



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN
TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA**

Ángel Antonio Arias Nájera

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN
TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ÁNGEL ANTONIO ARIAS NÁJERA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

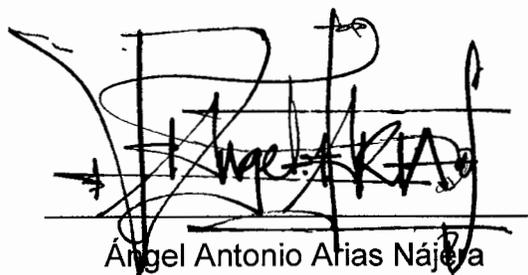
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE
CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO,
MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha febrero de 2008.



Ángel Antonio Arias Nájera



Guatemala 25 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1063.10.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Ángel Antonio Arias Nájera** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9419213**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**.

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

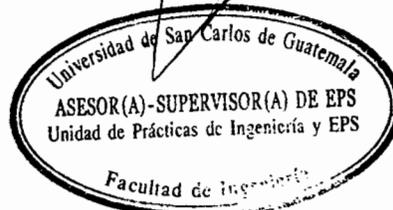
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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

c.c. Archivo
MAAO/ra





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



Guatemala,
22 de noviembre 2010

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

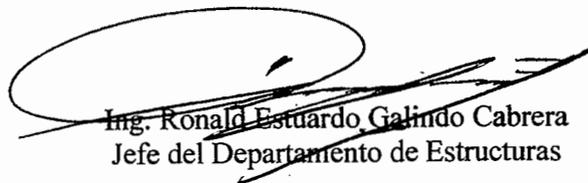
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ángel Antonio Arias Nájera, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

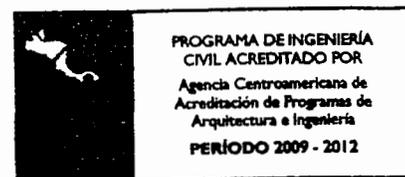

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 25 de octubre de 2010.

Ref.EPS.D.704.10.10

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Ángel Antonio Arias Nájera**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra

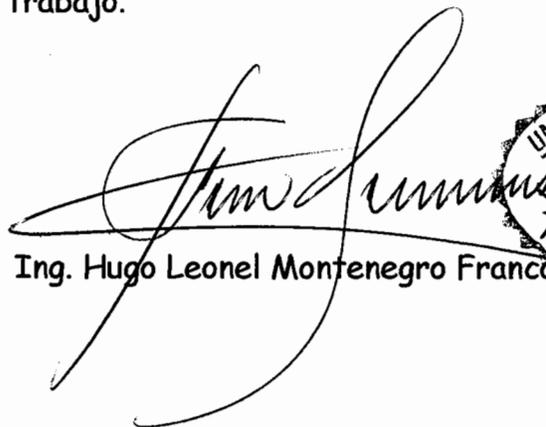




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Ángel Antonio Arias Nájera, titulado DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio de 2011

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES Y UN CENTRO DE CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA LA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario Angel Antonio Arias Nájera, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos
Decano



Guatemala, agosto de 2011

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por estar conmigo en todo momento, darme sabiduría, guiarme, protegerme, permitirme lograr este triunfo y poder iniciar otra etapa en mi vida.
Mis padres	Carlos Humberto Arias Méndez y María Antonieta Nájera de Arias. Por haber confiado en mí y brindarme su apoyo incondicional en todo momento.
Mis hermanos	Carlos Alfredo, Juan Pablo y Carmen Fabiola, por los momentos compartidos durante toda mi vida.
Mis hijas	Vanessa y Daniela Arias Vásquez, quienes son mi principal motivación. Por apoyarme y comprenderme siempre.
Ing. Manuel Arrivillaga	Por su amistad, colaboración y apoyo, como asesor y supervisor.
La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ingeniería	Por haberme dado la oportunidad de ingresar y poder cumplir con una de mis metas.

**Todo el personal de la
Municipalidad de Camotán**

Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, por la amistad y el apoyo brindado.

**Mis amigos de estudio de
La Facultad de Ingeniería**

Por su amistad y la ayuda que me brindaron en todo momento durante la carrera.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente de toda sabiduría
Mis padres	Carlos Humberto Arias Méndez y María Antonieta Nájera de Arias
Mis hermanos	Carlos, Pablo y Fabiola
Mis hijas	Vanessa y Daniela Arias Vásquez.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía del Municipio de Camotán.....	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Antecedentes históricos	1
1.1.1.2. Características geográficas.....	2
1.1.1.2.1. Localización y extensión territorial	2
1.1.1.2.2. Ubicación geográfica.....	2
1.1.1.2.3. Colindancias.....	2
1.1.1.2.4. Vías de acceso.....	3
1.1.1.2.5. Topografía e hidrografía.....	3
1.1.1.3. Aspectos climáticos	4
1.1.1.4. Actividades económicas y productivas.....	4
1.1.1.5. Producción artesanal.....	5
1.1.1.6. Producción minera	5
1.1.1.7. Población	5
1.1.1.7.1. Habitantes por km ²	6
1.1.1.7.2. Tasa de crecimiento poblacional	7

	1.1.1.7.3. Idioma	7
	1.1.1.8. Actividad agropecuaria y comercial	7
	1.1.1.8.1. Actividad agropecuaria.....	8
	1.1.1.8.2. Actividad comercial	8
	1.1.1.9. Educación	9
1.2.	Monografía de la aldea El Rodeo.....	9
1.2.1.	Generalidades	9
1.2.1.1.	Ubicación geográfica	9
1.2.1.2.	Accesos y comunicación.....	9
1.2.1.3.	Topografía.....	10
1.2.1.4.	Aspectos climáticos	10
1.2.1.5.	Actividades económicas y productivas	10
1.2.1.6.	Población	11
1.2.1.7.	Actividades agropecuaria y comercial.....	11
1.2.1.7.1.	Uso de la tierra.....	11
1.2.1.7.2.	Actividad agropecuaria.....	11
1.2.1.7.3.	Comercio.....	11
1.2.1.8.	Educación	12
1.2.2.	Investigación diagnostica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de aldea El Rodeo... 12	
1.2.2.1.	Descripción y priorización de necesidades	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1.	Diseño de un edificio escolar de dos niveles para la aldea El Rodeo municipio de Camotán, departamento de Chiquimula....	15
2.1.1.	Investigación preliminar	15
2.1.1.1.	Infraestructura para el centro educativo.....	15
2.1.2.	Ubicación del terreno	16
2.1.3.	Estudio topográfico	16

2.1.4.	Estudio de suelos	17
2.1.5.	Normas para el diseño de edificios educativos.....	17
2.1.5.1.	Criterio de conjunto	18
2.1.5.2.	Criterios de iluminación	18
2.1.5.2.1.	Generalidades de la iluminación en el edificio	18
2.1.5.2.2.	Tipos de iluminación.....	19
2.1.5.3.	Otros criterios.....	19
2.1.5.4.	Instalaciones	20
2.1.5.5.	Espacios educativos.....	20
2.1.5.5.1.	Aula teórica	21
2.2.	Diseño del edificio escolar	22
2.2.1.	Diseño arquitectónico	22
2.2.1.1.	Distribución de ambientes.....	23
2.2.1.2.	Altura del edificio.....	23
2.2.1.3.	Selección del sistema modular a usar.....	23
2.2.2.	Análisis estructural	23
2.2.2.1.	Análisis del suelo	24
2.2.2.2.	Predimensionamiento estructural.....	26
2.2.2.3.	Sección de columnas	26
2.2.2.4.	Sección de vigas	27
2.2.2.5.	Losas.....	28
2.2.2.6.	Cimientos	28
2.2.2.7.	Cargas aplicadas	30
2.2.2.8.	Cargas verticales de diseño	31
2.2.2.9.	Cálculo de cargas verticales	31
2.2.2.10.	Cargas horizontales	33
2.2.3.	Análisis estructural utilizando el programa ETABS.....	34
2.2.3.1.	Resultados de análisis estructural	36

2.2.3.2.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	39
2.2.3.3.	Resultado de momentos últimos por envolvente	41
2.2.3.4.	Resultados gráficos de momentos últimos	42
2.2.3.5.	Cortes últimos en marcos dúctiles	43
2.2.4.	Diseño estructural	45
2.2.4.1.	Diseño de losas	45
2.2.4.1.1.	Cálculo de losa de entrepiso.....	47
2.2.4.1.2.	Balance de momentos	49
2.2.4.1.3.	Diseño de acero de refuerzo.....	52
2.2.4.1.4.	Chequeo por corte	54
2.2.4.1.5.	Diseño de losas segundo nivel	54
2.2.4.2.	Diseño de vigas	54
2.2.4.2.1.	Cálculo del refuerzo longitudinal.....	55
2.2.4.2.2.	Cálculo del refuerzo transversal (estribos)	57
2.2.4.2.3.	Cálculo de espaciamiento de estribos ...	57
2.2.4.3.	Diseño de columnas	58
2.2.4.3.1.	Diseño de columnas de primer y segundo nivel.....	58
2.2.4.3.2.	Cálculo de cargas últimas segundo nivel.....	59
2.2.4.3.3.	Cálculo de cargas últimas primer nivel.....	59
2.2.4.3.4.	Cálculo de la esbeltez de la columna	60
2.2.4.3.5.	Magnificación de momentos	62
2.2.4.3.6.	Refuerzo longitudinal	65
2.2.4.3.7.	Refuerzo transversal.....	69

2.2.4.3.7.1.	Refuerzo por confinamiento columnas del primer nivel	70
2.2.4.3.7.2.	Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del primer nivel.....	71
2.2.4.3.7.3.	Refuerzo por confinamiento columnas del segundo nivel	71
2.2.4.3.7.4.	Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del segundo nivel	72
2.2.4.4.	Diseño del cimiento	72
2.2.4.4.1.	Tipo de cimiento a utilizar	72
2.2.4.4.2.	Diseño de zapatas	73
2.2.4.4.2.1.	Cálculo de cargas de trabajo.....	73
2.2.4.4.2.2.	Cálculo del área de la zapata.....	73
2.2.4.4.2.3.	Chequeo de presión sobre el suelo	74
2.2.4.4.2.4.	Espesor de la zapata.....	75
2.2.4.4.2.4.1.	Chequeo por corte simple	75
2.2.4.4.2.4.2.	Cálculo del corte actuante	76
2.2.4.4.2.4.3.	Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto	76

	2.2.4.4.2.4.4.	Chequeo por corte punzonante....	77
	2.2.4.4.2.4.5.	Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto.....	78
	2.2.4.4.2.5.	Diseño del refuerzo por flexión	78
	2.2.4.4.2.5.1.	Cálculo del momento último	78
	2.2.4.4.2.5.2.	Calculando el área de acero	79
	2.2.4.4.2.5.3.	Cálculo del espaciamiento entre varillas	79
2.2.5.	Elaboración de planos.....		81
2.2.6.	Elaboración del presupuesto.....		81
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		
3.1.	Diseño del salón para uso de capacitación técnica y talleres, anexo al edificio escolar, para la aldea El Rodeo, municipio de Camotán, departamento de Chiquimula		85
3.1.1.	Infraestructura para el centro de capacitación técnica		85
	3.1.1.1.	Distribución de ambientes.....	85
3.1.2.	Descripción del proyecto		86
3.1.3.	Diseño arquitectónico.....		86
	3.1.3.1.	Altura del salón de capacitación técnica	87
	3.1.3.2.	Normas para el diseño de salones, talleres o centros de capacitación técnica	87
	3.1.3.2.1.	Criterio de conjunto.....	87

3.1.3.2.2.	Criterio de iluminación	88
3.1.3.2.3.	Instalaciones	88
3.1.3.2.4.	Espacios educativos	89
3.1.4.	Tipo de estructura	89
3.1.5.	Predimensionamiento de los elementos estructurales	89
3.1.6.	Cargas de diseño	90
3.1.7.	Diseño estructural	90
3.1.8.	Diseño de cubierta	92
3.1.8.1.	Separación máxima entre costaneras	94
3.1.8.2.	Diseño de las costaneras	94
3.1.8.2.1.	Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras.....	96
3.1.8.2.2.	Cálculo del modulo de la sección.....	98
3.1.8.2.3.	Chequeo de cortante.....	98
3.1.8.2.4.	Deflexión permisible.....	99
3.1.8.3.	Diseño tendal	99
3.1.9.	Diseño del muro	103
3.1.9.1.	Diseño a flexión.....	103
3.1.9.2.	Diseño a corte	104
3.1.10.	Diseño de las columna	105
3.1.11.	Diseño de la cimentación.....	105
3.1.11.1.	Integración de cargas.....	105
3.1.11.2.	Determinación de ancho	106
3.1.11.3.	Corte simple	106
3.1.11.4.	Diseño a flexión.....	106
3.1.11.5.	Diseño de la zapata.....	107
3.1.11.6.	Carga de la columna crítica.....	107
3.1.11.7.	Carga por columna.....	107
3.1.12.	Instalaciones eléctricas.....	108

3.1.13.	Instalaciones hidráulicas	109
3.1.14.	Elaboración de planos.....	109
3.1.15.	Elaboración de presupuesto.....	109
3.1.15.1.	Resumen presupuesto	110
3.1.16.	Estudio de impacto ambiental	113
3.1.16.1.	Impacto ambiental no significativo	113
3.1.16.2.	Impacto ambiental significativo	113
3.1.16.3.	Impactos y medidas de mitigación	114
CONCLUSIONES.....		115
RECOMENDACIONES.....		117
BIBLIOGRAFÍA.....		119
ANEXOS.....		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista lateral y posterior en 3D estructura edificio escolar.....	29
2.	Vista frontal en 3D estructura del edificio escolar	30
3.	Cálculo de cargas vertical del marco sentido “Y”	32
4.	Cargas verticales colocadas en marco sentido “Y”	33
5.	Representación en ETABS del modelo tridimensional del edificio escolar, visto en planta ejes X, Y y Z	35
6.	Representación en ETABS del modelo tridimensional del edificio escolar, vista frontal eje 2	35
7.	Representación en ETABS del modelo tridimensional del edificio escolar, vista lateral eje A	36
8.	Diagrama momentos por carga muerta en vigas eje “A”	36
9.	Diagrama momentos por carga muerta en columnas eje “A”	37
10.	Diagrama momentos por carga viva en vigas eje “A”	37
11.	Diagrama momentos por carga viva en columnas eje “A”	38
12.	Diagrama momentos por sismo en vigas eje “A”	38
13.	Diagrama momentos por sismo en columnas eje “A”	39
14.	Resultado proporcionado por el programa ETABS	41
15.	Diagrama de envolventes COMB1 en vigas sentido eje “A”	42
16.	Diagrama de momentos envolventes en columnas sentido eje “A”	43
17.	Diagrama corte último en vigas eje “A”	44
18.	Diagrama corte último en columnas eje “A”	44
19.	Modelo de diseño de losa	46
20.	Modelo de losa L-1	48

21.	Modelo de losa L-2	48
22.	Modelo de losa L-3	48
23.	Modelo de losa L-4	49
24.	Balanceo de losa L-1 y L-2	50
25.	Balanceo de losa L-1 y L-3	50
26.	Balanceo de losa L-2 y L-4	50
27.	Balanceo de losa L-3 y L-4	51
28.	Momentos balanceados de losa de entrapiso.....	51
29.	Marco acotado para determinar rigideces.....	61
30.	Armado de columnas	69
31.	Chequeo por corte	76
32.	Cheque por corte punzante	77
33.	Armado de columna y zapata	80
34.	Diseño de cubierta	93
35.	Dimensiones de costaneras.....	95
36.	Fuerza actuante en costaneras y distribución de cargas en planta	96
37.	Distribución de cargas sobre costanera en perfil	97
38.	Distribución de cargas sobre tendal en planta	100
39.	Distribución de cargas sobre tendal en perfil	100
40.	Detalle de unión en tendales	102

TABLAS

I.	Densidad de población estimada período 2002-2007	6
II.	Proyección población total período 2002-2007	6
III.	Uso de la tierra.....	7
IV.	Ambientes	14
V.	Tipos de cargas utilizadas en losa de techo segundo nivel	31
VI.	Tipos de cargas utilizadas en losas de entrapiso primer nivel	31

VII.	Resultado de cargas verticales en marco sentido “Y”	32
VIII.	Combinaciones programa ETABS	40
IX.	Traducción de resultados proporcionados por ETABS	42
X.	Especificaciones generales de materiales	45
XI.	Cálculo de cargas en losa	47
XII.	Áreas de aceros para momentos balanceados	53
XIII.	Sección e inercia de vigas y columnas	60
XIV.	Cuadro de resumen de presupuesto	82
XV.	Propiedades de las costaneras	94
XVI.	Características de las costaneras	95
XVII.	Características lámina perfil	95
XVIII.	Cargas de diseño	97
XIX.	Chequeo por deflexión	99
XX.	Chequeo por deflexión permisible	101
XXI.	Criterios de diseño de muros de mampostería	103
XXII.	Presupuesto	110

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
b	Anchura del miembro
Ag	Área bruta de la sección, área del concreto
Acv	Área bruta de la sección de concreto limitado por el espesor del alma y la longitud de la sección
Ao	Área bruta encerrada por la trayectoria del flujo del cortante
Av	Área de refuerzo de cortante
Av/s	Área de refuerzo de cortante por unidad de longitud del miembro
A's	Área del refuerzo longitudinal a compresión
As	Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tensión
Acp	Área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de concreto
Ast	Área total del refuerzo longitudinal
Al	Área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión

P_u	Carga axial mayorada, positiva para compresión y negativa para tensión
P_b	Carga axial nominal en condiciones de deformación unitaria balanceada
P₀	Carga axial nominal para una excentricidad igual a cero
P_c	Carga crítica a pandeo
P_{máx}	Carga máxima axial de resistencia permitida
ψ_P	Coefficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
ψ_B	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
ε_C	Deformación unitaria del concreto
ε_S	Deformación unitaria del refuerzo de acero (0,003)
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tensión
d'	Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal en compresión

c	Distancia medida desde la fibra extrema en compresión al eje neutro
h	Espesor total o altura de un elemento
δ_s	Factor de amplificación de momento en pórticos no arriostrados contra desplazamiento lateral, refleja el desplazamiento lateral causado por las cargas gravitacionales y laterales
δ_{ns}	Factor de amplificación de momento para pórticos arriostrados contra desplazamiento lateral, refleja los efectos de la curvatura entre los extremos del elemento en compresión
k	Factor de longitud efectiva para elementos en compresión
ϕ	Factor de reducción de resistencia
α	Factor de sobrerresistencia del acero de refuerzo
β_1	Factor para obtener la profundidad del bloque de compresión del concreto
Cm	Factor que relaciona el diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme
VE	Fuerza cortante producida por cargas sísmicas
Vp	Fuerza de corte computada por la probable capacidad de momento

Vu	Fuerza de corte mayorada en la sección
Vs	Fuerza de corte resistida por el refuerzo o acero estructural
L	Longitud libre de apoyo
ϵ_c, máx	Máxima deformación unitaria usada en el extreme de la fibra extrema en compresión del concreto
Vmáx	Máxima fuerza de corte mayorada permitida en una sección
amáx	Máxima profundidad permitida del bloque de compresión
ϵ_s, mín	Mínima deformación unitaria en tensión permitida en barras de acero en esfuerzo nominal para conducta controlada en tensión (0,005)
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo de elasticidad del refuerzo y del acero estructural
Ig	Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide sin considerar el refuerzo 4
Ise	Momento de inercia del refuerzo con respecto al eje que pasa por el centroide de la sección transversal del elemento
Mc	Momento factorado a ser usado en el diseño

Mb	Momento factorado del lado largo de una columna
Ma	Momento máximo mayorado presente en el elemento en la etapa para la que se calcula la deflexión
Ms	Momento mayorado debido a cargas que producen un desplazamiento lateral apreciable
Mu2	Momento mayorado de la sección respecto al eje 2
Mu3	Momento mayorado de la sección respecto al eje 3
Mu	Momento mayorado en la sección
pcp	Perímetro exterior de la sección transversal de concreto
cb	Profundidad a eje neutral en condiciones balanceadas
ab	Profundidad del bloque de compresión en condiciones balanceadas
a	Profundidad del bloque rectangular de compresión
r	Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión
f c	Resistencia especificada a la compresión del concreto
fy	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo

- V_c** Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto
- Σ** Sumatoria de valores
- β_d** Valor absoluto de radio de la máxima carga muerta axial factorada a la máxima carga total axial factorada

GLOSARIO

ACI	<i>American Concrete Institute</i> (Instituto Americano del Concreto).
Aditivos	Materiales que se utilizan como ingredientes del concreto y se adicionan a la mezcla antes o durante el proceso de mezclado. Tienen como función modificar las propiedades del concreto.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Altimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical del terreno, que indica la diferencia de altitud entre el punto en que se está situado y un punto de referencia.
Carga muerta	Carga que permanece constante a través del tiempo.
Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Celda	Es el espacio o vacío dentro de la unidad de mampostería ya sea bloque o ladrillo.

Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Derivas	Deformaciones postelásticas desarrolladas en una estructura después de varias excursiones fuera del rango elástico.
Diafragma rígido	Están constituidos por losas de concreto reforzado y son capaces de transmitir las fuerzas horizontales de corte a los elementos verticales en proporción a la rigidez de los mismos, además, son capaces de transmitir las fuerzas rotacionales causadas por la excentricidad de la masa con respecto al centro de rigidez de la estructura.
Ductilidad	Es la propiedad que permite que un material resista deformaciones plásticas sin fracturarse, cuando se somete a esfuerzos.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
ETABS	<i>Extended Three Dimensional Analysis of Building System</i> (Sistema de análisis de edificios extendido en tres dimensiones).

Fluidez	Consistencia necesaria que debe presentar el concreto o el <i>graut</i> para permitir una buena trabajabilidad del mismo.
Graut	Es un material cementicio que está conformado por cemento, arena, grava fina y la cantidad necesaria de agua que le proporciona una consistencia fluida para que tenga trabajabilidad.
Levantado	Es el incremento en altura de los muros por medio de la colocación de hileras de unidades de mampostería que deberán estar completamente horizontales y alineadas, unidas con mortero.
Mampostería reforzada	Esta conformada por muros construídos con piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante y reforzadas con concreto y acero ya sea confinado o integral.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Muros confinados	Son los muros de mampostería que tienen el refuerzo vertical y horizontal concentrados en elementos de concreto conocidos como mochetas y soleras respectivamente.

Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a ésta a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.
Revenimiento	Es una medida del grado de consistencia y de manejabilidad de la mezcla, reventarse es derramarse o bajarse en altura, siendo esta disminución la medida de revenimiento del grado de manejabilidad de la mezcla y el uso que se le puede dar.
Story	Termino ingles utilizado por el programa ETABS, el cual significa Nivel o piso, ejemplo nivel 2 o piso 2.
Succión	Es la determinación de la razón inicial de absorción, consiste en sumergir dentro de agua una porción del ladrillo, durante un tiempo fijo, para determinar la cantidad de agua que se absorbe por capilaridad.
Topografía	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.
UBC	<i>Uniform Building Code</i> (Código de edificio uniforme).

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.); desarrollado en el Municipio de Camotán, departamento de Chiquimula. Describe el procedimiento para diseñar un edificio escolar de dos niveles, así como el diseño de un centro de capacitación técnica; ambos proyectos para la aldea El Rodeo del municipio en mención.

El primer capítulo, contiene la fase de investigación el cual detalla la monografía del municipio, así como un diagnóstico de las principales necesidades de servicios e infraestructura del lugar.

El capítulo dos, presenta el diseño del edificio escolar de dos niveles, donde se describen las consideraciones tomadas para lograr un diseño apto, basado en códigos de construcción internacionales como el ACI 318S-05, el código UBC, códigos nacionales como el AGIES y el código para diseño de edificios escolares normado por el Ministerio de Educación, garantizando así instalaciones adecuadas para un buen aprendizaje. Este capítulo también describe el análisis y diseño del sistema estructural utilizado en el edificio, siendo este el sistema de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos, utilizando para este análisis el programa computacional ETABS, realizando ejemplos para demostrar los cálculos obtenidos.

En el capítulo tres, se detallan los procedimientos seguidos para diseñar un centro de capacitación técnica. Este edificio se diseñó tomando en cuenta que será utilizado para recibir clases prácticas de talleres y que también servirá para albergar maquinaria y equipo para el mismo uso.

OBJETIVOS

General

Diseñar y planificar adecuadamente el edificio escolar de dos niveles y el centro de capacitación técnica para la aldea El Rodeo del municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Desarrollar la investigación monográfica y diagnosticar las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Camotán.
2. Aumentar el número de edificios escolares a nivel medio del municipio de Camotán, específicamente de la aldea El Rodeo, con la finalidad de descentralizar la educación media de la cabecera departamental.
3. Ayudar a reducir los porcentajes de deserción de los estudiantes, con la opción de un centro de educación media más cercana, donde tendrán alternativas de aprendizaje en carreras técnicas o capacitaciones en ciertos oficios.
4. Brindar mayores comodidades a la población escolar, evitando que para asistir a un centro de educación media tengan que viajar largas horas.

5. Aumentar el nivel de desarrollo y educación del municipio de Camotán y sus aldeas.

INTRODUCCIÓN

Para lograr el pleno desarrollo de una comunidad, es necesario que esta cuente con una buena infraestructura y servicios básicos; ya que a medida que las necesidades primarias sean suplidas, el potencial de la población se concentrará en obtener fuentes de ingresos que les permita vivir plenamente y elevar su nivel de vida.

El municipio de Camotán, carece de infraestructura educativa, lo cual obstaculiza el desarrollo, el crecimiento intelectual y cultural de sus pobladores, en especial el de los jóvenes que necesitan orientación vocacional y preparación en carreras técnicas que les ayuden en su formación. Por otra parte, para poder cubrir esas expectativas de formación técnica, se necesitan instalaciones adecuadas para un aprendizaje idóneo, en vista que el municipio de Camotán no cuenta con los edificios apropiados para cumplir este objetivo, se hacen necesarios estudios pertinentes, para poder construirlos, ya que se tiene como prioridad principal a nivel de proyectos por parte de la municipalidad de Camotán el realizarlos.

Es por ello que este trabajo de graduación está enfocado al planteamiento de soluciones factibles, tanto técnicas como económicas; presentando el diseño del edificio educativo de dos niveles y el edificio de capacitación técnica que permitan ayudar al municipio de Camotán en su desarrollo y crecimiento intelectual.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del Municipio de Camotán

1.1.1. Generalidades

1.1.1.1. Antecedentes históricos

El nombre antiguo del municipio de Camotán es San Juan Camotán, cuyo nombre aparece en el listado de Curatos del Arzobispado de Guatemala, publicado en julio de 1806.

Asciende a la categoría de municipio por el sistema de jurados, incluido en el distrito de Chiquimula y decretado por el Código de Livingston el 27 de agosto de 1836; figurando en el listado de los poblados del estado de Guatemala que fueron distribuidos para la administración de justicia, según recopilación de leyes de Pineda Montt.

Etimológicamente la palabra Camotán viene de las voces aztecas Camota = camote (batata edulis) y del sufijo, tlan = abundancia; lugar donde se produce mucho camote.

El municipio de Camotán se encuentra ubicado en el departamento de Chiquimula en la región denominada Chórti.

Desde hace varias décadas la región ha experimentado una serie de cambios en el ambiente, generados por la destrucción de los recursos

naturales, en especial, la pérdida de la cobertura forestal (25% de territorio actualmente tiene bosque), la degradación del recurso suelo, por la erosión; y la escasez del agua, por el desfase del ciclo hidrológico.

1.1.1.2. Características geográficas

1.1.1.2.1. Localización y extensión territorial

El municipio de Camotán, se localiza en el departamento de Chiquimula, en la región III o Nororiente del país. El municipio se encuentra a 32 km de la cabecera departamental de Chiquimula y a 201 km de la capital de Guatemala, es frontera con la República de Honduras.

La extensión del municipio es de 232 km² está formado por la cabecera municipal, 29 aldeas y 78 caseríos.

1.1.1.2.2. Ubicación geográfica

El municipio de Camotán se encuentra en las coordenadas latitud norte 14°49'13" longitud oeste 89°22'24" y altura de 500 metros sobre el nivel del mar (MSNM).

1.1.1.2.3. Colindancias

Colinda al norte con el municipio de La Unión, departamento de Zacapa; al sur con el municipio de Esquipulas, Chiquimula; al este con el departamento de Santa Rosa de Copán, Honduras y al oeste con el municipio de Jocotán, Chiquimula.

1.1.1.2.4. Vías de acceso

El municipio de Camotán se comunica con la ciudad capital de Guatemala a través de la ruta C.A.-09 que la une con Puerto Barrios. A la altura del municipio de Río Hondo, Zacapa, en el kilómetro 137; se desvía por la ruta C.A.-10 que conduce a Esquipulas, para luego a inmediaciones de la aldea Vado Hondo, kilómetro 177; tomar la ruta C.A.-11 que conduce hacia la República de Honduras (frontera El Florido). Al llegar al kilómetro 201 se encuentra la cabecera municipal de Camotán, la que se comunica con sus aldeas y caseríos por medio de carreteras de terracería transitables en cualquier época del año, en vehículo de doble transmisión y en algunos casos hay tramos pavimentados; sin embargo el acceso a algunas comunidades es a través de veredas que se recorren a pie o a caballo.

1.1.1.2.5. Topografía e hidrografía

La topografía del terreno del municipio de Camotán es escarpada, con cerros y montañas, con pendientes que van de 45 a 75 %, predominando las pendientes superiores a 55%, que ocupan el 55% del área del municipio; siguen las que se encuentran en un rango de 26-36%, que ocupan el 29% del área del territorio municipal.

Las pendientes entre 36-55% ocupan el 9% del área del municipio; solamente el 6% del territorio es apto para cultivos y son áreas localizadas principalmente en vegas de ríos, riachuelos y quebradas, presentando pendientes entre 0-12%; además existen pequeñas extensiones correspondientes al 1% que presentan pendiente de un 12-26%.

Debido a estas características se considera el terreno quebrado ondulado. La altitud promedio del municipio es de 500 MSNM.

1.1.1.3. Aspectos climáticos

De acuerdo con la metodología propuesta por Holdridge, se identifican dos zonas de vida; el bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) que ocupa el 82% del área del municipio y el bosque seco subtropical (bs-S) con el porcentaje restante que corresponde al 18%.

El municipio se encuentra entre alturas que van desde 434,58 hasta los 1 300 MSNM, con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 23°C y los 25°C. La precipitación pluvial anual varía entre 1 100 y 1 600 mm, con una humedad relativa de 75%.

1.1.1.4. Actividades económicas y productivas

En el municipio de Camotán un 90% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, este fenómeno esta asociado a un bajo nivel de escolaridad y una escasa preparación para trabajos industrializados; en consecuencia los ingresos son bajos y la dependencia de los recursos naturales es alta. El 5% se ocupa en artes mecánicas y otros oficios; el 3% esta ocupado en servicios y comercio y el 2% corresponde a operadores de máquinas agrícolas.

En el municipio no se cuenta con actividades que generen fuentes de empleo permanente para sus habitantes tanto del área urbana como rural. La única actividad que genera trabajo en mano de obra no calificada es la de jornalero; tanto en actividades agropecuarias, construcción y la extracción y procesamiento de minerales, principalmente en el área rural. La mayoría de

estos trabajos son temporales, los cuales generan, a las personas, sueldos entre Q15,00 a Q35,00 por día trabajado. Generando un ingreso promedio mensual de Q480,00.

La minoría de la población que cuenta con títulos a nivel medio, principalmente maestros de niveles primarios y peritos en aspectos relacionados con el área agropecuaria y forestal, consiguen emplearse en entidades como el ministerio de educación , algunas ONG o en la misma municipalidad.

1.1.1.5. Producción artesanal

En este municipio se elabora cerámica, cestería, escobas, trenzas y sombreros de palma, joyería, candelas, teja y ladrillo de barro, también se destacan las artesanías de madera. En las comunidades de Tisipe, Lelá Chancó, Lelá Obraje, Dos Quebradas, La Marimba y Uchurjá se dedican a la cestería. En El Limón (Lelá Chancó) elaboran petates y escobas.

1.1.1.6. Producción minera

En jurisdicción de Camotán existen dos minas de plata, en Tipacay y antiquin; y una de hierro, en Xupán. Actualmente también se explotan minas de antimonio y canteras de cal, siendo en la Aldea El Brasil en donde la extracción de cal es la más importante, siendo más de tipo artesanal que industrial.

1.1.1.7. Población

La población del municipio de Camotán es actualmente de 37 638; según la base de datos de la oficina municipal de planificación 2005, de los cuales el 39% se considera ladina y el 61% indígena. Actualmente existen: la cabecera municipal, 29 aldeas y 85 caseríos. La población urbana del municipio es de 2 715 personas, equivalente al 7,22% y el 92,78% se distribuye en el área rural.

1.1.1.7.1. Habitantes por km²

El Diagnóstico Municipal 2002-2004 de la Oficina Agroforestal Municipal indica la siguiente densidad poblacional:

Tabla I. **Densidad de población estimada del período 2002-2007 (Pobladores/km²)**

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Densidad por km ²	156	163	171	178	195	204

Fuente: Informe AECI-SEGEPLAN, estrategia de reducción de la pobreza, p. 19.

Tabla II. **Proyección de población total período 2002-2007 municipio de Camotán**

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total municipio	36,226	37,874	39,598	41,399	43,283	45,252

Fuente: Informe AECI-SEGEPLAN, estrategia de reducción de la pobreza, p. 17.

1.1.1.7.2. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional que registra el censo de población 2 002, para el municipio de Camotán es de 3,64 %, reportándose como una de las mayores tasas del departamento, lo que indica que hay un crecimiento poblacional incrementado en los últimos años, debido a diferentes factores de reproducción y poca migración de la población.

1.1.1.7.3. Idioma

El único idioma oficial que se habla en el municipio es el español. Una minoría de la población indígena que habita en el área rural habla el dialecto chortí, el cual poco a poco ha ido desapareciendo.

1.1.1.8. Actividad agropecuaria y comercial

Tabla III. Uso de la tierra

Uso actual	Numero de Hectáreas	Porcentaje
Centro urbano	82	0,35
Poblado rural	1 132	4,87
Área de deslaves	6	0,03
Bosque de coníferas denso	1 646	7,08
Bosque de coníferas ralo	1 924	8,27
Bosque Latí foliado denso	388	1,67
Bosque latí foliado ralo	152	0,65
Bosque mixto denso	971	4,18
Bosque mixto ralo	301	1,29
Maíz y frijol	2 595	11,16
Maíz, frijol y maicillo	2 981	12,82
Hortalizas	136	0,58
Café	1 574	6,77
TOTALES	23 256	100

Fuente: Informe AECI-SEGEPLAN, estrategia de reducción de la pobreza, p. 14.

1.1.1.8.1. Actividad agropecuaria

La agricultura es la principal actividad económica a la que los pobladores del municipio se dedican, por tal razón, es de vital importancia determinar los principales factores que limitan el desarrollo y productividad de la misma. En el municipio de Camotán, predomina el bosque secundario en estado sucesional alto, que ocupa aproximadamente el 27% del área del municipio; luego están los cultivos de maíz, frijol y maicillo, con un 13% del territorio municipal; un 11% es usado para plantar maíz y frijol y un porcentaje similar tiene pastos naturales; solamente, el 8% del área municipal está cubierto por bosque de coníferas ralo y el 4% tiene todavía bosque denso.

1.1.1.8.2. Actividad comercial

El municipio de Camotán no cuenta con un mercado específico, ni tiene una plaza o lugar identificado para transacciones comerciales en el área urbana. Existen tiendas que expanden verduras, granos básicos y otros productos. Los pequeños productores de café, venden su producto a personas o intermediarios que llegan a su comunidad a comprar. La mayor acción de transacciones comerciales se desarrolla en el mercado de Jocotán el día domingo, municipio cercano con mucha concentración de pequeños productores, en donde se realizan actividades de compra – venta.

En la aldea Muyurcó existe un mercado cantonal los días martes y sábado, es de carácter informal, en el convergen campesinos de la aldea Tular y Shalagua, caseríos Limón y Cajón del Río, todos del municipio de Camotán; además, las aldeas de Tontoles y Naranjo de Jocotán. En Caparjá existe convergencia de campesinos que realizan compras y ventas los domingos con los campesinos de las aldeas que están alrededor: Guayabo, Anicillo, La

Libertad, todos con sus respectivos caseríos y aldeas vecinas de la República de Honduras.

1.1.1.9. Educación

La educación formal en el municipio de Camotán está conformada por varios sectores y niveles; dentro de los sectores participa el sector oficial, sector privado, sector por cooperativa y el sector municipal. En lo referente a los niveles, se encuentra el nivel pre-primario, primario y básico; no existe nivel diversificado, por lo que es necesario que los estudiantes viajen hacia la Cabecera Departamental de Chiquimula para completar su nivel medio.

1.2. Monografía de la aldea El Rodeo

1.2.1. Generalidades

1.2.1.1. Ubicación geográfica

La Aldea se encuentra en el Municipio de Camotán a 16 km de distancia de la cabecera municipal, a 48 km de la Cabecera Departamental y a 250 km de la ciudad capital.

1.2.1.2. Accesos y comunicación

La comunidad cuenta con 3 km de carretera con un estado de asfalto y con 13 km de terracería con acceso en todo el año, la oficina de correos y telégrafos más cercana se encuentra ubicada en la cabecera municipal, el servicio telefónico con el que se cuenta es el de telefonía móvil.

1.2.1.3. Topografía

La topografía del terreno es escarpada, con cerros y montañas con pendientes que van de 45 a 75%, predominando las pendientes superiores a 55%, que ocupan el 55% del área del municipio; siguen las que se encuentran en un rango de 26-36%, que ocupan el 29% del área del territorio municipal.

1.2.1.4. Aspectos climáticos

En esta zona las condiciones climáticas durante los meses que no llueve de noviembre a diciembre se presentan días claros y días nublados con presencia de lloviznas, de enero a marzo son parcialmente nublados. La época de lluvia corresponde a los meses de junio a octubre. La temperatura media anual para esta zona varía entre 20° y 26° centígrados. El clima es templado y frío, dependiendo de la época del año, debido a su ubicación montañosa. La precipitación pluvial promedio anual oscila entre 1 100 y 1 349 milímetros.

1.2.1.5. Actividades económicas y productivas

La economía es impulsada principalmente por el sector agropecuario, los productos obtenidos por esta actividad son empleados en su mayoría para el consumo familiar, otra actividad que se registra en la aldea es la migración hacia fincas cafetaleras del municipio de Gualán y La Unión, del departamento de Zacapa, en los meses de octubre a enero.

1.2.1.6. Población

La densidad de la población, aproximada, es de 8 a 9 habitantes por casa, con una tasa de crecimiento del 2%, según datos del INE, la población actual de la aldea El Rodeo es de 1 730 habitantes, distribuidas en 400 viviendas en los 4 caseríos que conforman la aldea.

1.2.1.7. Actividades agropecuaria y comercial

1.2.1.7.1. Uso de la tierra

La tenencia de la tierra de 50 familias trabajan en terrenos a través de usufructo y el resto en arrendamiento y ejido municipal. El promedio de tareas que posee la mayor parte de las familias es de 12 tareas para cultivar sus productos.

1.2.1.7.2. Actividad agropecuaria

El territorio destinado a la producción agrícola se dedica a los siguientes cultivos: el maíz, clase ICTA B1 y criollo; maicillo, clase criollo; frijol, vaina morada y cordelín; café clase catuai; frutales como la naranja, el limón y el mango; hortalizas como el rábano, chipilín y hierba buena.

1.2.1.7.3. Comercio

En general, los productos agropecuarios se destinan al consumo propio, pero parte de su producción se comercializa en la localidad, en la cabecera departamental o aldeas y municipios vecinos como Jocotán. No tienen un día destinado para el mercado.

1.2.1.8. Educación

En la comunidad funciona únicamente un Instituto Nacional de Educación General Básica, al cual, además, de estudiantes de la comunidad, asisten estudiantes de aldeas vecinas como Nearar, aldea Cajón del Río, aldea El Rodeo, cada uno con sus respectivos caseríos, actualmente por no contar con edificio propio, reciben clases en una bodega del beneficio ecológico de café, propiedad de ADECPASH, lugar que no reúne las condiciones pedagógicas mínimas necesarias para el buen desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje, de catedráticos y estudiantes.

1.2.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura aldea El Rodeo

1.2.2.1. Descripción y priorización de necesidades

De acuerdo con la investigación y visitas de campo realizadas a la aldea El Rodeo se logró determinar que uno de los problemas de prioridad máxima es la falta de infraestructura destinada a la educación y actividades técnicas, sociales, culturales y deportivas, además que, la poca infraestructura del lugar no es suficiente para cubrir la demanda de educación.

Dentro de las necesidades que se pudieron observar en la aldea se tiene:

- Construcción de un edificio escolar de nivel medio
- Salón de usos múltiples
- Mejoras del sistema vial
- Mejoras en sistemas agropecuarios

De las necesidades anteriores se dio prioridad a la construcción de un edificio escolar y a la de un salón de usos múltiples que se diseñará, primordialmente, para usos de capacitación técnica, que conjuntamente con el edificio escolar se complementarán para satisfacer y aportar a la comunidad recurso humano con conocimientos técnicos, capaz de desarrollar actividades productivas que ayuden al desarrollo de la aldea y del municipio.

2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de un edificio escolar de dos niveles para la aldea El Rodeo municipio de Camotán, departamento de Chiquimula

2.1.1. Investigación preliminar

2.1.1.1. Infraestructura para el centro educativo

Estos centros educativos tienen como objetivo primordial proveer infraestructura para la educación básica, diversificado y carreras técnicas de la aldea El Rodeo y las comunidades circunvecinas, en el área noreste del municipio de Camotán. Para cumplir con ese objetivo y cubrir la demanda de población estudiantil, se propone el diseño de un edificio escolar de dos niveles en el cual se recibirán clases teóricas con sus respectivos laboratorios y el diseño de un centro de capacitación en el cual se recibirán las clases de talleres, para las carreras técnicas que así lo ameriten. Para el diseño de estos edificios se proponen los siguientes ambientes:

Tabla IV. **Ambientes**

• EDIFICIO ESCOLAR	CENTRO CAPACITACION
• Diez aulas de enseñanza aprendizaje	• Dos salones de enseñanza aprendizaje
• Salón de biblioteca	• Área de máquinas
• Salón de conferencias	• Oficinas administrativas
• Dos laboratorios	• Servicios sanitarios

Continuación tabla IV.

• Laboratorio de computación	• Cuarto de control de potencia.
• Cafetería	• Bodega
• Áreas administrativas	
• Conserjería, bodega y guardianía	
• Servicios sanitarios	

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Ubicación del terreno

El terreno se ubica aproximadamente a unos 100 metros de la carretera rural que conduce a las aldeas Muyurcó y el Guayabo. Se encuentra geoposicionado en las coordenadas latitud norte 14°49'13", longitud oeste 89°22'24" y a una altura de 2 500 MSNM.

2.1.3. Estudio topográfico

Es el proceso de trabajo que se realiza previo a un estudio de proyecto de pre-inversión de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades en el campo, el trazo planimétrico y el plazo altimétrico, utilizando para ambos el siguiente equipo:

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

Para la construcción de los centros educativos se dispone de un terreno de forma rectangular visto en planta, con un área aproximada de 2 600 m² (40 m x 65 m) de topografía plana.

2.1.4. Estudio de suelos

Este es uno de los principales estudios que debe realizarse antes de diseñar y construir cualquier estructura, ya que el mismo nos proporciona datos importantes acerca de las características mecánicas y físicas del suelo donde se pretende construir y en base a eso determinar cual sea la mejor opción de diseño. En el caso del presente estudio, se realizó el ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr, arrojando los siguientes resultados.

- Angulo de fricción interna: $\phi = 17,91^\circ$
- Cohesión = 8,8 t/m²
- Descripción del suelo: limo areno arcilloso color café oscuro

La muestra de suelo se obtuvo a 1,50 m de profundidad. (Para un mejor detalle de los resultados del ensayo de suelos se agregó una copia en los anexos).

2.1.5. Normas para el diseño de edificios educativos

El diseño presentado del edificio escolar está basado en las normas contenidas en el reglamento de construcción de edificios escolares del ministerio de educación; las normas aplicadas en el presente trabajo se describen a continuación.

2.1.5.1. Criterio de conjunto

Emplazamiento: el emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno será el área ocupada en planta baja, no debe de exceder el 40% del área total del terreno.

Orientación del edificio: la orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte, sin embargo la orientación será definida en el terreno.

Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades a satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza, la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los laboratorios de física y biología en el segundo nivel y clases de talleres en el centro de capacitación.

2.1.5.2. Criterios de iluminación

2.1.5.2.1. Generalidades de la iluminación del edificio

La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el tamaño, la ubicación, el número de ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y dan como resultado, una mejor iluminación.

2.1.5.2.2. Tipos de iluminación

Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en bilateral y cenital, se describen a continuación:

Iluminación natural unilateral: cuando solo un lado del aula tiene ventanas, estas deben tener una área de 25% a 30% del área total de piso, y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.

Iluminación natural bilateral: cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula, las ventanas deben tener un área entre 25% a 30% del área de piso del ambiente.

Iluminación natural cenital: la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del aula, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15% al 20% del área total de piso.

Iluminación artificial: se acepta únicamente cuando sea muy justificado, debe ser difuso para evitar molestias en la vista, también debe ser lo mas parecida a la iluminación natural.

2.1.5.3. Otros criterios

Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.

Confort acústico: es importante que en un centro educativo exista el confort acústico, ya que este influye grandemente en el estado anímico y el grado de concentración del alumno. Es necesario que no exista interferencia sonora entre los ambientes, ni ruidos que sobrepasen los límites aceptables de

tolerancia. Los ruidos en un aula pueden venir del exterior del centro, de ambientes vecinos, o del interior del aula. Para prevenirlos, se pueden tomar las precauciones siguientes.

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, se debe ubicar el establecimiento en una zona tranquila, de no ser posible, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que estos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos.

2.1.5.4. Instalaciones

Las instalaciones en los edificios educativos deben ser hidráulicas, sanitarias y eléctricas. En su diseño y colocación se deben garantizar lo siguiente.

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar servicio
- Duración razonable y economía de mantenimiento
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

2.1.5.5. Espacios educativos

Se denomina así a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, que se desarrolla por medio de diferentes actividades. Por tal razón,

las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas. En el reglamento se describen como espacios educativos característicos: aula teórica, aula unitaria y aula de proyecciones. Se detalla aquí, únicamente el aula teórica, ya que esta se utiliza en todos los espacios educativos del proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro educativo.

2.1.5.5.1. Aula teórica

La función del aula teórica es proveer a los maestros y alumnos de un espacio para desarrollar, en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje, ya sea en la forma tradicional expositiva o modificando la ubicación del mobiliario para desarrollar otras técnicas didácticas. Debido a que el nivel de escolaridad que se prestará en el centro educativo que se diseña, es el mismo en cada jornada, esto probablemente cambiara con el tiempo, las recomendaciones para el diseño de aula teórica se generalizan.

- La capacidad óptima es de 30 alumnos por salón, pero se permite un máximo de 40 alumnos.
- El área óptima por alumno es de 1,50 m², pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1,30 m².
- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de 40 alumnos.
- La forma del aula será cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda 1,5 veces al lado menor.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón, si así lo permitiere la orientación del edificio.

- La distancia máxima desde la última fila al pizarrón, será de 8 m, y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado será de 30°.
- Tendrá instalaciones de energía eléctrica, con luminarias adecuadas que proporcionen iluminación artificial abundante y constante, además, tendrá dos tomacorrientes, uno al frente y otro en la parte posterior, colocados a 0,40 m sobre el nivel de piso.

2.2. Diseño del edificio escolar

2.2.1. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, del Reglamento de Construcción de Edificios Escolares.

Los edificios se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan, además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La topología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. Para el caso del edificio escolar se necesitan: aulas de enseñanza-aprendizaje, biblioteca, laboratorios, administración, cocina, baños y áreas de limpieza. La distribución arquitectónica se puede apreciar mejor en los planos que se encuentran en el apéndice.

2.2.1.1. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace de acuerdo a las necesidades existentes y de espacio disponible, así como apegadas a las normas de construcción de edificios escolares.

2.2.1.2. Altura del edificio

Se elige un edificio de dos niveles por razones de espacio disponible, población estudiantil y necesidades existentes. La altura será de 2,9 m en todos los ambientes, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

2.2.1.3. Selección del sistema modular a usar

En la elección del sistema estructural influyen los factores de desempeño, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, forma y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución. Para este caso, se ha elegido el sistema estructural de marcos elásticos unidos con nudos rígidos de concreto reforzado, con losas de concreto reforzado.

2.2.2. Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla. Para el edificio de aulas se hace el análisis estructural de la forma siguiente:

2.2.2.1. Análisis del suelo

Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación de 1,5 m de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 ft³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidada y no drenada; con la cual se obtuvieron los siguientes datos:

Ángulo de fricción interna $\Phi = 8,96^\circ = 0,1563 \text{ Rad}$

Cohesión $C_u = 4,4 \text{ t/m}^2$

Descripción del suelo = Limo areno arcilloso con presencia de grava

Densidad seca = $1,79 \text{ t/m}^3$

Desplante (profundidad a la que se tomó la muestra) = 1,5 m

Base = 1 m

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi, cuyo procedimiento se presenta a continuación:

Factor de flujo de carga (N_q)

$$N_q = \frac{e^{(3\pi\Phi\text{rad})\tan\Phi}}{2 * \cos^2(45 + \Phi/2)}$$
$$N_q = \frac{e^{(3\pi\Phi-0,3126)\tan17,91}}{2 * \cos^2(45 + 8,96/2)}$$

$$N_q = 2,4308 \text{ t/m}^2$$

Factor de flujo de carga última (Nc)

$$N_c = \cot(\varphi) * (N_q - 1)$$
$$N_c = \cot(8,96) * (2,4308 \text{ t/m}^2 - 1 \text{ t/m}^2)$$

$$N_c = 9,07 \text{ t/m}^2$$

Factor de flujo del suelo (Ny)

$$N_y = 1/2 * \left(\frac{K_p \gamma}{\cos^2 \varphi} \right) - 1 * \tan(\theta)$$
$$N_y = 0,5 * \left(\frac{5}{\cos^2(8,96)} \right) - 1 * \tan(8,96)$$

$$N_y = 0,4364 \text{ t/m}^2$$

Valor soporte último (qo)

$$q_o = 1,3 * C_u * N_c + \gamma_{\text{suelo}} * D * N_q + 0,4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N_y$$
$$q_o = 1,3 * 4,4 \text{ t/m}^2 * 9,07 \text{ t/m}^2 + 1,79 \text{ t/m}^3 * 1,5 \text{ m} * 2,4308 \text{ t/m}^2 + 0,4 * 1,79 \text{ t/m}^3 * 1 \text{ m} * 0,4364 \text{ t/m}^2$$

$$q_o = 59,0320 \text{ t/m}^2$$

Valor soporte neto último (qu)

$$q_u = q_o - (\gamma * D)$$
$$q_u = 59,032 \text{ t/m}^2 - (1,79 \text{ t/m}^3 * 1,5 \text{ m})$$

$$q_u = 56,347 \text{ t/m}^2$$

El factor de seguridad FS es un número que puede estar comprendido entre 1,5 y 3, dependiendo del tipo de suelo y de la importancia del proyecto, para este cálculo y para el del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 2.

Valor soporte de diseño (qd)

$$q_d = q_u / FS \Rightarrow q_d = \frac{56,347 \text{ t/m}^2}{2}$$

$$q_d = 28,17 \text{ t/m}^2$$

Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte del suelo de 28,7011 t/m².

2.2.2.2. Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura es dar medidas preliminares a los elementos estructurales que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a los criterios que ACI 318-2005 indica y recomienda para estos casos, los cuales son

2.2.2.3. Sección de columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas, determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Cálculo de la carga aplicada a las columnas, para elementos con estribos:

$$P = 0,80 * (0,225 * f_c * A_g + f_y * A_s)$$

donde:

P = carga última que soporta la columna

A_g = área total de la sección de la columnas

A_s = área de acero del elemento, la cual debe oscilar entre

0,01 A_g < A_s < 0,08 A_g, según el código ACI 318S-05, capítulo 10
sección 9,1

P= 68 647,2 kg (tomado del área tributaria), sustituyendo valores en la formula:

$$68\ 647,2\text{kg} = 0,8 * (0,225 * 210 A_g + 2\ 810 * 0,01 A_g) \rightarrow A_g = 1\ 138,80\ \text{cm}^2$$

se propone una sección de (45 x 45) cm= 2 025 cm²> A_g

2.2.2.4. Sección de vigas

Para predimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte o altura de la viga, esta depende de la luz que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador, se usa aquí el ancho de las columnas. En este caso solo se calcula la viga crítica, es decir la de mayor longitud, quedando las otras con igual sección. El código ACI 318S-05 en el capítulo 9 sección 9.5.2 especifica que la altura esta dada por:

$$H_{\text{viga}} = L_{\text{viga}} * 0,08 = 7,55 * 0,08 = 0,60\ \text{m}$$

Por criterios de diseño ($b = 2H$), por seguridad se utilizara una viga con altura de 0,60 m, con una base de 0,40 m.

2.2.2.5. Losas

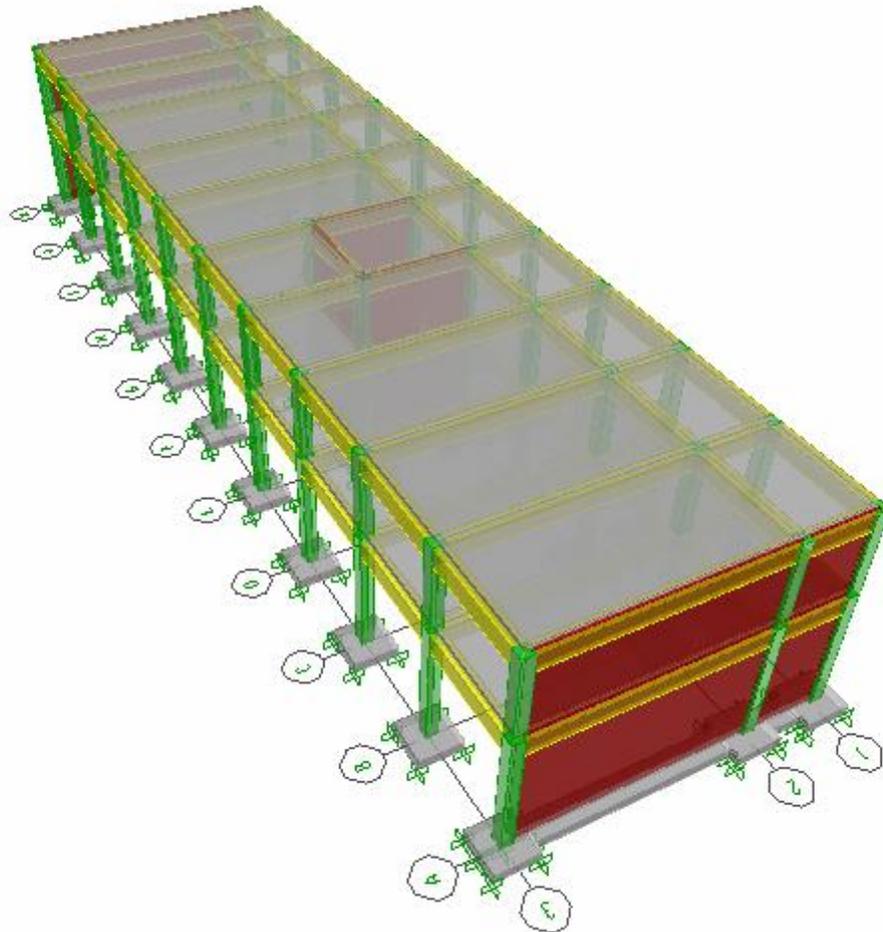
Se predimensiona el peralte de la losa. El método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso se tienen losas apoyadas en los cuatro lados y algunas apoyadas en tres lados, en donde se tomarán las losas como voladizos. Aunque las losas son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

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$
$$t = \frac{2 * (8 + 5)}{180} = 0,47\text{m}$$

2.2.2.6. Cimientos

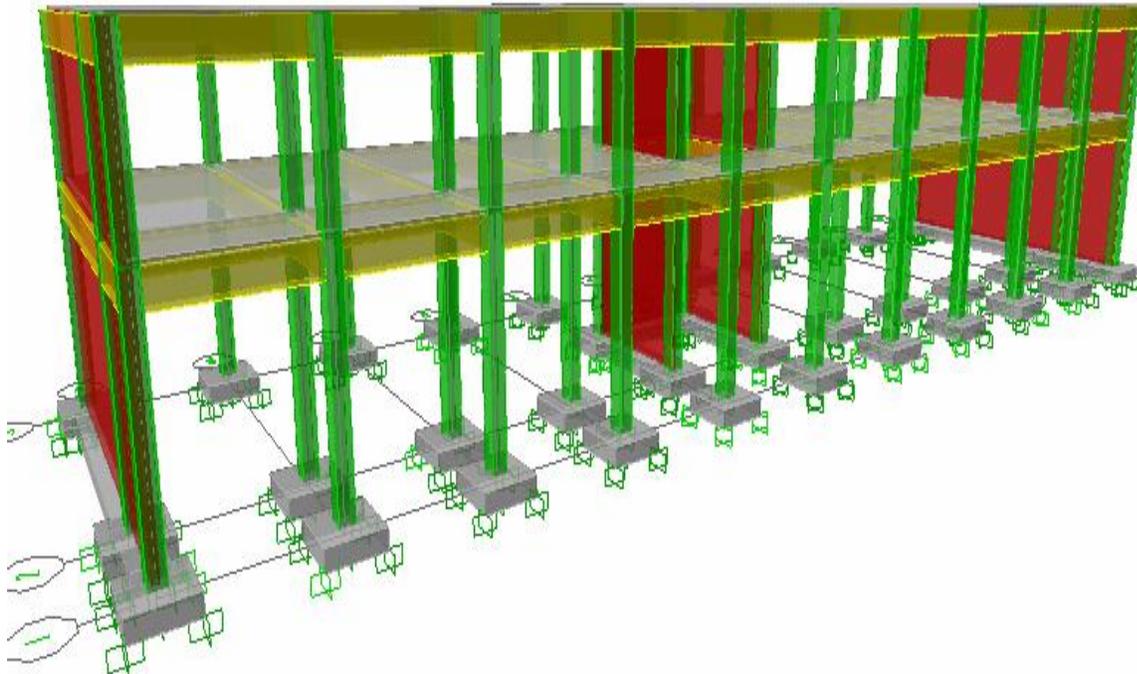
Se usan zapatas aisladas. El método de cálculo y predimensionamiento se incluyen en el diseño de las zapatas. Con los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se presenta a continuación las figuras 1 y 2 que muestran la distribución de columnas y vigas.

Figura 1. **Vista lateral y posterior en 3 D de la estructura del edificio escolar**



Fuente: vista obtenida del programa ETABS, del diseño tridimensional de marcos rígidos.

Figura 2. Vista frontal en 3 D de la estructura del edificio escolar



Fuente: vista obtenida del programa ETABS, del diseño tridimensional de marcos rígidos.

2.2.2.7. Cargas aplicadas

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas o para determinar el tipo de carga a aplicar se debe saber el tipo de uso y funcionalidad para lo cual fue diseñado el edificio, en este caso es un edificio escolar al cual se le asignan cargas, verticales y horizontales

2.2.2.8. Cargas verticales de diseño

Como cargas verticales, se toman en cuenta las cargas muertas y las cargas vivas. Las cargas muertas son aquellas que brindan un peso permanente a la estructura; como el concreto armado, los acabados y demás accesorios permanentes de un edificio. Las cargas vivas son aquellas que varían de un momento a otro, dependiendo de la ocupación ya sea de personas o mobiliario que tenga un edificio.

2.2.2.9. Cálculo de cargas verticales

Las magnitudes mínimas para las cuales debe de diseñarse el edificio escolar, son las siguientes.

Tabla V. **Tipos de cargas utilizadas en losa de techo segundo nivel**

<u>Carga muerta (CM)</u>	<u>Carga Viva (CV)</u>
Peso del concreto = 2 400 kg/m ³	En techo : 100 kg/m ²
Peso de acabados(sobrecarga) = 150 kg/m ²	
Peso Muros en vigas Perimetral= 150 kg/m	

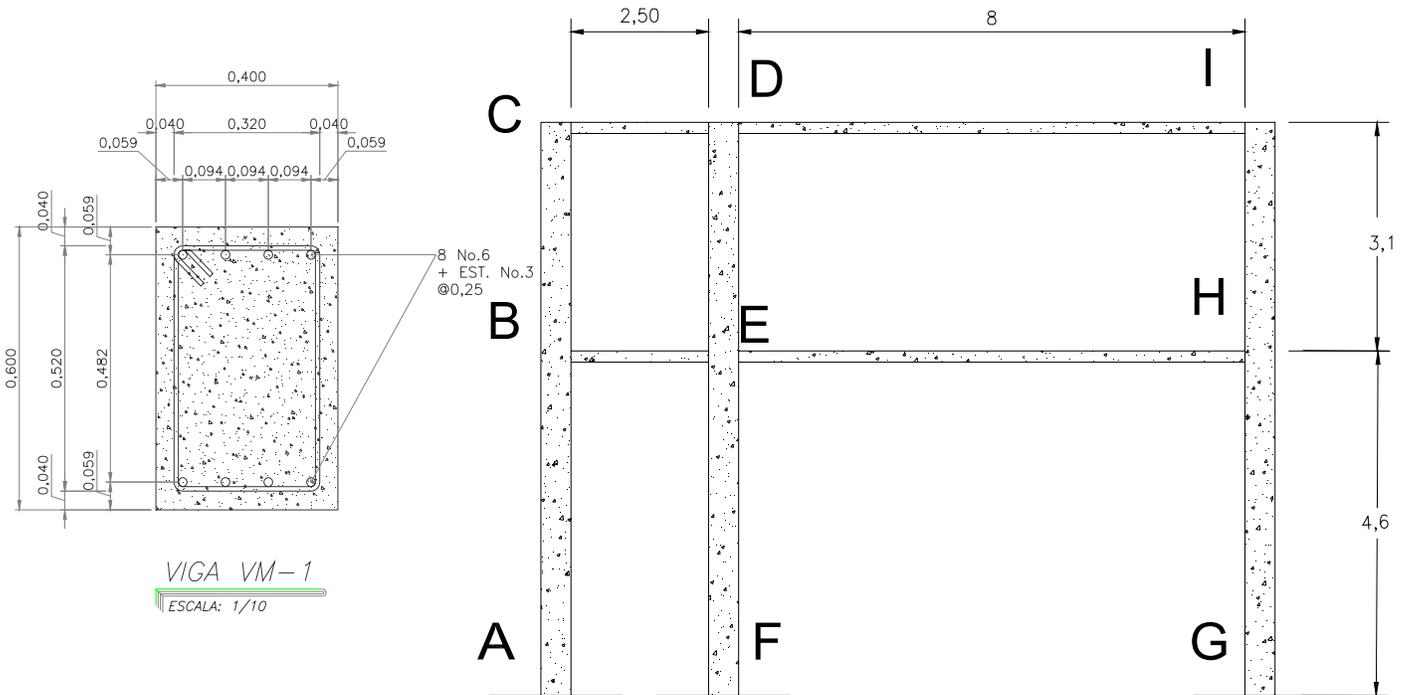
Fuente: AGIES. Normas AGIES NR-2:2000, cuadro 8,1

Tabla VI. **Tipos de cargas utilizadas en losa de entrepiso primer nivel**

<u>Carga Muerta (CM)</u>	<u>Carga Viva (CV)</u>
Peso del concreto = 2 400 kg/m ³	En pasillos = 500 Kg/m ²
Peso de acabados (sobrecarga) = 150 kg/m ²	En Aulas = 350 Kg/m ²
Peso de Muros en vigas = 150 kg/m	

Fuente: AGIES. Normas AGIES NR-2:2000, cuadro 8,1

Figura 3. Cálculo cargas verticales en marco sentido "Y"



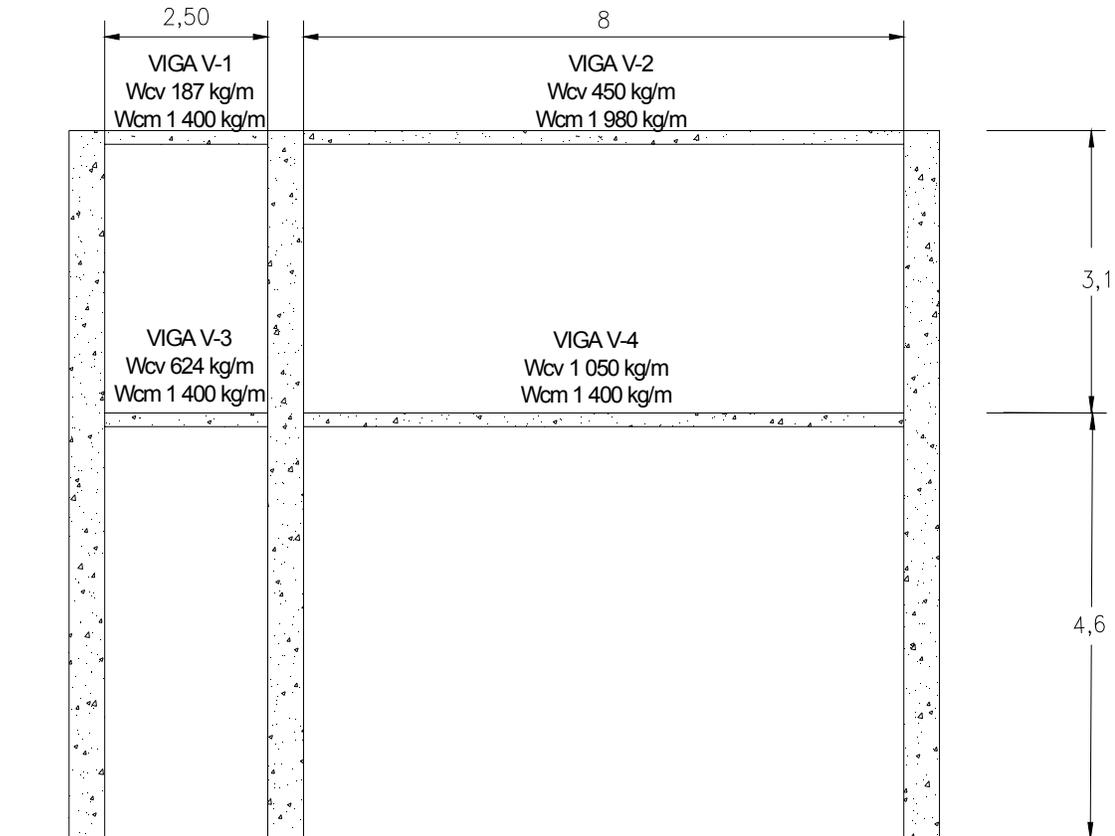
Fuente: elaboración propia.

TABLA VII. Resultados cargas verticales en marco sentido "Y"

VIGA	LONG.	ÁREA m^2	C.V. Kg/m^2	C.M. Kg/m^2	P.P.V. Kg/m	Wc.v. Kg/m	Wc.m. Kg/m
V-1	2,50	3,12	150	660	576	187,2	1 400
V-2	8,00	24,00	150	660	576	450,0	1 980
V-3	2,50	3,12	500	660	576	624,0	1 400
V-4	8,00	24,00	350	660	576	1 050,0	1 980

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Cargas verticales colocadas en marco sentido “Y”**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.10. Cargas horizontales

Existen dos fuerzas que producen cargas horizontales: carga de viento y carga sísmica; un edificio está expuesto comúnmente a ellas. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener a la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamientos y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, la respuesta sísmica

depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Guatemala es un país con riesgo sísmico alto, por tal razón se dimensionan las estructuras de manera que puedan resistir los desplazamientos y las fuerzas por el movimiento del terreno. Además, el análisis realizado con la fuerza de sismo, cubre los efectos de la fuerza de viento si se presentara.

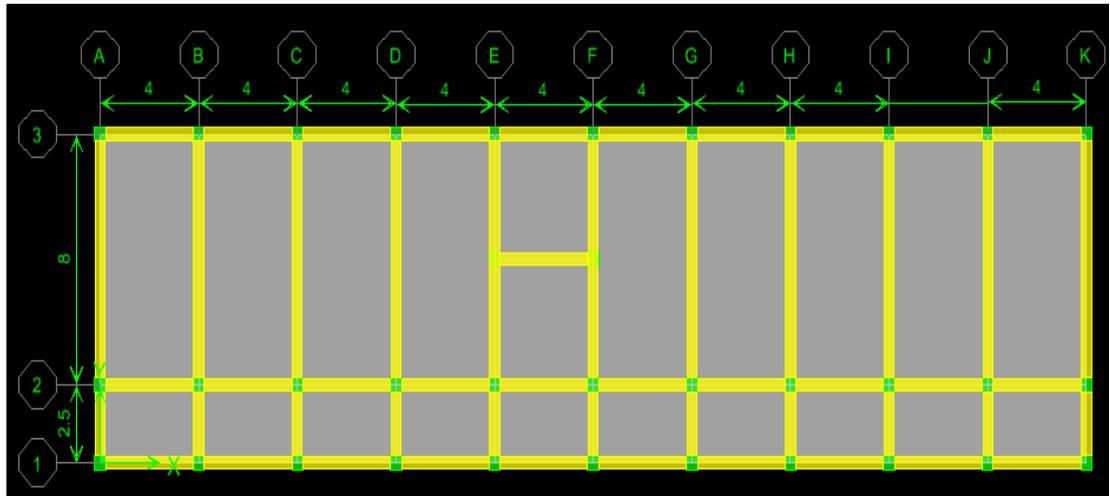
2.2.3. Análisis estructural utilizando el programa ETABS

El programa ETABS es un programa de análisis y diseño estructural basado en el método de los elementos finitos (FEM), con características especiales para el análisis y el diseño estructural de edificaciones.

El programa trabaja dentro de un sistema de datos ingresados, todo lo que requiere es integrar el modelo dentro de un sistema de análisis y diseño con una versátil interfase. Los efectos que el programa proporciona son instantáneos automáticos y satisfactorios utilizando modelos matemáticos de marcos rígidos representados en graficas que muestran tanto la forma de la estructura tridimensional así como las cargas que soportan los marcos, realizando de esta forma el análisis estructural del mismo.

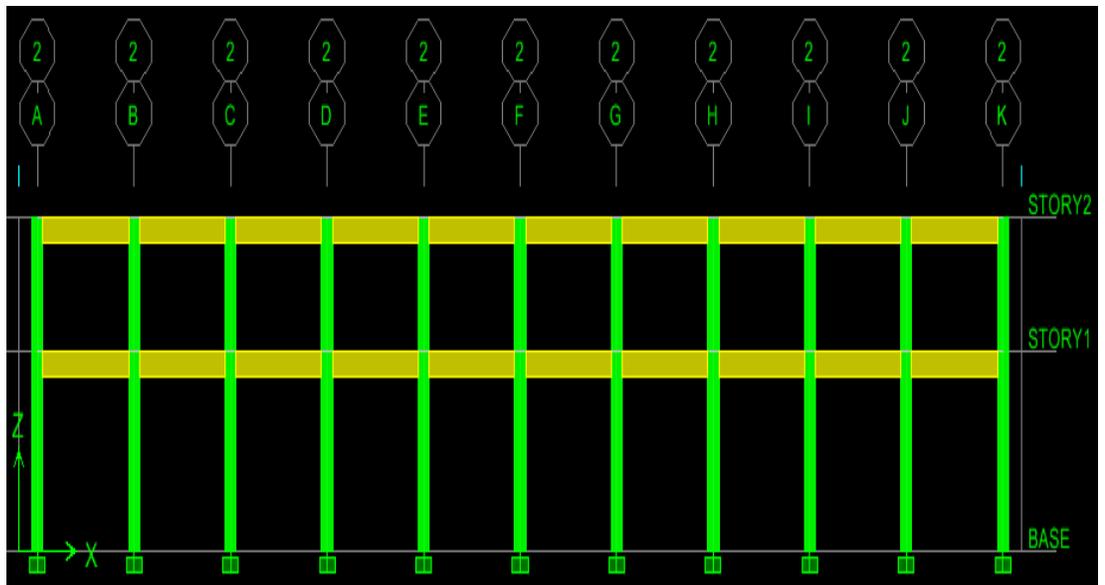
En este caso se utilizó una representación en tres dimensiones por medio del software ETABS, para estudiar los momentos que afectan a cada marco del edificio, se tomara el marco ubicado en el eje literal "A" y numeral 2 marco (A-B) para diseñar los elementos de la estructura.

Figura 5. Representación en ETABS, del modelo visto en planta ejes “Y” y “X” de los marcos rígidos y la nomenclatura a usar en el análisis del edificio escolar.



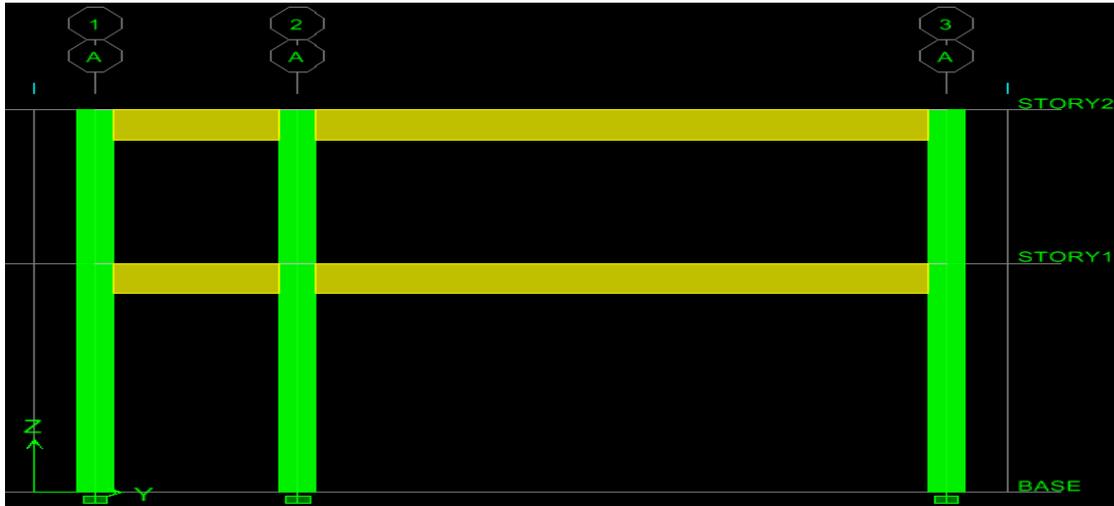
Fuente: vistas obtenidas del programa ETABS, al realizar el análisis estructural.

Figura 6. Vista frontal eje 2



Fuente: vistas obtenidas del programa ETABS, al realizar el análisis estructural.

Figura 7. Vista lateral eje "A"

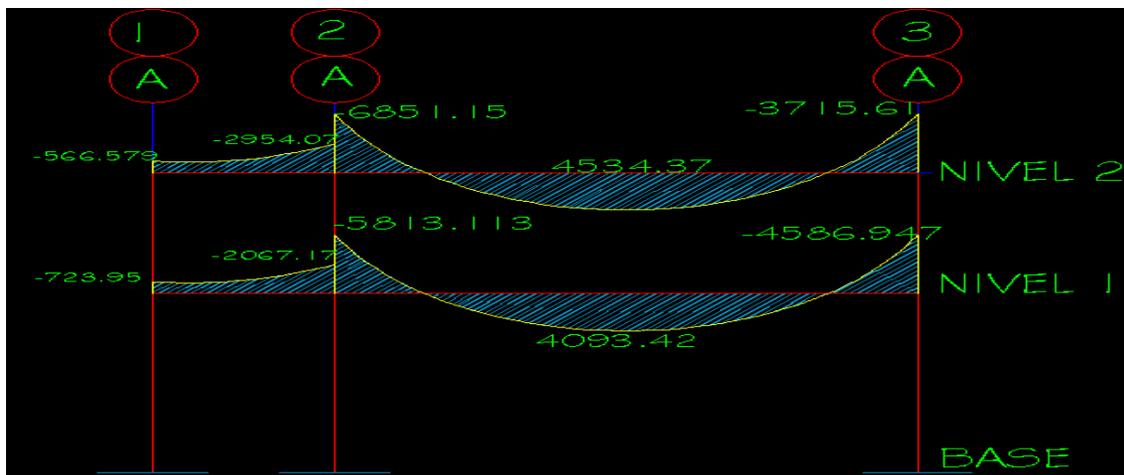


Fuente: vistas obtenidas del programa ETABS, al realizar el análisis estructural.

2.2.3.1. Resultados de análisis estructural

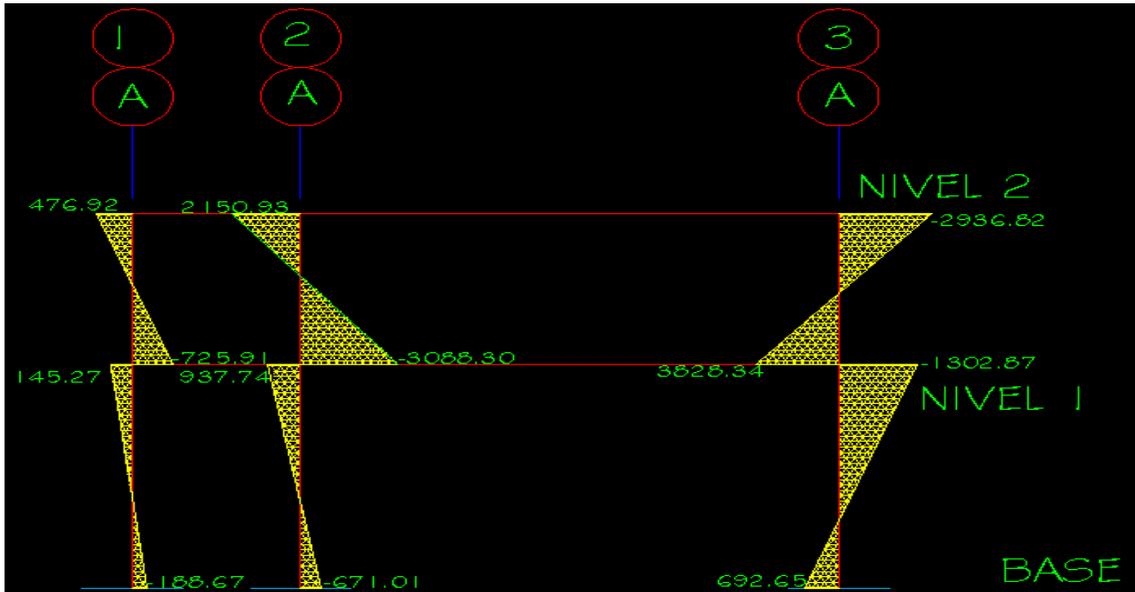
Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron al asignarle al modelo tridimensional las cargas de diseño descritas anteriormente, recordando que se consideraran únicamente los marcos de los ejes A y 2 (A-B).

Figura 8. Diagrama momentos por carga muerta en vigas, eje "A"



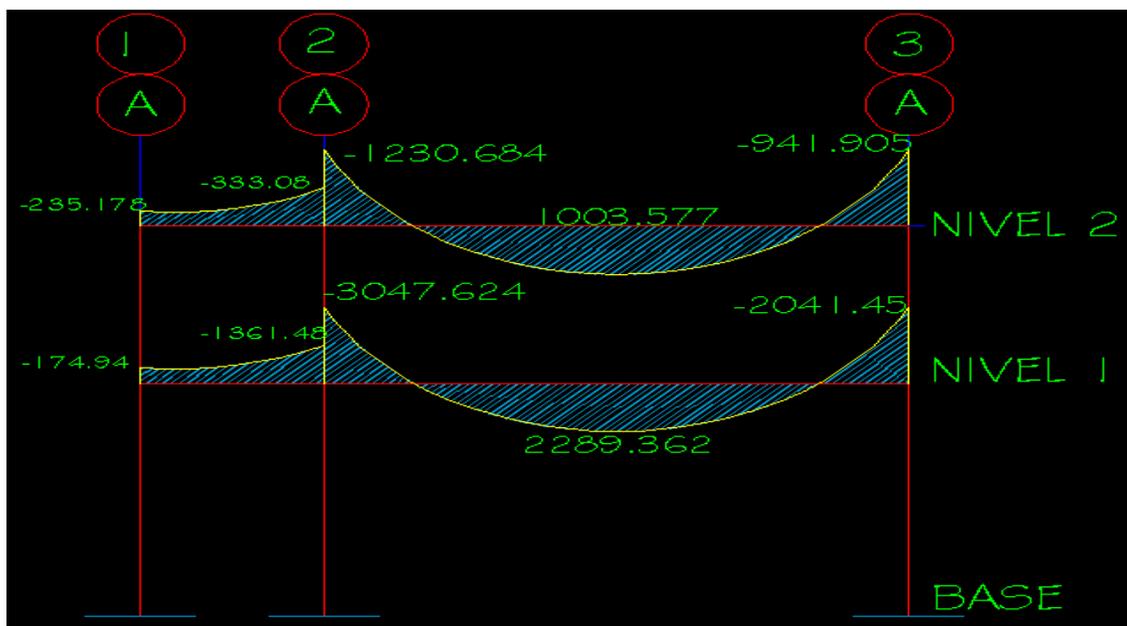
Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS

Figura 9. Diagrama de momentos por carga muerta en columnas, eje "A"



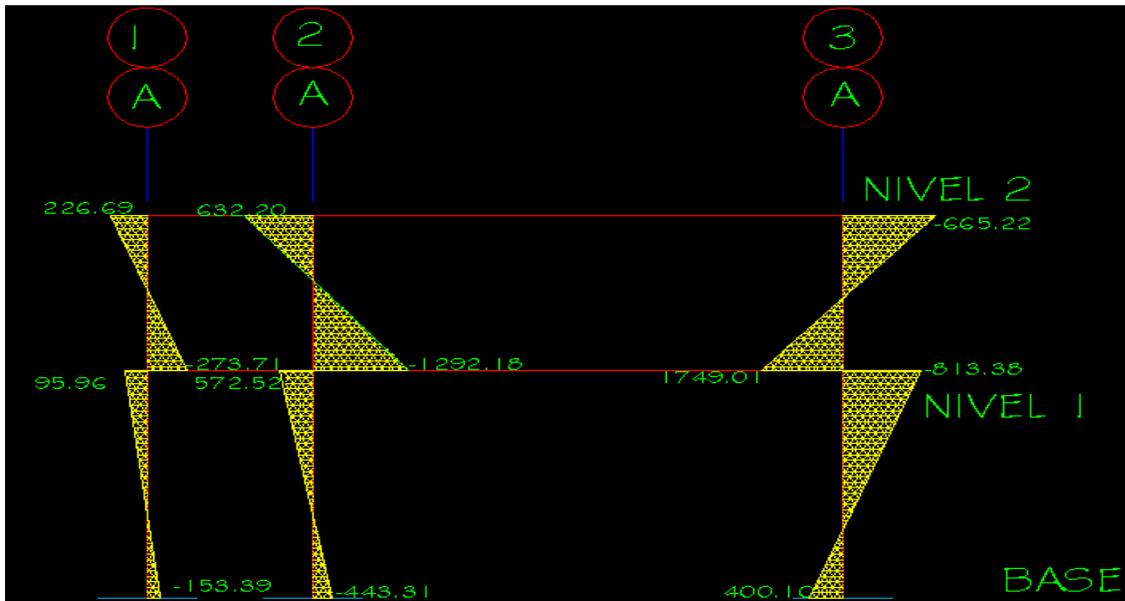
Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Figura 10. Diagrama de momentos por carga viva en vigas, eje "A"



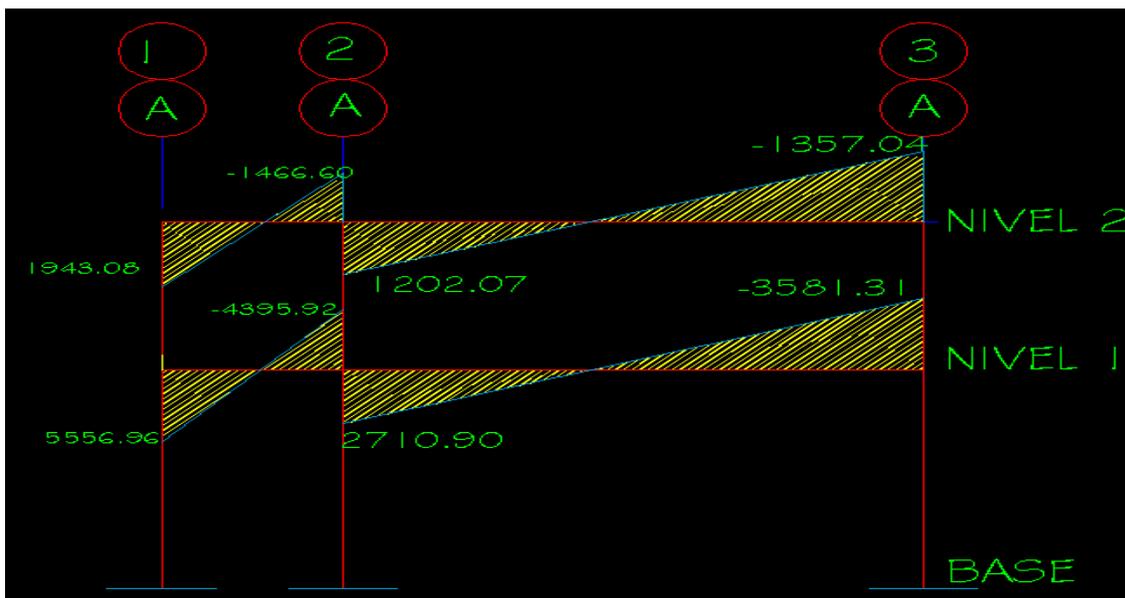
Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Figura 11. Diagrama de momentos por carga viva en columnas eje "A"



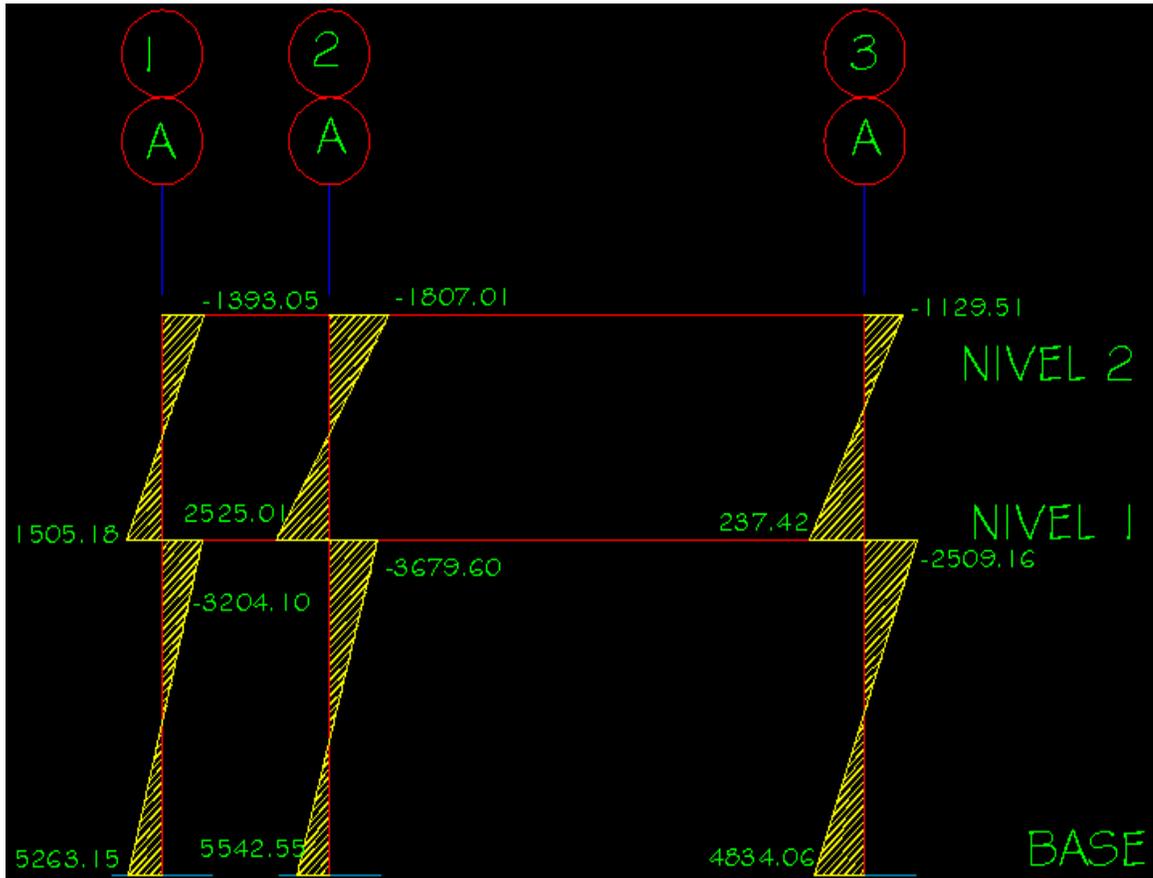
Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS

Figura 12. Diagrama de momentos por sismo en vigas sentido en eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Figura 13. Diagrama de momentos por sismo en columnas eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

2.2.3.2. Momentos últimos por envoltorio de momentos

La envoltorio de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga viva, muerta y sísmica. Para realizar este análisis, el programa ETABS da la opción a escoger el código de diseño internacional que uno desea utilizar. Cada código de diseño trae sus propias combinaciones, para este proyecto se utilizó el

código ACI 318S-05, para lo cual el programa tiene configurado por *default* las siguientes combinaciones:

Tabla VIII. **Combinaciones del programa ETABS**

UDCON1	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS]
UDCON2	ENVE[1,200*DEAD, 1,600*LIVE, 1,200*SOBRECARGA, 1,200*MUROS]
UDCON3	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOX]
UDCON4	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOX]
UDCON5	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOXP]
UDCON6	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOXP]
UDCON7	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOXN]
UDCON8	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOXN]
UDCON9	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOY]
UDCON10	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOY]
UDCON11	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOYP]
UDCON12	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOYP]
UDCON13	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOYN]
UDCON14	ENVE[1,400*DEAD, 1,000*LIVE, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOYN]
UDCON15	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOX]
UDCON16	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOX]
UDCON17	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOXP]
UDCON18	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOXP]
UDCON19	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOXN]
UDCON20	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOXN]
UDCON21	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOY]
UDCON22	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOY]
UDCON23	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOYP]
UDCON24	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOYP]
UDCON25	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,500*SISMOYN]
UDCON26	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, -1,500*SISMOYN]
UDCON27	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, 1,500*SISMOX]
UDCON28	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, -1,500*SISMOX]
UDCON29	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, 1,500*SISMOXP]
UDCON30	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, -1,500*SISMOXP]
UDCON31	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, 1,500*SISMOXN]
UDCON32	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, -1,500*SISMOXN]
UDCON33	ENVE[0,700*DEAD, 0,700*SOBRECARGA, 0,700*MUROS, 1,500*SISMOY]
COMB1	ENVE[1,400*DEAD, 1,400*SOBRECARGA, 1,400*MUROS, 1,700*LIVE]
COMB2	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOX]
COMB3	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOXP]
COMB4	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOXN]
COMB5	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOY]
COMB6	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOYP]
COMB7	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, 1,403*SISMOYN]
COMB8	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOX]
COMB9	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOXP]
COMB10	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOXN]
COMB11	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOY]
COMB12	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOYP]
COMB13	ENVE[1,050*DEAD, 1,050*SOBRECARGA, 1,050*MUROS, 1,275*LIVE, -1,403*SISMOYN]
COMB14	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOX]
COMB15	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOXP]
COMB16	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOXN]
COMB17	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOY]
COMB18	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOYP]
COMB19	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, 1,300*SISMOYN]
COMB20	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOX]
COMB21	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOXP]
COMB22	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOXN]
COMB23	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOY]
COMB24	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOYP]
COMB25	ENVE[0,900*DEAD, 0,900*SOBRECARGA, 0,900*MUROS, -1,300*SISMOYN]

Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

2.2.3.3. Resultado de momentos últimos por envolvente

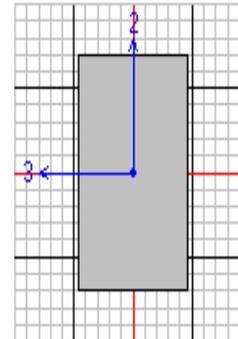
El programa ETABS al momento de solicitarle que realice este análisis busca el momento por envolvente resultante más grande dentro de todas las combinaciones presentadas, utilizando este resultado para el diseño de los elementos estructurales. A continuación se inserta una hoja de resultado, para demostrarlo.

Figura 14. Resultado proporcionado por el programa ETABS

ETABS® v9.6.0 Concrete Frame Design
ACI 318-05/IBC 2003

Design Detailed Output
Units: Kgf-m

Story Level: STORY2
Element: B2
Section Name: VIGA
Frame Type: Sway Special



L=8.000
D=0.600 B=0.400 hf=0.400
ds=0.000 dct=0.060 dcb=0.060
E=2.531E+09 fc=2812278.505 Lt.Wt. Fac.=1.000
fy=42184177.6 fys=42184177.6

Flexural Reinforcement for Major Axis Moment

----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----		
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	
4.512E-04	0.188	1.116E-04	0.047	2.618E-04	0.109	Top (+2 Axis)
2.240E-04	0.093	4.182E-04	0.174	2.431E-04	0.101	Bot (-2 Axis)
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	
-6841.905	0.225	-1710.476	5.500	-3993.751	7.775	Top (+2 Axis)
3420.952	0.225	6348.128	4.000	3710.242	6.000	Bot (-2 Axis)
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
COMB1		COMB1		COMB1		Top (+2 Axis)
COMB1		COMB1		COMB1		Bot (-2 Axis)

Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Estos resultados pertenecen a viga del segundo nivel del eje "A" marco 2-3. Lo que se encuentra dentro de la elipse de color rojo es lo siguiente.

Tabla IX. Traducción de resultados proporcionados por ETABS

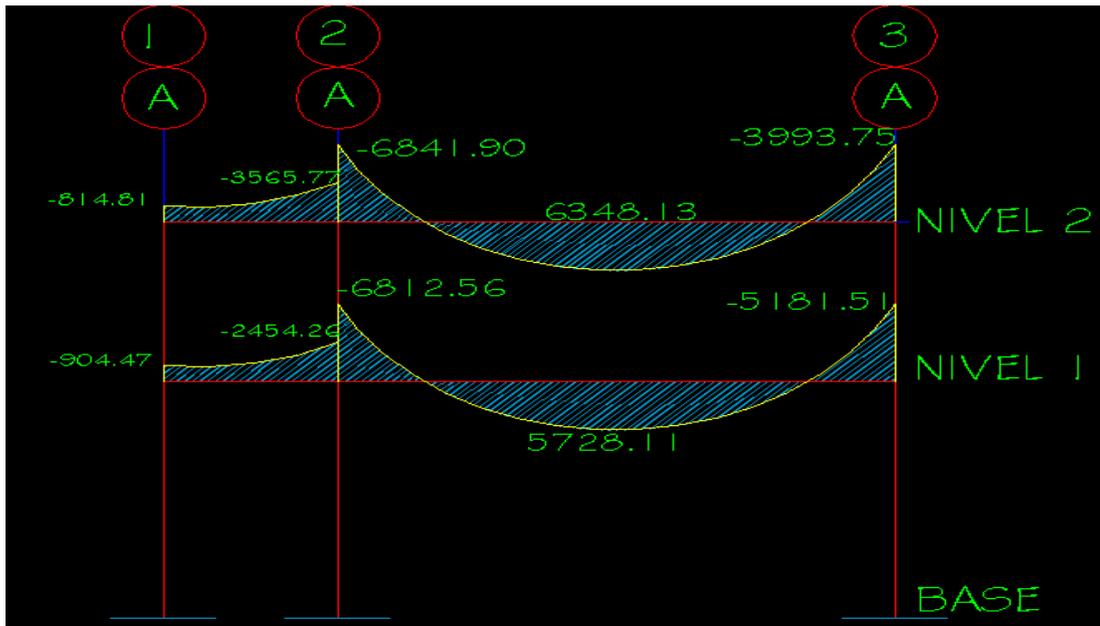
Sección Inicial Viga			Sección Media Viga		Sección Final Viga		
Mu.Diseño (kg-m)	(kg- Ubicación Momento)		Mu.diseño (kg-m)	Ubicación Momento	Mu.diseño (kg-m)	ubicación Momento	Tipo de Momento

-6 841,905	0,225 m	-1 710,476	5,50 m	-3 993,751	7,775 m	M(-)
3 420,952	0,225 m	6 348,128	4,00 m	3 710,242	6,00 m	M(+)
Combinación Predominante		Combinación Predominante		Combinación Predominante		
Combinación	COMB1	Combinación	COMB1	Combinación	COMB1	M(-)
Combinación	COMB1	Combinación	COMB1	Combinación	COMB1	M(+)

Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

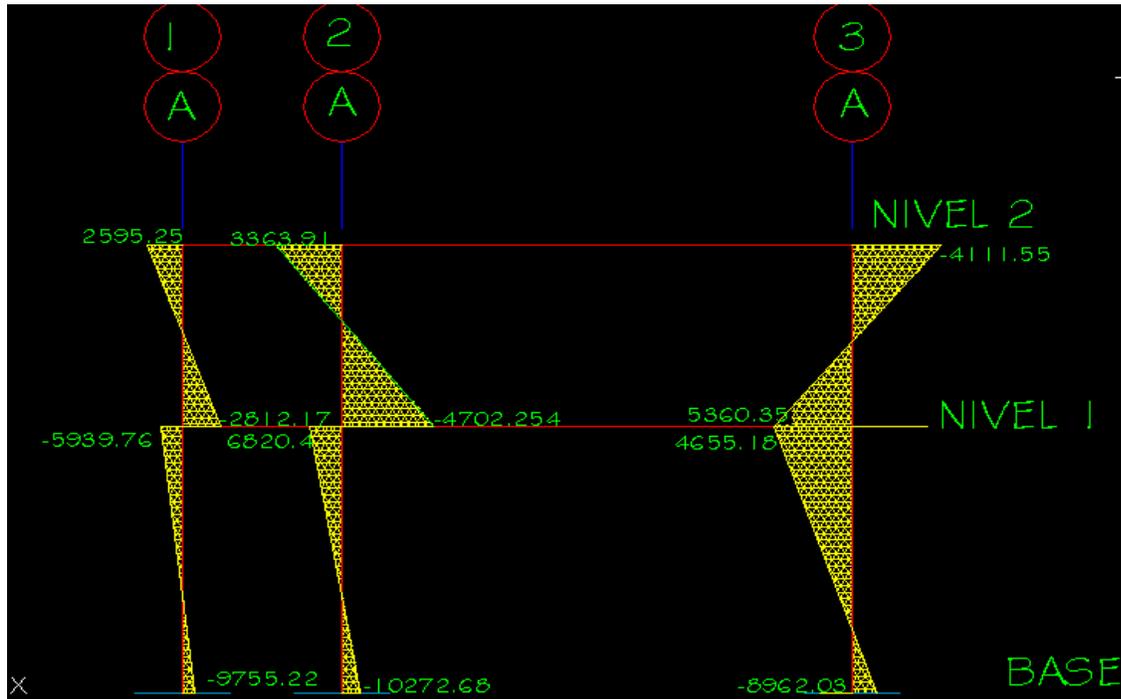
2.2.3.4. Resultados gráficos de momentos últimos

Figura 15. Diagrama de envolventes COMB1 en vigas sentido eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Figura 16. Diagrama de momentos envolventes en columnas eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

2.2.3.5. Cortes últimos en marcos dúctiles

Para calcular los cortes en los marcos, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Corte en Vigas

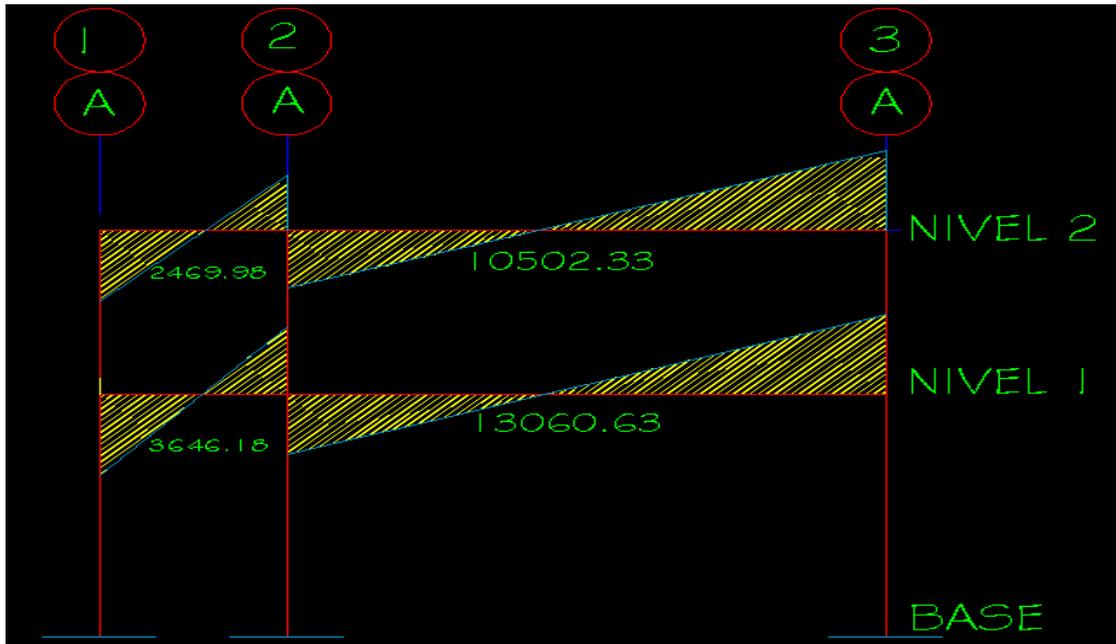
$$V_V = 0,75 * \left(\frac{1,4 * W_{cm} * L}{2} + \frac{1,7 * W_{cv} * L}{2} + \frac{1,87 * \sum Ms}{2} \right)$$

$$V_{12} = 0,75 * \left(\frac{1,4 * 1400 * 2,50}{2} + \frac{1,7 * 187,2 * 2,50}{2} + \frac{1,87 * (476,48)}{2} \right) = 2469,981 \text{ kg}$$

Corte en columnas

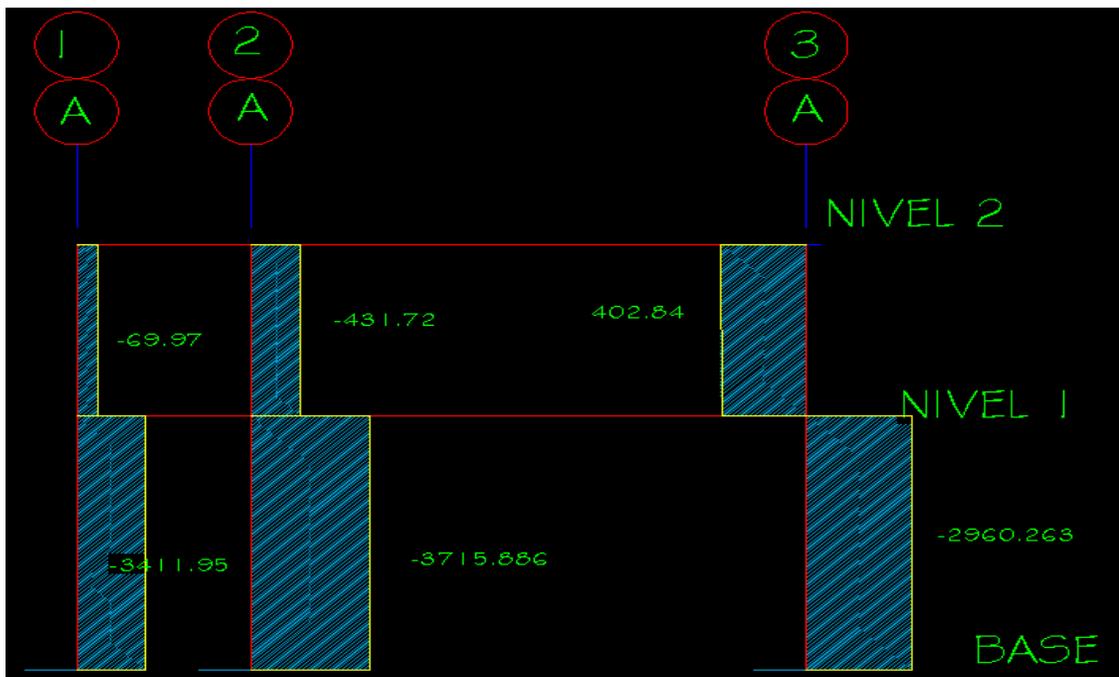
$$V_{12} = \frac{\sum M_{col}}{L} = \frac{2595,25 - 2812,17}{3,10} = -69,97 \text{ kg}$$

Figura 17. Diagrama de corte último en vigas eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

Figura 18. Diagrama de corte último en columnas eje "A"



Fuente: resultados obtenidos del programa ETABS.

2.2.4. Diseño estructural

El dimensionamiento estructural se realizará con el fin de calcular la cantidad de concreto y refuerzo de los diferentes elementos que componen la estructura, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados de sobrecarga a los que estará sometida.

Para el diseño estructural, se usarán las siguientes especificaciones generales de los materiales a utilizar.

Tabla X. **Especificaciones generales de materiales**

Materiales:	$F_y = 2\,810 \text{ kg/m}^2$	$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
	$E_s = 2,1E6 \text{ kg/cm}^2$	$E_c = 2,19E5 \text{ kg/cm}^2$
	$\gamma \text{ Concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$	$\gamma \text{ suelo} = 1\,790 \text{ kg/m}^3$
Recubrimientos Vigas=	0,04 m	Columnas= 0,03 m
Losas=	0,025 m	qd= 58 700 kg/m ²

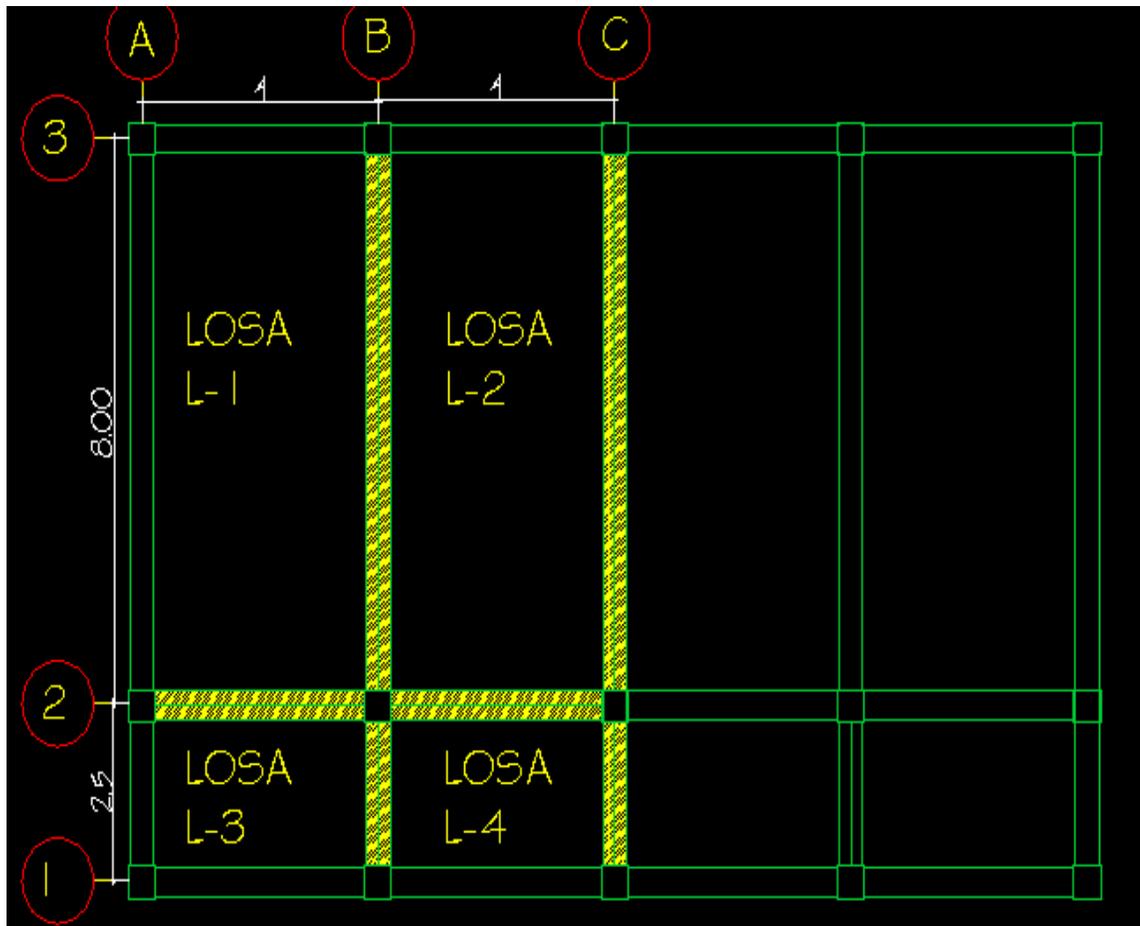
Fuente: ACI. Código ACI-318S-05, capítulo 7, sección 7.7.

2.2.4.1. Diseño de losas

Para el diseño de losas del edificio escolar existen únicamente losas apoyadas en los cuatro lados, debido a la relación $a/b > 0,5$; para este tipo de losa se usará un armado en dos direcciones.

Del predimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa de 0,15 m (losa plana), para diseñarla se aplicará el método 3 del código ACI-318S-05.

Figura 19. **Modelo de diseño de losas**



Fuente: elaboración propia.

Se propone este modelo para el cálculo, dado que el resto de losas presentan la misma configuración de continuidad.

2.2.4.1.1. Cálculo de losa de entrespiso

Tabla XI. **Cálculo de cargas en losa**

Cargas de diseño			
Carga muerta		Carga viva	
ylosa	360 kg/m ²	aula	350 kg/m ²
sobrecarga	150 kg/m ²	pasillo	500 kg/m ²
total	660 kg/m ²		

C.V.	C.M.	C.M.U. (1,2*C.M.)*	C.V.U. (1,6*C.V.)*	C.U. (C.M.U.+C.V.)
660 kg/m ²	350 kg/m ²	792 kg/m	560 kg/m	1 392 kg/m

Momentos negativos:

$$M_{a-} = C_{a-} * C_{UT} * a^2$$

$$M_{b-} = C_{b-} * C_{UT} * b^2$$

Momentos positivos:

$$M_{a+} = C_{a+} * C_{Vu} * a^2 + C_{a+} * C_{Mu} * a^2$$

$$M_{b+} = C_{b+} * C_{Vu} * b^2 + C_{b+} * C_{Mu} * b^2$$

Fuente: elaboración propia.

Donde:

M = momento actuante

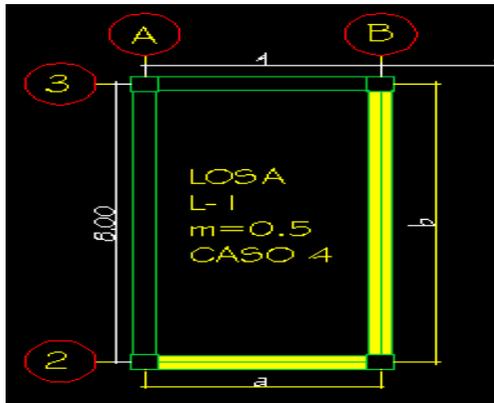
C = coeficiente de tablas código ACI-318S-05

CU = carga última viva, muerta y total

a = lado corto de la losa

b = lado largo

Figura 20. **Losa L-1**



Momentos negativos:

$$M_{a-} = 0,094 * 1\ 352 * 16 = 2\ 033,408 \text{ kg} - \text{m}$$

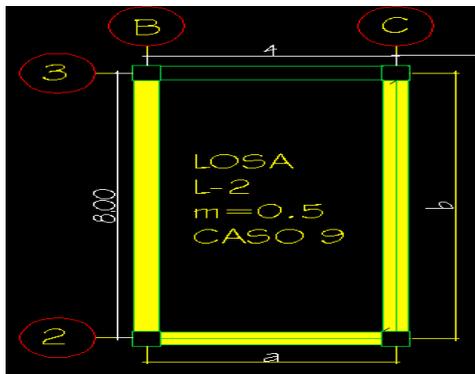
$$M_{b-} = 0,006 * 1\ 352 * 64 = 5\ 19,17 \text{ kg} - \text{m}$$

Momentos positivos

$$M_{a+} = 0,077 * 560 * 16 + 0,059 * 792 * 16 = 1\ 437,5 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,005 * 560 * 64 + 0,004 * 792 * 64 = 381,95 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 21. **Losa L-2**



Momentos negativos:

$$M_{a-} = 0,088 * 1\ 352 * 16 = 1\ 903,616 \text{ kg} - \text{m}$$

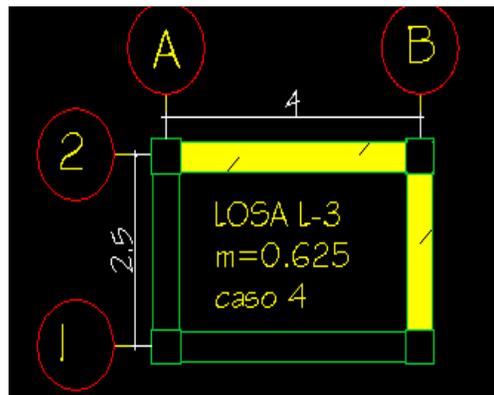
$$M_{b-} = 0,003 * 1\ 352 * 64 = 259,584 \text{ kg} - \text{m}$$

Momentos positivos

$$M_{a+} = 0,067 * 560 * 16 + 0,038 * 792 * 16 = 1\ 081,6 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,004 * 560 * 64 + 0,02 * 792 * 64 = 244,76 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 22. **Losa L-3**



Momentos negativos:

$$M_{a-} = 0,087 * 1\ 592 * 6,25 = 865,65 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b-} = 0,013 * 1\ 592 * 16 = 331,14 \text{ kg} - \text{m}$$

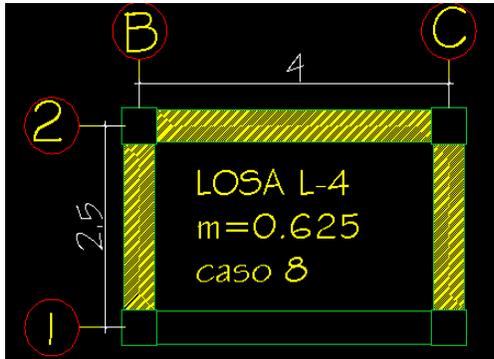
Momentos positivos

$$M_{a+} = 0,064 * 800 * 6,25 + 0,05 * 792 * 6,25 = 577,425 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b+} = 0,010 * 800 * 16 + 0,008 * 792 * 16 = 229,38 \text{ kg} - \text{m}$$

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Losa L-4**



Momentos negativos:

$$M_{a-} = 0,077 * 1\ 592 * 6,25 = 766,15 \text{ kg-m}$$

$$M_{b-} = 0,021 * 1\ 592 * 16 = 534,912 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos

$$M_{a+} = 0,062 * 800 * 6,25 + 0,046 * 792 * 6,25 = 537,7 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = 0,010 * 800 * 16 + 0,008 * 792 * 16 = 229,38 \text{ kg-m}$$

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.1.2. Balance de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Estos momentos se pueden balancear de la siguiente forma:

$$\text{Si } 0,80 * M_{\text{MAYOR}} \leq M_{\text{MENOR}} \Rightarrow M_B = \frac{M_{\text{MAYOR}} + M_{\text{MENOR}}}{2}$$

$$\text{Si } 0,80 * M_{\text{MAYOR}} \geq M_{\text{MAYOR}} \Rightarrow \text{Balance por Rigidez}$$

El balance por rigidez esta dado por:

$$K1 = \frac{1}{L1}$$

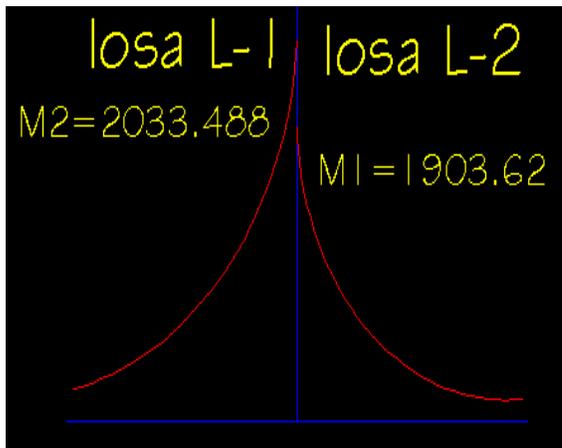
$$K2 = \frac{1}{L2}$$

$$D1 = \frac{K1}{K1+K2}$$

$$D2 = \frac{K2}{K1+K2}$$

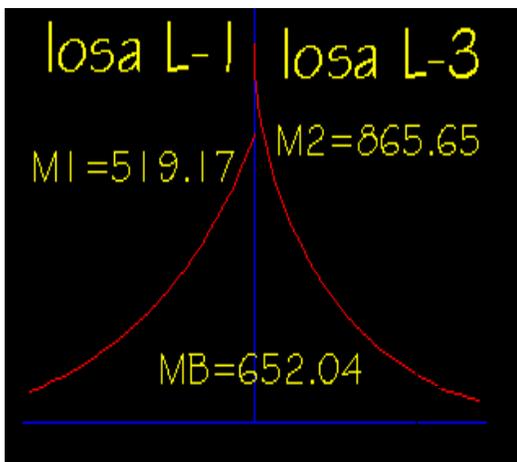
D1	D2
M1	M2
D1*(M2-M1)	D2*(M2-M1)
Mb	Mb

Figura 24. **Balanceo L-1/L-2**



$M1 > 0,8 M2$
 $1\ 903,62 > 0,8 * (2\ 033,488)$
 $1\ 906,62 > 1\ 626,7264$
 Balanceo por promedio
 $MB = (2\ 033,408 + 1\ 903,62) / 2 = 1\ 969\ \text{kg-m}$

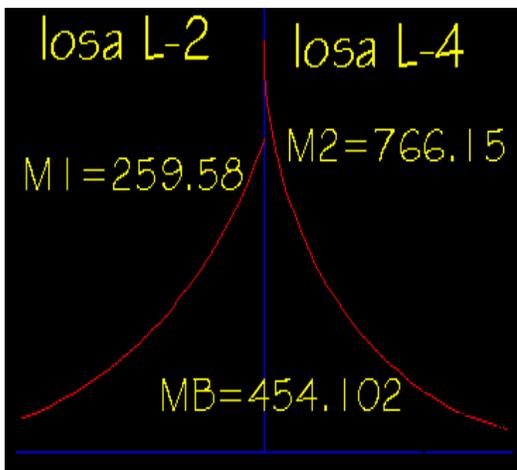
Figura 25. **Balanceo L-1/L-3**



$ML1 = 519,17 < ML3 = 692,52$
 balanceo por rigidez
 $K1 = \frac{1}{4} = 0,25$ $K2 = \frac{1}{2,50} = 0,4$
 $D1 = \frac{0,25}{0,25 + 0,4} = 0,384$ $D2 = \frac{0,4}{0,25 + 0,4} = 0,615$

D1	D2
519,17	865,65
$865,65 - 519,17$	$0,6153 * (865,65 - 519,17)$
$= 652,04832$	$MB = 652,04$

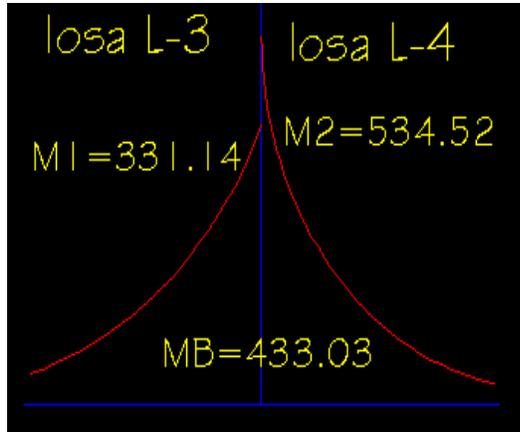
Figura 26. **Balanceo L-2/L-4**



$ML2 = 259,58 < ML4 = 692,52$
 Balanceo por rigidez
 $K1 = \frac{1}{4} = 0,25$ $K2 = \frac{1}{2,50} = 0,4$
 $D1 = \frac{0,25}{0,25 + 0,4} = 0,384$ $D2 = \frac{0,4}{0,25 + 0,4} = 0,615$

D1	D2
259,58	766,15
$766,15 - 259,58$	$0,6153 * (766,15 - 259,58)$
$MB = 454,102$	$MB = 454,102$

Figura 27. **Balaceo L-3/L-4**



ML3= 331,14 < ML4= 427,94

Balaceo por rigidez

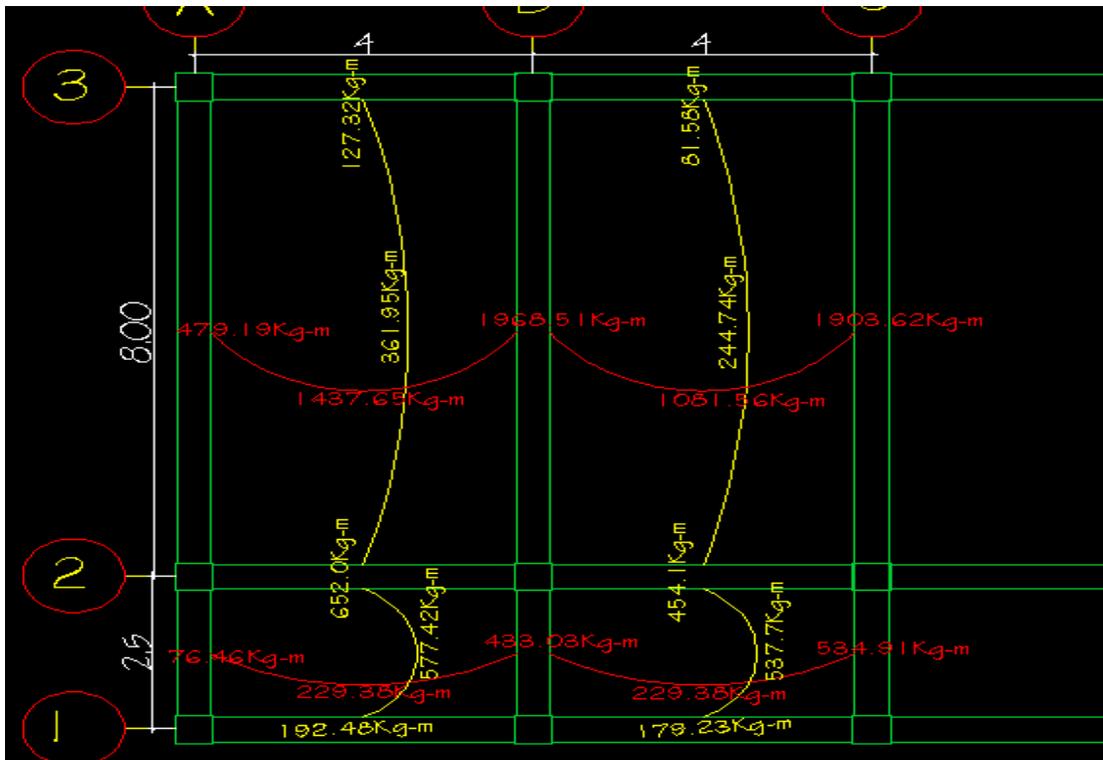
$$K1 = \frac{1}{4} = 0,25 \quad K2 = \frac{1}{2,50} = 0,4$$

$$D1 = \frac{0,25}{0,4+0,4} = 0,5 \quad D2 = \frac{0,4}{0,4+0,4} = 0,5$$

D1	D2
331,14	534,52
$0,5 \cdot (534,52 - 331,14)$	$0,5 \cdot (534,52 - 331,14)$
MB=433,03	MB=433,03

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Vista en planta de los momentos balanceados de la losa del entrespacio**



Fuente: elaboración propia.

2.2.4.1.3. Diseño de acero de refuerzo

Cálculo de límites para el acero, peralte efectivo (d): se propone un armado con varillas No. 4 (diámetro de 1,2725), y se diseñará con una franja unitaria de b=100 cm.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$
$$d = 15 - 2,0 - 1,27/2 = 12,36 \text{ cm}$$

Calculando el área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$)

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * \left(\frac{14,1}{F_y}\right) * b * d$$
$$A_{s_{\min}} = 0,4 * \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 100 * 12,36 = 2,48 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S para $A_{s_{\min}}$

$$2,48 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = 51,19 \text{ cm}$$

Según el código ACI-318S-05, en el capítulo 13, sección 13.3.2; el espaciamiento de la armadura en las secciones no debe exceder de dos veces el espesor de la losa.

$$S_{\max} = 2 * 15 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

El área de acero para el espaciamiento máximo es:

$$A_{s_{\min}} \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \rightarrow 30 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 4.23 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento máximo que resiste $A_{s_{min}}$:

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 * \left(A_{s_{min}} * F_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * F_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 * \left(4,23 * 2810 * \left(12,36 - \frac{4,23 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 126168,16 \text{ kg cm} = 1261,68 \text{ kg mt}$$

En la presente tabla se adjunta el resultado de las áreas de acero y los espaciamientos de los momentos balanceados de la losa de entrepiso, se calcularon únicamente los momentos que fueron mayores al obtenido del momento que resiste el área de acero mínimo.

Tabla XII. **Áreas de acero para momentos balanceados**

LOSA	MOMENTO	ÁREA DE ACERO	ESPACIAMIENTO
1	1 437,65 kg-m	4,852 cm ²	26,103 cm
1 y 2	1 968,51 kg-m	6,706 cm ²	19,035 cm
2	1 903,62 kg-m	6,478 cm ²	19,550 cm

Fuente: elaboración propia.

Entonces, el espaciamiento es el siguiente:

El $S_{máx} = 30 \text{ cm}$ y se utilizara un $S = 15 \text{ cm}$

2.2.4.1.4. Chequeo por corte

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que lo conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, estos esfuerzos deben resistirse por el concreto, por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. Para realizar el chequeo se utiliza el siguiente procedimiento:

$$V_{\text{máx}} = \frac{CU * L}{2} \Rightarrow \frac{1\ 352 * 4}{2} = 2\ 704 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo que resiste el concreto (V_{rc})

$$V_{rc} = 45 * \sqrt{f_c} * t$$
$$V_{rc} = 45 * \sqrt{210} * 15 = 9\ 781,67 \text{ kg}$$

Como el corte que resiste el concreto es mayor que el corte máximo actuante, se concluye que el espesor utilizado es el adecuado.

2.2.4.1.5. Diseño de losas segundo nivel

La losa del nivel 2 fue analizada de la misma forma que la del nivel 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de losas y vigas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

2.2.4.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos esfuerzos de compresión, tensión y corte; esta parte tratará del análisis y diseño de las vigas

de la estructura, incluyendo la medición de las secciones transversales de concreto y la selección y la ubicación del acero de refuerzo.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes que se calcularon en el análisis estructural. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Viga 1. Esta viga se ubica en el marco típico sentido “Y”, nivel 2. Los datos necesarios se presentan a continuación:

Diagrama de momentos y corte últimos en la viga tipo 1.

Sección=0,40x0,60 m

Peralte efectivo (d)=0,60-0,04 = 0,56 m

Longitud = 8,00 m

Tramo: 2-3, eje A

Cálculo de los límites de acero:

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

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 40 * 56 = 11,2318 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0,5 * \frac{0,85 * \beta * f'_c * 6090}{F_y * (F_y + 6090)} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * \frac{0,85 * 0,85 * 210 * 6090}{2810 * (2810 + 6090)} * 40 * 56 = 55,457 \text{ cm}^2$$

2.2.4.2.1. Cálculo del refuerzo longitudinal

Utilizando los momentos que se presentan en la figura de envolvente de momentos, se procede a calcular las áreas de acero con la siguiente ecuación:

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

$$A_{s_{req}M+} = \left[40 * 56 - \sqrt{(40 * 56)^2 - \frac{6348,128 * 40}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_{s_{req}M+} = 4,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}M - \text{mayor}} = 4,90 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}M - \text{menor}} = 2,841 \text{ cm}^2$$

Después de calcular el A_s requerido para cada momento actuante, se determina la distribución de las varillas de acero, siendo la siguiente.

Refuerzo de cama superior e inferior:

Criterio a utilizar en la armadura de la cama superior

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 33\% * A_{s_{req}M - \text{mayor}} = 0,33 * 4,90 = 1,617 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 11,23 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{corrido}} = 2 \text{ No. } 8 = 10,12 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} = 11,23 \text{ cm}^2$$

Se colocará un refuerzo de 4 varillas No. 6 corridas que hacen un total de 11,4 cm^2 que cubren el área de acero mínimo.

Criterio a utilizar en la armadura de la cama inferior

$$A_{s_{corrido}} = \left\{ \begin{array}{l} 50\% * A_{s_{req}M - \text{mayor}} = 0,50 * 4,90 = 2,45 \text{ cm}^2 \\ 50\% * A_{s_{req}M+} = 0,50 * 4,54 = 2,27 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 11,23 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{corrido}} = 2 \text{ No. } 8 = 10,12 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} = 11,23 \text{ cm}^2$$

Se colocará un refuerzo de 4 varillas No. 6 corridas que hacen un total de 11,4 cm² que cubren el área de acero mínimo.

2.2.4.2.2. Cálculo del refuerzo transversal (estribos)

También se le llama refuerzo en el alma, en general éste se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según lo requerido. Los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, mantenimiento del refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; este último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir con esta función. El procedimiento para el diseño de estribos es el siguiente:

Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \Rightarrow \text{donde } \phi = 0,75 \text{ corte}$$
$$V_{cu} = 0,75 * 0,53 * \sqrt{210} * 40 * 56 = 14\ 899 \text{ kg}$$

El corte actuante, tomado del diagrama de corte último, de la viga 1 es de 10 502,53 kg; por lo que el concreto es capaz de resistir todo el esfuerzo de corte que actúa en la viga.

2.2.4.2.3. Cálculo de espaciamiento de estribos

Debido a que el corte que resiste el concreto es mayor que el corte último de la viga, se utilizan estribos por armado, para el mantenimiento del refuerzo longitudinal en la posición deseada. El espaciamiento a utilizar es $S_{m\acute{a}x} = d/2$, usando para ellos, varillas No. 3, como $d = 56$ cm, entonces, $S_{m\acute{a}x} = 28$ cm.

Para el resto de vigas, los cálculos de las áreas de acero utilizadas fueron obtenidos con los mismos procedimientos utilizados para la viga 1. El armado, se muestra en los planos.

2.2.4.3. Diseño de columnas

El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga axial, que es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna y está determinada por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma para el diseño, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

2.2.4.3.1. Diseño de columnas del primer y segundo nivel

Para este caso se diseña la columna más crítica, es decir la que está sometida a mayores esfuerzos. Los datos que se tienen son los siguientes:

Sección = 0,45x0,45m	L = 3,10m
$M_2 = 4\ 111,55\ \text{kg-m}$	$M_3 = 1\ 776,816\ \text{kg-m}$
Vact = 3 715,88 kg	Área de carga = 21m ²

Peso propio de las vigas = $0,40 \cdot 0,60 \cdot 2\ 400 \cdot (9,25) = 5\ 328\ \text{kg}$

2.2.4.3.2. Cálculo de cargas últimas, segundo nivel

$$CM = 0,15m * 2\,400\text{ kg/m}^3 + 150\text{ kg/m}^2 + 150\text{ kg/m}^2 = 660\text{ kg/m}^2$$

$$CV = 150\text{ kg/m}^2$$

$$CT = 150\text{ kg/m}^2 + 660\text{ kg/m}^2 = 810\text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,2(660) + 1,6(150) = 1\,032\text{ kg/m}^2$$

El factor de carga última es:

$$FCU = \frac{CUT}{CM + CV} = \frac{1\,032}{660 + 150} = 1,274$$

Cálculo de la carga axial (PU)

$$PU = A_{\text{losa}} * CU_{\text{total}} + PP_{\text{vigas}} * FCU$$

$$PU = 21\text{ m}^2 * 1\,032\text{ kg/m}^2 + 5\,328\text{ Kg} * 1,274 = 28\,459,872\text{ kg}$$

2.2.4.3.3. Cálculo de cargas últimas, primer nivel

$$CM = 0,15m * 2\,400\text{ kg/m}^3 + 150\text{ kg/m}^2 + 150\text{ kg/m}^2 = 660\text{ kg/m}^2$$

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

$$CT = 150\text{ kg/m}^2 + 660\text{ kg/m}^2 = 810\text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,2(660) + 1,6(500) = 1\,592\text{ kg/m}^2$$

El factor de carga última es:

$$FCU = \frac{CUT}{CM + CV} = \frac{1\,592}{660 + 500} = 1,372$$

Cálculo de la carga axial (PU)

$$PU = A_{\text{losa}} * CU_{\text{total}} + PP_{\text{vigas}} * FCU + PU_2 + PP_{\text{col2}} * FCU$$
$$PU = 21 \text{ m}^2 * 1 \text{ 592 kg/m}^2 + 5 \text{ 328 Kg} * 1,372 + 28 \text{ 459,872} + 1433,77 * 1,372 = 711 \text{ 71,63 kg}$$

2.2.4.3.4. Cálculo de la esbeltez de la columna

Una columna es esbelta cuando los diámetros de la sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ($E < 21$), intermedias ($21 < E < 100$), y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas, se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, deben realizarse algunas modificaciones para evitar construir las. La esbeltez se calcula con el siguiente procedimiento:

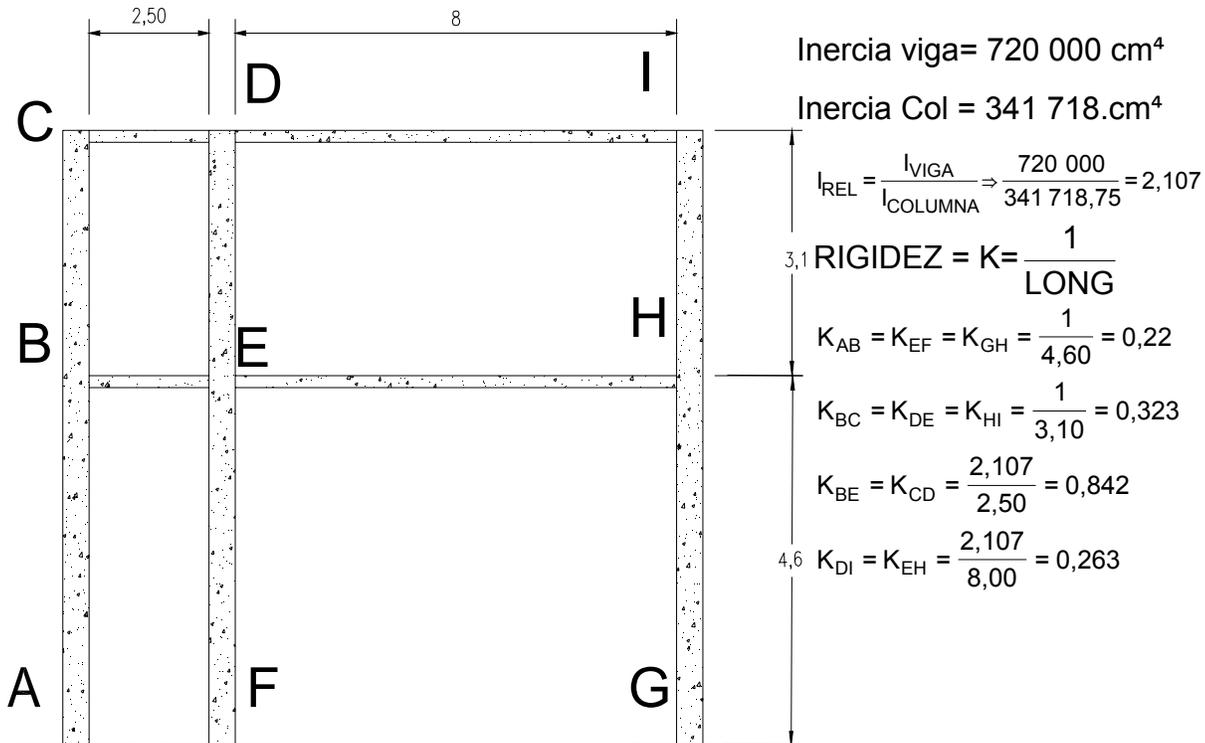
Tabla XIII. **Sección e inercia de viga y columna**

ELEMENTO	SECCION	INERCIA
VIGA	40 cm X 60 cm	720 000,00 cm ⁴
COLUMNA	45 cm X 45 cm	341 718,75 cm ⁴

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento en la rotación (Ψ)

Figura 29. Marco acotado para determinar rigideces



Fuente: elaboración propia.

Extremo superior de la columna

$$\psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{vigas}} = \psi_A = \frac{0,323}{0,22 + 0,323 + 0,842 + 0,263} = 0,195$$

$$\psi_B = \frac{0,323 + 0,22}{0,22 + 0,323 + 0,842 + 0,263} = 0,33$$

$$\psi_P = \frac{0,195 + 0,33}{2} = 0,263$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = \frac{(20 - \psi_P) * \sqrt{1 + \psi_P}}{20}$$
$$K = \frac{(20 - 0,262) * (\sqrt{1 + 0,262})}{20} = 1,109$$

Cálculo de la esbeltez E

$$E = \frac{k * L}{r} < 20 \text{ donde } r = 0,30 * l$$
$$E = \frac{1,109 * 3,10}{0,30 * 0,45} < 20 = 25,466 > 20 \text{ Columna intermedia}$$
$$E = \frac{1,109 * 4,65}{0,30 * 0,45} < 20 = 37,788 > 20 \text{ Columna intermedia}$$

Para ambos valores obtenidos de “E”, las columnas se clasifican dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben magnificar los momentos actuantes.

2.2.4.3.5. Magnificación de momentos

En este caso, se trabajará de acuerdo al método de magnificación de momentos del código ACI 318-S 05, capítulo 10, sección 10.13, que se describe a continuación:

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto (BD) primer y segundo nivel.

$$BD_{2do.NIVEL} = \frac{CMU}{CU} = \frac{792}{1\ 032} = 0,767$$
$$BD_{1er.NIVEL} = \frac{CMU}{CU} = \frac{792}{1\ 592} = 0,497$$

Cálculo del EI total del material

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2,5 * (1 + BD)}$$

donde:

Ec=módulo de elasticidad del concreto y está dado por:

$$Ec = 15\,100 * \sqrt{f'c}$$

Ig=inercia bruta del elemento y está dada por:

$$Ig = \frac{B * H^3}{12}$$

$$Ec = 15\,100 * \sqrt{210} = 2,19E5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ig = \frac{45 * 45^3}{12} = 7\,593,75 \text{ cm}^4$$

$$EI_{2do.NIVEL} = \frac{2,19E5 * 67\,500}{2,5 * (1 + 0,767)} = 1\,954,11 \text{ t} - \text{m}^2$$

$$EI_{1er.NIVEL} = \frac{2,19E5 * 67\,500}{2,5 * (1 + 0,497)} = 2\,306,46 \text{ t} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica del pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$P_{cr(2do.NIVEL)} = \frac{\pi^2 * 1\,954,11}{(1,109 * 3,10)^2} = 1\,631,661 \text{ t}$$

$$P_{cr(1er.NIVEL)} = \frac{\pi^2 * 2\,306,46}{(1,109 * 4,60)^2} = 874,55 \text{ t}$$

Cálculo del magnificador de momento (δ)

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi * P_{cr}} \right)}$$
$$\delta(2do.nivel) = \frac{1}{1 - \left(\frac{28,459 \text{ t}}{0,65 * 1\ 631,756 \text{ t}} \right)} = 1,027$$
$$\delta(1er.nivel) = \frac{1}{1 - \left(\frac{71,768 \text{ t}}{0,65 * 874,55 \text{ t}} \right)} = 1,143$$

Cálculo de los momentos de diseño (M_d)

$$M_d = \delta * M_u$$

Primer nivel

$$M_{dx} = 1,143 * 6\ 820,399 = 7\ 796,598 \text{ kg} - \text{m}$$
$$M_{dy} = 1,143 * 4\ 603,892 = 5\ 262,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Segundo Nivel

$$M_{dx} = 1,027 * 4\ 111,55 = 4\ 224,916 \text{ kg} - \text{m}$$
$$M_{dy} = 1,027 * 1\ 776,816 = 1\ 825,67 \text{ kg} - \text{m}$$

2.2.4.3.6. Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero de refuerzo, se utilizó el método de Bresler, debido a que las columnas están sometidas a cargas axiales y momentos biaxiales. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de límites de acero

Estos fueron calculados según el código ACI-318S-05, capítulo 10, sección 10.9.1.

$$\begin{aligned} 0,01A_g &\leq A_s \leq 0,06A_g \\ A_{s_{\min}} &= 0,01 * 45 * 45 = 20,25 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{\min}} &= 0,06 * 45 * 45 = 121,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Se propone un armado de 8 varillas No. 8 ($A_s=40,56 \text{ cm}^2$). Para este método se utilizan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar son:

Valor de la gráfica (Y)

$$Y = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b \cdot 2 \cdot \text{rec}}{H_{\text{columna}}} = \frac{40 \cdot 5}{45} = 0,8$$

Valor de la curva (ptu)

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0,85 * f_c} = \frac{40,53776 * 2810}{2025 * 0,85 * 280} = 0,235$$

Excentricidades, segundo nivel (e)

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{4\,224,916}{28\,459,72} = 0,148$$
$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{1\,825,678}{28\,459,72} = 0,064$$

Valor de las diagonales (e/h)

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,148}{0,45} = 0,328$$
$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,064149}{0,45} = 0,142$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y en los diagramas de iteración, siendo estos: $K'_x=0,5$ y $K'_y=0,760$

Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad e ($P'u$)

$$P'u = K' \cdot \varphi \cdot f_c \cdot b \cdot h$$
$$P'_{ux} = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 280 \cdot 45 \cdot 45 = 184\,275 \text{ kg}$$
$$P'_{uy} = 0,760 \cdot 0,65 \cdot 280 \cdot 45 \cdot 45 = 280\,098 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga axial de resistencia ($P'o$)

$$P'o = \varphi [0,85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_s) + A_s \cdot F_y]$$
$$P'o = 0,65 \cdot [0,85 \cdot 280 \cdot (2\,025 - 40,53) + 40,53 \cdot 2\,810] = 381\,025,554 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga de resistencia de la columna ($P'u$)

$$P'u = \frac{1}{1/P'_{ux} + 1/P'_{uy} - 1/P'_o}$$
$$P'u = \frac{1}{1/184\,275 + 1/280\,098 - 1/381\,025,55} = 156\,927,85 \text{ kg}$$

Como $P'u$ es mayor a P_u , el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero o cambiar la sección hasta que cumpla la condición.

Excentricidades primer nivel (e)

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{7\,796,598}{7\,1176,3} = 0,109$$
$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{5\,262,842}{7\,1176,3} = 0,073$$

Valor de las diagonales (e/h)

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.109548}{0.45} = 0.243$$
$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0.07394}{0.45} = 0.164$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x , y K'_y en los diagramas de iteración, siendo estos: $K'_x=0,61$ y $K'_y=0,72$

Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad e (P'u)

$$P'u = K' \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$
$$P'_{ux} = 0,61 \cdot 0,65 \cdot 280 \cdot 45 \cdot 45 = 224\,815,50 \text{ kg}$$
$$P'_{uy} = 0,72 \cdot 0,65 \cdot 280 \cdot 45 \cdot 45 = 265\,356,00 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga axial de resistencia (P'o)

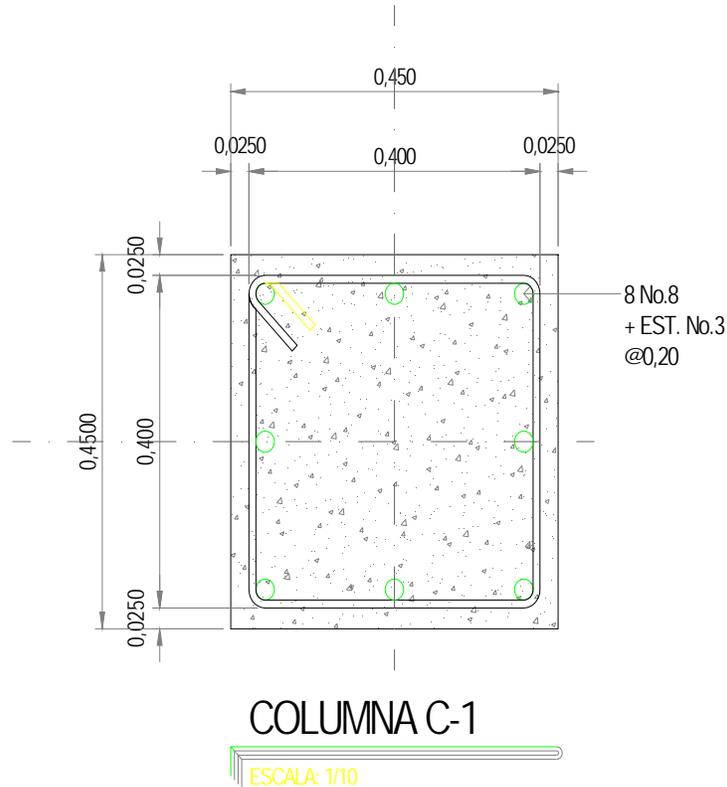
$$P'o = \phi [0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_s) + A_s \cdot F_y]$$
$$P'o = 0,65 \cdot [0,85 \cdot 280 \cdot (2\,025 - 40,53) + 40,53 \cdot 2\,810] = 381\,025,554 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga de resistencia de la columna (P'u)

$$P'u = \frac{1}{1/P'_{ux} + 1/P'_{uy} - 1/P'o}$$
$$P'u = \frac{1}{1/224\,815,51 + 1/265\,356 - 1/381\,025,55} = 178\,823,195 \text{ kg}$$

Como P'u es mayor a Pu, el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero o cambiar la sección hasta que cumpla la condición.

Figura 30. Armado de sección de columna



Fuente: elaboración propia.

2.2.4.3.7. Refuerzo transversal

Se proveerá de refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte y conservar el armado. Por otro lado, en zonas sísmicas como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento de estribos en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es el aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto, además, permite una deformación unitaria mayor del elemento. El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Cálculo del esfuerzo a corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$
$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 45 * 40 = 13\,568,95 \text{ kg}$$

El corte actuante, se toma del diagrama de corte último, y este es $V_a = 2\,442,639 \text{ kg}$; como $V_{cu} > V_a$, según el código ACI 318S-05, capítulo 7, sección 7.10.5; la separación entre estribos debe ser la menor de las siguientes:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} 48 * \phi \text{ varilla del estribo} = 48 * 0,952 \text{ cm} = 45,72 \text{ cm} \\ 16 * \phi \text{ varilla del refuerzo longitudinal} = 16 * 2,54 = 40,64 \text{ cm} \\ \text{Lado mínimo del elemento} = 30 \text{ cm} \\ s = d/2 \Rightarrow 40/2 = 20 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

Entonces, la separación de los estribos será de 0.20 m utilizando varilla No. 3.

2.2.4.3.7.1. Refuerzo por confinamiento columnas del primer nivel

Según el código ACI 318S-05, capítulo 21, sección 21.4.4.4; la longitud de confinamiento se toma entre el mayor de los siguientes valores:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} L_u/6 = 4,60/6 = 0,76 \\ L_{\text{columna}} = 0,45 \text{ m} \\ 0,45 \text{ m} \end{array} \right\}$$

Se tomará la longitud de 0,76 m para el confinamiento de las columnas del primer nivel.

2.2.4.3.7.2. Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del primer nivel

Según el código ACI 318S-05, capítulo 21, sección 21.4.4.2; se tomará la menor separación entre las siguientes:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} L/4 = 45/4 = 11,25 \text{ cm} \\ 6 * \phi \text{ refuerzo longitudinal} = 6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm} \\ S = 10 + \left(\frac{35 - L}{3} \right) = 10 + \left(\frac{45 - 35}{3} \right) = 13,33 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

El espaciamiento de los estribos en la zona confinada será de 10 cm con varilla No. 3. Los detalles de las columnas se presentan en los planos finales.

2.2.4.3.7.3. Refuerzo por confinamiento columnas del segundo nivel

Según el código ACI 318S-05, capítulo 21, sección 21.4.4.4; la longitud de confinamiento se toma entre el mayor de los siguientes valores:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} L_u/6 = 3,10/6 = 0,52 \\ L_{\text{columna}} = 0,45 \text{ m} \\ 0,45 \text{ m} \end{array} \right\}$$

Se tomará la longitud de 0,52 m para el confinamiento de las columnas del segundo nivel.

2.2.4.3.7.4. Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada de columnas del segundo nivel

Según el código ACI 318S-05, capítulo 21, sección 21.4.4.2; se tomará la menor separación entre las siguientes:

$$L = \left\{ \begin{array}{l} L/4 = 45/4 = 11,25\text{cms} \\ 6 * \varphi \text{ refuerzo longitudinal} = 6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm} \\ S = 10 + \left(\frac{35 - L}{3} \right) = 10 + \left(\frac{45 - 35}{3} \right) = 13,33 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

El espaciamiento de los estribos en la zona confinada será de 10 cm con varilla No. 3. Los detalles de las columnas se presentan en los planos finales.

2.2.4.4. Diseño del cimiento

2.2.4.4.1. Tipo de cimiento a utilizar

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos, a su vez, transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimiento que se va a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. En este caso, debido a que las cargas que se transmiten al suelo son puntuales debido al uso de las columnas, el tipo de cimiento a utilizar serán zapatas.

2.2.4.4.2. Diseño de zapatas

Los datos necesarios para el diseño de zapatas se toman del análisis estructural y del estudio de mecánica de suelos realizado en el lugar.

$P_u = 71,171 \text{ t}$	$FCU = 1,372$
$M_{ux} = 10,272 \text{ t-m}$	Sección de columna = $0,45 \times 0,45 \text{ m}$
$M_{uy} = 0,50 \text{ t-m}$	suelo = $1,79 \text{ t/m}^3$
$V_s = 28,17 \text{ t/m}^2$	$\rho_c = 2,4 \text{ t/m}^3$

2.2.4.4.2.1. Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{FCU} = \frac{71,171 \text{ t}}{1,3724} = 51,858 \text{ t}$$
$$M'_x = \frac{M_{ux}}{FCU} = \frac{10,272 \text{ t-m}}{1,372} = 7,485 \text{ t-m}$$
$$M'_y = \frac{M_{uy}}{FCU} = \frac{0,506 \text{ t-m}}{1,372} = 0,369 \text{ t-m}$$

2.2.4.4.2.2. Cálculo del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 * P'}{V_s} = \frac{1,5 * 51,858 \text{ t}}{28,170 \text{ t/m}^3} = 2,76 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de $2,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$

2.2.4.4.2.3. Chequeo de presión sobre el suelo

Para determinar la presión sobre el suelo se deben considerar la carga de trabajo, el peso del suelo del desplante, el peso de la columna y el peso de la zapata.

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{zapata}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{columna}} = a * b * L * \gamma_c = 0,45 * 0,45 * 4,60 * 2,4 = 2,23 \text{ t}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{área zapata} * \text{desplante} * \gamma_s = 2 * 2 * 1,5 * 1,79 = 10,74 \text{ t}$$

$$P_{\text{zapata}} = \text{área zapata} * \text{espesor asumido} * \gamma_c = 2 * 2 * 0,5 * 2,4 = 4,8 \text{ t}$$

$$P = 51,858 + 2,23 + 10,74 + 4,8 = 69,628 \text{ t}$$

Debido a que existe, carga y flexión biaxial; las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \frac{P}{Az} + \frac{M'_x}{S_x} + \frac{M'_y}{S_y} \quad \text{donde } S = (1/6) * b * h^2$$

$$S = (1/6) * 2 * 2^2 = 1,33$$

$$q = \frac{69,62}{4,0} + \frac{7,485}{1,33} + \frac{0,369}{1,333}$$

$$q_{\text{máx.}} = 23,31 \text{ t}$$

$$q_{\text{mín.}} = 11,502 \text{ t}$$

$q_{\text{máx.}} < V_s$, la presión no excede el valor soporte del suelo.

$q_{\text{mín.}} > 0$, lo que indica que no existen presiones de tensión.

Presión de diseño

$$q_{dis} = q_{m\acute{a}x} * FCU$$
$$q_{dis} = 23,31 * 1,204 = 27,971 \text{ t}$$

2.2.4.4.2.4. Espesor de la zapata

Después de dimensionar el área, se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor a 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor que 0,15 m; dicho espesor debe ser tal que resista tanto los esfuerzos de corte simple y el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

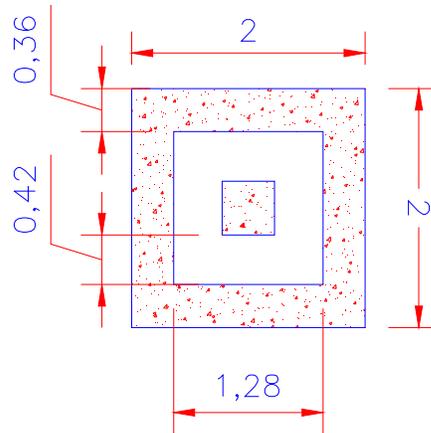
Considerando lo anterior, se propone un espesor de 0,5 m, luego se realizan los chequeos correspondientes.

2.2.4.4.2.4.1. Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna. Por tal razón, se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante. Esto se chequeará con el siguiente procedimiento: (se propone el armado de zapatas con varilla No. 6)

$$d = t - \phi/2 - rec = 50 - 1,90/2 - 7,5 = 41,55 \text{ cm}$$

Figura 31. **Chequeo por corte**



Fuente: elaboración propia.

2.2.4.4.2.4.2. **Cálculo del corte actuante**

$$V_{act} = A * q_{dis}$$
$$V_{act} = (2,0 * 0,359) * 27,972 = 20,118 \text{ t}$$

2.2.4.4.2.4.3. **Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto**

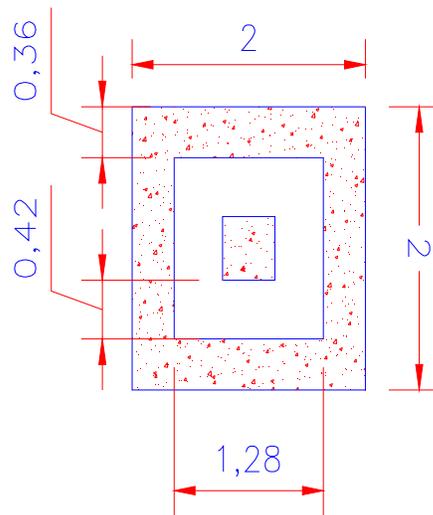
$$V_{cu} = \frac{\phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1000}$$
$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 200 * 41,55}{1000} = 62,64 \text{ t}$$

Se observa que el corte que resiste el concreto es mayor al corte actuante, por lo que el espesor de la zapata soporta adecuadamente el corte simple.

2.2.4.4.2.4.4. Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. Para chequear el punzonamiento se procede de la siguiente manera:

Figura 32. Chequeo por corte punzonante



Fuente: elaboración propia.

$$V_a = A_{\text{Punzonada}} * q_{\text{dis}}$$
$$V_a = (2 * 2 - 1,28 * 1,28) * 27,972 = 66,058 \text{ t}$$

**2.2.4.4.2.4.5. Cálculo del
esfuerzo de corte
que resiste el
concreto**

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1,6 * \sqrt{f'_c} * P_{\text{Punzonante}} * d}{1\ 000}$$
$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * (4 * 128) * 41,55}{1\ 000} = 320,73\ \text{t}$$

Como $V_{cu} > V_a$, se concluye que el espesor propuesto para la zapata es el adecuado.

2.2.4.4.2.5. Diseño del refuerzo por flexión

**2.2.4.4.2.5.1. Cálculo del momento
último**

$$M_u = \frac{q_{dis} * h^2}{2}$$
$$M_u = \frac{27,972 * 0,775^2}{2} = 8\ 400\ \text{t - m}$$

**2.2.4.4.2.5.2. Calculando el
área de acero**

$$A_{s_{req}} = b * d \sqrt{(b * d)^2 \frac{M_{act} * b}{0,003825 * f'c} * \frac{0,85 * f'c}{F_y}}$$
$$A_{s_{req}} = 200 * 50 \sqrt{(200 * 50)^2 \frac{8400 * 200}{0,003825 * 280} * \frac{0,85 * 280}{2810}} = 4,76 \text{ cm}^2$$
$$A_{s_{Min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 50 = 25,088 \text{ cm}^2$$

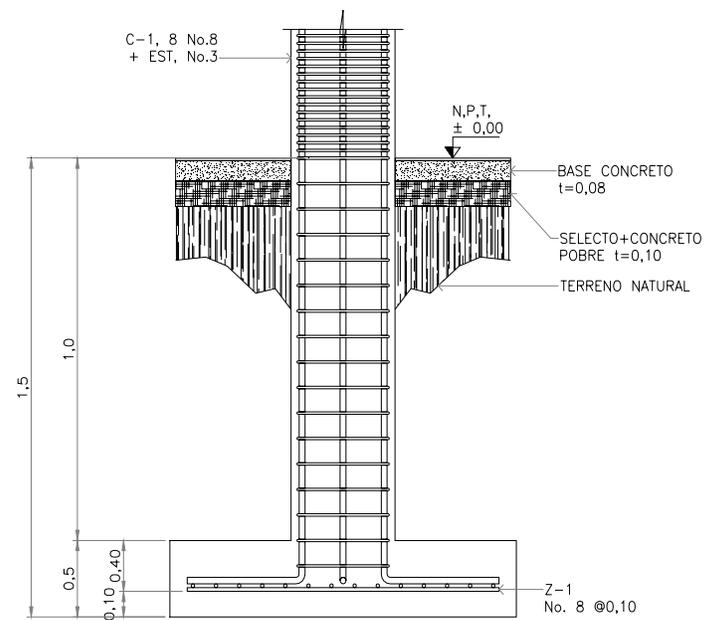
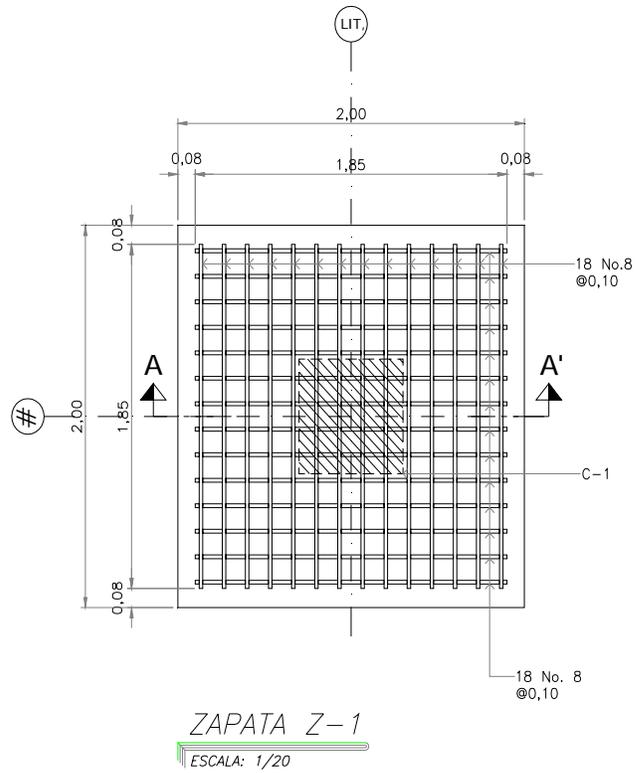
Como $A_{s_{Min}} > A_{s_{req}}$, entonces se utiliza $A_{s_{Min}}$.

**2.2.4.4.2.5.3. Cálculo del
espaciamiento
entre varillas**

$$S = \frac{\phi_{varilla}}{A_s} = \frac{2,54}{25,088} = 10,12 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán varillas No. 8 a cada 0,10 m por ser la zapata más crítica, todas las demás tendrán el mismo armado.

FIGURA 33. Armado de columna y zapata



Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Elaboración de planos

Los planos constituyen, junto al presupuesto, los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto, los planos realizados son: planta arquitectónica y acotada, planta de armado de techo, fachada, secciones y detalles, instalaciones sanitarias e hidráulicas y por último planta de instalaciones hidráulicas y electricidad, los planos de dicho proyecto se encuentran en los anexos.

2.2.6. Elaboración del presupuesto

Para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de materiales y la mano de obra necesaria para la construcción del edificio escolar. Los precios de materiales como los de mano de obra se establecieron de acuerdo al lugar, sin embargo, la misma queda sujeta a cambios de precios. Los criterios utilizados para la integración del presupuesto son:

- La cantidad de pedrín, arena y cemento se calculó por metro cúbico de fundición
- El costo de la mano de obra calificada y no calificada fue asignado por la municipalidad
- La cuantificación de la mano de obra se realizó de forma unitaria

El costo directo total se obtiene al sumar los siguientes renglones:

- Costo de materiales
- Costo de mano de obra calificada y no calificada
- Costo de herramienta y equipo

- Costo de maquinaria

Los costos indirectos se obtienen al sumar:

- Los gastos administrativos
- Los impuestos (Impuesto al Valor Agregado, Impuesto Sobre la Renta, Impuesto a Empresas Mercantiles y Agropecuarias)
- Imprevistos

El costo total, es la suma de los costos directos e indirectos con sus porcentajes aplicados.

Tabla XIV. **Cuadro resumen de presupuesto**

EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES					
ALDEA EL RODEO					
UBICACIÓN: CAMOTÁN, CHIQUIMULA					
JULIO 2011					
CUADRO DE RENGLONES					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Guardiania	m ²	1 100,00	Q15,58	Q17 136,36
2	Preliminares corte de terreno	m ³	804,00	Q146,16	Q117 509,56
OBRA GRIS					
3	Zapata Z-1 DE 1,50 X 1,50 m x 0,50 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,14 m	unidad	66,00	Q5 402,54	Q356 567,70
4	Zapata Z-2 DE 1,00 X 1,00 m x 0,50 m	unidad	2,00	Q7 037,41	Q14 074,81

Continuación tabla XIV.

5	Cimiento corrido CC-1 de 0,45 x 0,25 m + refuerzo de 3 de 3/8" +esl. 1/4" @ 0.20 m	m	309,88	Q461,99	Q143 161,38
6	Cimiento corrido CC-2 de 0,45 x 0,25 m + refuerzo de 3 de 3/8" +esl. 1/4" @ 0,20 m	m	22,36	Q467,07	Q10 443,74
7	Columnas C-1 de 0,50 x 0,50 m con 8 No. 8 + est. No. 3 @ 0,20 m	m	508,20	Q1 121,17	Q569 778,59
8	Columnas C-2 de 0,30 x 0,30 m con 4 No. 3 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	10,00	Q940,93	Q9 409,30
9	Columna C-3 de 0,20 x 0,10 m con 2 No. 3 + esl. No. 2 @ 0,15 m	m	731,50	Q209,17	Q153 007,86
10	Solera S-1(de humedad) 0,14 X 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	364,24	Q178,28	Q64 936,71
11	Solera S-2 de 0,14 x 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	760,00	Q202,43	Q153 846,80
12	Viga V-1 4 No. 6 + est. @ 0,10 m en extremos y al centro y el resto @ 0,25 m	m	601,80	Q2 199,72	Q1 323 789,64
13	Muro con block pomez de 14x19x39 cm x35 Kg/cm ² , pineado	m ²	1 750,50	Q238,18	Q416 934,09
14	Losa de concreto armado t=0.15m + voladizos	m ²	1 771,71	Q583,01	Q1 032 929,81
15	Modulo de gradas de comunicación hacia segundo nivel	módulo	2,00	Q34 000,00	Q68 000,00
	ACABADOS				
16	Piso de concreto patio planchas de 1,50x1,50 f'c 3 000 psi, t=10 cm	m ²	400,50	Q203,33	Q81 433,67
17	Piso granito color gris (incluye pasillos)	m ²	1 464,43	Q285,12	Q417 538,28
18	Piso cerámico antideslizante + base de concreto f'c 2 000 psi para servicios sanitarios	m ²	135,00	Q303, 63	Q40 990,05
19	Puerta P-1 metálica de 1,20 m x 2,20 m	unidad	8,00	Q2 959,13	Q23 673,01
20	Puerta P-2 metálica de 0,90 m x 2,20 m	unidad	21,00	Q2 497,70	Q52 451,61
21	Puerta P-3 metálica de 0,80 m x 1,90 m	unidad	18	Q2 455,19	Q44 193,41
22	Ventanearía de vidrio de 5 mm. y marcos de aluminio.	m ²	144,00	Q737,66	Q106 223,04
	INSTALACIONES				

Continuación tabla XIV.

23	Acometida eléctrica, (poste de concreto de 0,25 m x 0,25 m x 3,00 m, con 4 No. 3 + est. No. 2 @ 0,15 m + zapata de 0,90 m x 0,90 m x 0,20 m, con 6 No. 3 @ 0,15 m)	unidad	1,00	Q7 727,23	Q7 727,23
24	Instalaciones eléctricas iluminación y fuerza	unidad	291,00	Q442,34	Q128 720,94
25	Instalación interior para red de abastecimiento de agua potable	m	366,00	Q138,41	Q50 656,97
26	Instalación sanitaria de drenaje	m	258,00	Q103,62	Q26 733,96
27	Cajas de drenaje sanitario	unidad	11,00	Q2 300,02	Q25 300,22
28	Instalación interior para red de agua pluvial con pvc de 3"	m	138,00	Q119, 58	Q16 502,31
29	Cajas de registro para drenaje pluvial	unidad	14,00	Q2 105,26	Q29 473,64
30	Cuneta rectangular de 0,50 m de ancho con 0,10 m de espesor y altura variable según niveles + rejilla metálica de tubo proceso de 3/4"	m	74	Q790,63	Q58 506,73
	TOTAL				Q5 561 651,41

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Diseño del salón para uso de capacitación técnica y talleres, anexo al edificio escolar, para la aldea El Rodeo, municipio de Camotán, departamento de Chiquimula.

3.1.1. Infraestructura para el centro de capacitación técnica

Estos centros educativos tienen como objetivo primordial proveer infraestructura para la educación básica, diversificado y carreras técnicas de la aldea El Rodeo y las comunidades circunvecinas en el área noreste del municipio de Camotán.

Para cumplir con ese objetivo y cubrir la demanda de población estudiantil, se propone anexar al edificio escolar de dos niveles, en el cual se recibirán clases teóricas con sus respectivos laboratorios, un centro de capacitación, en el que se recibirán las clases de talleres; para las carreras técnicas que así lo ameriten. Para el diseño del centro de capacitación se proponen los siguientes ambientes:

3.1.1.1. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su diseño perimetral es de un salón, por ser este, el que más se ajusta a las necesidades existentes y al espacio disponible. Los ambientes internos para clases técnicas son: 2 salones de enseñanza y aprendizaje para clases teóricas, área de máquinas, oficina administrativa, servicios sanitarios, cuarto de control de potencia y bodega.

3.1.2. Descripción del proyecto

El proyecto a realizar en la aldea El Rodeo es el de un salón de capacitación técnica para el tecnológico, en este se impartirán las clases de talleres, tendrá un área de construcción de 85,4 m², el tipo de materiales que se utilizará serán paredes de mampostería reforzada y techo de estructura metálica con lámina de perfil 10.

3.1.3. Diseño arquitectónico

La distribución arquitectónica del salón de capacitación técnica y talleres, se tomará de acuerdo a los diferentes ambientes que componen el salón. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos; la sección de diseño y desarrollo de edificios del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Los edificios se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La topología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. En el caso del salón de capacitación técnica del edificio escolar de la aldea El Rodeo, se tiene el ambiente principal donde serán acomodadas las maquinas o equipo que será utilizado para impartir las clases técnicas, dos aulas para recibir clases teóricas, sus servicios sanitarios para damas y caballeros, oficinas administrativas, una bodega y un cuarto de control de energía o potencia para el salón.

3.1.3.1. Altura del salón de capacitación técnica

Se escoge hacer el edificio de un nivel por razones de seguridad y economía; esto cumple con las normas de la sección de diseño y desarrollo de edificios del INFOM.

La altura máxima de todos los ambientes es de 4,85 m; se deja con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

3.1.3.2. Normas para el diseño de salones, talleres o centros de capacitación técnica

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en la Sección de Diseño y Desarrollo de Edificios del INFOM, las normas aplicadas se describen a continuación.

3.1.3.2.1. Criterio de conjunto

Conjunto arquitectónico: se toma como base los requisitos que deben cumplir los salones, debido a su amplia área interior.

Orientación del edificio: este debe de ser de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte, sin embargo, la orientación será definida en el terreno.

Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, la altura depende de la actividad que se desarrolla en el ambiente y de las condiciones climatológicas de la población.

3.1.3.2.2. Criterio de iluminación

Generalidades de la Iluminación en el edificio: la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el tamaño, la ubicación y el número de ventanas y/o lámparas
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y dan como resultado, una mejor iluminación

3.1.3.2.3. Instalaciones

Las instalaciones que se utilizan en los salones o talleres son las sanitarias, hidráulicas y eléctricas. En su diseño y colocación debe garantizarse lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Duración razonable y economía de mantenimiento
- Servicio constante

3.1.3.2.4. Espacios educativos

La función del salón de taller es proveer a los usuarios de un espacio cómodo, para las actividades que allí se desarrollen. Las recomendaciones para el diseño del salón taller son:

- El área óptima por usuario es de 0,75 m²
- La forma del salón taller será rectangular
- La fuente principal de iluminación natural puede provenir de los lados o el techo
- Tendrá instalaciones de energía eléctrica, con iluminarias que proporcionen iluminación artificial abundante y constante, además tendrá tomacorrientes distribuidos equitativamente y con un voltaje de 120 y 240, considerando que se conectara maquinaria que utilice este tipo de voltaje

3.1.4. Tipo de estructura

Por ser un edificio de un nivel, lo más recomendable es una estructura de mampostería reforzada de block; con una cubierta de lámina perfil 10, estructura de metal, cimiento corrido y zapatas aisladas.

3.1.5. Predimensionamiento de los elementos estructurales

Consiste en determinar las características de la edificación. La mampostería a utilizar será de 19 x 19 x 39 cm, con un $f'm = 20 \text{ kg/cm}^2$, el acero para el refuerzo será de grado 40 ($f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$). El valor soporte para el suelo será 58 t/m^2 , la longitud de la costanera es de 6 m, la sección de costanera C1 es de 6"x2"x1/16" y el tendal se unirán 2 costaneras de 8"x2"x1/16".

3.1.6. Cargas de diseño

Las cargas a considerar en el diseño de la estructura son:

Carga de la lámina = 11,17 kg/ m²

Carga viva = 39,05 kg/ m²

Carga de viento = 15,90 kg/ m²

Peso de la costanera= 2,48 kg/ m

3.1.7. Diseño estructural

Cuando se desea construir un techo sobre un edificio que no tiene soportes intermedios, es más económico recurrir a un sistema estructural conformado de varios elementos, que uno conformado con vigas simplemente soportadas. La configuración estructural que se usa para este propósito se denomina armadura de techo. De esta manera los esfuerzos transmitidos de un miembro a otro son únicamente axiales; de tensión o compresión.

Un triángulo es el único polígono cuya forma es incapaz de modificarse geométricamente sin cambiar la longitud de uno o más de sus lados; en consecuencia una armadura está compuesta esencialmente de un sistema de triángulos.

Las armaduras pueden ser de cuerdas paralelas o de dos aguas. El tipo de armadura de techo seleccionada para un edificio determinado, depende en gran parte de la pendiente requerida del techo y de las condiciones de iluminación. Las armaduras simples pueden ser divididas en dos tipos o clases, basado en la manera de apoyo de las mismas.

- Primer tipo. Se utiliza para el presente proyecto. Abarca las armaduras que están apoyadas o soportadas en los muros de mampostería u otro material que forma la pared, el cual resiste la fuerza lateral sin el uso de arriostramiento.
- Segundo tipo. Se emplea cuando la armadura está apoyada en columnas de acero. La construcción de estas columnas no ayuda y no ofrece considerable resistencia a las fuerzas laterales.

En general, una armadura está compuesta por las cuerdas superiores e inferiores y por los miembros del alma. La cuerda superior consta de la línea de Miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cubierta. Para armaduras triangulares, el esfuerzo máximo en la cuerda superior ocurre generalmente, en el miembro contiguo al apoyo. La cuerda inferior de una armadura está compuesta por la línea de miembros más baja, que va de un apoyo a otro. Como en la cuerda superior, el esfuerzo máximo en la cuerda inferior de las armaduras triangulares se establece en el miembro adyacente al apoyo.

Los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e inferior son los miembros del alma y dependiendo de sus posiciones se llaman verticales y diagonales. Con base en el tipo de los esfuerzos, los miembros a compresión de una armadura se llaman puntales, mientras que aquellos miembros que están sometidos a esfuerzos de tensión se llaman tirantes. La junta en el apoyo de una armadura triangular se llama junta de talón, y la junta en el pico más alto se llama cumbre. Los puntos donde se unen los miembros del alma a las cuerdas reciben el nombre de nudos.

Un panel es aquella porción de una armadura que se encuentra comprendida entre dos juntas consecutivas de la cuerda superior. La viga que va de una armadura a otra, descansando en la cuerda superior, se llama larguero de techo, llamada comúnmente costanera. La porción comprendida entre dos armaduras se conoce como tablero o tramo. Puesto que los largueros el techo se extienden de armadura a armadura, la longitud del tablero corresponde a la longitud de un larguero del techo.

Los largueros o costaneras son vigas que cubren el claro entre las armaduras para transmitirles las cargas que provienen de la cubierta del techo. Se colocan con separaciones de 0,60 a 1,50 m o mayores, según el material de cubierta. También se diseñan como vigas libremente apoyadas, continuas o en voladizo.

En este caso el salón de capacitación técnica se diseña con estructura metálica que comprende las costaneras y los tendales, la cubierta es de lámina de perfil 10.

3.1.8. Diseño de cubierta

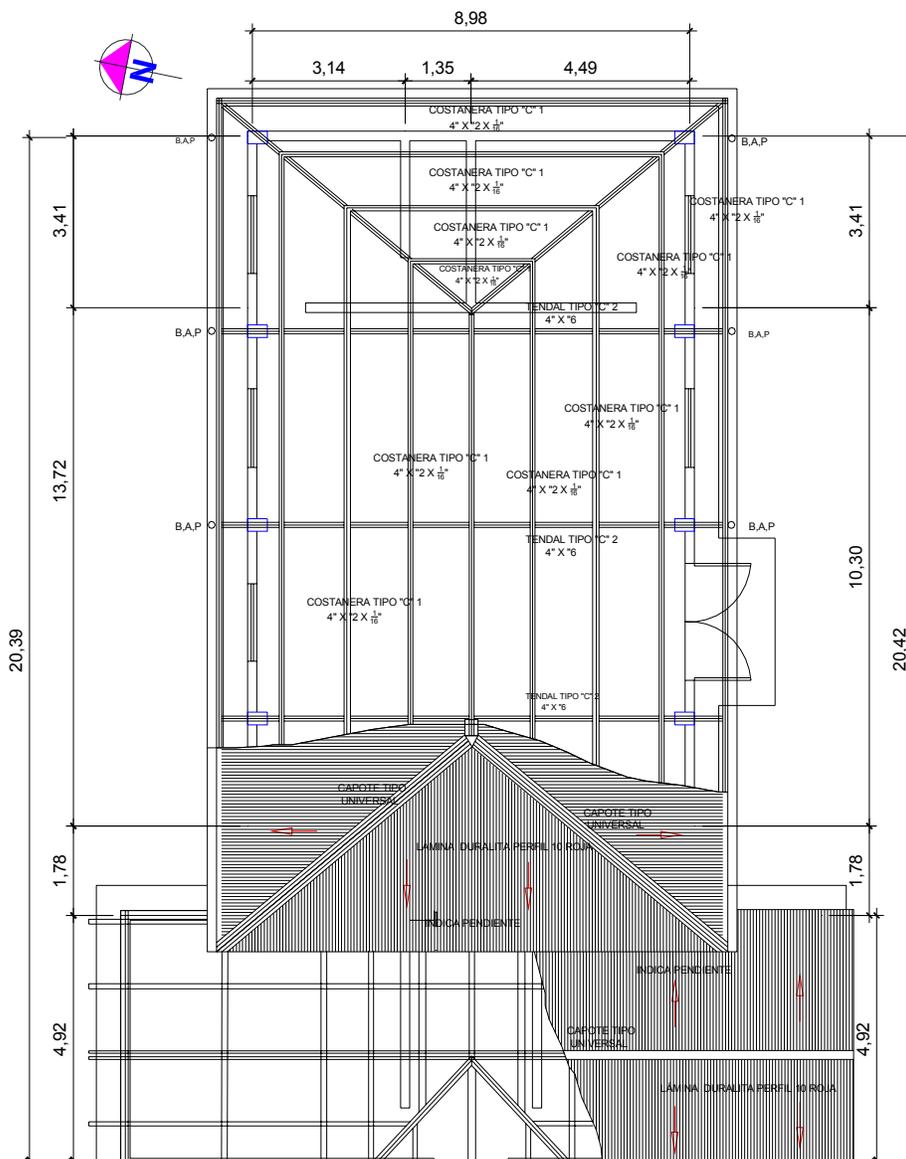
El techo o cubierta es la parte de la edificación que cierra y protege superiormente al edificio, lo mismo que los muros perimetrales, contra las inclemencias del ambiente exterior, como son: frío, calor, lluvia, etc. La forma del techo a utilizar es de cuatro aguas o vertientes, con lámina perfil 10.

La pendiente mínima es de 15% y la pendiente recomendada es de 27%, para este caso se tiene lo siguiente:

$H = 1, L = 4,49$	Donde:	$H =$ altura de la cubierta
$M = H / L = 1 / 4,49 = 0,22 = 22\%$		$L =$ distancia

Por lo que la pendiente diseñada se encuentra en el rango de las pendientes mínimas y máximas recomendadas.

Figura 34. **Diseño de cubierta**



Fuente: elaboración propia.

3.1.8.1. Separación máxima entre costaneras

De acuerdo a la longitud de las láminas, tiene que existir un apoyo en el traslape de láminas, dicho traslape debe ser, como mínimo de 15 cm se usará longitud de lámina de 6'.

Lámina de 6', la longitud total de ésta es de 1,83 m, menos el traslape que es de 0,15 m, indica que las costaneras deben estar separadas, como máximo 1,68 m ($1,83 - 0,15 = 1,68$).

El traslape entre láminas debe ser de una ondulación por lámina. Se debe colocar un caballete o cumbrera de un ancho de 0,415 m y una altura de 0,185 m.

3.1.8.2. Diseño de las costaneras

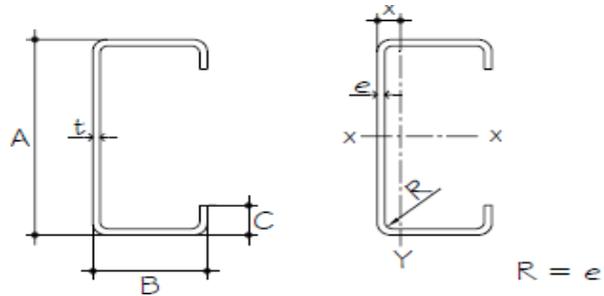
Tabla XV. Propiedades de las costaneras

TABLA PARA COSTANERAS								
A in	B in	C in	t in	Área in ⁴	I _x in ⁴	I _y in ⁴	S _x in ³	S _y in ³
4	2	1/2	1/16	0,44	1,79	11,72	0,51	0
5	2	1/2	1/16	0,5	2,67	15,68	0,67	0,01
6	2	1/2	1/16	0,56	3,8	19,99	0,84	0,01
7	2	1/2	1/16	0,63	5,21	24,63	1,04	0,01
8	2	1/2	1/16	0,69	6,93	29,62	1,26	0,01
9	2	1/2	1/16	0,75	9	35,22	1,50	0,01
10	2	1/2	1/16	0,81	11,44	40,94	1,76	0,01

Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

Figura 35. Dimensiones costaneras

A= Peralte de la costanera en in.
B= Ancho de la costanera en in.
C= Distancia del labio en in.
t= Espesor de la costanera en in.



Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

Tabla XVI. Características de las costaneras

MEDIDAS DE COSTANERA		
Dimensiones (in)	Espesor Lámina (mm)	Peso Unidad (lb)
3 x 1 ½	1,50	24,92
3 x 2	1,50	28,87
4 x 1 1/2	1,50	28,87
4 x 2	1,50	32,83
5 x 2	1,50	36,78
6 x 2	1,50	40,74
MEDIDAS DE COSTANERA		
Dimensiones (in)	Espesor Lámina (mm)	Peso X Unidad (lb)
3 x 1 ½	1,20	19,86
3 x 2	1,20	23,10
4 x 1 ½	1,20	23,10

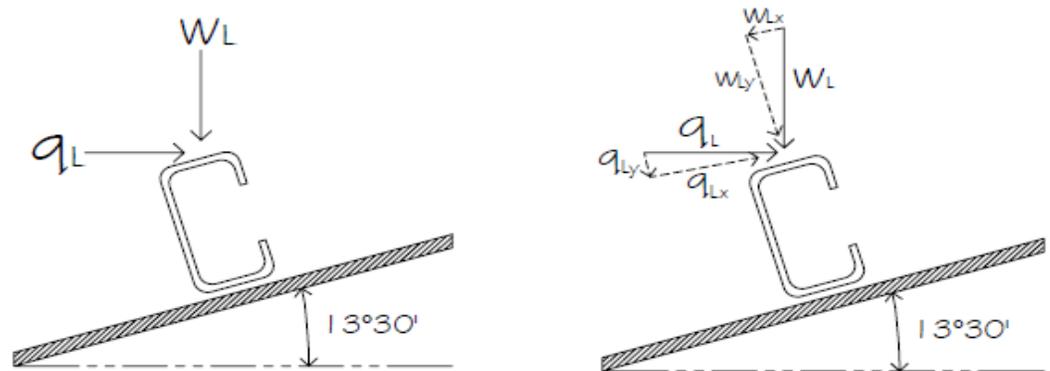
Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

Tabla XVII. Características lámina perfil 10

Pies	Metros	Libras
3	0,91	22
4	1,22	30
5	1,52	37

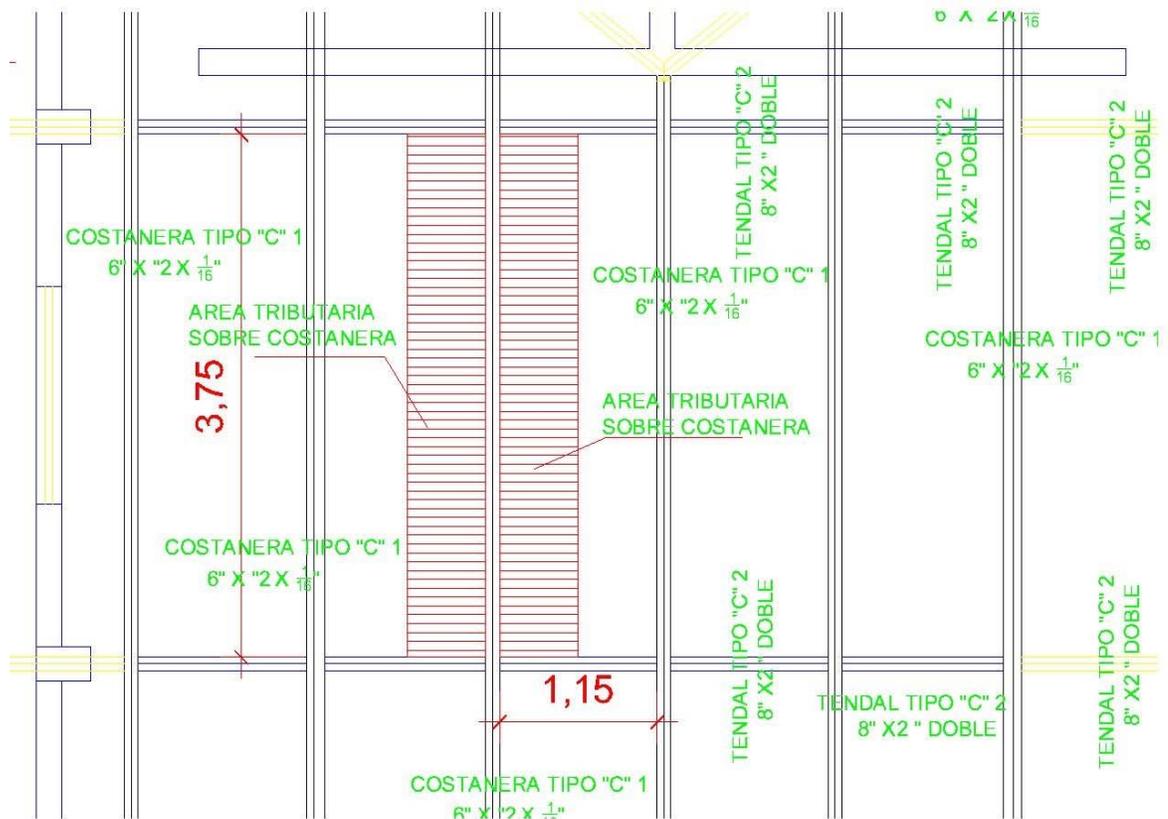
Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

Figura 36. Fuerzas actuantes en costaneras y distribución de cargas



Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

3.1.8.2.1. Cálculo de las fuerzas actuantes en costaneras

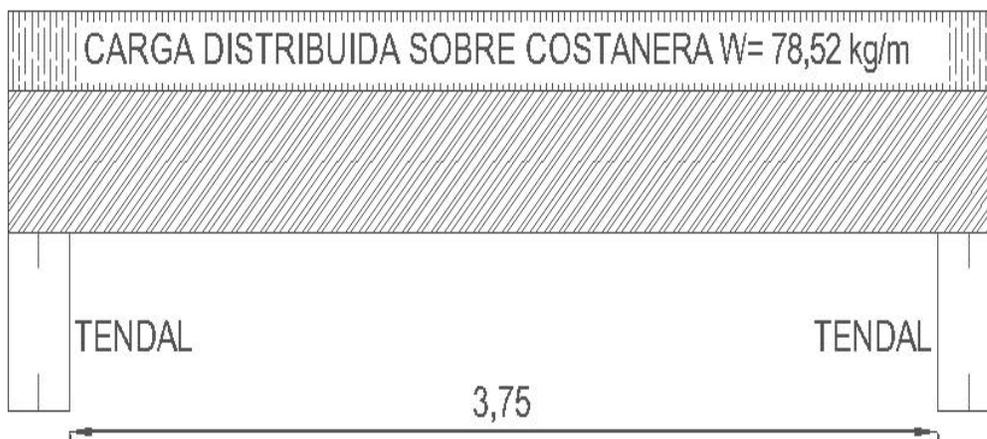


Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Cargas de diseño**

CARGAS DE DISEÑO						
LONGITUD COSTANERA	AREA TRIBUTARIA	CARGA VIVA	PESO LAMINA	P.P. COSTANERA	CARGA VIENTO	W DISTRIBUIDA SOBRE COSTANERA
3,75 m	4,312 m ²	39,06 kg/m ²	11,17 kg/m ²	2,48 kg/m	15,90 kg/m ²	78,529 kg/m
Fuente: elaboración propia.						

Figura 37. **Distribución de cargas sobre costanera en planta**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del momento	
$M = \frac{(W * L^2)}{(2)} = \frac{78,529 * 3,75^2}{2} = 138,040 \text{ kg - m}$	

3.1.8.2.2. Cálculo del modulo de la sección

El módulo de sección (S) se calcula dividiendo el momento (M) entre el esfuerzo permisible del acero (f).

$$S = M / f$$

S = módulo de sección calculado
M = momento actuante
f = esfuerzo permisible del acero

$$S = \frac{(M)}{(f)} = \frac{138,0401}{14\ 061\ 391,59} = 0,840\ \text{in}^3$$

Se utiliza una costanera de 6"x2"x1/16"

3.1.8.2.3. Chequeo de cortante

La fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada las reacciones en los apoyos de la viga se encuentran como se indica a continuación:

$$R_1 = R_2 = \frac{(W * L)}{(2)} = \frac{78,529 * 3,75}{2} = 147,242\ \text{kg}$$

R1 = reacción 1
R2 = reacción 2
R1 = R2 = 147,242 kg

En condición que el esfuerzo cortante promedio no debe exceder 14 500 lb/in² para acero A36. El esfuerzo cortante promedio para la costanera = R1/

área de sección transversal = $147,242/0,56 \text{ in}^2=578,453 \text{ lb/in}^2$ la cual es mucho menor al valor límite, por lo tanto, la sección adoptada es correcta.

Tabla XIX. Chequeo por deflexión

Chequeo por deflexión

Carga uniforme distribuida (W)	3,89 lb/in
Módulo elasticidad acero (E)	29 000 kips/in ²
Inercia costanera	1,79 in ⁴
Longitud costanera	166,37 in

Deflexión real= Dr

$$Dr = \frac{(5 * W * L^3)}{(384 * E * I)} = 0,00162 \text{ in}^3$$

Fuente: elaboración propia.

3.1.8.2.4. Deflexión permisible

$D_p = L / 360$ L = longitud de la costanera $D_p = 166,37/360 = 0,46$ por lo que la sección escogida es apropiada, ya que la deflexión real es menor que la deflexión permisible.

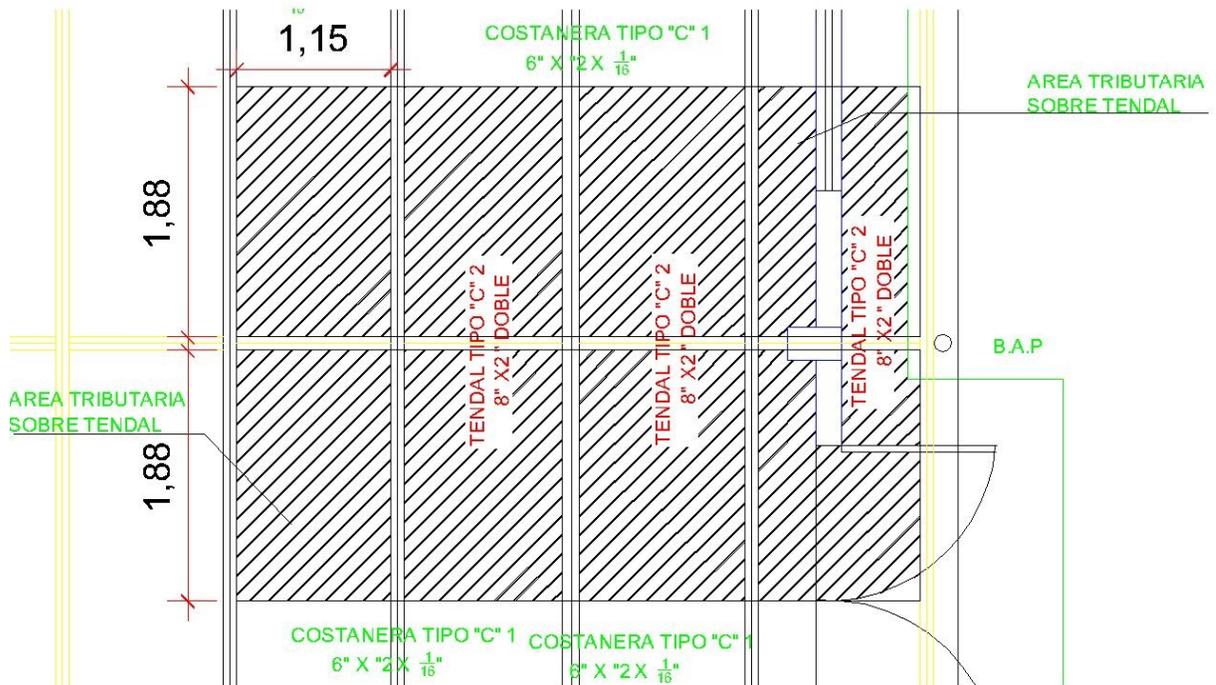
3.1.8.3. Diseño tendal

El área tributaria que afecta a cada tendal es $(1,88*4,49)*2 = 16,88 \text{ m}^2$. Sin embargo, las cargas que llegan hacia los tendales son cargas puntuales, transmitidas por las costaneras, siendo estas:

$$\text{CARGA PUNTUAL} = (78,52 \text{ kg / m} * 3,75 \text{ m}) = 294,45 \text{ Kg}$$

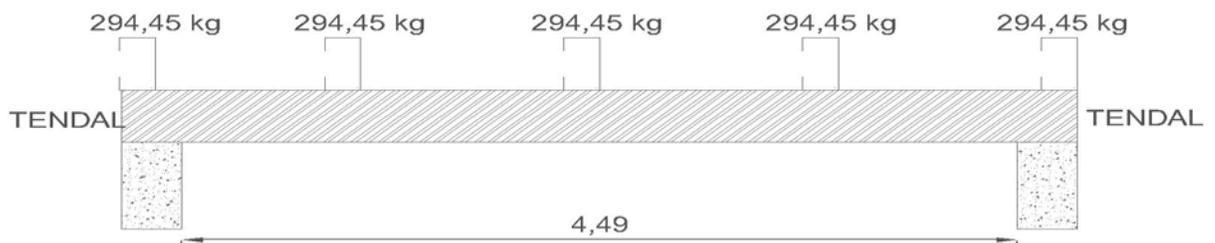
Esta carga puntual es por cada costanera que se apoya sobre el tendal, y sobre cada tendal se apoyan 5 costaneras

Figura 38. **Distribución carga sobre tendal en planta**



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Distribución cargas sobre tendal en perfil**



Fuente: elaboración propia.

carga puntual sobre costanera = $(294,45\text{Kg} * 5) = 1472,25\text{kg}$

Cálculo del momento

$$M = \frac{(P_1 ab^2)}{l^2} - \frac{(P_2 ab^2)}{l^2} = 413,012 \text{ kg} - \text{m}$$

La fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada las reacciones que actúan sobre el tendal son de 24 kg en los extremos y el momento actuante máximo es de 413,012 kg-m.

Tabla XX. **Chequeo por deflexión permisible**

Espesor del perfil (t)	0,003 m
Radio de curvatura en perfil (R)	0,005 m
Labio rigidizante del perfil (d)	0,02 m
Radio del eje perfil (R')	$(0,005+0,003)/2=0,006 \text{ m}$
Long. curva del eje perfil (Lc)	$2\pi*0,006/4= 0,010 \text{ m}$
d-t-R	0,0013mts
Base de la sección cerrada (W)	Ancho total-4t-4R
Altura del alma (A)	Altura total – 2t – 2R
Inercia figura (unión dos costaneras)	$9,157 \text{ m}^4$
Módulo sección cerrada (Sx)	$I/4=9,157/4=2,289 \text{ m}^4$
Soporte del acero (f)	0,6 Fy

Fuente: Jack C. McCormac, Diseño de estructuras de acero, apéndices, p. 694.

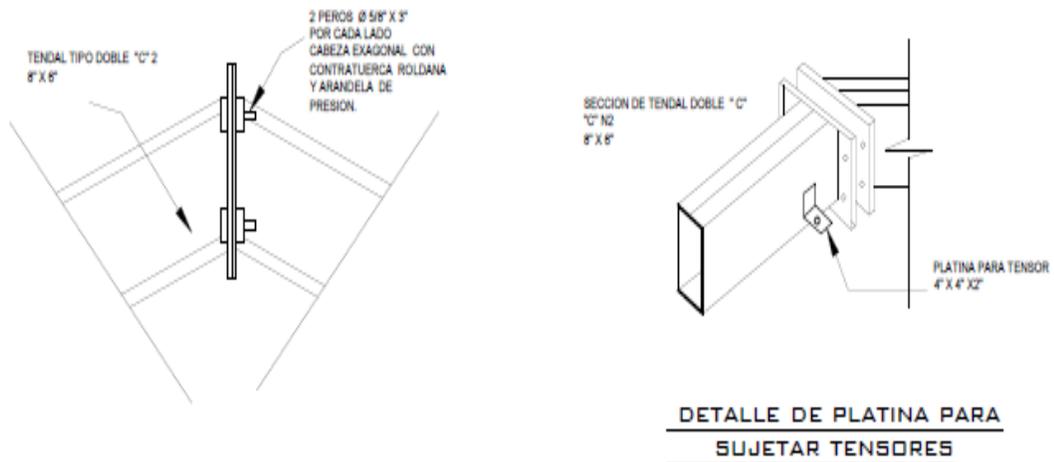
$$W = 0,102 - (4 * 0,03) - (4 * 0,005) = 0,072 \text{ m}$$

$$A = 0,03 - (2 * 0,003) - (2 * 0,005) = 0,188 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = S_x * f = 2,28 * 7\,593\,151 = 17\,312\,385 \text{ kg} - \text{m}$$

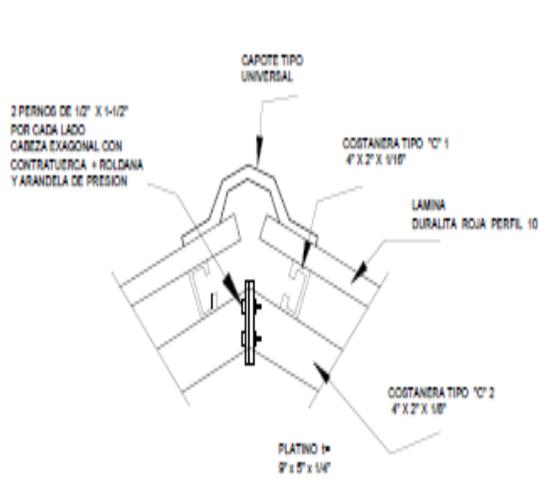
El tendal propuesto tiene capacidad para soportar 17 312 385 kg-m el momento aplicado es de 413,012 kg-m por lo que la sección será de 8" x 4".

Figura 40. **Detalle de unión tendales**

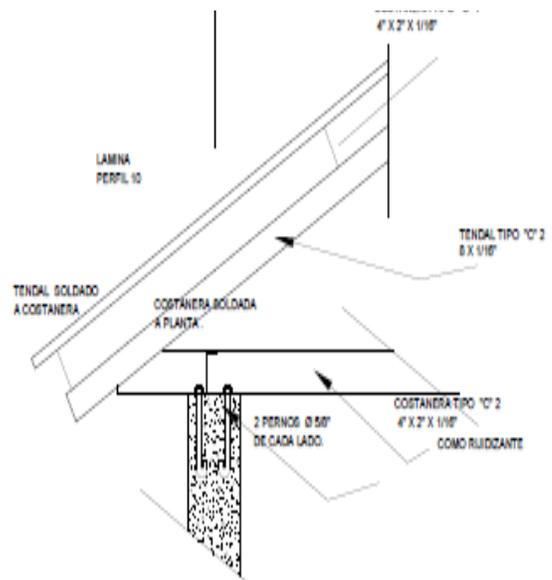


DETALLE DE PLATINA PARA SUJETAR TENSORES

DETALLE DE UNION DE TENDALES



DETALLE DE UNION DE TENDALES



DETALLE DE UNION DE TENDALES

Fuente: elaboración propia.

3.1.9. Diseño del muro

Se diseñará según las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), las cuales recomiendan poner columnas principales con 4 varillas No. 3, con estribos No. 2 a cada 0,20 m a cada 2 m. Así mismo, colocar columnas intermedias a marcos de puertas y ventanas.

Tabla XXI. Criterios de diseño de muros de mampostería

Acero mínimo vertical (A_{sv})	$0,0007 \cdot d \cdot t$
Acero mínimo horizontal (A_{sh})	$0,0013 \cdot d \cdot t$
Área acero mínimo total (A_{st})	$0,002 \cdot d \cdot t$
Longitud del muro (d)	12,20 m
Ancho del pared muro (t)	0,20 m

Fuente: Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas.

Se analizará como muro típico el más crítico en altura y longitud, afectados por la flexión y corte.

3.1.9.1. Diseño a flexión

<p style="text-align: center;">Muro del eje "Y "</p> $A_{sv} = 0,007 \cdot 1220 \cdot 20 = 17,08 \text{ cm}^2.$ $A_{s \text{ varillas No. 4}} = 1,27 \text{ cm}^2$

En el muro de 12,20 m de longitud, se usarán cinco columnas con cuatro varillas de hierro No. 4 en cada columna, 5 columnas (4 varillas No. 4) = $(41,27 \text{ cm}^2) \times 5 = 206,35 > 17,08 \text{ cm}^2$ requeridos.

Muro del eje "X"

$$A_{sv} = 0,007 * 700 * 20 = 9,80 \text{ cm}^2.$$

$$\text{As varillas No. 4} = 1,27 \text{ cm}^2$$

En el muro de 7 m de longitud se usarán columnas con cuatro varillas de hierro No. 4 en cada columna, (4 varillas No. 4) = (4 x 1,27 cm²) x 2 = 10,16 cm² > 9,80 cm² requeridos.

3.1.9.2. Diseño a corte

Muro del eje "Y "

$$A_{sh} = 0,0013 * 1220 * 20 = 31,72 \text{ cm}^2..$$

$$\text{As varillas No. 3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$31,72 / 0,71 = 45 \text{ varillas}$$

Se colocarán 4 soleras con 4 varillas No. 3 cada una, el cimiento corrido, que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal, se colocaran estribos No. 2 a cada 0.20 m.

Muro del eje "X "

$$A_{sh} = 0,0013 * 700 * 20 = 18,20 \text{ cm}^2..$$

$$\text{As} = 0,0013 * 700 * 20 = 18,20 \text{ cm}^2$$

$$18,20 / 0,71 = 26 \text{ varillas}$$

Se colocarán 4 soleras con 4 varillas No. 3 cada una y el cimiento corrido, que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal, se colocaran estribos No. 2 a cada 0,20 m.

3.1.10. Diseño de las columnas

Longitud libre	3,35 m
Sección asumida	(15x20) m
Área bruta sección(Ag)	15*20= 300 cm ²
Área acero mínima	As mín.=0,01*Ag
Carga última	Pu
Resistencia concreto (f'c)	210 kg/cm ²
Resistencia del acero (fy)	2 810 kg/cm ²

$$As_{min} = 0,01 * 15 * 20 = 3 \text{ cm}^2$$
$$Pu = 0,7 * (0,85 * f'c * Ag + As * f_y) = 47 458 \text{ kg}$$

La carga que se aplica a la columna es mucho menor a la carga que ésta soporta. Se propone el uso de 4 varillas No. 4 para refuerzo longitudinal y estribos con varillas No. 3 separados a cada 15 cm.

3.1.11. Diseño de la cimentación

3.1.11.1. Integración de cargas

Se usará el muro de mayor longitud del salón por ser el más crítico, el peso de la estructura es de 26 684,08 kg contribuyendo la mitad al muro del eje, 13 342,04 kg.

$$W_{muerta} = \frac{13\,342,04}{12,20} = 1\,093,61 \text{ kg/m}$$
$$W_{viva} = 80 \text{ kg/m}$$
$$W_{total \text{ última}} = 1,4(W_{muerta}) + 1,7(W_{viva})$$
$$W_{tu} = 1,4(1\,093,61) + 1,7(80) = 1\,667,05 \text{ kg/m}$$

3.1.11.2. Determinación de ancho

Capacidad de soporte neta (f's)	15 t/m ²
Ancho(b)	Wtu/f's

$$b = \frac{1\ 667\ \text{kg}}{15\ 000\ \text{kg/m}^2} = 0,11\ \text{m} \Rightarrow \text{se asume } b = 30\ \text{cm}$$

3.1.11.3. Corte simple

$$f_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210\ \text{kg/cm}^2} = 653\ \text{kg/cm}^2$$
$$f_a = \frac{Wtu}{(b * d)} = \frac{1\ 667\ \text{kg}}{(30 * 20)\ \text{cm}} = 653\ \text{kg/cm}^2 \Rightarrow d = \text{correcto} = 20\ \text{cm}$$

3.1.11.4. Diseño a flexión

Se asumirá la sección rectangular donde h=20 cm y b=30 cm, Wtu=1 667 kg

$$W = \frac{1\ 667\ \text{kg}}{0,3\ \text{m}} = 5\ 557\ \text{kg/m}$$
$$M = \frac{W * L^2}{2} = \frac{5\ 557\ \text{kg/m} * 0,175^2}{2} = 85\ \text{kg - m}$$

Refuerzo:

Mu	85 kg-m
As/varilla	0,71 cm ²

$$\delta_{\min} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2810} = 0,005 \text{ cm}^2$$

$$\delta = \frac{A_s}{b * d} \Rightarrow A_s = \delta * b * d = 3 \text{ cm}^2 > 0,005 \text{ cm}^2$$

$\delta=3 \text{ cm}^2 / (0,71 \text{ cm}^2 / \text{varillas}) = 4,2$ varillas, se usarán 4 varillas No. 3 con estribos No. 2 a cada 0,20 m.

3.1.11.5. Diseño de la zapata

En las columnas típicas, de sección 0,15 m x 0,20 m se colocará zapatas para reforzar las estructuras.

3.1.11.6. Carga de la columna crítica

Muro	120,20 m
Peso estructura modular	2 224 kg
Columnas principales	12
Carga por columna	26 684/12=2 224 kg/zapata

Se utilizarán zapatas de 0,50 m x 0,50 m x 0,20 m

$$W_{\text{zapata}} = 0,5 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 120 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,15 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 3,85 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 277 \text{ kg}$$

3.1.11.7. Carga por columna

P = 2224 kg

$$W_{\text{totalsobresuelo}} = W_{\text{zapata}} + W_{\text{columna}} + P = 120 \text{ kg} + 277 \text{ kg} + 2224 \text{ kg} = 2621 \text{ kg}$$

Área de zapata requerida:

$$A = \frac{W_{total}}{f's} = \frac{2\,621 \text{ kg}}{15\,000 \text{ kg/m}^2} = 0,175 \text{ m}^2 < 0,25 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{correcto}$$

Verificando el peralte de la zapata

$$d = \frac{\sqrt{M}}{Rb} \Rightarrow M = 50 * W * L * c^2$$
$$c = \frac{L \quad a}{2} = \frac{(0,50 \quad 0,20)}{2} = 0,15 \text{ m}$$
$$W = \frac{P}{A} \Rightarrow P = 277 + 2\,224 = 2\,501 \text{ kg}$$
$$W = \frac{2\,501 \text{ kg}}{0,25 \text{ m}^2} = 10\,004 \text{ kg/m}^2$$
$$M = 50 * (10\,004 * 0,5 * 0,2) = 55\,022 \text{ kg} \quad \text{m}$$

Los coeficientes para:

$$R = 15,94 \quad b = 50 \text{ cm} \quad j = 0,872$$

$$d = \frac{\sqrt{55\,022 \text{ kg} \cdot \text{m}}}{(15,94 * 50)} = 8,30 \text{ cm}$$

$d = 8,30 < 20 \text{ cm}$ por lo que el espesor asumido es correcto. Se colocarán varillas No. 4 a cada 15 cm de ambos sentidos.

3.1.12. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica consistirá en un circuito de iluminación con 5 lámparas de 120 watts, tipo industrial, y un circuito de fuerza para tomacorrientes, la cantidad de lámparas se distribuyeron según el espacio del salón.

3.1.13. Instalaciones hidráulicas

El salón comunal cuenta con un circuito que conduce las aguas negras de los artefactos hacia el colector municipal. El agua potable está distribuida en dos servicios sanitarios uno para damas y el otro para caballeros.

3.1.14. Elaboración de planos

Los planos constituyen, junto al presupuesto, los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto, los planos realizados son: planta arquitectónica y acotada, planta de armado de techo, fachada, secciones y detalles, instalaciones sanitarias e hidráulicas y por último planta de instalaciones hidráulicas y electricidad

3.1.15. Elaboración de presupuesto

Para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de materiales y la mano de obra necesaria para la construcción del edificio escolar. Los precios de materiales como los de mano de obra se establecieron de acuerdo al lugar, sin embargo la misma queda sujeta a cambios de precios. Los criterios utilizados para la integración del presupuesto son:

- La cantidad de pedrín, arena y cemento se calculó por metro cúbico de fundición
- El costo de la mano de obra calificada y no calificada fue asignado por la municipalidad
- La cuantificación de la mano de obra se realizó de forma unitaria

El costo directo total se obtiene al sumar los siguientes renglones:

- Costo de materiales
- Costo de mano de obra calificada y no calificada
- Costo de herramienta y equipo
- Costo de maquinaria

Los costos indirectos se obtienen al sumar:

- Los gastos administrativos
- Los impuestos (Impuesto al Valor Agregado, Impuesto Sobre la Renta, Impuesto a Empresas Mercantiles y Agropecuarias)
- Imprevistos

El costo total, es la suma de los costos directos e indirectos con sus porcentajes aplicados.

3.1.15.1. Resumen presupuesto

En la elaboración del presupuesto se aplicaron los mismos criterios que para el proyecto del edificio escolar.

Tabla XXII. **Presupuesto**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO Q	TOTAL Q
Cemento	Saco	400	62,00	24 800,00
Arena	m ³	60	180,00	10 800,00
Piedrín	m ³	45	275,00	12 375,00
Block 0.19x0.19x0.39 m	Unidad	1 950	3,50	6 825,00

Continuación tabla XXII.

Hierro de ¼"	Varillas	110	22,40	2 464,00
Hierro corrugado de 3/8"	Varillas	121	40,00	4 840,00
Hierro corrugado de ½"	Varillas	26	63,00	1 638,00
Alambre de amarre	Quintal	3	55,00	165,00
Tabla de 9' de largo	Docena	2	540,00	1 080,00
Reglas de 9' de largo	Docena	2	270,00	540,00
Cal hidratada	Bolsa	230	35,00	8 050,00
Piso cerámico 0.31X0.31 m	m ²	84	110,00	9 240,00
Canal de lamina galvanizada	m	20	75,00	1 500,00
Puerta de metal	Unidad	4	865,00	3 460,00
Hierro liso solido de ½"	Barra	22	55,00	1 210,00
Costanera tipo C 2"x4"x1/16"	Unidad	20	220,00	4 400,00
Costanera tipo C 4"x8"x1/16"	Unidad	9	275,00	2 475,00
Pintura anticorrosiva	Galon	15	225,00	3 375,00
Tornillos de 1" autorroscante	Unidad	250	0,80	200,00
Lámina perfil 10 de 6'	Unidad	37	108,00	3 996,00
Interruptores de 3 vias	Unidad	8	15,00	120,00
Lámpara tipo industrial 2x40W	Unidad	8	160,00	1 280,00
Plafonera sencilla	Unidad	8	12,50	100,00
Tomacorrientes triple	Unidad	8	15,00	120,00
Poliducto de 1"	m	25	0,95	23.75
Alambre eléctrico #10	m	40	4,50	180,00
Alambre eléctrico #12	m	40	2,80	112,00
Cable #6 para acometida	m	10	15,00	150,00
Artefactos sanitarios	Unidad	4	850,00	3 400,00
Tubería pvc de ½" de 315psi	Tubo	6	28,00	168,00
Tubería pvc de 4" drenaje 160psi	Tubo	10	429,30	4 293,00
Accesorios para agua potable	Global	1	530	530,00
Accesorios para drenaje	Global	1	550,00	550,00.
TOTAL EN MATERIALES				114 459,75

Continuación tabla XXII.

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO Q	TOTAL Q
Limpieza del terreno	m ²	85,4	7,00	597,5
Trazo y nivelación	m	38,4	7,00	268,80
Armadura para zapata	m ²	8	15,00	120,00
Fundición de zapatas	m ²	8	35,00	280,00
Armadura para cimiento	M	38,4	15,00	576,00
Fundición de cimiento	m	38,4	15,00	576,00
Armadura para columna	m	70	25,00	1 750,00
Formaleteado de columnas	m	70	25,00	1 750,00
Fundición de columnas	m	70	40,00	2 800,00
Levantado de block	m ²	150	35,00	5 250,00
Armadura de soleras	m	115	20,00	2 300,00
Formaleteado de soleras	m	115	12,00	1 380,00
Fundición de soleras	m	115	35,00	4 025,00
Desencofrado de soleras	m	115	12,00	1 380,00
Armadura para cenefa	m	38,4	15,00	576,00
Fundición de cenefa	m	38,4	27,00	1 036,8
Desencofrado de cenefa	m	38,4	8,00	307,20
Picado, repello y cernido	m	38,4	5,00	576,00
Colocación de piso	m ²	132	50,00	6 600,00
Fundición de piso de concreto cernido	m ²	132	40,00	5 280,00
Colocación de puertas	Unidad	4	150,00	600,00
Instalación eléctrica	Global	1	4 500,00	4 500,00
Instalación de techo y hechura de armadura	Global	1	2 000,00	2 000,00
Instalaciones sanitarias	Global	1	1 860,00	1 860,00
Instalaciones hidráulicas	Global	1	279,00	279,00

Continuación tabla XXII.

PRESTACIONES				2 276,73
TOTAL MANO OBRA				59 195,03
TOTAL COSTOS DIRECTOS				173 654,78
COSTOS ADMINISTRATIVOS				52 096,43
IMPREVISTOS				8 682,74
IMPUESTOS				39 853,77
TOTAL				274 287,71

Fuente: elaboración propia.

3.1.16. Estudio de impacto ambiental

3.1.16.1. Impacto ambiental no significativo

Es un estudio que realiza por medio de una visita de observación al sitio propuesto, por parte de técnicos en la materia aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente el ambiente. El criterio debe basarse en proyectos de tamaños similares, localización y otros indicadores que se consideran pertinentes.

3.1.16.2. Impacto ambiental significativo

Estas evaluaciones se podrán desarrollar en dos fases:

Fase preliminar o de factibilidad que debe contar con:

- Datos de la persona interesada, individual o jurídica
- Descripción del proyecto y escenario ambiental (natural, social y humano)

- Principales impactos y medidas de mitigación
- Sistema de disposición de desechos
- Plan de contingencia
- Plan de seguridad humana
- Otros datos que se consideren necesarios

Fase completa: generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio, lo más completo posible que, además de lo establecido en la fase preliminar, deberá de responder a las siguientes interrogantes.

- a. ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b. ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucederán?
- c. ¿Qué importancia tiene los cambios?
- d. ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- e. ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f. ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Toda la autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente.

3.1.16.3. Impactos y medidas de mitigación

Para la construcción de un puente, los impactos generados se consideran poco significativo por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener: información básica, establecer con suficiente nivel de detalle los impactos negativos previstos y sus medidas de mitigación propuestas con su respectivo costo.

CONCLUSIONES

1. El diseño y la construcción de un instituto tecnológico es necesario debido a la creciente población estudiantil de nivel medio.
2. La ejecución de este proyecto logrará aumentar el número de edificios educativos en el municipio de Camotán, constituirá el primer tecnológico en el municipio. Descentralizará la educación media en la cabecera departamental.
3. Mejorará el desarrollo económico, cultural e intelectual en el municipio con la educación técnica y capacitación en oficios, reduciendo con esto los índices de deserción escolar a nivel medio.
4. Este proyecto brindará a los jóvenes del municipio de Camotán instalaciones aptas y cómodas para su preparación, porque el diseño en conjunto cuenta con todas las instalaciones necesarias para el buen desempeño intelectual, cultural, deportivo y técnico, ya que se tomaron en consideración las principales normas de diseño y construcción para edificios escolares e institutos tecnológicos.
5. El impacto ambiental es mitigable, si se toman en consideración aspectos de diseño sanitario.

RECOMENDACIONES

1. Seguir dando continuidad al programa de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos con la Municipalidad de Camotán, para que la misma pueda recibir el apoyo técnico que tanto necesita, para el desarrollo de proyectos de infraestructura y salubridad que van en beneficio del municipio.
2. La municipalidad debe gestionar los fondos con las entidades respectivas para la ejecución del presente proyecto, porque según investigación diagnóstica realizada en el municipio de Camotán, aldea El Rodeo y aldeas cercanas, fue prioridad por parte de los vecinos elevar los índices de educación con la creación de un instituto tecnológico.
3. Para garantizar la durabilidad y buen funcionamiento de los edificios se deben respetar y cumplir las especificaciones, dimensiones, así como la utilización de materiales de buena calidad en la ejecución del presente proyecto.
4. Los costos de construcción quedarían reducidos si la municipalidad en conjunto con la comunidad, proveen de la mano de obra para la ejecución del proyecto.
5. Supervisión técnica constante al momento de ejecución del presente proyecto.
6. Brindar el mantenimiento adecuado a los edificios después de construído, para prolongar su vida útil y su tiempo de servicio.

7. En lo relacionado al impacto ambiental se recomienda que se manejen con responsabilidad y adecuadamente los desechos y residuos sólidos que produzca el tecnológico, de tal forma que no provoque problemas al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIERÍA SÍSMICA Y ESTRUCTURAL. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. AGIES NR-3. 2002. Guatemala: AGIES, 2002. 325 p.
2. COMITÉ 318 DEL INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO. *American concrete Institute*. ACI-318S-2005. 2005. Estados Unidos (Ca): ACI, 2005. 490 p.
3. ESTRADA ILLESCAS, Julio Aníbal. “Diseño de edificio escolar de dos niveles, aldea Paquip y Salón de usos múltiples, aldea El Tesoro, municipio de Tecpán, Guatemala”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2004. 150 p.
4. McCORMAC, Jack C. *Diseño de estructuras de acero*. 2a ed. México: Editorial Alfa Omega, 2002. 704 p.
5. MÉNDEZ RAMOS, Ligia Milithza. “Diseño de edificio escolar de dos niveles aldea Nuevo San Antonio y sistema de abastecimiento de agua potable aldea Chiquival Viejo, municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2004. 186 p.

6. MINISTERIO DE EDUCACIÓN, DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA. *Criterios normativos para el diseño de edificios escolares*. 1a ed. Guatemala: MINEDUC, 1978. 285 p.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: Editorial McGraw Hill, 2005. 722 p.
8. PIRALLA, MELI. *Diseño estructural*. 2a ed. México: Editorial Limusa, 2006. 596 p.

ANEXO

Cálculo de dosificación de materiales para elaborar un metro cúbico de mortero con cemento, arena y pedrín

$$N = \frac{100}{1.1ns + (p - 0.9ns v)}$$

N = Número de sacos de cemento por m³

n = Número de litros de arena por sacos = 33

s = Partes de arena por una de cemento = Proporción

v = % de vacíos en la arena seca = 0.40

p = Número de litros de lechada por saco de cemento = 38.5

Proporción	cemento kg/m ³	desperdicio cemento	cemento total	arena m ³	agua m ³
1:2	572,5	10	582,5	0,996	0,268
1:3	447,5	10	457,5	1,109	0,252
1:4	344,5	10	354,5	1,179	0,243
1:5	275,5	10	285,5	1,224	0,237
1:6	229,5	10	239,5	1,256	0,233
1:7	197,0	10	207,0	1,279	0,229
1:8	172,0	10	182,0	1,298	0,227

Cálculo de dosificación de materiales para elaborar un metro cúbico de mortero con plasto cemento, arena y pedrín

Proporción	plasto cemento+ 2% kg/m ³	arena + 2% m ³	agua m ³
1:2	442	0,981	0,298
1:3	330	1,101	0,274
1:4	265	1,177	0,261
1:5	220	1,227	0,252
1:6	190	1,262	0,245
1:7	165	1,288	0,241
1:8	147	1,309	0,237

Cálculo de dosificación de materiales para elaborar un metro cúbico de mortero con cal hidratada, arena y pedrín

Proporción	plasto cemento+	arena + 2% m ³	agua m ³
1:2	343	0,981	0,305
1:3	256	1,098	0,279
1:4	206	1,175	0,266
1:5	171	1,224	0,256
1:6	147	1,260	0,249
1:7	129	1,286	0,243

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, apéndices, p. 674.

Cálculo de varillas y quintales para el acero de refuerzo

Varilla No.	Diámetro pulgadas	Varilla de 20' por quintal	Porcentaje desperdicio	Factor de conversión de cantidad de varillas a quintales
2	1/4	30	1,08	0,033 4
3	3/8	13	1,13	0,075 2
4	1/2	7	1,18	0,133 6
5	5/8	5	1,20	
6	3/4	3	1,23	
7	7/8	2	1,27	
8	1	2	1,30	
9	1 1/8	1		
10	1 1/4	1		

Recubrimiento mínimo para protección de refuerzo de acero

Estructuras expuestas a contacto contra el suelo, fundidas con formaleta	0,050 m
Columnas	0,030 m
Vigas	0,030 m
Losas	0,020 m
Soleras y mochetas	0,025 m

Resistencias (esfuerzos) según grado para acero de refuerzo

Norma ASTM	GRADOS	Esfuerzo mínimo de fluencia (psi)	Esfuerzo mínimo a tensión (psi)
A-615	40	40	70
	60	60	90
A-616	50	50	80
	60	60	90
A-706	60	60	80

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, apéndices, p. 674.

Datos técnicos sobre concreto

Tipo	proporción (volumen)			bolsas cemento	arena m ³	grava m ³	agua litros	resistencia kg/m ²
	cemento	arena	piedrin					
1	1	1,5	1,5	12,60	0,53	0,55	226	303
2	1	1,5	2,0	11,30	0,48	0,64	221	270
3	1	1,5	2,5	10,10	0,43	0,71	216	245
4	1	1,5	3,0	9,30	0,34	0,79	207	230
5	1	2,0	2,0	9,80	0,55	0,55	227	217
6	1	2,0	2,5	9,10	0,51	0,64	226	195
7	1	2,0	3,0	8,40	0,47	0,71	216	165
8	1	2,0	2,5	7,80	0,44	0,76	212	164
9	1	2,0	4,0	7,30	0,41	0,82	211	140
10	1	2,5	2,5	8,30	0,58	0,58	232	156
11	1	2,5	3,0	7,60	0,54	0,65	222	147
12	1	2,5	3,5	7,20	0,51	0,71	220	132
13	1	2,5	4,0	6,70	0,48	0,77	218	118
14	1	3,0	4,0	6,30	0,53	0,71	224	94
15	1	3,0	5,0	5,60	0,47	0,79	215	80

Carreta común de metal: Tomando como referencia las dimensiones que tiene una carreta común utilizada en obra nos da que el volumen de material llenada al ras de la carreta es de aproximadamente 2.33 pies³ de volumen aparente.

Equivalencias importantes:

1 bolsa de cemento tiene un volumen de 1 ft³

1 bolsa de cemento tiene 42,7 kg o 94 lb

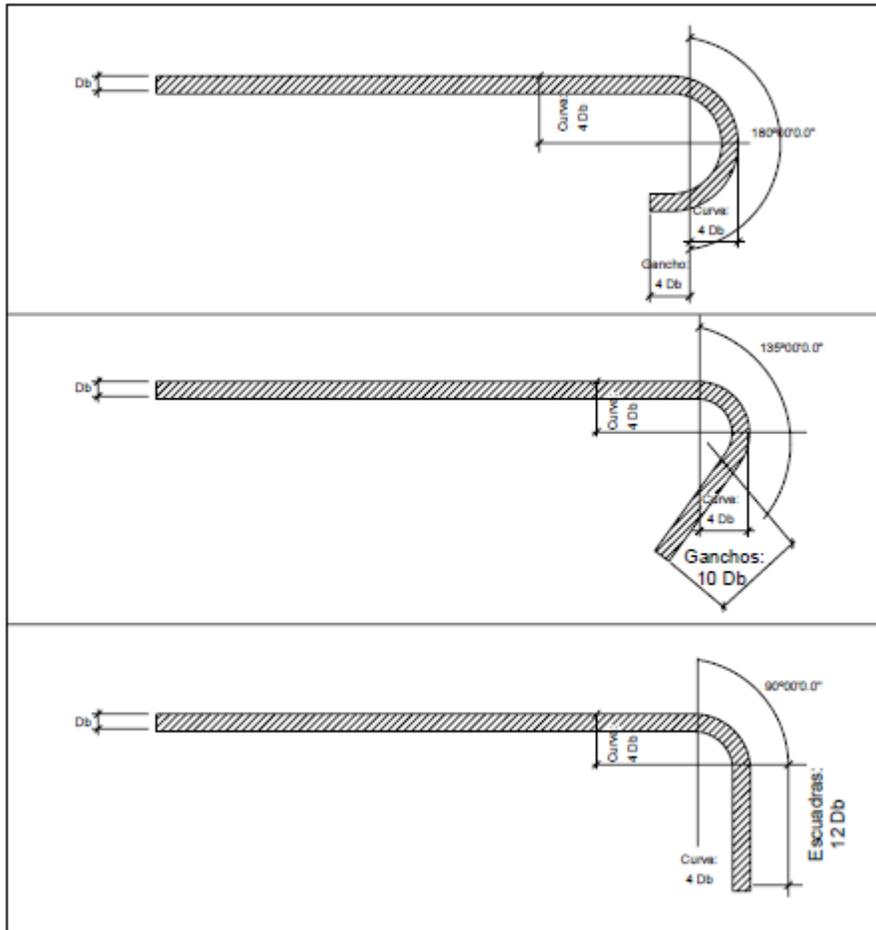
1 bolsa de cal hidratada tiene 25 kg

- Concretos de alta resistencia: 200 a 300 kg/cm²
- Concretos de resistencia media: 140 a 200 kg/cm²
- Concretos de baja resistencia: 75 a 140 kg/cm²

Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, apéndices, p. 674.

Traslapes, anclajes y dobleces para el acero de refuerzo

Traslapes, anclajes y dobleces para el acero de refuerzo				
No. Barra (in)	traslape columnas	traslape vigas y losas	anclaje Ld	escuadra soporte
3 (3/8")	0,30	0,40	0,30	0,15
4 (1/2")	0,40	0,60	0,40	0,20
5 (5/8")	0,50	0,70	0,50	0,25
6 (3/4")	0,60	0,80	0,60	0,30



Fuente: Arthur H. Nilson. **Diseño** de estructuras de concreto, apéndices, p. 674.

Datos técnicos sobre la mampostería

Ladrillos de barro:

Material	Elemento	Dimensión ladrillo	Forma de colocación	unidades por m ²	m ³ Mortero/m ²
barro	ladrillo	0,065x0,11x0,23	punta	112	0,045
			soga	56	0,018
			punta y soga	112	0,052
			canto	35	0,007
		0,065x0,11x0,29	punta	112	0,056
			soga	45	0,017
			canto	28	0,007
		0,065x0,14x0,23	punta	89	0,041
			soga	56	0,023
			canto	28	0,006
		0,065x0,14x0,29	punta	89	0,052
			soga	45	0,022
			canto	28	0,064
			punta y soga	89	0,060

Material	Dimensión	Forma de colocación	unidades por m ²	m ³ Mortero/m ²
barro piedra pómez	0,15x0,20x0,40	punta	30	0,048
		soga	12	0,012
	0,10x0,20x0,40	punta	44	0,060
		soga	12	0,008
	0,20x0,20x0,40	punta	23	0,040
		soga	12	0,016

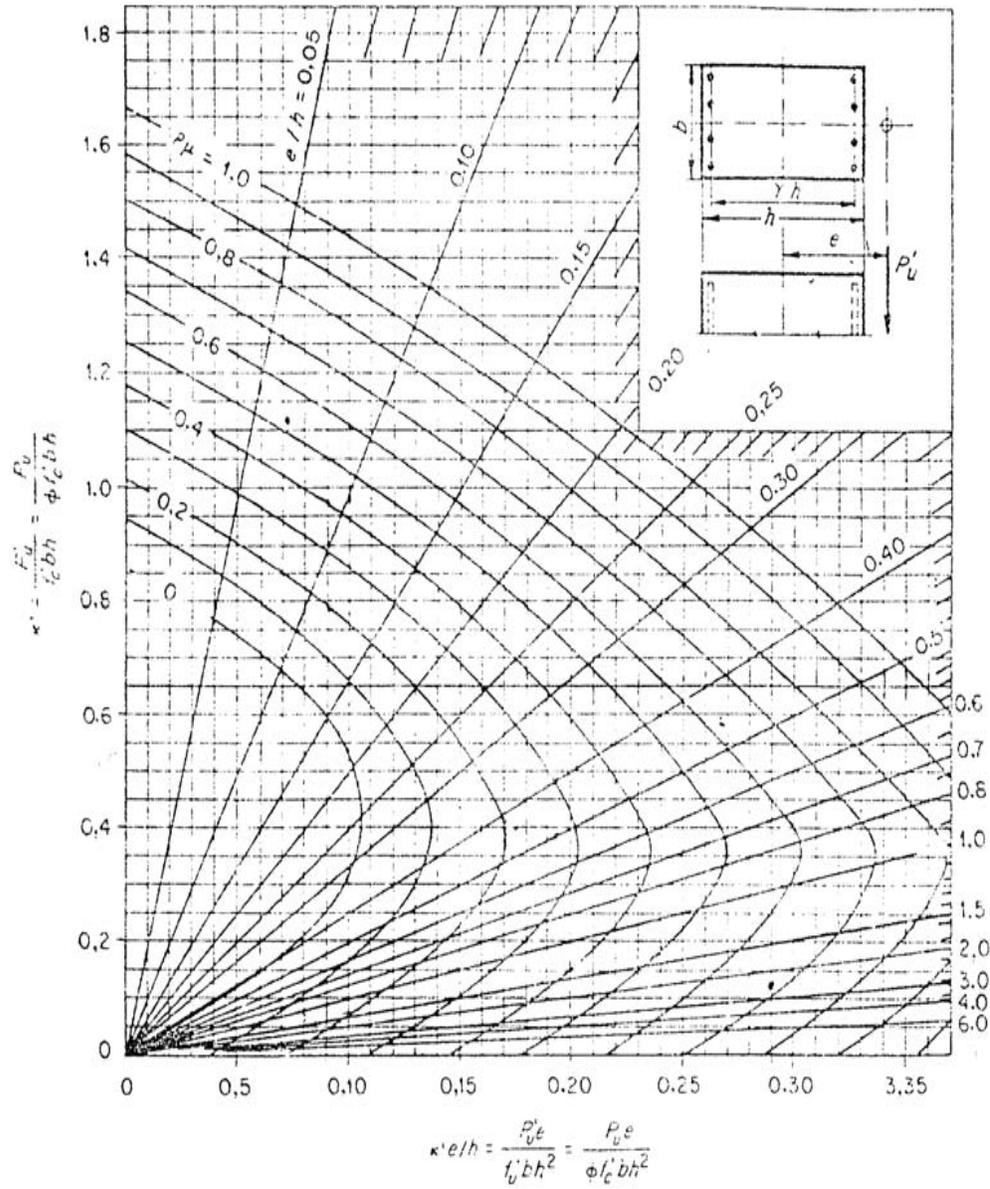
Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, apéndices, p. 674.

Cargas vivas en edificaciones

Tabla Cargas vivas en edificaciones, AGIES NR-2:2000 Tipo de ocupación o uso	kg/m ²
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escalera públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión con asientos fijos	300
sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas zonas de circulación	500
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas área de lectura	200
depósito de libros	600
Almacenes minoristas	350
mayoristas	500
Estacionamientos y garajes automóviles	250
rampas de uso colectivo	750
corredores de circulación	500
cargas pesadas	1200

Fuente: AGIES. Normas AGIES NR-2:2000, cuadro 8,1

Diagrama de interacción de columnas

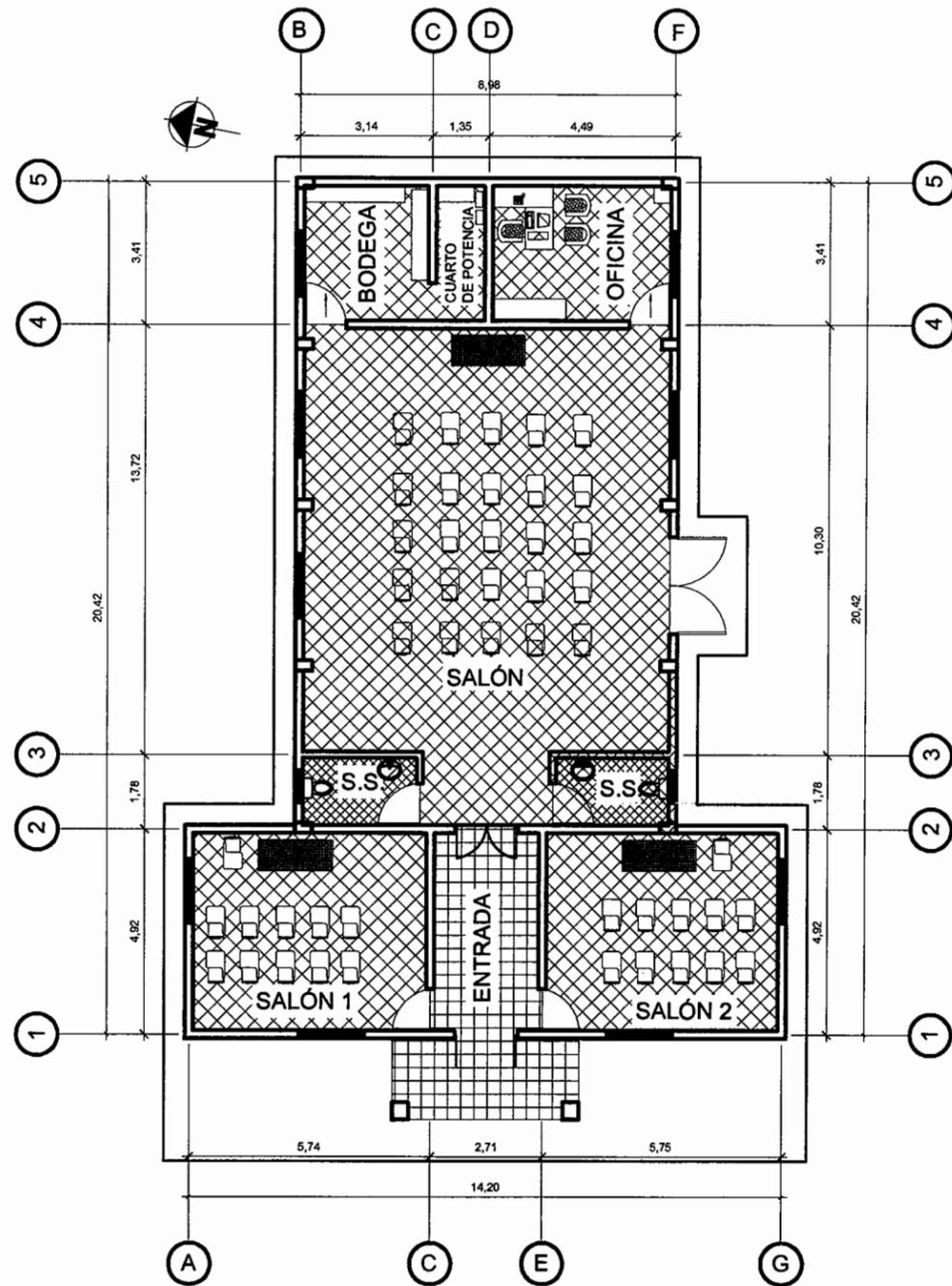


Fuente: Arthur H. Nilson. Diseño de estructuras de concreto, Apéndices. p. 674.

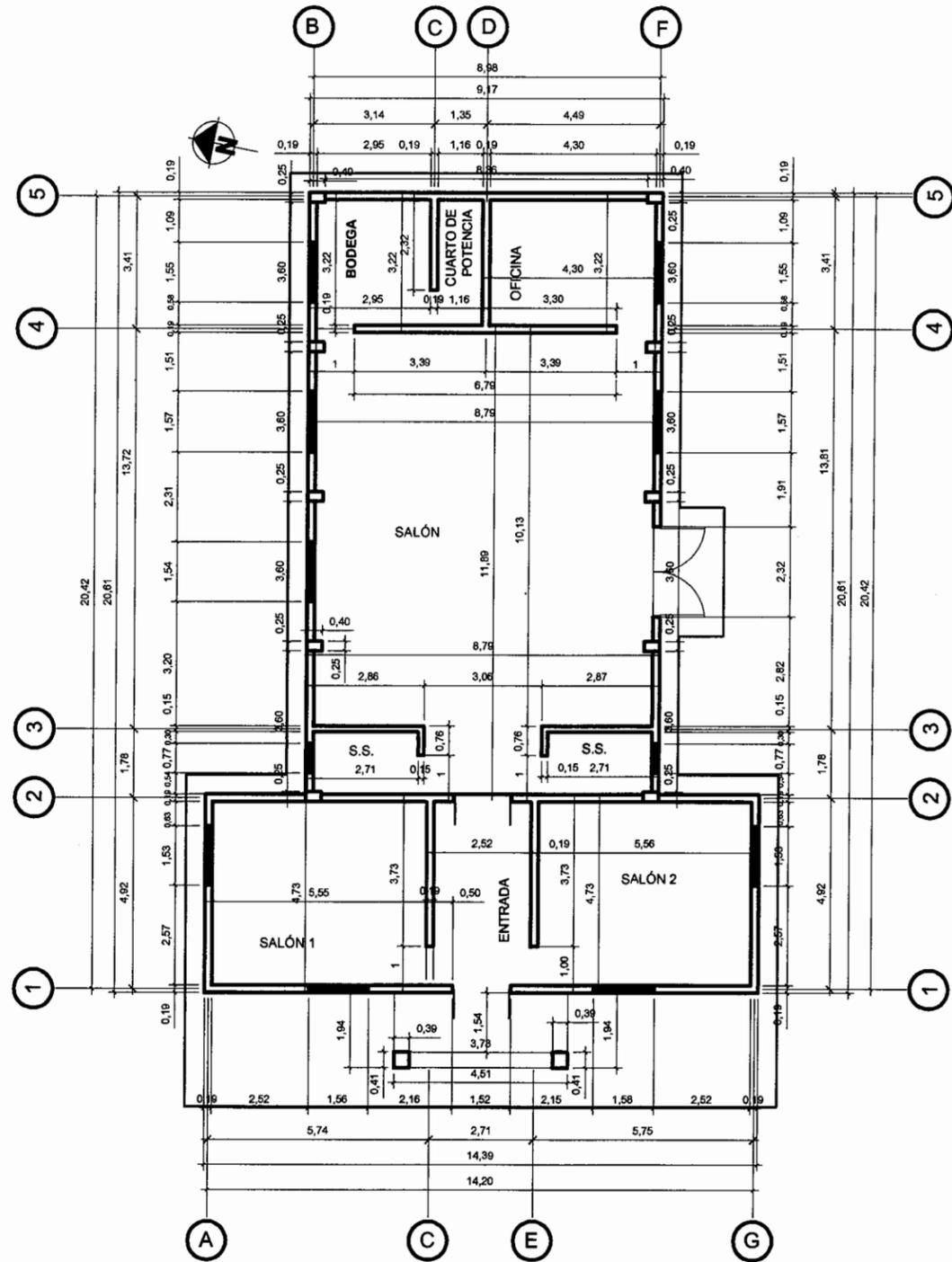
Cronograma físico-financiero edificio escolar de dos niveles										
No.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U Q	TOTAL Q	1	2	3	4	5
1	Guardianía	m ²	1 100	15,58	17 136,36					
2	Preliminares corte de terreno	m ³	804	146,16	117 509,56					
OBRA GRIS										
3	Zapata Z-1 DE 1,50 X 1,50 m x 0,50 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,14 m	U	66	5 402,54	356 567,70					
4	Zapata Z-2 DE 1,00 X 1,00 m x 0,50 m con dos camas de acero No. 6 @ 0,14 m	U	2	7 037,41	14 074,81					
5	Cimiento corrido CC-1 de 0,45 x 0,25 m. + refuerzo de 3 de 3/8" + esl. 1/4" @ 0,20 m	m	309,88	461,99	143 161,38					
6	Cimiento corrido CC-2 de 0,45 x 0,25 m. + refuerzo de 3 de 3/8" + esl. 1/4" @ 0,20 m	m	22,36	467,07	10 443,74					
7	Columna C-1 de 0,50 x 0,50 m con 8 No. 8 + est. No. 3 @ 0,20 m	m	508,20	1 121,17	569 778,59					
8	Columna C-2 de 0,30 x 0,30 m con 4 No. 3 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	10	940,93	9 409,30					
9	columna C-3 de 0,20 x 0,10 m con 2 No. 3 + esl. No. 2 @ 0,15 m	m	731,50	209,17	153 007,86					
10	Solera S-1(de humedad) 0,14 X 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	364,24	178,28	64 936,71					
11	Solera S-2 de 0,14 x 0,20 m con 4 No. 4 + est. No. 2 @ 0,15 m	m	760	202,43	153 846,80					
12	Viga V-1 4 No. 6 + est @ 0,10 m en extremos y al centro y el resto @ 0,25 m	m	601,80	2 199,72	1 323 789,64					
13	Muro con block pómez de 14x19x39 cm x 35 Kg/cm ² , pineado	m ²	1 750,50	238,18	416 934,09					
14	Losa de concreto armado t= 0,15 m + voladizos	m ²	1 771,71	583,01	1 032 929,81					
15	Modulo de gradas de comunicación hacia segundo nivel	modulo	2	34 000,00	68 000,00					
ACABADOS										

Continuación tabla cronograma físico y financiero de edificio escolar.

16	Piso de concreto patio planchas de 1,50x1,50 m f'c 3 000 psi, t=10 cm	m ²	400,50	203,33	81 433,67						
17	Piso granito color gris (incluye pasillos)	m ²	1 464,43	285,12	417 538,28						
18	Piso cerámico antideslizante + base de concreto f'c 2 000 psi para servicios sanitarios	m ²	135,00	303,63	40 990,05						
19	Puerta P-1 metálica de 1,20 x 2,20 m	unidad	8	2 959,13	23 673,01						
20	Puerta P-2 metálica de 0,90 x 2,20 m	unidad	21	2 497,70	52 451,61						
21	Puerta P-3 metálica de 0,80 x 1,90 m	unidad	18	2 455,19	44 193,41						
22	Ventaneria de vidrio de 5 mm Y marcos de aluminio.	m ²	144	737,66	106 223,04						
	INSTALACIONES										
23	Acometida eléctrica, (poste de concreto de 0,25 x 0,25 x 3,00 m, con 4 No.3 + est. No. 2 @ 0,15 m + zapata de 0,90 x 0,90 x 0,20 m con 6 No. 3 @ 0,15 m)	unidad	1	7 727,23	7 727,23						
24	Instalaciones eléctricas iluminación y fuerza	unidad	291	442,34	128 720,94						
25	Instalación interior para red de abastecimiento de agua potable	m	366	138,41	50 656,97						
26	Instalación sanitaria de drenaje	m	258	103,62	26 733,96						
27	Cajas de drenaje sanitario	unidad	11	2 300,02	25 300,22						
28	Instalación interior para red de agua pluvial con pvc de 3"	m	138	119,58	16 502,31						
29	Cajas de registro para drenaje pluvial	unidad	14	2 105,26	29 473,64						
30	Cuneta rectangular de 0,50 m de ancho con 0,10 m de espesor y altura variable según niveles + rejilla metálica de tubo proceso de 3/4"	m	74	790,63	58 506,73						
	TOTAL				5 561 651,41						



PLANTA AMUEBLADA
ESCALA: 1/75



PLANTA ACOTADA
ESCALA: 1/75



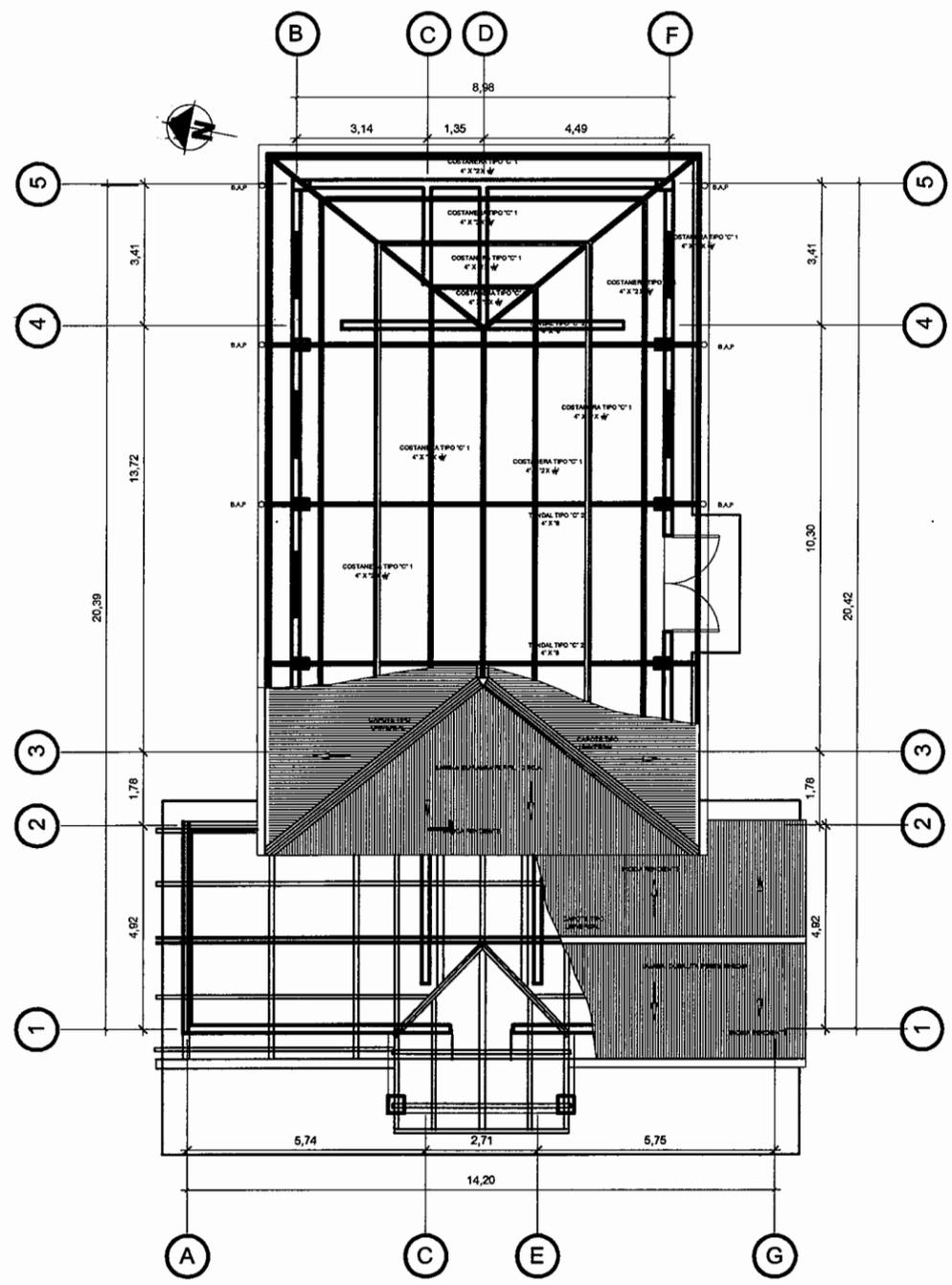
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN
CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA Y
PLANTA ACOTADA

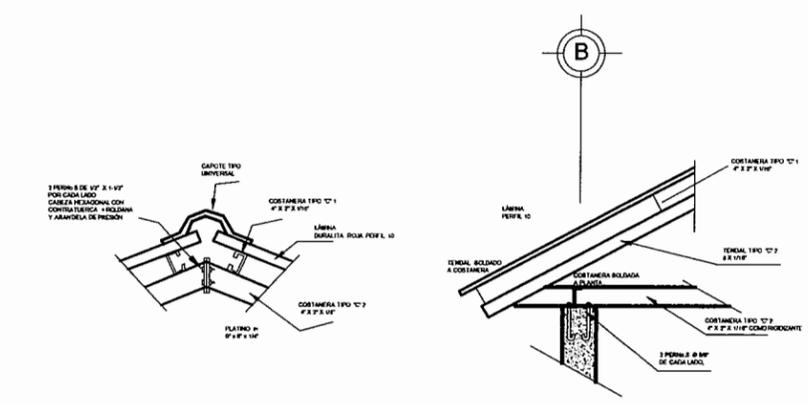
DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARBAS NAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARBAS NAJERA	ESCALA: INICIAL	HOJA: 1
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARBAS NAJERA	FECHA: AGOSTO 2010	7

Vo, Bo,

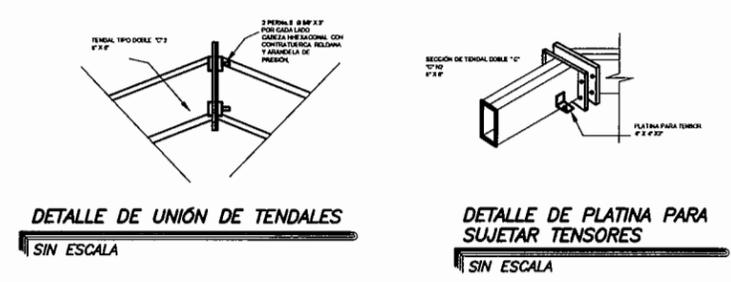
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHOAETA



PLANTA DE ARMADO DE TECHOS
 ESCALA: 1/75

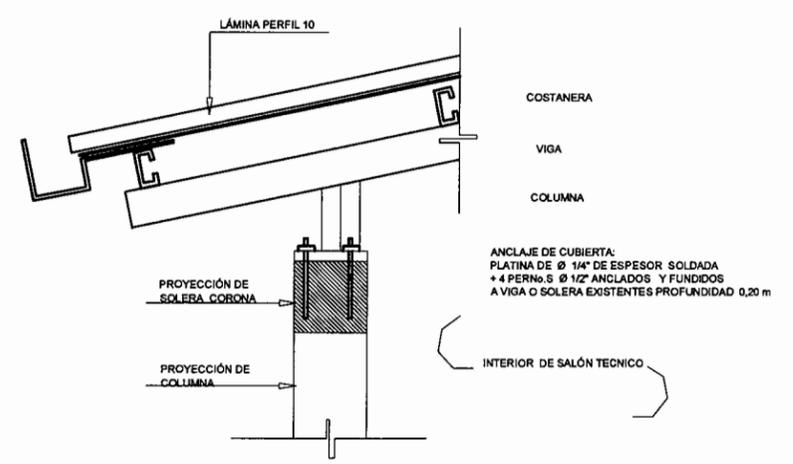


DETALLE DE UNIÓN DE TENDALES
 SIN ESCALA



DETALLE DE UNIÓN DE TENDALES
 SIN ESCALA

DETALLE DE PLATINA PARA SUJETAR TENSORES
 SIN ESCALA



DETALLE DE TECHOS
 SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

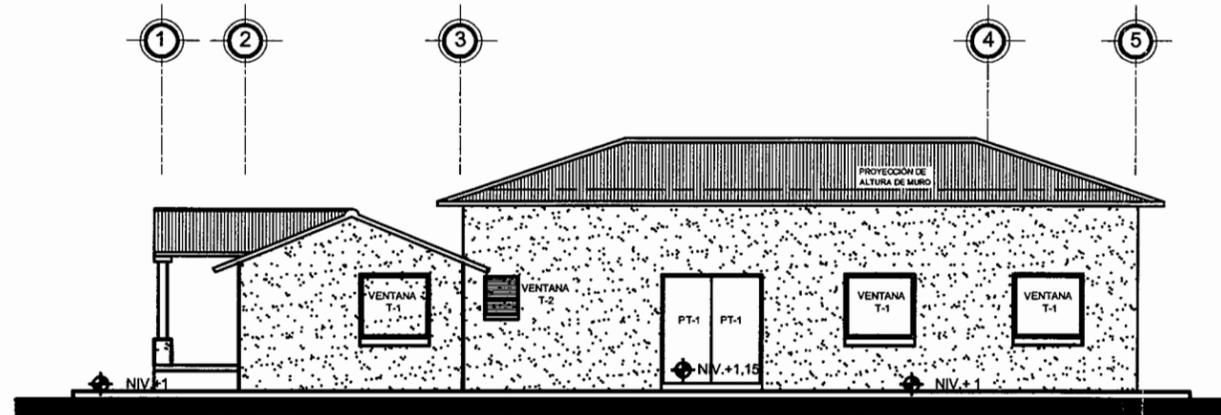
PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
 ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN

CONTENIDO: PLANTA DE ARMADO DE TECHOS Y DETALLES

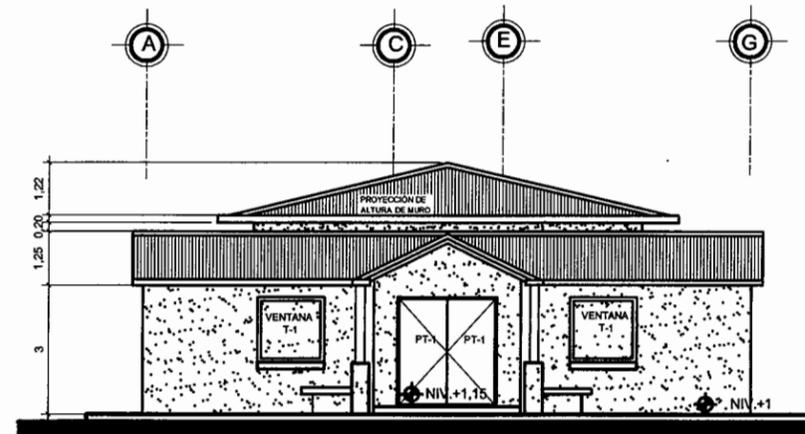
DISEÑO: ING. ANTONIO ARIAS HALEJA	CALCULO: ING. ANTONIO ARIAS HALEJA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 2
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ING. ANTONIO ARIAS HALEJA	FECHA: AUGUSTO 2010	7

Vo, Bo,

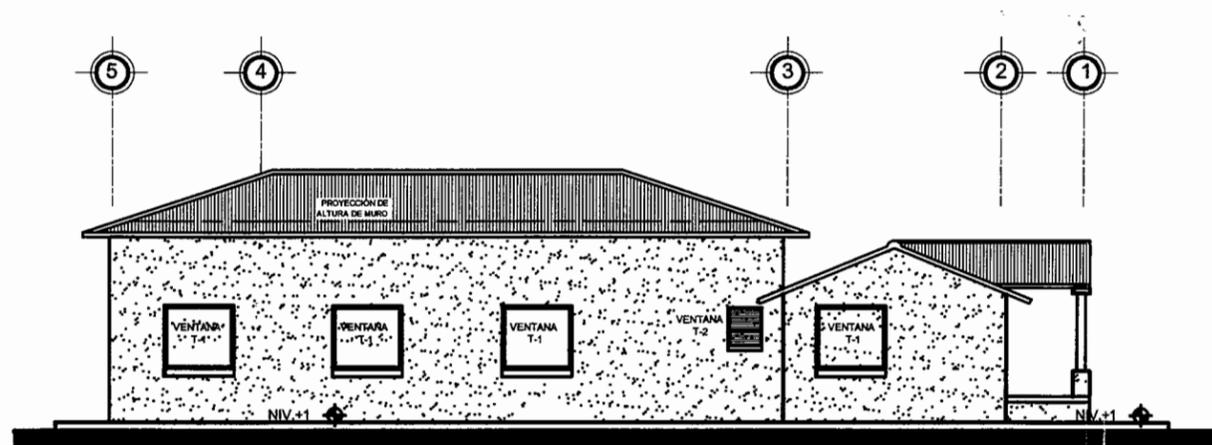
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA SCHAETA



FACHADA LATERAL DERECHA
ESCALA 1 / 75



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1 / 75



FACHADA LATERAL IZQUIERDA
ESCALA 1 / 75



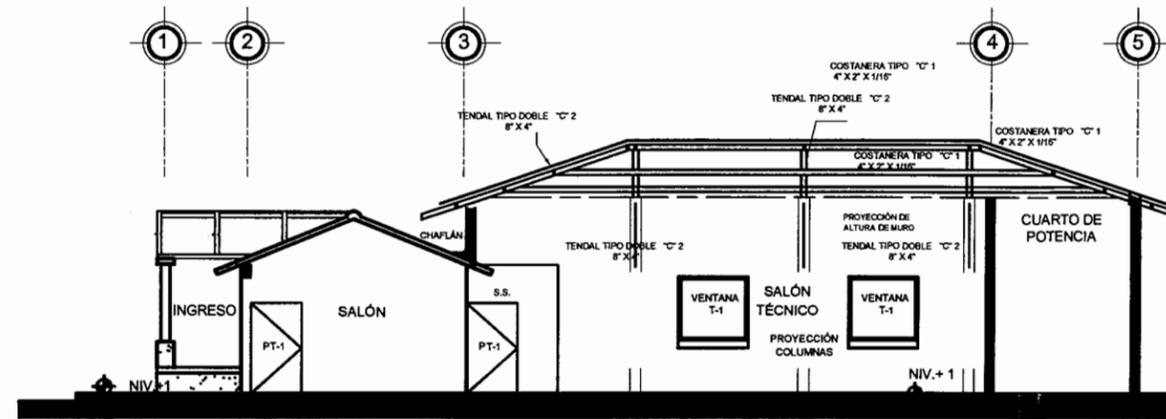
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN

CONTENIDO: FACHADAS

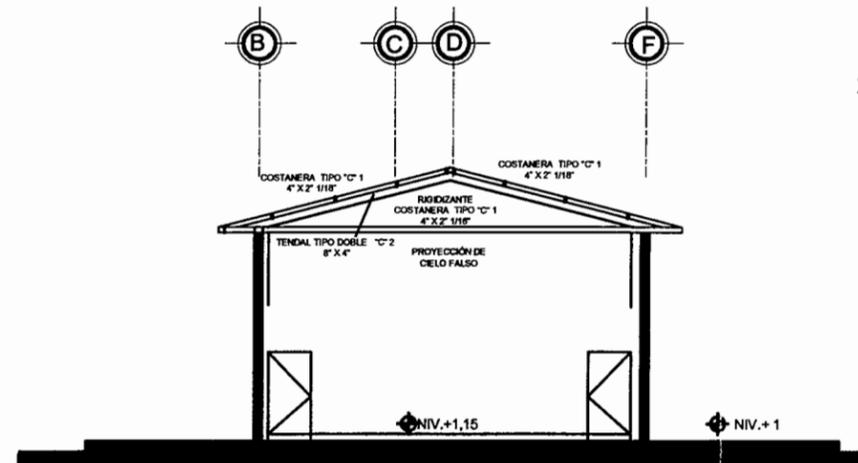
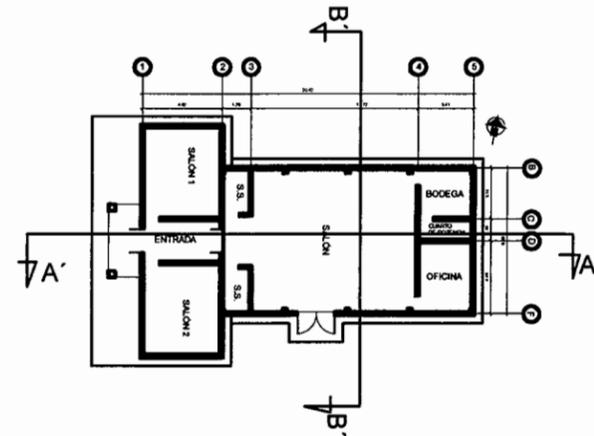
DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARAZ MAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARAZ MAJERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 3 / 7
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARAZ MAJERA	FECHA: AGOSTO 2010	

Vo, Bo,
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA CHAETA



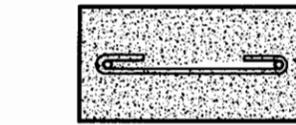
SECCIÓN LONGITUDINAL A - A'

ESCALA 1 / 75

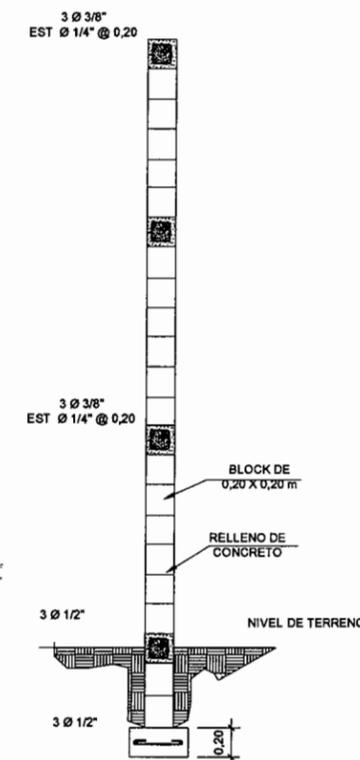


SECCIÓN TRANSVERSAL B - B'

ESCALA 1 / 75



CIMENTO CORRIDO
 0,20 X 0,60 X 0,20
 3 No. 3 LONGITUDINALES
 ESLABONES No. 2 @ 0,20 m
 ACERO GRADO 40
 CONCRETO DE 3000 PSI



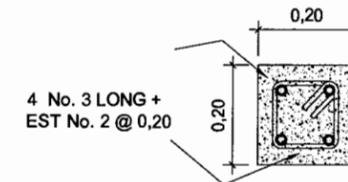
CORTE TÍPICO DE MURO TIPO 2

4 LONGITUDINALES
 No. 3
 ESTRIBO No. 2
 @ 0,20 m



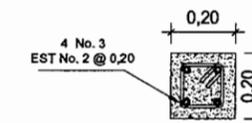
PLANTA DE COLUMNA C-3

ESTRIBOS No. 2 @ 0,20
 4 No. 3 LONGITUDINALES
 ACERO LEGÍTIMO GRADO 40
 RECUBRIMIENTO 2,54 cm



DETALLE DE SOLERA DE HUMEDAD INTERMEDIA Y DE CORONACIÓN

CONCRETO DE 3000 PSI
 RECUBRIMIENTO DE 2,54"



DETALLE DE SOLERA DE AMARRE



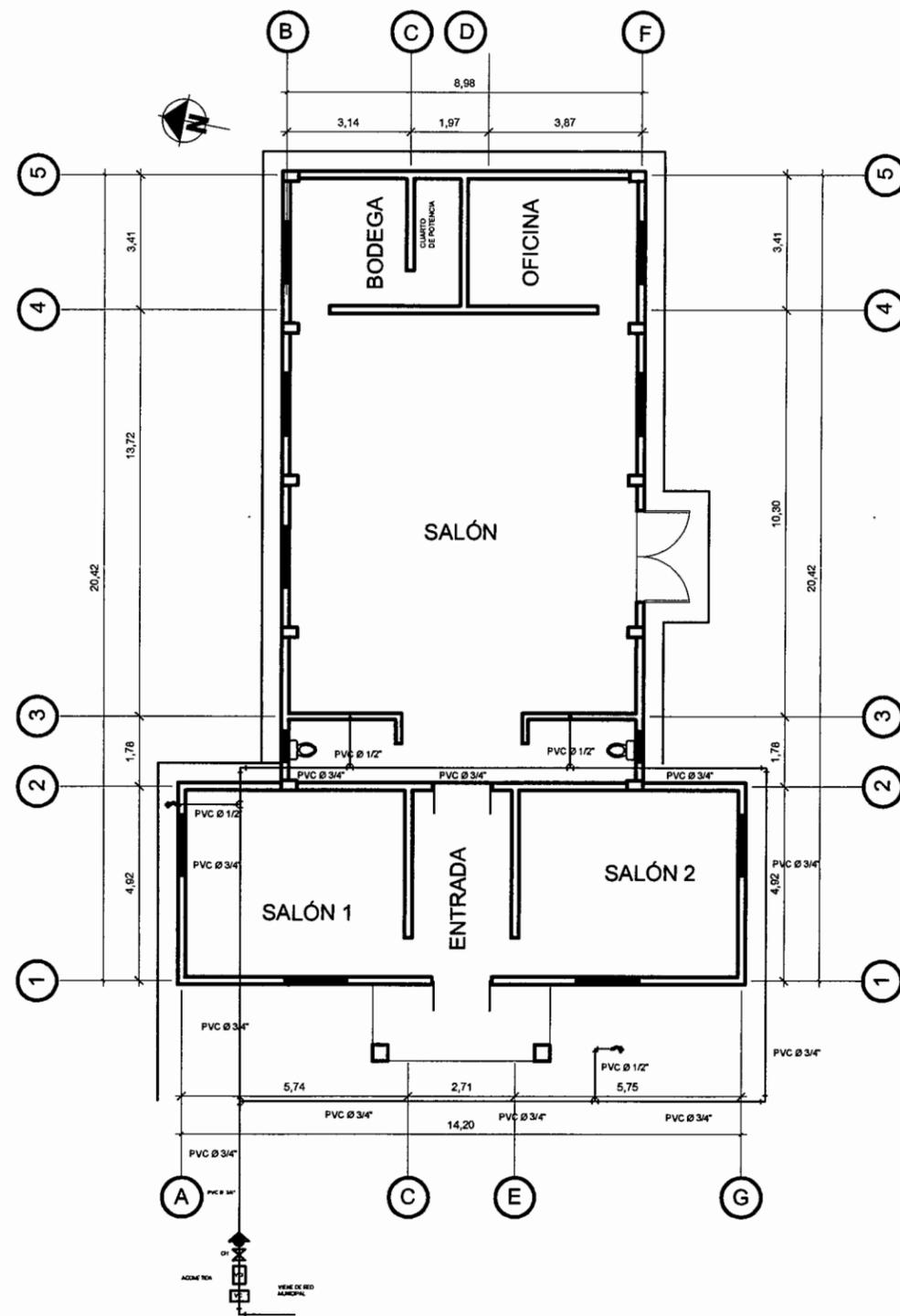
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
 ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN

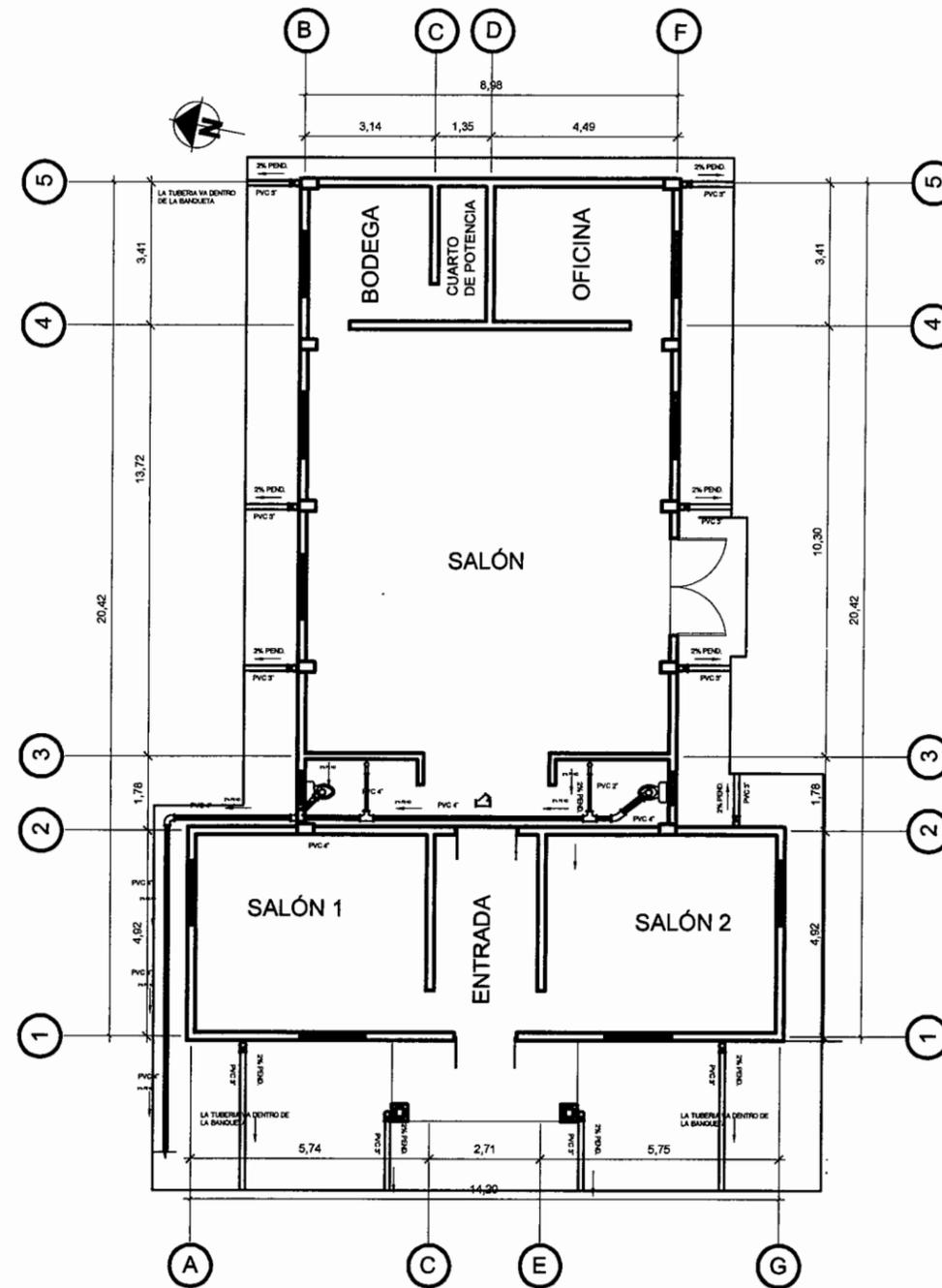
CONTENIDO: SECCIONES Y DETALLES

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARBAS MALERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARBAS MALERA	ESCALA: REDUCIDA	HOJA: 4
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARBAS MALERA	FECHA: AGOSTO 2010	7

Vo, Bo,
 ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA TORRES



INSTALACIÓN HIDRÁULICA
ESCALA 1 / 75



INSTALACIÓN SANITARIA

ESCALA 1 / 75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN

CONTENIDO: INSTALACIONES HIDRÁULICAS E
INSTALACIONES SANITARIAS.

DISEÑO:
ÁNGEL ANTONIO ARIAS MUJER

CALCULÓ:
ÁNGEL ANTONIO ARIAS MUJER

ESCALA:
INGENIERÍA

HOJA:
5

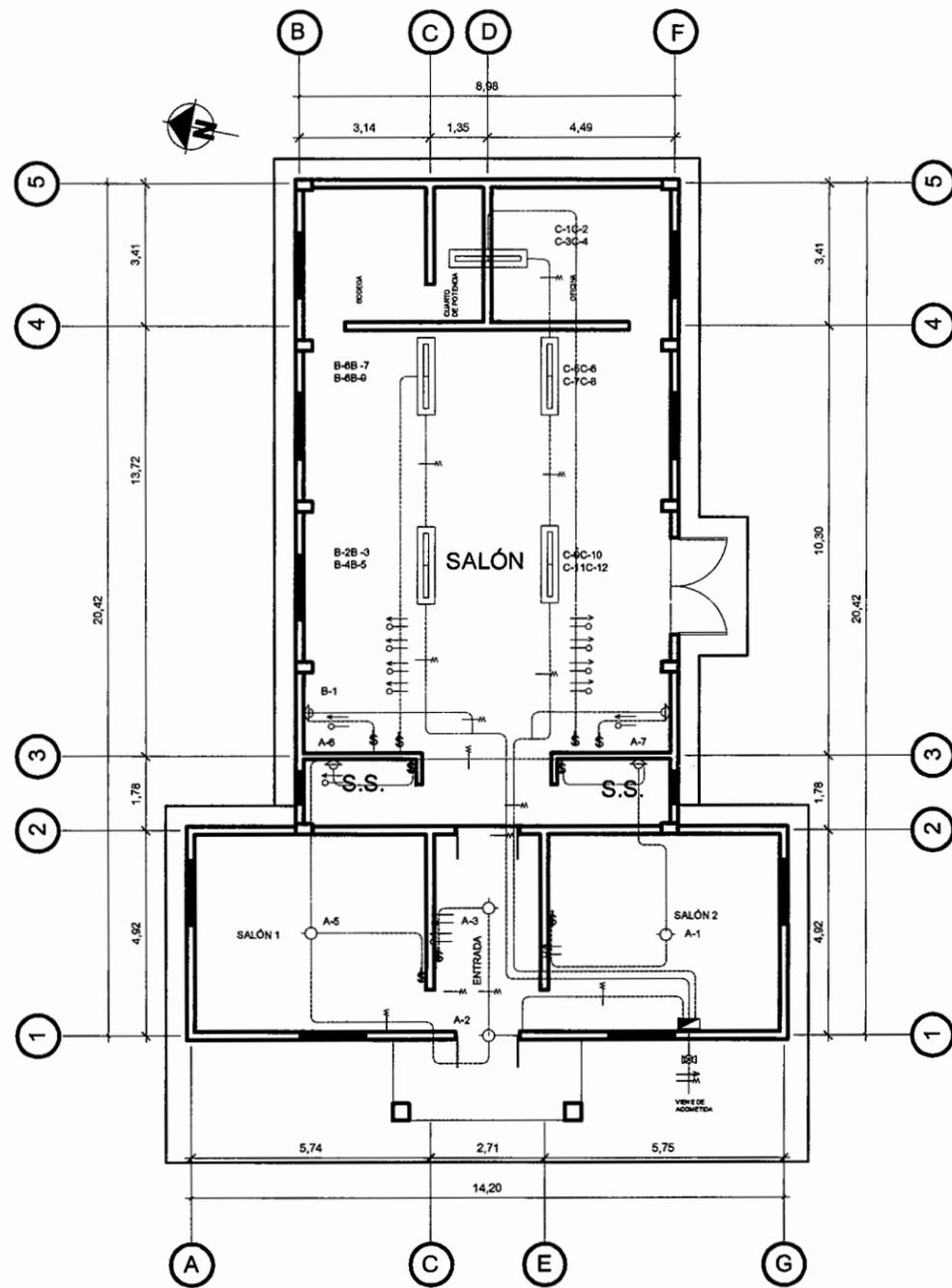
ASESOR:
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA

FECHA:
AGOSTO 2010

7

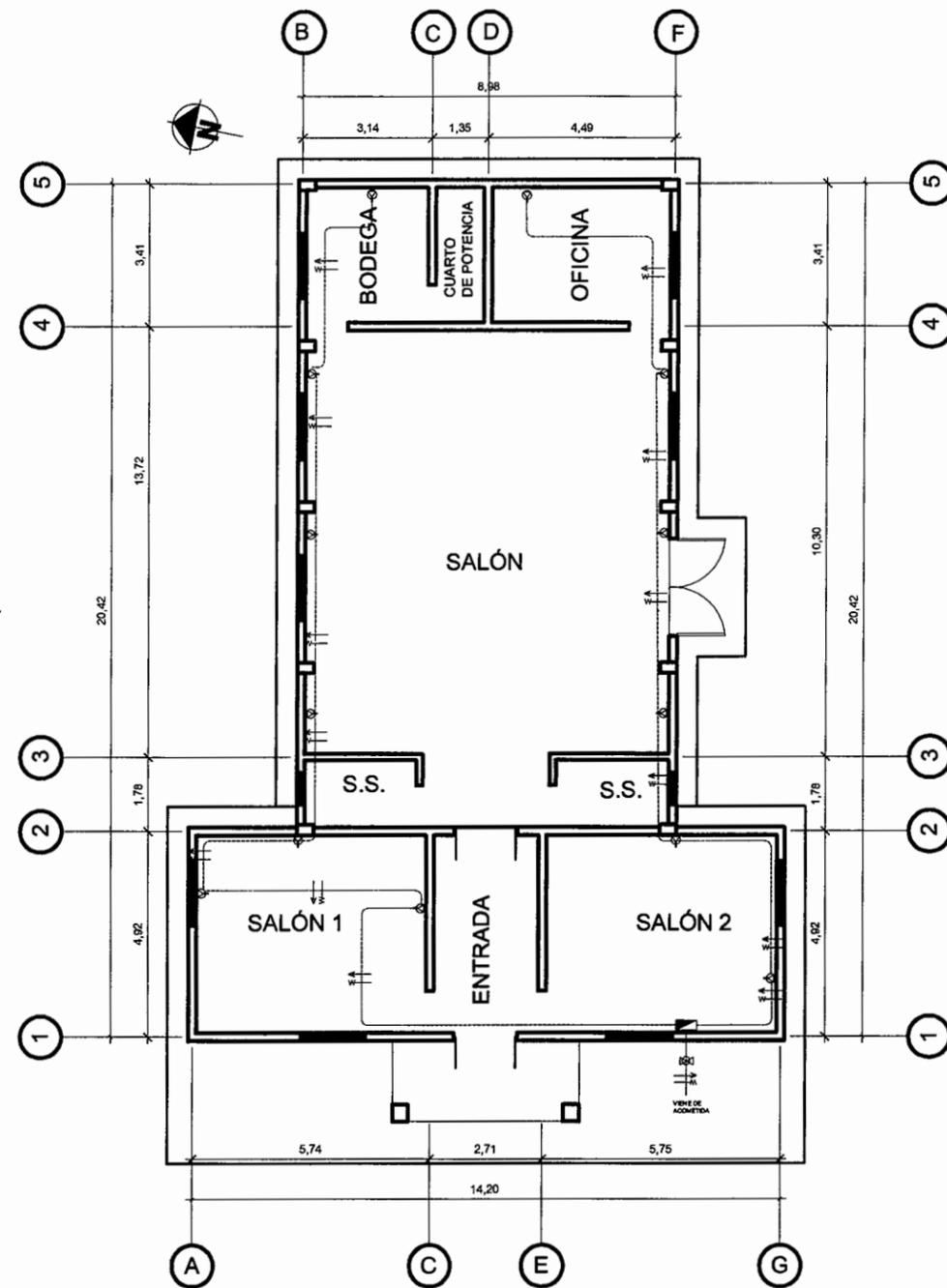
Vo, Bo,

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA



INSTALACIÓN ELÉCTRICA (ILUMINACIÓN)

ESCALA 1 / 75



INSTALACIÓN ELÉCTRICA (FUERZA)

ESCALA 1 / 75



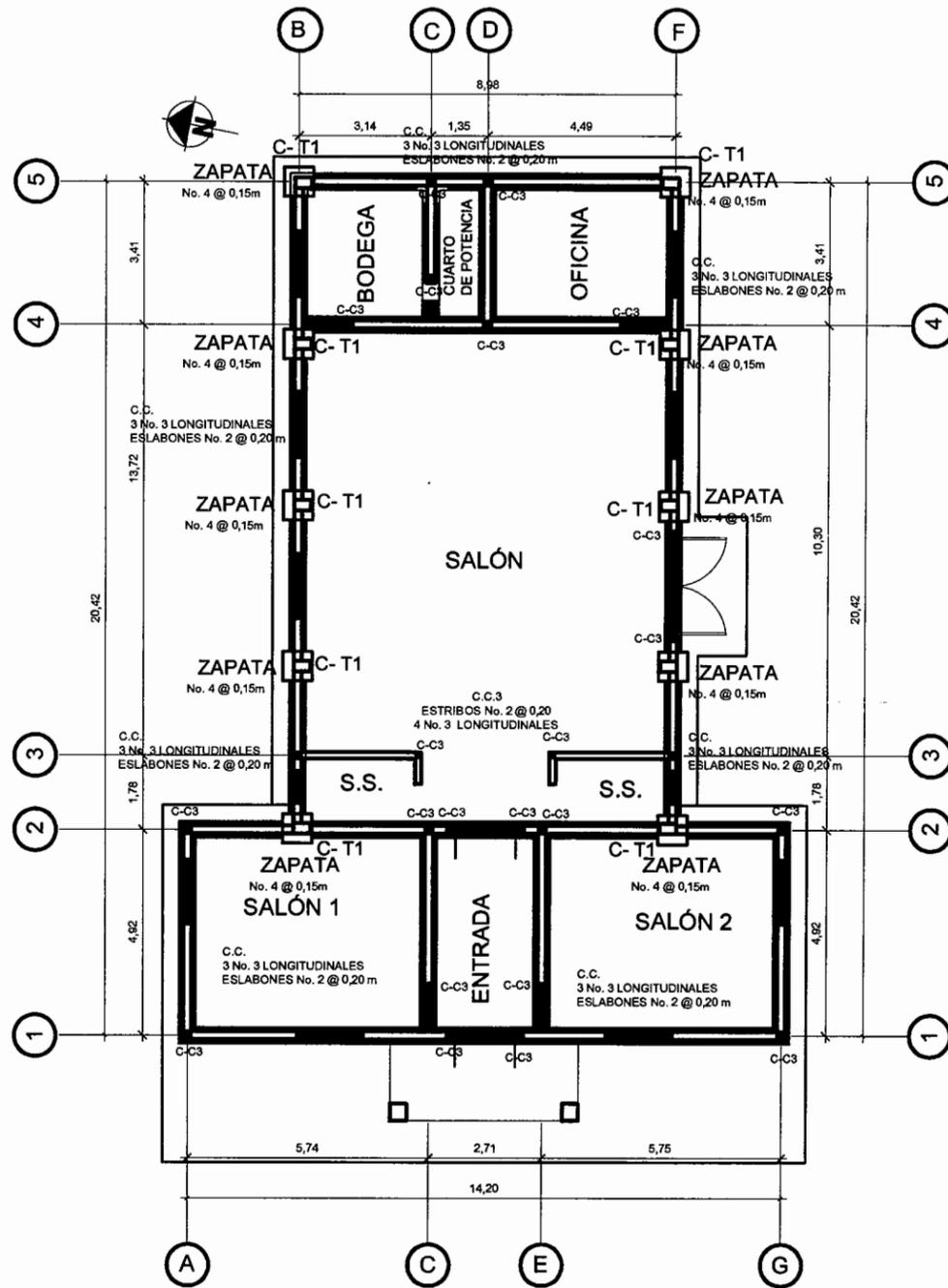
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA
ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN
CONTENIDO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN Y FUERZA

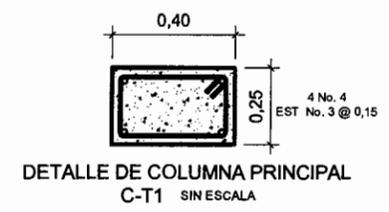
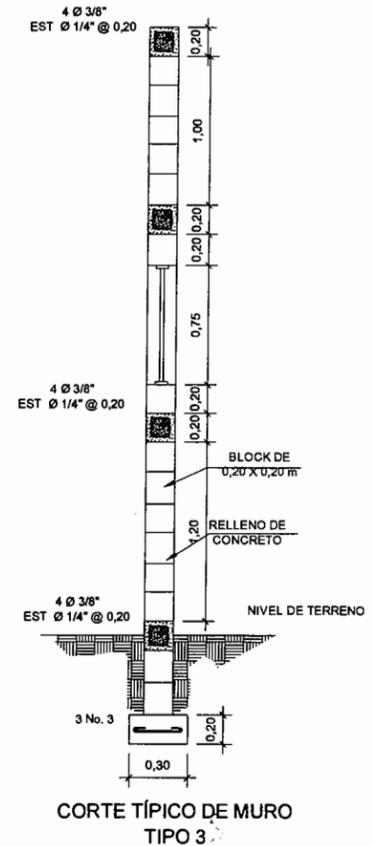
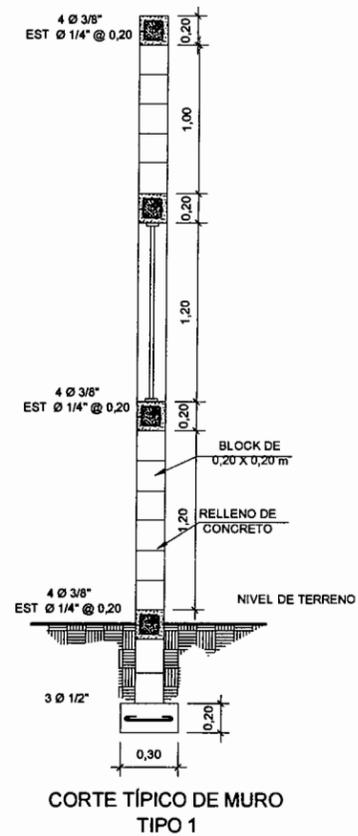
DISEÑO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS MALERA	CALCULO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS MALERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 6
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARROYUELA	DIBUJO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS MALERA	FECHA: AGOSTO 2010	7

Vo, Bo,

ING. MANUEL ALFREDO ARROYUELA



PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1 / 75

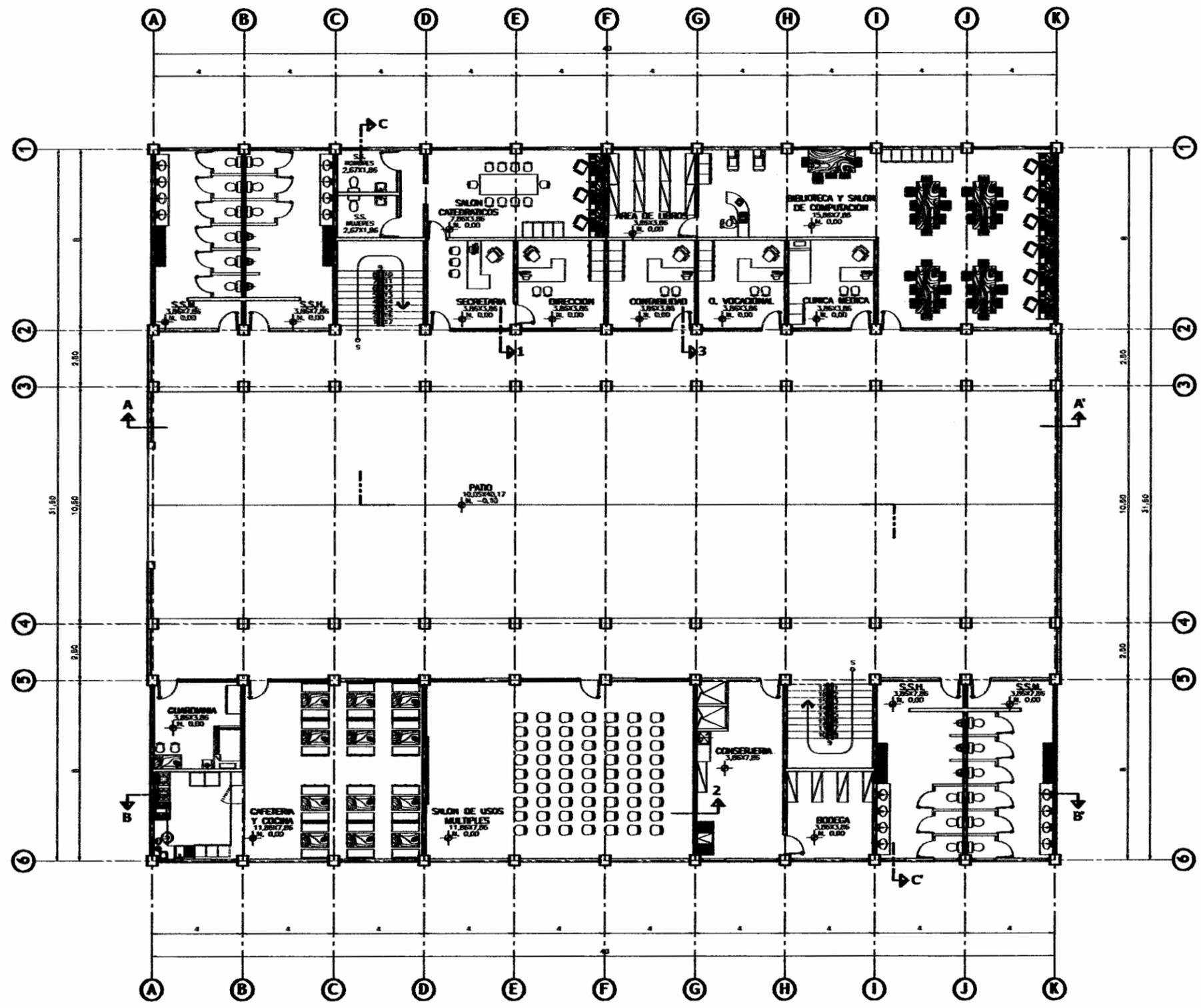


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SALÓN PARA CAPACITACIÓN TÉCNICA ALDEA EL RODEO, MUNICIPIO DE CAMOTÁN
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DETALLES

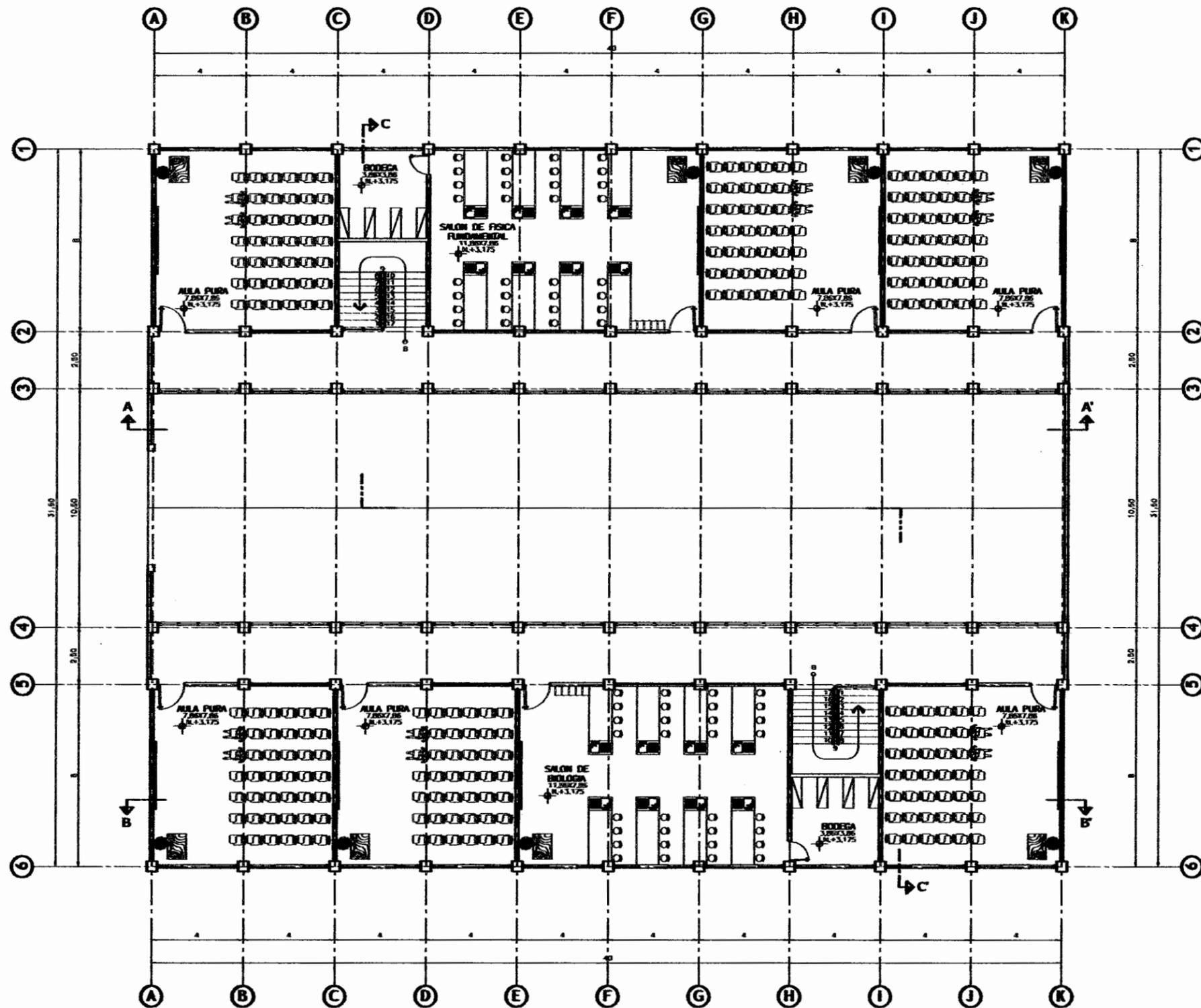
DISEÑO: ING. ANTONIO ARBAS NÁJERA	CALCULO: ING. ANTONIO ARBAS NÁJERA	ESCALA: HOJA 7	HOJA: 7
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA	REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA	FECHA: AGOSTO 2010	

Vo, Bo,
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHOAETA



PLANTA AMUEBLADA NIVEL 1
ESCALA: 1/100

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>			
<p>PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE BOSCHIMILES ALBERCA, BOSCH, CANTON, QUIMUTEL</p>			
<p>CONTENER: PLANTA AMUEBLADA NIVEL 1</p>			
<p>DISEÑO: ANSELMO ANTONIO GARCIA</p>	<p>CALCULO: ANSELMO ANTONIO GARCIA</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>NO.:</p>
<p>ASESOR: ING. MIGUEL ALFREDO GONZALEZ</p>	<p>DIBUJO: ANSELMO ANTONIO GARCIA</p>	<p>FECHA: NOVIEMBRE 2011</p>	<p>1 / 22</p>
<p>Vo. Bo. </p> <p>ING. MIGUEL ALFREDO GONZALEZ</p>			



PLANTA AMUEBLADA NIVEL 2
ESCALA: 1/100



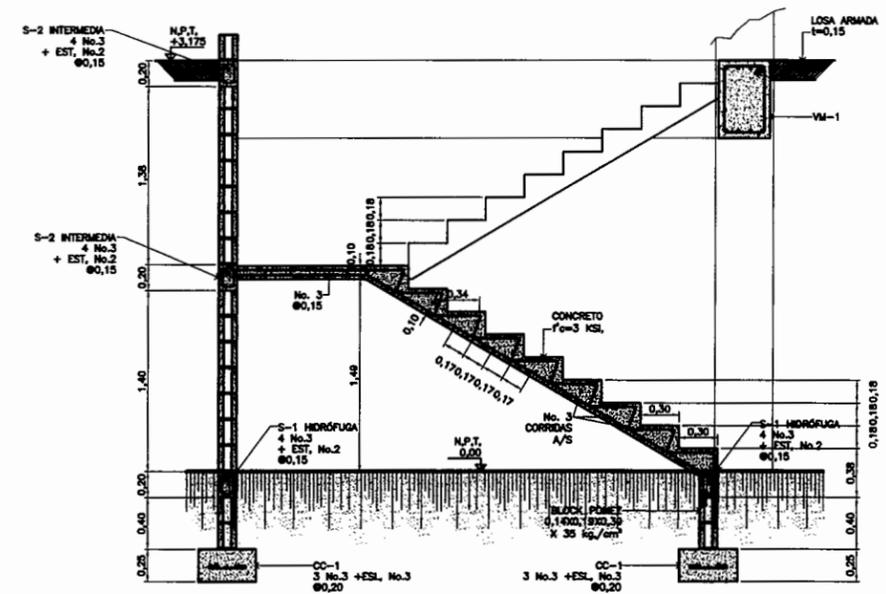
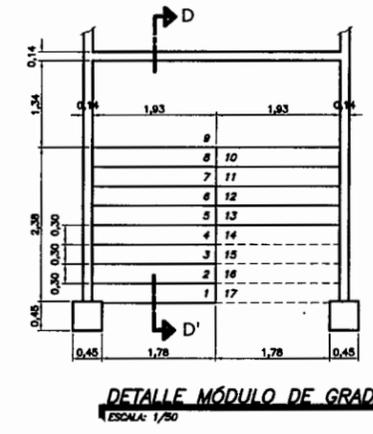
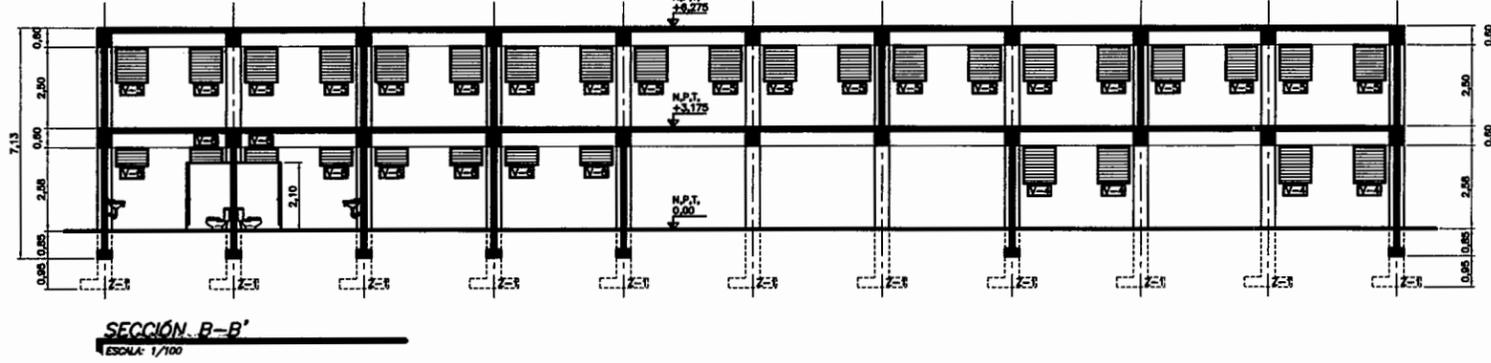
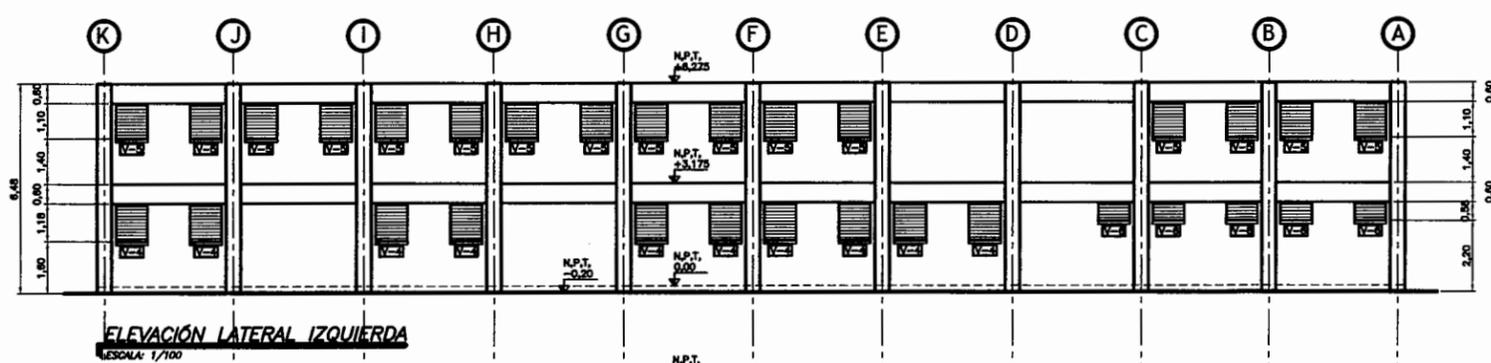
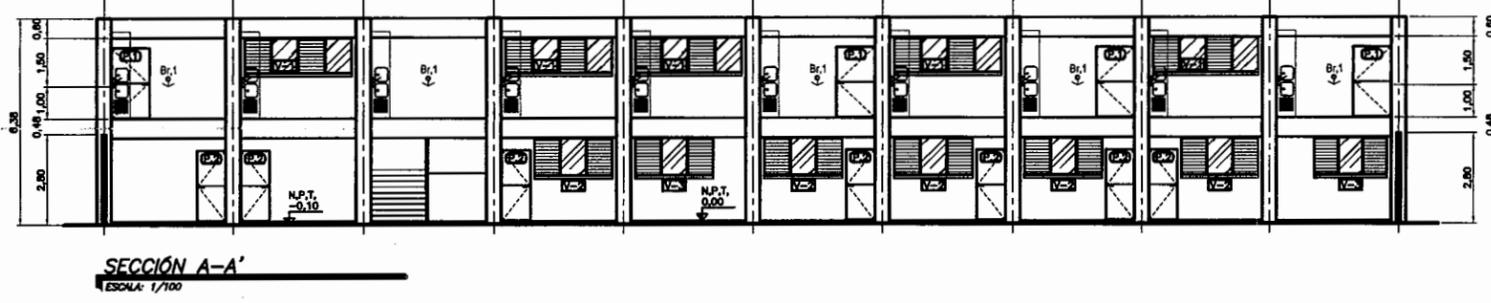
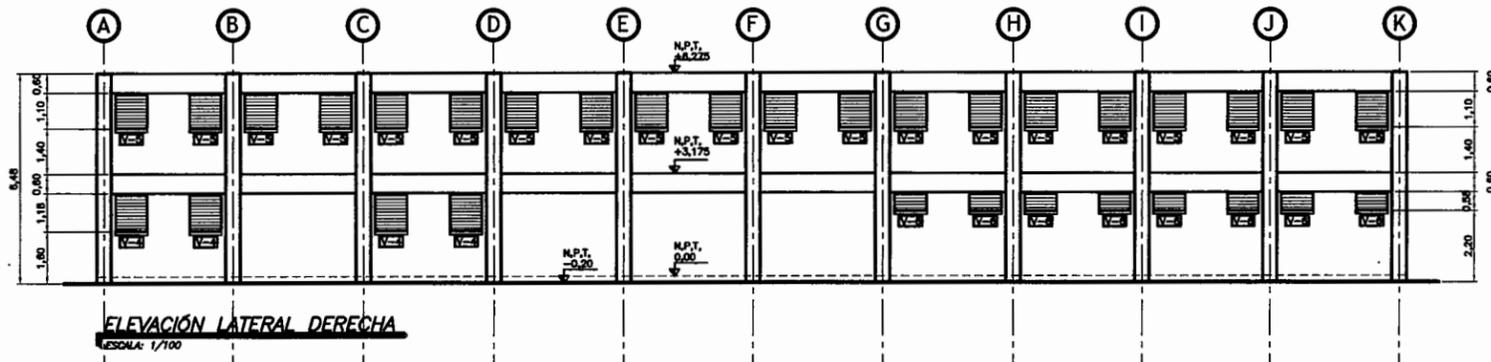
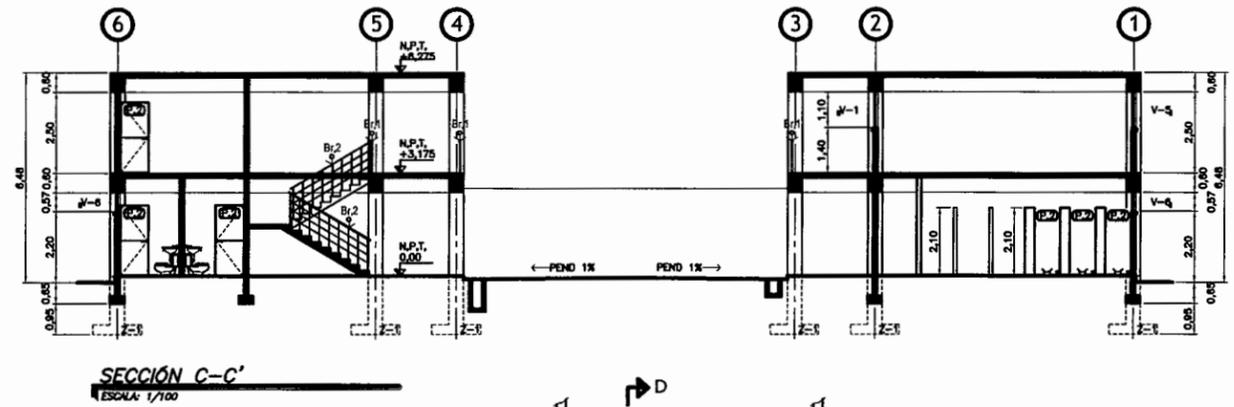
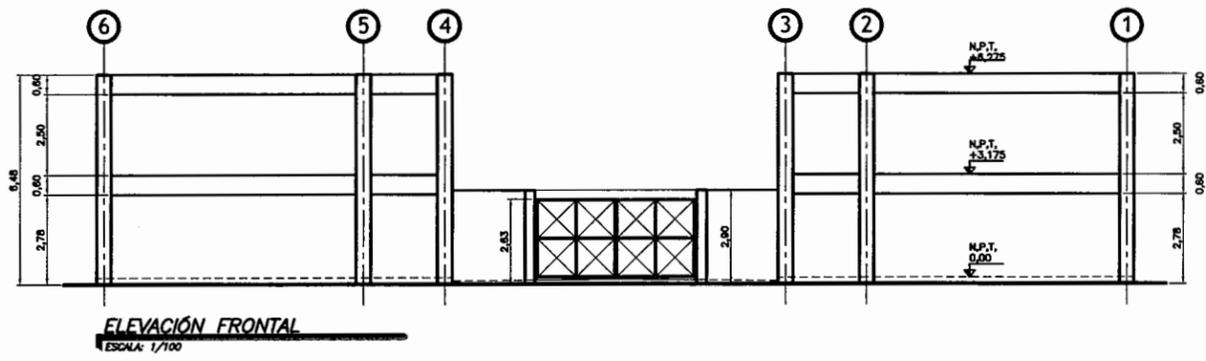
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE INGENIERIAS
ALBAEL ROMOS, CANTÓN, CUCUMILLA
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA NIVEL 2

DISEÑO: ANIEL ANTONIO RAMIREZ	CALCULO: ANIEL ANTONIO RAMIREZ	ESCALA: MEDIANA	HOJA: 2 / 22
ASESOR: DR. CARLOS ALFONSO RAMIREZ	FECHA: OCTUBRE 2010		

Vo. Bo.

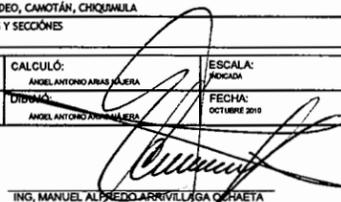
ING. CARLOS ALFONSO RAMIREZ RAMIREZ

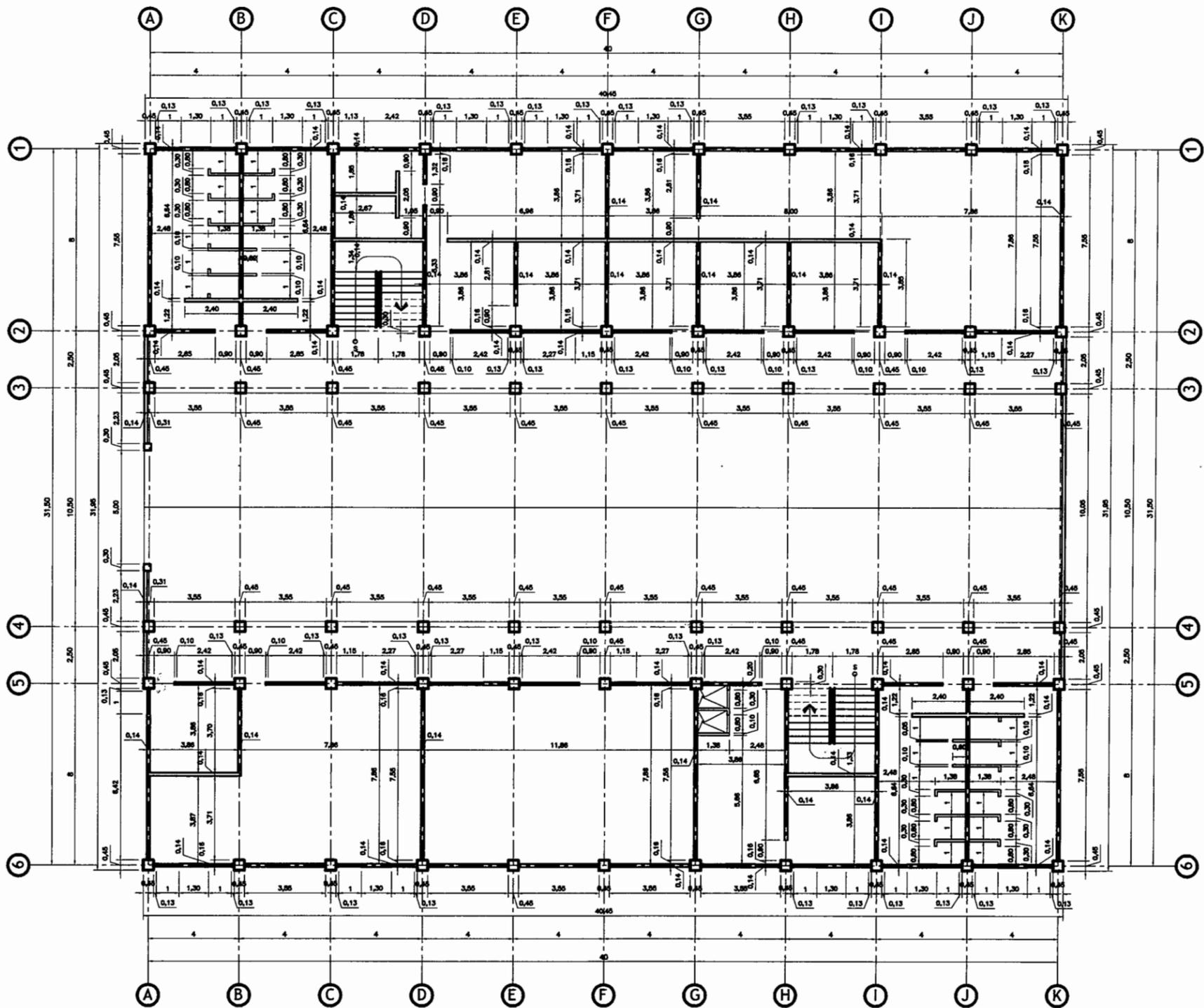


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHICOMULÁ
CONTENIDO: ELEVACIONES Y SECCIONES

DISEÑÓ: ING. ANTONIO ARIAS HERRERA	CALCULÓ: ING. ANTONIO ARIAS HERRERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 3
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJÓ: ING. ANTONIO ARIAS HERRERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo. Bo. 
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA CERRETA



PLANTA ACOTADA NIVEL 1
ESCALA: 1/100



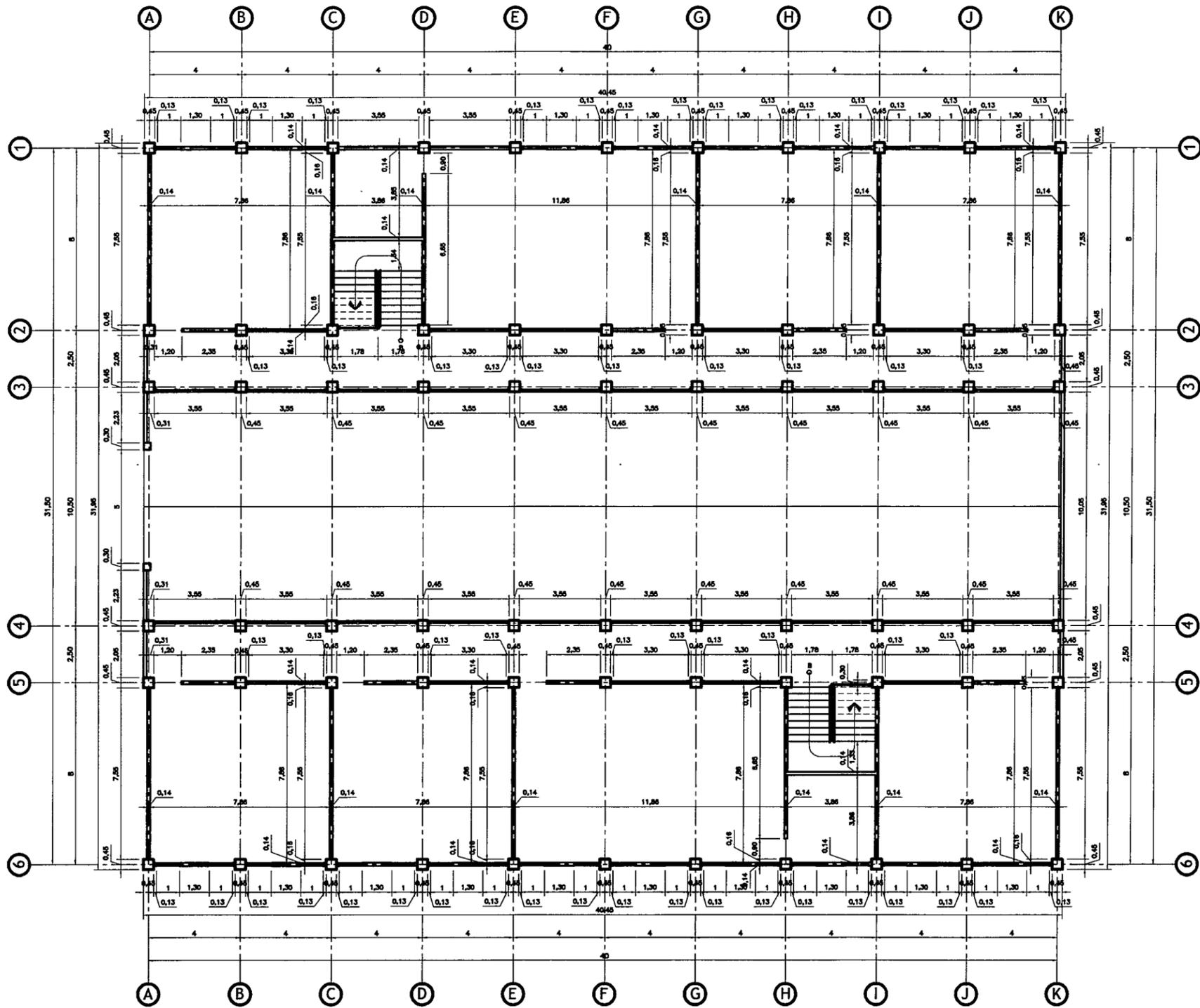
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUIMULA
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA NIVEL 1

DISEÑO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	CALCULO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 4 / 22
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	FECHA: OCTUBRE 2010	

Vo. Bo.

(Handwritten Signature)
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



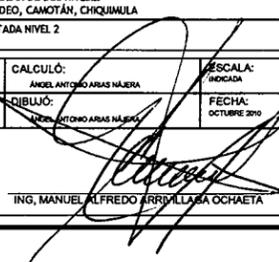
PLANTA ACOTADA NIVEL 2
 ESCALA: 1/100

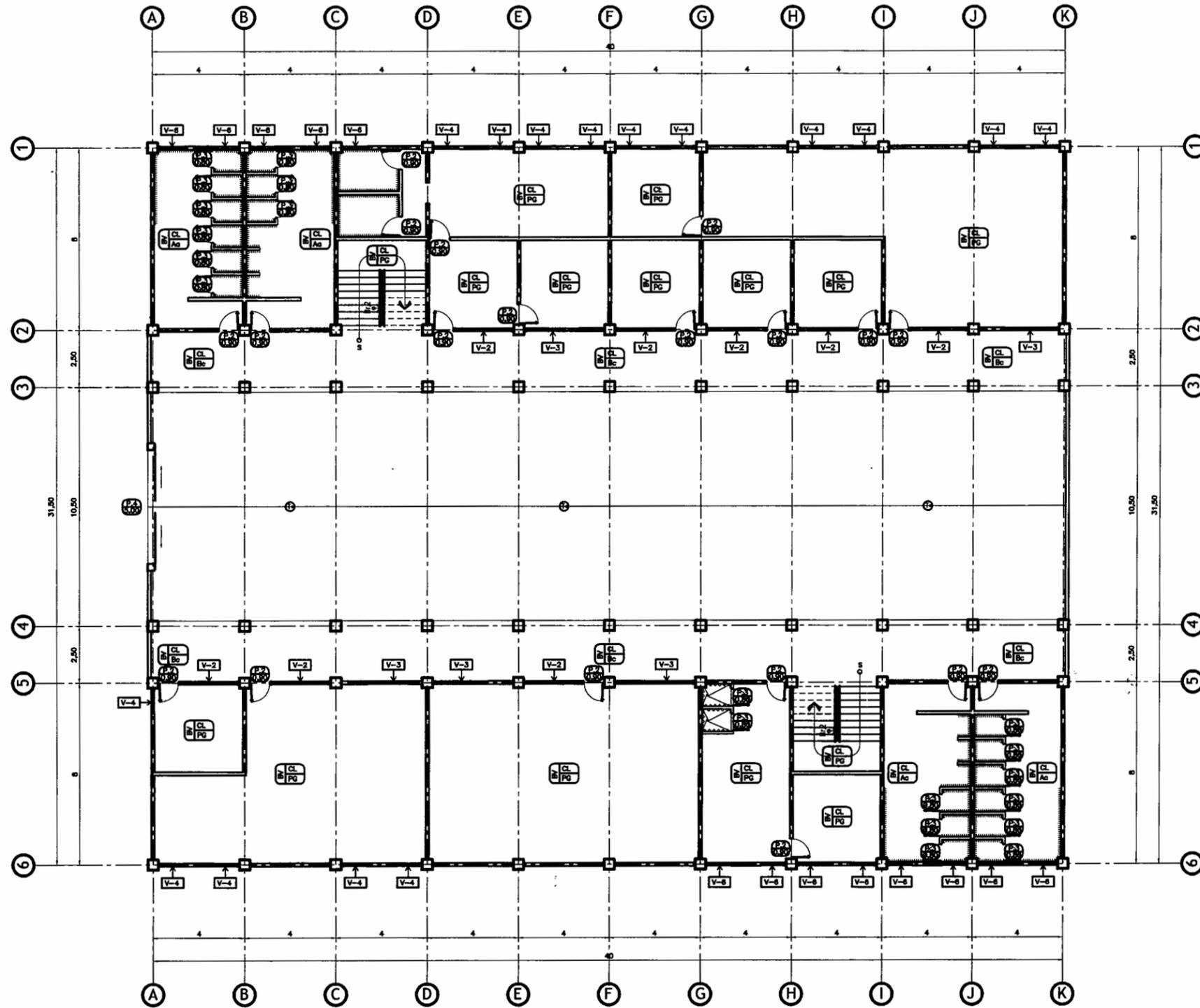


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIJIMULA
 CONTENIDO: PLANTA ACOTADA NIVEL 2

DISEÑO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	CALCULO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 5
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRILLAGA	DIBUJO: ING. ANTONIO ARIAS NÚÑERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo. Bo. 
 ING. MANUEL ALFREDO ARRILLAGA OCHAETA



SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
Simbolo	Descripcion
1, 2, 3	1. ACABADO EN PARED 2. ACABADO EN PISO 3. ACABADO EN CIELO
BV	BLOCK VISTO, POMEZ (0,14X0,12X0,30)
PG	PISO DE GRANITO
CL	CUBIERTA DE LOSA
Bc	BANQUETA DE CONCRETO
TL	CUBIERTA DE LÁMINA
(C)	PISO DE CEMENTO (TORTA)
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=1,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=2,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=3,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=4,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=5,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=6,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=7,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=8,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,00
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,10
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,20
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,30
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,40
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,50
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,60
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,70
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,80
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=9,90
-----	ALDEA A LIBRETAIS h=10,00

PLANILLA DE VENTANAS						
V.T.	Side	Dist	Unidades	Ancho	Alto	Material
1	1,40	2,50	10	3,30	1,10	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
2	1,40	2,58	8	2,42	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
3	1,40	2,58	5	2,27	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
4	1,40	2,58	14	1	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
5	1,40	2,50	36	1	1,10	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
6	2	2,58	2	1	0,58	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro

PLANILLA DE PUERTAS				
Tipo	Unidades	Ancho	Alto	Material
P-1	8	1,20	2,20	Metal
P-2	21	0,90	2,20	Metal
P-3	20	0,80	1,90	Metal
P-4	1	5,00	2,50	Metal

PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1
ESCALA: 1/100

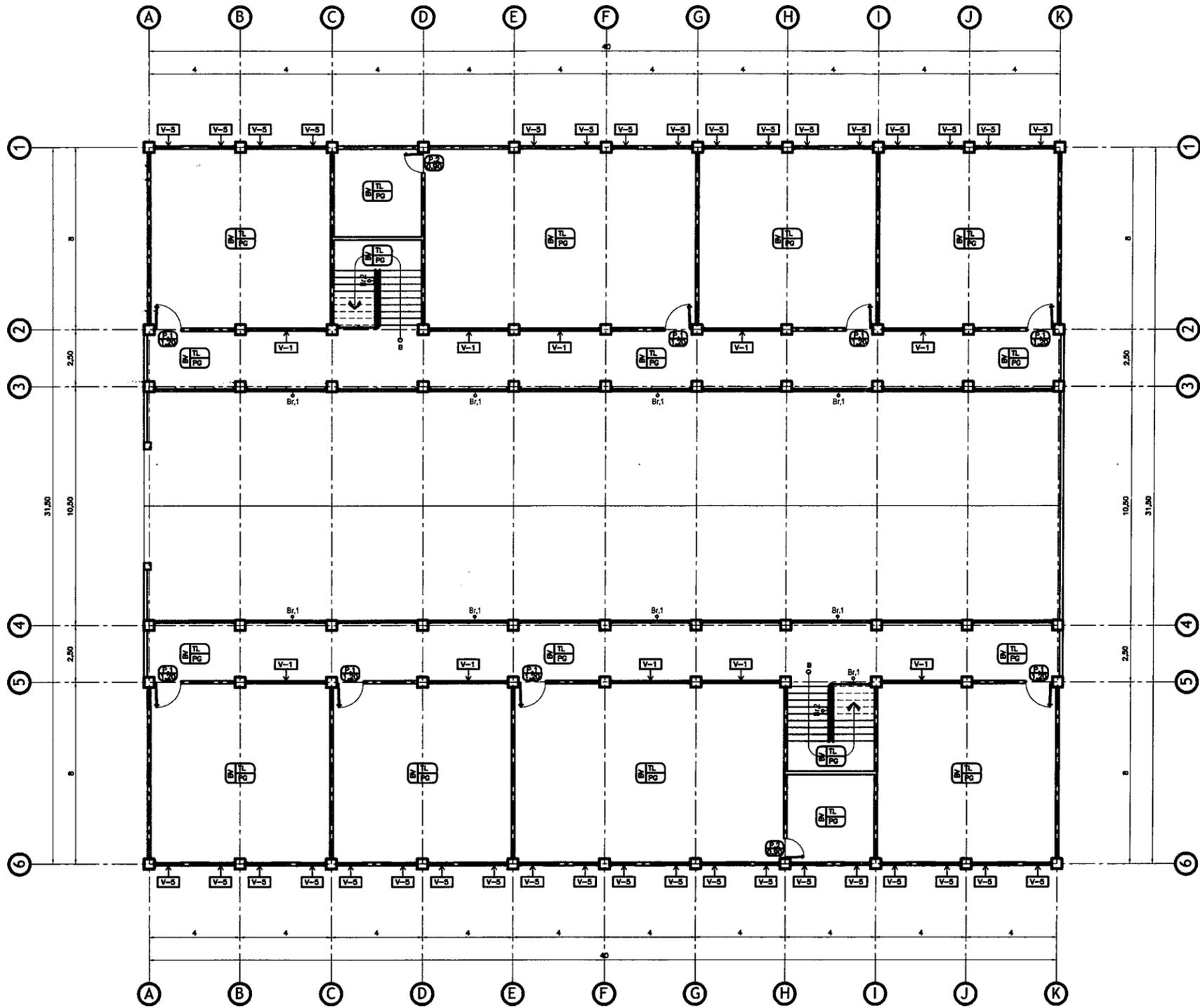


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL ROBEO, CAMOTÁN, CHOQUIMULA
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	ESCALA: INDICADA	HOLJA: 6
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARSIVILLAGA	DIRECCION: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo. Bo. _____
ING. MANUEL ALFREDO ARSIVILLAGA GONZALEZ

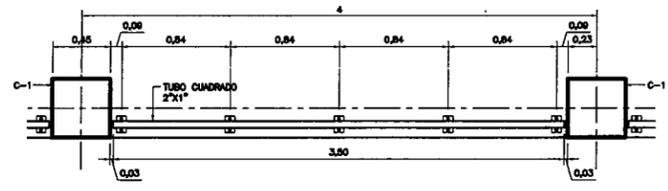


PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2
ESCALA: 1/100

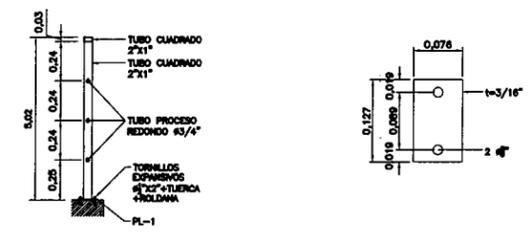
Simbolo	Descripcion
1, 2, 3	1, ACABADO EN PARED 2, ACABADO EN PISO 3, ACABADO EN CIELO
BV	BLOCK VISTO, POMEZ (0,14X0,18X0,30)
PG	PISO DE GRANITO
CL	CUBIERTA DE LOSA
Bc	BANQUETA DE CONCRETO
TL	CUBIERTA DE LÁMINA
TL PG	PISO DE CEMENTO (TORJA)
TL PG 15	20 mm TL PG 15 b=1,10
TL PG 15	20 mm TL PG 15 b=1,50
Ac	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
□	CERRADO EN COLUMNAS
⊕	TIPO DE PUERTA
⊖	TIPO DE VENTANA
Br, #	TIPO DE BARANDA

V.T.	Siler	Distal	Unidades	Ancho	Alto	Materia
1	1,40	2,50	10	3,30	1,10	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
2	1,40	2,58	8	2,42	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
3	1,40	2,58	5	2,27	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
4	1,40	2,58	14	1	1,18	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
5	1,40	2,50	36	1	1,10	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro
6	2	2,58	2	1	0,58	Aluminio anodizado + vidrio de 5 mm claro

TIPO	Unidades	Ancho	Alto	Materia
P-1	8	1,20	2,20	Metal
P-2	21	0,90	2,20	Metal
P-3	20	0,80	1,50	Metal
P-4	1	5	2,50	Metal



DETALLE BARANDA Br. 1
ESCALA: 1/25



DETALLE BARANDA Br. 1
ESCALA: 1/20

DET. PL-1
ESCALA: 1/5

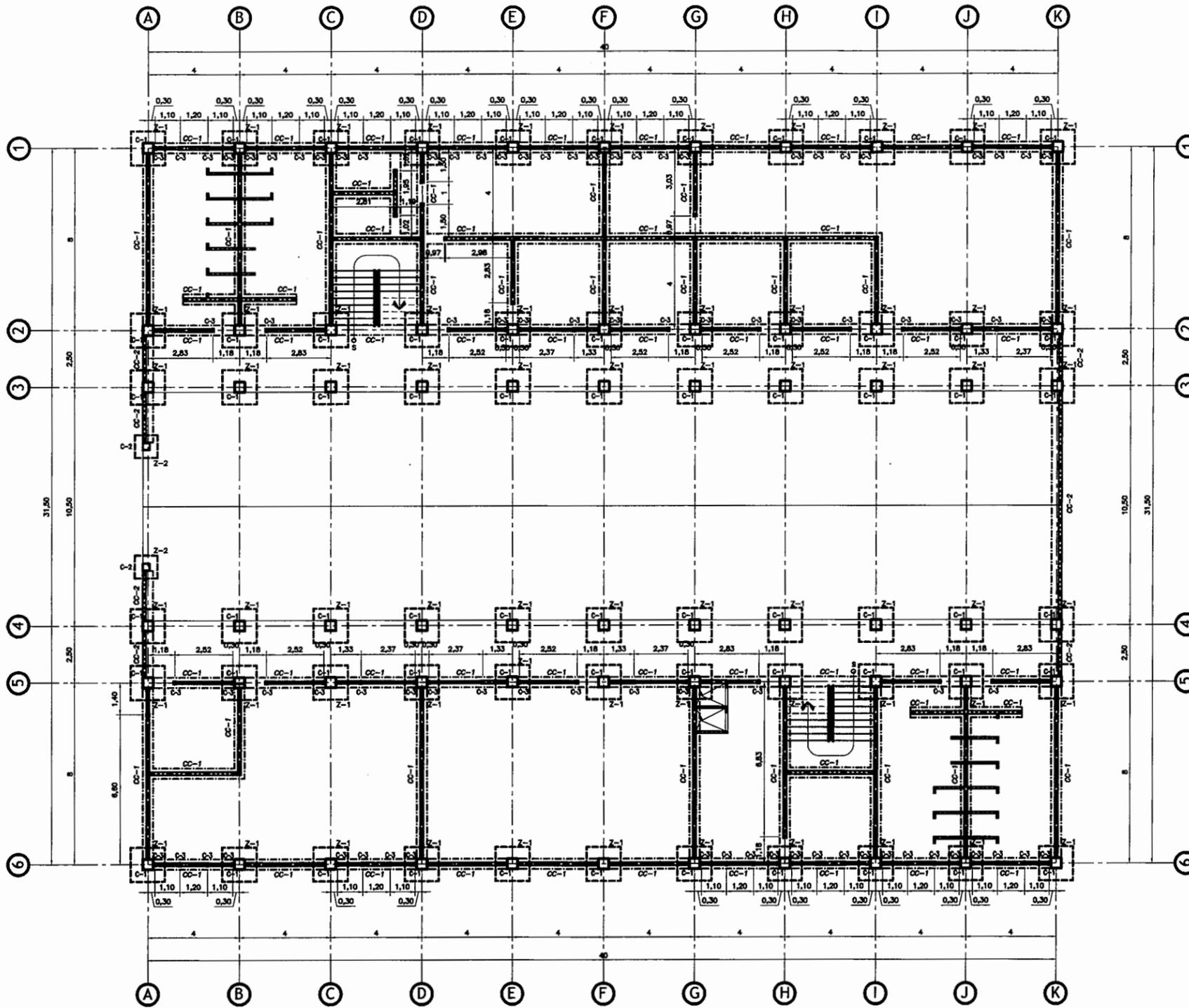


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUEMUL
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARBAS MAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARBAS MAJERA	ESCALA: INDICADA	HOLIA: 7
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARBAS MAJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo. Bo.
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ORTAETA



PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL NIVEL 1

ESCALA: 1/100



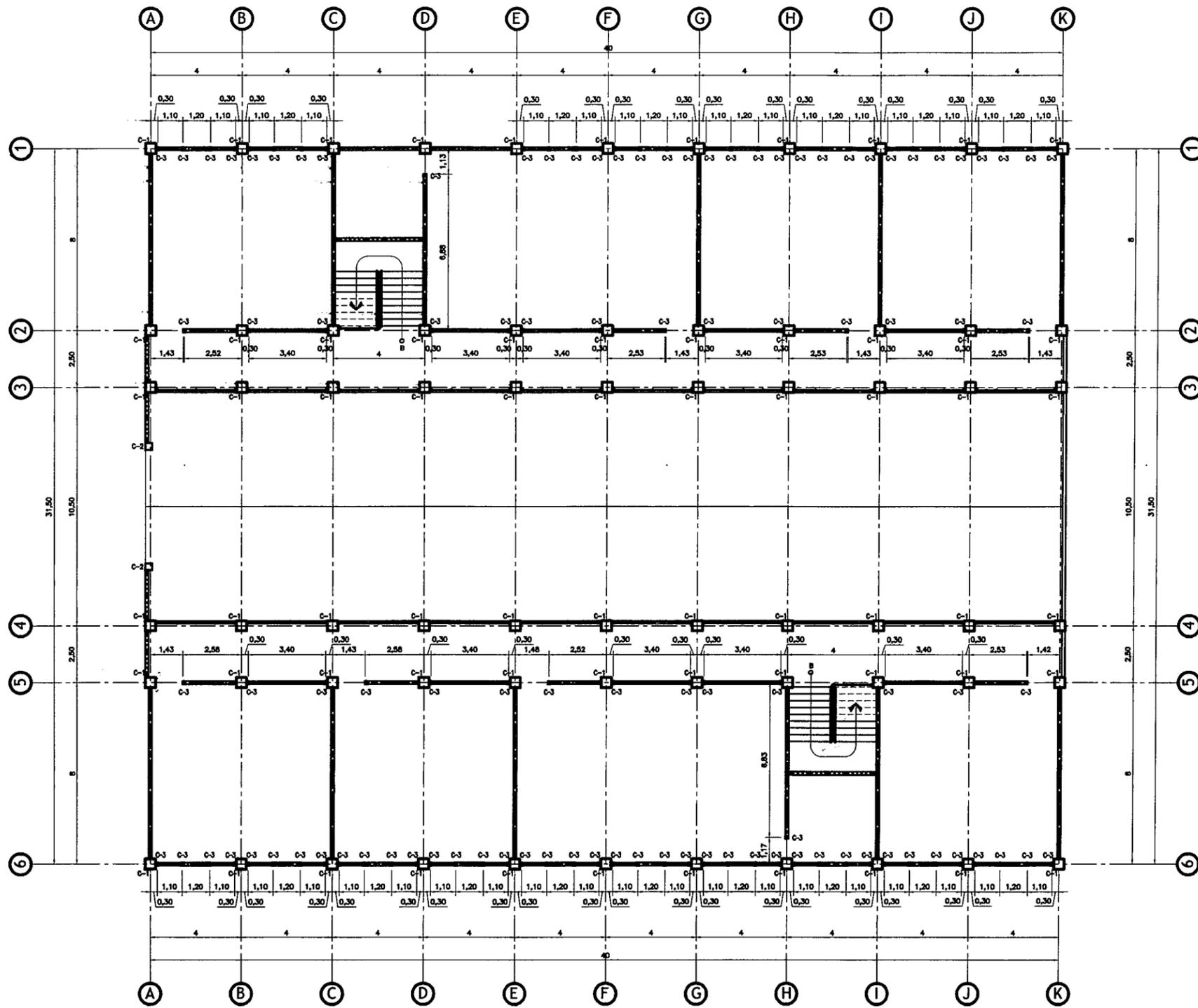
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL NIVEL 1

DISEÑO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS HERRERA	CALCULO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS HERRERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 8
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIBALLAGA	DIBUJO: ÁNGEL ANTONIO ARIAS HERRERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo. Bo.

ING. MANUEL ALFREDO ARRIBALLAGA OCHOA



PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL NIVEL 2
 ESCALA: 1/100



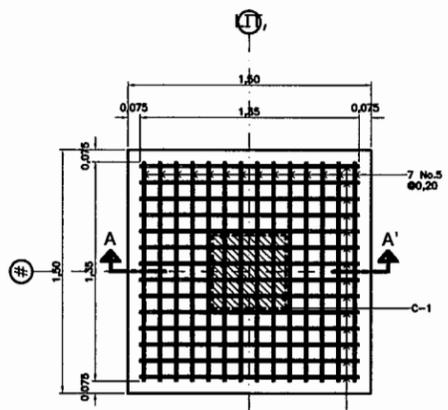
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
 CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL NIVEL 2

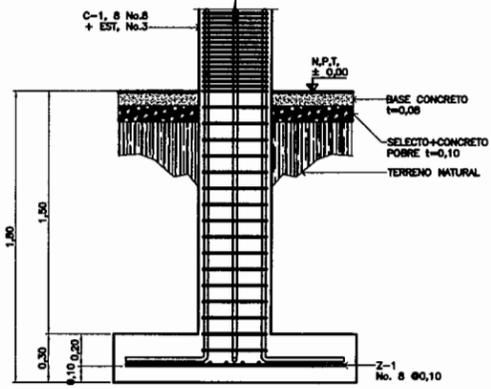
DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÁJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÁJERA	ESCALA: BORGADA	HOJA: 9
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÁJERA	FECHA: OCTUBRE 2008	22

Vo. Bo.

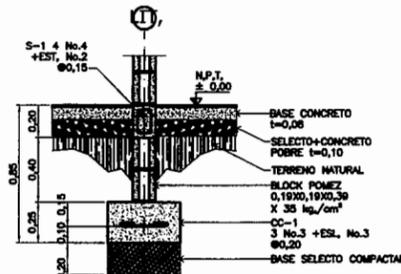
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHOAETA



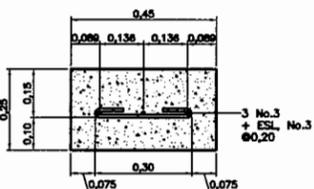
ZAPATA Z-1
ESCALA: 1/20



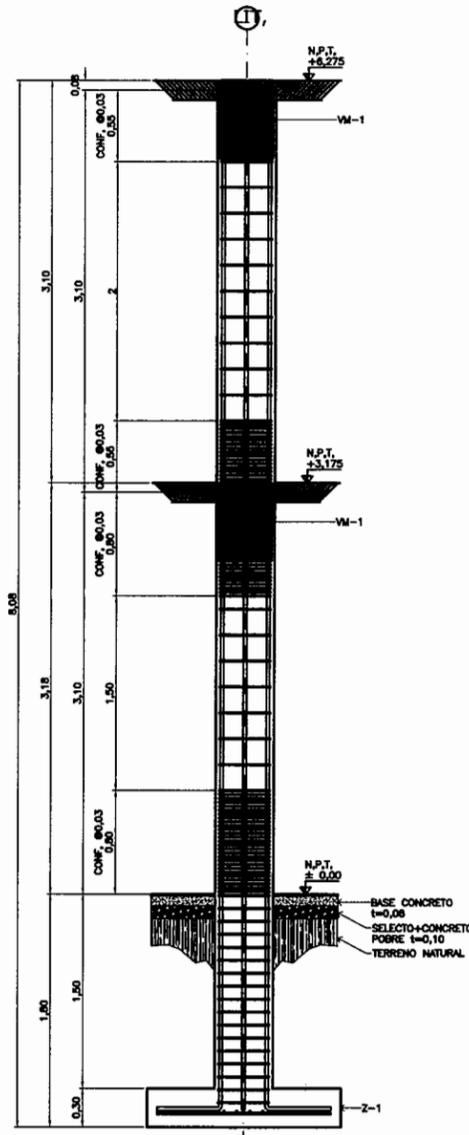
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/20



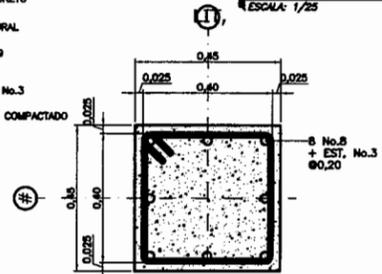
CIMENTO CORRIDO CC-1
ESCALA: 1/20



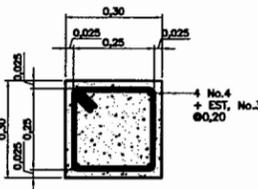
DETALLE CIMENTO CORRIDO CC-1
ESCALA: 1/10



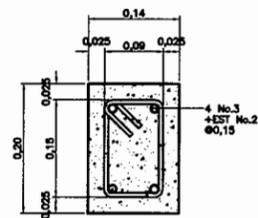
COLUMNA C-1
ESCALA: 1/25



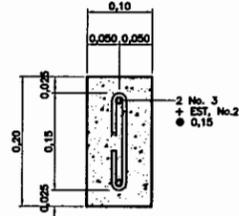
COLUMNA C-1
ESCALA: 1/10



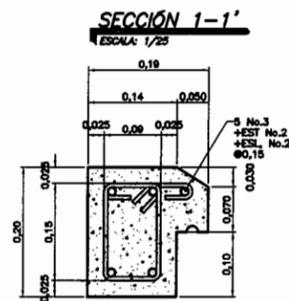
COLUMNA C-2
ESCALA: 1/10



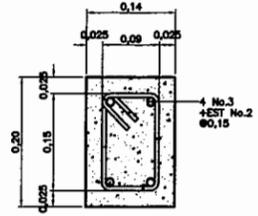
DET. S-1 SOLERA HIDRÓFUGA
ESCALA: 1/5



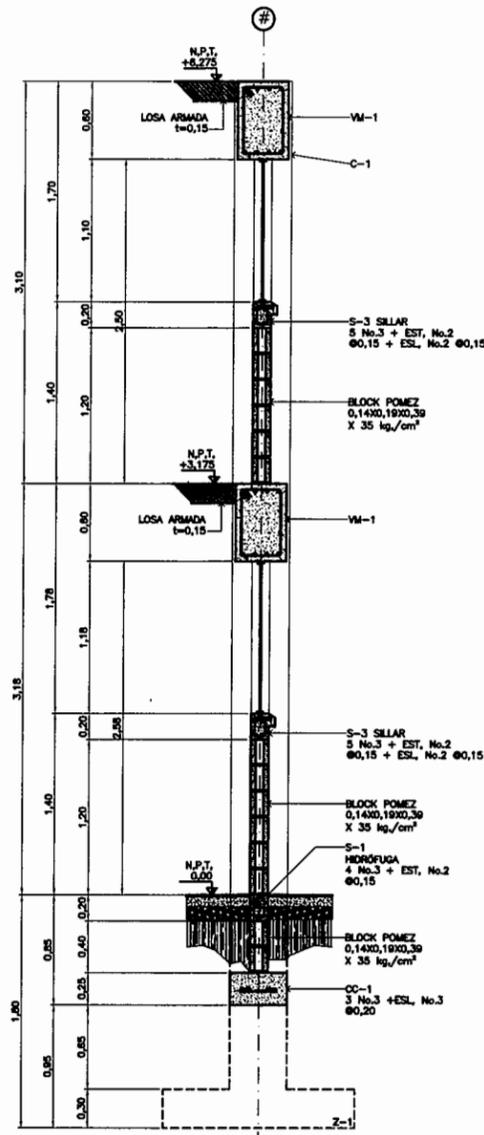
COLUMNA C-3
ESCALA: 1/5



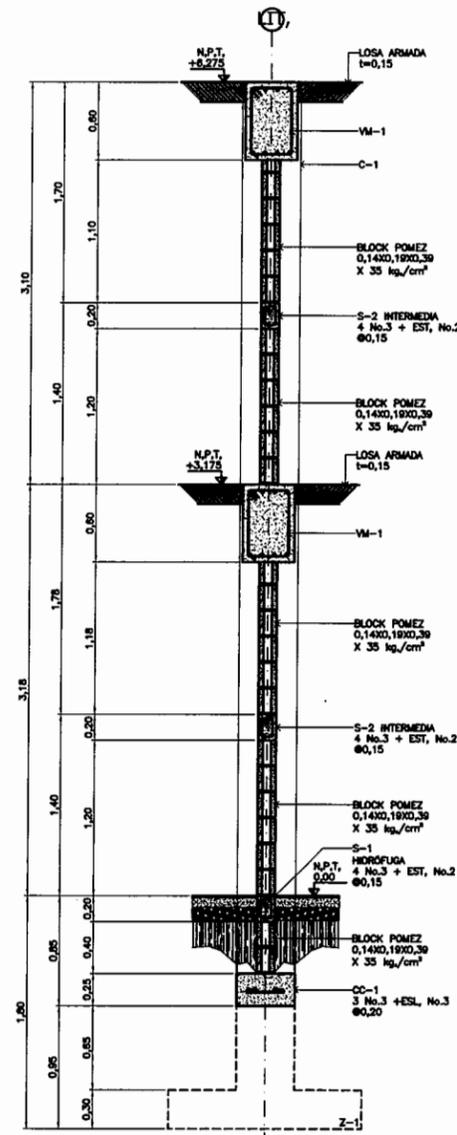
DET. S-3 SOLERA SILLAR
ESCALA: 1/5



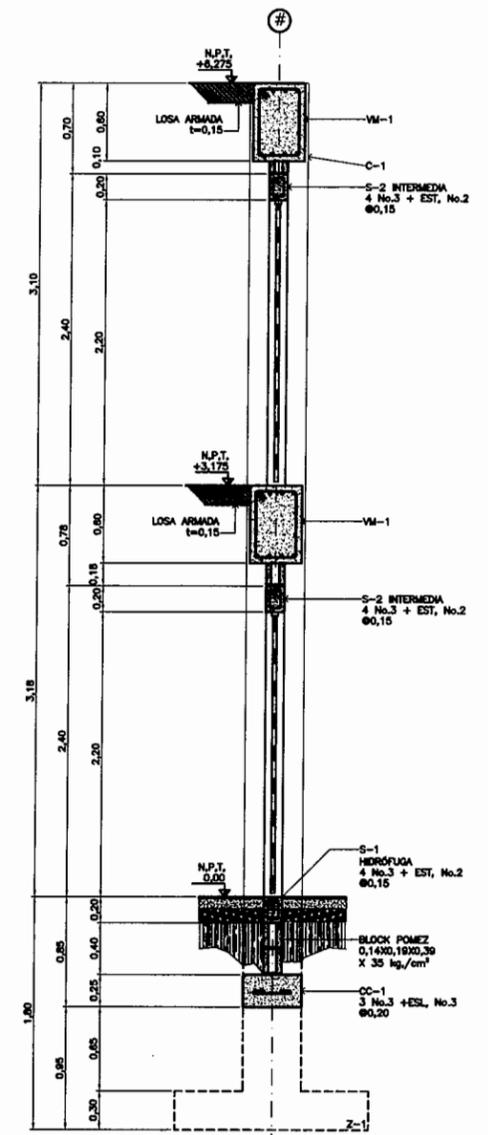
DET. S-2 SOLERA INTERMEDIA
ESCALA: 1/5



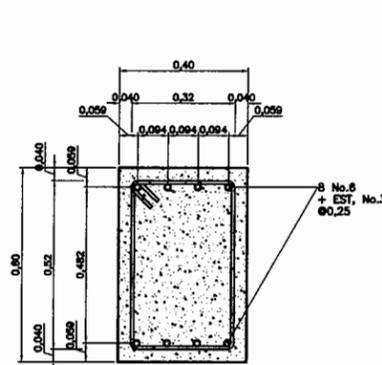
SECCIÓN 1-1'
ESCALA: 1/25



SECCIÓN 2-2'
ESCALA: 1/25



SECCIÓN 3-3'
ESCALA: 1/25



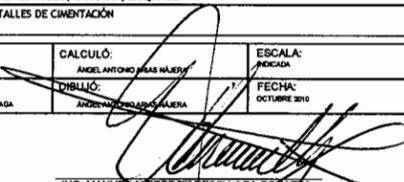
VIGA VM-1
ESCALA: 1/10

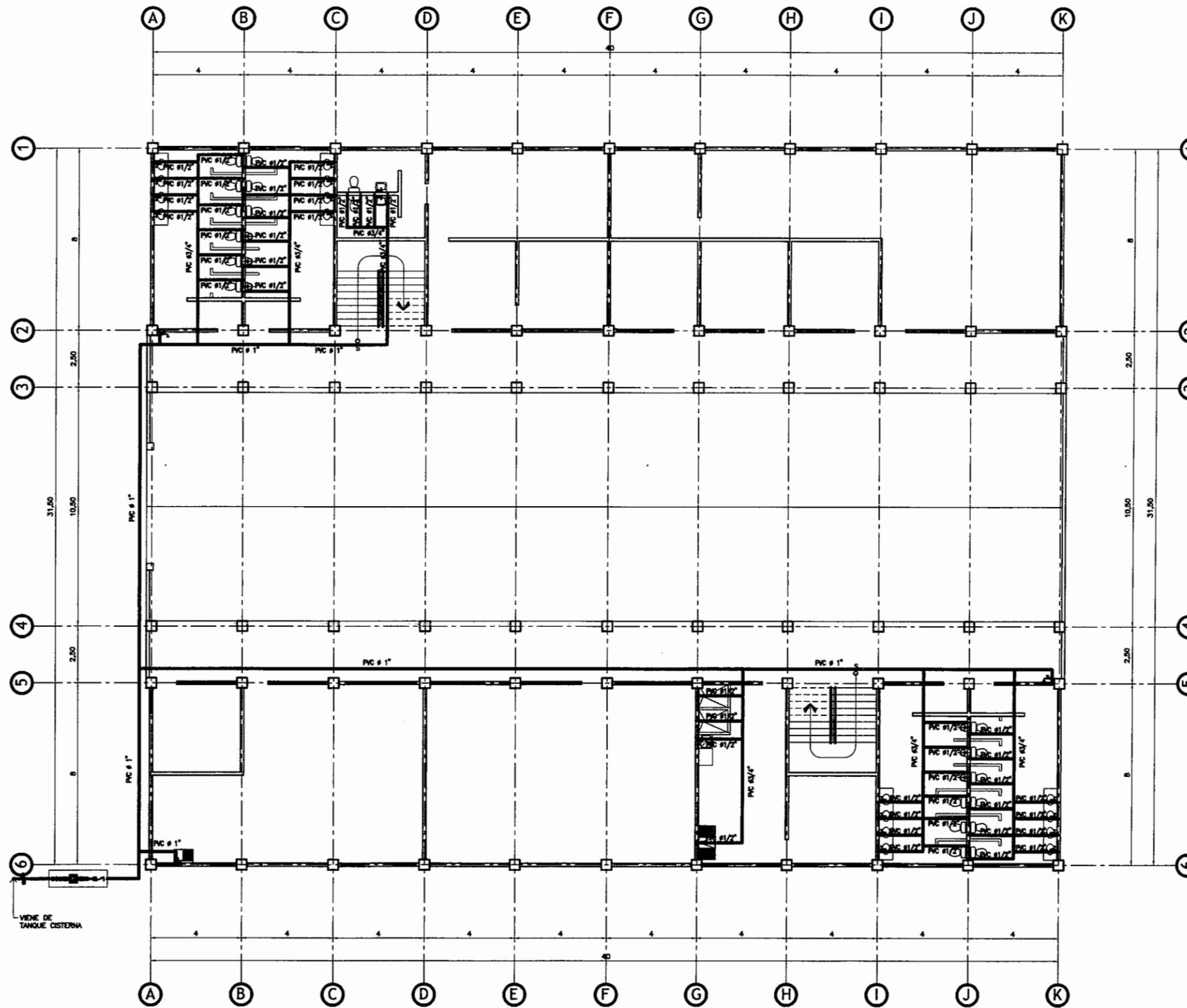


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

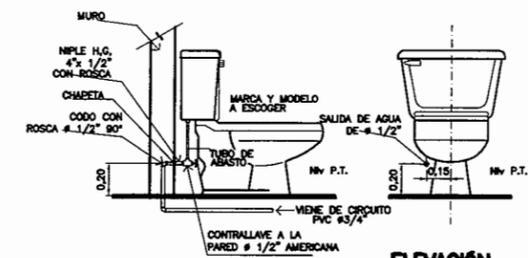
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES ALDEA EL RODEO, CANOTÁN, CHIQUIMULA
CONTENIDO: DETALLES DE CIMENTACIÓN

DISEÑO: ANGELO ANTONIO ARRIVALLAGA
CALCULO: ANGELO ANTONIO ARRIVALLAGA
ESCALA: PODADA
HOJA: 10
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA
DIBUJO: ANGELO ANTONIO ARRIVALLAGA
FECHA: OCTUBRE 2010

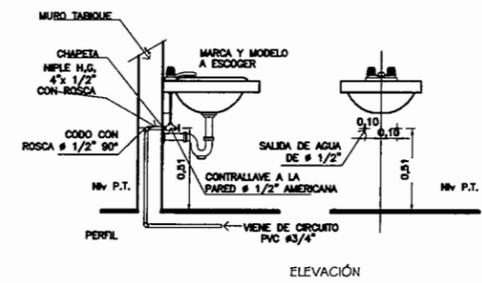
Vo. Bo. 
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA GUAYAMA



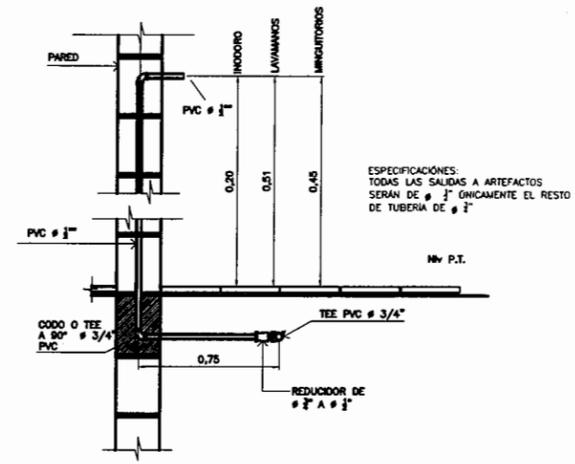
PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA NIVEL 1
ESCALA: 1/100



DET. ACOMETIDA DE AGUA EN RETRETE
ESCALA: 1/10



DET. ACOMETIDA DE AGUA EN LAVAMANOS
ESCALA: 1/10



DET. SALIDA DE TUBERÍA HACIA ARTEFACTOS
ESCALA: 1/10

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Válvula de globo
2		Contador de volumen de agua (3/4" x 1/2")
3		Válvula de compuerta
4		Válvula de retención o cheque
5		Válvula de peso
6		Unión de separación
7		Tubo PVC # 3/4" o indicado
8		Reductor PVC # 3/4" x 1/2", # 1" x # 3/4"
9		Tee de PVC # indicado (elevación)
10		Tee de PVC # indicado (plano)
11		Codo PVC de 90° (plano) # indicado
12		Codo PVC 90° perfil # indicado
13		Cabo para amarrar perfil
14		Accesorio en cruz PVC # indicado (elevación)
15		Indice Ingreso



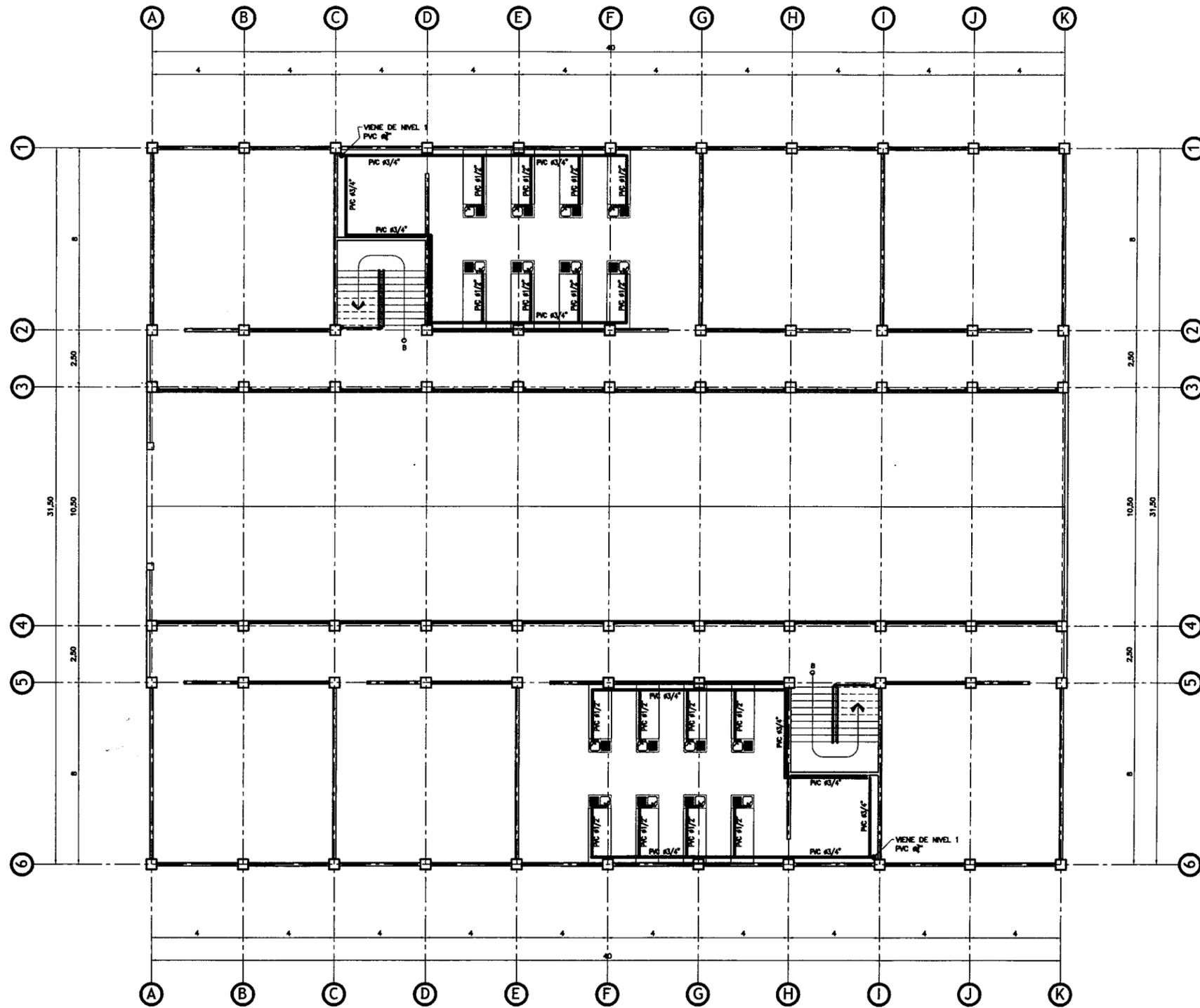
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUEMULA
CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA NIVEL 1

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 13
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo.

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA NIVEL 2
ESCALA: 1/100

ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Válvula de grifo
2		Contador de volumen de agua (3/4" x 1/2")
3		Válvula de compuerta
4		Válvula de retención o diafragma
5		Válvula de piso
6		Unión de separación
7		Tubo PVC Ø 3/4" o indicado
8		Reductor PVC Ø 3/4" x 1/2" o 1" x Ø 3/4"
9		Tee de PVC Ø indicado (elevación)
10		Tee de PVC Ø indicado (plano)
11		Codo PVC de 90° (plano) Ø indicado
12		Codo PVC 90° perfil Ø indicado
13		Grifo para manguera perfil
14		Acceso en cruz PVC Ø indicado (elevación)
15		Indice ingreso

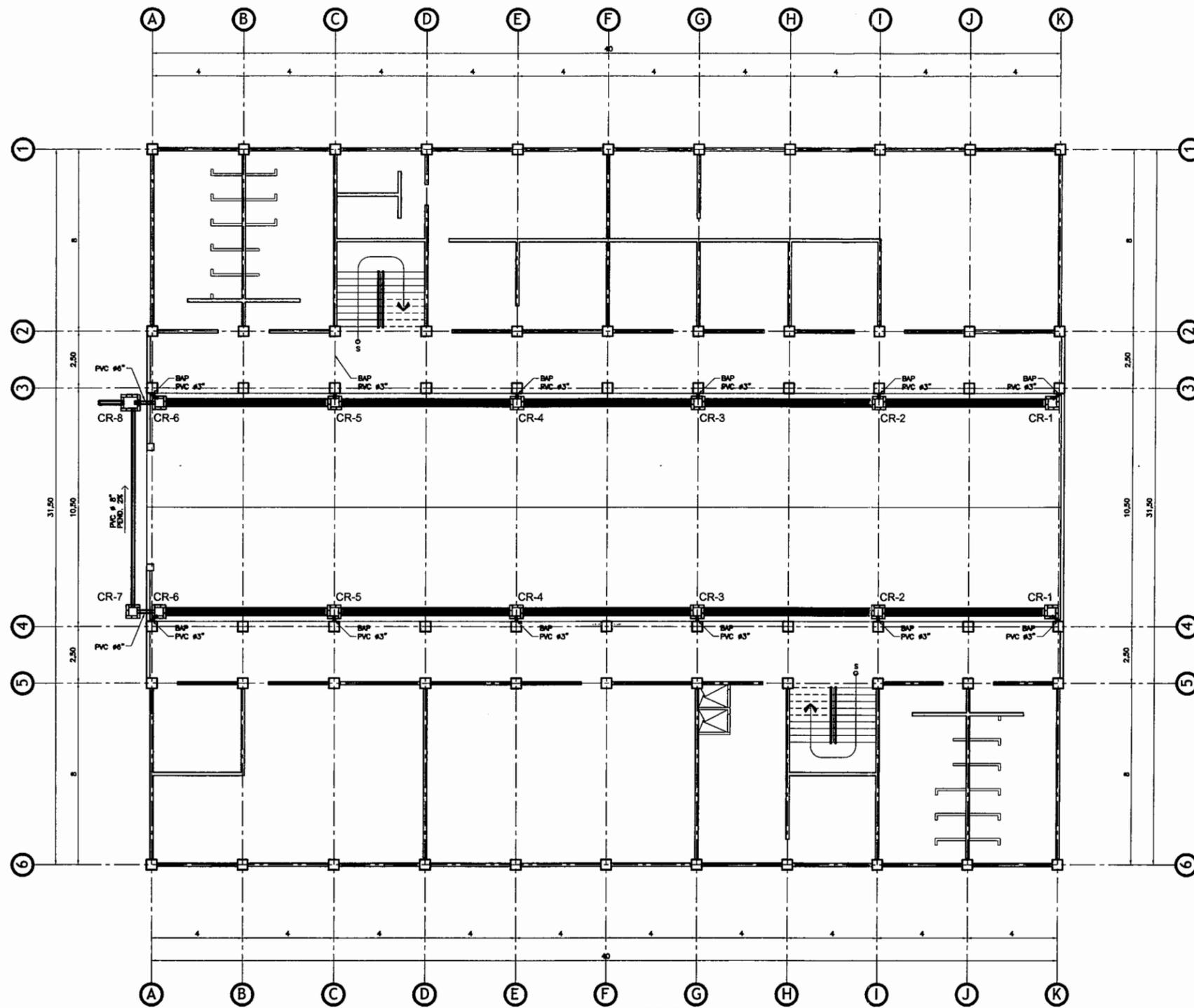


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁULICA NIVEL 2

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARENAS HAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARENAS HAJERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 14
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARENAS HAJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

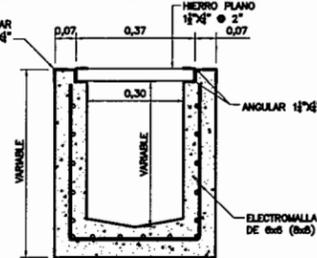
Vo.Bo.
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA



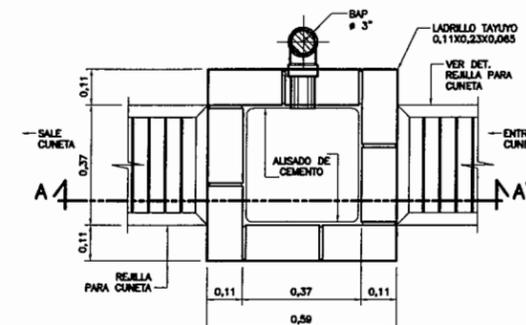
PLANTA INSTALACIÓN DRENAJE PLUVIAL NIVEL 1
ESCALA: 1/100



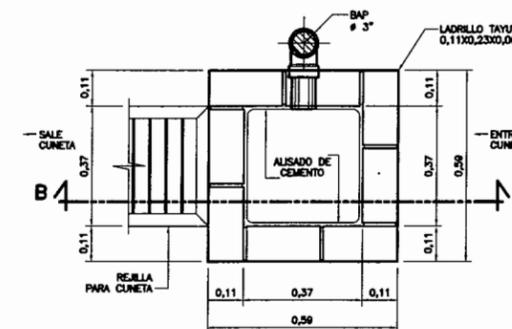
PLANTA REJILLA PARA CUNETETA
ESCALA: 1/20



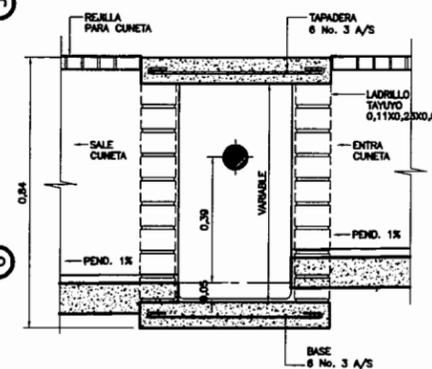
DET. CUNETETA CON REJILLA
ESCALA: 1/10



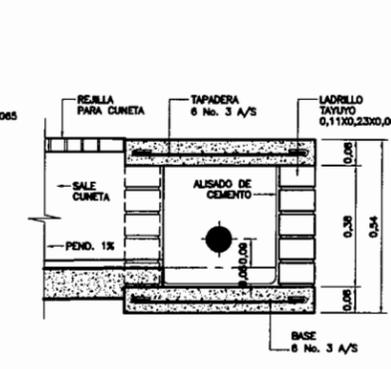
PLANTA CAJA RECOLECTORA
ESCALA: 1/10



PLANTA CAJA RECOLECTORA CR-1
ESCALA: 1/10



SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/10



SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1/10

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES PLUVIALES		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Caja recolectora CR
2		Indica pendiente de tubería
3		Tubería pvc para drenajes aguas pluviales (Ø indicado)
4		Codo a 90° tubería PVC Ø indicado
5		Eje de agua pluviales PVC Ø indicado
6		Cuneta con rejilla



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL ROOEO, CAMOTÁN, CHIMULULA

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN DRENAJE PLUVIAL NIVEL 1

DISEÑO:
ANGEL ANTONIO ARIAS MAJEDA

CALCULO:
ANGEL ANTONIO ARIAS MAJEDA

ESCALA:
INDICADA

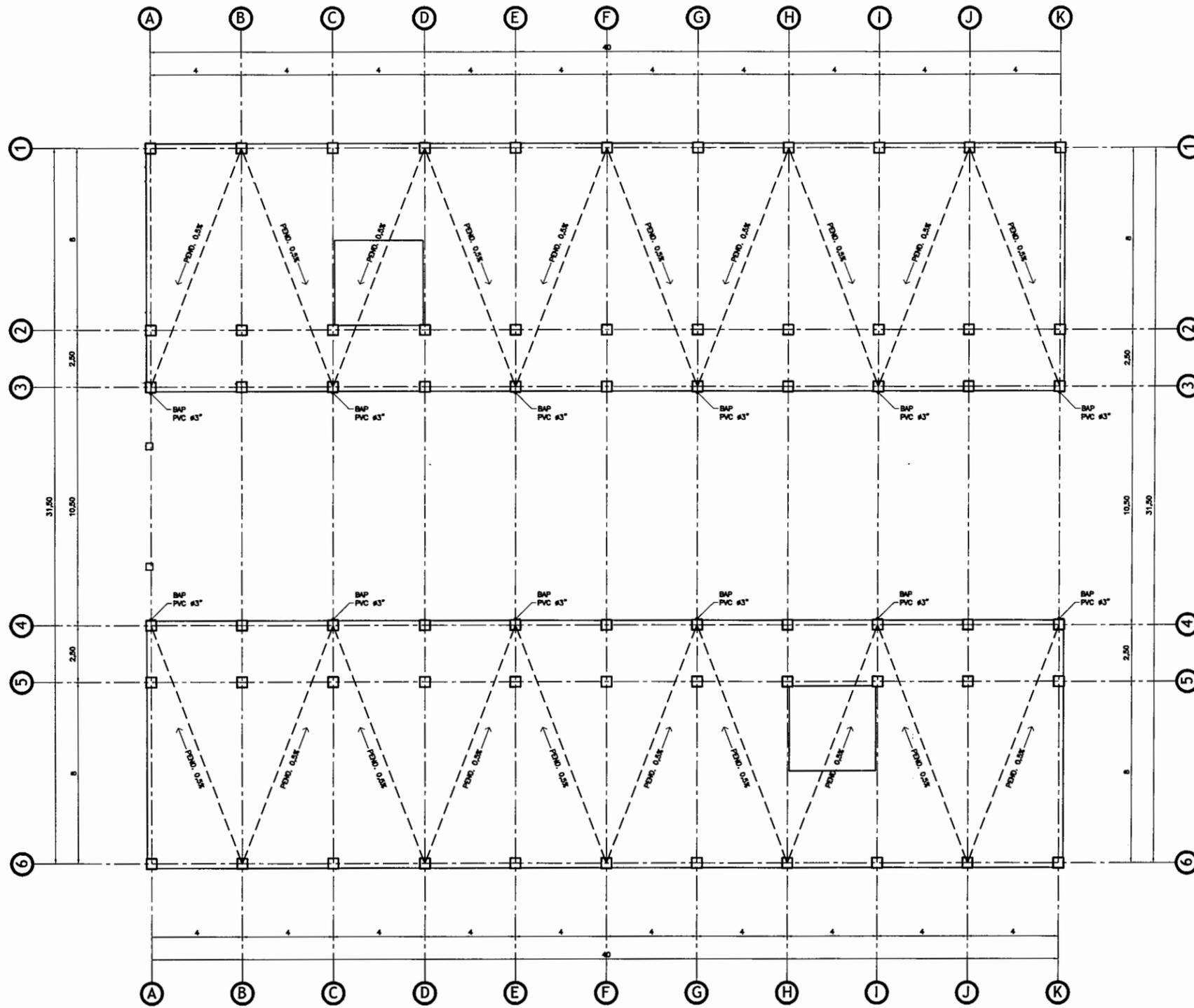
HOJA:
15 / 22

ASESOR:
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA

FECHA:
OCTUBRE 2010

Vo.Bo.

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA



PLANTA INSTALACIÓN DRENAJE PLUVIAL NIVEL 2
 ESCALA: 1/100

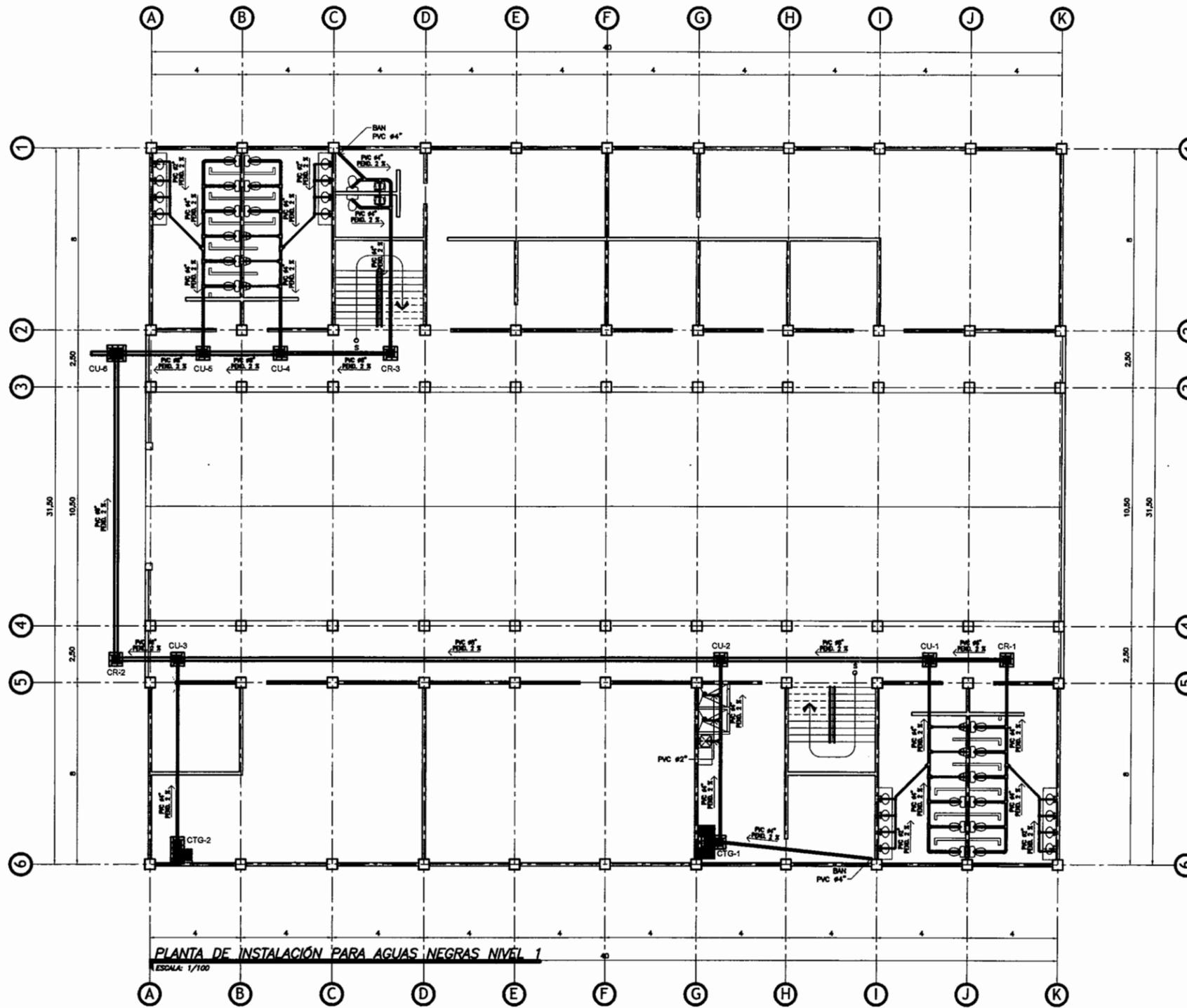


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

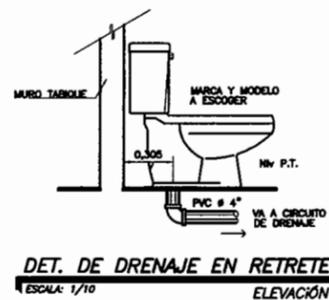
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUIMULA
 CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN DRENAJE SANITARIO NIVEL 2

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NALERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NALERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 16
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NALERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

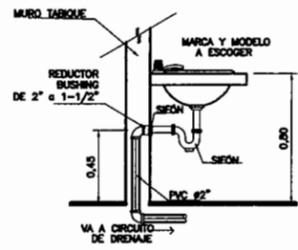
Vo.Bo. 
 ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLA OCHAETA



PLANTA DE INSTALACIÓN PARA AGUAS NEGRAS NIVEL 1
ESCALA: 1/100

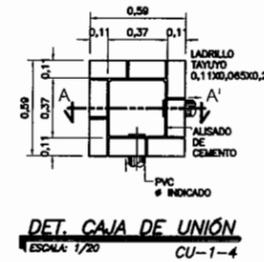


DET. DE DRENAJE EN RETRETE
ESCALA: 1/10 ELEVACIÓN

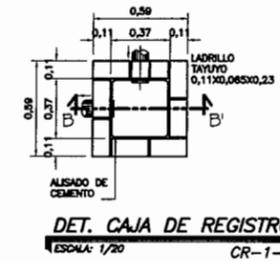


DET. DE DRENAJE EN LAVAMANOS
ESCALA: 1/10 ELEVACIÓN

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS		SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS			
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Caja para drenajes (tipo de caja indicada)	9		Tee por perfil Ø indicado
2		CU-#	10		Tee por Ø indicado
3		CR-#	11		Codo a 90° por Ø indicado
4		CTG-#	12		Codo a 90° por Ø indicado
5		Tubería para drenaje aguas servidas (Ø indicado)	13		Codo a 45° por Ø indicado
6		Indica continuidad de tubería	14		BAN, Bajada de aguas negras por Ø indicado
7		Reductor PVC Ø indicado	15		Indica pendiente de tubería
8		Sifón por terminal Ø indicado	16		Caja Trampa de Grasa



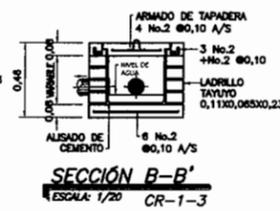
DET. CAJA DE UNIÓN
ESCALA: 1/20 CU-1-4



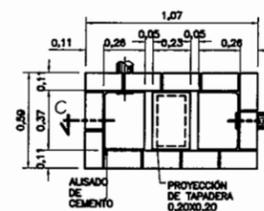
DET. CAJA DE REGISTRO
ESCALA: 1/20 CR-1-3



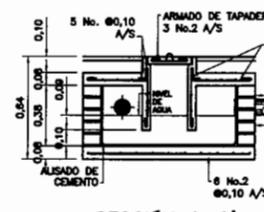
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/20 CU-1-4



SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1/20 CR-1-3



DET. TRAMPA DE GRASA
ESCALA: 1/20 CTG-1-2



SECCIÓN C-C'
ESCALA: 1/20 CTG-1-2

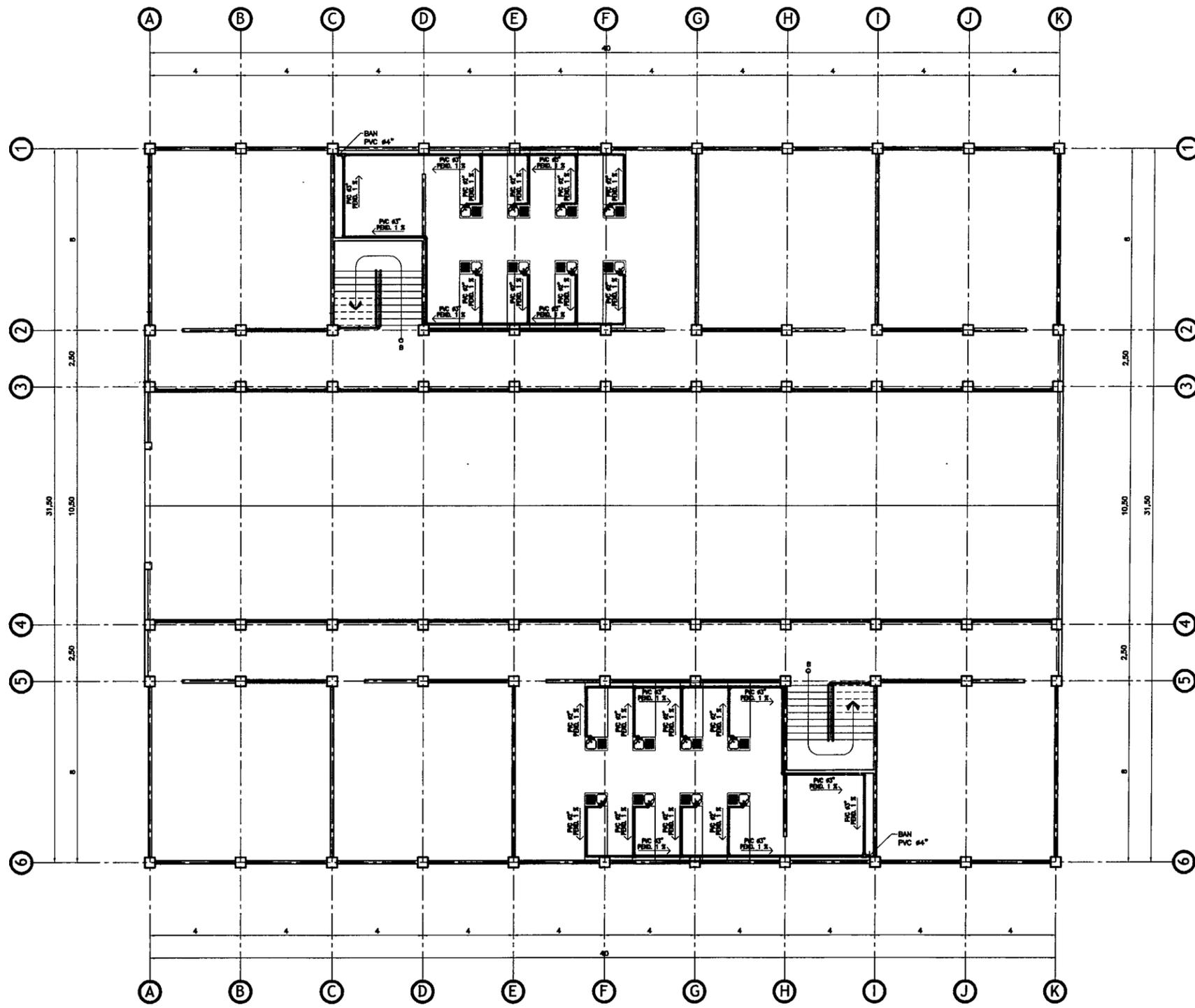


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUIMULA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN PARA AGUAS NEGRAS NIVEL 1

DISEÑO: ANGELO ANTONIO ARIAS NUÑERA
CALCULO: ANGELO ANTONIO ARIAS NUÑERA
ESCALA: INDICADA
HOJA: 17/22

ASESOR: DR. MANUEL ALFREDO ARRIVELAGA
DIBUJO: ANGELO ANTONIO ARIAS NUÑERA
FECHA: SETIEMBRE 2010
Vo.Bo. ING. MANUEL ALFREDO ARRIVELAGA



PLANTA DE INSTALACIÓN PARA AGUAS NEGRAS NIVEL 2
 ESCALA: 1/100

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS					
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Caja para drenajes (pvc de caja indicado)	9		Tee pvc 1/2" Ø indicado
2		Caja de Unión	10		Yee pvc Ø indicado
3		Caja de Riego	11		Codo a 90° pvc Ø indicado
4		Caja Trampa de Grasa	12		Codo a 45° pvc Ø indicado
5		Tubería pvc para drenajes aguas servidas (Ø indicado)	13		Codo a 45° pvc Ø indicado
6		Indica continuidad de tubería	14		BAN, Deposa de aguas negras pvc Ø indicado
7		Reductor PVC Ø indicado	15		Indica pendiente de tubería
8		Sifón pvc terminal Ø indicado	16		Caja Trampa de Grasa

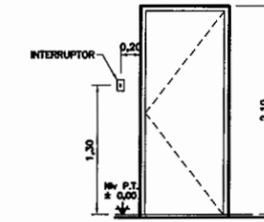
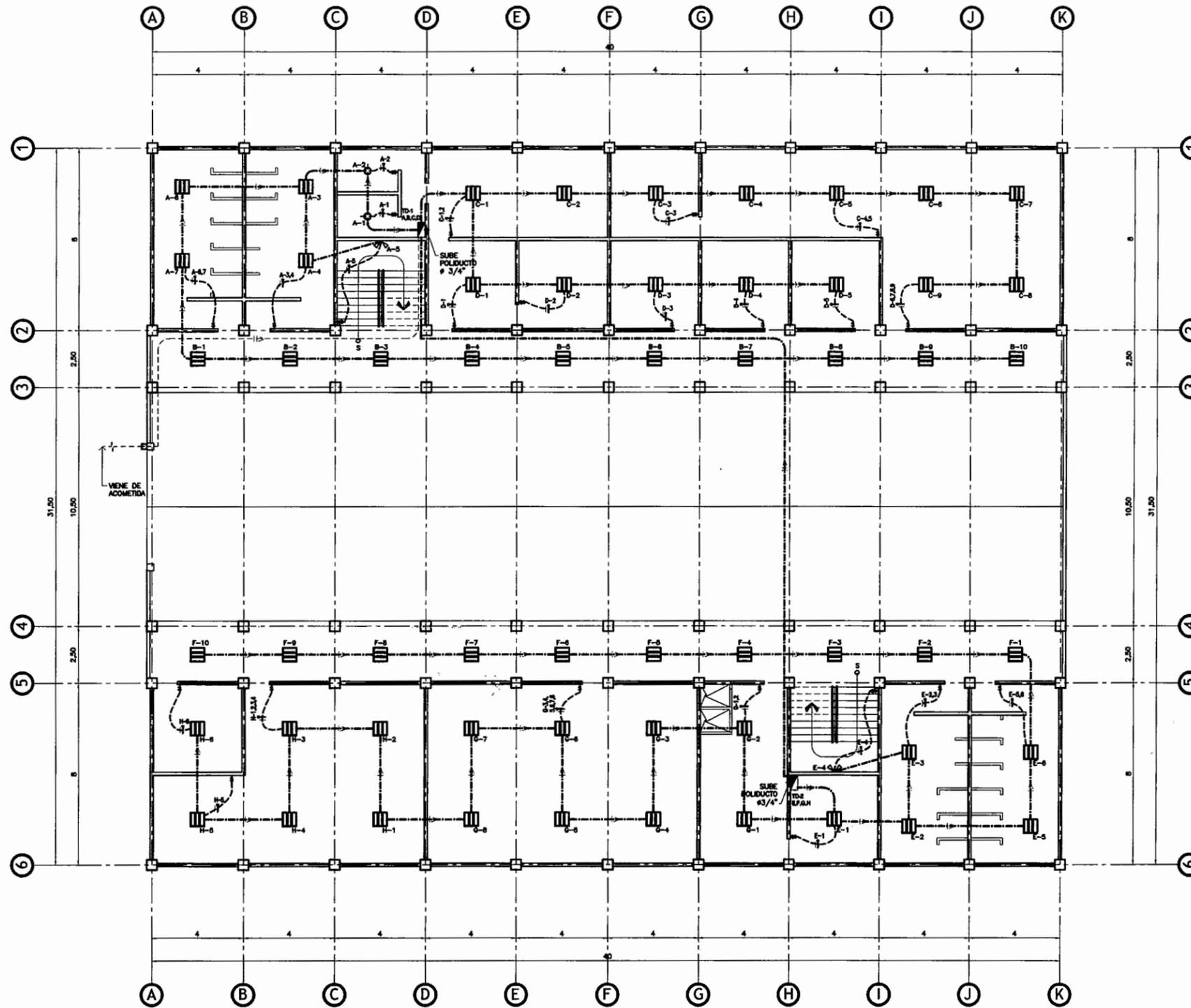


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUMULA
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN PARA AGUAS NEGRAS NIVEL 2

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	ESCALA: 1/100	HOJA: 18
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo.
 ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHOAETA



DET. ALTURA PARA INTERRUPTORES
SIN ESCALA

TABLERO TD-1					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTOS	FLIP-ON	USO
A	7	770	110 v	120	ILUMINACIÓN
B	10	1,100	110 v	120	ILUMINACIÓN
C	9	990	110 v	120	ILUMINACIÓN
D	5	550	110 v	120	ILUMINACIÓN

TABLERO TD-2					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTOS	FLIP-ON	USO
E	5	660	110 v	120	ILUMINACIÓN
F	10	1,100	110 v	120	ILUMINACIÓN
G	8	880	110 v	120	ILUMINACIÓN
H	6	660	110 v	120	ILUMINACIÓN

SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Acornada Eléctrica
2	Contacto Eléctrico h= 2.70m s.n.p.l
3	Tablero de distribución h= 1.70 s.n.p.l
4	Iluminación en cielo
5	Iluminación para proyectores (reflectores)
6	Lámparas en cielo
7	Línea neutro calibre indicado (cable 1ø)
8	Línea vivo calibre indicado (cable 1ø)
9	Línea de retorno calibre indicado (cable 1ø)
10	Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (impreso en base)
11	Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (puca interruptores)
12	Varillas pvc eléctrico diámetro indicado
13	Interruptor simple h= 1.20m s.n.p.l
14	Interruptor doble h= 1.20m s.n.p.l

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN NIVEL 1
ESCALA: 1/100

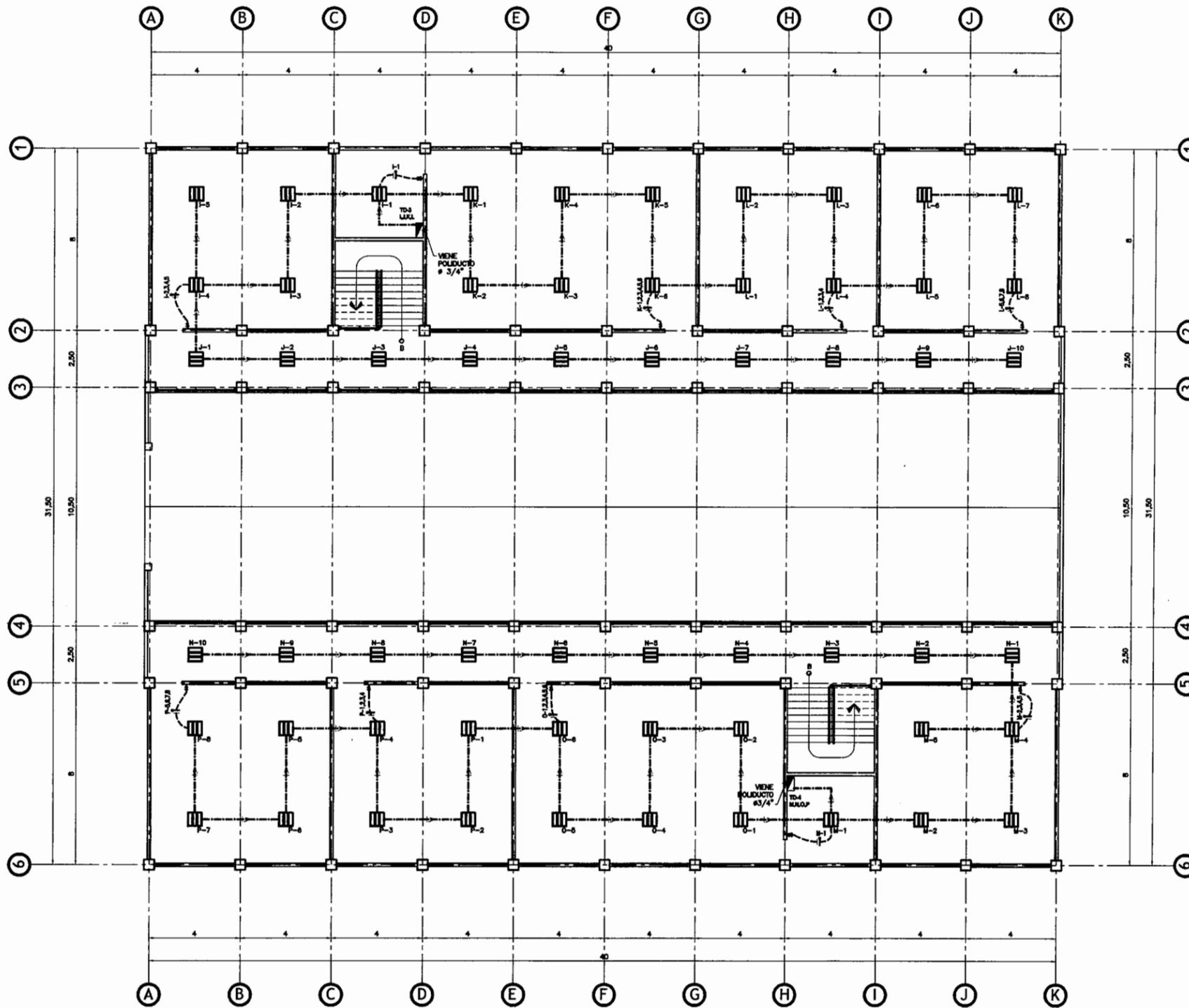


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

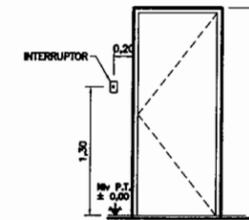
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN NIVEL 1

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	ESCALA: ACORDA	HOJA: 19
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NUJEDA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo. 
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALLAGA OCHAETA



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN NIVEL 2
ESCALA: 1/100



DET. ALTURA PARA INTERRUPTORES
SIN ESCALA

TABLERO TD-3					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FLIP-ON	USO
I	4	440	110v	1/20	ILUMINACIÓN
J	10	1,100	110v	1/20	ILUMINACIÓN
K	6	660	110v	1/20	ILUMINACIÓN
L	8	880	110v	1/20	ILUMINACIÓN

TABLERO TD-4					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FLIP-ON	USO
M	5	500	110v	1/20	ILUMINACIÓN
N	10	1,100	110v	1/20	ILUMINACIÓN
O	6	660	110v	1/20	ILUMINACIÓN
P	8	880	110v	1/20	ILUMINACIÓN

SIMBOLOGÍA DE FUERZA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	---	Acomoda Eléctrica
2	□	Contador Eléctrico 1" x 2 1/2" x 1 1/2"
3	□	Tablero de distribución 1" x 1 1/2" x 1 1/2"
4	⊕	Iluminación en cable
5	⊕	Iluminación para proyectores (reflectores)
6	⊕	Lámpara en cable
7	⊕	Línea neutro calibre indicado (cable 1/2")
8	⊕	Línea vivo calibre indicado (cable 1/2")
9	⊕	Línea de retorno calibre indicado (cable 1/2")
10	⊕	Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (separado en base)
11	⊕	Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (hacia interruptores)
12	⊕	Vueltes pvc eléctrico diámetro indicado
13	⊕	Interruptor simple 1" x 1 1/2" x 1 1/2"
14	⊕	Interruptor doble 1" x 1 1/2" x 1 1/2"



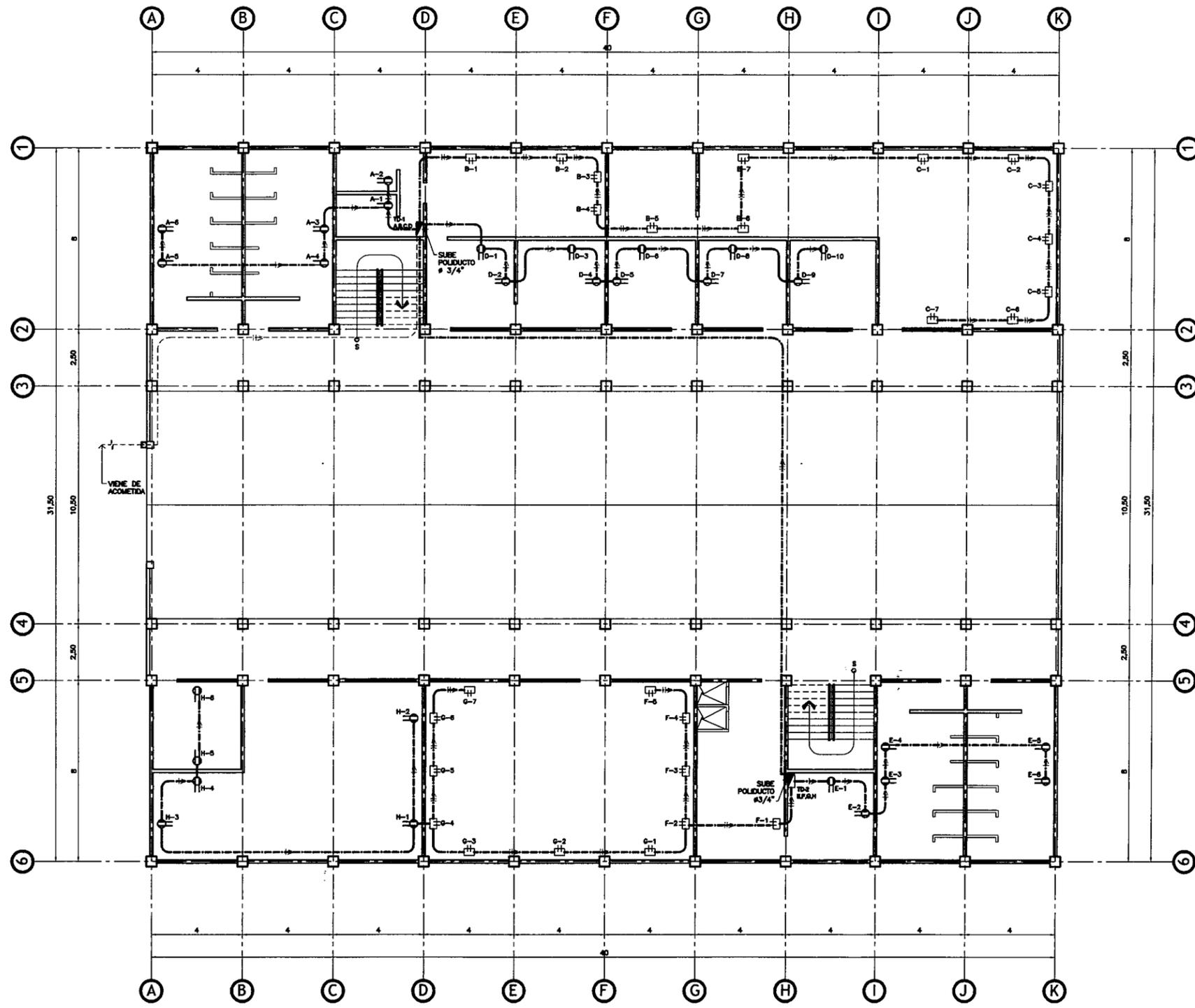
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN NIVEL 2

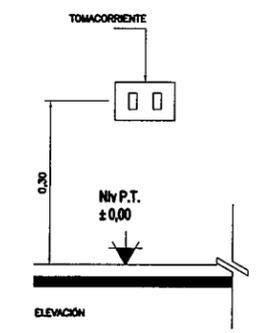
DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	ESCALA: ESCALA	HOJA: 20
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo.

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA CHIMULULA



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA NIVEL 1
 ESCALA: 1/100



DETALLE DE TOMACORRIENTE
 SIN ESCALA

TABLERO TD-1					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FUSION	USO
A	6	660	110 v	1x20	FUERZA
B	7	1,540	220 v	1x20	FUERZA
C	7	1,540	220 v	1x20	FUERZA
D	10	1,100	110 v	1x20	FUERZA

TABLERO TD-2					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FUSION	USO
E	6	660	110 v	1x20	FUERZA
F	5	1,100	220 v	1x20	FUERZA
G	7	1,540	220 v	1x20	FUERZA
H	6	660	110 v	1x20	FUERZA

SIMBOLOGIA DE FUERZA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Acornelada Eléctrica
2		Tablero de distribución 1x 1,70 a.n.p.t.
3		Línea neutro calibre indicado (table la)
4		Línea fase calibre indicado (table la)
5		Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (temporada en piso)
6		Interruptor por eléctrico diámetro indicado
7		Interruptor doble 110 v pared y/o piso
8		Interruptor doble 220 v pared y/o piso
9		Contador Eléctrico 1x 2,70m a.n.p.t.

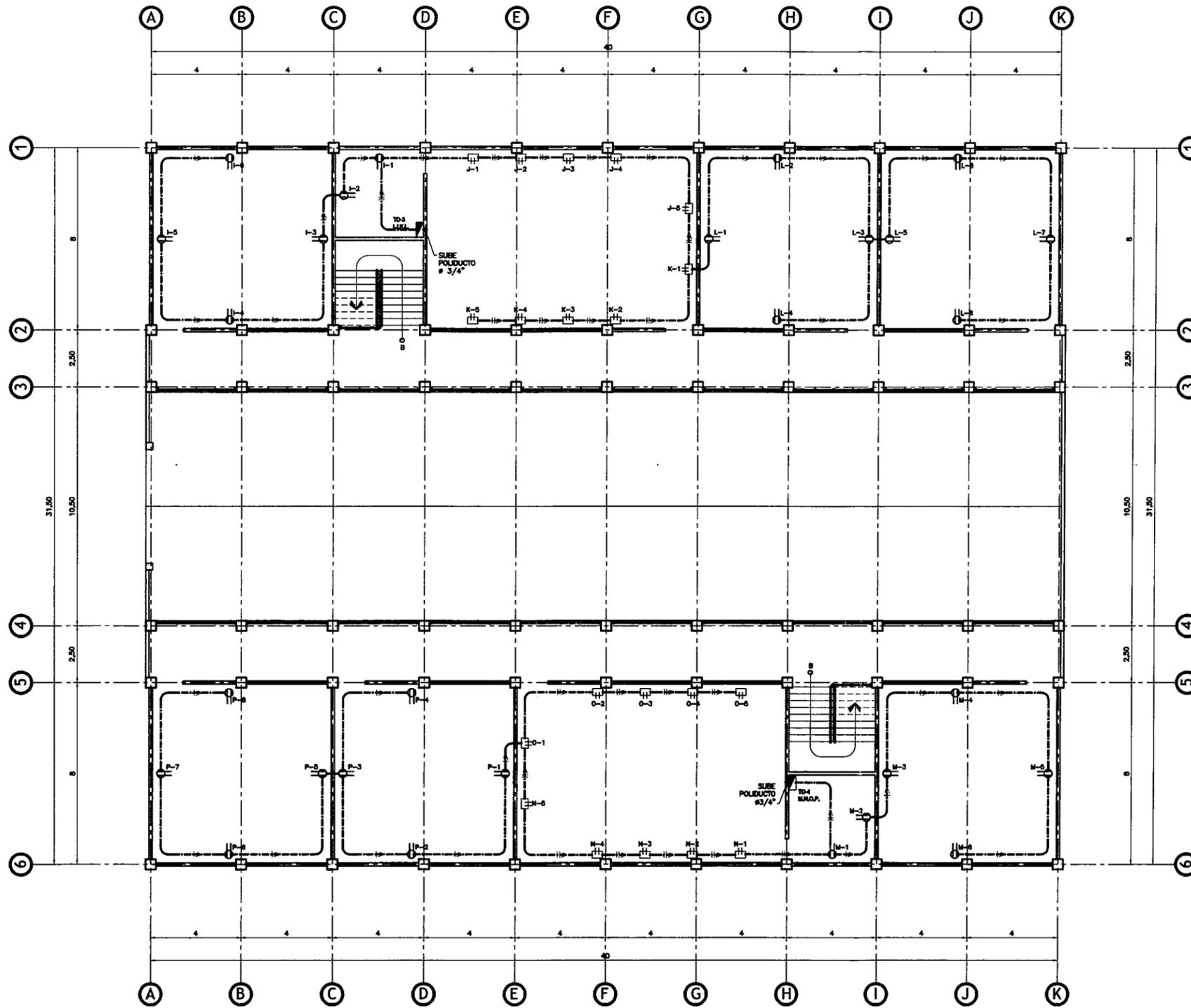


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

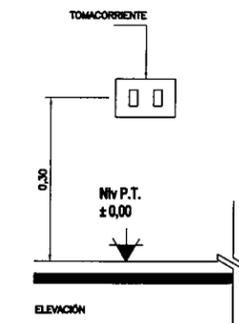
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIQUIMULA
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA NIVEL 1

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÚÑERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÚÑERA	ESCALA: INDICADA	HOJA: 21
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NÚÑERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo.
 ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA NIVEL 2
 ESCALA: 1/100



DETALLE DE TOMACORRIENTE
 SIN ESCALA

TABLERO TD-3					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FUP-ON	USO
I	6	880	110 v	1x20	FUERZA
J	5	1,100	220 v	1x20	FUERZA
K	5	1,100	220 v	1x20	FUERZA
L	8	880	110 v	1x20	FUERZA

TABLERO TD-4					
CIRCUITO	No. U	WATT	VOLTIOS	FUP-ON	USO
M	6	880	110 v	1x20	FUERZA
N	5	1,100	220 v	1x20	FUERZA
O	5	1,100	220 v	1x20	FUERZA
P	8	880	110 v	1x20	FUERZA

SIMBOLOGÍA DE FUERZA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		Armedada Eléctrica
2		Tablero de distribución 1x1,70 m p.t.
3		Línea neutro cableado (cable tv)
4		Línea viva cableado (cable tv)
5		Tubo pvc eléctrico diámetro indicado (empotrado en piso)
6		Wuehler pvc eléctrico diámetro indicado
7		Interruptor doble 110 v pared y/o piso
8		Interruptor doble 220 v pared y/o piso
9		Conector Eléctrico 1x 2,70m s.a.b.1



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES
 ALDEA EL RODEO, CAMOTÁN, CHIMULULA
 CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA NIVEL 2

DISEÑO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	CALCULO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	ESCALA: INDICADA	HOLJA: 22
ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARNIVILLADA	DIBUJO: ANGEL ANTONIO ARIAS NAJERA	FECHA: OCTUBRE 2010	22

Vo.Bo. 
 ING. MANUEL ALFREDO ARNIVILLADA OCHAETA