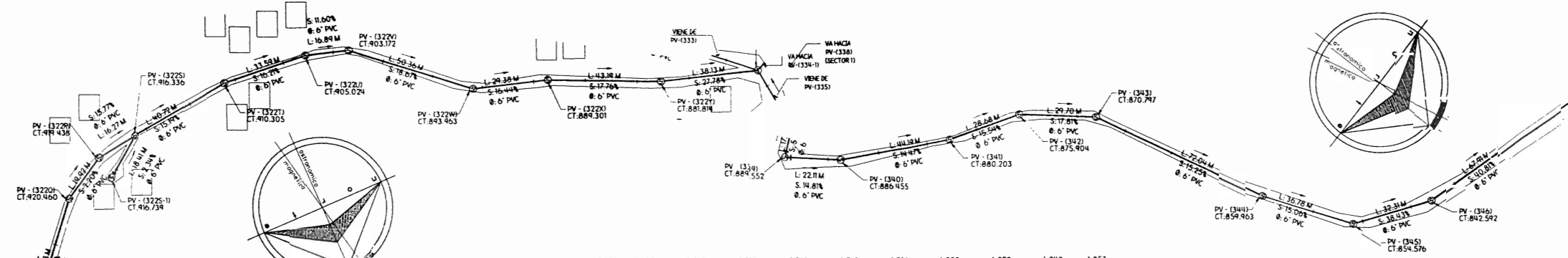
ST-01
SANIAMIENTO
32
35
AÑO: 2012



PLANTA DE 1+512.91 A 1+856.84 [SECTOR 1 - LOMA 3]

TRAMO DE PV-(322P) A PV-(334) - [SECTOR 1]
TRAMO DE PV-(322S-1) A PV-(322S) - [SECTOR 1]

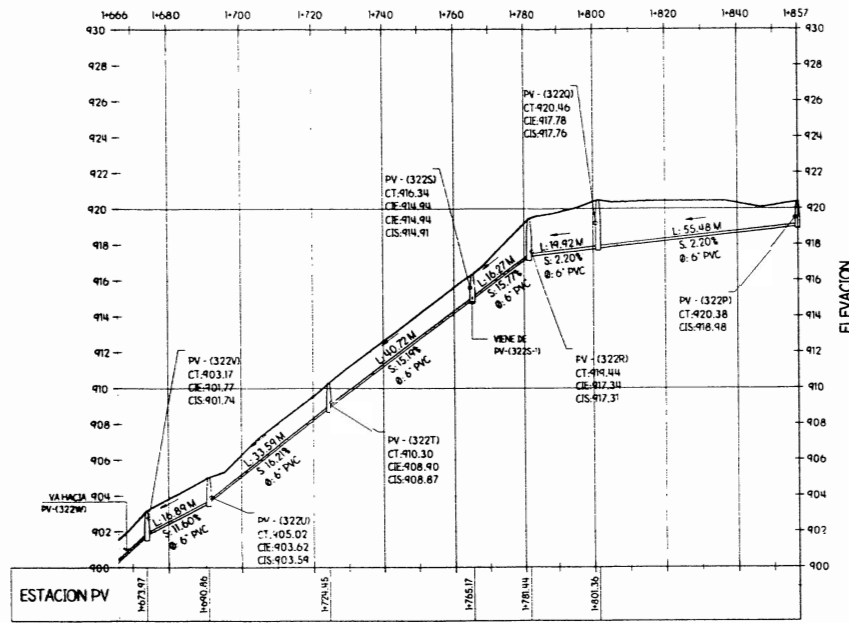
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA DE 1+642.68 A 1+839.40 [SECTOR 3 - LOMA 3]

TRAMO DE PV-(339) A PV-(344) - [SECTOR 3]

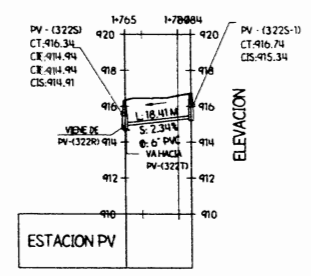
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-(322A) A PV-(322E)

TRAMO DE 1+118.97 A 1+300.66

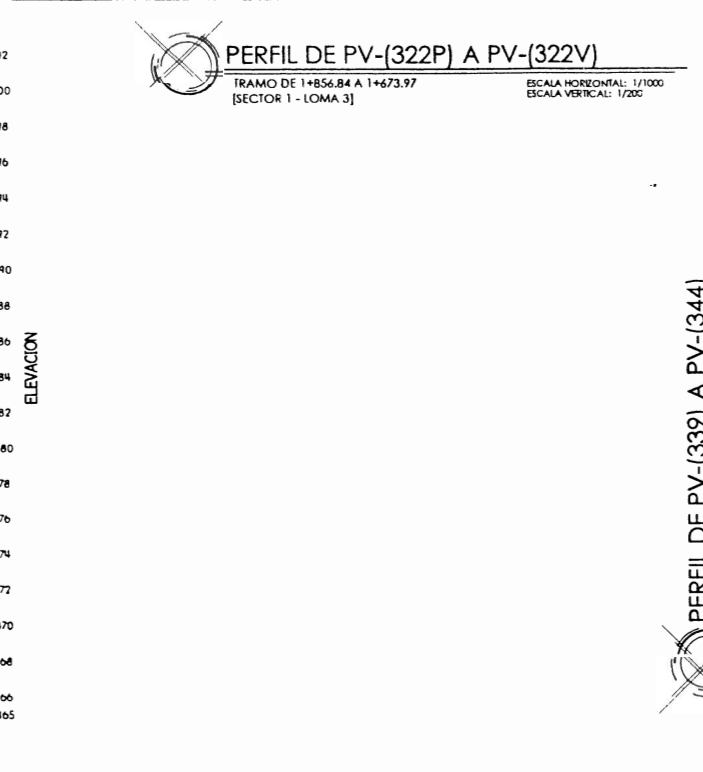
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(322P) A PV-(322V)

TRAMO DE 1+856.84 A 1+673.97

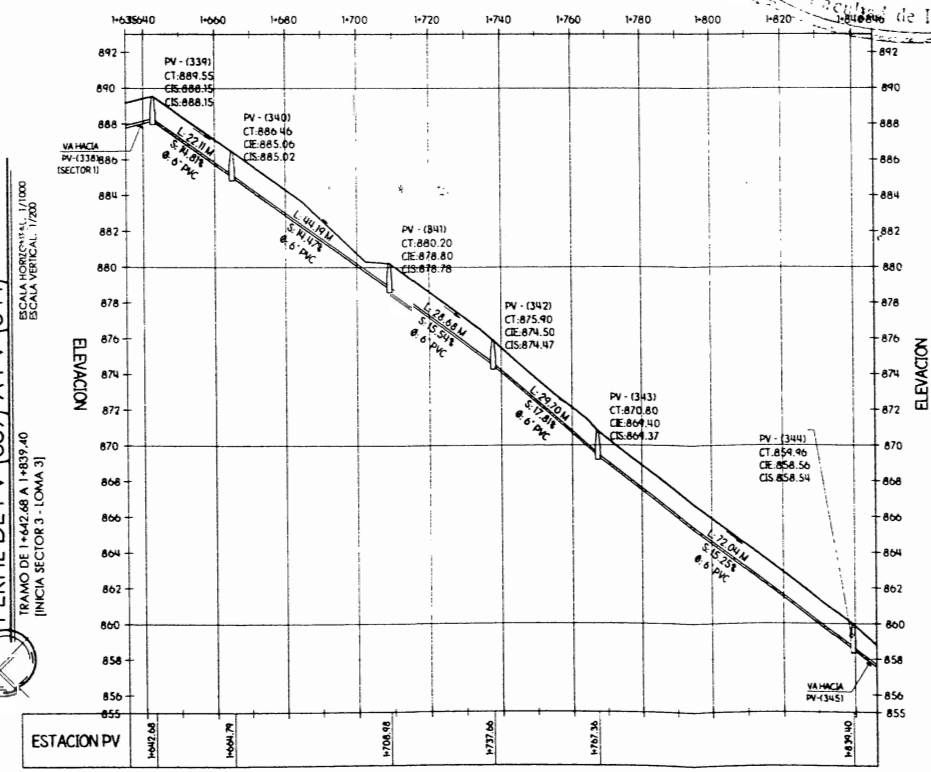
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL DE PV-(339) A PV-(344)

TRAMO DE 1+642.68 A 1+839.40

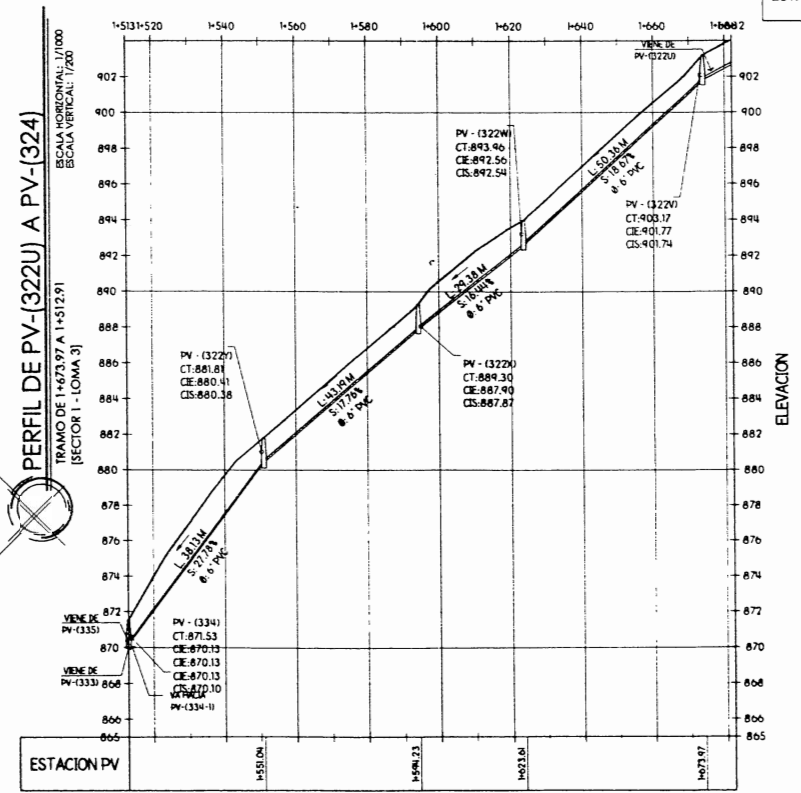
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



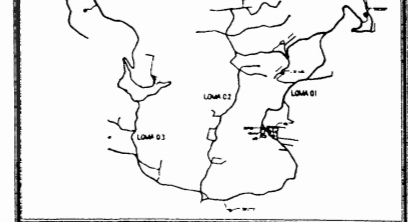
PERFIL DE PV-(322U) A PV-(324)

TRAMO DE 1+073.97 A 1+512.91

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200



UBICACION:
CASERIO ASUNCION CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUL,
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA



SIMBOLOGIA

	RÍO O QUEBRADA
	ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	AREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
	POZO DE VISITA PROYECTADO
	TUBERIA PROYECTADA SEGUN ESPECIFICACIONES. (LA FLECHA INDICA DIRECCION DE FLUJO)
	INDICA EL INICIO DE BOMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE 51 A E-322A (1+118.97) DE E-322 (1+073.97) A E-334 (1+512.91) DE E-339 (1+642.68) A E-334 Y DE E-334 A E-334 (1+653.38) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+186.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-322S-3 (1+407.78) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+288.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+642.68) A E-349 (1+073.97) DE E-339 (1+642.68) A E-349 (1+073.97) DE E-349 A E-344 (1+184.40) TENIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+770.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESION EN EL DISEÑO HERRAUCADO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACION ACTUAL HERRAUCADA: 372 HABITANTES
- POBLACION AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.42%
- DIAMETRO DE TUBERIA MINIMO: 4" PVC
- CAUDAL DE DISEÑO MINIMO: 0.40 L/S
- RELACION DE BRANDEO: 10 S. 1/10 S. 0.74
- VELOCIDAD DE DISEÑO MINIMA: 0.60 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MAXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERIA MINIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MINIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MAXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION (D.M.P.)

AUTORIZACIONES	PROYECTO
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERIA	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCION CHIVOC
ING. ANGEL ROBERTO SAC CARCA	
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
ING. LUIS CORTAZ	

CONTENIDO

PLANTA - PERFIL SECTOR 1 Y 3 LOMA 03 DE PV-(322P) A PV-(333) DE PV-(339) A PV-(344) (1+642.68 A 1+839.40)

UNIDAD METROS: HECTOR A. MONEJUN QUARTE 2006-11-43

ESCALA NUMERICA: H 1/1000 - V 1/200

ESCALA GRAFICA

ST-01

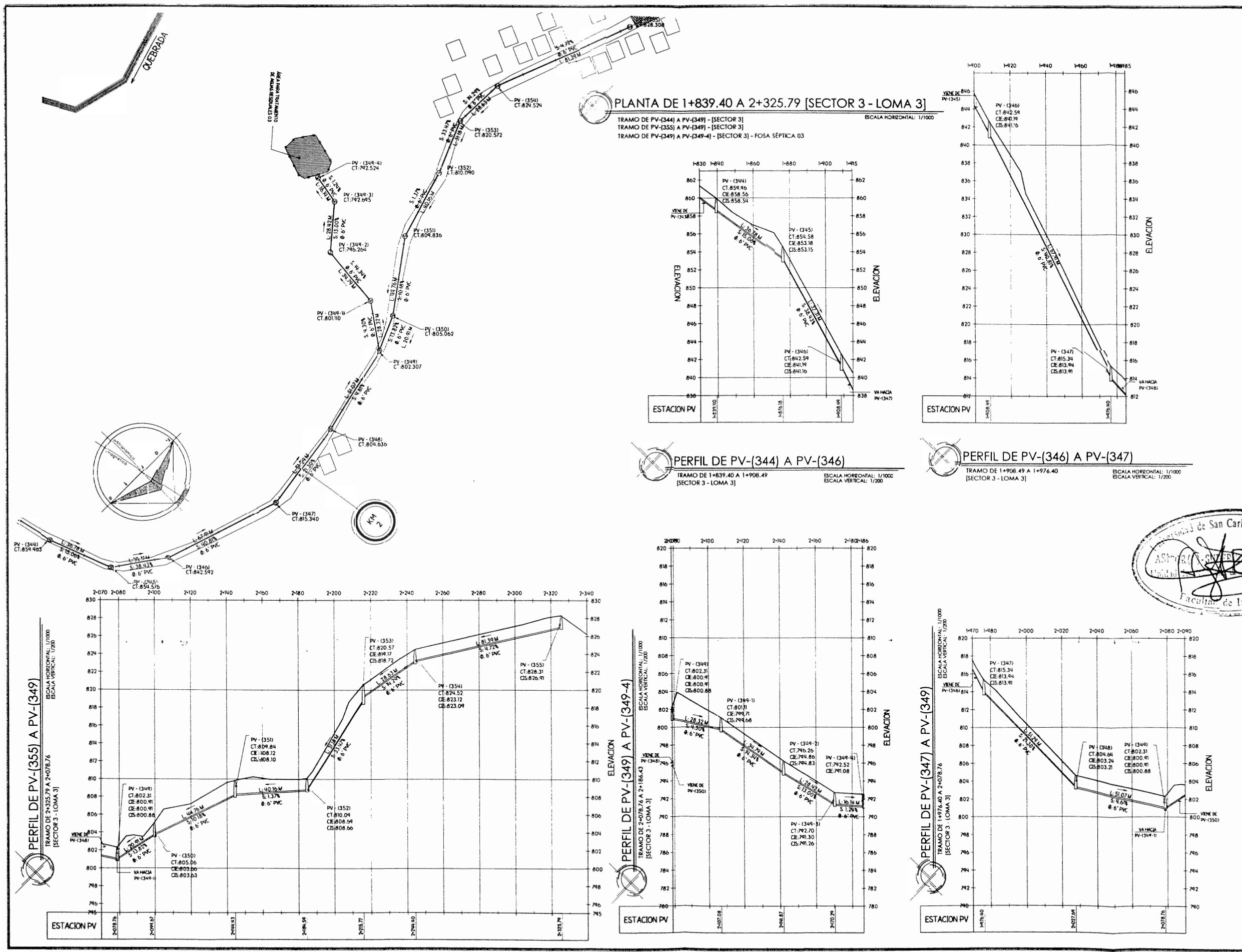
33

35

RECIBIDO: 03

PROYECTO: 03

FECHA: 03/07/17



UBICACIÓN:
CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC, ALDEA COMUNIDAD DE RUZ,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

SIMBOLOGÍA

- RÍO O QUEBRADA
- ▨ ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
- ▨ ÁREAS QUE NO APORTAN A LA RED GENERAL
- POZO DE VISITA PROYECTADO
- TUBERÍA PROYECTADA SEGÚN ESPECIFICACIONES, LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO
- INDICA EL INICIO DE RAMAL

NOTAS GENERALES

- EL SECTOR 1 COMPRENDE DE E-1 A E-322A (1+118.97), DE E-322 (1+077.98) A E-334 (1+512.91), DE E-339 (1+442.68) A E-341 Y DE E-334 A E-343 (1+653.88) TENDIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 2+184.54
- EL SECTOR 2 COMPRENDE DE E-322A (1+118.97) A E-3220-3 (1+470.78) TENDIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+51.81
- EL SECTOR 3 COMPRENDE DE E-339 (1+442.68) A E-341 (1+078.78), DE E-335 (1+325.79) A E-341 Y DE E-341 A E-344 (1+184.48) TENDIENDO UNA LONGITUD DE DISEÑO TOTAL DE 3+792.78
- CADA SECTOR TIENE UN ÁREA DESTINADA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
- PARA MAYOR COMPRESIÓN EN EL DISEÑO HIDRÁULICO, VER HOJAS DE PLANTA GENERAL DE ALCAANTARILLADO

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOMA 03

- POBLACIÓN ACTUAL BENEFICIADA: 372 HABITANTES
- POBLACIÓN AL FINAL DEL PERIODO DE DISEÑO: 1100 HABITANTES
- PERIODO DE DISEÑO: 32 AÑOS
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 3.0%
- DIÁMETRO DE TUBERÍA MÍNIMO: 6" (PVC)
- CAUDAL DE DISEÑO MÍNIMO: 0.40 l/s
- VELOCIDAD DE TRÁNSITO: 0.10 S/D (0.5 0.74)
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÍNIMA: 0.80 m/s
- VELOCIDAD DE DISEÑO MÁXIMA: 2.50 m/s
- PROFUNDIDAD DE TUBERÍA MÍNIMA: 1.00 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÍNIMA: 1.40 m
- PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA MÁXIMA: 6.00 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN (D.M.P.)

AUTORIZACIONES
UNIDAD DE EPS-FACULTAD DE INGENIERÍA
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

PROYECTO
RED DE ALCAANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO ASUNCIÓN CHIVOC

ST-01
DISEÑO: 34
REVISIÓN: 35
FECHA: 2026-11-03

PLANTA - PERFIL SECTOR 3 LOMA 03
DE PV-344 A PV-349 (1+839.40 A 2+325.79)
DE PV-355 A PV-349 (2+325.79 A 2+078.76)
DE PV-349 A PV-349-4 (2+078.76 A 2+184.43)

UNIDAD: CALZADA
HECTOR A. MONTEÓN DUARTE
METROS: 2026-11-03
ESCALA GRÁFICA: 2006-11-03
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/200

