



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y  
DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO  
MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

**Douglas Isaí Estrada Cifuentes**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, enero de 2012





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y  
DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO  
MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DOUGLAS ISAI ESTRADA CIFUENTES**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto 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 Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez




## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS  
DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO  
MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE  
CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 19 de julio de 2010.



Douglas Isai Estrada Cifuentes



Guatemala 09 de febrero de 2011.  
Ref.EPS.DOC.203.02.11.

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 **Douglas Isai Estrada Cifuentes** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200430533**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

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



c.c. Archivo  
MAAO/ra



Guatemala, 09 de febrero de 2011.  
Ref.EPS.D.94.02.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Douglas Isaí Estrada Cifuentes**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación 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 Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra







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



Guatemala,  
20 de julio de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Isai Estrada Cifuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.





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



Guatemala,  
25 de febrero de 2011

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Isai Estrada Cifuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Douglas Isaí Estrada Cifuentes, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL BARRIO LOMAS DEL NORTE Y DISEÑO DE INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL DE LA ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Douglas Isaí Estrada Cifuentes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 18 de enero de 2012

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Al Creador del universo, fuente de mi inspiración, por todas las bendiciones derramadas sobre mí.
<b>Mis padres</b>	Carlos Estrada e Irma Cifuentes por darme su apoyo incondicional económico, moral y espiritual durante toda mi vida, este logro es de ustedes.
<b>Mi abuela</b>	Armencia Toledo, por darme su cariño, e incluirme siempre en sus oraciones.
<b>Mis hermanos</b>	Evelin, Ader, Sherly y Donal, por su apoyo en todo este largo recorrido y darme ánimos para culminar esta carrera.
<b>Mis sobrinos</b>	Randi, Beberly, Yareli y Daniel Alejandro, por alegrarme la vida, hacerme sonreír y mostrarme lo sencilla que es siempre.
<b>Mis primos</b>	Josué y Carol, por brindarme su cariño y apoyo en mi vida y mi carrera profesional.
<b>Mi familia</b>	Por brindarme su apoyo incondicional siempre.
<b>Mis amigos</b>	Y a todos aquellos que de una u otra manera apoyaron para la realización de este trabajo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por iluminarme siempre y estar a mi lado mostrándome el camino.
<b>Mis padres</b>	Por su incondicional apoyo, amor, comprensión, ánimo y consejo durante toda mi vida.
<b>Ing. Alfredo Arrivillaga</b>	Por su tiempo y amistad, y por compartir sus conocimientos y asesoría, en el presente trabajo de graduación.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa superior de estudios en Guatemala, con orgullo y respeto.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme la oportunidad de formarme como un profesional y poder servir a mi país.
<b>Mis amigos y compañeros de estudio</b>	Porque los desvelos y problemas no fueron obstáculo para poder llegar a donde estamos el día de hoy.







1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Chicamán.....	8
1.2.1.	Descripción de las necesidades.....	8
1.2.2.	Priorización de las necesidades.....	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	11
2.1.	Diseño del sistema de drenaje sanitario para el barrio Lomas del Norte, de Chicamán, Quiché .....	11
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico.....	11
2.1.2.1.	Planimetría .....	12
2.1.2.2.	Altimetría .....	12
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar.....	13
2.1.4.	Partes de un alcantarillado .....	13
2.1.4.1.	Colector .....	13
2.1.4.2.	Pozos de visita.....	13
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias .....	15
2.1.4.3.1.	Caja o candela .....	16
2.1.4.3.2.	Tubería secundaria .....	16
2.1.5.	Período de diseño.....	17
2.1.6.	Población futura.....	18
2.1.7.	Determinación de caudales .....	19
2.1.7.1.	Población tributaria .....	19
2.1.7.2.	Dotación.....	19
2.1.7.3.	Factor de retorno .....	20
2.1.7.4.	Caudal sanitario.....	21
2.1.7.4.1.	Caudal domiciliar .....	21
2.1.7.4.2.	Caudal comercial .....	21
2.1.7.4.3.	Caudal industrial .....	22

	2.1.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas....	22
	2.1.7.4.5.	Caudal de infiltración .....	23
	2.1.7.5.	Caudal medio .....	24
	2.1.7.6.	Factor de caudal medio.....	24
	2.1.7.7.	Factor de Harmond .....	25
	2.1.7.8.	Caudal de diseño .....	26
2.1.8.		Fundamentos hidráulicos .....	26
	2.1.8.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales....	27
	2.1.8.2.	Relaciones de diámetro y caudales .....	28
	2.1.8.3.	Relaciones hidráulicas .....	28
2.1.9.		Parámetros de diseño hidráulico.....	29
	2.1.9.1.	Coefficiente de rugosidad .....	29
	2.1.9.2.	Sección llena y parcialmente llena .....	30
	2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas .....	31
	2.1.9.4.	Diámetro del colector .....	31
	2.1.9.5.	Profundidad del colector .....	32
	2.1.9.5.1.	Profundidad mínima del colector ..	32
	2.1.9.5.2.	Ancho de la zanja.....	33
	2.1.9.5.3.	Volumen de excavación .....	33
	2.1.9.5.4.	Cotas invert .....	34
2.1.10.		Ubicación de los pozos de visita .....	35
2.1.11.		Profundidad de los pozos de visita .....	35
2.1.12.		Características de las conexiones domiciliarias.....	38
2.1.13.		Diseño hidráulico .....	38
2.1.14.		Ejemplo de diseño de un tramo .....	40
2.1.15.		Desfogue.....	44
2.1.16.		Elaboración de planos.....	45
2.1.17.		Elaboración de presupuesto .....	45
2.1.18.		Evaluación socioeconómica.....	46

2.1.18.1.	Valor presente neto .....	46
2.1.18.2.	Tasa interna de retorno.....	49
2.1.19.	Evaluación de impacto ambiental .....	49
2.1.19.1.	Definición de Impacto Ambiental y de Evaluación de Impacto Ambiental, EIA.....	50
2.1.19.2.	EIA del proyecto de drenaje sanitario .....	53
2.1.19.3.	Medidas de mitigación .....	54
2.2.	Diseño del Instituto de Educación Básica Municipal para la aldea Rosario Monte María de Chicamán, Quiché.....	57
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	57
2.2.2.	Población a servir.....	57
2.2.3.	Descripción del espacio disponible .....	57
2.2.3.1.	Localización del terreno .....	57
2.2.3.2.	Topografía del terreno .....	58
2.2.3.3.	Características del suelo.....	58
2.2.4.	Mampostería .....	58
2.2.5.	Elementos de un sistema de mampostería reforzada ....	59
2.2.6.	Unidades de mampostería .....	59
2.2.6.1.	Ladrillos de barro cocido .....	59
2.2.6.2.	Bloques de concreto .....	60
2.2.7.	Mortero.....	60
2.2.8.	Concreto y graut.....	61
2.2.8.1.	Concreto .....	61
2.2.8.2.	Graut.....	61
2.2.9.	Acero de refuerzo.....	62
2.2.10.	Esfuerzo básico de ruptura ( $f'm$ ) .....	62
2.2.10.1.	Procedimiento para determinar el $f'm$ .....	63
2.2.11.	Cargas que afectan a una estructura de mampostería reforzada.....	64

2.2.11.1.	Cargas gravitacionales .....	65
2.2.11.1.1.	Carga viva .....	65
2.2.11.1.2.	Carga muerta .....	68
2.2.11.2.	Cargas laterales .....	70
2.2.11.2.1.	Cargas de viento .....	70
2.2.11.2.2.	Cargas de sismo.....	70
2.2.12.	Efectos torsionales .....	71
2.2.12.1.	Limitación de los efectos torsionales .....	72
2.2.13.	Estructuración sismorresistente .....	72
2.2.13.1.	Clasificación de las obras .....	72
2.2.14.	Índice de sismicidad del sitio (Io) .....	74
2.2.15.	Nivel de protección requerido.....	74
2.2.16.	Perfil del suelo.....	76
2.2.17.	Aceleración máxima efectiva del terreno (Ao) .....	78
2.2.18.	Tipo de estructura .....	78
2.2.18.1.	Descripción de la estructura .....	80
2.2.18.2.	Configuración de la edificación .....	80
2.2.18.3.	Redundancia estructural .....	80
2.2.18.4.	Configuración en planta .....	82
2.2.18.5.	Configuración vertical .....	83
2.2.19.	Corte basal.....	86
2.2.20.	Diseño del instituto .....	91
2.2.20.1.	Diseño de la losa del primer nivel en ambos sentidos.....	91
2.2.20.2.	Diseño de la losa del segundo nivel .....	96
2.2.20.3.	Análisis de una estructura de mampostería..	97
2.2.20.3.1.	Análisis simplista.....	97
2.2.20.3.2.	Limitaciones del método Simple .....	98

2.2.20.4.	Cálculo del centro de masa, centro de Rigidez y cálculo del corte basal .....	98
2.2.20.5.	Diseño de soleras.....	120
2.2.20.6.	Diseño de la cimentación.....	125
2.2.20.6.1.	Diseño del cimiento corrido...	125
2.2.21.	Elaboración de planos .....	128
2.2.22.	Elaboración de presupuesto .....	128
CONCLUSIONES.....		131
RECOMENDACIONES .....		133
BIBLIOGRAFÍA.....		135
APÉNDICES.....		137

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del municipio de Chicamán, Quiché .....	4
2.	Pozo de visita .....	15
3.	Conexión domiciliar .....	17
4.	Relación de diámetros.....	30
5.	Mapa de macrozonas sísmicas .....	75
6.	Función de ampliación dinámica .....	88
7.	Distribución del corte basal en fuerzas por piso .....	91
8.	Distribución de áreas de losas para soleras.....	120
9.	Valores de los momentos en la estructura .....	122
10.	Diagrama de corte en solera .....	124
11.	Capacidad de momento de secciones rectangulares.....	127
12.	Resultados de ensayo de compresión triaxial .....	138

### TABLAS

I.	Factores de rugosidad ..	29
II.	Ancho de zanja según profundidad del colector .....	33
III.	Datos de diseño .....	39
IV.	Presupuesto drenaje sanitario .....	46
V.	Matriz modificada de Leopold, para el sistema de drenaje sanitario del barrio Lomas del norte .....	53
VI.	Cargas vivas mínimas para una estructura de mampostería.....	65
VII.	Cargas muertas mínimas.....	69

VIII.	Índice de sismicidad .....	74
IX.	Nivel de protección requerido .....	75
X.	Derivas laterales máximas, según el nivel de protección requerido .....	76
XI.	Clasificación por tipo de estructura.....	79
XII.	Redundancia estructural (q1) para número de tramos .....	81
XIII.	Número de ejes estructurales (q2) .....	81
XIV.	Configuración en planta.....	83
XV.	Configuración vertical .....	84
XVI.	Guía para establecer la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q .....	85
XVII.	Período de vibración.....	87
XVIII.	Función de ampliación dinámica .....	88
XIX.	Factor de reducción de respuesta sísmica .....	89
XX.	Coordenadas de muros .....	100
XXI.	Peso del muro por su coordenada.....	102
XXII.	Centroide del muro por su rigidez.....	104
XXIII.	Configuración del edificio.....	107
XXVI.	Momento polar de inercia .....	110
XXV.	Carga lateral, torsión y carga total.....	112
XXVI.	Momento y deriva de muros .....	114
XXVII.	Cuantía de acero vertical y horizontal.....	114
XXVIII.	Distribución de área de acero del primer nivel, horizontal y vertical .....	118
XXIX.	Distribución de área de acero del segundo nivel, horizontal y vertical.....	119
XXX.	Presupuesto instituto de educación básica.....	129



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
@	A razón (espaciamiento)
<b>As</b>	Área de acero
<b>As<sub>máx</sub></b>	Área de acero máxima
<b>As<sub>mín</sub></b>	Área de acero mínima
<b>b</b>	Base
<b>q</b>	Capacidad soporte
<b>Q</b>	Caudal
<b>cm</b>	Centímetro
<b>L</b>	Distancia libre entre apoyos
<b>S</b>	Espaciamiento
<b>S<sub>máx</sub></b>	Espaciamiento máximo
<b>V<sub>a</sub></b>	Esfuerzo de corte actuante
<b>t</b>	Espesor de la losa
<b>e</b>	Excentricidad
<b>gr</b>	Gramos
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>kg/m</b>	Kilogramo por metro
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>lb</b>	Libra
<b>l/hab/día</b>	Litros habitante por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo (caudal)

<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>R</sub></b>	Momento resultante
<b>M<sub>u</sub></b>	Momento último
<b>d</b>	Peralte
<b>F'<sub>m</sub></b>	Resistencia de la mampostería
<b>F'<sub>y</sub></b>	Resistencia del acero
<b>F'<sub>c</sub></b>	Resistencia del concreto
<b>W</b>	Peso

## GLOSARIO

<b>Bases de diseño</b>	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo en determinado punto de observación, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, metros cúbicos por minuto, galones por minuto.
<b>Consumo</b>	Es el caudal de agua utilizado por una población.
<b>Deflexiones</b>	Cambio leve de la posición de un objeto o cuerpo, sin que necesariamente cambie su forma permanente.
<b>Deformación</b>	Cambio que se da en un cuerpo, tras la aplicación de al menos una fuerza externa y que produce un cambio permanente en la forma de dicho cuerpo.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística

**O.M.P.**

Oficina Municipal de Planificación

**Mampostería**

Es una conformación de muros construidos con piezas prismáticas macizas unidas con un mortero aglutinante.

## **RESUMEN**

El barrio Lomas del Norte, se encuentra cercano a la cabecera municipal de Chicamán, pese a ello no cuenta con una correcta disposición de las aguas residuales, lo cual ocasiona problemas de salubridad a los habitantes del barrio, así también a los de la cabecera municipal.

La aldea Rosario Monte María, se encuentra ubicada al norte del municipio de Chicamán; el principal problema con que cuenta es la falta de infraestructura del instituto de educación básica municipal; esto ocasiona que muchos jóvenes no continúen en la preparación de su nivel académico; con esto se impide el crecimiento profesional de todos los habitantes del lugar y la región.

Por lo tanto, la actividad principal del presente trabajo de graduación, se centra en plantear la solución a los problemas mencionados, proponiendo los diseños siguientes: del sistema de drenaje sanitario para el barrio Lomas del Norte y del instituto de educación básica municipal para la aldea Rosario Monte María, ambos del municipio de Chicamán, departamento de Quiché.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de drenaje sanitario del barrio Lomas del Norte e instituto de educación básica municipal de la aldea Rosario Monte María en el municipio de Chicamán, Quiché.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica, indicando todas las características del municipio de Chicamán.
2. Establecer diseños adecuados con base en la topografía, clima, ubicación, población y necesidad de los usuarios.
3. Utilizar de manera directa, los códigos y normas, para el diseño y ejecución correcta en ambos proyectos.





## **INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño del sistema de drenaje sanitario del barrio Lomas del Norte e instituto de educación básica municipal de la aldea Rosario Monte María.

La parte inicial consiste en una investigación monográfica del lugar de estudio, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura.

En el capítulo 2, que consiste en la fase de Servicio Técnico Profesional, se incluye el diseño del sistema de drenaje sanitario, que, de acuerdo con el estudio topográfico realizado, se determinó su conducción y todo lo relacionado al cálculo de la línea de servicio de cada uno de sus componentes.

Para el diseño del instituto de educación básica, se tomaron en cuenta estudios topográficos, debido a lo accidentado del terreno, estudios de suelos y utilización de normas referentes a estructuras.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio de Chicamán, Quiché

### 1.1.1. Aspectos generales

El municipio de Chicamán, es uno de los veintiún municipios con que cuenta el departamento de Quiché. El proceso de independencia de Chicamán se inició en 1931 cuando el general Jorge Ubico Castañeda lo declaró monumento colonial precolombino. Pero fue hasta durante el gobierno del general Oscar Humberto Mejía Vítores, mediante acuerdo gubernativo 1-84 del 5 de enero de 1984, que fue creado municipio.

Sobre el origen del nombre del municipio de Chicamán, existen diferentes hipótesis: Chicamán se origina de *chik aman*, que en poqomam significa tierra fértil; otra hipótesis se origina de las expresiones k'iche', *chi*, lugar, y *kaman*, comunal, es decir, tierra comunal; una última hipótesis se fundamenta en el poqomchi' donde *chi* significa lugar y *kaman*, piedra grande de moler.

### 1.1.2. Localización del lugar

El municipio de Chicamán, se localiza al nor-este de la cabecera departamental y al norte de la ciudad capital de Guatemala. La distancia de la ciudad capital de Guatemala vía Santa Cruz del Quiché hacia la cabecera del municipio es de 274 km y la distancia de la ciudad capital de Guatemala vía

Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, hacia la cabecera del municipio es de 254 km.

### **1.1.3. Ubicación geográfica**

El municipio de Chicamán, está ubicado sobre la carretera de la ruta nacional 7w. Este municipio posee una extensión territorial de 513 kilómetros cuadrados, situado en la latitud norte 15°20'44" y longitud este 90°48'04", a una altura de 1 470 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.4. Aspectos topográficos**

El municipio de Chicamán se encuentra ubicado en la región de las tierras sedimentarias, incluyendo las últimas estribaciones de la Cordillera de Los Cuchumatanes y la Sierra de Chamá; está conformado por terrenos quebrados, con pendientes que oscilan entre 12% y 35%. Solamente se indican suelos regularmente planos en pocas áreas y pendientes de 0% a 5%. Sin embargo, se encuentran otras pendientes grandes de sus terrenos que sobrepasan el 45%.

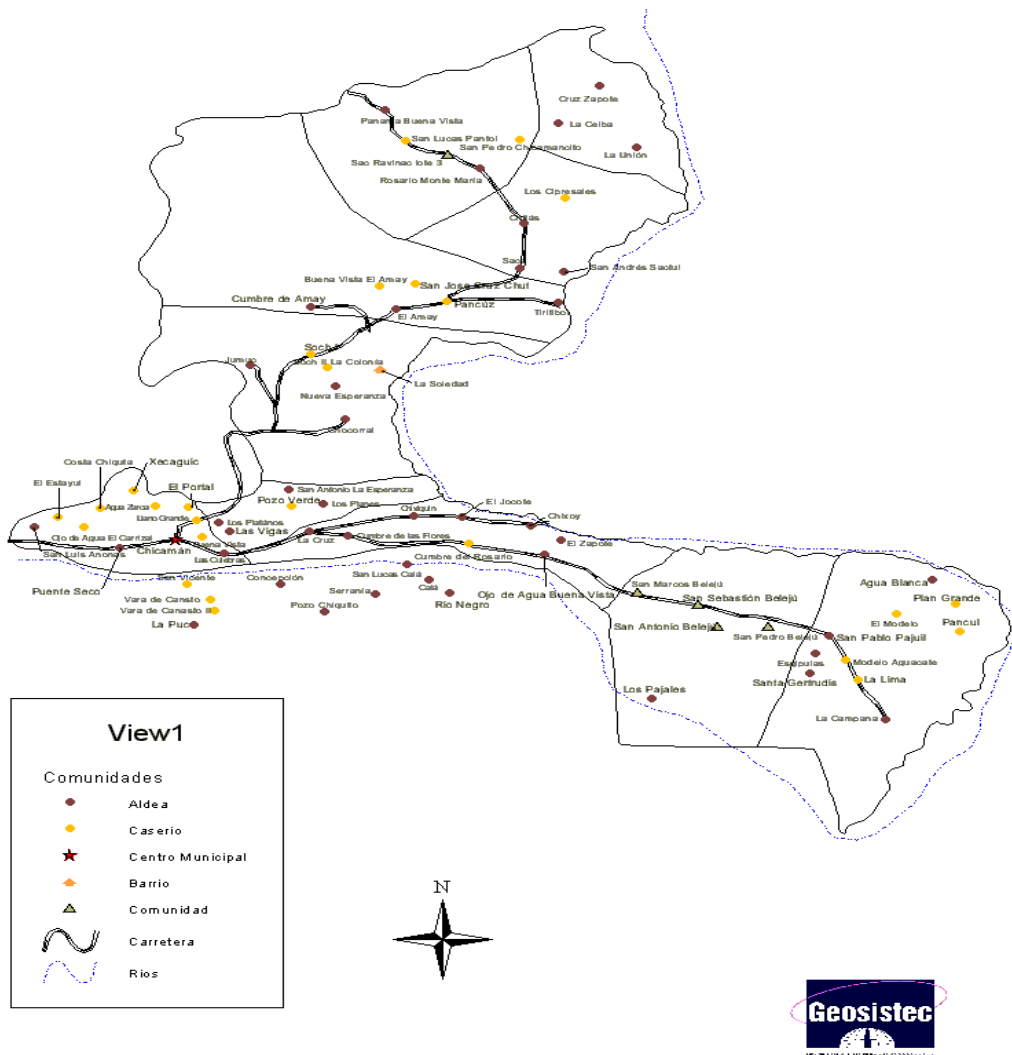
Este relieve tan variado, genera una diversidad de microclimas que favorecen el desarrollo de diversas condiciones climáticas, y que dan origen a diferentes zonas de vida. Esta diversidad, genera condiciones propicias para la presencia de ecosistemas que en términos generales, se pueden agrupar en tres; selva tropical lluviosa, selva de montaña y bosque de montaña.

### **1.1.5. Vías de acceso**

El municipio de Chicamán cuenta con varias vías de acceso: 110 km de la cabera departamental, la cual se encuentra asfaltada en su totalidad, 72 km de Cobán, Alta Verapaz, carretera de terracería y 100 km de la cabecera departamental de Huehuetenango, carretera asfaltada.

Figura 1. Mapa del municipio de Chicamán, Quiché

# Municipio de Chicamán Comunidades



Fuente: OMP. Municipalidad de Chicamán, Quiché

### **1.1.6. Clima**

Según últimos datos registrados por el instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), el municipio de Chicamán se caracteriza por poseer un clima templado en el cual la temperatura media es de 22 a 30 grados centígrados, con una precipitación promedio anual de 124,35 mm, con velocidades de viento que oscilan entre los 1,9 y 9,4 kilómetros por hora.

### **1.1.7. Colindancias**

Limita al este y al sureste con el municipio de San Cristóbal Verapaz (departamento de Alta Verapaz), al norte y oeste con el municipio de Uspantán y al sur con el municipio de Cubulco (Baja Verapaz).

### **1.1.8. Turismo**

Entre el turismo en el municipio de Chicamán, se pueden encontrar varios lugares de interés; entre los cuales sobresalen el tubing Chixoy, el cual es un recorrido sobre los rápidos del río Chixoy; además, existe el sitio arqueológico Puente Piedra Maya Soch, el cual fue descubierto recientemente, en el que se encuentran algunos vestigios mayas; también está el parque nacional El Amay, el cual cuenta con gran cantidad de flora y fauna.

### **1.1.9. Población**

La población del municipio de Chicamán es de 35 069 habitantes, de los cuales un 8% pertenece al área urbana y un 92% al área rural.

## **1.1.10. Actividades socio-económicas**

### **1.1.10.1. Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad**

En el municipio de Chicamán, entre las actividades que comprenden la economía están: la agricultura y pecuaria a pequeña escala.

Algunos de los productos obtenidos a través de la agricultura son: maíz, frijol, café, cardamomo, caña de azúcar, banano y hortalizas. De lo anterior, la mayoría se consume en los mercados locales, con excepción del café y cardamomo que son exportados al exterior del país.

Los productos agrícolas, que se obtienen en cantidades pequeñas, son utilizados en su mayor parte para consumo propio y el resto para uso comercial.

En el municipio de Chicamán se encuentran actividades pecuarias, crianza de aves de corral, ganadería, avicultura y crianza de peces, algunas de estas actividades a pequeña escala sólo se utilizan para consumo local.

Además, se puede mencionar que existen minas a cielo abierto en la parte sur del municipio, de las cuales se extrae yeso.

### **1.1.11. Idioma**

Chicamán se caracteriza por ser un municipio pluricultural y multilingüe, en el cual se hablan diferentes idiomas, en la parte norte del municipio se hablan los idiomas de kiche, kekchi y uspanteko, en menor cantidad, en la parte sur se hablan los idiomas poqomchí y achí, aunque el idioma predominante es el español.



### **1.1.12. Servicios existentes**

El municipio de Chicamán, cuenta con servicio de energía eléctrica, drenajes, agua potable, academias de computación y mecanografía, escuelas pre-primaria, primaria, institutos de educación básica y diversificada; además, existen en la localidad iglesias católicas y evangélicas, entre otras.

En el municipio, se cuenta con un centro de salud tipo B, clínicas privadas; todo esto en la cabecera municipal; además, se cuenta con los servicios de cable, internet y telefonía móvil en todo el municipio.

### **1.1.13. Salud**

En Chicamán, como en la mayoría de municipios de Guatemala, las enfermedades más comunes, están asociadas al manejo inadecuado de los desechos sólidos y a la calidad del aire, entre las cuales se pueden mencionar: infecciones respiratorias agudas, enfermedades gastrointestinales, malaria, desnutrición, tétanos y dengue.

#### **1.1.13.1. Condiciones sanitarias**

Dado a la inexistencia de un sistema de alcantarillado adecuado, las aguas residuales en varios caseríos y aldeas, se disponen en fosas sépticas o quebradas cercanas a las viviendas, por lo que el manejo y disposición inadecuada de residuos, las aguas estancadas y otras situaciones de índole sociocultural y climática, han provocado en varios puntos del municipio, la propagación de insectos y roedores, portadores de enfermedades, las cuales afectan de manera más directa a los infantes.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Chicamán**

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

La aldea Rosario Monte María y el Barrio Lomas del Norte, padecen una serie de necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura, tales como:

- Establecimientos educativos
- Mejoramiento de caminos
- Salón para reuniones político-sociales
- Sistemas de disposición de aguas residuales
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

La razón por la cual se priorizaron dichos proyectos es:

Del instituto básico:

- El crecimiento poblacional cobra auge en cuanto a la migración estudiantil, con lo cual se pretende mitigar esa medida.
- Elevar el nivel académico de la población, así como también reducir la tasa de deserción de escolaridad.
- Permitir a la comunidad crecer en infraestructura, ya que actualmente no cuenta con un centro educativo de esta magnitud.

Del sistema de alcantarillado sanitario:

- No cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario completo.
- Las aguas servidas fluyen a flor de tierra por las calles o son desechadas en fosas sépticas.
- Existe un alto índice de enfermedades provenientes de la contaminación producida por las aguas residuales, especialmente en los niños, que constituyen el sector más vulnerable de la población.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de drenaje sanitario, para el barrio Lomas del Norte de Chicamán, Quiché**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el barrio Lomas del Norte, es de gran importancia, ya que se dotará por primera vez a los habitantes de los servicios de drenaje y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida, ayudando a tener un medio ambiente más sano, eliminando las descargas de aguas negras no tratadas.

La tubería que se utilizará será de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6", la cual debe cumplir con las normas ASTM 3034.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico, se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

La topografía se divide en dos ramas:

#### **2.1.2.1. Planimetría**

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo, para tomar los datos geométricos necesarios, basados en un norte magnético para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

Para el levantamiento planimétrico, se utilizó el método de conservación del Azimut.

#### **2.1.2.2. Altimetría**

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal, la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción; para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente con base en un banco de marca o punto de referencia, todo este procedimiento se le llama nivelación.

En el caso del drenaje sanitario es necesario ver tanto las alturas de nivel de la línea central, como las de las casas a servir.

#### **2.1.3. Descripción del sistema a utilizar**

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado; la selección de cada uno, dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico, debido al lugar donde se quiere construir; estos sistemas son:

- Sanitario
- Separativo
- Combinado

Se utilizará sistema sanitario, ya que en poblaciones que nunca han contado con un sistema anterior al que se está diseñando, generalmente se proyecta uno de este tipo.

Este sistema consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluido los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

#### **2.1.4. Partes de un alcantarillado**

##### **2.1.4.1. Colector**

Es el conducto principal; se ubica generalmente en el centro de las calles, transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final; ya sea hacia una planta de tratamiento o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

##### **2.1.4.2. Pozos de visita**

Los pozos de visita, son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza.

Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro
- En cambio de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

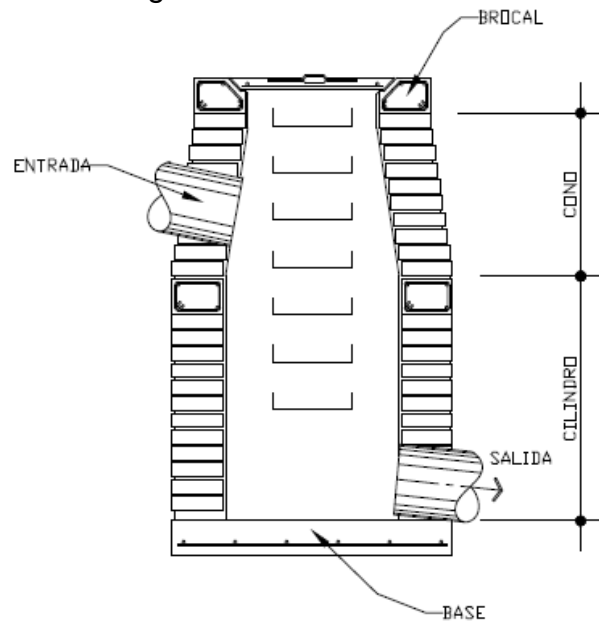
Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,50 m a 0,60 m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro, hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido cuando son pequeños, y de hormigón cuando son muy grandes.

El fondo de los pozos de visita, se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él, y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través de él y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa, tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.



Figura 2. **Pozo de visita**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.4.3. **Conexiones domiciliarias**

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las viviendas o edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T, en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse, para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Constan de las siguientes partes:

#### **2.1.4.3.1. Caja o candela**

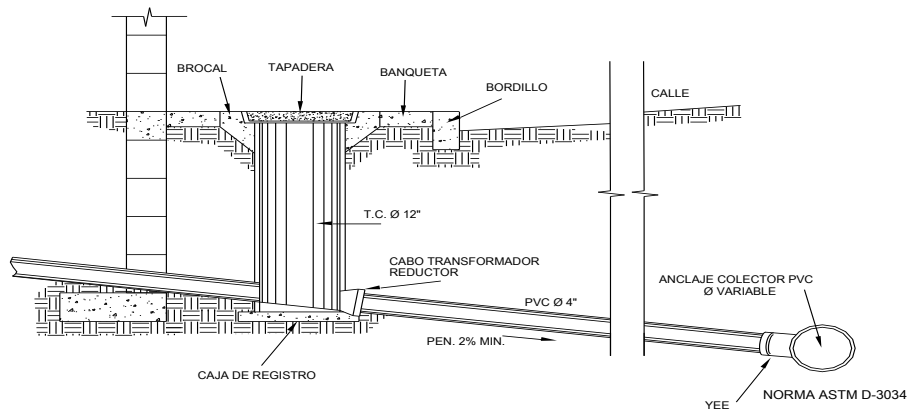
Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones, puede construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro o una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro.

Deben tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector; con altura mínima de la candela de 1 metro.

#### **2.1.4.3.2. Tubería secundaria**

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2%, considerando las profundidades de instalación.

Figura 3. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5. **Período de diseño**

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el mismo dará su servicio con una eficiencia aceptable, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM.

El sistema de drenaje, será proyectado para llenar adecuadamente su función durante el período de 30 años, a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño; según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

### 2.1.6. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período determinado, realizando una proyección de la población futura, que establece el aporte de caudales al sistema, al final de dicho período. Es por ello que se utilizará el método geométrico, para el cálculo de población futura, el cual aplica la siguiente fórmula:

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

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población del último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Diferencia en años

Para el proyecto de drenaje sanitario, se utilizaron los siguientes datos:

$P_o = 72 \text{ casas} \times 6 \text{ hab/casa} = 432 \text{ habitantes}$

$R = 3\%$  según INE

$N = 30$  años

Según los datos que se tienen y la fórmula del modelo geométrico, para cálculo de tasa de crecimiento poblacional:

Dado,

$$P_n = P_o * (1+r)^n = 432 * (1+0,03)^{30} = 1\ 049 \text{ habitantes}$$

La población final al período de diseño será de 1 049 habitantes.

## **2.1.7. Determinación de caudales**

Para determinar el caudal de aguas negras del colector principal, se realizan diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores; como la dotación, estimación de conexiones ilícitas, caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal comercial y principalmente las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

### **2.1.7.1. Población tributaria**

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura, generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por casa se calcula con base en el número de habitantes, dividido entre el número total de casas a servir actualmente.

Habitantes por vivienda = Número de habitantes / número de viviendas

Habitantes por vivienda =  $432/72 = 6$ .

### **2.1.7.2. Dotación**

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas.

Es por esta razón, que la dimensional de la dotación viene dada en litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 L/hab/día.

- Municipalidades de 3ª a 4ª categoría  
50 L/hab/día
- Municipalidades de 2ª categoría  
90 L/hab/día
- Municipalidades de 1ª categoría  
250-300 L/hab/día

Para el diseño de este proyecto, se tomará una dotación de 150 L/hab/día, ya que la población a servir, cuenta con todos los servicios básicos y se encuentra en un área cercana al centro del municipio.

### **2.1.7.3. Factor de retorno**

En las viviendas, el agua tiene diferentes usos, los mismos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en relación con factores de consumo de agua, como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa y bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 - 90 por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0,80.

#### **2.1.7.4. Caudal sanitario**

##### **2.1.7.4.1. Caudal domiciliar**

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno de 0,80 para el presente informe, como se mencionó anteriormente; quedando el caudal total integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot. * F.R. * Hab.}{86\ 400}$$

Donde:

Q<sub>dom</sub>= Caudal domiciliar

Hab. = Número de habitantes futuras del tramo

Dot. = Dotación (L/hab/día)

F. R. = Factor de retorno

86 400= Constante

##### **2.1.7.4.2. Caudal comercial**

Como su nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000 L/comercio/día, dependiendo del tipo de comercio.

$$Q_{com} = \frac{Dotación * No.comercios}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{com}$  = caudal comercial

Dotación = en L/comercio/día

No. comercios = número de comercios

Para el diseño, no es tomado en cuenta debido a que no hay edificios comerciales dentro de la comunidad.

#### 2.1.7.4.3. Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar, dependiendo del tipo de industria, entre 1 000 y 18 000 L/industria/día. Dado que la comunidad carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

#### 2.1.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial, al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{cilicitas} = \frac{CIA}{360} = Ci * \left( \frac{4\%}{360} \right)$$

Donde:

$Q_{cilicitas}$  = caudal por conexiones ilícitas ( $m^3/s$ )

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (hec.)



Claro está, que para un área con un diferente factor de esorrentía, habrá un diferente caudal; el caudal de conexiones ilícitas puede ser calculado de otras formas, tales como; estimando un porcentaje del caudal doméstico, de la precipitación, etc.

En este caso se adoptó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10% del caudal domiciliar; sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial, se podrá utilizar un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue de 10%.

#### **2.1.7.4.5. Caudal de infiltración**

Es el caudal que se infiltra en el drenaje, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

El cálculo del caudal de infiltración, se mide de la siguiente forma: litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetros de tubería instalada, incluso la longitud de las conexiones domiciliarias, tomando en cuenta lo siguiente:

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático de PVC  
 $Q_i = 0,01 \cdot \text{diámetro en pulgadas. En l/s}$
- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático de PVC  
 $Q_i = 0,02 \cdot \text{diámetro en pulgadas. En l/s}$

En este estudio, el caudal será igual a 0, ya que la tubería es PVC que se utilizará, así como las tuberías de las acometidas domiciliarias es impermeable.

#### **2.1.7.5. Caudal medio**

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene el valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{icilicitas} + Q_{inf}$$

#### **2.1.7.6. Factor de caudal medio**

Una vez que se calcula el valor de los caudales, anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0,002 y 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.habitantes}$$

Donde:

Fqm= factor de caudal medio

No. habitantes = número de habitantes

El valor de caudal medio, es aceptable en nuestro medio, obteniéndolo de las siguientes formas:

- Según Dirección General de Obras Públicas, (DGOP):

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No.hab.} ; \quad 0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

- Según Municipalidad de Guatemala:

$$fqm = 0,003$$

- Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$fqm = 0,0046$$

Para efectos de este proyecto se tomará un valor entero intermedio, al intervalo ya mencionado, o bien el valor mínimo, ya que el valor real de  $fqm$  es más pequeño que este; por lo que se usará,  $fqm = 0,003$ .

#### 2.1.7.7. Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, este factor es el que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios, que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1\,000}}{4 + \sqrt{P/1\,000}} \right]$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre el rango de valores de 1,5 a 4,5.

#### **2.1.7.8. Caudal de diseño**

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema, en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo éste el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, con la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{\text{qm}} * FH * \text{No. habitantes}$$

Donde:

$Q_{\text{DISEÑO}}$  = Caudal de diseño (l/s.)

$f_{\text{qm}}$  = Factor de caudal medio

$FH$  = Factor de Harmond

No. habitantes = Número de habitantes contribuyentes a la tubería

#### **2.1.8. Fundamentos hidráulicos**

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por la tubería como si fuese un canal abierto, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material, y por la pendiente del canal.

Particularmente, para sistemas de alcantarillados sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

#### **2.1.8.1. Ecuación de Manning para flujo de canales**

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas, según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

Por consiguiente, se han buscado diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto, donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C, que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales:

$$V = \frac{R^{2/3} * \sqrt{S}}{n} ; \text{ y para conductos circulares:}$$

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

Donde:

V = Velocidad m/s

R = Radio hidráulico

S = Pendiente del canal

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

D = Diámetro en pulgadas

### 2.1.8.2. Relaciones de diámetro y caudales

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta, en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe de ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, y el caudal de diseño, tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán sólo para sistemas de alcantarillado sanitario.

Esto es:

Relación de diámetro:  $0,1 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$

Relación de caudal:  $q_{dis} < Q_{sec\ llena}$ ;  $10\% Q_{sec\ llena} \leq q_{dis} \leq 90\% Q_{sec\ llena}$

### 2.1.8.3. Relaciones hidráulicas

En función de la necesidad de realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas, se realiza determinando primero la relación ( $q/Q$ ); dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se aproxima al valor próximo. En las tablas se ubica la relación ( $v/V$ ) y obteniendo este valor, se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así, la velocidad a sección parcial. Sucesivamente, se obtienen los demás valores por chequeo.

### 2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico

#### 2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas que actualmente determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad, para diferentes materiales y diámetros ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios, se citan algunos a continuación:

Tabla I. Factores de rugosidad

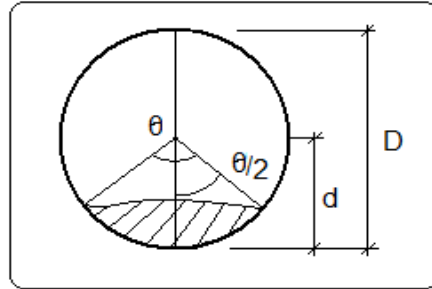
MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013-0,015

Fuente: Manual de Amanco, S.A. p. 12.

### 2.1.9.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario, como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionen como canales abiertos (sección parcial) y nunca a sección llena. En consecuencia, el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 4. Relación de diámetros



Fuente: elaboración propia.

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

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

Donde:

Q = Caudal a sección llena(l/s)

A = Área de la tubería (m<sup>2</sup>)

V = Velocidad a sección llena(m/s)

π = Constante Pi

D = Diámetro del tubo en pulgadas



### **2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad de flujo, está determinada por la pendiente del terreno o el de la tubería, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del rango que se indica, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías.

La velocidad máxima, para el presente proyecto es de 4 m/s, y la velocidad mínima será de 0,40 m/s. Aunque se pueden mantener velocidades mayores y menores según el manual de tubería de Amanco S.A.

Las velocidades mínimas fijadas, no permiten la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería; por tal razón, se recomienda utilizar las velocidades especificadas según normas del INFOM descritas anteriormente.

### **2.1.9.4. Diámetro del colector**

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño del drenaje sanitario, es de 6 pulgadas, esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza; de esta manera se evitarán obstrucciones en la tubería. Esta especificación es adoptada para tubería de PVC, ya que en tubería de cemento, el diámetro mínimo es de 8 pulgadas.

Para este diseño en particular, se seleccionó un diámetro mínimo de 6 pulgadas, ya que se utilizará tubería de PVC. En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, usando en este último caso, un reductor de 4"x3" como protección de obstrucciones a la entrada de la

conexión, en la candela de registro domiciliario, la cual será un diámetro mínimo de 12”.

### **2.1.9.5. Profundidad del colector**

La profundidad de la línea principal o colector, se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Asimismo, se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y accidentes fortuitos.

#### **2.1.9.5.1. Profundidad mínima del colector**

Como se ve anteriormente, la profundidad mínima de los colectores, depende de los aspectos ya mencionados y además se debe considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación, algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión:

- Tubo de concreto
  - Para tránsito liviano (menor a dos toneladas) = 1 m
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m
  
- Tubo de PVC
  - Para tránsito liviano (menor a dos toneladas) = 0,60 m
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

### 2.1.9.5.2. Ancho de la zanja

Para alcanzar la profundidad, donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones a cada cierta distancia (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería que se va a usar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla II. **Anchos de zanja, según profundidad del colector**

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades menos de 1,86 m	Para profundidades menos de 2,86 m	Para profundidades menos de 3,86 m
6	0,60	0,65	0,70
8	0,60	0,65	0,70
10	0,70	0,70	0,70
12	0,75	0,75	0,75
15	0,90	0,90	0,90
18	1,10	1,10	1,10
21	1,10	1,10	1,10
24	1,35	1,35	1,35

Fuente: Manual de Amanco, S.A. p. 21

### 2.1.9.5.3. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales  $m^3$ .

$$V = \left( \frac{H1 + H2}{2} \cdot d \cdot Z \right)$$

Donde:

- V = Volumen de excavación (m<sup>3</sup>)
- H1 = Profundidad del primer pozo (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo (m)
- d = Distancia entre pozos (m)
- Z = Ancho de la zanja (m)

#### 2.1.9.5.4. Cotas invert

Es la cota de nivel, que determina la colocación de la parte interior inferior, de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{terreno}\%)$$

$$S_{terreno}\% = \frac{CT_i - CT_f}{D.H} * 100$$

$$CII = CT_i - (H_{trafic} + E_{tubo} + \phi)$$

$$CIF = CII - 0,05cm$$

$$CIF = CII - D.H * S_{tubo}\%$$

$$H_{pozo} = CT_i - CII + 0,15$$

$$H_{pozo} = CT_f - CIF + 0,15$$

Donde:

- CTf= Cota del terreno final
- CTi= Cota de terreno inicial
- D.H = Distancia horizontal

S% = Pendiente

CII = Cota Invert de inicio

CIF = Cota Invert de final

Htrafic= Profundidad mínima, de acuerdo con el tráfico del sector

Etubo = Espesor de la tubería

$\Phi$  = Diámetro interior de la tubería

Hpozo= Altura del pozo

#### **2.1.10. Ubicación de los pozos de visita**

Ya que se tiene delimitado y determinado dónde se ubicará el alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancias no mayores de 100 m
- En curvas no más de 30 m

#### **2.1.11. Profundidad de los pozos de visita**

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo, está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$HP.V = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Al realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes, se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm por debajo de la cota invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\phi_B > \phi_A) * 0,0254)$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota invert de salida estará 5cm por debajo de la cota más baja que entre y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0,05$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0,05$$

- Cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota invert de salida, deberá cumplir

con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos:

- Ingresan más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida, será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "A"} - ((\phi_C - \phi_A)^{*0,0254})$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "B"} - ((\phi_C - \phi_B)^{*0,0254})$$

- Cuando ingresan más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "A"} - ((\phi_C - \phi_A)^{*0,0254})$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "B"} - ((\phi_C - \phi_B)^{*0,0254})$$

- Cuando ingresan más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor.

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "B"} - 0,03$$

$$\text{CInvert de salida} = \text{CInvert de entrada "A"} - ((\phi_C - \phi_A)^{*0,0254})$$

- Cuando sólo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberá ser iniciales.

La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno. La cota invert de salida de la tubería de seguimiento, deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

#### **2.1.12. Características de las conexiones domiciliarias**

La tubería para estas conexiones, podría ser de 4" de diámetro si es PVC, o de 6" si es de concreto, presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a ésta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector; es decir con las características que ya se han planteado anteriormente.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12", o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 m del nivel del suelo. Por lo tanto, en este proyecto se utilizará tubo PVC de 4" de diámetro según la NORMA ASTM3034, así como silleta "Y" o "T" 6" x 4"; para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

#### **2.1.13. Diseño hidráulico**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo con las normas ASTM 3034 y las que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará el mayor porcentaje de las viviendas



actuales de la aldea, debido a las razones expuestas con anterioridad; con el objetivo de hacer más fácil el cálculo, se optó por utilizar un programa realizado en una hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño a continuación:

Tabla III. **Datos de diseño**

<b>Datos generales</b>	
Tipo de sistema sanitario	Alcantarillado
Período de diseño	30 años
Viviendas actuales	72 viviendas
Viviendas futuras	170 viviendas
Densidad de habitantes habitantes/vivienda	6
Población actual	432 habitantes
Tasa de crecimiento	3 %
Población futura	1049 habitantes
Dotación	150 L/hab/día
Factor de retorno	0,80
Velocidad de diseño P.V.C.)	$0,40 < V \leq 4$ m/s (Tubería P.V.C.)
Forma de evacuación	Por gravedad
<b>Colector principal</b>	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 6"
Pendiente	Según diseño

Continuación tabla III

<b>Conexión domiciliar</b>	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 4"
Pendiente	2%
Candela	12" de diámetro
<b>Pozo de visita</b>	
Altura promedio	1,40 metros
Diámetro superior mínimo	0,60 metros
Diámetro inferior mínimo	1,20 metros
Material	Ladrillo Tayuyo

Fuente: Elaboración propia

#### **2.1.14. Ejemplo de diseño de un tramo**

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PVS-3 y PVS-4; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Características**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario	
Tramo	De PVS-21 a PVS-22	
Distancia	77,74 m	
Número de casas del tramo	5	
Densidad de vivienda:	Casas acumuladas: 13 6 hab/vivienda	
Total de habitantes a servir;	actuales: 30	futuros: 78



$$Q_{dis} = 78 * 0,003 * 4,27$$

$$Q_{dis} = 0,99 \text{ l / s}$$

- Diámetro de tubería 6" (Tuvo PVC)
- Pendiente de tubería 3,50 %
- Velocidad a sección llena
 
$$V = 0,03429 / n * \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0,03429 / 0,010 * \left( \frac{6}{4} \right)^{2/3} * 0,03^{1/2}$$

$$V = 2,12 \text{ m / s}$$
- Caudal a sección llena
 
$$Q_{sec \text{ llena}} = A * V$$

$$Q_{sec \text{ llena}} = \pi / 4 * \left( \frac{6}{4} \right)^2 * 2,12 * 1 \text{ 000} \text{ l / m}^3$$

$$Q_{sec \text{ llena}} = 38,64 \text{ l / s}$$
- Relación de caudales
 
$$Q_{dis} / Q_{sec \text{ llena}} = 0,99 / 38,64$$

$$Q_{dis} / Q_{sec \text{ llena}} = 0,0594$$

*De las tablas de relaciones hidráulicas*

- Relación de velocidad  $v / V = 0,547$
- Relación de tirante  $d / D = 0,165$
- Velocidad a sección parcial
 
$$v = V * v / V$$

$$v = 2,12 * 0,547 = 1,77 \text{ m/s}$$

- Revisión de especificaciones hidráulicas:

Para caudales	$q_{dis} < Q_{secllena}$	$0,99 \text{ l/s} < 38,64 \text{ l/s}$	<i>Cumple</i>
Para velocidad	$0,4 \leq v \leq 4 \text{ m/s}$	$0,4 \leq 1,77 \leq 4 \text{ m/s}$	<i>Cumple</i>
Para diámetros	$0,1 \leq d/D \leq 0,75$	$0,1 \leq 0,165 \leq 0,75$	<i>Cumple</i>

- Distancia horizontal efectiva

Diámetro de pozo: 1,20 m

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 23\*12,5\*6

$DH_{efec}$  = distancia entre pozos -  $((\varnothing 1 \text{ pvs} 21 + \text{ grosor paredes pvs} 23)/2 + - (\varnothing 2 \text{ pvs} 22 + \text{ grosor paredes pvs} 22)/2)$ .

$$DH_{efec} = 77,74 - ((1,20 + 0,46) / 2 + (1,20 + 0,46) / 2) = 75,34 \text{ m}$$

- Cota invert de salida del pozo 21 (Cis)

$$C_{is} = \text{cota invert entrada del pozo 3} - 0,03$$

$$C_{is} = 95,38 - 0,03 = 95,35$$

- Cota invert de entrada al pozo 22 (Cie)

$$C_{ie} = \text{cota invert de salida del pozo 21 (Cis)} - (DH * S / 100)$$

$$C_{ie} = 95,35 - (77,74 * 3,5 / 100) = 92,63$$

- Profundidad del pozo 21

Alt. Pvs21 = cota del terreno – cota invert de salida  
del pozo 21

$$\text{Alt. Pvs3} = 96,623 - 95,350 = 1,28$$

- Profundidad del pozo 22

Alt. Pvs22 = cota del terreno – cota invert de salida  
del pozo 22

$$\text{Alt. Pvs22} = 93,875 - 92,63 = 1,25$$

- **Volumen de excavación de zanja**

$$\text{Vol. Exc.} = \left[ \frac{H_1 + H_2}{2} \right] * d * Z$$

$$\text{Vol. Exc.} = \left[ \frac{1,28 + 1,25}{2} \right] * 77,74 * 0,55 = 60,29 \text{ m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, realizado con el procedimiento anteriormente descrito, se presentan en la tabla XIX del apéndice.

### 2.1.15. Desfogue

Los sistemas de alcantarillado sanitario deben tener el método de desfogue hacia un medio hídrico, luego de ser tratado lo que proviene del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para mitigar daños a la naturaleza.

Luego de realizar el estudio y diseño de este proyecto, se tomará en cuenta la propuesta de un tratamiento primario de las aguas resultantes de dicho sistema, para proceder a su depuración o desfogue al medio ambiente, sin provocar daños significativos al descargarlo en el mismo.

#### **2.1.16. Elaboración de planos**

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario, se presentan en el apéndice, y están conformados por:

- Planta topográfica
- Densidad de vivienda
- Planta general de la red de alcantarillado sanitario
- Plantas – perfiles
- Detalle de pozo de visita
- Conexión domiciliar

#### **2.1.17. Elaboración de presupuesto**

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, sin aplicar costos indirectos quedando a criterio de la municipalidad. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo con los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla IV. Presupuesto drenaje sanitario

UNIVERSIDAD DE SAN DE GUATEMALA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
EPESISTA: DOUGLAS ISAI ESTRADA CIFUENTES						
UBICACIÓN: BARRIO LOMAS DEL NORTE MUNICIPIO DE CHICAMÁN, QUICHÉ						
PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, BARRIO LOMAS DEL NORTE						
<b>PRESUPUESTO</b>						
No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total Quetzales (Q)	Total Dolares (US)
1	<b>Trabajos preliminares</b>					
1.1	Limpieza y remocion de maleza	1	global	Q 4 875,50	Q 4 875,50	\$ 601,91
1.2	Replanteo topográfico	1 676	m	Q 2,75	Q 4 609,00	\$ 569,01
1.3	Excavacion de zanja para instalación de tubería	1 467	m <sup>3</sup>	Q 14,50	Q 21 271,50	\$ 2 626,11
1.4	Relleno compactado de zanja	1 386	m <sup>3</sup>	Q 22,75	Q 31 531,50	\$ 3 892,78
2	<b>Colector</b>					
2.1	Colector general de tubería PVC 6"	1 676	ml	Q 135,50	Q 227 098,00	\$ 28 036,79
3	<b>Pozos de visita</b>					
3.1	Pozo de visita (Hpromedio=1.41)	31	unidad	Q 7 674,50	Q 237 909,50	\$ 29 371,54
4	<b>Conexiones domiciliars</b>	72	Unidad	Q 2 475,50	Q 178 236,00	\$ 22 004,44
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 705 531,00</b>	<b>\$ 87 102,59</b>

Fuente: elaboración propia.

El siguiente presupuesto asciende a la cantidad de:

Setecientos cinco mil quinientos treinta y un quetzales con 00/100

Ochenta y siete mil ciento dos dólares con 59/100

### 2.1.18. Evaluación socioeconómica

En su mayoría, este tipo de proyectos son un tanto costosos, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacerlo factible, con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

#### 2.1.18.1. Valor presente neto

Valor presente neto (VPN), son términos que proceden de la expresión inglesa *Net present value*.



Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja. El método, descuenta una determinada tasa o tipo de interés, igual para todo el período considerado. La obtención del VPN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el  $VPN < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, esto advierte que el proyecto no es rentable.

Cuando  $VPN = 0$ , indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el  $VPN > 0$ , está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^N - 1} \right] \quad ; \quad P = A \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right]$$

Donde:

P: Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente.

- F: Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.
- A: Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.
- I: Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N: Período que se pretende dure la operación.

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 50% de su costo total y la comunidad pagará el otro 50%, en un período de 5 años, en cuotas anuales de Q. 4 899,52 por derecho de conexiones domiciliarias, remoción de lodos y mantenimiento; todo esto con una tasa del 10% anual, que es la que más se apega a la tasa real actual.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 705 531,00

A1= Q. 39 063,10

A2 = Q. 4 899,52

A3 = Q. 2 000,00

n = 5 años

*Valor Presente Neto para un interés del 10% anual en un período de 5 años.*

$$VPN = -195\,315,76 + 39\,063,10 * \left[ \frac{(1+0,10)^5 - 1}{0,10(1+0,10)^5} \right] + 3\,240 * \left[ \frac{(1+0,10)^5 - 1}{0,10(1+0,10)^5} \right] - 2\,000 * \left[ \frac{(1+0,10)^5 - 1}{0,10(1+0,10)^5} \right]$$

$$\text{VPN} = -42\,535,30$$

### **2.1.18.2. Tasa interna de retorno**

Esta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal, para este tipo de inversión, es de costo/beneficio; éste se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\text{Costo} &= \text{Inversión inicial} - \text{VPN} \\ &= \text{Q. } 390\,631,52 - \text{Q. } 42\,535,30 = \text{Q. } 348\,096,22\end{aligned}$$

Beneficio=No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\begin{aligned}\text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Q. } 348\,096,22}{105 \text{ Viviendas}} \\ &= \text{Q. } 3\,315,20 / \text{Vivienda}\end{aligned}$$

### **2.1.19. Evaluación de impacto ambiental**

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables y no renovables; o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional. Será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto

ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

#### **2.1.19.1. Definición de impacto ambiental y de Evaluación de Impacto Ambiental, -EIA-**

- **Impacto ambiental**

Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adversas o benéficas, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

- **Evaluación de impacto ambiental (EIA)**

Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a las personas que toman la decisión para su consideración.

Una evaluación de impacto ambiental, es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de esta radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto

o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identifica los impactos al ambiente, producidos por la obra.

Entre las actividades que ingresan al sistema de evaluación de impacto ambiental, se presentará por lo menos, uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Existen diversos formatos para elaborar informes de impacto ambiental; sin embargo, en nuestra legislación es muy común utilizar la matriz modificada de Leopold, la cual analiza los diversos elementos (medio ambiente, sociales,

económicos, etc) que interactúan en la obra civil. Dichos elementos se encuentran estratégicamente clasificados, para que, el profesional que haga el estudio, sepa identificar el impacto que tendrá la obra, así como la magnitud de la misma. A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o reducir el impacto adverso que ocasionará el proyecto civil respectivo.

## 2.1.19.2. EIA del proyecto de drenaje sanitario

Tabla V. **Matriz modificada de Leopold, para el sistema de drenaje sanitario del barrio Lomas del Norte**

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
<b>I. MEDIO AMBIENTE</b>						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión	-			-		
2. Micrología			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas						
c. Calidad de aguas						
4. Ecosistemas						
a. Flora						
- Vegetación natural	-			-		
- Cultivos	-			-		
b. Fauna						
- Mamíferos y aves			*			*
- Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
- Peligro de extinción			*			*
- Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
<b>II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO</b>						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
<b>III. PROBLEMAS AMBIENTALES</b>						
1. Contaminación del aire			*	-		
2. Contaminación del agua			*	--		
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			
6. Mal olor			*	--		

Fuente: elaboración propia.

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- \* Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

### **2.1.19.3. Medidas de mitigación**

A continuación se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo:

- **Medio ambiente**
  - Tierras
    - ✓ El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción, debido a excavación de zanjas, pozos de visita y fosas de absorción.
    - ✓ La erosión y sedimentación, serán aspectos afectados negativamente durante la fase de construcción, por las zanjas excavadas para la instalación de tuberías.



- ✓ Medidas de mitigación: el suelo extraído por excavación, se incorporará de nuevo a las mismas, debidamente compactado, y el sobrante se esparcirá al terreno. El material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición.
- Aguas
  - ✓ Subterráneas: estas se verán afectadas, debido a la colocación de tubería y construcción de pozos de visita, con materiales como el P.V.C. y el ladrillo.
  - ✓ Medidas de mitigación: la colocación de tubería, se realizará siguiendo las instrucciones del encargado de la obra, con las normas de calidad exigidas, y así minimizar la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.
- **Ecosistema**
  - Vegetación natural y cultivos: la vegetación propia del lugar, tendrá un impacto negativo pequeño, ya que cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, desaparecerá en la fase de excavación.

- Medidas de mitigación: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa, principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio; además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberá sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

## **2.2. Diseño del Instituto de educación básico municipal para la aldea Rosario Monte María de Chicamán, Quiché**

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El diseño del instituto de educación básica contará con dos niveles; la distribución será la siguiente:

- El segundo nivel tendrá tres aulas
- El primer nivel está compuesto por tres aulas y módulo de gradas

En el diseño se contemplan los servicios básicos. La estructura de la edificación estará compuesta de mampostería reforzada, con losas planas de concreto reforzado; los muros serán de block pómez, piso de granito, ventanas y puertas de metal.

### **2.2.2. Población a servir**

La población a servir esta integrada por el sector que ocupa por completo la región de Rosario Monte María; esto se debe a que su ubicación es céntrica, por lo cual se pretende beneficiar alrededor de 250 alumnos del nivel básico; es decir alumnos desde primero hasta tercero básico.

### **2.2.3. Descripción del espacio disponible**

#### **2.2.3.1. Localización del terreno**

El terreno propuesto para utilizarlo en la construcción del instituto de educación básica, se encuentra en el terreno comunal de la aldea, el cual está ubicado a un costado de la escuela primaria.

### **2.2.3.2. Topografía del terreno**

El terreno existente, es completamente plano aunque se optó por realizar la topografía para saber con exactitud el área para dicho proyecto; la cual corresponde a 1 500m<sup>2</sup>.

### **2.2.3.3. Características del suelo**

La muestra obtenida del suelo se tomó a inmediaciones del centro del terreno, a una profundidad de 2,30 m; el tipo de suelo que se encontró es arcilla arenosa, color beige, con ángulo de fricción interno de  $\phi=18,06^\circ$  y una cohesión de  $C_u=4,27$  T/m<sup>2</sup>, según ensayo realizado en el CII, el cual se muestra en la figura 12.

### **2.2.4. Mampostería**

Está conformada por muros construidos con piezas prismáticas macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante.

La mampostería reforzada, permite realizar construcciones en altura de hasta unos seis pisos, unidos como se mencionó anteriormente, con mortero aglutinante y reforzados con varillas de acero; se denomina mampostería confinada, si el refuerzo se concentra en elementos verticales y horizontales de concreto, conocidos comúnmente como mochetas y soleras, mientras que si se localiza distribuido entre los elementos mampuestos, se designa como mampostería integral, es decir que las varillas de acero corrugado estarán colocadas verticalmente entre los agujeros o celdas de las piezas prefabricadas.

### **2.2.5. Elementos de un sistema de mampostería reforzada**

Los materiales con que se conforman los muros de mampostería son: las unidades prefabricadas para levantado o mampuestos, morteros, graut si es mampostería integral o reforzada interiormente, concreto si es mampostería confinada y acero de refuerzo.

### **2.2.6. Unidades de mampostería**

Son las unidades prefabricadas, usadas para el levantado de los muros de mampostería reforzada, generalmente son ladrillos de barro cocido o bloques huecos de concreto, cuya función básica será dividir los ambientes y su función estructural soportar esfuerzos de compresión.

#### **2.2.6.1. Ladrillos de barro cocido**

Estas unidades de mampostería están hechas básicamente de barro o arcilla, pudiéndoseles adicionar otros materiales; están moldeados con forma rectangular y endurecidos a altas temperaturas, hasta su fusión incipiente.

Este tipo de unidades deberá de cumplir con la norma COGUANOR NGO 41 022, en lo que se refiere tanto a la calidad como a las dimensiones, absorción y clasificación por resistencia; se pueden clasificar por tipo, siendo estos: ladrillo macizo o tayuyo y ladrillo perforado o tubular, según la relación área neta / área gruesa medida sobre planos perpendiculares a la superficie de carga, debiéndose respetar dicha relación, siendo para el ladrillo macizo o tayuyo igual o mayor a 0,75, mientras que para el ladrillo perforado o tubular menor que 0,75.

### **2.2.6.2. Bloques de concreto**

Esta es una de las unidades más modernas utilizadas en la construcción de mampostería, su aceptación está justificada por las cualidades intrínsecas como la rapidez de ejecución, la facilidad en su manejo y la proporción adecuada en sus dimensiones; generalmente poseen un gran porcentaje de vacíos, también deberán cumplir con la norma COGUANOR NGO 41054, en lo referente a calidad, dimensiones, porcentaje de absorción y clasificación por resistencia.

### **2.2.7. Mortero**

Los morteros usados para mampostería, deberán ser una mezcla plástica de materiales cementantes y arena bien graduada, que permita la unión de las unidades para la correcta conformación de un elemento estructural (muro). La dosificación de dicha mezcla deberá de proveer las condiciones necesarias que permitan su trabajabilidad y capacidad para retención de agua, teniendo en cuenta que servirá de apoyo para las unidades de mampostería; también deberá de contribuir a la resistencia a compresión del elemento estructural; el tamaño máximo nominal de las partículas que conforman la mezcla será de 2,5 mm.

### **2.2.8. Concreto y graut**

La utilización de cualquiera de estos dos elementos, estará determinada, como se mencionó anteriormente, por el tipo de refuerzo vertical y horizontal que se pretenda colocar, es decir si va a ser confinado o concentrado.

### **2.2.8.1. Concreto**

El concreto no es más que una mezcla heterogénea de arena, grava, cemento y agua, que al fraguar adquiere las características de dureza y resistencia necesarias, en algunas ocasiones se les pueden agregar aditivos para modificar sus características.

La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como: los materiales, el diseño de la mezcla, el colado y curado.

El concreto puede ser de varios tipos, siendo actualmente los más conocidos el concreto de peso normal y el concreto liviano.

### **2.2.8.2. Graut**

Las características de este, no son las de un concreto ni las de un mortero, pero sí es un material que está conformado por cemento, arena, grava fina y la cantidad necesaria de agua que le proporcione una consistencia fluida que le dé trabajabilidad, pero que a la vez sirva para reforzar a la mampostería, contribuyendo a la resistencia a compresión del muro. El graut debe tener una resistencia mínima, a los 28 días, de 1,2 veces  $f'm$  y máxima de 1,5 veces  $f'm$  de la mampostería que se está inyectando.

Este tipo de material es utilizado para los muros que están reforzados interiormente, es decir que se vierte en las celdas de los elementos prefabricados alrededor del acero de refuerzo. Hay dos clases de graut que se utilizan en la construcción de mampostería siendo estos: graut fino y graut grueso, dependiendo del tamaño del agregado grueso que se utilice.

### **2.2.9. Acero de refuerzo**

Este material es utilizado tanto para el refuerzo vertical como horizontal; consiste en varillas de acero corrugado, debido a que mejora la adherencia con el concreto, deben de cumplir con las normas ASTM A703 o ASTM A615, siendo su equivalente la norma COGUANOR NGO 36 011. El uso de las varillas lisas estará limitado a estribos, eslabones y otros dispositivos de amarre. Existen diferentes resistencias del refuerzo, siendo las más utilizadas los grados 40, 60 y hasta 70 (alta resistencia).

### **2.2.10. Esfuerzo básico de ruptura ( $f'_m$ )**

Una de las propiedades estudiadas teóricamente y por pruebas experimentales en la mampostería, es la resistencia bajo cargas perpendiculares a la superficie de juntas horizontales, es decir que está sometido a cargas de compresión.

El esfuerzo de ruptura  $f'_m$ , es un valor muy importante para el diseñador; dicho valor se logra obtener con ensayos de laboratorio, utilizándose, prismas contruidos con bloques o ladrillos; por lo que los resultados que se obtienen están en función del tipo de bloque, ladrillo y mortero que se utilice.

Los valores obtenidos pueden ser utilizados para determinar esfuerzos de trabajo ( $f'_m$ ) de muros de bloques o ladrillos; estos esfuerzos pueden ser de flexión, compresión y corte, utilizando para ello las fórmulas que existen, las cuales no son objeto del presente trabajo de investigación.



### 2.2.10.1. Procedimiento para determinar el $f'_m$

Para poder determinar el valor exacto del esfuerzo básico promedio de ruptura de los prismas de mampostería, se deben de seguir cada uno de los siguientes pasos, tomando en cuenta que se deben ensayar por lo menos tres prismas para tener mayor certeza en los resultados:

- Escoger el tipo de unidad de mampostería que se va a utilizar, si son bloques o ladrillos;
- Calcular el área bruta de la cara superior en  $\text{cm}^2$ , este es el producto del largo total por el espesor de la unidad de mampostería;
- Realizar el ensayo de laboratorio para determinar la carga máxima que se puede aplicar al prisma, la cual se obtiene hasta que se logre la ruptura;
- Determinar el esfuerzo de compresión que resiste cada prisma en función del área bruta;
- Determinar la esbeltez del prisma, siendo esta la altura/espesor del muro ( $h/d$ );
- Al conocer la relación de esbeltez, se procede a determinar el factor de corrección, según grafica UBC;
- Se debe corregir el valor del esfuerzo de compresión determinado en el inciso D; éste se calcula multiplicando el valor del esfuerzo de compresión por el factor de corrección, calculado en el inciso F.

Esfuerzo real de ruptura = esfuerzo de ruptura del prisma \* F.C;

- Calcular el esfuerzo promedio de los resultados obtenidos con los diferentes ensayos de los prismas en el inciso G.;
- Las normas UBC recomiendan que se tome el menor valor obtenido en el inciso G y que se multiplique por 1,25, para que luego sea comparado con el resultado que se obtuvo en el inciso H, esto con el fin de tomar el menor de los dos valores;
- Finalmente, se debe determinar el valor de  $f'm$ . Para poder obtener el  $f'm$  se divide el resultado calculado en el inciso anterior entre el factor de la relación  $Ae/Ab$ , esto con el fin de tener el  $f'm$  en función del área efectiva. Donde:

$Ae$ : área efectiva de la unidad de mampostería, siendo esta, el área bruta menos el área de los agujeros y entrantes que en su sección tenga.

#### **2.2.11. Cargas que afectan a una estructura de mampostería reforzada**

Todo elemento de una estructura de mampostería reforzada tiene que soportar las cargas a las que va a ser sometido, sin exceder los máximos esfuerzos permisibles de los materiales utilizados. Para un diseño de una estructura de este tipo, se debe considerar los diferentes tipos de carga que van a actuar directa o indirectamente, siendo éstas las cargas gravitacionales y las laterales.

### 2.2.11.1. Cargas gravitacionales

Son las cargas verticales que deben de ser soportadas por la estructura, estas son la carga viva y la carga muerta.

#### 2.2.11.1.1. Carga viva

Es toda aquella carga para la que se diseña y que debe soportar una estructura; debido al uso u ocupación que tendrá, esta carga no es permanente, ya que en algunos casos puede no estar presente, por lo que su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento; esta carga puede incluir efectos ordinarios de impacto y vibración, producidos por maquinaria en movimiento.

A continuación se presentan algunas tabulaciones de valores de carga viva mínima que ha de soportar cada estructura de acuerdo con su función.

Tabla VI. **Cargas vivas mínimas para una estructura de mampostería**

Ocupación o uso	Carga	Unidad
<b>Almacenes</b>		
Primer piso	500	kg/m <sup>2</sup>
Pisos superiores	375	kg/m <sup>2</sup>
Al por mayor en todos los pisos	600	kg/m <sup>2</sup>
<b>Áreas de reunión y teatros</b>		
Con sillas fijas	300	kg/m <sup>2</sup>
Con sillas móviles	500	kg/m <sup>2</sup>
Plataformas (montaje)	500	kg/m <sup>2</sup>
Pisos de escenarios	700	kg/m <sup>2</sup>
Vestíbulos	500	kg/m <sup>2</sup>
Armerías y cuartos de adiestramiento	700	kg/m <sup>2</sup>

Continuación Tabla VI

<b>Balcones</b>		
Exteriores	500	kg/m <sup>2</sup>
Para viviendas menores a 10 m <sup>2</sup>	300	kg/m <sup>2</sup>
<b>Bibliotecas</b>		
Salas de lectura	500	kg/m <sup>2</sup>
Cuartos de almacenamiento	700	kg/m <sup>2</sup>
Corredores en pisos superiores al primero	400	kg/m <sup>2</sup>
<b>Bodegas de almacenamiento</b>		
Liviana	600	kg/m <sup>2</sup>
Pesada	1 200	kg/m <sup>2</sup>
Billares y áreas de recreación	375	kg/m <sup>2</sup>
Comedores y restaurantes	500	kg/m <sup>2</sup>
Corredores	500	kg/m <sup>2</sup>
<b>Edificios de oficinas</b>		
Vestíbulos	500	kg/m <sup>2</sup>
Oficinas	250	kg/m <sup>2</sup>
<b>Escaleras de emergencia</b>		
En edificios	500	kg/m <sup>2</sup>
En residencias unifamiliares	200	kg/m <sup>2</sup>
<b>Escuelas y colegios</b>		
Salones de clase	200	kg/m <sup>2</sup>
Corredores y pasillos	400	kg/m <sup>2</sup>
<b>Fábricas e industrias</b>		
Liviana	600	kg/m <sup>2</sup>
Pesada	1 200	kg/m <sup>2</sup>
<b>Garajes</b>		
Para automóviles	300	kg/m <sup>2</sup>
Para buses o transporte pesado	Ver	AASHTO

Continuación Tabla VI

Gimnasios, pisos principales	500	kg/m <sup>2</sup>
Graderíos de estadios y coliseos	500	kg/m <sup>2</sup>
<b>Hospitales</b>		
Salas de operación y laboratorios	300	kg/m <sup>2</sup>
Cuartos privados	200	kg/m <sup>2</sup>
Pabellones	200	kg/m <sup>2</sup>
Corredores	400	kg/m <sup>2</sup>
<b>Hoteles y casas multifamiliares</b>		
Cuartos privados y corredores adyacentes	200	kg/m <sup>2</sup>
Salones públicos y corredores adyacentes	500	kg/m <sup>2</sup>
<b>Instituciones penales</b>		
Celdas	200	kg/m <sup>2</sup>
Corredores	500	kg/m <sup>2</sup>
Marquesinas y toldos	375	kg/m <sup>2</sup>
Patios y terrazas peatonales	500	kg/m <sup>2</sup>
<b>Residencial</b>		
Viviendas	200	kg/m <sup>2</sup>
Ambientes no habitables sin almacenamiento	50	kg/m <sup>2</sup>
Ambientes no habitables con almacenamiento	100	kg/m <sup>2</sup>
Ambientes habitables (dormitorios)	150	kg/m <sup>2</sup>
Salones de baile	500	kg/m <sup>2</sup>
Vías vehiculares y patios sometidos a tráfico	1 200	kg/m <sup>2</sup>

Fuente:ANSI. Diseño de estructuras de concreto con referencia del Instituto Nacional de Normas Americanas. p. 117.

#### **2.2.11.1.2. Carga muerta**

La carga muerta de una estructura, es aquella que se mantiene constante en magnitud y con una posición fija durante la vida útil de dicha estructura; su magnitud se puede calcular fácilmente según los volúmenes y pesos específicos.

Las cargas muertas pueden ser los pesos propios de losas, vigas, columnas, muros de corte, rellenos, repellos, cernidos, mezclones y pisos, instalaciones eléctricas o mecánicas, etc., también se puede incluir equipo fijo o maquinaria, siempre que este sea de un peso definido o que esté unido a la estructura, por ejemplo, las torres de enfriamiento, equipos de elevador, equipos de quirófano para un hospital, maquinaria para talleres, etc.

En la tabla que se incluye a continuación, se muestran algunas cargas de elementos utilizados en la mampostería reforzada, aunque algunos de estos elementos pueden variar.

Tabla VII. Cargas muertas mínimas

Material	Unidad	Peso
<b>Pisos</b>		
Concreto	Volumétrico	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Piso de granito y mezlón	5 cm de espesor	60 kg/m <sup>2</sup>
Asfalto	1 cm de espesor	23 kg/m <sup>2</sup>
Duela o parquet	1 cm de espesor	8 kg/m <sup>2</sup>
Relleno de concreto ligero	Volumétrico	1 600 kg/m <sup>3</sup>
<b>Techos</b>		
Impermeabilizante de tres capas de fieltro asfáltico con acabado de gravilla	-----	27 kg/m <sup>2</sup>
Teja de cemento	-----	32 kg/m <sup>2</sup>
Teja de barro	-----	100 kg/m <sup>2</sup>
Revestimiento de madera	2,5 cm de espesor	15 kg/m <sup>2</sup>
Repellos	1,0 cm de espesor	15 kg/m <sup>2</sup>
Losa prefabricada	15 cm de espesor	240 kg/m <sup>2</sup>
Losa prefabricada	20 cm de espesor	300 kg/m <sup>2</sup>
Losa prefabricada	25 cm de espesor	340 kg/m <sup>2</sup>
<b>Muros</b>		
Muro de block pómez de 10 cm	-----	160 kg/m <sup>2</sup>
Muro de block pómez de 15 cm	-----	210 kg/m <sup>2</sup>
Muro de block pómez de 20 cm	-----	250 kg/m <sup>2</sup>
Muro divisorio de tablayeso	-----	60 kg/m <sup>2</sup>
Mampostería de piedra	-----	2 500 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería de ladrillo común	-----	1 920 kg/m <sup>3</sup>
Mampostería reforzada de 20 cm con f'm = 80 kg/cm <sup>2</sup>	-----	300 kg/m <sup>2</sup>
Ladrillo perforado de 14 cm	-----	230 kg/m <sup>2</sup>
Ladrillo tubular de 14 cm	-----	171 kg/m <sup>2</sup>
Ladrillo tayuyo de 11 cm	-----	186 kg/m <sup>2</sup>

Fuente:ANSI. Diseño de estructuras de concreto con referencia del Instituto Nacional de Normas Americanas.p. 134.

### **2.2.11.2. Cargas laterales**

Las cargas laterales o bien cargas horizontales, son las que se producen debido a un sismo, viento, empuje, etc. y difieren de las cargas gravitacionales, debido a que las cargas horizontales son dinámicas, mientras que las otras son estáticas. Una de las características especiales de este tipo de carga, es que son aplicadas en un período de tiempo muy corto. Para facilitar el cálculo de dichas cargas se sustituyen las cargas dinámicas por las estáticas, siempre y cuando se considere lo siguiente:

- Se determine en forma apropiada la fuerza estática equivalente
- Se aplique apropiadamente a la estructura
- Tener en cuenta la verdadera naturaleza de esta fuerza

#### **2.2.11.2.1. Cargas de viento**

Estas cargas producen una fuerza horizontal sobre la estructura de mampostería, la cual generalmente es muy pequeña en comparación con la carga de sismo, por lo que puede no ser tomada en cuenta; una característica de este tipo de fuerza, es que las velocidades más grandes de viento ocurren en períodos de tiempo muy cortos.

#### **2.2.11.2.2. Cargas de sismo**

Son las cargas o fuerzas inducidas en una estructura, debidas a la vibración u oscilación de la superficie de la tierra, causadas por un disturbio elástico o gravitacional de las masas que están buscando su equilibrio, creándose de esta manera ciertos ladeos en la misma, que a su vez generan



determinados esfuerzos que se producen en los diferentes elementos que conforman a la estructura.

El análisis sísmico se puede simplificar, utilizándose fuerzas estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo de un sismo. La fuerza sísmica va a depender directamente del peso propio de la estructura y su punto de aplicación será en la base, por considerarse fija o empotrada en la misma.

### **2.2.12. Efectos torsionales**

Los efectos torsionales, se establecerán considerando la no coincidencia entre el centro de rigidez C.R. de un nivel determinado y la recta de acción del esfuerzo de corte en dicho nivel.

Dicha excentricidad estática se modificará, con el propósito de tener en cuenta la amplificación dinámica correspondiente y las incertidumbres sobre la distribución real de las cargas gravitacionales y la posición efectiva del centro de rigidez C.R.

En cada nivel de la construcción, a los esfuerzos de corte traslacionales originados por las fuerzas sísmicas horizontales equivalentes, se superpondrán los esfuerzos de cortes rotacionales, originados por el momento torsor acumulado hasta dicho nivel. Se admitirá que en cada nivel, la fuerza sísmica horizontal actúa aplicada en el centro de masas C.M. correspondiente a dicho nivel.

La excentricidad va a ser producida, debido a que, como se mencionó anteriormente, la fuerza de sismo va a ser resistida por los muros de corte de manera proporcional a su rigidez, resistiendo cada muro la misma fuerza, si estos son del mismo tamaño y localizados simétricamente, de lo contrario

algunos muros resistirán mayores fuerzas que otros, creándose así los momentos torsionantes debido a la excentricidad, ya que la fuerza de sismo está localizada en el centro de masa, produciéndose una resultante con la misma magnitud y sentido contrario, que no es más que la resistencia de la estructura, pero localizada en el centro de rigidez.

#### **2.2.12.1. Limitación de los efectos torsionales**

Los muros sismoresistentes, se dispondrán en forma tal que, en todos los niveles, el esfuerzo de corte rotacional sobre cada muro, no sea mayor que el correspondiente esfuerzo de corte traslacional originado por las fuerzas sísmicas horizontales.

#### **2.2.13. Estructuración sismo resistente**

Esta es una guía propuesta por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), para determinar la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q; para ello se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

##### **2.2.13.1. Clasificación de las obras**

Se clasifica la obra, dependiendo del impacto socioeconómico que implique la falla o cesión de funciones de la misma, para ello existen cinco categorías, que son:

- Obras críticas: estas son indispensables para el desenvolvimiento socioeconómico de grandes sectores de la población; también se clasifica en esta categoría a las obras que al fallar pondrían en peligro a

grandes cantidades de personas, como los puentes, centrales energéticas, etc.

- Obras esenciales: este tipo de obras no pueden fallar durante o después de un desastre natural, por lo que deben de mantenerse en funcionamiento durante y después del mismo, entre estas están: hospitales con instalaciones de emergencia, quirófanos, instalaciones de defensa civil, bomberos, policía y comunicaciones asociadas con la atención de desastres, instalaciones de captación y tratamiento de agua, puentes sobre carreteras de primer orden, etc.
- Obras importantes: estas son aquellas que albergan o pueden afectar a gran número de personas, donde sus ocupantes estén restringidos a desplazarse y donde se presten servicios no esenciales después de un desastre; entre estas están: edificios educativos y guarderías, edificaciones del estado no esenciales, hospitales, sanatorios y centros de salud públicos y privados, prisiones, museos, edificios mayores de 5 niveles o de 3 000 m<sup>2</sup> de área interior como teatros, cines, templos, mercados, auditorios, restaurantes, o similares que alojen a más de 300 personas; aquí no se incluyen estacionamientos.
- Obras ordinarias: entre estas están aquellas que no se hayan mencionado anteriormente, como: viviendas, comercios, edificios industriales y agrícolas que por su tamaño, función o volumen no se pueden clasificar en otra categoría.
- Obras utilitarias: se refieren a aquellas que no se diseñan para albergar personas, pero que en un momento determinado pueden utilizarse para ello, en períodos de tiempo no prolongados; en caso de duda se pueden clasificar como obras ordinarias.

#### 2.2.14. Índice de sismicidad del sitio (I<sub>o</sub>)

Esta es una medida relativa de la severidad que se espera del sismo en una localidad determinada, por lo que se necesita de un nivel de protección adecuado de la obra, como se detalla en el nivel de protección requerido.

Las normas AGIES dividen el territorio de Guatemala en cuatro macrozonas, caracterizadas cada una por su índice de sismicidad (tabla VIII); además se requiere de la aplicación de un índice de sismicidad I<sub>o</sub> = 5, a nivel de microzona, que toma en cuenta condiciones localizadas como barrancos, terrenos inclinados, franjas de terreno falladas, peligro de derrumbe o deslave, arenales y suelos granulares saturados, litorales, riveras, playas, etc.

Tabla VIII. Índice de sismicidad

Zona	I <sub>o</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>f</sub>	Observaciones
2	2	0,15 g	0,015 g	cuando sea necesario interpolar hacerlo sobre líneas norte - sur
3	3	0,15 a 0.40 g	0,015 a 0,15 g	
4.1	4	0,40 g	0,15 a 0,20 g	
4.2	4	0,40 g	0,20 g	

Fuente: AGIES. Normas NR – 2: 2000. p. 12.

#### 2.2.15. Nivel de protección requerido

Éste no es más que una medida del grado de protección suministrado al público y a los usuarios de las obras, contra riesgos derivados de las solicitaciones de carga y amenazas naturales. Este valor es determinado por el índice de sismicidad y la clasificación de la obra. (Ver tabla IX).

El nivel de protección, hace énfasis en la necesidad de proyectar edificaciones con un control explícito de su deformabilidad lateral, especialmente para sismos.

Tabla IX. **Nivel de protección requerido**

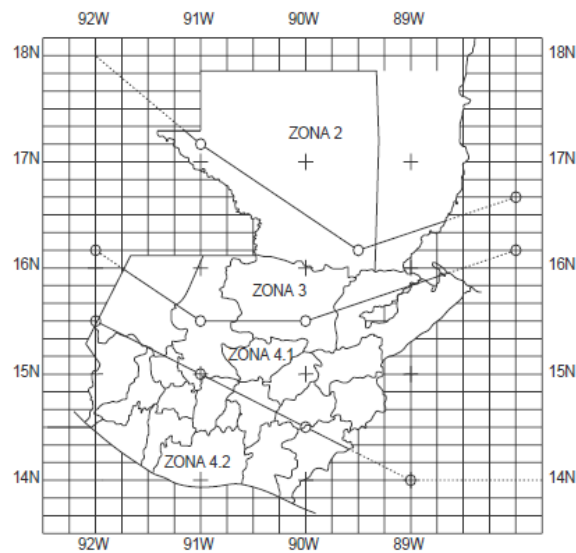
Índice de sismicidad I <sub>o</sub>	Clasificación de la obra				
	Crítica	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
2	C2	C1	B	B	A
3	D	C2	C2	B	B
4	E	D	C2	C1	B
5	E	E	D	C2	C1
Nota:	Ver clasificación de obra Ver índice de sismicidad				

Fuente: AGIES. Normas NR – 2: 2000. p 8.

Donde:

A, B, C1, C2, D y E son los niveles de protección de la obra.

Figura 5. **Mapa de macrozonas sísmicas**



Fuente:AGIES. Normas NR – 2: 2000. p. 12.

El cálculo de las derivas laterales, depende del método de análisis. Estas deformaciones son postelásticas y se desarrollarían en las edificaciones después de varias excursiones fuera del rango elástico. No son derivas nominales al límite elástico del sistema estructural. En la siguiente tabla se presentan los valores máximos para las derivas laterales.

Tabla X. **Derivas laterales máximas según el nivel de protección requerido**

Nivel de protección requerido	Deformaciones	Donde
A, B, C1	$\Delta n = 0,015 h_n$ $\Delta x = 0,018 (h_x - h_{x-1})$	$n =$ Deriva lateral total de la edificación $x =$ Deriva lateral del nivel x de la edificación $h_x =$ Altura del nivel x
C2	$\Delta n = 0,015 h_n$ $\Delta x = 0,3018 (h_x - h_{x-1})$	
D, E	$\Delta n = 0,015 h_n$ $\Delta x = 0,3018 (h_x - h_{x-1})$	

Fuente:AGIES. Normas NR-3:2001. p. 8.

### 2.2.16. Perfil del suelo

Las normas AGIES, definen tres perfiles de suelo para poder establecer el espectro del sismo de diseño, los cuales son:

- **Perfil del suelo S1**

Éste debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Roca de cualquier clase: este material se caracteriza por tener velocidades de onda de corte, mayores a 800 metros / segundo.

- Suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad; constituido por arenas, gravas densas o arcillas firmes.

- **Perfil del suelo S2**

Este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Suelo firme, cuyo basamento rocoso está a más de 50 metros de profundidad: está conformado por suelos granulares densos, limos densos, cenizas volcánicas o arcillas firmes.
- Generalmente suelos firmes y estables cuyo perfil no se clasifica como S1 ni S3.

- **Perfil del suelo S3**

Este debe satisfacer cualquiera de las siguientes condiciones:

- Generalmente perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de cenizas, arenas o limos sueltos o de densidad media.
- Depósitos de más de 10 metros de espesor de arcillas blandas o semiblandas, con o sin estratos arenosos intermedios.

Si existe alguna duda, debe de tomarse el resultado más crítico de suponer perfil S2 y S3.

### **2.2.17. Aceleración máxima efectiva del terreno ( $A_o$ )**

Este, no es más que un parámetro para el cálculo del sismo básico de diseño,  $A_o$  es una reducción de la aceleración máxima absoluta y se utiliza porque ocurre sólo una vez durante el sismo; es por esto que la aceleración efectiva intenta representar al conjunto de impulsos grandes de un sismo. Los valores para cada zona están expresados en la tabla IX.

### **2.2.18. Tipo de estructura**

Según las normas AGIES, se clasifica a las estructuras en cinco tipos o familias fundamentales, las cuales se subdividen según sean los elementos verticales que sirvan para proporcionar resistencia y rigidez lateral; si existiera alguna duda, se le puede clasificar como E6.

Para el análisis de una vivienda o edificio de mampostería reforzada, se utiliza el sistema tipo cajón, el cual tiene algunas restricciones de altura, estando directamente relacionado con el nivel de protección de la estructura:

- 30 metros de altura para un nivel de protección tipo C
- 20 metros de altura para un nivel de protección tipo D

Ya que para alturas mayores se necesita un sistema tipo E3 o E4.



Tabla XI. **Clasificación por tipo de estructura**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>C</b>	<b>Sistema vertical sismo resistente</b>
<b>Sistema de cajón</b>	E1	Con muros estructurales de Mampostería reforzada Concreto reforzado Mampostería sin refuerzo Mampostería reforzada interiormente Madera Marcos arriostrados
<b>Sistema de marcos</b> Marcos ordinarios	E2 E2.1	Acero estructural Concreto reforzado
Marcos especiales	E2.2	Acero estructural Concreto reforzado
<b>Sistema combinado de muros y marcos</b>	E3	Muros de mampostería reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excéntricos
<b>Sistema dual de muros y marcos</b>	E4	Muros de mampostería reforzada Muros de concreto reforzado Marcos arriostrados en lugar de muros Arriostres ordinarios Arriostres excéntricos
<b>Péndulo invertido</b>	E5	De concreto reforzado Confinado Ordinario De estructura de acero Con detalles ordinarios Con detalles sísmicos De estructura de madera
<b>Otro tipo</b>	E6	Clasificar como E5

Fuente:AGIES. Normas NR-3:2001. p. 16.

### **2.2.18.1. Descripción de la estructura**

Para cumplir con este requerimiento, se debe presentar una planta esquemática donde el término bajo el suelo que aparece en la tabla XVI significa la cantidad de niveles de sótano del edificio y el término sobre el suelo indica la cantidad de niveles que conforman a la estructura sobre el nivel de la calle.

La longitud X y Y máxima, corresponde a la distancia entre ejes externos vistos en planta; en el presente trabajo no se tendrán niveles bajo el piso, por lo que no se tomará en cuenta.

### **2.2.18.2. Configuración de la edificación**

Aquí se especifican los valores de los índices de calidad  $q_i$  con base en la redundancia estructural, la configuración en planta y la configuración vertical.

### **2.2.18.3. Redundancia estructural**

La redundancia estructural, se verifica separadamente para cada dirección de análisis, atendiendo al número de tramos, número de ejes estructurales y al número de muros en cada dirección, en caso de que dos ejes tienen diferente índice  $q_1$  o  $q_2$ , se tomará el promedio de ambas.

Para relaciones intermedias a las indicadas en la siguiente tabla, se pueden interpolar o tomar el índice menor. La longitud del tramo, para efectos de la comparación anterior, se define por conveniencia para el claro libre entre soportes consecutivos.

Tabla XII. **Redundancia estructural (q1) para número de tramos**

Número de tramos	Requisito	Índice q1
4 o más	Tramo menor > 0,75 tramo mayor	+2,50
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor	+1,50
3	Tramo menor > 0,75 tramo mayor	+1,50
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor	0,00
2	Tramo menor > 0,70 tramo mayor	0,00
	Tramo menor < 0,45 tramo mayor	-2,50
1	-----	-3,00
Ninguno	Es estructura tipo E5	---

Fuente:AGIES.Normas NR-3:2001. p. 14.

Tabla XIII. **Número de ejes estructurales (q2)**

Número de ejes estructurales	Requisito	Índice q2
5 ó más	-----	+2,50
4 ejes	Smín> 0,70 Smáx	+2,50
	Smín> 0,45 Smáx	0,00
3 ejes	Smín> 0,70 Smáx	0,00
	Smín> 0,45 Smáx	-2,50
2 ó menos	-----	-3,00

Fuente:AGIES. Normas NR-3:2001. p. 14.

En las expresiones anteriores, S es el espaciamiento entre ejes medido de centro a centro, para relaciones intermedias a las indicadas, se puede interpolar o tomar el índice menor.

Si la estructura tiene el 33% de sus ejes estructurales, uno o más muros estructurales, cuya relación  $L/h_m$  sea mayor que 1,5 o bien dos o más muros estructurales, cuya relación sea mayor que 0,67, se le podrá asignar un índice de calidad  $q3 = + 2,50$ .

La presencia de muros y riostras para los sistemas de cajón (E1) tienen un índice de calidad de  $q_3 = + 2,50$ .

#### **2.2.18.4. Configuración en planta**

Las edificaciones se pueden clasificar como regulares e irregulares, siendo las regulares las que presentan una configuración en planta aproximadamente simétrica y rectangular, sin grandes agujeros y cuya distribución de masa y distribución de sistemas sismorresistentes sean bastante coincidentes. Los índices de calificación son  $q_4$  y  $q_5$ .

Para poder utilizar el método de la carga estática equivalente, una estructura deberá satisfacer los siguientes requisitos de regularidad horizontal:

- Los diafragmas de todos los pisos sobre el nivel del suelo no deberán contener variaciones abruptas en rigidez, ni esquinas salientes o entrantes que puedan influenciar significativamente en la distribución de las fuerzas laterales en la estructura.
  
- Tomar en cuenta los aspectos siguientes:
  - La distancia horizontal entre el centro de rigidez en cualquier nivel y el centro de masa de todos los niveles por arriba de dicho nivel, no deberá ser mayor de 0,3 veces la máxima dimensión de la estructura en planta de dicho nivel, medida perpendicularmente a la acción de la fuerza.
  
  - Bajo la acción de las fuerzas laterales estáticas equivalentes, la relación del desplazamiento horizontal medido en el extremo de

los ejes transversales, localizados en la dirección de la aplicación de la fuerza lateral, deberá estar comprendido en el intervalo  $3/7$  a  $7/3$ .

Tabla XIV. **Configuración en planta**

Índice número	Condición	Índice $q_i$
q4	Todos los pisos tienen plantas regulares	+2,5
	Sí ningún piso tiene planta regular	-4,0
	Situaciones intermedias	Interpolar
q5	Sí cumple con el inciso a o bien b	+5,0
	Sí no cumple con ninguno de los incisos a o b	-8,0
No habrá interpolación entre estos dos valores		

Fuente: AGIES. Normas NR-3:2001. p. 11.

### 2.2.18.5. Configuración vertical

Deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Los desplazamientos laterales o derivas de cada piso, serán razonablemente proporcionales a la altura de ese piso sobre el nivel del suelo.
- La rigidez de cualquiera de los entrepisos de la estructura, deberá ser mayor o igual a la rigidez del correspondiente entrepiso inmediato superior.
- Cuando los tabiques, sillares o cualquier otro elemento secundario, están dispuestos de tal manera que no produzcan cambios significativos en la

rigidez de un piso a otro, no deberán contribuir a la rigidez lateral del entrepiso.

Si todos los pisos cumplen los criterios anteriores, se deberá asignar un índice  $q_6$  igual a + 0,00, si no cumple con alguno de los tres requisitos se asignará un índice de calidad  $q_6 = - 12,0$ ; no habrá interpolación entre estos dos valores.

Tabla XV. **Configuración vertical**

Índice número	Condición	Índice $q_i$
$q_6$	Configuración vertical regular	0
	Configuración vertical irregular	-12

Fuente:AGIES. Normas NR-3:2001. p. 11.

Tabla XVI. **Guía para establecer la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q**

Nombre de la edificación					
Clasificación de la obra					
Índice de sismicidad del sitio					
Nivel de protección requerido					
Asignado					
Perfil del suelo					
Configuración de la edificación	Dirección del análisis			Valores q <sub>i</sub> referencia	
	X	Ambos	Y	Mín.	Máx.
Redundancia estructural	q1 =		q1 =		
Número de tramos	_____		_____	-3	2.5
Número de ejes estructurales	_____		_____	-3	2.5
Presencia de muros o riostras	_____		_____	0	3.5
Configuración en planta		q4 =			
Regularidad en planta		_____		-3	2.5
Excentricidad en planta	q5 =		q5 =		
Configuración vertical	_____		_____	-3	5

Fuente:AGIES. Normas NR-3:2001. p. 17.

### 2.2.19. Corte basal

Se denomina de esta manera, debido a que el edificio se considera fijo en la base y se diseñará en cada dirección de análisis para resistir como mínimo el cortante basal estático equivalente; éste se calcula con base en lo propuesto por AGIES con la siguiente fórmula:

$$Vb = Cs \times Ws$$

Donde:

$W_s$  Debe de tomarse como el total de la carga muerta, más un 25% de la carga viva, se le considera como el peso de la masa del edificio capaz de generar fuerzas inerciales que contribuyan al cortante basal.

$C_s$  Es el coeficiente sísmico de diseño para cada dirección de análisis y se establece de la siguiente manera:

$$C_s = \frac{S_a \times (T)}{R}$$

Donde:

R = Factor de reducción

$T_A$  = Uno de los períodos de vibración que definen al espectro sísmico de diseño

T = Período fundamental de vibración de la estructura

$S_a \times (T)$  = Demanda sísmica de diseño para una estructura con período T



- **Período de vibración T**

No es más que el período fundamental de vibración de la edificación; puede asignársele el valor genérico empírico TE, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$TE = 0,09 \frac{h_n}{\sqrt{L}}$$

Donde:

L Es la distancia entre los ejes estructurales en la dirección de análisis, medida en metros.

$h_n$  Es la altura total de la estructura en metros desde la base o nivel del terreno; la base es el primer nivel de la estructura; restringido de vibrar libremente.

- **Período de vibración  $T_A$  y  $T_B$**

Estos valores, dependen directamente del perfil del suelo, donde se encontrará la estructura en análisis.

Tabla XVII. **Período de vibración**

	S1	S2	S3
TA	0,12	0,12	0,12
TB	0,4	0,60	1,00

Fuente: AGIES. NR-3:200, Normas. p. 14.

- **Demanda sísmica de diseño  $S_a \cdot T$**

Se utiliza para calcular el coeficiente sísmico de diseño ( $C_s$ ) y se determina de la siguiente manera:

$$S_a \times T = A_o \times D(T)$$

Donde:

Ao Es la aceleración máxima efectiva del terreno correspondiente al sismo básico de diseño, determinada en la tabla VIII.

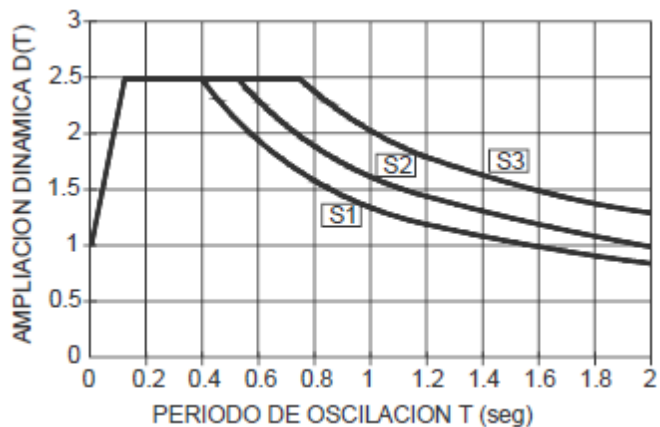
D (T) Es la función de ampliación dinámica. Ver tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Función de ampliación dinámica**

Condición	Función de ampliación dinámica
$T < T_A$	$D(T) = 1 + 1,5 T / T_A$
$T_A < T < T_B$	$D(T) = 2,5$
$T > T_B$	$D(T) = 2,5 (T_B / T)^{0,67}$

Fuente: AGIES. Normas NR-3:2001. p. 14.

Figura 6. **Función de ampliación dinámica**



Fuente: AGIES. Normas NR-3:2001. p. 14.

- **Factor de reducción de respuesta sísmica**

Se utiliza para reducir la respuesta elástica, dependerá del sistema estructural que se trabaje en el diseño y se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$R = 1,2R_o \times Q$$

Donde:

$R_o$  Es el factor genérico de reducción de respuesta sísmica, ver tabla XVIII

$Q$  Es un factor de calidad sismoresistente.

Tabla XIX. **Factor de reducción de respuesta sísmica**

Tipo de estructura	C	Sistema vertical sismo resistente	Factor $R_o$
Sistema de cajón	E1	Con muros estructurales de:	
		Mampostería reforzada	2,50
		Concreto reforzado	3,50
		Mampostería sin refuerzo	1,00
		Mampostería reforzada interiormente	1,70
		Madera	4,00
		Marcos arriostrados	3,00
Sistema combinado de muros y marcos	E3	Muros de mampostería reforzada	3,50
		Muros de concreto reforzado	4,50
		Marcos arriostrados en lugar de muros	
		Arriostres ordinarios	3,50
		Arriostres excéntricos	4,00

Fuente: AGIES. Normas NR-3:2001. p. 16.

- **Factor de calidad sismo resistente Q**

Evalúa la reacción de la edificación. Es específico para cada proyecto en particular y para cada dirección de análisis. El valor de Q no debe ser menor a 0,80; si no cumple, el proyecto debe modificarse para que llegue al valor mínimo, su valor numérico se integra mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 1 + 0,01 \sum q_i$$

Los valores de  $q_i$  serán analizados en las tablas X, XI, XII y XIII.

- **Distribución vertical de la fuerza de corte por piso**

El cortante basal, se distribuirá a lo alto de la estructura, tomando en cuenta para ello el peso de cada nivel y la posición en que se encuentra referente al nivel de piso; para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_j = C_{vj} \times V$$

Siendo:

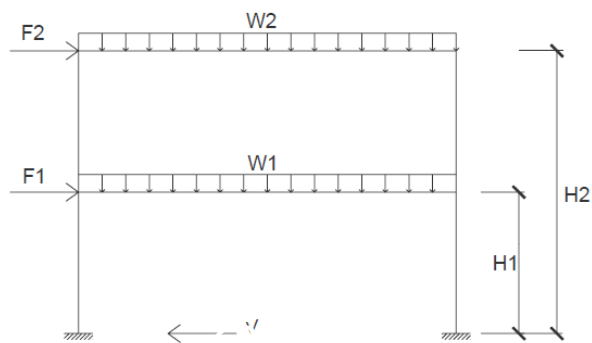
$$C_{vj} = \frac{W_j \times h_j^k}{\sum_{i=1}^n (W_i \times h_i^k)}$$

Donde:

- $F_j$  = cortante del nivel j
- $W_i$  = peso del nivel i
- $h_i$  = altura en metros del nivel de piso al nivel i
- $W_j$  = peso del nivel j

$h_j$  = altura en metros del nivel de piso al nivel j  
 $K$  = depende del período de la estructura siendo  
 $k = 1$  Si el período  $T \leq 0,50$   
 $k = 0,75 + 0,5 T$  Si el período  $T > 0,50$

Figura 7. **Distribución del corte basal en fuerzas por piso**



Fuente: elaboración propia.

## 2.2.20. Diseño del instituto

### 2.2.20.1. Diseño de la losa del primer nivel en ambos sentidos

Datos:

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

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

$$\text{Acabados} = 30 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{CV losa 1, 2 y 3} = 350 \text{ kg/m}^2$$

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

Espesor de losa

$$t = \frac{L}{20} \text{ Ec. 1}$$

$$t = \frac{P}{180} \text{ Ec. 2}$$

Si la relación  $m < 0,5$  use la Ec.1 si  $m > 0,5$  use Ec. 2 donde  $m=a/b$

Losa 1

$m = 4,00/6,00 = 0,66$  trabaja en dos sentido, por lo tanto se utiliza Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (4,00 + 6,00)}{180} = 0,11m$$

Losa 2

$m = 4,00/6,00 = 0,66$  trabaja en dos sentido, por lo tanto se aplica Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (4,00 + 6,00)}{180} = 0,11m$$

Losa 3

$m = 4,00/6,00 = 0,66$  trabaja en dos sentidos, por lo tanto se usa Ec. 2

$$t = \frac{2 \times (4,00 + 6,00)}{180} = 0,11m$$

Se tomará el espesor de losa mayor; en este caso como son iguales, entonces se usará un espesor de losa igual a 12 cm.

Integración de cargas:

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

$$CM = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,12m = 288 \text{ kg/m}^2$$

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

$$AC = \underline{30 \text{ kg/m}^2}$$

$$378 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,2 (378\text{kg/m}^2) + 1,6 (350 \text{ kg/m}^2) = 1\,013,60 \text{ kg/m}^2 \text{ (losa 1)}$$

$$CU = 1\,013,60\text{kg/m}^2 \text{ (losa 1)}$$

$$CU = 1\,013,60\text{kg/m}^2 \text{ (losa 2)}$$

$$CU = 1\,013,60\text{kg/m}^2 \text{ (losa 3)}$$

$$W_{1,2,y3} = 1\,013,60 \text{ kg/m}$$

Cálculo de momentos

Losa 1, 4, 5 y 6

$$\begin{aligned} M(+)_a &= C_a \times C_M \times a^2 + C_a \times C_V \times a^2 \\ &= 0,05 \times 1,2 \times 378 \times 4^2 + 0,062 \times 1,6 \times 350 \times 4^2 = 918,4 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_a = C_a \times C_U \times a^2 = 0,085 \times 1\,013,6 \times 4^2 = 1\,378,5 \text{ kg} - m$$

$$\begin{aligned} M(+)_b &= C_b \times C_M \times b^2 + C_b \times C_V \times b^2 \\ &= 0,009 \times 1,2 \times 378 \times 6^2 + 0,011 \times 1,6 \times 350 \times 6^2 \\ &= 368,73 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_b = C_b \times C_U \times b^2 = 0,015 \times 1\,013,6 \times 6^2 = 547,34 \text{ kg} - m$$

Losa 2 y 3

$$\begin{aligned} M(+)_a &= C_a \times C_M \times a^2 + C_a \times C_V \times a^2 \\ &= 0,034 \times 1,2 \times 378 \times 4^2 + 0,054 \times 1,6 \times 350 \times 4^2 \\ &= 730,60 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_a = C_a \times C_U \times a^2 = 0,083 \times 1\,013,6 \times 4^2 = 1\,346,06 \text{ kg} - m$$

$$\begin{aligned} M(+)_b &= C_b \times C_M \times b^2 + C_b \times C_V \times b^2 \\ &= 0,005 \times 1,2 \times 378 \times 6^2 + 0,009 \times 1,6 \times 350 \times 6^2 \\ &= 263,09 \text{ kg} - m \end{aligned}$$

$$M(-)_b = C_b \times C_U \times b^2 = 0,008 \times 1\,013,6 \times 6^2 = 291,92 \text{ kg} - m$$

Los valores de  $C_a$ ,  $C_b$ , para el cálculo de cada uno de los momentos, están dados por la relación  $a/b=m$  y los valores pueden encontrarse en el libro de Arthur Nilson, Diseño de estructuras de Concreto.

- **Balaneo de momentos en ambos sentidos**

Al momento de calcular el momento, se verifica si cumple con la condición  $0,8(M2) < M1$ ; donde M2 es el momento mayor y M1 el momento menor, si no cumple, se balancea por medio de rigideces.

Losas 1 y 2

$$M = \frac{1\,378,5 + 1\,346,06}{2} = 1\,362,28 \text{ kg} - m;$$

Losa 2 y 3

$$M = \frac{1\,0346,06 + 1\,346,06}{2} = 1\,346,06 \text{ kg} - m;$$

Losa 3 y 4

$$M = \frac{1\,346,06 + 1\,378,5}{2} = 1\,362,28 \text{ kg} - m;$$

Losa 5 y 6

$$M = \frac{1\,378,06 + 1\,378,06}{2} = 1\,378,06 \text{ kg} - m;$$

Cálculo del acero para la losa sentido Y

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing_{var.} = 12 - 2 - 0,475 = 9,52 \text{ cm}$$

$$As_{\min} = \frac{0,4 \times 14,1 \times b \times d}{f_y} = \frac{0,4 \times 14,1 \times 100 \times 9,52}{2\,810} = 1,91 \text{ cm}^2$$



Ahora se calcula el momento que resiste el As mín:

$$M = 0,9 \times (As \times Fy \times \left( \frac{d - As \times fy}{1,7f'c \times b} \right)) = 0,9(1,91 \times 2810 \left( \frac{9,52 - 1,91 \times 2810}{1,7 \times 210 \times 100} \right))$$

$$= 385,08 \text{ kg} - \text{m}$$

Para encontrar el As que requiere el máximo momento de las losas en el sentido Y, se usa una regla de tres simple.

$$1,91 \text{ cm}^2 \text{-----} 452,59 \text{ kg-m}$$

$$As \text{ -----} 547,34 \text{ kg-m}$$

$$As = 2,31 \text{ cm}^2$$

Como el área de acero mínimo es menor a la calculada con el momento máximo, entonces se usa el área de acero requerido, que es  $A_{req} = 2,31 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{Av \times 100}{As} = \frac{0,71 \times 100}{2,31} = 30,73 \text{ cm} ;$$

Se propuso usar varillas No. 3, verificando el espaciamiento máximo con la siguiente condición,  $S=3d$ ,  $S=3(9,52)=28,56$ ; entonces se usa  $S= 28 \text{ cm}$

Calculando el área de acero en el sentido X

$$1,91 \text{ cm}^2 \text{-----} 452,59 \text{ kg-m}$$

$$As \text{ -----} 1346,06 \text{ kg-m}$$

$$As = 4,68 \text{ cm}^2$$

Calculando espaciamiento

$$S = \frac{Av \times 100}{As} = \frac{0,71 \times 100}{4,68} = 16.15 \text{ cm}$$

Se toma S=15 cm

### 2.2.20.2. Diseño de la losa del segundo nivel

En vista que el cálculo para la losa del segundo nivel es exactamente lo mismo, únicamente se presentarán los refuerzos usados y el espaciamiento calculado.

Espesor de losa t = 12 cm

Sentido Y

$$1,91 \text{ cm}^2 \text{-----} 452,59 \text{ kg-m}$$

$$As \text{ -----} 547,34 \text{ kg-m}$$

As = 2,31 cm<sup>2</sup>; se propone usar varillas No. 3

$$S = \frac{Av \times 100}{As} = \frac{0,71 \times 100}{2,31} = 30,73 \text{ cm}$$

$$S = 28 \text{ cm}$$

Sentido X

$$1,91 \text{ cm}^2 \text{-----} 329,93 \text{ kg-m}$$

$$As \text{ -----} 1 \ 346,06 \text{ kg-m}$$

As = 4,68 cm<sup>2</sup>; se propone usar varillas No. 3

$$S = \frac{Av \times 100}{As} = \frac{0,71 \times 100}{4,68} = 16,15 \text{ cm}$$

$$S = 15 \text{ cm}$$

### **2.2.20.3. Análisis de una estructura de mampostería**

Para el análisis del instituto, existen varios métodos, los más conocidos son: el método realista y el método simplista; el método que se va a utilizar en este trabajo es el simplista, presentando una breve explicación de su funcionamiento.

#### **2.2.20.3.1. Análisis simplista**

Para la elaboración del análisis simple, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro, se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que esta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos, los cuales son: traslación en la misma dirección y rotación respecto del centro de rigidez, cuando no coincide con el centro de masa.
- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro; no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales, que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

### 2.2.20.3.2. Limitaciones del método simple

Como en cualquier método, siempre existen ventajas y limitaciones, por lo que este no es la excepción. Las limitaciones que presenta este método son las siguientes:

- Únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares.
- Supone rigidez mayor en el diafragma horizontal, que la presentada por los muros de corte.
- Para las estructuras cuya relación altura – largo ( $h / d$ ) en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4,0 los esfuerzos entre juntas de muros son tan grandes que los resultados se alejan de la realidad.

### 2.2.20.4. Cálculo del centro de masa, centro de rigidez y cálculo del corte basal

Datos:

$$F'm= 25 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$$

Alto total            6 m

1er nivel            3 m                    2do nivel            3 m

Grosor muro        0,15 m                Peso unidad        15 kg

Espesor losa        0,12m                Espesor entre piso 0,12m

Viva entrecimiso	350kg/m <sup>2</sup>	Sobrecarga	90 kg/m <sup>2</sup>
Viva terraza	100kg/m <sup>2</sup>		

Longitudes totales 1er nivel (m)		Longitudes totales 2do nivel (m)	
X	Y	X	Y
28,15	6,15	28,15	6,15
Distancias al centroide:		Distancias al centroide:	
CMX	CMY	CMX	CMY
14,075	3,075	14,075	3,075

Centro de masa de la losa del primer nivel:

$$CM_x = \frac{(28,15 \times 6,15 \times 14,075) - (4,00 \times 6,00 \times 2,00)}{(28,15 \times 6,15) - (4,00 \times 6,00)} = 16,018;$$

$$CM_y = \frac{(28,15 \times 6,15 \times 3,075) - (4,00 \times 6,00 \times 3,00)}{(28,15 \times 6,15) - (4,00 \times 6,00)} = 3,087$$

Centro de masa de la losa del segundo nivel:

$$CM_x = \frac{28,15 \times 6,15 \times 14,075}{28,15 \times 6,15} = 14,075; \quad CM_y = \frac{28,15 \times 6,15 \times 3,075}{28,15 \times 6,15} = 3,075$$

Peso de losa del primer nivel:

$$W_{losa} = (W_{con} \times t_{losa} + CV + SC) \times ((a \times b) - (a_1 \times b_1))$$

$$W_{losa} = (2\,400 \times 0,12 + 350 + 90) \times ((28,15 \times 6,15) - (2,00 \times 4,00))$$

$$W_{losa} = 108\,651,18 \text{ kg}$$

Peso de losa del segundo nivel:

$$W_{losa} = (W_{con} \times t_{losa} + CV) \times a \times b = (2\,400 \times 0,12 + 100) \times 28,15 \times 6,15$$

$$= 67\,161,53 \text{ kg}$$

A continuación se presenta la identificación de cada muro y sus coordenadas cartesianas del primer nivel (ver figura en apéndice).

Tabla XX. **Coordenadas de muros**

	ID MURO	COORDENADAS C.M.		LONGITUD m
		X	Y	
<b>Muro sentido X</b>	1	2,000	0,000	4,000
	2	5,390	0,000	2,780
	3	10,000	0,000	4,000
	4	13,390	0,000	2,780
	5	22,390	0,000	2,780
	6	26,000	0,000	4,000
	7	2,000	6,000	4,000
	8	6,000	6,000	4,000
	9	10,000	6,000	4,000
	10	14,000	6,000	4,000
	11	17,000	6,000	2,000
	12	19,000	6,000	2,000
	13	22,000	6,000	4,000
	14	26,000	6,000	4,000
<b>Muro sentido Y</b>	15	0,000	1,500	3,000
	16	0,000	4,500	3,000
	17	8,000	1,500	3,000
	18	8,000	4,500	3,000
	19	16,000	1,500	3,000
	20	16,000	4,500	3,000
	21	20,000	1,500	3,000
	22	20,000	4,500	3,000
	23	28,000	1,500	3,000
	24	28,000	4,500	3,000

Fuente: elaboración propia.

Ahora que se conoce la identificación de cada muro, se procede a calcular la rigidez.

La rigidez se calcula para el sentido en que la carga está afectando al muro, ya que en el otro sentido son los muros perpendiculares los que resisten la carga; a continuación se resume la rigidez de los muros restantes.

$$K1 = \frac{E \times l \times t}{h \left( \left( \frac{h}{t} \right)^2 + 3 \right)} = \frac{750 \times 25 \times 4 \times 0,15}{3 \left( \left( \frac{3}{0,15} \right)^2 + 3 \right)} = 9,305$$

k <sub>1</sub> = 9,305	k <sub>2</sub> = 6,467	k <sub>3</sub> = 9,305	k <sub>4</sub> = 6,467
k <sub>5</sub> = 6,467	k <sub>6</sub> = 9,305	k <sub>7</sub> = 9,305	k <sub>8</sub> = 9,305
k <sub>9</sub> = 9,305	k <sub>10</sub> = 9,305	k <sub>11</sub> = 4,653	k <sub>12</sub> = 4,653
k <sub>13</sub> = 9,305	k <sub>14</sub> = 9,305	k <sub>15</sub> = 6,979	k <sub>16</sub> = 6,979
k <sub>17</sub> = 6,979	k <sub>18</sub> = 6,979	k <sub>19</sub> = 6,979	k <sub>20</sub> = 6,979
k <sub>21</sub> = 6,979	k <sub>22</sub> = 6,979	k <sub>23</sub> = 6,979	k <sub>24</sub> = 6,979
k <sub>25</sub> = 6,979			

Ahora se procede a conocer el peso de cada muro dado en kilogramos.

$$W_{muro1} = 12,5 \times W_{mamposteria} \times h \times l = 12,5 \times 15 \times 3 \times 4 = 2\,250,00 \text{ kg}$$

W <sub>1</sub> = 2 250,00	W <sub>2</sub> = 1 563,75	W <sub>3</sub> = 2 250,00	W <sub>4</sub> = 1 563,75
W <sub>5</sub> = 1 563,75	W <sub>6</sub> = 2 250,00	W <sub>7</sub> = 2 250,00	W <sub>8</sub> = 2 250,00
W <sub>9</sub> = 2 250,00	W <sub>10</sub> = 2 250,00	W <sub>11</sub> = 1 125,00	W <sub>12</sub> = 1 125,00
W <sub>13</sub> = 2250,00	W <sub>14</sub> = 2 250,00	W <sub>15</sub> = 1 687,50	W <sub>16</sub> = 1 687,50
W <sub>17</sub> = 1687,50	W <sub>18</sub> = 1 687,50	W <sub>19</sub> = 1 687,50	W <sub>20</sub> = 1 687,50
W <sub>21</sub> = 1687,50	W <sub>22</sub> = 1 687,50	W <sub>23</sub> = 1687,50	W <sub>24</sub> = 1687,50

Ya que se tiene el peso y la rigidez de cada muro, se procede a calcular el peso por su coordenada.

$$W_{muro1} \times X1 = 2\,250 \times 2 = 4\,500$$

En la siguiente tabla, se muestra el resultado para los muros restantes.

Tabla XXI. **Peso del muro por su coordenada**

	ID	X	Y
<b>Muro sentido X</b>	1	4 500,00	0
	2	8 428,61	0
	3	22 500,00	0
	4	20 938,61	0
	5	35 012,36	0
	6	58 500,00	0
	7	4 500,00	13 500,00
	8	13 500,00	13 500,00
	9	22 500,00	13 500,00
	10	31 500,00	13 500,00
	11	19 125,00	6 750,00
	12	21 375,00	6 750,00
	13	49 500,00	13 500,00
	14	58 500,00	13 500,00
<b>Muro sentido Y</b>	15	0	2 531,25
	16	0	7 593,75
	17	13 500,00	2 531,25
	18	13 500,00	7 593,75
	19	27 000,00	2 531,25
	20	27 000,00	7 593,75
	21	33 750,00	2 531,25
	22	33 750,00	7 593,75
	23	47 250,00	2 531,25
	24	47 250,00	7 593,75

Fuente: elaboración propia.



La sumatoria total es:

$$X = 613\,379,59 \quad Y = 145\,125$$

$$CM_x = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{613\,379,59}{44\,066,25} = 13,92 \quad CM_y = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{145\,125}{44\,066,25} = 3,29$$

Ahora se combina el centro de masa de muros y de losa, para obtener el verdadero centro de masa:

$$CM_x = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{16,02 \times 108\,561,18 + 13,92 \times 44\,066,25}{108\,561,18 + 44\,066,25} = 15,41$$

$$CM_y = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{3,09 \times 108\,561,18 + 3,29 \times 44\,066,25}{108\,561,18 + 44\,066,25} = 3,15$$

Se calcula el centro de rigidez, de la siguiente forma:

$$CR_x = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki} \quad CR_y = \frac{\sum xi \times ki}{\sum ki}$$

Primero se calculará la distancia al centroide por su rigidez, y se resume la siguiente tabla:

$$X1 \times K1 = 0,00 \times 9,305 = 0,00$$

Tabla XXII. Centroide del muro por su rigidez

Muro sentido X	ID	Y <sub>1</sub> ×K <sub>1</sub>
	1	0,000
	2	0,000
	3	0,000
	4	0,000
	5	0,000
	6	0,000
	7	55,831
	8	55,831
	9	55,831
	10	55,831
	11	27,916
	12	27,916
	13	55,831
	14	55,831

Muro sentido Y	ID	X <sub>1</sub> ×K <sub>1</sub>
	15	0,000
	16	0,000
	17	55,831
	18	55,831
	19	111,663
	20	111,663
	21	139,578
	22	139,578
	23	195,409
24	195,409	

Fuente: elaboración propia.

$$CRx = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki} = \frac{390,819}{182,24} = 2,14$$

$$CRy = \frac{\sum xi \times ki}{\sum ki} = \frac{1\ 004,963}{182,24} = 5,51$$

Teniendo el centro de masa y el centro de rigidez, se calcula la excentricidad real y la de diseño, que vienen dadas por la siguiente ecuación:

$$e_{realx} = |CMx - CRx| = |15,41 - 2,14| = 13,27 \text{ m}$$

$$e_{realy} = |CMy - CRy| = |3,15 - 5,51| = 2,36 \text{ m}$$

$$e_{diseñox} = 1,5 \times e_{realx} + 0,05 \times lx = 1,5 \times 13,27 + 0,05 \times 28,15 = 21,31$$

$$e_{diseño}y = 1,5 \times e_{real}y + 0,05 \times ly = 1,5 \times 2,36 + 0,05 \times 6,15 = 3,8$$

Para obtener el centro de masa y el centro de rigidez del segundo nivel, es exactamente el mismo procedimiento, por lo que solo se mostrarán los resultados que interesan, los cuales son los centros de masa, rigidez y las excentricidades de diseño.

Centro de rigidez 1er nivel	X	Y
	2,14	5,51

Centro de masa 1er nivel	X	Y
	15,41	3,15

$$e_{diseño}x = 21,31$$

$$e_{diseño}y = 3,85$$

Centro de rigidez 2do nivel	X	Y
	2,14	5,51

Centro de masa 2do nivel	X	Y
	14,01	3,16

$$e_{diseño}x = 19,21$$

$$e_{diseño}y = 3,84$$

Al haber obtenido las excentricidades y los centros de masa, se procede a calcular el corte basal, con base en las normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), donde los parámetros que se necesitan, se mencionaron con anterioridad.

$$Vb = Cs \times W$$

$$Cs = \frac{Sa(T)}{R}$$

$$Sa(T) = Ao \times D(T)$$

$$R = 1,2 \times Ro \times Q$$

$$Ro = 2,5 \text{ Cuadro 1.1 AGIES NR - 3: 2001}$$

$$Ao = 0,4 \text{ Cuadro 3.2 AGIES NR - 2: 2000}$$

$$T = 0,09 \times \frac{h}{\sqrt{l}} = 0,09 \times \frac{6}{\sqrt{28,15}} = 0,10$$

Perfil del suelo S2 Sección 3.3.3.1. AGIES NR - 2: 2000

$$Ta = 0,12; Tb = 0,4 \text{ Cuadro 3.4 AGIES NR - 2: 2000}$$

$$D(T) = 2,5 \text{ Cuadro 3.3 AGIES NR - 2: 2000}$$

Tabla XXIII. Configuración del edificio

Nombre de la edificación <u>Instituto Básico Aldea Rosario Monte María</u>					
Clasificación de la obra <u>Importante</u>					
Índice de sismicidad del sitio <u>5</u>					
Nivel de protección requerido <u>D</u> Asignado _____					
Perfil del suelo <u>S2</u>					
Aceleración máxima efectiva del terreno $A_0$ <u>0.4</u>					
Tipo de estructura <u>Tipo Cajón</u>					
Descripción de la estructura					
Número de pisos bajo el suelo <u>0</u> Sobre el suelo <u>2</u>					
Altura total bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>6</u>					
Longitud $X_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>28,15</u>					
Longitud $Y_{máx}$ bajo el suelo _____ Sobre el suelo <u>6,15</u>					
Configuración de la edificación	Dirección del análisis			Valores $q_i$ referencia	
	X	Ambos	Y	min.	Máx.
Redundancia estructural					
Número de tramos	$q_1 = \underline{2,5}$		$q_1 = \underline{2,5}$	-3	2,5
Número de ejes estructurales	$q_2 = \underline{2,5}$		$q_2 = \underline{2,5}$	-3	2,5
Presencia de muros o riostras	$q_3 = \underline{2,5}$		$q_3 = \underline{2,5}$	0	3,5
Configuración en planta					
Regularidad en planta		$q_4 = \underline{2,5}$		-3	2,5
Excentricidad en planta	$q_5 = \underline{1}$		$q_5 = \underline{1}$	-3	5
Configuración vertical					
Regularidad vertical	$q_6 = \underline{0}$		$q_6 = \underline{0}$	-12	0

Fuente: elaboración propia.

La sumatoria de los  $q_i$  es 11

$$Q = 1 + 0,01 \sum q_i = 1 + 0,01 \times 11 = 1,11$$

$$S_a(T) = 0,4 \times 2,5 = 1,0$$

$$R = 1,2 \times 2,5 \times 1,11 = 3,33$$

$$C_s = \frac{1}{3,33} = 0,30$$

$$V_b = 0,30 \times 266\,462,05 = 80\,018,63 \text{ kg}$$

Se distribuye el corte basal en los dos niveles del instituto, con la siguiente ecuación:

$$F_j = C_{vj} V_B \text{ (Ec. 2.8 AGIES NR - 3: 2001)}$$

$$C_{vj} = \frac{W_j h_j^k}{\sum_{i=1}^n (W_j h_j^k)} \text{ (Ec. 2.9 AGIES NR - 3: 2001)}$$

Donde:

$F_j$ : es el cortante de cedencia en el nivel "j" de la edificación;

$W_j$ : es el peso asignado al nivel "j" de la edificación;

$h_j$ : es la altura en metros del nivel "j" sobre la base de la edificación;

$$F_1 = \frac{152\,627,43 \times 3 \times 80\,018,63}{(152\,627,43 \times 3 + 113\,834,62 \times 6)} = 32\,114,50 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{113\,834,62 \times 6 \times 80\,018,63}{(152\,627,43 \times 3 + 113\,834,62 \times 6)} = 47\,904,13 \text{ kg}$$

Según las normas de AGIES, se debe calcular las derivas máximas permisibles y en función del nivel de protección de la estructura se usa la siguiente ecuación:

$$\Delta = 0,012 \times (h_i - h_{i-1}) \text{ Sección 9.4.3. AGIES NR - 2: 2000}$$

$$\Delta_1 = 0,012 \times (6 - 3) \times 1\,000 = 36 \text{ mm}$$

$$\Delta_2 = 0,012 \times (6 - 3) \times 1\,000 = 36 \text{ mm}$$

$$\Delta_{total} = 0,012 \times (6) \times 1\,000 = 72 \text{ mm}$$

Para calcular el corte en cada muro, se necesita conocer la distancia al centro de rigidez y el momento polar de inercia.

Distancia al centro de rigidez:

$$\text{muro 1 } x_k = y_k - Y = 5,51 - 0,00 = 5,51$$

$$\text{muro 20 } y_k = x_k - X = 2,14 - 16,00 = -13,86$$

Momento polar de inercia:

$$\text{muro 1 } J_{px} = k_x \times (x_k)^2 = 9,305 \times (5,51)^2 = 282,96$$

$$\text{muro 20 } J_{py} = k_y \times (y_k)^2 = 6,979 \times (-13,86)^2 = 1\,339,78$$

Tabla XXIV. Momento polar de inercia

Muro sentido X	ID	X	Jpx
	1	5,514	282,961
	2	5,514	196,658
	3	5,514	282,961
	4	5,514	196,658
	5	5,514	196,658
	6	5,514	282,961
	7	-0,486	2,194
	8	-0,486	2,194
	9	-0,486	2,194
	10	-0,486	2,194
	11	-0,486	1,097
	12	-0,486	1,097
	13	-0,486	2,194
	14	-0,486	2,194

Muro sentido Y	ID	Y	Jpy
	15	2,144	32,095
	16	2,144	32,095
	17	-5,856	239,285
	18	-5,856	239,285
	19	-13,856	1 339,775
	20	-13,856	1 339,775
	21	-17,856	2 225,008
	22	-17,856	2 225,008
	23	-25,856	4 665,449
	24	-25,856	4 665,449

Fuente: elaboración propia.

Carga lateral

$$muro1 CLx = \frac{k_x \times (F1 + F2)}{\sum k_x} = \frac{9,305 \times (32\ 114,50 + 47\ 904,13)}{182,24} = 4\ 085,71\ kg$$

$$muro20 CLy = \frac{k_y \times (F1 + F2)}{\sum k_y} = \frac{6,979 \times (32\ 114,50 + 47\ 904,13)}{182,24} = 3\ 064,28\ kg$$



Carga por torsión

$$\begin{aligned} \text{muro 1 } C_{tx} &= \frac{[e_x(F1 + F2) + 0,3e_x(F1 + F2)]k_x x_k}{\sum Jp} \\ &= \frac{[21,31(32\ 114,50 + 47\ 904,13) + 0,3 \times 21,31(32\ 114,50 + 47\ 904,13)]9,305 \times 5.51}{18\ 457,44} \\ &= 6\ 162,532\ \text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{muro 20 } C_{ty} &= \frac{[e_y(F1 + F2) + 0.3e_y(F1 + F2)]k_y x_y}{\sum Jp} \\ &= \frac{[3,86(32\ 114,50 + 47\ 904,13) + 0,3 \times 3,86(32\ 114,50 + 47\ 904,13)]6,979 \times (2,144)}{18\ 457,44} \\ &= 2\ 103,50\ \text{kg} \end{aligned}$$

Carga total

$$C_{total} = CL + Ct$$

$$\text{muro 1 } C_{total} = 4\ 085,716 + (6\ 162,532) = 10\ 248,20\ \text{kg}$$

$$\text{muro 20 } C_{total} = 3\ 064,28 + (2\ 103,50) = 3\ 064,283\ \text{kg}$$

Tabla XXV. **Carga lateral, torsión y carga total**

	ID	C. lateral	C. torsión	C total
		X (kg)	X (kg)	X (kg)
<b>Muro sentido X</b>	1	4 085,7101	6162,5321	10248,24
	2	2 839,5685	4 282,9598	7 122,528
	3	4085,7101	6 162,5321	10248,24
	4	2 839,5685	4 282,9598	7 122,528
	5	2 839,5685	4 282,9598	7 122,528
	6	4 085,7101	6 162,5321	10248,24
	7	4 085,7101	-542,6452	542,6452
	8	4085,7101	-542,6452	542,6452
	9	4 085,7101	-542,6452	542,6452
	10	4 085,7101	-542,6452	542,6452
	11	2 042,8551	-271,3226	271,3226
	12	2 042,8551	-271,3226	2314,178
	13	4 085,7101	-542,6452	4628,355
	14	4 085,7101	-542,6452	4 628,355

	ID	C. lateral	C. torsión	C total
		Y (kg)	Y (kg)	Y (kg)
<b>Muro sentido Y</b>	15	3 064,283	325,517	3 064,2826
	16	3 064,283	325,517	3 064,2826
	17	3 064,283	-888,816	3 064,2826
	18	3 064,283	-888,816	3 064,2826
	19	3 064,283	-2 103,150	3 064,2826
	20	3 064,283	-2 103,150	3 064,2826
	21	3 064,283	-2 710,317	3 064,2826
	22	3 064,283	-2 710,317	3 064,2826
	23	3 064,283	-3 924,650	3 064,2826
	24	3 064,283	-3 924,650	3 064,2826

Fuente: elaboración propia.

Ya que se conoce la carga en cada muro, se puede calcular el momento que actúa en cada uno y su deriva, para ver si se cumple con las derivas máximas permitidas.

$$\text{muro 1} \quad M_x = C_{total} \times h = 10\,248,20 \times 3 = 30\,744,735 \text{ kg} - m$$

$$\text{muro 20} \quad M_y = C_{total} \times h = 3\,064,283 \times 3 = 9\,192,848 \text{ kg} - m$$

Deriva de muro

$$\Delta_x = \frac{1,2Ct \times h}{0,4 \times 750f'm \times t \times l} + \frac{Ct \times h^3}{3 \times 750f'm \times \frac{t \times l^3}{12}}$$

Muro 1

$$\Delta_x = \left[ \frac{1,2 \times 10\,248,20 \times 3}{0,4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0,15 \times 4} + \frac{10\,248,20 \times 3^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0,15 \times 4^3}{12}} \right]$$

$$= 0,00143 \text{ m} = 1,435 \text{ mm}$$

Muro 20

$$\Delta_x = \left[ \frac{1,2 \times 9\,192,848 \times 3}{0,4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0,15 \times 3,00} + \frac{9\,192,848 \times 3^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0,15 \times 3^3}{12}} \right]$$

$$= 0,000763 \text{ m} = 0,7630 \text{ mm}$$

Deriva máxima del primer nivel

$$\Delta_1 = 36 \text{ mm}$$

Como la deriva de ambos muros es menor a la deriva máxima permitida, el cálculo está bien y en la siguiente tabla se resumen los muros restantes.

Tabla XXVI. **Momento y deriva de muros**

	ID	MOMENTO	DERIVA
		X (kg-m)	X (mm)
<b>Muro sentido X</b>	1	30744.727	1.435
	2	21367.585	2.093
	3	30744.727	1.435
	4	21367.585	2.093
	5	21367.585	2.093
	6	30744.727	1.435
	7	1627.935	0.076
	8	1627.935	0.076
	9	1627.935	0.076
	10	1627.935	0.076
	11	813.967	0.174
	12	6942.533	1.481
	13	13885.066	0.648
	14	13885.066	0.648

	ID	MOMENTO	DERIVA
		Y (kg-m)	Y (mm)
<b>Muro sentido Y</b>	15	9192.8478	0.763
	16	9192.8478	0.763
	17	9192.8478	0.763
	18	9192.8478	0.763
	19	9192.8478	0.763
	20	9192.8478	0.763
	21	9192.8478	0.763
	22	9192.8478	0.763
	23	9192.8478	0.763
	24	9192.8478	0.763

Fuente: elaboración propia.

$$K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times M}{t \times (h \times 100)^2 \times Fb}}}{2}$$

$$Fb = 1,6f'm \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 1,6 \times 25 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 17,78$$

$$\text{muro 1 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 30\,744,727 \times 100}{0,15 \times 100 (3 \times 100)^2 \times 17,78}}}{2} = 0,283$$

$$\text{muro 20 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 9\,192,847 \times 100}{0,15 \times 100 (3 \times 100)^2 \times 17,78}}}{2} = 0,079$$

$$j = 1 - \frac{K}{3}$$

$$\text{muro 1 } j = 1 - \frac{0,283}{3} = 0,906$$

$$\text{muro 20 } j = 1 - \frac{0,079}{3} = 0,974$$

$$F_s = \frac{1}{2} f_y$$

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y \quad \text{si no se cuenta con la supervisión adecuada}$$

En este trabajo se tomó la decisión de elegir la segunda, ya que es un caserío y puede que no exista una supervisión adecuada.

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 2\,810 = 468 \text{ kg/cm}^2$$

Luego se procede al cálculo de la cuantía ( $\rho$ ) de acero, vertical y horizontal

$$\rho_v = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0,0007$$

$$\rho_h = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0,0015$$

$$\text{muro 1 } \rho_v = \frac{30\,744.73 \times 100}{(0,15 \times 100)(3 \times 100)^2 \times 468 \times 0,906} = 0,00540 \geq 0,0007 \text{ ok}$$

$$\text{muro 20 } \rho_v = \frac{9\,192.85 \times 100}{(0,15 \times 100)(3 \times 100)^2 \times 468 \times 0,974} = 0,0015 \geq 0,0007 \text{ ok}$$

$$\text{muro 1 } \rho_h = \frac{30\,744.73 \times 100}{(0,15 \times 100)(3 \times 100)^2 \times 468 \times 0,906} = 0,00150 \geq 0,0015 \text{ ok}$$

$$\text{muro 20 } \rho h = \frac{9\,192,85 \times 100}{(0,15 \times 100)(3 \times 100)^2 \times 468 \times 0,974} = 0,0015 \geq 0,0015 \text{ ok}$$

Tabla XXVII. **Cuantía de acero vertical y horizontal**

	ID	VALOR DE K	VALOR DE j	VALOR DE ρ VERTICAL	VALOR DE ρ HORIZONTAL
<b>Muro sentido X</b>	1	0,283	0,906	0,0054	0,0015
	2	0,190	0,937	0,0036	0,0015
	3	0,283	0,906	0,0054	0,0015
	4	0,190	0,937	0,0036	0,0015
	5	0,190	0,937	0,0036	0,0015
	6	0,283	0,906	0,0054	0,0015
	7	0,014	0,995	0,0007	0,0015
	8	0,014	0,995	0,0007	0,0015
	9	0,014	0,995	0,0007	0,0015
	10	0,014	0,995	0,0007	0,0015
	11	0,007	0,998	0,0007	0,0015
	12	0,059	0,980	0,0011	0,0015
	13	0,121	0,960	0,0023	0,0015
	14	0,121	0,960	0,0023	0,0015

	ID	VALOR DE K	VALOR DE j	VALOR DE ρ VERTICAL	VALOR DE ρ HORIZONTAL
<b>Muro sentido Y</b>	15	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	16	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	17	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	18	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	19	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	20	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	21	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	22	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	23	0,079	0,974	0,0015	0,0015
	24	0,079	0,974	0,0015	0,0015

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los valores requeridos en los muros, tanto en sentido vertical como en sentido horizontal y la cuantía de acero, se puede conocer el área de acero que necesita cada muro, tanto verticalmente como horizontalmente.

Al conocer el área de acero que requiere cada muro, se pueda distribuir en mochetas para el área vertical y en soleras para el área horizontal.

Área de acero vertical  $As = \rho_v \times t \times L$

Área de acero horizontal  $As = \rho_h \times h_i \times t$

Área de acero vertical

$$\text{muro 1 } As = 0,0054 \times (0,15 \times 100) \times (4 \times 100) = 32,214 \text{ cm}^2$$

$$\text{muro 20 } As = 0,0015 \times (0,15 \times 100) \times (3 \times 100) = 6,719 \text{ cm}^2$$

Área de acero horizontal

$$\text{muro 1 } As = 0,00150 \times (0,15 \times 100) \times (3 \times 100) = 6,750 \text{ cm}^2$$

$$\text{muro 14 } As = 0,00150 \times (0,15 \times 100) \times (3 \times 100) = 6,750 \text{ cm}^2$$

Tabla XXVIII. **Distribución de área de acero del primer nivel, horizontal y vertical**

	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	<b>Muro sentido X</b>	1	6,75
2		6,75	15.046
3		6,75	32.214
4		6,75	15.046
5		6,75	15.046
6		6,75	32.214
7		6,75	4.200
8		6,75	4.200
9		6,75	4.200
10		6,75	4.200
11		6,75	2.100
12		6,75	3.360
13		6,75	13.728
14		6,75	13.728

	ID	As HORIZONTAL	As VERTICAL
	<b>Muro sentido Y</b>	15	6,75
16		6,75	6.719
17		6,75	6.719
18		6,75	6.719
19		6,75	6.719
20		6,75	6.719
21		6,75	6.719
22		6,75	6.719
23		6,75	6.719
24		6,75	6.719

Fuente: elaboración propia.

Conociendo el área de acero de cada muro del primer nivel, se calcula el área de acero para cada muro del segundo nivel, ya que el procedimiento es el mismo, solo se presentarán los resultados en el siguiente resumen.



Tabla XIXV. **Distribución de área de acero del segundo, horizontal y vertical**

<b>Muro sentido X</b>	<b>ID</b>	<b>As HORIZONTAL</b>	<b>As VERTICAL</b>
	A	6,750	20.593
	B	6,750	14.025
	C	6,750	20.593
	D	6,750	14.025
	E	6,750	14.025
	F	6,750	20.593
	G	6,750	4.200
	H	6,750	4.200
	I	6,750	4.200
	J	6,750	4.200
	K	6,750	4.200
	L	6,750	6.271
M	6,750	12.791	
N	6,750	12.791	

<b>Muro sentido Y</b>	<b>ID</b>	<b>As HORIZONTAL</b>	<b>As VERTICAL</b>
	O	6,750	8.959
	P	6,750	8.959
	Q	6,750	8.959
	R	6,750	8.959
	S	6,750	8.959
	T	6,750	8.959
	U	6,750	8.959
	V	6,750	8.959
	W	6,750	8.959
X	6,750	8.959	

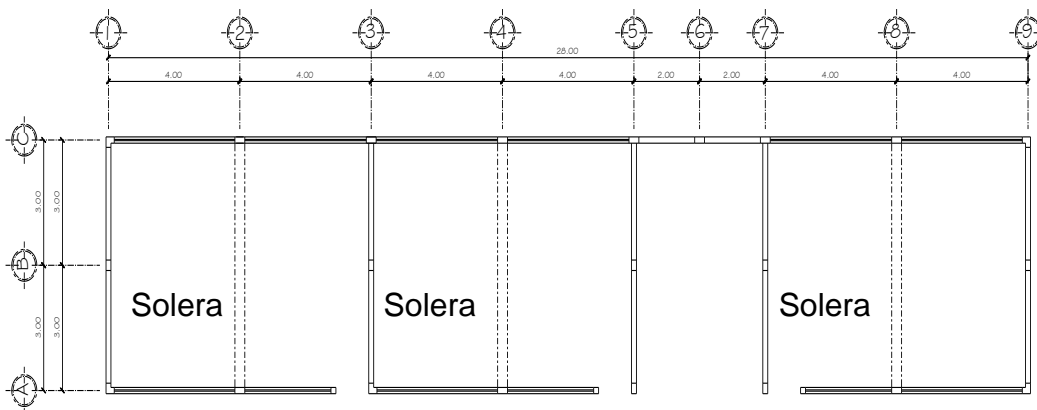
Fuente: elaboración propia.

Para la distribución realizada del área de acero, en soleras y mochetas ver los planos constructivos anexados.

### 2.2.20.5. Diseño de soleras

Se diseñarán soleras para reforzar el diseño en el sentido vertical.

Figura 8. Distribución de áreas de losas para soleras



Fuente: elaboración propia.

Área de losas (m<sup>2</sup>):

$$\text{LOSA 1} = 24,00 \text{ m}^2$$

Como todas las losas tienen las mismas dimensiones, entonces las demás son de 24,00 (m<sup>2</sup>).

Área de losas distribuidas que le llegan a las soleras (m<sup>2</sup>):

$$V1 = 16,00 \text{ m}^2$$

Primer nivel

$$\text{Carga muerta } CM = \gamma_c \times t_{\text{losa}} + \text{sobre carga} = 2400 \times 0,12 + 90 = 378 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Carga viva } CV = 350 \text{ kg/cm}^2$$

Segundo nivel

Carga muerta  $CM = \gamma_c \times t_{losa} + \text{sobre carga} = 2\,400 \times 0,12 + 90 = 378 \text{ kg/cm}^2$

Carga viva  $CV = 100 \text{ kg/cm}^2$

Primer nivel

Carga muerta distribuida solera 1  $WM = \frac{CM \times A}{l} = \frac{378 \times 16}{6} = 1\,008 \text{ kg/m}$

Carga viva distribuida solera 1  $WV = \frac{CV \times A}{l} = \frac{350 \times 16}{6} = 933,33 \text{ kg/m}$

Carga muerta distribuida (kg/m)

V1= 1 008 kg/m

Carga viva distribuida (kg/m)

V1= 933,33 kg/m

Peso propio = 240 kg/m

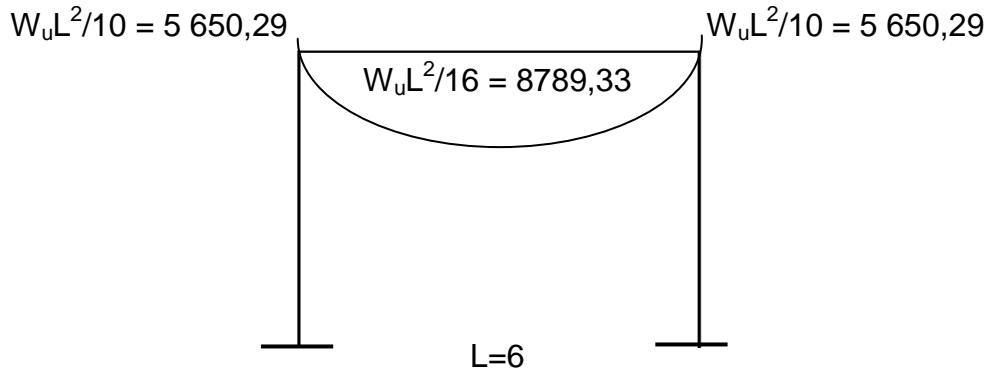
Carga muerta total distribuida

$W_u = 1,6 (WM) + 1,2 (P.P. + S.C) \text{ (kg/m)}$

$W_u = 2\,815,33 \text{ kg/m}$

Conociendo las cargas distribuidas para las soleras, se realiza un pequeño análisis estructural para el marco más crítico del edificio, por el método 3 del ACI-318S 8.3.3; el cual no se detallará ya que no es el tema de este trabajo, únicamente se mostrarán los resultados obtenidos.

Figura 9. Valores de los momentos en la estructura



Fuente: elaboración propia.

Ya que se tiene el análisis estructural, se procede al diseño de las soleras; en este caso que todas son iguales, se diseñará una y se tomarán los datos de esta para las demás.

#### Predimensionamiento de solera

1er. nivel	2do. nivel
$b = 25 \text{ cm}$	$b = 20 \text{ cm}$
$d = 40 \text{ cm}$	$d = 28 \text{ cm}$

#### Área de acero

$$As_{\text{mín}} = \frac{14,1}{fy} \times b \times d = \frac{14,1}{2\,810} \times 25 \times 34 = 4,27 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = 0,85\beta \frac{f'c}{fy} \left( \frac{6\,090}{fy + 6\,090} \right) = 0,85 \times 0,85 \frac{210}{2\,810} \left( \frac{6\,090}{2\,810 + 6\,090} \right) = 0,0369$$

$$As_{\text{máx}} = \rho_{bal} \times b \times d = 0,0369 \times 25 \times 34 = 31,40 \text{ cm}^2$$

Los momentos de la solera 1 son:

1er. Nivel	2do. Nivel
M (-)1 = 5 650,29 kg – m	M (-)1 = 3 590,40 kg – m
M (+) = 8 789,33 kg – m	M (+) = 5 585,07 kg – m
M (-)2 = 5 650,29 kg – m	M (-)2 = 3 590,40 kg – m

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

$$As = \left( 25 \times 34 - \sqrt{(25 \times 34)^2 - \frac{5\,650,29 \times 25}{0,003825 \times 210}} \right) \frac{0,85 \times 210}{2\,810} = 10,03 \text{ cm}^2$$

Soleras

Primer nivel (cm <sup>2</sup> )	Segundo nivel (cm <sup>2</sup> )
As <sub>1</sub> = 6,94	As <sub>1</sub> = 5,14
As <sub>+</sub> = 11,28	As <sub>+</sub> = 11,38
As <sub>2</sub> = 6,94	As <sub>2</sub> = 5,14

El armado que se propone es el siguiente:

As 1= 6,94

Cama superior	Asmín	4,27		
	33% As	2,29	5,08	4 # 4
	Tensión	1,86	1,86	2#4
As +=11,28				
Cama inferior	As min	4,27		
	4 varillas	7,92	7,92	4 # 5
	50% As+	5,64		
	50% As-	3,47		
	Tensión	3,36	3,36	2 # 5

La propuesta para las soleras internas, exteriores y las del segundo nivel, es que el área de acero sea cubierta por el refuerzo que se coloca corrido; ver anexos.

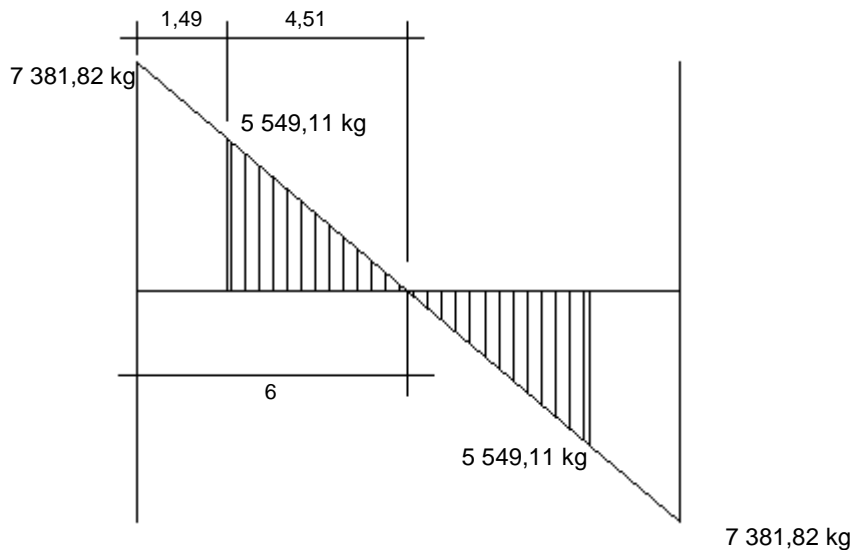
Conociendo el área de acero que resiste la flexión, se debe calcular el acero necesario, para contrarrestar el cortante que actúa en la solera.

$$V_{cu} = \phi 0,53 (\sqrt{f'c}) bd = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 34 = 5\,549,11 \text{ kg}$$

$$V_{actuante} = 7\,381,82 \text{ kg}$$

$$V_s = V_{actuante} - V_{cu} = 7\,381,82 - 5\,549,11 = 1\,832,71 \text{ kg}$$

Figura 10. Diagrama de corte en solera



Fuente: elaboración propia.

Espaciamiento:

$$s = \frac{A_v \times f_v \times d}{v_s} = \frac{2 \times 0,71 \times 2810 \times 34}{1\,794,08} = 75,61 \text{ cm}$$

124

El espaciamiento obtenido, es mayor a  $d/2$ , el espaciamiento será de  $d/2 = 17$  cm, y en los nudos se confinará a no mas de  $d/4 = 9$  cm según el ACI capítulo 21 a una distancia de  $2h$  a partir del nudo, ver planos constructivos en anexos.

### 2.2.20.6. Diseño de la cimentación

En el diseño de cimentación, se realizó un estudio de suelo para el cual se hizo un ensayo triaxial (ver hoja de resultados en anexos); con este resultado se puede calcular el valor soporte del suelo de la siguiente manera:

#### 2.2.20.6.1. Diseño del cimientto corrido

t cimientto	20	cm	CM	2 376,90	kg/m
CV	2 240, 00	kg/m	df	1	m
f'c	210	kg/cm <sup>3</sup> fy	2810	kg/cm <sup>3</sup>	
γs	1 100	kg/m <sup>3</sup>	Cu	4 270	kg/m <sup>3</sup>
∅	18.06°				

Con los anteriores valores se calcula el valor soporte del suelo.

$$\begin{aligned}
 qu &= CuNc + qNq + \frac{1}{2} \gamma BN\gamma \\
 &= (4\ 270)(15,12) + (1\ 100)(6,04) + (0,5)(0,4)(1\ 100)(2,59) \\
 &= 71\ 776,20\ kg/m^2
 \end{aligned}$$

Donde  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son factores de capacidad de carga de Terzaghi; conocido el valor de carga última se encuentra el valor de carga mayorado, aplicándole un factor de seguridad; en este caso se utilizará  $FS=5$ .

$$q_u = \frac{q_e}{FS} = \frac{71\,776,20}{5} = 14\,355,24 \text{ kg/m}^2$$

$$q_e = q_u - \gamma_c \times t - \gamma_s \times Df = 14\,355,24 - 2\,400 \times 0,20 - 1\,100 \times 1,00 \\ = 12\,775,24 \text{ kg/m}^2$$

$$b = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{2\,376,90 + 2\,240,00}{12\,775,24} = 0,361 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$Pa = \frac{1,2CM + 1,6CV}{b} = \frac{1,2 \times 2\,376,90 + 1,6 \times 2\,240}{0,40} = 16\,090,70 \text{ kg/m}^2$$

$$Vu = Pa \left( \frac{b}{2} - d - \frac{d'}{2} \right) = 16\,090,70 \left( \frac{0,40}{2} - 0,20 - \frac{0,13}{2} \right) = -1\,045,90 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi 2\sqrt{f'c}b} = \frac{-10,45}{0,90 \times 2\sqrt{210} \times 40} = -0,06 \text{ cm}$$

$$Mu = \frac{1}{8} \times Pa(b - d)^2 = \frac{1}{8} \times 16\,090,70(0,40 - 0,06)^2 = 23,25 \text{ kg-m}$$

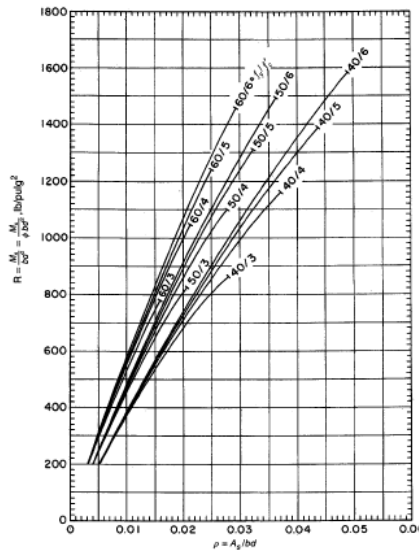
Conocidos los valores se procede a predimensionar la estructura:

$M_u = 1\,609,07 \text{ kg-m}$	$139\,368,27 \text{ lb-plg}$
$b = 40 \text{ cm}$	$14,75 \text{ plg}$
$d = 100 \text{ cm}$	$39,37 \text{ plg}$
$c = 13 \text{ cm}$	$5,12 \text{ plg}$



Para calcular el área de acero que requiere el cimiento, se usa el siguiente gráfico; para poder utilizar el gráfico, las unidades deben estar en el sistema inglés de medidas (lb-plg) y se necesita la relación  $Mu/\Phi bd^2$  donde se toma una base unitaria de 100cm.

Figura 11. **Capacidad de momento de secciones rectangulares**



Fuente: NILSON, Arturo. Diseño de estructuras de concreto, p.243.

$$\frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{139\,368,27}{0,9 \times 39,37 \times 5,12^2} = 150,04 \text{ lb/plg}^2$$

$$\rho_{\text{mín}} = 0,002 = \frac{As}{bd}$$

$$As = \rho bd = 0.002 \times 100 \times 13 = 2.60 \text{ cm}^2$$

Se colocarán varillas No. 3 @ 0,20 m, las cuales proporcionan un área de acero de 3.55 cm<sup>2</sup>, (ver planos constructivos en apéndice).

Para el área de acero longitudinal se colocará el área de acero mínimo.

$$\rho_{\text{mín}} = 0,002$$

$$A_{\text{smín}} = 0,007 \times 40 \times 13 = 3,64 \text{ cm}^2$$

Se propone colocar 3 varillas No.4, las cuales proporcionan un área de acero de 3,81 cm<sup>2</sup>. (ver planos constructivos en apéndice).

### **2.2.21. Elaboración de planos**

Los planos constructivos para el diseño del instituto de educación básica, se presentan en el apéndice, y están conformados por: planos de estructuras, acabados y detalles.

### **2.2.22. Elaboración de presupuesto**

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, sin aplicar costos indirectos, quedando a criterio de la municipalidad. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

El siguiente presupuesto asciende a la cantidad de: seiscientos cincuenta y cinco mil seiscientos veintiocho quetzales con 33/100.

La cantidad en dólares corresponde a ochenta mil novecientos cuarenta y uno.

Tabla XXX. Presupuesto instituto de educación básica

UNIVERSIDAD DE SAN DE GUATEMALA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
EPESISTA: DOUGLAS ISAI ESTRADA CIFUENTES						
UBICACIÓN: ALDEA ROSARIO MONTE MARÍA MUNICIPIO DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ						
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE INSTITUTO BÁSICO MUNICIPAL						
<b>PRESUPUESTO</b>						
No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total Quetzales (Q)	Total Dólares (US\$)
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>					
1,1	Limpia y Chapeo	217,5	m2	Q 30,00	Q 6 525,00	\$ 805,00
<b>2</b>	<b>Cimiento Corrido</b>					
2,1	Construcción de Cimiento Corrido	86	ml	Q 690,50	Q 59 383,00	\$ 7 331,23
<b>3</b>	<b>Mochetas</b>					
3,1	Mocheta M-1 (0.25x0.25m)	35,35	ml	Q 580,50	Q 20 520,68	\$ 2 533,42
3,2	Mocheta M-2 (0.25x0.15m)	70,7	ml	Q 445,75	Q 31 514,53	\$ 3 890,68
3,3	Mocheta M-3 (0.25x0.15m)	49,49	ml	Q 427,30	Q 21 147,08	\$ 2 610,75
3,4	Mocheta M-4 (0.10x0.15m)	21,21	ml	Q 147,50	Q 3 128,48	\$ 386,23
<b>4</b>	<b>Soleras</b>					
	Solera de 0.15x0.20m	344	ml	Q 149,00	Q 51 256,00	\$ 6 327,90
	Solera de 0.20x0.28m	28	ml	Q 337,00	Q 9 436,00	\$ 1 164,94
	Solera de 0.20x0.40m	28	ml	Q 512,75	Q 14 357,00	\$ 1 772,47
<b>5</b>	<b>Muros</b>					
5,1	Levantado de muros (block de 0.15x0.20x0.40m)	271	m2	Q 165,15	Q 44 755,65	\$ 5 525,39
<b>6</b>	<b>Losa</b>					
	Losa de concreto armado t=0.10m	420	m2	Q 517,50	Q 217 350,00	\$ 26 833,33
<b>7</b>	<b>Electricidad</b>					
	Insatación eléctrica	1	global	Q 14 560,00	Q 14 560,00	\$ 1 797,53
<b>8</b>	<b>Puertas</b>					
	Puerta P-1	3	unidad	Q 1 850,00	Q 5 550,00	\$ 685,19
<b>9</b>	<b>Ventanas</b>					
9,1	Ventana V-1	6	unidad	Q 1 750,00	Q 10 500,00	\$ 1 296,30
9,2	Ventana V-2	3	unidad	Q 1 650,00	Q 4 950,00	\$ 611,11
9,3	Ventana V-3	3	unidad	Q 1 400,00	Q 4 200,00	\$ 518,52
<b>10</b>	<b>Piso</b>					
10,1	Piso de granito (0.30x0.30)	271,61	m2	Q 285,31	Q 77 493,05	\$ 9 567,04
<b>11</b>	<b>Gradas</b>					
11,1	Gradas	23,1	m2	Q 640,45	Q 14 794,40	\$ 1 826,47
<b>12</b>	<b>Agua pluviales</b>					
12,1	Instalación tubería	1	global	Q 5 587,25	Q 5 587,25	Q 689,78
<b>13</b>	<b>Acabados</b>					
12,1	Repello + Cernido	291,5	m2	Q 71,25	Q 20 769,38	\$ 2 564,12
12,2	Tallado soleras y mochetas	576,75	ml	Q 28,35	Q 16 350,86	\$ 2 018,63
13	Limpieza general	1	global	Q 1 500,00	Q 1 500,00	\$ 185,19
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 655 628,33</b>	<b>\$ 80 941,77</b>

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. En el Barrio Lomas del Norte, no se cuenta con una adecuada manera de desechar las aguas residuales, lo cual perjudica la salud en general de la población; por lo tanto, el correcto diseño de un sistema de alcantarillado, ayudará a mejorar la condición de vida de la población, en cuanto a salud se refiere. Este proyecto asciende a un costo total de Q. 705 531,00; beneficiando a más de 1 049 habitantes.
2. En la aldea Rosario Monte María la construcción de un instituto de educación básica elevará el nivel académico, de la población estudiantil, logrando además que la deserción disminuya en dicha región. El costo total del mismo asciende a Q. 655 628,33, con una proyección de 250 estudiantes.
3. Se estima que el sistema de drenaje sanitario tiene un costo por metro lineal de Q. 420,96; y del instituto de educación básica, el metrocuadrado de construcción tiene un valor de Q. 3 014,38; los mismos se encuentran entre los rangos estipulados por SEGEPLAN para construcción de proyectos.
4. Los impactos negativos en el ambiente, serán mitigados con procesos simples en la misma construcción, tales como partículas de aire, sonido y desechos de materiales; los cuales después de su ejecución serán innecesarios.
5. Para el diseño del drenaje sanitario del barrio Lomas del Norte, se usaron las normas del INFOM y el manual de AMANCO, S.A.,

considerando todos los límites permisibles en cuanto a velocidades, tirantes y pendientes, para un correcto funcionamiento del sistema.

6. Para el diseño del instituto básico municipal de la aldea Rosario MonteMaría, se utilizaron las normas de DIPLAN del MINEDUC; para el diseño arquitectónico, en cuanto al aspecto estructural, se utilizaron las normas AGIES, ACI, FHA y ANSI.
7. Según la evaluación socioeconómica, el proyecto de drenaje sanitario del barrio Lomas del Norte, no es un proyecto rentable, pero es necesario por ser de carácter social y un servicio básico con que deben contar los habitantes.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar mano de obra local para ejecutar ambos proyectos, ya que es una fuente de empleo para los habitantes del lugar; de igual manera, la compra de materiales debe hacerse en la comunidad, de esa forma se beneficiará a los sectores comerciales e individuales del lugar.
2. Mantener un estricto control en cuanto al mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, con limpiezas y revisiones cada seis meses; esto permitirá darle un mayor tiempo de vida útil al sistema y mejorará su funcionamiento.
3. Realizar mantenimientos preventivos periódicos en el instituto de educación básica, tales como: ornato, limpieza y pintura, en las áreas de construcción visibles; con ello se prolongará el período de vida de la estructura en sí, y se proyectará un buen impacto visual de dicho establecimiento.
4. Efectuar una actualización de presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
5. Mantener en ambos proyectos, durante su ejecución, equipo de seguridad industrial, para evitar cualquier tipo de accidente que se pueda dar; deberá utilizarse equipos como cascos, lentes, mascarillas, botas, orejeras y cualquier otro implemento necesario que sirva de protección.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ HASE, Ricardo Augusto. *Programa para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplista y realista*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 87 p.
2. American Concrete Institute. *Código de diseño de hormigón armado y comentarios. CÓDIGO ACI-318-05, 2000*. 275 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2002. 14 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4ª ed. México: Limusa, 1999. 113p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
5. MERRITT, Frederick S., et al. *Manual del Ingeniero Civil*. 4ª ed. México: McGraw-Hill, 1999. 174 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13ª ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001, 243 p.



## **APÉNDICE**

Figura 12. Resultados de ensayo de compresión triaxial



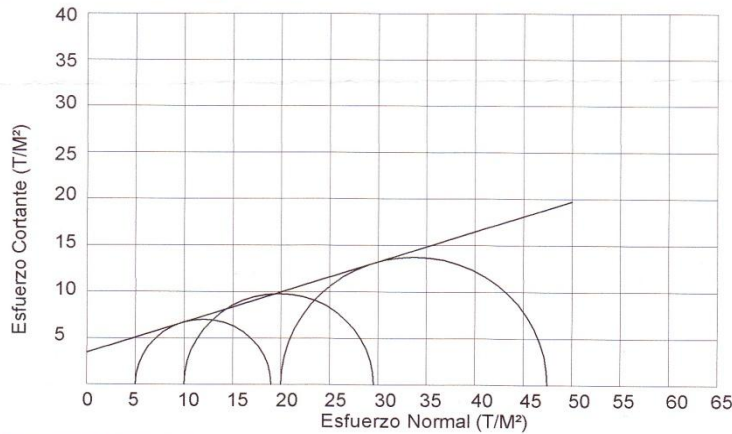
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008968

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 454 S.S. O.T.No.: 26,330  
 INTERESADO: Douglas Isai Estrada Cifuentes, carne 2004-30533  
 PROYECTO: EPS, Diseño del Instituto Basico Municipal.  
 UBICACIÓN: Aldea Rosario Monte Maria, Municipio de Chicaman, Quiche.  
 pozo: 1 Profundidad: 2.30m Muestra: 1  
 Fecha: 10 de Noviembre de 2009.



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 18.06^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 4.27 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla arenosa, color beige.  
 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 <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	13.98	19.57	28.17
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3	5.5	8.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.10	1.10	1.10
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.65	1.65	1.65
HUMEDAD (%H)	53.09	53.09	53.09

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

# DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN: BARRIO LOMAS DEL NORTE	DOTACIÓN: 150 l/hab/día
MUNICIPIO: CHICAMÁN	PERIODO DE DISEÑO: 30 AÑOS
DEPARTAMENTO: QUICHÉ	HABITANTES/VIVIENDA: 6 HAB.
FECHA: Abr-10	TASA DE CRECIMIENTO: 3%
	FACTOR CAUDAL MEDIO: 0.003

Tabla XXXI. Diseño hidráulico drenaje sanitario

DATOS DEL PROYECTO												DISEÑO																			
DE A	COBAS DE TERRENO	DH	S(%)	No. CASAS	HAB. SERVIR ACT.	HAB. SERVIR FUT.	F <sub>fm</sub>	FACT. HABIL.	Q <sub>d</sub> (Lit/s/día)	DIAM. (Pulg.)	S(%) TUBO	COEF. "n"	SECCIÓN LLENA	Q (Lit/s)	ACT.	FUT.	q/Q	v/v	d/D	v (m/s)	TIRANTE										
PV	INICIO	FINAL	TERRENO	LOCAL	ACUMI	LOCAL	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	Q (Lit/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.									
<b>RAMAL PRINCIPAL 1</b>																															
0	1	100.000	97.655	4.85	5	5	30	30	71	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.3119	6	4.85	0.000	2.49	47.23	0.08617	0.02094	0.304572	0.36635	0.065	0.086	0.76	0.96	0.39	0.59
1	2	97.655	88.865	8.84	3	8	18	48	43	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6218	1.4488	6	8.65	0.000	3.33	60.74	0.042327	0.028902	0.322824	0.416210	0.071	0.106	1.07	1.39	0.406	0.64
14	13	107.248	102.402	92.68	5.23	5	30	30	71	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.3119	6	5.23	0.000	2.59	47.23	0.082398	0.019307	0.301478	0.36908	0.064	0.096	0.78	1.01	0.384	0.58
13	12	102.402	104.476	88.73	8.02	3	8	18	48	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6218	1.4488	6	5.00	0.000	0.80	14.60	0.042379	0.039000	0.462668	0.636643	0.140	0.212	0.40	0.51	0.84	1.27
12	15	104.476	102.696	89.95	6.26	0	9	0	54	0	0.003	0.003	4.308	4.213	0.6979	1.6177	6	5.00	0.000	2.53	46.18	0.051111	0.03627	0.307654	0.68470	0.085	0.128	0.92	1.19	0.51	0.77
15	16	102.696	92.301	41.5	24.83	0	9	0	54	0	0.003	0.003	4.308	4.213	0.6979	1.6177	6	24.00	0.000	5.55	101.18	0.068807	0.019988	0.28929	0.388859	0.059	0.088	1.59	2.05	0.354	0.53
16	4	92.301	89.361	53.54	5.66	0	9	0	54	0	0.003	0.003	4.308	4.213	0.6979	1.6177	6	4.25	0.000	2.33	42.38	0.016330	0.027692	0.372552	0.479770	0.088	0.133	0.87	1.12	0.534	0.80
4	3	89.361	88.115	20.43	1.20	1	27	6	162	15	0.003	0.003	4.180	4.092	2.0315	4.8202	6	1.20	0.000	1.24	22.62	0.089390	0.246209	0.616065	0.784588	0.202	0.306	0.77	0.97	1.212	1.84
3	2	88.115	88.865	83.54	10.29	2	29	12	174	29	0.003	0.003	4.169	4.017	2.1765	4.924	6	0.50	0.000	0.80	14.60	0.148029	0.339105	0.716616	0.932081	0.280	0.401	0.57	0.72	1.96	2.41
<b>RAMAL 1</b>																															
11	10	108.080	108.188	88.4	0.10	8	8	48	48	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6218	1.4488	6	6.50	0.000	0.80	14.60	0.042379	0.039000	0.462668	0.636643	0.140	0.212	0.40	0.51	0.84	1.27
10	9	108.188	102.614	77.47	7.17	3	11	18	66	43	0.003	0.003	4.289	4.195	0.8492	1.9388	6	6.50	0.000	2.88	52.66	0.046127	0.037200	0.368659	0.475274	0.088	0.131	1.07	1.37	0.528	0.79
9	8	102.614	101.922	26.55	2.61	1	12	6	72	15	0.003	0.003	4.260	4.173	0.9245	2.1282	6	2.60	0.000	1.83	33.30	0.027760	0.026804	0.435721	0.536833	0.114	0.171	0.80	1.02	0.684	1.03
8	7	101.922	100.338	26.2	3.76	1	13	6	78	15	0.003	0.003	4.272	4.181	0.9985	2.2868	6	3.75	0.000	2.19	40.00	0.024982	0.057523	0.421146	0.541725	0.108	0.162	0.92	1.19	0.668	0.97
7	6	100.338	94.478	54.45	11.86	2	15	12	90	29	0.003	0.003	4.256	4.138	1.1491	2.644	6	11.80	0.000	3.88	70.95	0.016196	0.037989	0.368659	0.475274	0.088	0.131	1.44	1.85	0.328	0.79
6	5	94.478	90.701	46.6	8.11	1	16	6	96	15	0.003	0.003	4.248	4.127	1.2235	2.9108	6	8.10	0.000	3.22	38.78	0.020815	0.049718	0.368611	0.512541	0.089	0.146	1.28	1.65	0.584	0.89
5	4	90.701	88.361	32.56	4.12	1	17	6	102	15	0.003	0.003	4.241	4.117	1.2978	2.9789	6	4.15	0.000	2.31	42.07	0.030846	0.070753	0.449664	0.577484	0.120	0.190	1.04	1.33	0.72	1.08
<b>RAMAL 1a</b>																															
11	12	108.080	104.476	24.85	14.50	1	6	6	6	15	0.003	0.003	4.634	4.366	0.0798	0.1978	6	14.50	0.000	4.31	78.65	0.001015	0.029515	0.1988	0.207235	0.024	0.036	0.68	0.89	0.144	0.22

Continuación....

DATOS DEL PROYECTO										DISEÑO									
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RAMAL 1b	11	12	103.000	104.675	24.55	14.50	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.634	4.395	0.0798	0.1978	6	14.50	0.000	4.31	78.65	0.00015	0.002515	0.1988	0.207251	0.024	0.036	0.68	0.89	0.144	0.22
----------	----	----	---------	---------	-------	-------	---	---	---	---	----	----	-------	-------	-------	-------	--------	--------	---	-------	-------	------	-------	---------	----------	--------	----------	-------	-------	------	------	-------	------

RAMAL PRINCIPAL 2	8	17	101.922	101.633	20.5	4.19	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.634	4.395	0.0798	0.1978	6	4.20	0.000	2.32	42.33	0.001885	0.004614	0.191885	0.20157	0.022	0.048	0.45	0.58	0.192	0.29
	17	19	101.033	99.757	35.73	3.65	2	4	12	24	29	57	0.003	0.003	4.393	4.303	0.3146	0.738	6	3.65	0.000	2.16	38.46	0.007973	0.018947	0.238427	0.386117	0.03	0.094	0.65	0.83	0.378	0.56
	19	21	99.757	96.623	65.65	4.77	3	8	18	48	43	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6219	1.459	6	4.75	0.000	2.47	45.01	0.013814	0.021203	0.335531	0.65641	0.082	0.122	0.87	1.12	0.492	0.73
	21	22	96.623	93.875	77.74	3.53	5	13	30	78	71	184	0.003	0.003	4.272	4.161	0.9965	2.293	6	3.50	0.000	2.12	38.64	0.029889	0.039444	0.428142	0.67816	0.110	0.165	0.90	1.16	0.65	0.99
	22	22a	93.875	92.25	60.00	2.25	3	16	18	96	43	227	0.003	0.003	4.448	4.127	1.2215	2.8108	6	2.25	0.000	1.70	30.91	0.039494	0.091729	0.484226	0.620322	0.155	0.233	0.82	1.05	0.81	1.22
	22a	23	92.25	91.533	76.38	2.61	3	19	18	114	43	289	0.003	0.003	4.228	4.098	1.4449	3.3073	6	2.60	0.000	1.83	33.30	0.043414	0.093710	0.496262	0.63643	0.142	0.212	0.91	1.16	0.882	1.27
	23	24	91.533	87.617	60.00	4.88	0	39	0	234	0	582	0.003	0.003	4.122	3.992	2.3839	6.5441	6	4.85	0.000	2.49	45.46	0.068324	0.143814	0.537845	0.710235	0.170	0.256	1.39	1.77	1.02	1.54
	24	25	87.617	83.001	55.55	3.16	0	39	0	234	0	582	0.003	0.003	4.122	3.992	2.3839	6.5441	6	8.15	0.000	3.23	58.91	0.048081	0.110888	0.51678	0.675945	0.150	0.224	1.67	2.13	0.9	1.34

RAMAL 2	18	17	102.021	101.633	26.23	3.65	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.634	4.395	0.0798	0.1978	6	3.65	0.000	2.16	38.46	0.002022	0.005013	0.1988	0.202023	0.033	0.051	0.42	0.56	0.198	0.31
---------	----	----	---------	---------	-------	------	---	---	---	---	----	----	-------	-------	-------	-------	--------	--------	---	------	-------	------	-------	----------	----------	--------	----------	-------	-------	------	------	-------	------

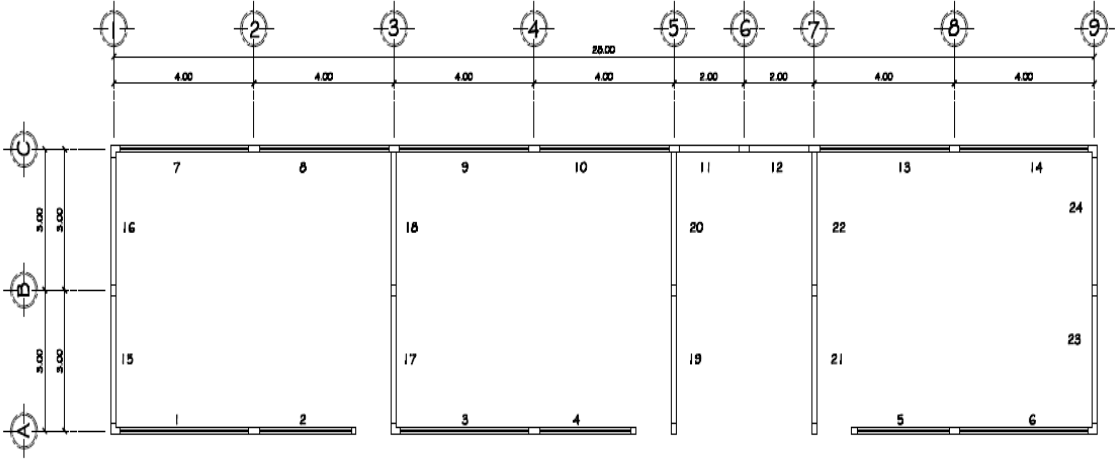
RAMAL 3	20	19	100.107	99.757	19.74	1.77	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.634	4.395	0.0798	0.1978	6	1.77	0.000	1.51	27.49	0.002914	0.007191	0.219446	0.288153	0.039	0.060	0.33	0.44	0.234	0.35
---------	----	----	---------	--------	-------	------	---	---	---	---	----	----	-------	-------	-------	-------	--------	--------	---	------	-------	------	-------	----------	----------	----------	----------	-------	-------	------	------	-------	------

RAMAL 4	30	29	97.016	94.680	84.71	2.55	5	5	30	30	71	71	0.003	0.003	4.555	4.281	0.3191	0.9119	6	2.55	0.000	1.81	32.91	0.011883	0.027150	0.338754	0.453721	0.076	0.114	0.61	0.79	0.456	0.68
	29	28	94.680	92.962	94.98	2.00	7	12	42	72	100	170	0.003	0.003	4.280	4.173	0.9245	2.1282	6	2.00	0.000	1.80	29.21	0.01651	0.07282	0.45207	0.618201	0.121	0.182	0.72	0.93	0.726	1.09
	28	27	92.962	91.794	87.73	1.31	6	18	36	108	65	265	0.003	0.003	4.231	4.108	1.3719	3.1424	6	1.30	0.000	1.29	23.55	0.018289	0.13342	0.54378	0.692203	0.163	0.246	0.70	0.91	0.978	1.48
	27	23	91.794	91.533	49.00	2.55	2	20	12	120	29	283	0.003	0.003	4.221	4.089	1.5195	3.6177	6	2.55	0.000	1.81	32.91	0.048014	0.105263	0.518265	0.68937	0.146	0.219	0.82	1.17	0.976	1.31

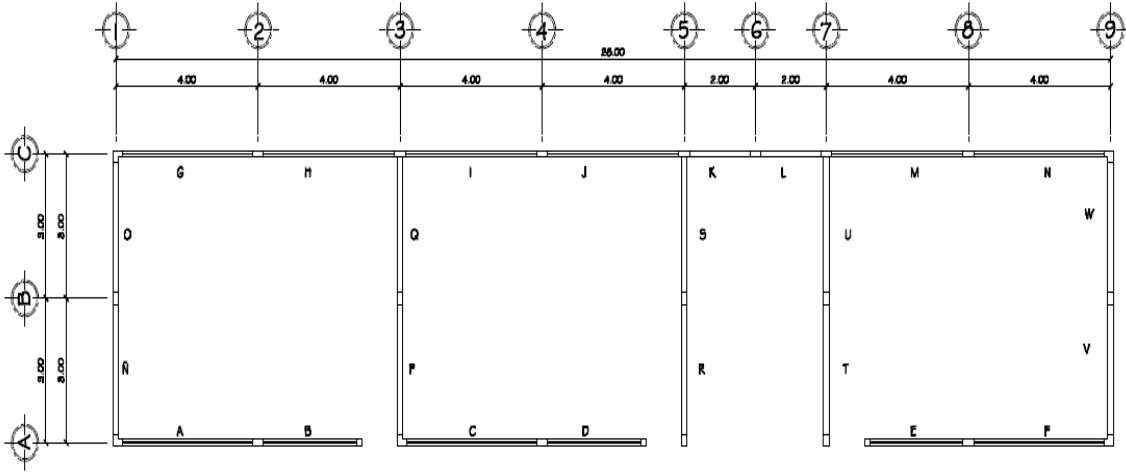
Continuación....

MOVIMIENTO DE TIERRA										MOVIMIENTO DE TIERRA											
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m³	RELLENO m³	COTA INVERT	PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m³	RELLENO m³	COTA INVERT	PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m³	RELLENO m³	
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL					INICIO	FINAL					SALIDA	ENTRADA				INICIO
<b>RAMAL PRINI</b>																					
8	17	100,72	99,86	1,20	1,20	0,60	16,13	14,40	99,86	1,20	1,20	0,60	16,13	14,40	98,80	96,25	1,20	1,20	0,60	39,19	36,88
17	19	99,83	98,53	1,23	1,23	0,60	27,81	25,76	98,53	1,23	1,23	0,60	27,81	25,76	96,22	88,58	1,23	1,22	0,60	66,45	63,45
19	21	98,50	95,38	1,26	1,25	0,60	50,78	48,16	95,38	1,26	1,25	0,60	50,78	48,16							
21	22	95,35	92,63	1,28	1,25	0,60	60,29	57,43	92,63	1,28	1,25	0,60	60,29	57,43							
22	22a	92,60	91,25	1,28	1,28	0,60	47,46	44,92	91,25	1,28	1,28	0,60	47,46	44,92							
22a	23	91,22	89,23	1,31	1,30	0,60	61,26	58,39	89,23	1,31	1,30	0,60	61,26	58,39							
23	24	89,20	86,29	1,33	1,33	0,60	49,33	46,73	86,29	1,33	1,33	0,60	49,33	46,73							
24	25	86,26	81,65	1,36	1,35	0,60	47,43	44,86	81,65	1,36	1,35	0,60	47,43	44,86							
<b>RAMAL 2</b>																					
18	17	100,82	99,86	1,20	1,20	0,60	20,24	18,40	99,86	1,20	1,20	0,60	20,24	18,40							
<b>RAMAL 3</b>																					
20	19	98,91	98,56	1,20	1,20	0,60	15,57	13,85	98,56	1,20	1,20	0,60	15,57	13,85							
<b>RAMAL 4</b>																					
30	29	95,82	93,66	1,20	1,20	0,60	62,45	59,55	93,66	1,20	1,20	0,60	62,45	59,55							
29	28	93,63	91,73	1,23	1,24	0,60	71,74	68,62	91,73	1,23	1,24	0,60	71,74	68,62							
28	27	91,70	90,53	1,27	1,25	0,60	69,24	66,17	90,53	1,27	1,25	0,60	69,24	66,17							
27	23	90,50	89,25	1,28	1,28	0,60	39,17	36,83	89,25	1,28	1,28	0,60	39,17	36,83							
<b>RAMAL 1</b>																					
11	10	106,88	106,44	1,20	1,73	0,60	79,06	76,09	106,44	1,20	1,73	0,60	79,06	76,09							
10	9	106,41	101,37	1,76	1,24	0,60	71,75	68,35	101,37	1,76	1,24	0,60	71,75	68,35							
9	8	101,34	100,65	1,27	1,27	0,60	21,68	19,76	100,65	1,27	1,27	0,60	21,68	19,76							
8	7	100,62	99,64	1,30	1,30	0,60	21,89	19,94	99,64	1,30	1,30	0,60	21,89	19,94							
7	6	99,61	93,18	1,33	1,29	0,60	44,33	41,83	93,18	1,33	1,29	0,60	44,33	41,83							
6	5	93,15	89,38	1,32	1,32	0,60	38,47	36,12	89,38	1,32	1,32	0,60	38,47	36,12							
5	4	89,35	88,00	1,35	1,36	0,60	28,03	25,91	88,00	1,35	1,36	0,60	28,03	25,91							
<b>RAMAL 1a</b>																					
11	12	106,88	103,28	1,20	1,20	0,60	19,24	17,43	103,28	1,20	1,20	0,60	19,24	17,43							

Figura 16. Identificación de muros ambos niveles para el diseño de mampostería



PRIMER NIVEL



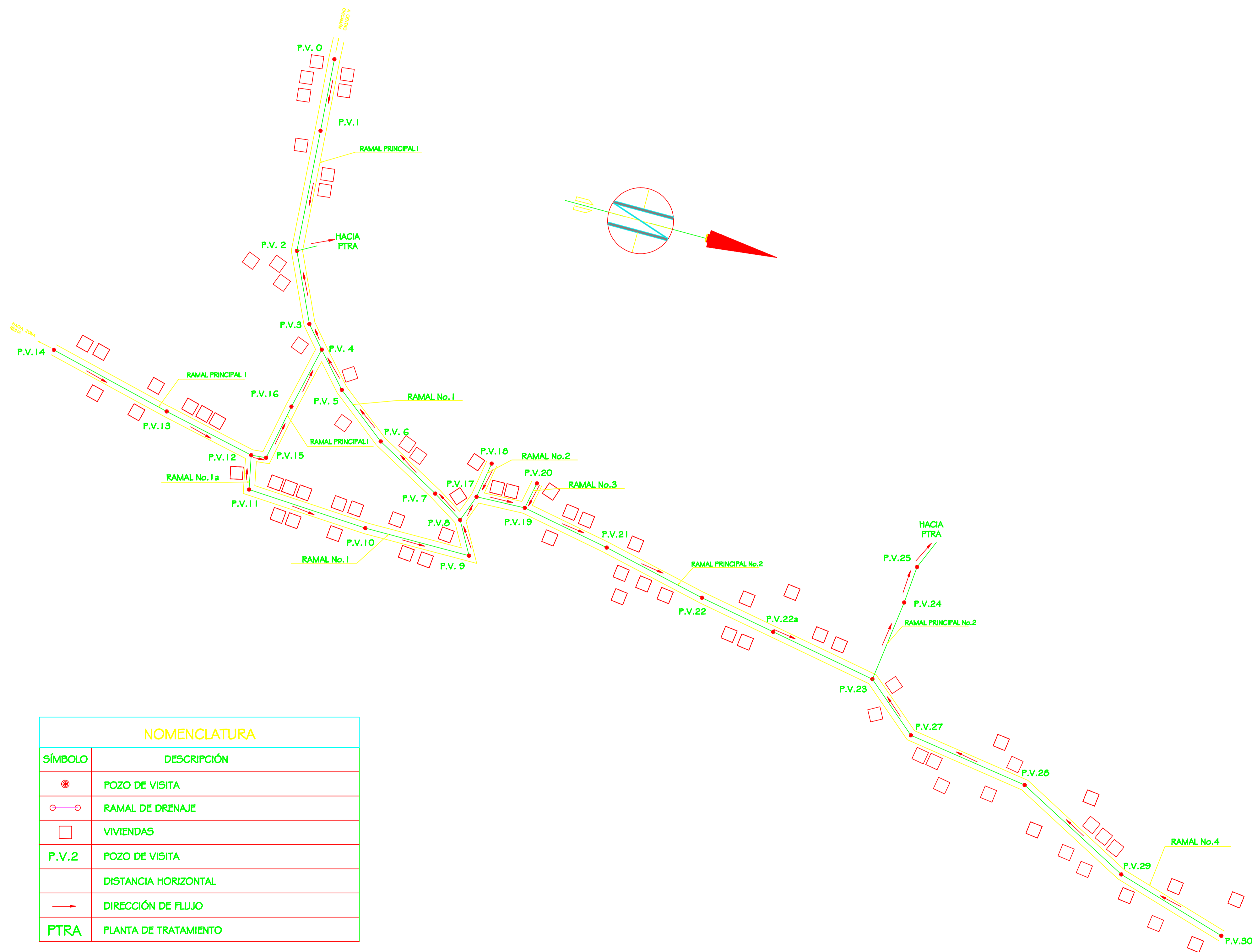
SEGUNDO NIVEL



**Planos constructivos, drenaje sanitario y el instituto de educación básica.**

La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.





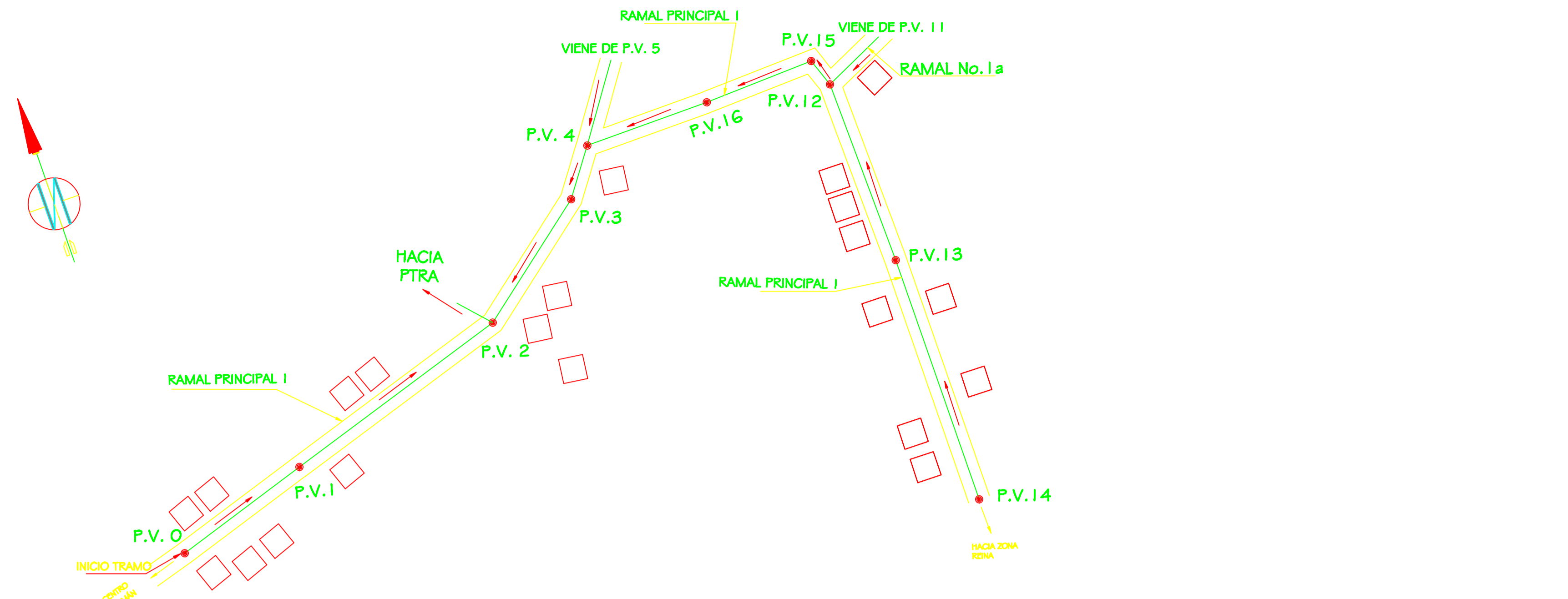
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	POZO DE VISITA
○—○	RAMAL DE DRENAJE
□	VIVIENDAS
P.V. 2	POZO DE VISITA
—	DISTANCIA HORIZONTAL
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
PTRA	PLANTA DE TRATAMIENTO

## PLANTA GENERAL

ESCALA 1/2500

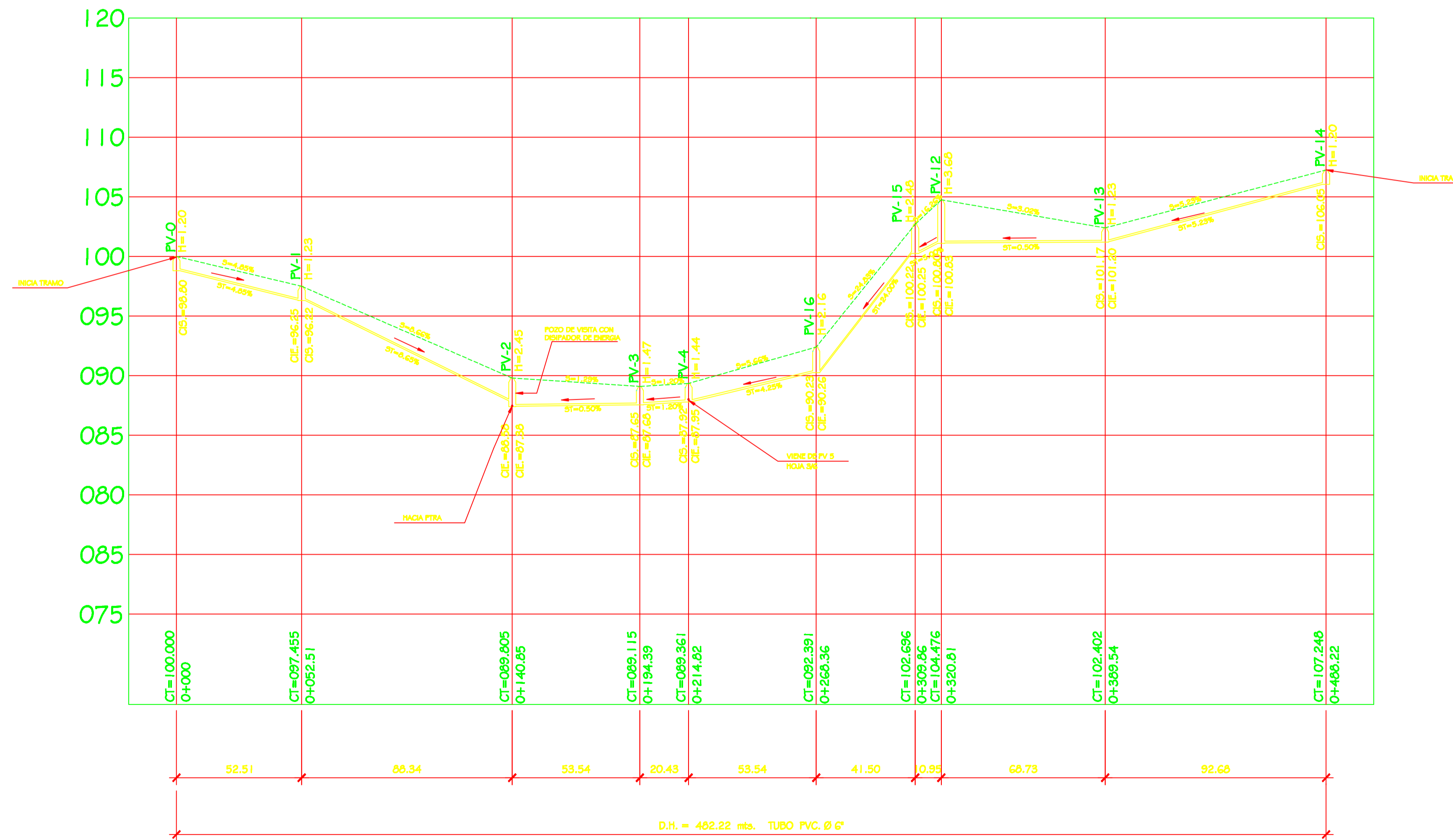
LIBRETA TOPOGRAFICA					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (inicio)	COTA (final)
0	1	04°19'20"	52.51	100.00	97.455
1	2	04°11'00"	88.34	97.455	89.805
2	3	25°02'20"	53.54	89.805	89.115
3	4	40°49'00"	20.43	89.115	89.361
4	5	41°54'00"	32.56	89.361	90.701
5	6	52°12'00"	46.60	90.701	94.478
6	7	61°39'40"	54.45	94.478	100.938
7	8	58°31'20"	26.20	100.938	101.922
8	9	29°22'20"	26.55	101.922	102.614
9	10	270°27'40"	77.47	102.614	108.168
10	11	266°55'20"	88.40	108.168	108.080
11	12	191°43'40"	24.85	108.080	104.476
12	13	257°56'00"	68.73	104.476	102.402
13	14	256°39'00"	92.68	102.402	107.248
12	15	95°59'40"	10.95	104.476	102.696
15	16	168°56'40"	41.15	102.696	92.391
16	4	167°17'40"	53.54	92.391	89.361
8	17	159°58'20"	20.50	101.922	101.063
17	18	170°44'00"	26.23	101.063	102.021
17	19	092°23'20"	35.75	101.063	99.757
19	20	169°05'40"	19.74	99.757	99.498
19	21	079°25'00"	65.65	99.498	96.623
21	22	077°33'40"	77.74	96.623	93.875
22	22a	079°44'20"	136.36	93.875	92.595
22a	23	079°44'20"	136.36	92.595	90.533
23	24	172°45'20"	60.00	90.533	87.617
24	25	172°45'20"	56.56	87.617	83.001
23	27	049°43'40"	49.00	90.533	91.784
27	28	081°39'40"	89.73	91.784	92.962
28	29	062°31'00"	94.96	92.962	94.860
29	30	073°47'10"	84.71	94.860	97.016

PROYECTO:				SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ	
DISÑO: DOUGLAS ESTRADA	ESCALA: INDICADA	CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	LEV. TOP. DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE: <b>PLANTA DE CONJUNTO DENSIDAD DE VIVIENDA</b>	HOJA DE: <b>1/6</b>
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA				FECHA: ENERO 2012	HOJA No. <b>1</b>
P.J. Ing. Manuel Amillaga Asesor Supervisor					



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	VIVIENDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERFIL
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	DISTANCIA HORIZONTAL

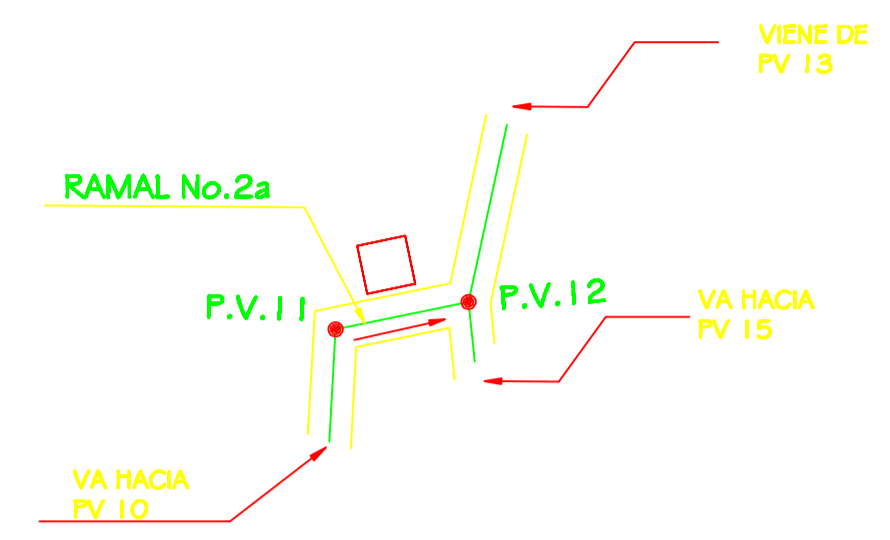
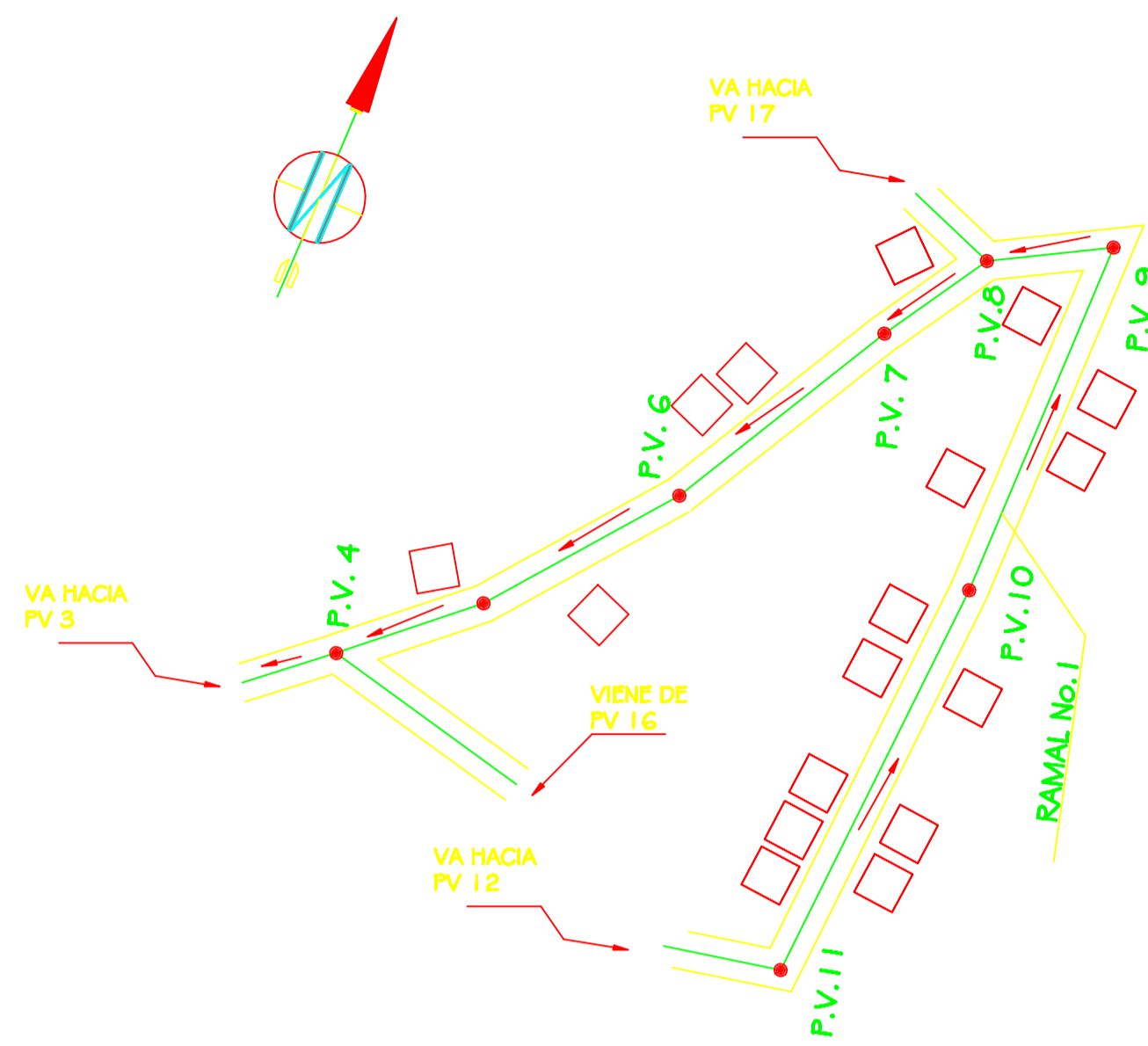
NOTA: TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.  
TODA LA TUBERIA DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D3034



PLANTA-PERFIL DE PV-0 A PV-16

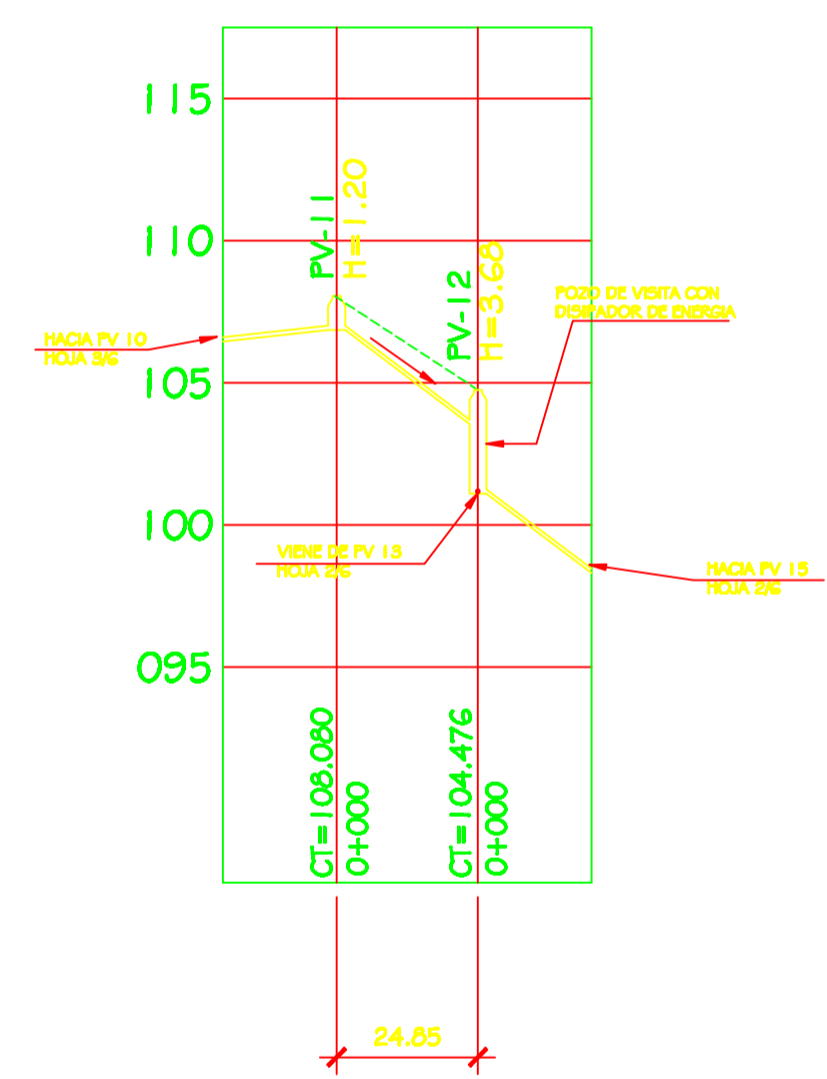
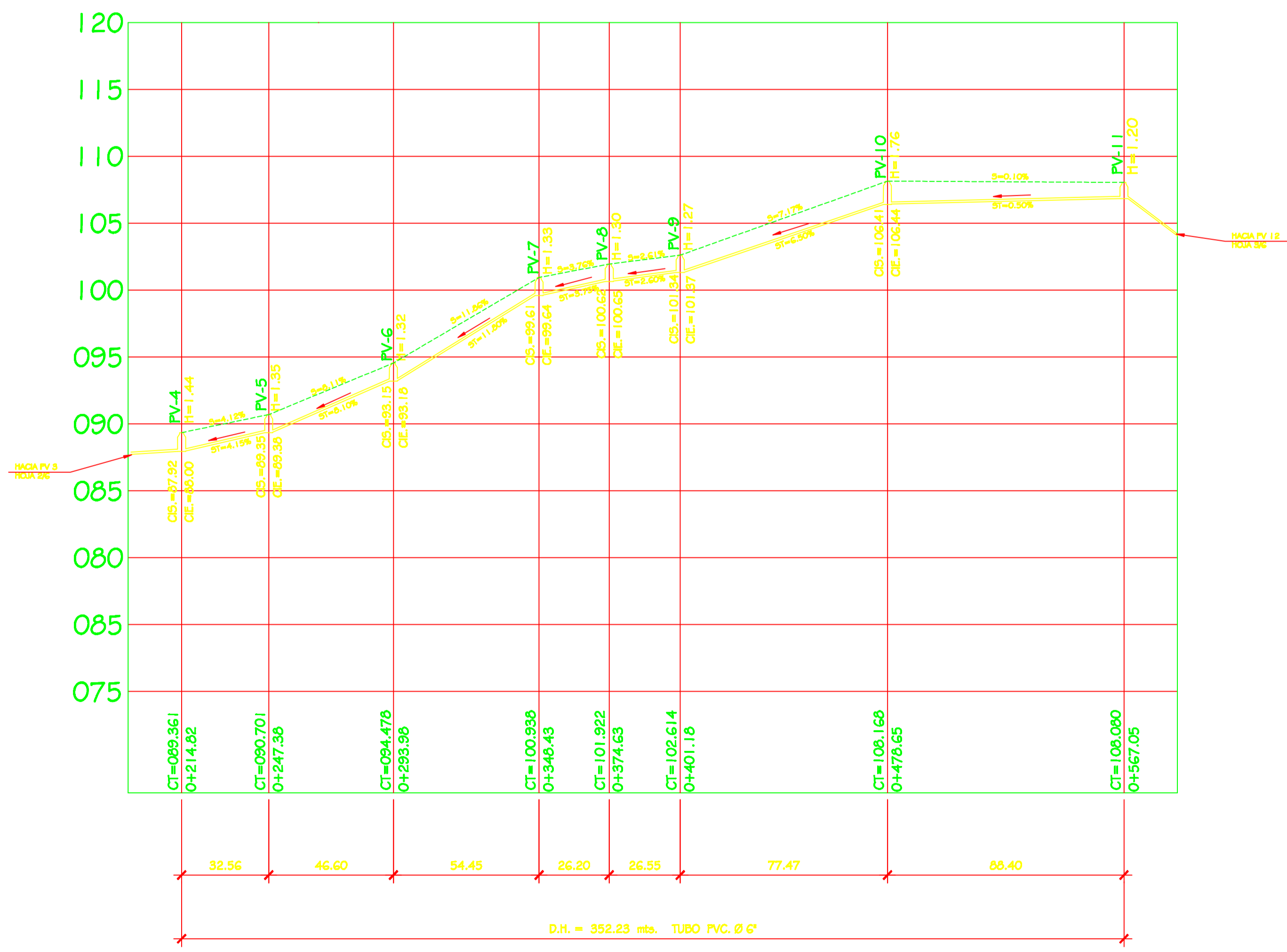
ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250

PROYECTO:			
<b>SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN</b>			
PROPIETARIO:			
<b>MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ</b>			
DESÍO:	CONTIENE:	HOJA DE:	
DOUGLAS ESTRADA	<b>PLANTA - PERFIL</b>	<b>2/6</b>	
ESCALA:		INDICADA	
CALCULO:		DOUGLAS ESTRADA	
LEV. TOP.	DIBUJO:	FECHA:	HOJA No.
DOUGLAS ESTRADA	DOUGLAS ESTRADA	ENERO 2012	<b>2</b>
P) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	EN PLANTA LINEA DE TUBERÍA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	VIVIENDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERFIL
	COTA INVERT DE ENTRADA COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	DISTANCIA HORIZONTAL

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.  
TODA LA TUBERÍA DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D3034



PLANTA-PERFIL DE PV-4 A PV-11

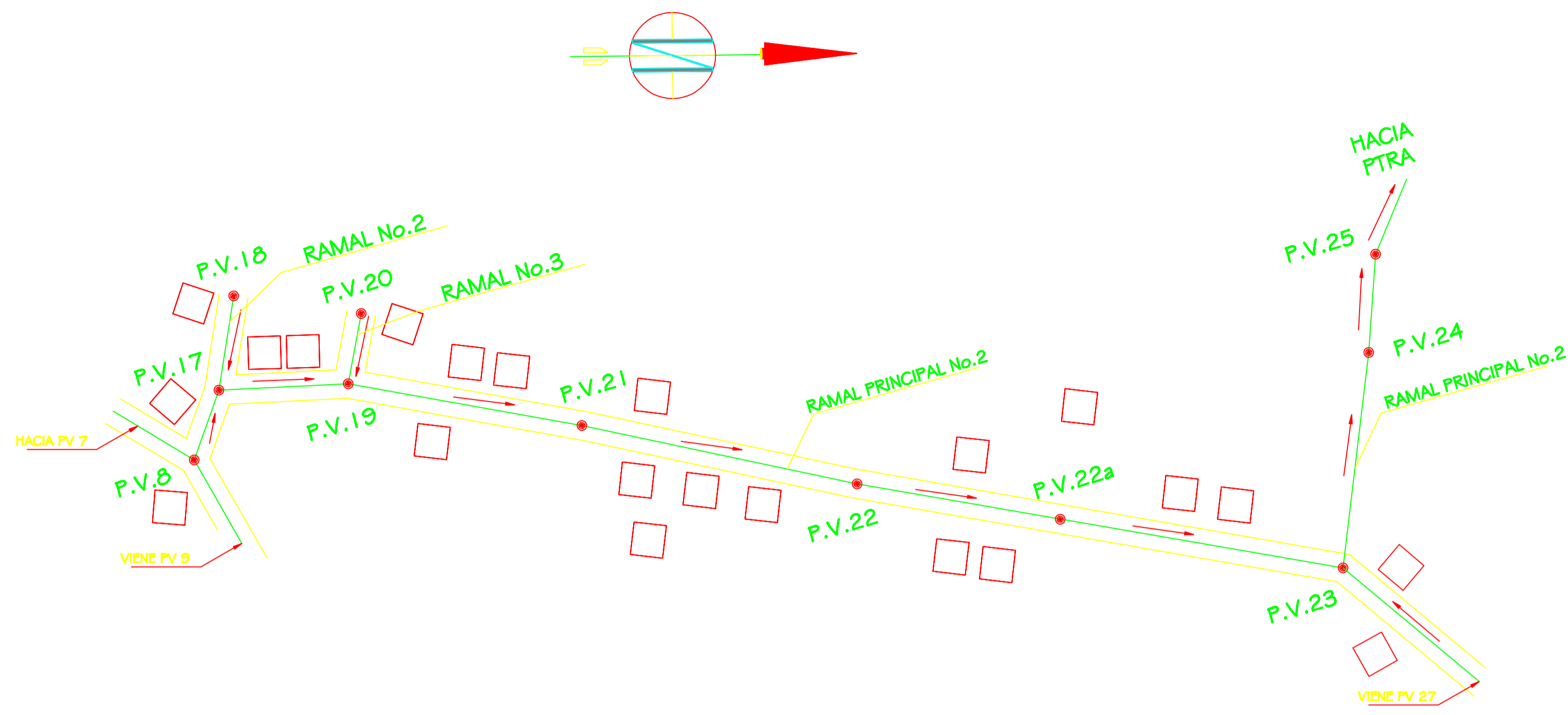
PLANTA-PERFIL DE PV-11 A PV-12

ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250

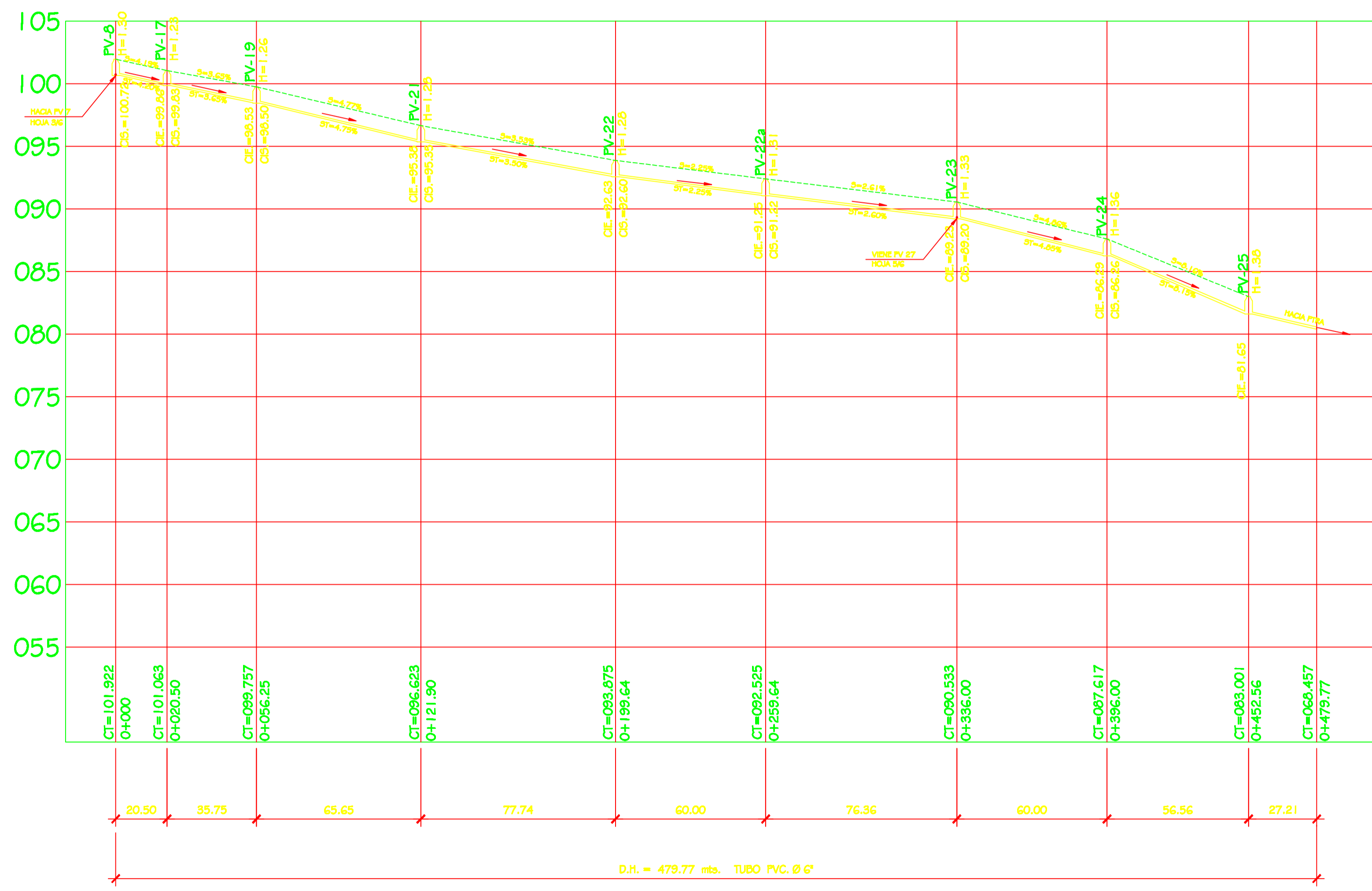
PROYECTO:				SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ	
DESÑO:	DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE:	PLANTA - PERFIL		HOJA DE:
ESCALA:	INDICADA				3/6
CALCULO:	DOUGLAS ESTRADA				HOJA No.
LEV. TOP.	DOUGLAS ESTRADA	DIBUJO:	DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	ENERO 2012
					3

P) Ing. Manuel Armillaga  
Asesor Supervisor



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	VIVIENDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERFIL COTA INVERT DE ENTRADA COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	DISTANCIA HORIZONTAL

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.  
TODA LA TUBERÍA DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D3034

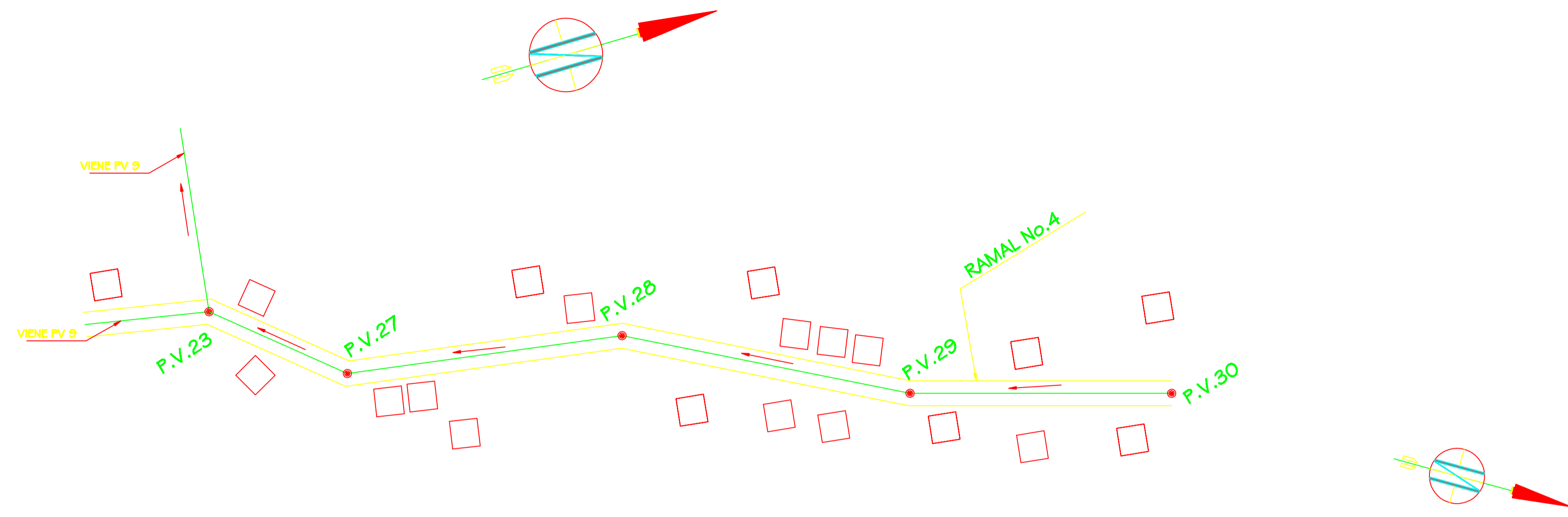


**PLANTA-PERFIL DE PV-23 A PV-28**

ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250

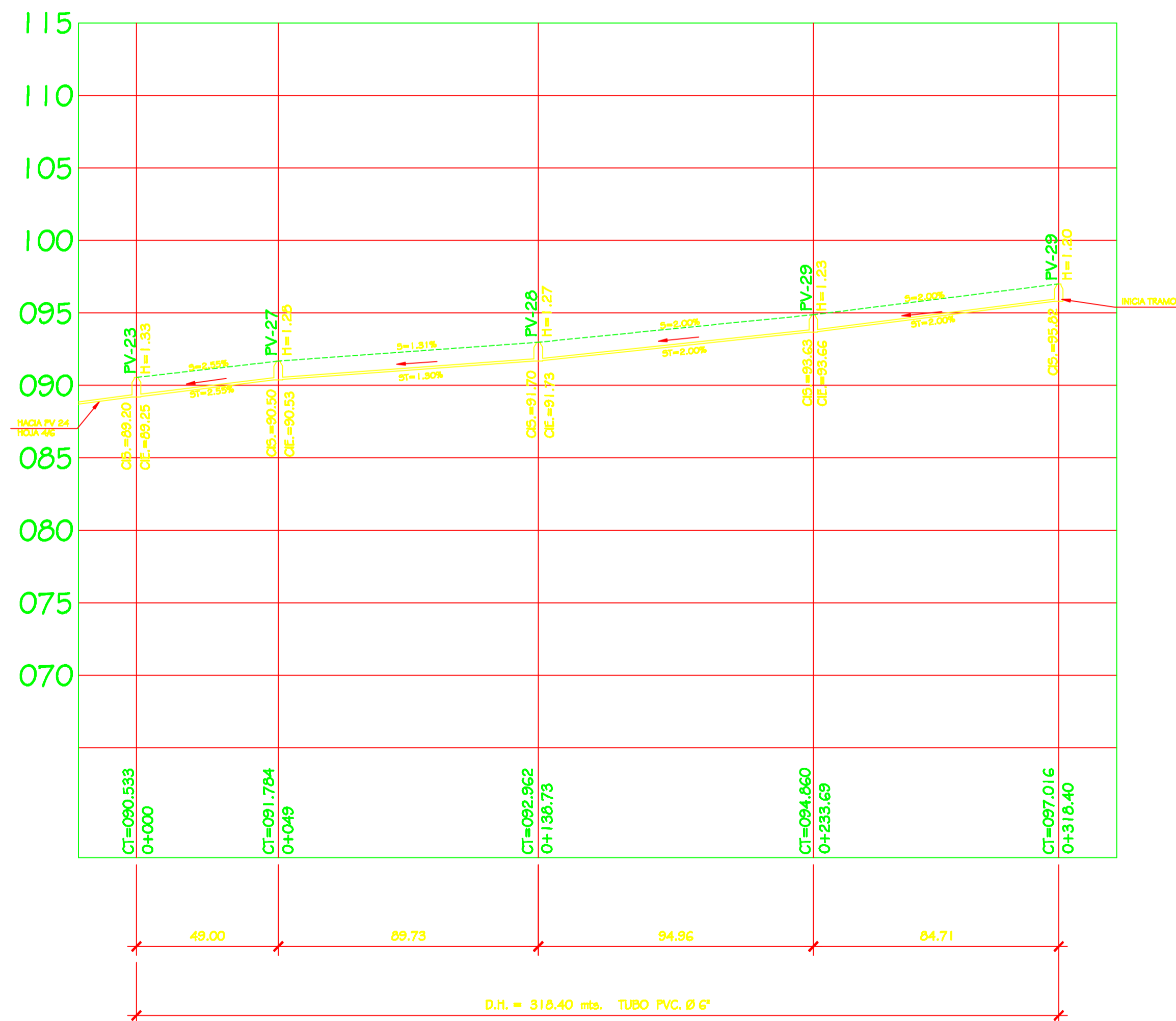
PROYECTO:			
<b>SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN</b>			
PROPIETARIO:			
<b>MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ</b>			
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA LEV. TOP. DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE:  <b>PLANTA - PERFIL</b>	HOJA DE:  <b>4/6</b>	HOJA No.  <b>4</b>
DIBUJO:	DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	ENERO 2012
P) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			





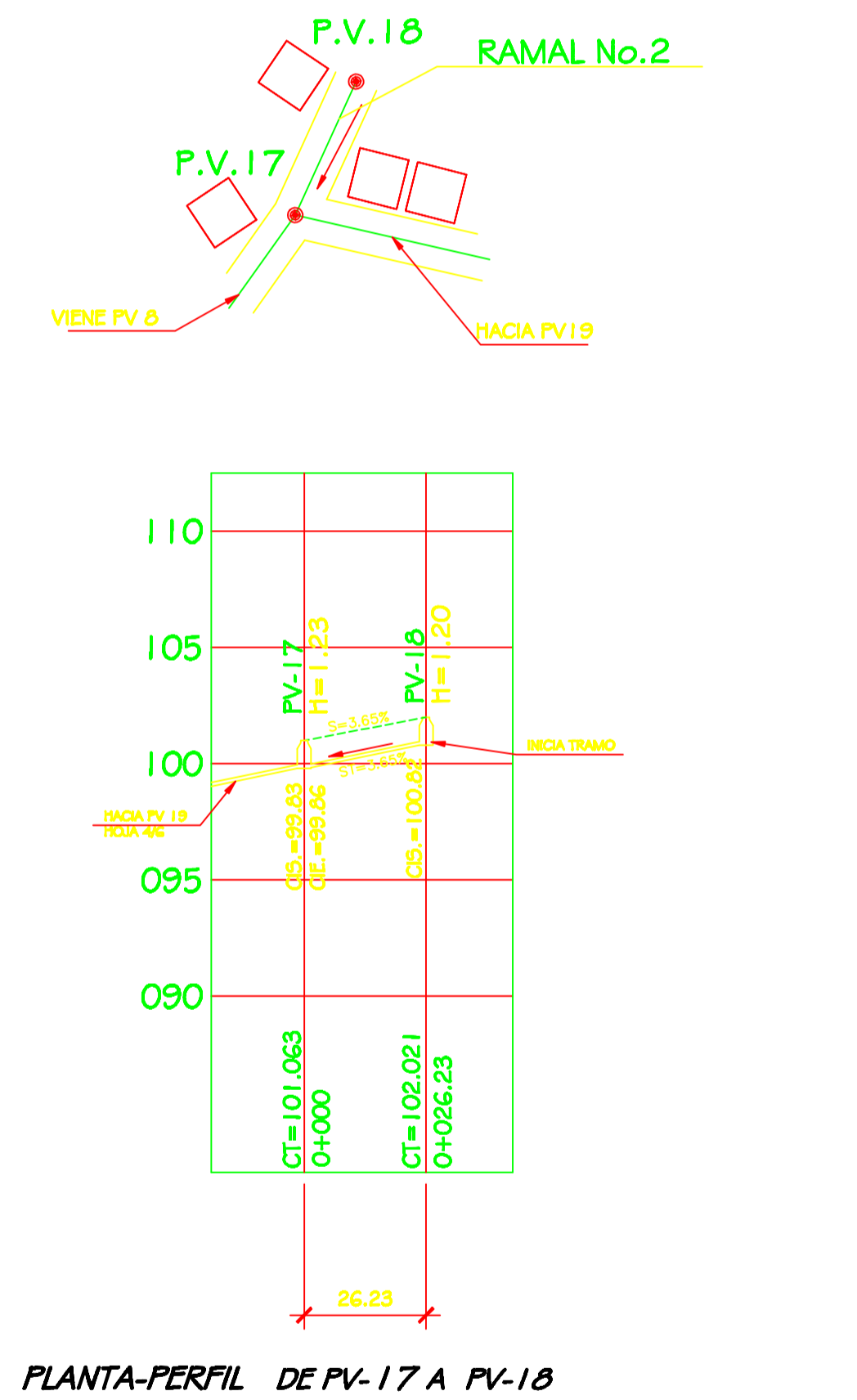
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	VIVIENDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERFIL
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	DISTANCIA HORIZONTAL

NOTA: TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.  
TODA LA TUBERIA DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D3034.



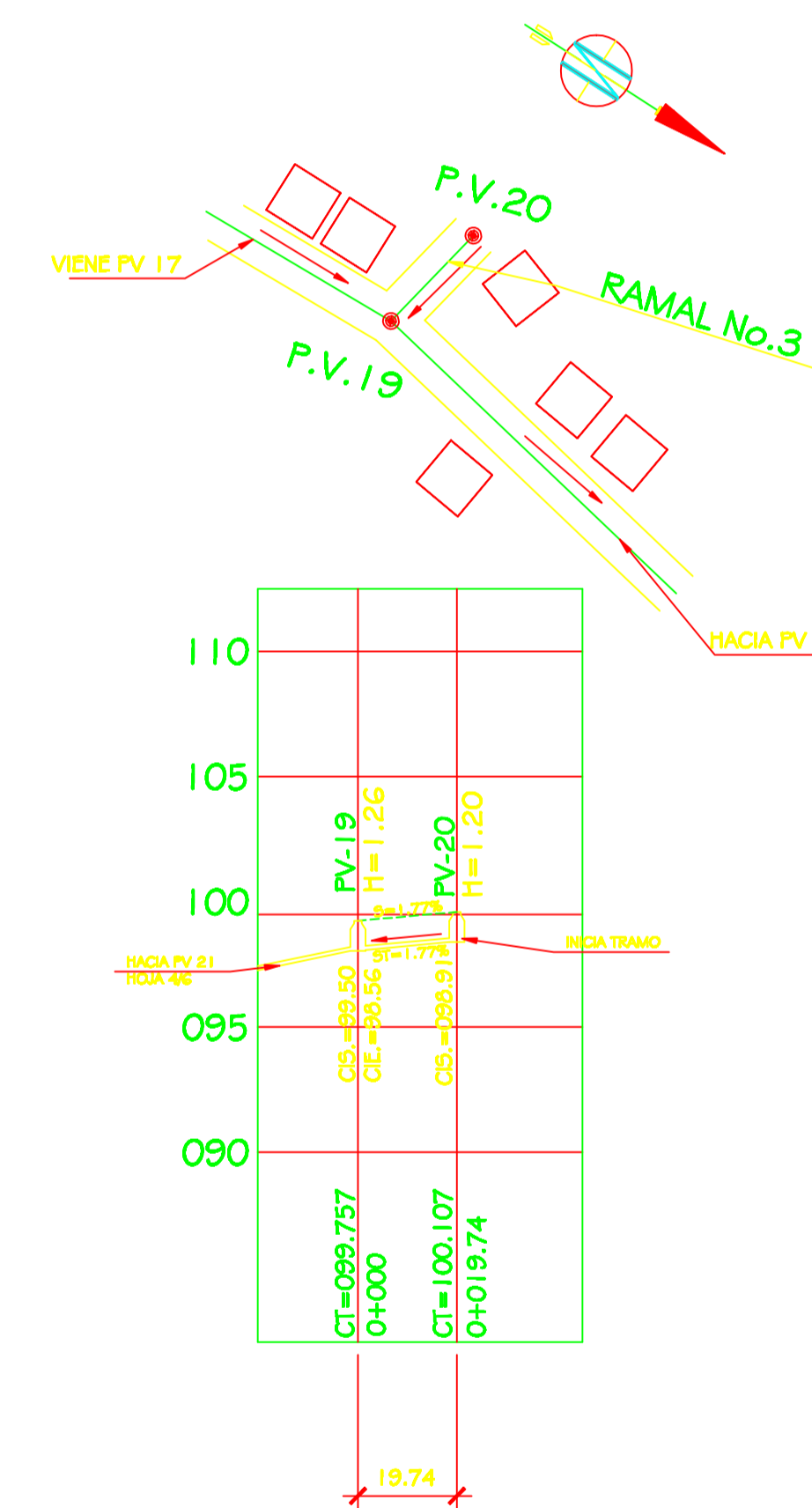
PLANTA-PERFIL DE PV-23 A PV-28

ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA-PERFIL DE PV-17 A PV-18

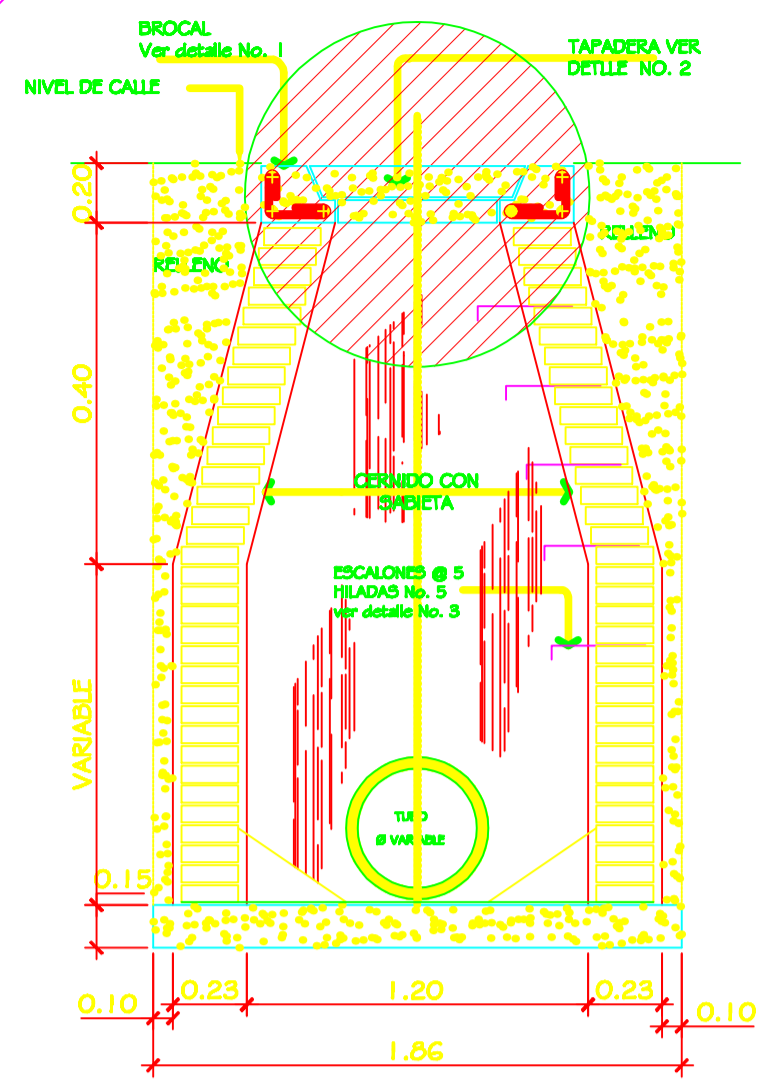
ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250



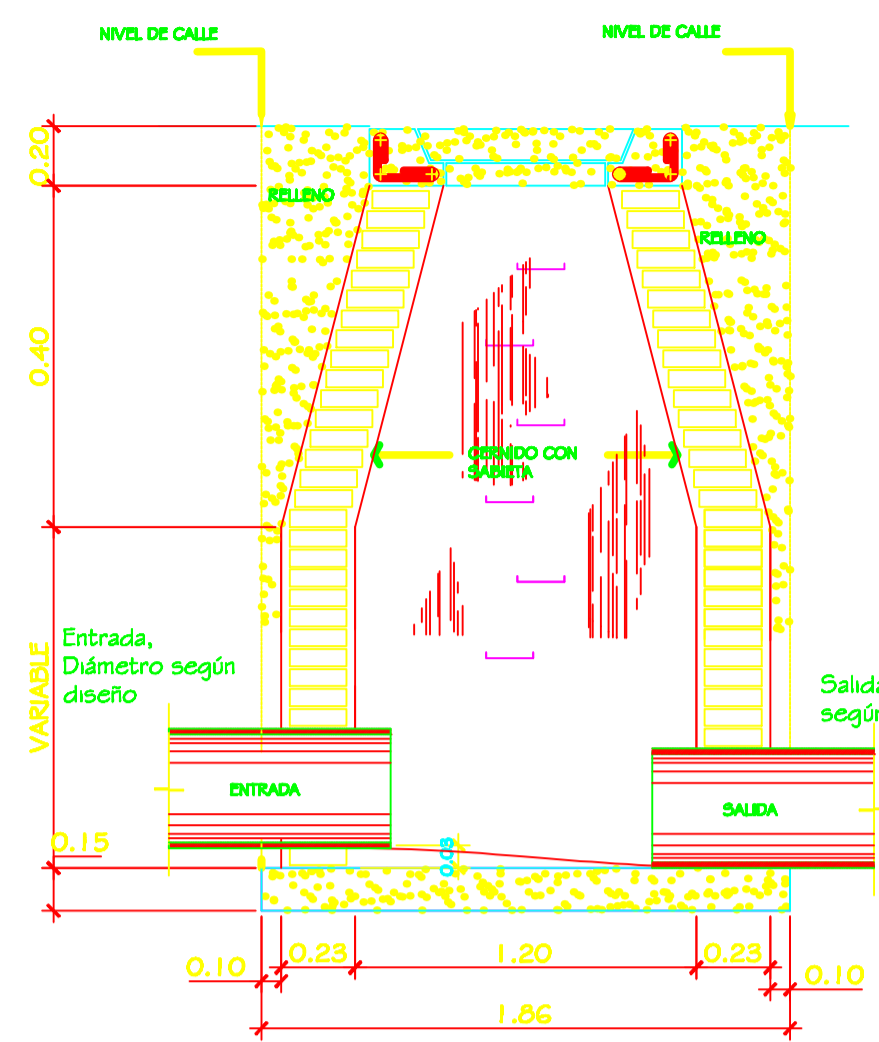
PLANTA-PERFIL DE PV-19 A PV-20

ESCALA HORIZONTAL 1/1,250  
ESCALA VERTICAL 1/250

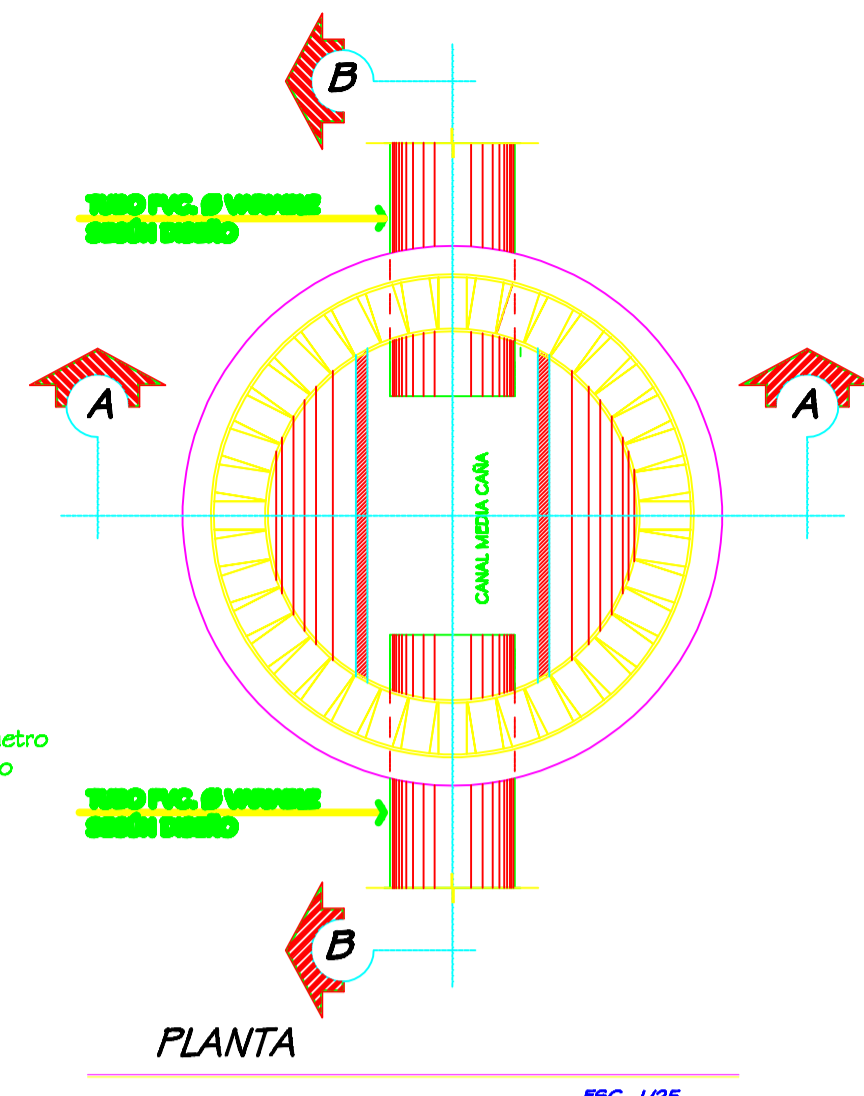
PROYECTO:				SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN	
PROPIETARIO:				MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ	
DESÑO:	DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE:	PLANTA - PERFIL		
ESCALA:	INDICADA	HOJA DE:	5/6		
CALCULO:	DOUGLAS ESTRADA	HOJA No.:	5		
LEV. TOP.	DOUGLAS ESTRADA	DIBUJO:	DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	ENERO 2012
P) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor					



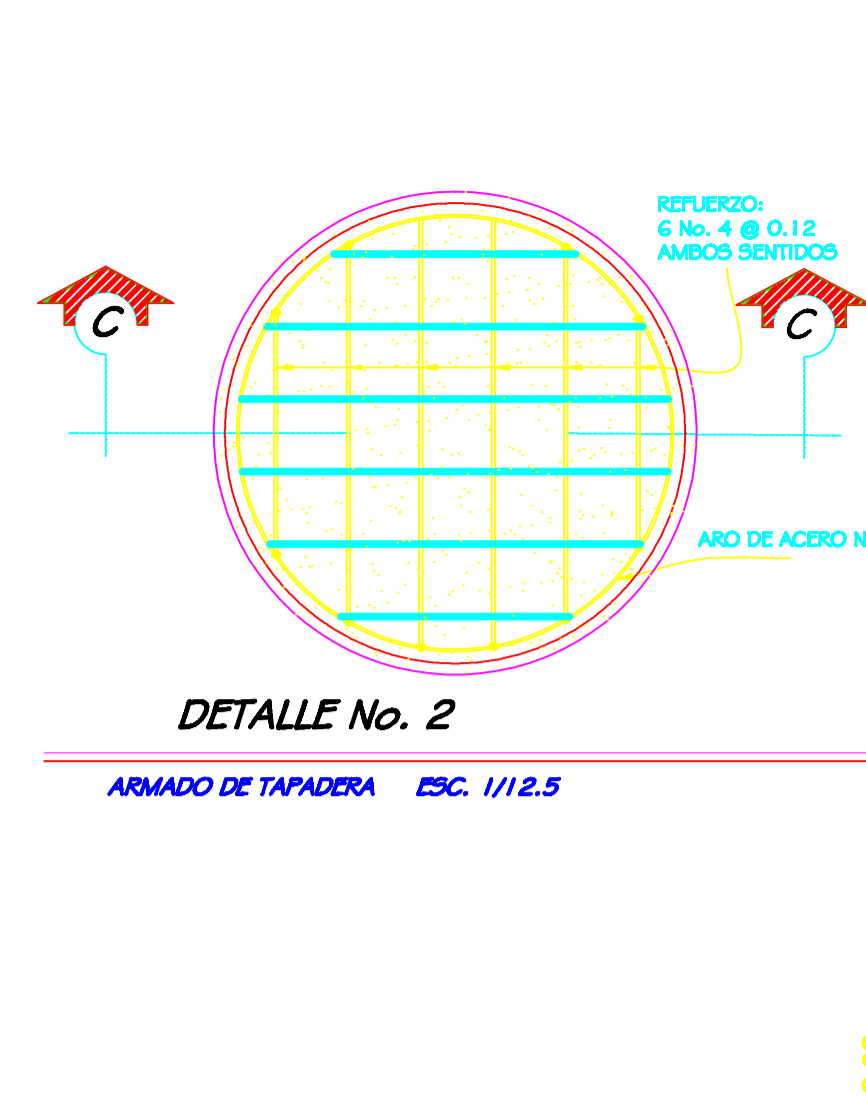
SECCIÓN A-A  
POZO DE VISITA TÍPICO ESC. 1/25



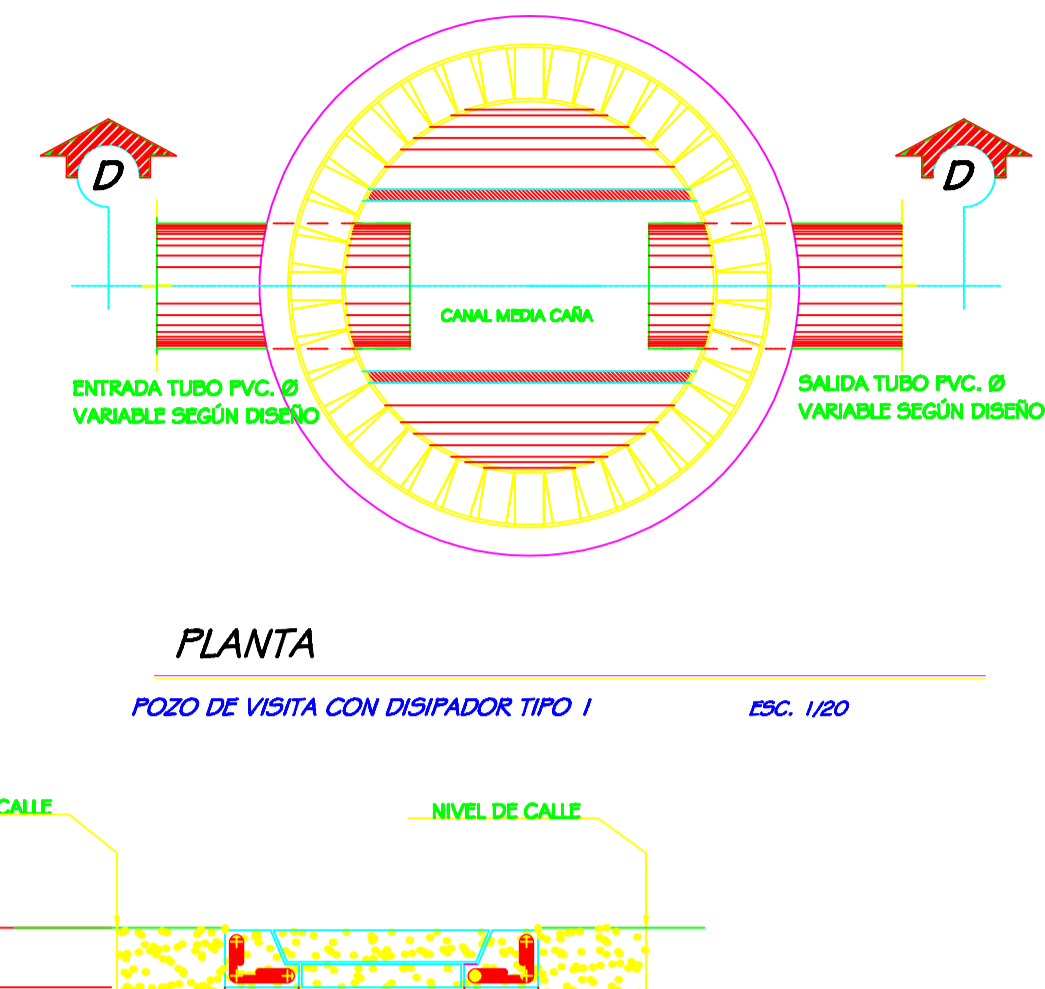
SECCIÓN B-B  
POZO DE VISITA TÍPICO ESC. 1/25



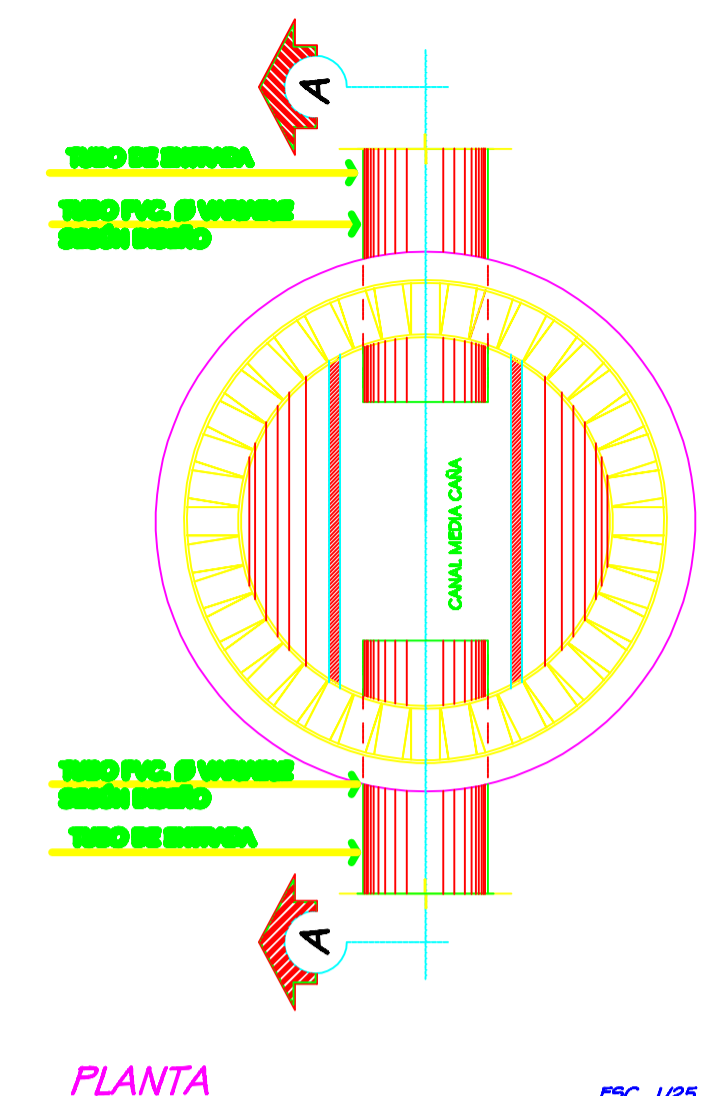
PLANTA  
POZO DE VISITA TÍPICO ESC. 1/25



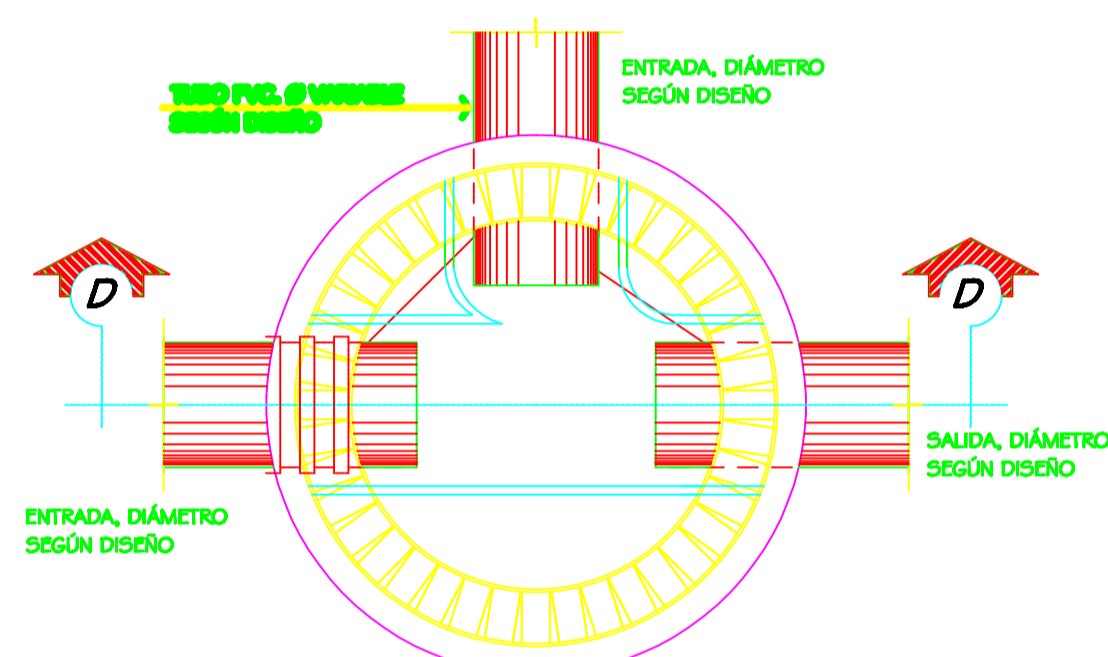
DETALLE No. 2  
ARMADO DE TAPADERA ESC. 1/12.5



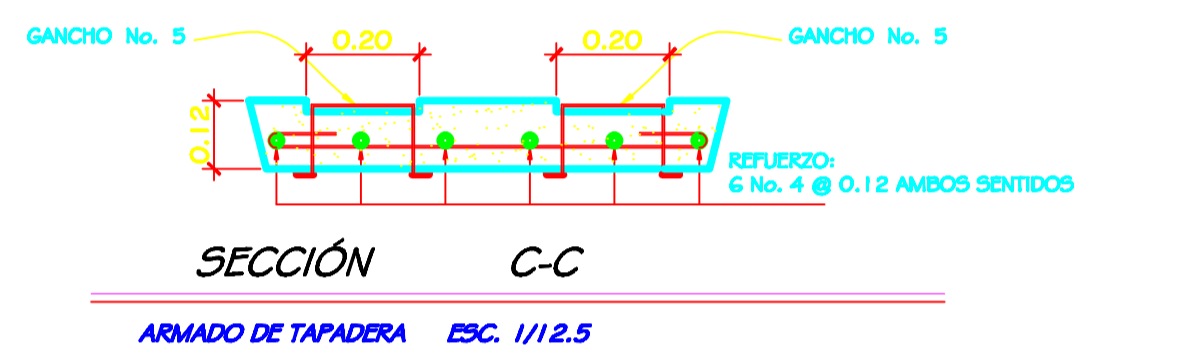
PLANTA  
POZO DE VISITA CON DISIPADOR TIPO 1 ESC. 1/20



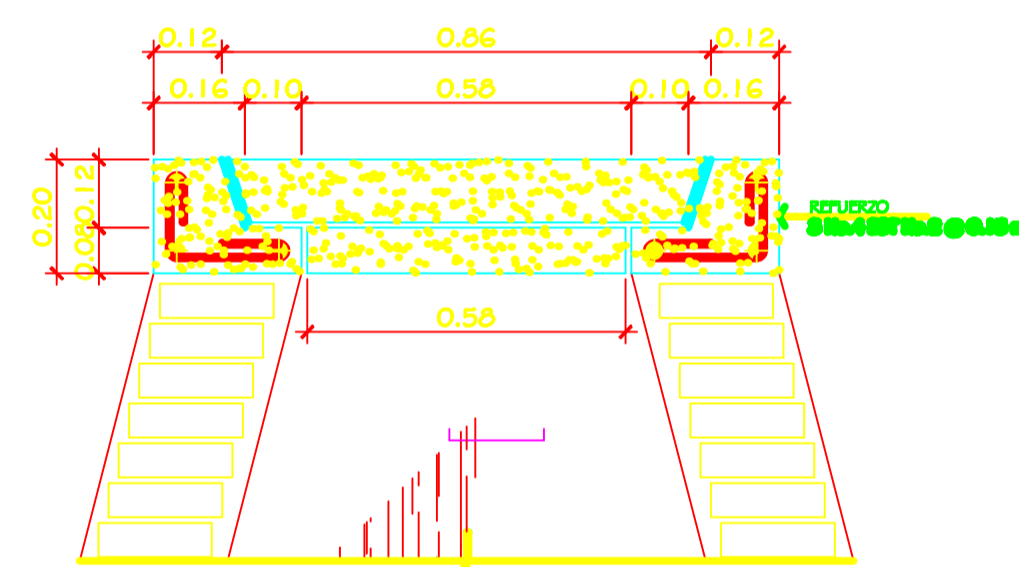
PLANTA  
POZO CON CAIDA DE 0.70M, DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO 2 ESC. 1/25



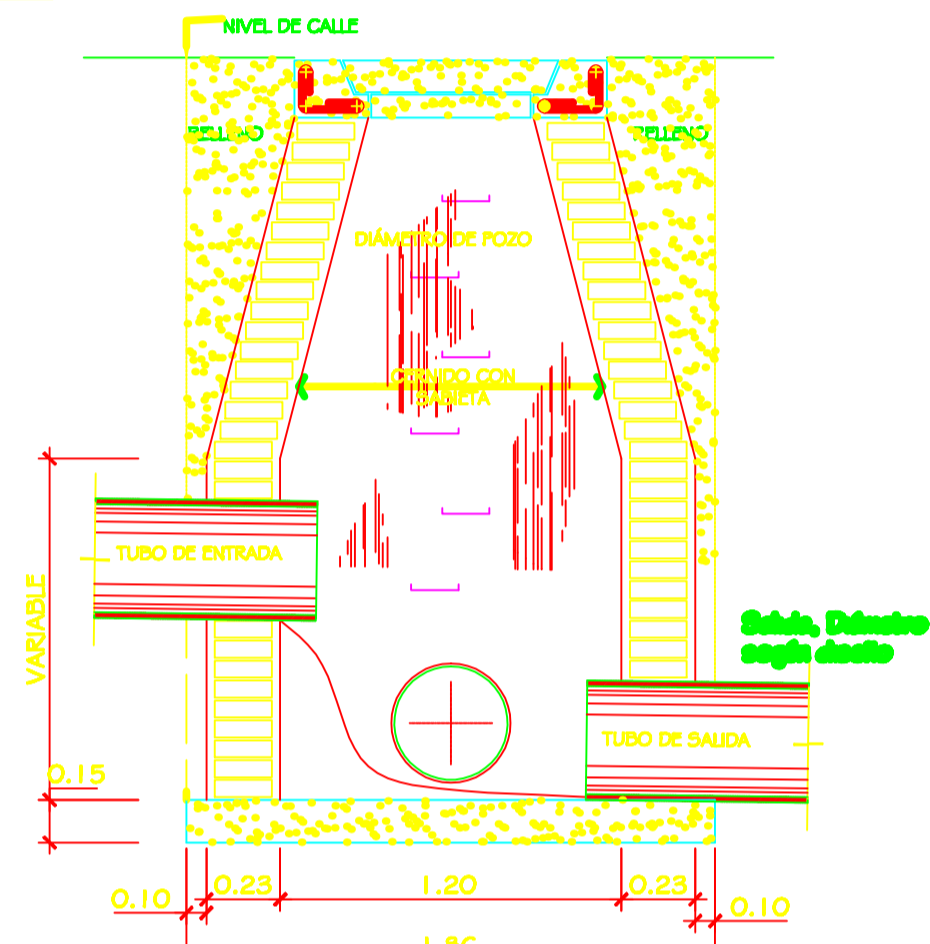
PLANTA  
DETALLE POZO CON 2 ENTRADAS ESC. 1/25



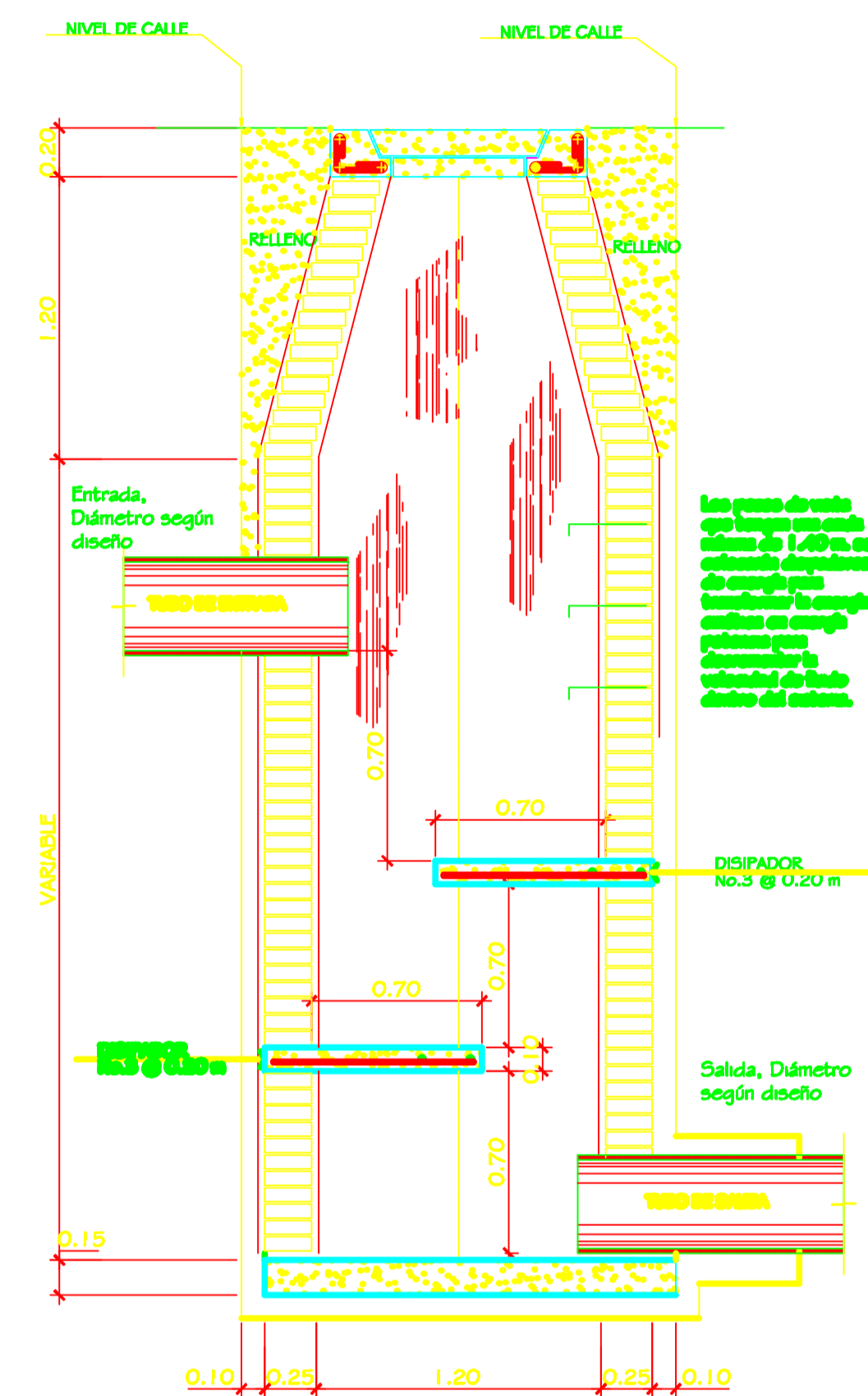
SECCIÓN C-C  
ARMADO DE TAPADERA ESC. 1/12.5



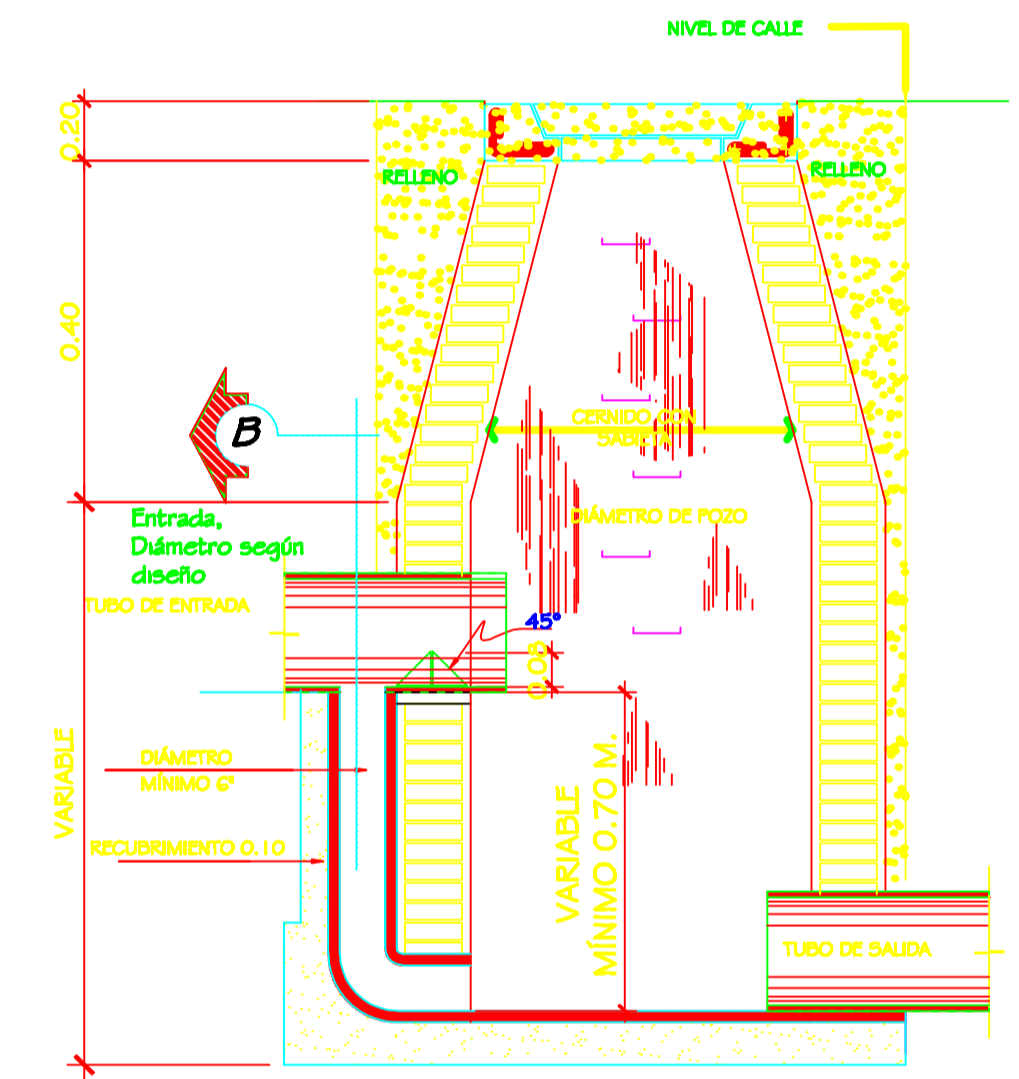
DETALLE No. 1  
BROCAL ESC. 1/12.5



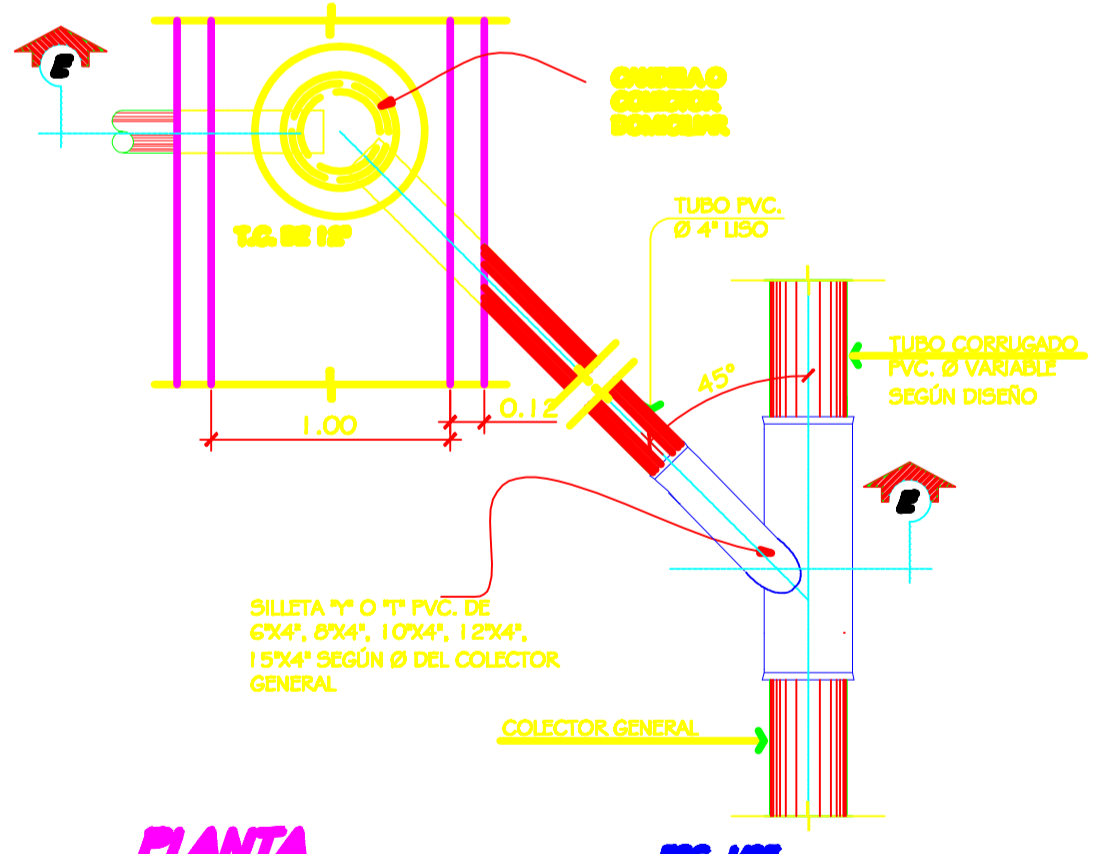
SECCIÓN D-D  
ESCALA 1/25



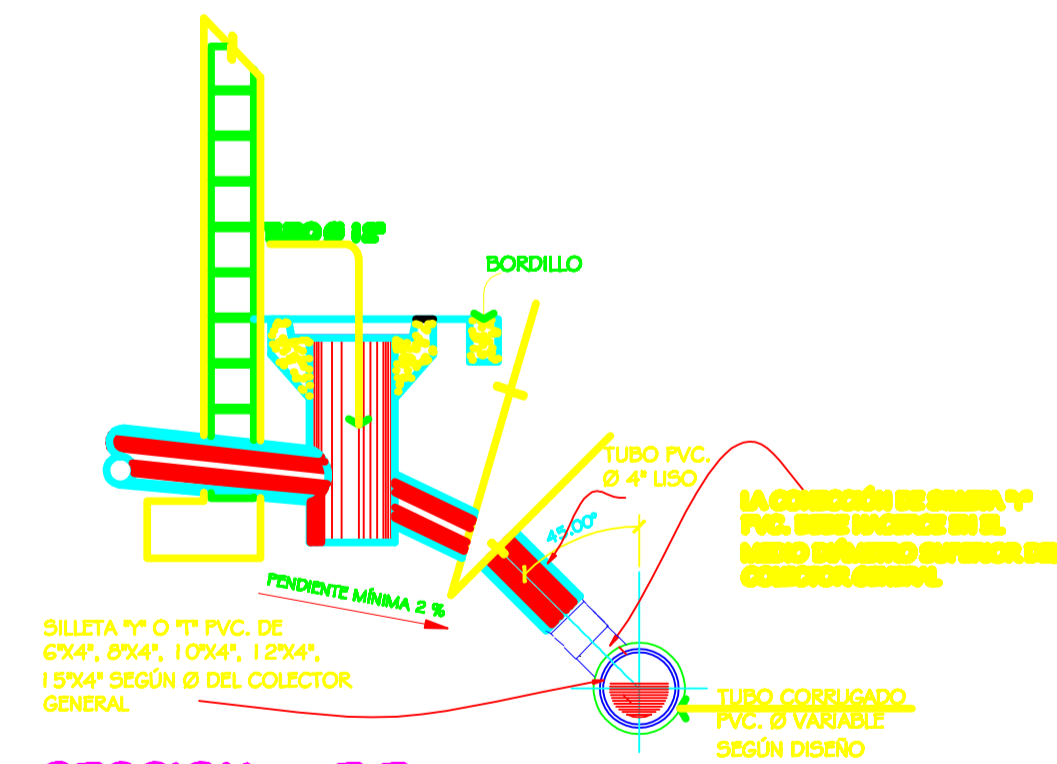
SECCIÓN D-D  
POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO 1 ESC. 1/25



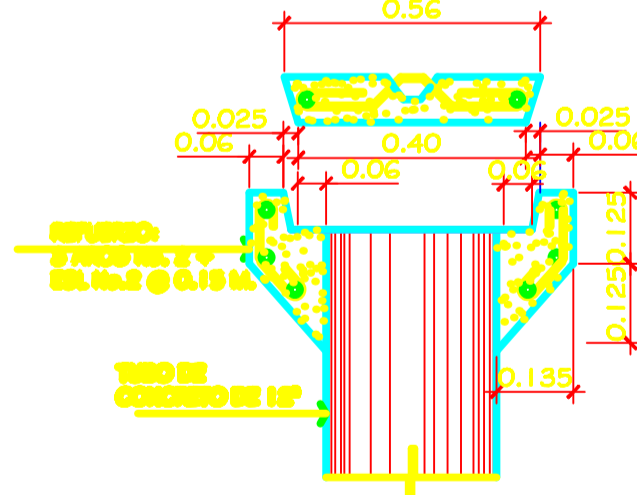
SECCIÓN A-A  
POZO CON CAIDA DE 0.70M, DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO 2 ESC. 1/25



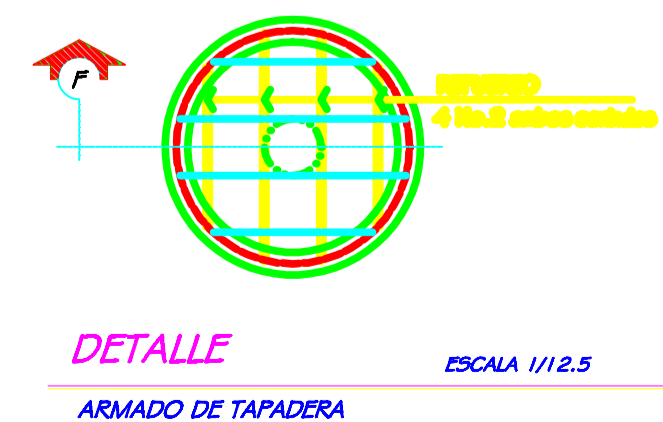
PLANTA  
CONEXIÓN BANCALERA ESC. 1/25



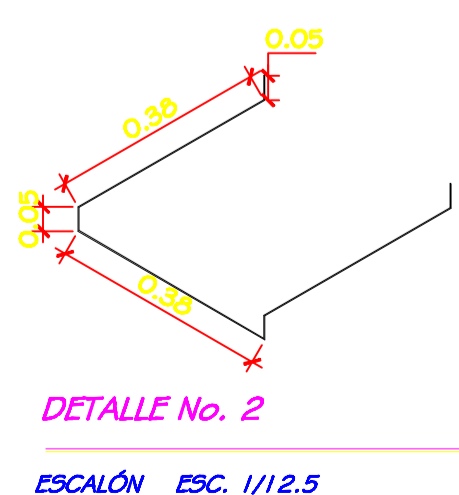
SECCIÓN E-E  
ESCALÓN ESC. 1/12.5



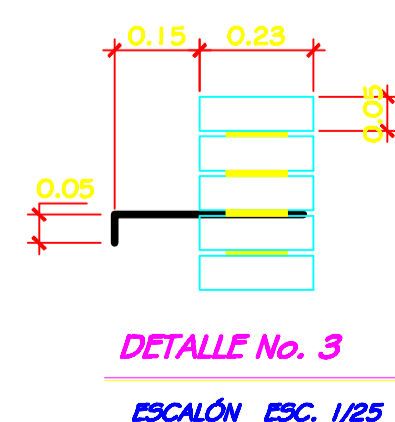
SECCIÓN F-F  
ESCALÓN ESC. 1/12.5



DETALLE  
ARMADO DE TAPADERA ESCALA 1/12.5



DETALLE No. 2  
ESCALÓN ESC. 1/12.5



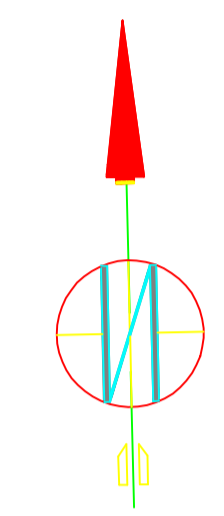
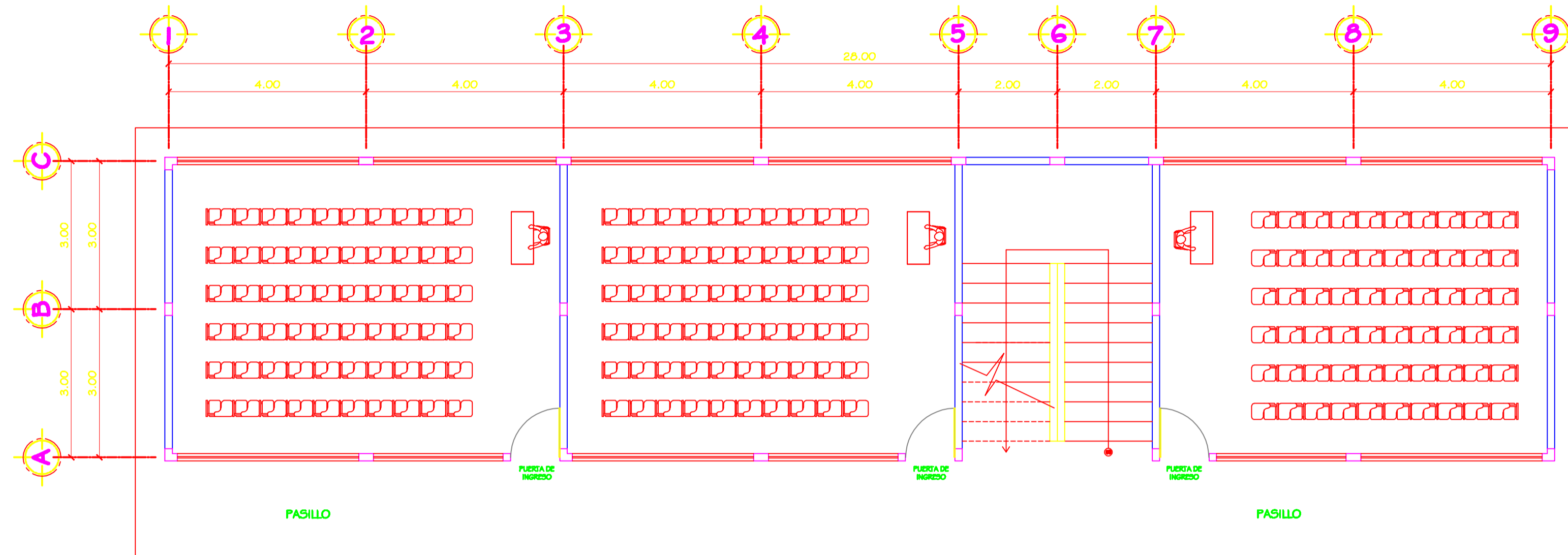
DETALLE No. 3  
ESCALÓN ESC. 1/25

**ESPECIFICACIONES:**

- ACERO:**  
1.-El acero deberá tener un  $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$ .
- CONCRETO:**  
1.-El concreto deberá tener un  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .  
2.-Relación de a/c = 0.44.  
3.-El agregado grueso (pedrín) deberá tener un  $\phi$  mínimo de  $1/2"$  y un máximo de  $1 1/2"$ .  
4.-Proporciónamiento por metro de concreto = 0.44 metros de arena de no. 0.89 metros de pedrín  $\phi$  sacos de cemento portland tipo 1, y 21.5 litros de agua/litro de cemento.  
5.-El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5 cm. en brocal y tapadera será de 3 a 5 cm.
- TUBERÍA DE PVC:**  
1.-La tubería será conforme a la norma ASTM D3034.  
2.-No debe usarse tubería de diámetro menor a 6", con excepción en las acometidas domiciliarias a tubería de diámetro de 4".  
3.-Toda la tubería se colocará alineada y con el desnivel, indicado en los planos.
- NOTA:**  
1.- Los brocales y tapaderas de los pozos deberán curarse, según especificaciones AGI, antes de su instalación.

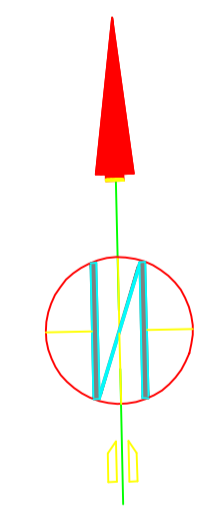
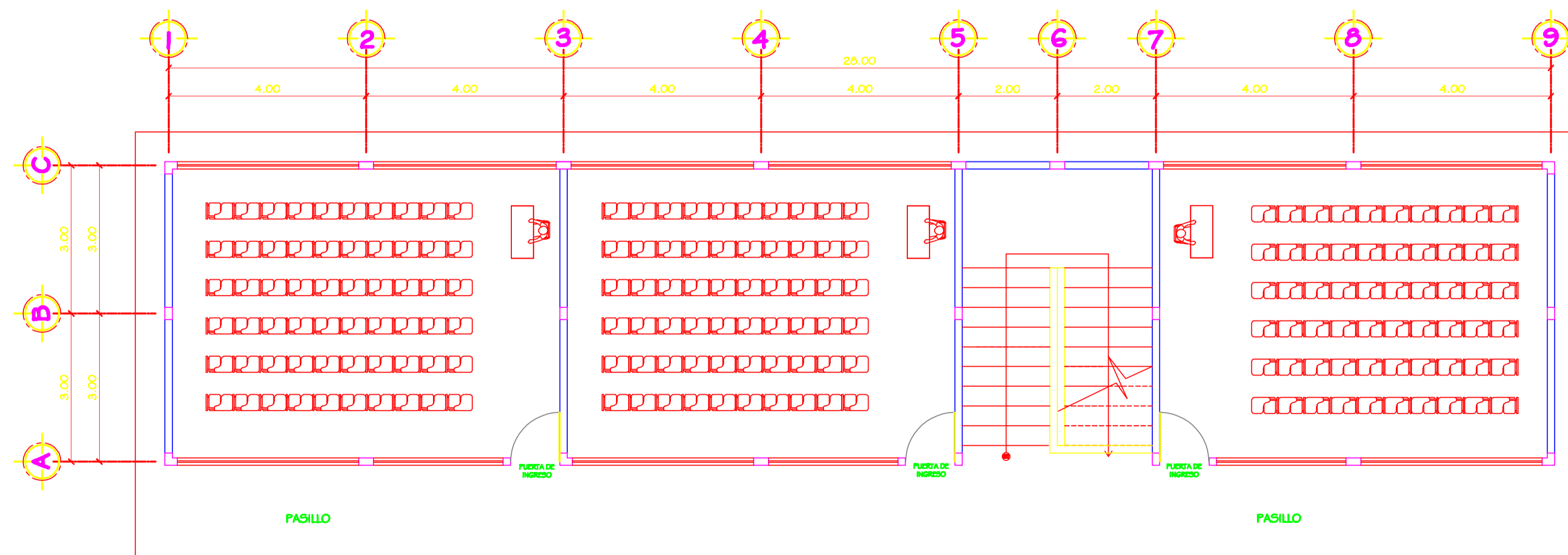
PROYECTO:			
<b>SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO LOMAS DEL NORTE, MUNICIPIO DE CHICAMÁN</b>			
PROPIETARIO:			
<b>MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, QUICHÉ</b>			
DESÑO:	CONTIENE:	HOJA DE:	
ESCALA:	INDICADA	<b>5/6</b>	
CALCULO:	DOUGLAS ESTRADA	HOJA No.:	
LEV. TOP.	DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	<b>5</b>
		ENERO 2012	
P) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			





**PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL**

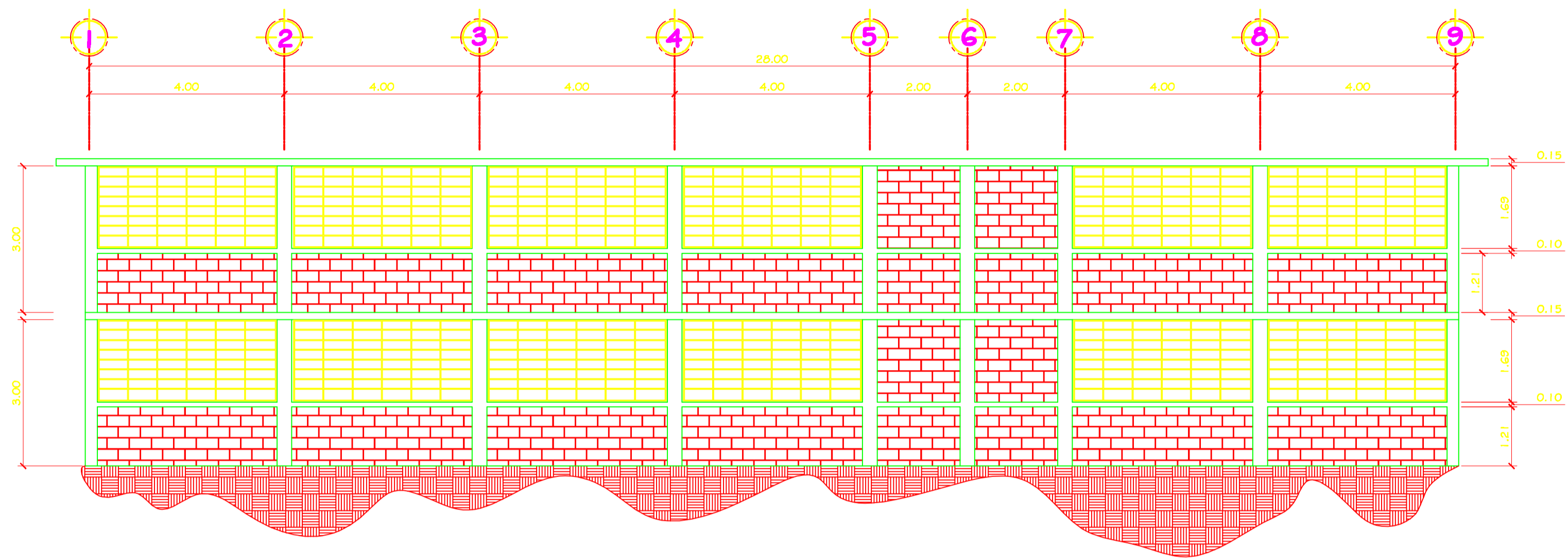
ESCALA HORIZONTAL 1/75



**PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL**

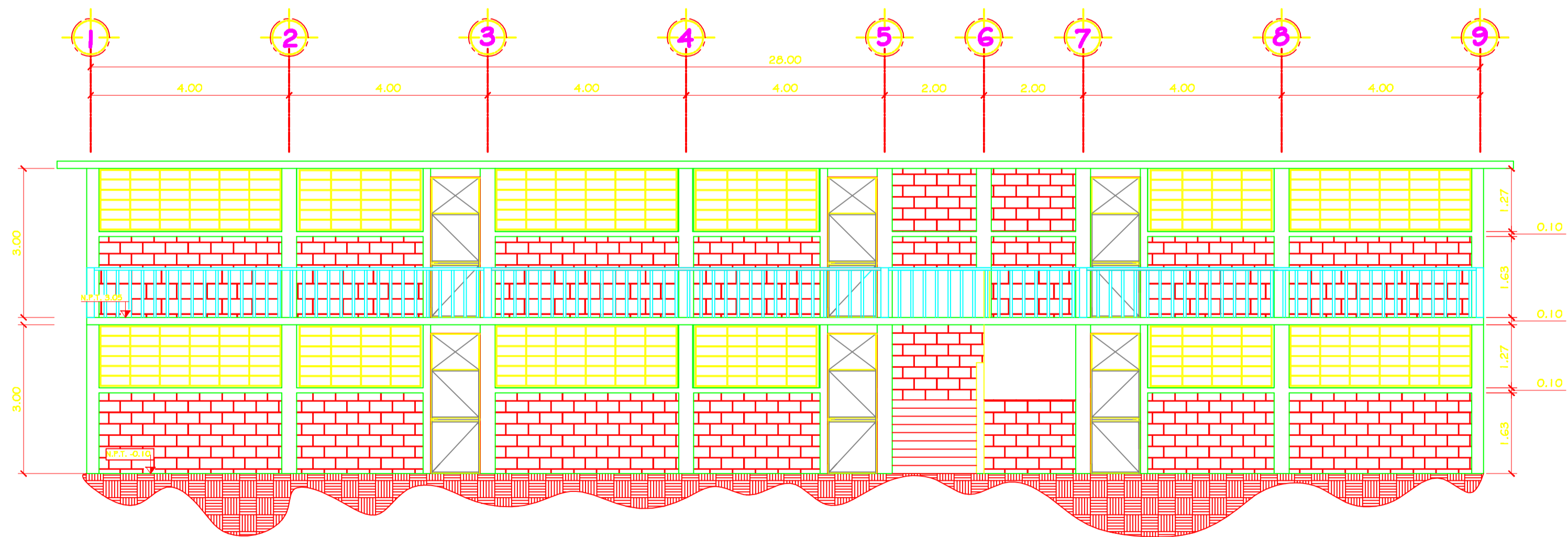
ESCALA HORIZONTAL 1/75

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE:	HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	PLANTA AMUEBLADA	1/10	
CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	
			HOJA No. 1
Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor			



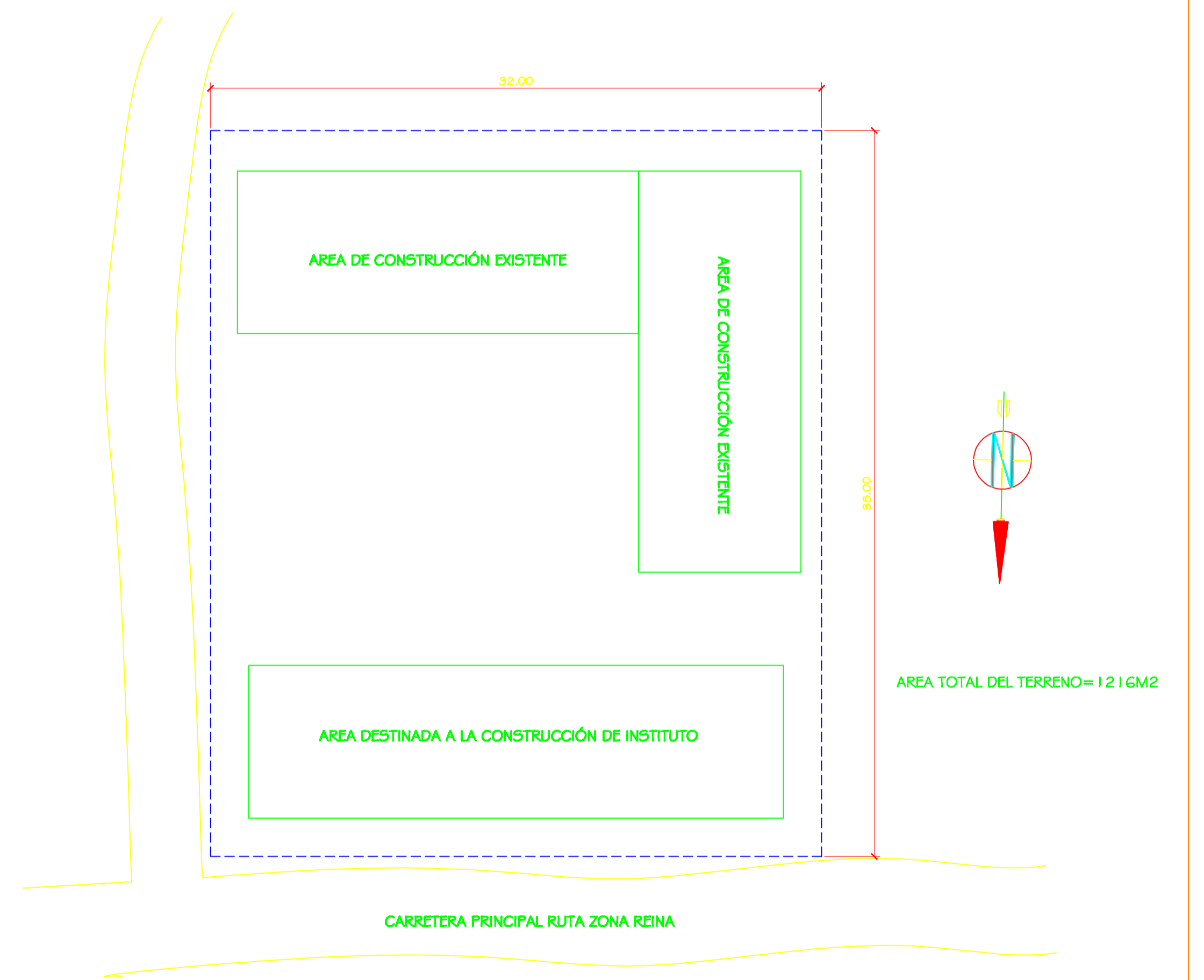
**ELEVACIÓN POSTERIOR**

ESCALA HORIZONTAL 1/75



**ELEVACIÓN FRONTAL**

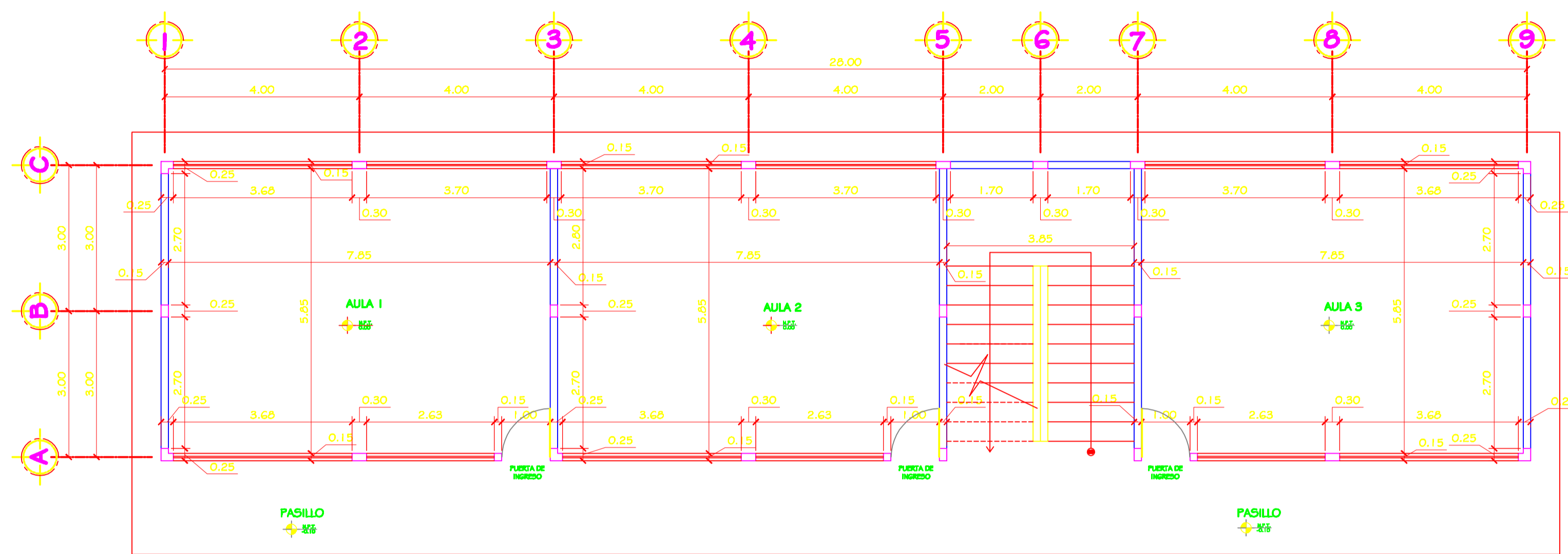
ESCALA HORIZONTAL 1/75



**PLANTA DE UBICACIÓN**

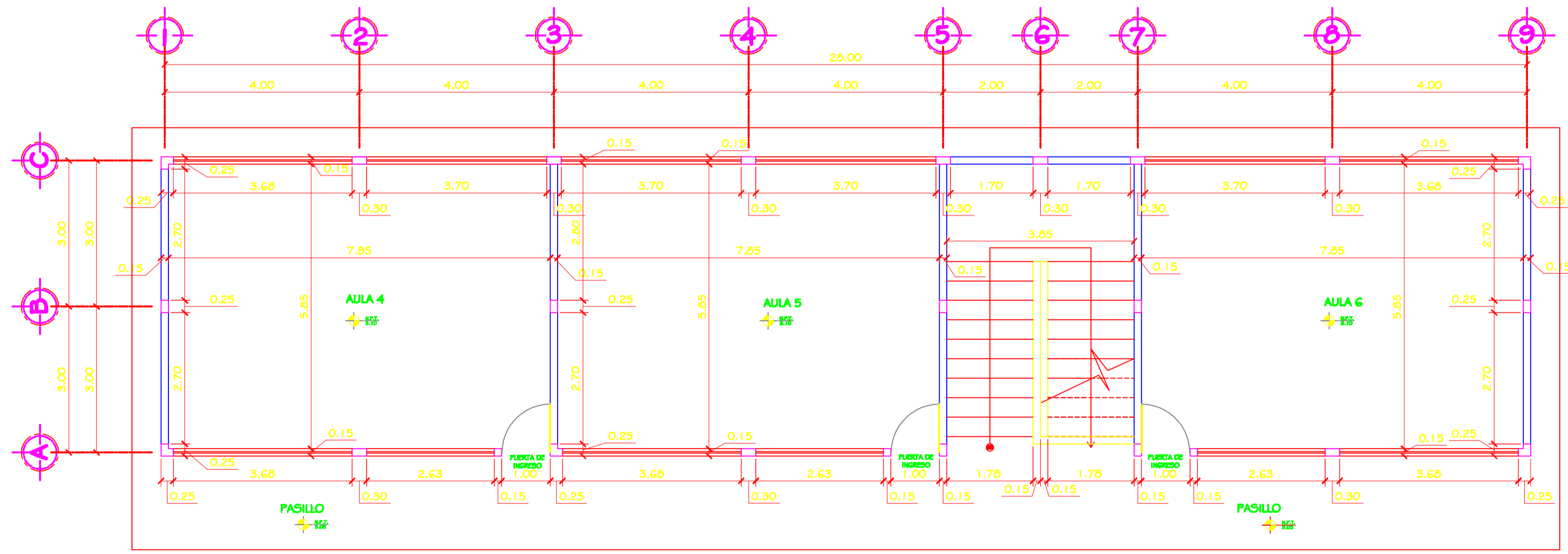
ESCALA 1/200

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:  <b>ELEVACIONES</b>	HOJA DE:  <b>2/10</b>	
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA	FECHA: 	HOJA No.  <b>2</b>	
P) Ing. Manuel Amvelaga Asesor Supervisor			



**PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL**

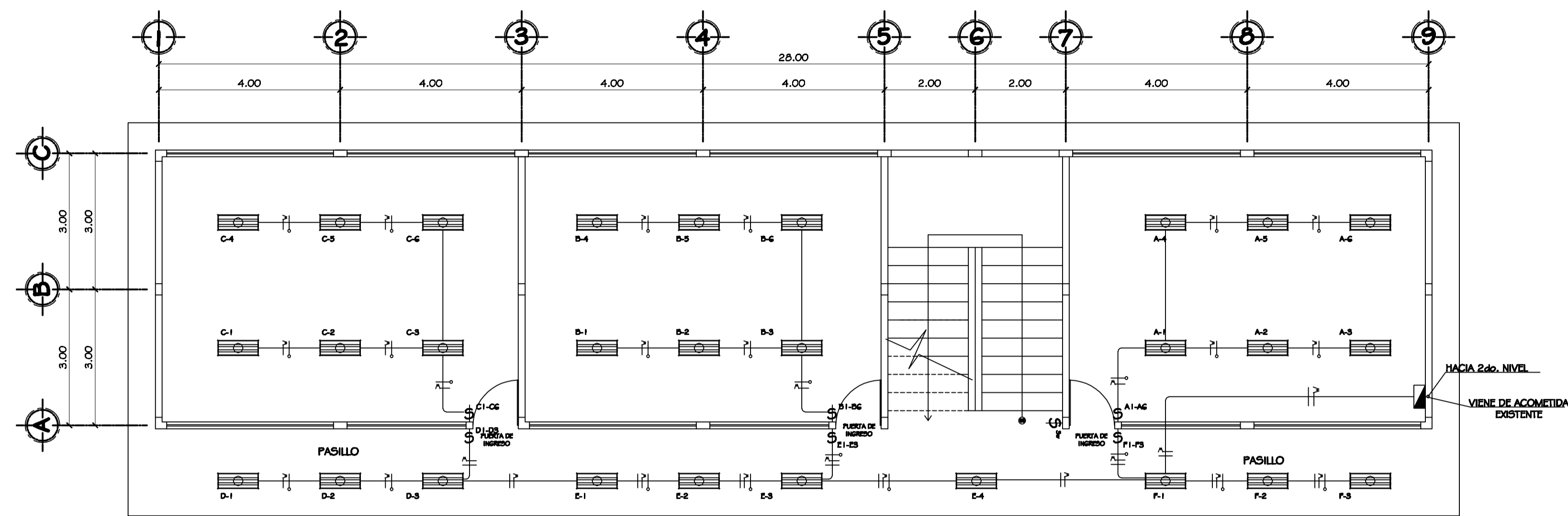
ESCALA HORIZONTAL 1/75



**PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL**

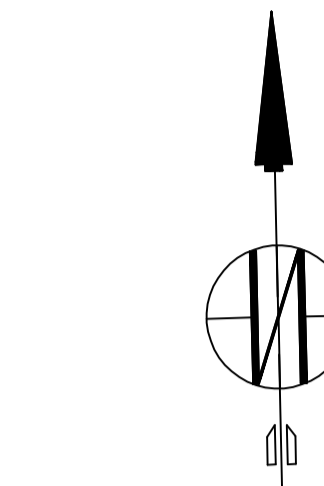
ESCALA HORIZONTAL 1/75

PROYECTO:			INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICO MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHÉ.	
PROPIETARIO:			MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:  <b>PLANTA ACOTADA</b>		HOJA DE:  <b>3/10</b>	
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA		FECHA:	HOJA No.  <b>3</b>	
Pj Ing. Manuel Amvelaga Asesor Supervisor				



**PLANTA ILUMINACION PRIMER NIVEL**

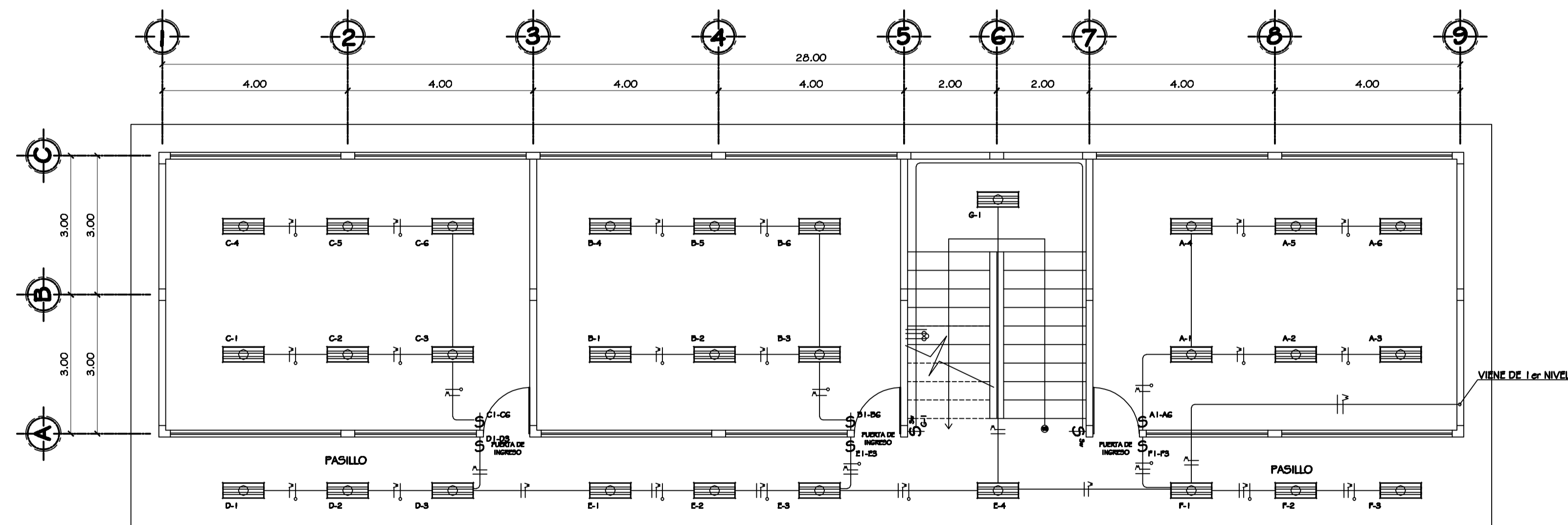
ESCALA HORIZONTAL 1/75



SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40 WATTS
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	PUNTE CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN CIELO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.40 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY H=1.35 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.35 S.N.P.T.

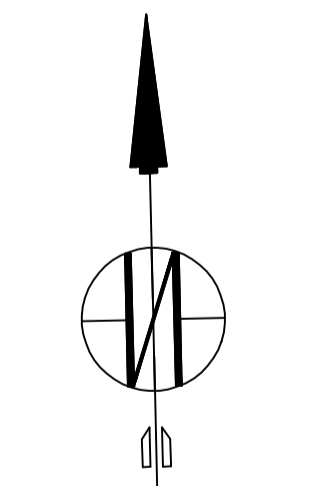
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ILUMINACIÓN Y FUERZA**

- COMPONENTES DE LA RED**  
 1. 2 Tableros de distribución de 6 circuitos cada uno 120/240 voltios  
 Colocar para alambros:  
 positivo = Rojo  
 negativo = Negro  
 retorno = Blanco
2. Tubería de acometida HG Ø 1 1/2", long. 1.50m + codo 1 1/2" 90° + acceso de entrada.
3. Toda la tubería de iluminación será rígida tipo ducto de 1/2".
4. El calibre de los conductores positivo y retorno será THW No. 10 AWG. El calibre del conductor negativo será THW No. 12 AWG.
5. Toda la tubería de fuerza será poliducto de 3/4".
6. Tomacorrientes Bticino con placa de metal.
7. No colocar cajas de pvc para tomacorrientes.
8. La tubena electrica debera quedar fuera de las moquetas.

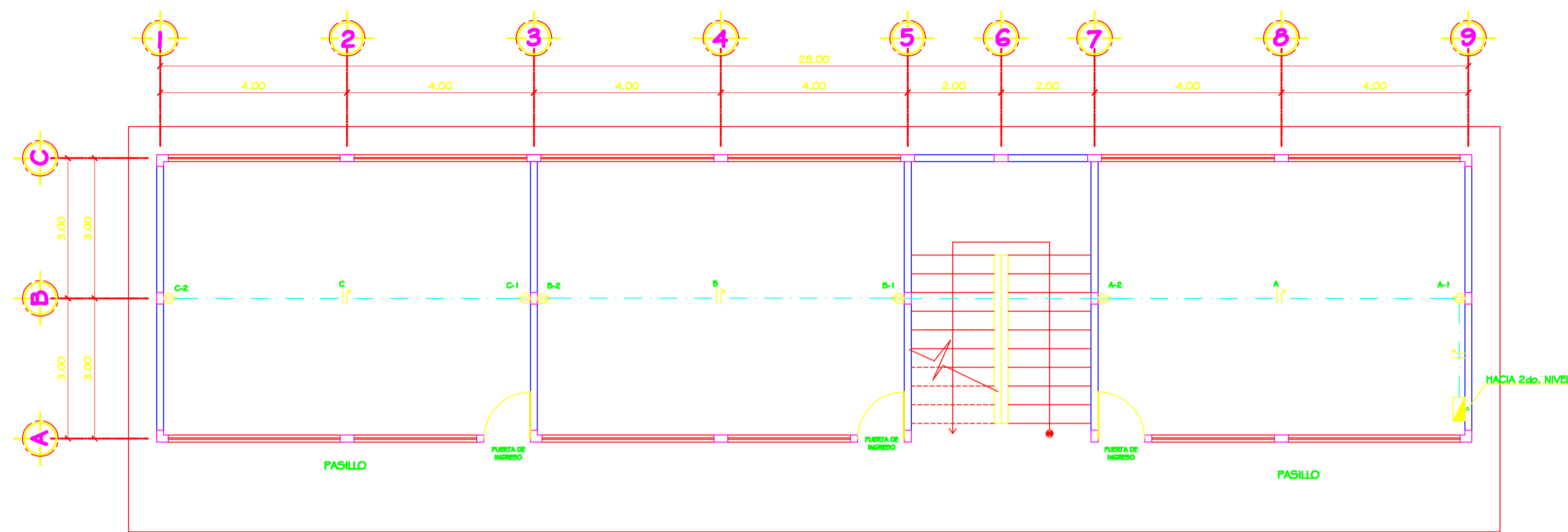


**PLANTA ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL**

ESCALA HORIZONTAL 1/75

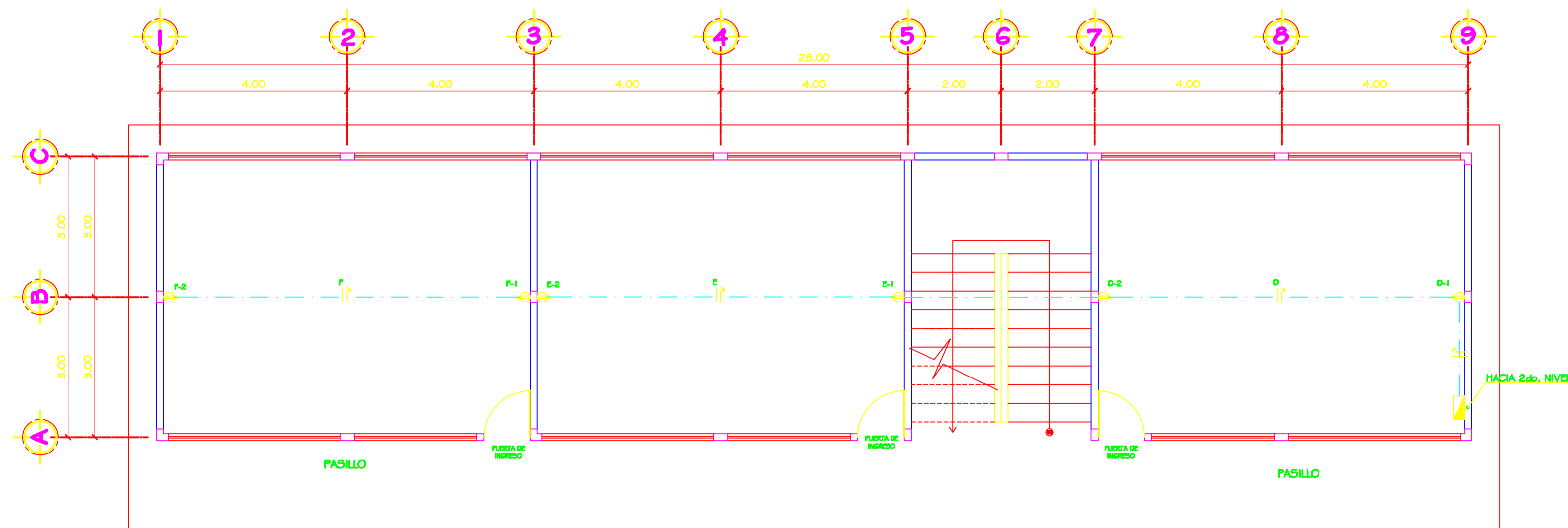


PROYECTO:		
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.		
PROPIETARIO:		
MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ		
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	CONTIENE:  <b>PLANTA DE ILUMINACIÓN</b>	HOJA DE:  <b>4/10</b>
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	HOJA No.  <b>4</b>
P) Ing. Manuel Armillaga Asesor Supervisor		



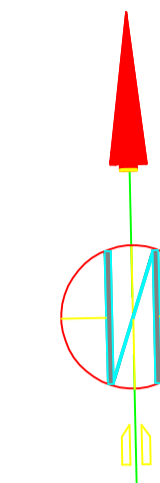
PLANTA FUERZA PRIMER NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75



PLANTA FUERZA SEGUNDO NIVEL

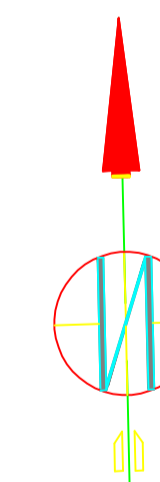
ESCALA HORIZONTAL 1/75



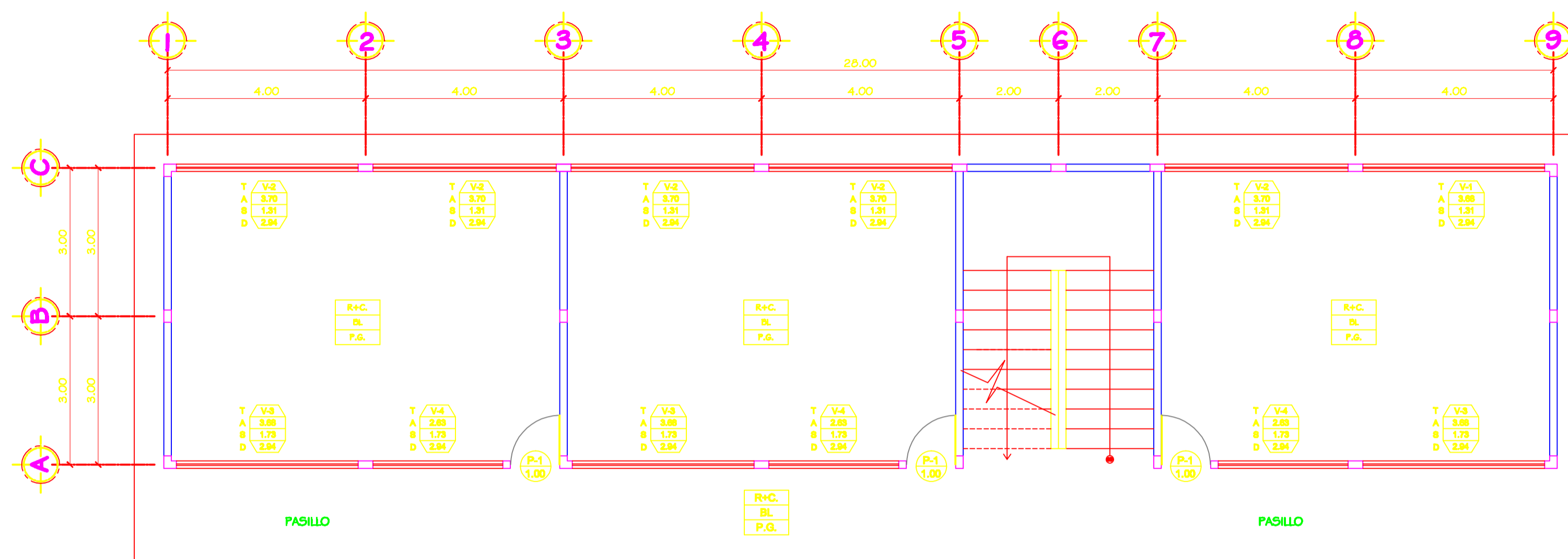
SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS DE 40 WATTS
	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN G.E. 6 POLOS H=1.70 S.N.P.T.
	LÍNEA NEUTRA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	PUNTE CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN CIELO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=1.40 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY H=1.35 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.35 S.N.P.T.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ILUMINACIÓN Y FUERZA

- COMPONENTES DE LA RED**
- 3 Tableros de distribución de 3 circuitos CADA UNO 12Q/240 voltios 60 ciclos c.a. carga nominal de 3060W, barras 50 amperos. Ver Flipones en diagramas.
  - Colocar para alambrear:
    - positivo = Rojo
    - negativo = Negro
    - retorno = Blanco
  - Tubería de acometida HG Ø 1 1/2", long. 1.50m + codo 1 1/2" 90°+ acceso de entrada.
  - Toda la tubería de iluminación será rígida tipo ducto de 1/2".
  - El calibre de los conductores positivo y retorno será THW No. 10 AWG. El calibre del conductor negativo será THW No. 12 AWG.
  - Toda la tubería de fuerza será poliducto de 3/4".
  - Tomacorrientes Dticmo con placa de metal.
  - No colocar cajas de pvc para tomacorrientes.
  - La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

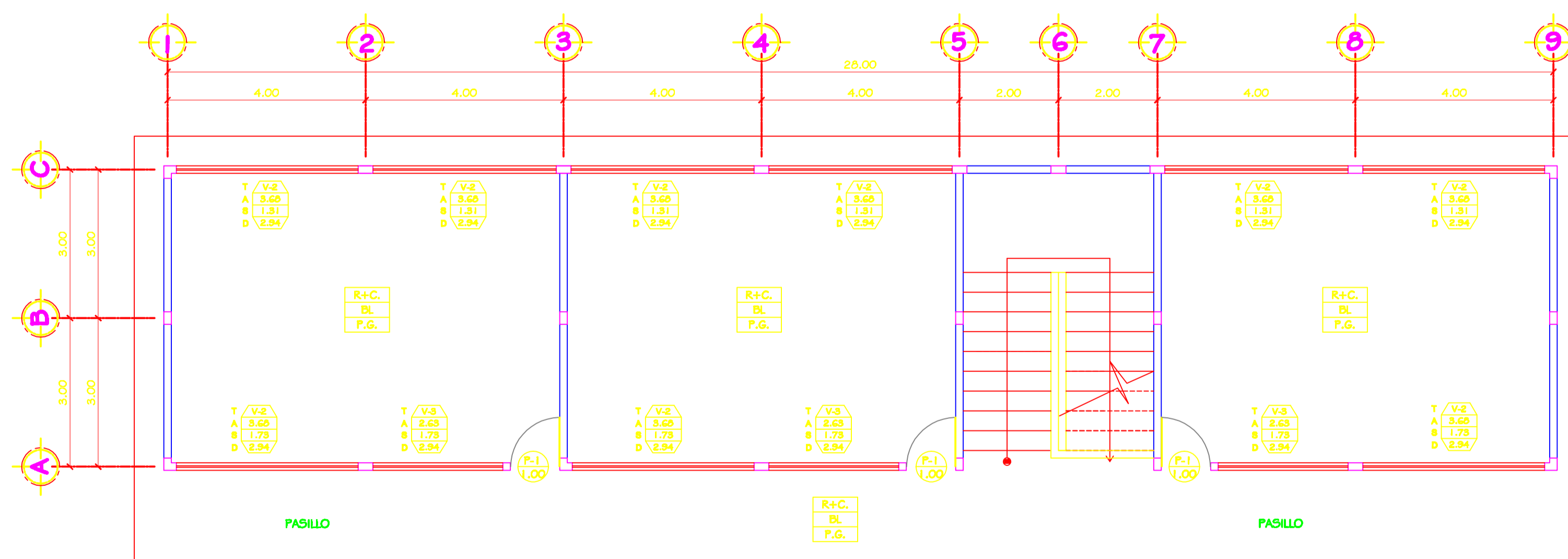


PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:  <b>PLANTA DE FUERZA</b>	HOJA DE:  <b>5/10</b>	
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA FECHA:		HOJA No.  <b>5</b>	
P/ Ing. Manuel Amvelaga Asesor Supervisor			



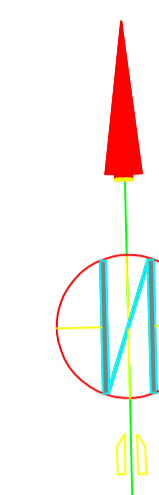
PLANTA ACABADOS PRIMER NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75



PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75



**SIMBOLOGIA DE ACABADOS**

Acabados en cielo R+C.  
 Acabados en paredes B.L.  
 Acabados en piso P.G.

**SIMBOLOGIA DE VENTANERIA**

Tipo de Ventana T V-1  
 Ancho de Ventana A 3.68  
 Sillar de Ventana S 1.31  
 Dintel de Ventana D 2.94

**SIMBOLOGIA DE PUERTAS**

Tipo de Puerta T  
 Ancho de Puerta A

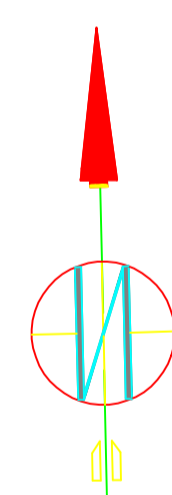
R + C = Repello + Cernido  
 B.L. = Block Limpio  
 P.G. = Piso de Granito

**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	UNIDAD	ANCHO	ALTO	SILLAR	OBSERVACIONES
V-1	6	3.68	1.69	1.21	VENTANA DE HIERRO CON VIDRIO CLARO DE 5MM.
V-2	3	3.68	1.27	1.63	VENTANA DE HIERRO CON VIDRIO CLARO DE 5MM.
V-3	3	2.63	1.27	1.63	VENTANA DE HIERRO CON VIDRIO CLARO DE 5MM.

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	UNIDAD	ALTO	ANCHO	OBSERVACIONES
P-1	3	2.10	1.00	PUERTA DE METAL CON SOBRE PUERTA DE 65 CM. DE ALTO



PROYECTO: INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ

DESENÑO: DOUGLAS ESTRADA  
 ESCALA: INDICADA  
 CALIBRO: DOUGLAS ESTRADA  
 LEV. TOP. DOUGLAS ESTRADA

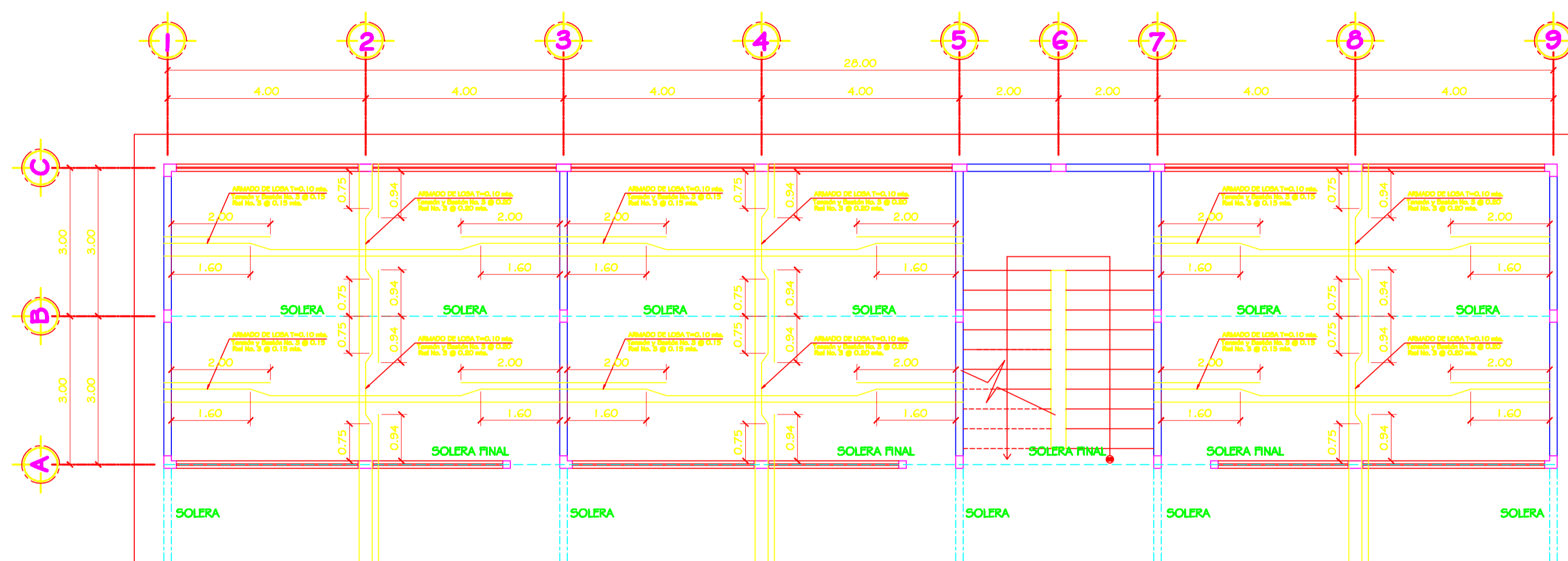
CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS, PUERTAS Y VENTANAS

HOJA DE: 6/10  
 HOJA No.: 6

FECHA: DOUGLAS ESTRADA

PJ Ing. Manuel Arvelago  
 Asesor Supervisor



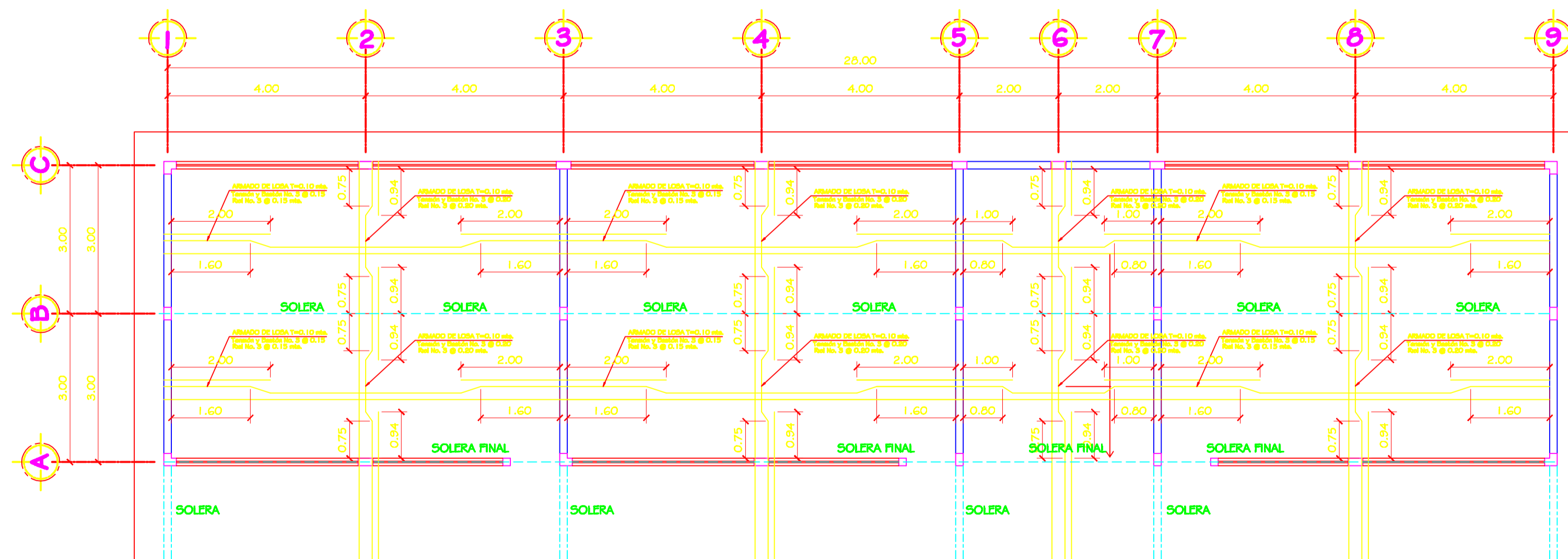


PLANTA DE ARMADO DE LOSA PRIMER NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
LOSAS

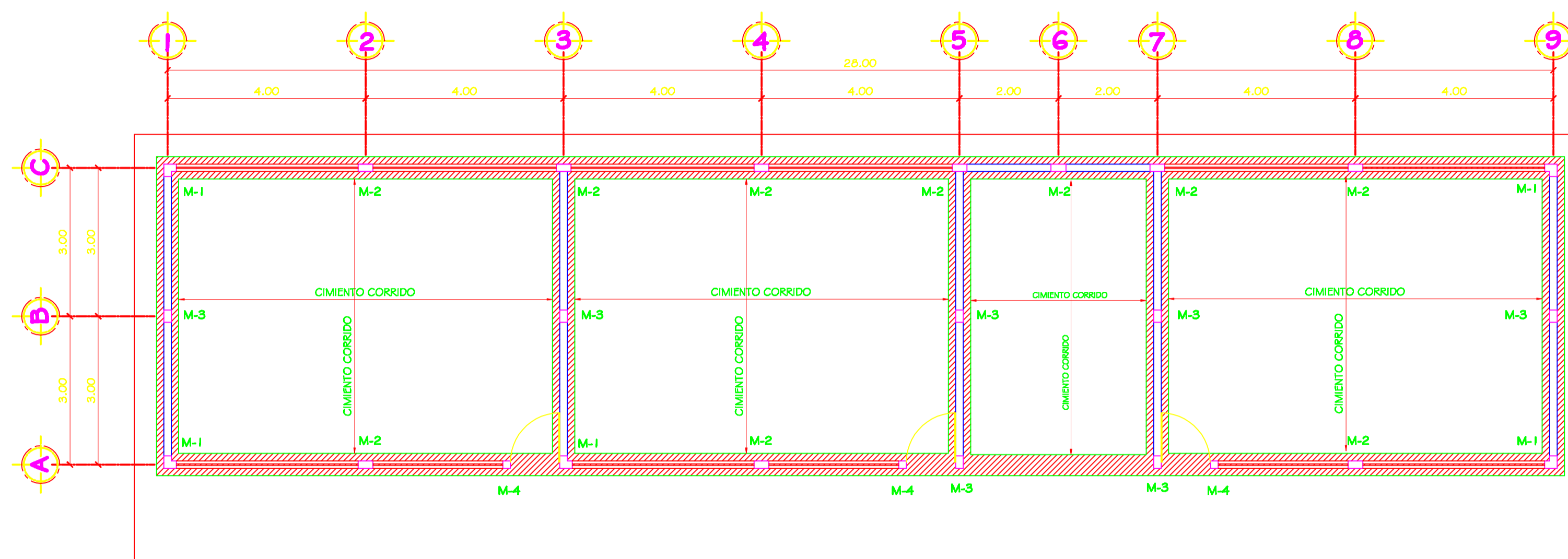
- ACERO DE REFUERZO:**
1. El acero deberá tener un  $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$
  2. Ganchos diámetro mínimo de dobléz para varillas del No. 3 al No. 6; 1.5 diámetros de la varilla.
  3. Longitudes de desarrollo de varillas sujetas a tensión y traslapes. No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.
  4. Todas las varillas se doblarán en frío
  5. Código de diseño ACI 318-71
- CONCRETO:**
6. El concreto deberá tener un  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  7. La relación del concreto será 1:2:3 (cemento + arena + pedrín) agua/cemento máxima permisible 29.3 lbs./saco de cemento; para un m<sup>3</sup> de concreto, usar: 9 sacos de cemento, 12 carretillas de arena y 12 carretillas de pedrín.
  8. El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1 1/2"
  9. Recubrimientos mínimos: vigas 2.5 a 3 cms.
- CARGAS:**
10. concreto 2,400 kg/m<sup>3</sup>
  11. suelo 1,600 kg/m<sup>3</sup>
  12. viva entre piso 200 kg/m<sup>2</sup>
  13. viva techo 100 kg/m<sup>2</sup>
  14. muro 200 kg/m<sup>2</sup>
- NOTAS:**
- A) cualquier cambio o modificación en obra deberá ser autorizado por el Arquitecto o Ingeniero supervisor de la obra.



PLANTA DE ARMADO DE LOSA SEGUNDO NIVEL

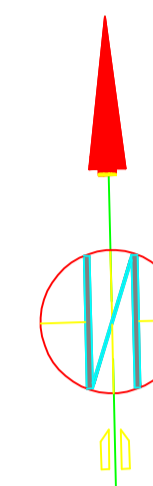
ESCALA HORIZONTAL 1/75

PROYECTO:		INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.	
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DESENHO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:	HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	PLANTA DE ARMADO DE LOSA	7/10	
CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	DEBILLO: DOUGLAS ESTRADA	FECHA:	HOJA No.
			7
P) Ing. Manuel Arvelago Asesor Supervisor			



PLANTA DE CIMENTACION PRIMER NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75



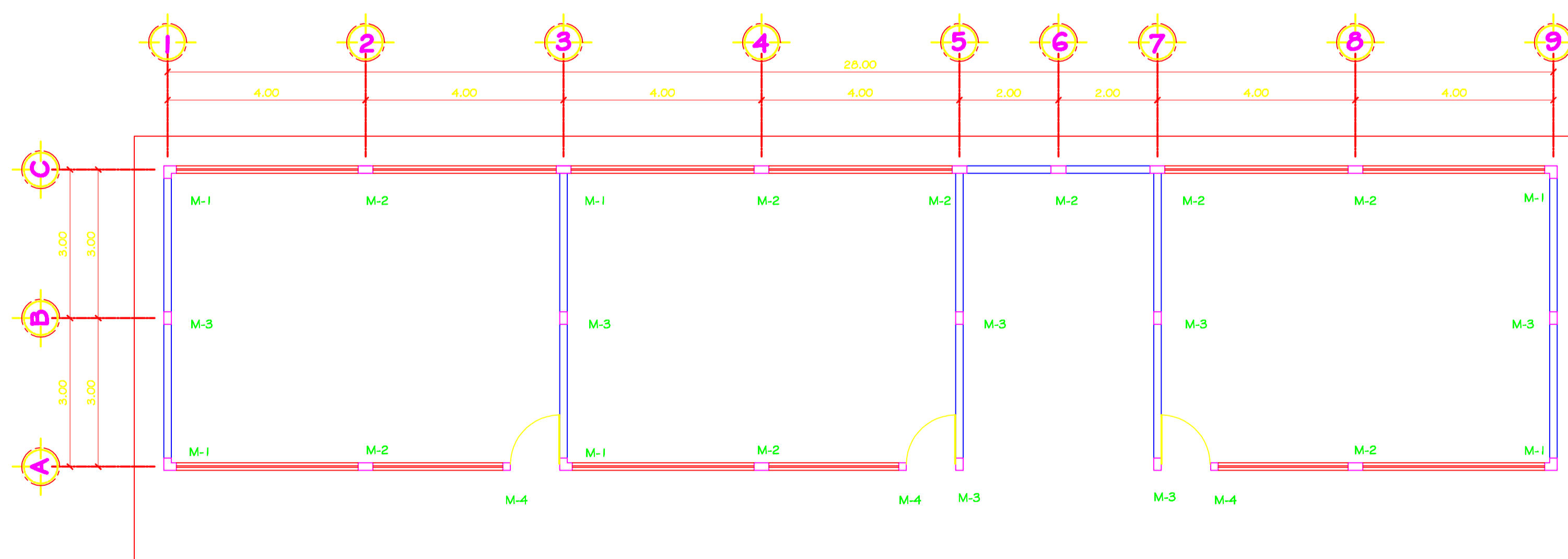
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
LOSAS

- ACERO DE REFUERZO:**
1. El acero deberá tener un  $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$
  2. Ganchos diámetro mínimo de dobléz para varillas del No. 3 al No. 6; 1.5 diámetros de la varilla.
  3. Longitudes de desarrollo de varillas sujetas a tensión y traslapes. No. 4 0.30 mts. No. 5 Y No. 6 0.36 mts.
  4. Todas las varillas se doblarán en frío
  5. Código de diseño ACI 318-71

- CONCRETO:**
6. El concreto deberá tener un  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  7. La relación del concreto será 1:2:3 (cemento + arena + pedrín) agudamiento máxima permisible 29.3 lbs./saco de cemento; para un m<sup>3</sup> de concreto, usar: 9 sacos de cemento, 12 de arena y 12 de pedrín.
  8. El agregado grueso (pedrín) deberá tener un diámetro mínimo 1/2" y un diámetro máximo de 1, 1/2"
  9. Recubrimientos mínimos:  
Vigas: 2.5 a 3 cms.

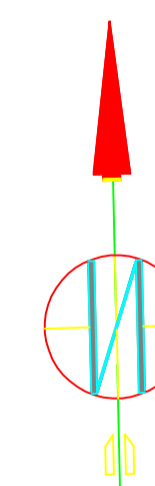
- CARGAS:**
10. concreto 2,400 kg/m<sup>3</sup>
  11. suelo 1,600 kg/m<sup>3</sup>
  12. viva entre piso 200 kg/m<sup>2</sup>
  13. viva techo 100 kg/m<sup>2</sup>
  14. muro 200 kg/m<sup>2</sup>

**NOTAS:**  
A) cualquier cambio o modificación en obra deberá ser autorizado por el Arquitecto o Ingeniero supervisor de la obra.



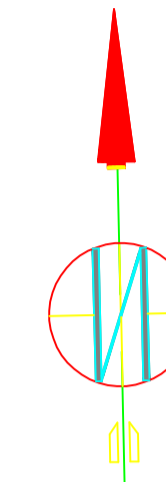
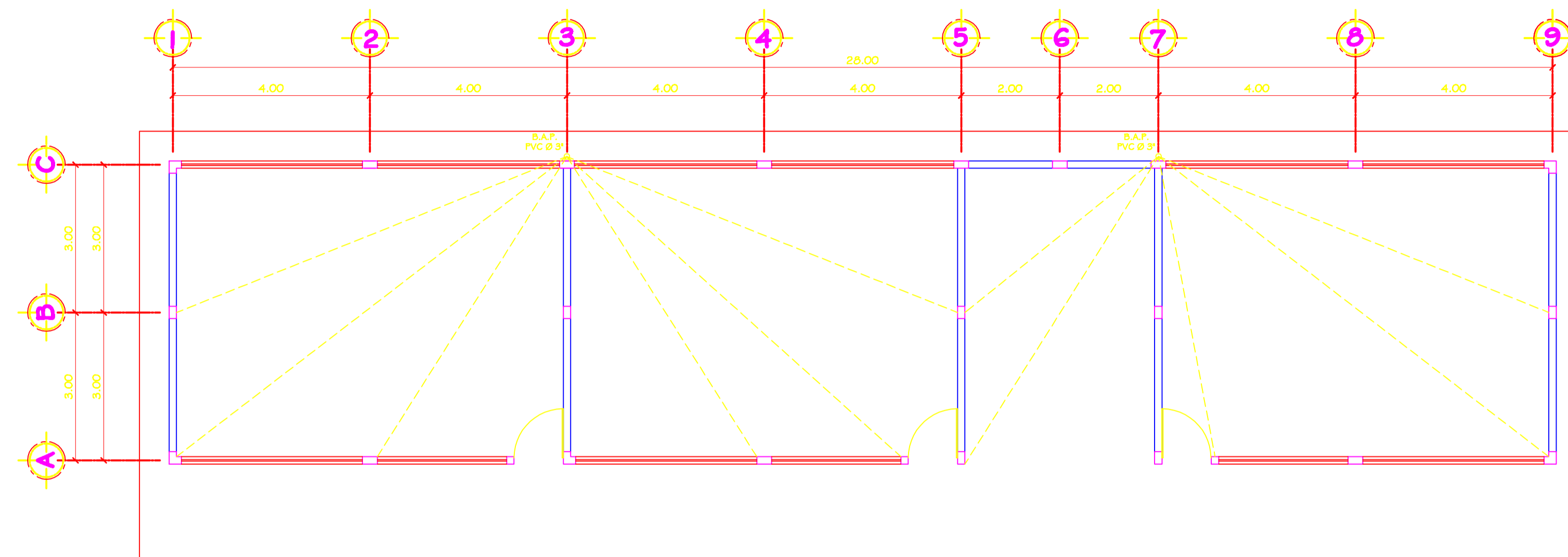
PLANTA DE CIMENTACION SEGUNDO NIVEL

ESCALA HORIZONTAL 1/75



PROYECTO:			INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.
PROPIETARIO:			MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ
DISEÑO: DOUGLAS ESTRADA ESCALA: INDICADA CALCULO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:  <b>PLANTA DE CIMENTACION</b>	HOJA DE:  <b>8/10</b>	
DIBUJO: DOUGLAS ESTRADA FECHA:		HOJA No.  <b>8</b>	
P) Ing. Manuel Arvelago Asesor Supervisor			



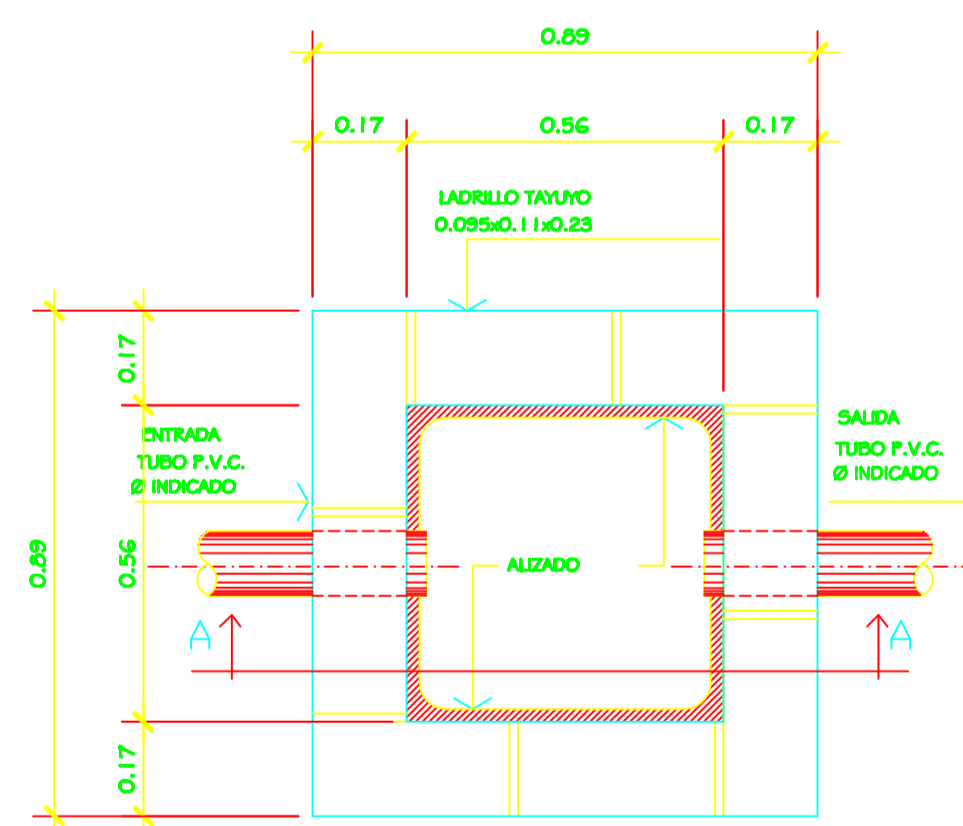


**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DRENAJES**

1. Toda la instalación de drenajes deberá quedar a una profundidad mínima de 0.40 mts. debajo de la instalación de plomera + una capa de material selecto de 0.10 mts. de espesor.
2. Todas las bajadas de agua pluvial serán de pvc diámetro de 3" y las uniones a las cajas con tubería del diámetro indicado en la planta.
3. Toda tubería deberá tener una pendiente mínima del 2% salvo otra indicación.

**PLANTA DE DRENAJE**

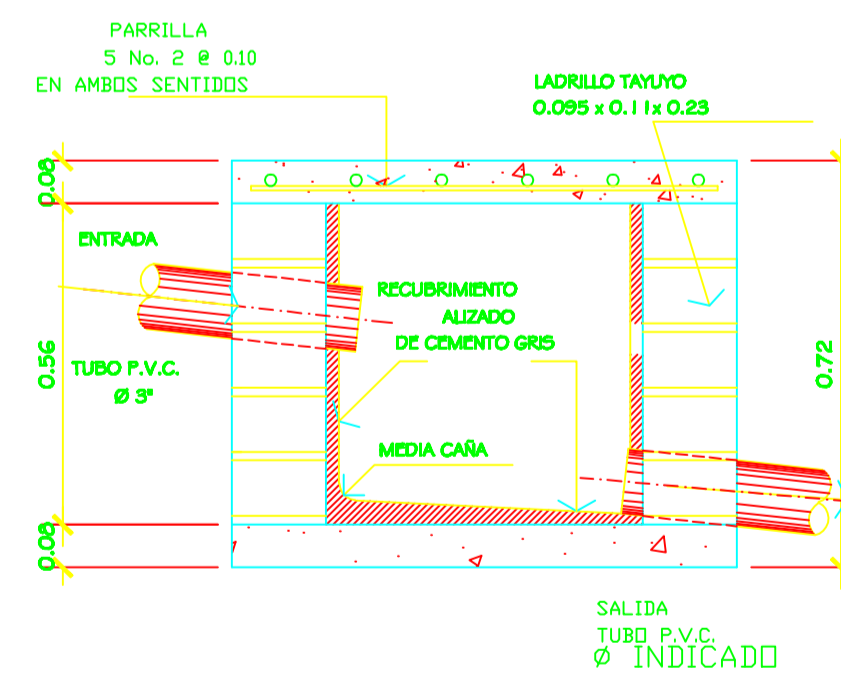
ESCALA 1/75



**PLANTA**

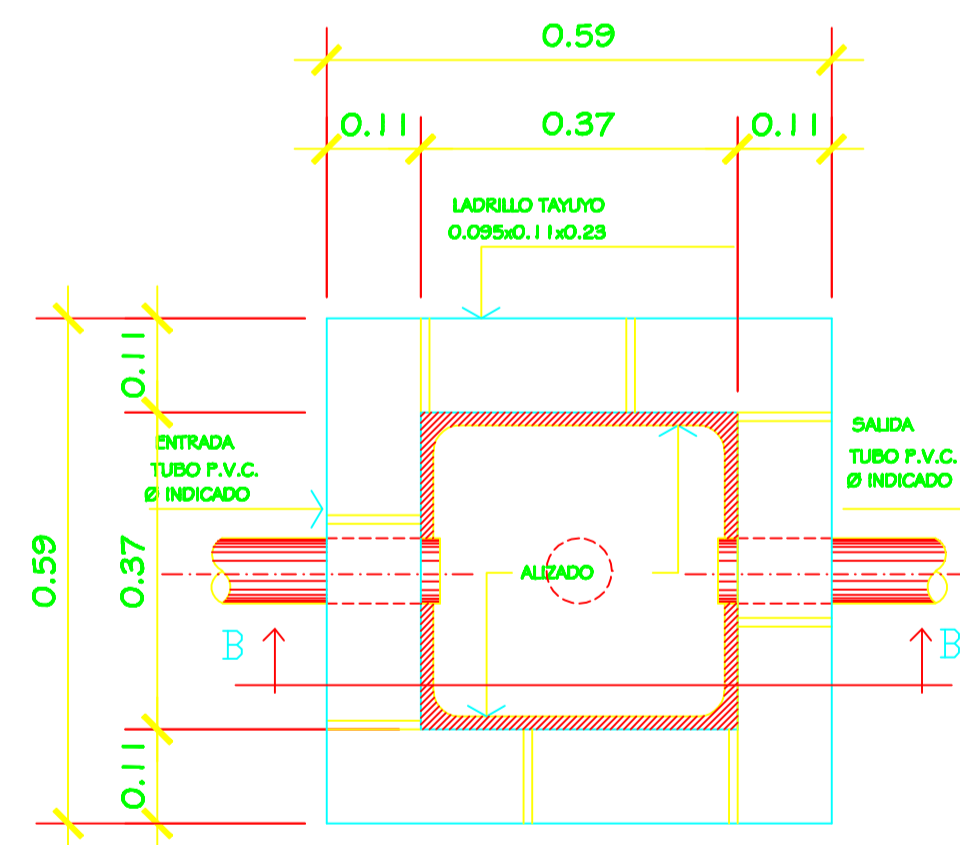
SIN ESCALA

**CAJA DE UNION**



**SECCIÓN A-A'**

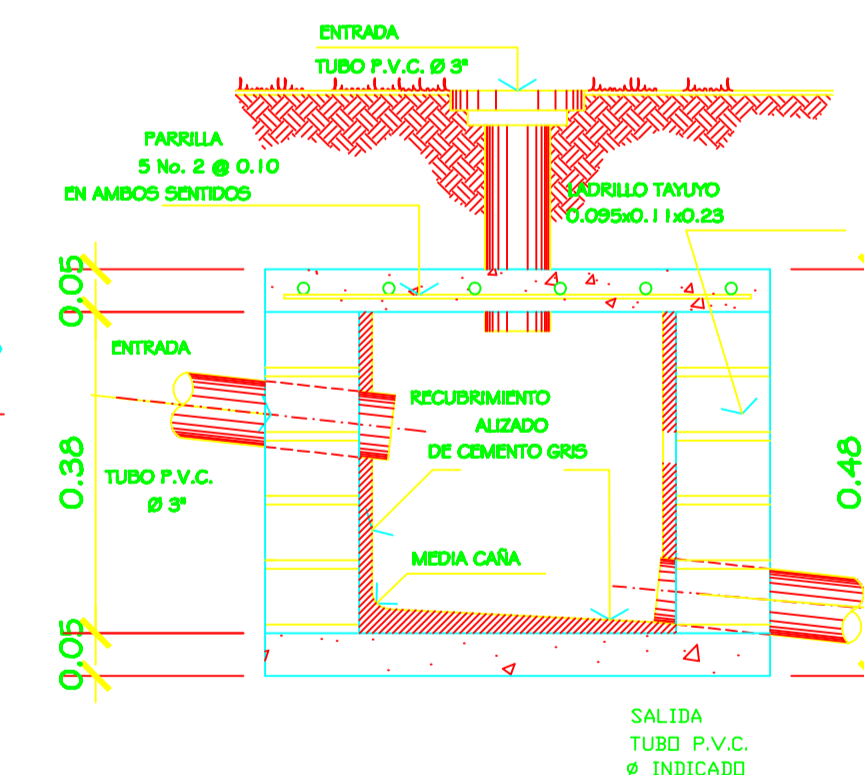
SIN ESCALA



**PLANTA**

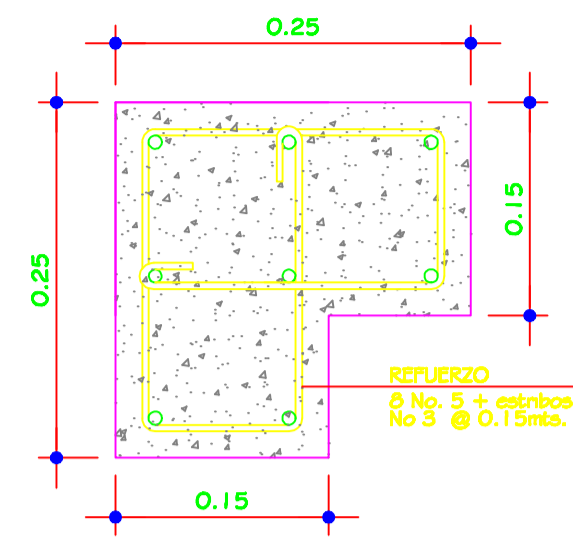
SIN ESCALA

**CAJA DE REPOSADERA**

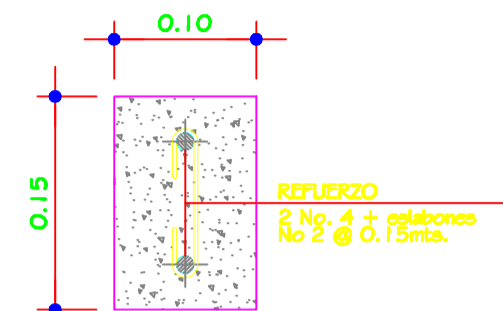


**SECCIÓN A-A'**

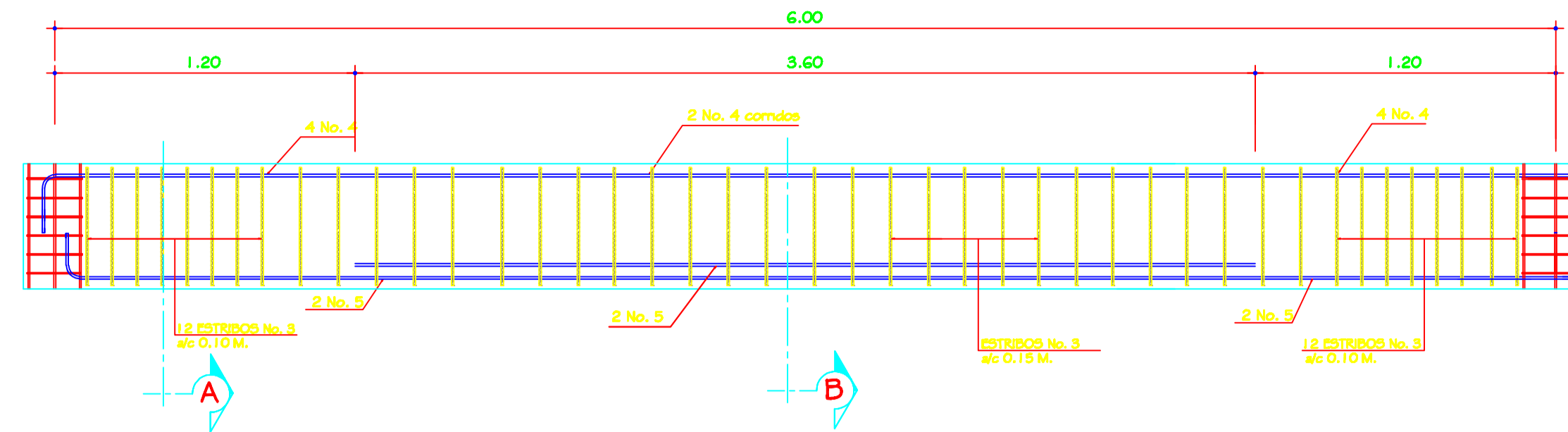
PROYECTO:			
INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.			
PROPIETARIO:			
MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ			
DESEÑO: DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:	HOJA DE:	
ESCALA: INDICADA	PLANTA DE DRENAJE	9/10	
CALCULO: DOUGLAS ESTRADA		HOJA No.	
DEBUIJO: DOUGLAS ESTRADA		FECHA:	9
P) Ing. Manuel Amvelaga Asesor Supervisor			



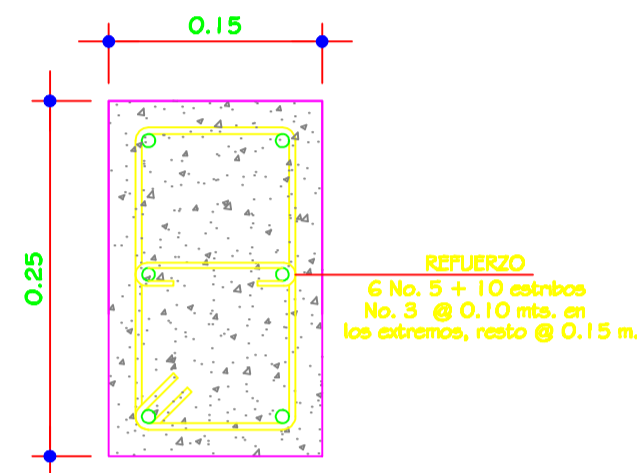
MOCHETA M-1  
ESCALA: 1/5



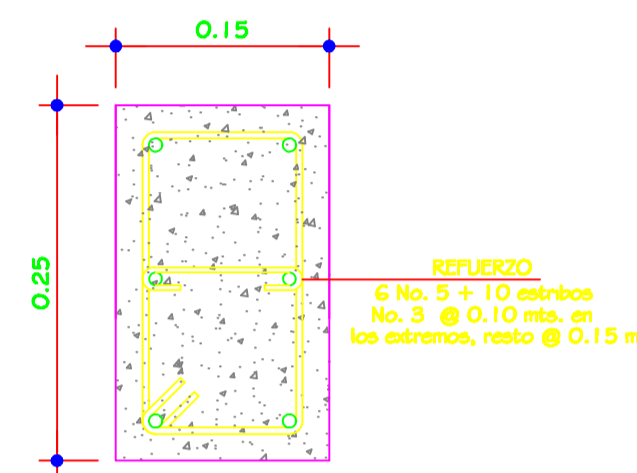
MOCHETA M-4  
ESCALA: 1/5



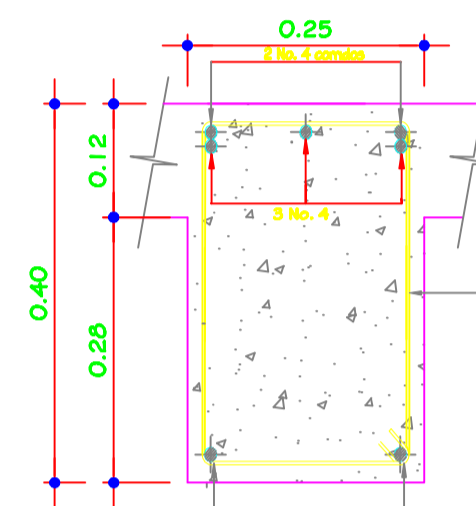
DETALLE DE ARMADO DE SOLERA (S-1)  
ESCALA: 1/20



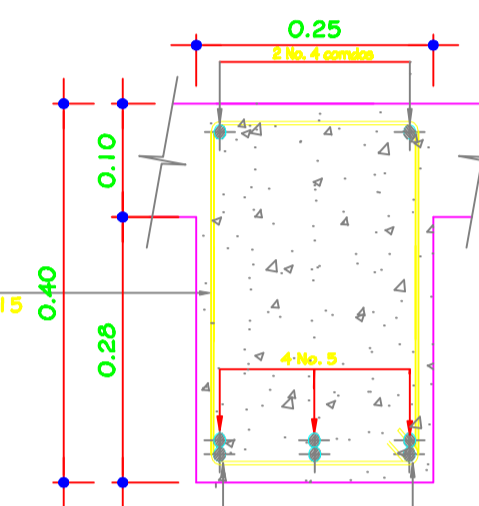
MOCHETA M-3  
ESCALA: 1/5



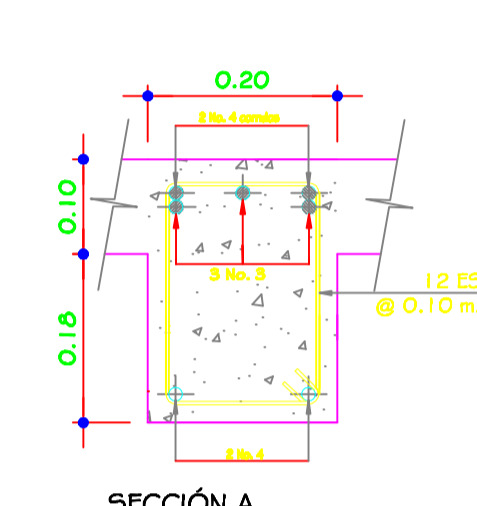
MOCHETA M-2  
ESCALA: 1/5



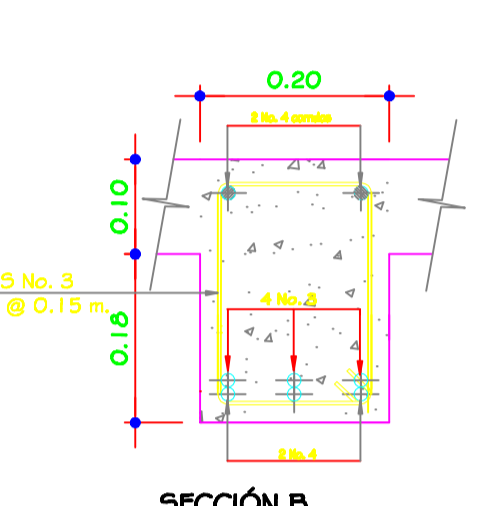
SECCIÓN A  
SOLERA 1  
ESCALA: 1/7.5



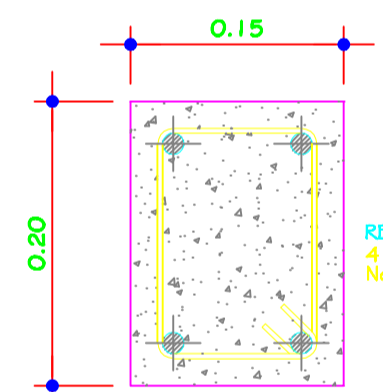
SECCIÓN B  
SOLERA 1  
ESCALA: 1/7.5



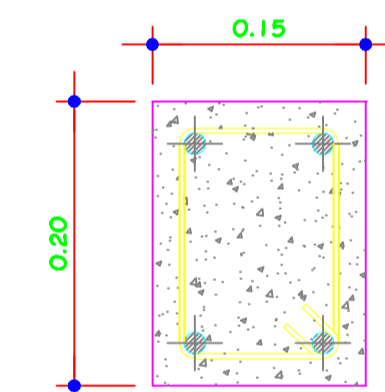
SECCIÓN A  
SOLERA 2  
ESCALA: 1/7.5



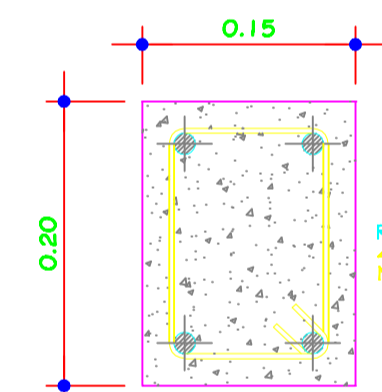
SECCIÓN B  
SOLERA 2  
ESCALA: 1/7.5



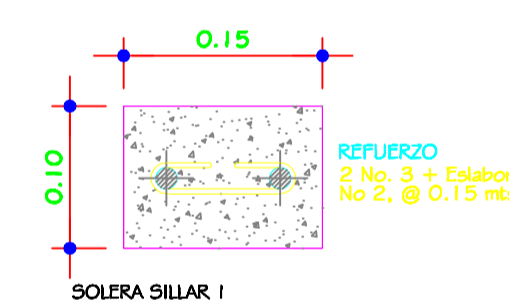
SOLERA HIDRÓFUGA  
ESCALA: 1/5



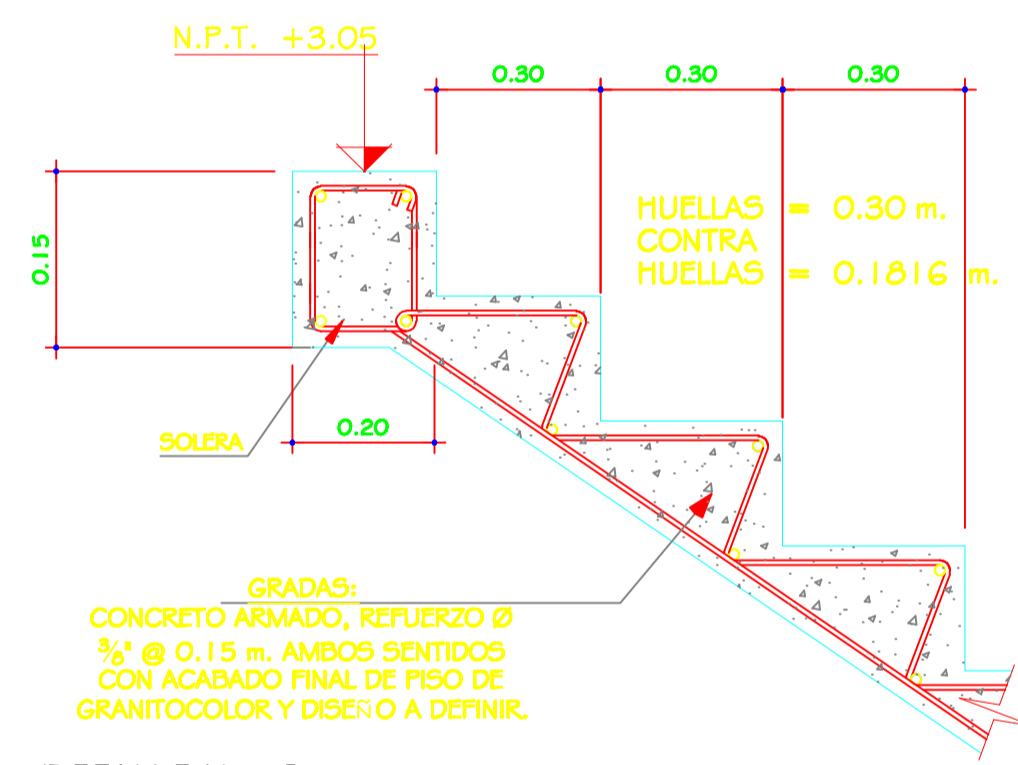
SOLERA INTERMEDIA  
ESCALA: 1/5



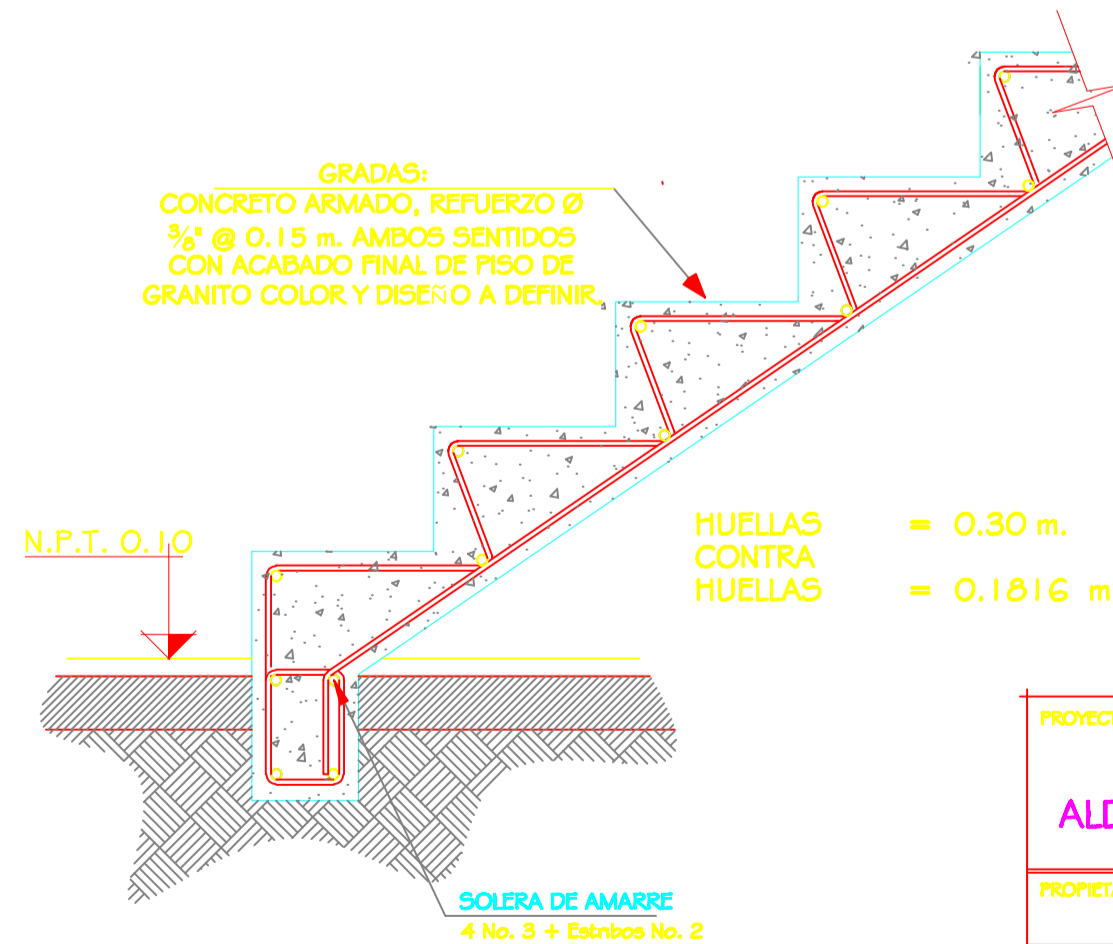
SOLERA FINAL  
ESCALA: 1/5



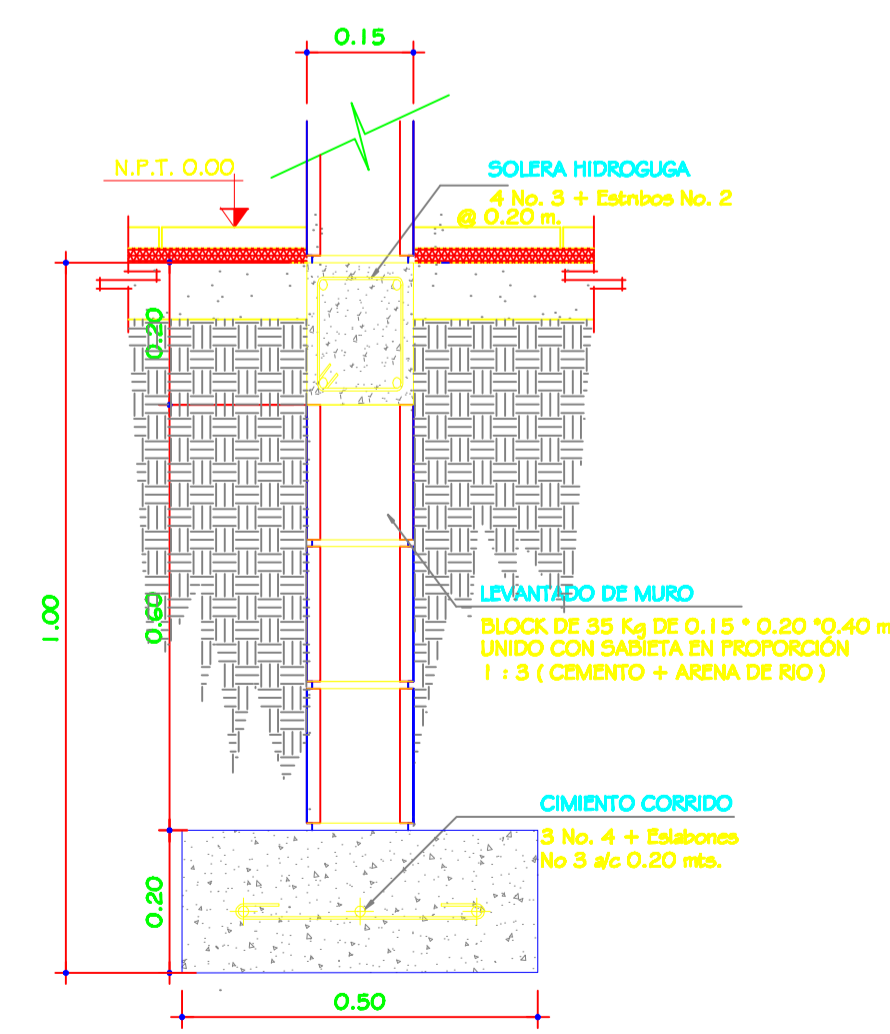
SOLERA SILLAR 1  
ESCALA: 1/5



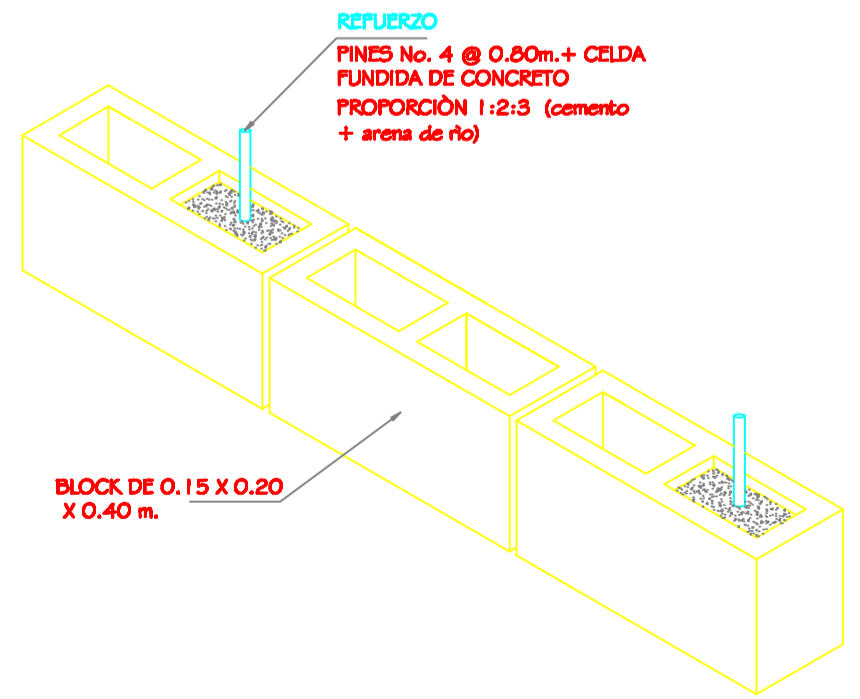
DETALLE No. 2  
ANCLAJE A SOLERA



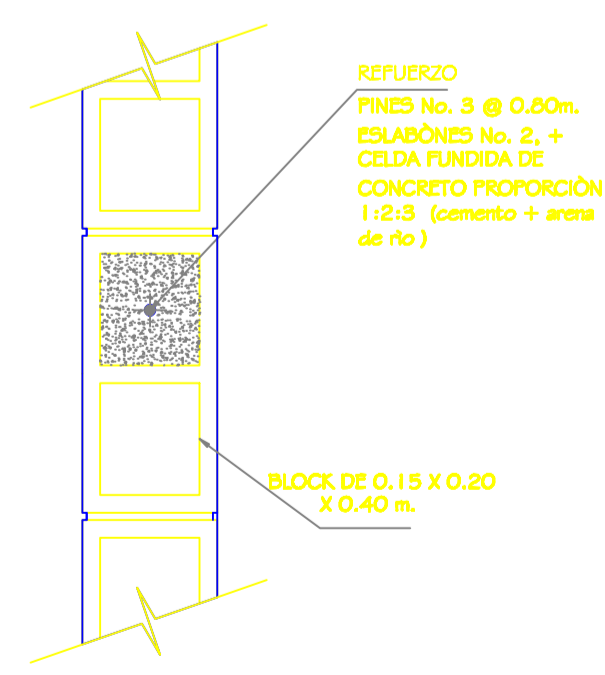
DETALLE No. 2  
ANCLAJE A SOLERA DE AMARRE



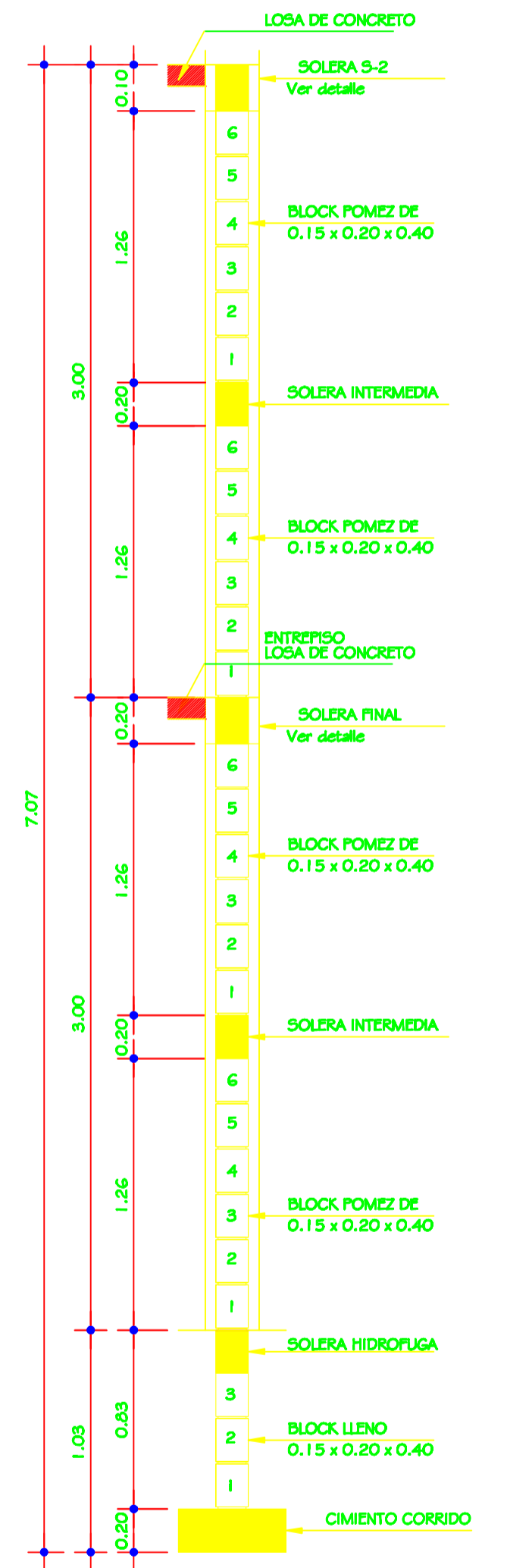
CIMENTO CORRIDO  
ESCALA: 1/10



ISOMETRICO  
Block pineado muros de 0.15 x 0.20 x 0.40m.  
ESCALA: 1/10



BLOCK + PIN  
ESCALA: 1/5



CORTE DE MURO  
ESCALA: 1/20

PROYECTO:			INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL ALDEA ROSARIO MONTE MARIA, CHICAMÁN, EL QUICHE.	
PROPIETARIO:			MUNICIPALIDAD DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	
DESEÑO:	DOUGLAS ESTRADA	CONTENIDO:	DETALLES ESTRUCTURALES	
ESCALA:	INDICADA	HOJA DE:	10/10	
CALCULO:	DOUGLAS ESTRADA	HOJA No.:	10	
DEBILLO:	DOUGLAS ESTRADA	FECHA:		
P) Ing. Manuel Arvelago Asesor Supervisor				