



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO
POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Allan Javier Pellecer Mendoza
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INTITUTO BÁSICO
POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALLAN JAVIER PELLECCER MENDOZA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

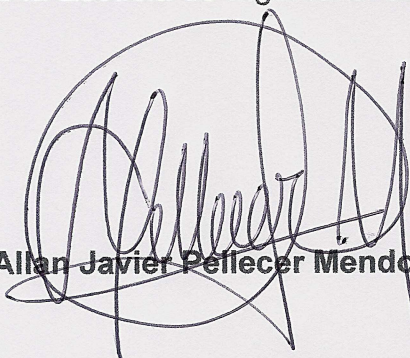
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO
POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

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



Allan Javier Pellecer Mendoza



Guatemala, 18 de septiembre de 2012
Ref.EPS.DOC.1251.09.12

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Allan Javier Pellecer Mendoza** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200512001**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**.

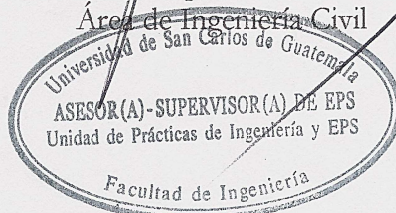
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
JMC/ra



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



Guatemala,
28 de septiembre de 2012

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

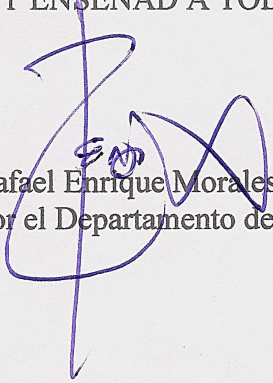
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Allan Javier Pellecer Mendoza, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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





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



Guatemala,
15 de octubre de 2012

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, SOLOLÁ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Allan Javier Pellecer Mendoza, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 05 de noviembre de 2012
Ref.EPS.D.929.11.12

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

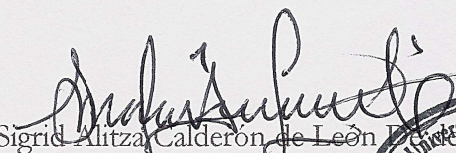
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Allan Javier Pellecer Mendoza**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Allan Javier Pellecer Mendoza, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

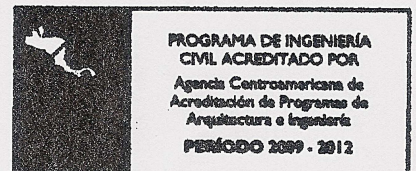

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2013

/bbdeb.

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





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS CASTRO Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA EL INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARÍA TECÚN (IBCOMAT), MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Allan Javier Pellecer Mendoza**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, febrero de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Quien provee la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
Mis padres	Silvia Violeta Mendoza García de Pellecer y Walter Rony Pellecer Gudiel por el apoyo que me han brindado.
Mis hermanos	Walther Steve e Irene Pellecer Mendoza.
Mi familia en general	Con mucho afecto.
Ing. Juan Merck Cos	Por la asesoría, consejos y amistad durante la elaboración del presente trabajo de graduación.
Mis amigos	Por su sincera amistad.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios e influir en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería Civil.
Mis padres	Por su apoyo y consejo para poder realizar esta meta.
Ing. Juan Merck Cos	Por toda la colaboración en la asesoría y revisión del presente trabajo.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos para ser ingeniero civil.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.
Municipalidad de Sololá	Por permitirme realizar el presente trabajo de graduación en su localidad y el apoyo brindado durante el EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea Argueta	1
1.1.1. Origen de la comunidad.....	1
1.1.2. Descripción morfológica de la comunidad	1
1.1.3. Clima	2
1.1.4. Tipo de vivienda y actividad económica	3
1.1.5. Población y demografía	3
1.1.6. Servicios públicos	3
1.1.7. Educación.....	4
1.1.8. Salud	4
1.1.9. Agua potable.....	4
1.1.10. Alcantarillado	4
1.1.11. Energía eléctrica.....	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Argueta.....	5
1.2.1. Descripción de necesidades	5
1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades	6

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Castro	7
2.1.1.	Descripción general del proyecto	7
2.1.2.	Aforos, dotación y tipo de servicio	7
2.1.3.	Tasa de crecimiento poblacional	9
2.1.4.	Período de diseño, población futura	9
2.1.5.	Factores de consumo y caudales	10
2.1.5.1.	Caudal medio diario	11
2.1.5.2.	Caudal máximo diario	12
2.1.5.3.	Caudal máximo horario	12
2.1.6.	Calidad del agua y sus normas	13
2.1.6.1.	Análisis bacteriológico	13
2.1.6.2.	Análisis fisicoquímico	14
2.1.7.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería	14
2.1.8.	Presiones y velocidades	15
2.1.9.	Levantamiento topográfico	17
2.1.10.	Planimetría	17
2.1.11.	Altimetría	17
2.1.12.	Diseño hidráulico del sistema	17
2.1.12.1.	Captación	18
2.1.12.2.	Línea de conducción	18
2.1.12.3.	Tanque de almacenamiento	21
2.1.12.3.1.	Volumen de almacenamiento	21
2.1.12.3.2.	Diseño estructural del tanque	22
2.1.12.4.	Red de distribución	32
2.1.12.5.	Sistema de desinfección	35

	2.1.12.6.	Obras de arte.....	36
	2.1.12.7.	Válvulas.....	37
	2.1.12.8.	Conexiones domiciliarias.....	38
	2.1.13.	Programa de operación y mantenimiento.....	39
	2.1.14.	Propuesta tarifaria.....	39
	2.1.15.	Elaboración de planos.....	42
	2.1.16.	Elaboración de presupuesto.....	42
	2.1.17.	Evaluación socioeconómica.....	43
	2.1.17.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	44
	2.1.17.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	44
	2.1.18.	Evaluación de impacto ambiental.....	45
2.2.		Diseño de la edificación escolar de dos niveles para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún (IBCOMAT), municipio de Sololá, departamento de Sololá.....	47
	2.2.1.	Descripción del proyecto.....	47
	2.2.2.	Descripción del área disponible.....	48
	2.2.3.	Determinación del valor soporte del suelo.....	48
	2.2.4.	Normas para el diseño de edificios.....	50
	2.2.4.1.	Criterios generales.....	50
	2.2.4.2.	Criterios de conjunto.....	51
	2.2.4.3.	Criterios de iluminación.....	51
	2.2.4.4.	Otros criterios.....	51
	2.2.5.	Diseño arquitectónico.....	51
	2.2.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	52
	2.2.5.2.	Distribución de ambientes.....	52
	2.2.5.3.	Altura de edificio.....	53
	2.2.6.	Selección del sistema estructural a usar.....	53
	2.2.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	53

2.2.6.2.	Cargas de diseño	56
2.2.6.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	56
2.2.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	60
2.2.6.3.	Fuerzas sísmicas	60
2.2.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos	68
2.2.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por medio de software y comprobación por medio de un método de análisis estructural numérico	72
2.2.6.6.	Envolvente de momentos	72
2.2.6.7.	Diagrama de corte	79
2.2.6.8.	Diseño de losas.....	87
2.2.6.9.	Diseño de vigas.....	97
2.2.6.10.	Diseño de columnas.....	109
2.2.6.11.	Diseño de gradas	121
2.2.6.12.	Diseño de cimientos	123
2.2.6.13.	Muros tabique.....	155
2.2.7.	Instalaciones	158
2.2.7.1.	Agua potable	158
2.2.7.2.	Drenajes	160
2.2.7.3.	Electricidad.....	163
2.2.8.	Elaboración de planos.....	166
2.2.9.	Elaboración de presupuesto.....	168
2.2.10.	Evaluación de impacto ambiental.....	170

CONCLUSIONES	173
RECOMENDACIONES	175
BIBLIOGRAFÍA.....	177
APÉNDICE.....	179
ANEXOS	185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Distribución de nacimientos y línea de conducción	8
2.	Sección del muro del tanque	28
3.	Sección de viga propuesta	54
4.	Sección de columna propuesta	55
5.	Área tributaria módulo A.....	57
6.	Modelo matemático marco X módulo A.....	69
7.	Modelo matemático marco Y módulo A.....	69
8.	Modelo matemático marco X módulo B.....	70
9.	Modelo matemático marco Y módulo B.....	70
10.	Modelo matemático marco X módulo C	71
11.	Modelo matemático marco Y módulo C	71
12.	Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo A.....	73
13.	Envolvente de momentos para columnas, marco X módulo A	74
14.	Envolvente de momentos para vigas, marco Y módulo A.....	74
15.	Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo A	75
16.	Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo B.....	75
17.	Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo B	76
18.	Envolvente de momentos para vigas, marco Y módulo B.....	76
19.	Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo B	77
20.	Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo C.....	77
21.	Envolvente de momentos para columnas, marco X módulo C.....	78
22.	Envolvente de momentos para vigas, marco Y modulo C.....	78
23.	Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo C.....	79

24.	Corte en vigas, marco X módulo A	81
25.	Corte en columnas, marco X módulo A	81
26.	Corte en vigas, marco Y módulo A	82
27.	Corte en columnas, marco Y módulo A	82
28.	Corte en vigas, marco X módulo B	83
29.	Corte en columnas, marco X módulo B	83
30.	Corte en vigas, marco Y módulo B	84
31.	Corte en columnas, marco Y módulo B	84
32.	Corte en vigas, marco X módulo C	85
33.	Corte en columnas, marco X módulo C	85
34.	Corte en vigas, marco Y módulo C	86
35.	Corte en columnas, marco Y módulo C	86
36.	Momentos en losas de primer nivel módulo A	92
37.	Balance de momentos	92
38.	Momentos balanceados en losas de primer nivel módulo A	95
39.	Envolvente de momentos, viga primer nivel marco X módulo A (kg-m)	98
40.	Corte último, viga primer nivel marco X módulo A (kg)	98
41.	Corte resistente y corte actuante	107
42.	Armado de viga primer nivel módulo A	109
43.	Diagrama de iteración	115
44.	Armado de columna	120
45.	Armado de gradas	123
46.	Sección crítica por corte simple (zapata aislada)	126
47.	Sección crítica para corte punzonante (zapata aislada)	127
48.	Armado de zapata aislada	130
49.	Cargas actuantes sobre la zapata excéntrica	132
50.	Diagrama de cargas por metro cuadrado (zapata excéntrica)	133
51.	Diagrama de cargas por metro lineal (zapata excéntrica)	134

52.	Corte punzonante (zapata excéntrica)	136
53.	Flexión sentido X (zapata excéntrica)	138
54.	Flexión sentido Y (zapata excéntrica)	140
55.	Armado de zapata excéntrica.....	142
56.	Cargas de trabajo sobre zapata combinda.....	143
57.	Presiones sobre el terreno (zapata combinada).....	148
58.	Diagrama de cuerpo libre (zapata combinada)	149
59.	Diagrama de corte y momento (zapata combinada)	150
60.	Sección crítica por corte simple en viga transversal (zapata combinada)	153
61.	Flexión en viga transversal (zapata combinada).....	154
62.	Armado zapata combianda	155

TABLAS

I.	Aforo volumétrico	8
II.	Límites de velocidades.....	16
III.	Momento estabilizante en el muro	29
IV.	Presupuesto sistema de abastecimiento para el caserío Los Castro	43
V.	Ingresos y egresos anuales	44
VI.	Cargas verticales	57
VII.	Integración de cargas.....	59
VIII.	Valores para C y C*S	61
IX.	Corte basal.....	62
X.	Fuerza por nivel	63
XI.	Centro de rigidez módulo A.....	64
XII.	Centro de masa módulo A.....	65
XIII.	Centro de masa y rigidez	66

XIV.	Fuerza por marco, módulo A sentido X.....	68
XV.	Fuerza por marcos.....	68
XVI.	Envolvente de momentos para vigas marco X módulo A.....	73
XVII.	Cálculo de momentos en losas del módulo A	91
XVIII.	Momentos balanceados en losas del módulo A.....	95
XIX.	Diseño de vigas a flexión, módulo A.....	102
XX.	Diseño de vigas a flexión, módulo B.....	103
XXI.	Diseño de vigas a flexión, módulo C.....	104
XXII.	Diseño de vigas a flexión, gimnasio.....	105
XXIII.	Cálculo de columnas módulo A.....	119
XXIV.	Diaméto mínimo, caudal base y unidades mueble para aparatos sanitarios.....	161
XXV.	Diametro de bajada pluvial	163
XXVI.	Cicuitos de iluminación	165
XXVII.	Circuitos de fureza	166
XXVIII.	Presupuesto Instituto Básico por Cooperativa Colonia María Tecún.....	169

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_g	Área gruesa de columna
A_s	Área de acero
C_a	Coeficiente ACI, del lado menor
C_b	Coeficiente ACI, del lado mayor
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta ultima
CP	Cota piezométrica
cm	Centímetros
cm²	Centímetros cuadrados
CV	Carga viva
CVU	Carga viva ultima
CU	Carga ultima
d	Peralte efectivo
f'_c	Resistencia del concreto a los 28 días
FS	Factor de seguridad
f_y	Límite de fluencia del acero
H_f	Pérdida de carga en tubería
kg	Kilogramos
kg-m	Kilogramo metro
kg/cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
kg/m²	Kilogramo sobre metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo sobre metro cubico
l/hab/día	Litros por habitante día

l/s	Litros por segundo
lb	libras
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mm	Milímetro
M_a	Momento del lado menor
M_b	Momento del lado mayor
M_{Asmín}	Momento resistido por el acero mínimo
M_{máx}	Momento máximo
mca	Metros columna de agua
m/s	Metros sobre segundo
m³/s	Metros cúbicos por segundo
P	Carga axial
PE	Presión estática
PD	Presión dinámica
plg	Pulgada
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
pvc	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal
Q_D	Caudal de distribución
Q_m	Caudal medio diario
Q_{md}	Caudal máximo diario
Q_{mh}	Caudal máximo horario
s	Segundos
t	Peralte total de un elemento
ton	Tonelada
ton-m	Tonelada por metro
ton/m	Tonelada sobre metro

ton/m²	Tonelada sobre metro cuadrado
V_b	Corte basal
V_s	Valor soporte del suelo
@	Separación entre varillas
Ø	Diámetro

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Agua potable	Agua sanitariamente segura, agradable a los sentidos y libre de organismos patógenos.
Análisis estructural	Proceso para determinar la respuesta de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados sexagesimales.
Bacteria	Organismo microscópico sin clorofila, de varias especies y algunas patógenas.

Captación	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.
COCODE	Comité Comunitario de Desarrollo
Columna	Elemento estructural que soporta carga axial.
Comunidad	Conjunto de personas que viven bajo ciertas reglas y que tienen algo en común.
Concreto	Mezcla proporcionada de cemento, agregado grueso (pedrín o grava), agregado fino (arena) y agua.
Concreto reforzado	Concreto con refuerzo de acero.
Dimensionamiento	Medidas utilizadas en los elementos que componen una estructura.
Dotación	Volumen de agua consumida por una persona en un día.
Estribo	Elemento del refuerzo de una estructura que resiste el cortante.
Excentricidad	Divergencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

FDM	Factor de día máximo.
FHM	Factor de hora máxima.
IBCOMAT	Instituto Básico por Cooperativa María Tecún.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Predimensionar	Estimar las medidas de los elementos que componen una estructura que soportarán las cargas aplicadas.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.
Zapata	Elemento estructural que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

El desarrollo del siguiente trabajo de investigación consta de 2 capítulos, el primero es una investigación de tipo monográfica de la localidad, con el objetivo de recopilar información socioeconómica, que posteriormente se utilizó para identificar y priorizar las necesidades existentes en la comunidad.

En el segundo capítulo, se realizó el diseño detallado de los proyectos denominados diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Castro y edificación escolar de dos niveles para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún (IBCOMAT), municipio de Sololá, departamento de Sololá.

El sistema de abastecimiento tiene una longitud total de 4 801 metros, y está constituido por 13 captaciones, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, llevará el servicio a 40 familias.

La edificación escolar se construirá en un terreno con un área de 3 095,76 metros cuadrados, estará compuesto por 4 módulos destinados a salones de clases, biblioteca, área administrativa, talleres de hogar e industriales, y un gimnasio polideportivo destinado a las actividades culturales y deportivas de la institución.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Castro y la edificación de 2 niveles para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún, municipio de Sololá, departamento de Sololá.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de carácter monográfico y un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura de la aldea Argueta, municipio de Sololá.
2. Capacitar a miembros de COCODE del caserío Los Castro, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación, fue desarrollada en dos etapas, la primera es la fase de identificación de necesidades y la segunda es la fase de servicio técnico profesional.

En la primera fase se realizó una investigación de carácter monográfico de la aldea Argueta y un diagnóstico de servicios básicos e infraestructura, que servirá para priorizar las necesidades de la comunidad.

En la fase de servicio técnico profesional, se describe el proceso de la propuesta que pretende contribuir a la solución de los problemas de mayor urgencia en la comunidad, y que consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Castro y la edificación de dos niveles para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún, municipio de Sololá, Sololá

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Argueta

Para tener una visión general y enfatizada a la contribución del desarrollo de la comunidad, es muy importante conocer ciertos aspectos tales como el origen, situación socio económica, clima, tipo de vivienda, etc., con el fin de comprender de una mejor manera la problemática que viven los pobladores diariamente.

1.1.1. Origen de la comunidad

Durante el reinado de Carlos V de España, las tierras que hoy son parte de la comunidad pertenecieron a 2 frailes; Juan de Argueta y Juan de Barraneché, juntos establecieron en estas tierras por primera vez, una hacienda que servía como posada para los viajeros que venían de México a Centro América, a la cual le dieron el nombre de San Juan de Argueta, de ahí deriva su nombre.

1.1.2. Descripción morfológica de la comunidad

La aldea San Juan Argueta, está ubicada en el kilómetro 138 de la carretera Interamericana, al noreste del municipio de Sololá y a una distancia de 18 kilómetros de la cabecera municipal, ocupa un territorio de 24 kilómetros cuadrados.

Colinda al norte con el cantón Pixabaj, y el lugar llamado María Tecún, Muchulic Bac, al poniente con Pop Abaj, al oriente con los cantones Pixabaj y Chaquijya y al sur con la cuenca del río Kisk'ap.

Su altura es de 2 320 metros sobre el nivel del mar y su clima es predominantemente frío la mayor parte del año, a la aldea pertenecen los siguientes caseríos:

Colonia María Tecún

Chirij Ixim

La Mesta

Coxom

Ventana Abaj

La Unión

Central Argueta

1.1.3. Clima

El clima es predominantemente frío, debido a la altitud y condiciones topográficas de la región, la estación lluviosa empieza en el mes de mayo y termina en noviembre.

De acuerdo con la estación meteorológica El Tablón del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se presentan los siguientes parámetros de temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento:

Temperatura máxima (promedio anual): 20,9°C

Temperatura mínima (promedio anual): 9,7°C

Temperatura promedio (anual): 14,7°C

Precipitación normal anual: 1 745,1 mm

Humedad relativa: 80%

Velocidad del viento: 4,3 km/h

1.1.4. Tipo de vivienda y actividad económica

La mayoría de viviendas están construidas con paredes de adobe y el techo con lámina de zinc.

En la comunidad se cultiva y comercializa maíz y hortalizas, también una gran parte de la población se dedica a otras actividades que generan ingresos adicionales, entre estas se pueden mencionar; la elaboración de caites y sandalias, fabricación de puertas y ventanas de madera, panadería, albañilería, entre otras.

1.1.5. Población y demografía

Cuenta con una población aproximada de 8 077 habitantes, de los cuales 4 121 son mujeres y 3 953 son hombres, el idioma que se habla en la comunidad es el maya k'iche' y español.

1.1.6. Servicios públicos

Las comunidades se ven seriamente afectadas a falta de servicios públicos; tales como educación, salud, agua potable, etc., es por ello que las autoridades deben velar por la implementación de éstos en la comunidad ya que son básicos en el desarrollo de la población.

1.1.7. Educación

Los 7 caseríos de la aldea cuentan con escuelas a nivel primario, además con un instituto por cooperativa que presta el servicio a nivel básico, la infraestructura requiere ampliarse, para suplir la demanda que tiene la creciente población estudiantil.

1.1.8. Salud

Funciona un puesto de salud que asiste a la aldea, el cual es insuficiente para atender la demanda de la población.

1.1.9. Agua potable

La comunidad tiene a su disposición el servicio que proviene de distintas fuentes de agua, aunque en muchos casos por el crecimiento de la población, el poco mantenimiento y la antigüedad de los proyectos, hacen que la distribución del vital líquido sea irregular.

1.1.10. Alcantarillado

Gran parte de la aldea no cuenta con este servicio, exceptuando lugares como la colonia María Tecún, donde si cuentan con la red de alcantarillado.

1.1.11. Energía eléctrica

La mayor parte de la comunidad, cuenta con el servicio de electricidad y alumbrado público.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Argueta

De acuerdo con la investigación realizada en la aldea, de la información proporcionada por los pobladores y el COCODE, se observa que la comunidad carece de muchos servicios básicos y de infraestructura.

1.2.1. Descripción de necesidades

Todo pueblo en desarrollo busca elevar la calidad de vida de sus habitantes y la aldea San Juan Argueta no es la excepción, es por ello que se describen a continuación algunas de las necesidades a las que está sujeta la comunidad, que al ser resueltas contribuirán al desarrollo local.

- Actualmente en la comunidad, algunas de las vías de acceso no se encuentran en las mejores condiciones, son todavía de terracería y el acceso a los poblados es dificultoso.
- Es necesario mejorar la infraestructura escolar de la comunidad y construir más centros educativos a nivel básico, para satisfacer la demanda que tiene la comunidad a las instituciones escolares.
- Falta de alcantarillado sanitario en la comunidad y por ende plantas de tratamiento para las aguas residuales, ya que al no contar con estas, se pone en riesgo las fuentes de agua de la región y así evitar enfermedades por contaminación de la misma.
- Mejora y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

- Construcción de centros de salud.

1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades

De acuerdo con los criterios de la municipalidad de Sololá y el COCODE, se priorizaron las necesidades de la siguiente manera y en el siguiente orden:

- Construcción de instalaciones para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún.
- Mejora de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Reparación y construcción de vías de acceso.
- Construcción de centros de salud.
- Implementación de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Castro

La implementación del sistema de abastecimiento de agua potable, pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, prestando un mejor servicio que el que actualmente poseen los pobladores del caserío Los Castro.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un acueducto que reunirá el agua de 13 nacimientos, distribuidos a lo largo de la línea de conducción, este servirá para abastecer una población de 40 familias.

Para aprovechar la topografía natural del terreno, el sistema deberá ser por gravedad, constará con una línea de conducción de 1 975 metros con sus respectivas captaciones, tanque de distribución de 20 metros cúbicos, red de distribución de 2 826 metros y 40 conexiones domiciliarias.

2.1.2. Aforos, dotación y tipo de servicio

Previo a efectuar el levantamiento topográfico, se llevó a cabo el aforo de las fuentes, con el fin de obtener los caudales que posteriormente servirán para el diseño hidráulico, del cual se obtuvo un caudal total de 0,45 l/s, desglosado en la siguiente tabla.

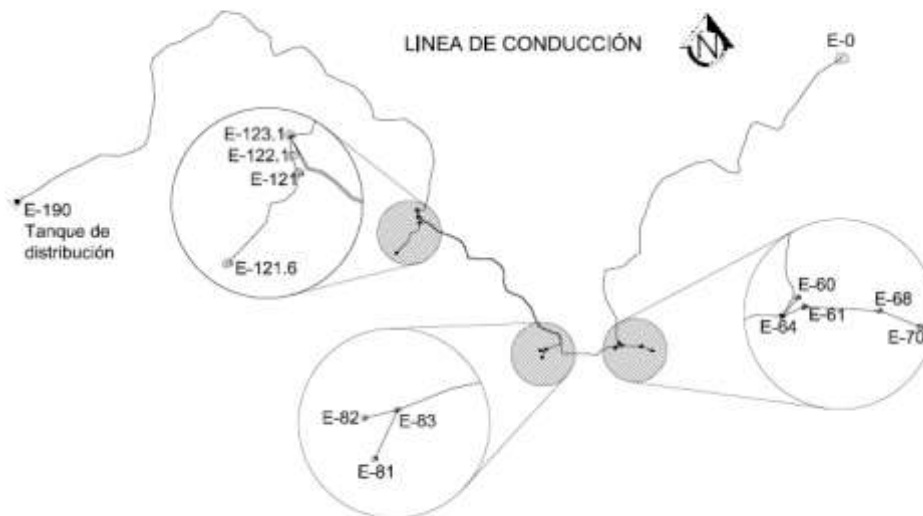
A continuación una explicación base de cada estilo

Tabla I. **Aforo volumétrico**

Fuente	Estación	Caudal (l/s)
Nacimiento 1	E-0	0,0722
Nacimiento 2	E-60	0,0192
Nacimiento 3	E-61	0,0755
Nacimiento 4	E-68	0,1190
Nacimiento 5	E-70	0,0331
Nacimiento 6	E-64	0,0018
Nacimiento 7	E-81	0,0183
Nacimiento 8	E-82	0,0183
Nacimiento 9	E-83	0,0183
Nacimiento 10	E-121.6	0,0051
Nacimiento 11	E-121	0,0592
Nacimiento 12	E-122,1	0,0056
Nacimiento 13	E-123,1	0,0053
TOTAL		0,4509

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. **Distribución de nacimientos y línea de conducción**



Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el clima de la región es predominantemente frío y que el caudal disponible por las fuentes, es muy bajo, y haciendo un razonamiento del consumo diario de los pobladores de acuerdo a sus actividades, se optó por elegir una dotación de 60 litro por habitante por día, el cual se encuentra entre los límites establecidos por las normas para un servicio de tipo predial.

2.1.3. Tasa de crecimiento poblacional

Según datos del centro de salud de la localidad, la tasa de crecimiento en el caserío es de 3,86 por ciento, dato que se utilizó para el cálculo de la población futura.

2.1.4. Período de diseño, población futura

El período de diseño en cualquier proyecto de agua potable, es el tiempo en el cual los componentes de éste, estarán en condiciones adecuadas para prestar adecuadamente el servicio, desde el momento en que se pone en funcionamiento, con base a las normas, se tomó como período de diseño 22 años.

Para el cálculo de la población futura (P_f), se utilizó el método de crecimiento geométrico, tomando como base la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0(r + 1)^n$$

Donde:

P_f = Población futura (habitantes)

P_0 = Población actual según censo realizado en el EPS (320 habitantes)

r = Tasa de crecimiento poblacional (3,86%)

n= período de diseño (22 años)

Sustituyendo valores:

$$P_f = 320(0,0386 + 1)^{22} = 736 \approx 740 \text{ habitantes}$$

2.1.5. Factores de consumo y caudales

El consumo de agua, es variante en el tiempo y depende de factores tales como el clima, las instalaciones que se tengan en la vivienda (ducha, lavamanos, lavatrastos, etc.) y las costumbres innatas de cada población, generalmente este consumo aumenta en el medio día y disminuye en la madrugada, lo cual conlleva a la aplicación de factores que garanticen el funcionamiento del sistema a toda hora, a cualquier época del año, estos factores de consumo se describen a continuación:

- Factor de día máximo (FDM): este es un incremento que se hace cuando no se cuenta con un estudio de consumo máximo diario, INFOM-UNEPAR recomienda lo siguiente:
 - Para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes usar un factor comprendido entre $1,2 \leq \text{FDM} \leq 1,5$
 - Para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes $\text{FDM}=1,2$ en este proyecto se tomó un valor de $\text{FDM}=1,2$
- Factor de hora máxima (FHM): al igual que el anterior, se hace uso de este factor cuando no se cuenta con datos de consumo máximo horarios, INFOM-UNEPAR recomienda:

- Para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes usar un factor comprendido entre $2 \leq FHM \leq 3$
- Para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes $FHM=2$ en este proyecto se tomó un valor de $FHM=2$

2.1.5.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario, se define como la cantidad de agua que va a ser consumida por la población en un día, es decir 24 horas, o al promedio del consumo diario durante el período de un año.

Al no contarse con registros del consumo diario de la población, se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{D * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio diario (l/s)

D=dotación (l/ha/d)

P_f = Población futura (habitantes)

Sustituyendo datos:

$$Q_m = \frac{60 * 740}{86\ 400} = 0,514\text{l/s}$$

El caudal demandado por la población futura es mayor al caudal provisto por las fuentes ($Q_m=0,51\text{ l/s} > Q_{\text{aforo}}=0,45\text{ l/s}$), por lo que se propone captar agua durante 12 horas con el fin de suplir la demanda.

2.1.5.2. Caudal máximo diario

Este se define como el máximo consumo de agua en 24 horas, dentro de un período de un año, se utiliza para hacer el diseño hidráulico de la línea de conducción, está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{md} = FDM * Q_m$$

Donde:

$$FDM=1,2$$

$$Q_m=0,51 \text{ l/s}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 1,2 * 0,51 = 0,62 \text{ l/s}$$

2.1.5.3. Caudal máximo horario

Este caudal se define como el mayor consumo durante una hora al día, en el período de un año, se utiliza para el diseño hidráulico de la red de distribución, está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = FHM * Q_m$$

Donde:

$$FDM=2$$

$$Q_m=0,51 \text{ l/s}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{mh}=2*0,51=1,02 \text{ l/s}$$

2.1.6. Calidad del agua y sus normas

El agua debe ser apta para el consumo humano y tiene que cumplir con ciertas condiciones mínimas de calidad, para no poner en riesgo la salud de la población y además hacen que su aceptación sea mayor, siendo estas cualidades:

Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.

- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.
- Los análisis que se le deben hacer al agua para poder ser empleada son:

2.1.6.1. Análisis bacteriológico

Este se hace con el objetivo de definir si el agua está contaminada y si contiene agentes patógenos perjudiciales para la salud del consumidor, determina por medio de métodos estadísticos, el número de colonias de bacterias presentes en la muestra de agua.

El resultado de los análisis realizados en el laboratorio de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMA) de la municipalidad de Sololá, mostró que el agua no es apta para el consumo humano, las recomendaciones que dieron para que se cumpla esta condición, es que se debe incorporar un sistema de desinfección por medio de cloro.

2.1.6.2. Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico, se hace con el fin de determinar las condiciones en que se encuentra el agua y que se pueden observar con los sentidos tales como: color, turbiedad, sabor, olor, conductividad eléctrica, así como determinar la cantidad de minerales, materia orgánica y clasificación de acuerdo a su alcalinidad.

En este caso no se realizó este análisis ya que el Laboratorio de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento no lo realizaba.

2.1.7. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

Para obtener la pérdida de carga por fricción en la tubería, se utiliza la fórmula de Hazen Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de diseño (m)

Q=caudal (l/s)

C=coeficiente de fricción interno (para HG: C=100, para pvc: C=150)

D=diámetro interno de la tubería (pulg.)

De los puntos críticos en la trayectoria del proyecto, se obtiene la altura o carga disponible por perder, en función de estas se obtiene el diámetro teórico de conducción:

$$D = \left[\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Con este valor, se procede a seleccionar el diámetro comercial que más se le aproxime y con el diámetro interno de la tubería seleccionada se calcula la pérdida de carga (Hf) final.

2.1.8. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico del sistema se hará por medio de la pérdida de presiones en la tubería, por lo cual es necesario conocer conceptos básicos de presión, que ayuden a comprender de una mejor manera el diseño.

- Presión estática

Esta presión se produce cuando el líquido contenido en la tubería y en el recipiente que la alimenta, se encuentra en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua. La máxima presión estática a la que puede estar sometida una tubería, por motivos de seguridad, está comprendida entre el 90 y 95 por ciento de la presión de trabajo proporcionada por el fabricante, si se sobrepasa este valor es

necesario colocar tubería con mayor resistencia o colocar una caja rompe presión.

- Presión dinámica

La presión dinámica se origina al haber movimiento del fluido contenido en la tubería, ocasionado por un cambio de presión de un punto a otro, haciendo que la presión estática se convierta en presión dinámica, disminuyendo su valor en función de la fricción generada por el contacto entre el fluido y la pared de la tubería.

- Velocidades

La velocidad a la que se debe de conducir el líquido dentro de la tubería, se debe encontrar dentro de los límites establecidos por UNEPAR:

Tabla II. **Límites de velocidades**

	Mínima (m/s)	Máxima (m/s)
Conducción	0,40	3,00
Distribución	0,60	3,00

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, el fabricante recomienda valores mayores y menores, lo cual se consideró para el diseño.

2.1.9. Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía realizados, consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, la red de distribución y la zona del tanque de distribución.

2.1.10. Planimetría

Esta se hace con el fin de determinar con la mayor exactitud posible; la longitud del proyecto, localización de accidentes geográficos y todas aquellas características que puedan influir en el desarrollo del proyecto, tales como, carreteras, ríos, zanjones, casas, etc.

El método utilizado para realizar la planimetría del proyecto, fue el de conservación del azimut, el equipo utilizado fue un teodolito Wild t-16.

2.1.11. Altimetría

Se encarga de medir las diferencias de nivel existentes en el terreno que influirán directamente en el diseño hidráulico del proyecto, las cuales representan distancias verticales, medidas a través de un plano horizontal de referencia, se realizó por el método taquimétrico.

2.1.12. Diseño hidráulico del sistema

Tiene la finalidad de determinar todos los elementos necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema, garantizando que el agua captada llegue a los consumidores de manera continua y libre de agentes contaminantes.

2.1.12.1. Captación

Se les llama así a las obras de arte o estructuras de obra civil, capaces de captar en su totalidad o parcialmente el agua provista por la fuente de abastecimiento, la cual a su vez puede ser:

- Captación superficial
- Brote definido
- Galerías de infiltración

La fuente de abastecimiento, es el elemento primordial de todo acueducto, antes de realizar cualquier paso; es necesario definir su tipo, cantidad, calidad y ubicación, para este proyecto se cuenta con 13 fuentes, todas son de brote definido en ladera.

La captación propuesta, está constituida por un muro de gravedad frontal con 2 aletones, que rodean al nacimiento, dentro de los cuales se encuentra la galería de infiltración, la cual consiste en la colocación de rocas de diferentes tamaños ordenadas en su colocación de mayor a menor y un sello sanitario, tomando en cuenta que la salida de la tubería debe quedar libre en un espacio de 1 metro por 1 metro, además cuenta con un dispositivo de rebalse, uno de seguridad y válvula de control (ver plano captación de brote definido en anexos).

2.1.12.2. Línea de conducción

Es un conjunto de tuberías que funciona a presión y transporta el agua desde la captación hacia el tanque de distribución, en su mayoría, la tubería utilizada para la línea de conducción es de policloruro de vinilo (PVC) con un

coeficiente de rugosidad $C=150$, velocidades entre 0,40 y 3 metros por segundo, colocada en una zanja de 0,80 metros de profundidad y 0,40 metros de ancho, esta debe ser capaz de conducir el caudal de día máximo y la selección de los diámetros a utilizar, se debe de acoplar a la mayor economía posible.

A continuación a manera de ejemplo se muestra el cálculo de un tramo de la línea de conducción, que está comprendido en el tramo de la estación E-123,1 a la estación E-161.

Datos:

$$Q_{md}=0,62 \text{ l/s}$$

$$\text{Cota E-123,1}= 921,28 \text{ m}$$

$$\text{Cota E-161}=908,98 \text{ m}$$

$$\text{Longitud}=518,56 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de diseño} = 518,56*1,05 = 544,49 \text{ m}$$

- Determinando la carga disponible
 - Carga disponible

$$H_f = \text{cota}_{E-123,1} - \text{cota}_{E-161}$$

$$H_f = 921,28 - (908,98) = 12,3 \text{ m}$$

Diámetro teórico

$$D = \left[\frac{1\,743,811 * 544,49 * 0,62^{1,85}}{150^{1,85} * 12,3} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,25'' \approx 1\frac{1}{4}''$$

- Pérdida de carga real

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 544,49 * 0,62^{1,85}}{150^{1,85} * 1,532^{4,87}} = 4,63 \text{ m}$$

- Cota piezométrica

$$CP_{E-161} = cota_{E-123,1} - H_f$$

$$CP_{E-161} = 921,28 - 4,63 = 916,65 \text{ m}$$

- Presión dinámica

$$PD_{E-161} = CP_{E-161} - cota_{E-161}$$

$$PD_{E-161} = 916,65 - 908,98 = 7,67 \text{ m}$$

Velocidad

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

$$V = \frac{\frac{0,62}{1000}}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{1,532 * 2,54}{100} \right)^2} = 0,52 \text{ m/s}$$

Al analizar los datos obtenidos, se concluye que el diámetro de 1 ¼ pulgada cumple con las condiciones requeridas de presión y velocidad.

- Cantidad de tubos

$$\# \text{ tubos} = \frac{\text{Longitud}}{6} = \frac{544,48}{6} = 90,74 \approx 91 \text{ tubos}$$

En la tabla XXVI, se resumen los datos obtenidos en el cálculo de la línea de conducción.

2.1.12.3. Tanque de almacenamiento

En todo sistema de abastecimiento, debe diseñarse un tanque de distribución, con el fin de garantizar las siguientes funciones:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.
- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

2.1.12.3.1. Volumen de almacenamiento

Según las normas de UNEPAR, en sistemas por gravedad, el volumen del tanque estará comprendido del 25 al 40 por ciento del consumo medio diario, pero debido a que el caudal de la fuente no es suficiente para mantener el caudal máximo horario, será necesario aumentar el volumen de almacenamiento, y captar durante las 12 horas de la noche un volumen capaz de proveer el servicio continuo durante 12 horas del día.

$$\text{Vol.} = Q_{\text{fuente}} 12 * 60 * 60$$

Donde:

Vol.= Volumen del tanque almacenado durante 12 horas

Q_{fuente} =Caudal de aforo

Sustituyendo datos:

$$\text{Vol.} = 0,45 * 12 * 60 * 60 = 19\ 440 \text{ litros} = 19,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Usar volumen de almacenamiento} = 20 \text{ m}^3$$

2.1.12.3.2. Diseño estructural del tanque

El tanque se diseñará para que trabaje con muros de gravedad de concreto ciclópeo, debido a la facilidad que hay para encontrar los materiales necesarios en la región, la losa será de concreto armado.

- Diseño estructural de la losa

Dimensiones:

Largo =4,00 m

Ancho=3,00 m

La losa se diseñará con el método 3 del código ACI.

- Relación de coeficientes de momentos

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a= lado corto de la losa

b=lado largo de la losa

Sustituyendo datos:

$$m = \frac{3}{4} = 0,75$$

Debido a que $m=0,75$ el armado debe ser en 2 sentidos, aplicar el caso uno del método 3 del código ACI.

- Espesor de la losa

Para estimar el espesor de la losa, se utilizará la siguiente expresión:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{2 * 4 + 2 * 3}{180} = 0,08 \text{ m}$$

Espesor seleccionado $t=0,10$ metros.

- Integración de cargas

Carga viva

$$CV=100 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta

CM= Peso de la losa + Sobrecarga

$$CM=2\ 400*0,10+60 = 300\text{ kg/m}^2$$

- Determinación de la carga última

Carga viva última

$$CVU=1,7 *CV$$

$$CVU=1,7*100 = 170\text{ kg/m}^2$$

Carga muerta última

$$CMU=1,4*C.M.$$

$$CMU=1,4*300 = 4\ 200\text{ kg/m}^2$$

Carga última

$$CU=CMU+CVU$$

$$CU=420+170=590\text{ kg/m}^2$$

- Momentos actuantes en la losa

Para calcular los momentos actuantes en la losa, se hará uso de las siguientes ecuaciones:

Momentos negativos:

$$M_{a(+)} = C_{a-} \cdot CU \cdot a^2$$

$$M_{b(+)} = C_{b-} \cdot CU \cdot b^2$$

Momentos positivos:

$$M_{a(-)} = C_{am+} \cdot CMU \cdot a^2 + C_{av+} \cdot CVU \cdot a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{bm+} \cdot CMU \cdot b^2 + C_{bv+} \cdot CVU \cdot b^2$$

Donde:

C_{a-} = Coeficiente para momento negativo

C_{b-} = Coeficiente para momento negativo

C_{am+} ; C_{bm+} = Coeficiente para momento positivo debido a carga muerta

C_{av+} , C_{bv+} = Coeficiente para momento positivo debido a carga viva

Debido a que los momentos negativos para el caso uno del método 3 del código ACI, son nulos, por seguridad se considerará un tercio de los momentos positivos.

Momentos positivos:

$$M_{a(+)} = 0,061 \cdot 420 \cdot 3,5^2 + 0,061 \cdot 170 \cdot 3,5^2 = 323,91 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0,019 \cdot 420 \cdot 4^2 + 0,019 \cdot 170 \cdot 4^2 = 179,36 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos:

$$M_{a(+)} = 1/3 \cdot 323,91 = 107,97 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 1/3 * 179,36 = 59,78 \text{ kg-m}$$

- Armado de losa:

El armado de la losa se diseñará para una franja unitaria con un ancho equivalente a 1 metro, un espesor de 0,10 metros.

Acero mínimo

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

Donde:

$A_{s_{\min}}$ = acero mínimo

f_y = límite de fluencia del acero

b = ancho de la franja unitario de losa

d = peralte de la losa

Sustituyendo datos:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,5$$

$$A_{s_{\min}} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Espacio utilizando refuerzo No 3

$$S = \frac{b * A_{s_3}}{A_{s_{\min}}}$$

Donde:

b=ancho de la franja unitaria de losa

A_{s3} =área de acero de la barra No.3

$A_{s\text{ mín}}$ = área de acero mínima

Sustituyendo datos:

$$S = \frac{100 * 0,71}{3,76} = 18,88 \text{ cm}$$

$$S = 18 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo:

$$S_{\text{máx}} = 2 * t = 2 * 0,10$$

$$S_{\text{máx}} = 0,20 \text{ m}$$

Momento resistido por el acero mínimo:

$$M(A_{s\text{ mín}}) = \phi \left[A_{s\text{ mín}} * f_y \left(d - \frac{A_{s\text{ mín}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

Φ =factor de reducción de resistencia

$A_{s\text{ mín}}$ =área de acero mínima

f_y =límite de fluencia del acero

f'_c =resistencia a la compresión del concreto

b=ancho de la franja unitaria de losa

d=peralte efectivo de la losa

Sustituyendo datos:

$$M(As_{\min}) = 0,90 * \left[3,76 * 2\ 810 * \left(7,5 - \frac{3,76 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 68503,55 \text{ kg - cm}$$

$$M(As_{\min}) = 685,03 \text{ kg - m}$$

Debido a que el momento resistente por el acero mínimo es mayor a los momentos actuantes en la losa, se utilizará el armado correspondiente a As_{\min} , equivalente a No. 3@ 0,18 metros en ambos sentidos.

- Diseño estructural del muro del tanque

Datos:

$$\gamma_{\text{concreto armado}} = 2\ 400 \text{ kg/m}^3$$

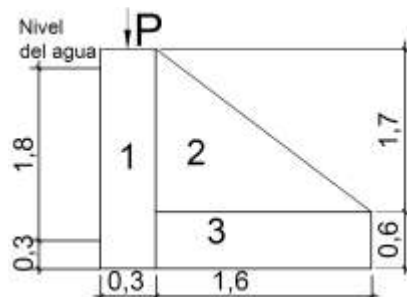
$$\gamma_{\text{concreto ciclópeo}} = 2\ 700 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1\ 000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = 10 \text{ ton/m}^2$$

Geometría del tanque

Figura 2. **Sección del muro del tanque**



Fuente: elaboración propia

Tabla III. **Momento estabilizante en el muro**

Elemento	Área (m ²)	W(kg)	Brazo (m)	M (kg-m)
1	0,69	1 863,00	1,45	2 701,35
2	1,11	2 997,00	0,87	2 607,39
3	0,78	2 106,00	0,65	1 368,90
	W _m =	6 966,00	M _R =	6 677,64

Fuente: elaboración propia.

Las cargas sobre el muro son generadas por losa y viga

Losa:

Área tributaria

$$\text{Sentido a: } A_a = 1/2 * 3,5 * (4/2) = 3,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Sentido b: } A_b = 1/2 * 4 * (3,5/2) = 3,5 \text{ m}^2$$

Peso de la losa (W_L)

$$W_{La} = \frac{A_a * CU}{a} = \frac{3,5 * 590}{3,5} = 590 \text{ kg/m}$$

$$W_{Lb} = \frac{A_b * CU}{b} = \frac{3,5 * 590}{4} = 516,25 \text{ kg/m}$$

Se procede a tomar el mayor como caso crítico

Peso sobre el muro= peso de la losa+ peso de la viga

$$W_{L+V} = 590 + 2\ 400 * 0,15 * 0,20$$

$$W_{L+V} = 662 \text{ kg/m}$$

Carga puntual sobre el muro

$$P = P_{\text{Losas}} + P_{\text{viga}}$$

$$P = 590 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} + 72 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$P = 662 \text{ kg}$$

Momento ejercido por la carga puntual

$$M_p = P * \text{Brazo}$$

$$M_p = 662 * \left(1,6 - \frac{0,30}{2} \right)$$

$$M_p = 959,9 \text{ kg} - \text{m}$$

Peso total del muro = peso del muro+ peso de la losa+ peso de la viga

$$W = 6966 + 662$$

$$W = 7628 \text{ kg}$$

Fuerza provocada por el agua

Fuerza activa

$$F_a = 1/2 * \gamma_{\text{agua}} * H^2$$

$$F_a = 1/2 * 1000 * 2^2 = 1620 \text{ kg}$$

Momento debido a la fuerza activa

$$M_{\text{act}} = F_a * \text{Brazo}$$

$$M_{\text{act}} = 1620 * 0,97 = 1571,4 \text{ kg-m}$$

- Estabilidad contra volteo

$$E_v = \frac{M_R + M_P}{M_{act}}$$

$$E_v = \frac{6\,677,64 + 959,9}{1\,571,4} = 4,86 > 1,5$$

- Estabilidad contra deslizamiento

$$E_D = \frac{W * \mu}{F_a}$$

$$E_D = \frac{7\,628 * 0,40}{1571,4} = 1,94 > 1,5$$

- Presión máxima y mínima bajo la base del muro

$$P_{m\acute{a}x} < V_s$$

$$X = \frac{M_R + M_P - M_{act}}{W}$$

$$X = \frac{6\,677,64 + 959,9 - 1\,571,4}{7\,628} = 0,79 \text{ m}$$

Donde la excentricidad (e_x) es:

$$e_x = 1/2(\text{base}) - x$$

$$e_x = 1/2(1,6) - 0,74$$

$$e_x = 0,01 \text{ m}$$

Módulo de sección por metro lineal

$$S_x = 1/6(\text{base})^2 * \text{longitud}$$

$$S_x = 1/6(1,6)^2 * 1$$

$$S_x = 0,43 \text{ m}^3$$

Presión máxima y mínima

$$P_{\text{máx,mín}} = \frac{W}{A} \pm \frac{W * e_x}{S_x}$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{7\,628}{1,6 * 1} + \frac{7\,628 * 0,01}{0,43} = 4\,944,89 \text{ kg/m}^2 < V_s = 10\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{mín}} = \frac{7\,628}{1,6 * 1} - \frac{7\,628 * 0,01}{0,43} = 4\,590,1 \text{ kg/m}^2 > 0$$

Las dimensiones del muro resisten las cargas a las que estará sujeto.

2.1.12.4. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas, ya que las viviendas se encuentran muy dispersas, se tomará en cuenta que el cálculo de la red abierta es muy similar al de la línea de conducción en la sección 2.1.12.2.

Se tomaron para el diseño, las siguientes consideraciones:

- En el diseño se estará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}), con su respectivo factor hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.

- Para el chequeo de redes, debe tomarse en cuenta lo siguiente:
 - El caudal que entra, es igual al caudal que sale, en cada nudo.
 - La presión dinámica estará entre 10 y 40 metros columna de agua, excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 metros columna de agua.
 - Caudal unitario de vivienda = $Q_{mh} / \text{No. viviendas}$.
 - Presión mínima en los nudos 10 metros columna de agua.
 - Caudal instantáneo $q = K\sqrt{n-1}$; donde $k=0,15$ si $n \leq 55$, $k=0,20$ si $n \geq 55$, y n =número de viviendas en cada tramo.

Considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal de consumo y el caudal instantáneo, utilizando el mayor de los 2, y con el criterio de continuidad, se determina el caudal de distribución en cada punto.

A continuación a manera de ejemplo se diseñará el tramo comprendido del tanque de distribución E-190 a la estación E-190,15

Datos:

$$Q_D = 1,16 \text{ l/s}$$

$$\text{Cota}_{E-190} = 854,13 \text{ m}$$

$$\text{Cota}_{E-190,15} = 808,03 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 107,68 \text{ m}$$

Longitud de diseño = $107,68 \text{ m} * 1,05 = 113,06 \text{ m}$

Carga disponible:

$$H_f = \text{Cota}_{E-190} - \text{Cota}_{E-190,15}$$

$$H_f = 854,13 - 808,03 = 46,1 \text{ m}$$

Diámetro teórico:

$$D = \left[\frac{1\,743,811 * 113,06 * 1,16^{1,85}}{150^{1,85} * 46,1} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 0,87'' \approx 1''$$

Pérdida de carga real:

$$H_f = \frac{1743,811 * 113,06 * 1,16^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}} = 10,26 \text{ m}$$

Cota piezométrica:

$$CP_{E-190,15} = \text{Cota}_{E-190} - H_f$$

$$CP_{E-190,15} = 854,13 - 10,26 = 843,85 \text{ m}$$

Presión dinámica:

$$PD_{E-190,15} = CP_{E-190,15} - \text{Cota}_{E-190,15}$$

$$PD_{E-190,15} = 843,87 - 808,03 = 35,82 \text{ m}$$

Velocidad:

$$V = \frac{1,16 / 1000}{\frac{\pi}{4} \left(1,195 * \frac{2,54}{100} \right)^2} = 1,6 \text{ m/s}$$

En la tabla XXVII, se resumen los resultados para el cálculo de la red de distribución.

2.1.12.5. Sistema de desinfección

El agua debe ser desinfectada para que esté libre de organismos patógenos que perjudiquen la salud de los usuarios, es por ello que el tratamiento mínimo que se debe aplicar, es por medio de alguno de los siguientes procedimientos:

- Desinfección por rayos ultravioleta
- Desinfección por medio de ozono
- Desinfección por medio de cloro

El sistema de desinfección propuesto para el proyecto, consiste en desinfección por cloro, ya que además de ser uno de los más utilizados en el país, es muy eficiente y confiable, éste tratamiento se hará por medio de un dosificador automático de tabletas de tricloro.

Las pastillas de tricloro tienen un tamaño de 3 pulgadas de diámetro y 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 por ciento y un 10 por ciento de estabilizador. El peso de la tableta es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo, es de 15 gramos en 24 horas.

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 y 0,15 por ciento, este depende del caudal a tratar.

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = gramos por litro deseados = 0,15%

M = litros de agua a tratarse por día = 38 880 l/d

D = número de días = 30días

%CL = concentración de cloro = 90%

Sustituyendo datos:

$$G = \frac{0,001 * 38\,880 * 30}{0,90} = 1\,296 \text{ gramos}$$

Se deduce que se necesitan 7 tabletas de tricloro por mes, para el tratamiento del agua en el sistema.

2.1.12.6. Obras de arte

Se hará uso de obras hidráulicas en el proyecto, de acuerdo a las exigencias del diseño, las cuales servirán para salvar depresiones en el terreno y para aliviar la presión estática en la tubería.

- Caja rompe presión

Es necesario construir; 2 cajas rompe presión de mampostería de piedra, que estarán ubicadas en las estaciones E- 232 y E-245 de la red de distribución, por lo que deberán de contar con una válvula de flote, válvula de compuerta, pichacha y drenaje de limpieza (ver plano caja rompe presión en anexos).

- Paso de zanjón

Los pasos de zanjón, son estructuras que sirven para salvar depresiones o riachuelos que existan en el terreno, y que compliquen el paso de la tubería, la que debe ser de hierro galvanizado (Hg), ya que quedará expuesta y debe estar sostenida por columnas de concreto reforzado con su debida cimentación.

El proyecto tiene 2 pasos de zanjón, cada uno con una longitud de 15 metros, constará con tubería de diámetro 1 ¼ pulgadas, estarán ubicados en las estaciones E-223 a E-224 y E-230 a E-231.

2.1.12.7. Válvulas

Las válvulas cumplen varias funciones importantes en el funcionamiento del sistema de abastecimiento, entre estas se pueden mencionar que sirven para regular el caudal, liberar el aire atrapado y facilitar la limpieza de la tubería.

- Válvulas de aire

Tienen como fin, liberar el aire atrapado en la tubería en los puntos más altos del sistema, que restringe el paso del agua reduciendo el área de flujo,

ocasionando con ello mayores pérdidas y una reducción de caudal, estas válvulas se instalan únicamente en la línea de conducción, ya que en la red de distribución los chorros cumplen con esta función.

Es por ello que se debe de instalar válvulas de aire en las estaciones E-141,1, E-159, E-178, que corresponden a los puntos más altos del sistema.

- Válvulas de limpieza

El agua proveniente de las captaciones no siempre está libre de sólidos, estos se sedimentan en las partes bajas del sistema, ocasionando obstrucciones en la tubería. Para contrarrestar este fenómeno, en estos puntos, se deben de colocar válvulas de limpieza.

Se colocarán 2 válvulas en el sistema, que estarán localizadas en las estaciones E-145,1 y E-173.

2.1.12.8. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias serán de tipo predial, ya que es la que mejor se adapta a sistemas de abastecimiento del área rural, en total se instalarán 40 conexiones prediales.

Cada conexión estará compuesta por: niple pvc de diámetro ½ pulgada, adaptador macho pvc de diámetro.½ pulgada, adaptador hembra pvc de diámetro ½ pulgada, codo pvc de diámetro ½ pulgada con rosca, Llave de paso de bronce de diámetro ½ pulgada, llave de compuerta de bronce de diámetro ½ pulgada, llave de chorro de bronce de diámetro ½ pulgada, niple hierro

galvanizado de diámetro ½ pulgada, contador bronce de diámetro ½ pulgada, (ver plano No. 12, detalle de conexión domiciliar).

2.1.13. Programa de operación y mantenimiento

Todo proyecto debe contar con las medidas necesarias de operación y mantenimiento que permitan el buen funcionamiento del sistema, y sus componentes, estas deben estar al cuidado de una persona responsable del sistema, preferiblemente un fontanero asalariado, pero a falta de uno, la comunidad debe ser la encargada de velar por la conservación del mismo.

El mantenimiento que se debe dar al tanque de distribución, consiste en la limpieza del piso y las paredes interiores con una solución a base de cloro y agua limpia (un vaso de cloro por cada cinco galones de agua), nunca debe hacerse con jabón en polvo y se debe realizar 2 veces al año.

También es muy importante detectar y reparar las fugas que se presenten en la red y la línea de conducción lo más pronto posible, limpiar y alimentar el sistema de desinfección, chapeo de todas las estructuras adicionales y revisiones periódicas de cada componente.

2.1.14. Propuesta tarifaria

Para que un sistema de abastecimiento de agua potable funcione adecuadamente durante el período de diseño, es necesario contar con un fondo que cubra los gastos de operación y mantenimiento, es por ello que se debe determinar una tarifa de pago, para las viviendas beneficiadas por el proyecto.

Costo de desinfección

$$D = CT * Nm$$

Donde:

CT = costo de tableta = Q 30/tableta

Nm = número de tabletas a utilizar en un mes = 7 tabletas/mes

$$D = 30 * 7$$

$$D = Q 210/mes$$

- Gastos de operación y mantenimiento
 - Salario del fontanero

Será necesario la contratación de un fontanero, para que brinde el debido mantenimiento al sistema, por lo que deberá revisarlo un día a la semana (52 días al año), con un salario de Q80,00 por día, contratado por servicios personales, por lo que no se aplica prestaciones laborales.

$$F = Q346,67 \text{ por mes}$$

Repuestos y herramientas:

$$R = \frac{0,04\% * CP * (1+I)}{12}$$

Donde:

0,04%= porcentaje que afecta a la obra para reparación

CP= Costo del proyecto

I= porcentaje del 6% debido a la inflación

12= cantidad de meses del año

Determinando el costo de repuestos y herramientas

$$R = \frac{0,004 * 819521,79 * (1 + 0,06)}{12}$$

$$R = Q 289,56$$

- Propuesta de tarifa

$$PT = \frac{F + R + D}{N}$$

Donde:

F= salario del fontanero

R= costo de repuestos y herramienta

D= costo de desinfección

N= número de conexiones domiciliarias

Determinando la propuesta tarifaria:

$$PT = \frac{346,67 + 289,56 + 210}{40} = Q 21,15$$

Según los cálculos anteriores, se propone una cuota mínima de Q21,25 por mes.

2.1.15. Elaboración de planos

Se elaboraron planos de planta perfil de la línea de conducción y la red de distribución, así como detalles de las obras de captación, almacenamiento y distribución, en los cuales se encuentra contenida toda la información necesaria para la materialización del proyecto.

En total, se realizaron 15 planos constructivos del sistema, los cuales están catalogados de la siguiente manera (ver anexos):

- Planta general del sistema
- Planta perfil de la línea de conducción y la red de distribución
- Detalle de paso de zanjón
- Detalle de captación
- Tanque de almacenamiento
- Detalle de cajas para válvulas
- Caja rompe presión
- Detalle de conexión domiciliar

2.1.16. Elaboración de presupuesto

Para realizar el presupuesto, se identificaron los distintos renglones de trabajo que lo conforman, posteriormente se calculó el precio unitario de cada renglón, tomando como base precios unitarios de materiales y mano de obra, de acuerdo a los utilizados en la municipalidad de Sololá, así como un factor de costos indirectos de 33 por ciento, que es utilizado por dicha institución.

Tabla IV. **Presupuesto sistema de abastecimiento para el caserío Los Castro**

CUADRO RESUMEN						
Sistema de Abastecimiento Caserío Los Castro, Cantón Xajaxac, Sololá						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub-Totales	TOTAL
1	Preliminares	50,00	m2	Q 57,44	Q 2 872,14	Q 2 872,14
2	Excavación	1 739,00	m3	Q 58,98	Q102 566,75	Q102 566,75
3	Relleno	1 73900	m3	Q 32,77	Q 56 981,53	Q 56 981,53
4	Replanteamiento topográfico	5,43	km	Q 2 094,75	Q 11 383,68	Q 11 383,68
5	Captación nueva	13,00	U	Q 6 436,34	Q 83 672,41	Q 83 672,41
6	Línea de conducción					
6.1.1	Tubo pvc 160 psi de 1"	431,92	mL	Q 64,24	Q 27 746,22	
6.1.2	Tubo pvc 160 psi de 1 1/4"	961,81	mL	Q 64,24	Q 61 786,36	
6.1.3	Tubo pvc 250 psi de 3/4"	9,43	mL	Q 64,24	Q 605,72	
6.1.4	Tubo pvc 315 psi de 1/2"	1 152,89	mL	Q 64,24	Q 74 061,20	Q164 199,50
7	Red de distribución					
7.1.1	Tubo pvc 160 psi de 1 1/2"	663,33	mL	Q 26,46	Q 17 549,86	
7.1.2	Tubo HG de 1 1/4"	42,25	mL	Q 26,46	Q 1 117,82	
7.1.3	Tubo pvc 160 psi de 1"	186,82	mL	Q 26,46	Q 4 942,74	
7.1.4	Tubo pvc 160 psi de 1 1/4"	1 454,23	mL	Q 26,46	Q 38 474,87	
7.1.5	Tubo pvc 250 psi de 3/4"	323,30	mL	Q 26,46	Q 8 553,62	
7.1.6	Tubo pvc 315 psi de 1/2"	208,41	mL	Q 26,46	Q 5 513,95	Q 76 152,84
8	Tanque de distribución 20 m³	1,00	U	Q54 924,70	Q 54 924,70	Q 54 924,70
9	Clorador	1,00	U	Q 7 972,12	Q 7 972,12	Q 7 972,12
10	Caja rompe presión con válvula de flote	2,00	U	Q 5 228,50	Q 10 456,99	Q 10 456,99
11	Caja para válvulas	56,00	U	Q 3 372,71	Q188 872,00	Q188 872,00
12	Conexión domiciliar	40,00	U	Q 1 486,68	Q 59 467,13	Q 59 467,13
TOTAL DE LA OBRA						Q 819 521,79

Fuente: elaboración propia.

Costo total de la obra = Q 819 521,79

2.1.17. Evaluación socioeconómica

Tiene como fin, determinar la rentabilidad del proyecto a través de indicadores socioeconómicos, tales como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.1.17.1. Valor Presente Neto (VPN)

Consiste en transformar la inversión inicial, los costos de mantenimiento y los ingresos anuales, en un valor presente.

Tabla V. Ingresos y egresos anuales

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 819 521,79
Costos anuales	(Q499,56/mes)(12 meses)	Q 5 994,72
Tratamiento anual	(Q210/mes)(12 meses)	Q 2 520,00
Ingresos anuales	(Q 21,25/viv/mes)(40viv)(12 meses)	Q 10 200,00
Vida útil, en años		22 años

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo se utilizará una tasa de interés del 6 por ciento, el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos.

$$\text{VPN} = -819\,521,79 - \frac{5\,994,72}{(1+0,06)^{22}} - \frac{2\,520,00}{(1+0,06)^{22}} + \frac{10\,200,00}{(1+0,06)^{22}}$$
$$\text{VPN} = -\text{Q}819\,054,12$$

2.1.17.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno, es el valor para el cual el Valor Presente Neto no produce pérdidas o ganancias, es decir que el Valor Presente Neto se vuelve cero.

Se calcula para una tasa de -24%

$$VPN = -819521,79 - \frac{5\,994,76}{(1 + (-0,24))^{22}} - \frac{2\,520,00}{(1 + (-0,24))^{22}} + \frac{10\,200,00}{(1 + (-0,24))^{22}}$$

$$VPN = -113\,590,00$$

Se calcula para una tasa de -45%

$$VPN = -819\,521,79 - \frac{5\,994,76}{(1 + (-0,25))^{22}} - \frac{2\,520,00}{(1 + (-0,25))^{22}} + \frac{10\,200,00}{(1 + (-0,25))^{22}}$$

$$VPN = 125\,221,82$$

interes	VPN	}	la TIR se encuentra entre estos valores
- 25%	→ 125 221,82		
i	→ 0		
- 24%	→ -113 590,00		

Luego de una serie de iteraciones, se encuentra que la tasa de interés para la cual el Valor Presente Neto se vuelve cero, es de $i = -24,5136011\%$.

Como se puede observar el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno brindan valores negativos, esto indica que el proyecto no produce utilidad alguna, y es lógico ya que su carácter es de tipo social y una de sus finalidades es contribuir a mejorar las condiciones de saneamiento básico en la comunidad.

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental

Es un proceso que busca establecer las consecuencias sobre el ambiente, que conlleva la realización de una actividad humana, se busca minimizar los impactos negativos que afecten al entorno.

Las actividades que se llevarán a cabo, con la construcción del proyecto, son las siguientes: limpieza, desmonte, excavación y compactación del terreno, extracción de agua del sistema hídrico local.

- Impacto ambiental que será producido
 - Movimiento de tierra (corte y relleno), que ocasione residuos de partículas en suspensión y polvo en las áreas circundantes al proyecto.
 - Emanación de gases provenientes de solventes utilizados.
 - Disminución del acuífero, ocasionado por la extracción de agua para la distribución.
 - Generación de ruido por la actividad realizada.

- Medidas de mitigación
 - Manejo adecuado y ordenado del volumen de tierra extraída, para evitar las emisiones de partículas de polvo a la atmósfera.
 - Manejo adecuado de los productos químicos a utilizar.
 - Monitoreo constante del nivel del acuífero y reforestar el área circundante para permitir la recarga hídrica.
 - Coordinación de horarios de trabajo en horas hábiles para generar el menor ruido posible.

2.2. Diseño de la edificación escolar de dos niveles para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún (IBCOMAT), municipio de Sololá, departamento de Sololá

Con la construcción del edificio escolar, se pretende contribuir al mejoramiento de la situación estudiantil en la comunidad, ya que actualmente los estudiantes no poseen instalaciones adecuadas para cursar sus estudios.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un complejo educativo de 2 niveles, en el cual funcionará el Instituto Básico por Cooperativa de la colonia María Tecún, la edificación se diseñará para suplir la necesidad creciente que tiene la comunidad de contar con un centro educativo que llene sus expectativas.

Estará conformado por 4 módulos, en los que estarán repartidos los salones de clases, aulas para talleres de hogar e industriales, salones para mecanografía y computación, dirección, salón de maestros, secretaría, tesorería y biblioteca, adicionalmente el complejo contará con un gimnasio que hará las veces de salón de usos múltiples para las distintas actividades culturales y deportivas de los estudiantes.

La estructura estará conformada por marcos dúctiles con nudos rígidos, y losa de concreto reforzado y muros tabique de mampostería de block.

2.2.2. Descripción del área disponible

El terreno disponible para la construcción, se encuentra ubicado en el casco urbano de la colonia María Tecún, cuenta con un área de 3 095,76 metros cuadrados destinados para la construcción del complejo educativo.

2.2.3. Determinación del valor soporte del suelo

Para conocer las características del suelo, se realizó un ensayo de compresión triaxial en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), la muestra fue extraída a 2 metros por debajo del nivel del terreno, los resultados son los siguientes:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: limo arenoso color café oscuro

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción Interna $\phi = 15,05^\circ$

Cohesión $C_u = 5,1 \text{ ton/m}^2$

Base (B) = 1,00 m

Largo (L) = 1,00 m

Peso específico (γ_s) = 1,53 ton/m^3

Desplante (Df) = 2,00 m

$$\phi \text{ rad} = \frac{\phi * \pi}{180^\circ} = \frac{15,05 * \pi}{180^\circ} = 0,2626$$

- Factor de flujo debido a la sobrecarga (N_q)

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi + \phi\right) \tan \phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi + 0.2626\right) \tan 15,05^\circ}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{15,05^\circ}{2}\right)}$$

$$N_q = 4,468$$

- Factor de flujo de debido a la cohesión (N_C)

$$N_C = \cot \phi * (N_q - 1) = \cot(15,05^\circ) * (4,468 - 1)$$

$$N_C = 12,9005$$

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

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi = 2 * (4,468 + 1) * \tan(15,05^\circ)$$

$$N_\gamma = 2,9409$$

- Capacidad portante última

$$q_0 = 0,4 * \gamma S * B * N_\gamma + 1,3 * C * N_C + \gamma S * D * N_q$$

$$q_0 = 0,4 * 1,53 * 2 * 2,9409 + 1,3 * 5,1 * 12,9005 + 1,53 * 1,5 * 4,468$$

$$q_0 = 99,3859$$

- Capacidad portante neta última

$$q_{0n} = q_0 - \gamma S * D_f$$

$$q_{0n} = 99,3859 - 1,53 * 1,5$$

$$q_{0n} = 97,0909$$

- Valor soporte

Siguiendo la recomendación de Braja M. Das (2001), donde sostiene que “Independientemente del procedimiento por el cual se aplique el factor de seguridad, la magnitud de FS debe depender de las incertidumbres y riesgos implicados en las condiciones encontradas”. (p. 165), y siguiendo la recomendación de utilizar un factor de seguridad mínimo por capacidad de carga última neta comprendido entre 3 y 4, se optó por utilizar un factor FS=4.

Se procede a calcular el valor soporte

$$V_s = \frac{q_{on}}{FS} = \frac{97,0909}{4}$$
$$V_s = 24,27 \text{ ton/m}^2$$

Por lo tanto se diseñará utilizando un valor soporte de $V_s=24,27 \text{ ton/m}^2$

2.2.4. Normas para el diseño de edificios

En el diseño de toda edificación, es necesario cumplir con los requerimientos de las normas para generar una propuesta que sea agradable, cómoda y segura para los usuarios.

2.2.4.1. Criterios generales

Son todas las consideraciones que se deben tener en cuenta para el diseño de un edificio, tales como: ubicación, alturas de puertas y ventanas, etc.

2.2.4.2. Criterios de conjunto

La edificación tiene que estar en la capacidad de suplir las necesidades que demanda la población estudiantil, para un adecuado desempeño, debe estar diseñada de acuerdo a la funcionalidad que tendrá cada una de las áreas que la conformen.

2.2.4.3. Criterios de iluminación

Ya sea natural o artificial, debe ser muy abundante, se tiene que evitar la proyección de sombras y contrastes muy marcados sobre las áreas de trabajo.

2.2.4.4. Otros criterios

Se deben considerar otros criterios para el diseño, tales como:

Color: se debe aplicar un color claro que aumente la iluminación natural y a su vez proporcione un efecto relajante sobre el alumno.

Ventilación: debe ser abundante y cruzada con el fin de regular la temperatura, para mantener las instalaciones lo más confortablemente posible.

2.2.5. Diseño arquitectónico

Se realizó con el fin de dar la mayor comodidad al usuario, y distribuir los diferentes ambientes que conformaran la edificación de manera eficiente y funcional.

Se proporcionaran los servicios necesarios para el funcionamiento del complejo, tales como servicio sanitario para hombres y mujeres, salones de clases, computación, mecanografía, hogar e industriales, además estará dotado de un área administrativa y otra deportiva para las distintas actividades de los alumnos.

2.2.5.1. Ubicación del edificio en el terreno

Se ocupará el 56 por ciento del área disponible, equivalente a un área de 1 736,89 metros cuadrados, la edificación estará ubicada al centro del terreno, lo cual la hace muy accesible.

2.2.5.2. Distribución de ambientes

Módulo A; en el primer nivel se ubica un salón para hogar y otro para industriales y en el segundo nivel un salón para mecanografía y otro para computación.

Módulo B-1 y B-2; en estos módulos, 14 salones de clases y los servicios sanitarios.

Módulo C; este pertenece al área administrativa del complejo, cuenta con ambiente para la dirección, salón de maestros, secretaria, archivo y la biblioteca estudiantil.

Gimnasio; este está ubicado al centro del complejo, tendrá un escenario para las distintas actividades culturales y deportivas del instituto.

2.2.5.3. Altura de edificio

Todos los módulos del complejo tendrán una altura de piso a cielo de 3,40 metros, la altura total de cada uno es de 6,8 metros, el gimnasio en la parte más alta de la curvatura del techo tiene 7 metros.

2.2.6. Selección del sistema estructural a usar

Para la elección del sistema estructural a utilizar, se debe tener en cuenta la economía, materiales a utilizar y la factibilidad de construcción del sistema estructural seleccionado, la estructura principal de cada módulo, estará compuesta por un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos y losas planas de concreto reforzado.

2.2.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento es muy útil, ya que éste marcará el rumbo que se seguirá en el diseño de los elementos estructurales que conformarán la edificación.

Losas

Se aplica el criterio de perímetro dividido 180, se tomará la más crítica para hacer el predimensionamiento.

$$t = \frac{\text{perímetro de la losa}}{180}$$
$$t = \frac{6,6 * 2 + 4 * 2}{180} = 0,117$$

Se utilizará un espesor de losa de $t= 0,12$ m

- Vigas

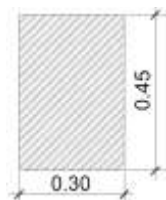
Para el predimensionamiento de las vigas, al igual que en las losas, se tomará la viga mas critica, es decir la que tiene mayor luz que para este caso es una luz= 7 metros, según el código ACI en la sección 9.5.2, la altura mínima para vigas no preesforzadas con un extremo continuo está dado por:

$$h = \frac{L}{18,5}$$

$$h = \frac{7}{18,5} = 0,378$$

Las dimensiones propuestas para la viga serán $h=0,45$ m y $b=0,30$

Figura 3. **Sección de viga propuesta**



Fuente: elaboración propia.

- Columnas

Se estima con base a la carga que soportará la columna y una cuantía de acero propuesta entre $1\%A_g \leq A_s \leq 6\%A_g$, según el código ACI 318S-05 en la sección 21.4.3.1, utilizando la siguiente expresión:

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

Donde:

P=carga axial que soporta la columna

A_g=área total de la sección de la columna

A_s=área total de la armadura longitudinal (1%)

f'_c=resistencia a la compresión del hormigón

f_y=resistencia a la fluencia del refuerzo

Sustituyendo datos

$$P = 24,25 * 2\,400 * 2 = 116\,400 \text{ Kg}$$

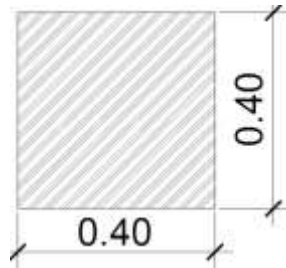
$$P = 0,85 * [0,85 * f'_c (A_g - A_s) + f_y * A_s]$$

$$116\,400 = 0,85 * [0,85 * 210(A_g - 0,01A_g) + 2\,810 * 0,01 * A_g]$$

$$A_g = 668,62 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de 0,40 m x 0,40 m

Figura 4. **Sección de columna propuesta**



Fuente: elaboración propia.

- Zapatas

Este predimensionamiento se hará en la sección 2.2.6.12, junto con el cálculo estructural.

2.2.6.2. Cargas de diseño

Toda estructura está sometida a distintas cargas originadas por factores, como; el uso, sismos o simplemente por el ambiente al que están expuestas, es por ello que deben ser capaces de soportarlas. Se pueden clasificar según la dirección de su aplicación como cargas verticales y cargas horizontales.

2.2.6.2.1. Cargas verticales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Las cargas verticales se pueden clasificar de diferente forma, dependiendo del uso de la estructura y de los materiales con que esté construida, estas son cargas vivas y cargas muertas, las cuales se describen a continuación.

- Carga viva (CV)

Son ocasionadas por el uso de la estructura y por elementos móviles dentro de ella.

- Carga muerta (CM)

Son debidas a elementos que actúan permanentemente en la estructura, como también el peso propio de la estructura.

Las cargas vivas y muertas utilizadas para el cálculo estructural, se presentan en la tabla VI.

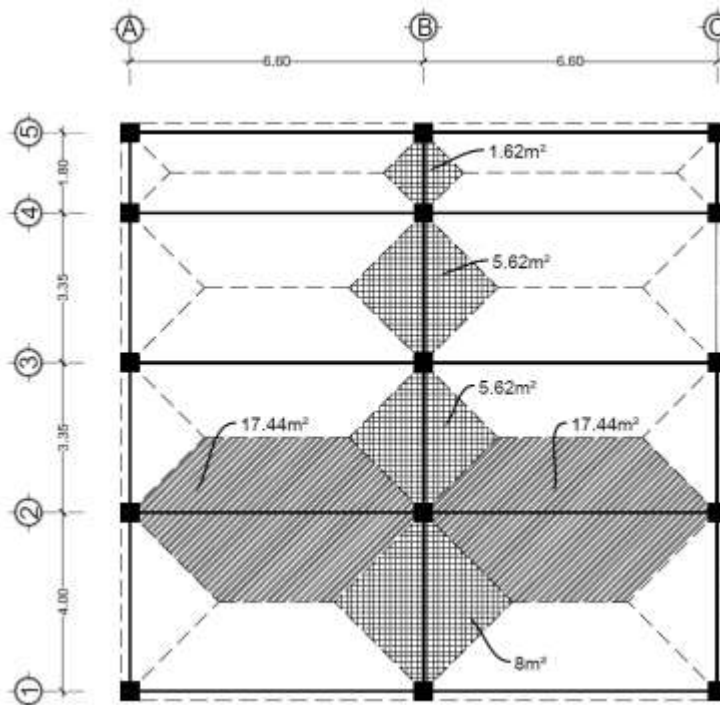
Tabla VI. **Cargas verticales**

Carga viva (CV)	Carga muerta (CM)
En techo= 100 kg/m ²	Peso del concreto = 2 400 kg/m ³
En aulas=200 kg/m ²	Peso de acabados = 90 kg/m ²
En pasillos=500 kg/m ²	Peso de muros = 150 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

- Integración de cargas verticales

Figura 5. **Área tributaria módulo A**



Fuente: elaboración propia.

Para la integración de cargas se realizó el siguiente procedimiento

- Marco típico sentido X

Nivel 1:

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

$$CM = \frac{17,45 * 0,12 * 2\ 400}{6,6} + 0,45 * 0,30 * 2\ 400 + \frac{90 * 17,45}{6,6} + 150 * 3,4$$

$$CM = 1\ 833,4 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{17,45 * 200}{6,6}$$

$$CV = 528,79 \text{ kg/m}$$

Nivel 2:

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

$$CM = \frac{17,45 * 0,12 * 2\ 400}{6,6} + 0,45 * 0,30 * 2\ 400$$

$$CM = 1\ 085,45 \text{ kg/m}$$

$$C.V. = \frac{17,45 * 100}{6,6}$$

$$C.V. = 264,39 \text{ kg/m}$$

- Marco típico sentido Y

Nivel 1:

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

$$CM = \frac{8 * 0,12 * 2\,400}{4} + 0,45 * 0,30 * 2\,400 + \frac{90 * 8}{4} + 150 * 3,4$$

$$CM = 1\,590 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{8 * 200}{4}$$

$$CV = 400 \text{ kg/m}$$

Nivel 2:

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

$$CM = \frac{8 * 0,12 * 2\,400}{4} + 0,45 * 0,30 * 2\,400$$

$$CM = 900 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{8 * 200}{4}$$

$$CV = 200 \text{ kg/m}$$

La integración de cargas para los otros módulos, se realizó adecuando el procedimiento anterior y se resume en la tabla siguiente.

Tabla VII. **Integración de cargas**

Módulo	Marco	CM (kg/m)		CV (Kg/m)	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2
A	X	1 833,40	1 085,45	528,70	264,40
	Y	1 590,00	900,00	400,00	200,00
B	X	1 932,36	1 057,99	509,71	254,85
	Y	1 468,14	807,15	838,81	167,76
C	X	1 880,52	1 121,35	646,71	276,85
	Y	1 552,20	871,20	380,00	190,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Guatemala es una región altamente sísmica, es por ello que las estructuras están propensas a sufrir este tipo de cargas, y resulta de suma importancia realizar un análisis para cargas horizontales que simule los efectos de un sismo sobre la estructura.

2.2.6.3. Fuerzas sísmicas

La fuerza sísmica se puede calcular por varios métodos, entre estos se puede mencionar SEAOC y el de AGIES, para este proyecto se utilizó el método del SEAOC, el cual se describe a continuación:

- Corte basal (V_b)

Se puede definir al corte basal, como la fuerza que el sismo transmite a la base de la estructura, esta fuerza depende de factores como la zona sísmica, el tipo de ocupación e importancia, período natural de vibración, tipo de suelo, ductilidad de la estructura y el peso de la estructura, se puede calcular con la expresión siguiente:

$$V_b = Z * I * C * K * S * W$$

Z= coeficiente de zona sísmica (z=1)

I= coeficiente que depende de la importancia o utilidad que se le dé a la estructura después de un sismo (I=1,3)

C= coeficiente que depende del periodo natural de vibración

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}; \quad T = \frac{0,05h_n}{\sqrt{D}}$$

Donde:

C no puede ser mayor a 0,12 ($C \leq 0,12$)

h_n = altura del edificio

D = base del edificio

S = coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimienta la estructura, si se desconoce utilizar 1,5 chequear que el producto $C \cdot S \leq 0,14$

K = factor que refleja la ductilidad de la estructura ($K = 0,67$)

W = peso de la estructura + 25% de la carga viva

Debido a que el sismo actúa en ambas direcciones, es necesario realizar el análisis para el corte basal para la dirección X & Y, a manera de ejemplo se calcula el corte basal y las fuerzas por nivel para el módulo A.

Tabla VIII. **Valores para C y C*S**

C ≤ 0,12	$T_x = \frac{0,05 * 6,8}{\sqrt{13,2}} = 0,0936$	$C_x = \frac{1}{15\sqrt{0,0936}} = 0,2179$; usar C=0,12
	$T_y = \frac{0,05 * 6,8}{\sqrt{12,5}} = 0,0962$	$C_y = \frac{1}{15\sqrt{0,0962}} = 0,2149$; usar C=0,12
C*S ≤ 0,14	$C_x * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$; usar $C_x * S = 0,14$	
	$C_y * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$; usar $C_y * S = 0,14$	

Fuente: elaboración propia.

Ya que los valores de los coeficientes para la dirección X son iguales a los de la dirección Y, el corte basal quedará de la siguiente manera:

$$V_b = V_x = V_y = Z * I * C * K * S * W$$

$$V_b = 1 * 1,3 * 0,14 * 0,67 * 268\,448,64$$

$$V_b = 32\,734,63 \text{ kg}$$

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del corte basal para los otros módulos del complejo.

Tabla IX. **Corte basal**

Módulo	Coficiente (ZICKS)	Peso de la estructura W (kg)	Corte basal V_b (kg)
A	0,12194	268 448,64	32 734,63
B	0,12194	385 407,09	46 996,54
C	0,12194	516 861,48	63 026,09

Fuente: elaboración propia.

- Fuerzas por nivel (F_n)

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

Donde:

V_b =corte basal

F_T = fuerza de techo, cuando T (periodo natural de vibración) es menor que 0,25, entonces $F_T=0$

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

h_i = altura hasta cada nivel

Como $T < 0,25$

$$F_n = 0$$

$$F_2 = \frac{(32\,734,63 - 0) * 775\,392,58}{1\,300\,421,66} = 19\,518,443\text{kg}$$

$$F_1 = \frac{(32\,734,63 - 0) * 525\,029,09}{1\,300\,421,66} = 13\,216,20\text{kg}$$

Chequeando:

$$V_b = F_T + F_1 + F_2$$

$$V_b = 0 + 19\,518,43 + 13\,216,20$$

$$V_b = 32\,734,63\text{ kg}$$

En la siguiente tabla se muestran las fuerzas por nivel de cada módulo.

Tabla X. **Fuerza por nivel**

Módulo	Fuerza por nivel F_i (Kg)	
	F1	F2
A	13 216,21	19 518,44
B	18 912,55	28 083,99
C	23 119,97	39 906,32

Fuente: elaboración propia

- Fuerzas por marco

Previo a entrar a la deducción de las fuerzas por marco, será necesario obtener el centro de rigidez, centro de masa y la excentricidad, datos que serán utilizados para el cálculo de las fuerzas por marco.

- Centro de rigidez

Para este cálculo se asumió un valor K como variable para la rigidez de cada columna, ya que estas poseen las mismas características geométricas, el centro de rigidez dependerá de la posición que tengan con respecto al origen.

Tabla XI. Centro de rigidez módulo A

Dirección X				Dirección Y			
Marco	Xi	Rigidez por marco (R)	Xi*R	Marco	Yi	Rigidez por marco (R)	Yi*R
A	0,00	5,00K	0,00K	1	0,00	3,00K	0,00K
B	6,60	5,00K	33,00K	2	4,00	3,00k	12,00K
C	13,20	5,00K	66,00K	3	7,35	3,00k	22,50K
				4	10,70	3,00k	32,10K
				5	12,50	3,00k	37,50K
			15,00K				103,65K

Fuente: elaboración propia.

Calculando el centro de rigidez, medido desde el origen:

$$X_R = \frac{\sum X_i * R}{\sum R} \qquad Y_R = \frac{\sum Y_i * R}{\sum R}$$

$$X_R = \frac{99,00K}{15,00K} = 6,6 \text{ m} \qquad Y_R = \frac{103,65K}{15,00K} = 6,91 \text{ m}$$

Donde:

X_i, Y_i= distancia del origen al centro geométrico de la columna

R= rigidez del marco

Centro de masa

Tabla XII. **Centro de masa módulo A**

Centro de masa					
Elemento	X	Y	área (A)	X*A	Y*A
Losa	6,60	6,25	175,44	1157,90	1096,50
Columna A1	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00
Columna A2	0,00	4,00	0,16	0,00	0,64
Columna A3	0,00	7,35	0,16	0,00	1,18
Columna A4	0,00	10,70	0,16	0,00	1,71
Columna A5	0,00	12,50	0,16	0,00	2,00
Columna B1	6,60	0,00	0,16	1,06	0,00
Columna B2	6,60	4,00	0,16	1,06	0,64
Columna B3	6,60	7,35	0,16	1,06	1,18
Columna B4	6,60	10,70	0,16	1,06	1,71
Columna B5	6,60	12,50	0,16	1,06	2,00
Columna C1	13,20	0,00	0,16	2,11	0,00
Columna C2	13,20	4,00	0,16	2,11	0,64
Columna C3	13,20	7,35	0,16	2,11	1,18
Columna C4	13,20	10,70	0,16	2,11	1,71
Columna C5	13,20	12,50	0,16	2,11	2,00
Viga A	0,00	6,25	0,10	0,00	0,62
Viga B	6,60	6,25	0,10	0,65	0,62
Viga C	13,20	6,25	0,10	1,31	0,62
Viga 1	6,60	0,00	0,10	0,65	0,00
Viga 2	6,60	4,00	0,10	0,65	0,40
Viga 3	6,60	7,35	0,10	0,65	0,73
Viga 4	6,60	10,70	0,10	0,65	1,06
Viga 5	6,60	12,50	0,10	0,65	1,24
			178,63	1178,97	1118,38

Fuente: elaboración propia.

Calculando el centro de masa medido desde el origen:

$$X_m = \frac{\sum X_i * A}{\sum A}$$

$$X_m = \frac{1178,97}{178,63} = 6,6 \text{ m}$$

$$Y_m = \frac{\sum Y_i * A}{\sum A}$$

$$Y_m = \frac{1118,38}{178,63} = 6,26 \text{ m}$$

La excentricidad es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez, en la siguiente tabla se muestra el cálculo de la excentricidad.

$$e = |\text{centro de masa} - \text{centro de rigidez}|$$

La excentricidad mínima que se permite tener es $e=0,05*B$, donde B es la base del edificio perpendicular al sentido en análisis.

Tabla XIII. **Centro de masa y rigidez**

Módulo	Sentido	Centro de masa	Centro de rigidez	e calculada	e mín.
A	X	6,60	6,60	0,00	0,625
	Y	6,26	6,91	0,65	0,66
B	X	14,00	14,00	0,00	0,425
	Y	4,26	4,64	0,38	1,40
C	X	9,76	9,38	0,38	0,975
	Y	10,16	9,71	0,45	1,017

Fuente: elaboración propia.

- Fuerza en dirección Y

Debido a la simetría observada en el sentido Y, para calcular la fuerza por marco en este sentido, se dividirá la fuerza de nivel entre el número de marcos en este sentido.

Fuerza por marco para el primer nivel

$$F_m = \frac{F_i}{\text{No. de marcos}}$$

$$F_m = \frac{13\ 216,21}{3} = 4\ 405,4 \text{ kg}$$

Fuerza por marco para el segundo nivel

$$F_m = \frac{F_i}{\text{No. de marcos}}$$
$$F_m = \frac{19518,44}{3} = 6506,15 \text{ kg}$$

- Fuerza en dirección X

Como existe excentricidad en este sentido, la carga aplicada a cada marco se distribuirá de acuerdo a su rigidez, las fórmulas a utilizar son las siguientes:

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

Donde:

R_m = rigidez del marco

$\sum R_i$ = rigidez total del nivel

F_i = Fuerza de nivel

E_i = Relación entre rigideces y brazo a cada marco

e = excentricidad

d_i = distancia del centro de rigidez al marco considerado

Tabla XIV. **Fuerza por marco, módulo A sentido X**

marco	R _m	d _i	R*d _i	(R*d _i) ²	E _i	Primer nivel			Segundo nivel		
						F''	F'	F _m	F''	F'	F _m
1	3	6,91	-20,73	429,73	-44,29	-196,931	2 643,24	2 446,31	-290,84	3 903,69	3 612,85
2	3	2,91	-8,73	76,21	-105,18	-82,9332	2 643,24	2 560,32	-122,48	3 903,69	3 781,21
3	3	0,44	1,32	1,74	695,60	12,53973	2 643,24	2 655,78	18,52	3 903,69	3 922,21
4	3	3,79	11,37	129,28	80,76	108,0127	2 643,24	2 751,25	159,52	3 903,69	4 063,20
5	3	5,59	16,77	281,23	54,75	159,3115	2 643,24	2 802,55	235,28	3 903,69	4 138,97
				15		918,20		13 216,2			19 518,44

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Fuerza por marcos**

Módulo	Nivel	F _m (Kg)	
		X	Y
A	1	2 802,55	4 405,40
	2	4 138,97	6 506,15
B	1	4 874,71	4 728,14
	2	7 238,64	7 020,99
C	1	3 483,02	5 931,39
	2	6 011,93	10 237,98

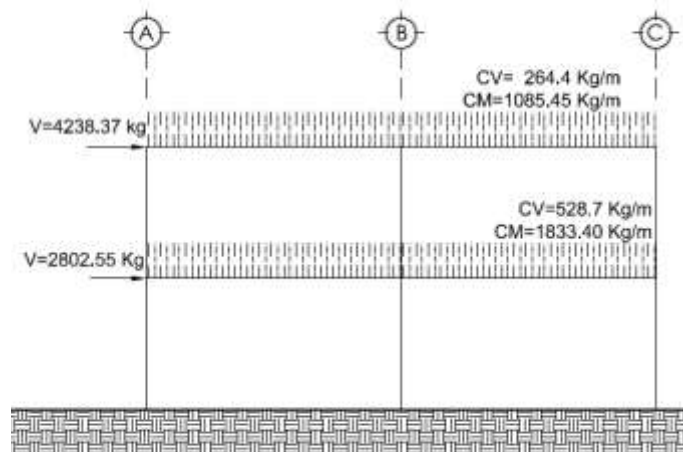
Fuente: elaboración propia.

2.2.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Esta es una idealización que se hace del marco de la estructura, con el fin de representar la forma en que este soporta las cargas calculadas anteriormente, con el objetivo de facilitar el análisis estructural. Por la similitud que tienen los marcos en geometría y en las cargas aplicadas, se analizaron únicamente los críticos.

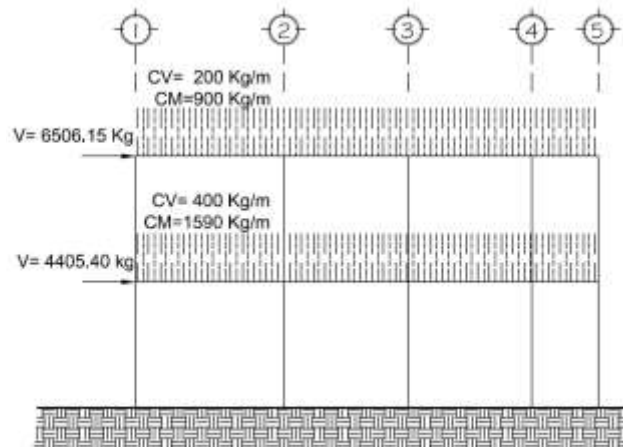
Las figuras ilustran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles analizados para este proyecto.

Figura 6. **Modelo matemático marco X módulo A**



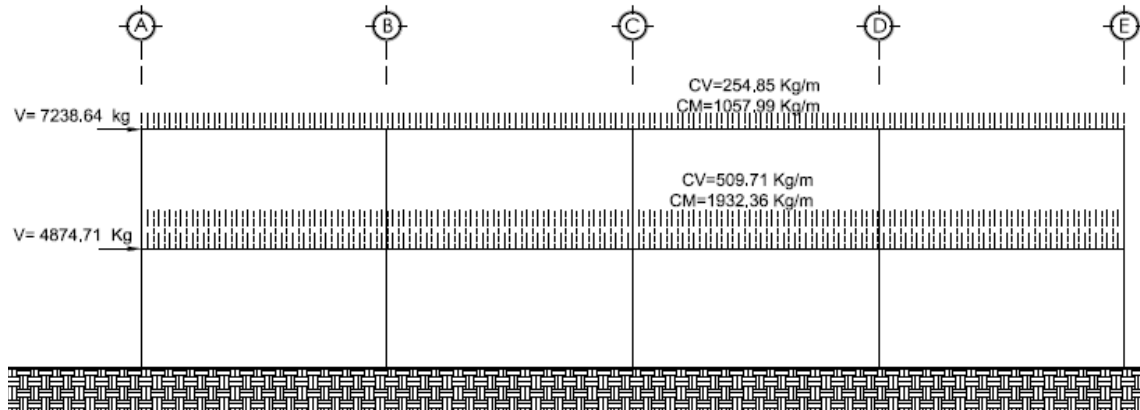
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Modelo matemático marco Y módulo A**



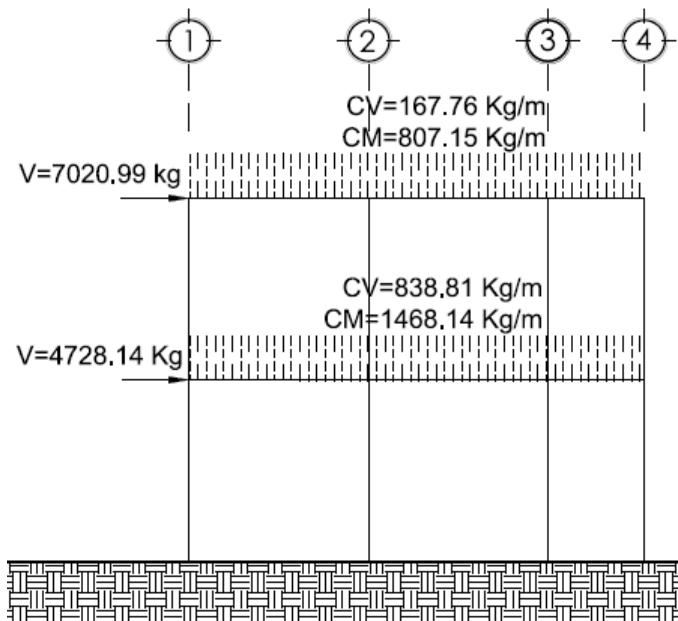
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Modelo matemático marco X módulo B**



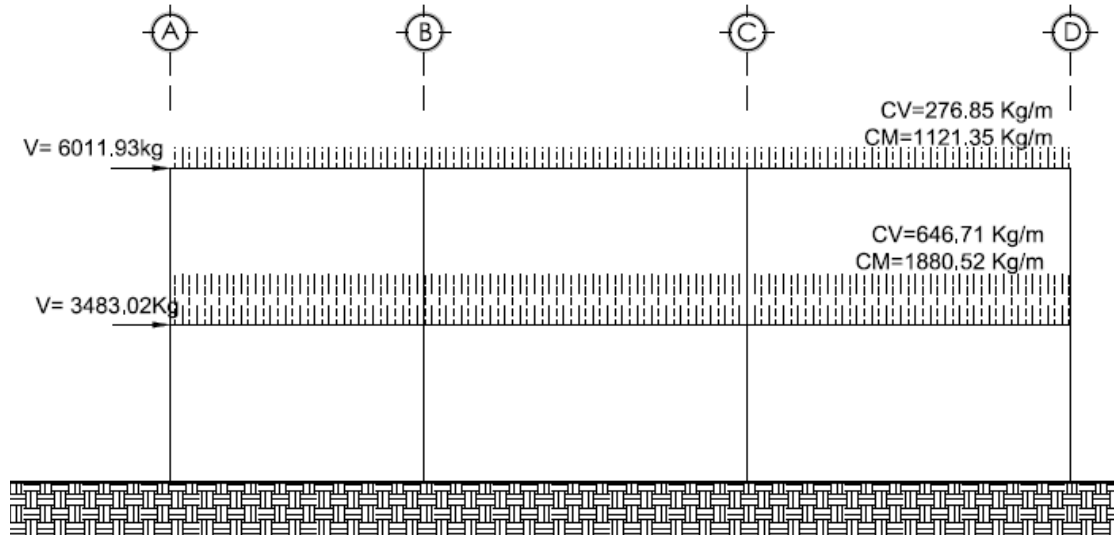
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Modelo matemático marco Y módulo B**



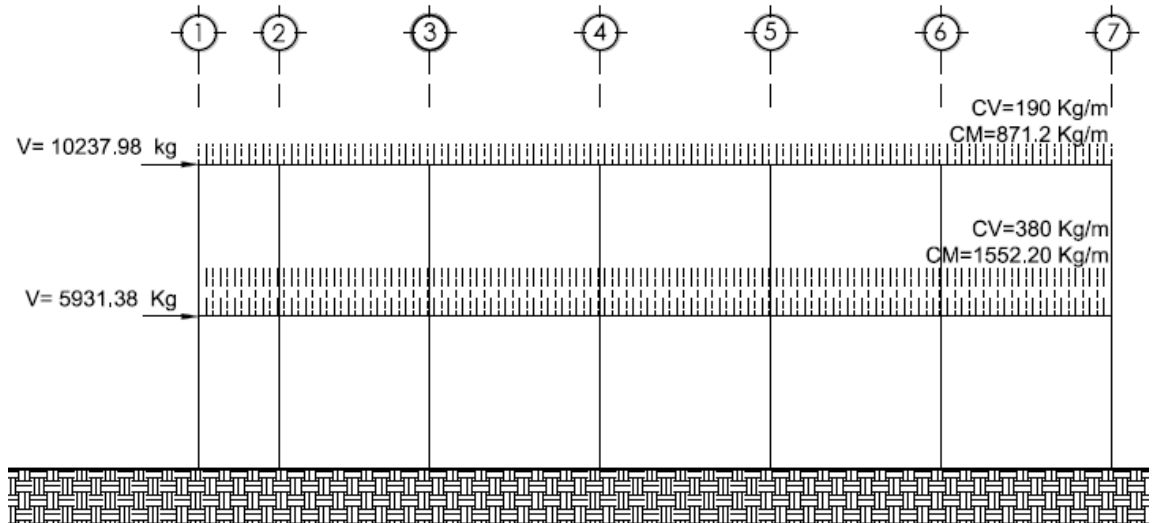
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Modelo matemático marco X módulo C**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Modelo matemático marco Y módulo C**



Fuente: elaboración propia.

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

El análisis de los marcos se hizo con el software ETABS versión 9.7.2, el programa trabaja con un método matricial, y para comprobarlo se utilizó el método numérico de Kani, observando una variación mínima entre ambos métodos.

Se realizó el análisis para carga viva, muerta y sismo independientemente, para el diseño de los elementos, se utilizaron los valores obtenidos con el método numérico de Kani, esto por ser este un método más conservador.

2.2.6.6. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos resultantes de la combinación de carga muerta, carga viva y sismo. Las combinaciones que se utilizaron son las propuestas por el ACI:

- $M = 1,4MCM + 1,7MCV$
- $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$
- $M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$
- $M = 0,9MCM + 1,4MS$
- $M = 0,9MCM - 1,4MS$

En la siguiente tabla se calculan los valores de la envolvente de momentos para las vigas del marco X del módulo A.

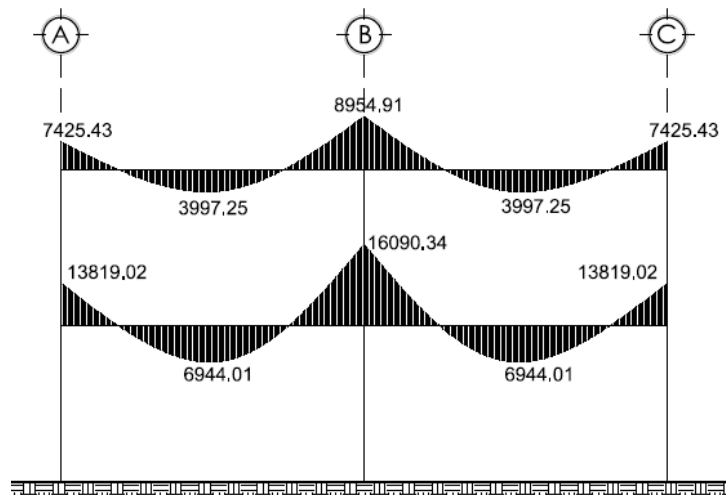
Tabla XVI. **Envolvente de momentos para vigas marco X módulo A**

Viga		Momento			Combinación					Mu	
		MCV	MCM	MS	1	2	3	4	5		
Segundo nivel	A-B	M(-)	-751,32	-2 983,88	2 381,73	-5 454,67	-756,58	-7 425,43	720,38	-6 091,36	-7 425,43
		M(+)	532,00	2 209,18	0,00	3 997,25	2 997,94	2 997,94	1 988,26	1 988,26	3 997,25
		M(-)	1 064,00	4 418,36	2 113,59	7 994,50	8 954,91	3 036,85	6 998,96	954,09	8 954,91
	B-C	M(-)	-1 064,00	-4 418,36	2 113,59	-7 994,50	-3 036,85	-8 954,91	-954,09	-6 998,96	-895,91
		M(+)	532,00	2 209,18	0,00	3 997,25	2 997,94	2 997,94	1 988,26	1 988,26	3 997,25
		M(-)	751,32	2 983,88	2 381,73	5 454,67	7 425,43	756,58	6 091,36	-7 20,38	7 425,43
Primer nivel	A-B	M(-)	-1 509,78	-5 284,97	4 532,02	-9 965,59	-1 129,36	-13 819,02	1 724,32	-11 237,26	-13 819,02
		M(+)	1 062,18	3 670,21	0,00	6 944,01	5 208,01	5 208,01	3 303,19	3 303,19	6 944,01
		M(-)	2 124,37	7 340,43	4 053,08	13 888,03	16 090,34	4 741,71	12 402,29	810,48	16 090,34
	B-C	M(-)	-2 124,37	-7 340,43	4 053,08	-13 888,03	-4 741,71	-16 090,34	-810,48	-12 402,29	-16 090,34
		M(+)	1 062,18	3 670,21	0,00	6 944,01	5 208,01	5 208,01	3 303,19	3 303,19	6 944,01
		Mu(-)	1 509,78	5 284,97	4 532,02	9 965,59	13 819,02	1 129,36	11 237,26	-1 724,32	13 819,02

Fuente: elaboración propia.

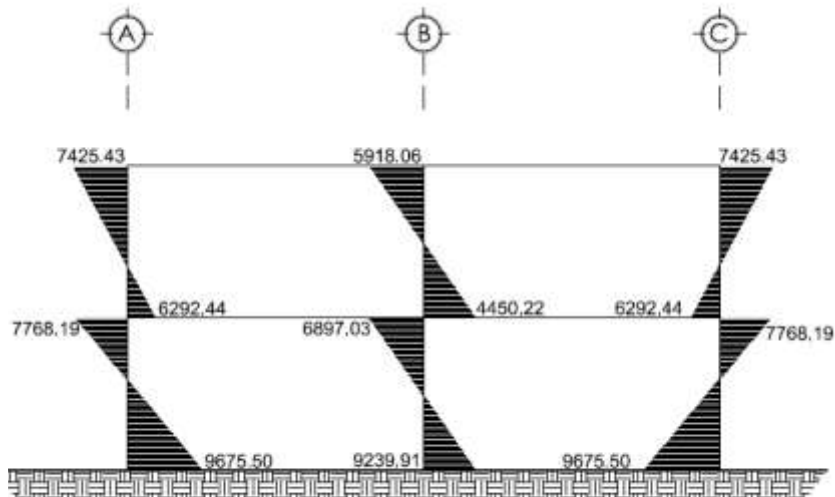
A continuación se presentan los diagramas de las envolventes de momentos para los marcos de los módulos A, B y C.

Figura 12. **Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo A**



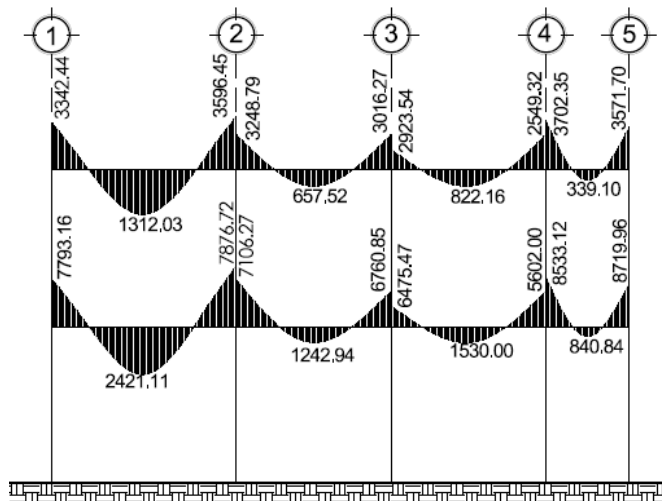
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Envolvente de momentos para columnas, marco X módulo A**



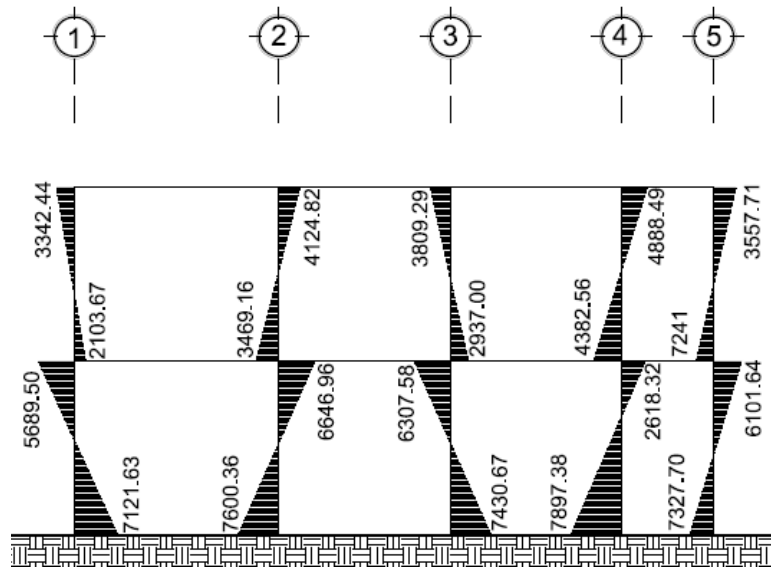
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Envolvente de momentos para vigas, marco Y módulo A**



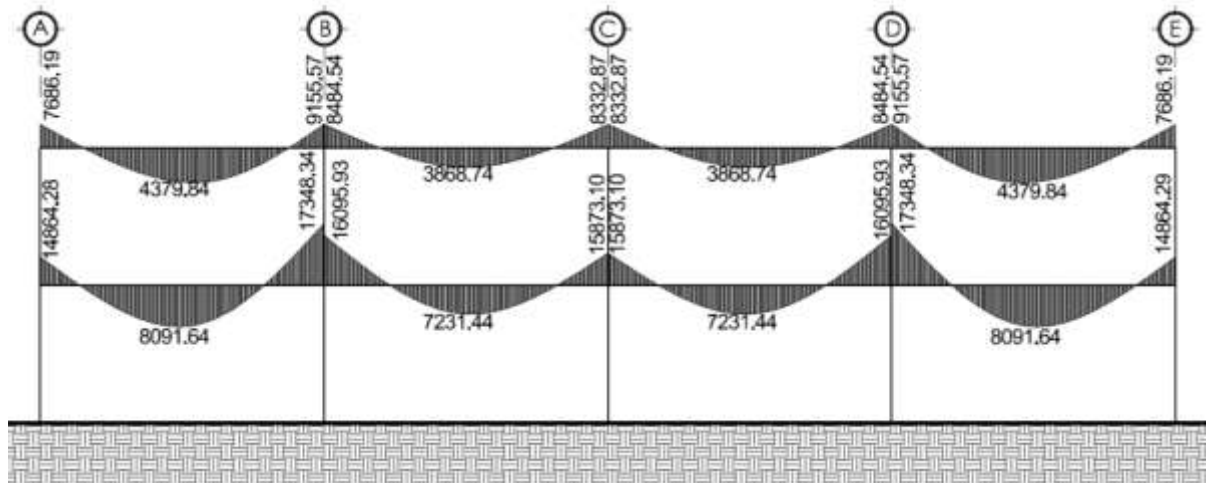
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo A**



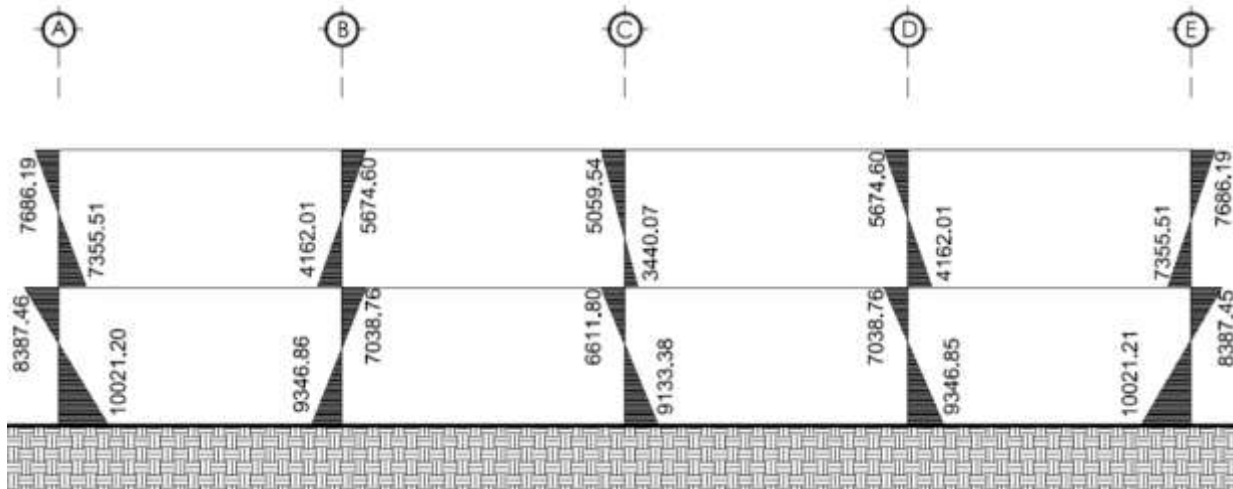
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo B**



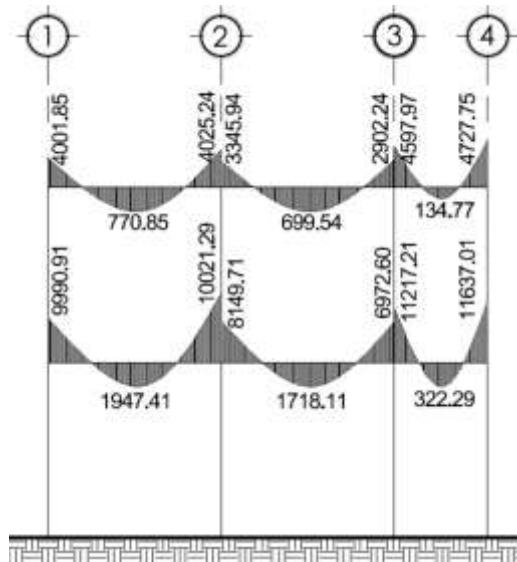
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo B**



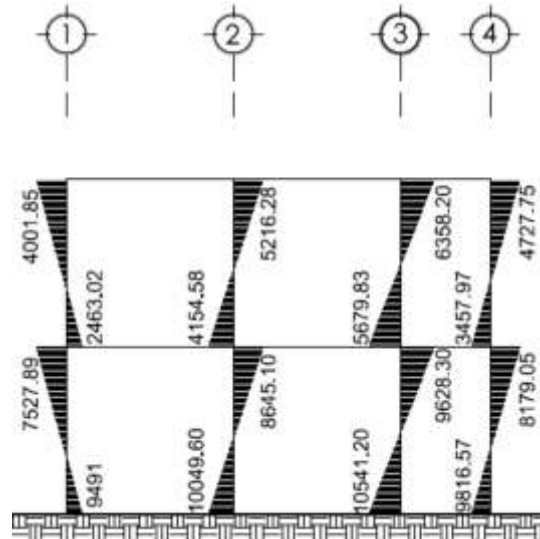
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Envolvente de momentos para vigas, marco Y módulo B**



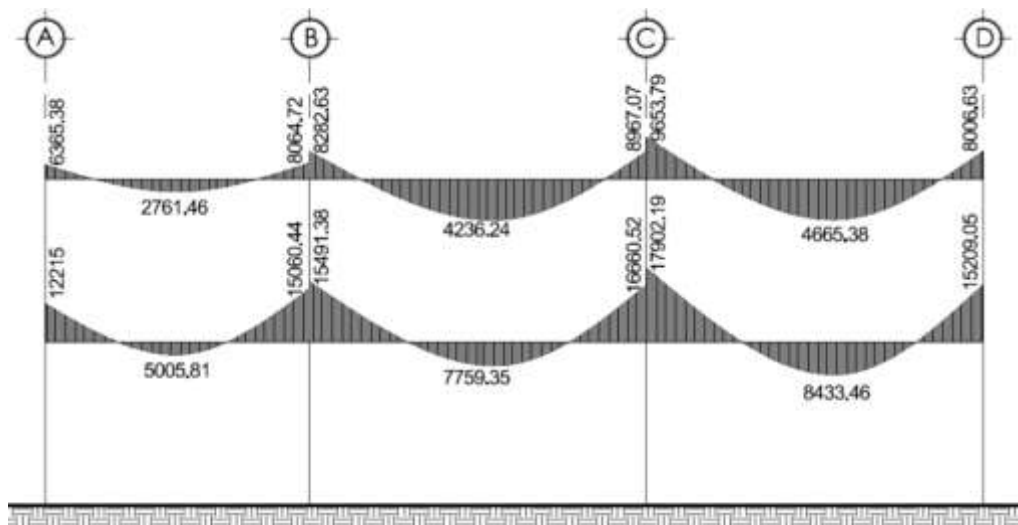
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo B**



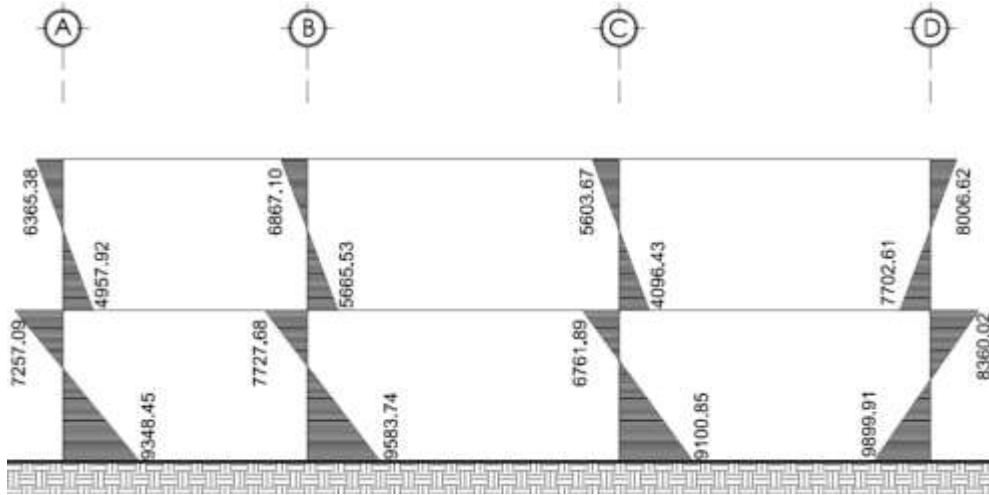
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Envolvente de momentos para vigas, marco X módulo C**



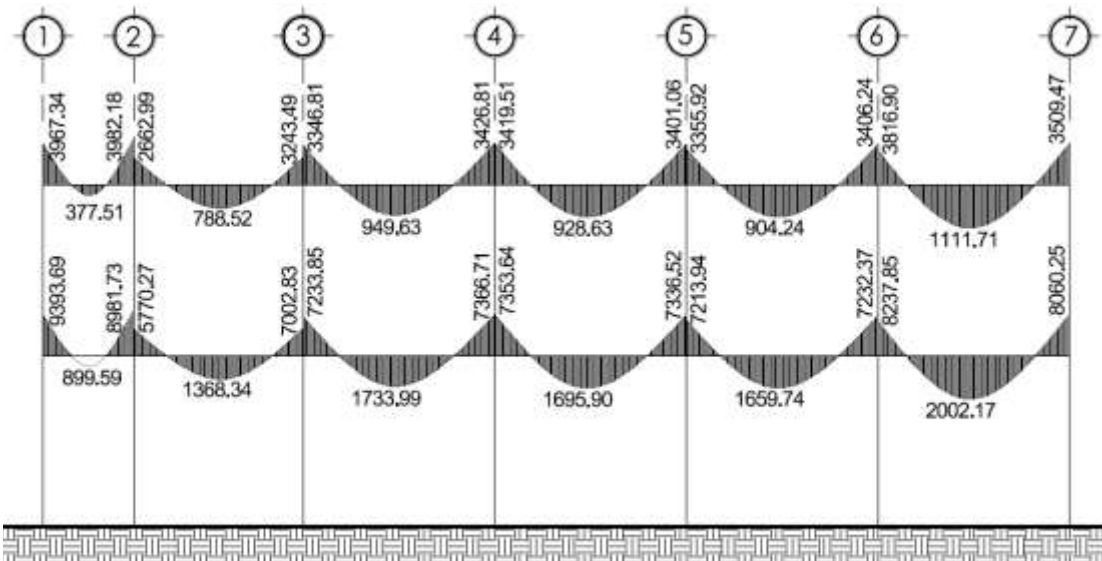
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Envolvente de momentos para columnas, marco X módulo C**



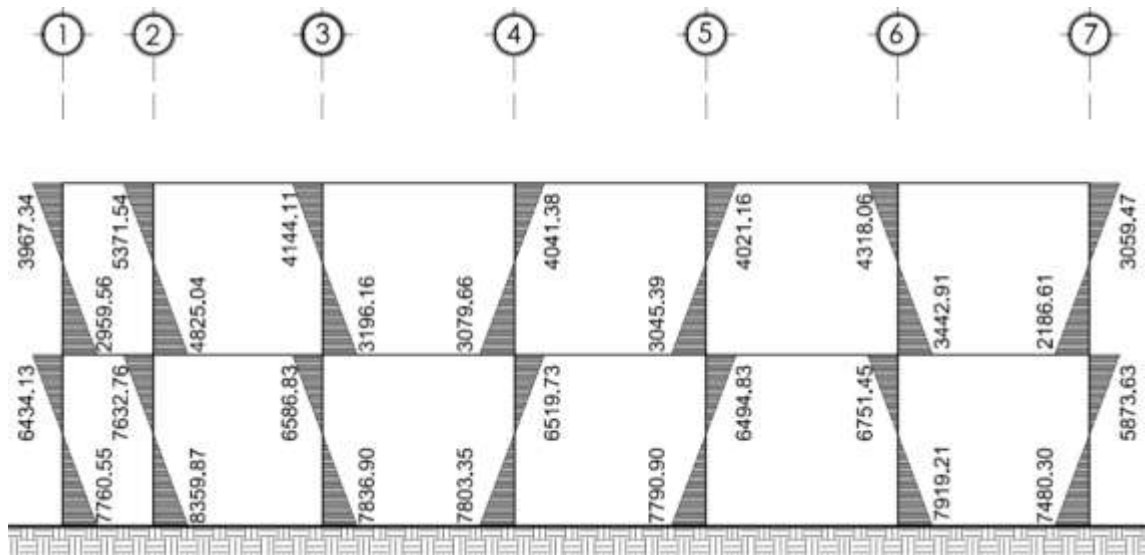
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Envolvente de momentos para vigas, marco Y modulo C**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Envolvente de momentos para columnas, marco Y módulo C**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.7. Diagrama de corte

Para el cálculo de la fuerza cortante en los marcos, se utilizaron las siguientes expresiones, las cuales consideran los efectos de carga viva, carga muerta y sismo.

- Corte en vigas

$$V_v = 0,75 * \left[\frac{1,4 (W_{CM} * L)}{2} + \frac{1,7 (W_{CV} * L)}{2} + \frac{1,87 \sum M_s}{L} \right]$$

- Corte en columnas

$$V_{col} = \frac{\sum M_{columna}}{L}$$

Corte en marco X del módulo A

Para la viga A-B del primer nivel

$$V_v = 0,75 * \left[\frac{1,4 (1\ 833,41 * 6,6)}{2} + \frac{1,7 (528,79 * 6,6)}{2} + \frac{1,87(4\ 532,02 + 4\ 053,08)}{6,6} \right]$$

$$V_v = 1\ 0401,98\text{kg}$$

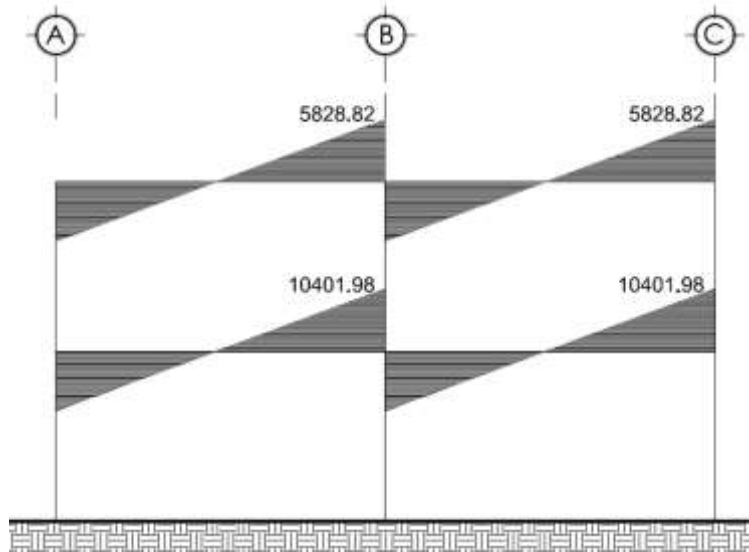
Para la columna del primer nivel

$$V_{col} = \frac{(7\ 768,9 + 9\ 675,50)}{3.4}$$

$$V_{col} = 5\ 130,50\text{kg}$$

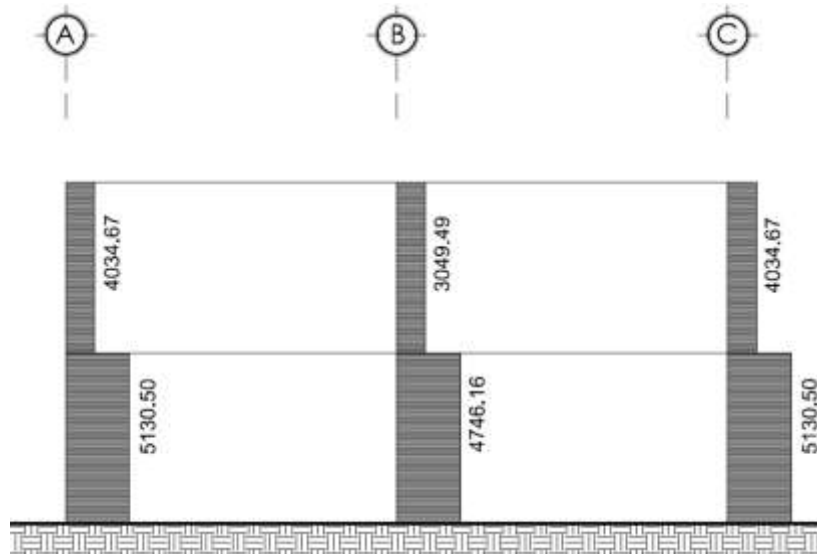
El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación se presentan los diagramas de cortante para vigas y columnas de los marcos en sentido X & Y de los módulos A, B y C.

Figura 24. **Corte en vigas, marco X módulo A**



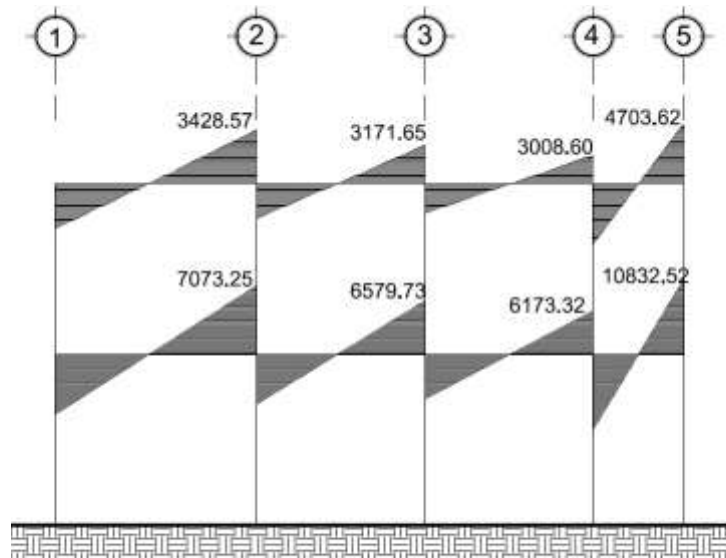
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Corte en columnas, marco X módulo A**



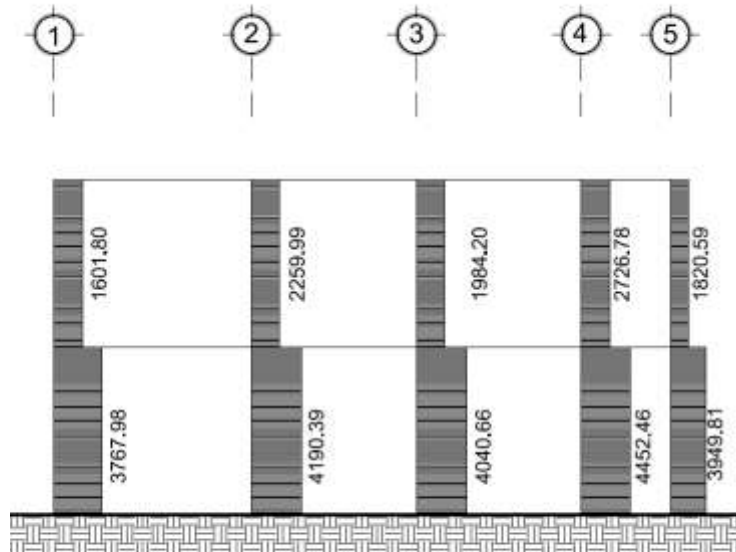
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Corte en vigas, marco Y módulo A**



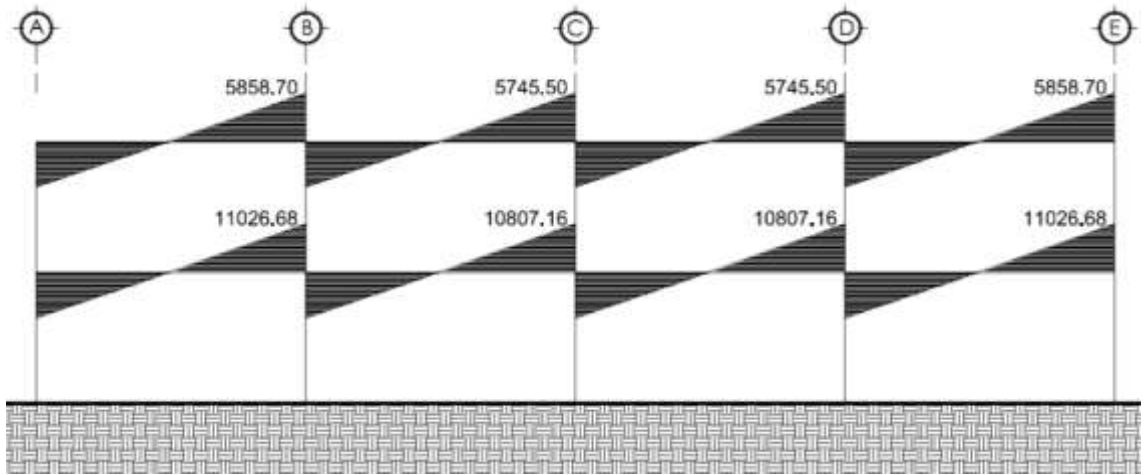
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Corte en columnas, marco Y módulo A**



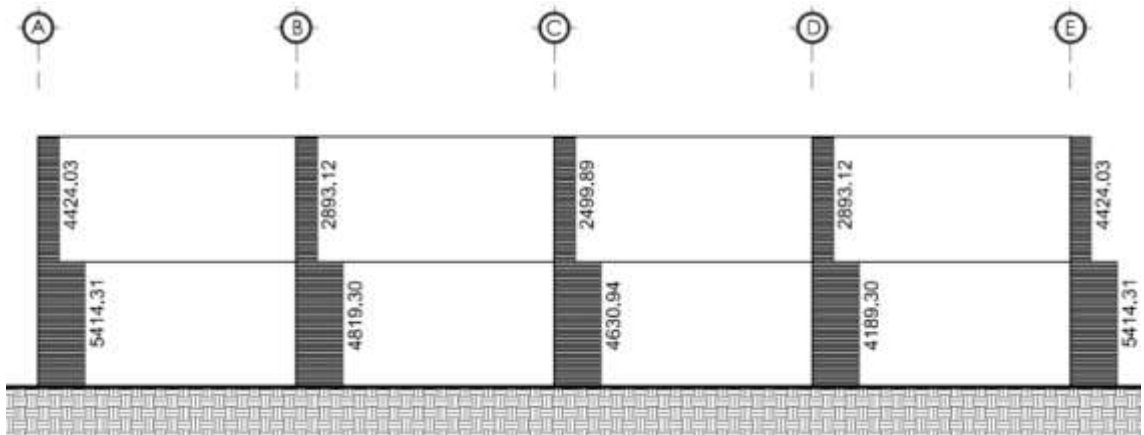
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Corte en vigas, marco X módulo B**



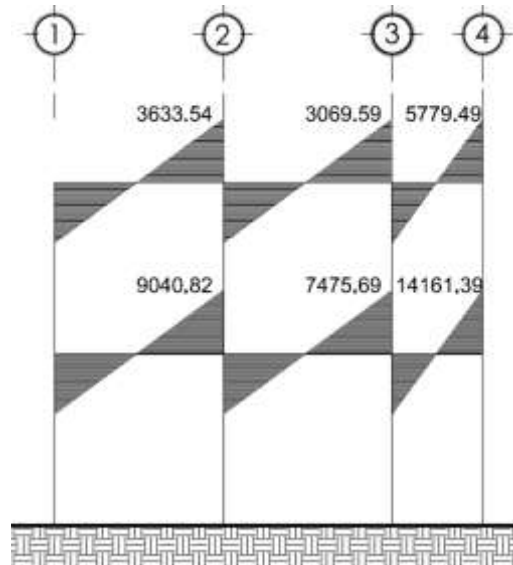
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Corte en columnas, marco X módulo B**



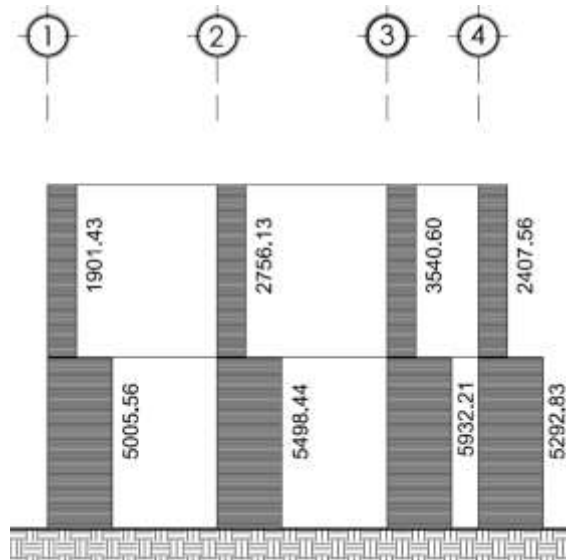
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Corte en vigas, marco Y módulo B**



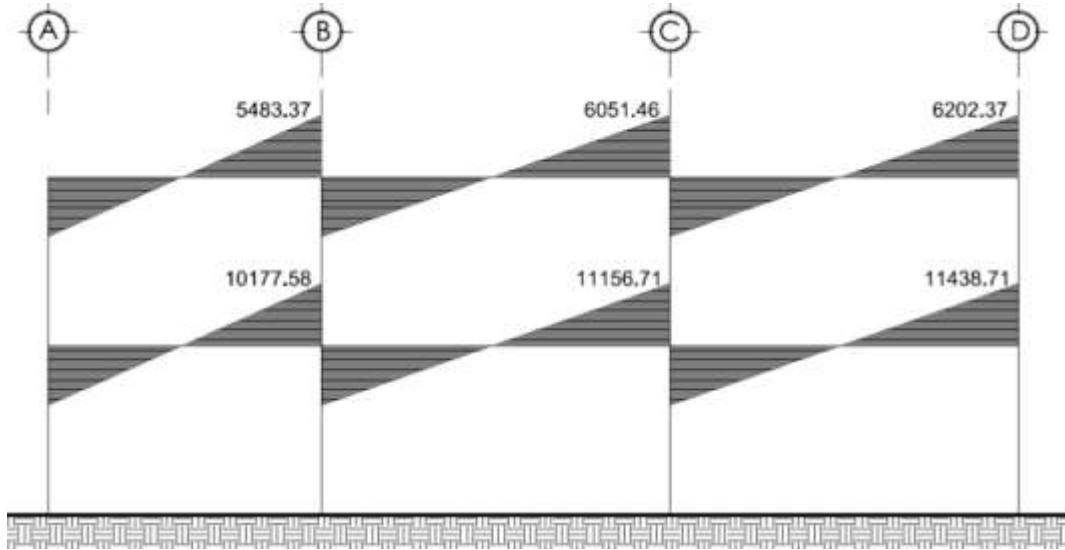
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Corte en columnas, marco Y módulo B**



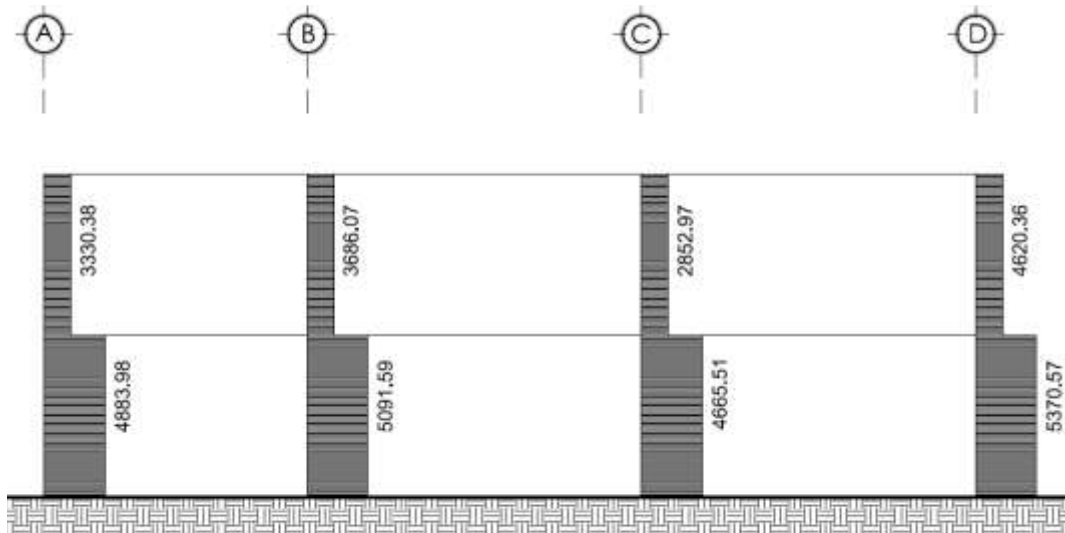
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Corte en vigas, marco X módulo C



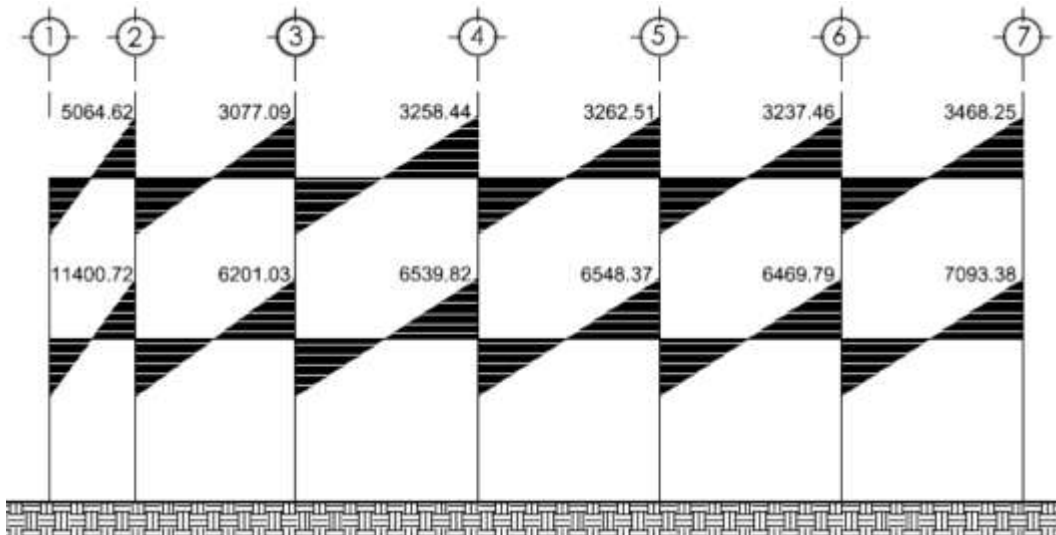
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Corte en columnas, marco X módulo C



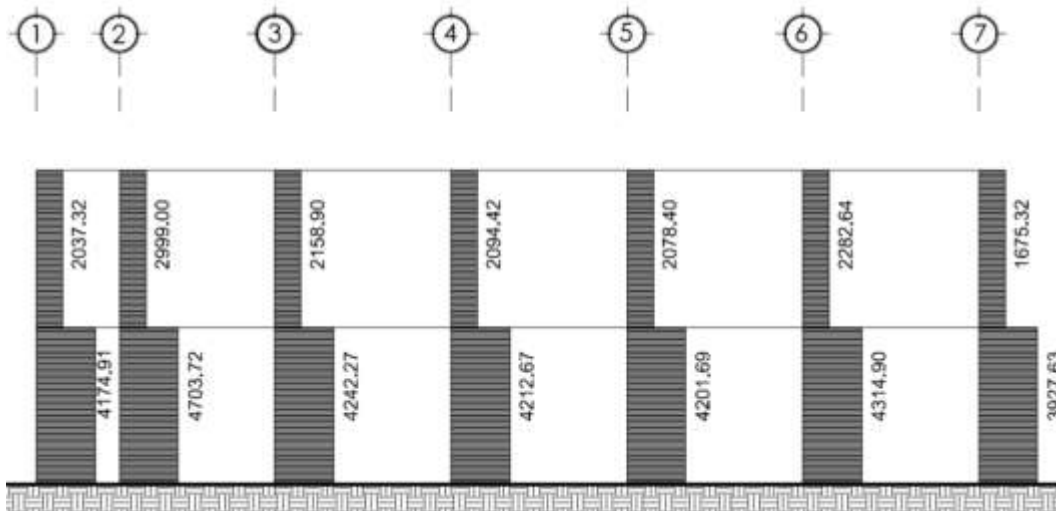
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Corte en vigas, marco Y módulo C



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Corte en columnas, marco Y módulo C



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.8. Diseño de losas

Se utilizó el método 3 del código ACI, el espesor de la losa se calculó previamente en la sección 2.2.6.1 (predimensionamiento de elementos estructurales) dando como resultado un espesor de 0,12 metros.

Relación de lados de la losa:

Losa 1:

a=4, b=6,6, caso 4

$$m = \frac{4}{6,6} = 0,60; \text{ trabaja en 2 sentidos}$$

Losa 2:

a=3,35, b=6,6, caso 9

$$m = \frac{3,35}{6,6} = 0,50; \text{ trabaja en 2 sentidos}$$

Losa 3:

a=1,8, b=6,6

$$m = \frac{1,8}{6,6} = 0,27; \text{ trabaja en 1 sentido}$$

Datos:

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

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

$$\text{Peso del concreto armado} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Espesor de la losa} = 0,12 \text{ m}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 * 0,12 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{acabados}} = 90 \text{ kg/m}^2$$

- Cargas aplicadas

$$\text{Aulas CV} = 200 \text{ kg/m}^2$$

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

- Carga muerta última

$$\text{CMU} = \text{Peso de la losa} + \text{acabados}$$

$$\text{CMU} = 1,4 (288 + 90) = 529,2 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última

$$\text{Aulas: CVU} = 1,7 * (200) = 340 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Pasillos: CVU} = 1,7 * (500) = 850 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última

$$\text{CU} = \text{CMU} + \text{CVU}$$

$$\text{Aulas: } 529,2 + 340 = 869,2 \text{ kg/m}^2$$

Pasillos: $529,2+850=1379,2 \text{ kg/m}^2$

Para el cálculo de los momentos actuantes $M_{(\pm)}$, se utilizan las siguientes fórmulas:

Para momentos negativos:

$$M_{a(-)}=C_{a-} \cdot CU \cdot a^2$$

$$M_{b(-)}=C_{b-} \cdot CU \cdot b^2$$

Para momentos positivos:

$$M_{a(+)}=C_{am+} \cdot CMU \cdot a^2 + C_{av+} \cdot CVU \cdot a^2$$

$$M_{b(+)}=C_{bm+} \cdot CMU \cdot b^2 + C_{bv+} \cdot CVU \cdot b^2$$

Donde:

C_{a-} = Coeficiente para momento negativo

C_{b-} =coeficiente para momento negativo

$C_{am+}; C_{bm+}$ =Coeficiente para momento positivo debido a carga muerta

$C_{av+}; C_{bv+}$ =Coeficiente para momento positivo debido a carga viva

En caso que no haya continuidad, los momentos negativos $M_{(-)}$ en ese extremo se considerarán como 1/3 del momento positivo.

$$M_{a(-)} = \frac{M_{a(+)}}{3} \quad M_{b(-)} = \frac{M_{b(+)}}{3}$$

- Análisis para losa 1

$m=0,60$; Caso 4

$$M_{a(+)}=0,053*529,2*4^2+0,067*340*4^2$$

$$M_{a(+)}=813,24 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)}=0,007*529,2*6,6^2+0,009*340*6,6^2$$

$$M_{b(+)}=294,66 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos

Lados continuos:

$$M_{a(-)} = 0,089*869,2*4^2$$

$$M_{a(-)} = 1\,237,74 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,011*869,2*6,6^2$$

$$M_{b(-)} = 416,48 \text{ Kg-m}$$

Lados discontinuos:

$$M_{a(-)} = \frac{813,24}{3} = 271,08 \text{ kg - m}$$

$$M_{b(-)} = \frac{294,66}{3} = 98,22 \text{ kg - m}$$

Análisis para losa 3

$m=0,27$; trabaja en un sentido

$$M_{(+)}=1/14*Wu*L^2$$

$$M_{(+)} = 1/14 * 1\,379,2 * 1,8^2 = 319,18 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos

Lados continuos:

$$M_{(-)} = 1/10 * W_u * L^2$$

$$M_{(-)} = 1/10 * 1\,379,2 * 1,8^2 = 446,87 \text{ Kg-m}$$

Lados discontinuos:

$$M_{(-)} = 1/24 * W_u * L^2$$

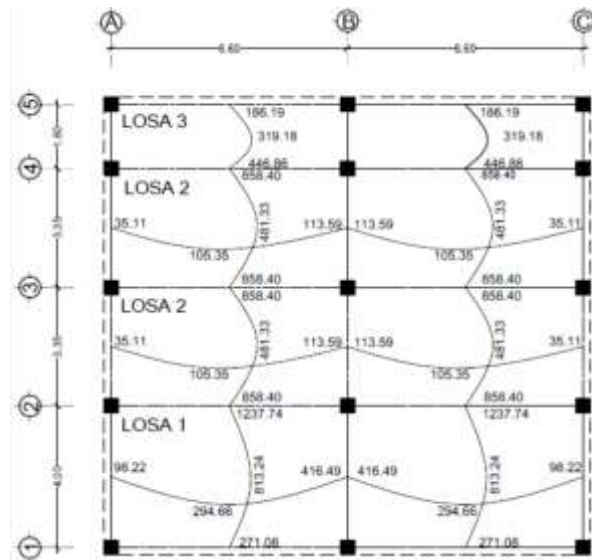
$$M_{(-)} = 1/24 * 1\,379,2 * 1,8^2 = 186,19 \text{ kg-m}$$

Tabla XVII. **Cálculo de momentos en losas del módulo A**

	Losa	a	b	m	CVU	CMU	C _{a(-)}	C _{b(-)}	M(-) lado continuo		C _{am(+)}	C _{bm(+)}	C _{av(+)}	C _{bv(+)}	M(+)	
									M _{a(-)}	M _{b(-)}					M _{a(+)}	M _{b(+)}
Nivel 1	1	4	6,6	0,6	340	529,2	0,089	0,011	1 237,74	416,49	0,053	0,007	0,067	0,009	813,24	294,66
	2	3,35	6,6	0,5	340	529,2	0,088	0,003	858,40	113,59	0,038	0,002	0,067	0,004	481,33	105,35
	3	1,8	6,6	0,27	850	529,2	0,000	0,000	446,87	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	319,18	0,00
Nivel 2	1	4	6,6	0,6	170	529,2	0,089	0,011	995,66	335,03	0,053	0,007	0,067	0,009	631	228,01
	2	3,35	6,6	0,5	170	529,2	0,088	0,003	690,52	91,37	0,038	0,002	0,067	0,004	353,5	75,72
	3	1,8	6,6	0,27	170	529,2	0,000	0,000	226,54	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	161,81	0,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Momentos en losas de primer nivel módulo A**

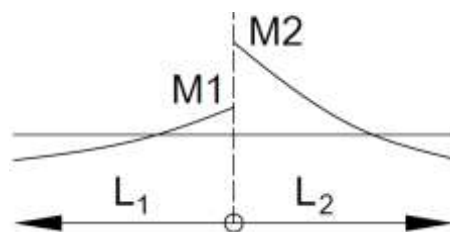


Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos

Cuando los momentos de las losas son diferentes en ambos lados del apoyo, estos se deben balancear, ya sea promediándolos o de acuerdo a sus rigideces.

Figura 37. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia.

Donde $M2 > M1$

- Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces, $MB = (M1 + M2) / 2$
- Sí $M1 < 0,8 * M2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1}; \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

Donde:

K_1, K_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas 1 y 2

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

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$MB = M1 + (M2-M1)*D1$$

$$MB = M2 - (M2-M1)*D2$$

MB = Momento balanceado.

- Balance de momentos en losas 1 y 2

$$M1 = 858,40 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 1\,237,74 \text{ kg-m}$$

$$L1 = 3,35 \text{ m}$$

$$L2 = 4 \text{ m}$$

Verificando condiciones para balancear momentos:

$$0,8 * M_2 = 0,8 * 1\ 237,74 = 990,19 \text{ kg-m}$$

$$M_1 < 0,8 M_2$$

Se debe balancear de acuerdo a las rigideces.

$$K_1 = \frac{1}{3,35} = 0,30$$

$$K_2 = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$D_1 = \frac{0,30}{0,30 + 0,25} = 0,5454$$

$$D_2 = \frac{0,25}{0,30 + 0,25} = 0,4545$$

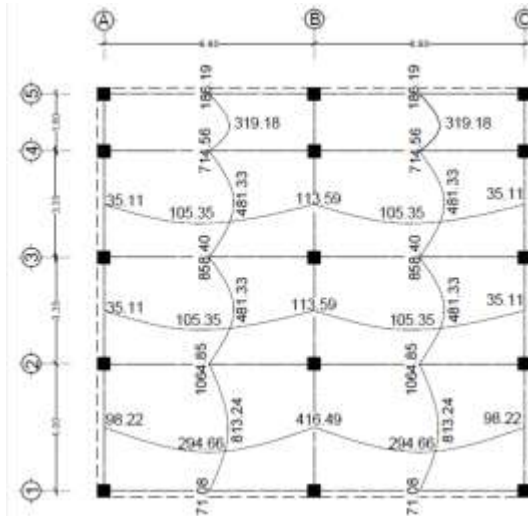
Memento balanceado

$$M_B = 858,40 + (1\ 237,74 - 858,40) * 0,5454 = 1\ 065,3 \text{ kg-m}$$

$$M_B = 1\ 237,74 - (1\ 237,74 - 858,40) * 0,4545 = 1\ 065,3 \text{ kg-m}$$

Este procedimiento se utilizó para todas las losas, los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 38. Momentos balanceados en losas de primer nivel módulo A



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Momentos balanceados en losas del módulo A

		a	b	$M_{Asmín}$ (kg-m)	Armado		
Módulo "A"	nivel 1	losa 1	M(-)	1 065,3	98,22	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(+)	813,24	294,66	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(-)	271,08	416,49	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
		losa 2	M(-)	858,40	35,12	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(+)	481,33	105,35	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(-)	1 065,3	113,59	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
		losa 3	M(-)	186,19	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(+)	319,19	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(-)	714,56	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
	nivel 2	losa 1	M(-)	856,58	76,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(+)	631,00	228,01	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(-)	210,33	335,03	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
		losa 2	M(-)	690,52	25,24	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(+)	353,50	75,72	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
			M(-)	856,58	91,37	1 100,72	No. 3 @ 0,14m
losa 3		M(-)	94,39	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m	
		M(+)	161,81	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m	
		M(-)	528,35	0,00	1 100,72	No. 3 @ 0,14m	

Fuente: elaboración propia.

- Diseño del armado de la losa

El diseño de la losa se considerará como una viga con un ancho unitario de 1,00 metro, el espesor será de acuerdo al predimensionamiento y tendrá un recubrimiento de 2,5 centímetros.

- Cálculo del peralte

$d = t - \text{recubrimiento}$

$$d = 12 - 2,5 = 9,5 \text{ cm}$$

Acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

- Separación para acero mínimo con barras No. 3

$$\left\{ \begin{array}{l} 4,77 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{0,71 * 100}{4,77}$$

$$S = 14,88 \text{ cm usar } S = 14 \text{ cm}$$

- Separación máxima

El ACI 318S-05 en la sección 13.3.2, indica que el espaciamiento del refuerzo en losas no debe exceder a 2 veces el espesor de la losa.

$$S_{\max} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

- Momento resistido por $A_{s\text{ min}}$

$$M_{A_{s\text{ min}}} = \phi \left[A_{s\text{ min}} * f_y \left(d - \frac{A_{s\text{ min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s\text{ min}}} = 0,90 \left[4,77 * 2810 \left(9,5 - \frac{4,77 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 110072,4 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s\text{ min}}} = 1100,72 \text{ kg} - \text{m}$$

Debido a que el $M_{A_{s\text{ min}}}$ es mayor que todos los momentos actuantes en las losas del primer y segundo nivel, estas serán armadas con el acero mínimo que corresponde a barras No.3 @0,14 metros en ambos sentidos.

- Chequeo por corte

$$V_{\text{max}} = \frac{CU * L}{2}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{1379,2 * 6,6}{2} = 4551,3 \text{ kg}$$

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

$$V_{\text{res}} = 0,53 \sqrt{210} * 100 * 9,5 = 7296,4 \text{ kg}$$

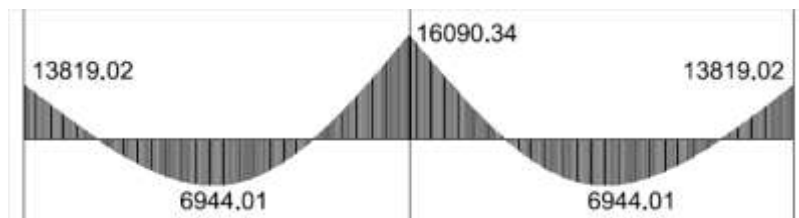
Como $V_{\text{res}} > V_{\text{máx}}$ el espesor de la losa es el adecuado.

2.2.6.9. Diseño de vigas

Las vigas son elementos de suma importancia para la estructura, están sometidas a esfuerzos de tensión, compresión y corte. Para el diseño de las vigas se utilizarán los datos del análisis estructural como lo son momentos y cortes últimos.

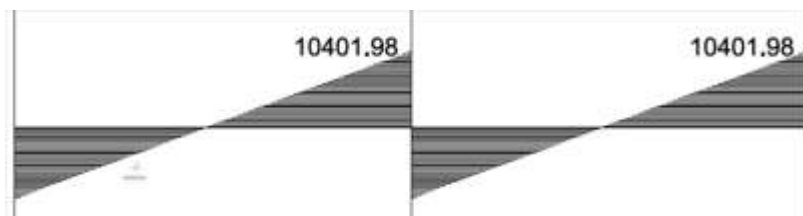
La viga que se diseña a continuación, pertenece al marco X del módulo A primer nivel.

Figura 39. **Envolvente de momentos, viga primer nivel marco X módulo A (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Corte último, viga primer nivel marco X módulo A (kg)**



Fuente: elaboración propia.

Sección de la viga: $b=30$ cm, $h=45$ cm, recubrimiento= 4 cm

- Límites de acero

Antes de iniciar a calcular el acero longitudinal de la viga, se deben conocer los límites entre los que se encuentran, utilizando los siguientes criterios:

Acero mínimo:

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

Acero máximo:

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$
$$\rho_b = \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right)$$

Donde:

$$\beta_1 = 0,85$$

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

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

Sustituyendo datos:

d= h-recubrimiento

$$d = 45 - 4 = 41 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 30 * 41$$

$$A_{s_{\min}} = 6,17 \text{ cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2810} \left(\frac{6120}{6120 + 2810} \right)$$

$$\rho_b = 0,037004$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,037004 * 30 * 41$$

$$A_{s_{\max}} = 22,75 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal:

Con los momentos actuantes en la viga, se procede a calcular el área de acero longitudinal requerida.

$$A_{s_{requerida}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * f'_c}} \right] \left(\frac{0,085 * f'_c}{f_y} \right)$$

Calculando para $M_{(-)} = 13\ 819,02$ kg-m

$$A_{s_{requerida}} = \left[30 * 41 - \sqrt{(30 * 41)^2 - \frac{13\ 819,02 * 30}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$A_{s_{requerida}} = 14,71 \text{ cm}^2$$

Calculando para $M_{(-)} = 16\ 090,34$ kg-m

$$A_{s_{requerida}} = \left[30 * 41 - \sqrt{(30 * 41)^2 - \frac{16\ 090,34 * 30}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$A_{s_{requerida}} = 17,47 \text{ cm}^2$$

Calculando para $M_{(+)} = 6\ 944,01$ kg-m

$$A_{s_{requerida}} = \left[30 * 41 - \sqrt{(30 * 41)^2 - \frac{6\ 944,01 * 30}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$A_{s_{requerida}} = 7,01 \text{ cm}^2$$

Luego de calcular el área de acero requerida, se procede a calcular el acero longitudinal, tomando en cuenta los siguientes criterios sísmicos:

- Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s_{\min}} = 6,17 \text{ cm}^2$
- $33\% A_s(-) \text{ mayor} = 5,76 \text{ cm}^2$

Para este caso, será necesario colocar $A_{s_{\min}}$ que equivale a colocar 2No.6+1No.4 corridas, $A_s=6,97\text{cm}^2$.

Para cubrir los momentos negativos, se deben colocar bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros no debe ser mayor a 2 diámetros consecutivos.

$M_{(-)} = 13\ 819,02 \text{ kg-m}$, requiere $A_s = 14,71 \text{ cm}^2$, las barras corridas equivalen a $6,97 \text{ cm}^2$ la diferencia es $7,74 \text{ cm}^2$, colocar bastones 3No.6.

$M_{(-)} = 16\ 090,34 \text{ kg-m}$, requiere $A_s = 17,47\text{cm}^2$, las barras corridas equivalen a $6,97 \text{ cm}^2$ la diferencia es $10,5 \text{ cm}^2$, colocar bastones 3No.6+1No.5.

- Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

- $A_{s_{\min}} = 6,17 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s (+) = 3,5 \text{ cm}^2$
- $50\%A_s (-) \text{ mayor} = 8,73 \text{ cm}^2$

Para este caso será necesario utilizar 8,73 centímetros cuadrados, colocando 2No.6+2No.5 corridos, equivalentes a un área de acero de 9,66 centímetros cuadrados, lo cual cubre al acero requerido por el M (+).

El procedimiento anterior se utilizó para el cálculo del acero en todas las vigas, los resultados se resumen en las tablas XIX, XX, XXI y XXII.

Tabla XIX. **Diseño de vigas a flexión, módulo A**

		Momento (Kg-m)	A _s requerida	A _s min	A _s max	Barras corridas	Bastones	
Marco sentido X _a	vigas segundo nivel	M(-)	7 425,43	7,52	6,17	22,76	2No.6+1No.4	1No.4
		M(+)	3 997,25	3,96	6,17	22,76	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 954,90	9,18	6,17	22,76	2No.6+1No.4	2No.4
		M(-)	8 954,90	9,18	6,17	22,76	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	3 997,25	3,96	6,17	22,76	2No.6+1No.4	
		M(-)	7 425,43	7,52	6,17	22,76	2No.6+1No.4	1No.4
	vigas primer nivel	M(-)	13 819,02	14,71	6,17	22,76	2No.6+1No.4	3No.6
		M(+)	6 944,01	7,01	6,17	22,76	2No.6+2No.5	
		M(-)	16 090,34	17,47	6,17	22,76	2No.6+1No.4	3No.6+1No.5
		M(-)	16 090,34	17,47	6,17	22,76	2No.6+1No.4	3No.6+1No.5
		M(+)	6 944,01	7,01	6,17	22,76	2No.6+2No.5	
		M(-)	13 819,02	14,71	6,17	22,76	2No.6+1No.4	3No.6
Marco sentido Y _a	vigas segundo nivel	M(-)	3 342,44	3,29	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	1 312,03	1,28	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	3 596,46	3,55	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	3 248,79	3,20	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	657,52	0,64	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	3 016,27	2,97	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	2 923,54	2,87	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	822,16	0,80	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	2 549,32	2,50	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	3 702,35	3,66	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	339,10	0,33	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	3 571,69	3,52	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 533,12	8,72	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	840,84	0,82	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 719,96	8,92	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4

Continuación de la tabla XIX.

Marco sentido Y_a	vigas primer nivel	M(-)	7 793,16	7,92	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
		M(+)	2421,11	2,37	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	7 876,72	8,01	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
		M(-)	7 106,27	7,18	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
		M(+)	1 242,94	1,21	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	6 760,85	6,82	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	6 475,47	6,52	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	1 529,99	1,49	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	5 602,01	5,60	6,17	22,75	2No.6+1No.4	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Diseño de vigas a flexión, módulo B**

		Momento (kg-m)	A_s requerida	A_s min	A_s max	Barras corridas	Bastones	
Marco sentido X_b	vigas segundo nivel	M(-)	7 686,19	7,80	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
		M(+)	4 379,84	4,34	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	9 155,57	9,39	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(-)	9 039,85	9,27	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	3 868,74	3,82	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 332,88	8,50	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(-)	8 332,87	8,50	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	3 868,74	3,82	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 484,54	8,66	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(-)	9 155,57	9,39	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	4 379,84	4,34	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	7 686,17	7,80	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
	vigas primer nivel	M(-)	14 864,28	15,97	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6
		M(+)	8 091,64	8,24	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	17 348,34	19,05	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.6+1No.4
		M(-)	16 095,93	17,48	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.6
		M(+)	7 231,44	7,32	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	15 873,10	17,20	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6
		M(-)	15 873,10	17,20	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6
		M(+)	7 231,44	7,32	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	16 095,93	17,48	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.6
		M(-)	17 348,34	19,05	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.6+1No.4
		M(+)	8 091,64	8,24	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	14 864,29	15,97	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6

Continuación de la tabla XX.

Marco sentido Y _b	vigas segundo nivel	M(-)	4 001,85	3,96	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(+)	770,85	0,75	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
M(-)	4 025,24	3,98	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(-)	3 345,94	3,29	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(+)	699,55	0,68	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(-)	2 902,24	2,85	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(-)	4 597,97	4,57	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(+)	134,77	0,13	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
M(-)	4 727,75	4,70	6,17	22,75	2No.6+1No.4			
vigas primer nivel	M(-)	9 990,91	10,32	6,17	22,75	2No.6+1No.4	3No.4	
	M(+)	1 947,41	1,90	6,17	22,75	2No.6+1No.4		
	M(-)	10 021,29	10,35	6,17	22,75	2No.6+1No.4	3No.4	
	M(-)	8 149,71	8,30	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4	
	M(+)	1 718,11	1,67	6,17	22,75	2No.6+1No.4		
	M(-)	6 972,59	7,04	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4	
	M(-)	11 217,21	11,69	6,17	22,75	2No.6+1No.4	3No.5	
	M(+)	322,29	0,31	6,17	22,75	2No.6+1No.4		
	M(-)	11 637,01	12,17	6,17	22,75	2No.6+1No.4	3No.5	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Diseño de vigas a flexión, módulo C**

		Momento (kg-m)	A _s Requerida	A _s min	A _s max	Barras corridas	Bastones	
Marco sentido X _c	vigas segundo nivel	M(-)	6 132,59	6,16	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1 No.4
		M(+)	2 776,42	2,73	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	7 873,72	8,00	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(-)	8 093,65	8,24	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	4 229,96	4,19	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	8 802,74	9,01	6,17	22,75	2No.6+1No.4	3No.4
		M(-)	9 515,77	9,79	6,17	22,75	2No.6+1No.4	2No.4
		M(+)	4 697,02	4,67	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
		M(-)	7 800,51	7,92	6,17	22,75	2No.6+1No.4	1No.4
	vigas primer nivel	M(-)	11 105,34	11,57	6,17	22,75	2No.6+1No.5	2No.5
		M(+)	4 969,29	4,95	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	13 862,44	14,76	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6
		M(-)	14 782,26	15,87	6,17	22,75	2No.6+1No.5	3No.6
		M(+)	7 760,96	7,88	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	15 839,15	17,16	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.5+1No.6
		M(-)	16 865,67	18,44	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.5+1No.6
		M(+)	8 347,94	8,51	6,17	22,75	2No.6+2No.5	
		M(-)	14 316,93	15,31	6,17	22,75	2No.6+1No.5	4No.5

Continuación de la tabla XXI.

Marco sentido Y_c			vigas segundo nivel					
Marco sentido Y_c	vigas segundo nivel	M(-)	3 159,62	3,11	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(+)	370,59	0,36	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 188,31	3,14	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 168,95	3,12	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(+)	788,52	0,76	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 464,36	3,42	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 338,65	3,29	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(+)	949,63	0,92	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 467,08	3,42	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 500,05	3,45	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(+)	928,63	0,90	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 473,44	3,42	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 418,88	3,37	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(+)	904,24	0,88	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 467,95	3,42	6,17	22,75	2No6+1No.4	
		M(-)	3 894,45	3,85	6,17	22,75	2No6+1No.4	
	M(+)	1 111,71	1,08	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	3 604,11	3,56	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	9 230,28	9,48	6,17	22,75	2No6+1No.4	2No.4	
	M(+)	854,94	0,83	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	8 907,63	9,12	6,17	22,75	2No6+1No.4	2No.4	
	M(-)	5 806,03	5,82	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(+)	1 369,21	1,33	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	7 066,17	7,14	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(-)	7 304,95	7,40	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(+)	1 733,99	1,69	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	7 428,73	7,53	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(-)	7 409,03	7,51	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(+)	1 695,90	1,65	6,17	22,75	2No6+1No.4		
	M(-)	7 394,36	7,49	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(-)	7 272,98	7,36	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4	
	M(+)	1 659,74	1,62	6,17	22,75	2No6+1No.4		
M(-)	7 290,16	7,38	6,17	22,75	2No6+1No.4	1No.4		
M(-)	8 302,87	8,47	6,17	22,75	2No6+1No.4	2No.4		
M(+)	2 002,17	1,96	6,17	22,75	2No6+1No.4			
M(-)	8 133,74	8,28	6,17	22,75	2No6+1No.4	2No.4		
	vigas primer nivel							

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Diseño de vigas a flexión, gimnasio**

	Momento (kg-m)	A_s requerida	A_s min	A_s max	Barras Corridas	Bastones
Marco Gimnasio	M(-)	2 777,30	2,73	6,17	22,75	2No.6+1No.4
	M(+)	3 437,25	3,39	6,17	22,75	2No.6+1No.4
	M(-)	6 127,76	6,15	6,17	22,75	2No.6+1No.4
	M(-)	5 661,57	5,67	6,17	22,75	2No.6+1No.4
	M(+)	2 457,41	2,41	6,17	22,75	2No.6+1No.4
	M(-)	5 068,07	5,05	6,17	22,75	2No.6+1No.4

Continuación de la tabla XXII.

Marco Gimnasio	M(-)	5 163,74	5,15	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(+)	2 658,49	2,61	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(-)	5 163,74	5,15	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(-)	5 068,07	5,05	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(+)	3 721,89	3,68	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(-)	3 132,61	3,08	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(-)	6 127,76	6,15	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(+)	3 437,25	3,39	6,17	22,75	2No.6+1No.4	
	M(-)	2 777,30	2,73	6,17	22,75	2No.6+1No.4	

Fuente: elaboración propia.

- Diseño a corte

El refuerzo transversal en una viga, tiene como objetivo mantener en su posición al refuerzo longitudinal y resistir los efectos del corte en el elemento, si la sección de concreto no es capaz de contrarrestar este efecto.

Según ACI 318S-05 en la sección 21.12.4.2, en ambos extremos del elemento se debe colocar, en una longitud de confinamiento igual a 2h medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, refuerzo transversal mínimo, con el menor valor de los siguientes.

- $d/4$
- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo
- 30 cm

- Confinamiento mínimo en los extremos de la viga:

$$L = 2 \cdot h$$

$$L = 2 \cdot 45 = 90 \text{ cm}$$

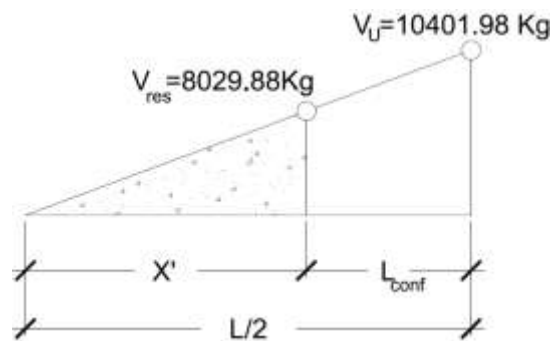
- Cálculo de corte resistente
 - Si $V_{res} > V_u$ la sección de la viga resiste los efectos del corte. y necesita estribos solo por armado, $S=d/2$.
 - Si $V_{res} < V_u$ diseñar estribos por corte.

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

$$V_{res} = 0,85 \cdot 0,53 \sqrt{210} \cdot 30 \cdot 41 = 8\,029,88 \text{ kg}$$

$$V_{res} = 8\,029,88 \text{ Kg} < V_u = 10\,401,98 \text{ Kg}$$

Figura 41. Corte resistente y corte actuante



Fuente: elaboración propia.

- Longitud de confinamiento

$$\frac{V_u}{L/2} = \frac{V_{res}}{X'} \Rightarrow X' = \frac{V_{res}}{V_u} (L/2)$$

$$X' = \frac{8\,029,88}{10\,401,98}(3,3) = 2,54 \text{ m}$$

$$L_{\text{conf}} = L/2 - X'$$

$$L_{\text{conf}} = 3,3 - 2,54 = 0,76 \text{ m}$$

Debido a que la longitud de confinamiento calculada, es menor a la que permite el ACI 318S-05 en la sección 21.12.4.2, se colocará una longitud de confinamiento igual a $2h=0,90$ metros.

- Espaciamiento de estribos teórico en la longitud de confinamiento $2h$

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

$$S1 = \frac{2 * 0,71 * 2\,810 * 41}{10\,401,98} = 15,72 \text{ cm}$$

- Espaciamiento de estribos en la longitud de confinamiento

$$d/4 = 41/4 = 10,25 \text{ cm}$$

$$8 * \emptyset_{\text{longitudinal}} = 8 * 1,91 = 15,28 \text{ cm}$$

$$24 * \emptyset_{\text{estribo}} = 24 * 0,95 = 22,8 \text{ cm}$$

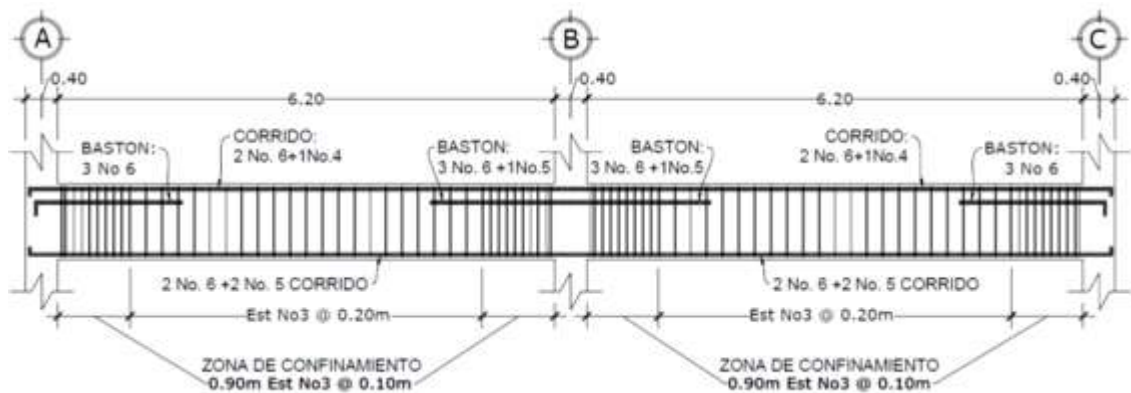
$$30 \text{ cm}$$

- Espaciamiento de estribos en la zona no confinada

$$d/2 = 41/2 = 20,5 \text{ cm}$$

Colocar estribos en la zona de confinamiento a cada 10 centímetros y para la zona no confinada una separación $S = 20$ centímetros

Figura 42. Armado de viga primer nivel módulo A



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.10. Diseño de columnas

Las columnas son elementos sometidos a carga axial y momentos flexionantes, la carga axial es el resultado de todas las cargas verticales que soporta la columna, y los momentos flexionantes se obtienen del análisis estructural, para el diseño se utiliza el mayor de los momentos actuantes.

Se analizará la columna más crítica por nivel y el diseño final se aplicará a todas las columnas del nivel analizado, a continuación se describe el proceso de diseño para la columna crítica del primer nivel módulo A.

- Columna primer nivel módulo A

Datos:

Sección: $0,40\text{m} \times 0,40\text{m} = 0,16 \text{ m}^2$

Longitud libre de la columna=2,95 m

$M_x = 9\,675,19 \text{ kg}\cdot\text{m}$

$M_y = 7\,897,38 \text{ kg}\cdot\text{m}$

$V_U = 5\,130,50 \text{ kg}$

- Cálculo de la carga axial

$$CU = 1,4 CM + 1,7 \cdot CV$$

$$CU = 1,4 \cdot [(2\,400 \cdot 0,12) + 90 + 216,62] + 1,7 \cdot 200$$

$$CU = 1\,172,46 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo del factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CV + CM}$$

$$FCU = \frac{1\,172,46}{200 + 594,62} = 1,475$$

- Carga axial última

$$P_{U1} = CU \cdot \text{área tributaria} + P_V \cdot FCU + P_{U2}$$

$$P_{U1} = 1\,172,46 \cdot 24,25 + 3\,337,20 \cdot 1,475 + 21\,837,12$$

$$P_{U1} = 55\,191,64 \text{ kg} \approx 55,19 \text{ ton}$$

- Esbeltez (E)

La esbeltez de una columna, es la relación que existe entre la altura y la sección transversal de la misma, estas se pueden clasificar en cortas, intermedias y largas, tomando como base los siguientes parámetros:

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

Grado de empotramiento a la rotación:

$$\Psi = \frac{\sum K_{\text{columna}}}{\sum K_{\text{viga}}} \quad k = \frac{l}{L} \quad I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Sentido X

$$I_{\text{viga}} = \frac{0,30 \cdot 0,45^3}{12} = 0,00228$$

$$k_{\text{viga}} = \frac{0,00228}{6,6} = 0,000345$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{0,40 \cdot 0,40^3}{12} = 0,00213$$

$$k_{\text{columna}} = \frac{0,00213}{3,4} = 0,000626$$

$$\Psi_a = \frac{0,000626 + 0,000626}{0,000345 + 0,000345} = 1,8178$$

$$\Psi_{\text{prom}} = \frac{1,82 + 0}{2} = 0,9089$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (cimentación)}$$

- Cálculo del factor de longitud efectiva K

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

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

$$K = \frac{20 - 0,9089}{20} * \sqrt{1 + 0,9089} = 1,3188$$

$$E = \frac{K - I_u}{r}; r = 0,3 * (\text{ladomenorde la columna para columnasrecgtangulares})$$

$$E = \frac{1,3188 * 4,40}{0,3 * 0,4} = 48,35$$

Sentido Y

$$\Psi_a = \frac{0,000626 + 0,00626}{0,0005695 + 0,000680} = 1,0042 \quad \Psi_{prom} = \frac{1,002 + 0}{2} = 0,5021$$

$$\Psi_b = 0 \text{ (cimentación)}$$

$$K = \frac{20 - 0,5021}{20} * \sqrt{1 + 0,50} = 1,1948$$

$$E = \frac{1,1948 * 4,40}{0,30 * 0,40} = 43,80$$

Con los resultados obtenidos en los sentidos X & Y, se clasifica la columna como intermedia, por lo que se deben magnificar momentos con las siguientes expresiones.

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi * P_{cr}}} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(kl_u)^2} \quad EI = \frac{0.4E_c * I_g}{1 + \beta_d} \quad E_c = 15100\sqrt{f'_c} \quad \beta_d = \frac{CMU}{C_u}$$

$$\phi = 0,70 \text{ pra estribo}$$

Sentido X

$$\beta_d = \frac{1,4 * 594,62}{1\ 172,46} = 0,71$$

$$E_c = 15\ 100 * \sqrt{210} = 218\ 819,79$$

$$EI = \frac{0,4 * 218\ 819,79 * \frac{40^4}{12}}{1 + 0,71} = 1,09196 * 10^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 = 1\ 091,96 \text{ ton} \cdot \text{m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 1\ 091,96}{(1,3188 * 4,4)^2} = 320,06 \text{ ton}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{55,19}{0,70 * 320,06}} = 1,3268$$

Sentido Y

$$\beta_d = 0,71$$

$$EI = \frac{0,4 * 218\ 819,79 * \frac{40^4}{12}}{1 + 0,71} = 1,09196^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm} = 1\ 091,96 \text{ ton} \cdot \text{m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 1\ 091,96}{(1,1948 * 4,40)^2} = 389,94 \text{ ton}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{55,19}{0,70 * 389,95}} = 1,2535$$

- Cálculo de momentos de diseño

$$M_d = \delta * M_U$$

$$M_{dX} = 1,3269 * 9\ 675,50 = 12\ 838,42 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{dY} = 1,2535 * 7\ 897,38 = 9\ 899,36 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Refuerzo longitudinal

Según ACI 318S-05 sección 21.4.3.1, el porcentaje de acero en una columna debe estar entre los siguientes límites:

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

Donde:

A_g = área de la columna

$$A_{s \text{ mín}} = 0,01 * 40 * 40 = 16 \text{ cm}^2$$

Se sugiere un armado cercano a la cantidad mínima de acero, se proponen 8 barras No 6 equivalente a 22,72 centímetros cuadrados.

Valor de la gráfica

$$Y_{xy} = \frac{d - d'}{h} = \frac{40 - 2 * 4}{40} = 0,8$$

Valores de la curva

$$\rho = \frac{A_s * f_y}{0,85 f'_c * A_g}$$

$$\rho = \frac{22,72 * 2810}{0,85 * 210 * 1600} = 0,22$$

Excentricidades

$$e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{12\,838,42}{55\,191,64} = 0,23$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{98\,999,36}{55\,191,64} = 0,18$$

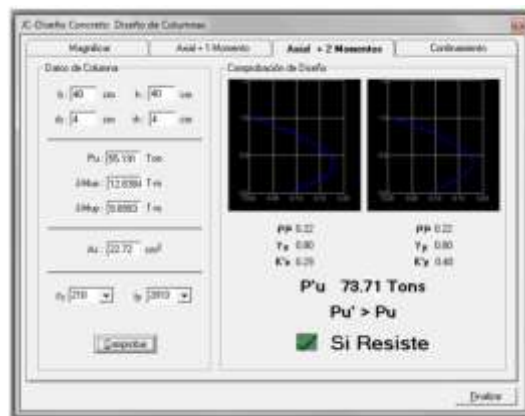
Se calcula el valor de las excentricidades

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,23}{0,40} = 0,57$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,18}{0,40} = 0,45$$

Los valores de los coeficientes del diagrama de iteración, se obtuvieron a través del software para diseño de columnas de J.C. Diseño de concreto $K'_x=0,29$ & $K'_y=0,40$

Figura 43. Diagrama de iteración



Fuente: JC-Diseño de Concreto.

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{UX} = K'_x \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{UX} = 0,29 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 40 = 97\,440 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{UY} = K'_y \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{UY} = 0,40 \cdot 210 \cdot 40 \cdot 40 = 134\,400 \text{ kg}$$

Carga axial resistente de la columna:

$$P'_o = \phi [0,85 \cdot f'_c (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y]$$

$$P'_o = 0,70 [0,85 \cdot 210 (1600 - 22,72) + 22,72 \cdot 2\,810]$$

$$P'_o = 241\,771,38 \text{ kg}$$

Carga resistente de la columna

$$P'_U = \frac{1}{\frac{1}{P'_{UX}} + \frac{1}{P'_{UY}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{97\,440} + \frac{1}{134\,400} - \frac{1}{241\,771,38}}$$

$$P'_U = 73\,707,91 \text{ kg}$$

$$P'_U = 73,70 \text{ ton} > P_U = 55,19 \text{ ton}$$

La carga axial última que resiste la columna, es mayor que la carga actuante última, por lo tanto el armado propuesto es adecuado para resistir las cargas que llegan a la columna.

Refuerzo transversal

Se utiliza refuerzo transversal con el objetivo de mantener el refuerzo longitudinal en su lugar, e incrementar la ductilidad de la columna y la capacidad que tiene para absorber los efectos de un sismo.

El ACI 318S-05 en la sección 21.12.5.2, recomienda que en ambos extremos de la columna, se coloque una longitud de confinamiento que no debe ser menor a la mayor de las siguientes condiciones:

- Una sexta parte de la luz libre del elemento
- La mayor dimensión de la sección transversal del elemento
- 0,45 m

A continuación se describe el procedimiento para proveer de refuerzo transversal a la columna, y como primer paso se procede a comparar el corte resistente con el corte actuante:

- Si $V_{res} > V_{act}$ se colocan estribos solo por armado $s=d/2$
- Si $V_{res} < V_{act}$ se diseñan los estribos por corte

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53\sqrt{210} * 40 * 32 = 6\,685,04 \text{ kg}$$

$$V_{res} = 6\,685,04 \text{ Kg} > V_{act} = 5\,130,5 \text{ kg}$$

La columna resiste los efectos del corte actuante.

- Longitud de confinamiento

$$2,95/6=0,49\approx 0,50 \text{ m}$$

$$0,40 \text{ m}$$

$$0,45 \text{ m}$$

Se toma la mayor de las anteriores para la longitud de confinamiento (0,50 metros).

- Separación de estribos en la longitud de confinamiento

Relación volumétrica:

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

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{40^2}{32^2} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$\rho_s = 0,01608$$

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

$$S_s = \frac{4 * 0,71}{0,01608 * 32} = 5,52 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamiento en la zona confinada de 5 centímetros.

- Separación de estribos en la longitud no confinada

$d/2 = 32/2 = 16 \text{ cm}$; Se tomará una separación de 15 centímetros.

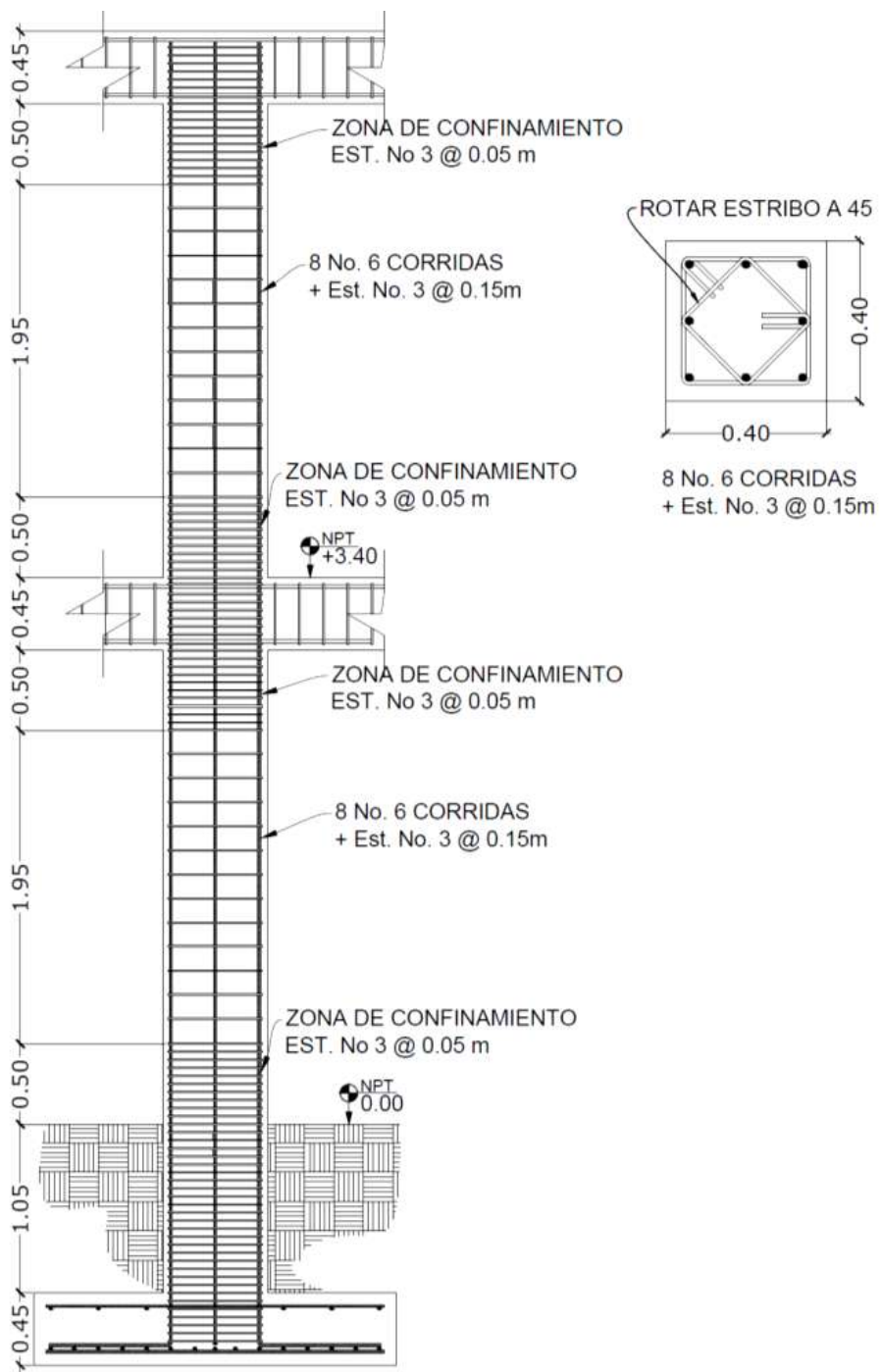
Se utilizó este procedimiento para calcular la columna propuesta, en la tabla siguiente se resume el cálculo de la columna.

Tabla XXIII. **Cálculo de columnas módulo A**

Columna		Refuerzo longitudinal		Refuerzo transversal		
Niv.		Cargas	Refuerzo	Corte	confinar	Refuerzo
2	Sección: 0,40mX0,40m	PU=21827,91kg	8No.6	V _U =4034,67kg		Zona de confinamiento No. 3@ 0,05m Resto No.3@0,15m
		P'U=40440,35kg				
		M _X =7425,43kg			Lc=0,50m	
		M _{dX} =7870,90kg			S _S =0,05m	
		M _Y =4888,49kg			S=0,15m	
		M _{dY} =5084,03kg				
1	Sección: 0,40mx0,40m	P _U =55191,64kg	8No.6	V _U =5130,50kg		Zona de confinamiento No. 3@ 0,05m Resto No.3@0,15m
		P' _U =73707,91kg				
		M _X =9675,50kg			Lc=0,50m	
		M _{dX} =12838,42kg			S _S =0,05m	
		M _Y =7897,38kg			S=0,15m	
		M _{dY} =9899,36kg				

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Armado de columna



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.11. Diseño de gradas

Peso propio de las gradas

$$W_e = \gamma \left(t + \frac{c}{2} \right)$$

$$W_e = 2400 \left(0,12 + \frac{0,17}{2} \right) = 492 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.M.} = 582 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.V.} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C.U.} = 1,4 (582) + 1,7 (500) = 1664,8 \text{ kg/m}^2$$

Como la losa se encuentra inclinada, se calcula la longitud de esta:

$$D = \sqrt{(1,70)^2 + (2,48)^2} = 3,00 \text{ m}$$

La losa se considera en una dirección apoyada únicamente en los muros, por lo que el cálculo de los momentos actuantes se hace de la siguiente manera:

$$M_{(+)} = \frac{W * L^2}{9} = \frac{1664,8 * 3^2}{9} = 1664,8 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = \frac{W * L^2}{14} = \frac{1664,8 * 3^2}{14} = 1070,23 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero:

$$As_{\min} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

Acero requerido por $M_{(+)}$

$$As_{M(+)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\ 664,80 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$As_{M(+)} = 7,38 \text{ cm}^2$$

Acero requerido por el $M_{(-)}$

$$As_{M(-)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\ 070,23 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\ 810} \right)$$

$$As_{M(-)} = 4,63 \text{ cm}^2$$

Ya que el acero requerido por el momento positivo es mayor al requerido por el momento negativo y al acero mínimo, el armado se diseñará para resistir al momento positivo.

Separación si se usan barras No 4

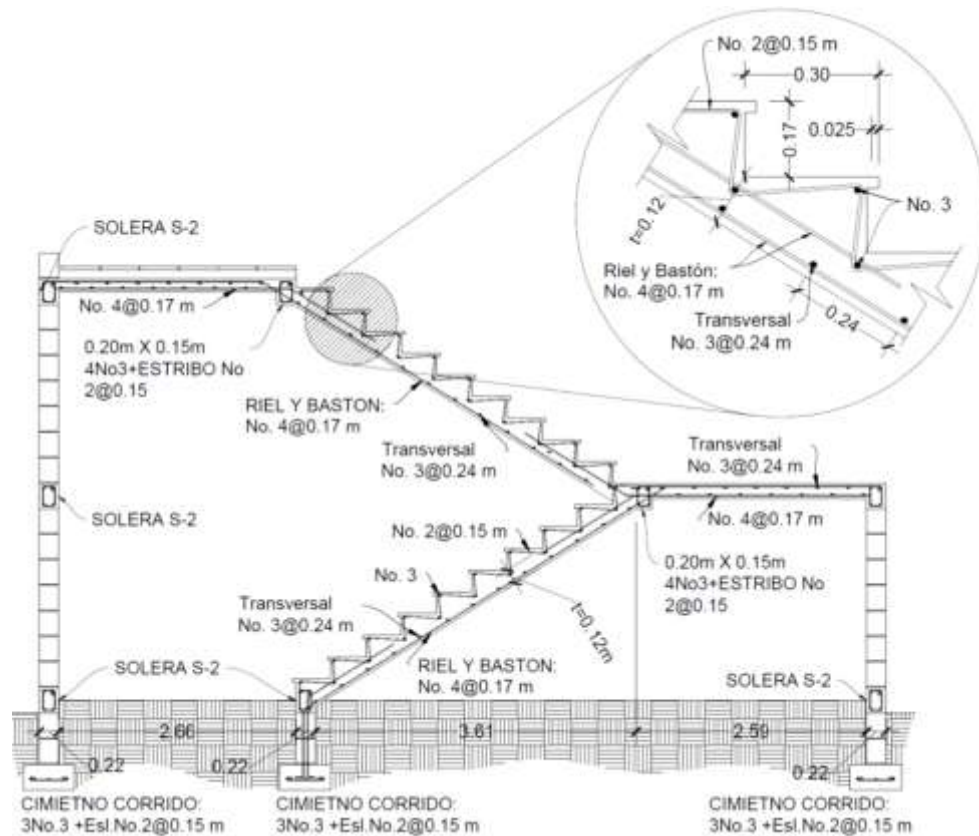
$$\left. \begin{array}{l} \{ 7,38 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ \{ 1,29 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{1,29 * 100}{7,38}$$

$$S = 17,47 \text{ cm}$$

Se utilizan barras No. 4 @ 17 cm

Acero por temperatura = $A_s = 0,002 * b * t = 0,002 (100)*(12) = 2,40 \text{ cm}^2$
 $S_{\text{máx}} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$; Varilla No. 3 @ 0,24 m.

Figura 45. Armado de gradas



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.12. Diseño de cimientos

Los cimientos son los elementos encargados de transmitir las cargas que actúan sobre la estructura hacia el suelo, existen varios tipos de cimientos y para elegir la cimentación adecuada, se deben de considerar varios factores

como lo son, el tipo de estructura para el que se diseñarán, la carga que soportarán, y las condiciones del suelo al que estarán expuestos.

- Zapata concéntrica

$$M_x = 9\,675,50 \text{ Kg}$$

$$M_y = 7\,897,38 \text{ Kg}$$

$$P_u = 55\,193,49 \text{ Kg}$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$V_s = 24,27 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,53 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ ton/m}^3$$

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

$$f_y = 2\,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 1,5 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{55,19}{1,49} = 37,04 \text{ ton}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{9,67}{1,49} = 6,49 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{7,89}{1,49} = 5,30 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

- Área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 \cdot P'}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 37,04}{24,27} = 2,29 \text{ m}^2$$

Se propone usar una zapata con dimensiones de 2 metros x 2 metros equivalentes a 4 metros cuadrados.

- Revisión de presión sobre el suelo

La presión de contacto entre el suelo y la zapata se define por medio de la siguiente expresión:

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

El valor de q no debe ser negativo y tampoco debe ser mayor al valor soporte del suelo (V_s).

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

$$S_x = S_y = \frac{2 \cdot 2^2}{6} = 1,333$$

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

$$P_T = 37,04 + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 7,85 \cdot 2,4) + (2 \cdot 2 \cdot 0,45 \cdot 2,4) + (2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,53)$$

$$P_T = 50,49 \text{ ton}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{50,49}{4} + \frac{6,49}{1,33} + \frac{5,30}{1,33} = 21,48 \text{ ton/m}^2 < V_s = 24,27 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{min}} = \frac{50,49}{4} - \frac{6,49}{1,33} - \frac{5,30}{1,33} = 3,76 \text{ ton/m}^2 > 0$$

La presión que ejerce la estructura sobre el suelo, es menor que la que este soporta y es mayor a cero, esto indica que las dimensiones de la zapata son correctas.

- Presión última

$$q_U = q_{\text{máx}} \cdot F_{\text{CU}}$$

$$q_U = 21,48 \cdot 1,49 = 32,00 \text{ ton/m}^2$$

- Espesor de la zapata

La zapata debe tener una altura sobre el refuerzo inferior, mayor a 15 centímetros y el refuerzo un recubrimiento mayor a 7,5 centímetros, de acuerdo con lo especificado en ACI 318S-05 secciones 15.7 y 7.7.1 inciso (a) respectivamente.

- Peralte efectivo:

Asumiendo un espesor $t=0,45$ m

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\varnothing}{2}$$

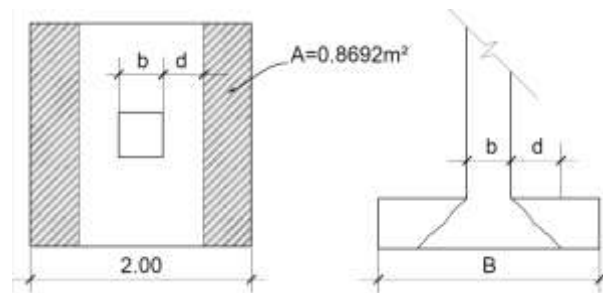
$$d = 0,45 - 0,075 - \frac{0,0191}{2}$$

$$d = 0,3654 \text{ m}$$

- Chequeo porte simple

En la zapata ocurre una falla por corte simple a una distancia igual al peralte efectivo del borde de la columna, por lo que se debe de comparar si el corte resistente es mayor al corte actuante.

Figura 46. **Sección crítica por corte simple (zapata aislada)**



Fuente: elaboración propia.

Corte resistente

$$V_{\text{res simple}} = 0,53 * \phi * b * d * \sqrt{f'_c} = 0,53 * 0,85 * 200 * 36,54 * \sqrt{210}$$

$$V_{\text{res simple}} = 47\,709 \text{ kg} = 47,7 \text{ ton}$$

Corte actuante:

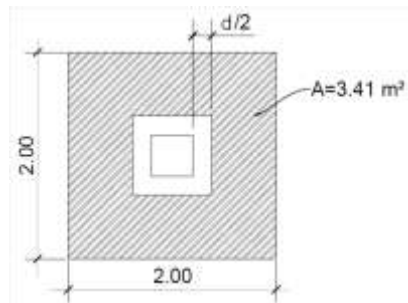
$$V_{\text{act simple}} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{\text{act simple}} = 0,8692 * 31,4 = 27,81 \text{ ton}$$

El corte $V_{\text{res}} > V_{\text{act}}$, resiste el corte simple.

Chequeo por corte punzonante

Figura 47. **Sección crítica para corte punzonante (zapata aislada)**



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante punzonante:

$$\text{Área} = 2^2 - (0,40 + 0,3654/2 + 0,3654/2)^2 = 3,41 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{act}} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{\text{act}} = 3,41 * 32 = 109,25 \text{ ton}$$

Corte resistente punzonante:

$$b_o = (40 + 36,54) * 4 = 306,16 \text{ cm}$$

$$V_{res} = 1,06 * \phi * b_o * d * \sqrt{f'_c} = 1,06 * 0,85 * 306,16 * 36,54 * \sqrt{210}$$

$$V_{res} = 146\,066,77 \text{ Kg} = 146,06 \text{ ton}$$

El corte actuante punzonante, es menor que el corte resistente, esto indica que el espesor de la zapata es el adecuado.

- Diseño a flexión

$$M_U = \frac{q_U * L^2}{2}$$

$$M_U = \frac{32 * 0,80^2}{2} = 10,24 \text{ ton} \cdot \text{m} = 1024 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Área de acero:

$$A_{s \text{ requerida}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * f'_c}} \right] \left(\frac{0,85 f'_c}{f_y} \right)$$

Donde:

b= franja unitaria de la zapata

d= peralte efectivo de la zapata

M= momento último

f'_c= resistencia a la compresión del concreto

f_y= límite de fluencia del acero

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[100 * 36,5 - \sqrt{(100 * 36,5)^2 - \frac{10\,249 * 100}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2\,810} \right)$$

$$A_s = 11,35 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima:

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 36,5$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 18,31 \text{ cm}^2$$

Debido a que el área de acero mínima es mayor a la requerida por el momento último, se utilizará el área de acero mínima.

Espaciamiento utilizando barras No 6

$$\left\{ \begin{array}{l} 18,31 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{18,31}$$

$$S = 15,51 \text{ cm} \Rightarrow \text{Se colocarán barras No. 6 @ 0,15 metros}$$

Área de acero por temperatura:

Debe de calcularse para la parte superior de la zapata

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * b * t$$

Donde:

b=franja unitaria de la zapata

t=espesor de la zapata

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 100 * 45$$

$$A_{s_{temp}} = 9 \text{ cm}^2$$

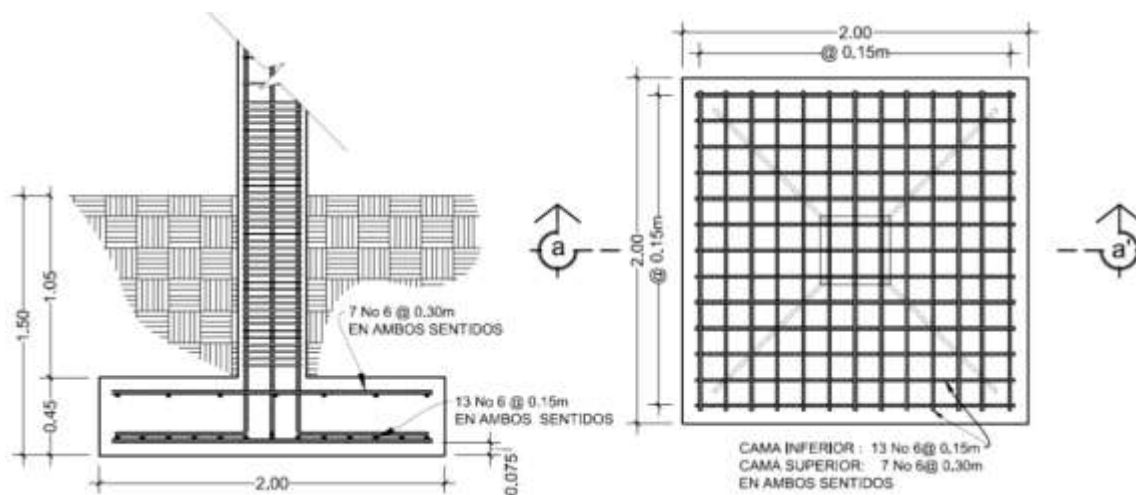
Espaciamiento utilizando barras No.6

$$\left\{ \begin{array}{l} 9 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{9}$$

$$S = 31,55 \text{ cm}$$

Se colocarán barras No.6 @0,30 metros en la cama superior como refuerzo por temperatura.

Figura 48. Armado de zapata aislada



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de zapata excéntrica

$$M_x = 9\,675,50 \text{ kg} \qquad M_y = 7\,897,38 \text{ kg}$$

$$P_U = 37\,280 \text{ kg}$$

$$F_{CU} = 1,49$$

$$V_S = 24,27 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,53 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ ton/m}^3$$

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

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 1,5 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_U}{F_{cu}} = \frac{37,28}{1,49} = 25,02 \text{ ton}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{9,68}{1,49} = 6,49 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{7,89}{1,49} = 5,30 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

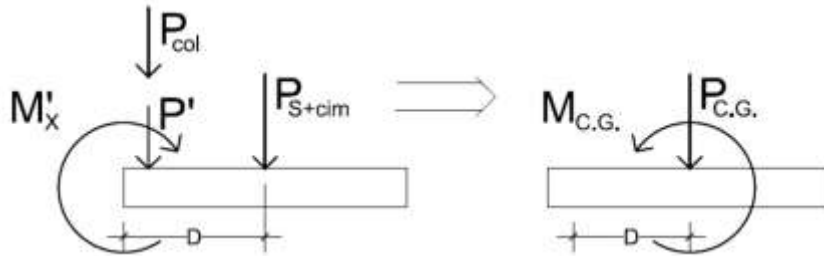
- Área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 * P'}{V_S} = \frac{1,5 * 25,02}{24,27} = 1,54 \text{ m}^2$$

Se propone usar una zapata con dimensiones de 2 metros por 2 metros con un área equivalente a 4 metros cuadrados.

Integración de cargas

Figura 49. Cargas actuantes sobre la zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

$$D = \left(\frac{2}{2} - 0,2 \right) = 0,80 \text{ m}$$

$$P_S = 4 \text{ m}^2 * 1,53 \text{ ton/m}^3 * 1,05 \text{ m} = 6,43 \text{ ton}$$

$$P_{col} = (0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) * 7,85 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 = 3,01 \text{ ton}$$

$$P_{cim} = 4 \text{ m}^2 * 0,45 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 = 4,32 \text{ ton}$$

$$P_{CG} = 25,02 + 6,43 + 3,01 + 4,32 = 38,78 \text{ ton}$$

$$M_{CG} = -6,49 + 3,01 * 0,8 + 25,02 * 0,80 = 15,93 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

- o Excentricidad

$$\left. \begin{aligned} e &= \frac{M_{CG}}{P_{CG}} = \frac{15,93}{38,78} = 0,41 \text{ m} \\ \frac{L}{6} &= \frac{2}{6} = 0,33 \text{ m} \end{aligned} \right\} e > \frac{L}{6}$$

$$a = \frac{L}{2} - e = \frac{2}{2} - 0,41 = 0,59 \text{ m}$$

$$3a = 3 * 0,59 = 1,77 \text{ m}$$

Como $e > L/6$ la presión máxima sobre el suelo será:

$$q_{\max} = \frac{4 * P_{CG}}{3b * (L - 2 * e)} = \frac{4 * 38,78}{3 * 2 * (2 - 2 * 0,41)} = 21,9 \text{ ton/m}^2 < V_s$$

- Presiones últimas sobre el terreno

Presión última de diseño

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * F_{CU} = 21,9 * 1,49 = 32,63 \text{ ton/m}^2$$

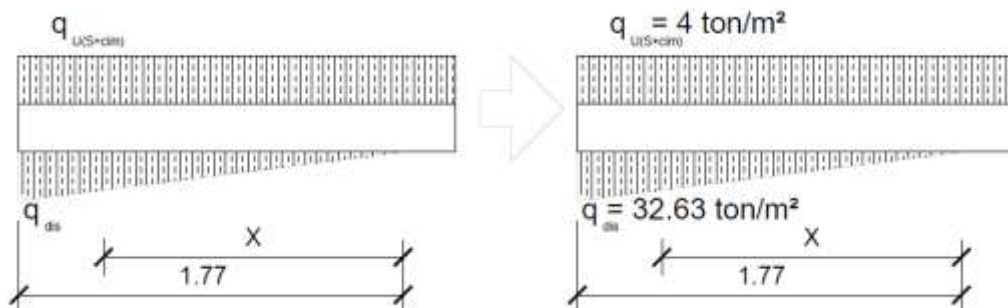
Presión última del suelo y el cimiento

$$q_{U(S+cim)} = F_{CU} (Df * \gamma_{\text{suelo}} + t * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$q_{U(S+cim)} = 1,49 * (1,05 * 1,53 + 0,45 * 2,4) = 4,00 \text{ ton/m}^2$$

El diagrama de cargas por metro cuadrado sobre el cimiento, queda de la siguiente manera:

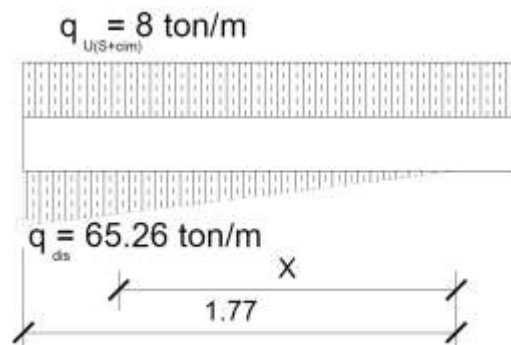
Figura 50. **Diagrama de cargas por metro cuadrado (zapata excéntrica)**



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de cargas por metro sobre el cimiento, queda de la siguiente manera:

Figura 51. Diagrama de cargas por metro lineal (zapata excéntrica)



Fuente: elaboración propia.

Se procede a calcular la ecuación de carga por medio de relación de triángulos:

$$\frac{W_{(x)}}{x} = \frac{65,26}{1,77} \Rightarrow W_{(x)} = 36,87X \text{ [ton/m}^2\text{]}$$

- Chequeo por corte simple

La sección crítica para corte simple, se encuentra a una distancia d del rostro de la columna, por lo que se tiene que calcular el corte en este punto.

Sección crítica

$$X_1 = 3a - (0,40 + d)$$

$$X_1 = 1,77 - (0,40 + 0,3654) = 1 \text{ m}$$

Del diagrama de cargas se obtiene la ecuación de corte para cualquier posición de X ($0 < X < 1,67$)

$$V = \sum F_V$$

$$V = q_{U(S+cim)} * (L - 3a) + q_{U(S+cim)} * X - 1/2 * X * 36,87X$$

$$V = 8(2 - 1,77) + 8X - 18,43X^2$$

$$V = 1,84 + 8X - 18,43X^2$$

Para obtener el corte máximo a una distancia X, se deriva el corte máximo, se iguala a cero y se sustituye en la ecuación general del corte.

$$\frac{dV}{dX} = 0 = 8 - 36,86X \Rightarrow X_2 = 0,22 \text{ m}$$

$$V_{(1)} = 1,84 + 8 * 1 - 18,43 * 1^2 = 8,59 \text{ ton } \downarrow$$

$$V_{(0,22)} = 1,84 + 8 * 0,22 - 18,43 * 0,22^2 = 2,7 \text{ ton } \uparrow$$

El corte resistente es:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2 = 45 - 7,5 - 1,91/2 = 36,54 \text{ cm}$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 200 * 36,54 = 47\,709,29 \text{ kg}$$

$$V_{res} = 47,7 \text{ ton}$$

- Chequeo por corte punzonante

La sección crítica contra punzonamiento, se encuentra a una distancia $d/2$ del rostro de la columna.

$$X_1 = 3a - (0,40 + d/2)$$

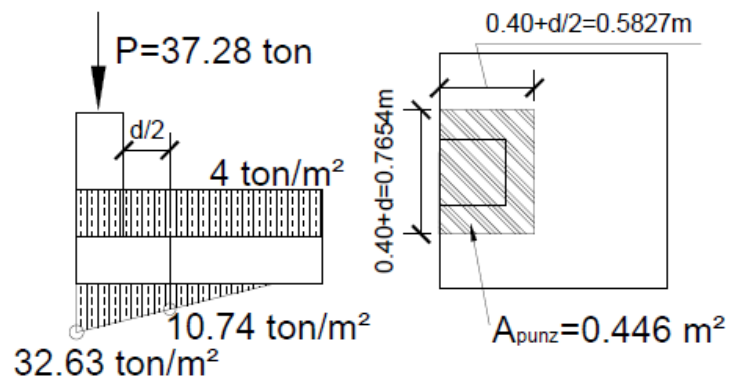
$$X_1 = 1,77 - (0,40 + 0,3654/2) = 1,19 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga se obtiene

$$W_{(x)} = 36,87 \text{ ton/m}^2 * 1,19 \text{ m} = 43,87 \text{ ton/m}^2$$

Calculando el corte punzonante actuante

Figura 52. **Corte punzonante (zapata excéntrica)**



Fuente: elaboración propia.

$$V = \sum F_v$$

$$V = 37,28 + 4 * 0,446 - \left(\frac{32,63 + 10,74}{2} \right) * 0,446$$

$$V = 29,39 \text{ ton}$$

El corte resistente es:

$$b_o = 0,7654 + 2 * 0,5827 = 1,9308 \text{ m}$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 193,08 * 36,54 = 92117,10 \text{ kg}$$

$$V_{res} = 92,11 \text{ ton}$$

- Diseño a flexión

Sentido X

Se deben verificar los momentos críticos en las siguientes condiciones:

Al rostro de la columna

$$X_1 = 1,77 - 0,40 = 1,37$$

Cuando $V=0$ el momento será máximo

$$V = 0 = 1,84 + 8X - 18,43X^2 \Rightarrow \text{de la ecuación cuadrática se obtiene}$$

$$X_1 = -0,166$$

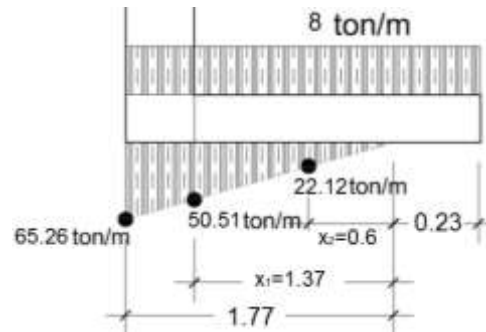
$$X_2 = 0,60 \leftarrow \text{Respuesta requerida}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga:

$$W_{(1,37)} = 36,87 \text{ ton/m}^3 * 1,37 \text{ m} = 50,51 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{(0,6152)} = 36,87 \text{ ton/m}^3 * 0,60 \text{ m} = 22,12 \text{ ton/m}^2$$

Figura 53. Flexión sentido X (zapata excéntrica)



Fuente: elaboración propia.

Haciendo sumatoria de momentos para un punto X se obtiene el momento actuante:

$$M_{(x)} = \frac{8(X + 0,23)^2}{2} - \frac{W_{(x)} * X^2}{6}$$

Momento actuante a rostro de la columna $X=1,37$ m y $W=50,51$ ton/m:

$$M_{(1,37)} = \frac{8(1,37 + 0,23)^2}{2} - \frac{50,51 * 1,37^2}{6} = -5,56 \text{ ton} - \text{m}$$

Momento máximo actuante $X=0,60$ m y $W=22,12$ ton/m

$$M_{(0,60)} = \frac{8(0,60 + 0,23)^2}{2} - \frac{22,12 * 0,60^2}{6} = 1,43 \text{ ton} - \text{m}$$

Refuerzo mínimo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 200 * 36,54$$

$$A_{s_{\min}} = 36,67 \text{ cm}^2$$

Momento resistido por $A_{s_{\min}}$

$$M_{AS_{\min}} = \phi \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{AS_{\min}} = 0,90 \left[36,67 * 2810 * \left(36,54 - \frac{36,67 * 2810}{1,7 * 210 * 200} \right) \right] = 325482444 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{AS_{\min}} = 32,54 \text{ ton} - \text{m}$$

Se colocará $A_{s_{\min}}$, ya que el momento que resiste es mayor que los momentos actuantes.

Espaciamiento utilizando barras No. 6

$$\left\{ \begin{array}{l} 36,67 \text{ cm}^2 \rightarrow 200 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 200}{36,67}$$

$$S = 15,48 \text{ cm} \Rightarrow \text{Colocar barras No. 6 @ 0,15 m}$$

Área de acero por temperatura:

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * 200 * 45 = 18 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento utilizando barras No.6

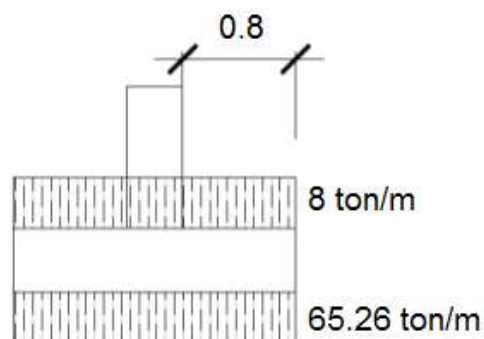
$$\left\{ \begin{array}{l} 18\text{cm}^2 \rightarrow 200\text{cm} \\ 2,84\text{cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{2,84 * 200}{18}$$

$S = 31,55 \text{ cm}$

Se colocarán barras No.6 @0,30 metros en la cama superior como refuerzo por temperatura.

Sentido Y

Figura 54. **Flexión sentido Y (zapata excéntrica)**



Fuente: elaboración propia.

El momento a rostro de la columna en el sentido Y será:

$$M_u = \frac{65,26(0,80)^2}{2} - \frac{8(0,80)^2}{2} = 18,32\text{ton} - \text{m}$$

Refuerzo mínimo

$$d_y = t - \text{recubrimiento} - \emptyset_x - \frac{\emptyset_y}{2} = 45 - 7,5 - 1,91 - \frac{1,91}{2}$$

$$d_y = 34,63 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 200 * 34,63$$

$$A_{s_{\min}} = 34,75 \text{ cm}^2$$

Momento resistido por $A_{s_{\min}}$

$$M_{AS_{\min}} = \phi \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{AS_{\min}} = 0,90 \left[34,75 * 2810 * \left(34,63 - \frac{34,75 * 2810}{1,7 * 210 * 200} \right) \right] = 2923190,12 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{AS_{\min}} = 29,23 \text{ ton} - \text{m}$$

Se colocará $A_{s_{\min}}$, ya que el momento que este resiste es mayor que el momento actuante.

Espaciamiento utilizando barras No. 6

$$\left\{ \begin{array}{l} 34,75 \text{ cm}^2 \rightarrow 200 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 200}{34,75}$$

$$S = 16,34 \text{ cm} \Rightarrow \text{Colocar barras No.6 @ 0,15 m}$$

Área de acero por temperatura:

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 200 * 45 = 18 \text{ cm}^2$$

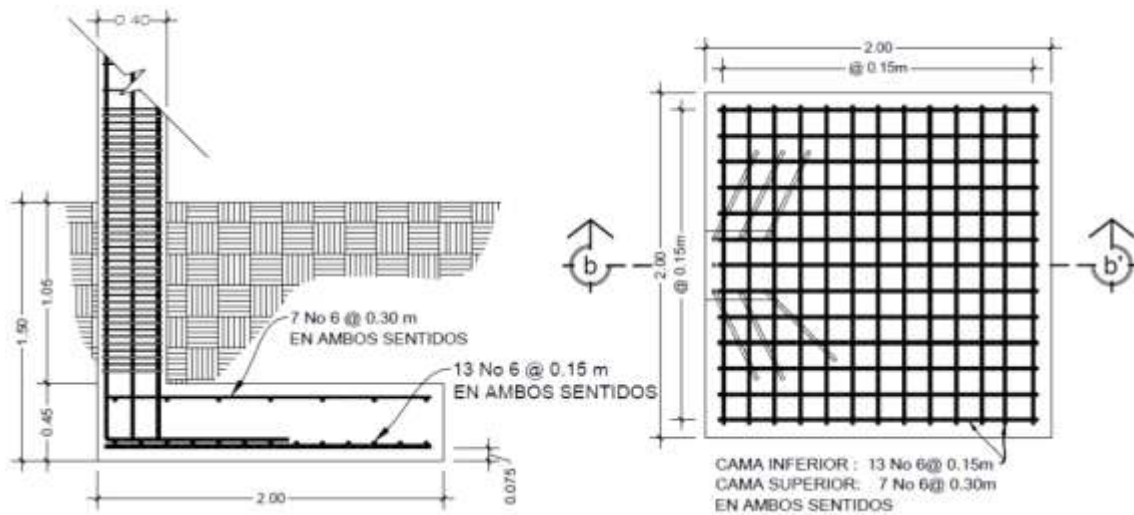
Espaciamiento utilizando barras No.6

$$\left\{ \begin{array}{l} 18 \text{ cm}^2 \rightarrow 200 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 200}{18}$$

$$S = 31,55 \text{ cm}$$

Se colocarán barras No.6 @0,30 metros en la cama superior como refuerzo por temperatura.

Figura 55. Armado de zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

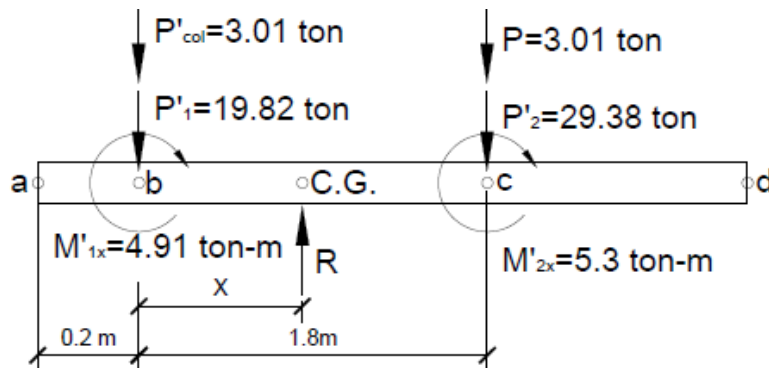
- Diseño de zapata combinada

$P_{1U} = 29\,537,55 \text{ kg}$	$P_{2U} = 43\,780,61 \text{ kg}$
$M_{1X} = 7\,327,70 \text{ kg}$	$M_{2X} = 7\,897,38 \text{ kg}$
$M_{1Y} = 9\,239,91 \text{ kg}$	$M_{2Y} = 9\,239,91 \text{ kg}$
$F_{CU} = 1,49$	$V_s = 24,27 \text{ ton/m}^2$
$\gamma_{suelo} = 1,53 \text{ ton/m}^3$	$\gamma_{concreto} = 2,4 \text{ ton/m}^3$
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$
Desplante = 1,5 m	

- Cargas de trabajo

$P'_1 = \frac{P_1}{F_{cu}} = \frac{29,54}{1,49} = 19,82 \text{ ton}$	$P'_2 = \frac{P_2}{F_{cu}} = \frac{43,78}{1,49} = 29,38 \text{ ton}$
$M'_{1X} = \frac{M_{1X}}{F_{cu}} = \frac{7,33}{1,49} = 4,91 \text{ ton - m}$	$M'_{2X} = \frac{M_{2X}}{F_{cu}} = \frac{7,89}{1,49} = 5,30 \text{ ton - m}$
$M'_{1Y} = \frac{M_{1Y}}{F_{cu}} = \frac{9,24}{1,49} = 6,20 \text{ ton - m}$	$M'_{2Y} = \frac{M_{2Y}}{F_{cu}} = \frac{9,24}{1,49} = 6,20 \text{ ton - m}$

Figura 56. Cargas de trabajo sobre zapata combinada



Fuente: elaboración propia.

Calculando la resultante:

$$R = \sum P$$

$$R = 19,82 + 29,38 + 2 \cdot 3,01$$

$$R = 55,22 \text{ ton}$$

$$\sum Mb = 0$$

$$R \cdot X = 1,8 \cdot (29,38 + 3,01) + 5,30 + 4,91$$

$$X = \frac{68,51 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{55,22 \text{ Kg}} = 1,24 \text{ m}$$

La longitud de la zapata se escoge de manera que el centro de gravedad de las cargas, coincida con el centro geométrico del cimiento.

$$L = 2 \cdot (0,20 + X) = 2 \cdot (0,20 + 1,24)$$

$$L = 2,88 \text{ m}$$

Si se tiene que

$$q_{\text{dis}} \cong V_s \cong \frac{\sum P}{A_z}$$

Donde:

$$A_z = B \cdot L$$

$$\sum P = R$$

Sustituyendo y despejando para B:

$$V_s = \frac{R}{B * L}$$

$$B = \frac{R}{V_s * L} = \frac{55,22}{24,27 * 2,88} = 0,79 \text{ m}$$

- Área de la zapata

$$A_z = B * L = 0,79 * 2,88$$

$$A_z = 2,27 \text{ m}^2$$

Chequeando con $A_z = 2,27 \text{ m}^2$

$$P_{\text{suelo}} = A_z * \text{Desplante} * \gamma_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{suelo}} = 2,27 * 1,05 * 1,53 = 3,65 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = A_z * t_{\text{asumido}} * \gamma_{\text{concreto}}$$

$$P_{\text{cimiento}} = 2,27 * 0,45 * 2,4 = 2,45 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento-suelo}} = 6,1 \text{ ton}$$

Las cargas equivalentes en el centro de gravedad serán:

$$P_{\text{C.G.}} = \sum F_v$$

$$P_{\text{C.G.}} = 6,1 + 19,82 + 29,38 + 2 * (3,01) = 61,32 \text{ ton}$$

$$M_{\text{C.G.}} = (29,38 + 3,01) * 0,56 - (3,01 + 19,82) * 1,24 + 4,91 + 5,30$$

$$M_{\text{C.G.}} = 0,03 \text{ ton-m}$$

Presiones sobre el terreno

$$q = \frac{P_{C.G.}}{A_z} \pm \frac{M_{C.G.}}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

$$S = 1/6 * B * L^2$$

$$S_y = 1/6 * 0,78 * 2,88^2 = 1,08 \text{ m}^3$$

$$S_x = 1/6 * 2,88 * 0,79^2 = 0,292 \text{ m}^3$$

$$q_{(++)} = \frac{61,32}{2,27} + \frac{0,03}{1,078} + \frac{12,40}{0,292} = 69,50 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(+-)} = \frac{61,32}{2,27} + \frac{0,03}{1,078} - \frac{12,40}{0,292} = -15,42 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(-+)} = \frac{61,32}{2,27} - \frac{0,03}{1,078} + \frac{12,40}{0,292} = 69,45 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(--)} = \frac{61,38}{2,27} - \frac{0,03}{1,078} - \frac{12,40}{0,292} = -15,48 \text{ ton/m}^2$$

La presión sobre el terreno excede el valor soporte del suelo, se procede a aumentar el área de la zapata conservando la longitud.

$$A_z = 2,90 * 2 = 5,8 \text{ m}^2$$

Chequeando con $A_z = 5,8 \text{ m}^2$

$$P_{\text{suelo}} = 5,8 * 1,05 * 1,53 = 9,32 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = 5,8 * 0,45 * 2,4 = 6,26 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento+suelo}} = 15,58 \text{ ton}$$

Las cargas equivalentes en el centro de gravedad serán:

$$P_{C.G.} = 15,58 + 19,82 + 29,38 + 2 * (3,01)$$

$$P_{C.G.} = 70,8 \text{ ton}$$

$$M_{C.G.} = (29,38+3,01)*0,56-(3,01+19,82)*1,24+4,91+5,30$$

$$M_{C.G.} = 0,03 \text{ ton-m}$$

- Presiones sobre el terreno

$$q = \frac{P_{C.G.}}{A_z} \pm \frac{M_{C.G.}}{S_x} \pm \frac{M_y}{S_y}$$

$$S_x = 1/6 * 2 + 2,90^2 = 2,803 \text{ m}^3$$

$$S_y = 1/6 * 2,90 + 2^2 = 1,933 \text{ m}^3$$

$$q_{(++)} = \frac{70,80}{5,8} + \frac{0,03}{2,803} + \frac{12,4}{1,93} = 18,64 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(+)} = \frac{70,80}{5,8} + \frac{0,03}{2,803} - \frac{12,4}{1,93} = 5,79 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(-)} = \frac{70,8}{5,8} - \frac{0,03}{2,803} + \frac{12,4}{1,93} = 18,61 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{(--)} = \frac{70,8}{5,8} - \frac{0,03}{2,803} - \frac{12,4}{1,93} = 5,77 \text{ ton/m}^2$$

La presión máxima y mínima sobre el terreno son, menor al valor soporte del terreno y mayor que cero respectivamente, por lo que el área propuesta es adecuada.

- Presiones del suelo y el cimiento:

$$q_{\text{suelo}} = (\text{Desplante} - t_{\text{asumido}}) * \gamma_{\text{suelo}}$$

$$q_{\text{suelo}} = 1,05 * 1,53 = 1,61 \text{ ton/m}^2$$

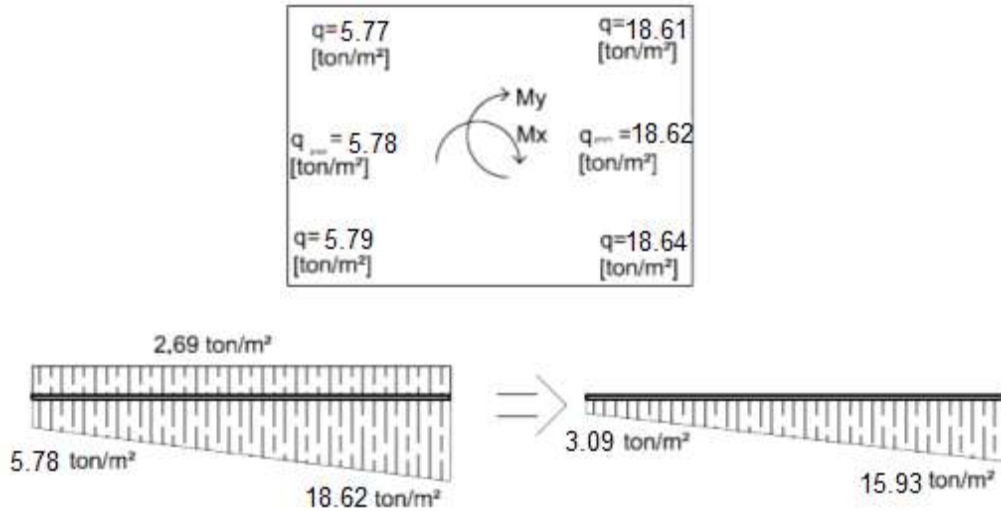
$$q_{\text{cimentno}} = t_{\text{asumido}} * \gamma_{\text{concreto}}$$

$$q_{\text{cimentno}} = 0,45 * 2,4 = 1,08 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{suelo+cimentno}} = 2,69 \text{ ton/m}^2$$

Las presiones sobre el suelo quedan de la siguiente manera.

Figura 57. **Presiones sobre el terreno (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia.

Las presiones últimas por metro lineal se obtendrán de la siguiente manera:

$$q_{\text{dis}} = F_{\text{CU}} * q$$

$$q_{\text{dismin}} = 1,49 * 3,09 = 4,61 \text{ ton/m}^2$$

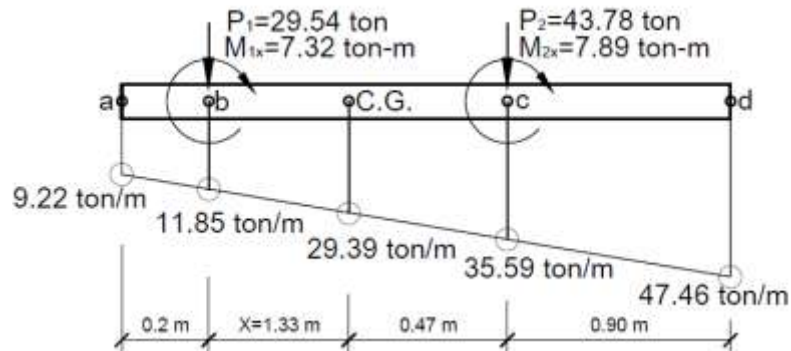
$$q_{\text{dismax}} = 1,49 * 15,93 = 23,73 \text{ ton/m}^2$$

$$W = B * q_{\text{dis}} ; \text{ para un ancho de cimiento } B = 2 \text{ m}$$

$$W_{\text{mín}} = 4,61 * 2 = 9,22 \text{ ton/m}$$

$$W_{\text{máx}} = 23,73 * 2 = 47,46 \text{ ton/m}$$

Figura 58. Diagrama de cuerpo libre (zapata combinada)



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de corte y momento

$$V_{ab} = \frac{(9,22 + 11,85) \cdot 0,2}{2} = 2,11 \text{ ton}$$

$$V_b = 2,11 - 29,54 = -27,43$$

$$V_{bc} = -27,43 + 11,85x + 6,59x^2 \Rightarrow \text{si } V_{bc} = 0 \Rightarrow X = 1,33 \text{ m}$$

$$V_{bc} = -27,71 + 11,85(1,8) + 6,59(1,8)^2 = 15,25 \text{ ton}$$

$$V_c = 15,25 - 43,78 = -28,53$$

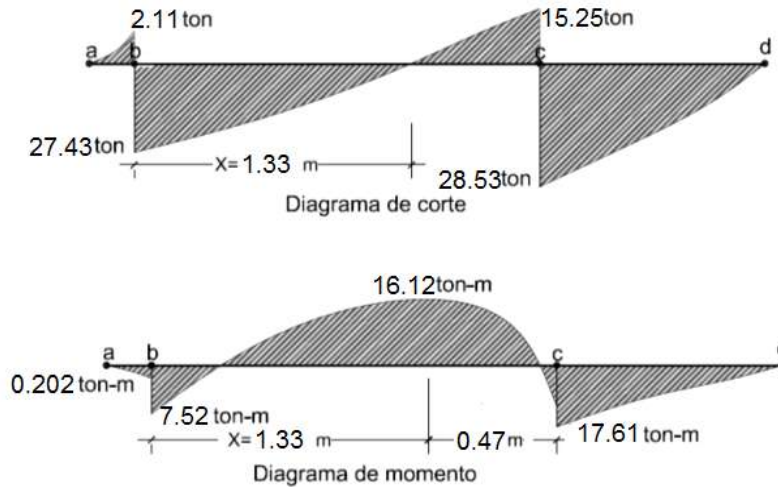
$$M_{ab} = \frac{9,22 \cdot 0,2^2}{2} + \frac{(0,2^2 \cdot 2,63)}{2 \cdot 3} = 0,202 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_b = 0,202 + 7,32 = 7,52 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}} = 7,52 + \frac{11,85 \cdot 1,33^2}{2} + \frac{(1,33^2 \cdot (29,39 - 11,85))}{2 \cdot 3} - 29,54 \cdot 1,33 = -16,2 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{cd} = \frac{35,59 \cdot 0,90^2}{2} + \frac{0,90^2 \cdot (47,46 - 35,59)}{2} \cdot \frac{2}{3} = 17,61 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Figura 59. Diagrama de corte y momento (zapata combinada)



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo por corte simple

$$d = 45 - 7,5 - \frac{1,91}{2} = 36,55$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 200 * 36,55 = 47\,722,23 \text{ kg} = 47,72 \text{ ton}$$

$$V_{max} = 28,53 \text{ ton} < V_{res} \Rightarrow \text{siresisteel corte simple}$$

- Chequeo por corte punzonante

$$b_0 = 4 * (40 + d) = 4 * (40 + 36,55) = 306,2$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_0 * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 306,2 * 36,55 = 146\,125,8 \text{ kg} = 146,12 \text{ ton}$$

$$V_{\text{punz}} = P_u - q * A_{\text{punz}}$$

$$A_{\text{punz}} = (0,40 + 0,3655)^2 = 0,58599 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{punz}} = 43,78 - 17,79 * 0,58599 = 42,73 \text{ ton}$$

El corte resistente es mayor al corte punzonate, esto implica que el espesor de la zapata resiste el corte punzonate.

- Diseño a flexión

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14,1}{2810} 100 * 36,55 = 18,34 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{mín}}} \text{ en el ancho de } 2 \text{ m} = 36,68 \text{ cm}^2$$

$$M_{As_{\text{mín}}} = \phi \left[A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]$$

$$M_{As_{\text{mín}}} = 0,90 \left[36,68 * 2810 \left(36,55 - \frac{36,68 * 2810}{1,7 * 210 * 200} \right) \right] = 3255603,17 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_{As_{\text{mín}}} = 32,57 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

El momento resistido por el acero mínimo es superior a los momentos actuantes en la zapata, por lo que se armará con el área de acero mínima.

Espaciamiento

$$\left\{ \begin{array}{l} 18,34 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{2,84 * 100}{18,34}$$

$$S = 15,48 \text{ cm} \Rightarrow \text{utilizar barras No.6 @ } 0,15 \text{ m}$$

Para el acero transversal se colocará refuerzo por temperatura, utilizando barras No. 4

$$\text{Refuerzo por temperatura} = 0,002 * 100 * 45 = 9 \text{ cm}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 9 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm} \\ 1,29 \text{ cm}^2 \rightarrow S \end{array} \right\} \Rightarrow S = \frac{1,29 * 100}{9}$$

$$S = 14,33 \text{ cm} \Rightarrow \text{utilizar barras No.4 @0,14m}$$

- Vigas transversales

$$\text{Ancho de la viga} = c + 1,5d$$

$$d = t - \text{Rec} - \frac{\varnothing_x}{2} - \frac{\varnothing_y}{2} \text{ asumiendo } \varnothing_y \text{ de No. 6}$$

$$d = 45 - 7,5 - \frac{1,91}{2} - \frac{1,91}{2} = 35,59$$

Donde:

C= lado de la columna

d=peralte efectivo de la zapata

$$\text{Ancho de la viga} = 0,40 + 1,5 (0,3559) = 0,9338 \approx 0,95 \text{ m}$$

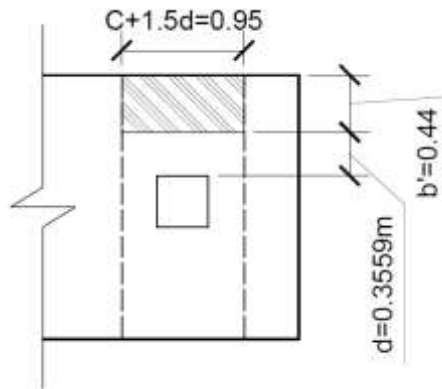
La viga transversal se diseñará con una presión uniforme ocasionada por la carga puntual que actúa sobre la columna.

$$q_{\text{dis}} = \frac{P_{u2}}{b * (c + 1,5d)}$$

$$q_{\text{dis}} = \frac{43,78}{2 * (0,95)} = 23,04 \text{ ton/m}^2$$

Corte simple

Figura 60. **Sección crítica por corte simple en viga transversal (zapata combinada)**



Fuente: elaboración propia.

$$V_{act} = q_{dis} * b' * (c + 1,5d)$$

$$V_{act} = 23,04 * 0,44 * 0,95 = 9,63 \text{ ton}$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

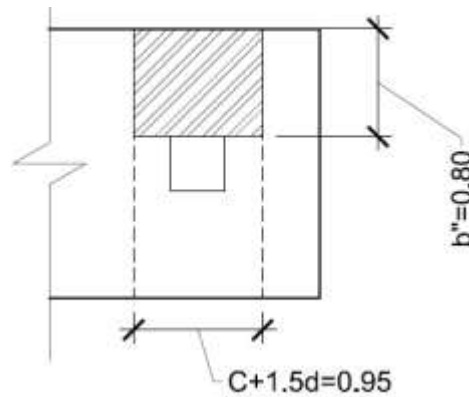
$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 95 * 35,59$$

$$V_{res} = 22072,72 \text{ Kg} = 22,07 \text{ ton}$$

El corte resistente es mucho mayor que el corte actuante, resiste el corte simple.

Flexión

Figura 61. Flexión en viga transversal (zapata combinada)



Fuente: elaboración propia.

$$M_{act} = \frac{q_{dis} * b''^2}{2}$$

$$M_{act} = \frac{23,04 * 0,80^2}{2} = 7,37 \text{ ton - m}$$

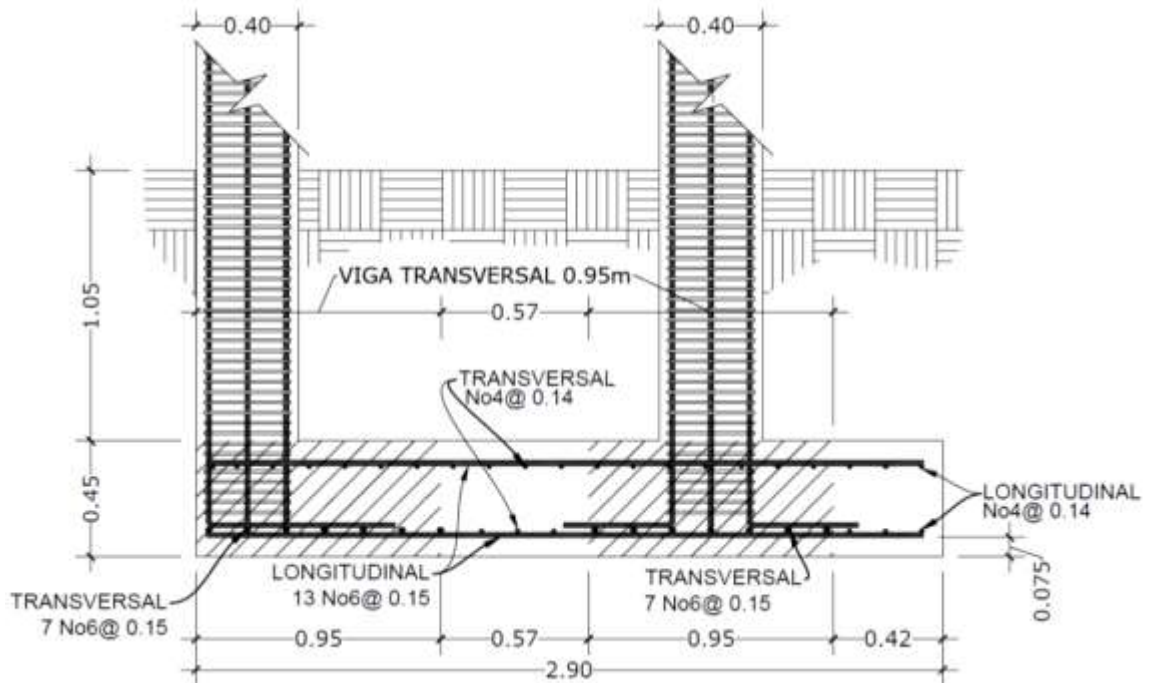
$$A_{s_{requerida}} = \left[95 * 35,59 - \sqrt{(95 * 35,59)^2 - \frac{7320 * 95}{0,003825 * 210}} \right] \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$A_{s_{requerida}} = 8,29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 95 * 35,59 = 16,96 \text{ cm}^2$$

El armado de la zapata combinando se hará con $A_{s_{min}}$ equivalente a barras No. 6@ 0,15 metros.

Figura 62. Armado zapata combianda



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.13. Muros tabique

Los muros de tabique se harán con bloques de concreto confinados, estos no soportaran carga alguna, nada más su propio peso; se tomó en cuenta las especificaciones de las Normas de Seguridad Estructural de edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala (AGIES NSE 7.4), (ver detalles de muros en plano 38).

- Requisitos generales
 - Las sisas horizontales y verticales deberán tener un espesor mínimo de 7 milímetros y máximo de 13 milímetros. Todas las

sisas horizontales y verticales deberán quedar pegadas con el mortero. La relación entre distancia sin apoyos, ya sea horizontal o vertical, y el espesor del muro, deberá ser tal que atienda adecuadamente al pandeo tanto horizontal como vertical. (AGIES NSE -7.4;4.2.1)

- Los muros deberán tener un espesor nominal mínimo de 14 centímetros, los muros no estructurales que tan solo soportan su propio peso, podrán tener un espesor mínimo de 10 centímetros y una relación de la distancia sin apoyos al espesor, máximo igual a 30. (AGIES NSE -7.4;4.2.2)
- Cuando el muro tenga soporte lateral tanto arriba como abajo su altura libre será la altura del muro. Cuando no haya soporte lateral en la parte superior del muro, su altura libre se deberá tomar como dos veces la altura del muro, medida a partir del soporte inferior. (AGIES NSE -7.4;4.2.2.2)
- El concreto que se utilice en las soleras, sillares y dinteles de muros estructurales deberá tener una resistencia mínima a los 28 días de 176 kilogramo centímetro cuadrado (AGIES NSE - 7.4;4.3.7)
- Columnas y mochetas de confinamiento
 - Se ubicaron columnas de confinamiento en todos los muros y vanos de la estructura. También en los extremos de los muros, en puntos intermedios.

- La sección mínima es de 15 centímetros x 15 centímetros equivalente a 225 centímetros cuadrados, la cual es mayor que la recomendada de 200 centímetros cuadrados.
- El refuerzo utilizado para las columnas consiste en 4 varillas No. 3 más estribos No 2@ 15 centímetros. (AGIES NSE -7.4;4.4.2)
- Se colocaron mochetas de confinamiento en puntos intermedios intercaladas con las columnas de los muros y en los extremos de vanos de puertas con una separación entre columnas y mochetas no mayor de 2 metros.
- La dimensión mínima de las mochetas es de 10 centímetros, de largo y un ancho igual al espesor del muro. (AGIES NSE -7.4;4.4)
- El refuerzo utilizado para las mochetas consiste en 2 varillas longitudinales corridas No.3 mas eslabones No.2@0.15 centímetros. (AGIES NSE -7.4;4.4.3)
- Soleras de confinamiento
 - El muro consta de 3 soleras; hidrófuga, intermedia y final, la sección de la solera intermedia y final es de 15 centímetros x 15 centímetros y de la solera hidrófuga es de 15 centímetros x 20 centímetros. (AGIES NSE -7.4;4.3.2)
 - El refuerzo de las soleras consiste en 4 varillas longitudinales corridas No.3 más estribos No.2 @ 15 centímetros (AGIES NSE - 7.4;4.3.6)

- Cimentación
 - Ya que los muros no soportarán ninguna carga adicional a su propio peso, los muros irán apoyados sobre la solera de humedad.

2.2.7. Instalaciones

Deben ser capaces de suplir los requerimientos al que son expuestas, es por ello que el diseño de éstas debe de considerar la cantidad de personas que harán uso de los servicios.

2.2.7.1. Agua potable

Cálculo de subramales

El diámetro de la tubería de los subramales, depende del tipo de artefacto sanitario al que se va a abastecer, estos quedaron de la siguiente manera:

- Lavamanos 1/2"
- Inodoro con tanque 1/2"
- Urinal 1/2"

Cálculo de la línea principal

Se le asignará a cada uno de los aparatos sanitarios, unidades de gasto o unidades Hunter (UH)

La cantidad de UH por nivel será

Primer nivel

10 lavamanos X 1UH	.....	10 UH
7 inodoros con tanque X 3UH	.....	21 UH
3 urinales con tanque X 3UH	.....	9 UH
TOTAL	.....	<u>40UH</u>

Segundo nivel

10 lavamanos X 2UH	.....	10 UH
7 inodoros con tanque X 5UH	.....	21 UH
3 urinales con tanque X 2UH	.....	9 UH
TOTAL	.....	<u>40UH</u>

El total será de 80 UH, 60 UH con tanque y 20 UH con válvula, con un gasto probable de 2,58 litros por segundo (1,33 litros por segundo para las unidades con válvula y 1,25 litros por segundo para las unidades con tanque).

Con una velocidad estimada de 1 metro por segundo, una altura de 3,4 metros y tubería de pvc, se calculará el diámetro para cada tramo mediante la fórmula siguiente:

$$D = \left[\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

El diámetro a utilizar en la línea de distribución y que alimentará a los distintos niveles será de 1 ½ pulgadas.

2.2.7.2. Drenajes

El drenaje de la edificación deberá estar dispuesto en un sistema separativo, capaz de evacuar eficientemente las aguas negras y pluviales de la edificación.

- **Drenaje sanitario**

Para la red de drenaje sanitario, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los materiales del sistema deben ser resistentes a los materiales que transportan.
- Se deben colocar cajas de registro en los puntos de recibo de bajantes, en la unión de dos o más colectores, en cambios de dirección y cada 20 metros como máximo de longitud en cada colector.
- La pendiente de las tuberías enterradas se deberá tener un mínimo de 2 por ciento y un máximo de 6 por ciento.
- Los diámetros mínimos de tubería, caudales base y unidades mueble (UM) para cada uno de los aparatos sanitarios se muestran a continuación.

Tabla XXIV. **Diaméto mínimo, caudal base y unidades mueble para aparatos sanitarios**

ARTEFACTO ANITARIO	DIÁMETRO MÍNIMO (plg)	CAUDAL BASE (l/s)	UM
Lavamanos	1 ¼"	0,75	2
Inodoro	3"	2	5
Urinal	1 ¼"	1	2

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior, se colocará un diámetro de tubería de 3 pulgadas para las derivaciones simples.

Se calcula el número de UM por cada nivel, se estima un caudal por nivel, quedando de la siguiente forma:

Primer nivel

10 lavamanos X 2UH	.....	20 UM	X 0,75 l/s=	15 l/s
7 inodoros X 5UH	.....	35 UM	X 2,00 l/s=	70 l/s
3 urinales X 2UH	.....	6UM	X 1,00 l/s=	6 l/s
TOTAL	.....	61UM		91 l/s

Segundo nivel:

10 lavamanos X 2UH	.....	20 UM	X 0,75 l/s=	15 l/s
7 inodoros X 5UH	.....	35 UM	X 2,00 l/s=	70 l/s
3 urinales X 2UH	.....	6UM	X 1,00 l/s=	6 l/s
TOTAL	.....	61UM		91 l/s

De acuerdo con los resultados obtenidos, el diámetro de tubería para el colector quedará de la siguiente manera: para el segundo nivel será necesario utilizar una tubería de diámetro 4 pulgadas para el segundo nivel y una de diámetro 5 pulgadas para el primer nivel.

- Drenaje pluvial

Este drenaje debe estar diseñado para evacuar las aguas provenientes de precipitaciones pluviales.

La intensidad de lluvia se calculará con la siguiente fórmula, para un periodo de retorno de 20 años y un tiempo de concentración $t=5$ minutos.

$$I = \frac{1\ 160}{(t + 5)^{0,705}}$$
$$I = \frac{1\ 160}{(5 + 5)^{0,705}} = 228,8 \text{ mm/h}$$

El caudal a drenar será determinado con la siguiente fórmula

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

C=coeficiente de escorrentía del concreto = 0,9

I = intensidad de lluvia

A = Área de la superficie a drenar

Se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning

$$D = \left(\frac{69100 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utiliza pvc se utiliza un coeficiente de rugosidad $n = 0,009$ y una pendiente de 1 por ciento.

En la siguiente tabla, se resume el cálculo de la intensidad de lluvia, caudal, y diámetro de la tubería de bajada pluvial para cada uno de los edificios.

Tabla XXV. **Diámetro de bajada pluvial**

Edificio	Área de pañuelos		Q (l/s)	Diámetro requerido (plg)
	m2	Ha		
A	43,18	0,004318	2,46	2,60
B	32,93	0,003293	1,88	2,34
C	37,8	0,00378	2,16	2,47

Fuente: elaboración propia.

Se utilizará tubería de diámetro 3 pulgadas para las bajadas pluviales.

2.2.7.3. Electricidad

El sistema eléctrico está constituido por 21 circuitos de iluminación y 24 de fuerza, con un máximo de 8 unidades por circuito (ver planos en anexo).

La instalación eléctrica tiene 2 tableros de control en cada edificio (uno en cada nivel), la iluminación se basó en lámparas fluorescentes de 2 x 40 watts para las aulas, bombillos de 100 watts para las oficinas y áreas administrativas,

reflectores para los patios de 100 watts y lámparas colgantes de 250 watts para el área del polideportivo, el cableado estará protegido por poliducto de ¾ de pulgada empotrado en paredes y losa, en total son 21 circuitos de iluminación con un máximo de 8 unidades por circuito y 21 circuitos de fuerza con un máximo de 8 unidades por circuito, repartidos en todo el complejo educativo.

El amperaje está dado por la siguiente expresión:

$$I=P/V$$

Donde:

I=corriente (A)

P=Potencia en (Watts)

V=Voltaje (V)

A continuación se realiza el cálculo de los circuitos E de iluminación y b de fuerza.

Circuito E de iluminación:

Consta de 8 luminarias de 2 x 40 watts las cuales consumirán 640 watts de potencia

$$I = P/V = 640 \text{ W} / 120 = 5,33 \text{ A}$$

Circuito b de fuerza:

Consta de 8 tomacorrientes con capacidad de 180 watt, los cuales consumirán 1 440 watts.

$$I = P/V = 1\ 440\ W / 120$$

$$I = 12\ A$$

Se utilizarán flipones de 15 amperios para los circuitos de iluminación y de 20 amperios para los circuitos de fuerza, la instalación se hará con conductores de cobre calibre 12.

En las tablas XXVI y XXVII se resume el cálculo de los circuitos de iluminación y fuerza.

Tabla XXVI. **Circuitos de iluminación**

Iluminación					
Circuito	Potencia (Watts)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Flip-on	Conductor
A	500	120	4,17	15 A	12 AWG, TW
B	580	120	4,83	15 A	12 AWG, TW
C	400	120	3,33	15 A	12 AWG, TW
D	480	120	4,00	15 A	12 AWG, TW
E	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
F	320	120	2,67	15 A	12 AWG, TW
G	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
H	400	120	3,33	15 A	12 AWG, TW
J	580	120	4,83	15 A	12 AWG, TW
K	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
L	2000	120	16,67	20 A	12 AWG, TW
M	480	120	4,00	15 A	12 AWG, TW
N	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
P	500	120	4,17	15 A	12 AWG, TW
Q	740	120	6,17	15 A	12 AWG, TW
R	480	120	4,00	15 A	12 AWG, TW
S	540	120	4,50	15 A	12 AWG, TW
T	500	120	4,17	15 A	12 AWG, TW
U	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
V	640	120	5,33	15 A	12 AWG, TW
W	540	120	4,50	15 A	12 AWG, TW

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Circuitos de fuerza**

Fuerza					
Circuito	Potencia (Watts)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Flip-on	Conductor
a	1260	120	10,5	20 A	12 AWG, TW
b	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
c	1260	120	10,5	20 A	12 AWG, TW
d	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
e	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
f	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
g	1080	120	9	20 A	12 AWG, TW
h	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
j	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
k	1080	120	9	20 A	12 AWG, TW
m	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
n	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
o	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
p	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
q	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
r	1080	120	9	20 A	12 AWG, TW
s	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
t	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
u	1620	120	13,5	20 A	12 AWG, TW
v	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
w	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW
x	1260	120	10,5	20 A	12 AWG, TW
y	1620	120	13,5	20 A	12 AWG, TW
z	1440	120	12	20 A	12 AWG, TW

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. **Elaboración de planos**

Se realizaron 40 planos en total, los cuales conformar las fases arquitectónicas, estructurales e instalaciones, están ordenados de la siguiente manera:

- Planos de conjunto:
 - Planta amueblada
 - Elevaciones y secciones
 - Planta de acabados
 - Planta acotada
 - Instalación hidráulica
 - Drenaje sanitario y pluvial
 - Iluminación
 - Fuerza

- Planos constructivos módulo A
 - Planta de acabados módulo A
 - Planta acotada módulo A
 - Armado de losa módulo A
 - Cimentaciones y columnas módulo A
 - Armado de vigas módulo A

- Planos constructivos módulo B-1 y B-2
 - Planta de acabados módulo B-1
 - Planta acotada módulo B-1
 - Armado de losa módulo B-1
 - Planta de cimentación y columnas módulo B-1
 - Planta de acabados módulo B-2
 - Planta acotada módulo B-2
 - Armado de losa módulo B-2
 - Planta de cimentación y columnas módulo B-2

- Armado de vigas módulo B-1 y B-2
- Planos constructivos módulo C
 - Planta de acabados módulo C
 - Planta acotada módulo C
 - Armado de losa módulo C
 - Planta de cimentación y columnas módulo C
 - Armado de vigas módulo C
- Plano gimnasio
- Detalles generales:
 - Planilla de puertas y ventanas
 - Armado de columnas
 - Armado de zapatas
- Muro de contención

2.2.9. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró aplicando los criterios del caso del presupuesto de agua potable, en lo concerniente a costos indirectos, se aplicó el 33 por ciento, el total de la obra es de Q 7 902 621,89.

Tabla XXVIII. **Presupuesto Instituto Básico por Cooperativa Colonia María Tecún**

CUADRO RESUMEN						
Instituto Básico por Cooperativa Colonia María Tecún						
No.	Descripción	Cantidad	U	Precio unitario	Sub-totales	TOTAL
1	Preliminares					
1.1	Limpieza	3095,76	m ²	Q 21,20	Q 65 622,50	
1.2	Excavación	577,13	m ³	Q60,41	Q 34 866,15	
1.3	Relleno estructural	304,71	m ³	Q33,56	Q 10 226,91	
1.4	Construcción de bodega	50,00	m ²	Q79,38	Q 3 969,24	Q114 684,80
2	Cimentación					
2.1	Zapata Z-1,Z-2	49,00	U	Q9 725,81	Q 476 564,70	
2.2	Zapata combinada Z-3	17,00	U	Q13 707,39	Q 233 025,59	
2.3	Zapata z-4	12,00	U	Q4 405,65	Q 52 867,82	
2.4	Cimiento corrido	620,48	ml	Q 338,94	Q 210 307,27	Q972 765,38
3	Columnas					
3.1	Columna C-1	747,46	ml	Q1 871,37	Q1 398 772,42	
3.2	Columna C-2	1272,30	ml	Q177,45	Q 225 763,93	
3.3	Columna C-3	539,00	ml	Q 99,16	Q53 447,49	
3.4	Columna C-4	66,00	ml	Q1 405,10	Q92 736,49	Q1 770 720,34
4	Vigas					
4.1	Viga Xa Nivel 1	37,00	ml	Q989,14	Q 36 598,29	
4.2	Viga Xa Nivel 2	37,00	ml	Q882,16	Q 32 639,77	
4.3	Viga Ya Nivel 1	38,70	ml	Q917,64	Q35 512,52	
4.4	Viga Ya Nivel 2	38,70	ml	Q903,07	Q34 948,80	
4.5	Viga Xb Nivel 1	227,20	ml	Q1 135,99	Q258 097,54	
4.6	Viga Xb Nivel 2	227,20	ml	Q921,31	Q209 322,13	
4.7	Viga Yb Nivel 1	89,00	ml	Q 955,69	Q85 056,54	
4.8	Viga Yb Nivel 2	89,00	ml	Q906,76	Q80 701,51	
4.9	Viga Xc Nivel 1	146,30	ml	Q973,29	Q142 391,81	
4.10	Viga Xc Nivel 2	146,30	ml	Q868,99	Q127 132,79	
4.11	Viga Yc Nivel 1	78,20	ml	Q937,20	Q73 288,88	
4.12	Viga Yc Nivel 2	78,20	ml	Q905,52	Q70 811,46	
4.13	Viga gimnasio	70,80	ml	Q741,29	Q52 483,37	Q1 238 985,41
5	Losas					
5.1	Losa primer nivel	1069,173	m ²	Q502,18	Q536 922,50	
5.2	Losa segundo nivel	1091,613	m ²	Q502,18	Q548 191,53	Q1 085 114,02
6	Levantado de muros deblock					
6.1	Levantado de block0,14*0,19*0,39	1809,78	m ²	Q132,67	Q240 104,82	
6.2	Levandado de block0,1x0,19x0,39	127,02	m ²	Q115,65	Q14 689,91	
6.3	Solera S-1	1425,32	ml	Q141.58	Q201,793.52	
6.4	Solera S-2	527,30	ml	Q163.47	Q86,200.18	
6.5	Solera S-3	397,02	ml	Q109.99	Q43,668.17	
6.6	Circulación de malla paramuro perimetral	225,48	ml	Q646.52	Q145,776.46	Q732 233,05

Continuación de la tabla XXVIII.

7	Acabados					
7.1	Piso de granito	2160,79	m ²	Q210,08	Q 453 944,38	
7.2	Azulejo	101,38	m ²	Q174,61	Q17 702,79	
7.3	Piso de concreto	808,62	m ²	Q 235,78	Q190 656,51	
7.4	Alisado (cemento gris)	62,76	m ²	Q13,58	Q852,21	Q663 155,89
8	Puertas y ventanas					
8.1	Ventana de metal V-1	157,56	m ²	Q509,56	Q80 285,68	
8.2	Ventana de metal V-2	35,75	m ²	Q594,48	Q 21 252,74	
8.3	Ventana de metal V-3	27,36	m ²	Q424,63	Q11 617,88	
8.2	Puerta de metal PT-1	36,00	U	Q1 722,30	Q62 002,80	
8.2	Puerta de metal PT-2	14,00	U	Q1 457,33	Q20 402,63	
8.2	Puerta de metal PT-3	2,00	U	Q1 987,27	Q 3 974,54	
8.3	Portón de metal	1,00	U	Q7 949,08	Q7 949,08	Q207 485,36
9	Instalaciones hidráulicas	1,00	Global	Q59 727,44	Q59 727,44	Q59 727,44
10	Drenaje sanitario y pluvial					
10.1	Drenaje sanitario	1,00	Global	Q103 729,67	Q103 729,67	
10.1.2	Inodoros	16,00	U	Q1 515,95	Q24 255,21	
10.1.3	Urinal	6,00	U	Q1 515,95	Q9 095,70	
10.1.4	Lavamanos	22,00	U	Q869,15	Q19 121,19	
10.2	Drenaje pluvial	1,00	Global	Q308 453,75	Q308 453,75	Q464 655,53
11	Iluminación					
11.1	Instalación eléctrica edificio A	1,00	Global	Q 5 195,65	Q5 195,65	
11.1.1	Instalación de lámpara 2X40W	24,00	U	Q1 153,31	Q27 679,39	
11.1.2	Instalación de reflectores	1,00	U	Q1 390,60	Q1 390,60	
11.2	Instalación eléctrica edificio B	1,00	Global	Q20 608,85	Q20 608,85	
11.2.1	Instalación de lámpara 2X40W	48,00	U	Q1 153,31	Q55 358,79	
11.2.2	Instalación de reflectores	1,00	U	Q1 390,60	Q1 390,60	
11.3	Instalación eléctrica edificio C	1,00	Global	Q 9 986,66	Q9 986,66	
11.3.1	Lámpara 2X40W	37,00	U	Q1 153,31	Q42 672,40	
11.3.2	Instalación de reflectores	1,00	U	Q1 390,60	Q1 390,60	
11.3.3	Instalación de lámpara en cielo (plafoneras)	16,00	U	Q 206,96	Q3 311,36	Q168 984,88
12	Fuerza					
12.1	Edificio A	1,00	Global	Q5 971,43	Q5 971,43	
12.2	Edificio B	1,00	Global	Q12 638,58	Q12 638,58	
12.3	Edificio C	1,00	Global	Q14 339,47	Q14 339,47	Q32 949,49
13	Instalación de techo curvo	1,00	Global	Q270 194,93	Q270 194,93	Q270 194,93
14	Módulo de gradas					
14.1	Modulo de gradas edificio B	1,00	Global	Q75 562,46	Q75 562,46	
14.2	Modulo de gradas edificio C	1,00	Global	Q45 402,91	Q 45 402,91	Q120 965,37
TOTAL DE LA OBRA						Q7 902 621,89

Fuente: elaboración propia.

2.2.10. Evaluación de impacto ambiental

En la construcción del Instituto Básico por Cooperativa María Tecún (IBCOMAT), se llevarán a cabo actividades que afectarán al ambiente, es por ello que se busca minimizar el impacto que se producirá y afectara al entorno.

Impacto ambiental que será producido

- Movimiento de tierra (corte y relleno), que ocasione residuos de partículas en suspensión y polvo en las áreas circundantes al proyecto.
- Emanación de gases provenientes de solventes y de los vehículos utilizados en la construcción para transporte de materiales.
- Generación de ruido por la actividad realizada.
- Generación de desechos propios de la actividad.

Medidas de mitigación

- Manejo adecuado y ordenado del volumen de terreno extraído.
- Coordinación de horarios de trabajo en horas hábiles para generar el menor ruido posible.
- Mantener limpia el área de trabajo después de cada jornada (recoger todo tipo de desechos que ponga en riesgo al ambiente y la seguridad de los trabajadores tales como: tablas con clavos, restos de hierro, basura, etc.).
- Proveer a los trabajadores del equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- Dotar de una cantidad necesaria de letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del sistema de abastecimiento de agua para el caserío Los Castro, la población tendrá mayor acceso a este vital líquido, lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida en la región, ya que se pretende prestar un servicio libre de agentes patógenos o contaminantes perjudiciales evitando de esta manera riesgos a la salud, razón importante para que las autoridades correspondientes gestionen el financiamiento adecuado para llevar a la realidad la construcción del proyecto
2. Con la construcción del edificio para el Instituto Básico por Cooperativa María Tecún se verá beneficiada la comunidad y los estudiantes, ya que tendrán un lugar adecuado en donde recibir clases en su comunidad, debido a la importancia que esto conlleva, es necesario gestionar ante las autoridades correspondientes la construcción del mismo.
3. El diseño del acueducto fue realizado con base en las normas de UNEPAR, lo cual garantiza el adecuado desempeño ante las solicitudes de funcionamiento, por lo que es importante seguir a cabalidad las especificaciones contenidas en los planos y que el proyecto preste un servicio de calidad a la población.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Sololá

1. Seguir a cabalidad con las especificaciones contenidas en los planos de los proyectos ya que alterarlas o modificarlas, cambiará completamente el diseño.
2. Que en el proceso de ejecución se cuente con la debida supervisión técnica por un profesional de la ingeniería civil, para garantizar la integridad del diseño.
3. Proveer el mantenimiento periódico al proyecto de agua potable para evitar el deterioro y así conseguir que funcione adecuadamente durante su vida útil.
4. No interrumpir la cloración del sistema, ya que esto implicaría daños a la salud de los consumidores, y así garantizar la potabilidad del agua.

A la población del caserío Los Castro

1. Evitar la deforestación del área donde se ubican las fuentes de captación, para evitar disminución en el caudal.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGULAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 170 p.
2. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318S-05)*. Michigan: ACI, 2005. 495 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
4. DAS, Braja M. *Principios de Ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: International Thomson, 2001. 862 p.
5. Instituto de Fomento Municipal Guatemala. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 70 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.

APÉNDICE

Tabla XXIX. Diseño hidráulico línea de conducción

Línea de conducción																		
Estación		L (m)	Cota		Longitud de Diseño (m)	Nom. (plg)	Int. (plg)	tubería	Q (lt/s)	V (m/s)	Hf (m)	Cota Piezométrica		Presión Dinámica		Presión Estática		
E.	P.O.		Inicial	Final								Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
de nacimiento-1 a nacimiento-6																		
E-0	E-64	648.12	000	942.46	680.53	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0722	0.28	4.40	1000	995.60	0.00	53.14	0.00	57.54
de nacimiento- 5 a nacimiento-4																		
E-70	E-68	15.90	954.41	949.88	16.70	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0331	0.13	0.03	954.41	954.38	0.00	4.51	0.00	4.54
de nacimiento-4 a nacimiento-3																		
E-68	E-61	27.69	949.88	944.59	29.07	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.1522	0.59	0.75	949.88	949.13	0.00	4.53	0.00	5.28
de nacimiento-3 a nacimiento-6																		
E-61	E-64	8.95	944.59	942.49	9.40	3/4	0.926	PVC 250 PSI	150	0.2277	0.52	0.15	944.59	944.45	0.00	1.96	0.00	2.10
de nacimiento-2 a nacimiento-6																		
E-60	E-64	.98	944.57	942.46	9.43	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0192	0.07	0.01	944.57	944.56	0.00	2.10	0.00	2.11
de nacimiento-6 a nacimiento-13																		
E-64	E-123.1	97.45	942.46	921.28	417.32	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	0.3208	0.27	1.04	942.46	941.41	0.00	20.13	0.00	21.18
de nacimiento-7 a nacimiento-8																		
E-81	E-83	2.44	949.28	947.52	13.06	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0182	0.07	0.01	949.28	949.27	0.00	1.75	0.00	1.76
de nacimiento-8 a nacimiento-9																		
E-82	E-83	.78	950.26	947.52	8.17	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0182	0.07	0.004	950.26	950.25	0.00	2.73	0.00	2.74
de nacimiento-9 a nacimiento-13																		
E-83	E-123.1	21.32	947.39	921.28	337.38	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0547	0.21	1.3	947.39	946.07	0.00	24.80	0.00	26.11
de nacimiento-10 a nacimiento-11																		
E-121.6	E-121	6.55	950.43	924.58	59.38	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0051	0.02	0.003	950.43	950.42	0.00	25.84	0.00	25.85
de nacimiento-11 a nacimiento-12																		
E-121	E-122.1	.77	924.58	923.14	9.21	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.0643	0.25	0.05	924.58	924.53	0.00	1.39	0.00	1.44
de nacimiento-12 a nacimiento-13																		
E-122.1	E-123.1	.84	923.14	921.28	10.33	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.069	0.27	0.06	923.14	923.08	0.00	1.80	0.00	1.86
de nacimiento-13 (CRC) A tanque de distribución																		
E-123.1	E-161	18.56	921.28	908.98	544.49	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	0.6200	0.52	4.63	921.28	916.65	0.00	7.67	0.00	12.30
E-161	E-190	12.57	908.98	854.13	433.20	1	1.195	PVC 160 PSI	150	0.6200	0.86	12.35	916.65	904.31	7.67	50.18	4.63	62.52

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Diseño hidráulico red de distribución

Red de distribución																		
Estación		L (m)	COTA		Longitud de Diseño (m)	Ø Nom. (plg)	Ø Int. (plg)	tubería	C	Q (lt/s)	V (m/s)	Hf (m)	Piezométrica		Presión Dinámica		Presión Estática	
E.	P.O.		Inicial	Final									Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Ramal 1																		
E-190	E-198	172.11	854.13	804.05	180.72	1 1/2	1.754	PVC 160 PSI	150	1.02	0.65	1.99	854.13	852.14	0.00	48.09	0.00	50.08
E-198	E-214	206.82	804.05	821.32	217.16	1 1/2	1.754	PVC 160 PSI	150	1.02	0.65	2.40	852.14	849.74	48.08	28.42	50.08	32.81
E-214	E-223	145.14	821.32	815.77	152.40	1 1/2	1.754	PVC 160 PSI	150	1.02	0.65	1.68	849.74	848.05	28.42	32.28	32.81	38.36
E-223	E-224	13.65	815.77	812.19	14.33	1 1/4	1.52	HG	100	1.02	0.87	0.67	848.05	847.38	32.28	35.19	38.36	41.94
E-224	E-230	54.20	812.19	809.01	56.91	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	1.02	0.86	1.22	847.38	846.16	35.19	37.15	41.94	45.12
E-230	E-231	14.65	808.06	812.21	15.38	1 1/4	1.52	PVC 160 PSI	150	1.02	0.87	0.72	846.16	845.44	38.10	33.23	46.06	41.92
E-231	E-232	18.82	812.21	811.60	19.76	1 1/4	1.532	HG	100	1.02	0.86	0.42	845.44	845.02	33.24	33.42	41.92	42.53
E-232	E-245	242.03	811.60	816.21	254.13	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	1.02	0.86	5.43	845.02	839.59	33.42	23.39	42.53	37.92
E-245	E-260	349.48	816.21	807.62	366.95	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	1.02	0.86	7.84	839.59	831.78	23.39	24.14	37.92	46.51
Ramal 1.1																		
E-198	E-198.6	128.16	804.05	788.56	134.57	1/2	0.716	PVC 160 PSI	150	0.55	2.11	36.95	852.14	815.19	48.08	26.62	50.08	65.57
Ramal 1.2																		
E-214	E-214.10	177.93	821.32	789.81	186.83	1	1.195	PVC 160 PSI	150	1.40	1.93	23.91	849.74	825.82	28.42	36.01	32.81	64.32
Ramal 1.3																		
E-232	E-232.16	359.16	811.60	757.82	377.12	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	1.64	1.38	19.45	811.60	792.14	0.00	34.32	0.00	53.78
Ramal 1.4																		
E-245	P-2	373.23	816.21	750.54	391.89	1 1/4	1.532	PVC 160 PSI	150	2.01	1.69	29.42	816.21	786.79	0.00	36.25	0.00	65.67
Ramal 2																		
E-190	E-190.15	107.68	854.13	808.03	113.06	1	1.195	PVC 160 PSI	150	1.16	0.75	1.59	854.13	852.54	0.00	44.51	0.00	46.10
E-190.15	E-190.20	226.37	808.03	791.66	237.61	1	1.195	PVC 160 PSI	150	0.77	1.07	5.36	852.54	838.46	35.80	46.80	46.10	52.17
E-190.20	E-190.29		791.66	797.51	201.00	3/4	0.926	PVC 250 PSI	150	0.77	1.78	31.44	838.46	807.03	46.80	9.51	62.46	46.31
Ramal 2.1																		
E-190.15	E-190.17	70.34	808.03	801.78	73.86	1/2	0.716	PVC 315 PSI	150	0.77	2.98	38.50	52.54	814.04	44.51	12.26	46.10	52.35

Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Planta (IBCOMAT)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Perspectiva exterior 1 (IBCOMAT)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Perspectiva exterior 2 (IBCOMAT)**



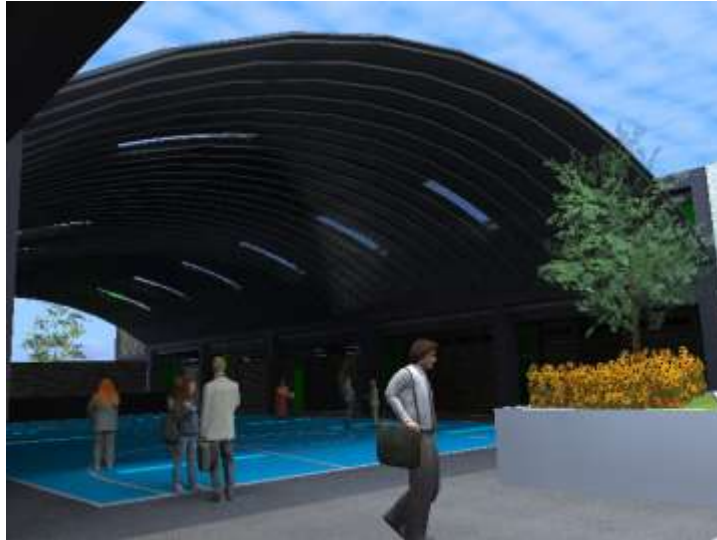
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Perspectiva interior 1 (IBCOMAT)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Perspectiva interior 2 (IBCOMAT)**

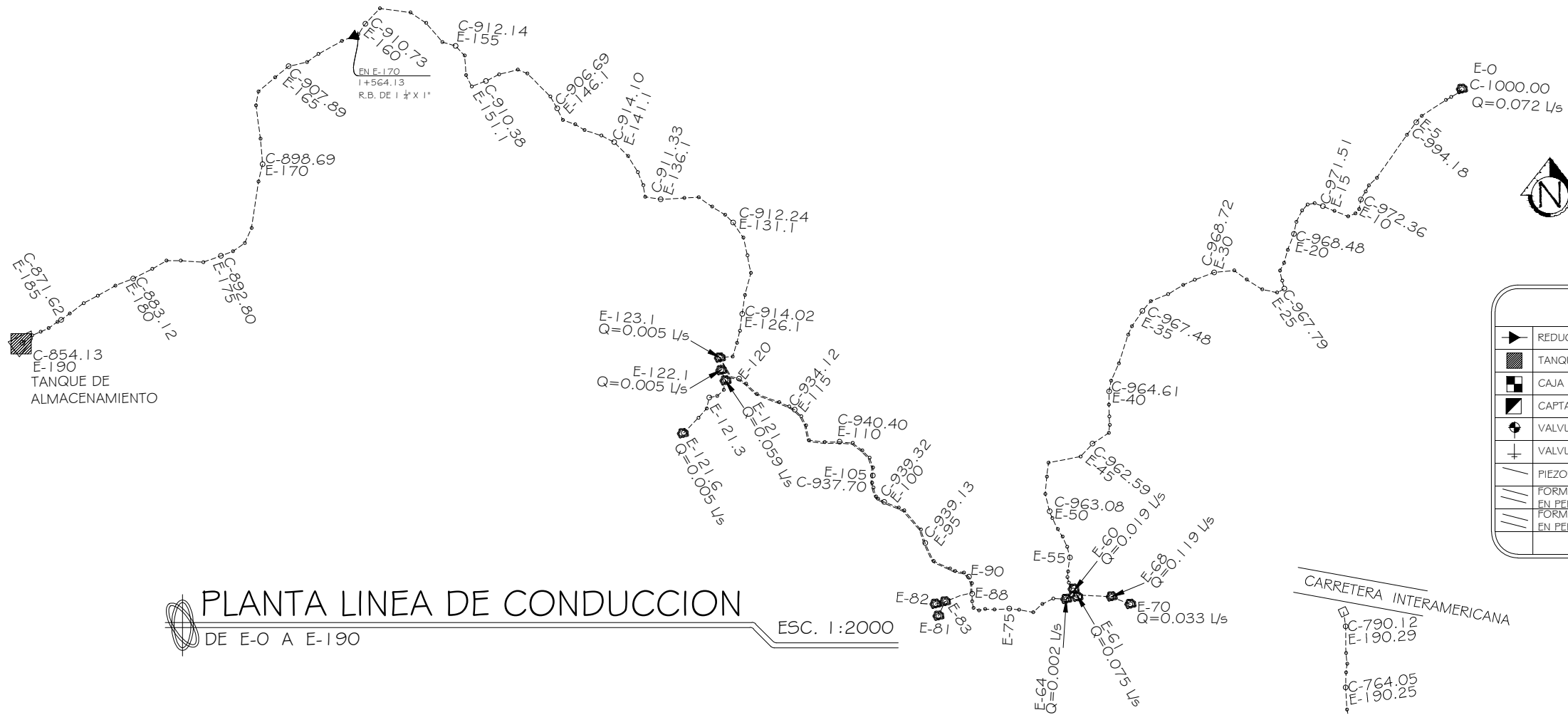


Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Perspectiva interior 3 (IBCOMAT)**



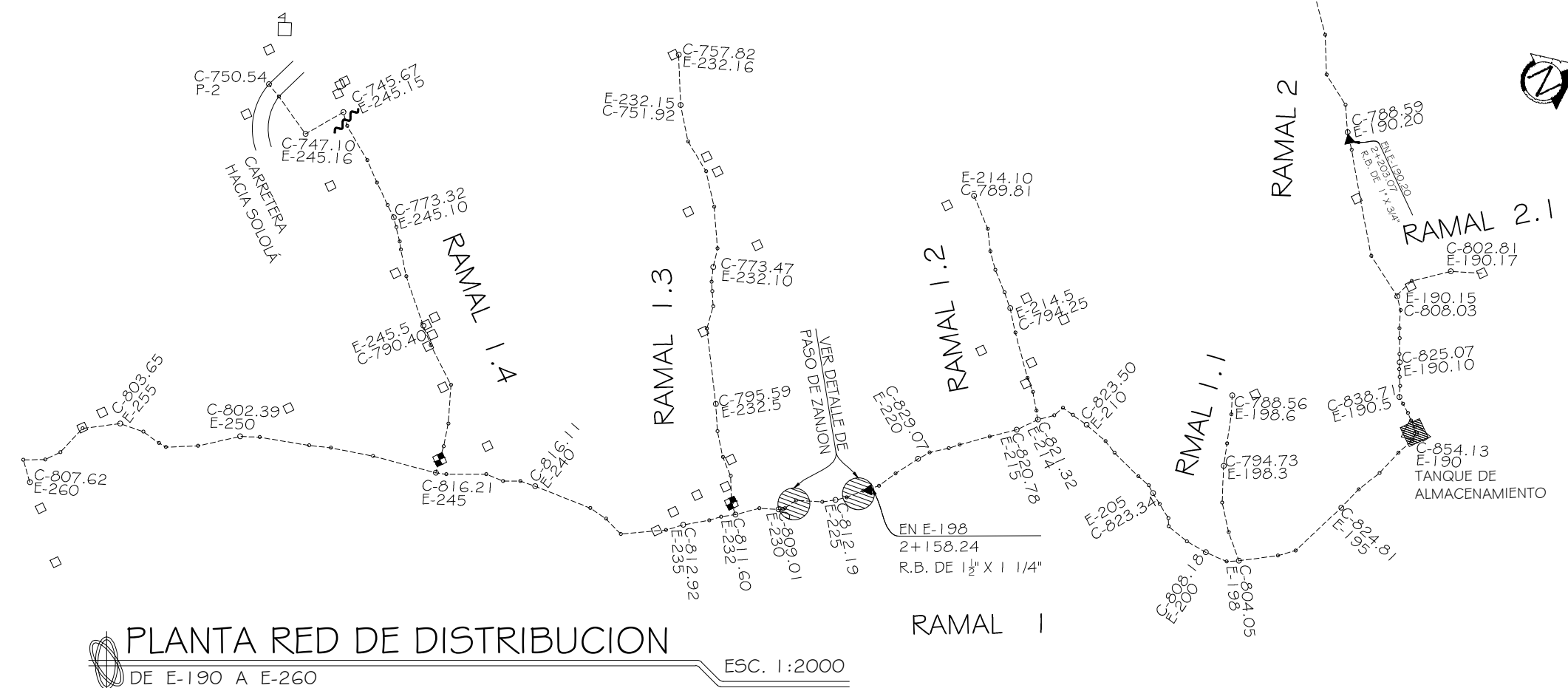
Fuente: elaboración propia.



SIMBOLOGIA

	REDUCTOR BUSHING (R.B.)		ESTACIONES
	TANQUE DE DISTRIBUCION		CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAJA ROMPE PRESION CON V.F.		TUBERIA DE CONDUCCION
	CAPTACION		TUBERIA DE DISTRIBUCION
	VALVULA DE AIRE (V.A.)		NACIMIENTO
	VALVULA DE LIMPIEZA		PASO DE ZANJON
	PIEZOMETRICA Q= lt/s		INDICACION DE DETALLES
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA HG		QUEBRADA, RIO
	FORMA DE COLOCAR EN PERFIL LA TUBERIA PVC		CAMINO
			CERCO

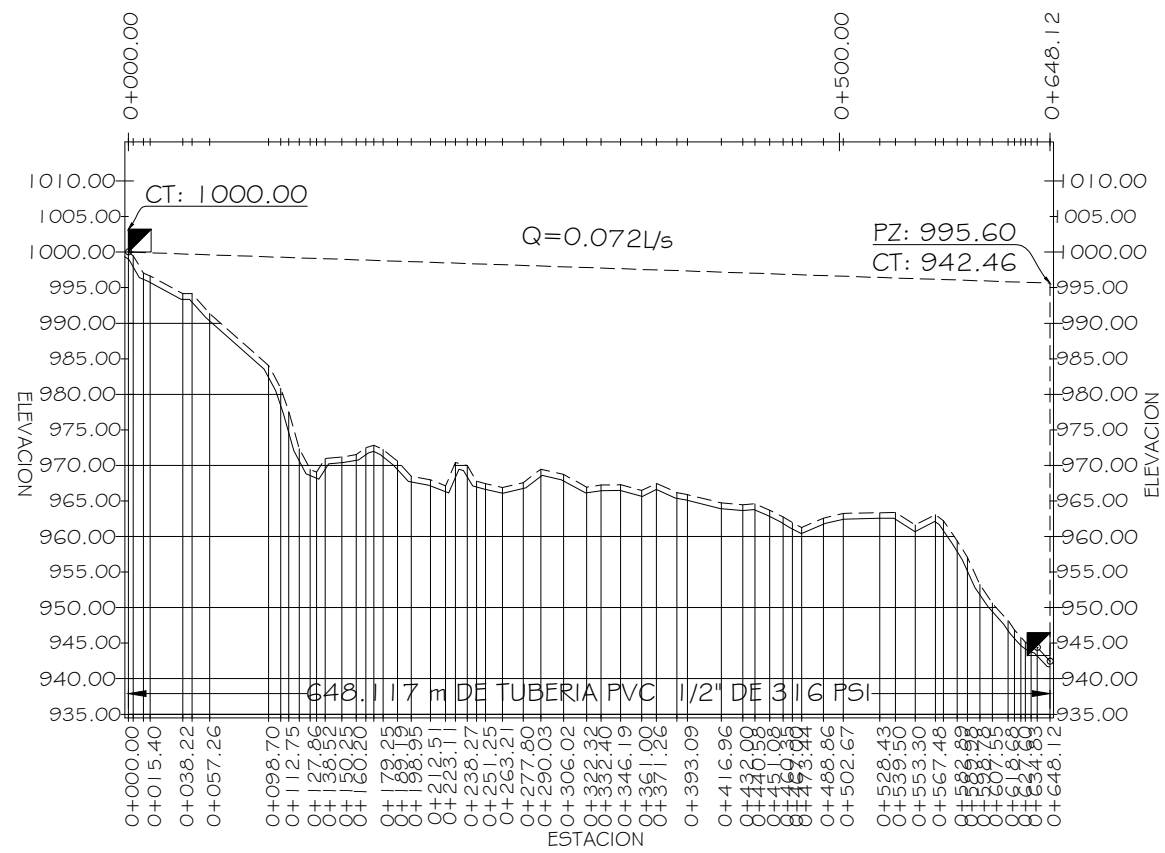
PLANTA LINEA DE CONDUCCION
DE E-0 A E-190 ESC. 1:2000



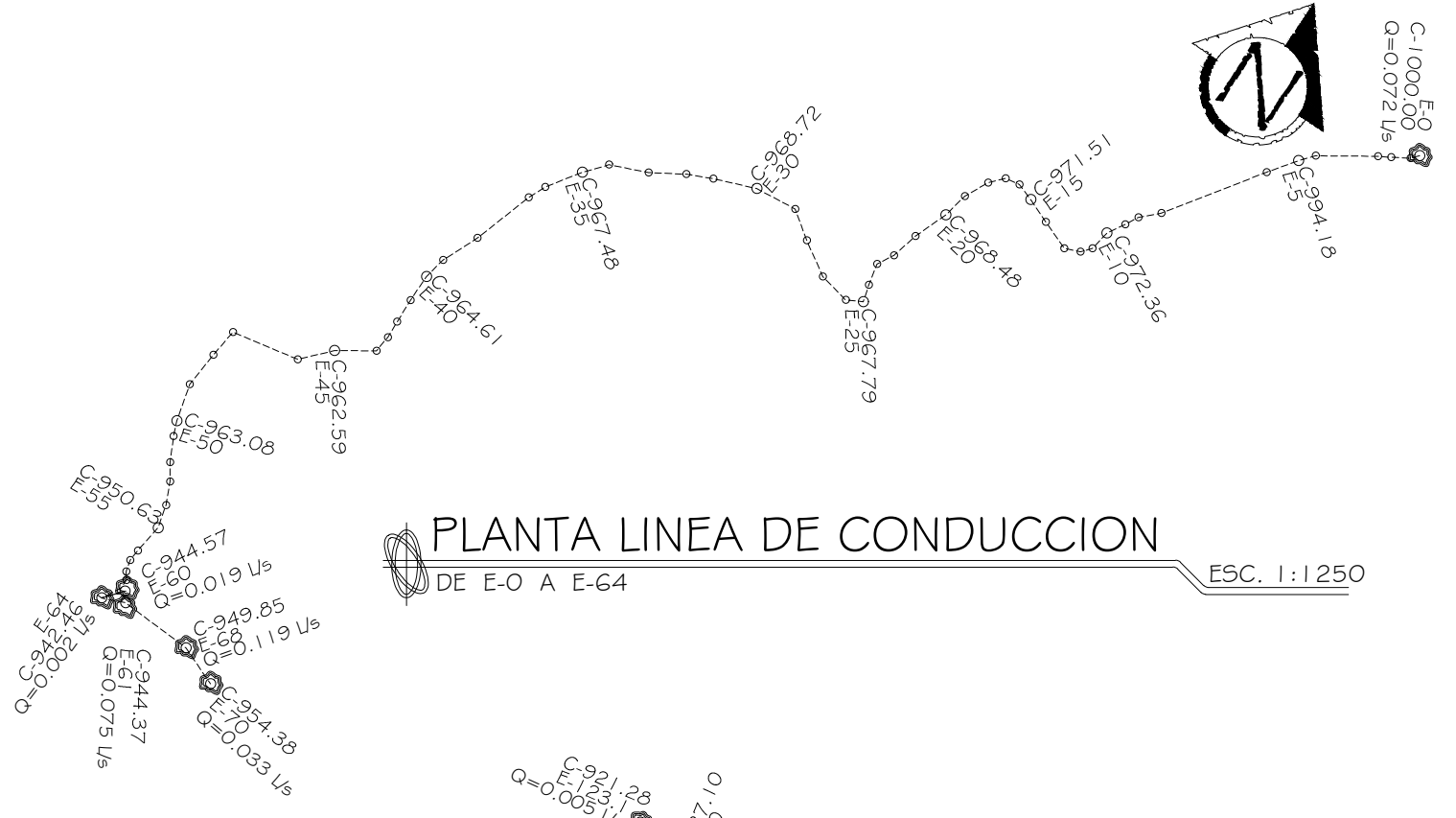
PLANTA RED DE DISTRIBUCION
DE E-190 A E-260 ESC. 1:2000



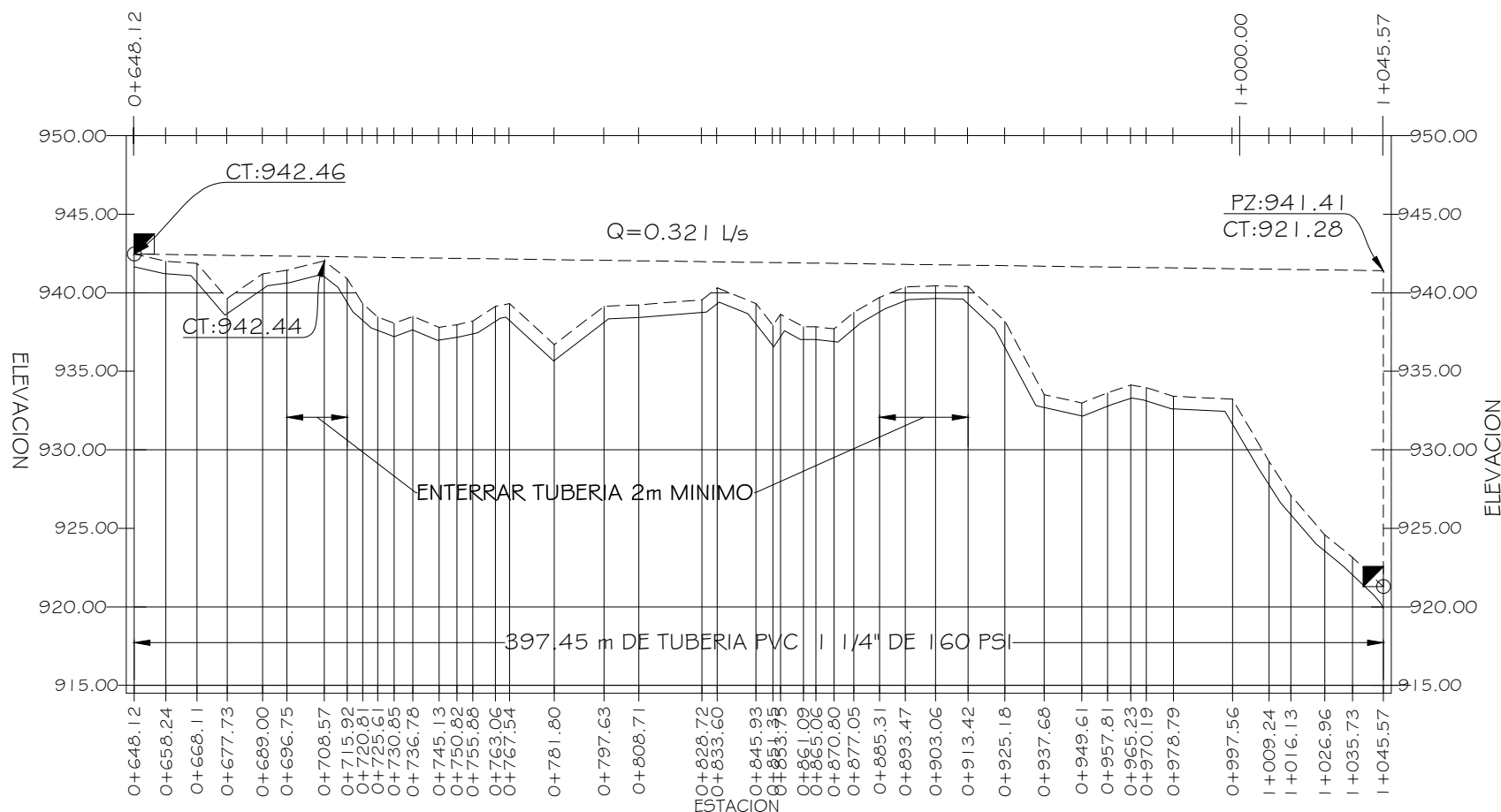
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION	1	15
ASESOR DE REGION: Ing. Juan March	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alan Javier Fabian Mendez	ESCALA: Habiendo



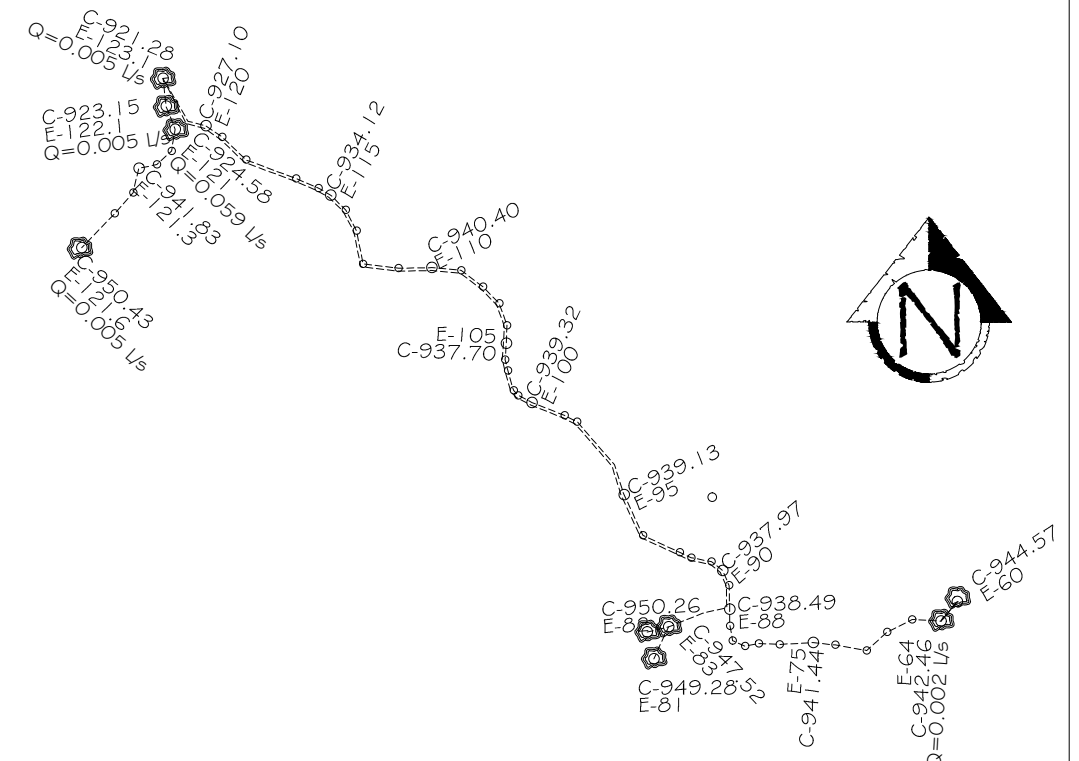
PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DE E-O A E-64
ESC. VERTICAL: 1:500
HORIZONTAL: 1:2500



PLANTA LINEA DE CONDUCCION
DE E-O A E-64
ESC. 1:1250

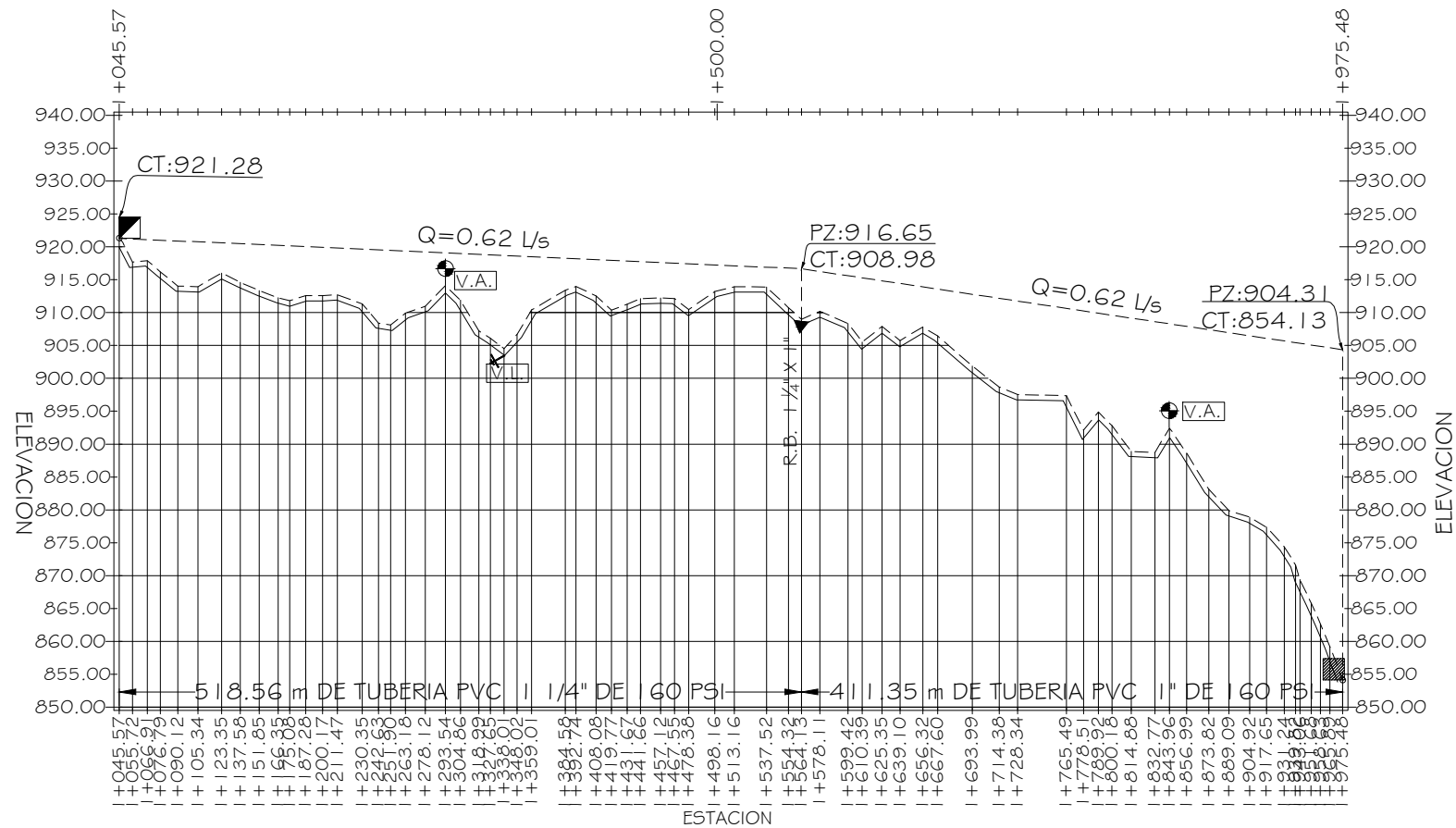


PERFIL LINEA DE CONDUCCION
DE E-64 A E-123.1
ESC. VERTICAL: 1:200
HORIZONTAL: 1:1000

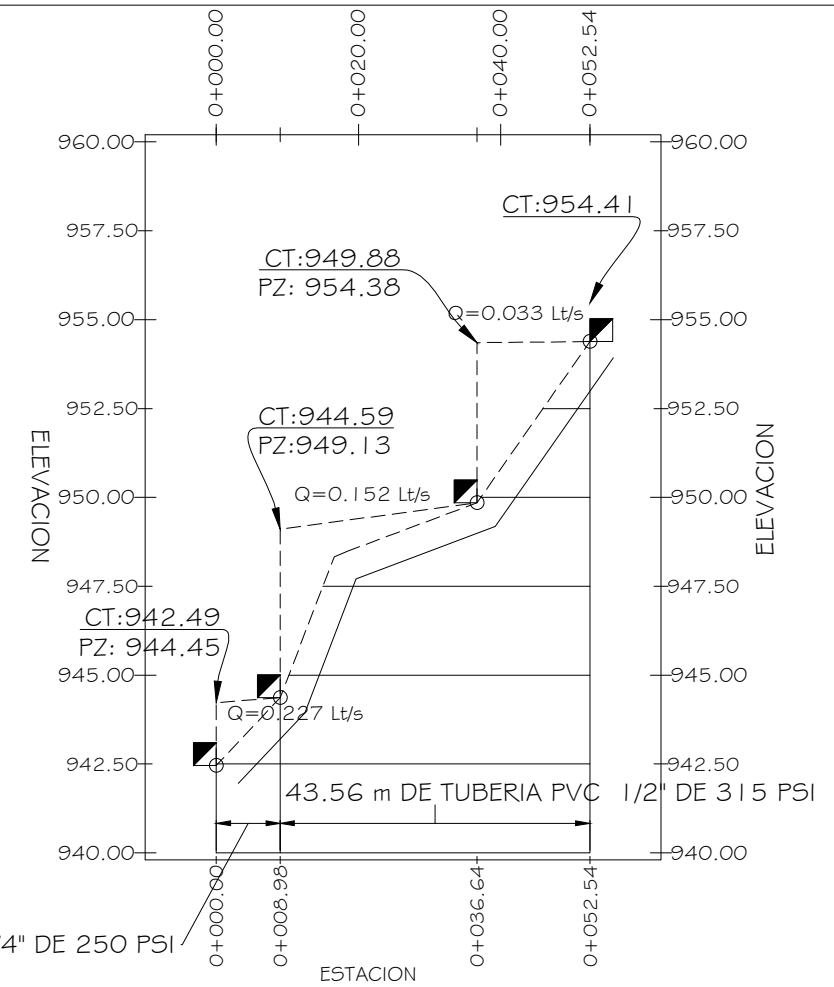


PLANTA LINEA DE CONDUCCION
DE E-64 A E-123.1
ESC. 1:1250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION	DISEÑO EPS INGENIERIA Mr. Juan Manuel Méndez 2009/2000	ESCALA: 1/1500	2 / 15
ALTIPLANO			



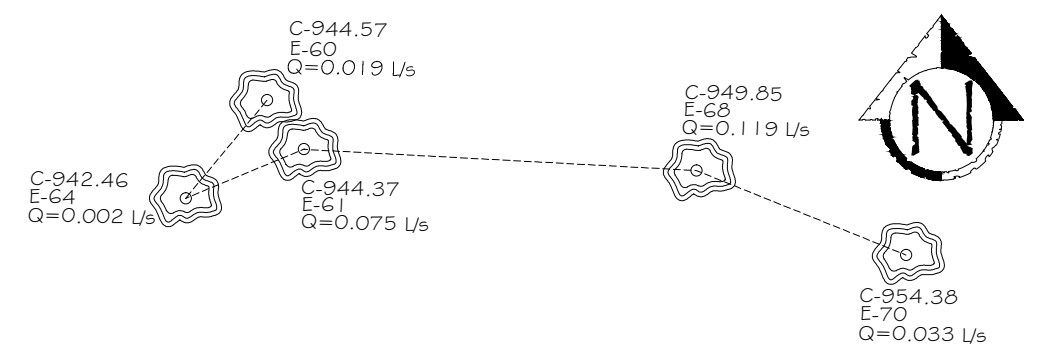
PERFIL LINEA DE CONDUCCION
 DE E-123.1 A E-190
 ESC. VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION
 DE E-70 A E-64
 ESC. VERTICAL: 1:200
 HORIZONTAL: 1:1000

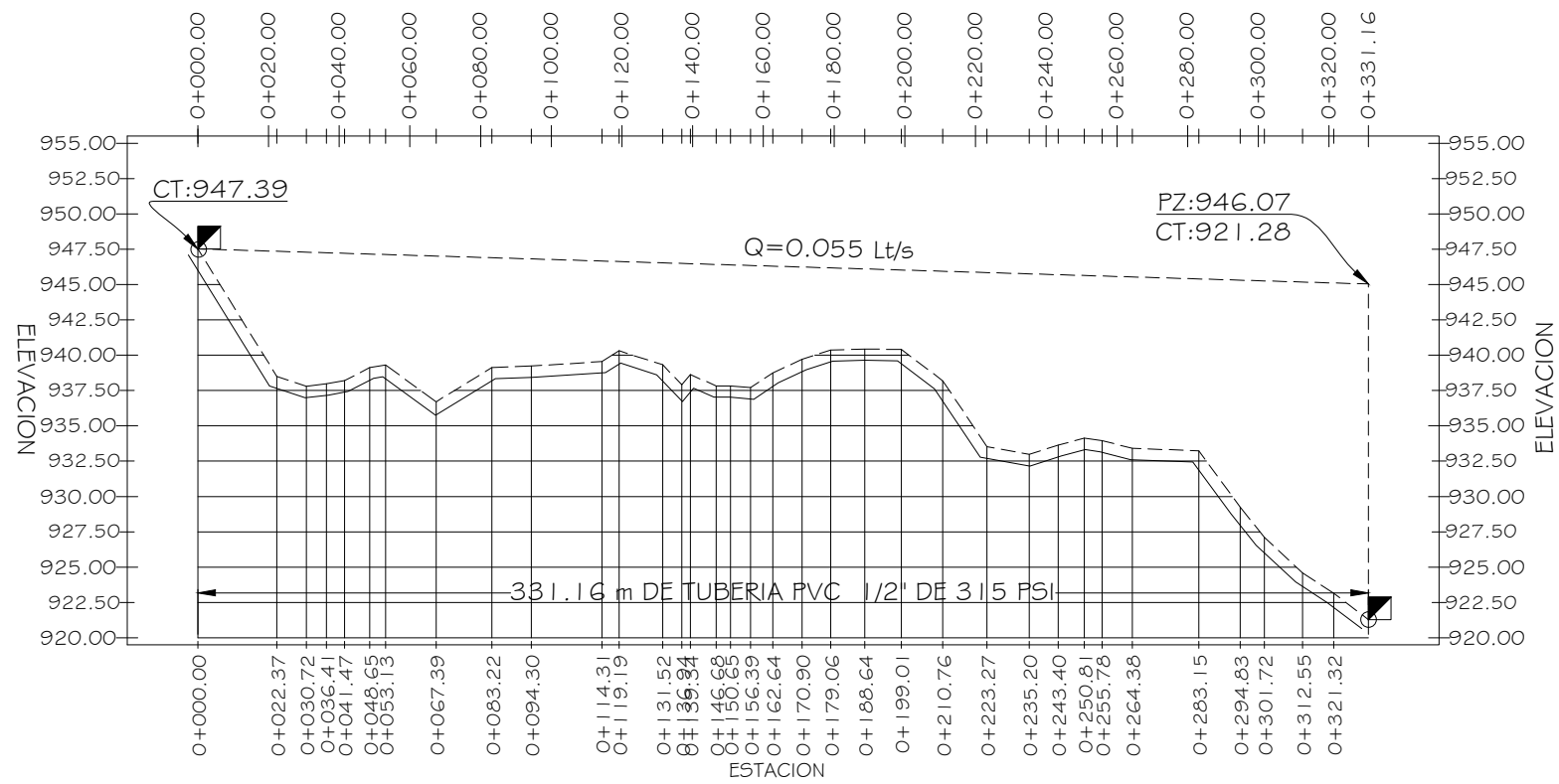


PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 DE E-123.1 A E-190
 ESC. 1:1250

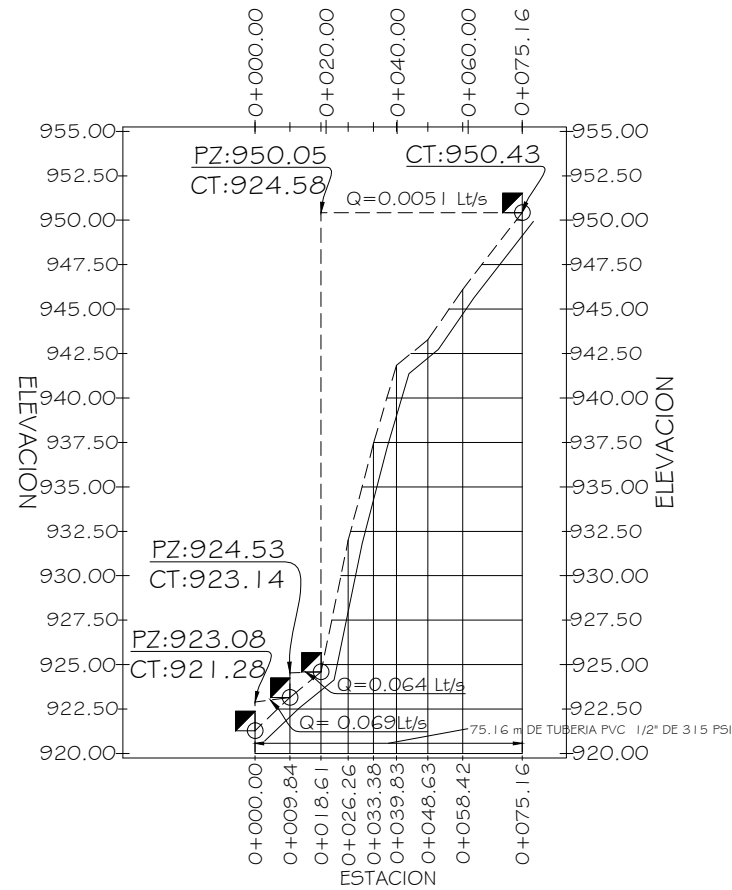


PLANTA LINEA DE CONDUCCION
 DE E-70 A E-64
 ESC. 1:250

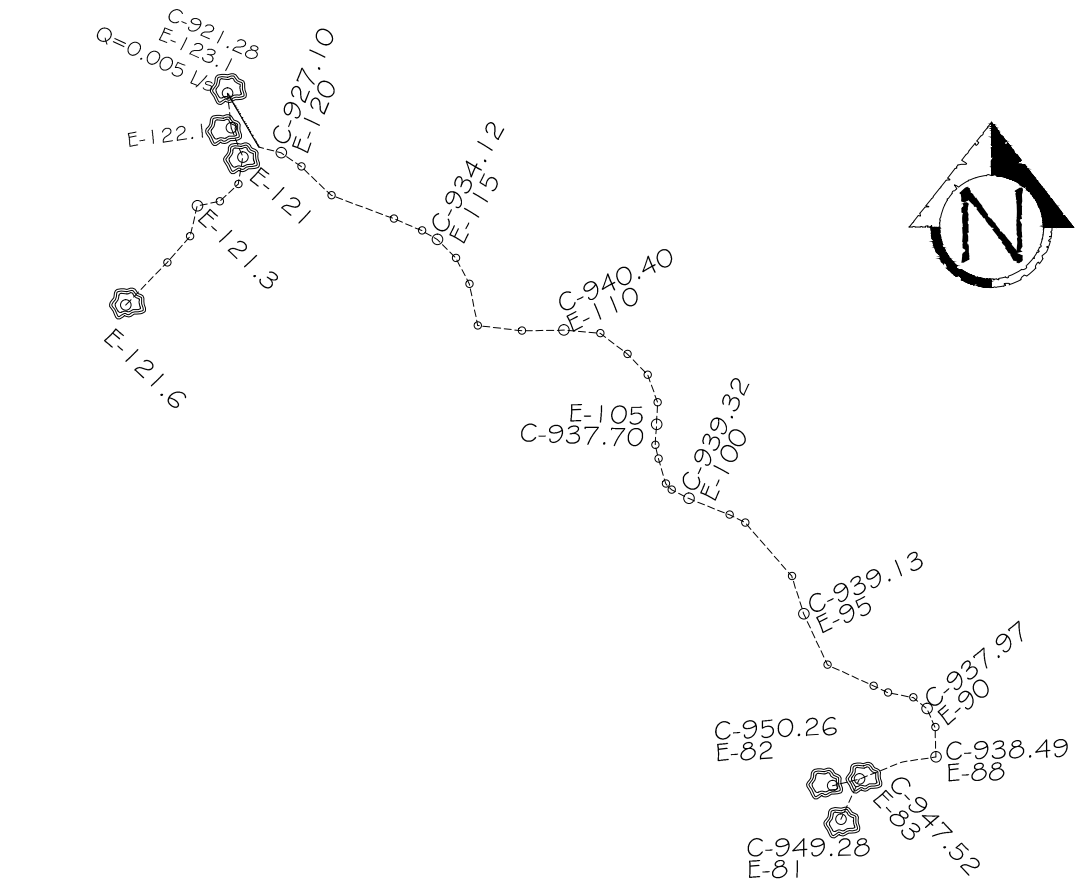
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar. Javier Pineda Méndez 2008/2009	ESCALA: Vertical 3/15



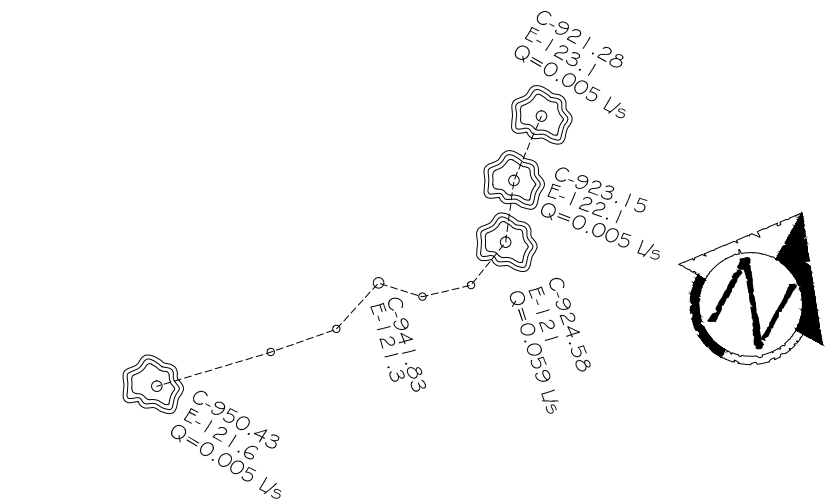
PERFIL LINEA DE CONDUCCION ESC. VERTICAL: 1:200 HORIZONTAL: 1:1000
DE E-83 A E-123.1



PERFIL LINEA DE CONDUCCION ESC. VERTICAL: 1:200 HORIZONTAL: 1:1000
DE E-121.6 A E-123.1



PLANTA LINEA DE CONDUCCION ESC. 1:1000
DE E-70 A E-64



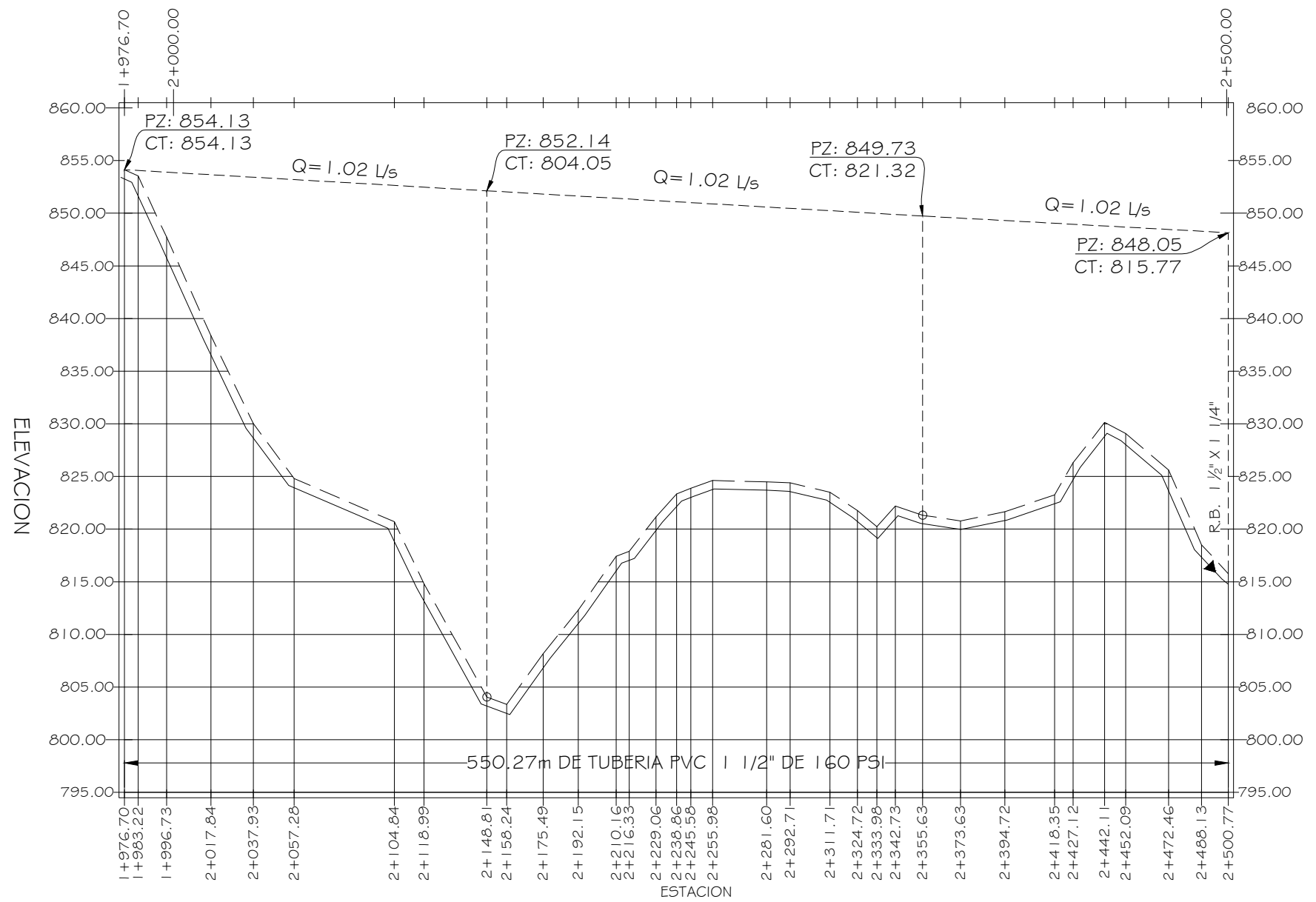
PLANTA LINEA DE CONDUCCION ESC. 1:500
DE E-121.6 A E-123.1



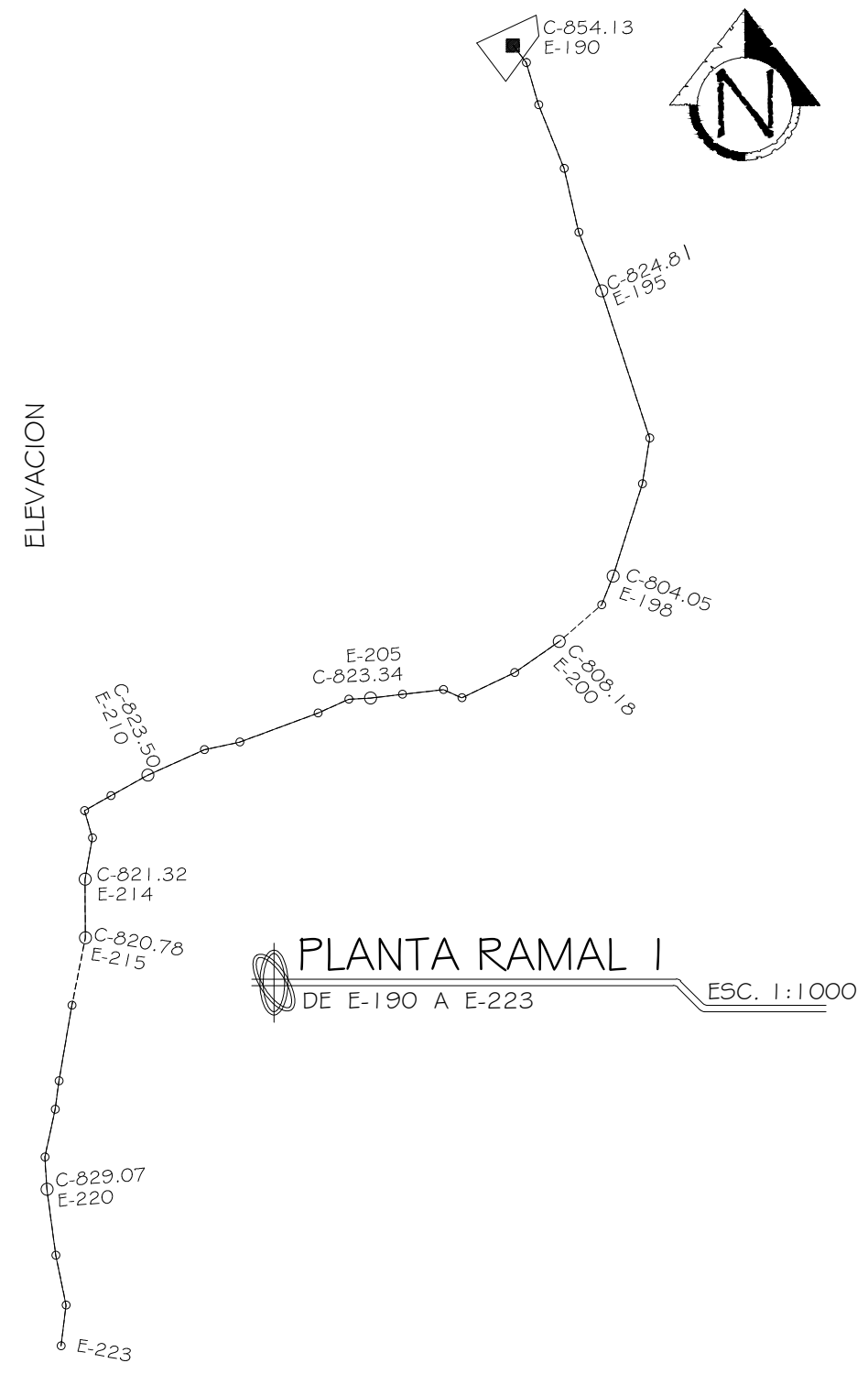
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS CASTRO

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION 4/15
DISEÑO EPS INGENIERIA: ESCALA: 1:500
ALTIPLANO

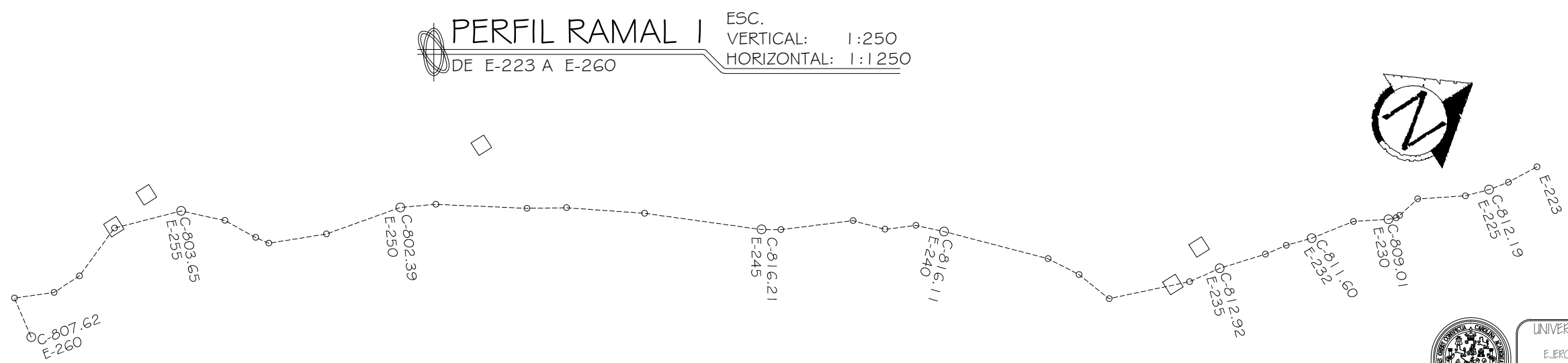
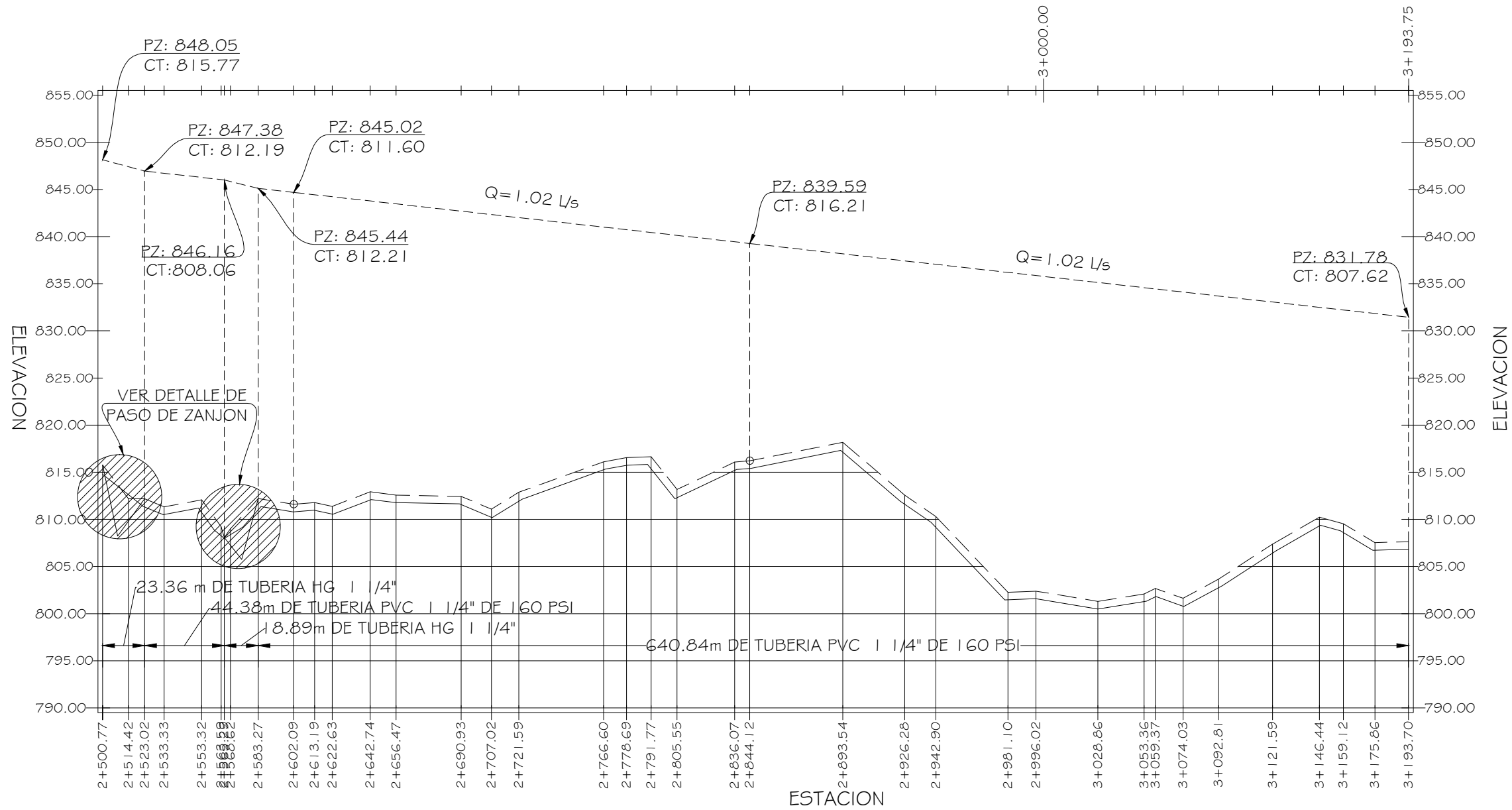


PERFIL RAMAL I ESC. VERTICAL: 1:250 HORIZONTAL: 1:1250
 DE E-190 A E-223

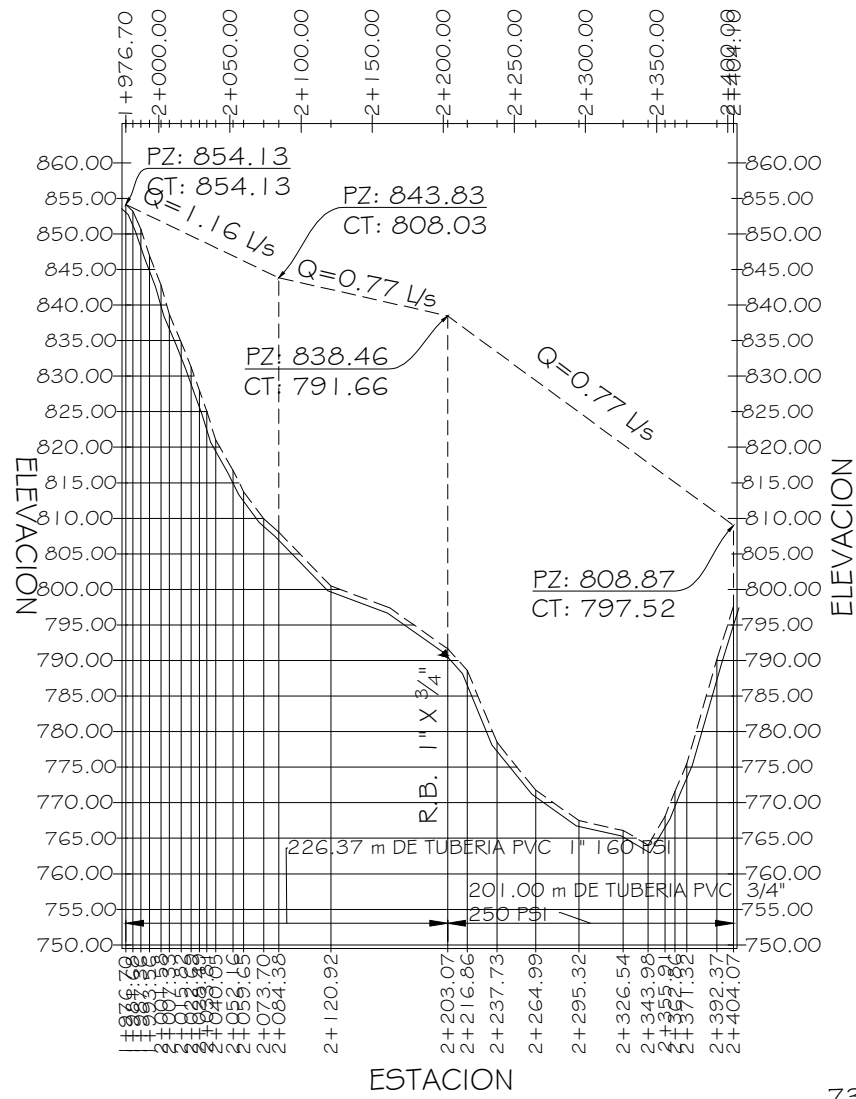


PLANTA RAMAL I ESC. 1:1000
 DE E-190 A E-223

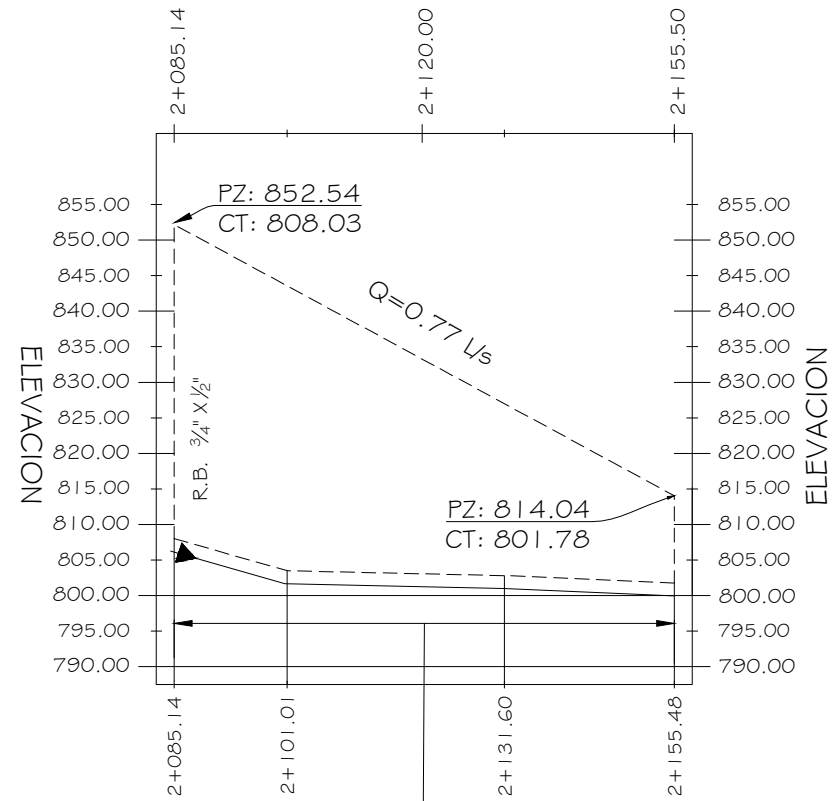
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
	CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCION	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alir Javier Pérez Méndez 2008/2009	ESCALA: 5/15 Volcada



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
	CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCION	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Altiplano Ingenieros 2008/2009	ESCALA: 6/15 Volcada

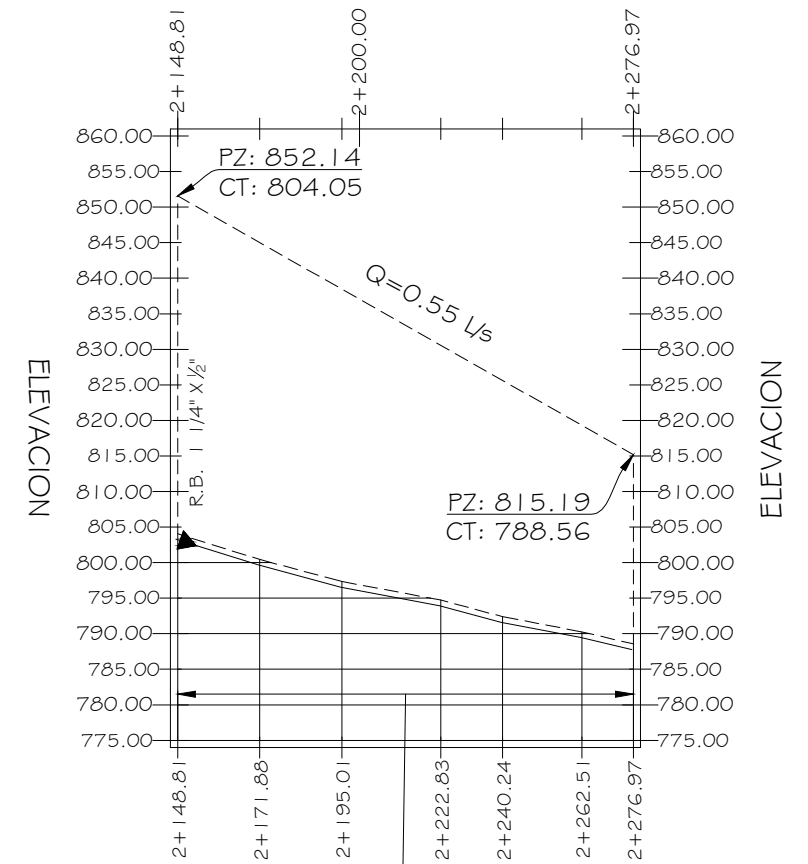


PERFIL RAMAL 2 ESC. VERTICAL: 1:500 HORIZONTAL: 1:2500
DE E-190 A E-190.29



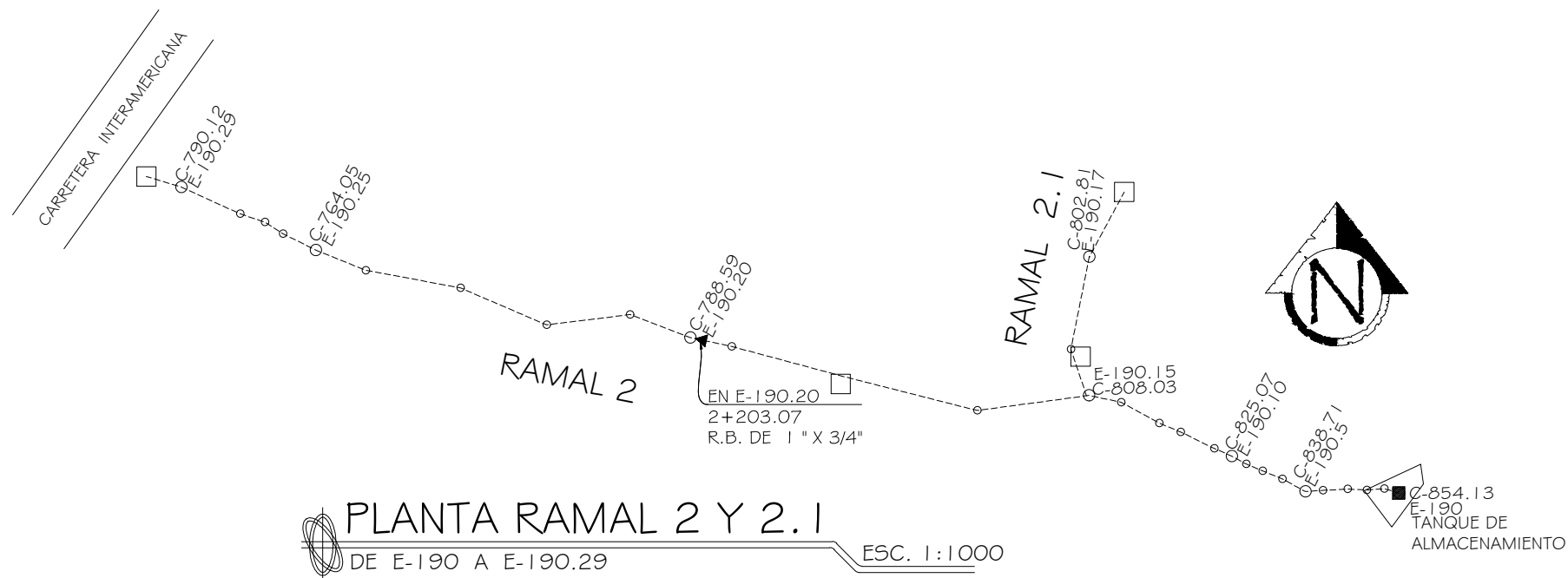
73.85m DE TUBERIA PVC 1/2" DE 315 PSI

PERFIL RAMAL 2.1 ESC. VERTICAL: 1:500 HORIZONTAL: 1:500
DE E-190.15 A E-190.17

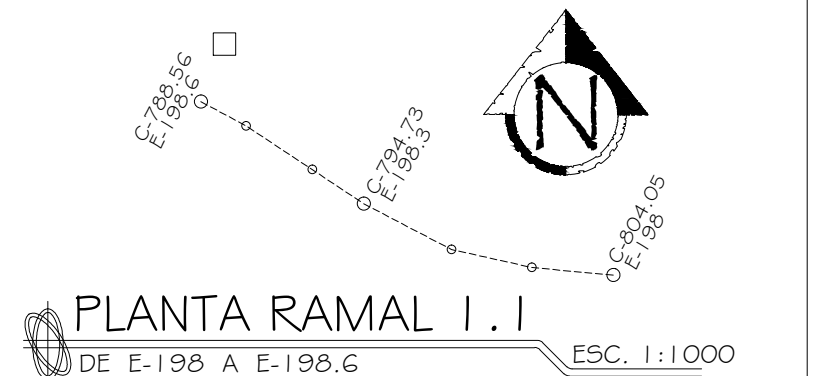


134.56 m DE TUBERIA PVC 1/2" DE 315 PSI

PERFIL RAMAL 1.1 ESC. VERTICAL: 1:500 HORIZONTAL: 1:1000
DE E-198 A E-198.6

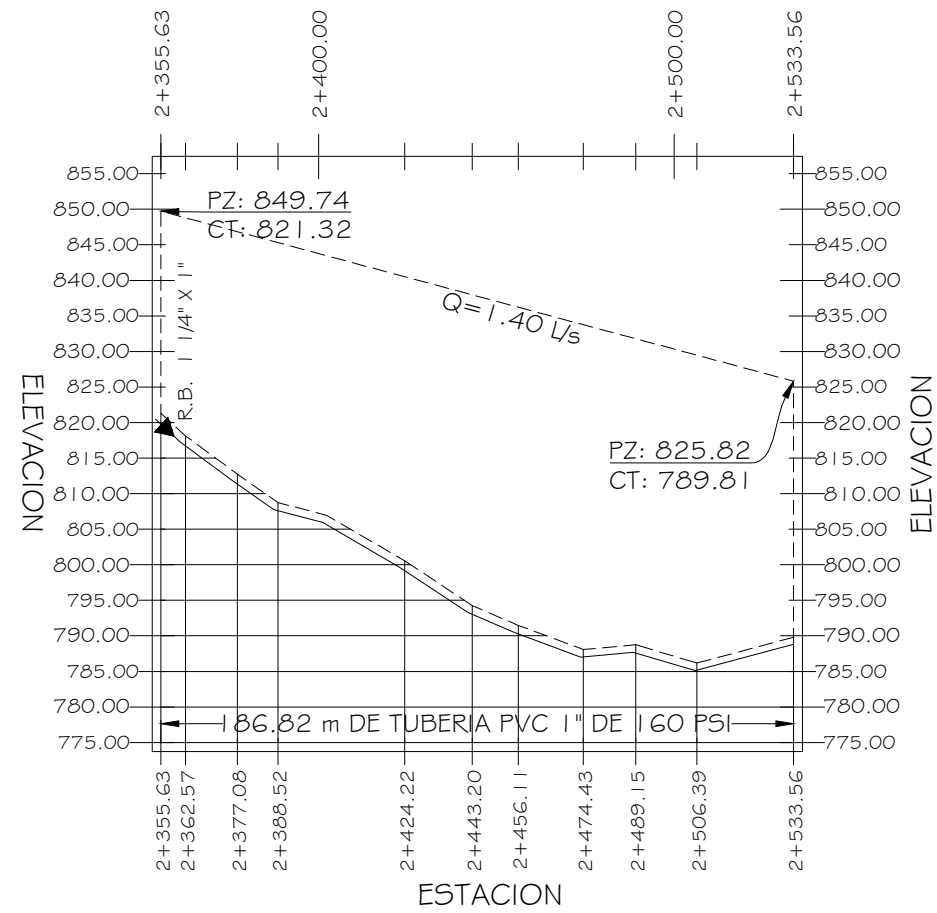


PLANTA RAMAL 2 Y 2.1 ESC. 1:1000
DE E-190 A E-190.29

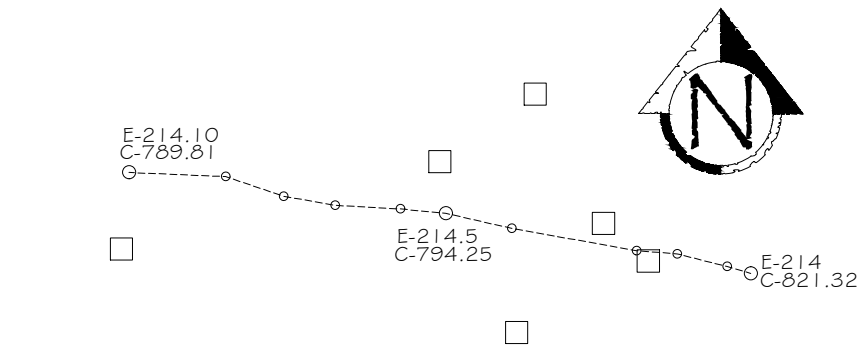


PLANTA RAMAL 1.1 ESC. 1:1000
DE E-198 A E-198.6

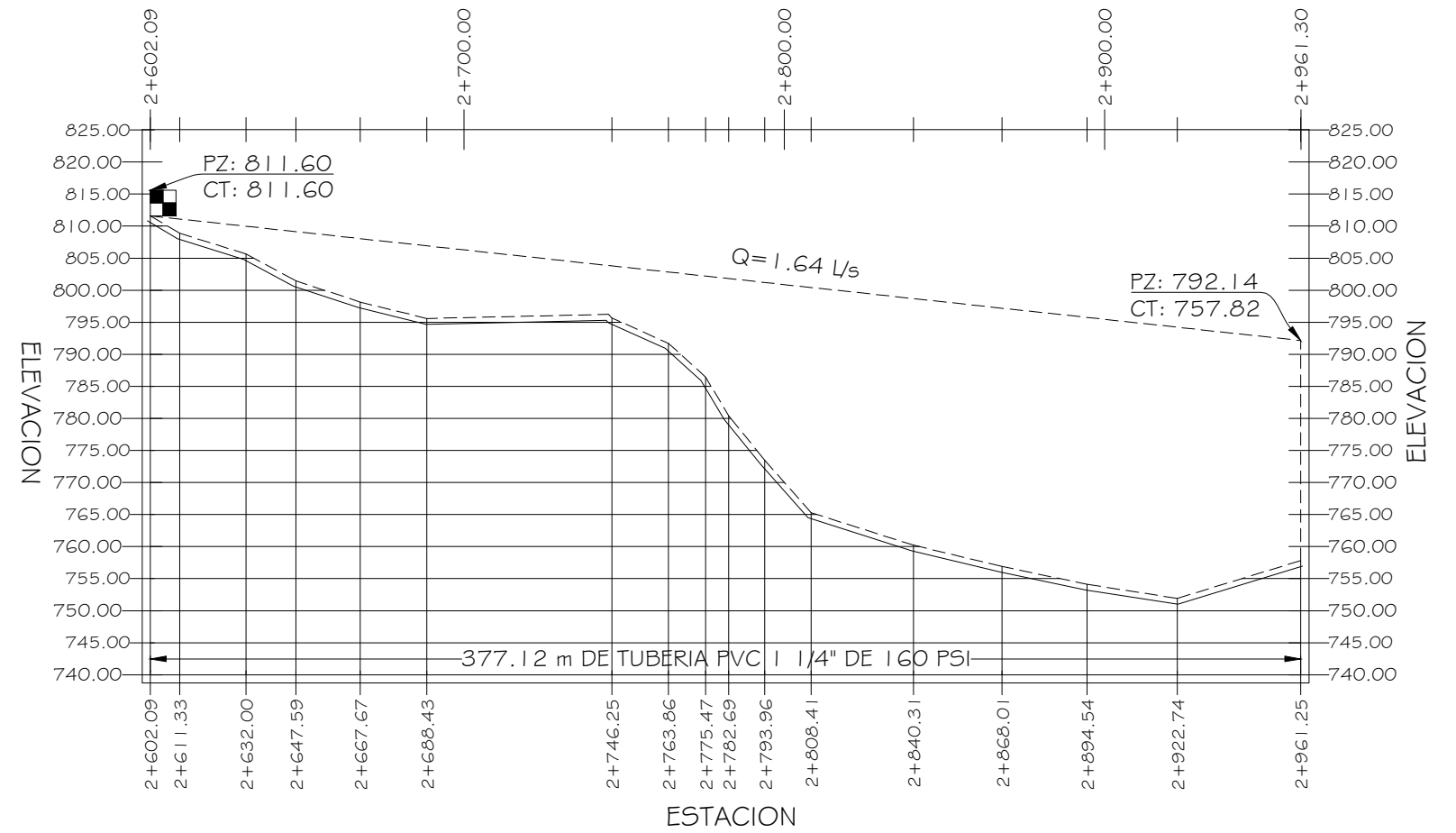
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCION	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alir Juan Pérez Méndez 2008/2009	ESCALA: 1:1000
			7 15



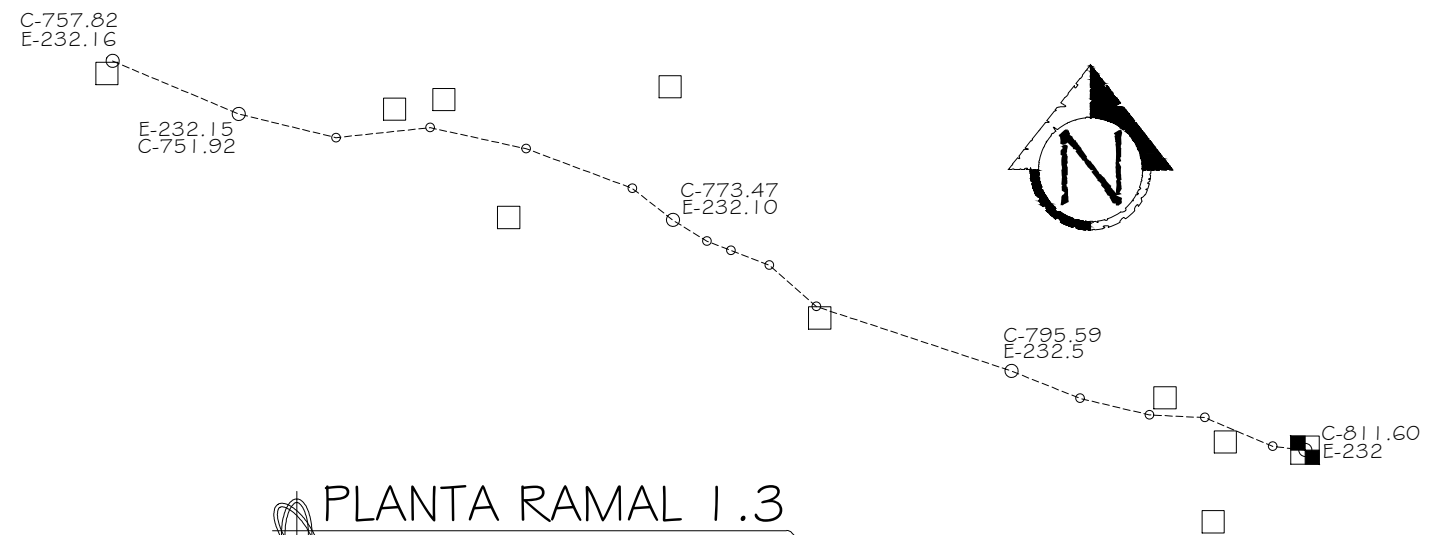
PERFIL RAMAL 1.2 ESC. VERTICAL: 1:500 HORIZONTAL: 1:1000
DE E-214 A E-214.10



PLANTA RAMAL 1.2 ESC. 1:1000
DE E-214 A E-214.10

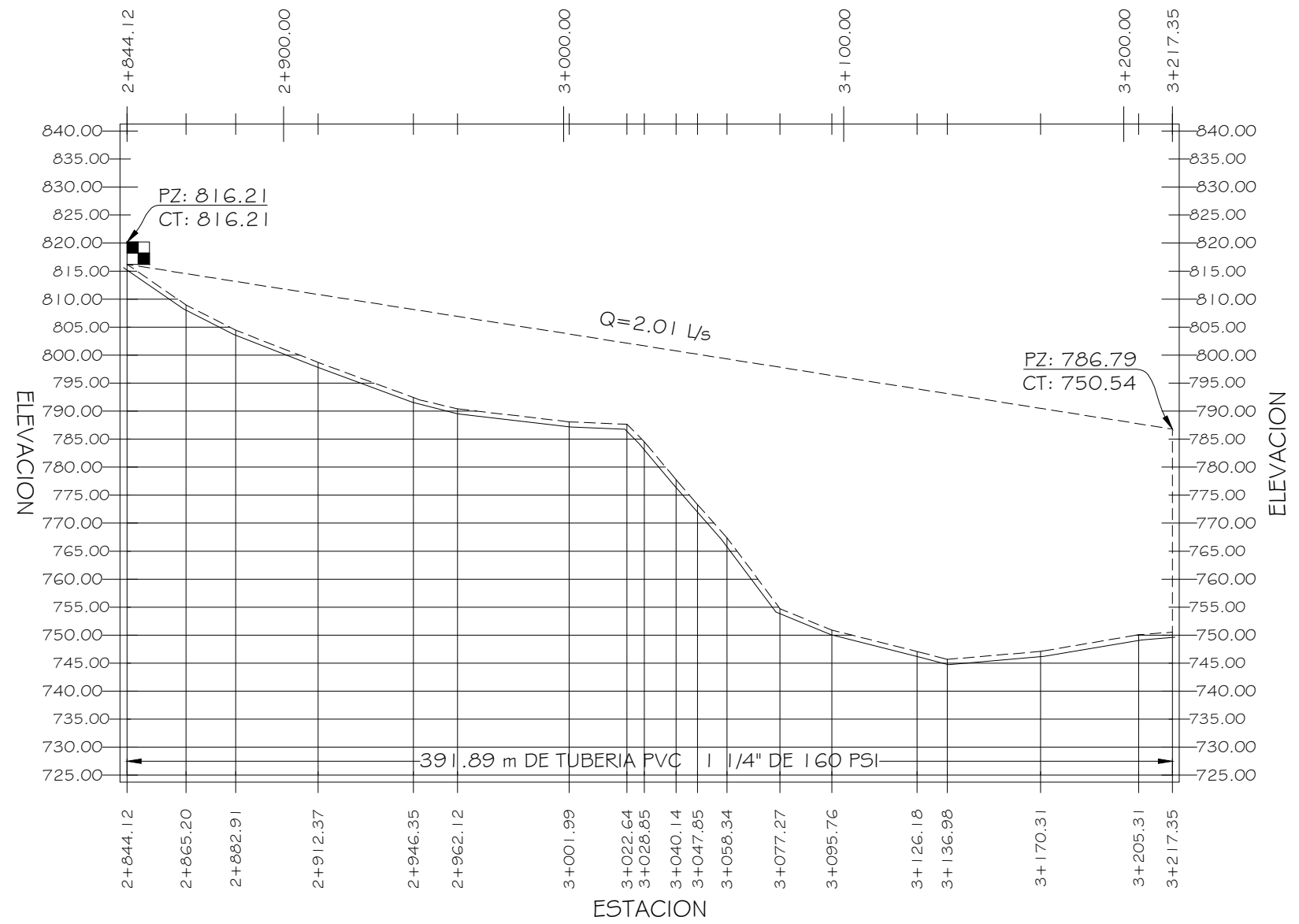


PERFIL RAMAL 1.3 ESC. VERTICAL: 1:500 HORIZONTAL: 1:1000
DE E-232 A E-232.16

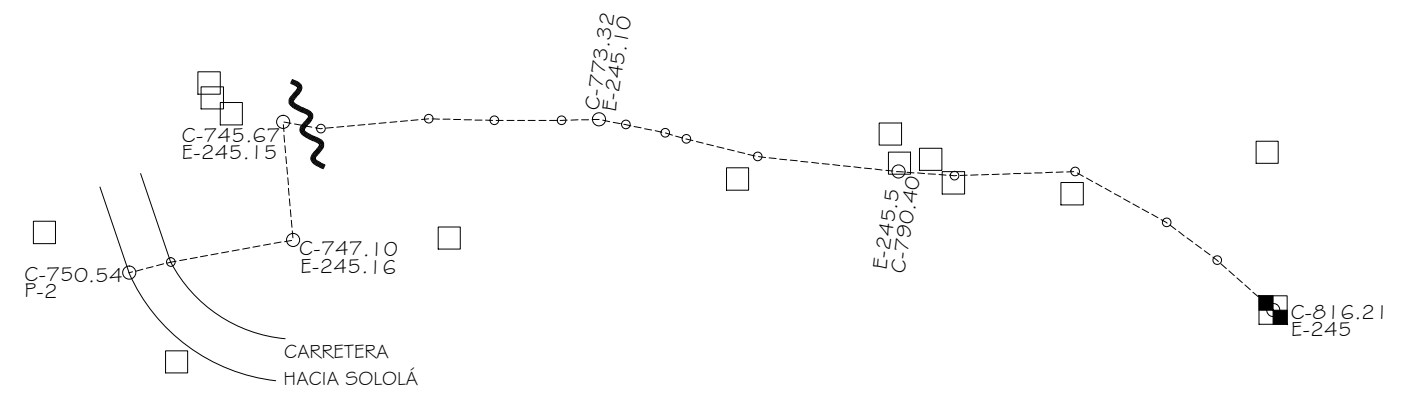


PLANTA RAMAL 1.3 ESC. 1:1000
DE E-232 A E-232.16

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
	CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCION	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvarado Pineda Méndez 2008/2009	ESCALA: 1:1000



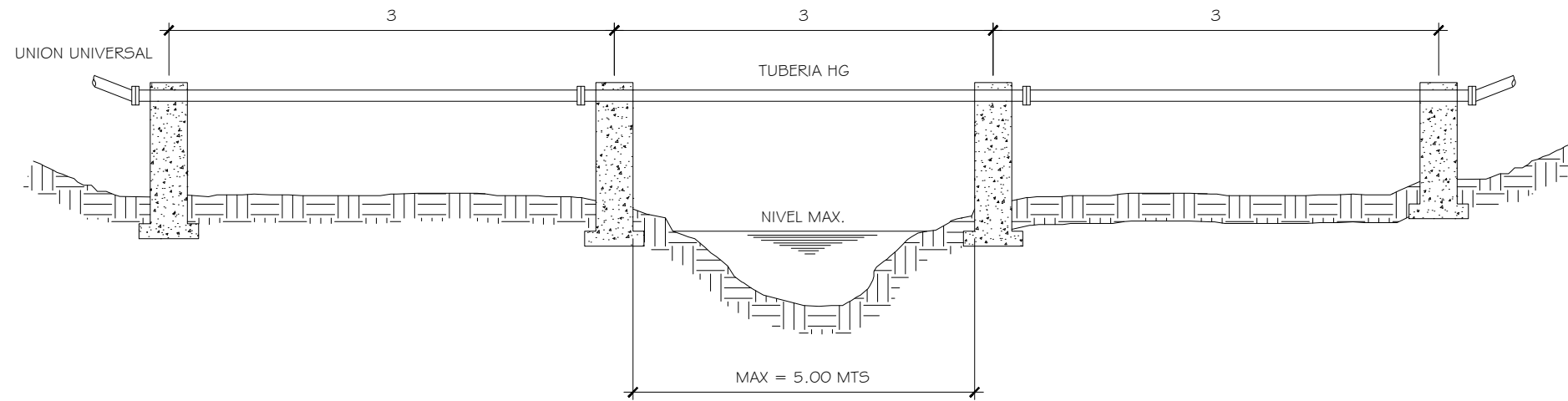
PERFIL RAMAL 1.4
 DE E-245 A P-2
 ESC. VERTICAL: 1:500
 HORIZONTAL: 1:1000



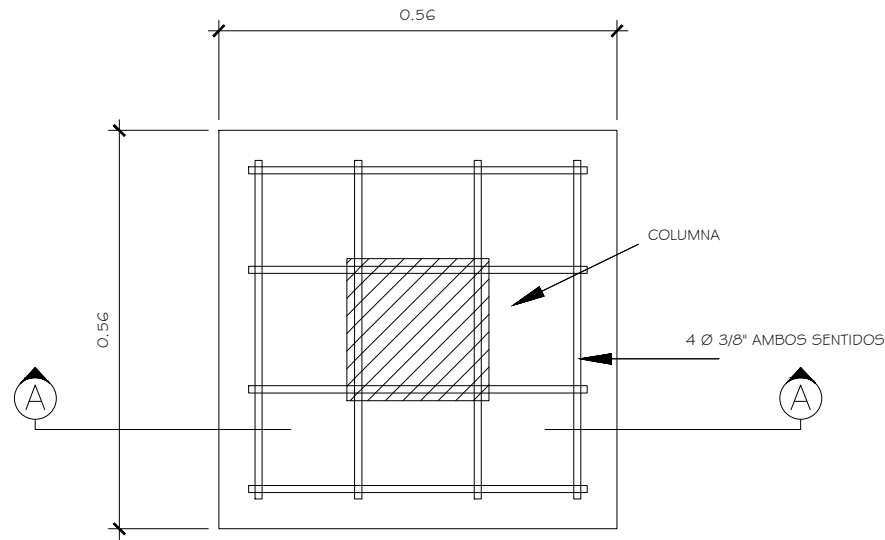
PLANTA RAMAL 1.4
 DE E-245 A P-2
 ESC. 1:1000



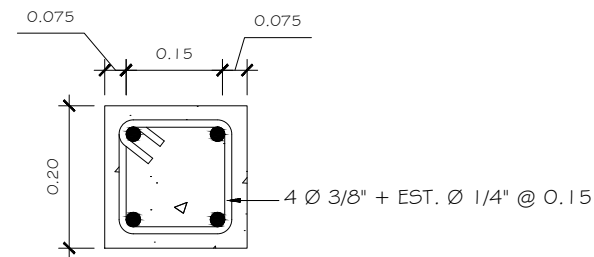
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL RED DE DISTRIBUCION	9	15
AGENCIADOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Monzón 2008/2009	ESCALA: Valeado



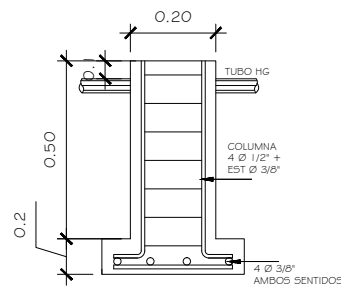
PASO DE ZANJON ESC. 1:50



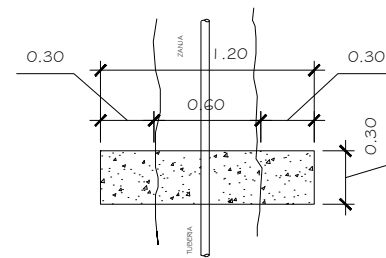
PLANTA DE ZAPATA ESC. 1:5



COLUMNA C-1 ESC. 1:5



SECCION A-A ESC. 1:20



DETALLE SIN ESCALA

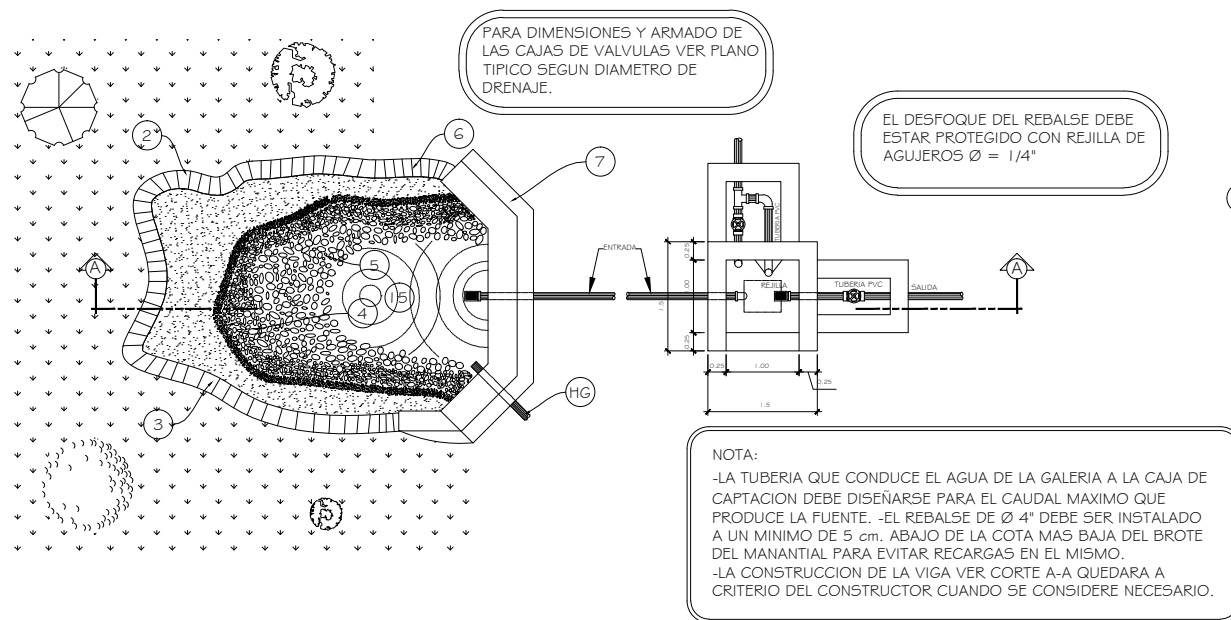


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

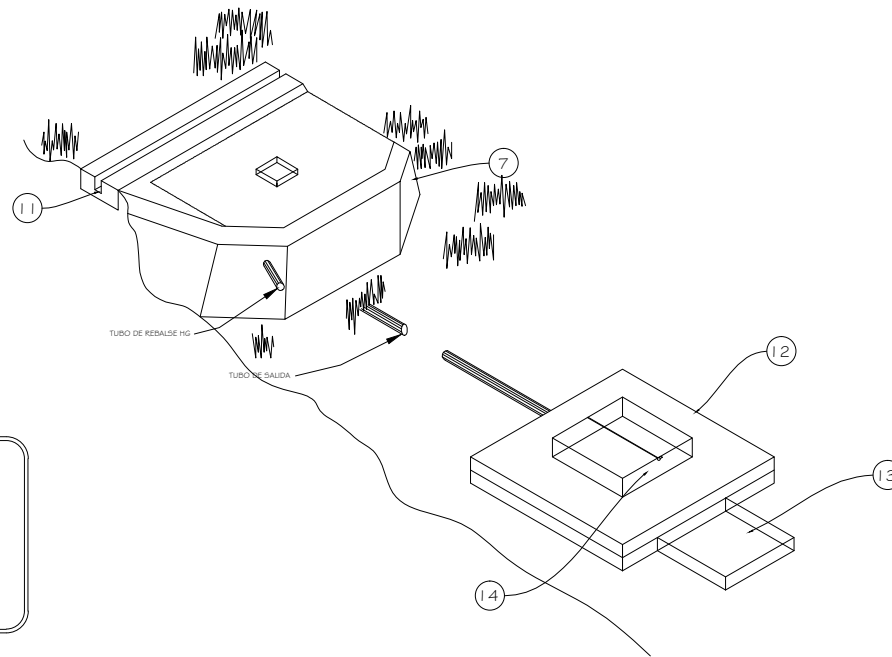
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS CASTRO

CONVENIO:
PASO DE ZANJON

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alan Javier Fabian Mendez 2008/2009	ESCALA: Indicada	10/15
--------------------------------------	--	---------------------	-------



PLANTA
CAPTACION SUPERFICIAL SIN ESCALA



ISOMETRICO
CAPTACION SUPERFICIAL SIN ESCALA

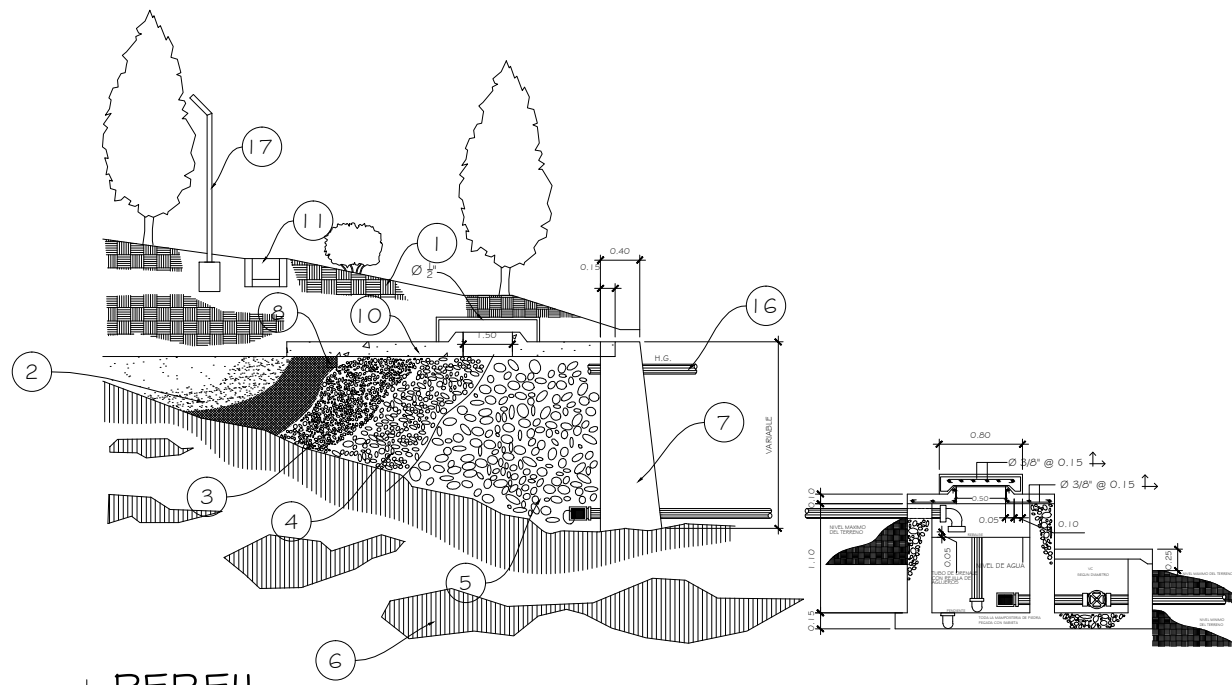
· CONCRETO CICLOPEO:
 PIEDRA BOLA 33% CONCRETO 67%

· CONCRETO:
 $2 Fc = 210 \text{ Kg./cm}^2$ 3000 Lbs./plg

· MUROS:
 LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA

· LOSAS:
 LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2)

REFUERZO:
 $f_y = 2810 \text{ Kg./cm.}$



PERFIL
CAPTACION SUPERFICIAL SIN ESCALA

- ① TERRENO NATURAL
- ② ACUIFERO
- ③ GRAVA 1/2"
- ④ GRAVA 3"
- ⑤ PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- ⑥ MANTO DE ROCA
- ⑦ MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPEO
- ⑧ VIGA 0.20 X 0.20 4 $\varnothing 3/8"$ + EST. $\varnothing 1/4"$ @ 0.20
- ⑨ TAPADERA PARA INSPECCION
- ⑩ SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
- ⑪ CONTRACUNETA REVESTIDA
- ⑫ CAJA REUNIDORA
- ⑬ CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
- ⑭ CANDADO PARA INTERPERIE
- ⑮ DEPOSITO DE AGUA
- ⑯ REBALSE $\varnothing 4"$ MIN.
- ⑰ CERCO PERIMETRAL.

- 1. EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR.
- 2. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE
- 3. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE
- 4. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL, ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7m. DE LA CAPTACION.

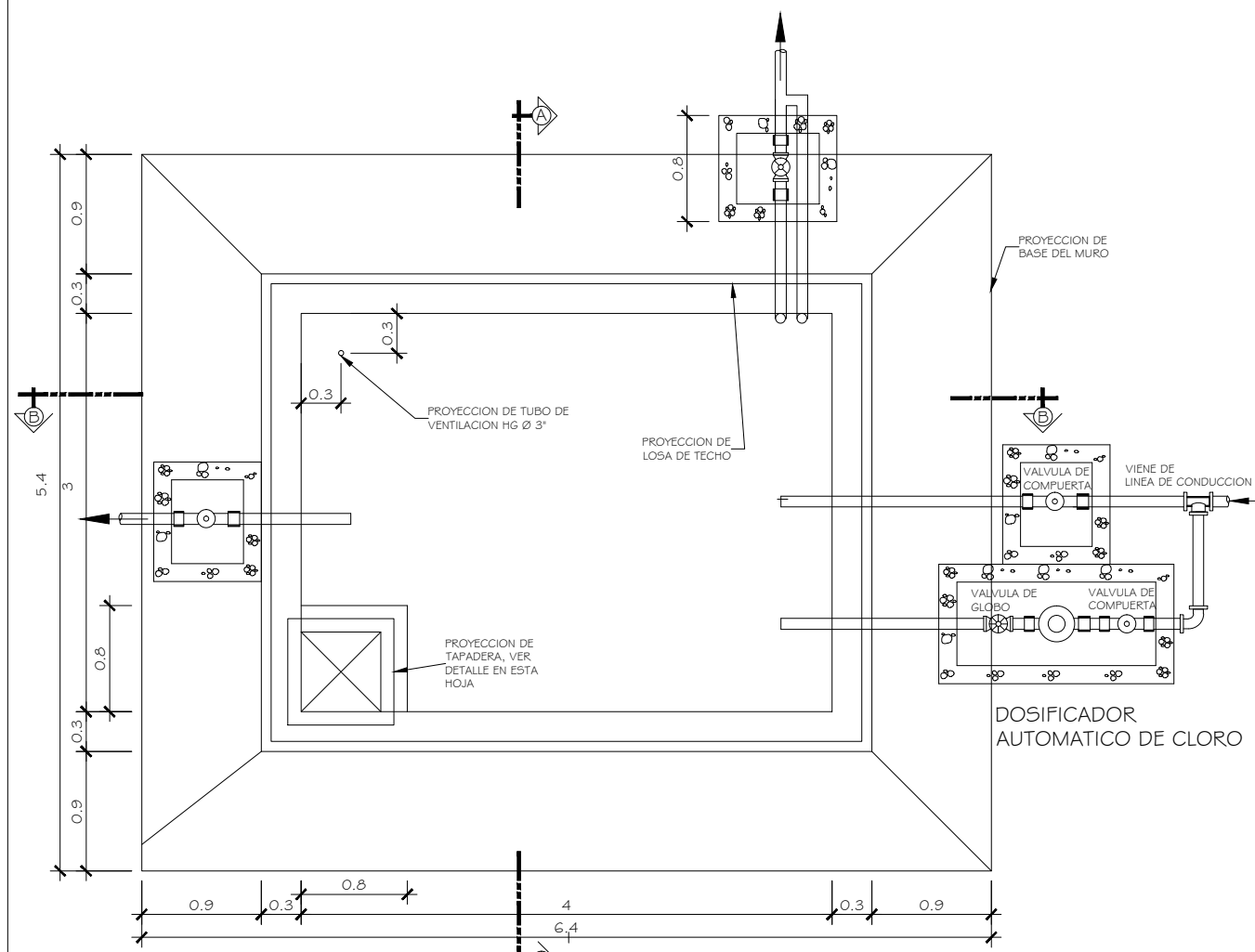
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO

CONTENIDO:
 CAPTACION DE BROTE DEFINIDO

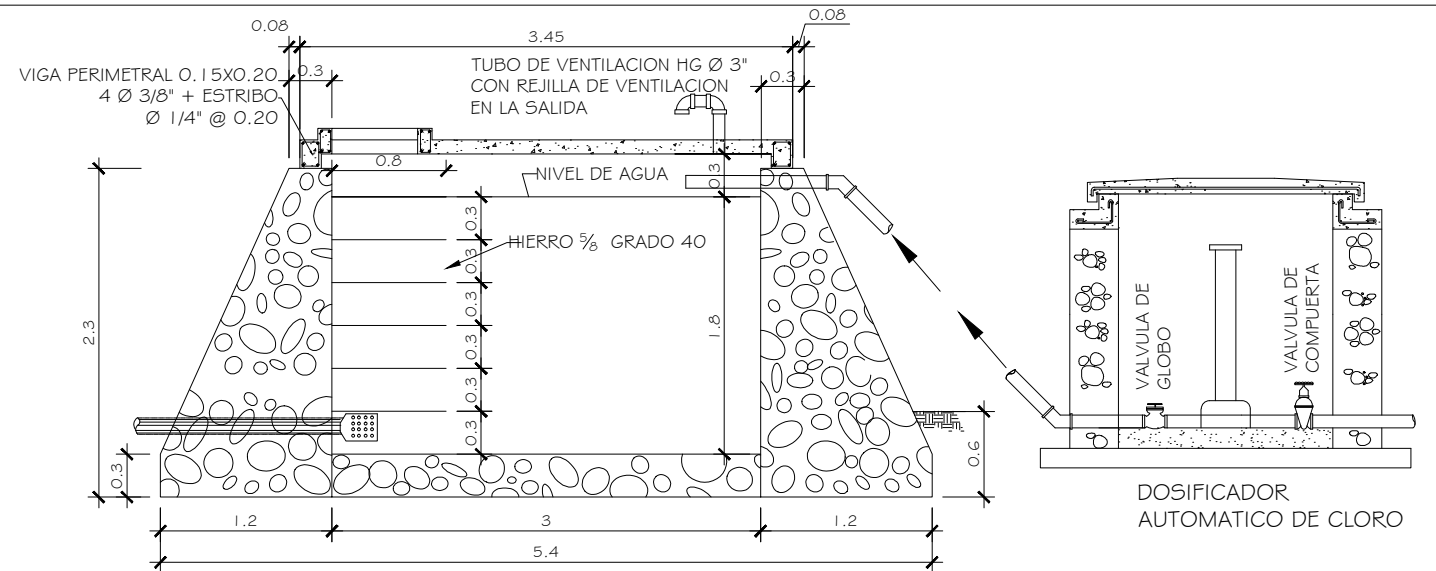
ALTIPLANO

PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Méndez	ESCALA: Valeada	11/15
--	---	--------------------	-------



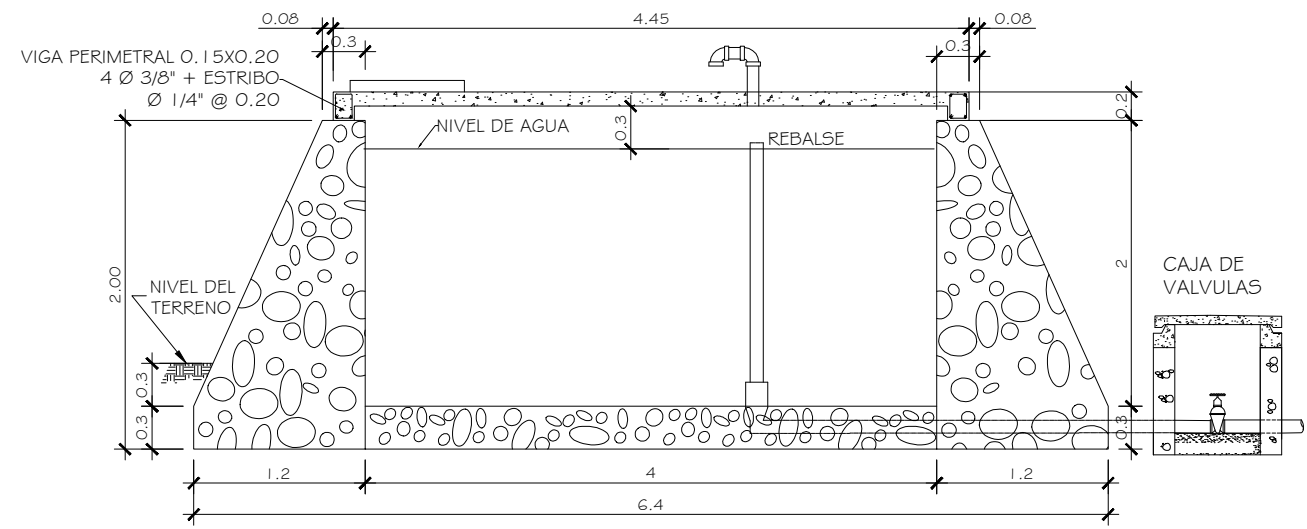
PLANTA DE TANQUE

ESC. 1:25



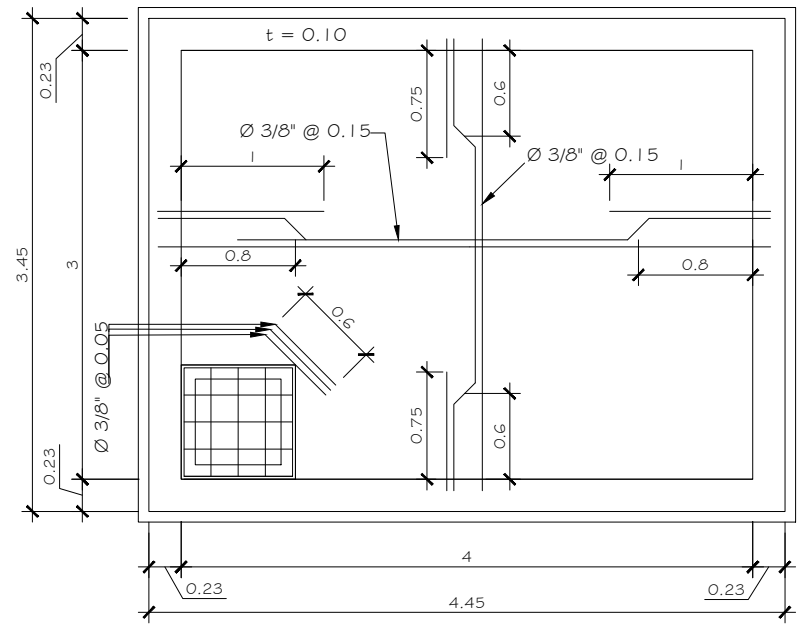
SECCION A-A

ESC. 1:25



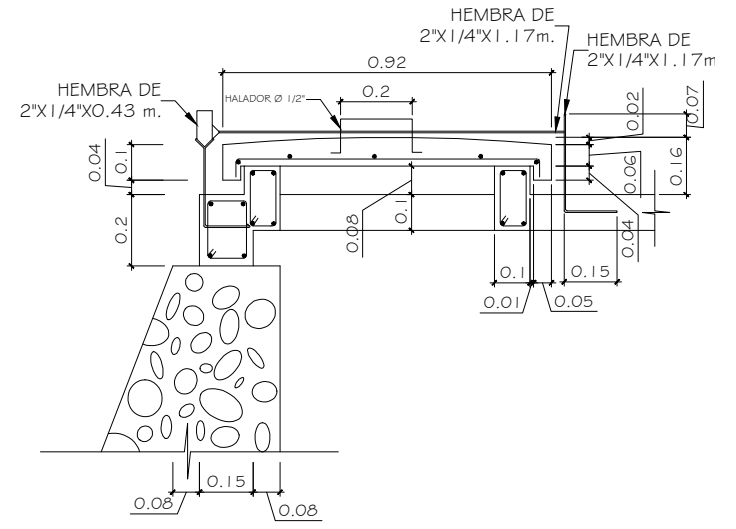
SECCION B-B

ESC. 1:25



PLANTA LOSA DE TECHO

ESC. 1:25



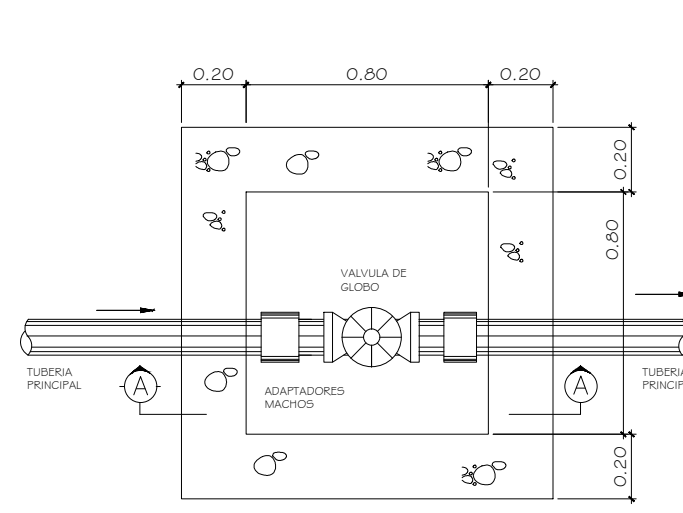
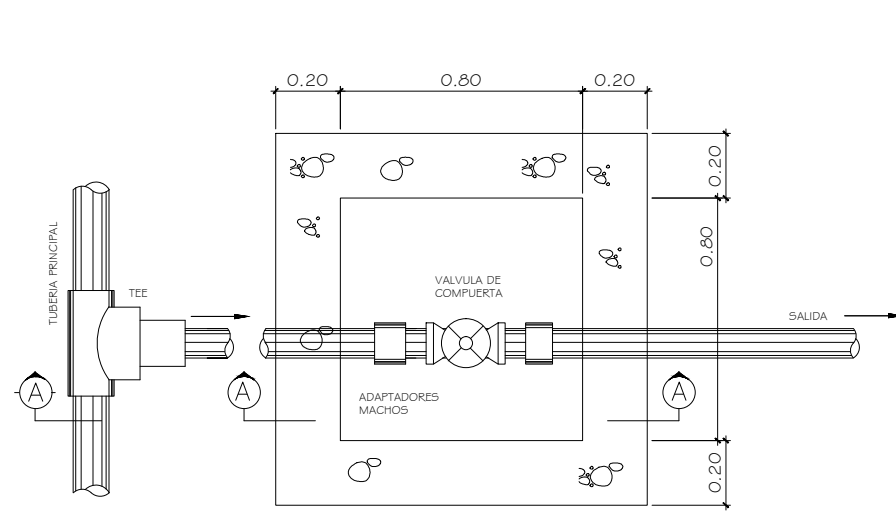
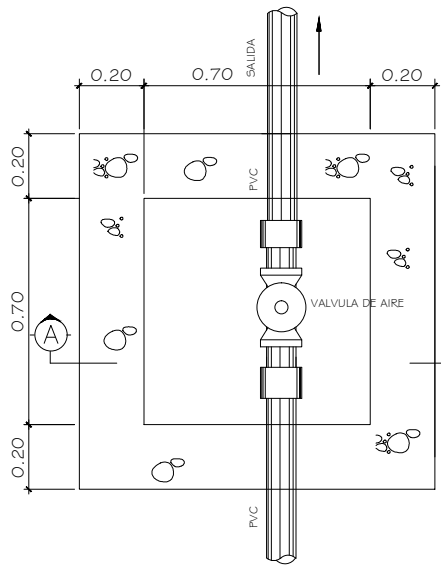
DETALLE TAPADERA

ESC. 1:10

- NOTAS GENERALES:**
- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/ft²) A LOS 28 DIAS
 - 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 - 3° VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR SEMI-ENTERRADOS.
 - 4° TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - 5° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - 7° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 8° LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
 - 9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 - 10° LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO: 33% PIEDRA BOLA 67% CONCRETO
 - 11° EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



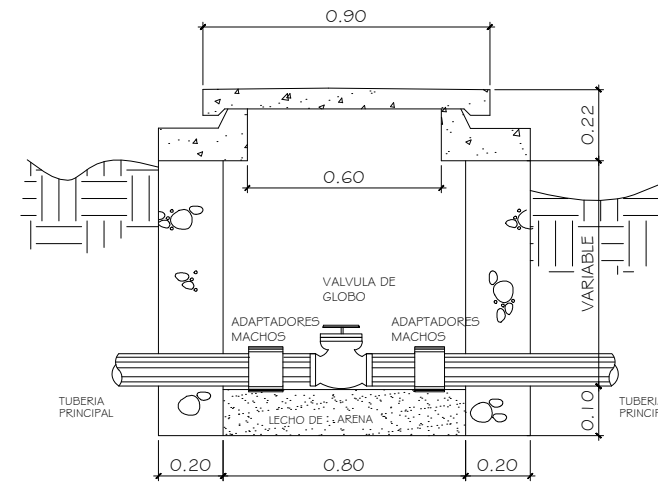
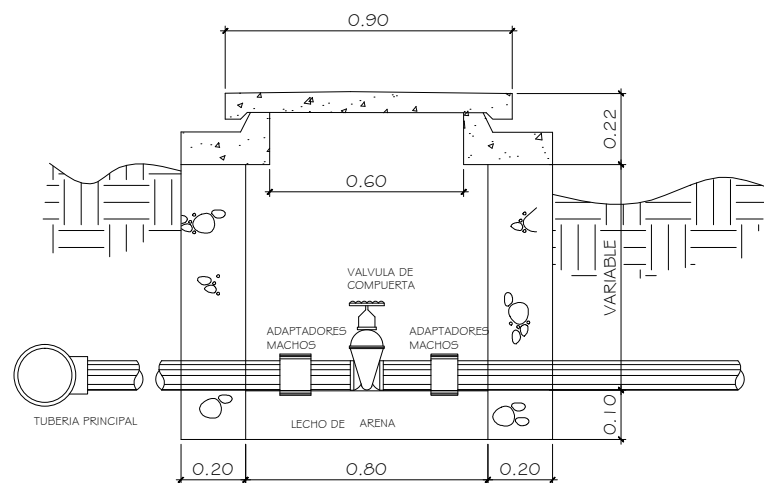
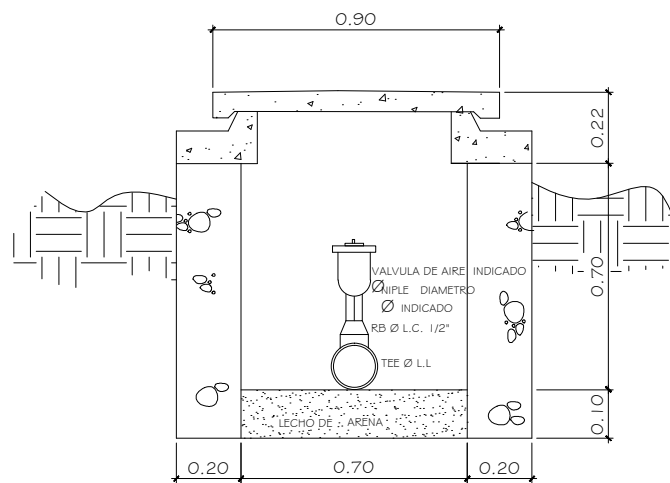
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO 20m ³	12	15
ASESOR DE REGION: Ina. Juan Merch	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alan Javier Palacios Mendez 2008/2001	ESCALA: Indicada



VALVULA DE AIRE
SIN ESCALA

VALVULA DE LIMPIEZA
SIN ESCALA

VALVULA DE ENTRADA O SALIDA
SIN ESCALA

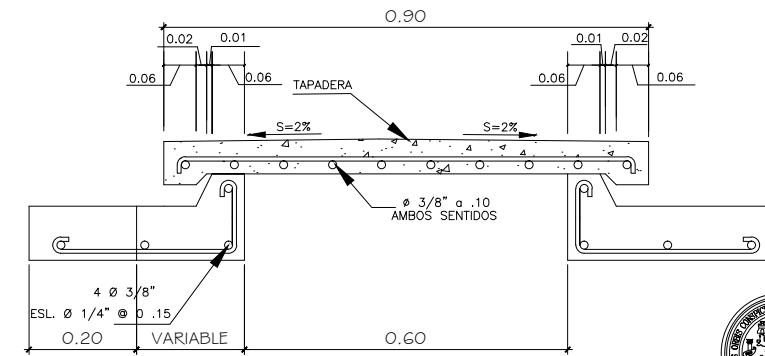
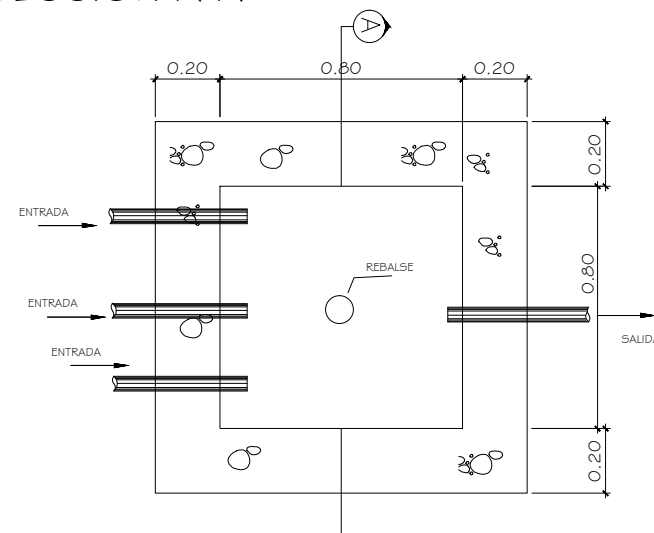
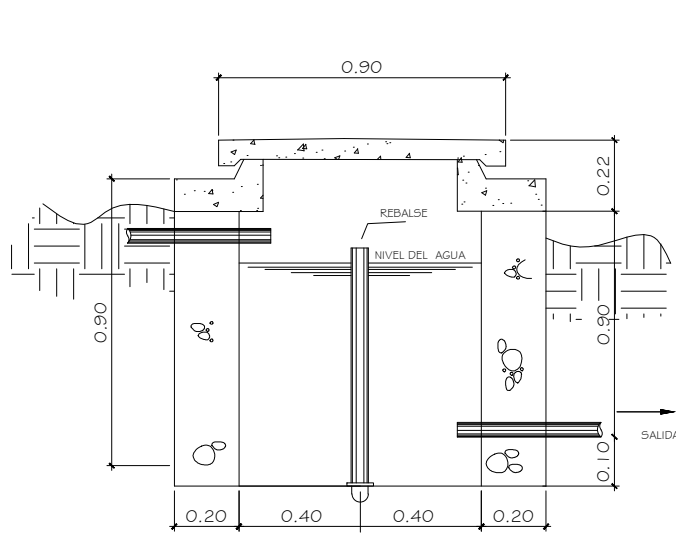


NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN EL INFORME DE LA COMUNIDAD
- EL NIPLE Y LA VALVULA DE AIRE SERÁN DE 1/2 SI L.C. ES DE Ø3/4" Ø3" SI NO 3/4"
- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 67% DE MORTERO 33% DE PIEDRA BOLA
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION , EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION VOLUMEN 1:2 , CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO - SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

VALVULA DE AIRE
SECCION A-A
SIN ESCALA

VALVULA DE LIMPIEZA
SECCION A-A
SIN ESCALA

VALVULA DE ENTRADA O SALIDA
SECCION A-A
SIN ESCALA



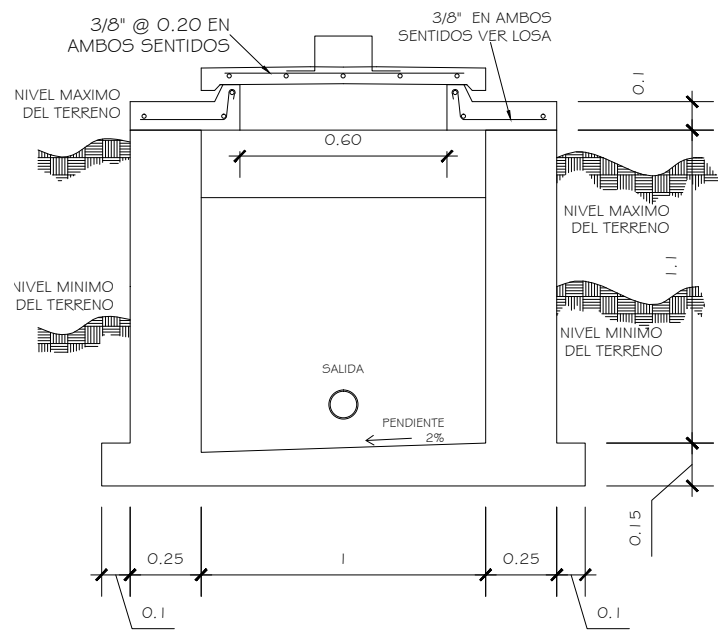
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
SECCION A-A
SIN ESCALA

CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
SIN ESCALA

DETALLE TAPADERA
SIN ESCALA

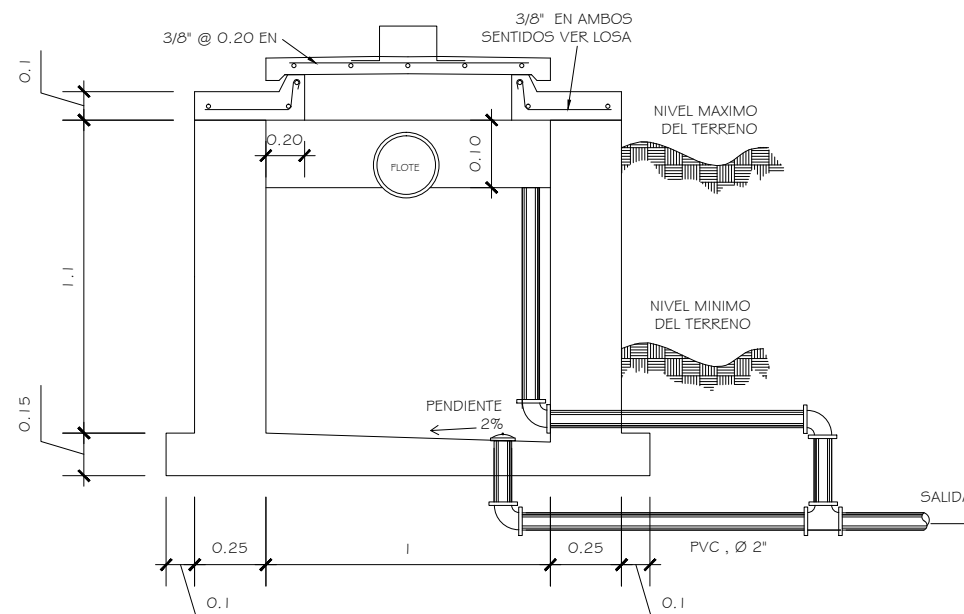


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
CONTENER: DETALLE DE CAJAS PARA VALVULAS	13	15
PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA Mar. Javier Fabian Mendez 2008/2000	ESCALA: Valeada



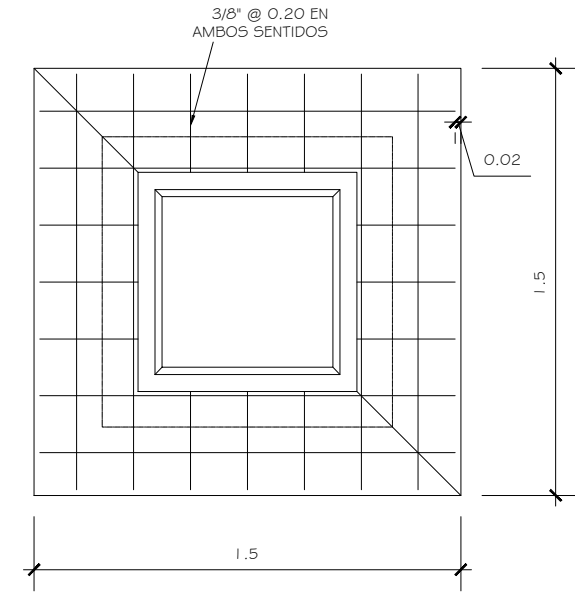
SECCION B-B

ESC. 1:12.5



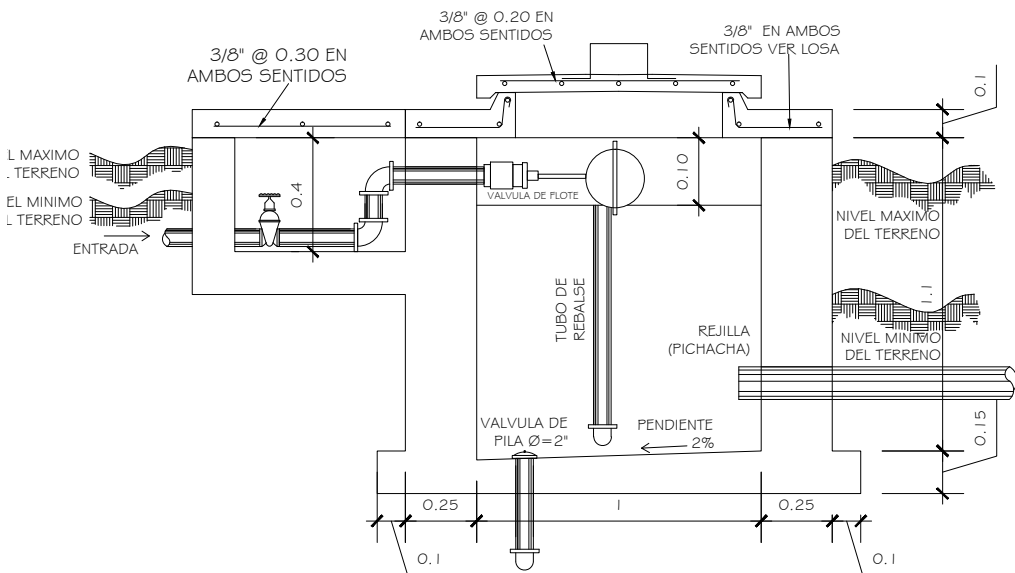
SECCION A-A

ESC. 1:12.5



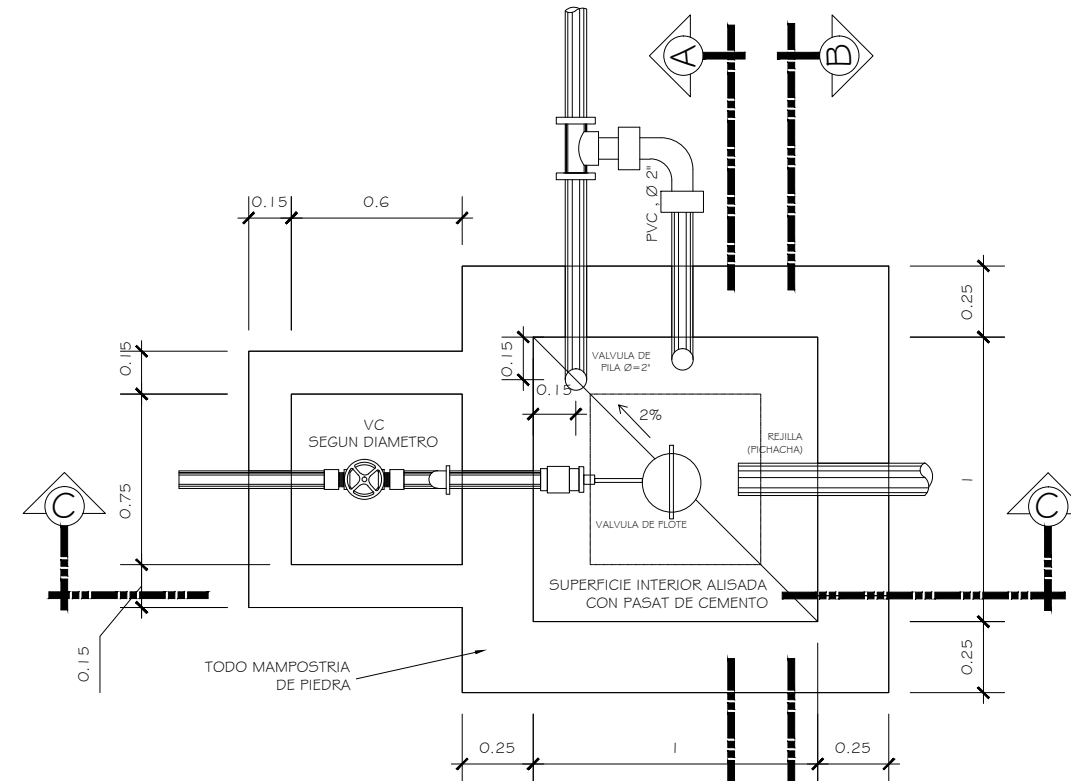
DETALLE DE LOSA

ESC. 1:12.5



SECCION C-C

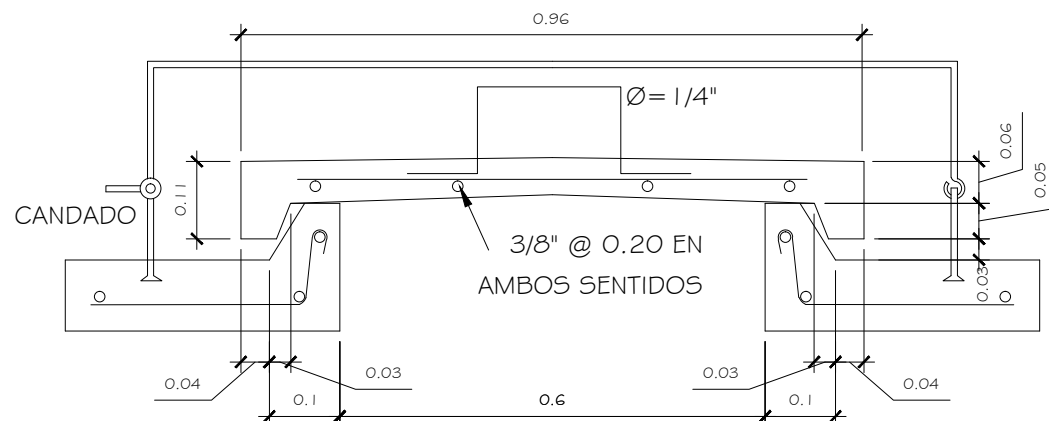
ESC. 1:12.5



PLANTA

ESC. 1:12.5

LISTA DE MATERIALES		
ACCESORIOS DE ENTRADA (SEGPUN DISEÑO)	CANTIDAD	UNIDAD
-ADAPTADORES MACHO (PVC)	2	U
-VALVULA DE COMPUERTA (BR)	1	U
-CODOS DE 90° (PVC)	2	U
-ADAPTADOR HEMBRA (PVC)	1	U
-VALVULA DE FLOTE	1	U
ACCESORIOS DE SALIDA (SEGPUN DISEÑO)		
-PICHACHA (BR)	1	U
-ADAPTADORES MACHO (PVC)	1	U
ACCESORIOS DE DRENAJE Y REBALSE		
-TEE PVC (SEGUN CASO)	1	U
-CODOS DE 90° (PVC)	3	U
VALVULA DE PILA (BR) Ø 2"	1	U
-CEMENTO	1.1	SACOS
-PIEDRA	1.4	m ³
-ARENA DE RIO	1.5	m ³
-PARALES DE 3'X3'X1 0'	38	PT
-TABAL DE PINO RUSTICA 1'X1 2'X1 0'	60	PT
-CLAVO	2	Lbs.
-ALAMBRE DE AMARRE	1	Lbs.
-HIERRO DE 3/8"	6	var.
-HIERRO DE 1/2"	2	m



DETALLE DE TAPADERA

ESC. 1:12.5

CONCRETO CICLOPEO:	ESPECIFICACIONES PARA VALVULAS DE FLOTE:
67% CONCRETO 33% PIEDRA BOLA	MATERIALES
CONCRETO= F'c 3Ksi	-CUERPO Y VARILLA: BORNE
ACERO DE REFUERZO Fy= 40 Ksi	-SELLO: CAUCHO
	-PELOTA: COBRE
	-PRESION DE TRABAJO
	100 Lbs/pulg. ² EN ROSCAS
	EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE SERA MAYOR QUE EL DE LA TUBERIA DE ENTRADA Y EL MINIMO SERA DE 2"
	INSTALACION HORIZONTAL, DESVAIACION MAXIMA PERMITIDA 45°



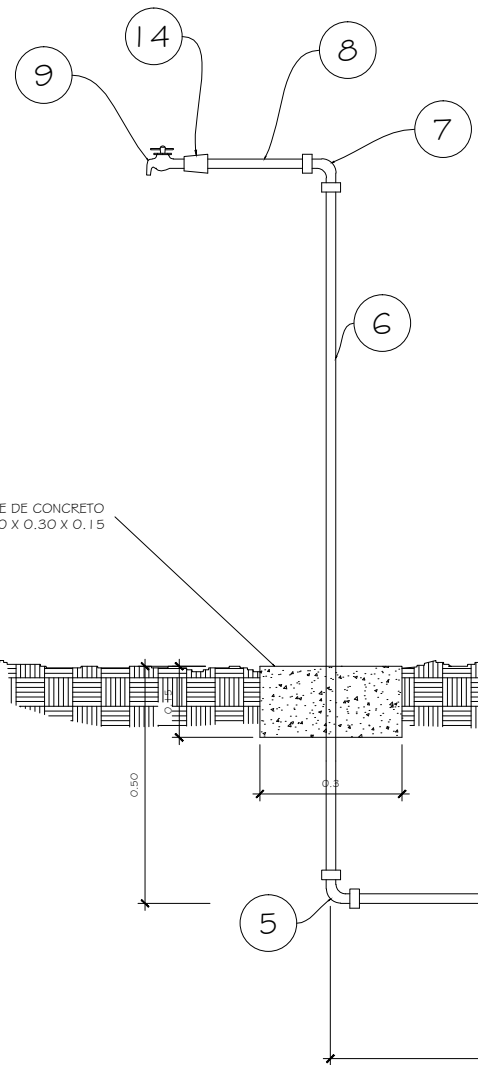
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERIO LOS CASTRO

CONTENIDO:
CAJA ROMPE PRESION DE 1 m³

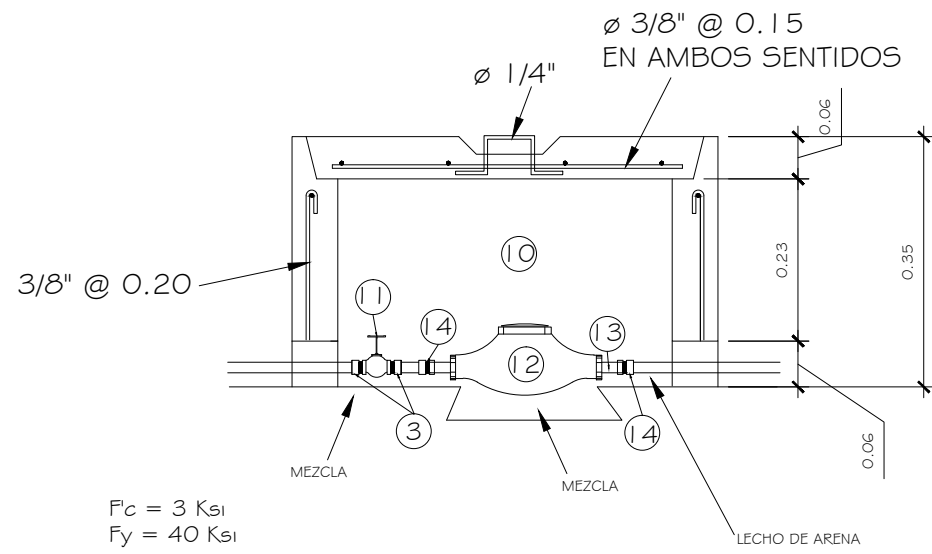
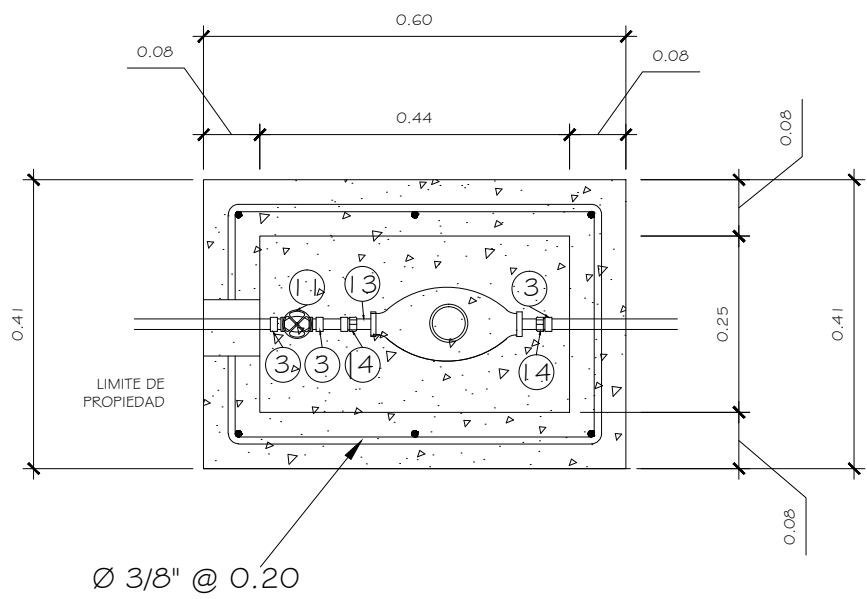
14
15

PROFESOR DE REGION: ALTIPLANO
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Juan Fabian Mendez
ESCALA: 1/4" = 1'-0"
2008/2009



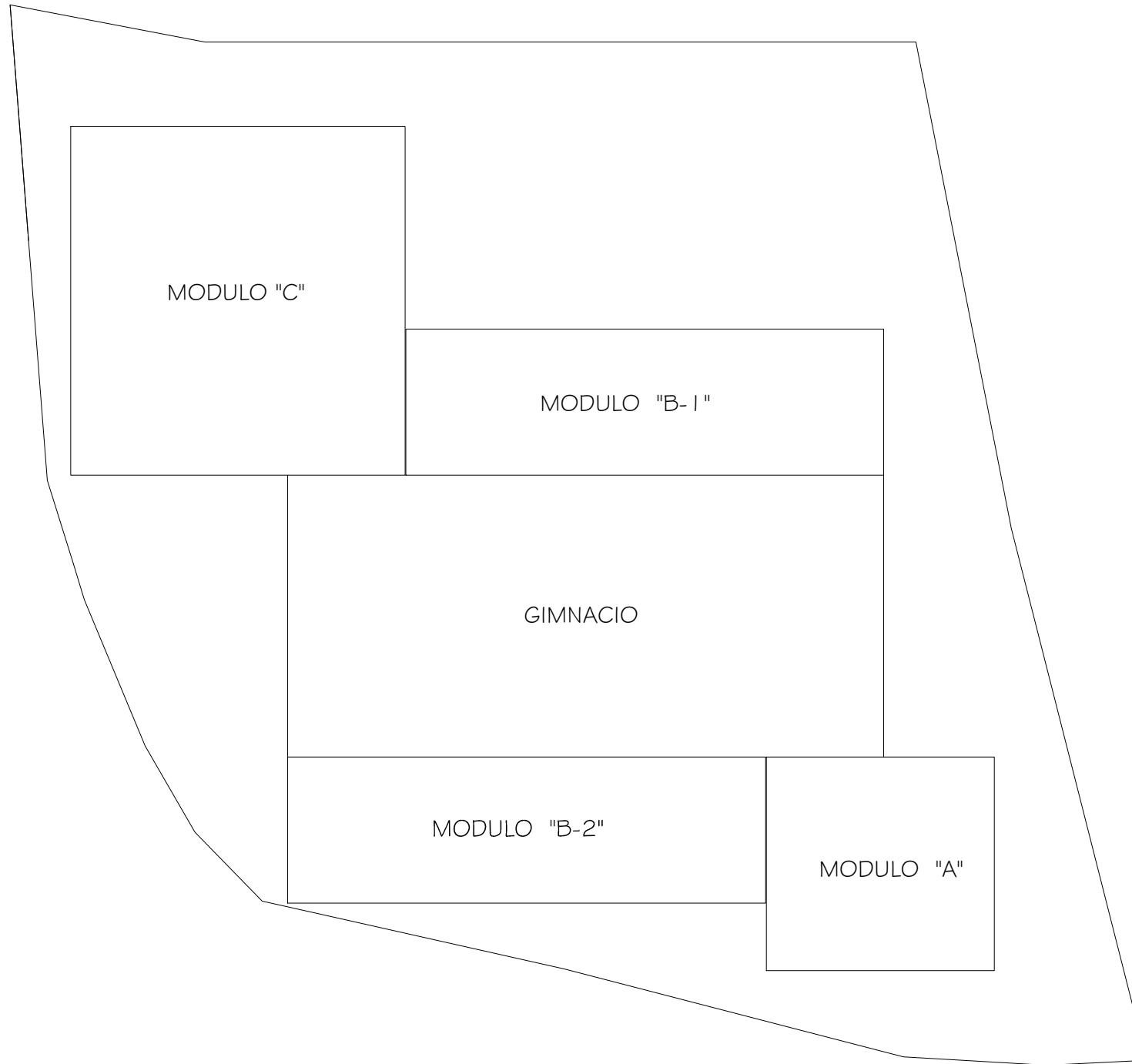
- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
 2. NIPLA (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
 5. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
 6. NIPLA HG 1.50 Ø 1/2"
 7. CODO HG 90° Ø 1/2"
 8. NIPLA HG 0.15 Ø 1/2"
 9. CHORRO 1/2"
 10. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
 11. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 1/2" BRONCE
 12. CONTADOR Ø 1/2" BRONCE
 13. NIPLA CONECTOR DE CONTADOR Ø 1/2"
 14. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"

CONEXION DOMICILIAR TIPICA ESC. 1:7.5



DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA ESC. 1:5

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO LOS CASTRO		
	COMPROBADO: DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR	INGENIERO EN REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvarado Fabian Mendez 2008/2009	ESCALA: 15/15



PLANTA DE CONJUNTO
SIN ESCALA

INDICE DE PLANOS

PLANO	HOJA
PLANO INDICE	1/40
PLANOS DE CONJUNTO	
PLANTA BAJA AMUEBLADA	2/40
PLANTA ALTA AMUEBLADA	3/40
ELEVACIONES Y SECCIONES	4/40
PLANTA BAJA ACABADOS	5/40
PLANTA ALTA ACABADOS	6/40
PLANTA BAJA ACOTADA	7/40
PLANTA ALTA ACOTADA	8/40
PLANTA BAJA INSTALACION HIDRAULICA	9/40
PLANTA ALTA INSTALACION HIDRAULICA	10/40
PLANTA BAJA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	11/40
PLANTA ALTA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL	12/40
PLANTA BAJA ILUMINACION	13/40
PLANTA ALTA ILUMINACION	14/40
PLANTA BAJA FUERZA	15/40
PLANTA ALTA FUERZA	16/40
PLANOS CONSTRUCTIVOS MODULO "A"	
PLANTA ACABADOS MODULO "A"	17/40
PLANTA ACOTADA MODULO "A"	18/40
ARMADO DE LOSA MODULO "A"	19/40
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "A"	20/40
ARMADO DE VIGAS MODULO "A"	21/40
PLANOS CONSTRUCTIVOS MODULO "B-1" Y "B-2"	
PLANTA ACABADOS MODULO "B-1"	22/40
PLANTA ACOTADA MODULO "B-1"	23/40
ARMADO DE LOSA MODULO "B-1"	24/40
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "B-1"	25/40
PLANTA ACABADOS MODULO "B-2"	26/40
PLANTA ACOTADA MODULO "B-2"	27/40
ARMADO DE LOSA MODULO "B-2"	28/40
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "B-2"	29/40
ARMADO DE VIGAS MODULO "B-1" Y "B-2"	30/40
PLANOS CONSTRUCTIVOS MODULO "C"	
PLANTA ACABADOS MODULO "C"	31/40
PLANTA ACOTADA MODULO "C"	32/40
ARMADO DE LOSA MODULO "C"	33/40
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "C"	34/40
ARMADO DE VIGAS MODULO "C"	35/40
PLANOS CONSTRUCTIVOS GIMNACIO	
GIMNACIO	36/40
DETALLES GENERALES	
PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS	37/40
ARMADO DE COLUMNAS	38/40
ARMADO DE ZAPATAS Y CIMIENTO CORRIDO	39/40
MURO DE CONTENSION	40/40

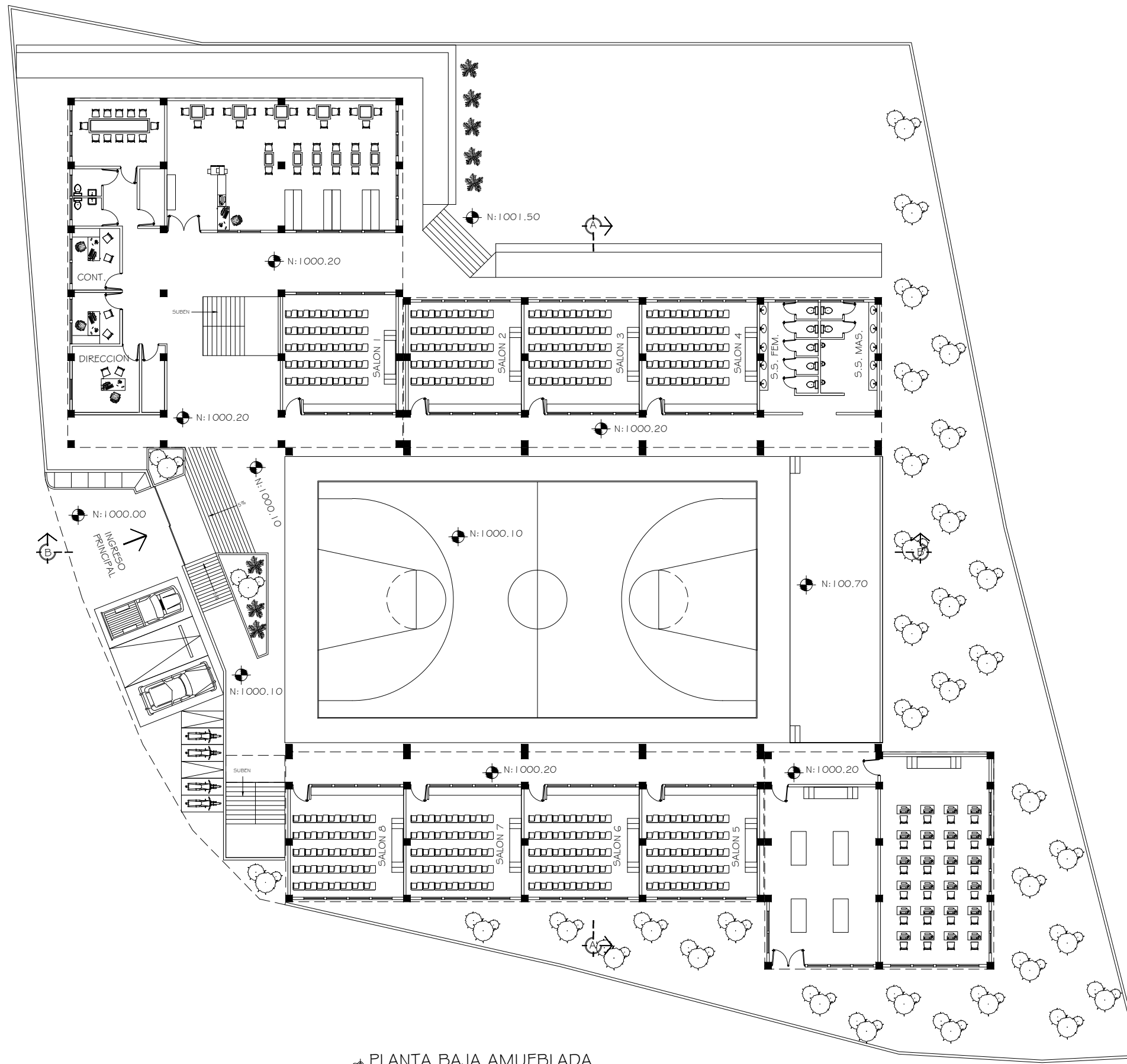


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

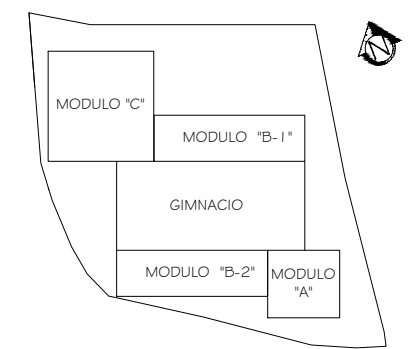
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANO INDICE 1/40

ASESOR DE REGION: Inj. Juan Merch
DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar. Juan Pablo Méndez
ESCALA: 1/40



PLANTA BAJA AMUEBLADA
ESC. 1:125

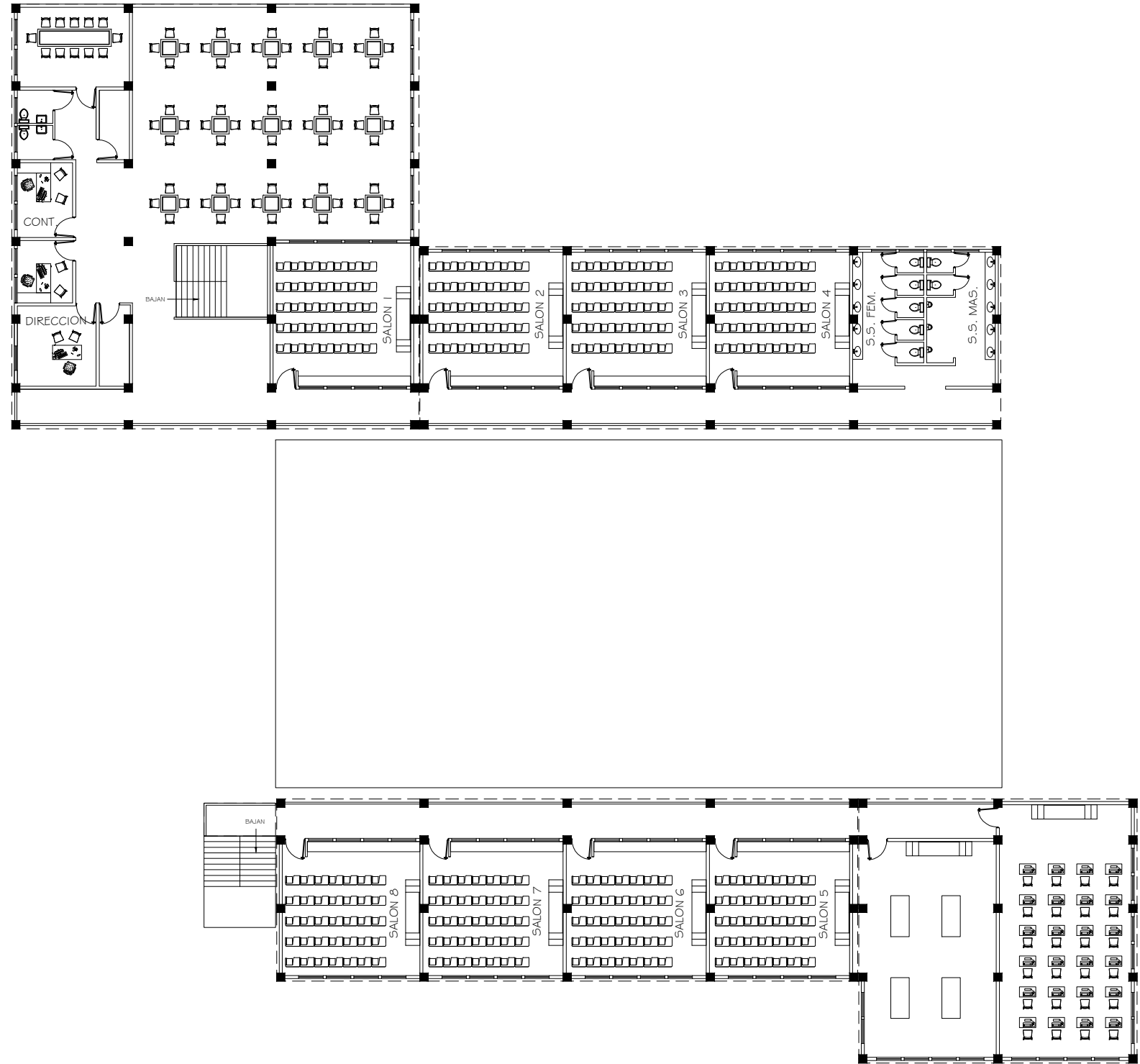


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

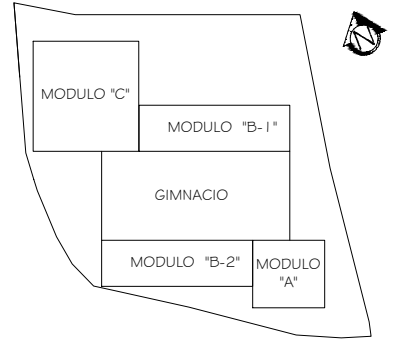
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONVENIO:	PLANTA BAJA AMUEBLADA	2
ASESOR DE REGION:	DISEÑO EPS INGENIERIA	ESCALA: Indicada
Ing. Juan Merch	Mta. Javier Fabian Méndez 2008/2000	

40



PLANTA ALTA AMUEBLADA
ESC. 1:125

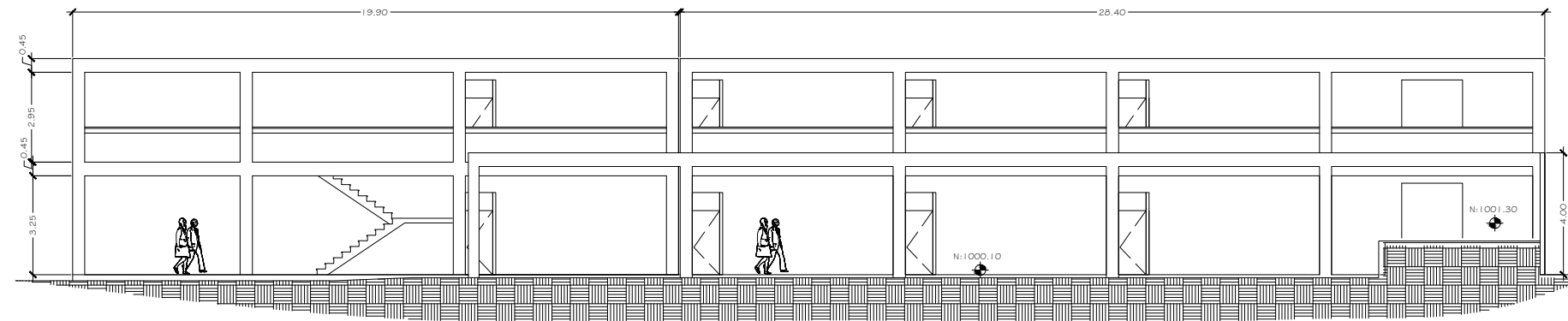


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

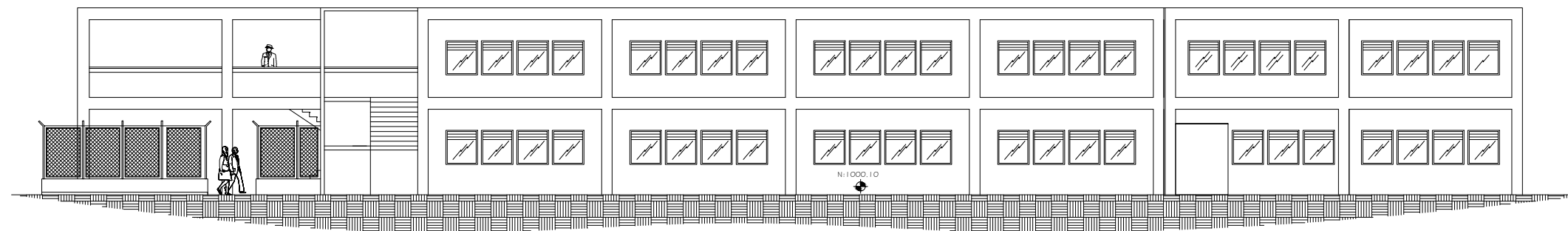
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTEIDO:	PLANTA ALTA AMUEBLADA	3
ASESOR DE REGION:	DISEÑO EPS INGENIERIA:	ESCALA:
Ing. Juan Merck	Mtra. Juana Patricia Méndez	Indicada
	2008/2009	40

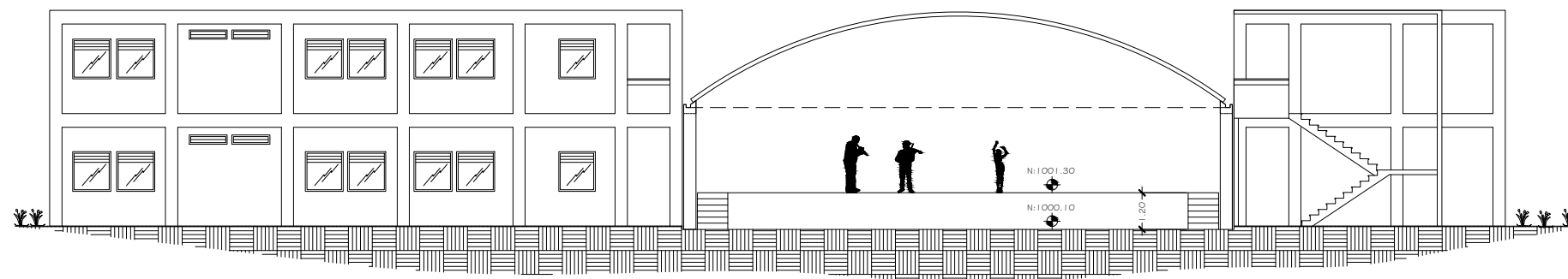
ALTIPLANO



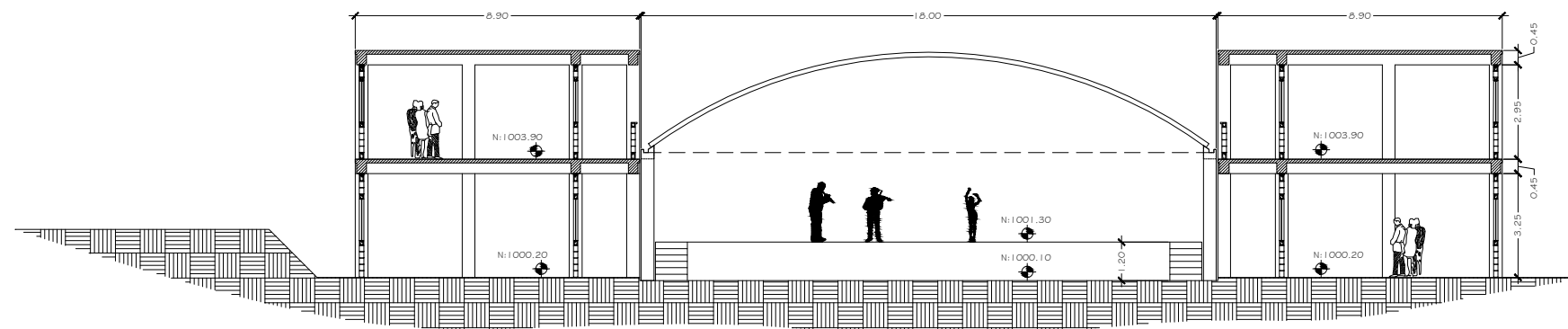
CORTE A-A'
ESC. 1:100



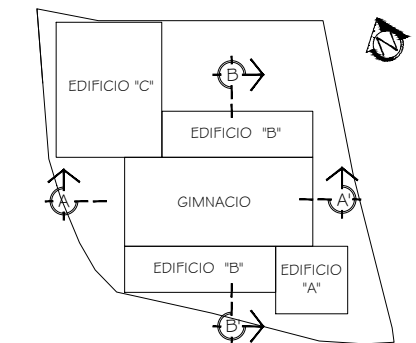
ELVACION LATERAL
ESC. 1:100



ELEVACION FRONTAL
ESC. 1:100



CORTE B-B'
ESC. 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
ELEVACIONES Y SECCIONES 4
REVISOR DE REGION: ESCALA: 40
DISEÑO EPS INGENIERIA: ESCALA: 40
Ing. Juan Merchán Alvarado Méndez 2008/2000 Volucala



VER HOJA No.31

VER HOJA No.26

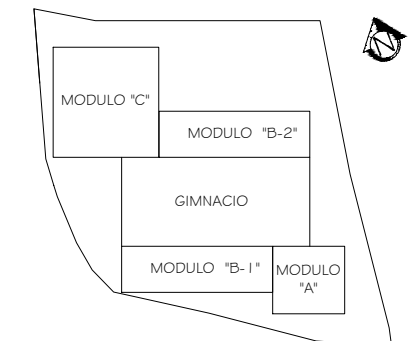
VER HOJA No.22

VER HOJA No.17

PLANTA BAJA ACABADOS

ESC. 1:125

SIMBOLOGIA	
(PC)	FISO DE GRANITO
(TC)	TORTA DE CONCRETO
(E)	ENGRAMILLADO
FT-	FUERTA TIPO
(B.V.C.S.T)	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

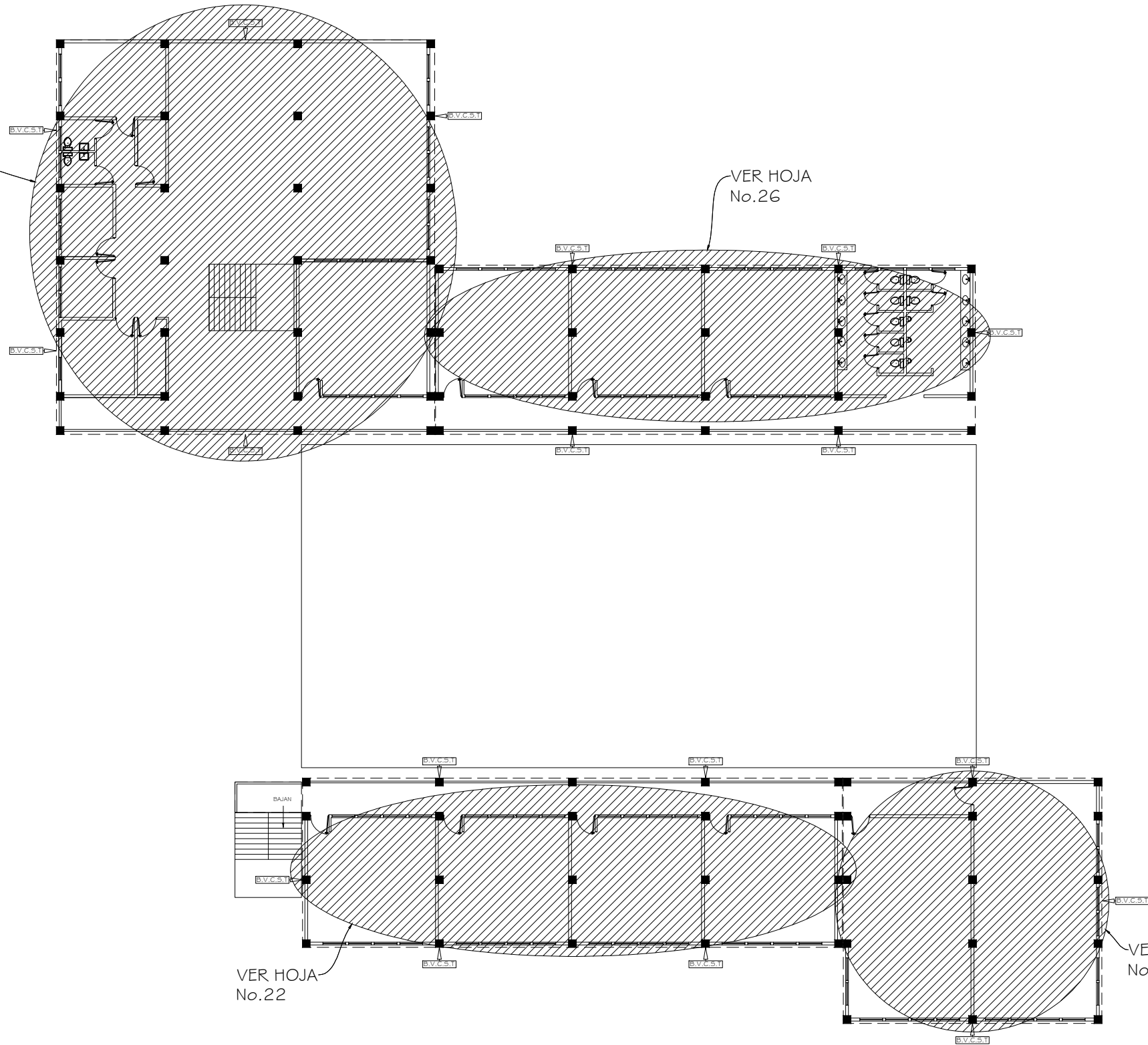
PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:	PLANTA BAJA ACABADOS	5
ASESOR DE REGION:	DISEÑO EPS INGENIERIA	ESCALA:
Ing. Juan Menchú	Mtra. Juana Patricia Méndez	1:40
	2008/2009	Volucala



VER HOJA
No.31

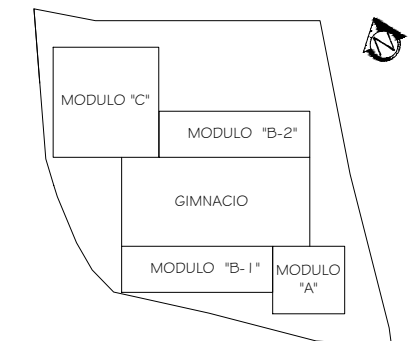
VER HOJA
No.26



VER HOJA
No.22

VER HOJA
No.17

SIMBOLOGIA	
(G)	FISO DE GRANITO
(C)	TORTA DE CONCRETO
(E)	ENGRAMILLADO
FT-	FUERTA TIPO
(B.V.C.S.T.)	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS



PLANTA ALTA ACABADOS

ESC. 1:125

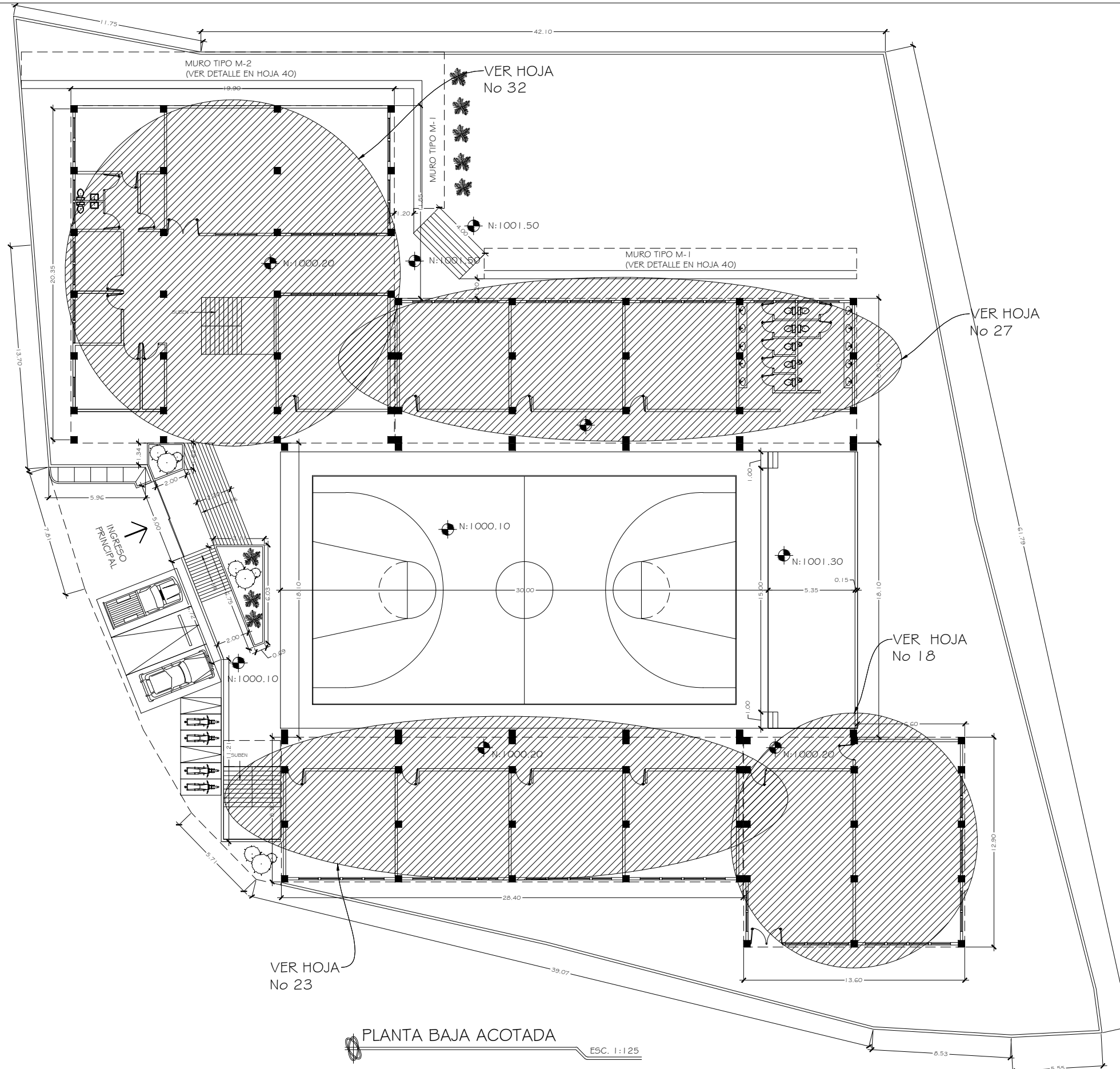


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

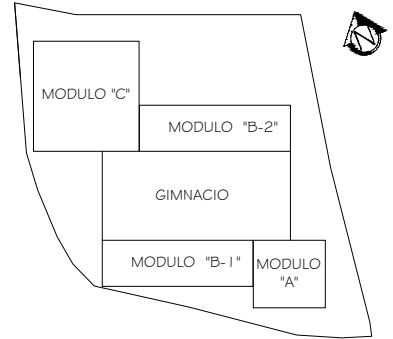
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA ALTA ACABADOS

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch	DISEÑO EPS INGENIERIA: Alba Javier Pérez Méndez 2008/2009	ESCALA: Volumétrica	6 40
--------------------------------------	---	------------------------	---------



PLANTA BAJA ACOTADA
 ESC. 1:125

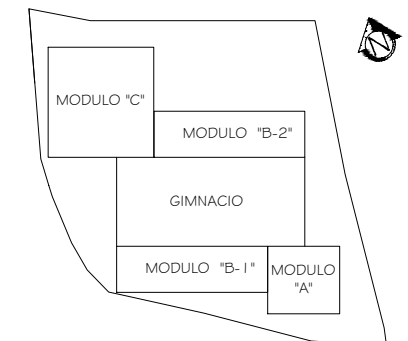
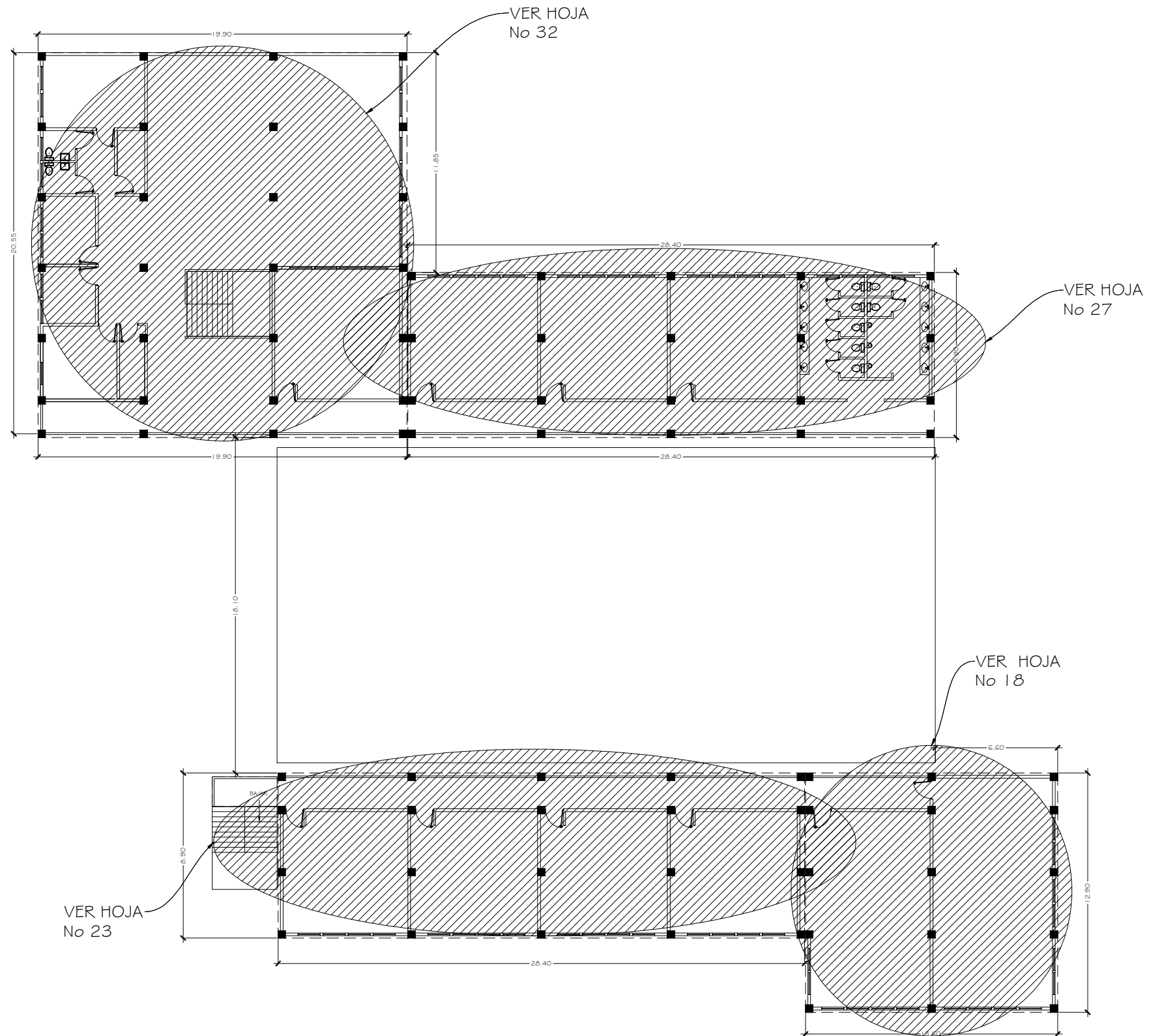


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA BAJA ACOTADA	7
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Mest	DISEÑO EPS INGENIERIA: Pilar Javier Fabian Mendez 2008/2000
ESCALA: Valeada	40





PLANTA ALTA ACOTADA ESC. 1:125

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
	PROYECTO: INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)		
	CONTENIDO:	PLANTA ALTA ACOTADA	8
	ASESOR DE REGION: Ing. Juan Michel	DISEÑO EPS INGENIERIA: Pilar Javier Fabre - Mérida 2008/2009	ESCALA: Valeada	40

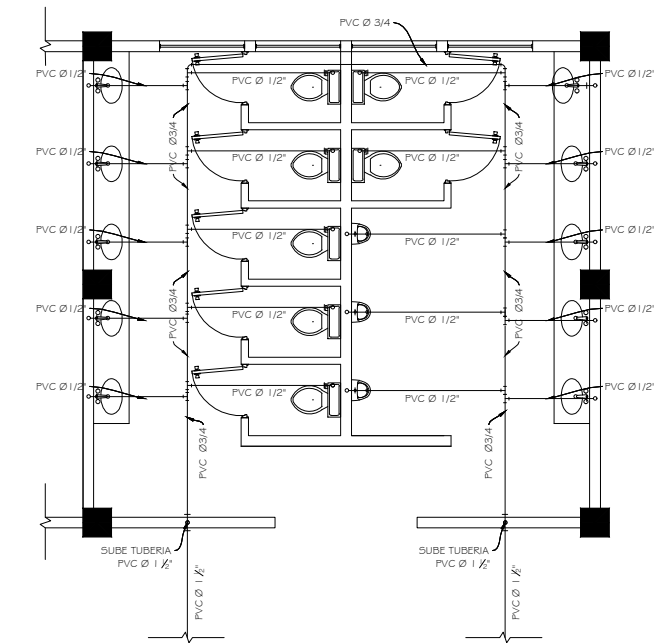


VER DETALLE 2
EN ESTA HOJA

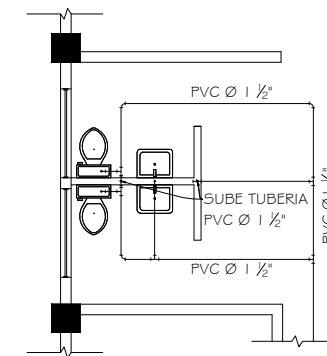
VER DETALLE 1
EN ESTA HOJA

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE PASO
	CHEQUE
	TUBERIA PVC
\emptyset	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° VERTICAL
	TEE A 90° HORIZONTAL

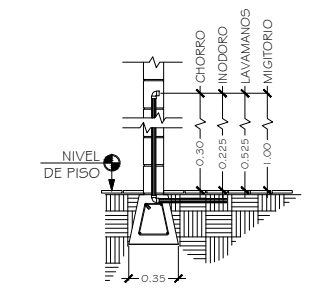
PLANTA BAJA
INSTALACION HIDRAULICA
ESC. 1:125



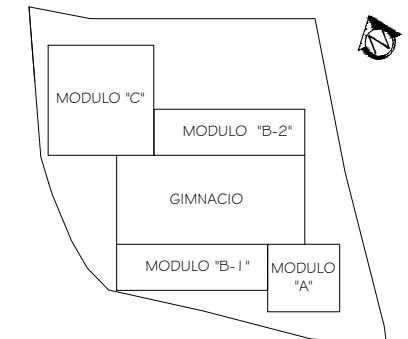
DETALLE 1
PLANTA BAJA ESC. 1:50



DETALLE 2
PLANTA BAJA ESC. 1:50



DETALLE
SALIDA DE TUBERIA
HACIA ARTEFACTOS SIN ESCALA

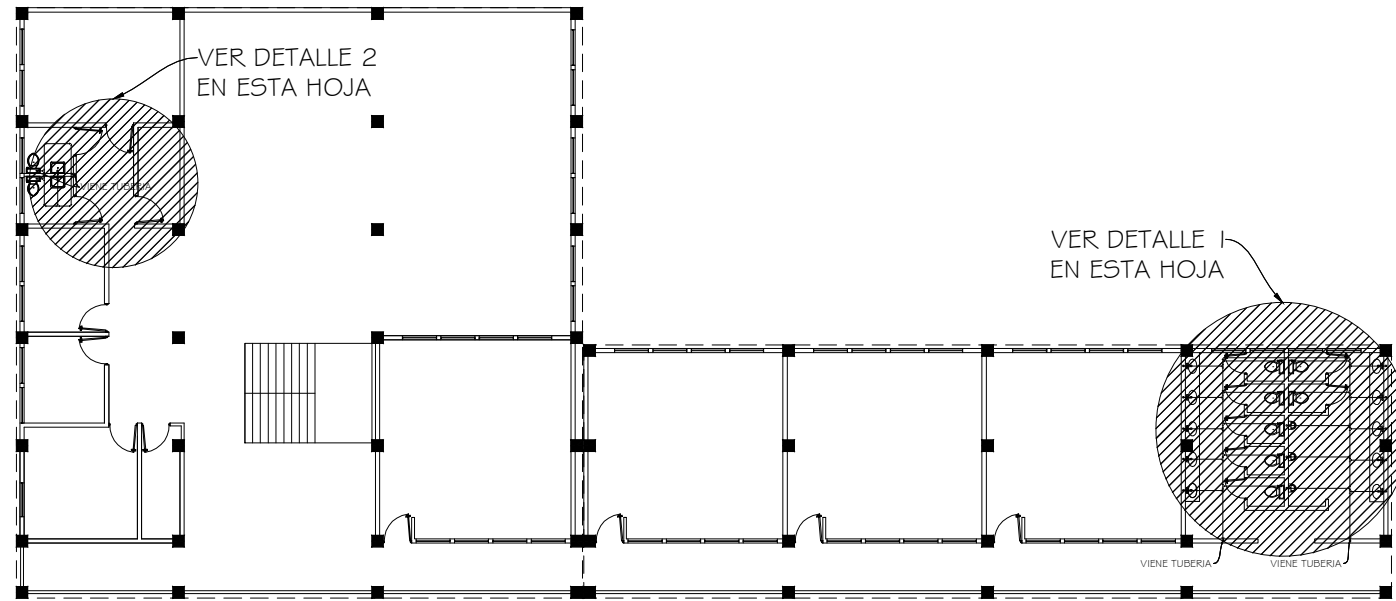


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

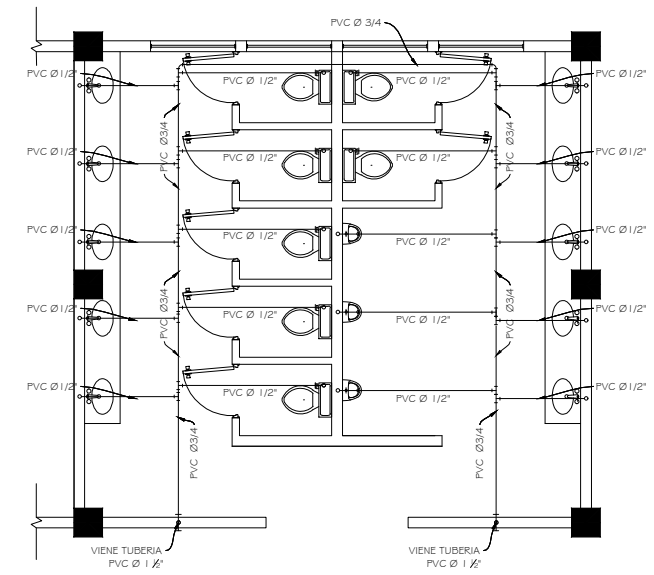
CONVENIO: PLANTA BAJA
INSTALACION HIDRAULICA
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch
DISEÑO EPS INGENIERIA: Alva Juan Pablo Méndez
2009/2001
ESCALA: 1/40
Votada

9
40

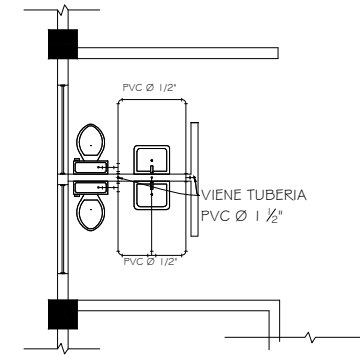


VER DETALLE 2
EN ESTA HOJA

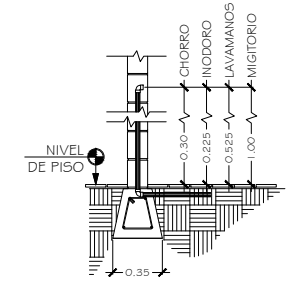
VER DETALLE 1
EN ESTA HOJA



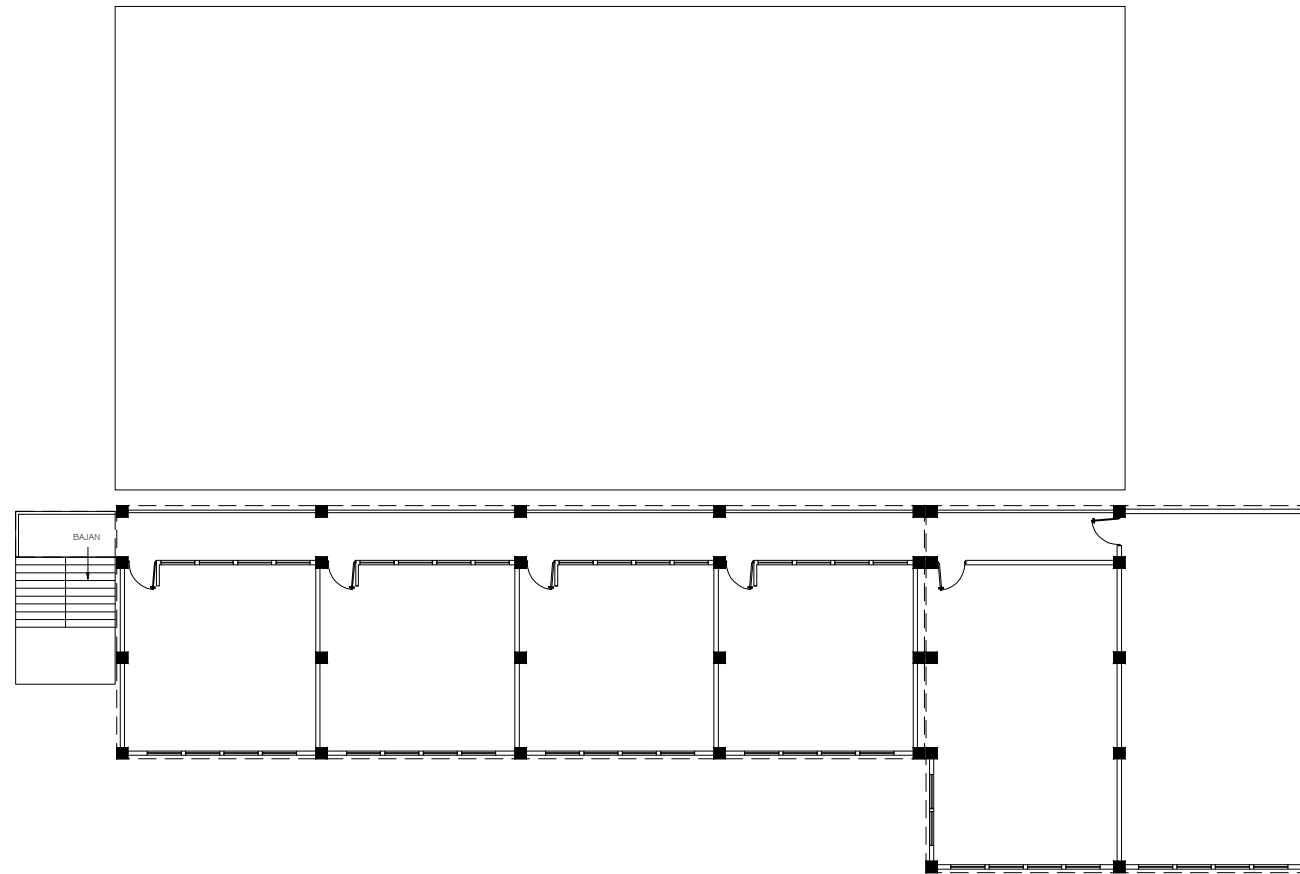
DETALLE 1
PLANTA BAJA ESC. 1:50



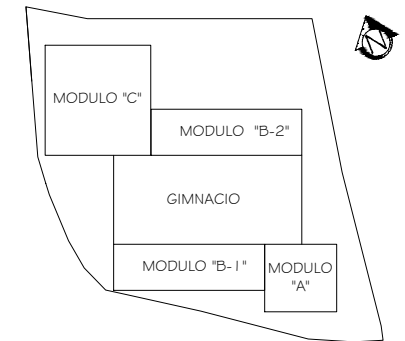
DETALLE 2
PLANTA ALTA ESC. 1:50



DETALLE
SALIDA DE TUBERIA SIN ESCALA HACIA ARTEFACTOS



PLANTA ALTA
INSTALACION HIDRAULICA ESC. 1:125



SIMBOLOGIA	
	CONTADOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE PASO
	CHEQUE
	TUBERIA PVC
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° VERTICAL
	TEE A 90° HORIZONTAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENERO:
PLANTA ALTA INSTALACION HIDRAULICA

PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merck
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mr. Juan Pablo Méndez
ESCALA: 10/40
Fecha: 2009/2001



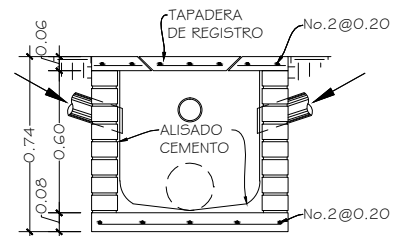
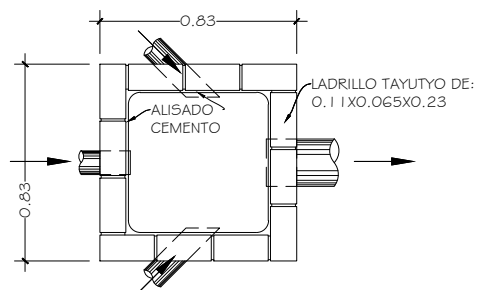
VER DETALLE 2
EN ESTA HOJA

VER DETALLE 1
EN ESTA HOJA

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES
	YEE A 45°
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 45°
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	CAJA REGISTRO
	CAJA UNION
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS

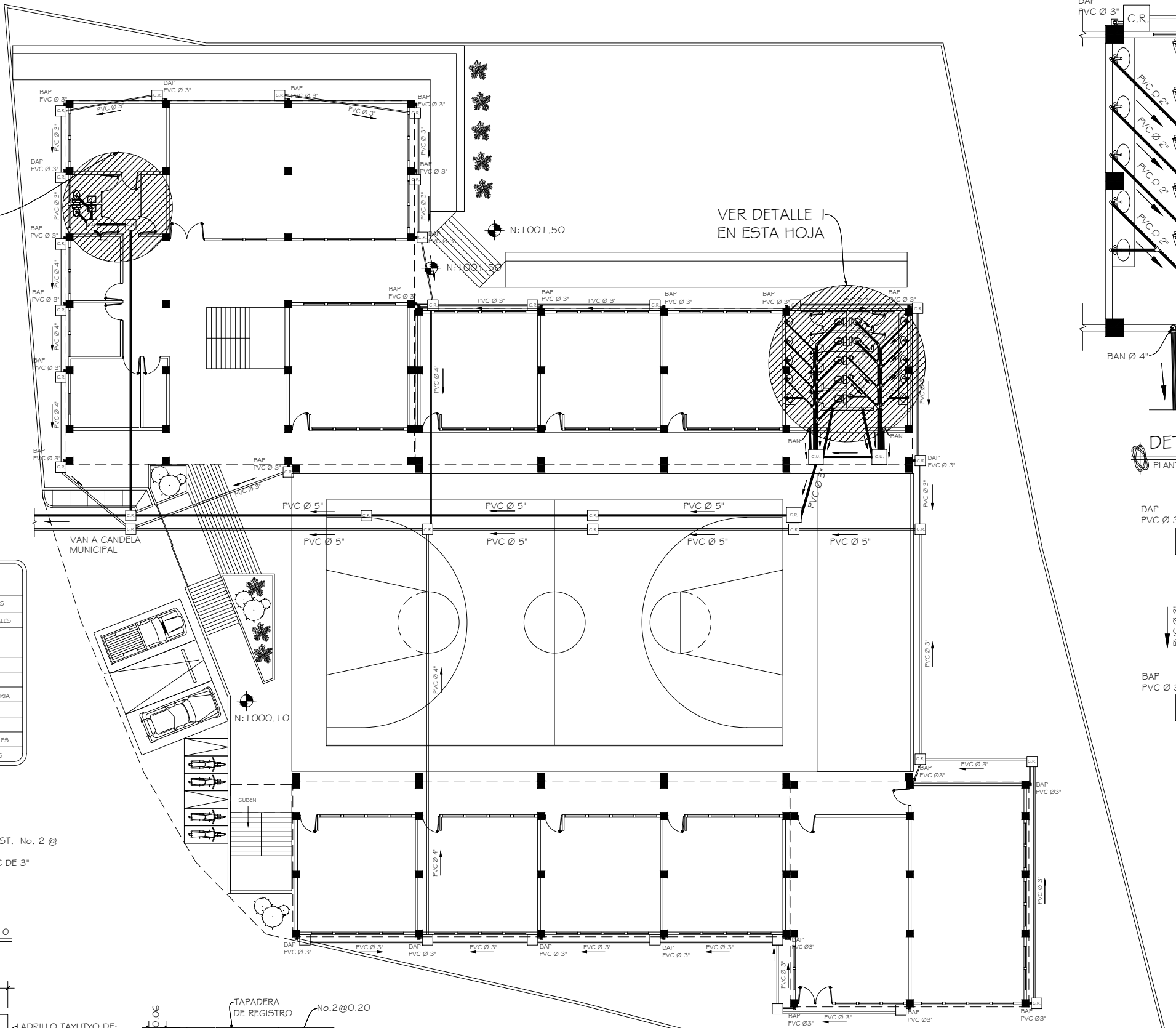
4 No. 3 + EST. No. 2 @
0.20 m
+ TUBO PVC DE 3"

DETALLE DE
COLUMNNA BAP
ESC. 1:10



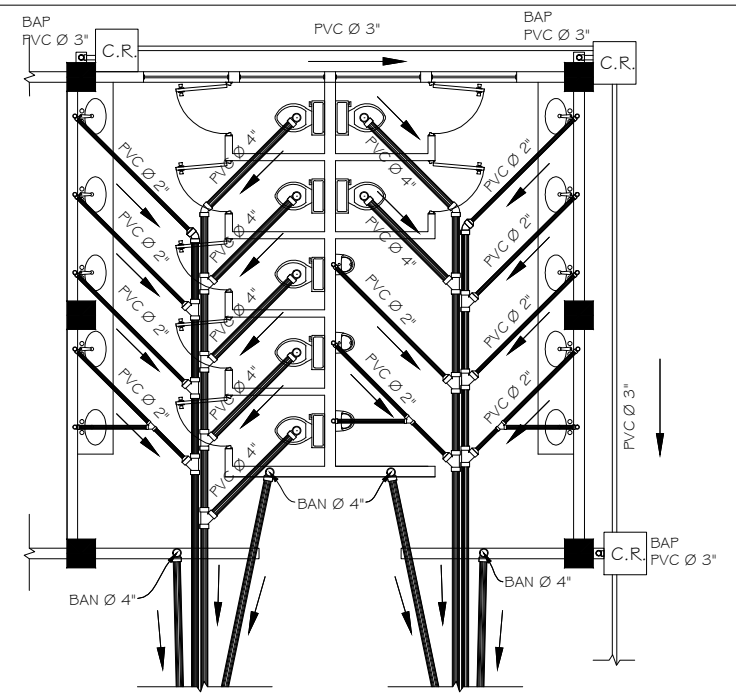
PLANTA
DETALLE DE CAJA ESC. 1:15

SECCION
DETALLE DE CAJA ESC. 1:15

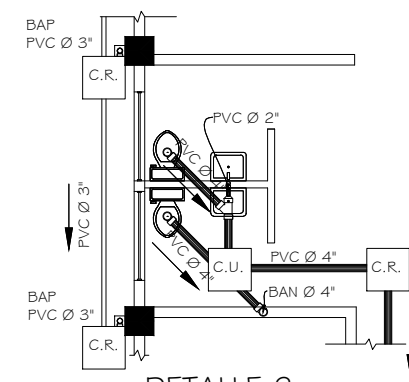


PLANTA BAJA DRENAJE
SANITARIO Y PLUVIAL

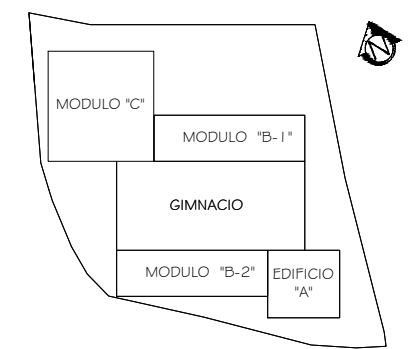
ESC. 1:125



DETALLE 1
PLANTA BAJA ESC. 1:50



DETALLE 2
PLANTA BAJA ESC. 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

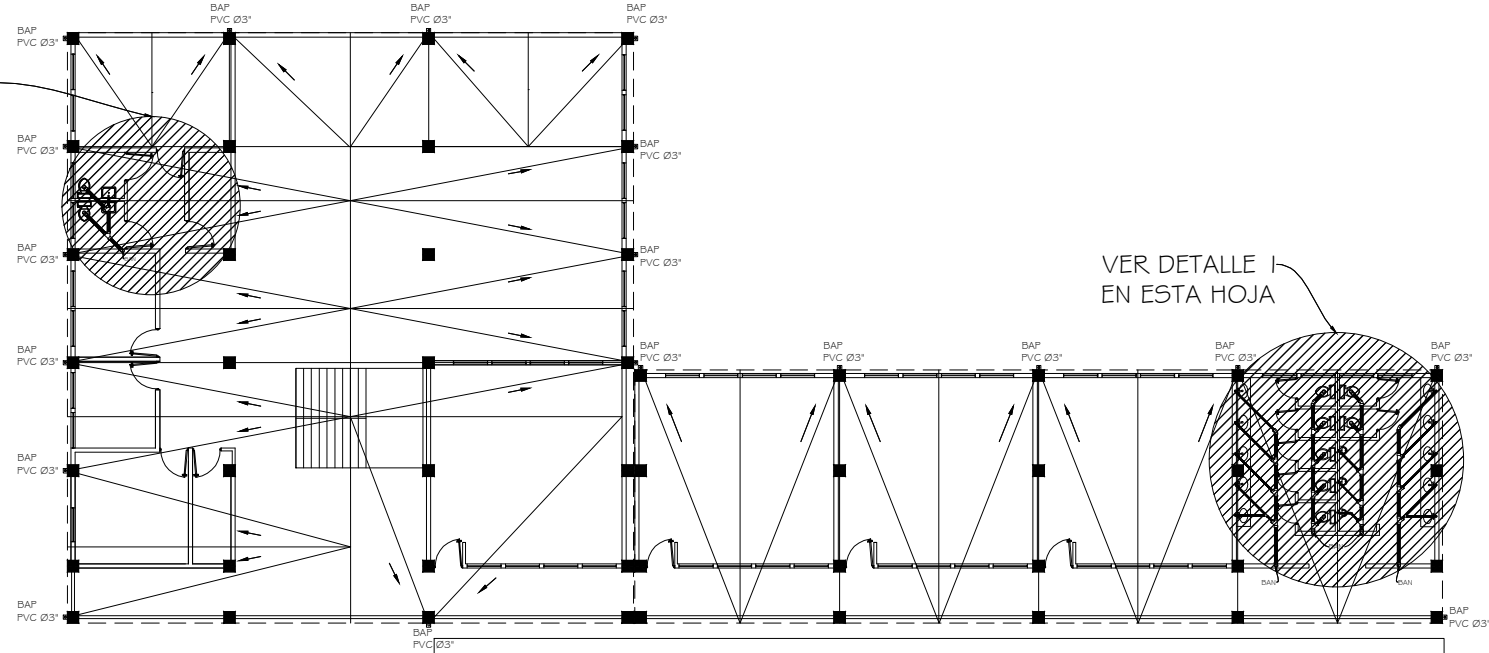
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA BAJA DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
REVISOR DE REGION: [Name] ESCALA: 1/40
DISEÑO EPS INGENIERIA: [Name] ESCALA: [Name]
Aprobado: 2009/2000

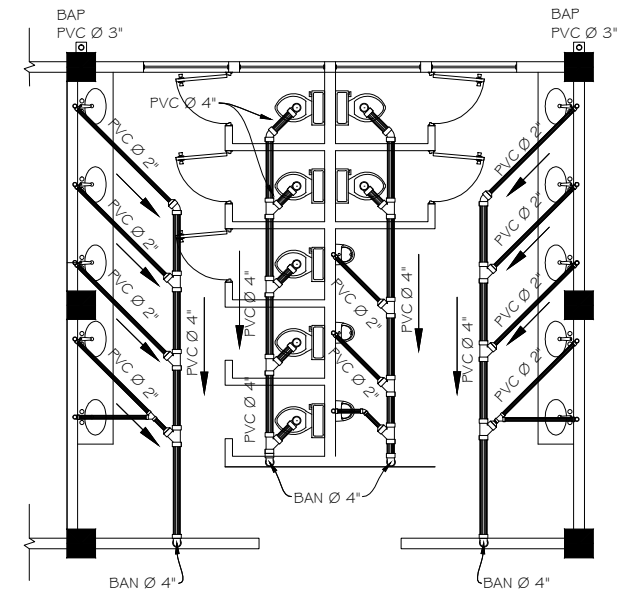
40



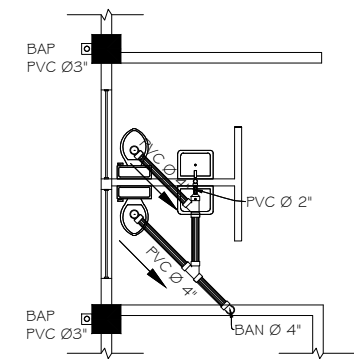
VER DETALLE 2
EN ESTA HOJA



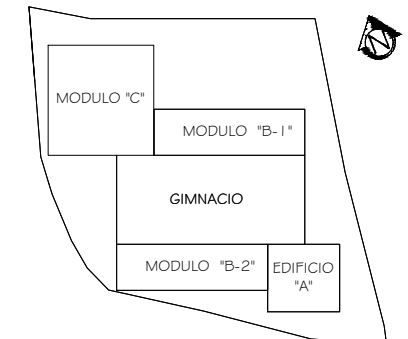
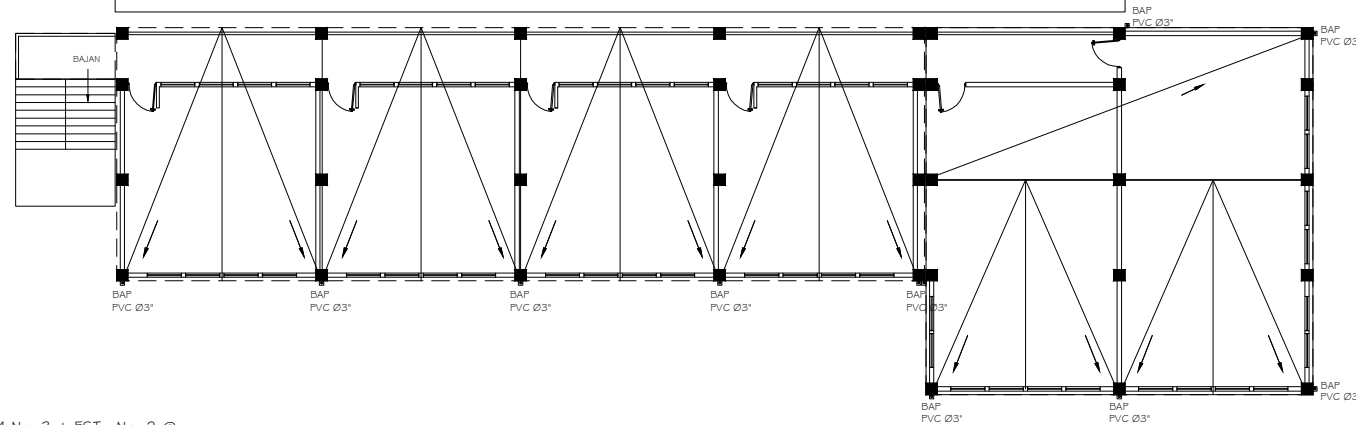
VER DETALLE I
EN ESTA HOJA



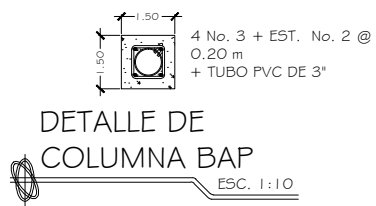
DETALLE I
PLANTA ALTA ESC. 1:50



DETALLE 2
PLANTA ALTA ESC. 1:50



SIMBOLOGIA	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA DE AGUAS FLUVIALES
	YEE A 45°
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 45°
	INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	CAJA REGISTRO
	CAJA UNION
	BAJADA DE AGUAS FLUVIALES
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS



PLANTA ALTA DRENAJE
SANITARIO Y PLUVIAL
ESC. 1:125



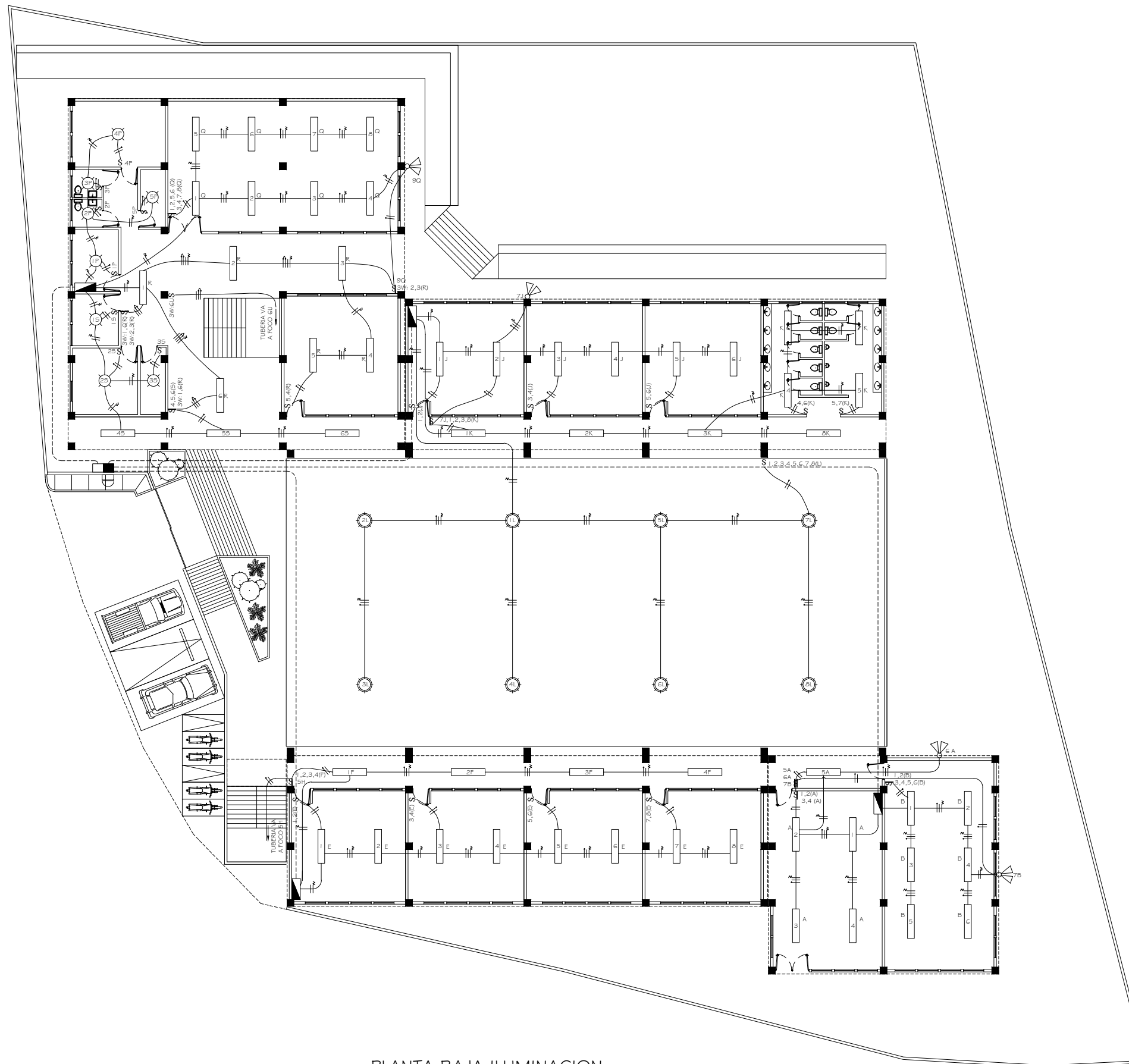
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

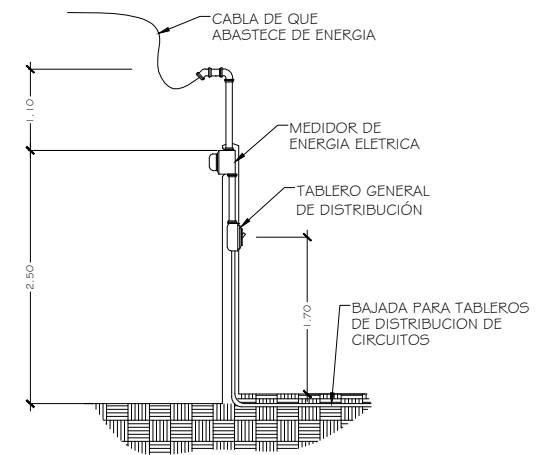
CONTENIDO: PLANTA ALTA
DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL

PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merck
DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar J. J. Pérez Méndez
ESCALA: 1:40
FECHA: 2009/2000

12
40



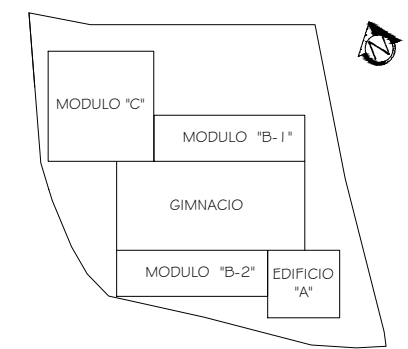
PLANTA BAJA ILUMINACION ESC. 1:125



DETALLE DE ACOMETIDA SIN ESCALA

NOTA: Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts metros sobre el nivel de piso.

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LAMPARA EN CIELO (PLAFONERA)
	LAMPARA FLUORESCENTE 2x40WATT
	LAMPARA DE CAMPANA
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50m
	INTERRUPTOR DOBLE h=1.50m
	INTERRUPTOR TRIPLE h=1.50m
	INDICADOR DE INTERRUPTOR THREE WAY
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA EN PISO O PARED
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR POSITIVO
	ALAMBRE RETORNO
	CONDUCTOR PUENTE THREE WAY



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

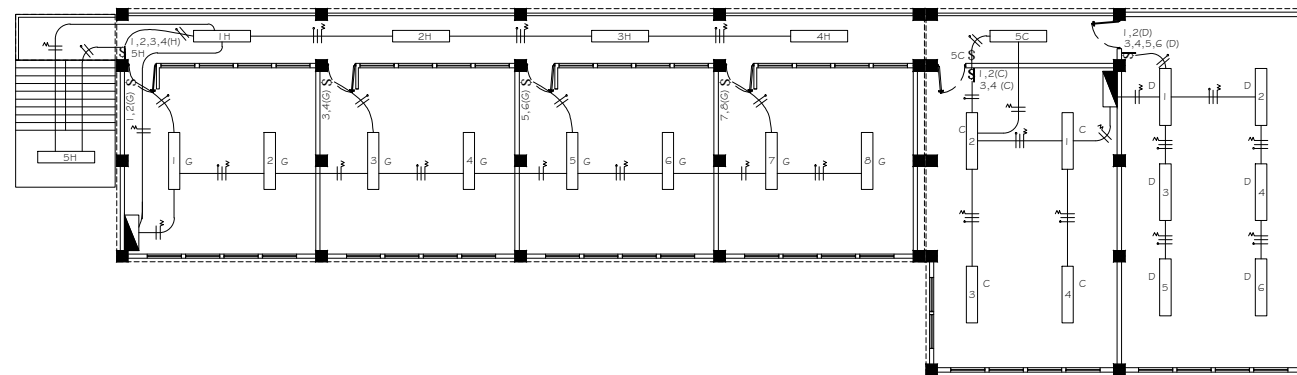
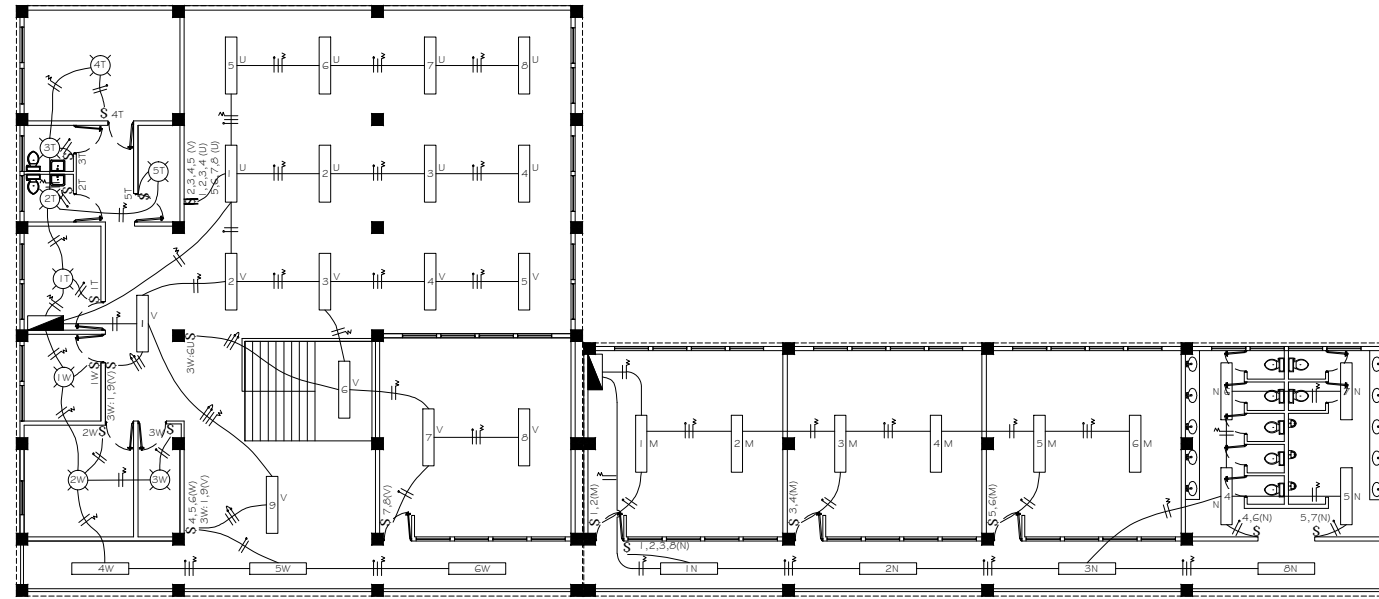
CONTENIDO:
PLANTA BAJA ILUMINACION

REVISOR DE REGION:

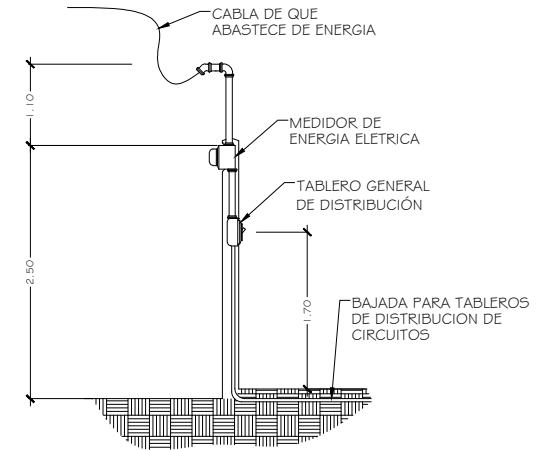
DISEÑO EPS INGENIERIA:

ESCALA:

13
40

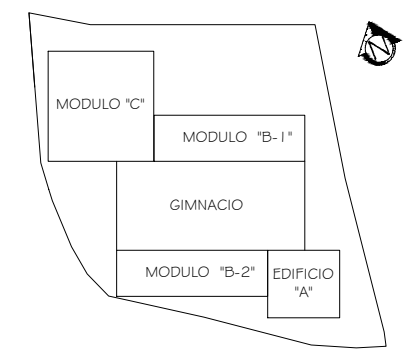


PLANTA ALTA ILUMINACION ESC. 1:125



DETALLE DE ACOMETIDA SIN ESCALA
 NOTA: Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts metros sobre el nivel de piso.

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LAMPARA EN CIELO (PLAFONERA)
	LAMPARA FLUORESCENTE 2x40WATT
	LAMPARA DE CAMPANA
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50m
	INTERRUPTOR DOBLE h=1.50m
	INTERRUPTOR TRIPLE h=1.50m
	INDICADOR DE INTERRUPTOR THREE WAY
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA EN PISO O PARED
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR POSITIVO
	ALAMBRE RETORNO
	CONDUCTOR PUENTE THREE WAY



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

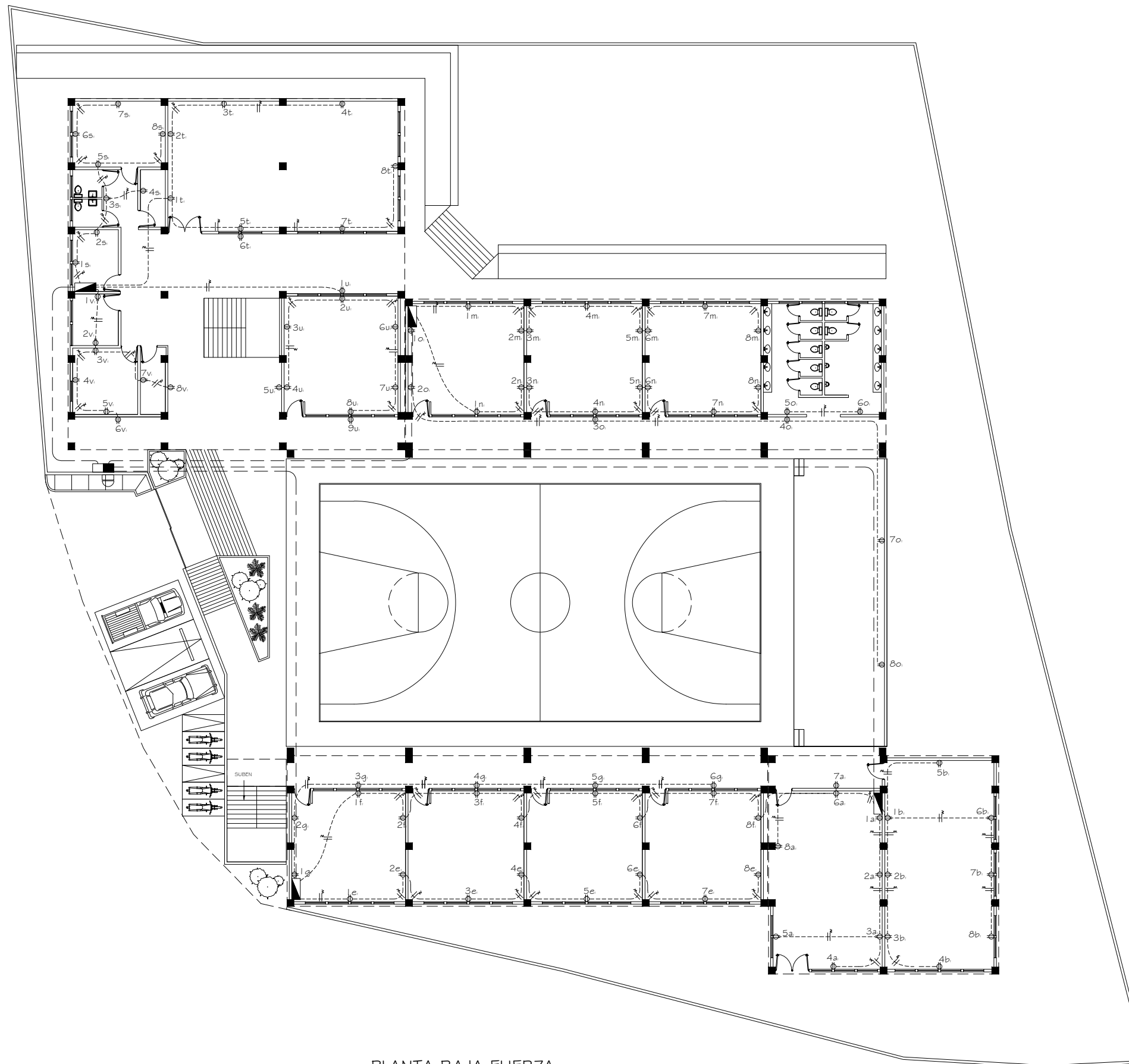
CONTENIDO: PLANTA ALTA ILUMINACION

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch

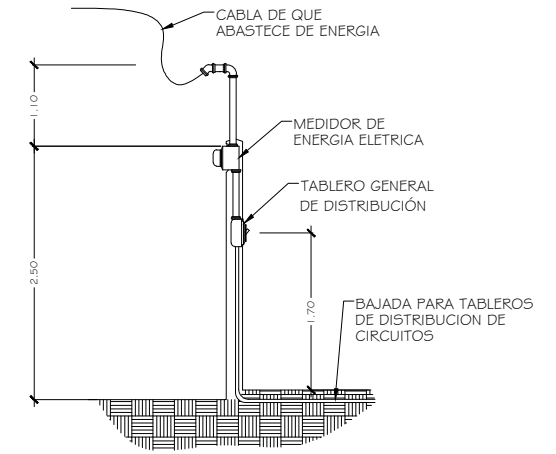
DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar Juan Pablo Méndez

ESCALA: 1/40

14
40

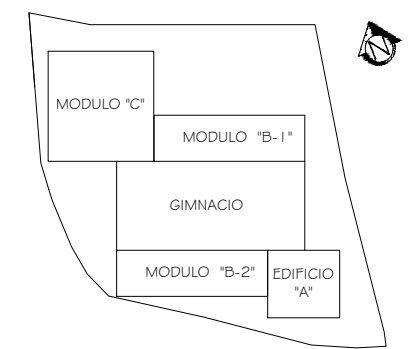


PLANTA BAJA FUERZA ESC. 1:125



DETALLE DE ACOMETIDA SIN ESCALA
 NOTA: Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts metros sobre el nivel de piso.

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE EN PARED h=0.40m
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA EN PISO O PARED
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR POSITIVO

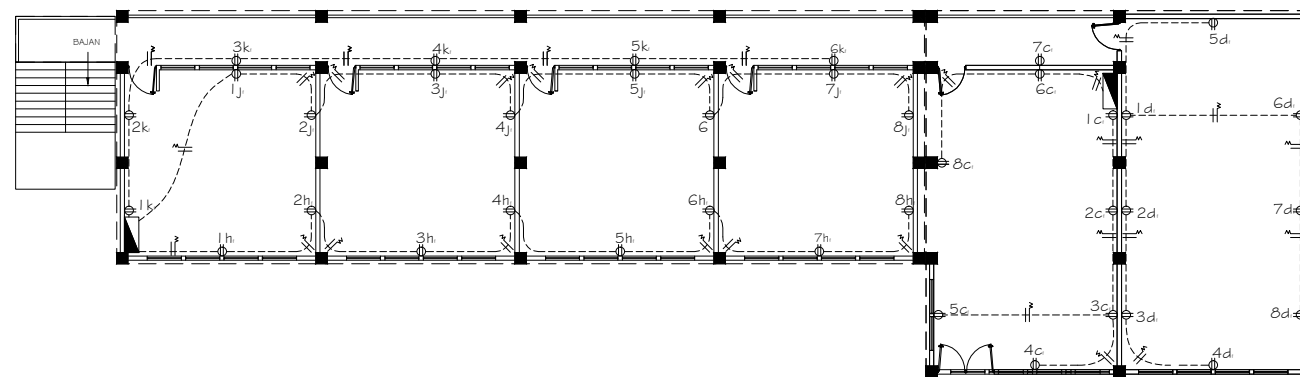
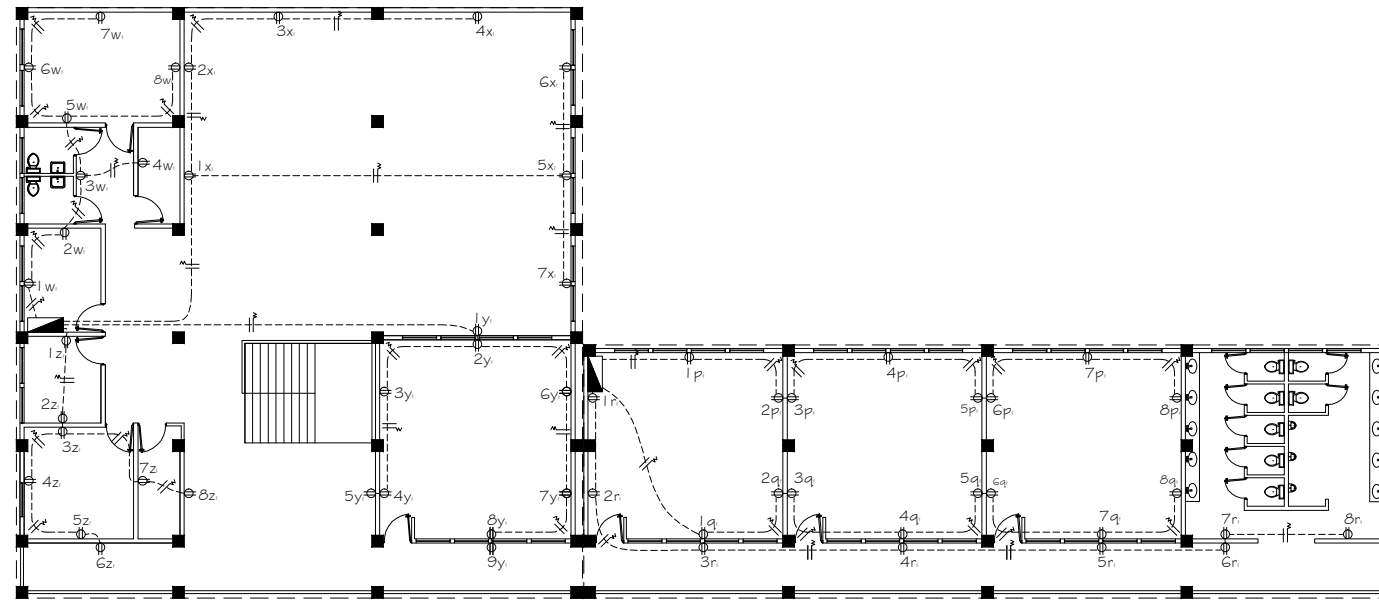


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

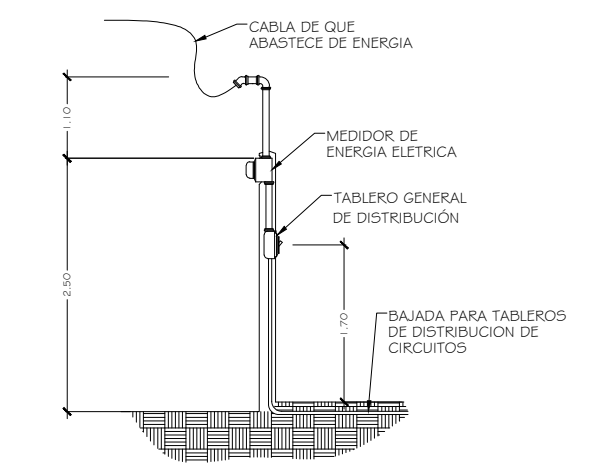
PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
 PLANTA BAJA FUERZA

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Mench
 DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Juan Pablo
 ESCALA: 15/40

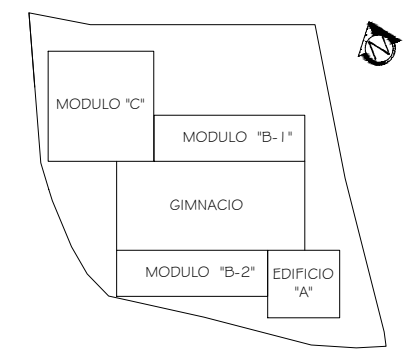


PLANTA ALTA FUERZA ESC. 1:125



DETALLE DE ACOMETIDA SIN ESCALA
 NOTA: Se recomienda que el tablero general de distribución de circuitos sea colocado a una altura de 1.50 mts. a 1.70 mts metros sobre el nivel de piso.

SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE EN PARED h=0,40m
	TUBERIA EN CIELO
	TUBERIA EN PISO O PARED
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR POSITIVO



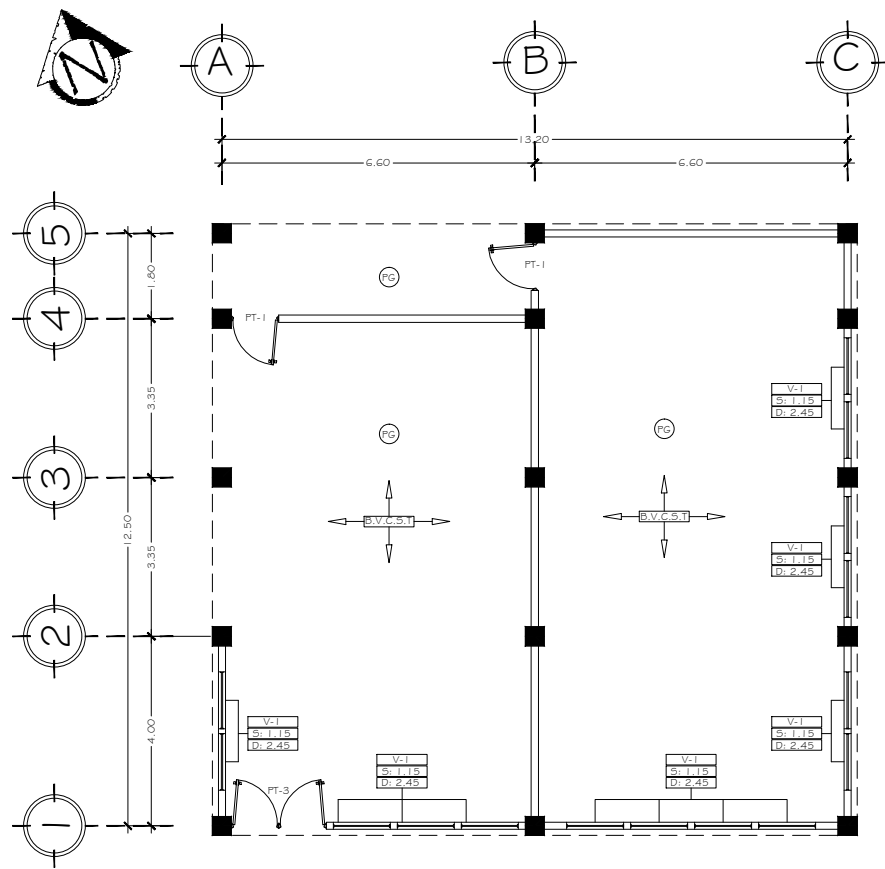
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

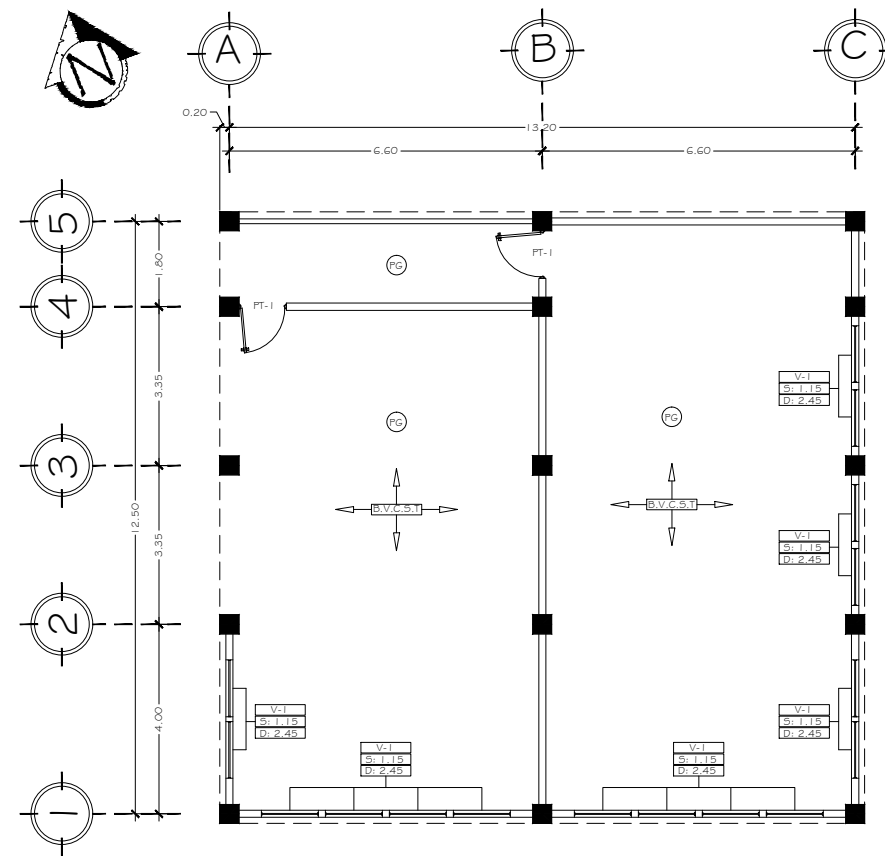
CONTENIDO:
 PLANTA ALTA FUERZA

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch
 DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Fabian Méndez
 2008/2009

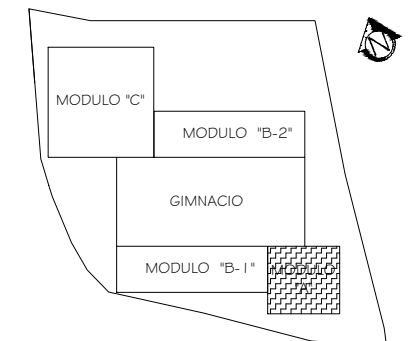
ESCALA:
 1/6
 40



PLNATA BAJA
ACABADOS
MODULO "A" ESC. 1:75



PLNATA ALTA
ACABADOS
MODULO "A" ESC. 1:75



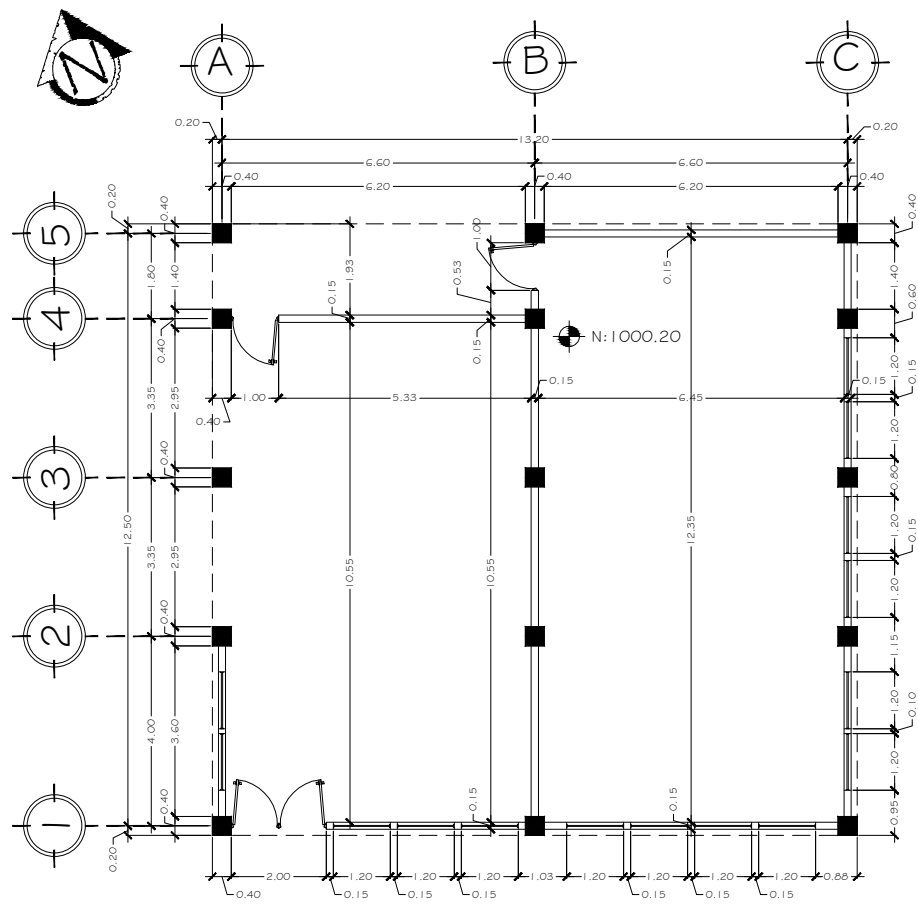
SIMBOLOGIA	
FC	FISO DE GRANITO
V-1 S: 1.15 D: 2.45	VENTANA TIPO SILLAR DINTEL
PT-1	FUERTA TIPO
B.V.C.S.T.	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS



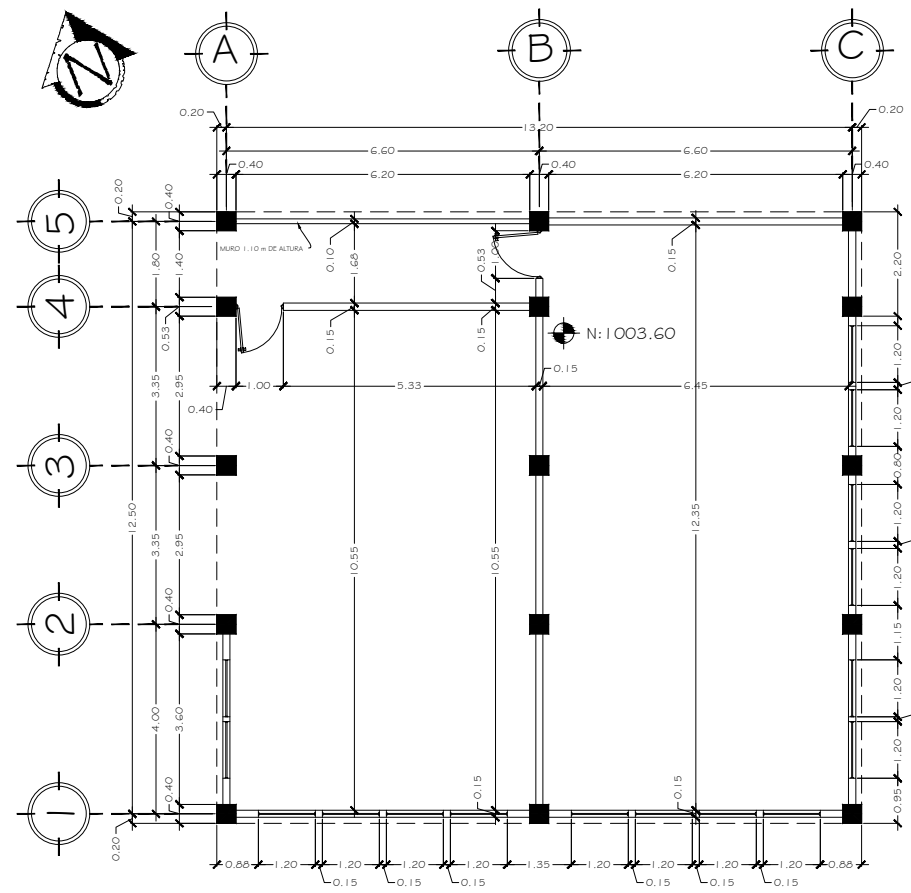
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

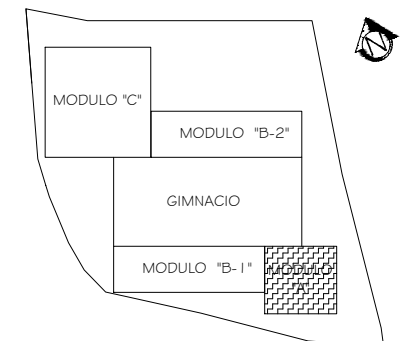
CONTENIDO:
PLANTA ACABADOS MODULO "A" 17
ASESOR DE REGION: Inj. Juan Merch DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Fabian Mendez ESCALA: Inducada 40
2008/2001



PLANTA BAJA ACOTADA
MODULO "A" ESC. 1:75



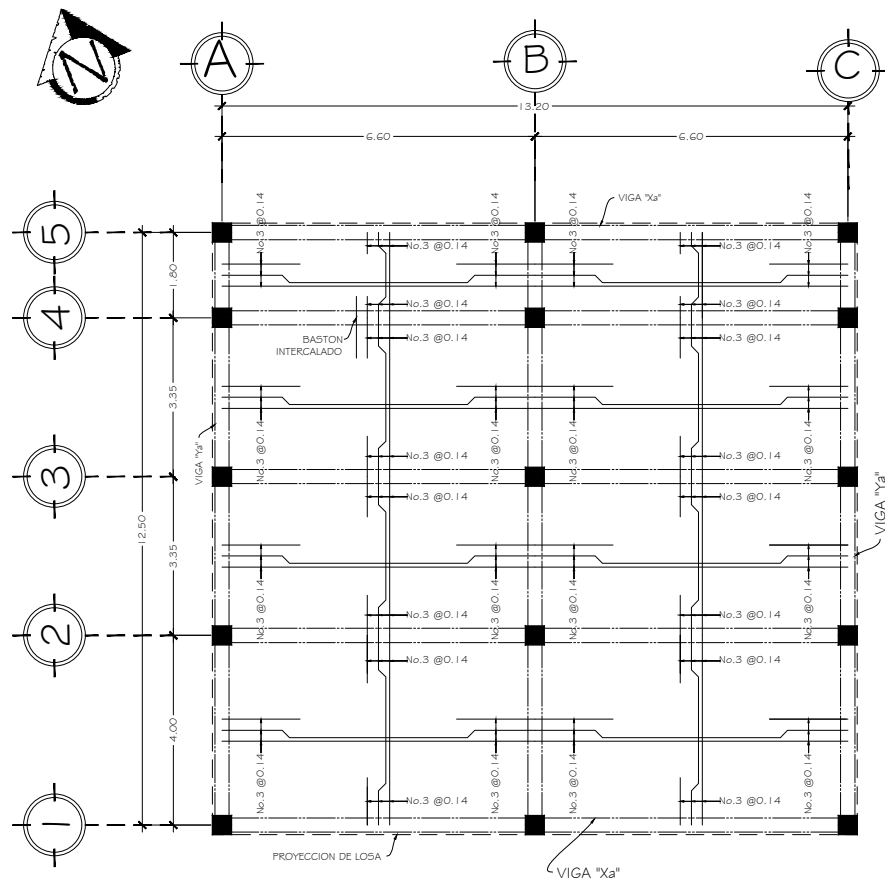
PLANTA ALTA ACOTADA
MODULO "A" ESC. 1:75



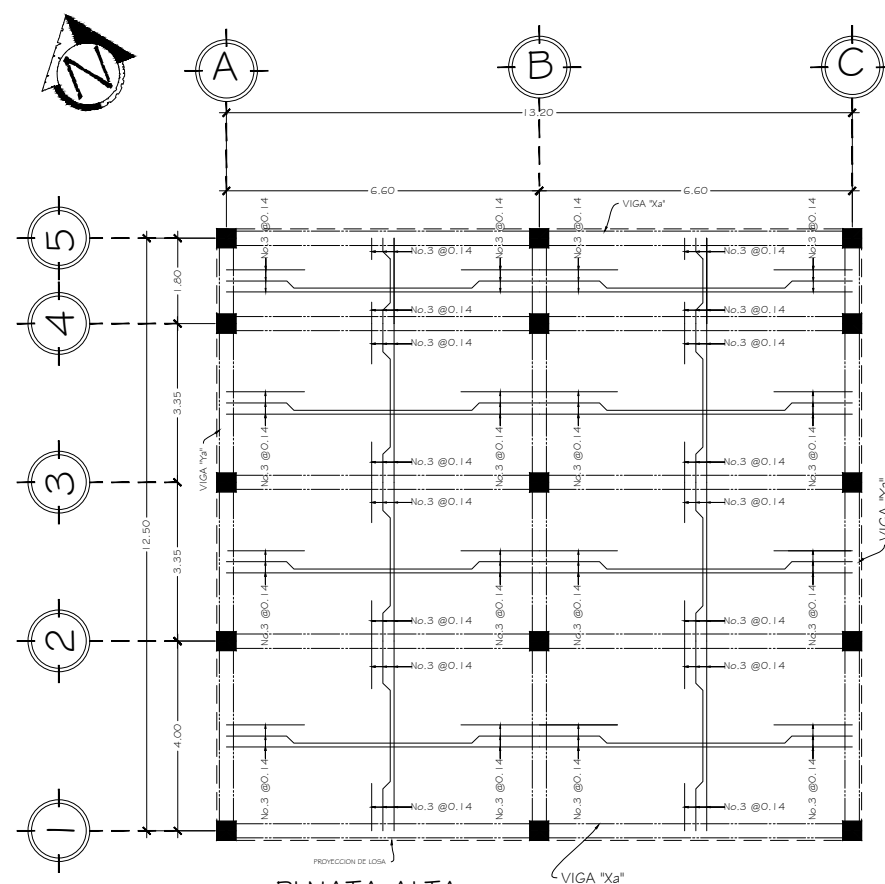
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

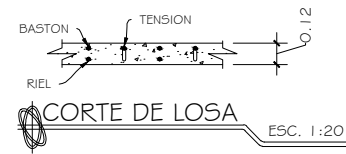
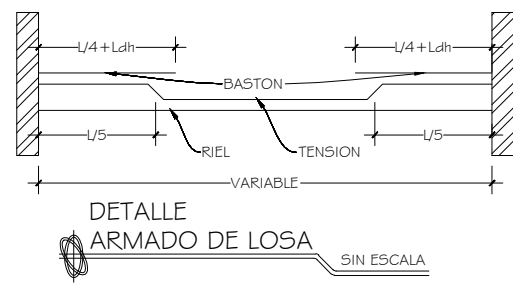
CONTENERO: PLANTA ACOTADA MODULO "A"	18
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Moch	40
DISEÑO EPS INGENIERIA: Pilar Javier Pérez Méndez 2008/2009	ESCALA: Indicada



PLNATA BAJA
ARMADO DE LOSA
MODULO "A" t=0.12m ESC. 1:75



PLNATA ALTA
ARMADO DE LOSA
MODULO "A" t=0.12m ESC. 1:75

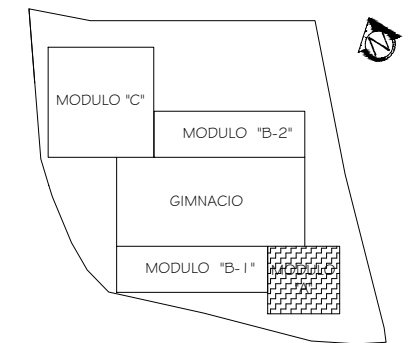


RECUBRIMENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	4.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIMENTOS	7.5 cm

PARA VER DETALLES DE VIGAS VER HOJA No. XXX

LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cm)			
Vanilla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3,25 x Ldh *3
3	15	27	35
4	15	36	47
5	18	45	58
6	22	54	70
7	25	63	81
8	29	72	93

- Cap. 21-318-05.
1. Barras con gancho estándar de 90°Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30 m, Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30 m, Columnas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

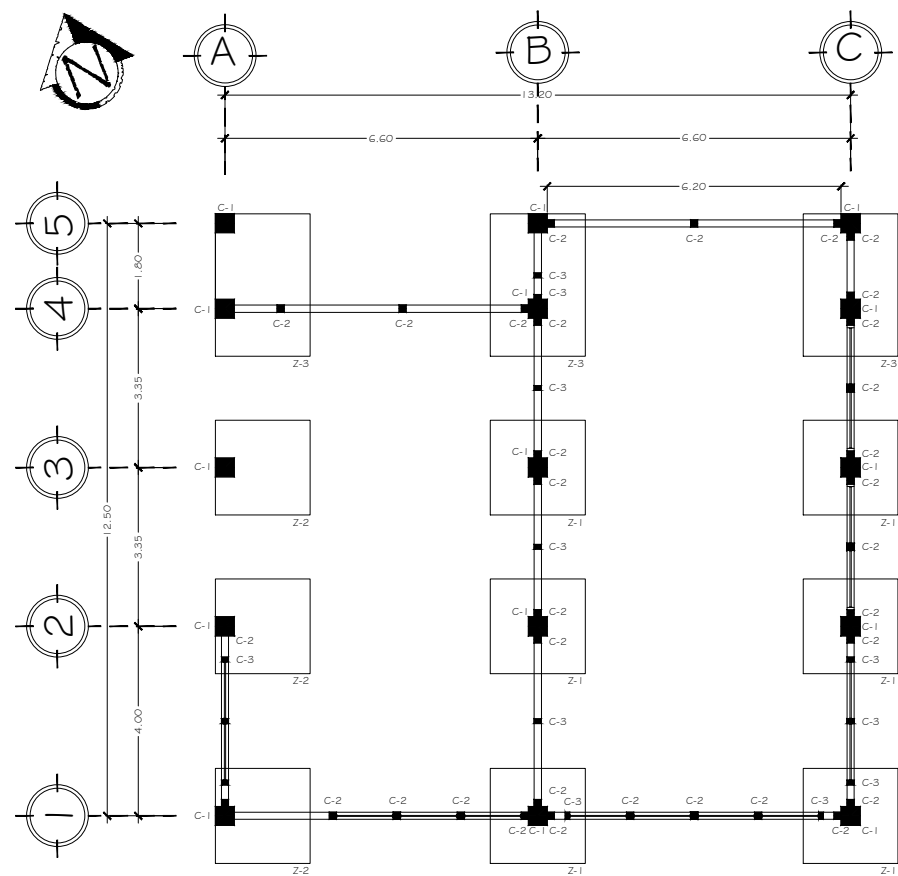
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
ARMADO DE LOSA MODULO "A"

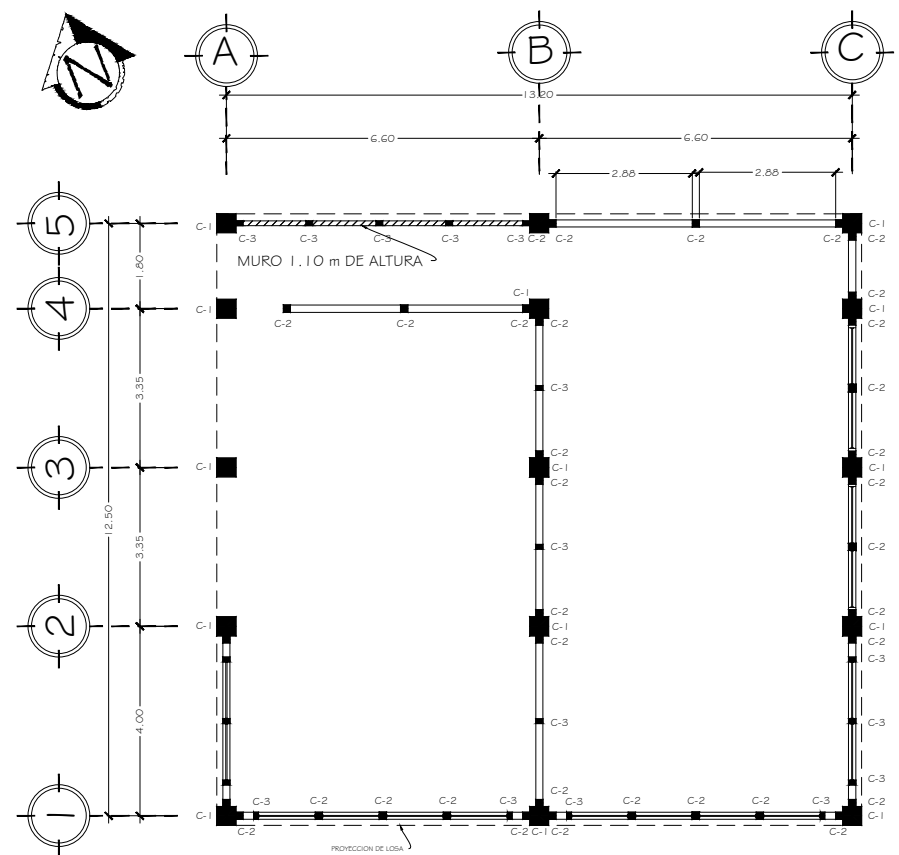
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch
DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Fabian Méndez
2009/2000

ESCALA: Indicado

19
40



PLANTA BAJA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "A" ESC. 1:75



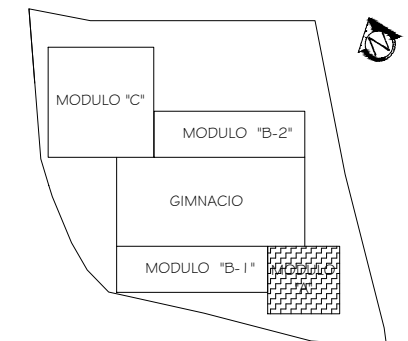
PLANTA ALTA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "A" ESC. 1:75

- COLUMNA C-1
- COLUMNA C-2
- COLUMNA C-3
- ▨ INDICA BLOCK t=0.10 m

PARA VER DETALLES:
ZAPATAS HOJA No. 39/40
COLUMNAS HOJA No. 38/40

NOTAS GENERALES:

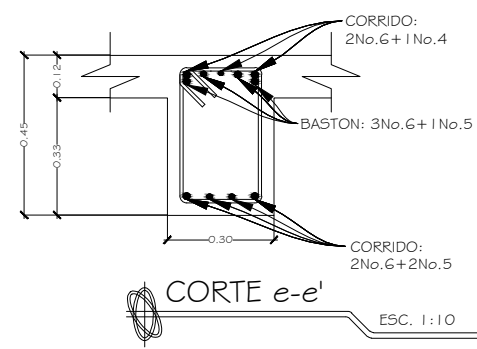
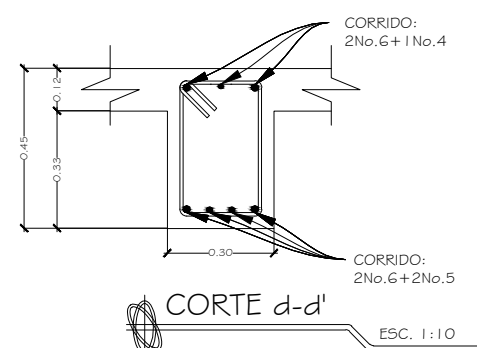
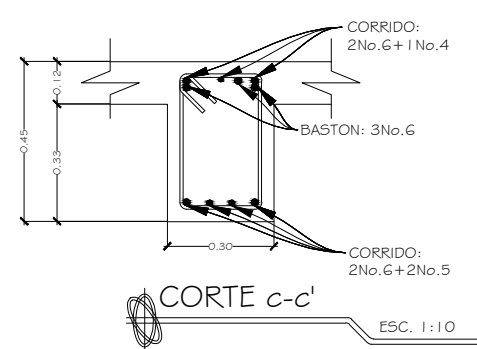
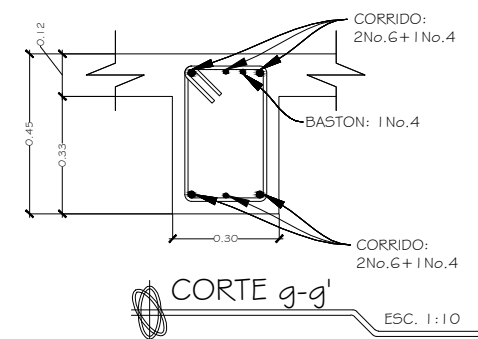
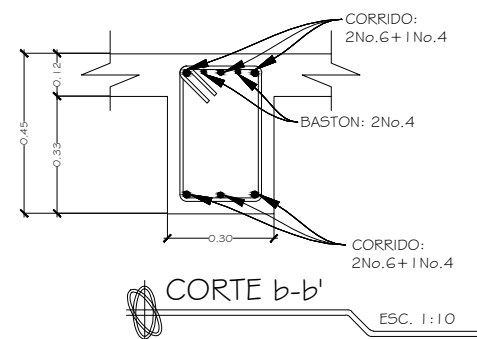
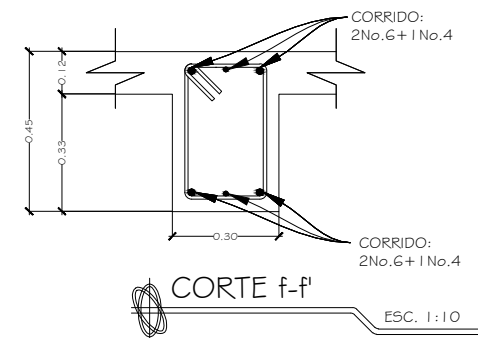
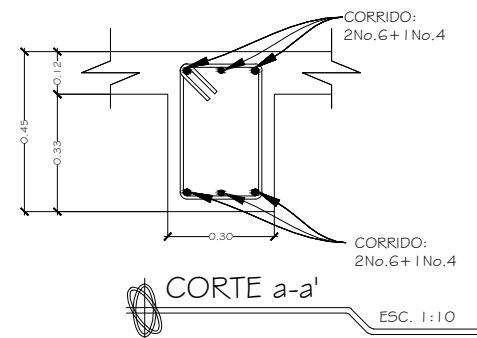
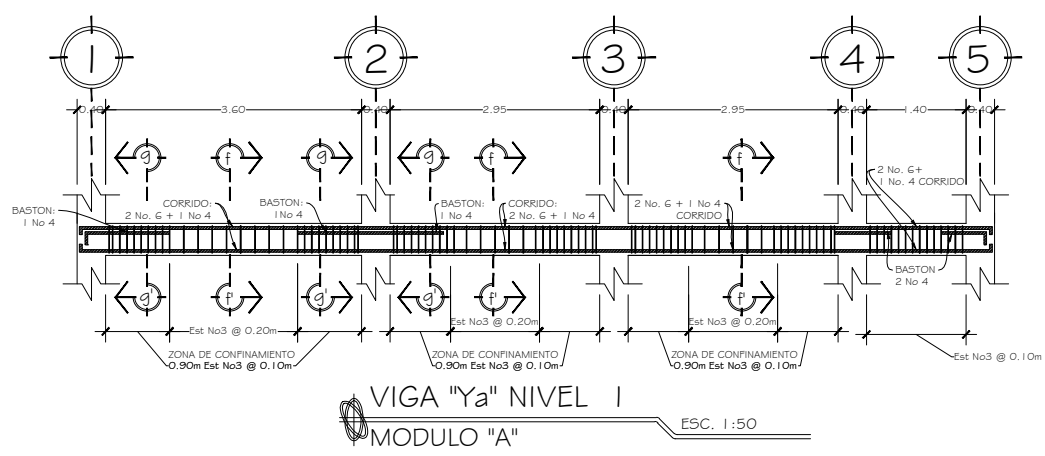
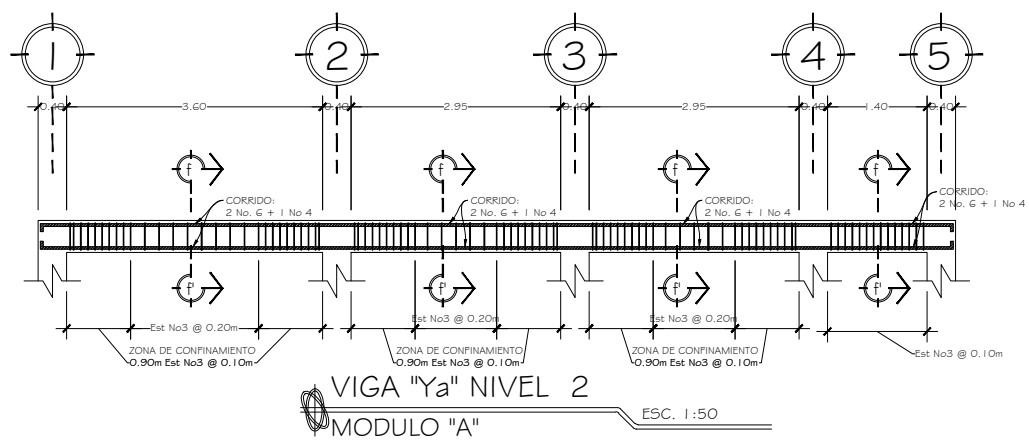
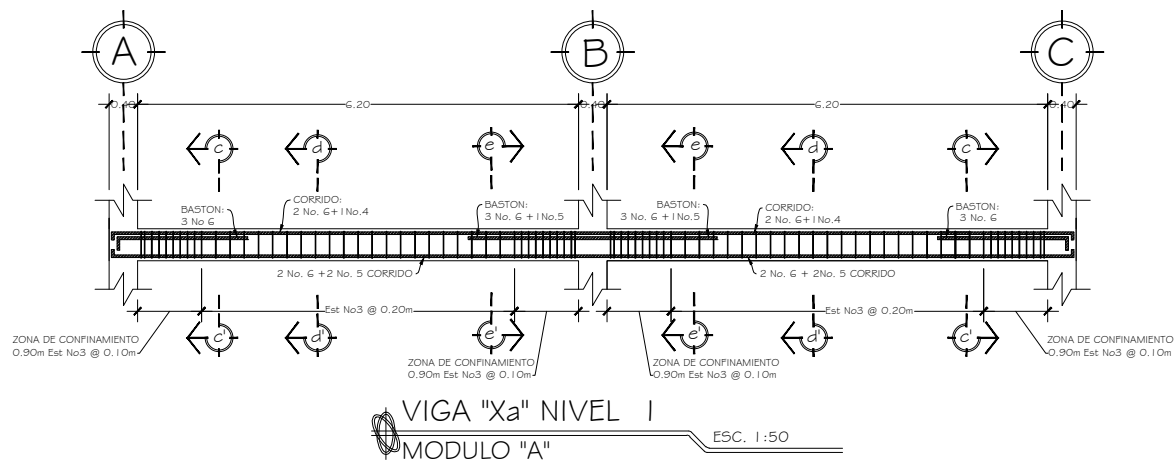
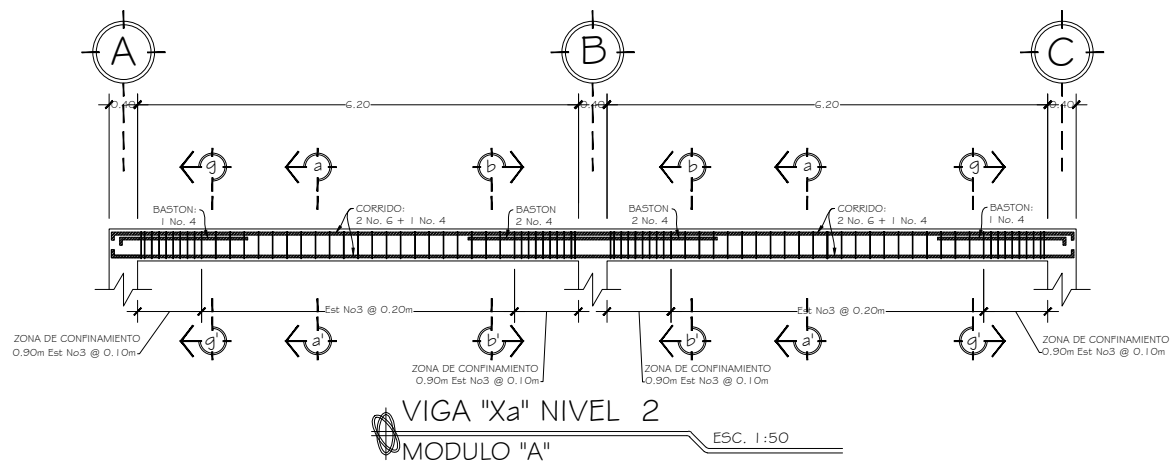
MATERIALES:
1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Pig²) A LOS 28 DIAS
2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE, VALOR SOPORTE: Vs=24.11 Ton/m² (COMPRESION TRIAXIAL)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "A"	ESCALA: 20/40
PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merik	DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez 2009/2001



GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	...	0.25	0.10
7	0.14	...	0.30	0.10
8	0.16	...	0.35	0.10
9	0.23	...	0.35	0.10
10	0.25	...	0.40	0.10
11	0.29	...	0.45	0.10

NOTAS GENERALES:

- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 4° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 4cm. EN VIGAS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 5° EL PRIMER ESTRIBO SE COLOCARA A 5 cm. DE LA CARA DEL APOYO.
- 6° ESTRIBOS: ZONA DE CONFINAMIENTO @0.10m
ZONA NO CONFINADA @0.20m
- 7° LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTARA DADA POR:
 $L_{baston} = L_{uz}/4 + L_{ch}$

PARA L_{ch} VER TABLA EN PLANO DE ARMADO DE LOSA

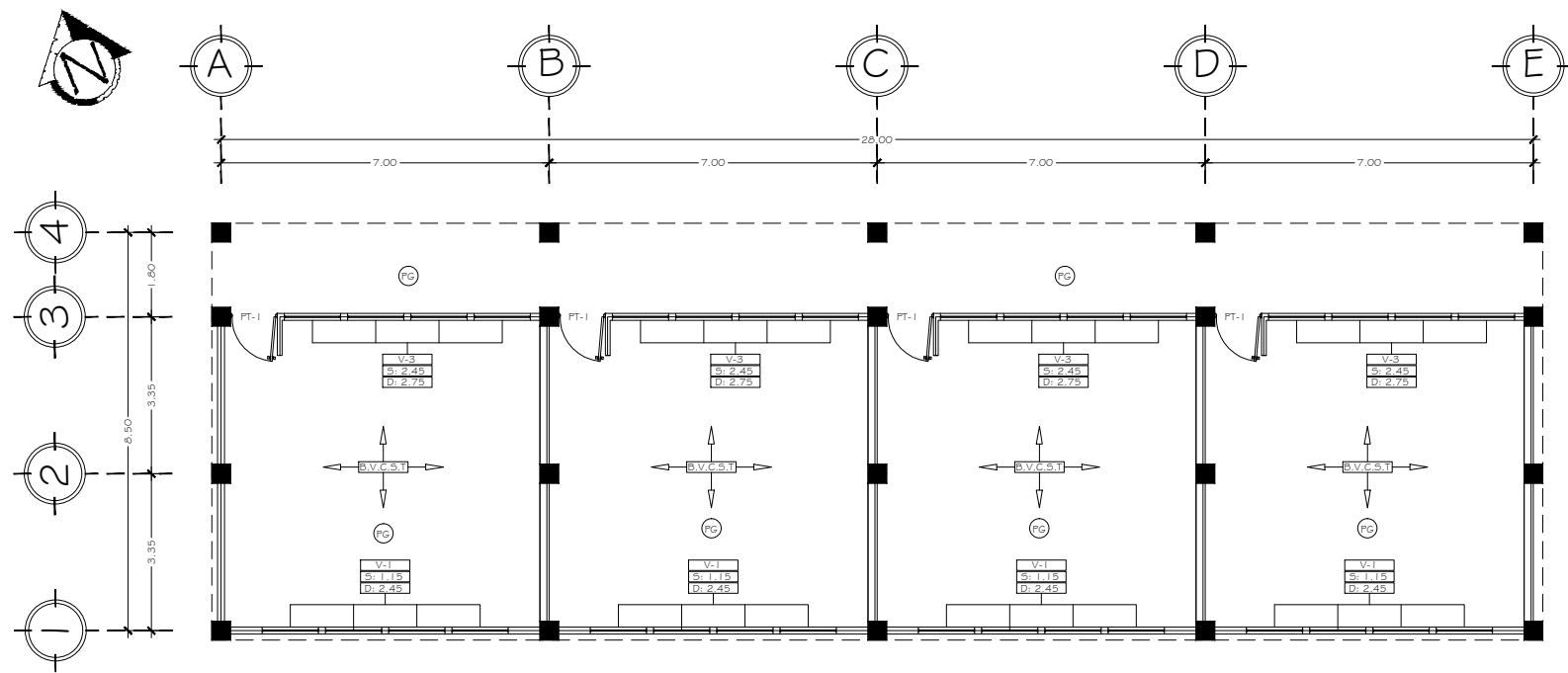
TRASLAPES MINIMOS
 No 3 = 0.35 m.
 No 4 = 0.50 m.
 No 5 = 0.60 m.
 No 6 = 0.75 m.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

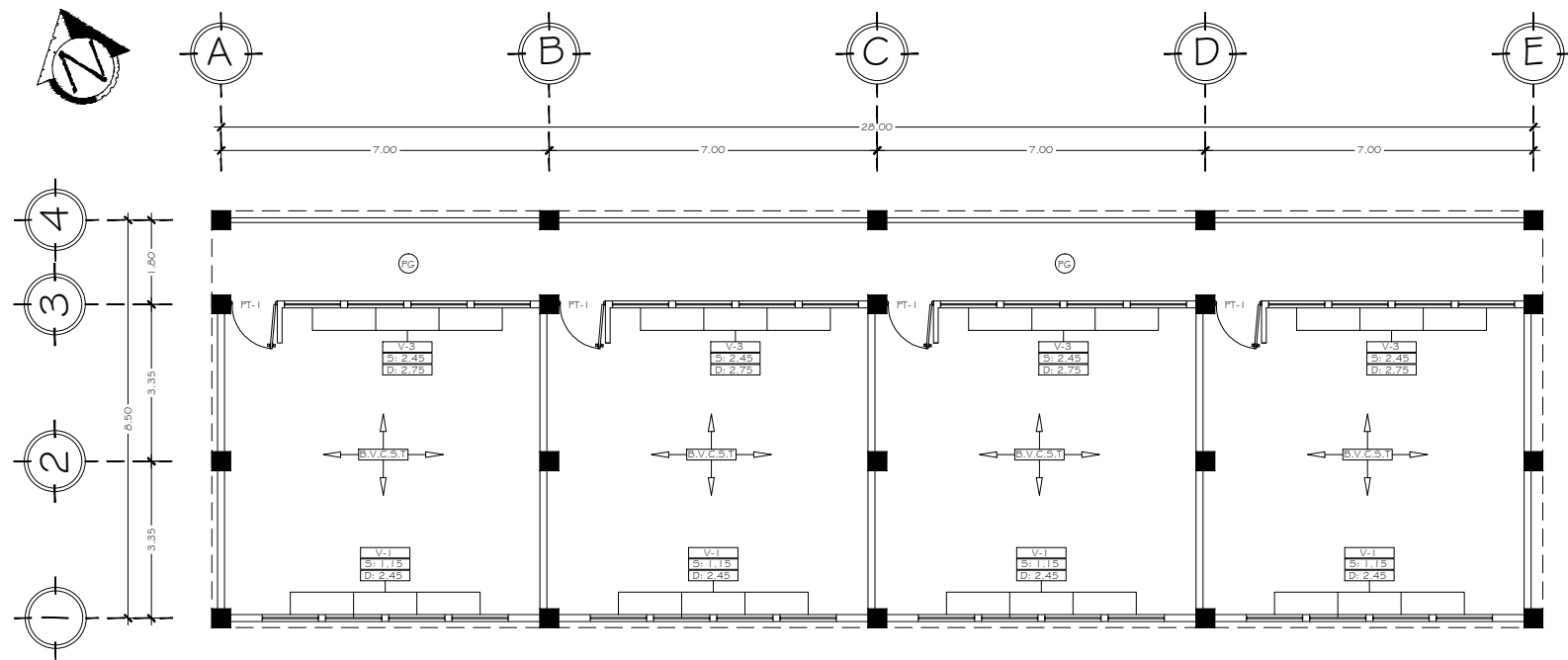
PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
 ARMADO DE VIGAS MODULO "A" 21

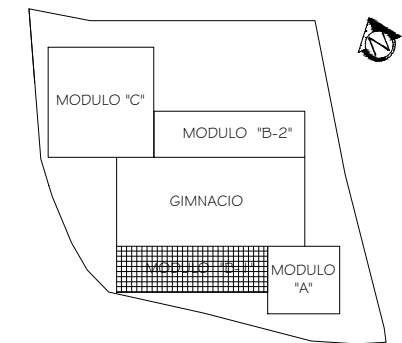
REVISOR DE REGION: No. Juan Merch ESCALA: 1/40
 DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar Juan Pérez Méndez 2008/2000



PLANTA BAJA
ACABADOS
MODULO "B-1" ESC. 1:75



PLANTA ALTA
ACABADOS
MODULO "B-1" ESC. 1:75



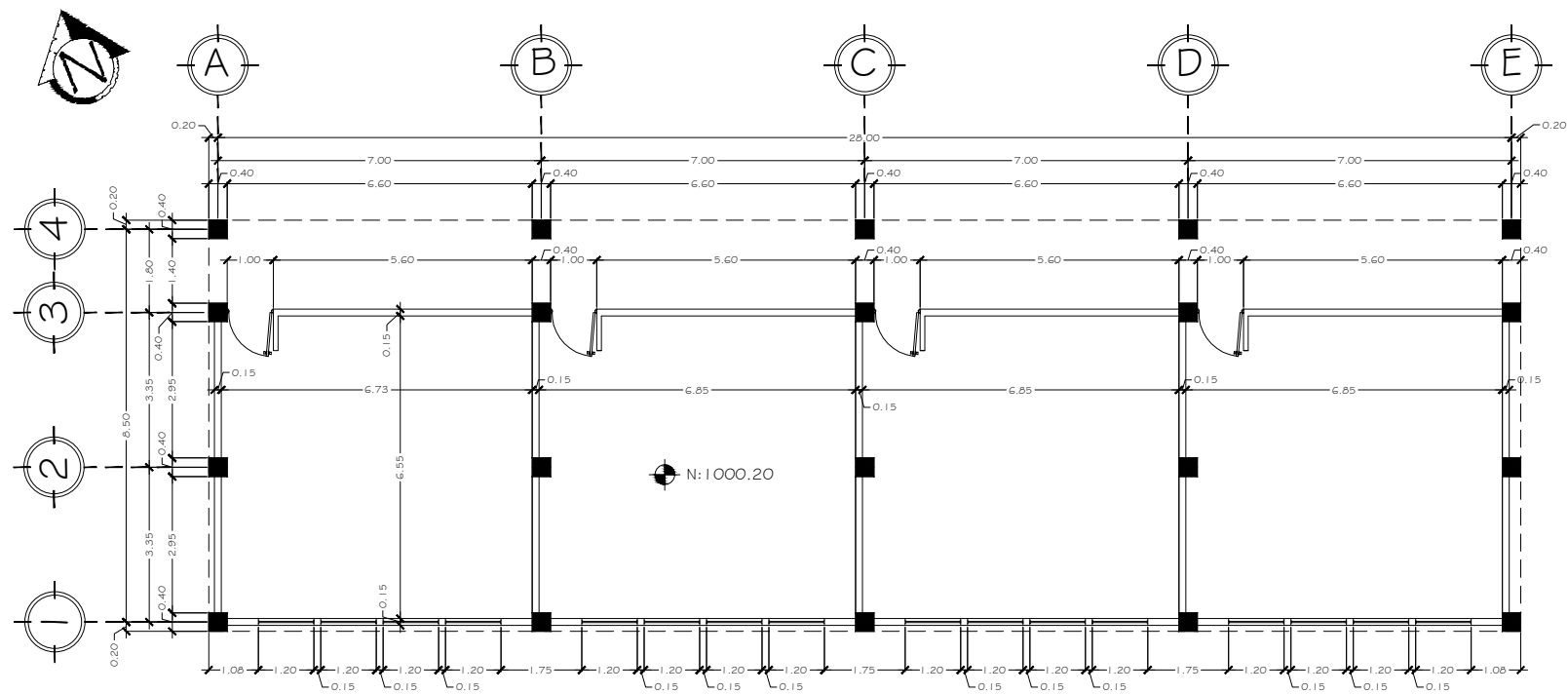
SIMBOLOGIA	
	FISO DE GRANITO
	VENTANA TIPO SILLAR DINTEL
	FUERTA TIPO
	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS



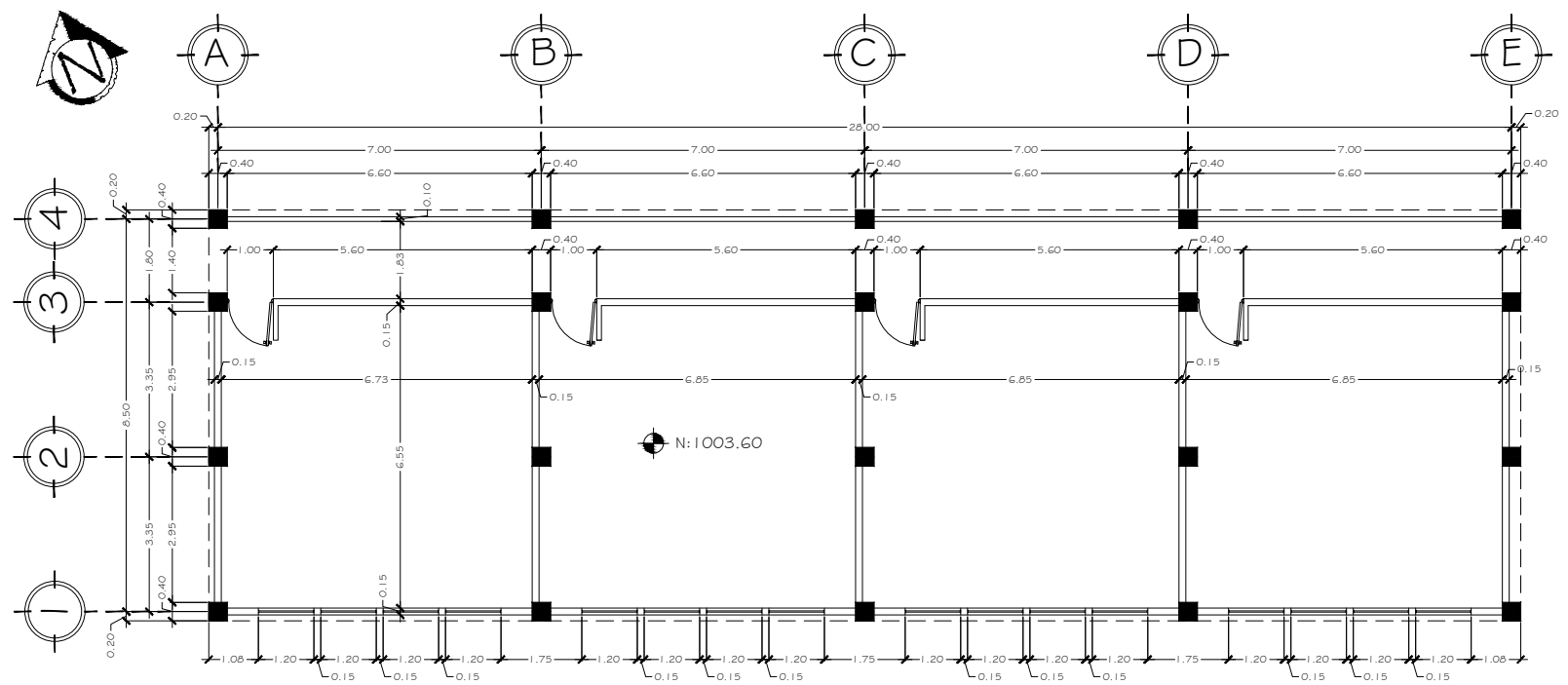
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

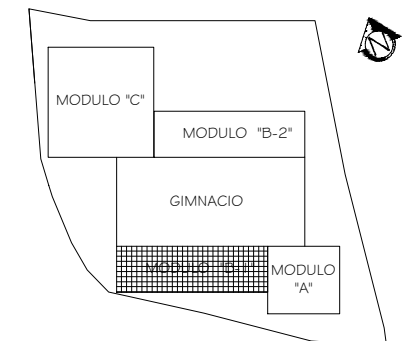
CONTENIDO:
PLANTA ACABADOS MODULO "B-1" 22
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merch 40
DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Fabian Mendez 2008/2009
ESCALA: Indicada



PLANTA BAJA ACOTADA
MODULO "B-1" ESC. 1:75



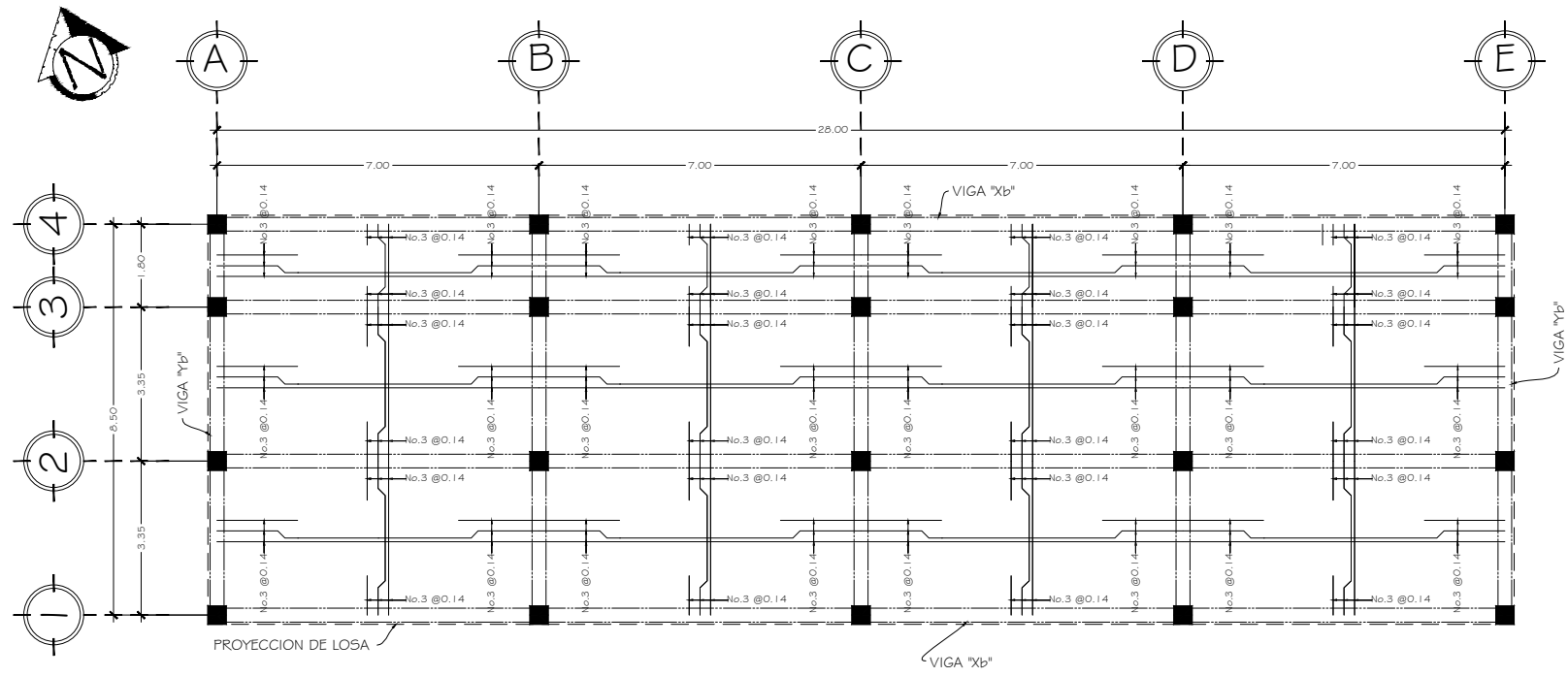
PLANTA ALTA ACOTADA
MODULO "B-1" ESC. 1:75



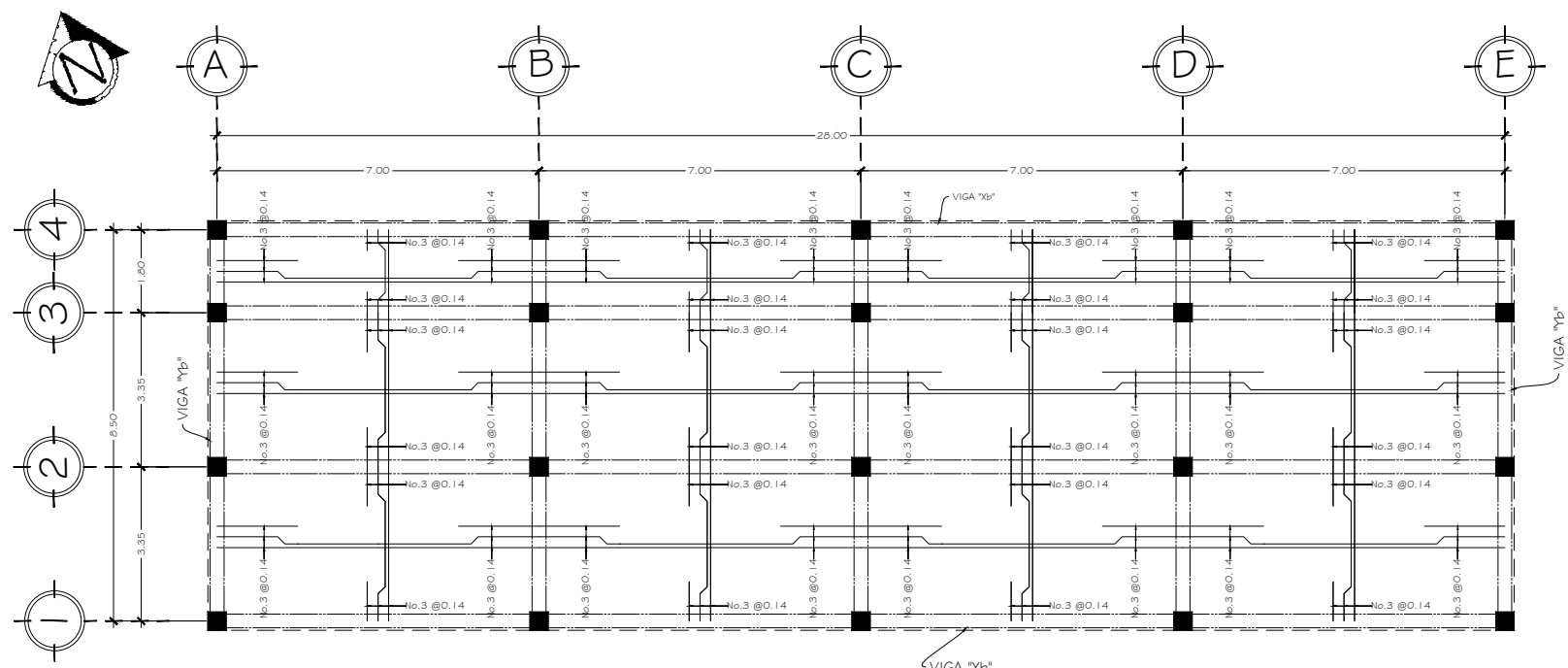
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

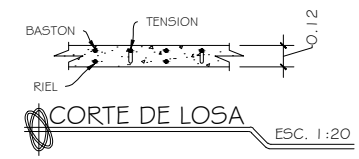
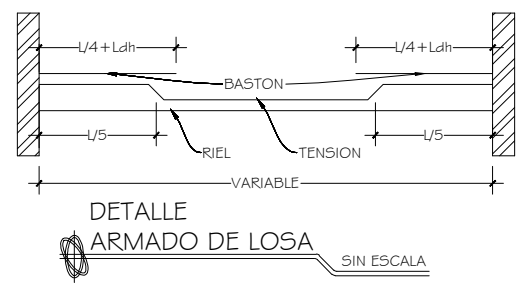
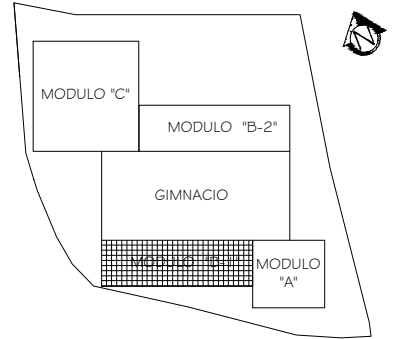
CONTENIDO:
PLANTA ACOTADA MODULO "B-1" 23
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Moch 40
DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar Juan Pablo Méndez 2008/2000
ESCALA: Indicada



PLNATA BAJA
ARMADO DE LOSA
MODULO "B-1" t=0.12m ESC. 1:75



PLNATA ALTA
ARMADO DE LOSA
MODULO "B-1" t=0.12m ESC. 1:75



RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	4.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIENTOS	7.5 cm

PARA VER DETALLES DE VIGAS VER HOJA No. XXX

LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cm)			
Vanilla No.	Ldh *	2.5 x Ldh *2	3,25 x Ldh *3
3	15	27	35
4	15	36	47
5	18	45	58
6	22	54	70
7	25	63	81
8	29	72	93

- Cap. 21-318-05.
1. Barras con gancho estándar de 90° Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30 m, Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30 m, Columnas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

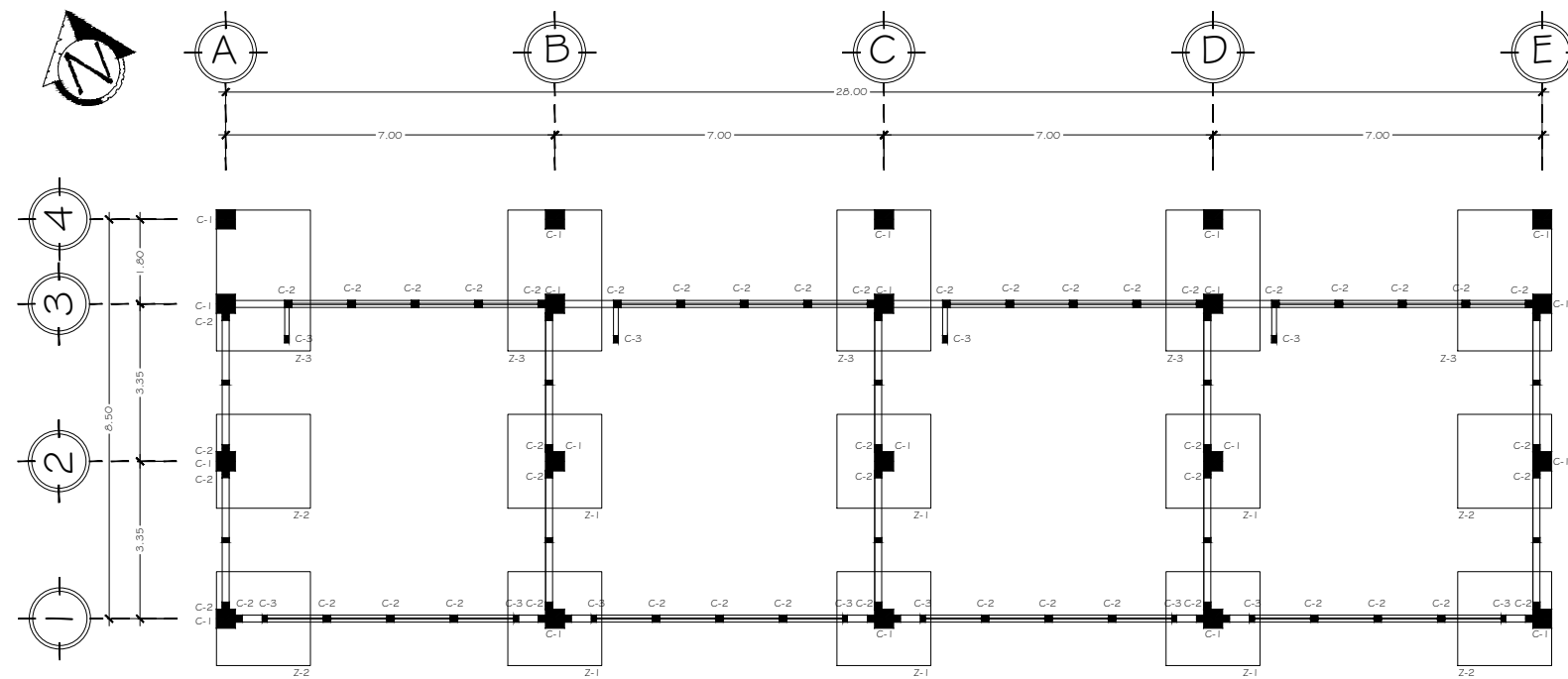
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONVENIO:
ARMADO DE LOSA MODULO "B-1"

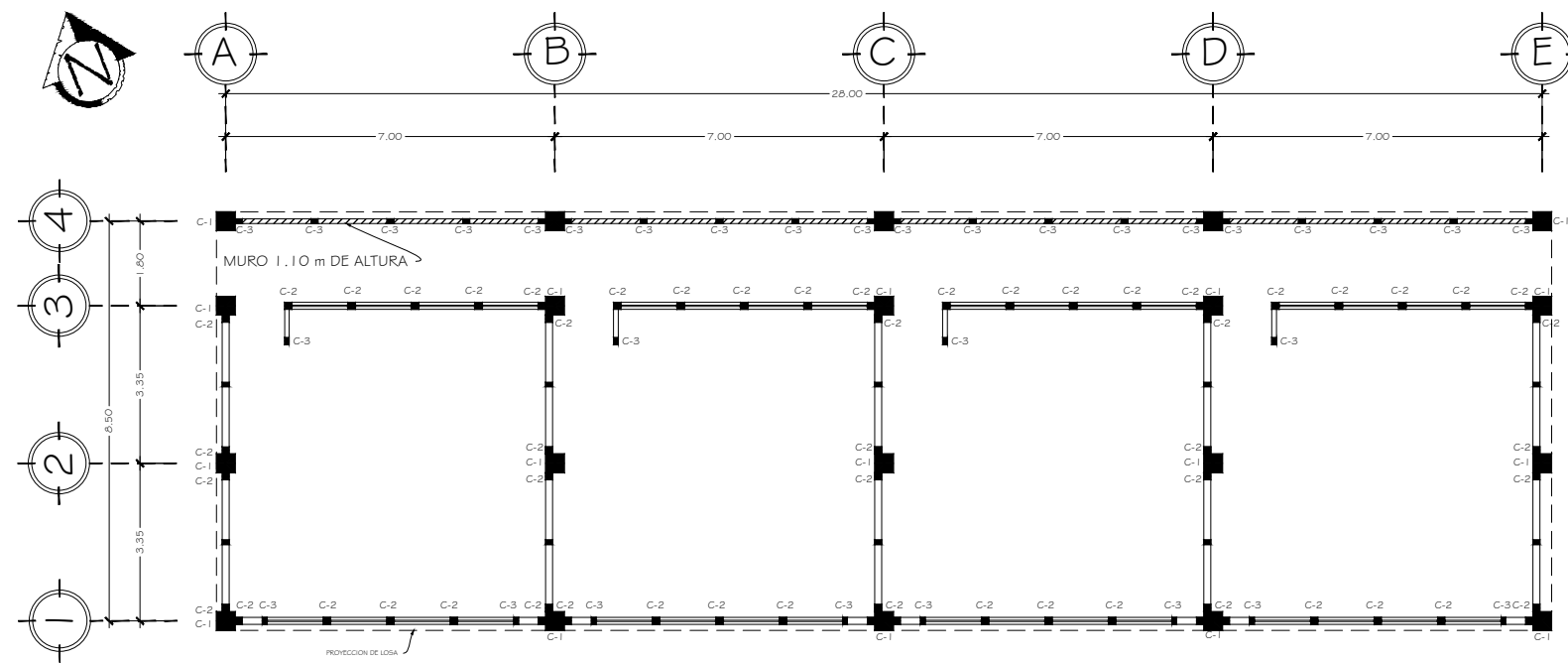
ASESOR DE REGION: No. Juan Merck
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mr. Javier Fabian Mendez
2009/2000

ESCALA:
Indicada

24
40



PLANTA BAJA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "B-1" ESC. 1:75

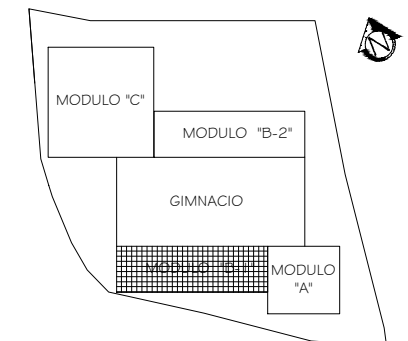


PLANTA ALTA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "B-1" ESC. 1:75

- COLUMNA C-1
 - COLUMNA C-2
 - COLUMNA C-3
 - ▨▨▨▨▨ INDICA BLOCK t=0.10 m
- PARA VER DETALLES:
ZAPATAS HOJA No. 39/40
COLUMNAS HOJA No. 38/40

NOTAS GENERALES:

MATERIALES:
1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE, VALOR SOPORTE: Vs=24.11 Ton/m² (COMPRESION TRIAXIAL)

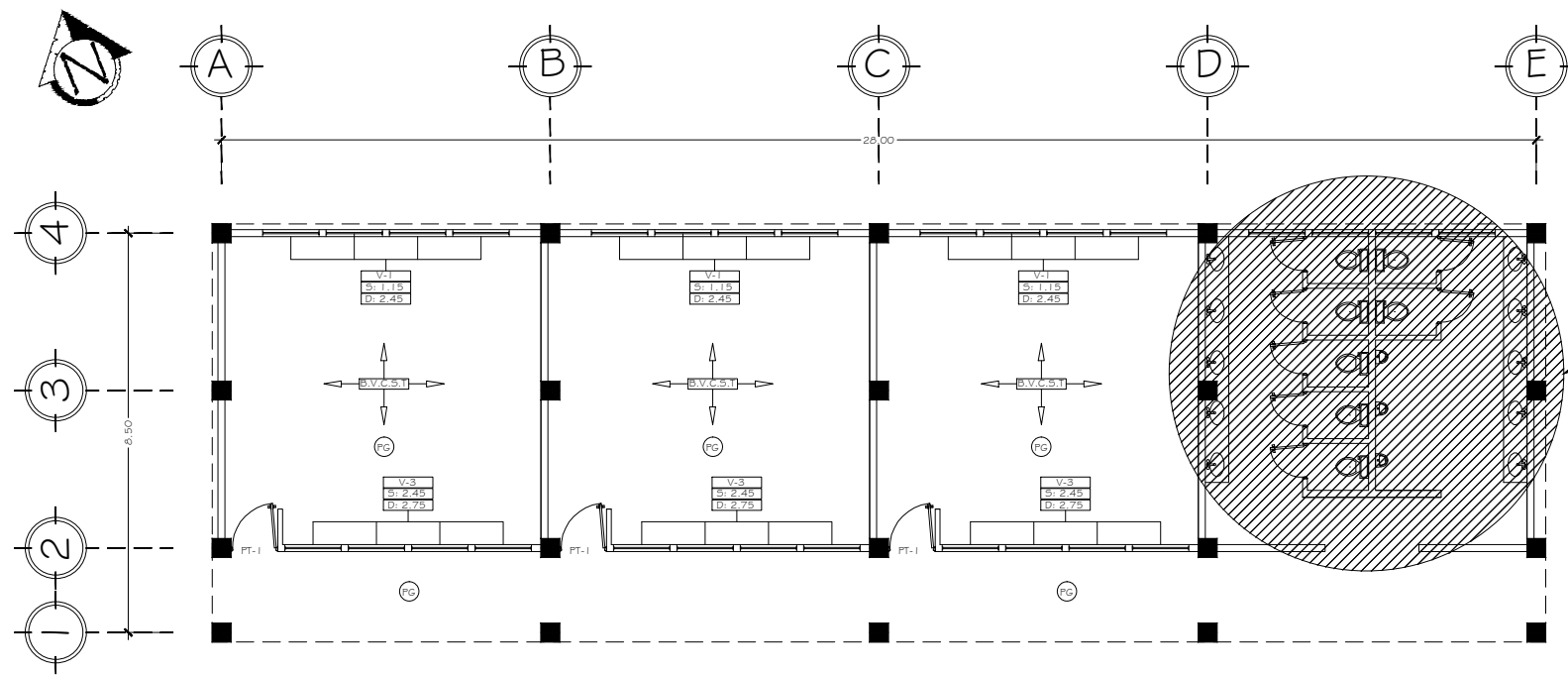


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

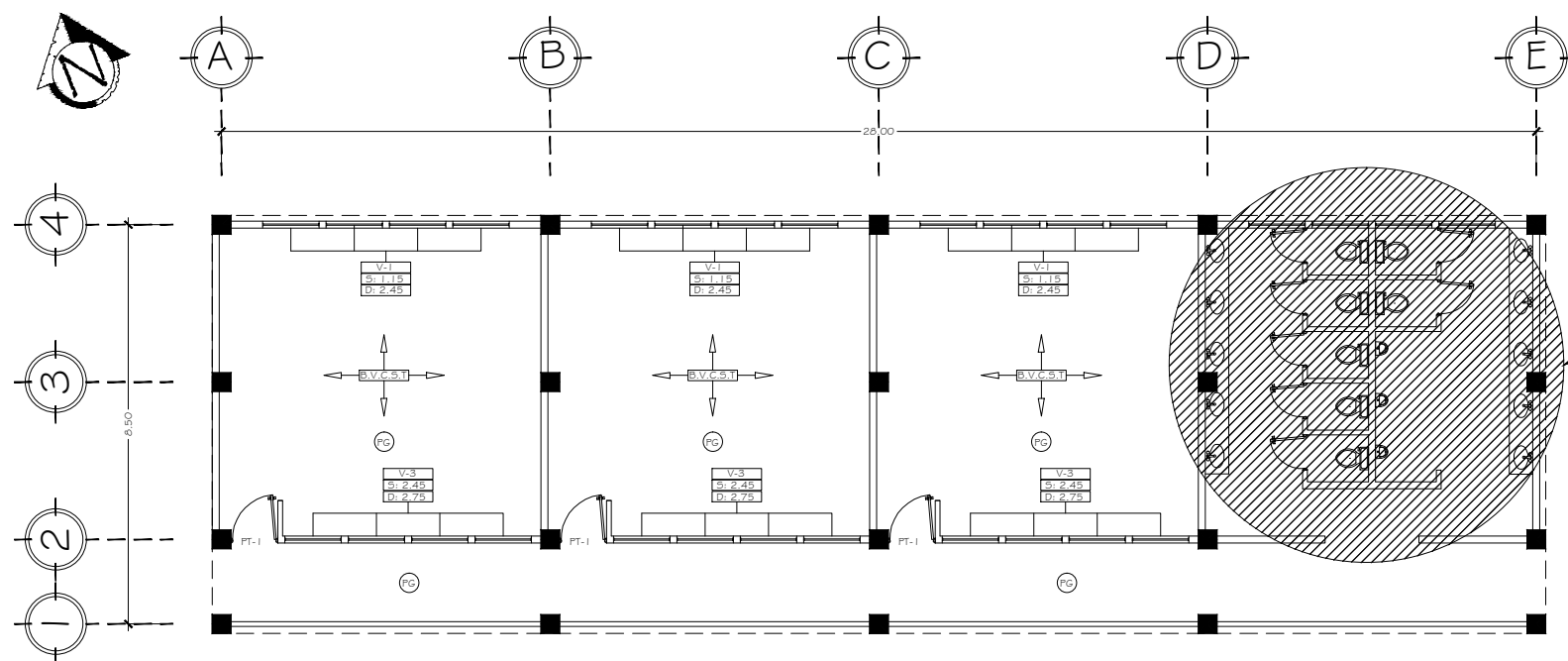
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA CIMENTACION
Y COLUMNAS MODULO "B-1"
PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merik
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez
ESCALA: Indicado

25
40

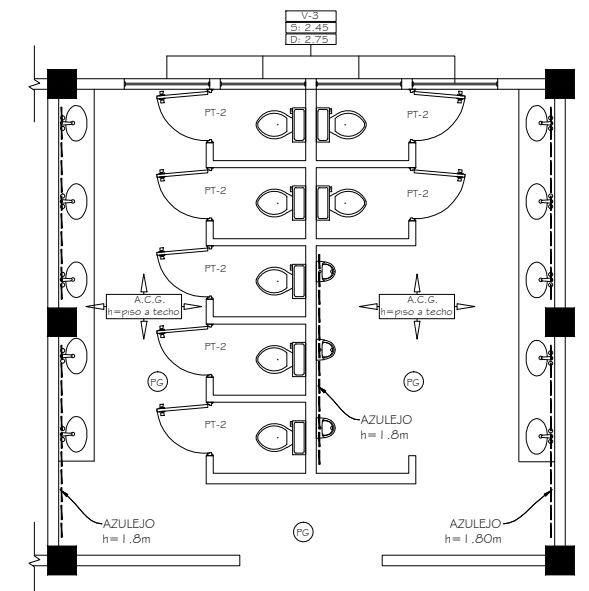


PLANTA BAJA
ACABADOS
MODULO "B-2" ESC. 1:75



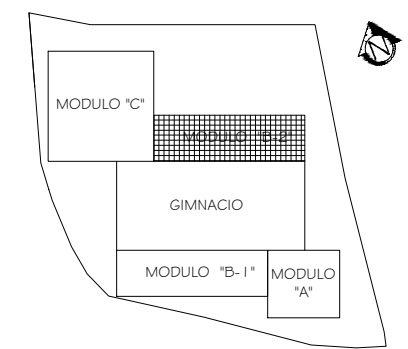
PLANTA ALTA
ACABADOS
MODULO "B-2" ESC. 1:75

VER DETALLE
EN ESTA HOJA



DETALLE
PLANTA ALTA Y BAJA ESC. 1:50

VER DETALLE
EN ESTA HOJA



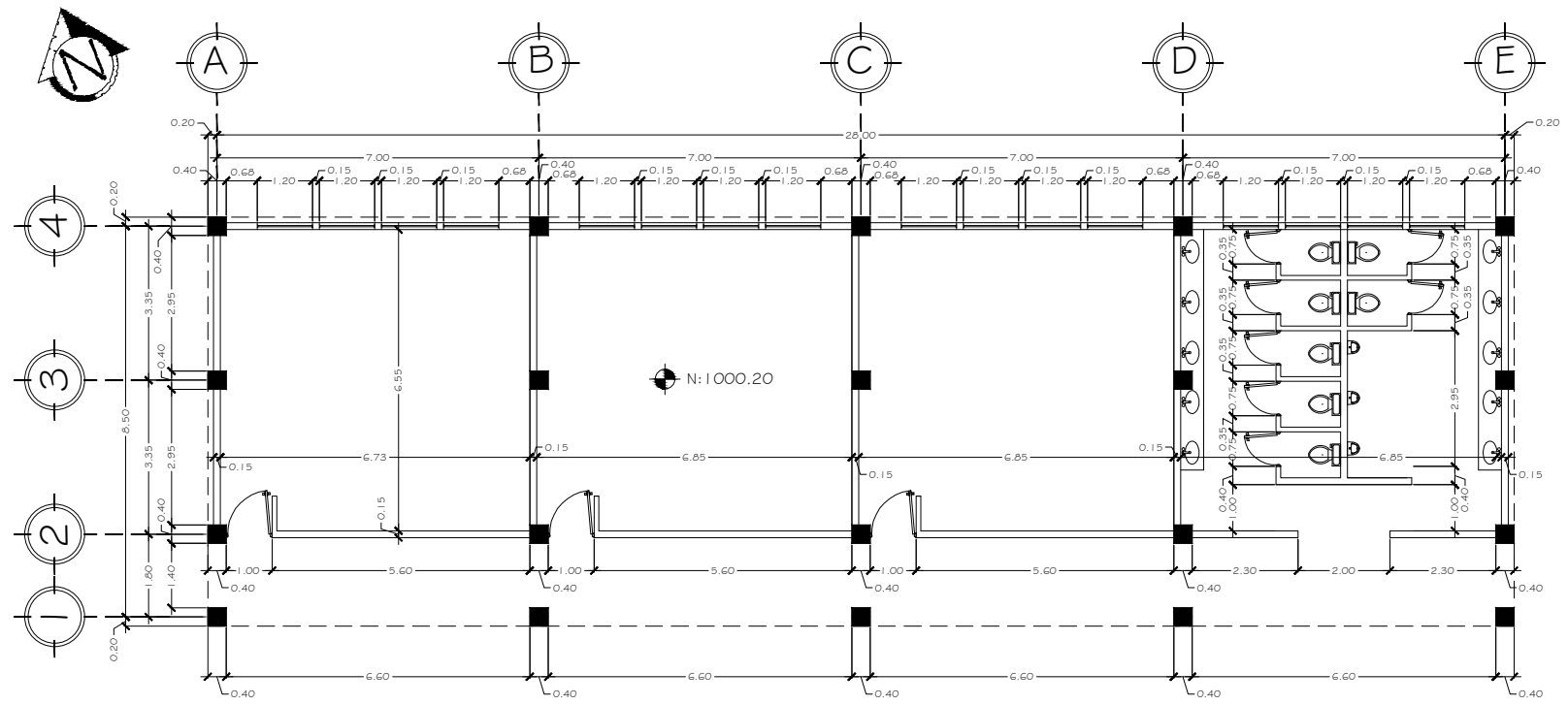
SIMBOLOGIA	
	PISO DE GRANITO
	VENTANA TIPO SILLAR DINTEL
	PUERTA TIPO
	AZULEJO O. 15m x O. 15m h=altura
	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS
	ALISADO EN CEMENTO GRIS h= altura



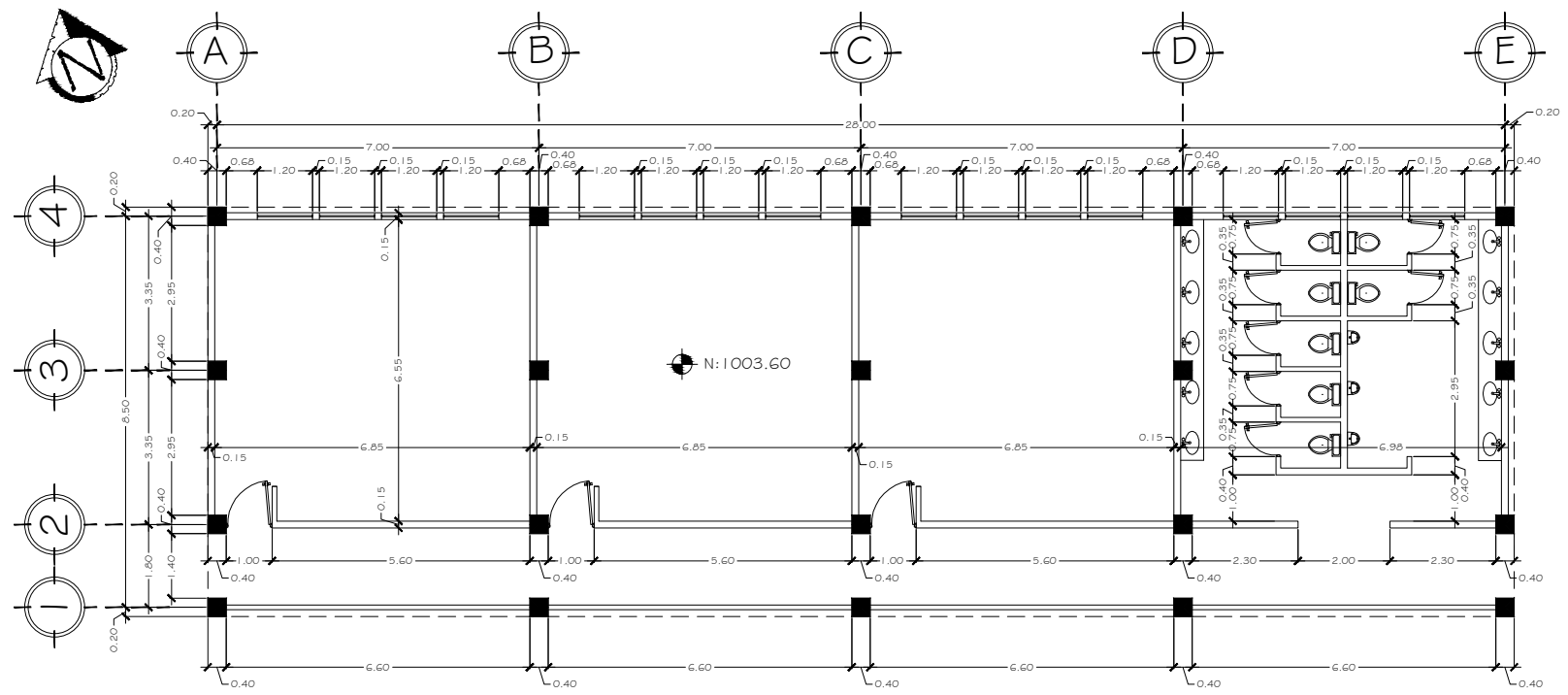
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

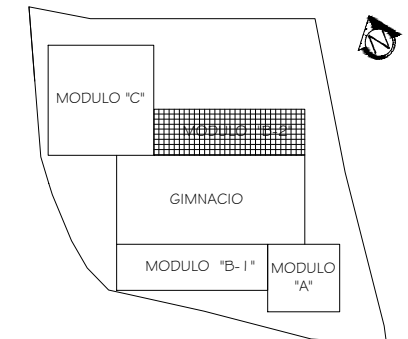
CONTENIDO:
PLANTA ACABADOS MODULO "B-2" 26
REVISOR DE REGION: Inj. Juan Merch 40
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez 2009/2000
ESCALA: Inducida



PLANTA BAJA ACOTADA
MODULO "B-2" ESC. 1:75



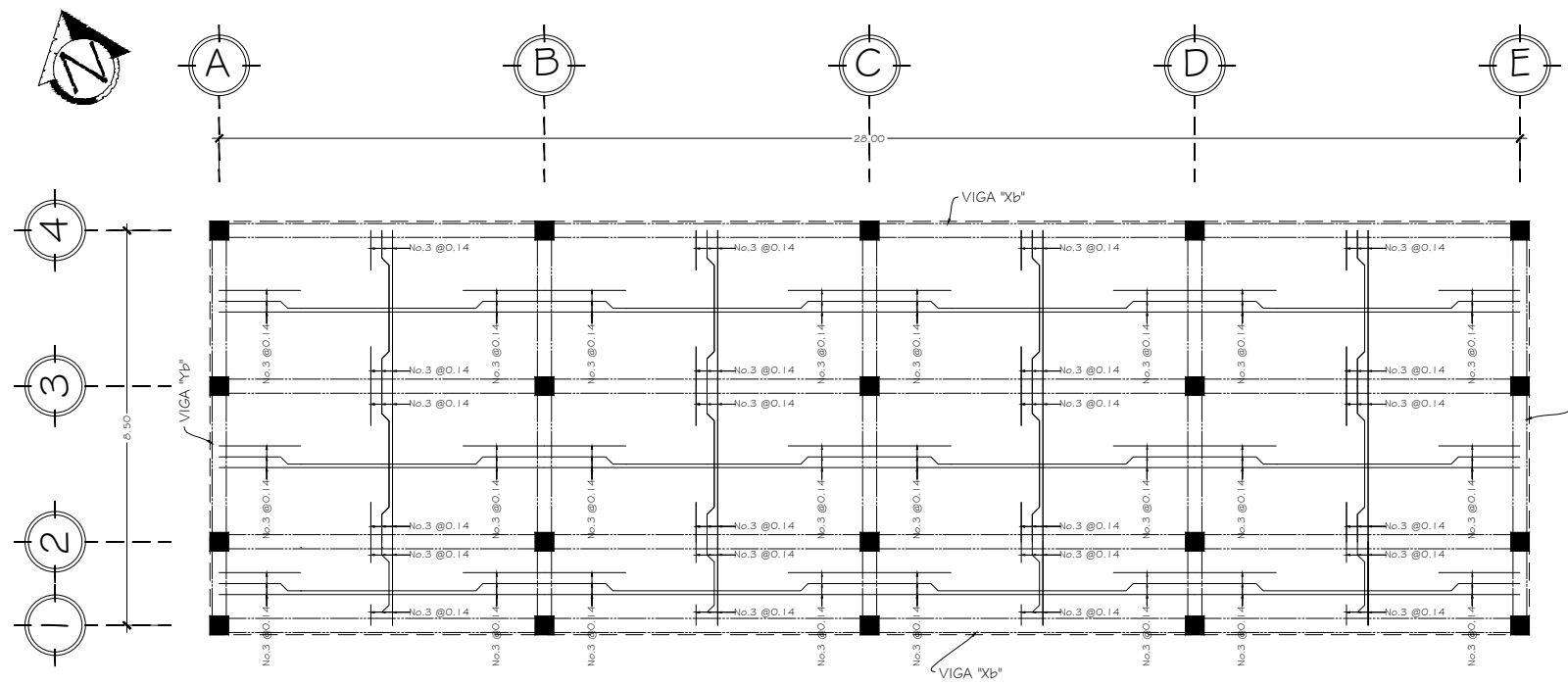
PLANTA ALTA ACOTADA
MODULO "B-2" ESC. 1:75



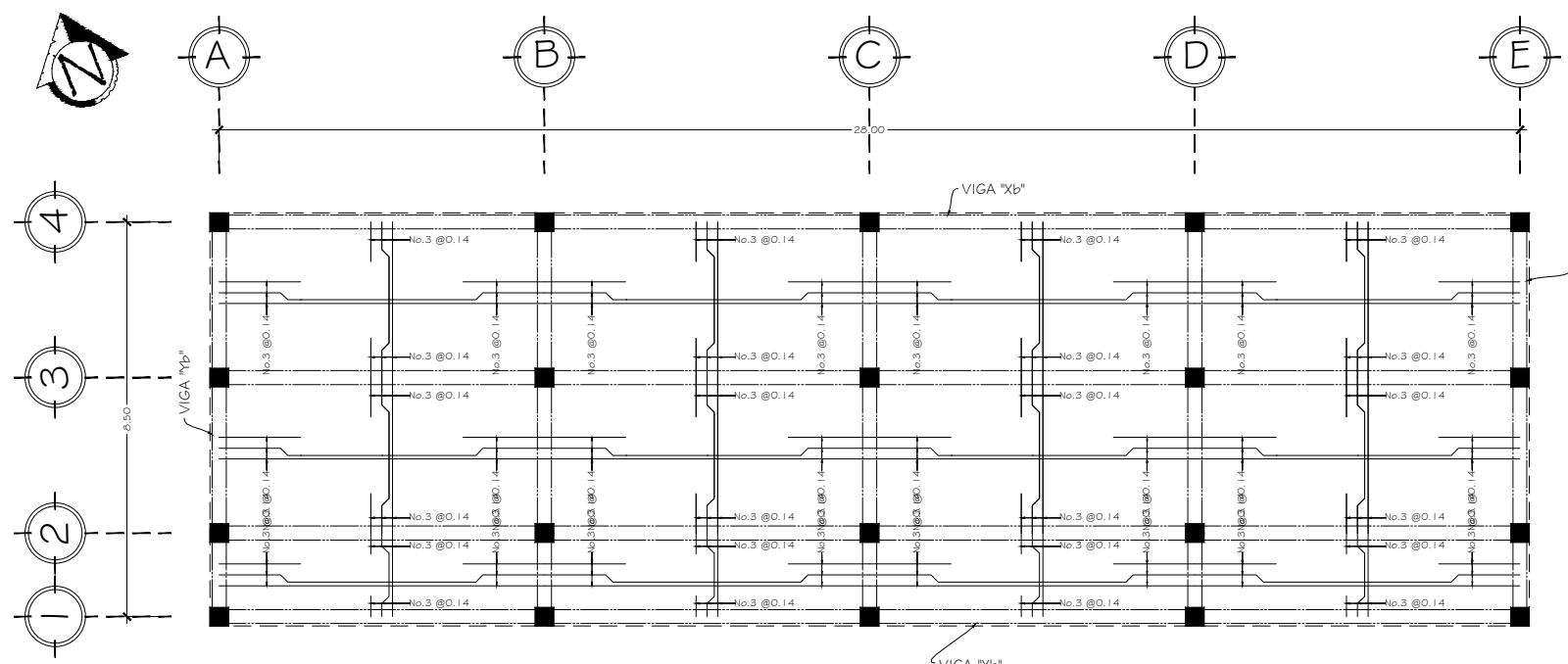
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

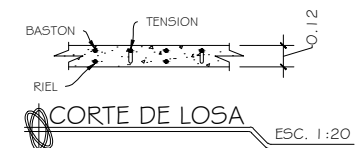
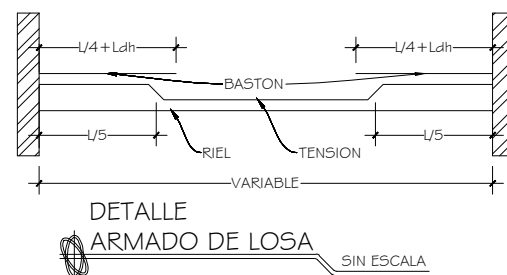
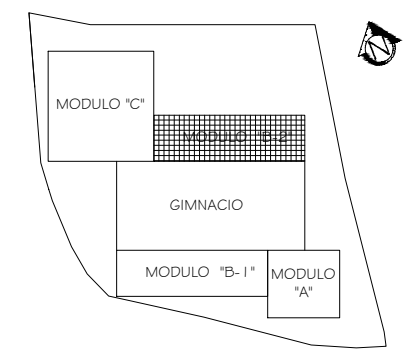
CONTENERO: PLANTA ACOTADA MODULO "B-2"	27
ASESOR DE REGION: Ing. Juan Moch	40
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez 2008/2009	ESCALA: Indicada



PLANTA BAJA
ARMADO DE LOSA
MODULO "B-2" ESC. 1:75



PLANTA ALTA
ARMADO DE LOSA
MODULO "B-2" ESC. 1:75



RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	4.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIENTOS	7.5 cm

PARA VER DETALLES DE VIGAS VER HOJA No. XXX

LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cm)			
Vanilla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3,25 x Ldh *3
3	15	27	35
4	15	36	47
5	18	45	58
6	22	54	70
7	25	63	81
8	29	72	93

- Cap. 21-318-05.
1. Barras con gancho estándar de 90° Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30 m, Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30 m, Columnas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ

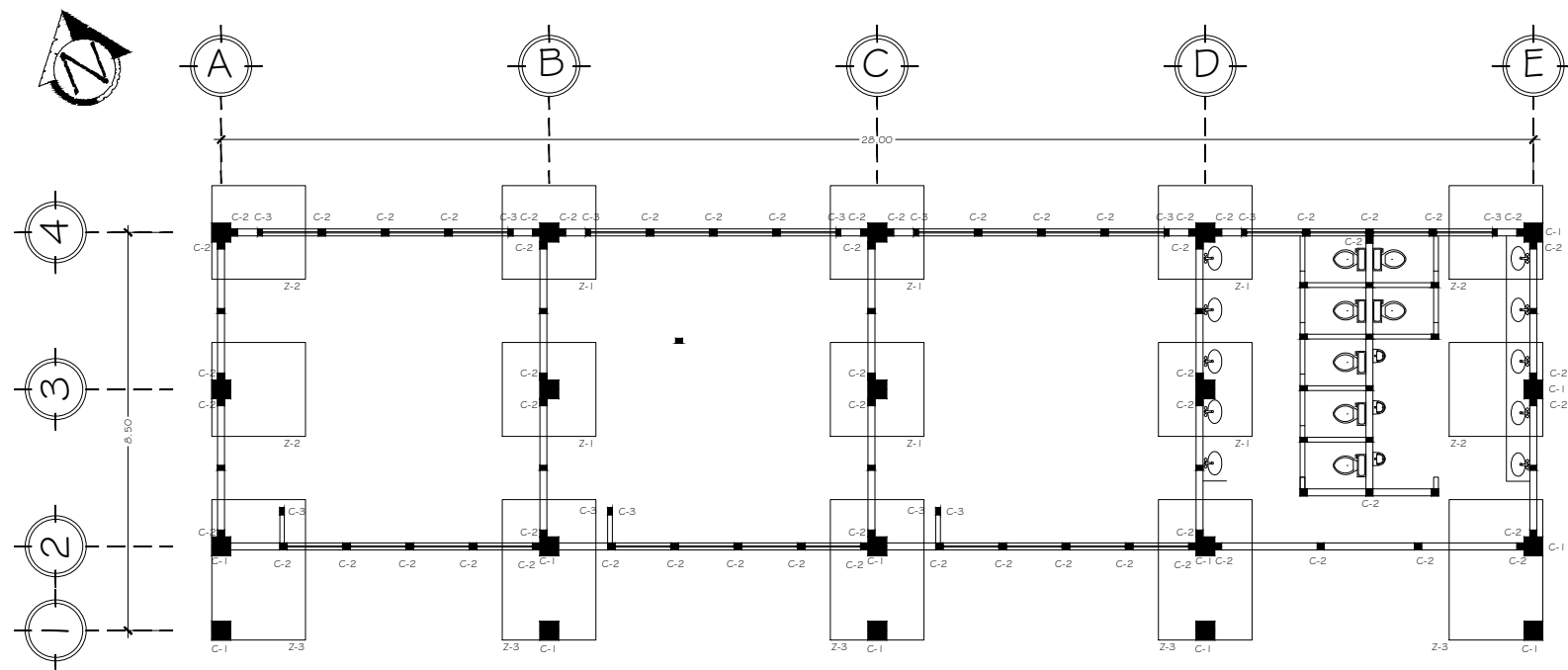
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

COMPONENTE:
ARMADO DE LOSA MODULO "B-2"

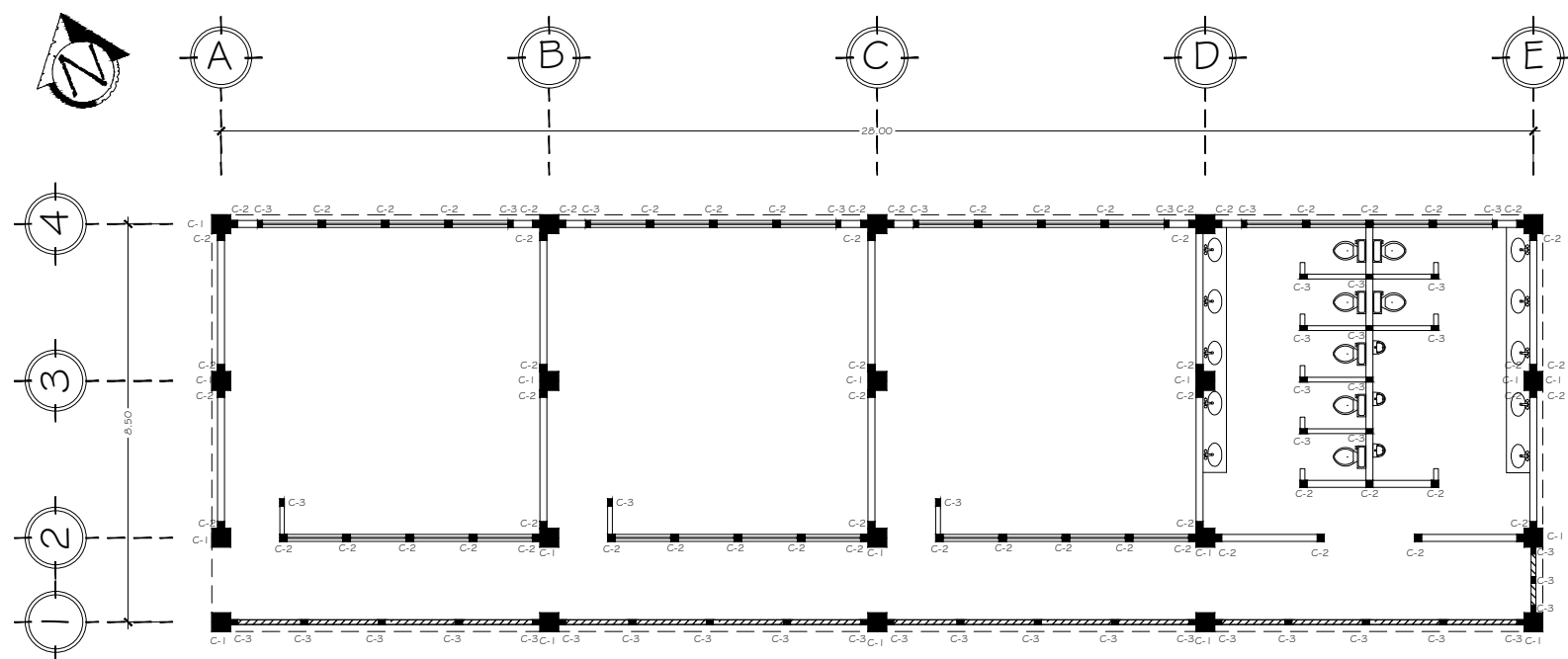
ASESOR DE REGION: No. Juan Merch
DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Fabian Méndez
2008/2009

ESCALA:
Indicada

28
40



PLANTA BAJA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "B-2" ESC. 1:75

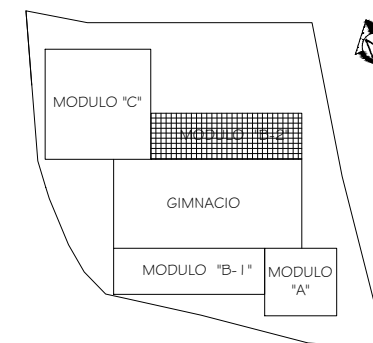


PLANTA ALTA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "B-2" ESC. 1:75

- COLUMNA C-1
 - COLUMNA C-2
 - COLUMNA C-3
 - ▨ INDICA BLOCK t=0.10 m
- PARA VER DETALLES:
ZAPATAS HOJA No. 39/40
COLUMNAS HOJA No. 38/40

NOTAS GENERALES:

MATERIALES:
 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 4° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE, VALOR SOPORTE: Vs=24.11 Ton/m² (COMPRESION TRIAXIAL)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

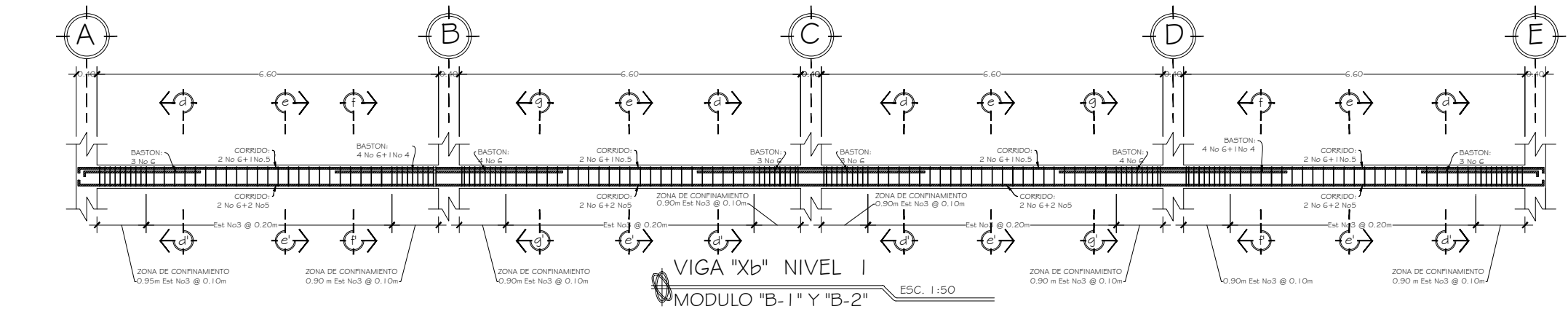
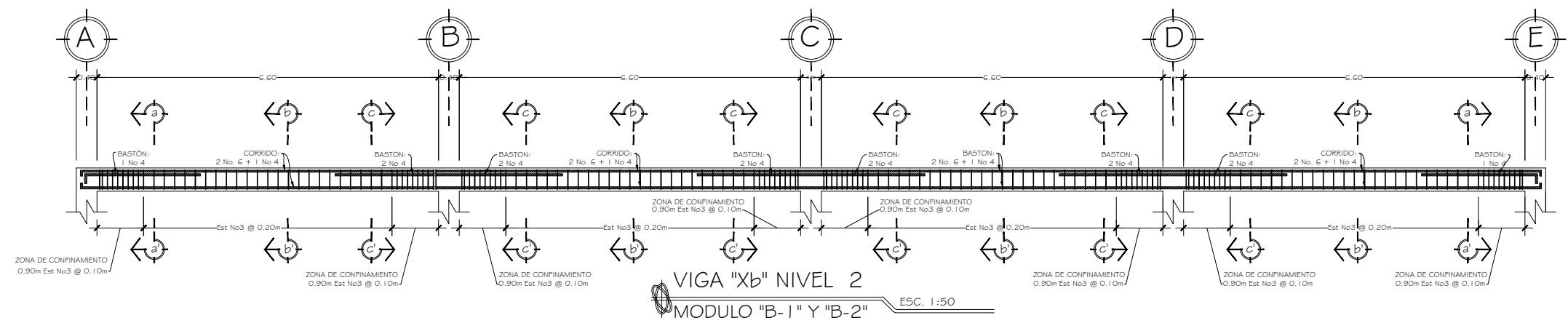
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: PLANTA CIMENTACION
Y COLUMNAS MODULO "B-2"

ASESOR DE REGION: Ing. Juan Merik
DISEÑO EPS INGENIERIA: Pita, Javier Pablos Mendez
2009/2000

ESCALA:
Indicada

29
40



GANCHOS DE REFUERZO

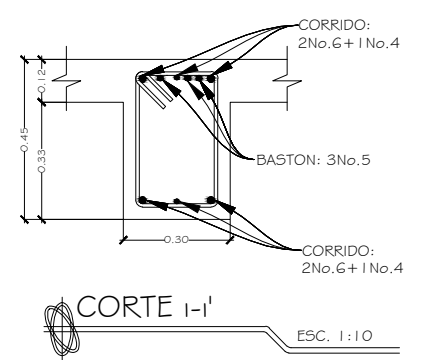
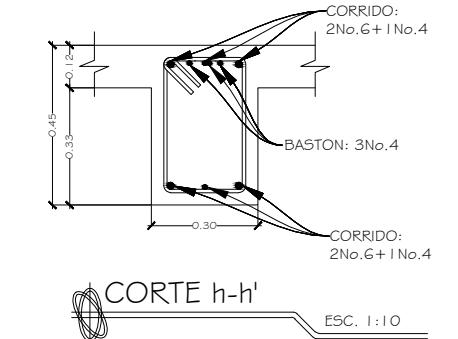
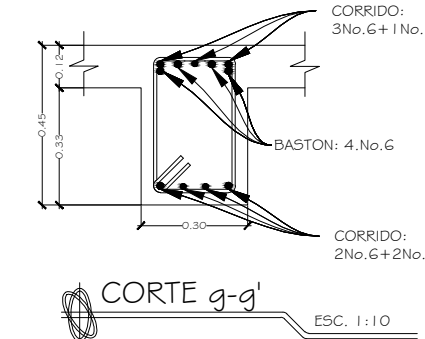
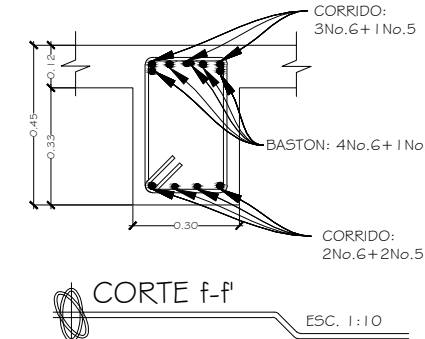
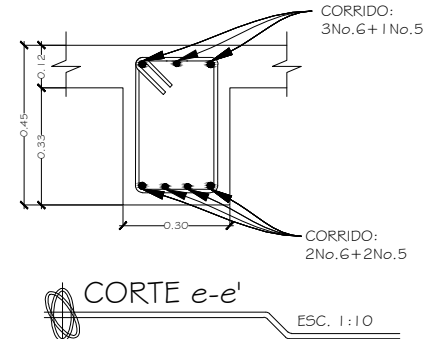
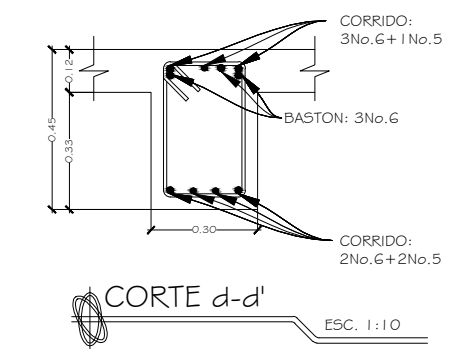
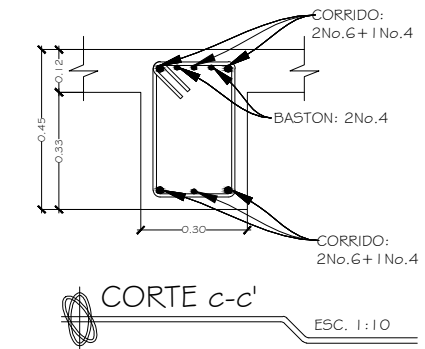
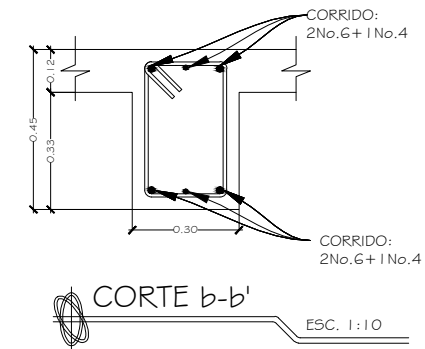
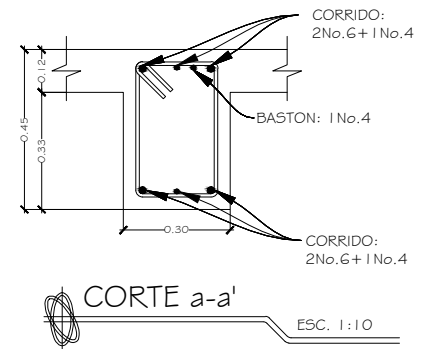
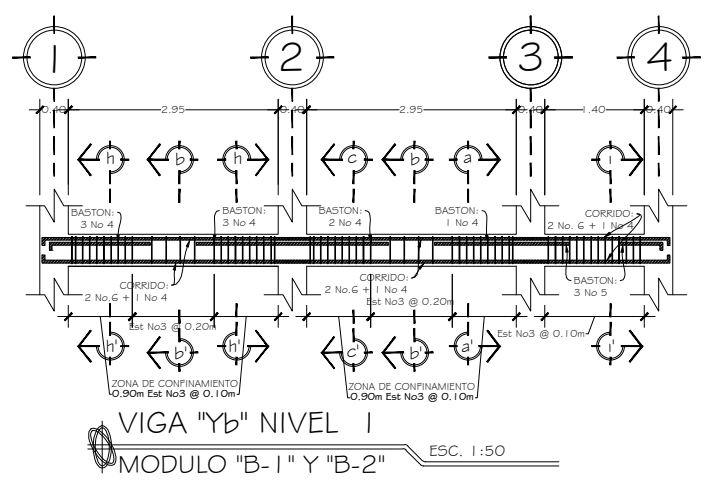
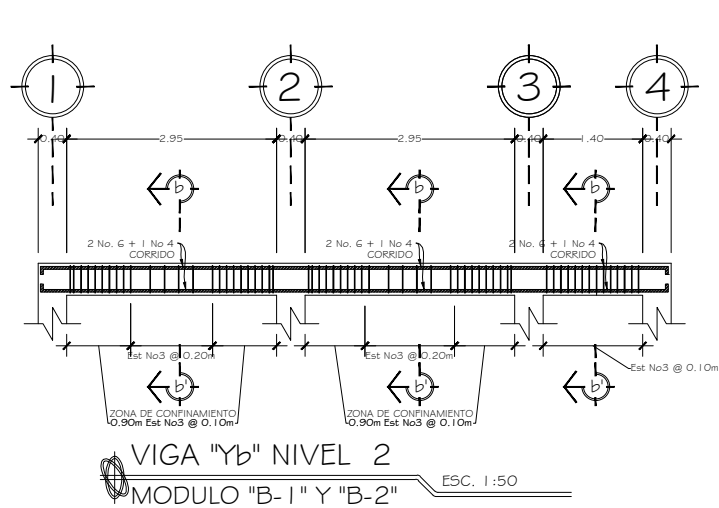
No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.23	---	0.35	0.10
10	0.26	---	0.40	0.10
11	0.29	---	0.45	0.10

NOTAS GENERALES:

- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 4° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 4cm. EN VIGAS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 5° EL PRIMER ESTRIBO SE COLOCARA A 5 cm. DE LA CARA DEL APOYO.
- 6° ESTRIBOS: ZONA DE CONFINAMIENTO @ 0.10m
ZONA NO CONFINADA @ 0.20m
- 7° LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTARA DADA POR:
 $L_{\text{baston}} = L_{u2}/4 + L_{d1}$

PARA L_{d1} VER TABLA EN PLANO DE ARMADO DE LOSA

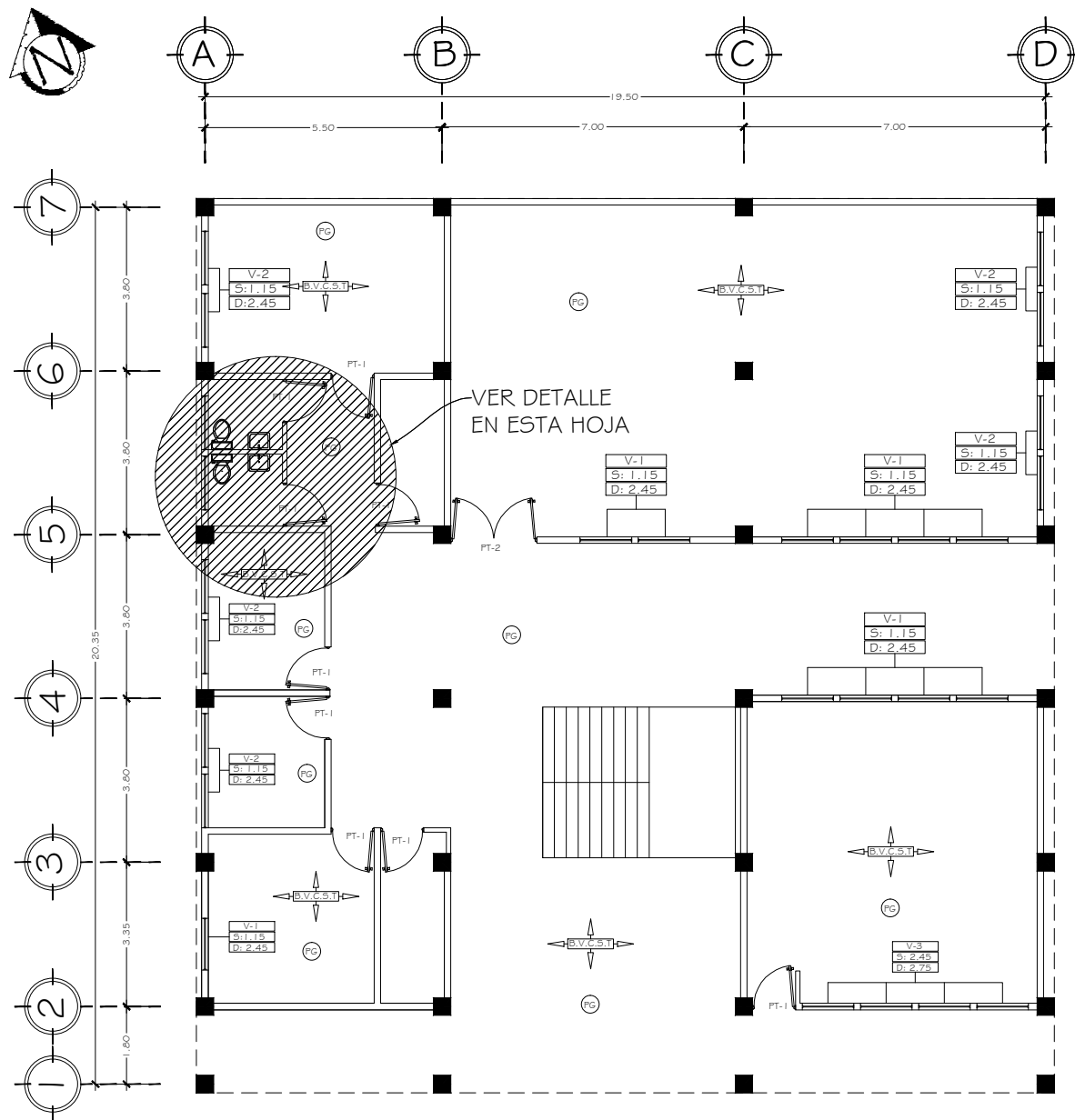
TRASLAPES MINIMOS
No 3 = 0.35 m.
No 4 = 0.50 m.
No 5 = 0.60 m.
No 6 = 0.75 m.



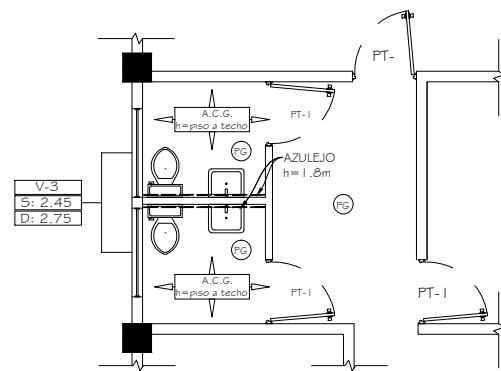
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

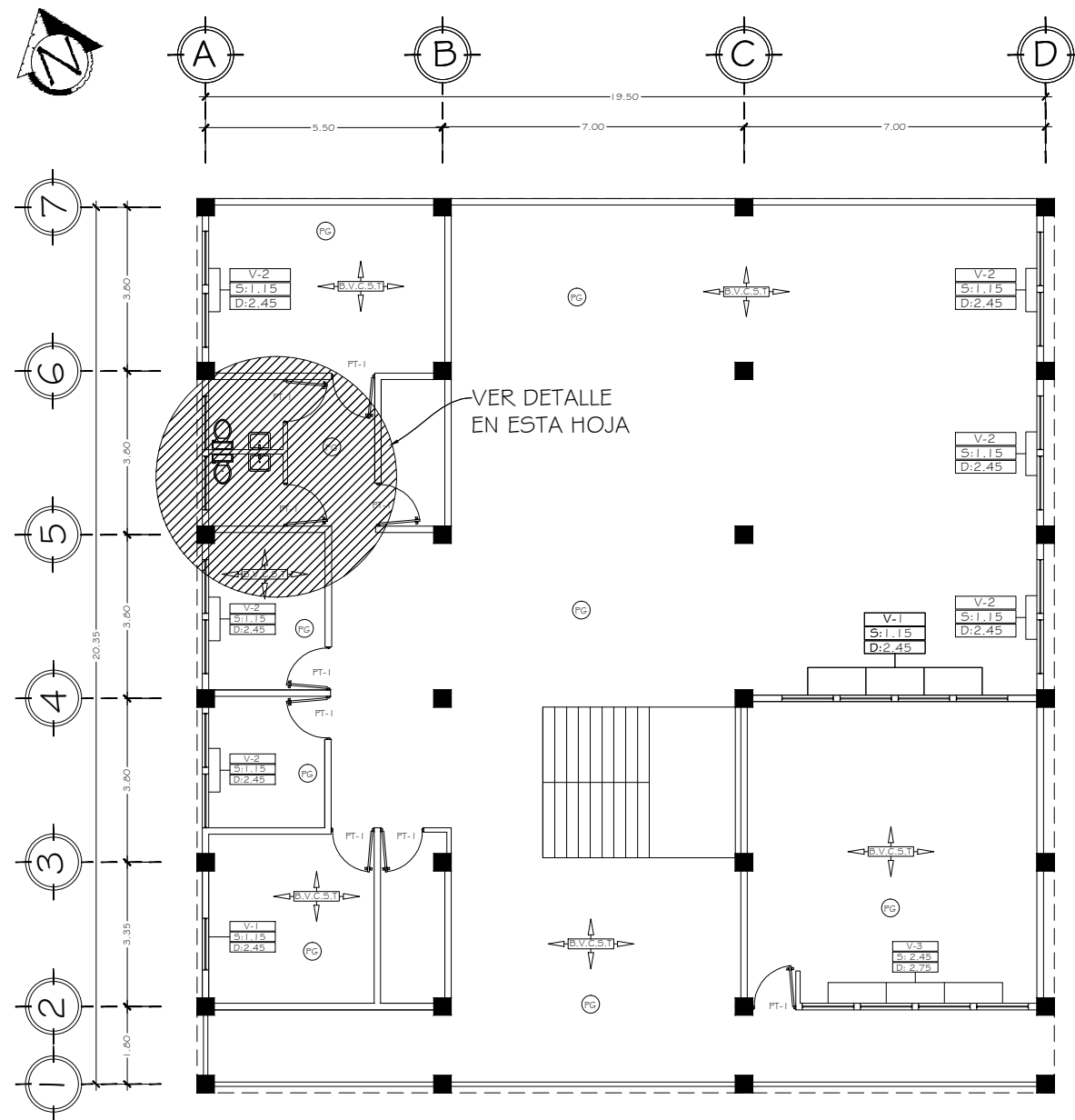
CONTRATO: ARMADO DE VIGAS MODULO "B-1" Y "B-2"	30						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">REVISOR DE REGION: Ing. Juan Merck</td> <td style="width: 33%;">DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez</td> <td style="width: 33%;">ESCALA: Volicado</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">40</td> </tr> </table>	REVISOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez	ESCALA: Volicado			40	
REVISOR DE REGION: Ing. Juan Merck	DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Javier Fabian Mendez	ESCALA: Volicado					
		40					



PLNATA BAJA
ACABADOS
MODULO "C" ESC. 1:75

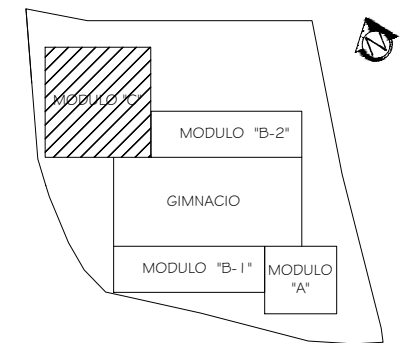


DETALLE
PLANTA ALTA ESC. 1:50



PLNATA ALTA
ACABADOS
MODULO "C" ESC. 1:75

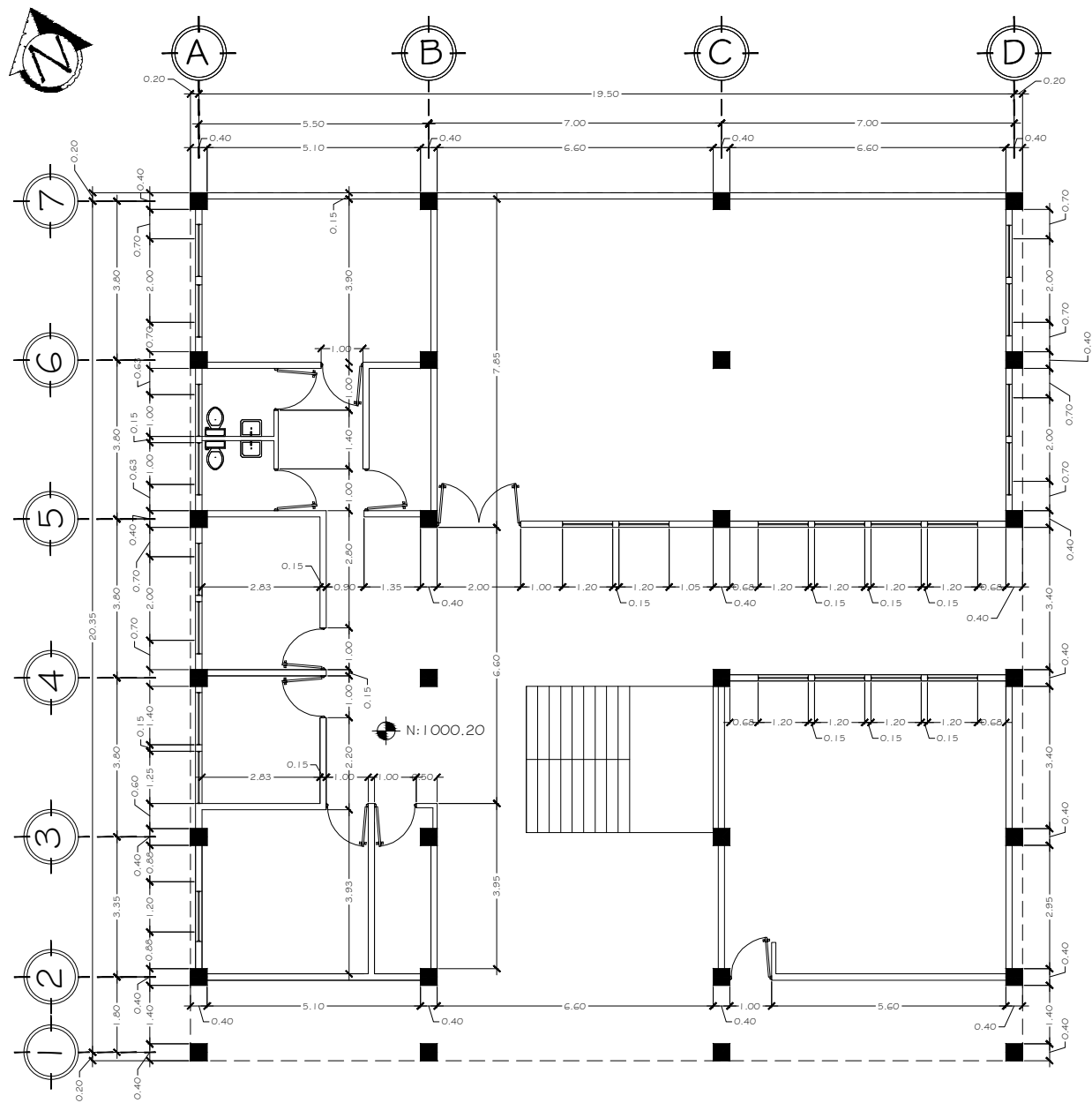
SIMBOLOGIA	
	PISO DE GRANITO
	VENTANA TIPO SILLAR DINTEL
	PUERTA TIPO
	AZULEJO 0.15m x 0.15m h=altura
	BLOCK VISTO COLUMNAS Y SOLERAS TALLADAS
	ALISADO EN CEMENTO GRIS h= altura



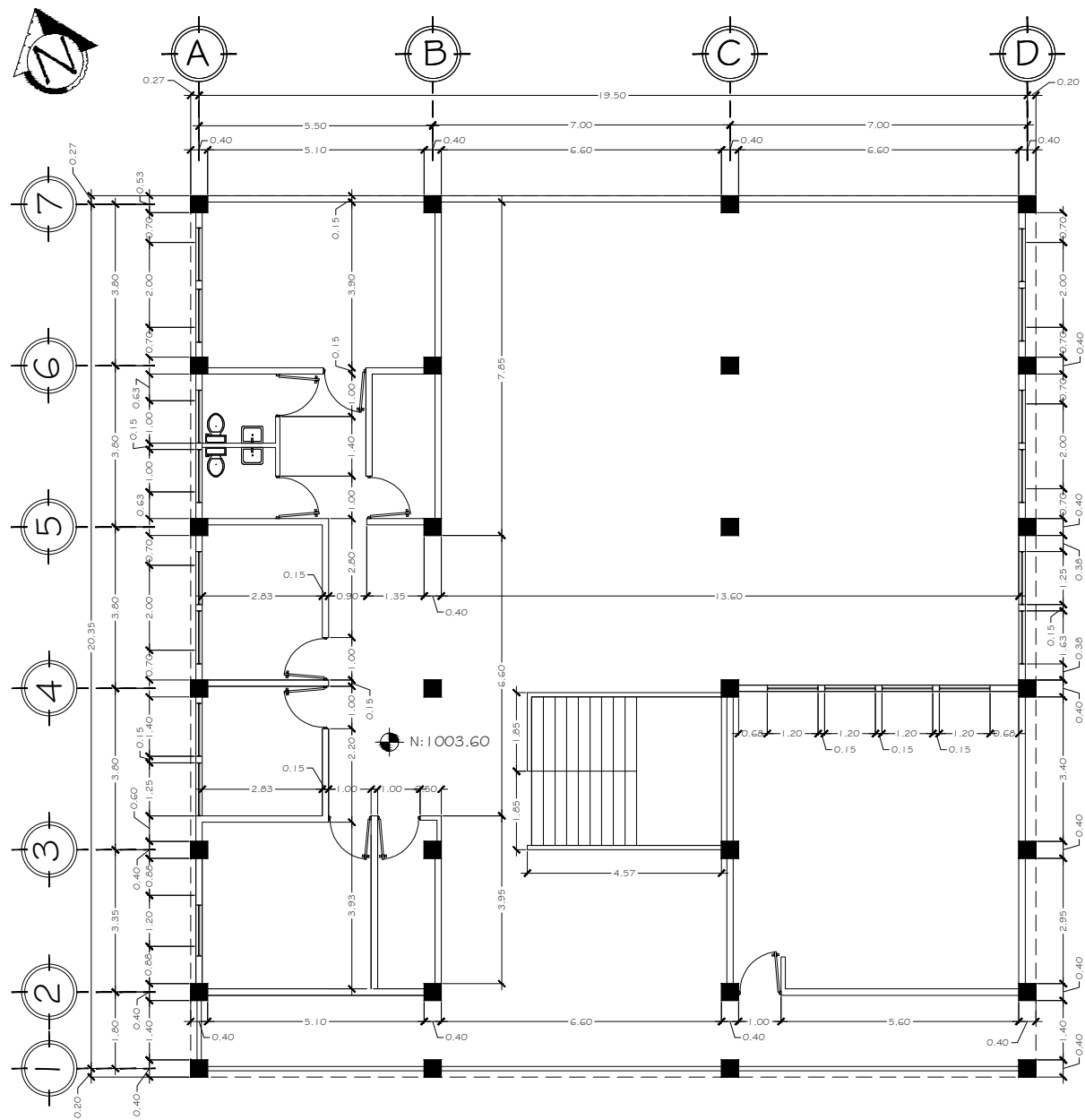
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

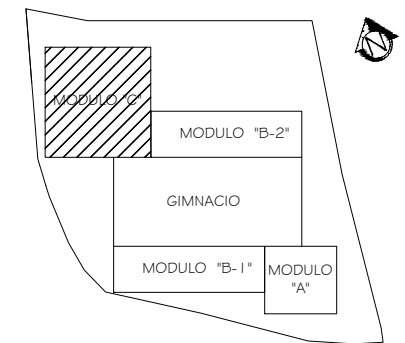
CONTENIDO:
PLANTA ACABADOS MODULO "C" 31
REVISOR DE REGION: INGENIERO EN INGENIERIA ESCALA: 40
Ing. Juan Merck Pizarro Pizarro 2008/2000



PLANTA BAJA ACOTADA
MODULO "C" ESC. 1:75



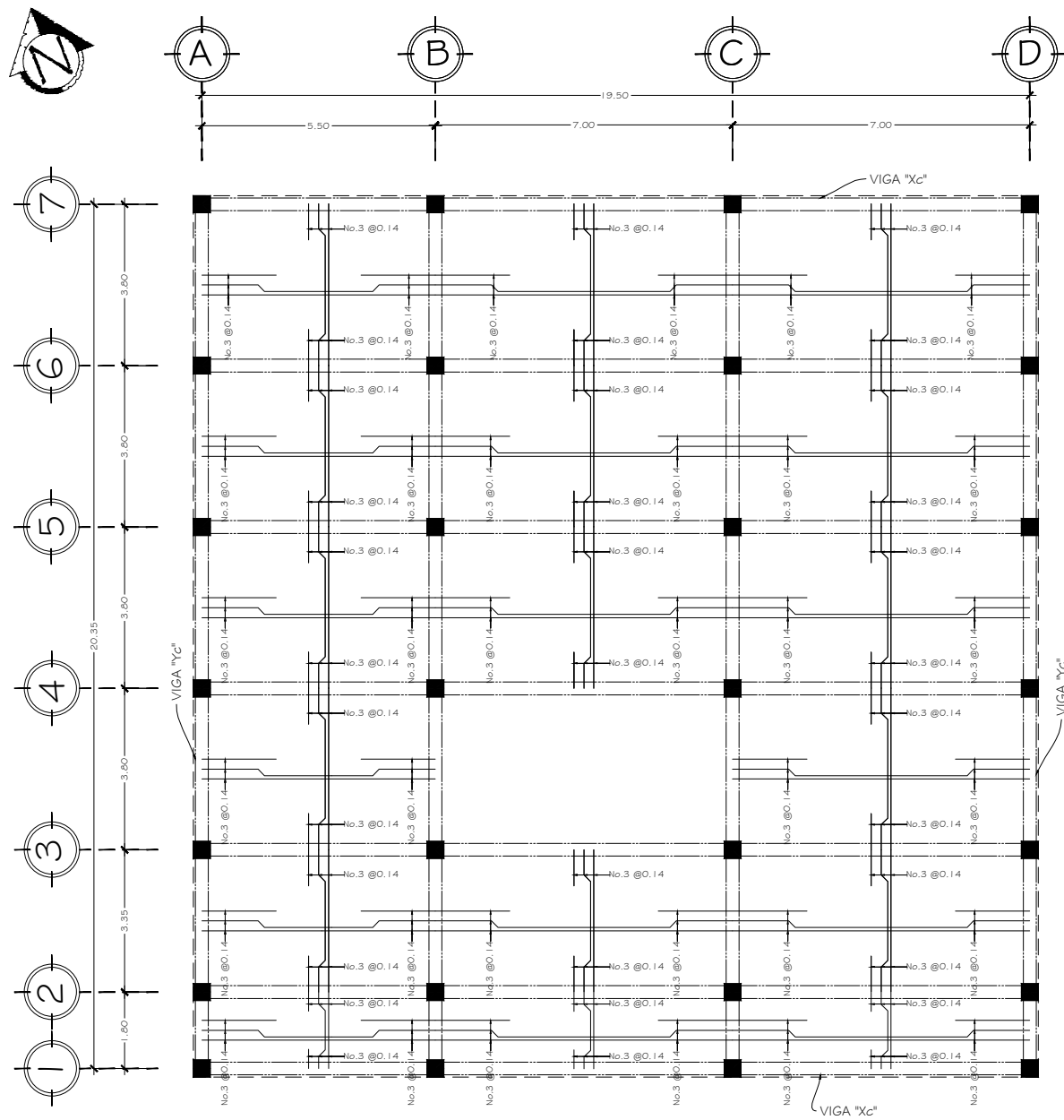
PLANTA BAJA ACOTADA
MODULO "C" ESC. 1:75



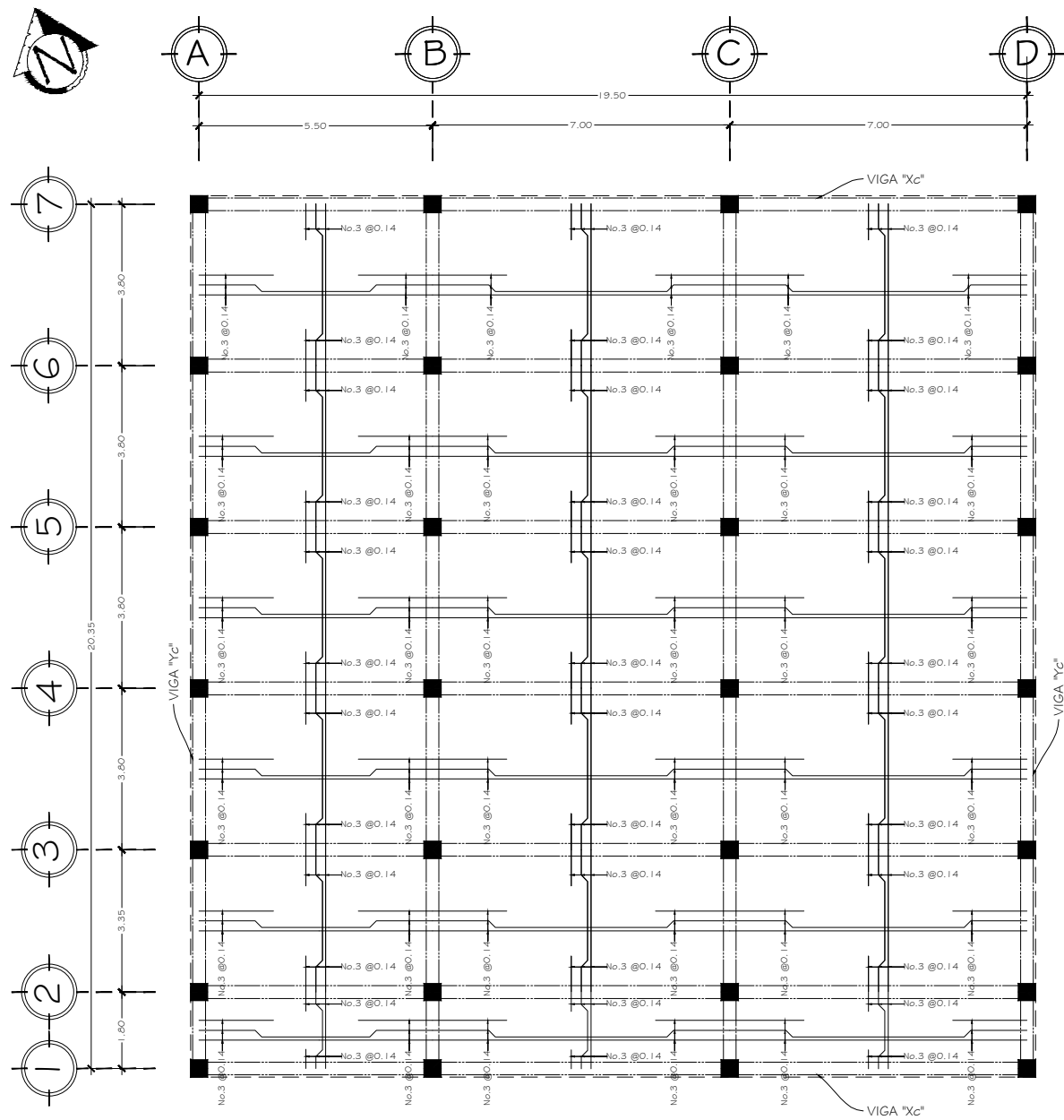
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOCLA, SOCLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

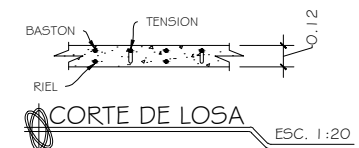
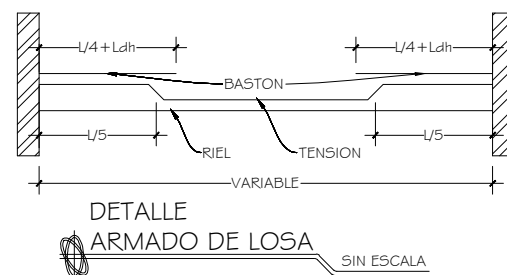
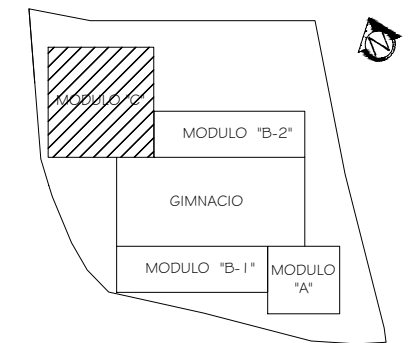
CONTENIDO:	PLANTA ACOTADA MODULO "C"	32
PROFESOR DE REGIÓN:	INGENIERO EN INGENIERIA	ESCALA:
Ing. Juan Moch	Mtro. Javier Fabian Mendez	1:40
	2008/2009	Indicada



PLNATA BAJA
ARMADO DE LOSA
MODULO "C" ESC. 1:75



PLNATA ALTA
ARMADO DE LOSA
MODULO "C" ESC. 1:75



RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.00 cm
COLUMNAS	4.00 cm
LOSAS	2.50 cm
CIENTOS	7.5 cm

PARA VER DETALLES DE VIGAS VER HOJA No. XXX

LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cm)			
Vanilla No.	Ldh *	2.5 x Ldh *2	3,25 x Ldh *3
3	15	27	35
4	15	36	47
5	18	45	58
6	22	54	70
7	25	63	81
8	29	72	93

- Cap. 21-318-05.
1. Barras con gancho estándar de 90° Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es < 0.30 m, Cimientos, Vigas, Losas y Columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es > 0.30 m, Columnas.

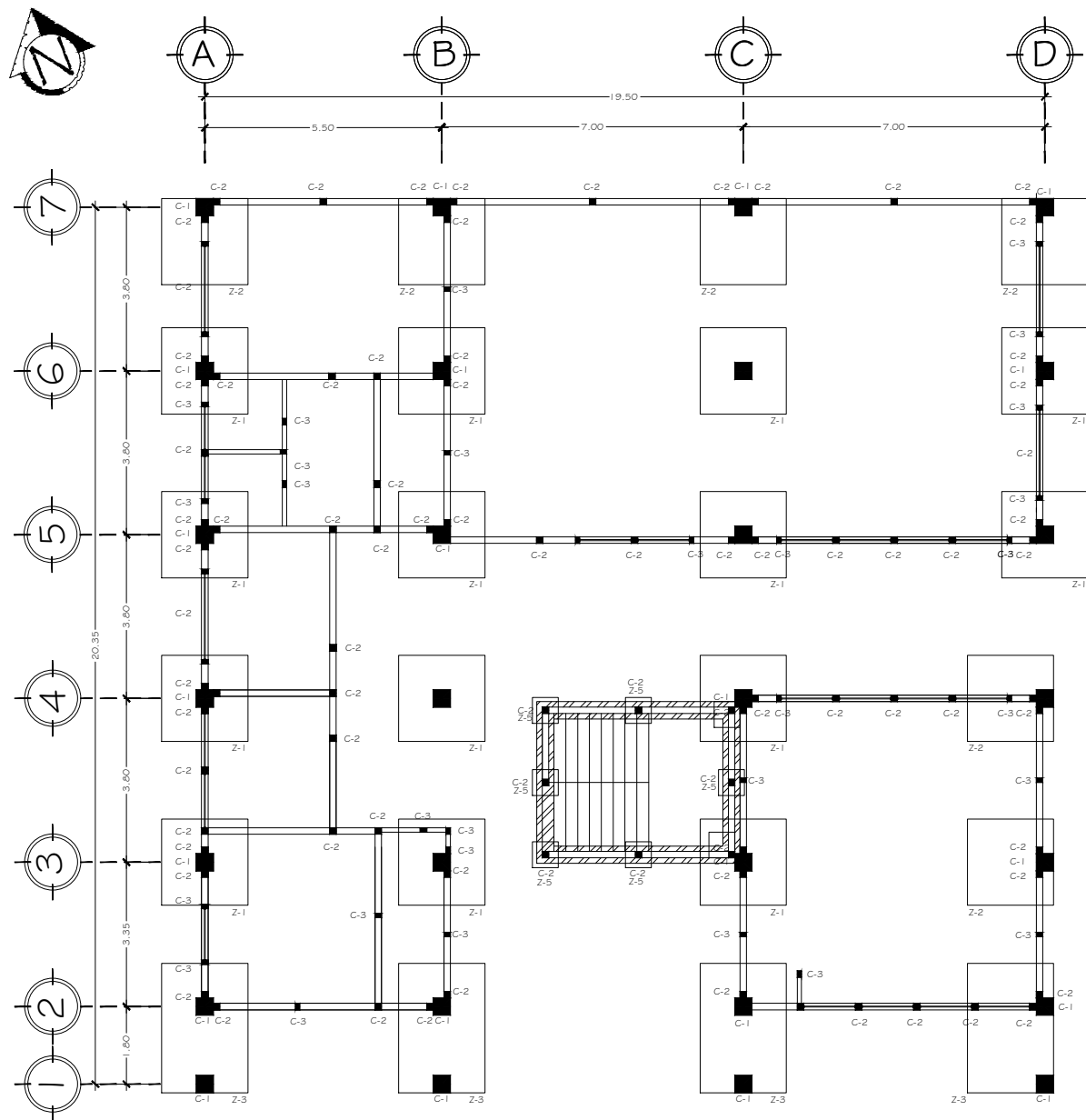


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

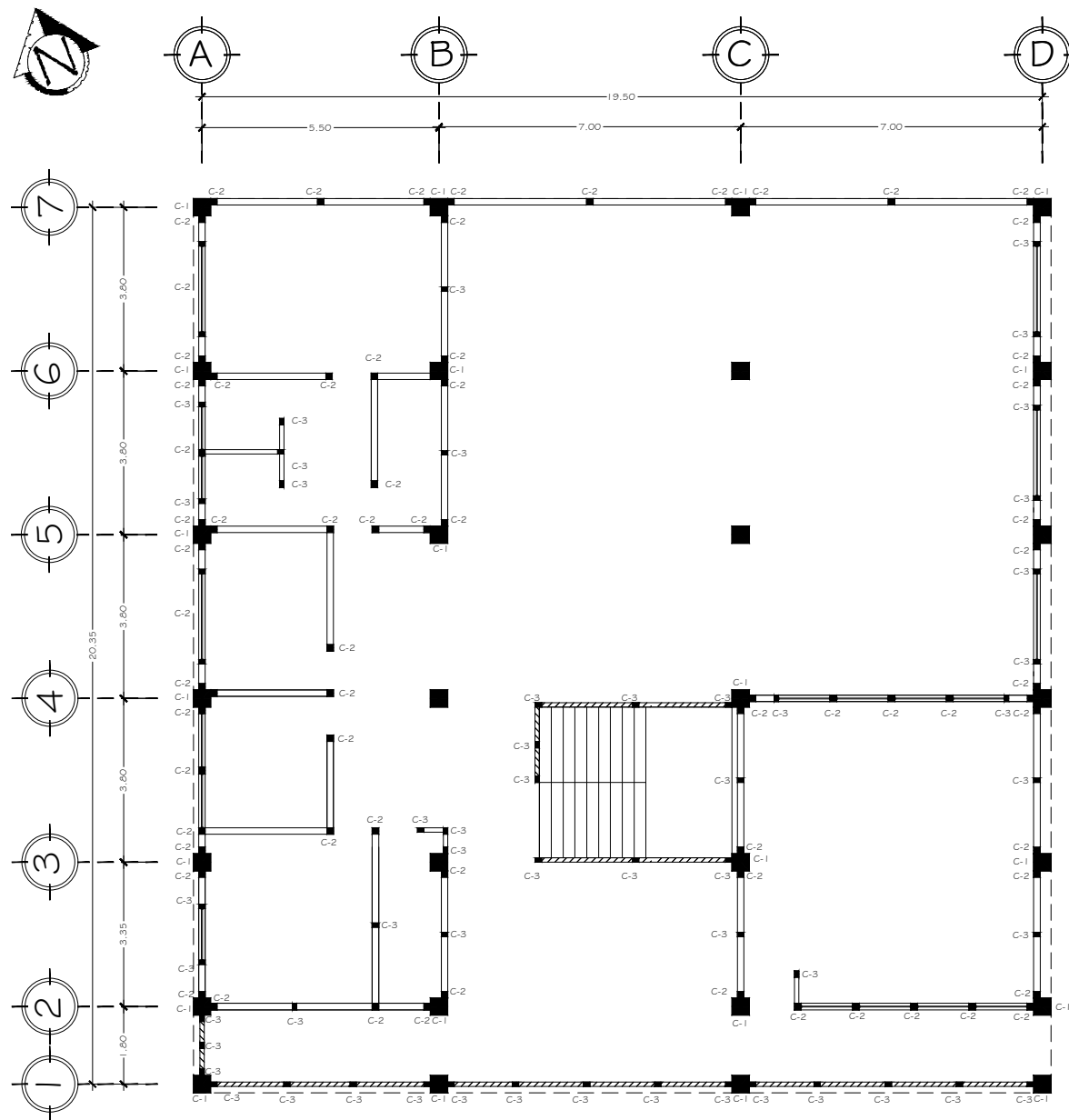
PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
ARMADO DE LOSA MODULO "C" 33

REVISOR DE REGION: No. Juan Merck
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mr. Juan Pablo Méndez
ESCALA: 1:40
FECHA: 2008/2009



PLANTA BAJA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "C" ESC. 1:75

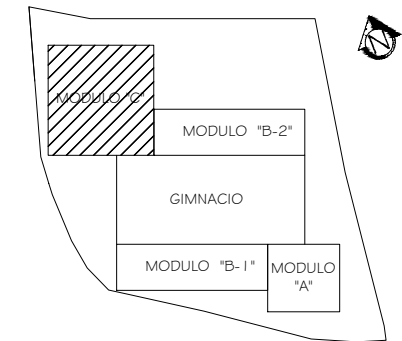


PLANTA ALTA
CIMENTACION Y COLUMNAS
MODULO "C" ESC. 1:75

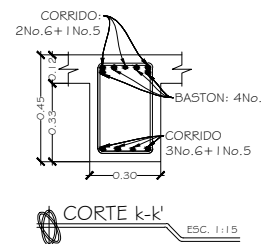
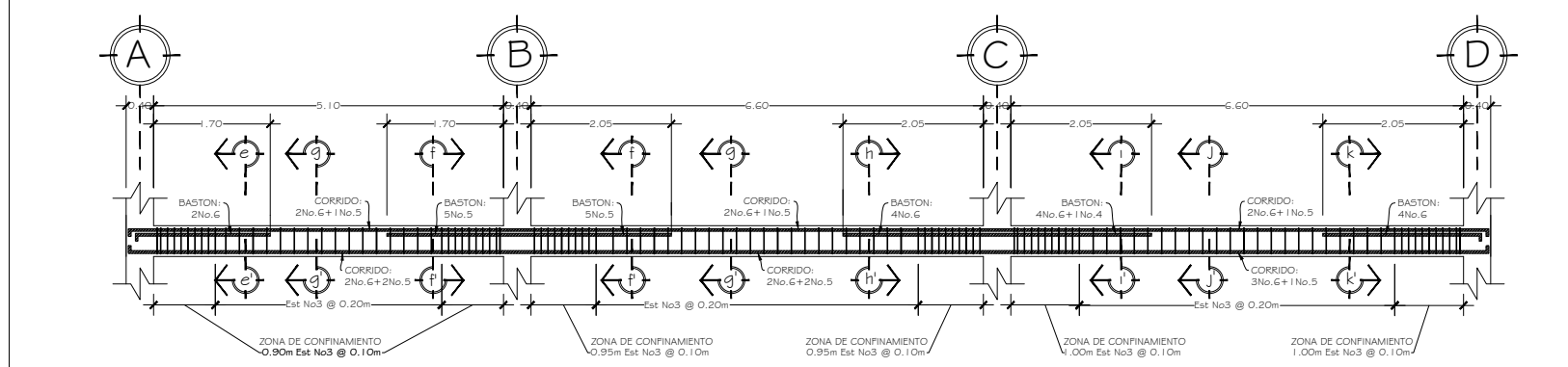
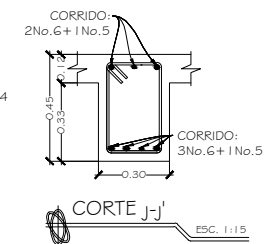
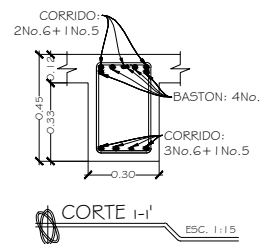
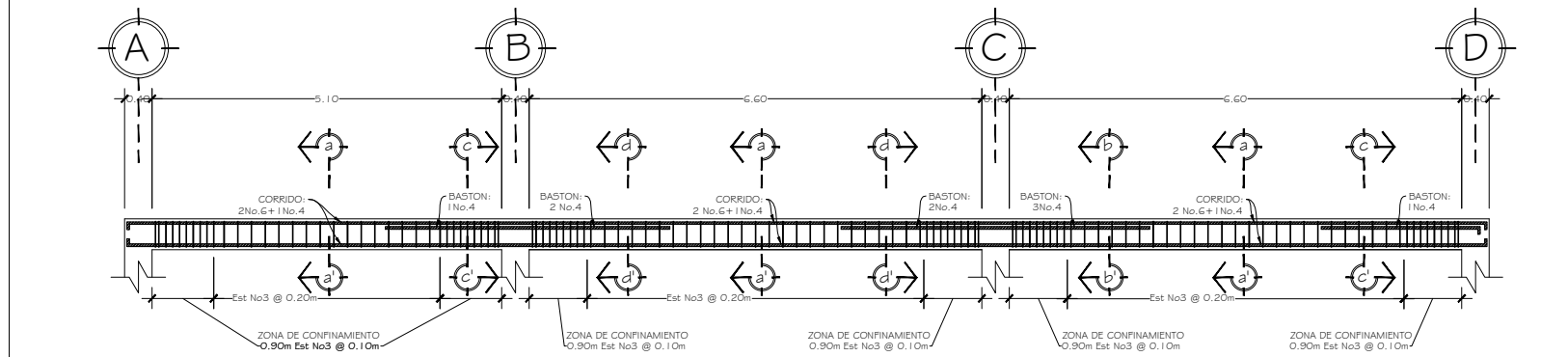
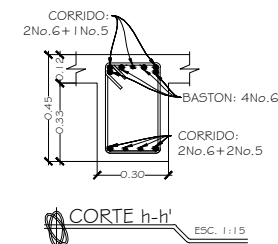
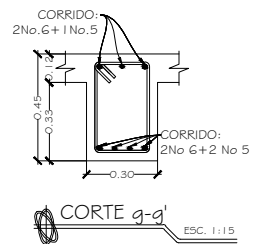
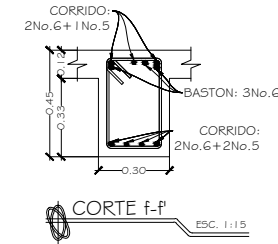
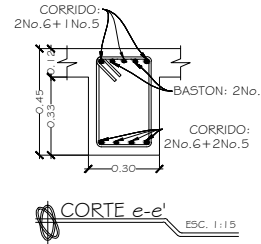
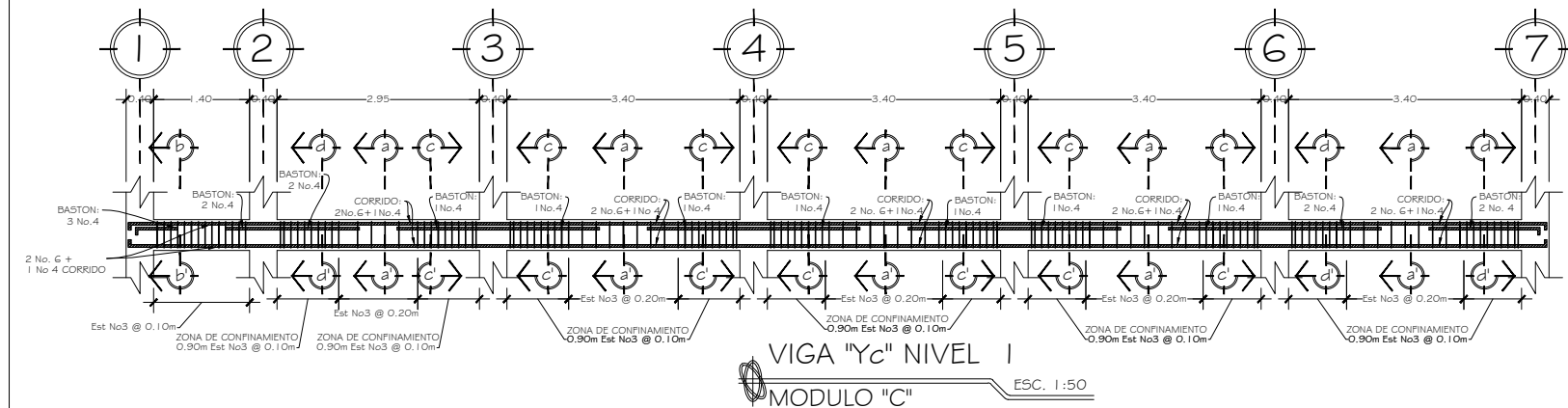
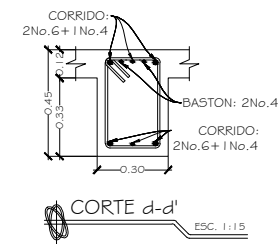
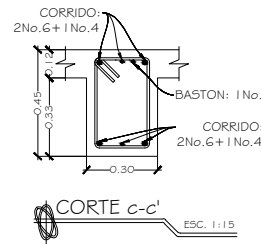
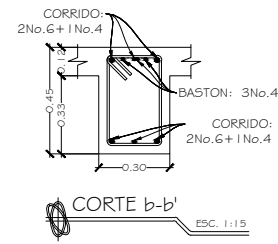
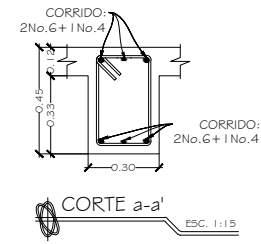
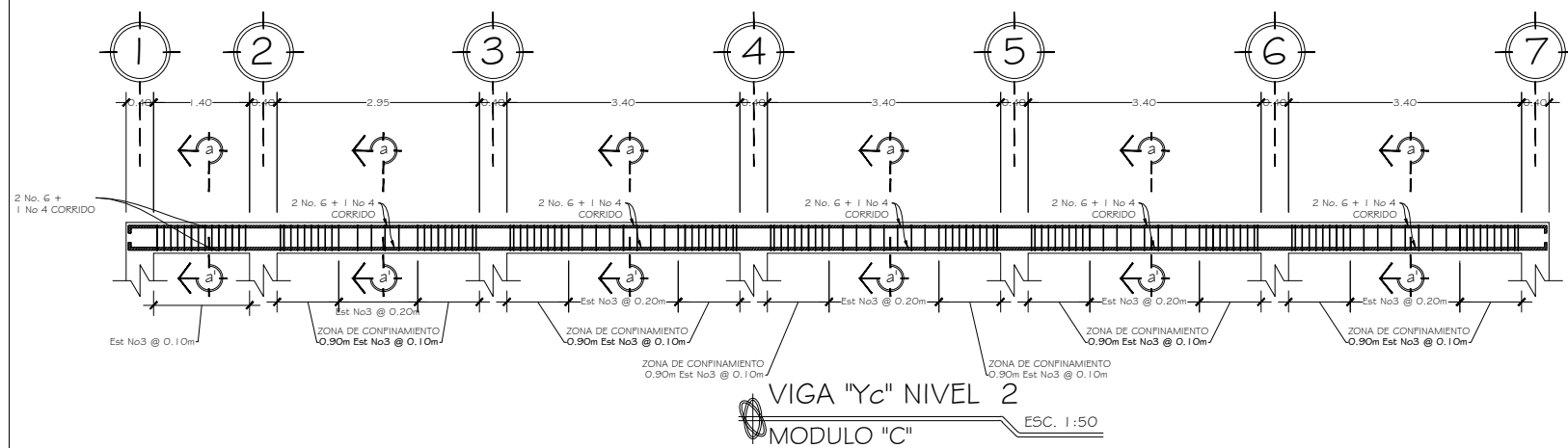
- COLUMNA C-1
 - COLUMNA C-2
 - COLUMNA C-3
 - ▨ INDICA BLOCK t=0.10 m
- PARA VER DETALLES:
ZAPATAS HOJA No. 39/40
COLUMNAS HOJA No. 38/40

NOTAS GENERALES:

MATERIALES:
1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KS) ESPECIFICACION ASTM A615
3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE, VALOR SOPORTE: $V_s = 24.11 \text{ Ton/m}^2$ (COMPRESION TRIAXIAL)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)		
CONVENIO: INGENIERO EN INGENIERIA Mar. Juan María Méndez 2009/2001	PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MODULO "C"	ESCALA: Indicada
		34 40



GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.23	---	0.35	0.10
10	0.26	---	0.40	0.10
11	0.29	---	0.45	0.10

NOTAS GENERALES:

- 1º CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
- 2º ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KS) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3º TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 4º LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 4cm. EN VIGAS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 5º EL PRIMER ESTRIBO SE COLOCARA A 5 cm. DE LA CARA DEL APOYO
- 6º ESTRIBOS: ZONA DE CONFINAMIENTO @0.10m
ZONA NO CONFINADA @0.20m
- 7º LA LONGITUD DE LOS BASTONES ESTARA DADA POR:
 $L_{baston} = L_{uz}/4 + L_{di}$

PARA L_{di} VER TABLA EN PLANO DE ARMADO DE LOSA

TRASLAPES MINIMOS
 No 3 = 0.35 m.
 No 4 = 0.50 m.
 No 5 = 0.60 m.
 No 6 = 0.75 m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

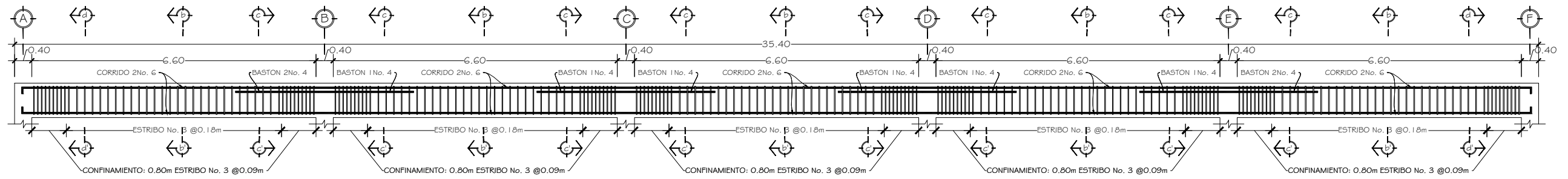
CONTENIDO:
ARMADO DE VIGAS MODULO 'C'

REVISOR DE REGION:
Ing. Juan Merch

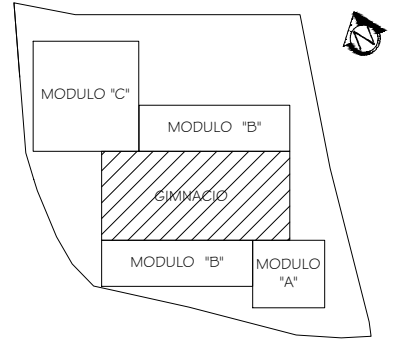
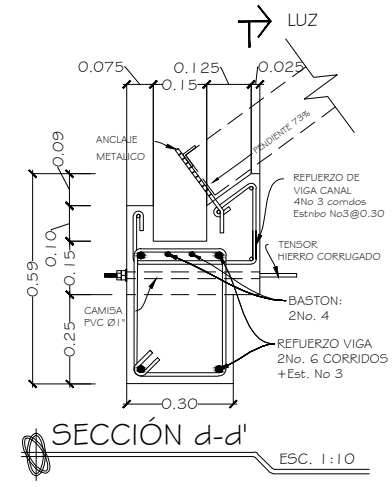
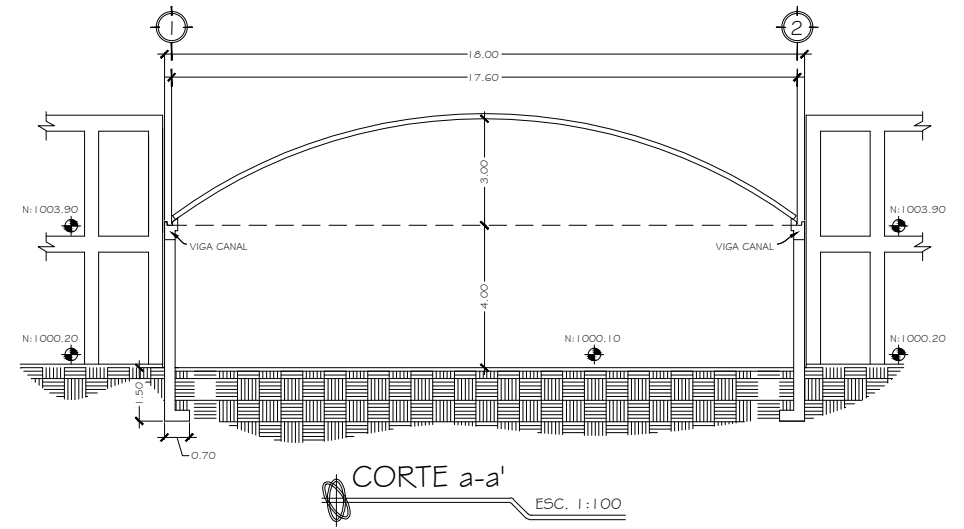
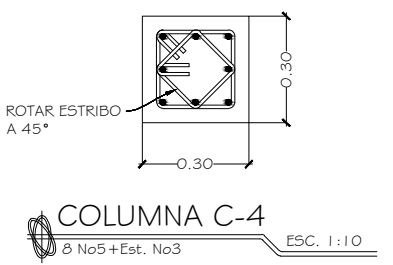
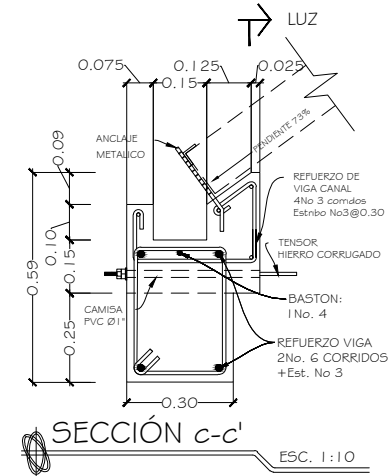
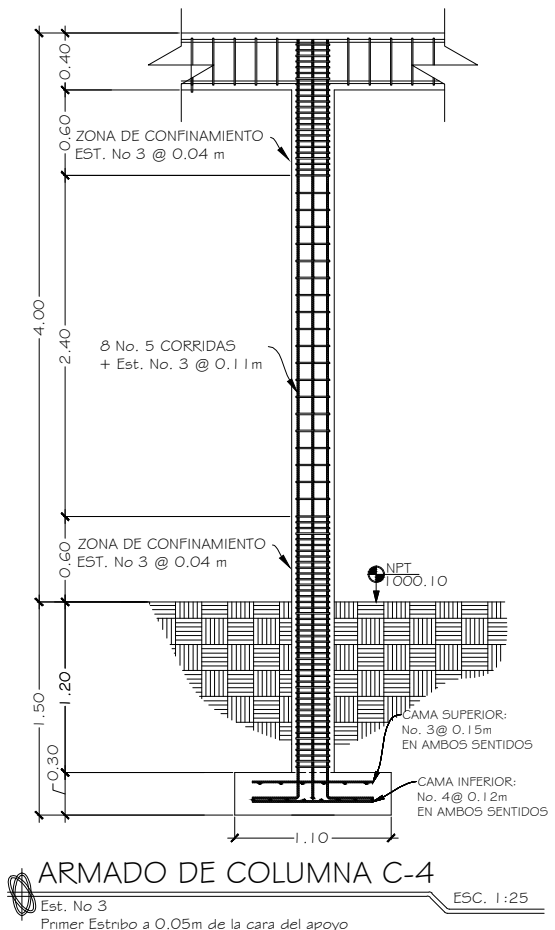
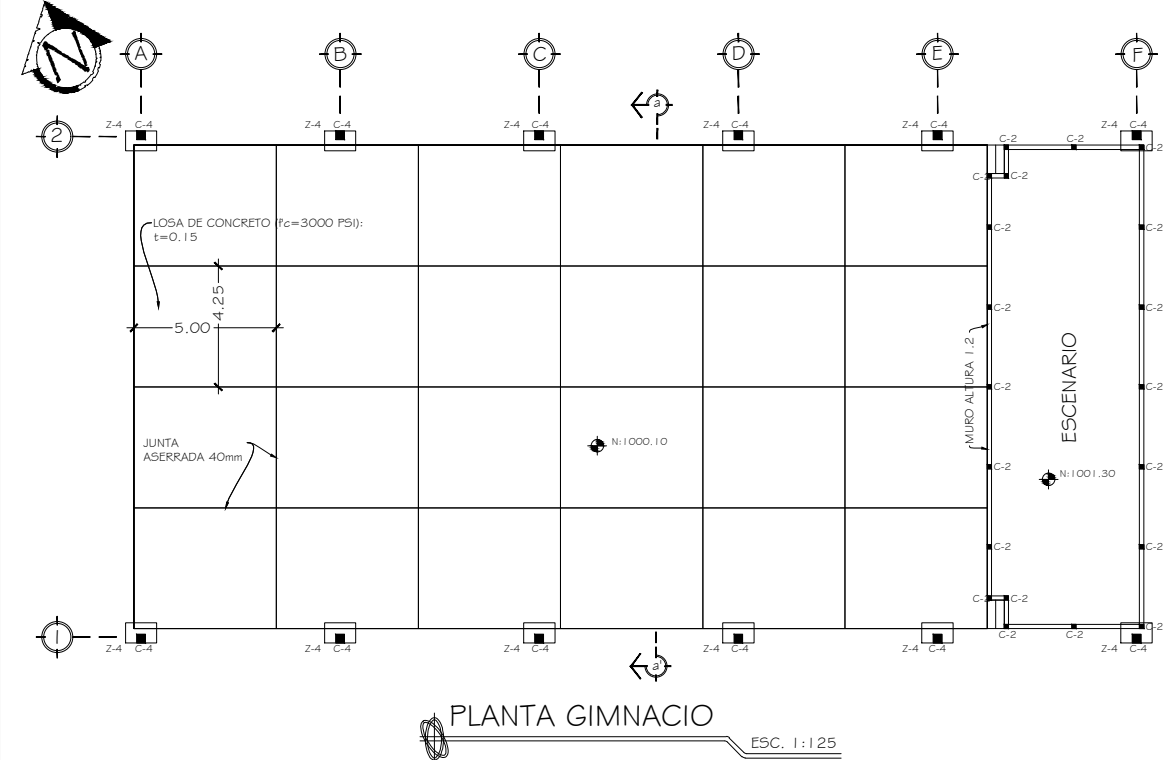
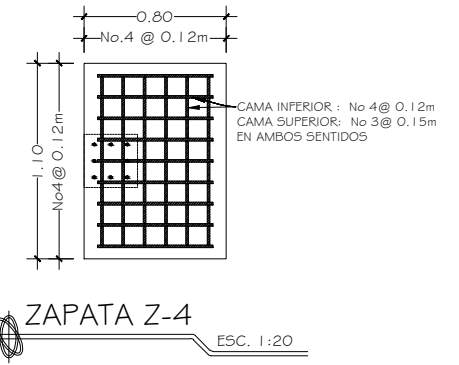
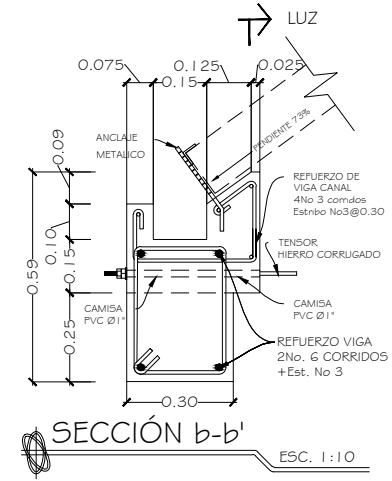
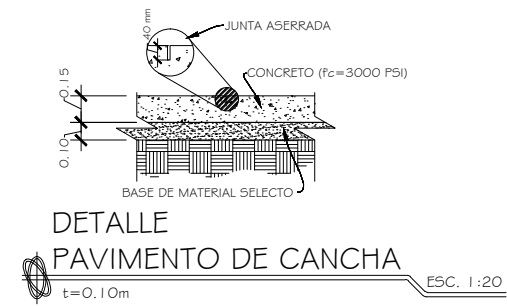
DISEÑO EPS INGENIERIA:
Mar. Juan Fabian Mendez
2008/2009

ESCALA:
Volumétrica

35
40



VIGA CANAL
ESC. 1:50

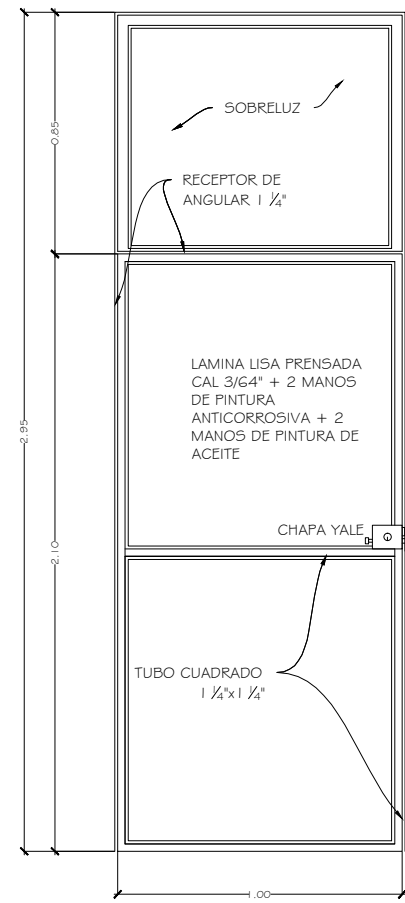


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
PLANTA GIMNACIO 36/40

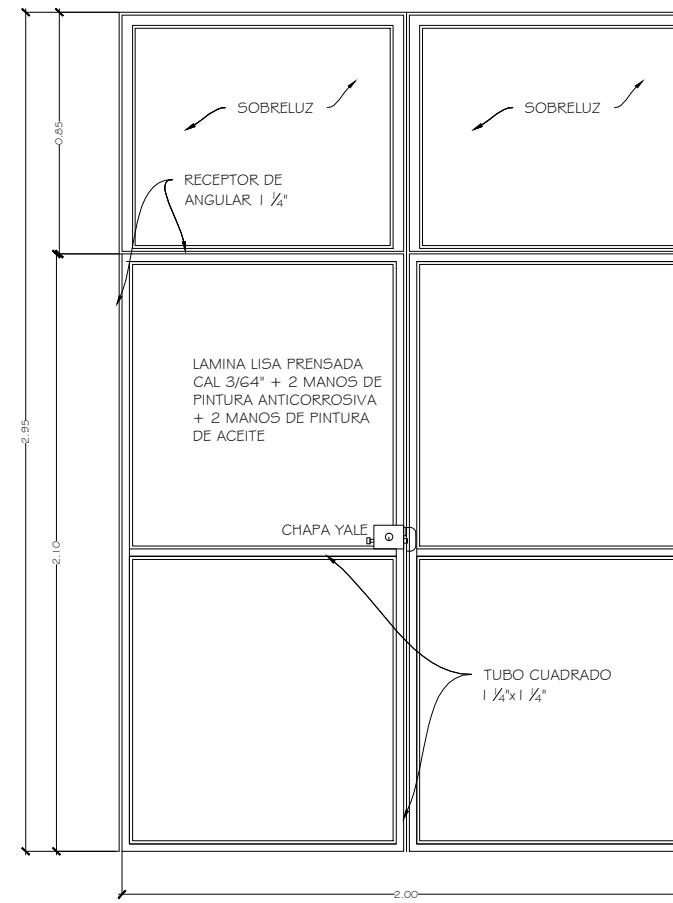
asesor de región: Ing. Juan Merck
DISEÑO EPS INGENIERIA: Mr. Juan Fabian Mendez
ESCALA: 1/40
FECHA: 2008/2009



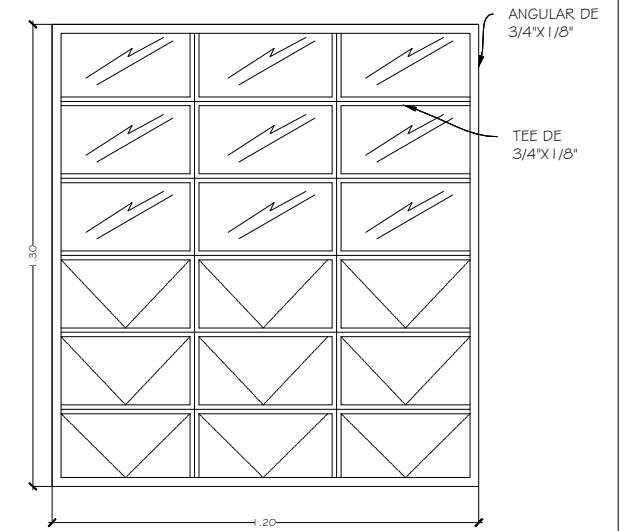
DETALLE DE PUERTA PT-1 ESC. 1:12,5



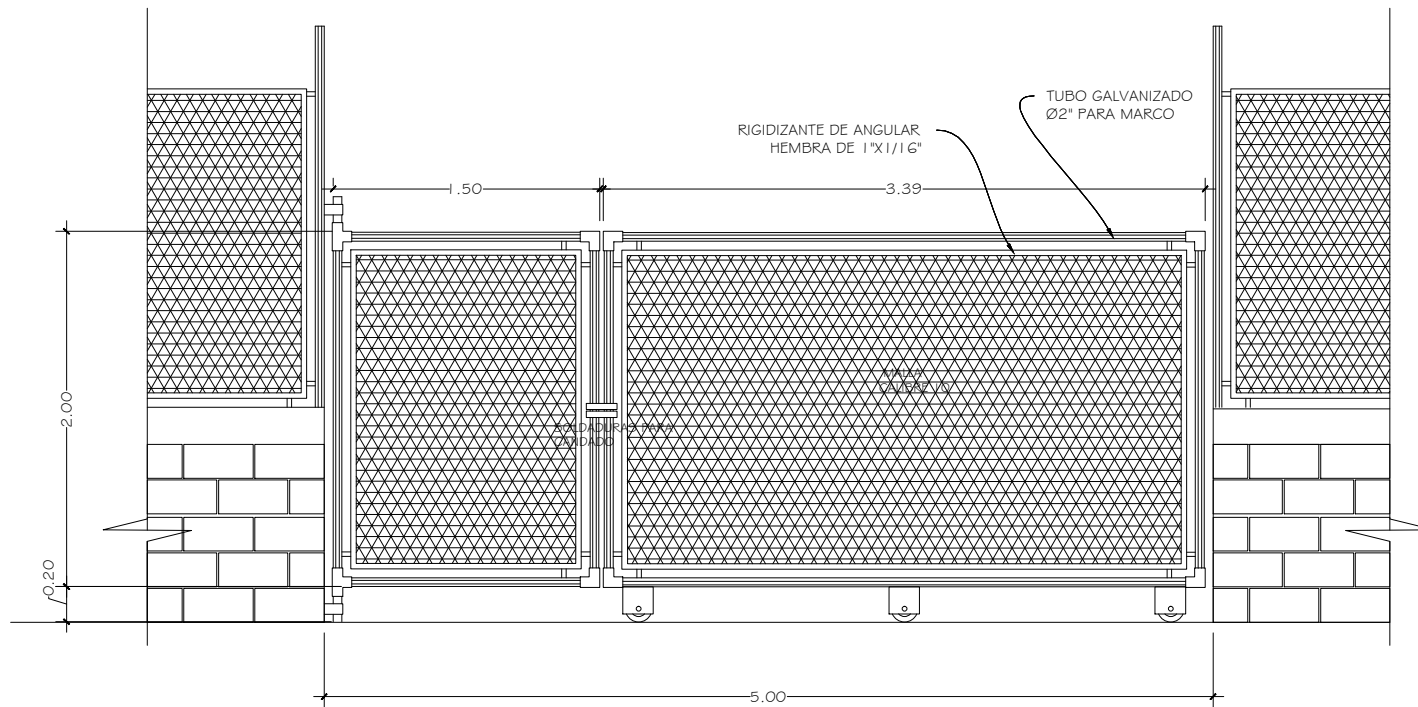
DETALLE DE PUERTA PT-2 ESC. 1:12,5



DETALLE DE PUERTA PT-3 ESC. 1:12,5



DETALLE DE VENTANA TIPO ESC. 1:10
EN ABATIMIENTOS ANGULAR DE 1/2" x 1/8" CON REMACHE SIN AJUSTAR Y PLANO DE 3/8" x 8" PARA SOSTENER EL ABATIMIENTO



DETALLE DE PORTON PT-4 ESC. 1:20

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.15	2.45	101	1.20	1.30
V-2	1.15	2.45	22	1.20	1.30
V-3	2.45	2.75	76	1.20	0.30

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
PT-1	1.00	2.70	36	METAL
PT-2	0.75	1.80	14	METAL
PT-3	2.00	2.70	2	METAL
PT-4	5.00	2.20	1	METAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA MARIA TECUN (IBCOMAT)

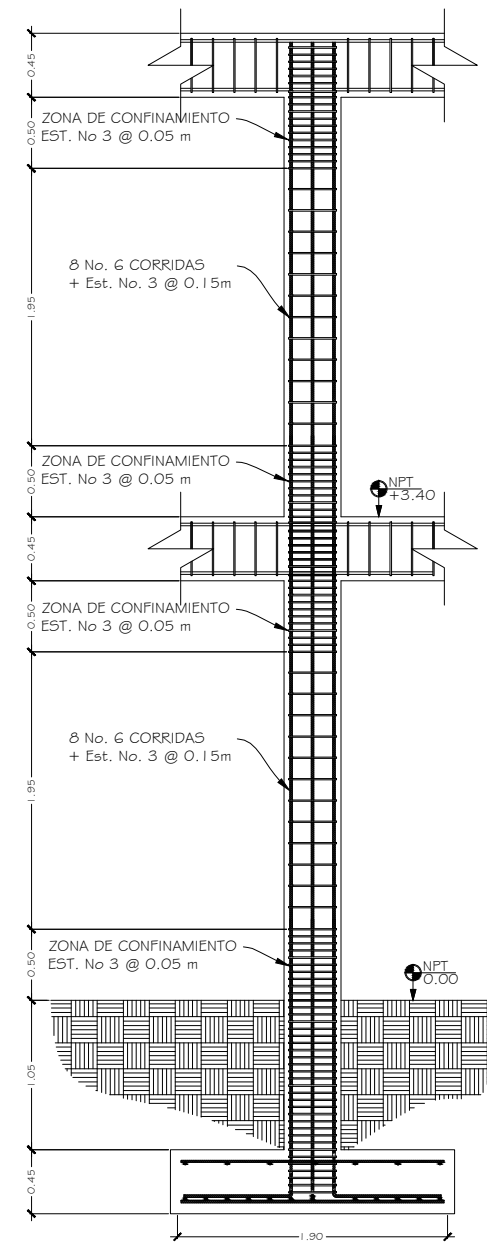
CONVENIO:
PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS

ASESOR DE REGION: **Ing. Juan Merck**

DISEÑO EPS INGENIERIA
Mar. Javier Fabian Mendez
2008/2001

ESCALA:
Volumétrico

37
40



CORTE DE MURO ESC. 1:25

CORTE DE MURO ESC. 1:25

CORTE DE MURO ESC. 1:25

DETALLE DE MURO PERIMETRAL ESC. 1:25

PLANTA UNION VIGA-COLUMNNA ESC. 1:25

ELEVACION UNION VIGA-COLUMNNA ESC. 1:25

SOLERA S-1
4 No3+Est. No2 @0.15 ESC. 1:10

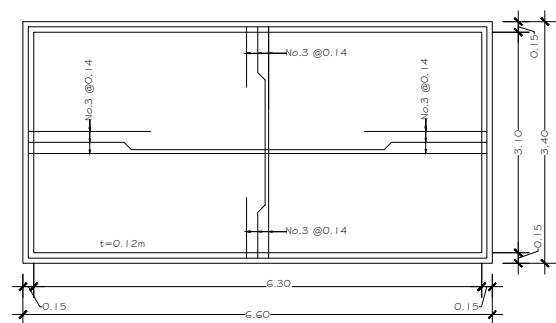
SOLERA S-2
4 No3+Est. No2 @0.15 ESC. 1:10

SOLERA S-3
2 No3+Est. No2 @0.15 ESC. 1:10

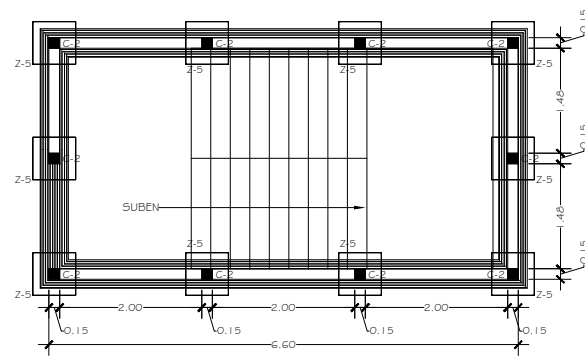
COLUMNNA C-2
4 No3+Est. No2 @0.15 ESC. 1:10

COLUMNNA C-3
2 No3+Est. No2 @0.15 ESC. 1:10

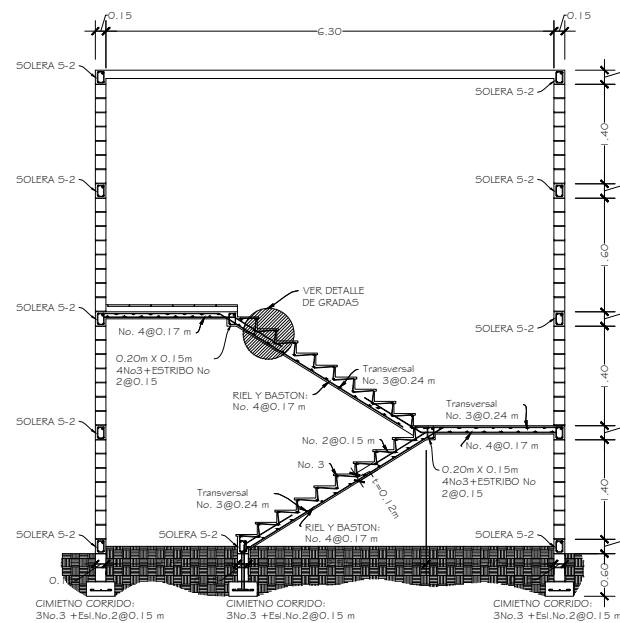
ARMADO DE COLUMNNA ESC. 1:25
Est. No 3
Primer Estribo a 0.05m de la cara del apoyo



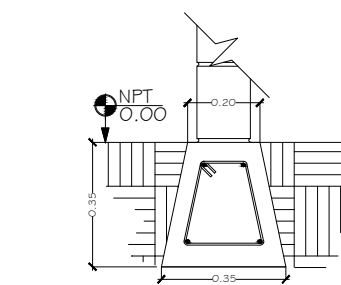
ARMADO DE LOSA MODULO DE GRADAS ESC. 1:50
t=0.12m



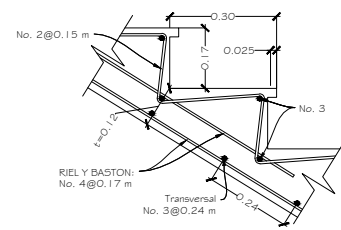
PLANTA CIMENTACION MODULO DE GRADAS ESC. 1:50



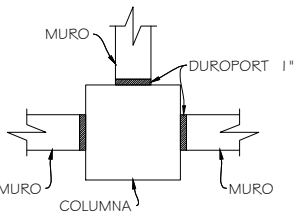
ELEVACION MODULO DE GRADAS ESC. 1:50



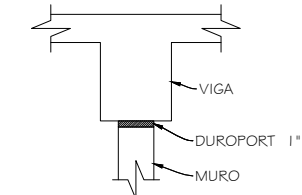
SOLERA DE HUMEDAD-CIMIETNO CORRIDO ESC. 1:10
4No3+ESTRIBO No2@0.15



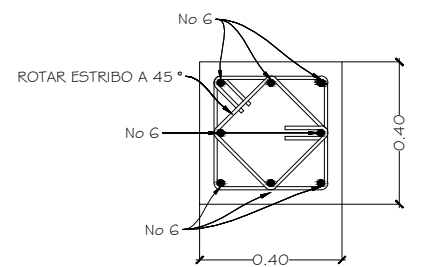
DETALLE DE GRADAS ESC. 1:50



DETALLE JUNTA COLUMNNA-MURO



DETALLE JUNTA VIGA-MURO



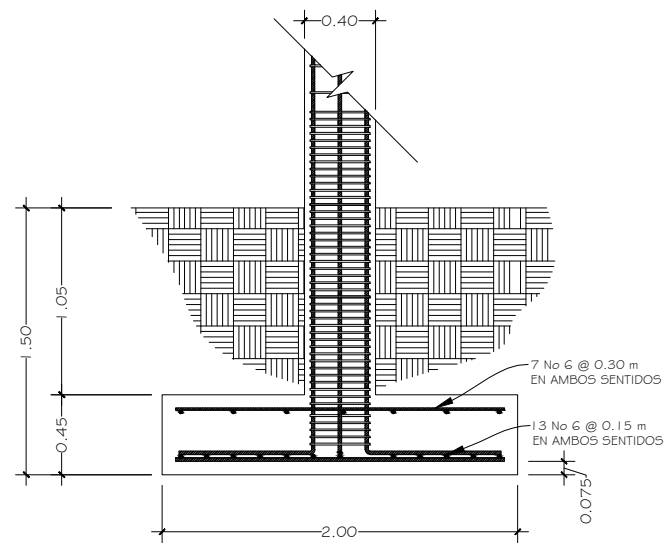
COLUMNNA C-1
Ø No6+Est. No3 ESC. 1:10



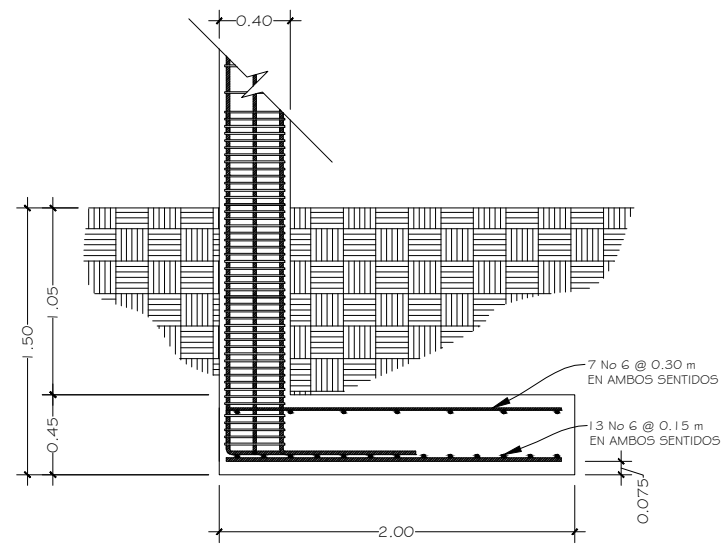
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SOLLA, SOLLA

PROYECTO:
INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
MARIA TECUN (IBCOMAT)

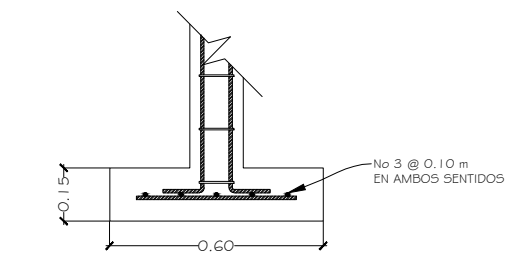
CONTENIDO:
ARMADO DE COLUMNNA 38
REVISOR DE REGION: No. Juan Merck DISEÑO EPS INGENIERIA: No. Juan Merck ESCALA: No. Juan Merck 2008/2000 40



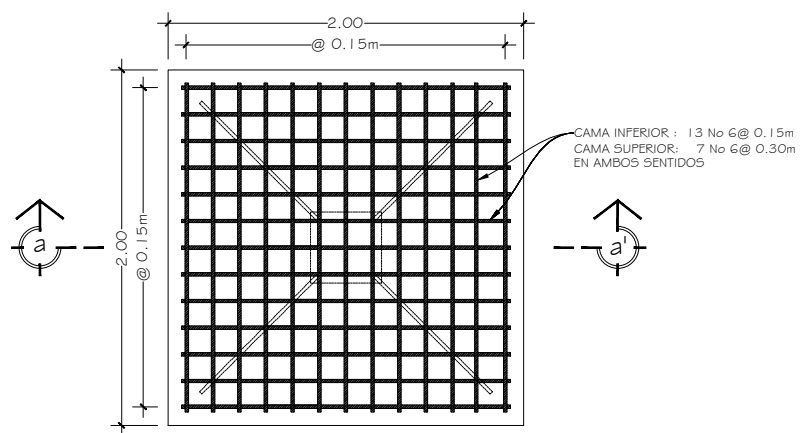
CORTE a-a'
ESC. 1:20



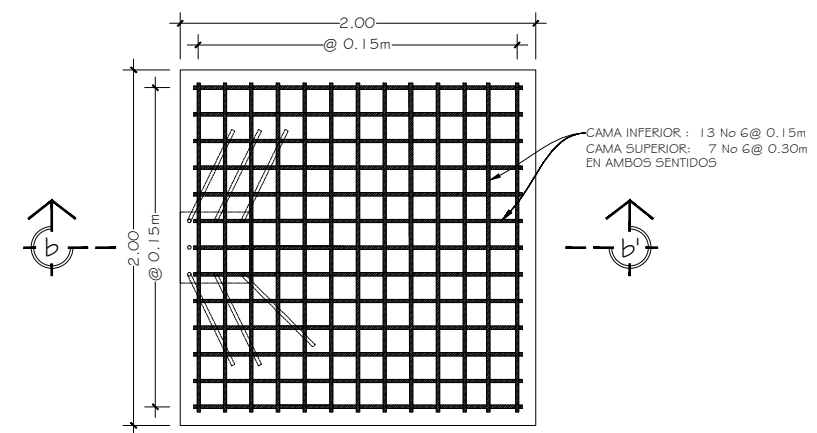
CORTE b-b'
ESC. 1:20



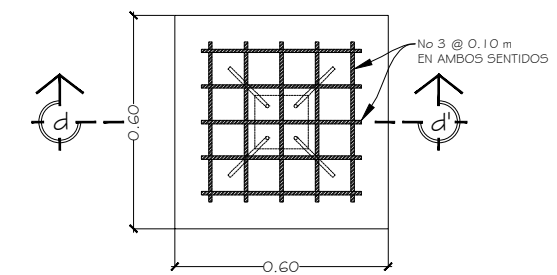
CORTE d-d'
ESC. 1:10



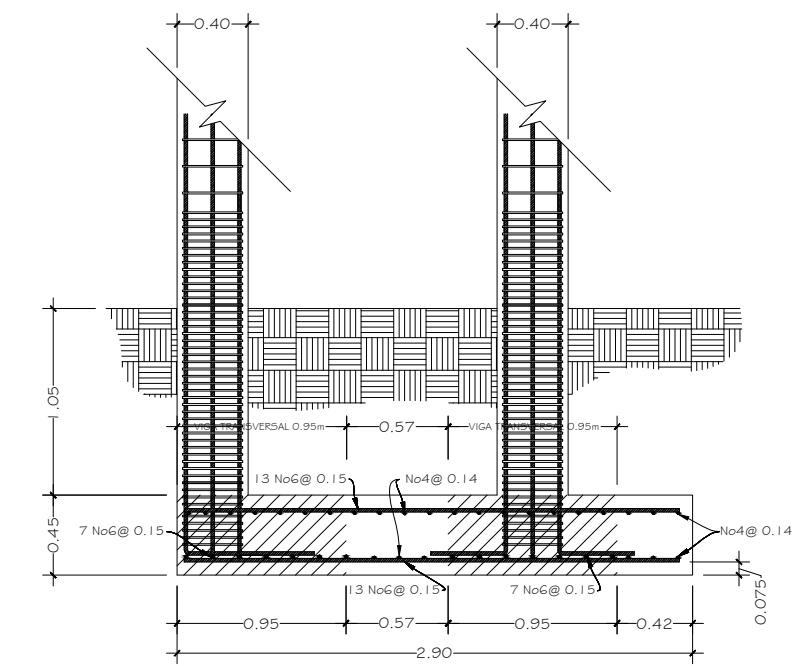
ZAPATA Z-1
ESC. 1:20



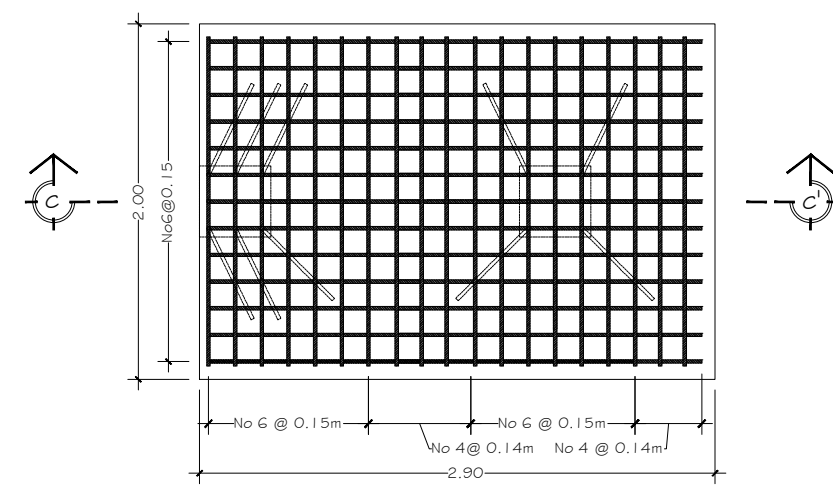
ZAPATA Z-2
ESC. 1:20



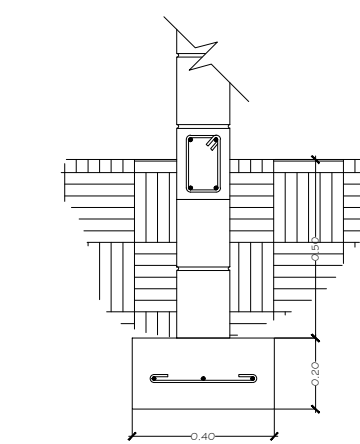
ZAPATA Z-5
ESC. 1:10



CORTE c-c'
ESC. 1:20



ZAPATA COMBINADA Z-3
ESC. 1:20



CIMIETNO CORRIDO
3No3+E50LABON No2@0.15
ESC. 1:10

GANCHOS DE REFUERZO

No.	Dg	L1	L2	L3
2	0.04	0.10	0.10	0.10
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	...	0.25	0.10
7	0.14	...	0.30	0.10
8	0.16	...	0.35	0.10
9	0.23	...	0.35	0.10
10	0.26	...	0.40	0.10
11	0.29	...	0.45	0.10

NOTAS GENERALES:

MATERIALES:
 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 3° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 4° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 4cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 5° EL PRIMER ESTRIBO SE COLOCARA A 5 cm. DE LA CARA DEL APOYO.
 6° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE. VALOR SOPORTE: Vs=23.46 Ton/m² (COMPRESION TRIAXIAL)

GANCHO STANDAR A 135°.
 El doblez del gancho será 4 veces el diametro de la vanilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10cm.
 TRASLAPES MINIMOS
 No 3 = 0.35 m.
 No 4 = 0.50 m.
 No 5 = 0.60 m.
 No 6 = 0.75 m.

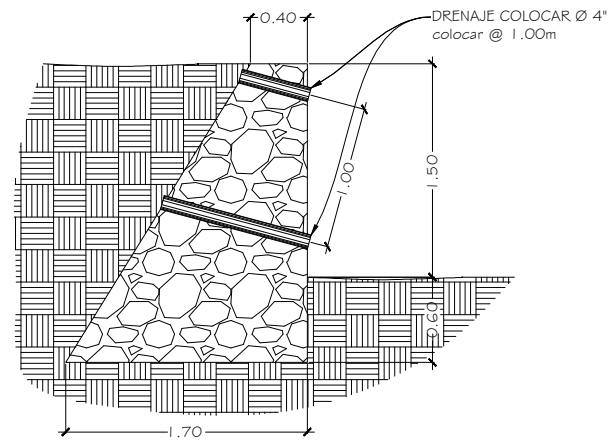


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

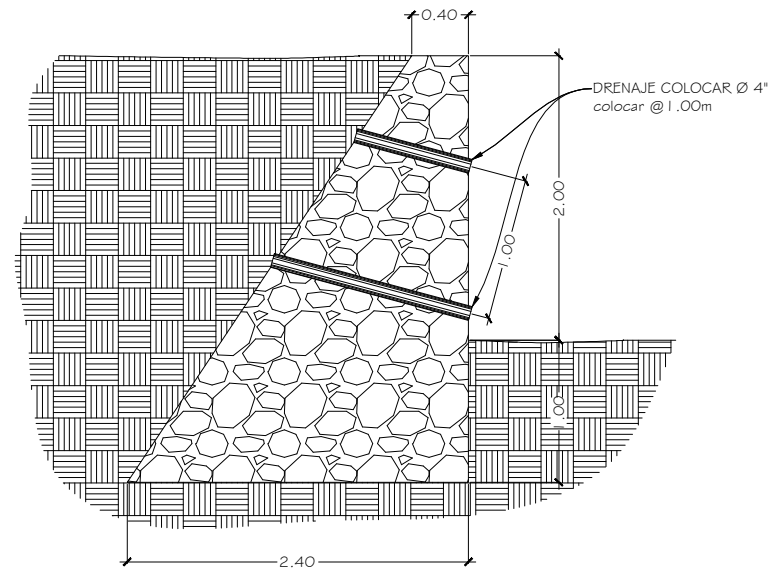
PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO: ARMADO DE ZAPATAS Y CIMENTO CORRIDO
 39/40

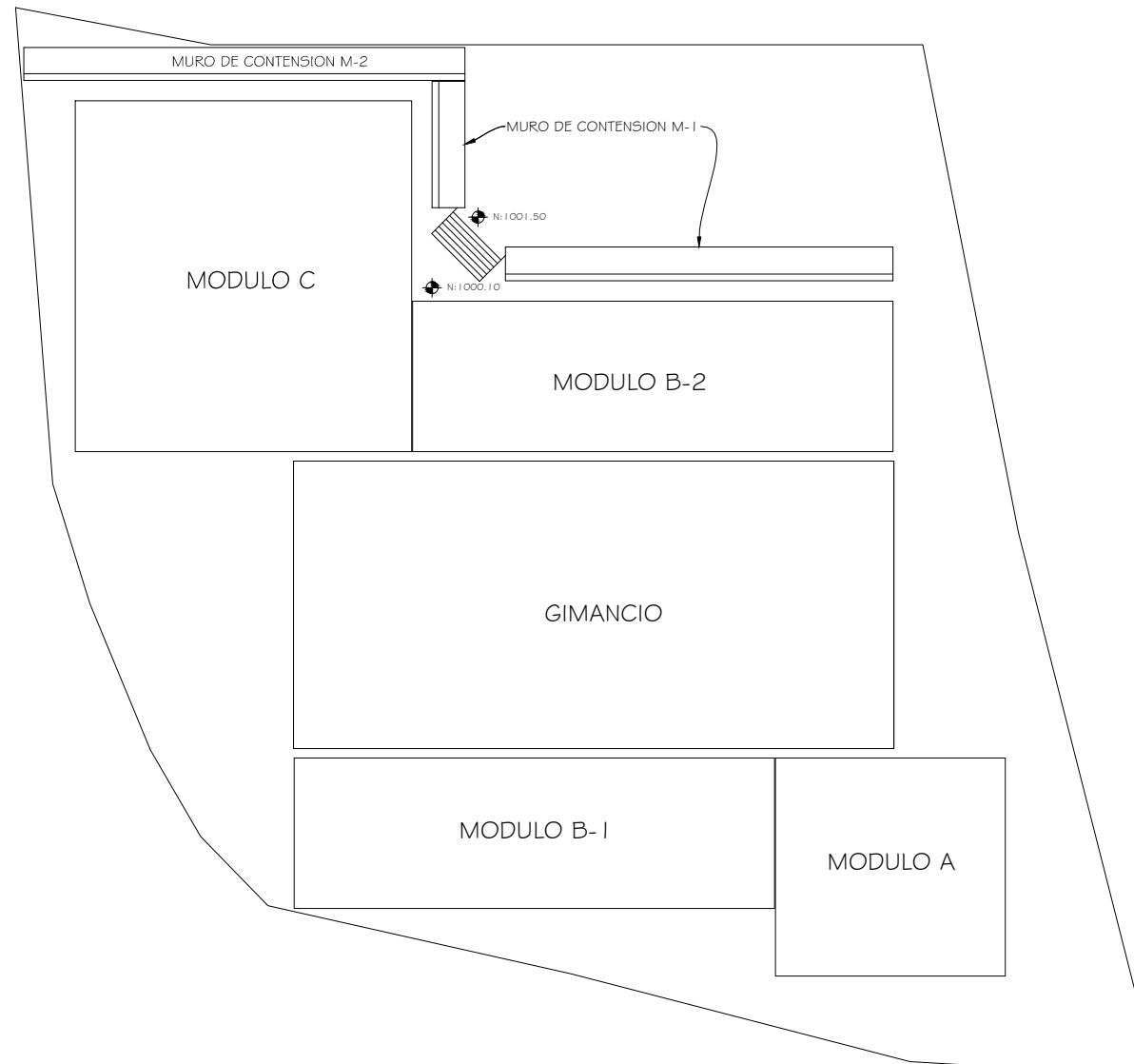
PROFESOR DE REGION: Ing. Juan Merck
 DISEÑO EPS INGENIERIA: Mar. Juan Pablo Méndez
 ESCALA: 1/40
 2009/2000



COORTE
MURO DE CONTENSION M-1 ESC. 1:25



COORTE
MURO DE CONTENSION M-2 ESC. 1:25



MUROS DE CONTENSION SIN ESCALA

NOTAS GENERALES:

MATERIALES:
 1° SE USARA CONCRETO CICLOPEO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS PIEDRA BOLA 33% CONCRETO 67%
 2° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 3° PREVIO A LA CONSTRUCCION VERIFICAR VALOR SOPORTE A TRAVEZ DE UN ENSAYO DINAMICO, PREFERIBLEMENTE.
 VALOR SOPORTE:
 Vs=24.27 Ton/m² (COMPRESION TRIAXIAL)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SOZOLA, SOZOLA

PROYECTO:
 INSTITUTO BÁSICO POR COOPERATIVA
 MARIA TECUN (IBCOMAT)

CONTENIDO:
 MURO DE CONTENSION 40/40

ASESOR DE REGION: Inj. Juan Merch
 DISEÑO EPS INGENIERIA: Alvar. Javier Fabian Mendez 2008/2009
 ESCALA: Inducida

ANEXOS

Figura 69. Examen bacteriológico 1



Municipalidad de Sololá
Ciudad del Paisaje, Guatemala, C.A.
 Teléfono: 7702-1001 • 7702-3535 • 7702-3559
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento



**INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO
 POR EL METODO DE MEMBRANAS DE FILTRACION**
 Informe No.312-2011

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra recolectada en	Caserío Los Castros
Ubicación	Cantón Xajajac, Sololá
Fuente donde se tomo la muestra	Caja reunidora de Caudales 1
Fecha de recolección	27/07/2011
Hora de recolección	10:14
Persona que recolecto la muestra	Allan Pellicer Mendoza
Cargo de la persona que recolecto la muestra	EPS
Institución que recolecto la muestra	DDSPYOM
Fecha en que dio inicio el examen	27/07/2011
Hora en que dio inicio el examen	16:15

CARACTERES GENERALES DE LA MUESTRA

Aspecto	Claro
Olor	Inodora
Sabor	No rechazable
Sustancias en Suspensión	Ausente
Temperatura de la muestra	14°C
Potencial de Hidrogeno (pH)	8.2
Cloro Residual	0.0mg/L

INVESTIGACION DEL GRUPO COLIFORME FECAL

Tiempo de incubación	24 horas
Medio de Cultivo	DCN Endo
Volumen de la muestra	100 cm ³

RESULTADO

UFC/100 cm³	50 (cincuenta) unidades
-------------------------------	--------------------------------

34 UFC/100 cm³ Unidades Formadoras de Colonias en cien centímetros cúbicos

Técnica: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. 20th edition, Method 9222D.**

Conclusión: El resultado obtenido según la norma COGUANOR NGO 29001 para agua potable, **NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO.**

Recomendación: para que el agua sea apta para consumo humano se recomienda un sistema de desinfección a través de cloro.

Sololá, 28 de julio 2011.



Responsable del Análisis



Coordinador

"TRABAJAMOS EN EL DESARROLLO INTEGRAL DE SOLOLA, PARA CONSTRUIR LA PAZ FIRME Y DURADERA"

Fuente: Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Sololá.

Figura 70. Examen bacteriológico 2



Municipalidad de Sololá
Ciudad del Paisaje, Guatemala, C. A.
 Teléfono: 7702-1601 - 7702-3518 - 7702-1859



Oficina Municipal de Agua y Saneamiento

**INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO
 POR EL METODO DE MEMBRANAS DE FILTRACION**
 Informe No.313-2011

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra recolectada en	Caserío Los Castros
Ubicación	Cantón Xajajac, Sololá
Fuente donde se tomo la muestra	Caja reunidora de Caudales 2
Fecha de recolección	27/07/2011
Hora de recolección	10:30
Persona que recolecto la muestra	Allan Pellecer Mendoza
Cargo de la persona que recolecto la muestra	EPS
Institución que recolecto la muestra	DDSPYOM
Fecha en que dio inicio el examen	27/07/2011
Hora en que dio inicio el examen	16:20

CARACTERES GENERALES DE LA MUESTRA

Aspecto	Claro
Olor	Inodora
Sabor	No rechazable
Sustancias en Suspensión	Ausente
Temperatura de la muestra	14°C
Potencial de Hidrogeno (pH)	8.2
Cloro Residual	0.0mg/L

INVESTIGACION DEL GRUPO COLIFORME FECAL

Tiempo de Incubación	24 horas
Medio de Cultivo	DCN Endo
Volumen de la muestra	100 cm ³

RESULTADO

UFC/100 cm ³	43 (cuarenta y tres) unidades
-------------------------	-------------------------------

UFC/100 cm³ Unidades Formadoras de Colonias en cien centímetros cúbicos

Técnica: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, A.P.H.A., A.W.W.A., W.E.F. 20th edition. Method 9222D.

Conclusión: El resultado obtenido según la norma COGUANOR NGO 29001 para agua potable, **NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO.**

Recomendación: para que el agua sea apta para consumo humano se recomienda un sistema de desinfección a través de cloro.

Sololá, 28 de julio 2011.



Lina Alfredo Tzay
Responsable del Análisis





Inés Zedeno Santiago Umul Tigullá
Coordinador
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento



"TRABAJAMOS EN EL DESARROLLO INTEGRAL DE SOLOLA. PARA CONSTRUIR LA PAZ FIRME Y DURADERA"

Fuente: Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Sololá.

Figura 71. Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

