



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

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE
AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA
LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

Mynor Rolando Yax Arrecis

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE
AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA
LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Jose Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaías Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE EXAMINÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Evelyn Maribel Morales Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Wendel Andrés Rodas Aldana
EXAMINADOR	Ing. Renzo Ricardo Gracioso Sierra
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de agosto de 2008.



Mynor Rolando Yax Arrecis



Guatemala, 26 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1061.11.08.

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 **Mynor Rolando Yax Arrecis** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412534**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”**.

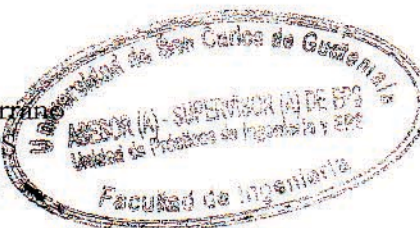
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala, 26 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1061.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

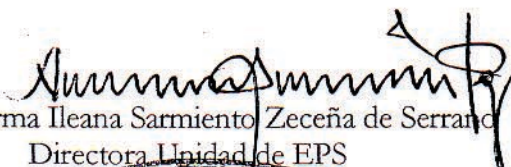
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mynor Rolando Yax Arrecis**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano**.

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





Guatemala,
5 de febrero de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

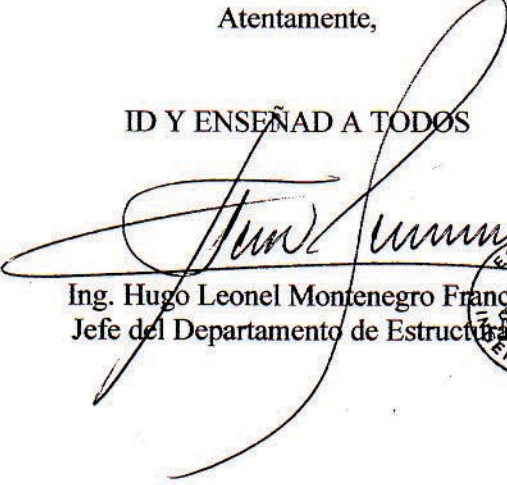
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Rolando Yax Arrecis, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



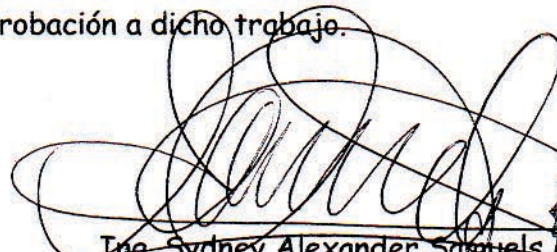
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC


/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Rolando Yax Arrecis, titulado DISEÑO DE AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, marzo 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.052.09

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 AMPLIACIÓN DE LA ESCUELA DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DE LA COLONIA VISTA LINDA, MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario, **Mynor Rolando Yax Arrecis**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2009

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS	Por darme la bendición de la vida y por darme la oportunidad y capacidad de culminar mi carrera.
Mis padres	Por su invaluable apoyo, amor y presencia a lo largo de mi carrera.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su valioso tiempo dedicado, sus consejos y su ayuda fundamental en la elaboración de mi trabajo de graduación.
Municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa	Por la oportunidad que me brindaron para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- y por la oportunidad de formar parte de tan agradable grupo de trabajo.
La Facultad de Ingeniería	Por haberme formado como profesional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por cederme la oportunidad de triunfar.
Mis pastores	Por sus sabios consejos.
Mis amigos	Por sus consejos, apoyo, ayuda y amistad incondicional que me brindaron.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por la guía, bendiciones y fortalecimiento en mi camino.
- Mis padres** Luis Rolando Yax Gómez y Delia Arrecis Rosales, por su amor incondicional, por acompañarme en todos los momentos de mi vida y por su deseo de verme triunfar en el ámbito profesional; Dios les bendiga.
- Mis hermanas** Nancy y Gabriela, por su incondicional apoyo para culminar mi carrera.
- Mi abuelo** Juan Yax (q.e.p.d) que este triunfo sea un homenaje a su memoria, siempre lo llevaré en mi corazón.
- Mi familia** Por su apoyo de siempre.
- Mis amigos** Por haber estado conmigo hasta el final de nuestra carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla	1
1.1.1. Aspectos históricos	1
1.1.2. Aspectos físicos	2
1.1.2.1. Localización y ubicación	2
1.1.2.2. Extensión y colindancias	3
1.1.2.2. Población	3
1.1.2.3. Clima	4
1.1.2.4. Hidrografía	4
1.1.2.5. Topografía	4
1.1.3 Aspectos de Infraestructura	5
1.1.3.1. Vías de acceso	5
1.1.3.2. Servicios públicos	5
1.1.3.2.1. Educación	5
1.1.3.2.2. Salud	6
1.1.3.2.3. Agua potable	6
1.1.3.2.4. Drenajes	7

1.1.3.2.5. Energía eléctrica	7
1.1.4. Aspectos Socioeconómicos	7
1.2. Principales necesidades del municipio	9
1.2.1. Descripción de las necesidades	9
1.2.2. Priorización de las necesidades	9
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Diseño de la ampliación de la Escuela de Autogestión Comunitaria de la colonia Vista Linda, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla	11
2.1.1. Investigación preliminar	11
2.1.1.1. Descripción del proyecto	11
2.1.1.2. Descripción del espacio disponible	12
2.1.1.3. Capacidad	12
2.1.1.4. Diseño arquitectónico	12
2.1.1.5. Predimensionamiento del edificio	13
2.1.1.6. Selección del sistema estructural	14
2.1.1.7. Características del suelo	14
2.1.2. Análisis estructural	16
2.1.2.1. Predimensionamiento estructural	16
2.1.2.2. Modelo matemático	20
2.1.2.3. Cargas aplicadas en marcos dúctiles	23
2.1.2.3.1. Cargas gravitacionales en marcos dúctiles	23
2.1.2.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles	27

2.1.2.4. Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural	46
2.1.2.5. Momentos últimos por envolventes	54
2.1.2.6. Diagramas de momento y de corte últimos	55
2.1.3. Diseño estructural	59
2.1.3.1. Losas	60
2.1.3.2. Vigas	68
2.1.3.3. Columnas	74
2.1.3.4. Cimentaciones	90
2.1.3.5. Gradadas	99
2.1.4. Instalaciones	103
2.1.4.1. Agua potable	103
2.1.4.2. Drenajes	103
2.1.4.3. Instalación eléctrica	104
2.1.5. Planos constructivos	104
2.1.6. Presupuesto	104
2.1.7. Cronograma de ejecución	109
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXOS	117
APÉNDICE	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa	2
2. Planta típica niveles 1 y 2 (módulo de aulas)	20
3. Planta típica de Módulo de administración	20
4. Criterios para dibujar modelos matemáticos en marcos dúctiles	21
5. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido X (Módulo de aulas)	21
6. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de aulas)	22
7. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido X (Módulo de administración)	22
8. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de administración)	22
9. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido X (Módulo de aulas)	44
10. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de aulas)	44
11. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido X (Módulo de administración)	45
12. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de administración)	45
13. Diagrama de momentos (kg-m) - carga muerta – marco dúctil X (Módulo de aulas)	47
14. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil X (Módulo de aulas)	48

15. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil X (Módulo de aulas)	48
16. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil Y (Módulo de aulas)	49
17. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil Y (Módulo de aulas)	49
18. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil Y (Módulo de aulas)	50
19. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil X (Módulo de administración)	50
20. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil X (Módulo de administración)	51
21. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil X (Módulo de administración)	51
22. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil Y (Módulo de administración)	52
23. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil Y (Módulo de administración)	52
24. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil Y (Módulo de administración)	53
25. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil X (Módulo de aulas)	55
26. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil X (Módulo de aulas)	56
27. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil Y (Módulo de aulas)	56
28. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil Y (Módulo de aulas)	57

29. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil X (Módulo de administración)	57
30. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil X (Módulo de administración)	58
31. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil Y (Módulo de administración)	58
32. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil Y (Módulo de administración)	59
33. Losas primer nivel (Módulo de aulas)	60
34. Planta de momentos actuantes en losa típica – Nivel 1	63
35. Planta de momentos balanceados en losa típica – Nivel 1	65
36. Momentos y cortes de viga 3 (segundo nivel, aulas) kg-m	68
37. Detalle de refuerzo longitudinal Columna primer nivel (módulo de aulas)	88
38. Detalle de distribución de estribos columna (módulo de aulas)	89
39. Desplante de zapata aislada	91
40. Corte simple (zapata)	93
41. Corte punzonante (zapata)	94
42. Esquema de cimiento corrido	96
43. Flexión en cimiento corrido	98
44. Dimensiones en planta del módulo de gradas	101
45. Distribución de carga y momento en gradas	102
46. Factores de capacidad de carga para la fórmula de Terzaghi	117
47. Valor de K'_x y K'_y (columna 1)	119
48. Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial	121

TABLAS

I.	Santa Lucia Cotzumalguapa: Cuadro de población escolar neta, por sector: oficial y privado. Años 2004- 2005	5
II.	Dimensiones teóricas para aulas	12
III.	Peralte mínimo de vigas	18
IV.	Carga muerta primer nivel viga eje-x (módulo de aulas)	24
V.	Carga muerta segundo nivel viga eje-x (módulo de aulas)	24
VI.	Carga viva viga eje-x (módulo de aulas)	25
VII.	Carga muerta primer nivel viga eje-y (módulo de aulas)	25
VIII.	Carga muerta segundo nivel viga eje-y (módulo de aulas)	25
IX.	Carga viva viga eje-y (módulo de aulas)	26
X.	Carga muerta viga eje-x (módulo de administración)	26
XI.	Carga viva viga eje-y (módulo de administración)	26
XII.	Carga muerta viga eje-x (módulo de administración)	26
XIII.	Carga muerta viga eje-x (módulo de administración)	27
XIV.	Valores coeficiente Z	28
XV.	Valores coeficiente K	28
XVI.	Fuerzas sísmicas en cada nivel	32
XVII.	Cálculo de centro de rigidez, primer nivel eje X	34
XVIII.	Cálculo de centro de rigidez, primer nivel eje Y	34
XIX.	Fuerzas por marco, primer nivel X-X	40
XX.	Fuerzas por marco, primer nivel Y-Y	40
XXI.	Fuerzas por marco, primer nivel X-X	40
XXII.	Fuerzas por marco, primer nivel Y-Y	40
XXIII.	Fuerzas sísmicas en cada nivel	41
XXIV.	Fuerzas por marco X-X	43
XXV.	Fuerzas por marco Y-Y	43

XXVI.	Comparación entre resultados obtenidos por Kani y resultados obtenidos por SAP 2000 para Carga Muerta “Y” Mod. Aulas	54
XXVII.	Momentos negativos	61
XXVIII.	Momentos positivos	62
XXIX.	Momentos negativos	62
XXX.	Momentos positivos	62
XXXI.	Momentos negativos	62
XXXII.	Momentos positivos	62
XXXIII.	Momentos negativos	62
XXXIV.	Momentos positivos	63
XXXV.	Momentos negativos	63
XXXVI.	Momentos positivos	63
XXXVII.	Cálculo de As y S parra momentos > que 607.50g-m Losa primer nivel (módulo de aulas)	67
XXXVIII.	Cálculo del área de acero para la viga 3	69
XXXIX.	Cálculo de vigas, módulo de aulas y módulo administrativo	73
XL.	Cálculo de coeficiente de empotramiento a la rotación en las columnas eje X	77
XLI.	Cálculo de coeficiente de empotramiento a la rotación en las columnas eje Y	78
XLII.	Armado final de columnas	90
XLIII.	Presupuesto – módulo de aulas	105
XLIV.	Presupuesto – módulo de administración	106
XLV.	Presupuesto – servicios sanitarios	107
XLVI.	Presupuesto – cancha polideportiva	108
XLVII.	Costo total del proyecto (integración)	108
XLVIII.	Cronograma de ejecución	109

LISTA DE SÍMBOLOS

A_g	Área gruesa
A_s	Área de acero de refuerzo
A_v	Área de varilla
C	Coeficiente para el cálculo de momento en losas, ACI
CM	Centro de masa
Cm	Carga muerta
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
Cv	Carga viva
e	Excentricidad
E	Esbeltez en columna
E_s	Módulo de elasticidad del concreto
E_c	Módulo de elasticidad del acero
F_{ni}	Fuerza por nivel
f'_c	Resistencia del concreto
f_y	Fluencia del acero
h_b	Peralte de la mayor viga
h_c	Peralte de la mayor columna
I	Inercia
Kg	Kilogramo
K_n	Rigidez de elemento
K_p	Factor de pandeo de la columna
L	Longitud del muro
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
m	Relación entre lado corto y lado largo en losas
M	Momento

$M_{(-)}$	Momento negativo
$M_{(+)}$	Momento positivo
M_b	Momento balanceado
$M_{Asmín}$	Momento que soporta el acero mínimo
M_v	Momento de volteo
P	Carga
P_{cr}	Carga crítica de pandeo de Euler
P_t	Carga de trabajo
Psi	Libras por pulgada cuadrada
q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
Rec	Recubrimiento
s	Espaciamiento
S	Fuerza de sismo
ton	Tonelada
V	Fuerza de corte
W	Peso de la estructura
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
ϕ	Factor de reducción de resistencia

GLOSARIO

Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
Análisis estructural	Estudio de las deformaciones de los elementos estructurales resultantes de la aplicación de cargas
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro.
Columna	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y tiene una altura de aproximadamente tres veces su menor dimensión lateral.
Columna esbelta	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.

Concreto reforzado	Concreto que contiene el refuerzo adecuado.
Confinamiento	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
Excentricidad	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
Marco de concreto rígido	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.

Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometido los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acero extra llamado bastón.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de acero.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste el esfuerzo.
Zapata	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.
Zapata aislada	Es la que soporta una sola columna.

RESUMEN

El trabajo de graduación que a continuación se presenta, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado desarrollado en la municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. Este contiene las solución de la problemática planteada por el comité de la colonia Vista Linda, la cual se encuentra dentro del área de infraestructura específicamente la ampliación de la escuela de dicho lugar, este trabajo se encuentra conformado de la siguiente manera.

La primera fase, contiene una investigación de tipo monográfico del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa y de la colonia Vista Linda, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos de infraestructura.

En la segunda fase se presenta el desarrollo de la solución de la problemática con el diseño de la ampliación de la escuela de la colonia Vista Linda que consta de un módulo de aulas de dos niveles, un módulo administrativo, los servicios sanitarios y una cancha polideportiva. En éste se muestra la metodología aplicada y proceso de diseño hasta obtener los resultados de cada caso, como también los planos y los presupuestos correspondientes, que se adjuntan al final del trabajo.

OBJETIVOS

General

- Diseñar la ampliación de la Escuela de Autogestión Comunitaria de la colonia Vista Linda, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Específicos:

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfico y un diagnóstico de las necesidades, en cuanto a servicios básicos e infraestructura de la colonia Vista Linda, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.
2. Capacitar a los miembros del comité de la colonia Vista Linda, sobre aspectos de operación y mantenimiento de las instalaciones escolares.

INTRODUCCIÓN

La colonia Vista Linda forma parte del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa departamento de Escuintla, y con el propósito de conocer las necesidades más prioritarias en cuanto a servicios básicos e infraestructura, se practicó un diagnóstico, en el que se detectó que el área que demanda atención inmediata es el de infraestructura, principalmente la escolar, por lo que este trabajo de graduación está orientado a plantear una solución factible, tanto técnico como económica de esta problemática, presentando para el efecto el diseño de la ampliación de la escuela de Autogestión Comunitaria de la colonia Vista Linda.

En éste se presenta el desarrollo de la metodología aplicada, tanto en la fase del análisis como de diseño estructural, al final de este trabajo se adjuntan los resultados consistentes en el juego de planos y el presupuesto de dicho proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

1.1.1 Aspectos históricos

La palabra Cotzumalguapa es de origen Cakchiquel, que significa Cohay, Tsumalk: “ubre” y Wakex: “ganado”, o “lugar donde abunda el ganado de buena ubre y también “lugar de las comadreas”. Las palabras Santa Lucía, son de origen español, por lo que el municipio, fue bautizado con el nombre de Santa Lucía Cotzumalguapa.

Existen diversas opciones, respecto al origen de las civilizaciones que poblaron la región de Santa Lucía Cotzumalguapa; sin embargo, la más generalizada, es la situada entre los siglos IX y X después de Cristo y su procedencia debe buscarse entre los pueblos Nahúas. Según datos recopilados, la tribu Tolteca Pipil se asentó en la llamada Costa Grande del país y se considera que fue la primera en habitar Santa Lucía Cotzumalguapa. El Imperio Tolteca, que en los siglos XI y XII se encontraba en el centro de México, se desintegró y emigró a la ciudad religiosa de Tula en el Estado de Hidalgo. Las tribus toltecas emigraron por el norte, occidente y sur del país a tierra centroamericana. Fue así como se establecieron en Guatemala las tribus toltecas y se denominaron de la siguiente manera:

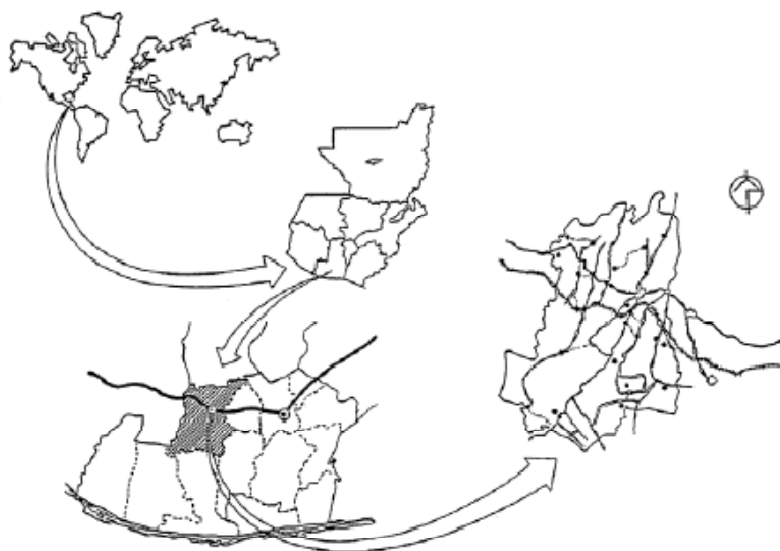
- Quichés
- Cakchiqueles
- Tzutuhiles
- Pipiles

1.1.2 Aspectos físicos

1.1.2.1 Localización y ubicación

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa pertenece al departamento de Escuintla, el cual se encuentra ubicado a 90 kms. de la ciudad capital de Guatemala y a 34 kms. De la cabecera departamental de Escuintla. Su ubicación geográfica es: latitud de $14^{\circ} 19'54''$, longitud $91^{\circ} 01'30''$ con una altura de 370 msnm, por sus características y localización hacen del municipio uno de los más importantes del departamento de Escuintla por su indiscutible liderazgo industrial, comercial, agrícola y ganadero.

Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa



UBICACION DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA
DENTRO DEL CONTEXTO MUNDIAL
Fuente: Municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa

1.1.2.2 Extensión y colindancias

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa tiene una extensión territorial de 432 km².

Sus colindancias son:

- Al norte con el municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango.
- Al sur con el municipio de La Gomera del departamento de Escuintla.
- Al este con los municipios de La Democracia y Siquinalá del departamento de Escuintla.
- Al oeste con los departamentos de La Nueva Concepción y Patulul, de los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez, respectivamente.

1.1.2.3 Población

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el censo del 2002, se puede decir que hay un total de 85,974 habitantes de los cuales 43,858 son hombres y 42,116 son mujeres, teniendo un 90% de población no indígena y un 10% de población indígena en el municipio.

La población que es de origen indígena está conformado especialmente por quienes han emigrado desde el altiplano del país como trabajadores temporales, pero que se han ido asentando poco a poco en el municipio, esto sin desestimar que Santa Lucía fue desde sus inicios un centro de población aborígen, en especial de las etnias cakchiquel y olmeca-pipil.

La cabecera municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa fue elevada a la categoría de ciudad, el 31 de julio de 1972, su jurisdicción municipal comprende a las siguientes aldeas: La Libertad, El Bilbao, Pantaleoncito, Las Delicias, Brisas del Río, Sultanita I, Sultanita II, Paraíso I, Paraíso II, El Manantial, La

Lucianita, La Adelina, Vista Linda, La Joyita, Obregón, Los Olivos, El Relicario, Jordania, Santiaguito, El Progreso, El Triunfo, Buenos Aires y 8 de Febrero.

1.1.2.4 Clima

Este se caracteriza por tener un clima muy caluroso y lluvioso, propio de las tierras bajas costeras del Océano Pacífico, ocupa una extensión territorial de 432 kilómetros cuadrados y se encuentra a 370 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante es cálido, aunque en las partes de la meseta nor-oriental es levemente templado. Los meses de más elevadas temperaturas son los de marzo, abril, mayo y junio, siendo ligeramente templados los meses de noviembre, diciembre y enero.

En tiempos normales el invierno principia en el mes de abril terminando a finales de octubre o principios de noviembre. Durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre suele llover con mucha intensidad, casi siempre con fuertes tormentas eléctricas y vientos.

Su temperatura mínima varía de 17 a 20 °C y la máxima de 28 a 32 °C. La evaporación de la humedad es aproximadamente de un 50% de la lluvia que cae, lo que determina que sus bosques sean húmedos y cálidos.

1.1.2.5 Hidrografía

Los principales ríos del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa son Mapán, Cristóbal, Limones, Agüero, Petayá, Coyolate y Pantaleón.

1.1.2.6 Topografía

El municipio es plano en un 80%, el otro 20% se encuentra en los extremos Norte y Noreste, el cual registra algunas elevaciones.

1.1.3 Aspectos de Infraestructura

1.1.3.1 Vías de acceso

Los accesos a Santa Lucía Cotzumalguapa son por la carretera CA-2 a 90 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y por la carretera CA-2B como ruta alterna que rodea la cabecera municipal por el lado Sur.

1.1.3.2 Servicios públicos

1.1.3.2.1 Educación

La situación educativa del municipio se presenta en los siguientes cuadros que contienen información sobre la cantidad de población que se atiende en el distrito escolar por nivel educativo y por sector oficial y privado. Se incluyen los estudiantes inscritos, aprobados y reprobados en el ciclo escolar en los distintos niveles. En el municipio la tasa de analfabetismo asciende a 28%.

Tabla I. Santa Lucía Cotzumalguapa: Cuadro de población escolar neta, por sector: oficial y privado. Años 2004- 2005

NIVEL	Sector Oficial		Sector Privado	
	año 2004	año 2005	año 2004	año 2005
Pre primario	1788	1859	744	804
Primario	12026	12460	3112	3236
Básico	1703	1771	2953	3071
Diversificado	297	308	2150	2236
Total	15814	16398	8959	9347

Fuente: Diagnóstico de supervisiones educativas MINEDUC.

En total el número de establecimientos educativos existentes en el municipio asciende a 200. De ese total el 2% operan bajo el sistema de cooperativa y administración municipal. Los establecimientos municipales están enmarcados dentro de una política municipal de apoyo a la ampliación de la cobertura en educación secundaria y se utiliza el programa de tele secundaria.

1.1.3.2.2 Salud

La infraestructura que está bajo la cobertura del MSPAS es la siguiente: un centro de salud en el área urbana, un puesto de salud en el Parcelamiento el Cajón equipado y funcionando y otro puesto de salud en el Parcelamiento el Jabalí que se encuentra en proceso de reconstrucción. El IGSS cuenta con un hospital en el área urbana y la municipalidad con un puesto de salud en la Aldea Las Playas.

1.1.3.2.3 Agua potable

Es el líquido vital libre de contaminantes y tratado con un sistema de cloración a niveles adecuados que se distribuye por un sistema central de tuberías conectado a una red domiciliar. En el municipio se prestan 12,000 servicios de agua domiciliar en el área urbana, cubriendo una población promedio de 72,000 habitantes, que representan el 94% de la demanda domiciliar. El 6% restante se abastece por otras fuentes como: pozos artesanales, ríos, arroyos y nacimientos.

En el área rural la municipalidad presta un promedio de 1,928 servicios domiciliarios, que representan el 80% de cinco comunidades. Actualmente no se tiene control de la demanda total rural.

1.1.3.2.4 Drenajes

El municipio no cuenta con este servicio en el área urbana, ni en el área rural, las aguas que se captan por el sistema son desembocadas en el colector de alcantarillado sanitario a través de tres zanjones que desembocan al Río Petayá, sin ningún tratamiento.

Este servicio se presta en la totalidad de viviendas del área urbana y en ciertas colonias suburbanas y el área rural. El servicio se encuentra en condiciones obsoletas por el tiempo de vida útil de la tubería de cemento. Por lo tanto, se da un mal manejo en la conducción de las aguas servidas debido a que se mezclan con las aguas pluviales provocando una saturación del sistema que descarga. Las aguas servidas y las excretas no reciben ningún tipo de tratamiento, situación que provoca la contaminación de los ríos, cuyas aguas son utilizadas para riego por poblaciones vecinas del área rural.

1.1.3.2.5 Energía eléctrica

Este servicio se presta en la totalidad de viviendas del área urbana, y en la mayoría de viviendas del área rural, por lo que se estaría hablando que en un total del 97% de la población de Santa Lucía Cotzumalguapa cuenta con este servicio.

1.1.4 Aspectos socioeconómicos

En el sector económico ha sido siempre la agricultura la que ha generado trabajo y riqueza en la región, destacando los cultivos de frutas tropicales, entre las que solo mencionaremos a: piñas, naranjas, mangos, zapotes, chicozapotes. Desde que se abandonó el cultivo del algodón y la cidronela, sigue siendo la industria azucarera la principal fuente de trabajo y de ingresos

de la población, aunque hay otras grandes industrias que se han instalado en los últimos tiempos en el municipio.

Los ingenios azucareros que existen en la región son: Madre Tierra, El Baúl, Los Tarros y La Unión, mencionados de acuerdo con la distancia que los separa de la cabecera municipal. Otro ingenio al que muchas familias lucianas acuden para labor es el de Pantaleón, aunque este no se encuentra dentro del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa sino en el municipio de Siquinalá, no hay mucha distancia desde el casco urbano de Santa Lucía Cotzumalguapa a dicho ingenio.

En los ingenios se procesa la caña que se cosecha en los alrededores y durante el tiempo de zafra proporcionan trabajo a miles y miles de personas.

La temporada de zafra se inicia casi siempre en noviembre y termina en abril o mayo. Junto con la bonanza económica para las familias que, directa o indirectamente viven de dicha actividad, se viene sobre la población el problema que no se ha podido resolver, de la ceniza o basura que se produce por la quema de los cañaverales o por las chimeneas de los grandes ingenios.

Otras de las grandes industrias y empresas que hay en Santa Lucía Cotzumalguapa son: La Destiladora de Alcoholes y Ronas Sociedad Anónima, (Darsa), Levaduras Universal, La Avícola del Sur (Pollo Rey) INMECASA y transportes Bonanza, pero sólo se mencionan las más relevantes, porque hay otros que hacen de este municipio un lugar de mucha importancia en ese sentido. Es tan significativo el potencial económico de la región, que en la actualidad hay 10 agencias bancarias en la ciudad, donde también opera una Cooperativa de Ahorro y Crédito para hacer más accesible el crédito para las personas afiliadas.

El municipio cuenta con instalaciones variadas como por ejemplo: mercados municipales, hipódromo municipal, parques, cine, teatro, supermercados, TELGUA, oficina de correos y telégrafos como muchos negocios.

1.2 Principales necesidades del municipio

1.2.1 Descripción de las necesidades

En lo que respecta a infraestructura, se observa que a nivel de municipio las necesidades más urgentes son las siguientes:

- Construcción de establecimientos escolares
- Mejoramiento del sistema vial
- Mejoramientos del sistema de agua potable
- Ampliación del sistema de drenaje pluvial y sanitario

De acuerdo con la información aportada por la presidente del comité de dicho lugar y las visitas de campo, las necesidades más urgentes son las siguientes:

- Ampliación de la infraestructura escolar
- Mejoramiento del sistema vial

1.2.2 Priorización de las necesidades

En la colonia Vista Linda de las necesidades mencionadas con anterioridad se dio prioridad al proyecto de ampliación de la Escuela de Autogestión Comunitaria debido a que este sector se encuentra muy afectado por la falta de infraestructura escolar.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de ampliación de la Escuela de Autogestión Comunitaria de la colonia Vista Linda

2.1.1 Investigación preliminar

2.1.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la ampliación de la escuela de la colonia Vista Linda, esta servirá para alumnos de educación primaria secundaria y diversificado, el cual estará conformado por los siguientes ambientes:

- Módulo de aulas: dos niveles

Planta baja, tres aulas, un pasillo y módulo de gradas.

Planta alta, tres aulas y un pasillo.

- Módulo de administración: un nivel

Constará de biblioteca con servicio sanitario respectivo, sala de recepción con servicio sanitario respectivo, un ambiente para dirección y una sala de reuniones o sala de profesores.

- Módulo de servicios sanitarios

Este estará conformado por un espacio para servicios sanitarios para mujeres y otro para servicios sanitarios para hombres.

- Cancha polideportiva.

2.1.1.2 Descripción del espacio disponible

Luego de realizar una visita al lugar y verificar si el terreno disponible cumple con los requisitos de espacio y accesibilidad, se comprobó que este acceso es adecuado, por estar localizado a un costado de la carretera principal, y por tener un área disponible de 1200 metros cuadrados, ya que este espacio es suficiente para la ubicación del proyecto.

2.1.1.3 Capacidad

Según lo experimentado en el campo de la pedagogía, se ha demostrado que las aulas de dimensión cuadrada, son las que mejor se adaptan para la formación educativa de los alumnos, tanto por la flexibilidad en su distribución como el amueblarla, por lo que presenta una aceptable capacidad visual y educativa.

Las dimensiones teóricas más adecuadas, tomando siempre en cuenta el criterio de 40 alumnos por aula, con 1.35 m²/alumno en el área rural y 1.50 m²/alumno urbana, son los siguientes:

Tabla II. Dimensiones teóricas para aulas

Escuela rural	7.40*7.40 = 35 m ²
Escuela urbana	7.80*7.80 = 60 m ²

2.1.1.4 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 Educativos. 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 tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. Para el caso del edificio de aulas se necesita: 6 aulas de enseñanza - aprendizaje, gradas y pasillo. Para el caso del módulo administrativo se necesita: biblioteca, administración, servicios sanitarios y sala de maestros o sala de reuniones.

2.1.1.5 Predimensionamiento del edificio

El módulo administrativo se diseño considerando la cantidad de alumnos, así como la comodidad que tendrá cada uno al ingresar a la biblioteca y la sala de profesores en base a la cantidad y comodidad de cada uno de ellos.

Las dimensiones de este son: 24.8m x 10.50m

El edificio escolar se diseñó considerando la capacidad de alumnos y el área óptima por cada uno, tomando un parámetro de 1.25 m² por alumno, por lo que los salones de clases son de 7.20m x 9.20m, se buscó el aprovechamiento de la luz natural para una buena iluminación.

Las dimensiones del módulo de aulas son: 33.2m x 10.60m

La altura de piso a cielo para el módulo de aulas y el módulo administrativo se determinó en 3.50m por nivel.

El módulo de servicios sanitarios se diseñó en base a la cantidad de usuarios y sus dimensiones son: 7.40m x 3.55m con una altura de 2.90m

Las dimensiones de la cancha polideportiva son: 13.25m x 24m

2.1.1.6 Selección del sistema estructural

En la elección del sistema estructural influyen factores de desempeño, economía, estética, materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo de estructura, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

Para los módulos de aulas y administración se eligieron marcos dúctiles con nudos rígidos y losas de concreto reforzado, muros tabiques de block de pómez, ventanales amplios para proporcionar una buena ventilación, pisos de cemento líquido y puertas de metal.

En tanto el módulo de servicios sanitarios se eligió un sistema a base de mampostería reforzada.

2.1.1.7 Características del suelo

Dentro de las actividades básicas del diseño de nuestra edificación se encuentra el estudio de suelos, el cual tiene como principal objetivo describir las características físicas y mecánicas del suelo portante de nuestra edificación, en especial la capacidad de carga admisible o valor soporte del suelo. Para la determinación de dicha propiedad mecánica del suelo se procedió a realizar el ensayo de compresión triaxial el cual tiene como principal objetivo determinar los parámetros de la resistencia al esfuerzo de corte (cohesión y ángulo de

fricción interna). Para posteriormente determinar la capacidad portante del suelo a través del método empírico propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

$$q_d = 1.3 * c * N_c + \gamma * Z * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

Donde:

q_d = capacidad de carga límite en T/m².

c = cohesión del suelo en T/m².

γ = peso volumétrico del suelo en T/m².

Z = profundidad de desplante de la cimentación en metros.

B = ancho de la zapata cuadrada, o dimensión menor de zapata rectangular.

N_c, N_q, N_γ = factores de carga.

El ensayo de compresión triaxial no consolidado y no drenado, se realizó a una muestra inalterada de suelo de 1 pie³ de volumen. La cual nos dio una descripción de un limo arcillo arenoso color café claro, teniendo las siguientes propiedades:

$c = 11.3 \text{ ton/m}^2$

Ángulo de fricción interna = 26.77°

Base = 1.00 m.

$\gamma_{\text{suelo}} = 1.03 \text{ ton/m}^3$.

Desplante = 1.20 m.

Factor de seguridad = 3

Para la determinación de los factores de carga (N_c, N_q y N_γ), utilizamos el ángulo de fricción interna y lo interpolamos en la gráfica de factores de carga ubicada en el anexo 1 (figura 46), obteniendo: $N_c = 24, N_q = 13.5$ y $N_\gamma = 11.5$.

$$q_d = 1.3 * c * N_c + \gamma * Z * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_d = 1.3(11.3)(24) + 1.03(1.20)(13.50) + 0.4(1.03)(1.00)(11.5)$$

$$q_d = 373.98 \text{ ton/m}^2$$

$$V_s = \frac{q_d}{FS} = \frac{373.98}{3} = 124.66 \text{ ton/m}^2$$

Por seguridad se tomará para futuros cálculos $V_s = 120 \text{ ton/m}^2$

2.1.2 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:

2.1.2.1 Predimensionamiento estructural

El predimensionamiento de los elementos estructurales consiste en dar a los mismos, las dimensiones que se creen que aportarán a la funcionalidad del edificio y soportarán los esfuerzos y cargas a los cuales serán sometidos, es un punto de partida para tomar consideraciones a lo largo del análisis y diseño estructural, pues estas dimensiones pueden sufrir variaciones cuando así se considere necesario, ya sea con objetivos visuales o propiamente de trabajo.

El código ACI 318-99 propone reglas para determinar las dimensiones mínimas de los elementos estructurales que permiten una rigidez adecuada, sin provocar grandes deflexiones, los cuales se detallan a continuación:

Datos:

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 \quad f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Columnas

El método que se utiliza para predimensionar las columnas y determinar la sección, se basa en la carga aplicada a esta. 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.

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = 0.8 (.225 f'_c A_g + F_y A_s)$$

Donde A_s oscilará entre el $1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$ del área gruesa de la columna y

P se calculará según el área tributaria.

Módulo de aulas

$P = (\text{área tributaria de columna}) \cdot (\text{peso del concreto})$

$$\text{Área tributaria} = (7.2\text{m}/2 + 3\text{m}/2) \cdot (4.9\text{m}) = 25\text{m}^2 \text{ (ver figura No.2)}$$

$$P = (25\text{m}^2) \cdot (2400\text{kg/m}^3) = 60,000 \text{ kg/m}$$

Para predimensionar se utilizará un valor de $1.5\% A_g$.

Entonces:

$$60,000\text{kg/m} = 0.80 (0.225 \cdot 210\text{kg/cm}^2 \cdot A_g + 2810\text{kg/cm}^2 \cdot 0.015 \cdot A_g)$$

$A_g = 838.93 \text{ cm}^2$ es decir una sección de $29\text{cm} \times 29\text{cm}$, por lo que se adopta una sección de $40\text{cm} \times 40\text{cm}$, tomando como referencia lo descrito por el código ACI 318-05 y sabiendo que será una estructura de dos niveles.

Módulo administrativo

$P = (\text{área tributaria de columna}) * (\text{peso del concreto})$

Área tributaria = $(7.2\text{m}/2 + 3\text{m}/2) * (4.9\text{m}) = 25\text{m}^2$ (ver figura No.3)

$P = (25\text{m}^2) * (2400\text{kg}/\text{m}^3) = 60,000 \text{ kg/m}$

Entonces:

$60,000\text{kg}/\text{m} = 0.80 (0.225 * 210\text{kg}/\text{cm}^2 * A_g + 2810\text{kg}/\text{cm}^2 * 0.015 * A_g)$

$A_g = 838.93 \text{ cm}^2$ es decir una sección de 29cm x 29cm, por ser una estructura de un nivel se adopta una sección de 30cm x 30cm en base a lo que dicta el código ACI 318-05.

Vigas

Estos criterios propuestos por ACI están en función de la luz de la viga y el área o condiciones de la losa, los parámetros están dados para el peralte de los elementos, la base de la viga queda a criterio del diseñador, buscando mantener una uniformidad en las secciones de los elementos; para efectos de diseño se calcularán las dimensiones para el elemento mas crítico.

Tabla III. Peralte mínimo de vigas

Peralte mínimo, h				
Elemento	Simplemente Apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten, o estén ligados, a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones.			
Losas macizas en una dirección	L / 20	L / 24	L / 28	L / 10
Vigas	L / 16	L / 18.5	L / 21	L / 8

Módulo de aulas

Se propone una base de 0.30m. Se tiene $L=7.2m$ y $L= 4.9$ entonces calculando:

$h = 4.9m/21 = 0.23m$ y $7.2/18.5 = 0.39m$ por lo que se adopta una altura de 0.50m debido a que la estructura será de dos niveles y procurando que exista uniformidad en el tamaño de los elementos estructurales basándose en el código ACI 318-05, tanto vigas en sentido “X” así como vigas en sentido “Y” serán se iguales dimensiones.

Módulo administrativo

Se propone una base de 0.30m. Se tiene $L=7.2m$ entonces calculando: $4.9/21 = 0.34m$ y $7.2/18.5 = 0.39m$ por lo que se adopta una altura de 0.45m. Tomando en cuenta que esta estructura será de un nivel.

Losas

Aquí se predimensiona el peralte de las losas (t). El método se usa como variable, las dimensiones de la superficie de las losas y el tipo de apoyos que se tienen, las losas están apoyadas en los cuatro lados. Por lo que se tienen distintos tipos de losas, por lo tanto se tomará la más crítica y el peralte resultante se usará en ambos módulos (aulas y administración).

$$t = \frac{(\text{Perimetro de losa})}{180}$$
$$t = \frac{(2 \times (7.2m + 4.9m))}{180} \Rightarrow t = 0.14m$$

Para el módulo de servicios sanitarios se tiene:

$$t = \frac{(2 \times (3.55m + 3.7m))}{180} \Rightarrow t = 0.08m = 0.10m$$

Figura 2. Planta típica niveles 1 y 2 (Módulo de aulas)

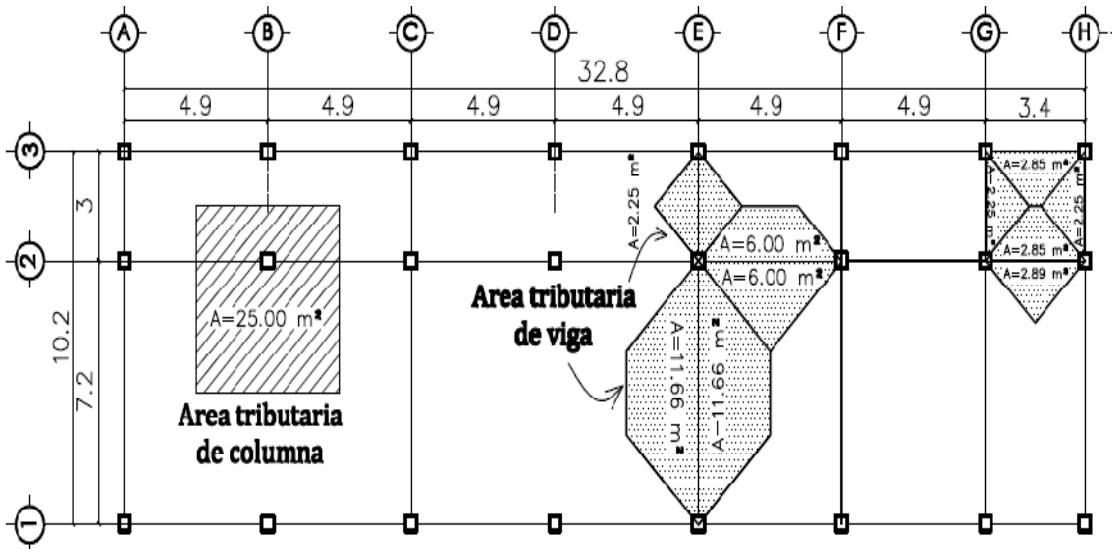
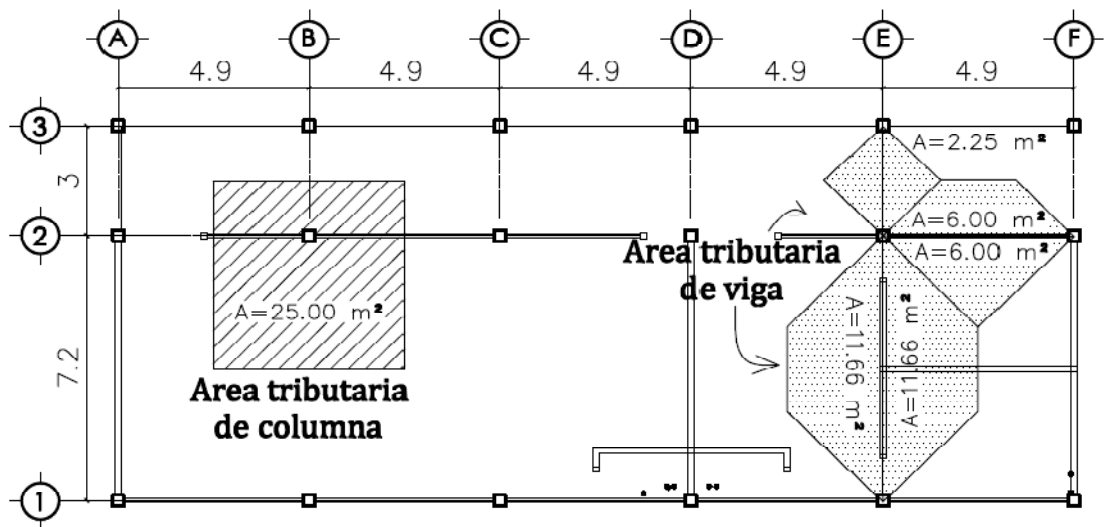


Figura 3. Planta típica de módulo de administración



2.1.2.2 Modelo matemático

El modelo matemático de un marco es una gráfica que representa tanto la forma como la magnitud de las cargas que soporta el marco, esta gráfica se utiliza para realizar el análisis estructural.

Los modelos matemáticos empleados en el diseño del módulo de aulas y el módulo administrativo, tanto en sentido X como en sentido Y se muestran en las figuras 5, 6, 7 y 8.

Figura 4. Criterios para dibujar modelos matemáticos en marcos dúctiles.

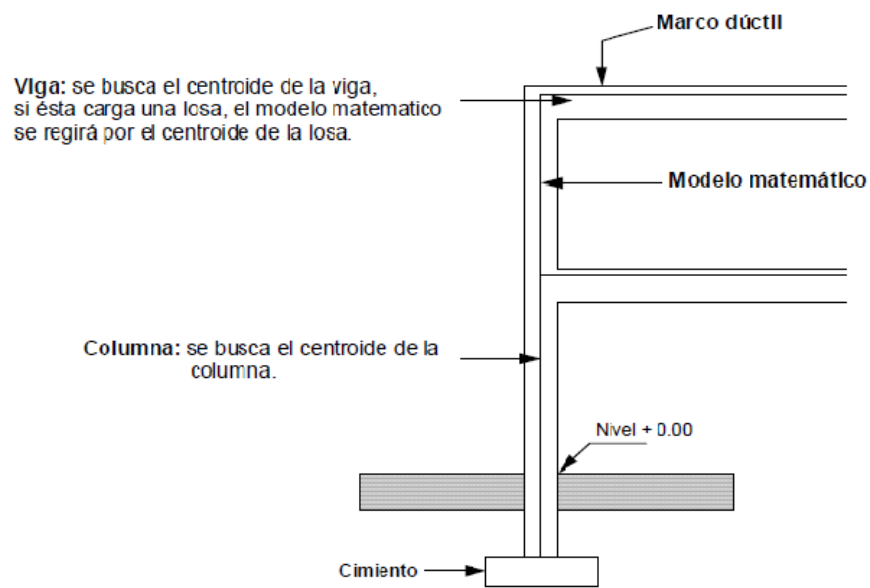
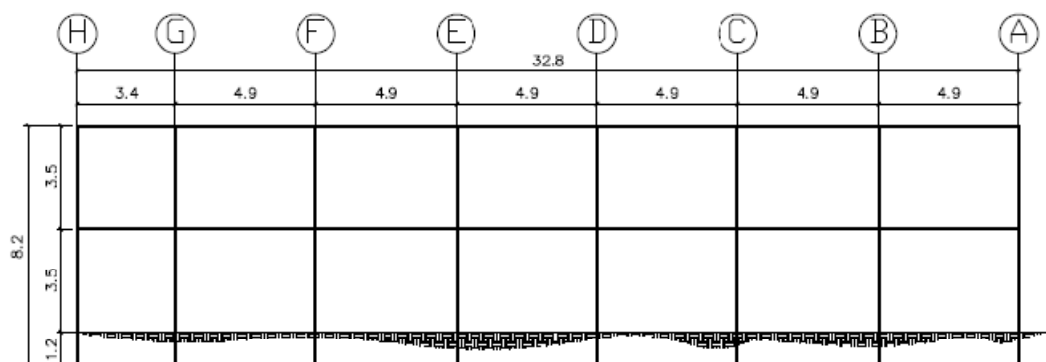
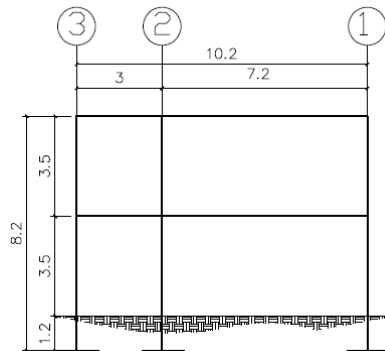


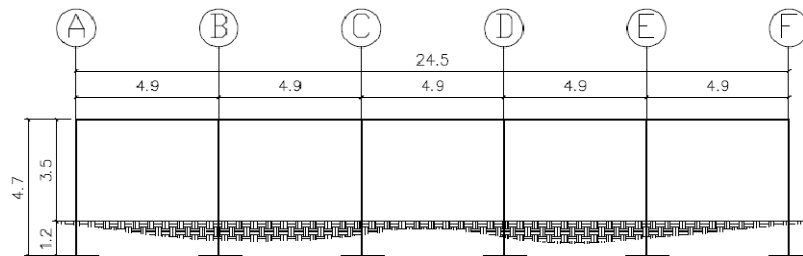
Figura 5. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido X (Módulo de aulas)



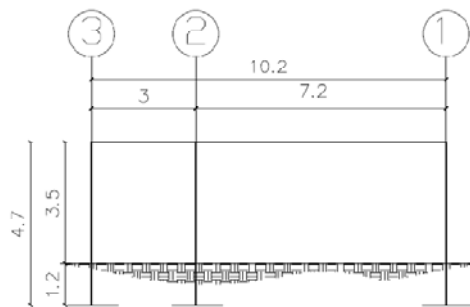
**Figura 6. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido Y
(Módulo de aulas)**



**Figura 7. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido X
(Módulo de administración)**



**Figura 8. Marcos típicos dúctiles unidos con nudos rígidos, sentido Y
(Módulo de administración)**



2.1.2.3 Cargas aplicadas en marcos dúctiles

Las cargas que una estructura soporta son producidas por ella misma, por los objetos que están en ella e incluso por las personas ocupantes, de acuerdo al tipo y dirección de las cargas estas se dividen en horizontales y verticales.

2.1.2.3.1 Cargas gravitacionales en marcos dúctiles

Son cargas estáticas, también llamadas cargas de gravedad; se dividen en carga viva y carga muerta, la carga muerta es aquella que permanece fija en la estructura como los muebles o su propio peso, la carga viva es la que se produce por fuerzas ocasionales como las personas que ocupan la instalación, para las cargas verticales se utilizaron los siguientes parámetros:

CARGA MUERTA (CM)

Peso de concreto = 2400kg/m³

Peso de acabados= 60kg/m²

Peso de muros = 150kg/m²

CARGA VIVA (CV)

En techos = 100kg/m²

En pasillos= 500kg/m²

En aulas = 300kg/m²

Con estos valores se realiza la integración de cargas, consiste en calcular la distribución de las mismas sobre los diferentes marcos del edificio, para esto se considera el marco con las contribuciones más críticas para asegurar que el análisis cubrirá los casos extremos:

Donde:

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

$$CV_{aula} = W_{aula}$$

$$CV_{pasillo} = W_{pasillo}$$

$$W_{losa} = \frac{(\gamma_c)(t_{losa})(A_{tributarialosa})}{l_{viga}}$$

$$W_{aula \text{ o pasillo}} = \frac{(CV)(A_{tributarialosa})}{l_{viga}}$$

$$W_{viga} = (A_{viga})(\gamma_c)$$

$$W_{muros} = (CM) * (A_{tributaria}) / (l)$$

$$W_{acabados} = \frac{(C_{acabados})(A_{tributarialosa})}{l_{viga}}$$

Para conocer áreas tributarias ver figuras 2 y 3

Tabla IV. Carga muerta primer nivel - viga eje-x (Módulo de aulas)

	Eje	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	CM total (kg/m)
Wlosa	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	567.25
Wviga	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	360.00
Wmuro	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	253.24
Wacab	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	151.94
TOTAL									1332.42
Wlosa	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	761.14
Wviga	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	360.00
Wmuro	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	339.80
Wacab	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	203.88
TOTAL									1664.82

Tabla V. Carga muerta segundo nivel - viga eje-x (Módulo de aulas)

	Eje	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	CM total (kg/m)
Wlosa	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	567.25
Wviga	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	360.00
Wacab	G-H	2400	0.14	5.74	0.15	3.4	90	150	151.94
TOTAL									1079.19
Wlosa	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	761.14
Wviga	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	360.00
Wacab	A-B...G	2400	0.14	11.10	0.15	4.9	90	150	203.88
TOTAL									1325.02

Tabla VI. Carga viva - viga - eje-x (Módulo de aulas)

Nivel	Eje	A (m ²)	L (m)	CV (kg/m ²)	Wcv (kg/m)
I	G-H	5.74	3.4	500	844.12
	A-B...G	11.10	4.9	500	1132.65
II	G-H	5.74	3.4	100	168.82
	A-B...G	11.10	4.9	100	226.53

Tabla VII. Carga muerta primer nivel - viga eje-y (Módulo de aulas)

	Eje	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	CM total (kg/m)
Wlosa	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	1088.27
Wviga	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	360.00
Wmuro	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	485.83
Wacab	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	291.50
TOTAL									2225.60
Wlosa	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	504.00
Wviga	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	360.00
Wmuro	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	225.00
Wacab	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	135.00
TOTAL									1224.00

Tabla VIII. Carga muerta segundo nivel - viga eje-y (Módulo de aulas)

	Eje	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	CM total (kg/m)
Wlosa	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	1088.27
Wviga	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	360.00
Wacab	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.15	7.2	90	150	291.50
TOTAL									1739.77
Wlosa	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	504.00
Wviga	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	360.00
Wacab	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.15	3	90	150	135.00
TOTAL									999.00

Tabla IX. Carga viva - viga eje-y (Módulo de aulas)

Nivel	Eje	A (m ²)	L (m)	CV (kg/m ²)	Wcv (kg/m)
I	1 a 2	23.32	7.2	300	971.67
	2 a 3	4.5	3	500	750.00
II	1 a 2	23.32	7.2	100	323.89
	2 a 3	4.5	3	100	150.00

Tabla X. Carga muerta - viga eje-x (Módulo de administración)

	Viga	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	Wcm total (kg/m)
Wlosa	A-B....F	2400	0.14	11.10	0.135	4.9	90	150	761.14
Wviga	A-B....F	2400	0.14	11.10	0.135	4.9	90	150	324.00
Wmuro	A-B....F	2400	0.14	11.10	0.135	4.9	90	150	339.80
Wacab	A-B....F	2400	0.14	11.10	0.135	4.9	90	150	203.88
TOTAL									1628.82

Tabla XI. Carga viva - viga eje-x (Módulo de administración)

Nivel	Viga	A (m ²)	L (m)	CV (kg/m ²)	Wcv (kg/m)
I	A-F	11.10	4.9	150	339.80

Tabla XII. Carga muerta - viga eje-y (Módulo de administración)

	Viga	γ_c (kg/m ³)	Espesor Losa (m)	A (m ²)	Sección Viga (m ²)	L (m)	CM acab (kg/m ²)	CM muro (kg/m ²)	Wcm total (kg/m)
Wlosa	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.135	7.2	90	150	1088.27
Wviga	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.135	7.2	90	150	324.00
Wmuro	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.135	7.2	90	150	485.83
Wacab	1 a 2	2400	0.14	23.32	0.135	7.2	90	150	291.50
TOTAL									2189.60
Wlosa	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.135	3	90	150	504.00
Wviga	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.135	3	90	150	324.00
Wmuro	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.135	3	90	150	225.00
Wacab	2 a 3	2400	0.14	4.5	0.135	3	90	150	135.00
TOTAL									1188.00

Tabla XIII. Carga viva - viga eje-y (Módulo de administración)

Nivel	Viga	A (m ²)	L (m)	CV (kg/m ²)	Wcv (kg/m)
I	1 a 2	23.32	7.2	150	242.92
	2 a 3	4.5	3	150	112.50

2.1.2.3.2 Cargas horizontales en marcos dúctiles

Las cargas horizontales son aquellas que actúan de forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, estas pueden ser producidas por viento, sismo o impacto y son cargas puramente dinámicas. Debido a que Guatemala es considerada una zona sísmica y, siendo esta la fuerza horizontal más crítica, solo se realiza el análisis de este tipo para fuerzas horizontales, para tal caso se utiliza el método SEAOC; que permite calcular la fuerza de corte en la base de una estructura, de la siguiente forma:

Corte basal (V): Este es la fuerza sísmica que el suelo produce a una estructura en la base de la misma, el corte basal está dado por la fórmula:

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

Donde:

Z:

Se le denomina coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica del globo terráqueo y puede adoptar cuatro valores:

Tabla XIV. Valores coeficiente Z

Zona sísmica	Riesgo sísmico	Valor Z
0	Ausencia total de daño	0
1	Consideradas de daños menores corresponden a la intensidad V y VI de la escala Mercali modificado.	0.25
2	Daño moderado, corresponde a la intensidad VII en la escala Mercali modificado.	0.5
3	Daño mayor, corresponden a la intensidad VII en la escala Mercali modificado.	1

Fuente: Fredy Ramírez Figueroa. Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural.
P. 36

I:

Depende de la importancia o la utilidad que se le vaya a dar a la estructura, después del sismo. En viviendas unifamiliares va a ser menor su coeficiente y para estructuras de uso público como hospitales, centros de comunicación, etc. el coeficiente será mayor; su rango estará comprendido entre:

$$1.0 \leq I \leq 1.50$$

K:

Dependerá del tipo de estructura seleccionada, pudiendo tomar los siguientes valores:

Tabla XV. Valores coeficiente K

TIPO	Arreglo resistente	Valor K
1	Marcos dúctiles sin contraventeo	0.67
2	Marcos dúctiles y sistemas de corte (embreizados, muros de corte)	0.80
3	Mampostería	1.00
4	Diseños especiales (péndulos invertidos)	2.50

Fuente: Fredy Ramírez Figueroa. Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural.
P. 37

C:

Depende de la flexibilidad de la estructura, se mide en base al período de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que necesita la estructura para completar una vibración, t esta determinado por:

$$t = \frac{0.09h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

h = altura del edificio (mts)

b = lado de edificio paralelo a la acción del sismo que se esta considerando.

C esta dada por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0.12$$

S:

Depende del tipo de suelo a cimentar (resonancia del suelo), comprendida entre: $1.00 \leq S \leq 1.50$, teniendo la limitación:

$$C * S \leq 0.14$$

W:

Es la carga muerta total de la estructura. Más un 25% de la carga viva.

SOLUCIÓN: MÓDULO DE AULAS

Peso de nivel 2:

Carga muerta:

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= 32.8\text{m} \times 10.2\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times 0.14\text{m} &= 112,412.00\text{kg} \\ \text{Vigas} &= 0.30\text{m} \times 0.50\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times (32.8\text{m} \times 3 + 10.2\text{m} \times 8) &= 64,800.00\text{kg} \\ \text{Columnas} &= 0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times (1.75\text{m} \times 24) &= 16,128.00\text{kg} \\ \text{Acabados} &= 32.8\text{m} \times 10.20\text{m} \times 90\text{kg/m}^2 &= 30,111.00\text{kg} \\ \text{Paredes} &= 150\text{kg/m}^2 \times 82.5\text{m} \times 1.525\text{m} &= 18,872.00\text{kg} \\ &\text{Total carga muerta} &= 242,323.00\text{kg} \\ \text{Carga viva} &= 32.80\text{m} \times 10.22\text{m} \times 100\text{kg/m}^2 \times (25\%) &= 8,381.00\text{kg} \\ &\text{PESO TOTAL DEL NIVEL} &= 250,704.00\text{Kg} \end{aligned}$$

Peso de nivel 1:

Carga muerta:

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= 32.8\text{m} \times 10.2\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times 0.14\text{m} &= 112,412.00\text{kg} \\ \text{Vigas} &= 0.30\text{m} \times 0.50\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times (32.8\text{m} \times 3 + 10.2\text{m} \times 8) &= 64,800.00\text{kg} \\ \text{Columnas} &= 0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 2400\text{kg/m}^3 \times (4.10\text{m} \times 24) &= 16,128.00\text{kg} \\ \text{Acabados} &= 32.8\text{m} \times 10.20\text{m} \times 90\text{kg/m}^2 &= 30,111.00\text{kg} \\ \text{Paredes} &= 150\text{kg/m}^2 \times 82.5\text{m} \times 3.65\text{m} &= 18,872.00\text{kg} \\ &\text{Total carga muerta} &= 290,278.00\text{kg} \\ \text{Carga viva} &= (7.22\text{m} \times 32.8\text{m} \times 300\text{kg/m}^2 + 3\text{m} \times 32.8\text{m} \times 500\text{kg/m}^2) \times 25\% &= 30,062.00\text{kg} \\ &\text{PESO TOTAL DEL NIVEL} &= 320,340.00\text{Kg} \end{aligned}$$

$$\text{PESO TOTAL DEL EDIFICIO} = 250,704.00 + 320,340 = \mathbf{571,044.00\text{Kg}}$$

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X, Y con los

valores resultantes se diseñará el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

En el sentido x

Z = 1 para el departamento de Escuintla

I = 1.30 para edificios de instituciones educativas

K = 0.67 para marcos dúctiles

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}}$$

$t = \frac{0.09h}{\sqrt{b}}$, h = altura del edificio en metros, b = base del edificio en metros.

$$t_x = \frac{0.09 \times 8.2}{\sqrt{32.80}} = 0.1289 \longrightarrow C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.1289}} = 0.186$$

$$t_y = 0.2311 \longrightarrow C_y = 0.1387$$

S = 1.50 se utiliza el valor mayor permitido. El valor del producto de CS debe ser menor a 0.14, si el producto de ambos coeficientes excede el valor, se debe tomar 0.14, como valor conjunto de CS.

$$C_x S = 0.186 \times 1.5 = 0.279 \quad \text{se toma } 0.14$$

$$C_y S = 0.1387 \times 1.5 = 0.208 \quad \text{se toma } 0.14$$

$$V_x = V_y = (1 \times 1.30 \times 0.67 \times 0.14 \times 571,044) = \mathbf{69,634.00 \text{ kg.}}$$

En los dos sentidos el valor de C es similar, por lo que los valores del corte basal no varían en ambas direcciones.

Fuerzas por nivel (F_{ni}):

Para determinar las fuerzas que actúan en cada uno de los niveles se usa:

$$F_{ni} = \frac{(V - Ft) * W_i * H_i}{\sum W_i H_i}; \text{ Donde :}$$

F_{ni} = Fuerza del nivel

V = Corte basal

F_t = Fuerza de techo o cúspide, si $T < 0.25$; $F_t = 0$, de lo contrario $F_t = 0.07 \cdot V \cdot T$

W = Peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas

H_i = Altura del nivel considerado

W_i = Peso propio del nivel + 25% de cargas vivas

V_{ni} = Fuerza cortante de cada entrepiso, determinada como la suma de las fuerzas laterales aplicadas arriba del entrepiso en cuestión.

Tabla XVI. Fuerzas sísmicas en cada nivel

				DIRECCION X		DIRECCION Y	
NIVEL	Hi(m)	PESO(kg)	WiHi(kg-m)	Fni (kg)	Vni (kg)	Fni (kg)	Vni (kg)
2	8.2	279719	2293695.8	41758.93554	41758.936	41758.936	41758.936
1	4.7	325765	1531095.5	27875.06446	69634	27875.064	69634
SUMA			3824791.3	69634		69634	

Fuerzas por marco (F_m)

La estructura se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_{ni} proporcional a la rigidez de los marcos además se debe de agregar el cortante por torsión obtenido debido a las excentricidades existentes en la estructura dependiendo del nivel analizado. El cortante final distribuido para cada eje será el cien por ciento del cortante correspondiente al eje analizado más el treinta por ciento correspondiente a eje normal.

Para el cálculo de rigidez de cada marco, centro de rigidez y centro de masa se utilizarán las siguientes fórmulas:

Rigidez por marco: La rigidez de cada marco se calculará utilizando el método de Wilbur, aunque este método nos proporciona rigidez biaxial no existiría ningún problema debido a que la rigidez de cada marco solo se utilizará para encontrar el centro de rigidez de cada nivel y para distribuir el cortante total en cada marco por lo que la rigidez calculada no interferirá de manera directa en los cálculos en los cuales es utilizada la rigidez.

$$R_i = \frac{48E}{h_i \left(\frac{4h_i}{\Sigma K_{ci}} + \frac{h_f + h_s}{\Sigma K_{vf}} + \frac{h_i + h_f}{\Sigma K_{vi}} \right)}$$

Donde:

R_i = Rigidez de marco en estudio

E = módulo de elasticidad del concreto

h_i = es la altura del entrepiso y los subíndices “s” y “f” identifican los niveles inmediatos superior e inferior, respectivamente, al entrepiso “i” en estudio

ΣK_{ci} = es la suma de rigideces (I/h) de todas las columnas del entrepiso i

ΣK_{vf} = es la suma de las rigideces (I/L) de todas las vigas del piso que se encuentra en la parte inferior del entrepiso

ΣK_{vi} = es la suma de las rigideces (I/L) de todas las vigas del entrepiso

La rigidez de cada viga y de cada columna se calcula de la siguiente manera:

$$I_v = b \cdot h^3 / 12 \rightarrow R_v = (I_v / L)$$

$$I_c = b \cdot h^3 / 12 \rightarrow R_c = (I_c / L)$$

SOLUCIÓN: rigidez de cada eje según nivel

Primer nivel

Marco A Nivel 1

$$\Sigma K_{CA} \left(\frac{I}{L} \right) = \frac{\left(\frac{1}{12} \right) (40) (40)^3 \cdot 3}{470} = 0.1362$$

$$\Sigma K_{vA} \left(\frac{I}{L} \right) = \frac{\left(\frac{1}{12} \right) (30) (50)^3}{720} = 0.0434 \quad \left. \vphantom{\Sigma K_{vA}} \right\} = 0.5382$$

$$\Sigma K_{vA} \left(\frac{I}{L} \right) = \frac{\left(\frac{1}{12} \right) (30) (50)^3}{300} = 0.01042$$

$$R_{A,1} = \frac{48E}{4.7\left(\frac{4 \cdot 4.7}{0.1362} + \frac{4.7}{0.5382}\right)} = 0.0696 E$$

Los demás casos se realizan de la misma manera a continuación se presentan los resultados para cada eje, según el nivel analizado.

$$R_A = R_B = R_C = R_D = R_E = R_F = R_G = R_H = 0.0696$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0.1656$$

Segundo nivel

$$R_A = R_B = R_C = R_D = R_E = R_F = R_G = R_H = 0.01737$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0.2198$$

CÁLCULO DE CENTRO DE RIGIDEZ:

Para hallar las coordenadas del centro de torsión o rigidez se utilizan las siguientes fórmulas:

$$X_T = \frac{\sum(R_{iy} * X_i)}{\sum R_{iy}} , \quad Y_T = \frac{\sum(R_{ix} * Y_i)}{\sum R_{ix}}$$

Tabla XVII. Cálculo de centro de rigidez primer nivel, eje X

MARCO	Ri	Xi	RiXi
A	0.0696	0	0
B	0.0696	3.4	0.23664
C	0.0696	8.3	0.57768
D	0.0696	13.2	0.91872
E	0.0696	18.1	1.25976
F	0.0696	23	1.6008
G	0.0696	27.9	1.94184
H	0.0696	32.8	2.28288
Total	0.5568		8.81832

$$X_T = \frac{8.8183}{0.5568} = 15.84m$$

Tabla XVIII. Cálculo de centro de rigidez primer nivel, eje Y

MARCO	Ri	Yi	RiYi
3	0.1656	10.2	1.68912
2	0.1656	3	0.4968
1	0.1656	0	0
Total	0.4968		2.18592

$$Y_T = \frac{2.1859}{0.4968} = 4.40m$$

X_T , Y_T

Centro de rigidez (primer nivel) = (15.84 , 4.40)

Centro de rigidez (segundo nivel) = (15.84 , 4.40)

CÁLCULO DE CENTRO DE MASA

Centro de masa (primer nivel) = (17.56 , 4.99)

Centro de masa (segundo nivel) = (16.40 , 5.10)

Excentricidad: En toda estructura existe excentricidad ya sea excentricidad de diseño o bien excentricidad calculada.

Excentricidad calculada:

$$e_{cx} = X_T - X_{cm} \quad , \quad e_{cy} = Y_T - Y_{cm}$$

Excentricidad de diseño:

1) $1.5e_c + 0.1b$

2) $e_c - 0.1b$

Donde:

b = es la dimensión paralela al sismo

CÁLCULO DE EXCENRICIDAD (PRIMER NIVEL):

Excentricidad calculada:

$$e_{cx1} = X_T - X_{cm} = 17.56 - 15.84$$

$$e_{cx1} = 1.72 \text{ m}$$

$$e_{cy1} = Y_T - Y_{cm} = 4.99 - 4.40$$

$$e_{cy1} = 0.59 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño:

$$e_{dx1} = 1.5(1.72) + 0.1(32.80)$$

$$e_{dx1} = 5.86 \text{ m}$$

$$e_{dy1} = 1.5(0.59) + 0.1(10.20)$$

$$e_{dy1} = 1.91 \text{ m}$$

$$e_{dx1} = 1.72 - 0.1(32.80)$$

$$e_{dx1} = -1.56 \text{ m}$$

$$e_{dy1} = 0.59 - 0.1(10.20)$$

$$e_{dy1} = -0.43 \text{ m}$$

CÁLCULO DE EXCENRICIDAD (SEGUNDO NIVEL):

Excentricidad calculada:

$$e_{cx2} = X_T - X_{cm} = 16.40 - 15.84$$

$$e_{cx2} = 0.56 \text{ m}$$

$$e_{cy2} = Y_T - Y_{cm} = 5.10 - 4.40$$

$$e_{cy2} = 0.70 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño:

$$e_{dx2} = 1.5(0.56) + 0.1(32.80)$$

$$e_{dx2} = 4.12 \text{ m}$$

$$e_{dy2} = 1.5(0.70) + 0.1(10.20)$$

$$e_{dy2} = 2.07 \text{ m}$$

$$e_{dx2} = 0.56 - 0.1(32.80)$$

$$e_{dx2} = -2.72 \text{ m}$$

$$e_{dy2} = 0.70 - 0.1(10.20)$$

$$e_{dy2} = -0.32 \text{ m}$$

Momento torsionante por nivel:

Debido a la excentricidad del centro de masa con respecto al de torsión, estas cortantes originan los momentos torsionantes de entrepiso.

Para hallar los momentos torsionantes se utilizan las fórmulas siguientes:

$$M_{Tx} = V_x * e_y$$

$$M_{Ty} = V_y * e_x$$

CÁLCULO DE LOS MOMENTOS TORSIONANTES:

- Primer nivel

$$M_{Tx1} = (1.91m)(69,634kg)$$

$$M_{Tx1} = 133,000.94 \text{ kg-m}$$

$$M_{Ty1} = (5.86m)(69,634kg)$$

$$M_{Ty1} = 408,055.24 \text{ kg-m}$$

- Segundo nivel

$$M_{Tx2} = (2.07m)(41,758.936kg)$$

$$M_{Tx2} = 86,440.99 \text{ kg-m}$$

$$M_{Ty2} = (4.12m)(41,758.936kg)$$

$$M_{Ty2} = 172,046.81 \text{ kg-m}$$

DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS POR MARCO

La fuerza cortante que resulta en cada marco será la suma de una fracción del cortante de entrepiso proporcional a su rigidez (cortante directo) más el cortante que se induce por el momento torsionante (cortante por torsión).

Para distribuir las fuerzas por marco se utilizaron tablas para facilitar el cálculo, los datos pertenecientes a cada columna y las fórmulas utilizadas se dan a continuación:

Ver página 40 para la aplicación de cada fórmula utilizada en el procedimiento.

COLUMNA 1

En la columna número uno se colocará el eje analizado.

COLUMNA 2

En la columna dos se colocará la rigidez perteneciente a cada eje.

COLUMNA 3

En la columna tres se colocará la coordenada de cada eje con respecto al punto de referencia o (0,0).

COLUMNA 4

En la columna cuatro se colocará el resultado de las siguientes fórmulas:

$$\text{Ejes en x: } R_{ix}Y_i$$

$$\text{Ejes en y: } R_{iy}X_i$$

COLUMNA 5

El cortante directo para los distintos ejes aparece en la columna cinco de la tabla, las fórmulas utilizadas son las siguientes:

$$V_{ix} = V_x \frac{R_{ix}}{\Sigma R_{ix}}$$

$$V_{iy} = V_y \frac{R_{iy}}{\Sigma R_{iy}}$$

COLUMNA 6

La columna número seis contiene las coordenadas de cada eje con respecto al centro de torsión, o sea:

$$x_{iT} = x_i - x_T$$

$$y_{iT} = y_i - y_T$$

Las columnas siete y ocho contienen valores parciales para la aplicación de la ecuación siguiente; los resultados de la aplicación de esta fórmula se encuentran en las columnas nueve y diez para el efecto del sismo actuando en “x” y “y”, respectivamente.

El resultado de la aplicación de la fórmula siguiente es el cortante obtenido debido a la torsión existente en la estructura.

- Eje "x"

$$V_{ix} = \frac{R_{ix} y_{iT}}{\Sigma(R_{ix} y_{iT}^2 + R_{iy} x_{iT}^2)} M_{Tx}$$

$$V_{iy} = \frac{R_{iy} x_{iT}}{\Sigma(R_{ix} y_{iT}^2 + R_{iy} x_{iT}^2)} M_{Tx}$$

- Eje "y"

$$V_{ix} = \frac{R_{ix} y_{iT}}{\Sigma(R_{ix} y_{iT}^2 + R_{iy} x_{iT}^2)} M_{Ty}$$

$$V_{iy} = \frac{R_{iy} x_{iT}}{\Sigma(R_{ix} y_{iT}^2 + R_{iy} x_{iT}^2)} M_{Ty}$$

COLUMNA 11

En la columna once se consigna la fuerza cortante total, suma del cortante directo (columna 5) más el de torsión.

COLUMNA 12

En la columna doce se encuentra el cortante total debido a la acción del sismo en dirección normal a aquella en que están orientados los entre-ejes.

COLUMNA 13

El requisito de considerar el efecto simultáneo del sismo en una dirección más treinta por ciento del de la otra, implica la suma del valor de la columna once más 0.30 veces de la columna doce, los valores están dados en kg.

Tabla XIX. Fuerzas por marco primer nivel X-X

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
													EJE	Rix	Yi	RixYi	Cortante Directo	YiT	Rix *YiT	Rix *Y ² iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		TOTAL X+.3Y
																					SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
1	0.1656	10.2	1.68912	23211.33333	5.8	0.96048	5.570784	1684.31988	5167.59922	24895.6532	5167.59922	26445.933													
2	0.1656	3	0.4968	23211.33333	-1.4	-0.23184	0.324576	-406.55997	-1247.3515	22804.7734	-1247.3515	22430.5679													
3	0.1656	0	0	23211.33333	-4.4	-0.72864	3.206016	-1277.7599	-3920.2477	21933.5734	-3920.2477	20757.4991													
SUMA	0.4968		2.18592	69634			9.101376																		

Tabla XX. Fuerzas por marco primer nivel Y-Y

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
													EJE	RiY	Xi	RiYXi	Cortante Directo	XiT	RiY *XiT	RiY *X ² iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		TOTAL X+.3Y
																					SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
A	0.0696	0	0	8704.25	-15.84	-1.102464	17.4630298	-1933.3063	-5931.5052	-1933.3063	2772.7448	2192.75291													
B	0.0696	3.4	0.23664	8704.25	-12.44	-0.865824	10.7708506	-1518.3289	-4658.3286	-1518.3289	4045.92142	3590.42274													
C	0.0696	8.3	0.57768	8704.25	-7.54	-0.524784	3.95687136	-920.27333	-2823.4564	-920.27333	5880.79361	5604.71161													
D	0.0696	13.2	0.91872	8704.25	-2.64	-0.183744	0.48508416	-322.21772	-988.5842	-322.21772	7715.6658	7619.00049													
E	0.0696	18.1	1.25976	8704.25	2.26	0.157296	0.35548896	275.837894	846.287989	275.837894	9550.53799	9633.28936													
F	0.0696	23	1.6008	8704.25	7.16	0.498336	3.56808576	873.893505	2681.16018	873.893505	11385.4102	11647.5782													
G	0.0696	27.9	1.94184	8704.25	12.06	0.839376	10.1228746	1471.94912	4516.03237	1471.94912	13220.2824	13661.8671													
H	0.0696	32.8	2.28288	8704.25	16.96	1.180416	20.0198554	2070.00473	6350.90455	2070.00473	15055.1546	15676.156													
SUMA	0.5568		8.81832	69634			66.7421405																		

Tabla XXI. Fuerzas por marco segundo nivel X-X

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
													EJE	Rix	Yi	RixYi	Cortante Directo	YiT	Rix *YiT	Rix *Y ² iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		TOTAL X+.3Y
																					SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
1	0.2198	10.2	2.24196	13919.64518	5.8	1.27484	7.394072	3834.72652	7632.40255	17754.3717	7632.40255	20044.0925													
2	0.2198	3	0.6594	13919.64518	-1.4	-0.30772	0.430808	-925.62364	-1842.3041	12994.0215	-1842.3041	12441.3303													
3	0.2198	0	0	13919.64518	-4.4	-0.96712	4.255328	-2909.1029	-5790.0985	11010.5423	-5790.0985	9273.51275													
SUMA	0.6594		2.90136	41758.93554			12.080208																		

Tabla XXII. Fuerzas por marco segundo nivel Y-Y

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
													EJE	RiY	Xi	RiYXi	Cortante Directo	XiT	RiY *XiT	RiY *X ² iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		TOTAL X+.3Y
																					SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
A	0.01737	0	0	5219.866942	-15.84	-0.2751408	4.35823027	-827.62521	-1647.254	-827.62521	3572.6129	3324.32534													
B	0.01737	3.4	0.059058	5219.866942	-12.44	-0.2160828	2.68807003	-649.97838	-1293.6768	-649.97838	3926.19016	3731.19664													
C	0.01737	8.3	0.144171	5219.866942	-7.54	-0.1309698	0.98751229	-393.95796	-784.10956	-393.95796	4435.75738	4317.56999													
D	0.01737	13.2	0.229284	5219.866942	-2.64	-0.0458568	0.12106195	-137.93754	-274.54234	-137.93754	4945.3246	4903.94334													
E	0.01737	18.1	0.314397	5219.866942	2.26	0.0392562	0.08871901	118.08289	235.024882	118.08289	5454.89182	5490.31669													
F	0.01737	23	0.39951	5219.866942	7.16	0.1243692	0.89048347	374.103315	744.592105	374.103315	5964.45905	6076.69004													
G	0.01737	27.9	0.484623	5219.866942	12.06	0.2094822	2.52635533	630.12374	1254.15933	630.12374	6474.02627	6663.06339													
H	0.01737	32.8	0.569736	5219.866942	16.96	0.2945952	4.99633459	886.144165	1763.72655	886.144165	6983.59349	7249.43674													
SUMA	0.13896		2.200779	41758.93554			16.656767																		

SOLUCIÓN: MÓDULO ADMINISTRATIVO

Peso total del edificio: 191,168.00Kg

Z = 1

I = 1.30

K = 0.67

S = 1.50

$$t_x = \frac{0.09 \times 4.7}{\sqrt{24.50}} = 0.0855 \longrightarrow C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.0855}} = 0.228$$

$$t_y = 0.1324 \longrightarrow C_y = 0.18$$

$$C_x S = 0.228 \times 1.5 = 0.342 \quad \text{se toma } 0.14$$

$$C_y S = 0.18 \times 1.5 = 0.27 \quad \text{se toma } 0.14$$

$$V_x = V_y = (1 \times 1.30 \times 0.67 \times 0.14 \times 191,168) = \mathbf{23,311.02 \text{ kg.}}$$

Fuerzas por nivel (F_{ni}):

Para determinar las fuerzas que actúan en cada uno de los niveles se usa:

$$F_{ni} = \frac{(V - Ft) * W_i * H_i}{\sum W_i H_i}; \text{ Donde :}$$

Tabla XXIII. Fuerzas sísmicas en cada nivel

				DIRECCION X		DIRECCION Y	
NIVEL	Hi(m)	PESO(kg)	WiHi(kg-m)	Fi	Vi	Fi	Vi
1	4.7	191168	898489.6	23311.02	23311.02	23311.02	23311.02
SUMA			898489.6	23311.02		23311.02	

Rigidez por marco:

SOLUCIÓN:

$$R_A = R_B = R_C = R_D = R_E = R_F = 0.0562$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0.1562$$

CÁLCULO DE CENTRO DE RIGIDEZ

$$X_T = \frac{\Sigma(R_{iy} * X_i)}{\Sigma R_{iy}} , \quad Y_T = \frac{\Sigma(R_{ix} * Y_i)}{\Sigma R_{ix}}$$

$$X_T , Y_T$$

Centro de rigidez: (12.25 , 4.40)

CÁLCULO DE CENTRO DE MASA

Centro de masa: (12.25 , 5.10)

CÁLCULO DE EXCENTRICIDAD:

Excentricidad calculada:

$$e_{cx} = X_T - X_{cm} = 12.25 - 12.25$$

$$e_{cx} = 0.00 \text{ m}$$

$$e_{cy} = Y_T - Y_{cm} = 5.10 - 4.40$$

$$e_{cy} = 0.70 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño:

$$e_{dx} = 1.5(0.00) + 0.1(24.50)$$

$$e_{dx1} = 2.45 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 0.70 - 0.1(24.50)$$

$$e_{dy1} = -1.75 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 1.5(0.70) + 0.1(10.20)$$

$$e_{dy1} = 2.07 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 0.70 + 0.1(10.20)$$

$$e_{dy1} = -0.32 \text{ m}$$

Momento torsionante:

$$M_{Tx} = V_x * e_y$$

$$M_{Ty} = V_y * e_x$$

CÁLCULO DE LOS MOMENTOS TORSIONANTES:

$$M_{Tx1} = (2.07\text{m})(23,311.02\text{kg})$$

$$M_{Tx1} = 48,253.81 \text{ kg-m}$$

$$M_{Ty1} = (2.45\text{m})(23,311.02\text{kg})$$

$$M_{Ty1} = 57,111.99 \text{ kg-m}$$

DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS POR MARCO

Tabla XXIV. Fuerzas por marco X-X

EJE	Rix	Yi	RixYi	Cortante Directo	YiT	Rix *YiT	Rix *Yi²iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		X+.3Y
								SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
1	0.1562	10.2	1.59324	7770.34	5.8	0.90596	5.254568	669.01162	2295.6281	8439.3516	2295.6281	9128.04
2	0.1562	3	0.4686	7770.34	-1.4	-0.21868	0.306152	-161.4856	-554.1171	7608.8544	-554.1171	7442.6193
3	0.1562	0	0	7770.34	-4.4	-0.68728	3.024032	-507.5261	-1741.511	7262.8139	-1741.511	6740.3607
SUMA	0.4686		2.06184	23311.02			8.584752					

Tabla XXV. Fuerzas por marco Y-Y

EJE	Riy	Xi	RiyXi	Cortante Directo	XiT	Riy *XiT	Riy *Xi²iT	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		Y+.3X
								SISMO X	SISMO Y	SISMO X	SISMO Y	
A	0.0562	0	0	3885.17	-12.25	-0.68845	8.4335125	-508.39	-1744.476	-508.39	2140.6943	1988.1773
B	0.0562	4.9	0.27538	3885.17	-7.35	-0.41307	3.0360645	-305.034	-1046.685	-305.034	2838.4846	2746.9744
C	0.0562	9.8	0.55076	3885.17	-2.45	-0.13769	0.3373405	-101.678	-348.8951	-101.678	3536.2749	3505.7715
D	0.0562	14.7	0.82614	3885.17	2.45	0.13769	0.3373405	101.67801	348.89513	101.67801	4234.0651	4264.5685
E	0.0562	19.6	1.10152	3885.17	7.35	0.41307	3.0360645	305.03403	1046.6854	305.03403	4931.8554	5023.3656
F	0.0562	24.5	1.3769	3885.17	12.25	0.68845	8.4335125	508.39005	1744.4757	508.39005	5629.6457	5782.1627
SUMA	0.3372		4.1307	23311.02			23.613835					

Figura 9. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido X (Módulo de aulas)

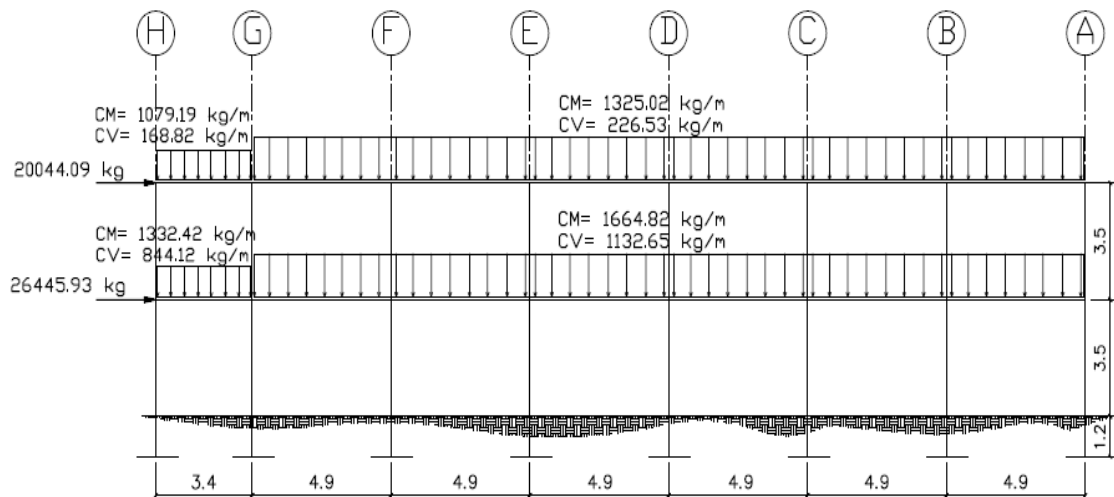


Figura 10. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de aulas)

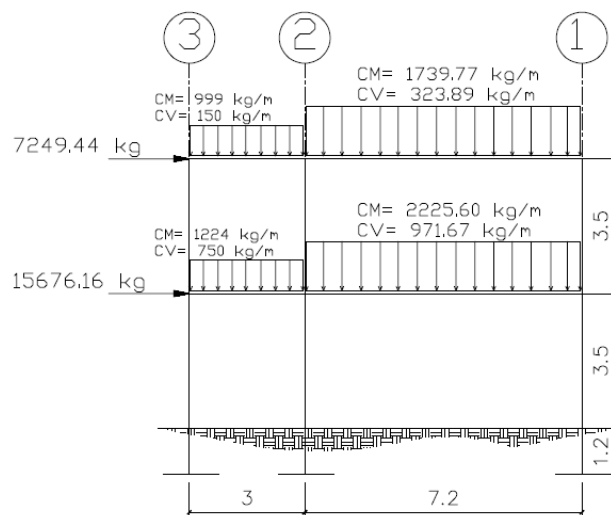


Figura 11. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido X (Módulo de administración)

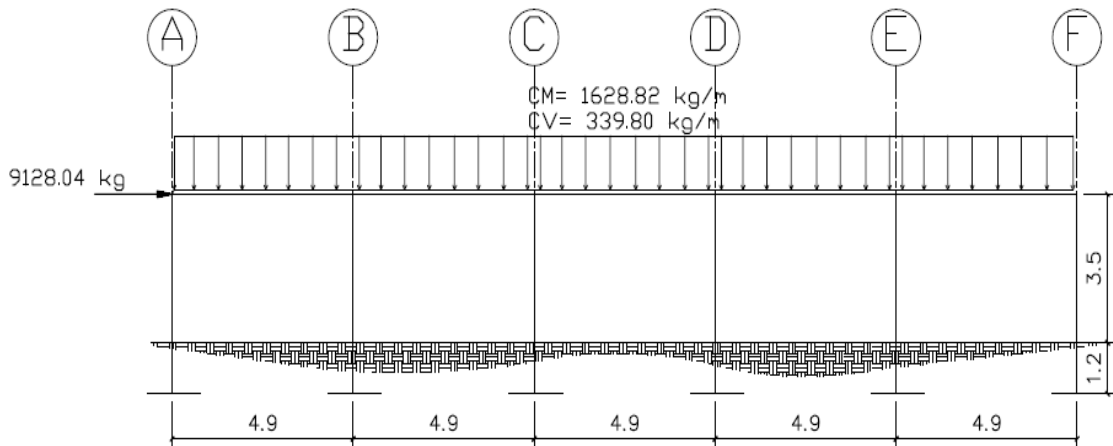
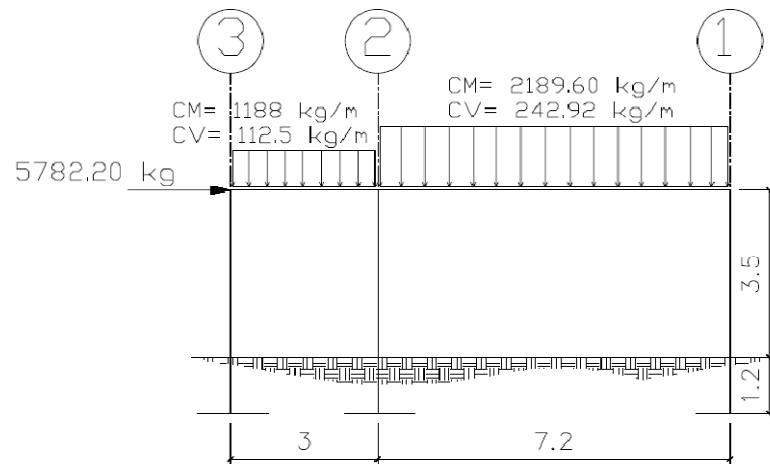


Figura 12. Cargas aplicadas, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y (Módulo de administración)



2.1.2.4 Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural

Análisis estructural de los marcos. El análisis estructural se realizará por medio del programa SAP 2000 educacional, que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución de análisis, la optimización del diseño y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz, y además el mismo análisis se realizó con el método de Kani en donde los resultados obtenidos no variaron mucho.

SAP 2000 es un programa de análisis, elástico lineal de segundo orden, de estructuras, por medio del método de elementos finitos, que incluye un post- procesador gráfico para la presentación de resultados.

Antes de efectuar el análisis estructural, el programa permite ingresar las diferentes combinaciones que establece el reglamento de construcciones de concreto reforzado para determinar la carga de diseño crítica.

Se usaron las siguientes combinaciones que recomienda el ACI 318-05:

$$C_1 = 1.2 (CM) + 1.6 (CV)$$

Cuando se considera efectos de sismos se tiene:

$$C_2. = 1.2 (CM) + 1.0(CV) + 1.0(CS)$$

$$C_3. = 1.2 (CM) + 1.0(CV) - 1.0(CS)$$

$$C_4. = 0.9 (CM) + 1.0 (CS)$$

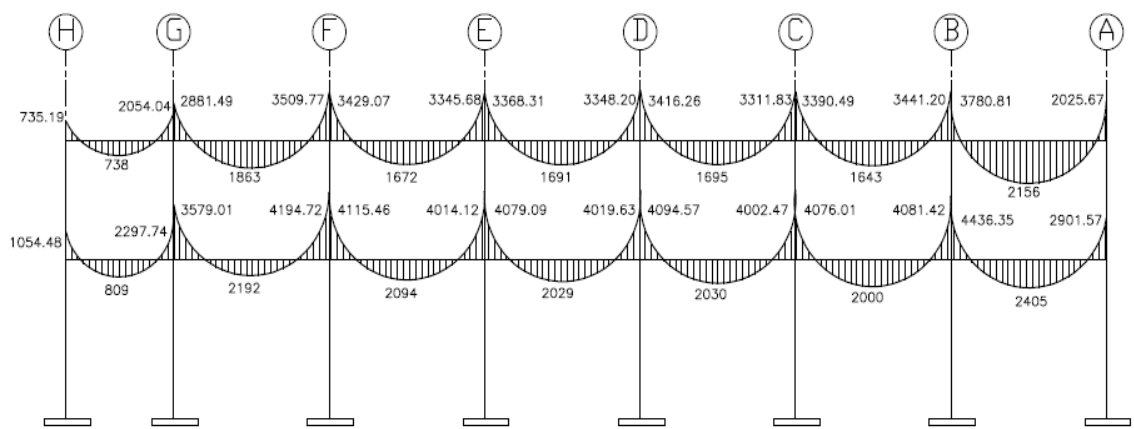
$$C_5. = 0.9 (CM) - 1.0 (CS)$$

Donde:

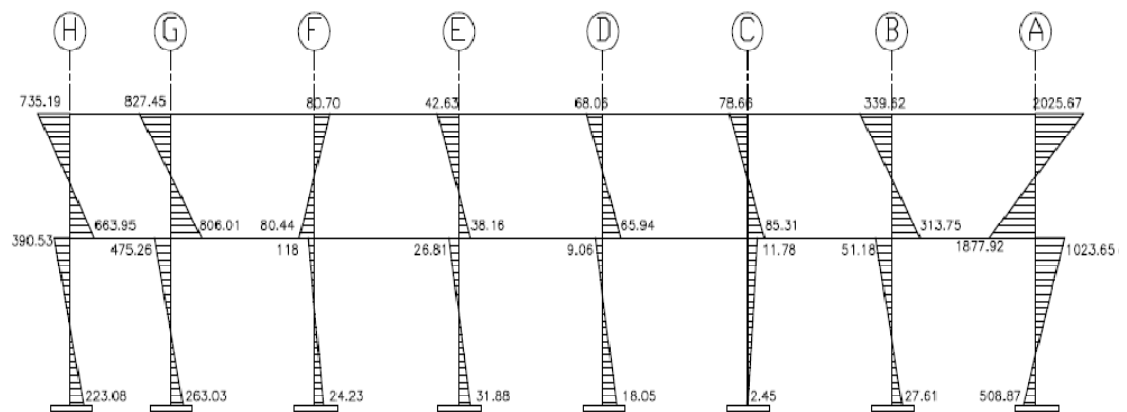
CS = carga de sismo.

Los resultados del análisis estructural se muestran en las figuras siguientes:

Figura 13. Diagrama de momentos (kg-m) - carga muerta – marco dúctil X (Módulo de aulas)

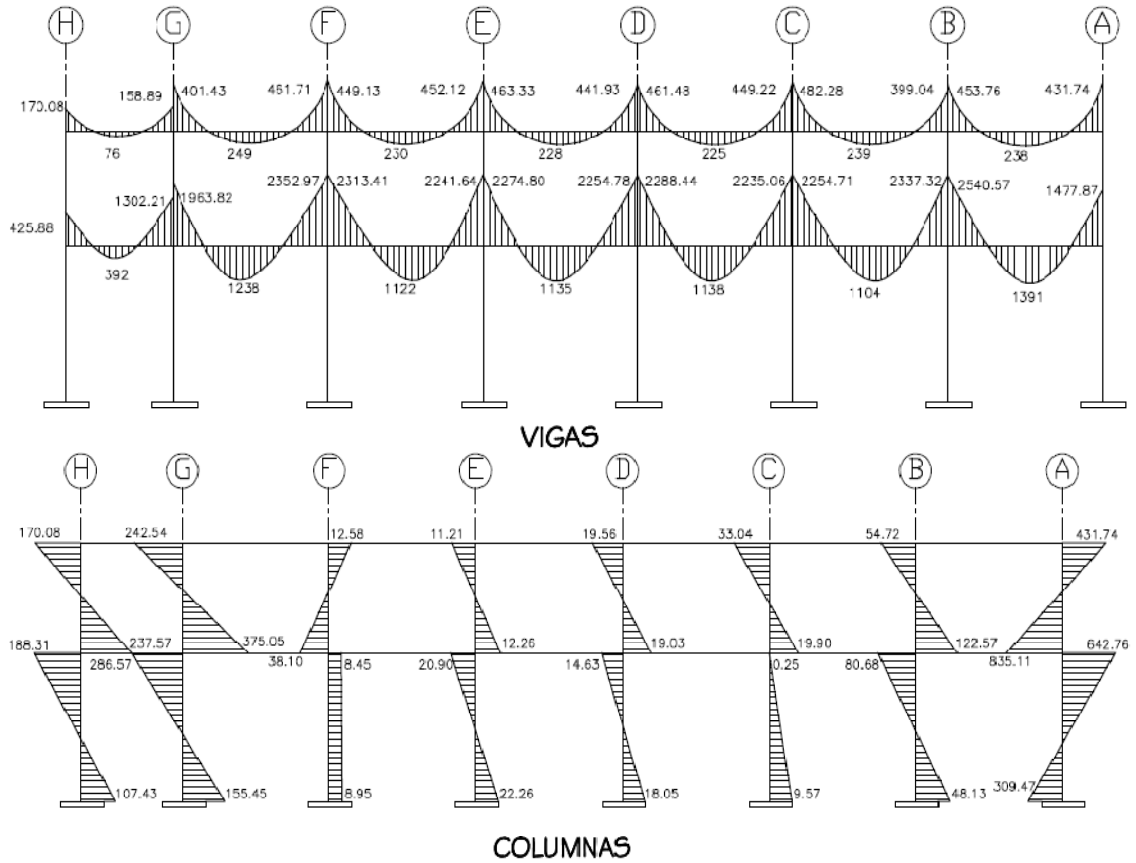


VIGAS

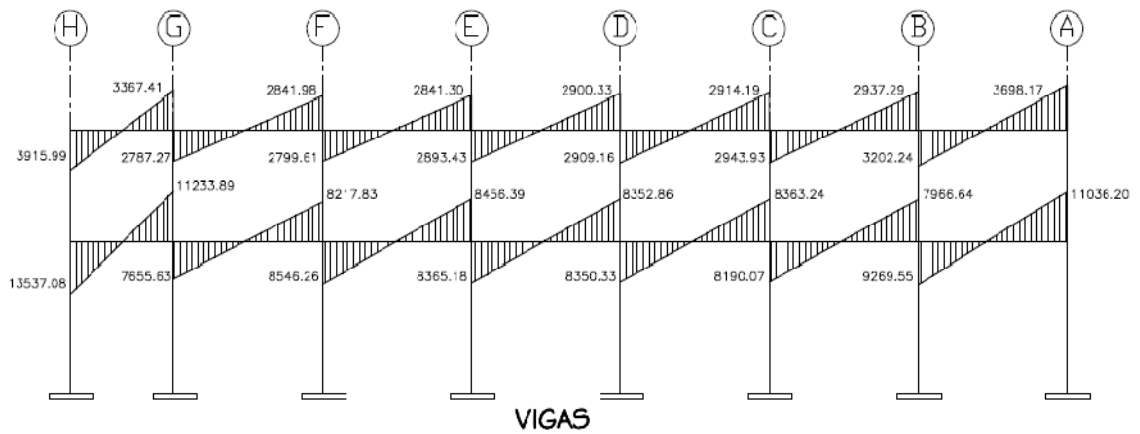


COLUMNAS

**Figura 14. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil X
(Módulo de aulas)**



**Figura 15. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil X
(Módulo de aulas)**



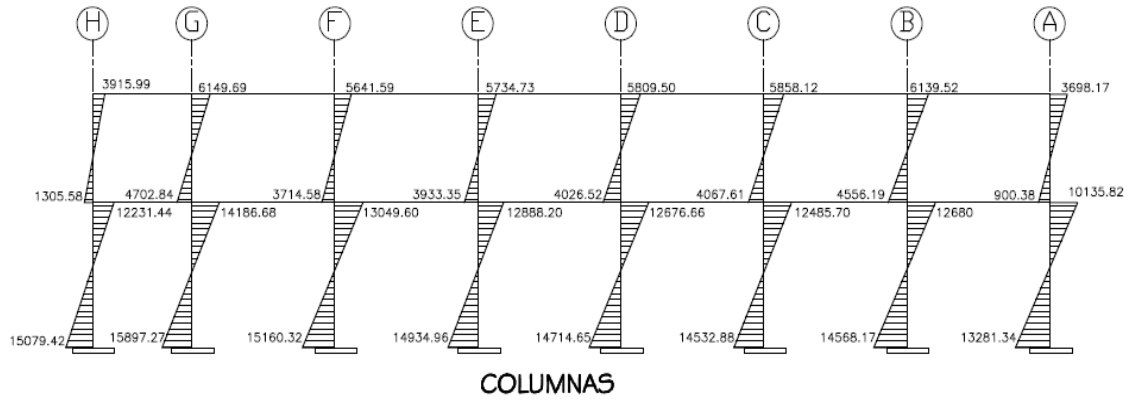


Figura 16. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil Y (Módulo de aulas)

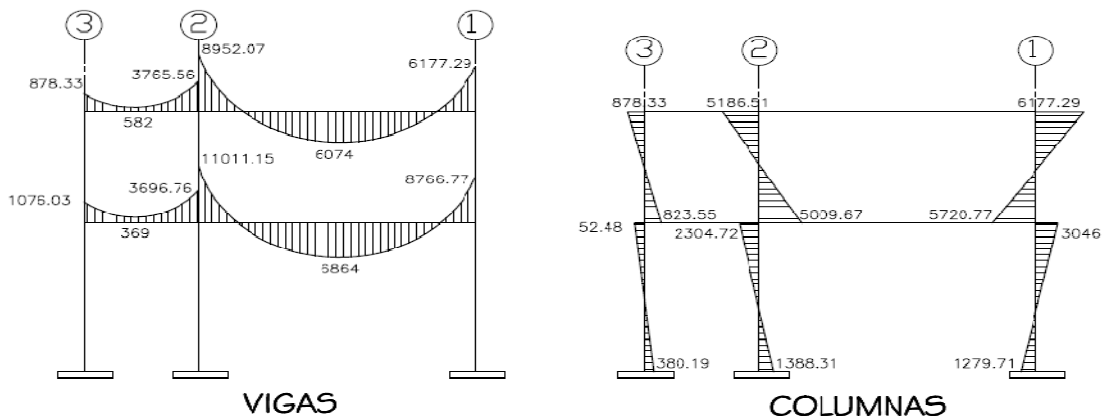
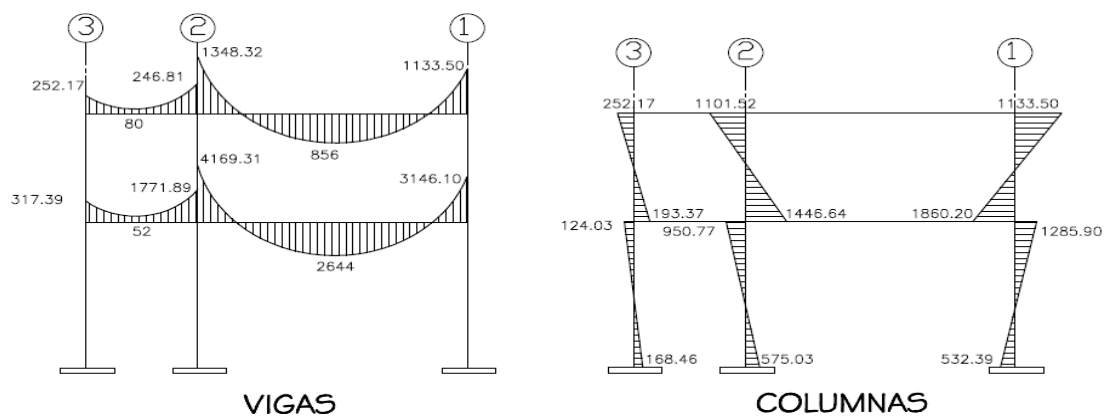
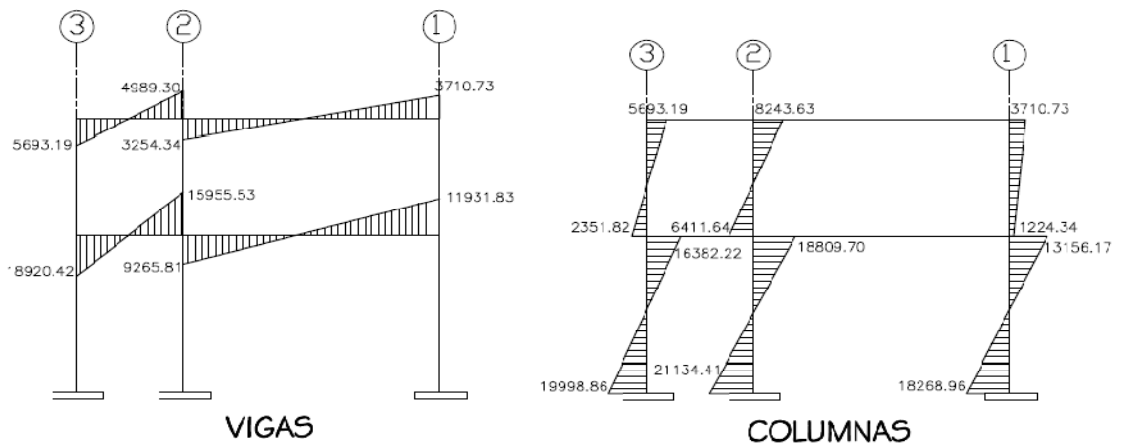


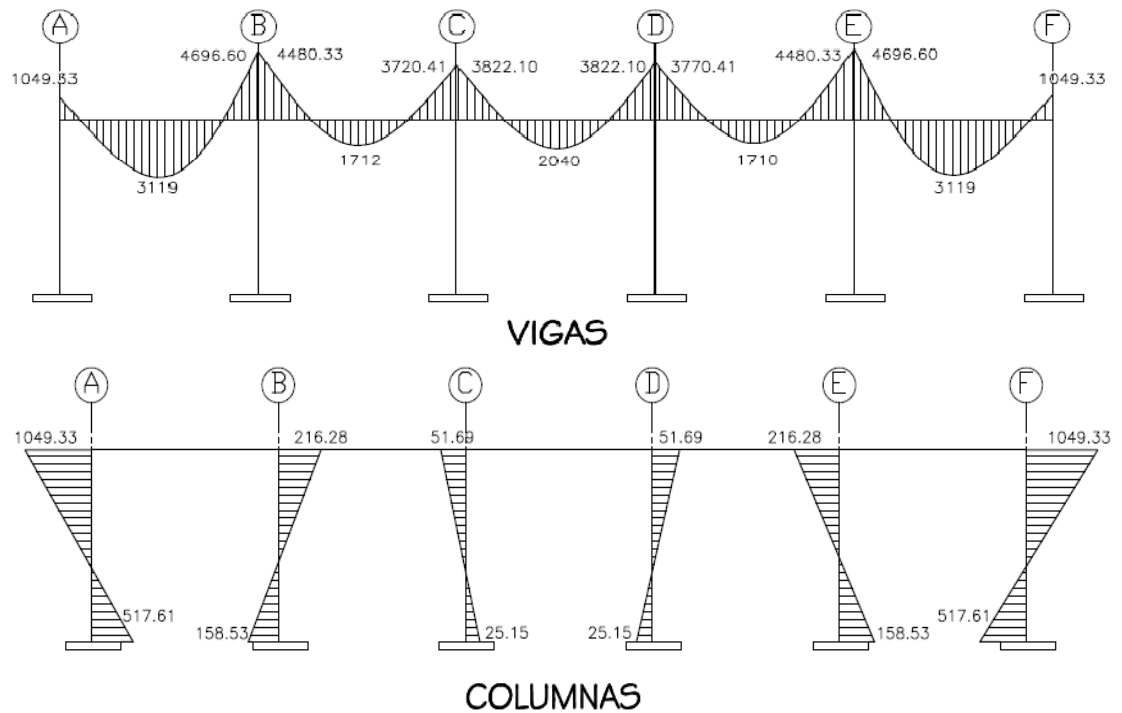
Figura 17. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil Y (Módulo de aulas)



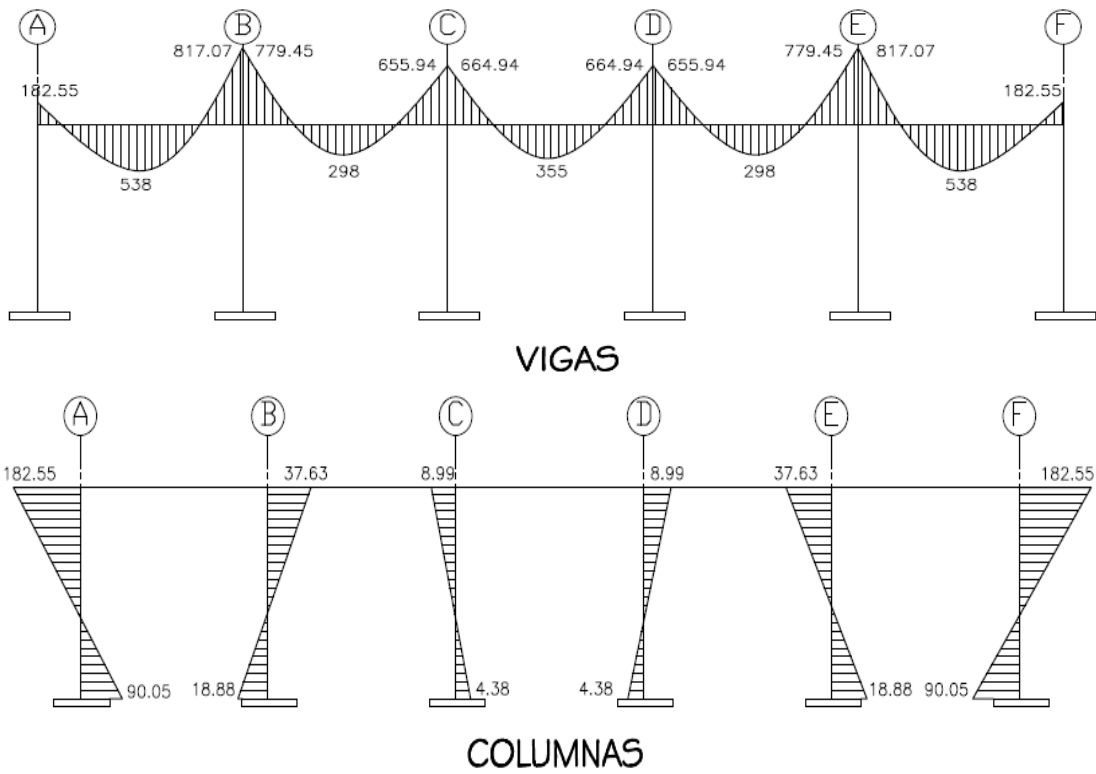
**Figura 18. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil Y
(Módulo de aulas)**



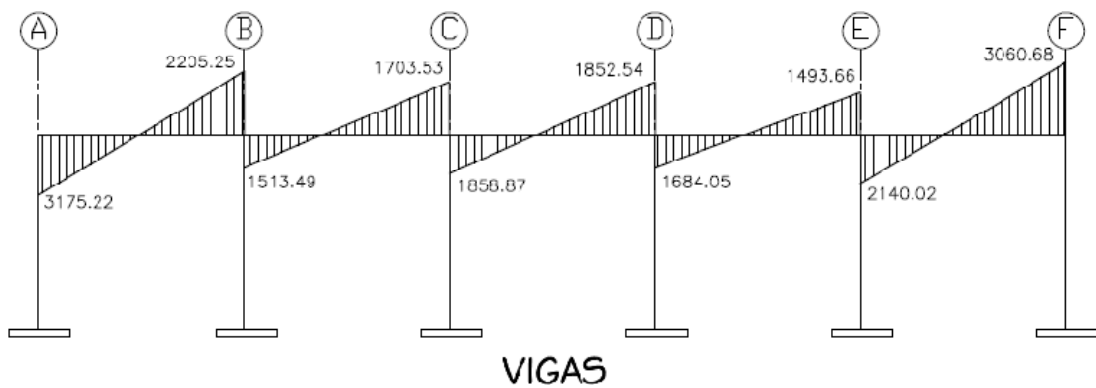
**Figura 19. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil X
(Módulo de administración)**



**Figura 20. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil X
(Módulo de administración)**



**Figura 21. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil X
(Módulo de administración)**



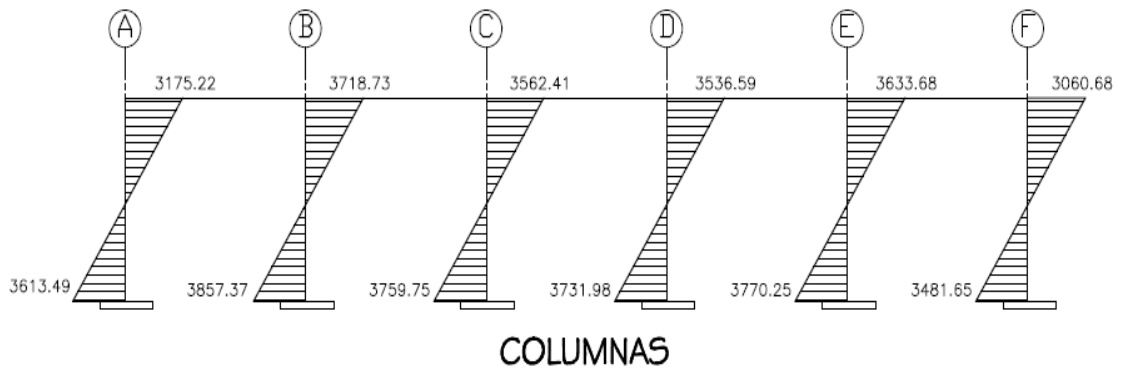


Figura 22. Diagrama de momentos (kg-m) – carga muerta – marco dúctil Y (Módulo de administración)

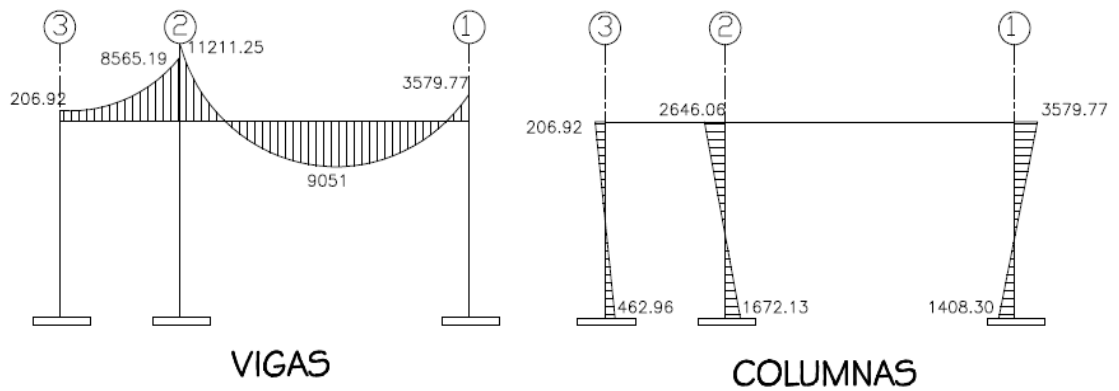
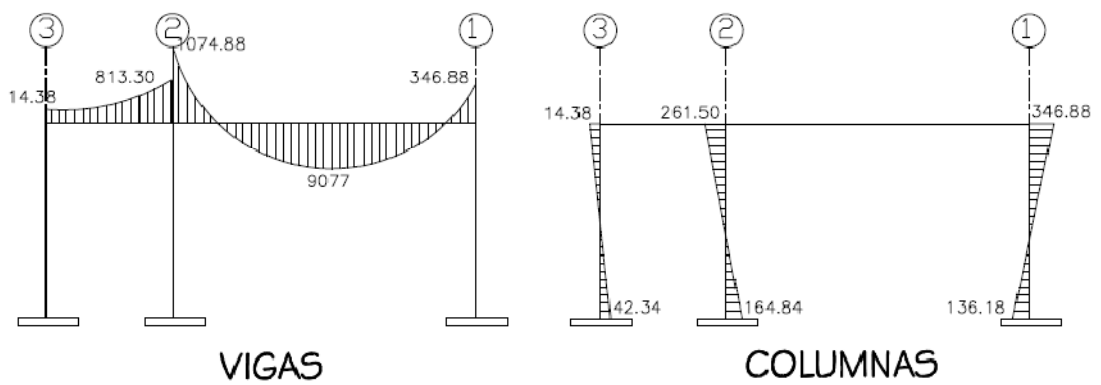
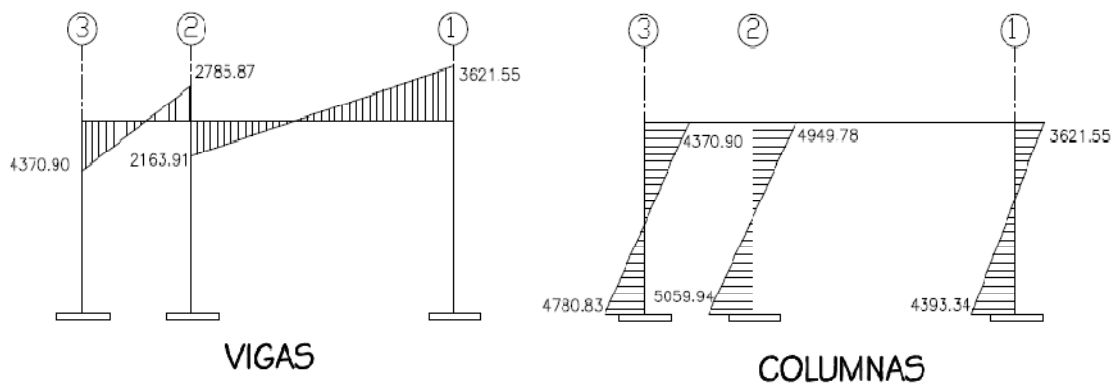


Figura 23. Diagrama de momentos (kg-m) – carga viva – marco dúctil Y (Módulo de administración)



**Figura 24. Diagrama de momentos (kg-m) – carga sísmica – marco dúctil Y
(Módulo de administración)**



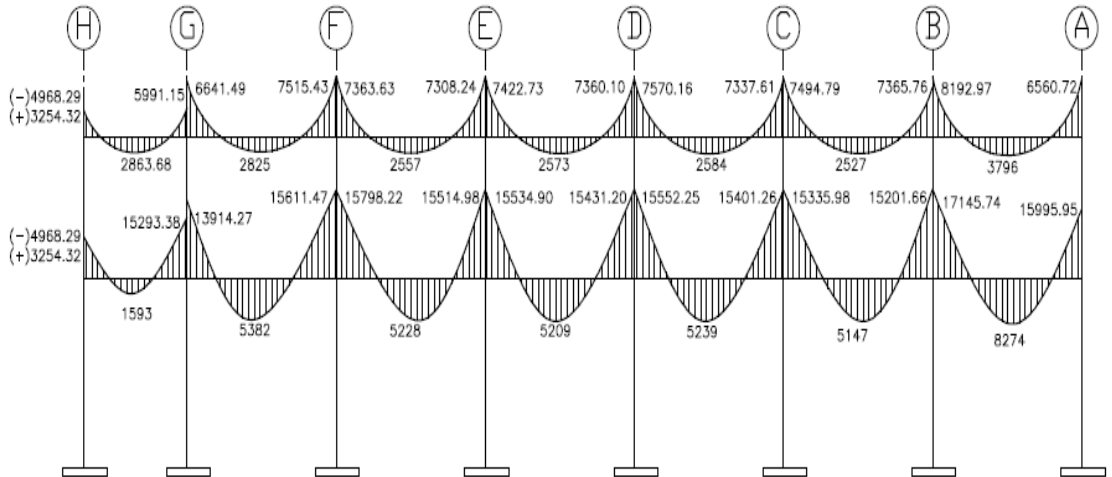
El análisis estructural se realizó también por medio de Kani, que no es más que un método de análisis exacto, iterativo, aplicable a vigas y marcos dúctiles, simétricos o asimétricos, con cualquier tipo de cargas, para luego realizar una comparación entre los resultados obtenidos por este método y los resultados obtenidos del programa SAP 2000.

Para el análisis realizado por Kani son utilizados los mismos valores obtenidos para las cargas muertas correspondientes a cada marco, las cargas vivas obtenidas en los cálculos anteriores y los valores de fuerzas horizontales obtenidas anteriormente para cada marco.

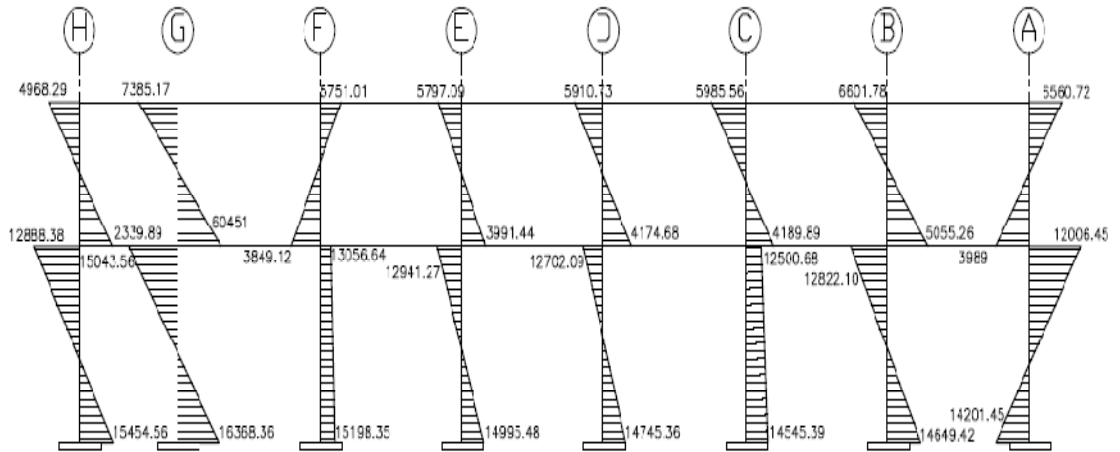
Comparando los resultados obtenidos del análisis por Kani con los resultados obtenidos por SAP 2000, se puede observar que la divergencia existente entre ambos resultados es mínima, por lo que se comprueba que los valores obtenidos son confiables y tanto el análisis por kani como el análisis realizado por SAP 2000 fueron hechos de buena manera.

2.1.2.6 Diagramas de momento y de corte últimos

**Figura 25. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil X
(Módulo de aulas)**

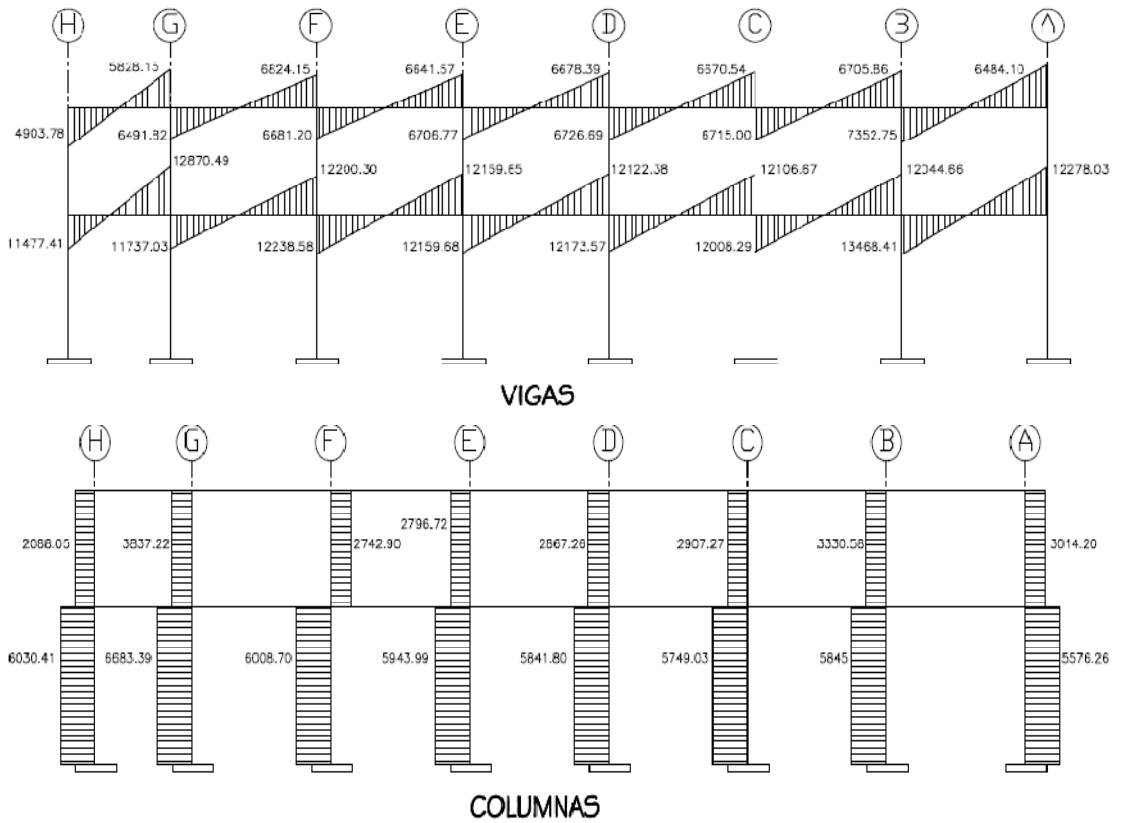


VIGAS

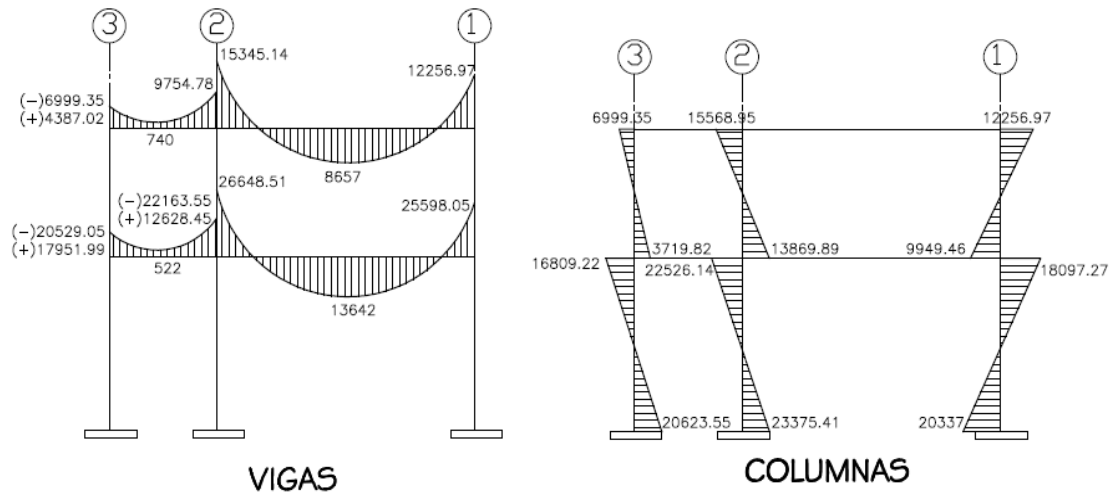


COLUMNAS

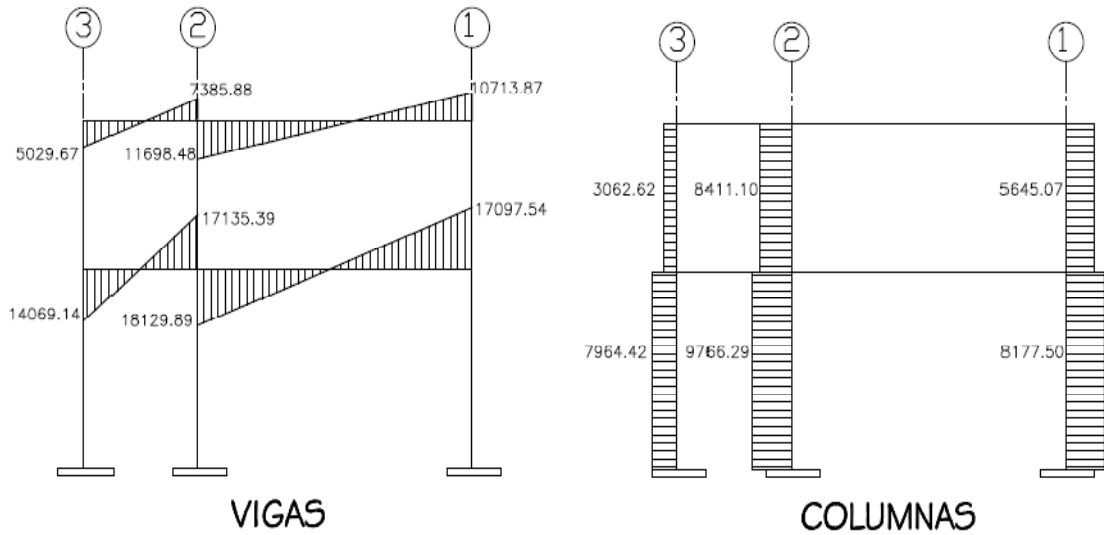
**Figura 26. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil X
(Módulo de aulas)**



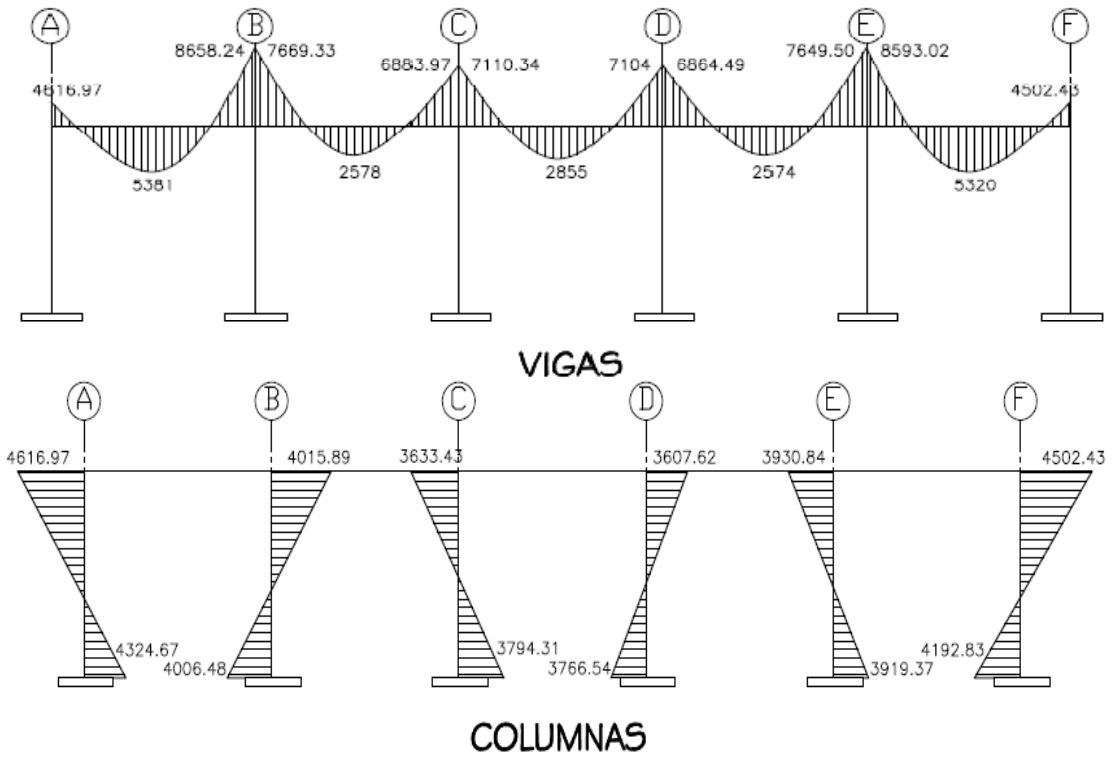
**Figura 27. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil Y
(Módulo de aulas)**



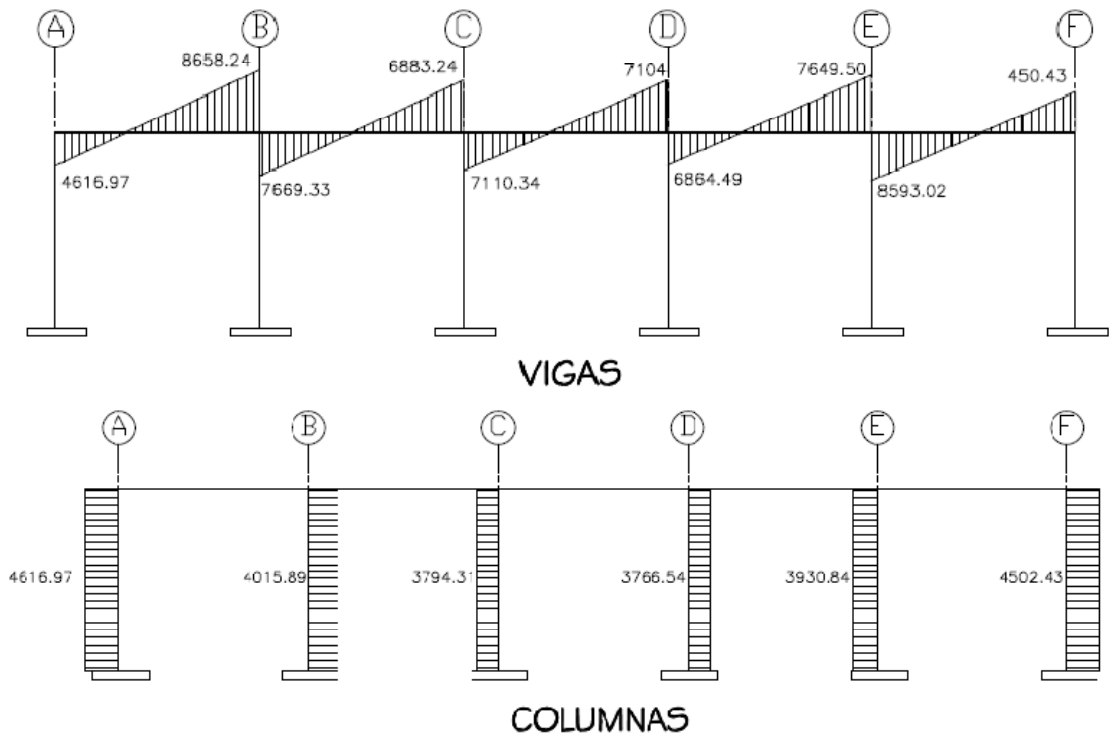
**Figura 28. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil Y
(Módulo de aulas)**



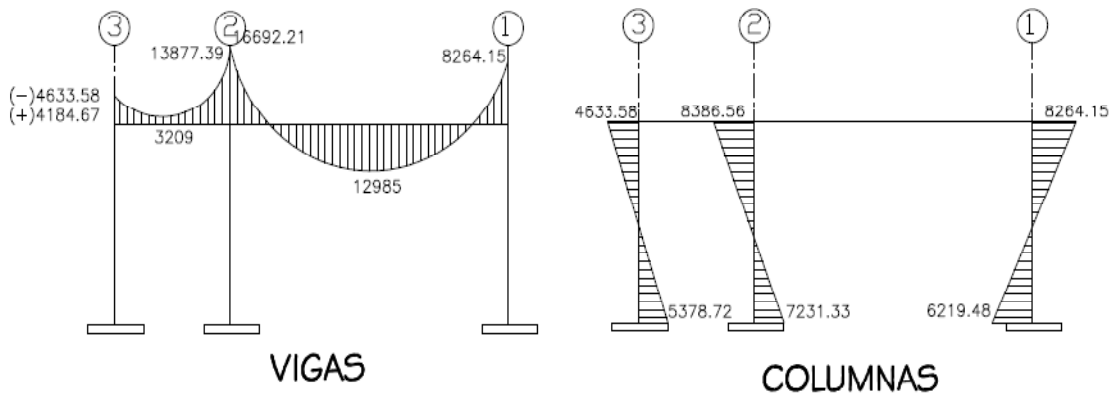
**Figura 29. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil X
(Módulo de administración)**



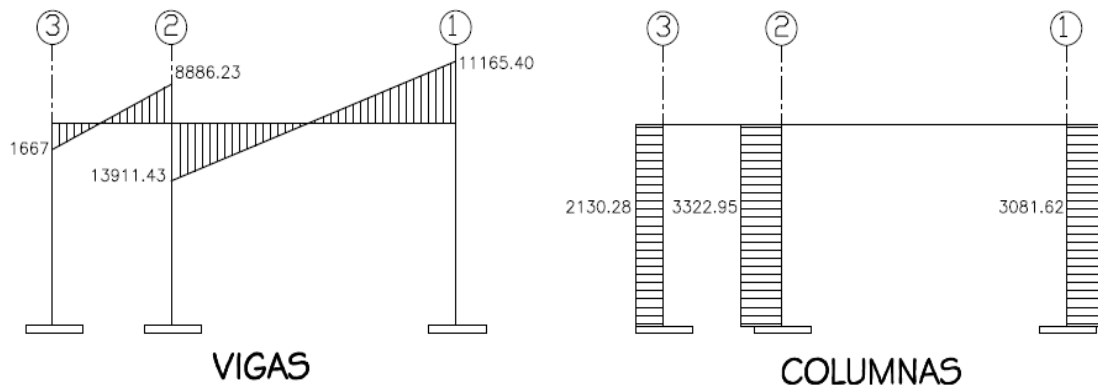
**Figura 30. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil X
(Módulo de administración)**



**Figura 31. Diagrama de momentos últimos (kg-m) – marco dúctil Y
(Módulo de administración)**



**Figura 32. Diagrama de cortes últimos (kg) – marco dúctil Y
(Módulo de administración)**



2.1.3 Diseño estructural

En el diseño estructural de los elementos se persigue determinar la cantidad necesaria de acero de refuerzo para que estos puedan soportar las condiciones más críticas de combinación de momentos, esto con el fin de proporcionar una estructura funcional y segura.

Para el diseño estructural de este proyecto, se utilizan los siguientes datos generales:

Materiales:

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ (4,000PSI)}$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2 \text{ (40,000PSI)}$$

(vigas, losas, c.corrido, muros, col.3,4,6 y 7

$$f_y = 4210 \text{ kg/cm}^2 \text{ (60,000PSI)}$$

(Col. 1,2 y 5)

$$E_c = 15,100 * \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.1 * 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

Recubrimientos:

$$\text{Cimentación} = 0.07 \text{ m}$$

$$\text{Vigas} = 0.04 \text{ m}$$

$$\text{Columnas} = 0.04 \text{ m}$$

$$\text{Losas} = 0.025 \text{ m}$$

$$W_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$VS = 120,000 \text{ kg/m}^2$$

Los diseños de los respectivos elementos se presentan a continuación:

2.1.3.1 Diseño de losas

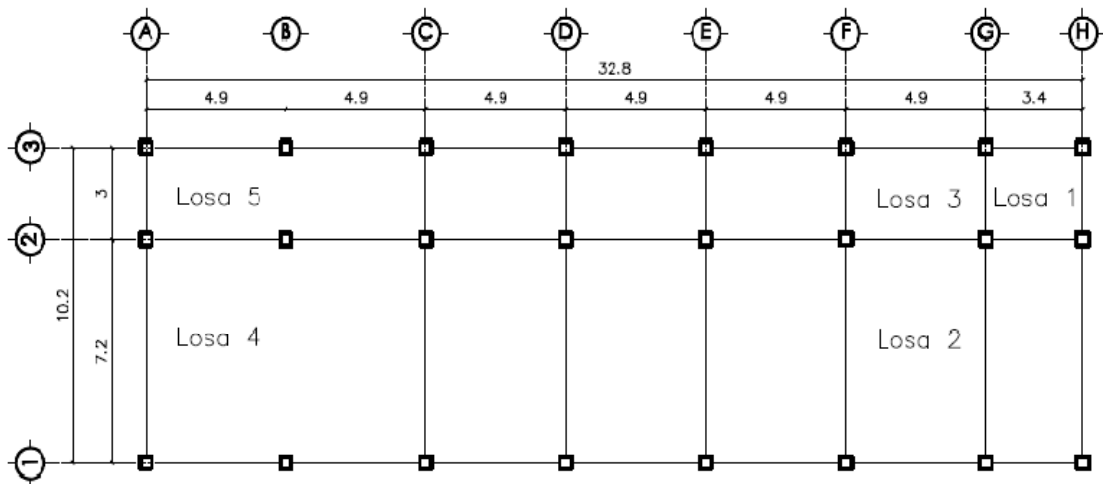
Losas primer nivel (módulo de aulas)

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie. Como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

En esta sección se detalla el procedimiento aplicado en el diseño de las losas del edificio de aulas, del nivel 1. Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI.

El procedimiento es el siguiente. (Ver resultados en el apéndice 2).

Figura 33. Losas primer nivel (Módulo de aulas)



Datos:

Peso de la losa	$(0.14 \cdot 2400)$	336 kg/m ²
Peso de muros		150 kg/m ²

Peso de acabados	90 kg/m ²
Total de carga muerta	576 kg/m ²
Total carga viva (aulas)	300 kg/m ²
Total carga viva (pasillos)	500 kg/m ²

$$\text{Carga última} = 1.2\text{CM} + 1.6\text{CV}$$

$$\text{CU}_{\text{Aulas}} = 1.2(576) + 1.6(300) = 1171.20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CU}_{\text{Pasillos}} = 1.2(576) + 1.6(500) = 1491.20 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

$$\text{Ma}^- = \text{Ca}^- (\text{Cut})(a)^2$$

$$\text{Ma}^+ = \text{Ca}^+ (\text{CVu})(a)^2 + \text{Ca}^+ (\text{CMu})(a)^2$$

$$\text{Mb}^+ = \text{Cb}^+ (\text{CVu})b^2 + \text{Cb}^+ (\text{CMu})(b)^2$$

$$\text{Mb}^- = \text{Cb}^- (\text{Cut})(b)^2$$

Donde:

Cut = Carga última total

CVu = Carga viva última

CMu = Carga muerta última

Ca = Coeficientes para los momentos

Cb = Coeficientes para los momentos

Losa 1 Caso 4

Tabla XXVII. Momentos negativos

Ca-	Cb-	Cut	a ²	b ²	Ma-	Mb-
0.06	0.04	1491.2	9	11.56	805.25	689.53

Tabla XXVIII. Momentos positivos

C_{cv+}	C_{cm+}	C_{vu}	C_{mu}	a^2	$Ma+$
0.039	0.033	500	576	9	346.57
C_{bcv+}	C_{bcm+}	C_{vu}	C_{mu}	b^2	$Ma+$
0.026	0.022	500	576	11.56	296.77

Losa 2 Caso 9

Tabla XXIX. Momentos negativos

$Ca-$	$Cb-$	C_{ut}	a^2	b^2	$Ma-$	$Mb-$
0.081	0.011	1171.2	24.01	51.84	2277.76	667.87

Tabla XXX. Momentos positivos

C_{cv+}	C_{cm+}	C_{vu}	C_{mu}	a^2	$Ma+$
0.05	0.033	300	576	24.01	816.53
C_{bcv+}	C_{bcm+}	C_{vu}	C_{mu}	b^2	$Ma+$
0.011	0.006	300	576	51.86	350.23

Losa 3 Caso 8

Tabla XXXI. Momentos negativos

$Ca-$	$Cb-$	C_{ut}	a^2	b^2	$Ma-$	$Mb-$
0.08	0.018	1491.2	9	24.01	1073.66	644.47

Tabla XXXII. Momentos positivos

C_{cv+}	C_{cm+}	C_{vu}	C_{mu}	a^2	$Ma+$
0.065	0.048	500	576	9	541.33
C_{bcv+}	C_{bcm+}	C_{vu}	C_{mu}	b^2	$Ma+$
0.009	0.007	500	576	24.01	204.85

Losa 4 Caso 4

Tabla XXXIII. Momentos negativos

$Ca-$	$Cb-$	C_{ut}	a^2	b^2	$Ma-$	$Mb-$
0.081	0.019	1171.2	24.01	51.84	2777.76	1153.59

Tabla XXXIV. Momentos positivos

C _{cv} +	C _{cm} +	C _{vu}	C _{mu}	a ²	Ma+
0.057	0.046	300	576	24.01	1046.74
C _{bv} +	C _{bm} +	C _{vu}	C _{mu}	b ²	Ma+
0.014	0.011	300	576	51.84	546.19

Losa 5 Caso 4

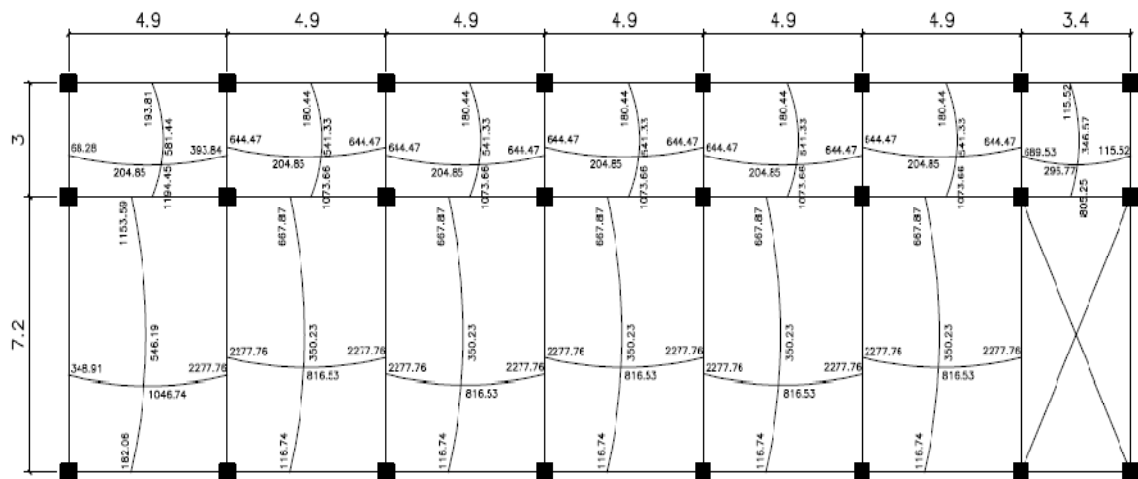
Tabla XXXV. Momentos negativos

Ca-	Cb-	C _{ut}	a ²	b ²	Ma-	Mb-
0.081	0.011	1491.2	9	24.01	1194.45	393.84

Tabla XXXVI. Momentos positivos

C _{cv} +	C _{cm} +	C _{vu}	C _{mu}	a ²	Ma+
0.067	0.054	500	576	9	581.44
C _{bv} +	C _{bm} +	C _{vu}	C _{mu}	b ²	Ma+
0.009	0.007	500	576	24.01	204.85

Figura 34. Planta de momentos actuantes en losa típica – Nivel 1



Balance de momentos:

Cuando dos losas están unidas en un lado y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo, aplicando el criterio siguiente:

Si $0.8 * M_{\text{mayor}} < M_{\text{menor}}$; entonces $M_b = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) * 0.50$

Si $0.8 * M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$; se balancean proporcionalmente a su rigidez

D ₁	D ₂
M ₁	M ₂
-dM * D ₁	+dM * D ₂
M _b	M _b

$$D_1 = K_1 / K_1 + K_2 \quad K_1 = 1/L_1$$

L = Longitud de losa considerada

$$dM = M_1 - M_2$$

1 y 2 índices de M mayor y M menor

Balance de momentos entre losa 1 y 3

$$M_1 = 644.47 \text{ kg-m}$$

$$\rightarrow 0.8(689.53) = 551.62$$

$$M_2 = 689.53 \text{ kg-m}$$

$M_1 > 0.8M_2$ por lo que

$$M_b = (644.47 + 689.53) / 2 \rightarrow \mathbf{M_b = 667 \text{ kg-m}}$$

Balance de momentos entre losa 2 y 3

$$M_1 = 667.87 \text{ kg-m}$$

$$\rightarrow 0.8(1073.66) = 858.93 > M_1$$

$$M_2 = 1073.66 \text{ kg-m}$$

balancear por rigidez

0.294	0.706
667.87	1073.66
119.30	286.49
787.17	787.17

$$K_1 = 1/7.2 = 0.139$$

$$K_2 = 1/3 = 0.333$$

$$D_1 = 0.139 / (0.139 + 0.333) = 0.294$$

$$D_2 = 0.333 / (0.139 + 0.333) = 0.706$$

$$\mathbf{M_b = 787.17 \text{ kg-m}}$$

Diseño de acero de refuerzo

Primero establecer el acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al mínimo. Basado en el Código del ACI 318-05.

Peralte efectivo: (se propone varilla No. 4 con área de 1.26 cm²)

$$d = t - \frac{\phi}{2} - \text{Recubrimiento}$$

$$d = 14 - \frac{1.267}{2} - 2.5 = 11\text{cm}$$

Cálculo de acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{40\% * 14.1 * b * d}{f_y}$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{40\% * 14.1 * 100 * 11}{2810} = 2.21\text{cm}^2$$

Espaciamiento S para $A_{s\text{mín}}$:

$$\left[\begin{array}{l} 2.21 \Rightarrow 100\text{cm} \\ 0.71 \Rightarrow s \end{array} \right] \Rightarrow S = 30\text{cm}$$

$$S_{\text{máx}} = 3t$$

$$S_{\text{máx}} = 3(14) = 42\text{cm}$$

Cálculo de momento que resiste $A_{s\text{mín}}$:

$$M_{A_{s\text{mín}}} = 0.90 \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'c * b} \right) \right)$$

$$M_{Asmín} = 0.90 \left(2.21 * 2810 \left(11 - \frac{2.21 * 2810}{1.7 * 280 * 100} \right) \right) = 607.50 \text{ kg} - m$$

Tabla XXXVII. Cálculo de A_s y S parra momentos > que 607.50 kg-m losa primer nivel (módulo de aulas)

	MOMENTO	As req (cm²)	S req (cm)	Armado
(x)	667 kg-m	2.43	30	No.3 @ 15cm
(x)	816.53 kg-m	2.98	24	No.3 @ 15cm
(x)	2277.76 kg-m	8.59	15	No.4 @ 15cm
(y)	788 kg-m	2.86	25	No.3 @ 15cm
(y)	1174.02 kg-m	4.31	17	No.3 @ 15cm
(y)	805.25 kg-m	2.93	25	No.3 @ 15cm

Revisión por corte: Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, que deben ser resistidos por los materiales de las mismas. En este caso por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben ser resistidos únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es adecuado.

El procedimiento es el siguiente:

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{máx} = \frac{Cu * L}{2} = \frac{1491.20 * 3}{2} = 2236.80 \text{ kg}$$

L = lado mayor de las dimensiones cortas

Corte máximo resistente:

$$V_R = 45 \sqrt{f'c} * t$$

$$V_R = 45 \sqrt{280} * 14 = 10541 \text{ kg}$$

$$V_R > V_{máx} \text{ ok}$$

Losas segundo nivel, módulo de administración y servicios sanitarios:

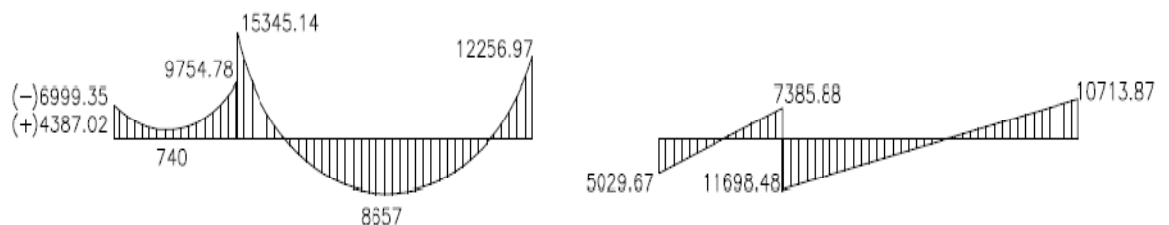
En el diseño de losas del segundo nivel del módulo de aulas, losas del módulo de administración y losas de los servicios sanitarios se aplicó el mismo procedimiento de las losas del primer nivel, variando el cálculo de carga viva y carga muerta, por lo que solo se presentan los resultados en los planos (ver apéndice 2).

2.1.3.2 Diseño de vigas

Una viga puede definirse como un miembro estructural que descansa sobre apoyos situados generalmente en sus extremos y que soporta cargas transversales, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Las vigas soportan el peso de la losa y el propio y las transmiten a las columnas y muros si es el caso.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos actuantes, provenientes del análisis estructural. El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga tipo 3.

Figura 36. Momentos y cortes de viga 3 (segundo nivel, aulas) kg-m



Límites de acero

Área de acero mínima

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{f_y} * bd$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14.1}{2810} (30)(46) = 6.92\text{cm}^2$$

Área de acero máxima

$$A_{s\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} * bd \Rightarrow \rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0.003 * E_s * 0.85 * f'c}{f_y * (f_y + 0.003 E_s)} = \frac{0.85 * 0.003 * 2.039 \times 10^6 * 0.85 * 280}{2810 * (2810 + 0.003 * 2.039 \times 10^6)} = 0.0049$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.5(0.0049)(30)(46) = 33.81\text{cm}^2$$

Acero longitudinal

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

Tabla XXXVIII. Cálculo del área de acero para la viga 3

Momento (kg-m)	As _{mín} (cm ²)	As (cm ²)	As _{máx}	Refuerzo
15345.14	6.92	13.94	33.81	3 No.7 + 1 Bast. No.6
12256.97	6.93	10.92	33.82	3 No. 7
9754.78	6.94	8.57	33.83	3 No. 7
6999.35	6.95	6.06	33.84	3 No. 7
8657.00	6.96	7.56	33.85	3 No. 7
4367.02	6.97	3.72	33.86	3 No. 7

Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI 318-05 Cáp. 21.

a) Cama superior:

Se deben colocar, como mínimo dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{smín}$ ó el 33%As calculada para el momento negativo mayor.

$$\left. \begin{array}{ll} A_{smín} & 6.92cm^2 \\ 33\% As(-) mayor & 4.60cm^2 \end{array} \right\} \text{ Se coloca el mayor}$$

Se colocan 3 # 7 (corridos), equivalente $As = 11.61 \text{ cm}^2$

As para el momento 15345.14 kg-m

$13.94 - 11.61 = 2.30 \text{ cm}^2$, se cubre con 1 # 6 como bastón.

LONGITUD DE BASTÓN:

Suponiendo L/4 punto de inflexión

$$\Rightarrow L/4 = 7.2/4 = 1.80m$$

$$L_{dh} = \text{para no. 6} = 43cm$$

$$\text{Longitud de bastón} = 2.23m$$

b) Cama inferior:

Se deben colocar, como mínimo dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los valores siguientes: $A_{smín}$, 50%As del M+ ó el 50%As del M- mayor.

A_{smin}	$6.92cm^2$	} Se coloca el mayor
50% $A_s(+)$	$3.78cm^2$	
50% $A_s(-)$	$6.97cm^2$	

Se colocan 3 # 7 (corridos), equivalente $A_s = 11.61 cm^2$

Diseño a corte

Para la resistencia a corte, en las vigas se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

Corte que resiste el concreto:

$$V_{rcu} = \phi * 0.53\sqrt{f'_c} * bd$$

$$V_{rcu} = (0.85)(0.53)\sqrt{280} (30)(46) = \mathbf{10402.86 \text{ kg}}$$

Comparar corte resistente con corte actuante:

Si $V_{rcu} > V_{act}$ la viga necesita estribos solo por armado, a $S_{m\acute{a}x} = d/2 < 30cm$.

Si $V_{rcu} < V_{act}$ se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$S = \frac{2Av * fy * d}{V_{act} - V_{rcu}}$$

Corte actuante = 11698.48 kg

Comparando corte resistente con el corte actuante:

$$10402.86 < 11698.48$$

Por lo que se debe diseñar por corte: utilizar No.3

$$S = \frac{2(0.71)(2810)(46)}{11698.48 - 10402.86}$$

$$S = 141.67\text{cm}$$

$$S_{m\acute{a}x} = d/2 = 46/2 = 23\text{cm}$$

Se colocarán estribos No.3 @ 20cm.

Los requisitos mínimos para corte en zona confinada, según el Código ACI 318-05 en el Artículo 21.3.3

- a) Longitud de confinamiento : 2 veces la altura del elemento
- b) Primer estribo a no más de 5 cm
- c) Espaciamiento de los estribos de confinamiento:
 - d/4
 - 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
 - 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
 - 30cm

Cálculos:

$$a) 2*0.50\text{m} = 1\text{m}$$

c) Espaciamiento:

$$- d/4 = 46/4 = 11\text{cm}$$

$$- 8d_b = 8(2.225) = 17.8\text{cm}$$

$$- 24d_v = 24(0.95) = 22.80\text{cm}$$

$$- 30\text{ cm}$$

Se toma el menor

El armado de estribos es el siguiente: el primer estribo No. 3 a 5cm, 9 estribos No. 3 @ 10cm en zona confinada en ambos extremos y el resto @ 20cm, en zona no confinada.

Para el diseño de las demás vigas, se siguió el procedimiento aplicado para la viga tres, como también para el módulo de administración, los resultados se presentan en la tabla XXXVI.

Tabla XXXIX. Cálculo de vigas, módulo de aulas y módulo administrativo.

VIGA	Refuerzo longitudinal			Refuerzo transversal	
	Momento	As	Refuerzo	Cortes	Refuerzo
1	20529.05	19.22	3 No. 8 + 2 Bast. No. 7	Vr = 10402.82 Va = 18129.89	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
	22163.55	20.92	3 No. 8 + 2 Bast. No. 7		
	26648.51	26.28	3 No. 8 + 2 Bast No.8 + 1 Bast. No.6		
	25598.05	25.03	3 No. 8 + 2 Bast No.8 + 1 Bast. No.6		
	17951.99	16.60	3 No. 8 + 1 Bast No. 6		
	13642.00	12.26	3 No. 8		
2	17145.74	15.75	3 No. 8 + 1 Bast No. 6	Vr = 10402.86 Va = 13468.41	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
	15798.22	14.38	3 No. 8		
	11845.77	10.52	2 No. 8 + 1 Bast No. 6		
	8274.00	7.21	2 No. 8		
3	15345.14	13.94	3 No. 7 + 1 Bast No. 6	Vr = 10402.86 Va = 11698.48	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
	12256.97	10.92	3 No. 7		
	8657.00	7.56	3 No. 7		
4	8192.97	7.13	3 No. 6	Vr = 10402.86 Va = 7352.75	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
	6560.72	5.66	3 No. 6		
	3796.00	3.23	3 No. 6		
30x45	16692.21	17.67	3 No. 7 + 2 Bast No. 7	Vr = 9272.12 Va = 13911.43	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
5	13877.39	14.33	3 No. 7 + 1 Bast No. 6		
	8264.15	8.17	3 No. 7		
	12985.00	13.32	3 No. 7 + 1 Bast No. 6		
	4184.67	4.03	3 No. 7		
6	8658.24	8.72	3 No. 7	Vr = 10402.86 Va = 7352.75	Est. No. 3 @ 10cm. en extremos, resto @ 20cm.
	4616.97	4.55	3 No. 7		
	5381.00	5.33	3 No. 7		

2.1.3.3 Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales utilizados primordialmente para soportar cargas de compresión. Una “columna corta” es aquella en la que la carga última para una excentricidad dada está solamente gobernada por la resistencia de los materiales y la dimensiones de la sección transversal. Una “columna intermedia” es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez. Las columnas de concreto se refuerzan mediante acero longitudinal y transversal. Generalmente el acero transversal tiene la forma de estribos o hélices, además se usan otras secciones que se presentan frecuentemente en edificios y puentes.

Requisitos del ACI para columnas:

1. El área de acero longitudinal mínimo es 1% de la sección de la columna.
 $A_{st(\min)} = 0.01A_g$; **A_g** = Área de la columna.
2. El área de acero longitudinal máximo será 6% para zonas sísmicas y 8% para zonas no sísmicas de la sección de la columna.
3. El lado más pequeño de una columna estructural será de 20 centímetros.
4. La sección mínima para columnas estructurales deberá ser de 400 cm².
5. El refuerzo transversal (estribos) nunca podrá ser menor que 3/8” para barras longitudinales menores al No.10; por lo menos No.4 para barras No.11, 14,18 y barras empaquetadas.
6. El recubrimiento de una columna en condiciones normales es de tres centímetros.
7. La separación entre estribos no debe ser superior a 16 diámetros de la barra longitudinal, ni a 48 diámetros del estribo ni, a la dimensión mínima de la columna.

Datos: Son obtenidos del análisis estructural, los valores del corte y momentos son los críticos, ya que se diseñan con los datos mayores. Se presenta el diseño de la columna más crítica del nivel 1 (módulo de aulas).

Columna del primer nivel (módulo de aulas).

Mx = Momento sentido X	15043.56 kg – m
My = Momento sentido Y	22526.14 kg – m
Va = Corte actuante	9766.29 kg
Ln = Longitud de columna	3.00 m
f'c =	280.00 kg/cm ²
fy =	4200.00 kg/cm ²

Determinación de carga axial:

$$Pu = 1.2CM + 1.6CV + CSx + CSy + Cu(\text{niveles anteriores})$$

Nivel 2:

Vigas = (0.3)(0.5)(10)(24)	= 3600.00 kg
Losa = (0.14)(2400)(24.99)	= 8396.64 kg
Sc = (90)(24.99)	= 2249.10 kg
Col = (0.4)(0.4)(3)(2400)	= 1152.00 kg
CMT	= 15397.74 kg

CV = (100)(24.99)	= 2499.00 kg
CSx = 2142.00 kg	
CSy = 3560.83 kg	

$$Cu = 1.2(15397.74) + 1.6(2499) + 2142 + 3560.83$$

$$Pu_2 = 28175.52 \text{ kg}$$

Nivel 1:

$$\text{Vigas} = (0.3)(0.5)(10)(24) = 3600.00 \text{ kg}$$

$$\text{Losa} = (0.14)(2400)(24.99) = 8396.64 \text{ kg}$$

$$\text{Sc} = (90)(24.99) = 2249.10 \text{ kg}$$

$$\text{Col} = (0.4)(0.4)(3)(2400) = 1152.00 \text{ kg}$$

$$\text{CMT} = 15397.74 \text{ kg}$$

$$\text{CV} = (17.64)(300) + (7.35)(500) = 8967.00 \text{ kg}$$

$$\text{CSx} = 9427.00 \text{ kg}$$

$$\text{CSy} = 15186.00 \text{ kg}$$

$$\text{Cu} = 1.2(15397.71) + 1.6(8967) + 9427 + 15186 + 28178.52$$

$$\text{Pu}_1 = 85616.01 \text{ kg}$$

Esbeltez de la columna: Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud.

Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en:

E < 21, columna corta.

21 ≤ E ≤ 100, columnas intermedias.

E > 100, columnas largas.

El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en el rango; si son cortas se diseñan con los datos del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no es recomendable construir.

- Cálculo de esbeltez de la columna. $E = \frac{KL_n}{r}$

Donde:

K = factor de pandeo

L_n = longitud libre

r = radio de giro. 0.30 h_x ó 0.3 h_y (el menor)

El valor K se determina con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} < 2,$$

$$K = 0.90 \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} \geq 2,$$

$$\psi_{prom} = \frac{\psi_a + \psi_b}{2}$$

Donde ψ_a y ψ_b corresponden a la sumatoria de rigideces en ambos extremos de apoyo de la columna y se expresan de la siguiente manera:

$$\psi_{a-b} = \frac{\Sigma EI/L_{col}}{\Sigma EI/L_{vigas}}$$

Inercia de los elementos:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_{col} = \frac{40 * 40^3}{12} = 213333.33cm^4$$

$$I_{col} = \frac{30 * 50^3}{12} = 312500cm^4$$

Tabla XL. Cálculo de coeficiente de empotramiento a la rotación en las

columnas eje X. $\psi_{a-b} = \frac{\Sigma EI/L_{col}}{\Sigma EI/L_{vigas}}$

Lcol1	Lcol2	Lviga1	Lviga2	Icol	Iviga	Ψ_A	Ψ_B	Ψ_p
300	420	450	450	213333.33	312500	0.87	0	0.43

Según el ACI 318-05 R10.12.1

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} < 2,$$

$$K = 1.17$$

Relación de esbeltez E

$$r = 0.30h = 0.30(0.40) = 0.12$$

$$E = \frac{KL_n}{r} = 40.95 > 22 \text{ magnificar los momentos.}$$

Tabla XLI. Cálculo de coeficiente de empotramiento a la rotación en las

columnas eje Y. $\psi_{a-b} = \frac{\Sigma EI/L_{col}}{\Sigma EI/L_{vigas}}$

Lcol1	Lcol2	Lviga1	Lviga2	Icol	Iviga	ΨA	ΨB	Ψp
300	420	680	260	213333.33	312500	0.73	0	0.36

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} ; \text{ cuando } \psi_{prom} < 2,$$

$$K = 1.14$$

Relación de esbeltez E

$$r = 0.30h = 0.30(0.40) = 0.12$$

$$E = \frac{KL_n}{r} = 39.90 > 22 \text{ magnificar los momentos.}$$

De acuerdo con los valores de esbeltez obtenidos en el sentido X y Y las columnas se clasifican entre columnas intermedias, por lo tanto se deben magnificar los momentos.

La ecuación de magnificación de momentos es la siguiente (M_d) :

$$M_d = \delta M_u$$

Donde:
 M_u = Momento último
 δ = Magnificador de momentos

δ , se expresa por:

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}$$

Donde:
 P_u = carga última actuante
 P_{cr} = carga crítica de pandeo (Euler)
 ϕ = factor de compresión
(ϕ)= 0.70 para estribos.

P_{cr} , se expresa por:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_n)^2}$$

Donde:
E = módulo de Young
I = momento de inercia
K = factor de pandeo
 L_n = longitud libre entre apoyos

EI , se expresa por:

Donde:

E_c = módulo de elasticidad del concreto

$$EI = \frac{E_c I_g / 2.5}{1 + \beta_d}$$

$$E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$$

I_g = momento de inercia centroidal de la columna

$$I_g = bh^3 / 12$$

β_d = factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1.2CM}{1.2CM + 1.6CV} = \frac{CM_u}{C_u}$$

$$0 \leq \beta_d \leq 1$$

Cálculo del factor de flujo plástico,

$$\beta_d = \frac{1.2CM}{1.2CM + 1.6CV}$$

$$\beta_d = \frac{1.2(426 + 426)}{1.2(426 + 426) + 1.6(500 + 100)} = 0.54$$

Cálculo de EI,

$$EI = \frac{(15100 \sqrt{f'_c} * I_g) / 2.5}{1 + \beta_d}$$

$$EI = \frac{(15100 \sqrt{280} * \left(\frac{40^4}{12}\right)) / 2.5}{1 + 0.54} = 1.40 \times 10^{10} \text{ kg/cm}^2$$

- EJE "X"

Cálculo de carga crítica de pandeo

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_n)^2}$$

$$P_{cr"x"} = \frac{\pi^2 (1.40 \times 10^{10})}{(1.17 * 420)^2} = 572212.68 \text{ kg}$$

Cálculo de magnificador de momentos en "X"

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}$$

$$\delta_{x1} = \frac{1}{1 - \frac{85616.09}{0.7 * 572212.68}} = 1.21 \geq 1 \text{ ok}$$

- EJE "Y"

Cálculo de carga crítica de pandeo

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_n)^2}$$

$$P_{cr"y"} = \frac{\pi^2 (1.40 \times 10^{10})}{(1.14 * 420)^2} = 602725.40 \text{ kg}$$

Cálculo de magnificador de momentos en “Y”

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}$$
$$\delta_{y1} = \frac{1}{1 - \frac{85616.09}{0.7 * 602725.40}} = 1.25 \geq 1 \text{ ok}$$

- **Cálculo de momentos de diseño “columna primer nivel módulo de aulas (magnificación)**

$$M_{x1} = (1.27)(15043.56)$$
$$\mathbf{Mx1 = 19,105.32 \text{ kg – m}}$$

$$M_{y1} = (1.25)(22526.14)$$
$$\mathbf{My1 = 28,157.68 \text{ kg – m}}$$

- Diseño de refuerzo longitudinal

Para calcular el acero longitudinal de las columnas existen varios métodos; los que se aplican según el tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial, y carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento biaxial. El diseño exacto de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados.

El diseño del acero longitudinal de la columna se realizará por medio de la fórmula de Bresler, desarrollada para calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones con refuerzo simétrico. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes, la expresión utilizada es:

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}$$

Donde:

P'_u = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

P'_x = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje x ($e_y = 0$).

P'_y = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje y ($e_x = 0$).

P'_o = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad cero ($e_y=e_x=0$).

Cálculo de acero longitudinal

Datos para el diseño:

$$P_u = 85,616.01 \text{ kg}$$

$$M_x = 19,105.32 \text{ kg - m}$$

$$M_y = 28,157.68 \text{ kg - m}$$

Acero longitudinal:

$$\mathbf{1\%A_g < A_s < 6\%A_g}$$

$$A_s(\text{mín}) = 1\%(40 \times 40) = \mathbf{16\text{cm}^2}$$

$$A_s(\text{máx}) = 6\%(40 \times 40) = \mathbf{96\text{cm}^2}$$

Acero propuesto:

$$\mathbf{4\text{No.}8 + 4\text{No.}7 = 35.80\text{cm}^2}$$

Método de Bresler:

1. Valor de la gráfica:

$$\gamma_x = \frac{d_x}{d_y} = \frac{40 - 2(4)}{40} = \mathbf{0.80} = \gamma_y$$

2. Valor de la curva:

$$\rho_\mu = \frac{A_s}{A_y} \left(\frac{fy}{0.85 * f'c} \right)$$
$$\rho_\mu = \frac{35.80}{40 \times 40} \left(\frac{4200}{0.85 * 280} \right) = \mathbf{0.39}$$

3. Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{19105.32}{85616.01} = \mathbf{0.22m}$$

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{28157.68}{85616.01} = \mathbf{0.33m}$$

4. Valor de las diagonales:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0.22}{0.40} = \mathbf{0.55}$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0.33}{0.40} = \mathbf{0.82}$$

Con los valores obtenidos en los incisos 1, 2, 3, y 4 se buscan los coeficientes en los diagramas de interacción, obteniendo:

$$\mathbf{K_x = 0.41 \quad y \quad K_y = 0.27}$$

- **Cálculo de cargas:**

$$P'_x = K_x * f'c * sección_{elemento}$$

$$P'_x = (0.41)(280)(40x40) = \mathbf{183,680\ kg}$$

$$P'_y = K_y * f'c * sección_{elemento}$$

$$P'_y = (0.27)(280)(40x40) = \mathbf{120,960\ kg}$$

$$P'_o = \phi * (0.85f'c(A_g - A_s) + A_sfy)$$

$$P'_o = 0.70 * (0.85 * 280(40x40 - 35.80) + 35.80 * 4200)$$

$$P'_o = \mathbf{365,847.72\ kg}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}$$

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{183,680} + \frac{1}{120,960} - \frac{1}{365,847.72}$$

$$P'_u = \mathbf{91,090.70\ kg}$$

Como $P'_u > P_u$ el armado propuesto si resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición antes mencionada.

Acero transversal (estribos): Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal, por medio de estribos y/o zunchos para resistir esfuerzos de corte y/o por 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 del

esfuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto, que permite una deformación unitaria mayor del elemento.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación.

Comparar V_r con V_u , con los siguientes criterios:

Si $V_r \geq V_u$ se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte.

Para ambas opciones se debe considerar que la varilla mínima permitida es la No. 3.

- Corte crítico

$$V_u = \mathbf{9766.29 \text{ kg}}$$

- Cálculo de corte resistente

$$V_{res} = 0.85 * 0.53\sqrt{f'_c} * bd$$

$$V_{res} = 0.85 * 0.53\sqrt{280} * (40)(36)$$

$$V_{res} = \mathbf{10855.16 \text{ kg}}$$

En este caso $V_{res} > V_u$ por lo que no será necesario diseñar estribos por corte.

- Espaciamiento máximo

$$S = d/2 = 36/2 = 18\text{cm}, \quad \text{se utilizará } S_{\text{máx}} = 15\text{cm}$$

En zona no confinada se utilizará estribo No. 3 @ 15cm.

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

$$L_o = \begin{cases} L_u/6 = 3.0/6 = 0.50m \\ \text{Lado mayor de columna} = 0.40m \\ 0.45m \end{cases}$$

Se toma $L_o = 0.50m$

Después de este paso, se procede a calcular la relación volumétrica:

- Cálculo de relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] * \left[\frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right]$$

$$\text{donde } \rho_s > \frac{0.12 * f'_c}{f_y}$$

Donde:

A_g = Área gruesa de la columna

A_{ch} = Área chica de la columna

$$\rho_s = 0.45 \left[\frac{40 \times 40}{32 \times 32} - 1 \right] * \left[\frac{0.85 * 280}{4200} \right] = 0.014$$

$$0.014 > \frac{0.12 * 280}{4200} = 0.008, \text{ por lo que se utiliza } \rho_s$$

- Cálculo de espaciamiento en zona confinada

$$S_i = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_n}$$

Donde:

A_v = área de la varilla a utilizar (No.3 = 0.71)

S_i = espaciamiento en zona confinada

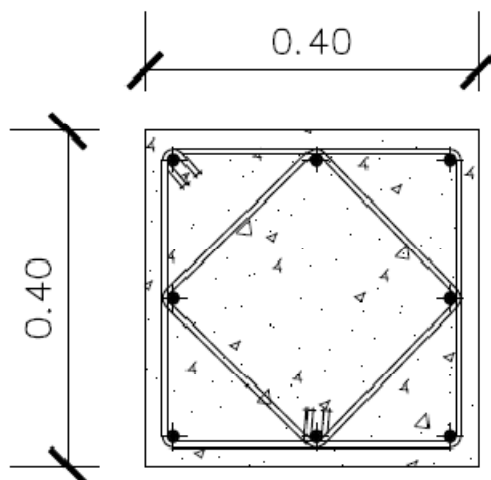
ρ_s = relación volumétrica de la columna

$$S_i = \frac{2 * 0.71}{0.014 * 32} \Rightarrow S_i = 3.17 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la distribución de estribos de la columna queda de la siguiente manera:

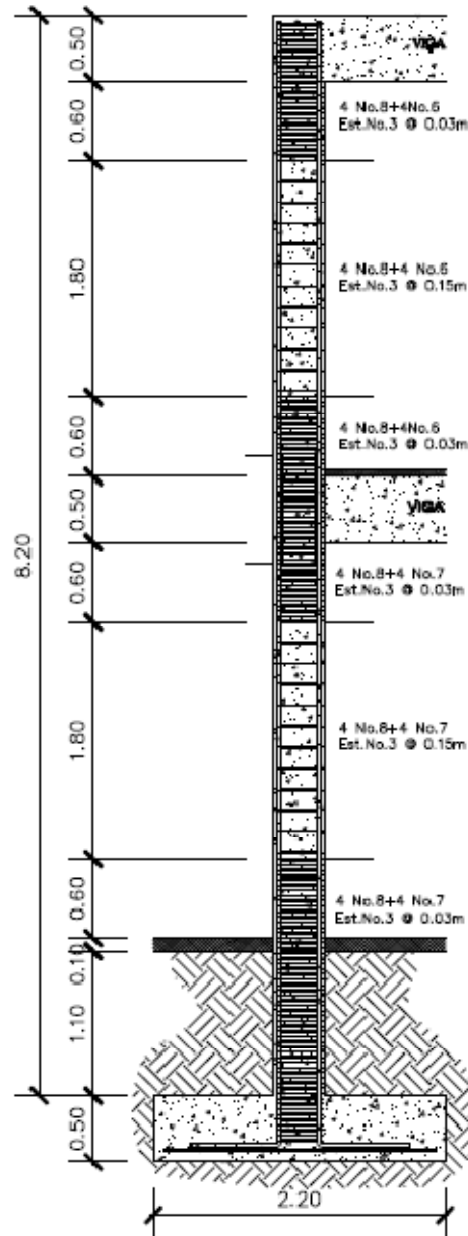
Est. No. 3 @ 3cm en extremos y Est. No. 3 @ 15 en el resto.

Figura 37. Detalle de refuerzo longitudinal columna primer nivel (módulo de aulas)



Debido a la existencia de varillas en las caras de las columnas se colocaron estribos intermedios rotados a 45° para proveer mayor confinamiento y adherencia del concreto.

Figura 38. Detalle de distribución de estribos columna (módulo de aulas).



Para el diseño de las demás columnas, se siguió el procedimiento aplicado para la columna del primer nivel (aulas), como también para el módulo de administración, los resultados se presentan en la tabla XXXIX.

Tabla XLII. Armado final de columnas

Columna	Sección	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal
1	40x40	4No. 8 + 4No.7	Est. No.3 @ 3cm en extremos, resto @ 15cm
2	40x40	4No.8 + 4No.6	Est. No.3 @ 3cm en extremos, resto @ 15cm
3	15x15	4 No.3	Est. No.2 @ 15cm
4	15x20	4 No.4	Est. No.2 @ 15cm
5	30x30	4No.7 + 4No.5	Est. No.3 @ 3cm en extremos, resto @ 13cm
6	10x15	2 No.3	Esl. No.2 @ 15cm
7	15x15	4 No.4	Est. No.2 @ 15cm

2.1.3.4 Diseño de cimentaciones

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente de la misma; estos a su vez transmiten esta acción sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se debe considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplican, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

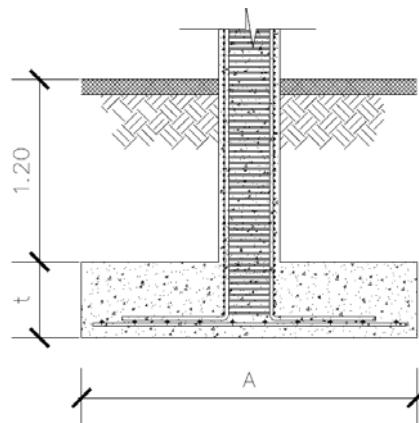
a) Diseño de zapatas

Se consideró una sección cuadrada para simplificar el armado y construcción, los datos para diseño son: valor soporte del suelo y los momentos según el análisis estructural.

Datos: zapata Z-1 (módulo de aulas)

$P_u = 95431.71 \text{ kg}$ $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $M_{dx} = 16368.36 \text{ kg-m}$ $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $M_{dy} = 23375.41 \text{ kg-m}$ $Rec = 7.5 \text{ cm}$
 $V_{\text{soporte}} = 120 \text{ Ton/m}^2$ $\gamma_s = 1030 \text{ kg/m}^3$
 $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

Figura 39. Desplante de zapata aislada



Factor de carga última:

$$FCU = \frac{1.2CM + 1.6CV}{CM + CV} = 1.33$$

Cargas de trabajo:

$$P' = \frac{P_u}{FCU} = \frac{95431.71}{1.33} = 71753.16 \text{ kg}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{FCU} = \frac{16368.36}{1.33} = 12307.04 \text{ kg - m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{FCU} = \frac{23375.41}{1.33} = 17575.50 \text{ kg - m}$$

Estimar área de zapata

$$\sigma_a = P/A = \rho_{sop.suelo}$$

$$A = \frac{P * 1.5}{\rho_{sop.suelo}} = \frac{71753.16kg * 1.5}{120000kg/m^2} = 0.90m^2$$

Se propone una zapata cuadrada de 2.20m x 2.20m, con un área de 4.84m² y un peralte t = 0.50m.

Presión sobre el suelo

$$q' = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'x}{Sx} \pm \frac{M'y}{Sy}$$

Donde:

$$Sx = Sy = (1/6) * bh^2 = (1/6)(2.2x2.2^2) = 1.77$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

Cálculo de cargas aplicadas sobre el suelo:

$$P_{columna} = 0.40 * 0.40 * 8.2 * 2.4 = 3.14 \text{ Ton}$$

$$P_{suelo} = 1.2 * 2.2 * 2.2 * 1.03 = 5.98 \text{ Ton}$$

$$P_{cimiento} = 2.2 * 2.2 * 0.5 * 2.4 = 5.81 \text{ Ton}$$

$$P' = 71.76 \text{ Ton}$$

$$P_{total} = 86.70 \text{ ton} = 86700 \text{ kg.}$$

La presión del suelo no debe ser mayor que el valor soporte ni menor que 0.

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

$$q_{m\acute{i}n} > 0$$

$$q' = \frac{86.70 \text{ Ton}}{4.84 \text{ m}^2} \pm \frac{12.30 \text{ kg} - m}{1.77 \text{ m}^3} \pm \frac{17.57 \text{ kg} - m}{1.77 \text{ m}^3}$$

$$q_{\text{máx}} = 34.74 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{menor que el valor soporte del suelo}$$

$$q_{\text{mín}} = 1.07 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{mayor que 0; no existe tensión del suelo}$$

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto distinto de la misma, sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante, la cual puede ser un valor promedio, pero si se quiere tomar un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, esta debe estar afectada por el factor de carga última:

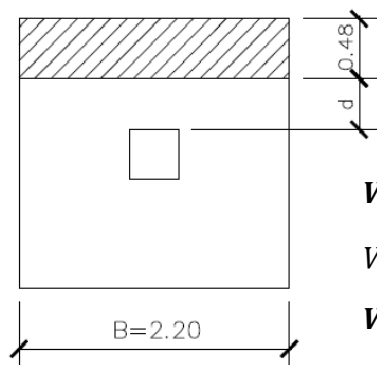
Presión última de diseño:

$$q_{dis} = q_{\text{máx}} * FCU = 34.65 \text{ T/m}^2 * 1.33 = 46.2 \text{ T/m}^2$$

Chequeo por corte simple:

Ocurre a una distancia “d” del borde de la columna, por tal razón debe chequearse en ese punto si el peralte resiste el esfuerzo cortante, suponiendo un armado con varillas Ø5/8” se tiene:

Figura 40. Corte simple (zapata)



$$d = \text{peralte asumido} - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$= 0.5 - 0.075 - 0.0190/2 = \mathbf{0.416 \text{ m}}$$

$$V_{act} = q_{dis} * \left(\frac{B_{sup} - B_{col}}{2} - d \right) * B$$

$$V_{act} = 46.2 * 0.48 * 2.20 = \mathbf{49.19 \text{ Ton}}$$

$$V_{res} = \phi * 0.53 \sqrt{f'c} * bd / 1000$$

$$V_{res} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 220 * 41.6 / 100$$

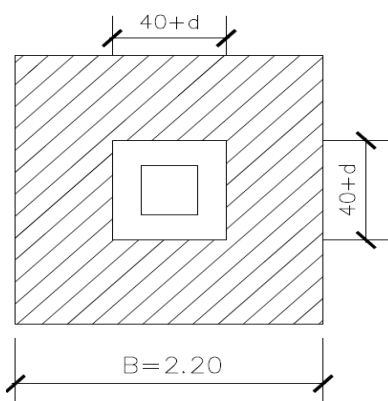
$$V_{res} = \mathbf{68.99 \text{ Ton}}$$

$V_{res} > V_{act}$, peralte resiste corte simple.

Chequeo por corte punzonante:

La fuerza que la columna ejerce sobre la zapata es una acción que tiende a perforarla, por lo que debe chequearse el corte punzonante, este actúa a una distancia $d/2$ del borde de la zapata.

Figura 41. Corte punzonante (zapata)



Área de punzonamiento:

$$A = (0.816)(0.816) = 0.67\text{m}^2$$

Perímetro de sección de punzonamiento:

$$B_o = 2 \cdot 0.816 + 2 \cdot 0.816 = 3.264\text{m}$$

$$V_{act} = \text{Área ashurada} * q_{dis}$$

$$V_{act} = (2.2^2 - 0.67) * 46.2$$

$$V_{act} = \mathbf{192.65 \text{ Ton}}$$

$$V_{res} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f'c} * B_o * d$$

$$V_{res} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{280} * 326.4 * 41.6/1000$$

$$V_{res} = \mathbf{204.71 \text{ Ton}}$$

$V_{res} > V_{act}$, Se resiste el corte punzonante, por lo tanto el peralte es correcto.

Diseño del refuerzo por flexión:

El empuje hacia arriba del suelo produce momentos flectores en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

El tramo de la zapata donde se debe reforzar por flexión, se analiza como una losa en voladizo. Debido a que la zapata es cuadrada tanto los momentos como el armado será similar para X y Y.

Momento a flexión en el sentido Y:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{\left(46200 \frac{kg}{m^2}\right) (0.90m)^2}{2} = 18,711.00 \text{ kg} - m$$

L= distancia medida desde el rostro de la columna

Cálculo del área de acero:

Datos:

$$M = 18711 \text{ kg-m} \quad f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 2.20m \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 0.416 \text{ m}$$

$$A_{slong} = \left[220 * 41.6 - \sqrt{(220 * 41.6)^2 - \frac{18711 * 220}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{4200}$$

$$A_{slong} = 12.01 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{f_y} * bd = \frac{14.1}{4200} * (220)(41.6) = 30.65 \text{ cm}^2$$

Como el acero mínimo es mayor que el acero requerido, se utiliza el refuerzo mínimo, con una separación entre varillas igual a:

Utilizar acero No.6

$$S = \frac{A_v * \text{Ancho de zapata}}{A_s} = \frac{(2.85\text{cm}^2)(220\text{cm})}{30.65\text{cm}^2} = 20.46\text{cm}$$

Reforzar las zapatas con varillas No.6 @ 20cm. En ambos sentidos.

Para el diseño de las demás zapatas, se siguió el procedimiento aplicado para la zapata Z-1. Los resultados se muestran en los planos (ver apéndice 2).

b) Diseño de cimiento corrido

Para el cálculo y diseño del cimiento corrido se toman condiciones similares a las expuestas en el diseño de las zapatas.

Datos: cimiento corrido CC-1

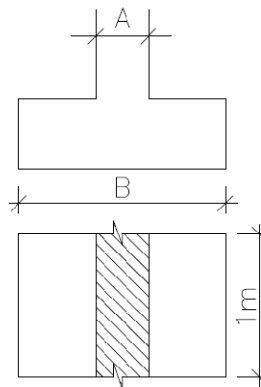
$$P_D = 2225.60 \text{ kg/m} \quad f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_L = 1132.65 \text{ kg/m} \quad f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{sop} = 120 \text{ Ton/m}^2$$

$$FCU = 1.33$$

Figura 42. Esquema de cimiento corrido



$$B = ?$$

$$\sigma_a = \frac{P_T}{A} = \rho_{soporte}$$

$$P_{Trabajo} = P_D + P_L = 2225.60 + 1132.65 = 3358.25 \text{ kg/m} * 1mL = 3358.25 \text{ kg}$$

$$P_{Diseño} = 1.2P_D + 1.6P_L = 1.2(2225.6) + 1.6(1132.65) = 4482.96 \text{ kg/m} * 1 \text{ mL}$$

$$= \mathbf{4482.96 \text{ kg}}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3358.25 \text{ kg}}{120000 \text{ kg/m}^2} = 0.028 \text{ m}^2$$

Asumir **B = 0.40m**

$$\Rightarrow A = (0.40)(1.00) = 0.40 \text{ m}^2$$

Asumir y tomar un peralte:

$$d = 12.03 \text{ m}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Chequeo de presión sobre el suelo:

$$P' = \frac{P_{diseño}}{FCU} + P'_{suelo} + P'_{cimiento}$$

$$P' = \frac{4482.96}{1.33} + 0.6 * 1.00 * 0.40 * 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 0.40 * 0.20 * 1.00 * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$P' = \mathbf{3809.85 \text{ kg}}$$

$$\Rightarrow q_{máx} = \frac{P'}{A_{cimiento}} = \frac{3809.85 \text{ kg}}{0.40 \text{ m} * 1.00 \text{ m}} = \mathbf{9524.62 \text{ kg/m}^2}$$

Chequeo por corte simple:

$$V_A = A_p * q_{máx} * FCU$$

$$V_A = (0.15 * 1)(9524.62)(1.33) = \mathbf{1900.16 \text{ kg}}$$

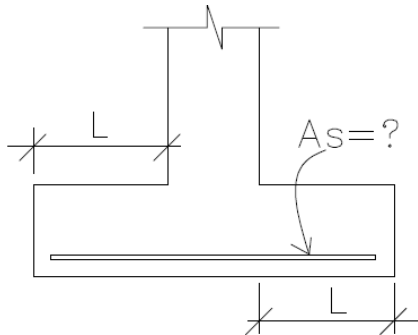
$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * bd$$

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 12.03 = \mathbf{9068.58 \text{ kg}}$$

$V_R > V_A$, peralte resiste corte simple.

Chequeo por flexión:

Figura 43. Flexión en cimiento corrido



$$\Rightarrow L = \frac{B-A}{2}$$

$$\Rightarrow L = \frac{0.40-0.15}{2} = 0.13m$$

$$M_u = \frac{q_{m\acute{a}x} * L^2}{2} = \frac{(9524.62)(0.26)^2}{2} = 321.93 \text{ kg} - m$$

Cálculo de área de acero:

Datos:

$$M_u = 321.93 \text{ kg-m}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 12.03 \text{ cm} \quad b = 100 \text{ cm}$$

$$A_{slong} = \left[100 * 12.03 - \sqrt{(100 * 12.03)^2 - \frac{321.93 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{2810}$$

$$A_{slong} = 1.04 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.002 * b * h$$

$$A_{smin} = 0.002(100)(20) = 4.00 \text{ cm}^2$$

Como el acero mínimo es mayor que el requerido, se utiliza el refuerzo mínimo.

Utilizar No. 3 @ 20cm

Acero longitudinal

$$A_{sTemperatura} = 0.002 * b * h$$

$$A_{sTemperatura} = 0.002 * 40 * 20 = 1.60cm^2$$

Colocar 3 No. 3 corridos

Para el diseño de los demás cimientos corridos, se siguió el procedimiento aplicado para el cimiento CC-1. Los resultados se muestran en los planos (ver apéndice 2).

2.1.3.5 Diseño de gradas

La forma y disposición que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

Cuanto más se reduzca el espacio de la escalera más costosa será su construcción, por lo cual, muchas veces, la comparación y estudio de lo que representa la economía del sitio y el costo de su construcción será lo que puede decidir un determinado sistema para la misma.

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de

huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos pueden garantizar la comodidad de una escalera:

- $c \leq 20$ cm donde c = contrahuella y H = huella
- $H > c$
- $2c + H \leq 64$ cm (valor cercano)
- $c + H = 45$ a 48 cm
- $c \times H = 490$ a 510 cm²

Cargas de diseño para una escalera:

- $CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$
- $PP(\text{escalera}) = Wc * (t + c / 2)$

Procedimiento para el diseño de la escalera:

Datos:

Carga viva = 500 kg/m²

$f'c = 280$ kg/cm²

$f_y = 2810$ kg/cm²

$$\text{Número de escalones mínimo} = \frac{h}{C_{\text{máx}}} = \frac{3.55}{0.20} = 17.75 = 18 \text{ escalones.}$$

Esto quiere decir que se tomarán 11 contrahuellas antes del descanso.

No. de huellas = No. de contrahuellas – 1 = $11 - 1 = 10$ huellas.

Se optó por tener una contrahuella de 17 cm por la altura del primer nivel.
Se tendrán 30 contrahuellas de 17cm y 1 contrahuella de 15cm.

Chequeando las relaciones de comodidad:

$$C = 17\text{cm} < 20\text{cm ok}$$

$$H = 30\text{cm} > 17\text{cm ok}$$

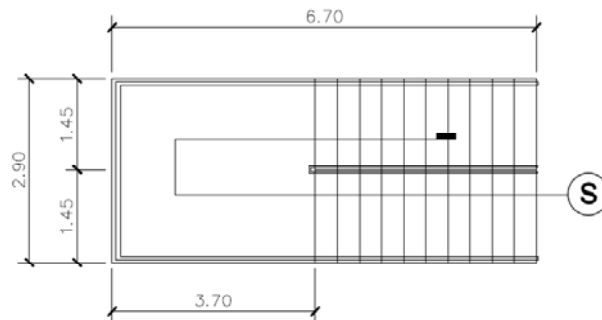
$$2C + H = 2(17) + 30 = 64 \leq 64$$

$$C + H = 17 + 30 = 47\text{cm ok}$$

$$17 \times 30 = 507 \text{ ok}$$

Por lo tanto, se tiene 11 contrahuellas de 17cm y 10 huellas de 30cm.

Figura 44. Dimensiones en planta del módulo de gradas



$$\text{Espesor de losa} = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2 \times 3.7 + 2 \times 2.9}{180} = 0.08\text{m} = 12\text{cm}$$

Integración de cargas:

$$\text{Peso propio de la escalera} = 2400(0.12 + 0.17/2) = 492 \text{ kg/m}^2$$

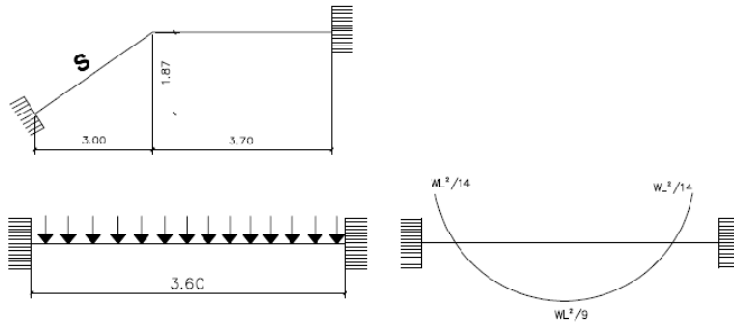
$$\text{Acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 542 \text{ kg/m}^2$$

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

$$CU = 1.2CM + 1.6CV = 1.2(542) + 1.6(500) = 1450.4 \text{ kg/m}^2$$

Figura 45. Distribución de carga y momento en gradas



$$S = \sqrt{(3.00)^2 + (1.87)^2} = 3.60 \text{ m}$$

- Cálculo de momentos:

$$M_{(+)} = \frac{W_u \times l^2}{9} = \frac{1450.4 \times 3.6^2}{9} = 2088.58 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{W_u \times l^2}{14} = \frac{1450.4 \times 3.6^2}{14} = 1342.66 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo de área de acero para momento positivo $M_{(+)}$:

Para el diseño a flexión del refuerzo positivo se utilizará una franja unitaria de 1 metro de largo, además se utilizará un peralte efectivo de la losa de escaleras de $d = 10 \text{ cm}$.

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = \left[100 \times 10 - \sqrt{(100 \times 10)^2 - \frac{2088.58 \times 100}{0.003825 \times 280}} \right] \times \frac{0.85 \times 280}{2810} = 8.70 \text{ cm}^2$$

Colocar varillas No.4 @ 15 cm.

- Cálculo de área de acero para momento negativo $M_{(-)}$:

$$A_s = \left[100 * 10 - \sqrt{(100 * 10)^2 - \frac{2088.58 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * \frac{0.85 * 280}{2810} = 5.48 \text{ cm}^2$$

Colocar varillas **No.4 @ 20cm**.

- Acero por temperatura (refuerzo transversal de la losa)

$$A_{smin} = 0.002 * b * t = 0.002(100)(12) = 2.40 \text{ cm}^2$$

Colocar acero **No.3 @ 30cm**

2.1.4 Instalaciones

2.1.4.1 Agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado para que la presión sea la misma en cada punto, la tubería utilizada es PVC 160 PSI ϕ 3/4" para el circuito principal y los abastos por medio de tubería PVC ϕ 1/2".

2.1.4.2 Drenajes

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales se trabajaron en sistemas separativos, será por medio de tubería PVC de ϕ 4", 3" y 2". En la descarga del drenaje a la red municipal se utilizará tubería PVC de ϕ 6".

2.1.4.3 Electricidad

Las instalaciones de iluminación en el módulo de aulas cuentan con cuatro circuitos en el primer nivel y tres en el segundo nivel. Para el módulo de administración se cuentan con tres circuitos, el módulo de servicios sanitarios cuenta con un circuito, cada uno tendrá un máximo de doce unidades.

Las instalaciones de fuerza en el módulo de aulas cuentan con un circuito en el primer nivel y un circuito en el segundo nivel. Para el módulo de administración se cuenta con dos circuitos, el módulo de servicios sanitarios cuenta con un circuito, con un máximo de doce unidades cada uno.

2.1.5 Planos constructivos

Los planos constructivos elaborados para cada módulo son: Planta de conjunto, planta amueblada, planta acotada, elevaciones y secciones, planta de acabados, planta de cimentaciones y columnas, planta de losas y vigas, detalles de vigas, detalles de columnas y muros, detalle de gradas, agua potable, drenajes e instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza (ver anexo).

2.1.6 Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios tomando como referencia los precios de los materiales que se manejan en la región, lo concerniente a salarios tanto de mano de obra calificada como no calificada, los que la municipalidad asigna para casos similares, en cuanto a costos indirectos se aplicó un factor de 25%.

Tabla XLIII. Presupuesto – Módulo de aulas

SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
CONSTRUCCIÓN DE MÓDULO DE AULAS DE DOS NIVELES
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	m ²	352	Q 11.02	Q 3,879.04
1.2	NIVELACIÓN MANUAL	m ²	352	Q 29.58	Q 10,412.16
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	m.l.	180	Q 16.31	Q 2,935.80
2	CIMENTACION				
2.1	EXCAVACIÓN DE CIMIENTO CORRIDO 0.20 x 0.35 x 0.60 DE PROFUNDIDAD	m.l.	104.4	Q 25.26	Q 2,637.14
2.2	EXCAVACION DE ZAPATAS AISLADAS 2.2x2.2x1.7 DE PROF.	unidad	24	Q 253.06	Q 6,073.44
2.3	RELLENO DE CIMIENTO CORRIDO	m.l.	104.4	Q 19.19	Q 2,003.44
2.4	RELLENO DE ZAPATA AISLADA	unidad	24	Q 119.88	Q 2,877.12
2.5	CIMIENTO CORRIDO 0.20x0.40	m.l.	104.4	Q 175.59	Q 18,331.60
2.6	ZAPATAS DE 2.20 X 2.20	unidad	24	Q 4,786.55	Q 114,877.18
2.7	MURO DE CIMENTACION 0.40 DE PROFUNDIDAD	m.l.	104.4	Q 107.14	Q 11,185.42
3	ESTRUCTURA				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK 15 x 20 x 40 SISADO 2 CARAS	m ²	436.88	Q 98.96	Q 43,233.64
3.2	VIGA TIPO 1 DE 0.30X0.50(primer nivel)	unidad	8	Q 8,763.92	Q 70,111.36
3.3	VIGA TIPO 2 DE 0.30X0.50(primer nivel)	unidad	3	Q 20,655.05	Q 61,965.15
3.4	VIGA TIPO 3 DE 0.30X0.50(segundo nivel)	unidad	8	Q 6,840.71	Q 54,725.68
3.5	VIGA TIPO 4 DE 0.30X0.50(segundo nivel)	unidad	3	Q 17,488.13	Q 52,464.39
3.6	COLUMNA TIPO 1 DE 0.40X0.40	unidad	24	Q 5,028.37	Q 120,680.88
3.7	COLUMNA TIPO 2 DE 0.40X0.40	unidad	24	Q 3,542.78	Q 85,026.72
3.8	COLUMNA TIPO 3 DE 0.15X0.15	unidad	16	Q 447.06	Q 7,152.96
3.9	SOLERA DE HUMEDAD DE 0.15X0.20	m.l.	104.4	Q 129.85	Q 13,556.34
3.10	SOLERA INTERMEDIA DE 0.15X0.15	m.l.	202.8	Q 122.85	Q 24,913.98
3.11	LOSA TIPO 1 (PRIMER NIVEL) 14cm. DE ESPESOR	m ²	327	Q 505.64	Q 165,344.28
3.12	LOSA TIPO 2 (SEGUNDO NIVEL) 14cm. DE ESPESOR	m ²	352	Q 449.27	Q 158,143.04
3.13	TALLADO DE COLUMNAS Y SOLERAS	m.l.	840	Q 39.79	Q 33,423.60
3.14	TALLADO DE LOSA	m ²	664	Q 44.83	Q 29,767.12
3.15	MODULO DE GRADAS	global	1	Q 42,757.32	Q 42,757.32
4	PISOS Y CORREDORES				
4.1	PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR (PRIMER NIVEL)	m ²	352	Q 165.29	Q 58,182.08
4.2	PISO DE CONCRETO DE 5 CMS DE ESPESOR (SEGUNDO NIVEL)	m ²	352	Q 95.24	Q 33,524.48
4.3	PARED DE CORREDOR (BARANDA) 7CM. DE ESPESOR	m ²	33.56	Q 163.67	Q 5,492.77
5	HERRERIA				
5.1	VENTANERIA DE PERFIL DE HIERRO DE 1/8", CON VIDRIO DE 4 mm.	m ²	124	Q 374.05	Q 46,382.20
5.2	PUERTA DE METAL TIPO 1	unidad	3	Q 1,862.50	Q 5,587.50
5.3	PUERTA DE METAL TIPO 2	unidad	3	Q 1,843.75	Q 5,531.25
6	DRENAJES				
6.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE DRENAJE PLUVIAL	m.l.	54.04	Q 19.43	Q 1,050.00
6.2	INSTALACION DE TUBERIA PARA DRENAJE PLUVIAL	global	1	Q 3,491.40	Q 3,491.40
6.3	INSTALACION DE ACCESORIOS DE DRENAJE PLUVIAL	global	1	Q 592.64	Q 592.64
6.4	INSTALACION DE CAJAS PARA DRENAJE	unidad	6	Q 283.80	Q 1,702.80
7	INSTALACION ELECTRICA				
7.1	TABLERO DISTR. MONOFÁSICO CON P/TIERRA	unidad	2	Q 861.41	Q 1,722.82
7.2	LUMINARIAS FLUORESCENTES 2 x 40 W	unidad	31	Q 521.18	Q 16,156.58
7.3	INTERRUPTOR DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	6	Q 217.38	Q 1,304.28
7.4	INTERRUPTOR SENCILLO CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	7	Q 203.26	Q 1,422.82
7.5	TOMACORRIENTES DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	16	Q 225.96	Q 3,615.36
COSTO TOTAL					Q 1,324,237.77

TOTAL EN DOLARES	\$ 174,241.81
-------------------------	----------------------

TOTAL EN LETRAS:

UN MILLON, TRESCIENTOS VEINTICUATRO MIL, DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE QUETZALES CON SETENTA Y SIETE CENTAVOS

Tabla XLIV. Presupuesto – Módulo de administración

SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
CONSTRUCCIÓN DE MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO REGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	m ²	260.4	Q 11.02	Q 2,869.61
1.2	NIVELACION MANUAL	m ²	260.4	Q 29.58	Q 7,702.63
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	m.l.	86	Q 16.31	Q 1,402.66
2	CIMENTACIÓN				
2.1	EXCAVACION DE CIMIENTO CORRIDO 0.20 x 0.35 x 0.60 DE PROFUNDIDAD	m.l.	85.26	Q 25.26	Q 2,153.67
2.2	EXCAVACION DE ZAPATAS AISLADAS 2.2x2.2x1.7 DE PROF.	unidad	18	Q 109.42	Q 1,969.56
2.3	RELLENO DE CIMIENTO CORRIDO	m.l.	85.26	Q 19.19	Q 1,636.14
2.4	RELLENO DE ZAPATA AISLADA	unidad	18	Q 119.88	Q 2,157.84
2.5	CIMIENTO CORRIDO 0.20x0.40	m.l.	85.26	Q 172.24	Q 14,685.18
2.6	ZAPATAS DE 1.70x1.70 (Z-2)	unidad	18	Q 2,310.50	Q 41,589.06
2.7	MURO DE CIMENTACION 0.40 DE PROFUNDIDAD	m.l.	85.26	Q 107.14	Q 9,134.76
3	ESTRUCTURA				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK 15 x 20 x 40 SISADO 2 CARAS	m ²	144.44	Q 98.96	Q 14,293.78
3.2	VIGA TIPO 5 DE 0.30X0.45	unidad	6	Q 6,053.85	Q 36,323.10
3.3	VIGA TIPO 6 DE 0.30X0.45	unidad	3	Q 13,027.15	Q 39,081.45
3.5	COLUMNA TIPO 5 DE 0.30X0.30	unidad	18	Q 3,953.10	Q 71,155.80
3.6	COLUMNA TIPO 6 DE 0.10X0.15	unidad	4	Q 317.35	Q 1,269.40
3.7	COLUMNA TIPO 3 DE 0.15X0.15	unidad	6	Q 431.14	Q 2,586.84
3.8	SOLERA DE HUMEDAD DE 0.15X0.20	m.l.	85.26	Q 129.85	Q 11,071.01
3.9	SOLERA INTERMEDIA DE 0.15X0.15	m.l.	95.8	Q 122.85	Q 11,769.03
3.10	LOSA TIPO 3 ESPESOR 14cm.	m ²	260.4	Q 468.02	Q 121,872.41
3.11	TALLADO DE COLUMNAS Y SOLERAS	m.l.	400	Q 39.79	Q 15,916.00
3.12	TALLADO DE LOSA	m ²	260.4	Q 44.83	Q 11,673.73
4	PISOS Y CORREDORES				
4.1	PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR	m ²	260.4	Q 165.29	Q 43,041.52
5	HERRERIA				
5.1	VENTANERIA DE PERFIL DE HIERRO DE 1/8", CON VIDRIO DE 4 mm.	m ²	49.87	Q 374.05	Q 18,653.87
5.2	PUERTA DE METAL TIPO 3	unidad	3	Q 3,675.00	Q 11,025.00
5.3	PUERTA DE METAL TIPO 4	unidad	2	Q 1,862.50	Q 3,725.00
5.4	PUERTA DE METAL TIPO 5	unidad	2	Q 1,500.00	Q 3,000.00
6	DRENAJES				
6.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE DRENAJE	m.l.	70.33	Q 19.43	Q 1,366.51
6.2	INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE	global	1	Q 3,470.53	Q 3,470.53
6.3	INSTALACION DE ACCESORIOS	global	1	Q 484.86	Q 484.86
6.4	CAJAS	unidad	5	Q 283.80	Q 1,419.00
6.5	SANITARIOS	unidad	2	Q 891.75	Q 1,783.50
6.6	LAVAMANOS	unidad	2	Q 530.08	Q 1,060.15
7	AGUA POTABLE				
7.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE AGUA POTABLE	m.l.	34.4	Q 15.36	Q 528.38
7.2	INSTALACION DE TUBERIA	global	1	Q 577.54	Q 577.54
7.3	INSTALACION DE ACCESORIOS	global	1	Q 261.52	Q 261.52
8	INSTALACION ELÉCTRICA				
8.1	TABLERO DISTR. MONOFASICO CON P/TIERRA	unidad	1	Q 861.41	Q 861.41
8.2	LUMINARIAS FLUORESCENTES 2 x 40 W	unidad	13	Q 518.37	Q 6,738.81
8.3	LUMINARIAS INCANDESCENTE100 W	unidad	2	Q 227.93	Q 455.86
8.4	INTERRUPTOR DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	1	Q 214.57	Q 214.57
8.5	INTERRUPTOR SENCILLO CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	9	Q 200.44	Q 1,803.96
8.6	TOMACORRIENTES DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	12	Q 229.28	Q 2,751.36
COSTO TOTAL					Q 525,537.01

TOTAL EN DOLARES	\$ 69,149.61
-------------------------	---------------------

TOTAL EN LETRAS: QUINIENTOS VEINTICINCO MIL, QUINIENTOS TREINTA Y SIETE QUETZALES CON UN CENTAVO.

Tabla XLV. Presupuesto – Servicios sanitarios

SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
CONSTRUCCIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	m ²	26.27	Q 11.02	Q 289.50
1.2	NIVELACION MANUAL	m ²	26.27	Q 29.58	Q 777.07
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	m.l.	28	Q 16.31	Q 456.68
2	CIMENTACION				
2.1	EXCAVACION DE CIMIENTO CORRIDO 0.20 x 0.35 x 0.60 DE PROFUNDIDAD	m.l.	25.55	Q 25.26	Q 645.39
2.3	RELLENO DE CIMIENTO CORRIDO	m.l.	25.55	Q 19.19	Q 490.30
2.5	CIMIENTO CORRIDO 0.20x0.40	m.l.	25.55	Q 172.24	Q 4,400.73
2.7	MURO DE CIMENTACION 0.40 DE PROFUNDIDAD	m.l.	25.55	Q 107.14	Q 2,737.43
3	ESTRUCTURA				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK 15 x 20 x 40 SISADO 2 CARAS	m ²	70.34	Q 98.96	Q 6,960.85
3.2	COLUMNA TIPO 6 DE 0.10X0.15	unidad	4	Q 293.72	Q 1,174.88
3.3	COLUMNA TIPO 7 DE 0.15X0.15	unidad	13	Q 517.82	Q 6,731.66
3.4	SOLERA DE HUMEDAD DE 0.15X0.20	m.l.	25.55	Q 129.85	Q 3,317.67
3.5	SOLERA INTERMEDIA DE 0.15X0.15	m.l.	25.55	Q 122.85	Q 3,138.82
3.6	SOLERA DE CORONA DE 0.15x0.20	m.l.	25.55	Q 90.62	Q 2,315.34
3.7	LOSA TIPO 4 ESPESOR 10cm.	m ²	29.83	Q 435.87	Q 13,002.00
3.8	TALLADO DE COLUMNAS Y SOLERAS	m.l.	105	Q 39.79	Q 4,177.95
3.9	TALLADO DE LOSA	m ²	29.83	Q 44.83	Q 1,337.28
4	PISOS Y CORREDORES				
4.1	PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR	m ²	26.27	Q 165.29	Q 4,342.17
5	HERRERIA				
5.1	VENTANERIA DE PERFIL DE HIERRO DE 1/8", CON VIDRIO DE 4 mm.	m ²	4.7	Q 374.05	Q 1,758.04
5.2	PUERTA DE METAL TIPO 6	unidad	2	Q 1,437.50	Q 2,875.00
5.3	PUERTA DE METAL TIPO 7	unidad	4	Q 1,137.50	Q 4,550.00
6	DRENAJES				
6.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE DRENAJE	m.l.	28	Q 19.43	Q 544.04
6.2	INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE	global	1	Q 1,491.24	Q 1,491.24
6.3	INSTALACION DE ACCESORIOS	global	1	Q 1,130.49	Q 1,130.49
6.4	CAJAS	unidad	1	Q 283.80	Q 283.80
6.5	SANITARIOS	unidad	4	Q 891.75	Q 3,567.00
6.6	LAVAMANOS	unidad	3	Q 530.08	Q 1,590.23
6.7	MINGITORIO	unidad	4	Q 1,334.10	Q 5,336.40
7	AGUA POTABLE				
7.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE AGUA POTABLE	m.l.	30	Q 15.36	Q 460.80
7.2	INSTALACION DE TUBERIA	global	1	Q 367.12	Q 367.12
7.3	INSTALACION DE ACCESORIOS	global	1	Q 589.28	Q 589.28
8	INSTALACION ELÉCTRICA				
8.1	LUMINARIAS FLUORESCENTES 2 x 40 W	unidad	2	Q 452.30	Q 904.60
8.2	INTERRUPTOR SENCILLO CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	2	Q 134.37	Q 268.74
8.3	TOMACORRIENTES DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	2	Q 150.84	Q 301.68
COSTO TOTAL					Q 82,314.16

TOTAL EN DOLARES	\$ 10,830.81
-------------------------	---------------------

TOTAL EN LETRAS:

OCHENTA Y DOS MIL, TRESCIENTOS CATORCE QUETZALES CON DIECISEIS CENTAVOS.

Tabla XLVI. Presupuesto – Cancha polideportiva

SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
CONSTRUCCIÓN DE CANCHA POLIDEPORTIVA
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO

No.	REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO REGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	m ²	322.53	Q 11.02	Q 3,554.28
1.2	NIVELACIÓN MANUAL	m ²	322.53	Q 29.58	Q 9,540.44
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	m.l.	50	Q 16.31	Q 815.50
2	CANCHA				
2.1	FUNDICIÓN DE PISO DE CONCRETO 10 cm. DE ESPESOR	m ²	322.53	Q 85.49	Q 27,573.09
3	MURO PERIMETRAL				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK 15 x 20 x 40 (IHILADA)	m ²	15	Q 98.96	Q 1,484.40
4	HERREERIA				
4.1	MARCOS Y TABLEROS	global	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
5	DRENAJES				
5.1	EXCAVACION Y COMPACTACION PARA TUBERIA DE DRENAJE	m.l.	25	Q 19.43	Q 485.75
5.2	INSTALACIÓN DE TUBERIA DE DRENAJE	global	1	Q 960.31	Q 960.31
5.3	CAJA DE REPOSADFERA	unidad	2	Q 308.80	Q 617.60
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 50,031.37

TOTAL EN DOLARES	\$ 6,583.07
-------------------------	--------------------

TOTAL EN LETRAS: CINCUENTA MIL, TREINTA Y UN QUETZALES CON TREINTA Y SIETE CENTAVOS.
--

Tabla XLVII. Costo total del proyecto (Integración)

SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA
AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN
INTEGRACIÓN DE COSTO TOTAL DEL PROYECTO

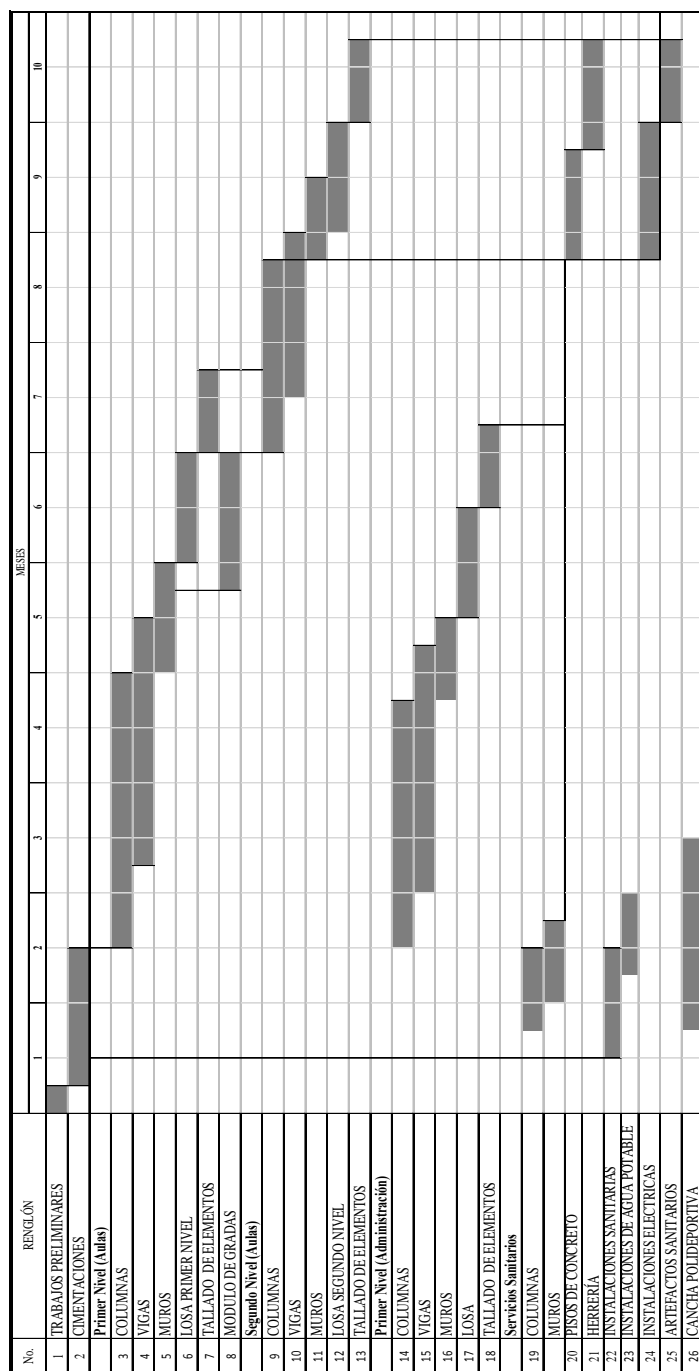
No.	REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO REGLÓN
1	MÓDULO DE AULAS	global	1	Q 1,324,237.77	Q 1,324,237.77
2	MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN	global	1	Q 525,537.01	Q 525,537.01
3	SERVICIOS SANITARIOS	global	1	Q 82,314.16	Q 82,314.16
4	CANCHA POLIDEPORTIVA	global	1	Q 50,031.37	Q 50,031.37
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,982,120.31

TOTAL EN DÓLARES	\$ 260,805.30
-------------------------	----------------------

TOTAL EN LETRAS: UN MILLON, NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL, CIENTO VEINTE QUETZALES CON TREINTA Y UN CENTAVOS
--

2.1.7 Cronograma de ejecución

Tabla XLVIII. Cronograma de ejecución



CONCLUSIONES

1. En el diseño estructural de las edificaciones para la escuela de la colonia Vista Linda, se aplicaron diferentes criterios, tanto técnicos como económicos, en lo particular se le dio más importancia a los que establece el código A.C.I., AGIES, SEAOC y otros, esto con el propósito de garantizar una estructura segura, por estar ubicada en una zona sísmica.
2. Para la realización del diagnóstico participativo en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, se tomó en cuenta a los COCODE y COMUDE que trabajan en el área, además de las autoridades municipales, para determinar los problemas y necesidades. Como resultado de este diagnóstico se determinó, que en el municipio se necesita mayor cobertura en infraestructura, ampliación de sistemas de agua potable, saneamiento, capacitación a las autoridades municipales, etc. Por estas razones, este trabajo de graduación se orientó a plantear una solución factible en el área de infraestructura, específicamente en materia de educación.
3. El proyecto desarrollado es factible económicamente, debido a que es una obra de primera necesidad para la comunidad, por lo que la inversión que se requiere puede ser financiada por distintas entidades de carácter gubernamental o privadas.
4. La realización del Ejercicio profesional Supervisado es un medio para complementar los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias y de una forma vincular lo teórico con lo práctico.

RECOMENDACIONES

A las autoridades municipales de Santa Lucía Cotzumalguapa

1. Utilizar mano de obra local para la ejecución del proyecto, ya que esto crea fuentes de trabajo en el municipio, así como también la compra de materiales, beneficiando así a distintos sectores del mismo.
2. Garantizar la supervisión técnica en la ejecución de ambos proyectos, a través de la Oficina Municipal de Planificación OMP, para que se cumplan con las especificaciones técnicas y especificaciones contenidas en los planos, para así obtener mayor eficiencia y calidad de ambos proyectos.
3. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de la contratación de las obras, ya que éstas son una referencia y no se deben tomar como definitiva al momento de cotizar, debido a los cambios ocasionados por variaciones en la economía.

A COCODE de la comunidad

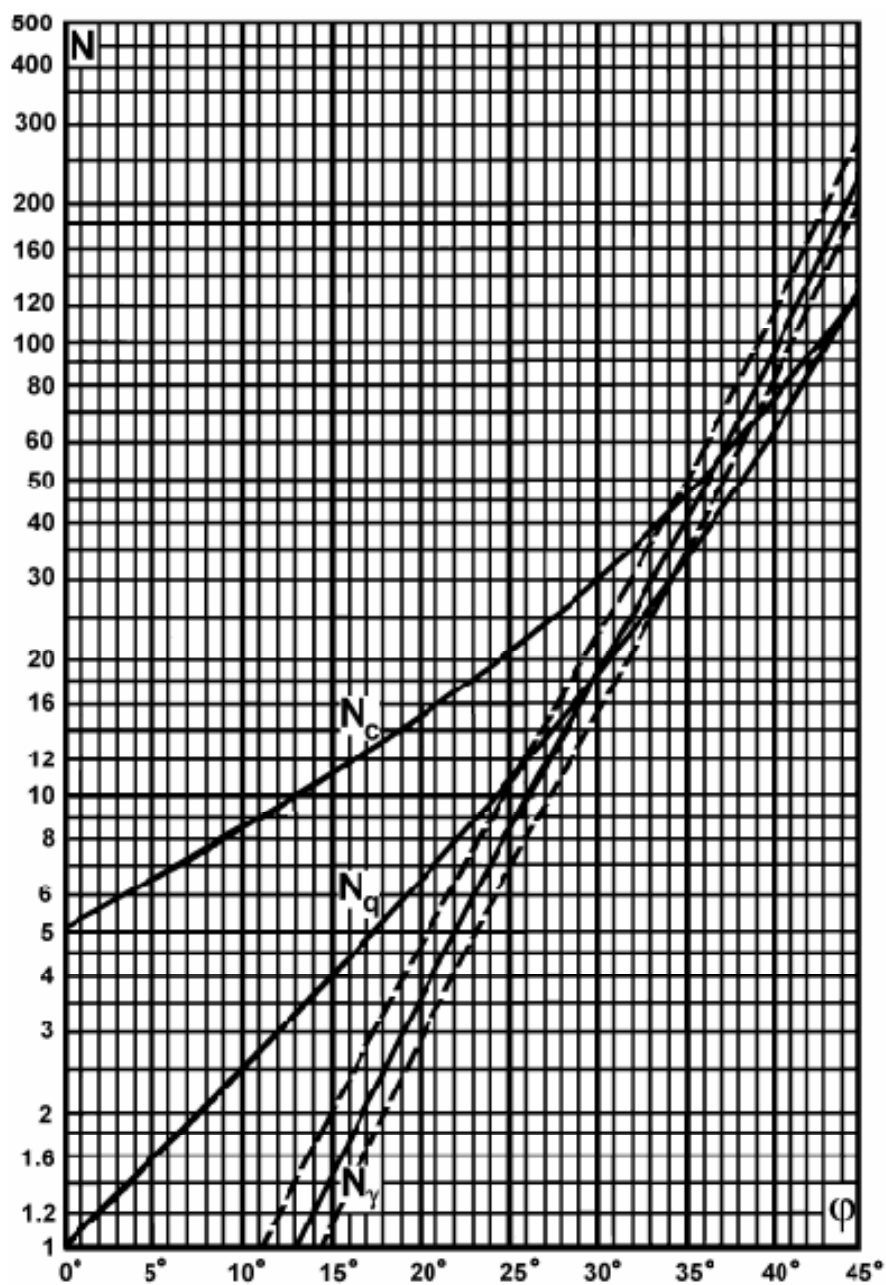
4. Gestionar el financiamiento de los proyectos ante instituciones de carácter gubernamental y no gubernamentales, de manera que estos puedan ser llevados a la realidad en el menor tiempo posible.
5. Prever un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo de las edificaciones, ya que éstas inciden en la duración y buen funcionamiento para el período que fueron diseñadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comité ACI 318, **Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario.** (USA 2005)
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** (Guatemala 2002) NR-7
3. Roberto Meli Piralla, **Diseño Estructural.** (Segunda Edición; México: Editorial Limusa, 2008) p. 596 Págs.
4. Arthur H. Nilson, **Diseño de estructuras de concreto.** (13^a Edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001) p. 772
5. Carlos Crespo Villalaz. **Mecánica de Suelos y cimentaciones.** (4^a Edición; México: editorial Limusa, 1999) p. 640

ANEXO 1

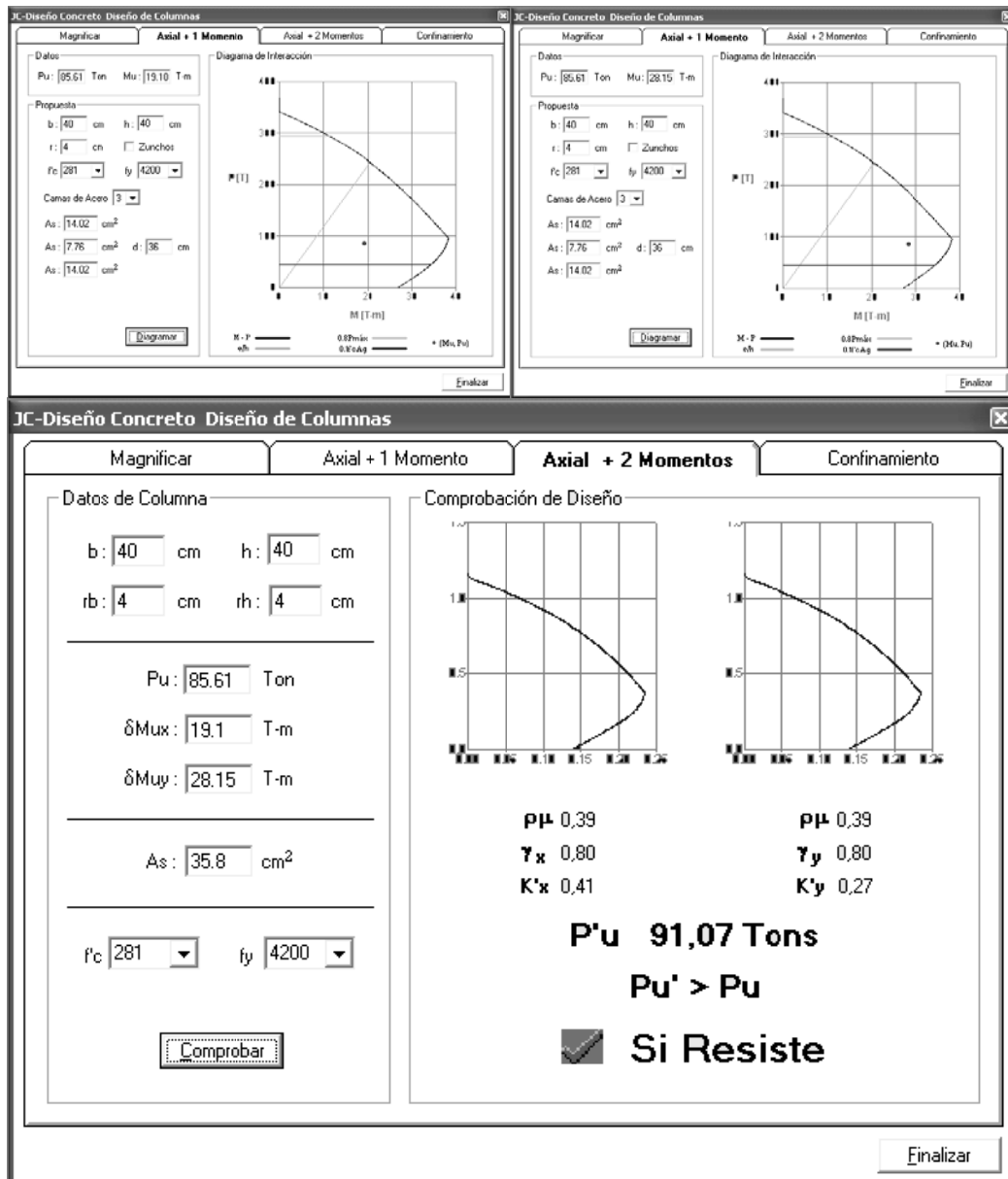
Figura 46. Factores de capacidad de carga para la fórmula de Terzaghi



Fuente: Hansen, Brinch. **Capacidad de carga de las cimentaciones**. Instituto Geotécnico Danés, pág. 2

ANEXO 2

Figura 47. Valor de K_x y K_y (Columna 1)

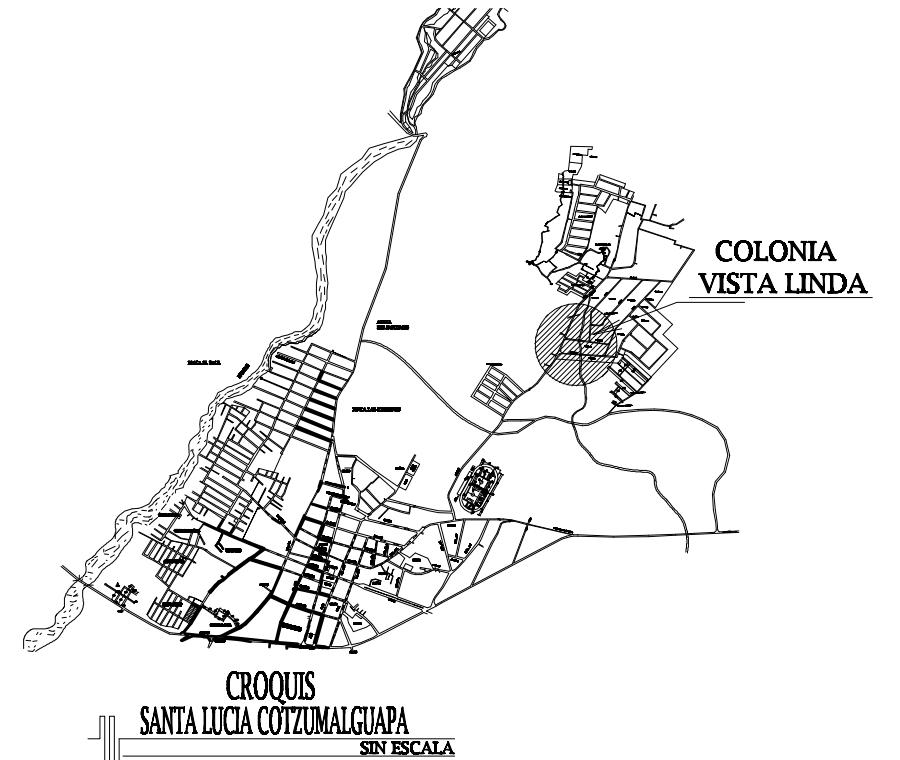
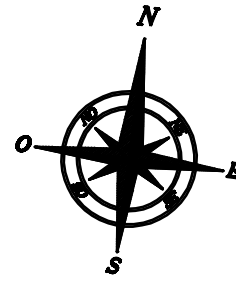
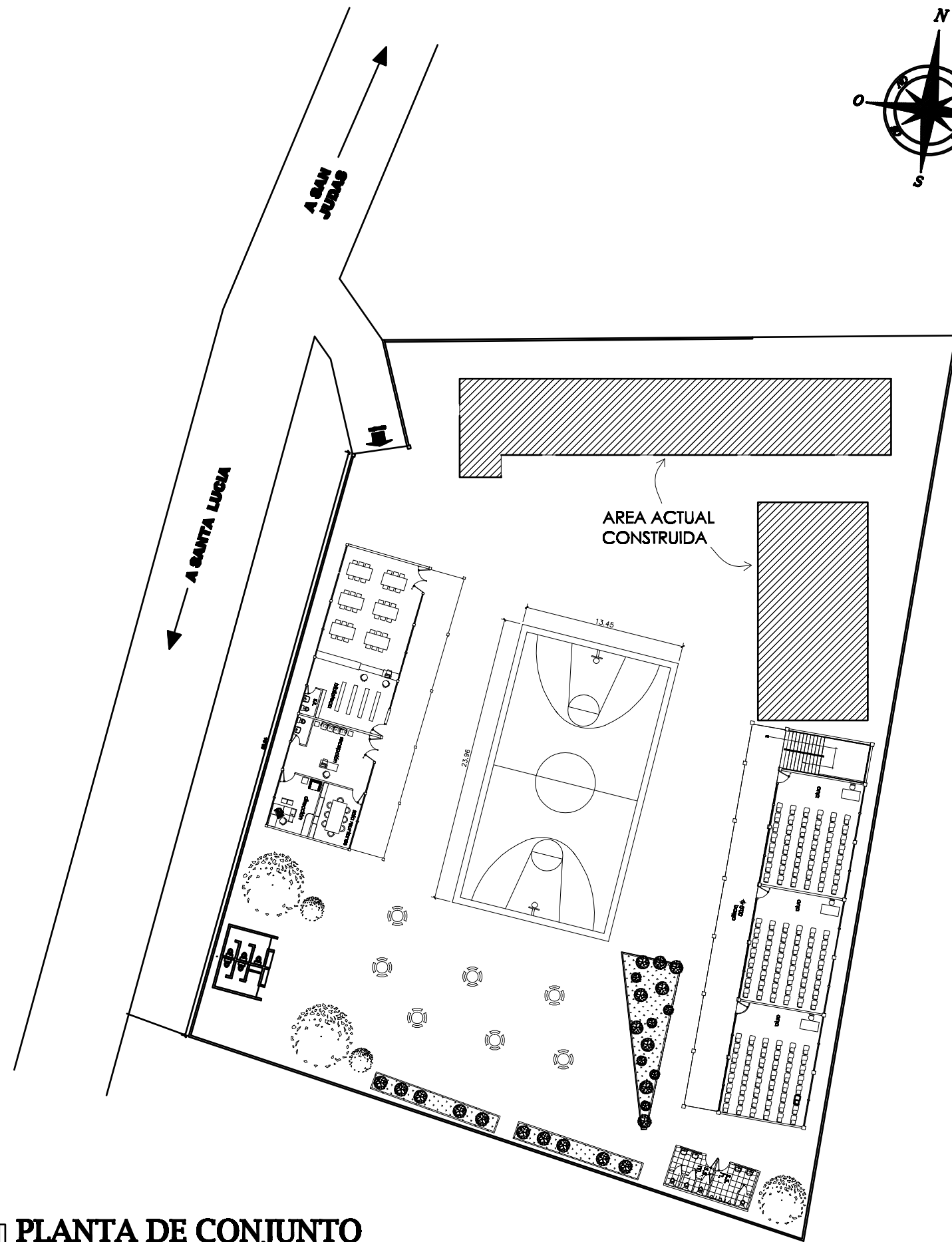


Fuente: Julio Corado Franco, **Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado**, Jc Diseño Concreto. Facultad de Ingeniería USAC 1998.

APÉNDICE 2

Planos constructivos, Ampliación de escuela de colonia Vista Linda

(La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.)



NOTA:

- ESPESOR DEL CONCRETO DE PARA LA CANCHA ES DE 7 CM. CON BASE DE MATERIAL SELECTO DE 10CM. LAS PLANCHAS DE CONCRETO TENDRÁN UN ÁREA DE 9.00 MTS².
- TANTO LA SUB BASE COMO LA BASE DEBEN SER COMPACTADAS PARA REDUCIR RIESGOS DE ASENTAMIENTO, SE SUGIERE UTILIZAR RODO O VIBROCOMPACTADOR.
- EL CONCRETO SERÁ DE RESISTENCIA MEDIA 170kg/cm², CON UNA PROPORCIÓN DE FRAGUADO DE 1:2:3.5
- LA FUNDICION DE LA CANCHA DEBE SER ALTERNA CON CUADROS DE 3.00*3.00 MTS² CON ACABADO LISO.
- LA CANCHA TENDRÁ UNA PENDIENTE DEL 2% PARA EVITAR QUE EL AGUA QUEDE ESTANCADA.
- PARA EL MARCO DE LAS PORTERIAS SE UTILIZARÁ TUBO GALVANIZADO DE 3" DE DIAMETRO.
- A LOS TUBOS SE LES DEBERÁ APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.

PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1:200

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12534

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA

CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

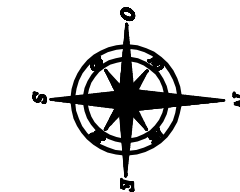
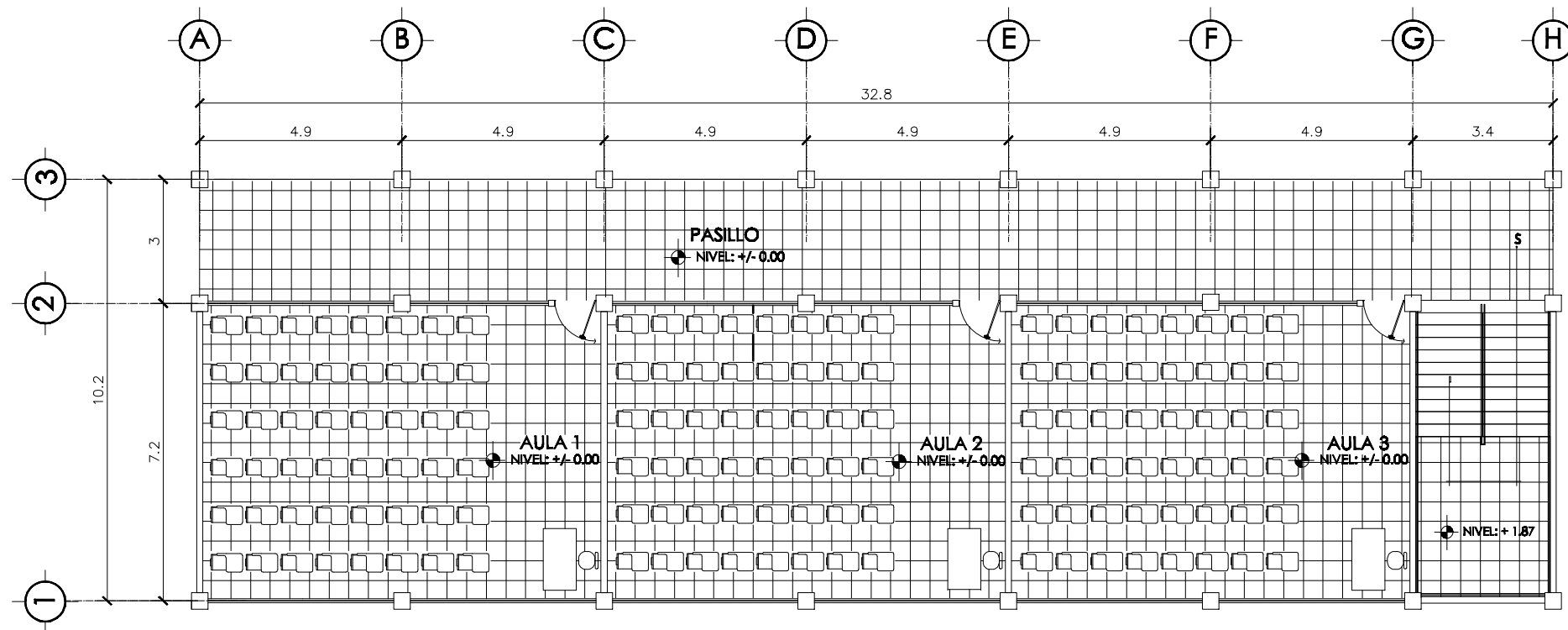
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008

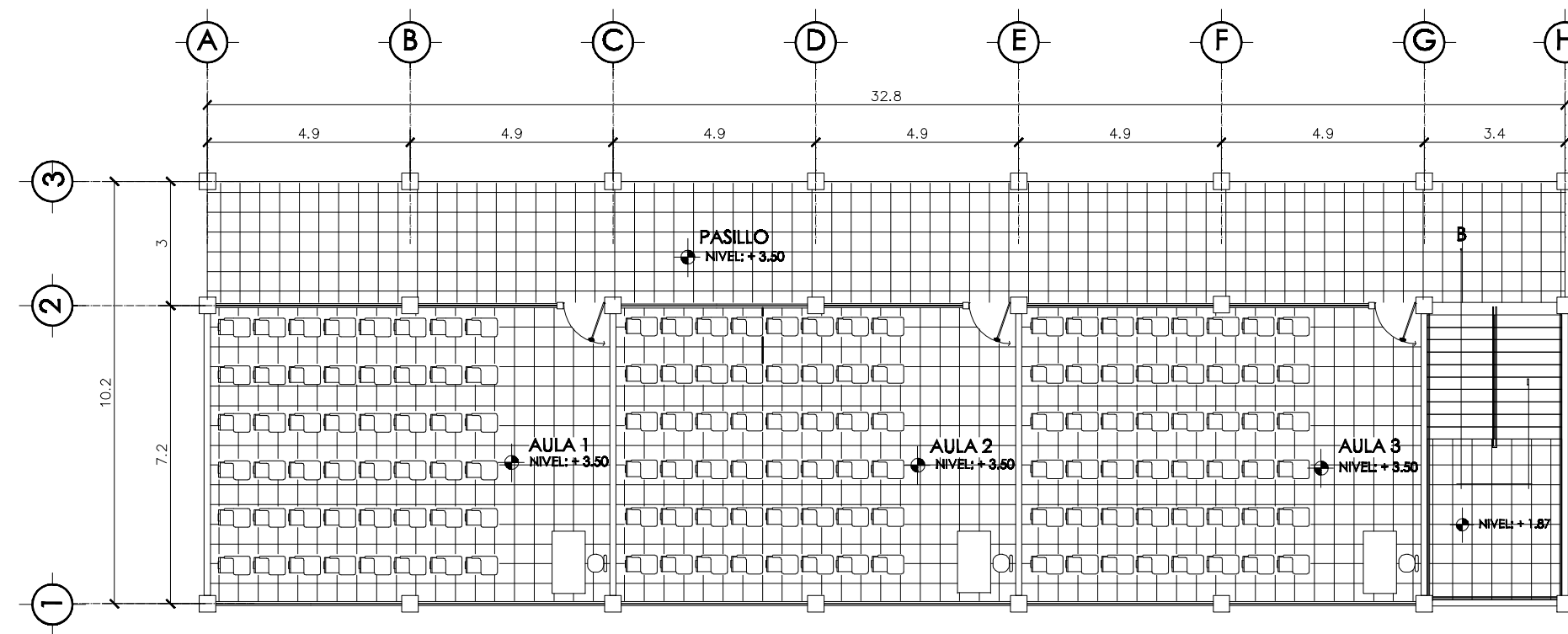
HOJA		
A	B	C
1		13



- ESPECIFICACIONES GENERALES:**
- El acero deberá tener un $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$ grado 40 para losas, vigas y cimiento corrido, para columnas y zapatas deberá tener un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60.
 - El concreto deberá tener un $f_c=280\text{kg/cm}^2$
 - Relación agua cemento máxima permisible 25 Lta./saco de cemento.
 - Proportcionamiento por M3, de concreto -0.53 M3 de arena de río 0.55 M3 piedrín (4000 psi).
 - El agregado grueso, deberá tener diámetro mínimo de 1/2" y un máximo de 1/2".
 - La tubería para agua pluvial es de 125 PSI con diámetro de 4".
 - El agua a usarse será libre de acidez.
 - El cemento a usarse será tipo Portland, conforme a la norma C-159 de la norma ASTM.
 - El arena a usarse será de río.
 - El valor soporte del suelo es de 120Ton/m2
 - El peso específico del suelo es de 1.03Ton/m3
 - El peso del concreto es de 2400kg/m3
 - El recubrimiento para vigas es de 4cm.
 - El recubrimiento para columnas es de 4cm.
 - El recubrimiento para losas es de 4cm.
 - El recubrimiento para cimientos es de 7.5cm.
 - El block a usar será de 25kg/cm2.
 - La lminas para puertas es calibre 1/16"
 - La tubería para agua potable es de 250 PSI con diámetro de 3/4"
 - La tubería de drenaje tendrá como mínimo 2% de pendiente
 - La tubería de drenaje es de 160 PSI con diámetro de 3"

PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
---	--	---

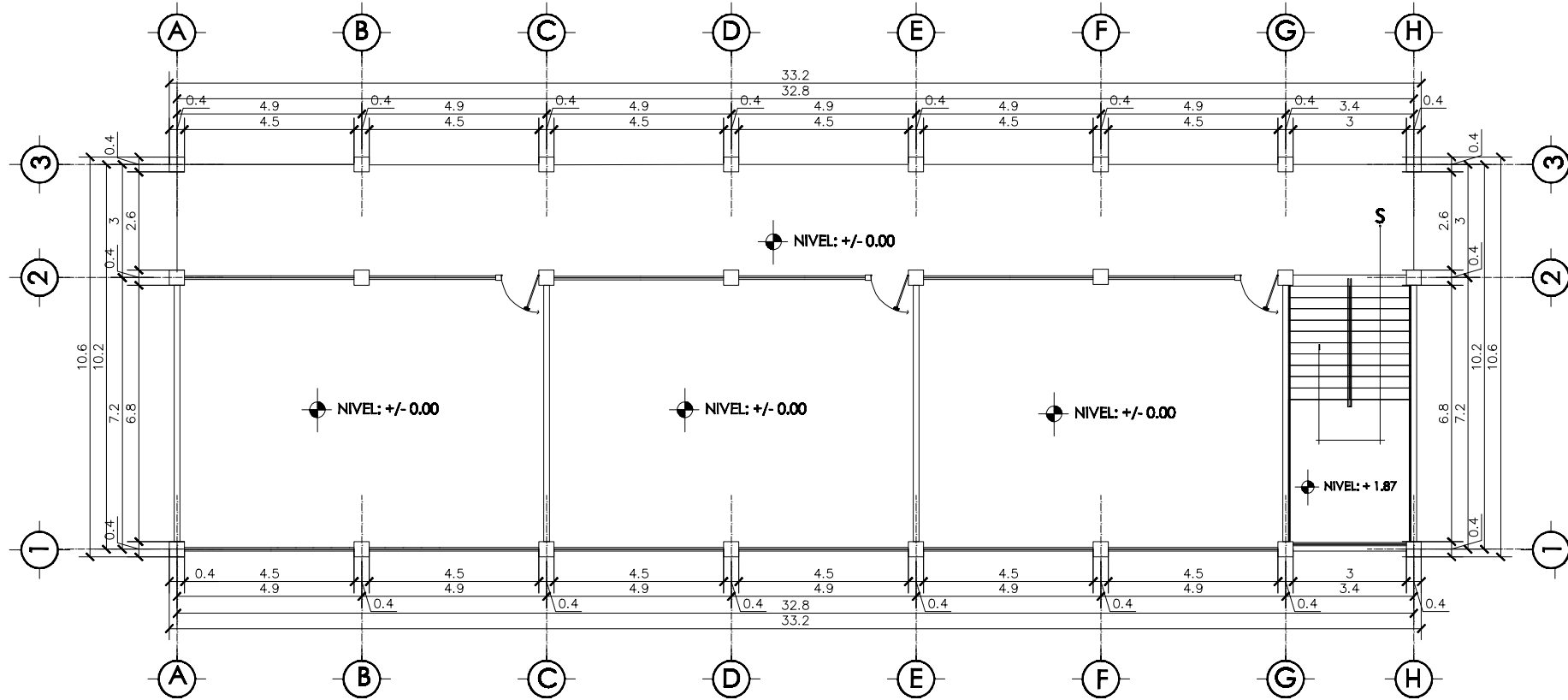
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**

CONTENIDO: **PLANTA AMUEBLADA MÓDULO DE AULAS**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

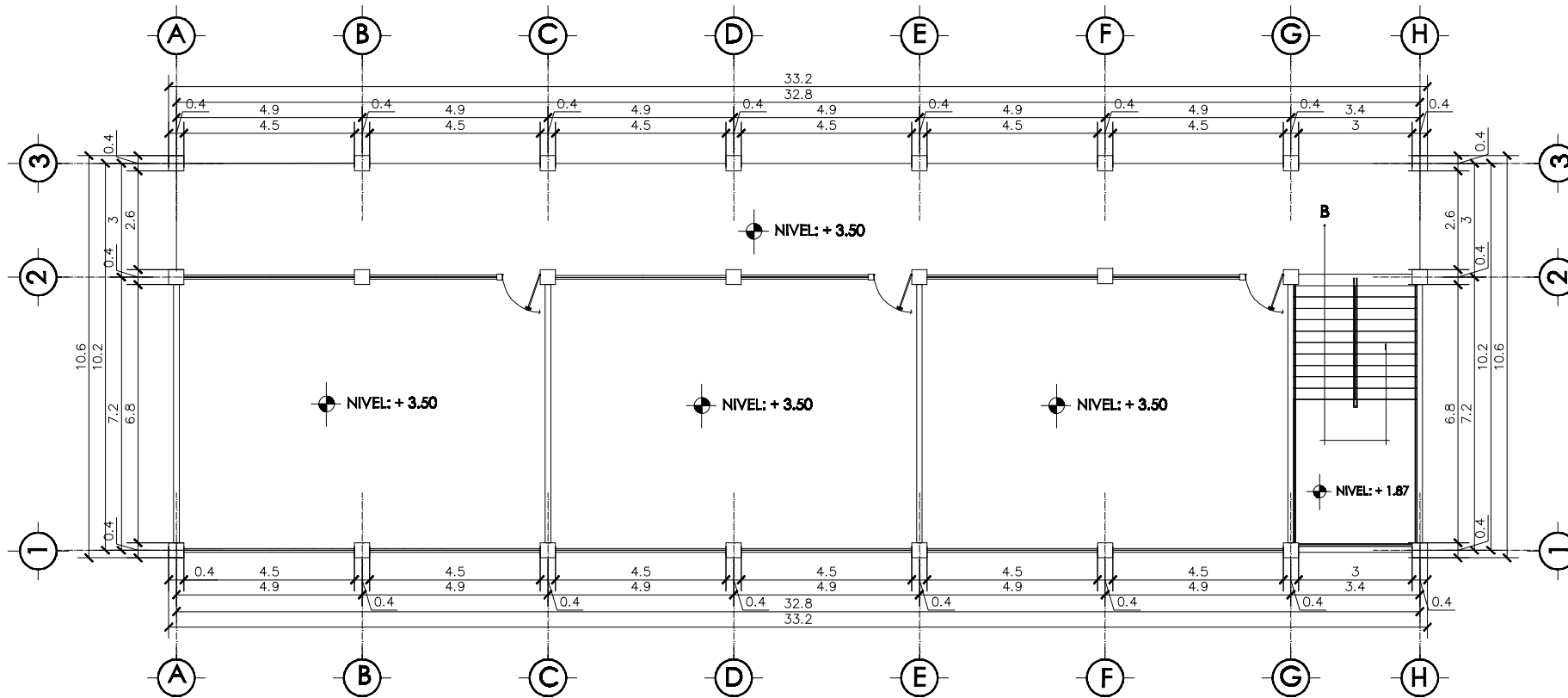
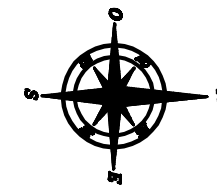
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008	HOJA A B C 2 / 13
---	-------------------------------	-------------------------



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12534

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA MÓDULO DE AULAS

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

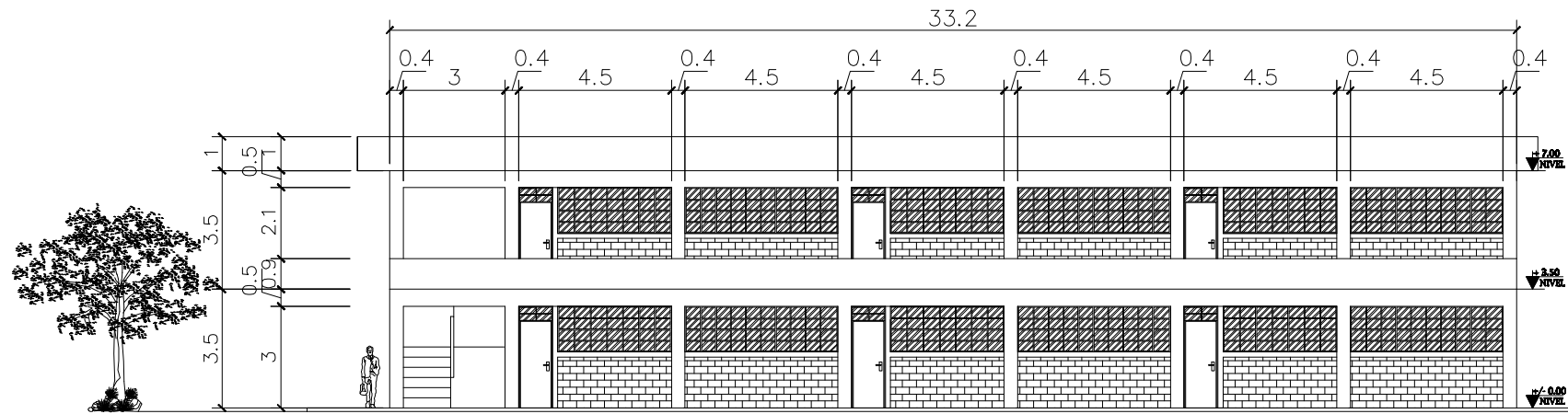
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS

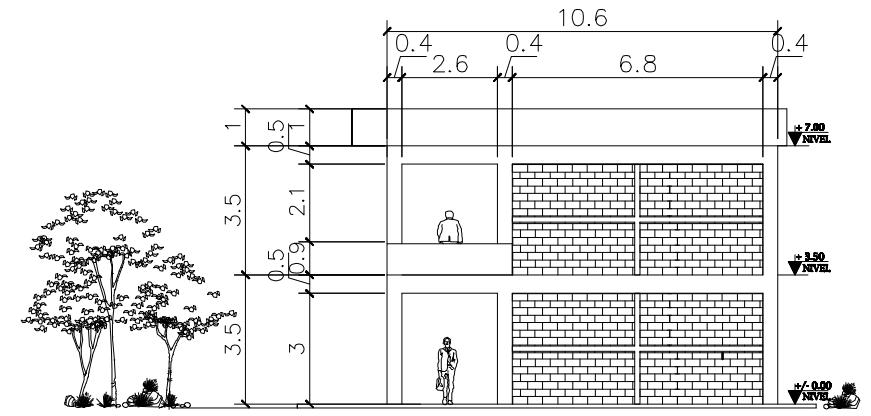
MYNOR YAX ARRECIS
 EPS 2008

HOJA
 B C
 3 13



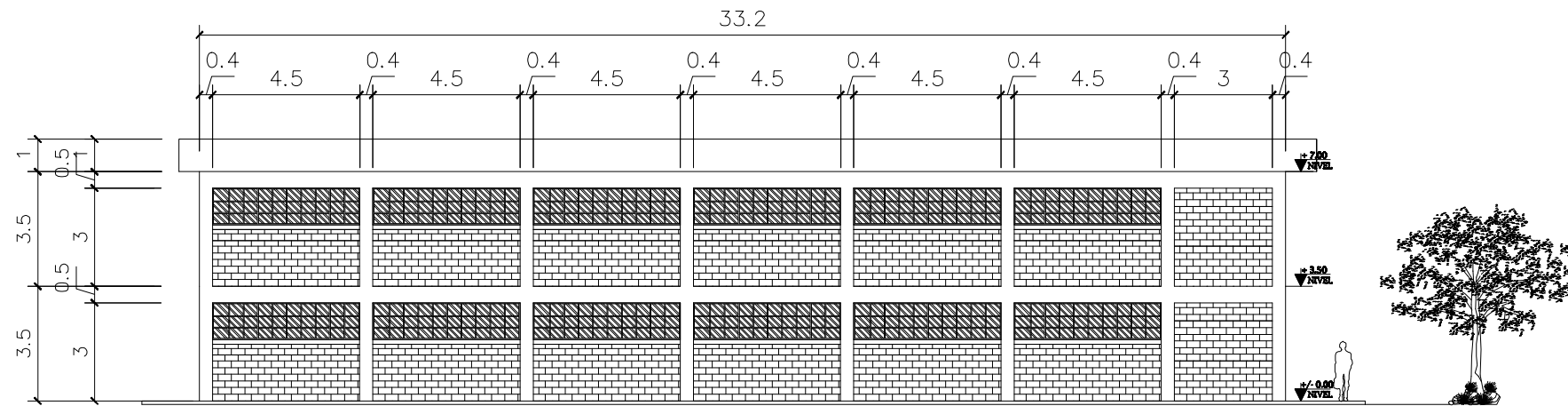
FACHADA FRONTAL

ESCALA: 1 / 100



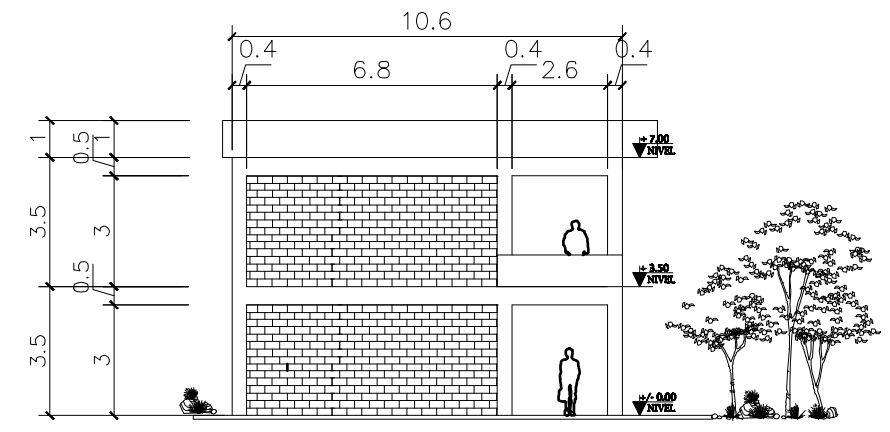
ELEVACIÓN NORTE

ESCALA: 1 / 100



FACHADA POSTERIOR

ESCALA: 1 / 100



ELEVACIÓN SUR

ESCALA: 1 / 100

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**

CONTENIDO: **ELEVACIONES Y SECCIONES MÓDULO DE AULAS**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

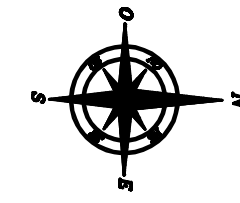
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
 EPS 2008

HOJA
 A B C
 4 13

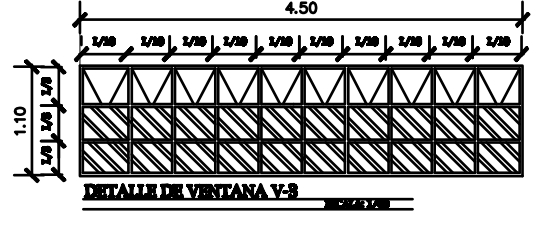
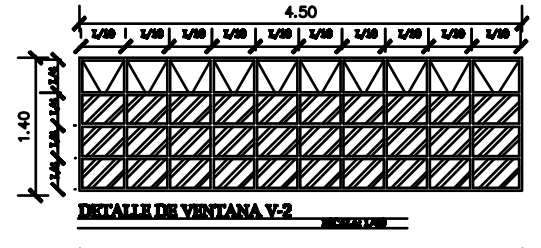
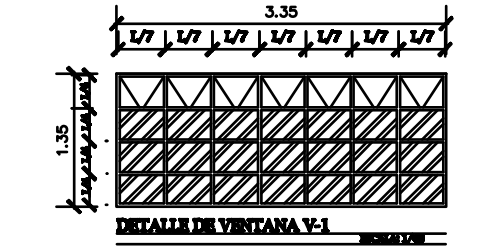
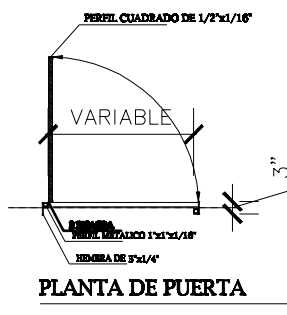


SIMBOLOGIA

[B]	BLOQUE VISTO BRANCO
[V1]	VENTANA DE MARCO METAL V1
[V2]	VENTANA DE MARCO METAL V2
[V3]	VENTANA DE MARCO METAL V3
[T]	TORTA DE CEMENTO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	3.35	1.35	Vidrio templado	6
V-2	4.50	1.40	Vidrio templado	6
V-3	4.50	1.10	Vidrio templado	12



Indica Tipo de Ventana: V-2

Indica Ancho de Vano: 4.50

Indica Altura de Cristal: 1.40

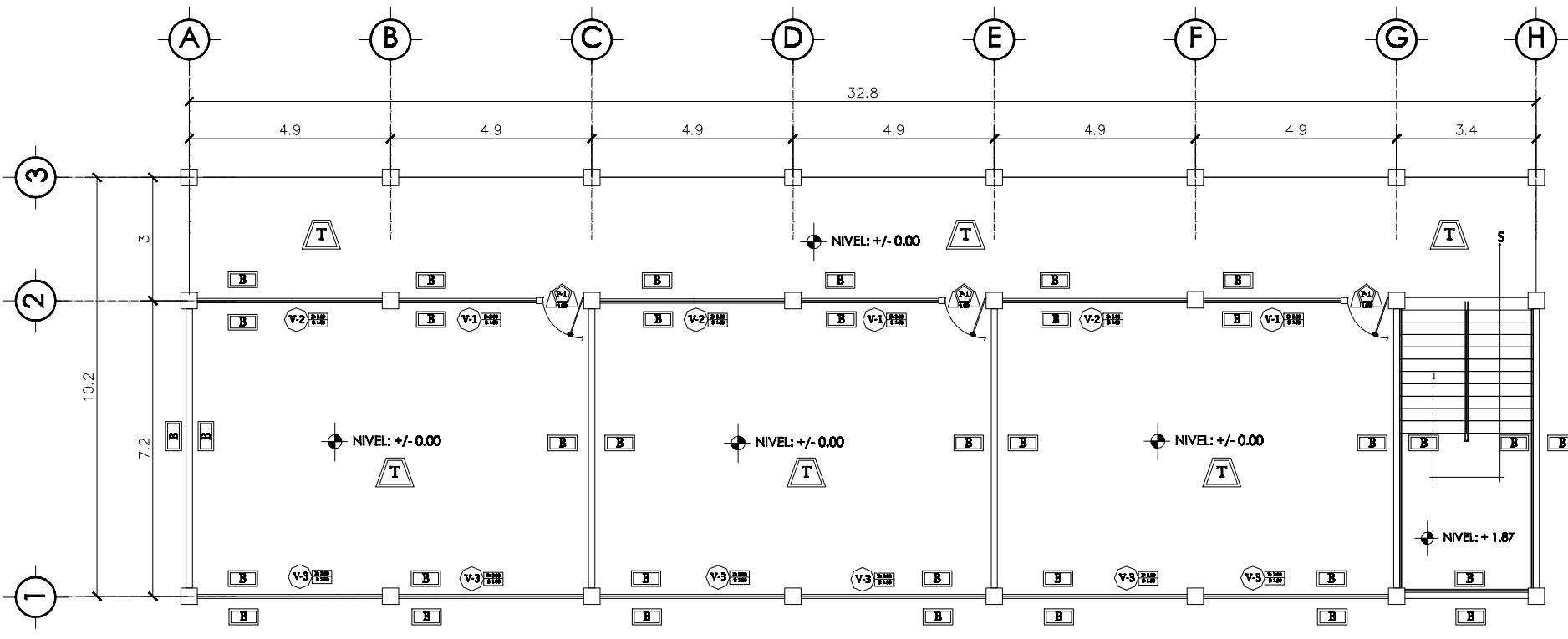
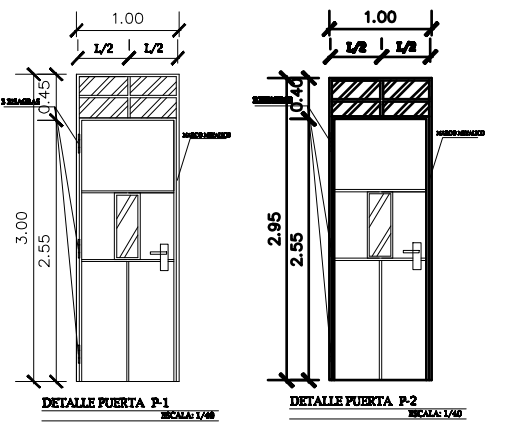
Indica Altura de Otorg: 1.20

Indica Tipo de Puerta: P-1

Indica Ancho de Vano: 1.00

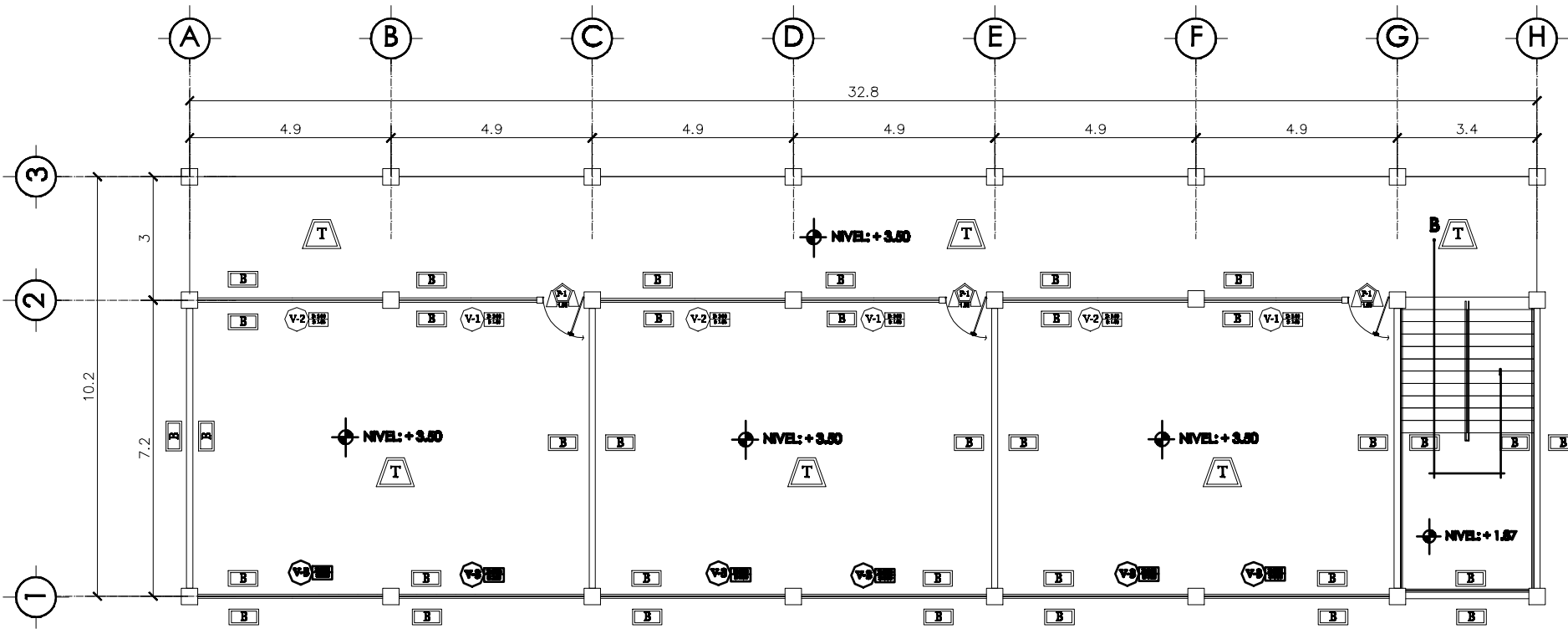
PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	1.00	3.00 (sin marco) o 2.95 (con marco)	metal	3
P-2	1.00	2.95 (sin marco) o 2.90 (con marco)	metal	3



PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECCIS 2004-12834

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
 CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS MÓDULO DE AULAS

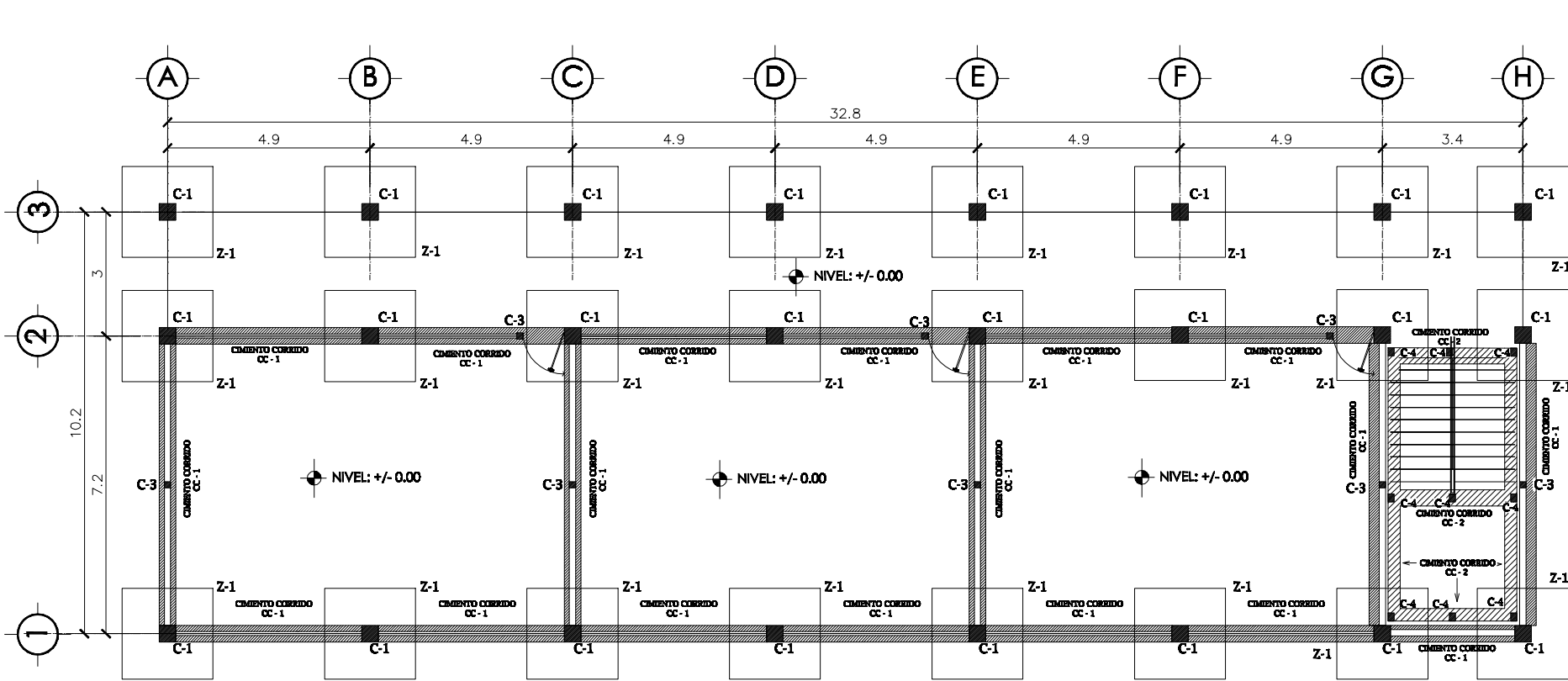
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECCIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECCIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECCIS
 ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS

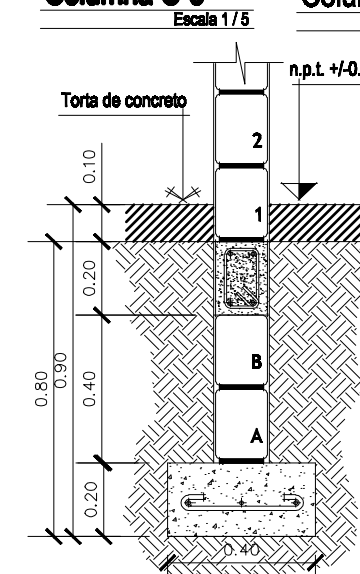
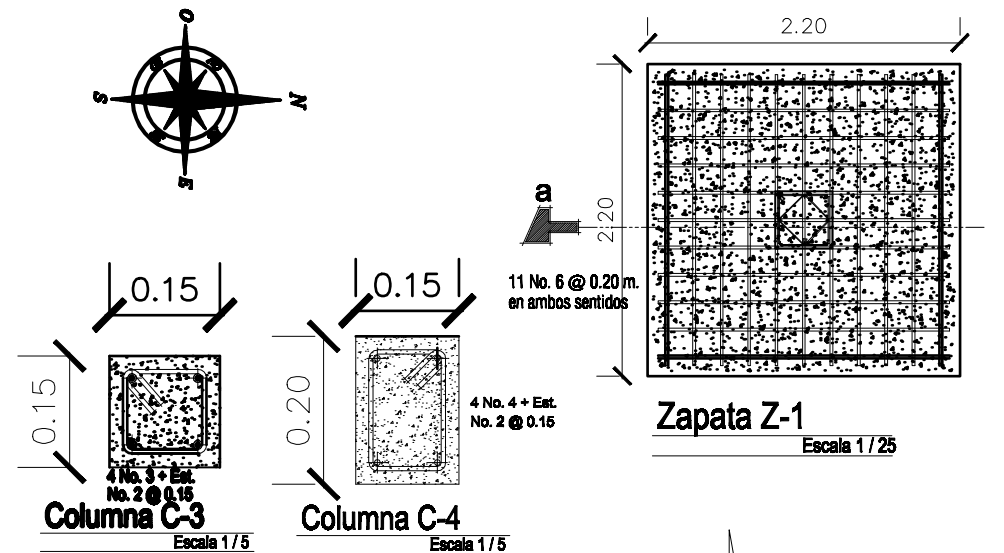
MYNOR YAX ARRECCIS
 EPS 2008

HOJA
 A B C
 5 13



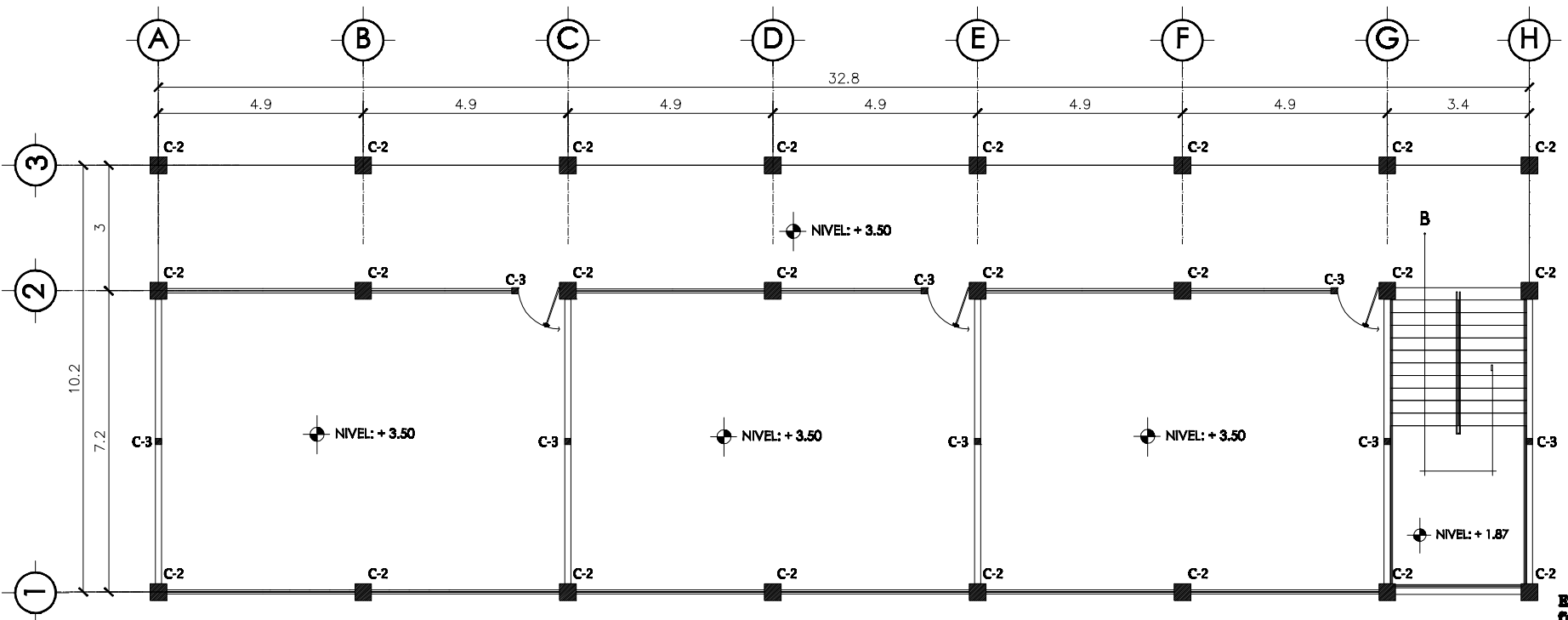
PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



Sección a-a'

ZAPATA Z-1 ESCALA 1/20

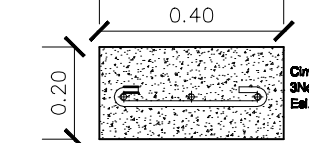


PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75

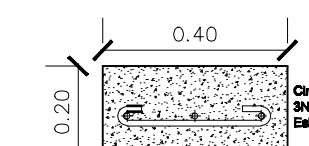
Det. Cimiento Corrido

ESCALA 1/10



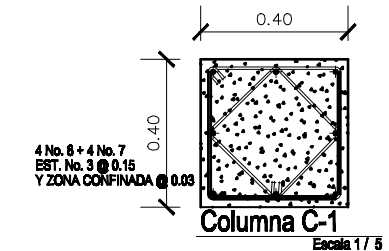
Det. CC - 1

Cimiento Corrido ESCALA 1/7.5



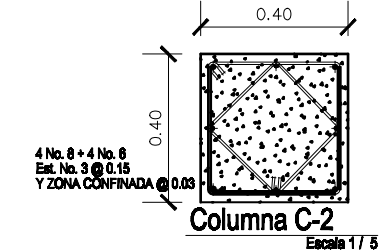
Det. CC - 2

Cimiento Corrido ESCALA 1/7.5



Columna C-1

ESCALA 1/7.5



Columna C-2

ESCALA 1/7.5

ESPECIFICACIONES
 f_c = 2800 kg/cm² o 4000 psi
 f_y = 4210 kg/cm² o 60000 psi para zapatas y columnas, 2810 kg/cm² o 40000 psi para cimiento corrido.
 Agregado grueso = 1/2"
 V.S.P. (residual) = 1200/m²
CARGAS VIVAS
 Aulas = 500 kg/m²
 Pasillos = 500 kg/m²
 Techos = 100 kg/m²
 Sobrecargas = 90 kg/m²
RECUBRIMIENTOS
 Columnas: 4cm
 Cimentaciones: 7.5cm

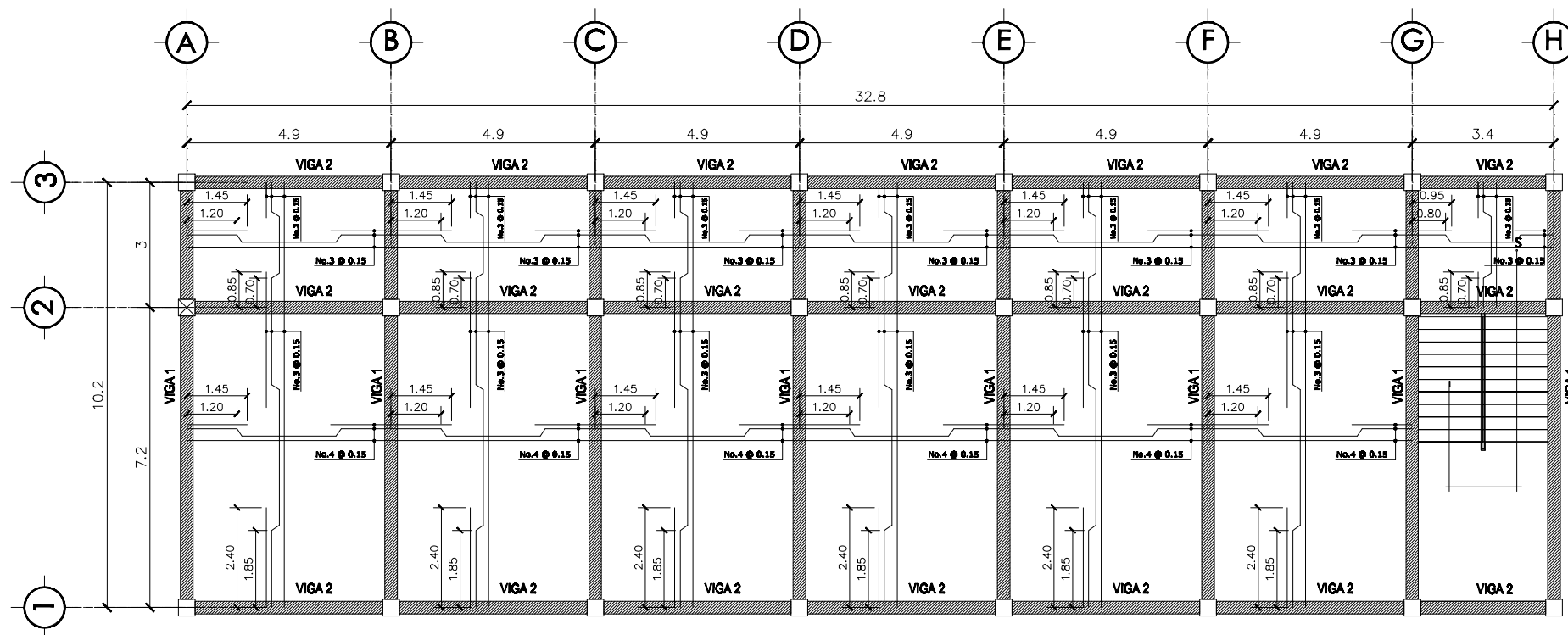
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLS. MÓDULO DE AULAS**

DISÑO: MYNOR YAX ARRECS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECS
 CALCULO: MYNOR YAX ARRECS
 ESCALA: INDICADA

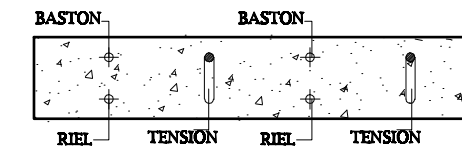
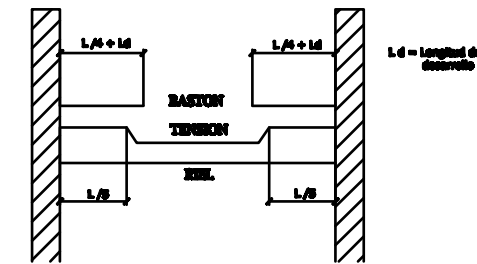
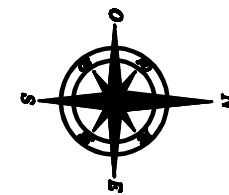
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS
 MYNOR YAX ARRECS
 EPS 2008

HOJA
 A B C
 6 13

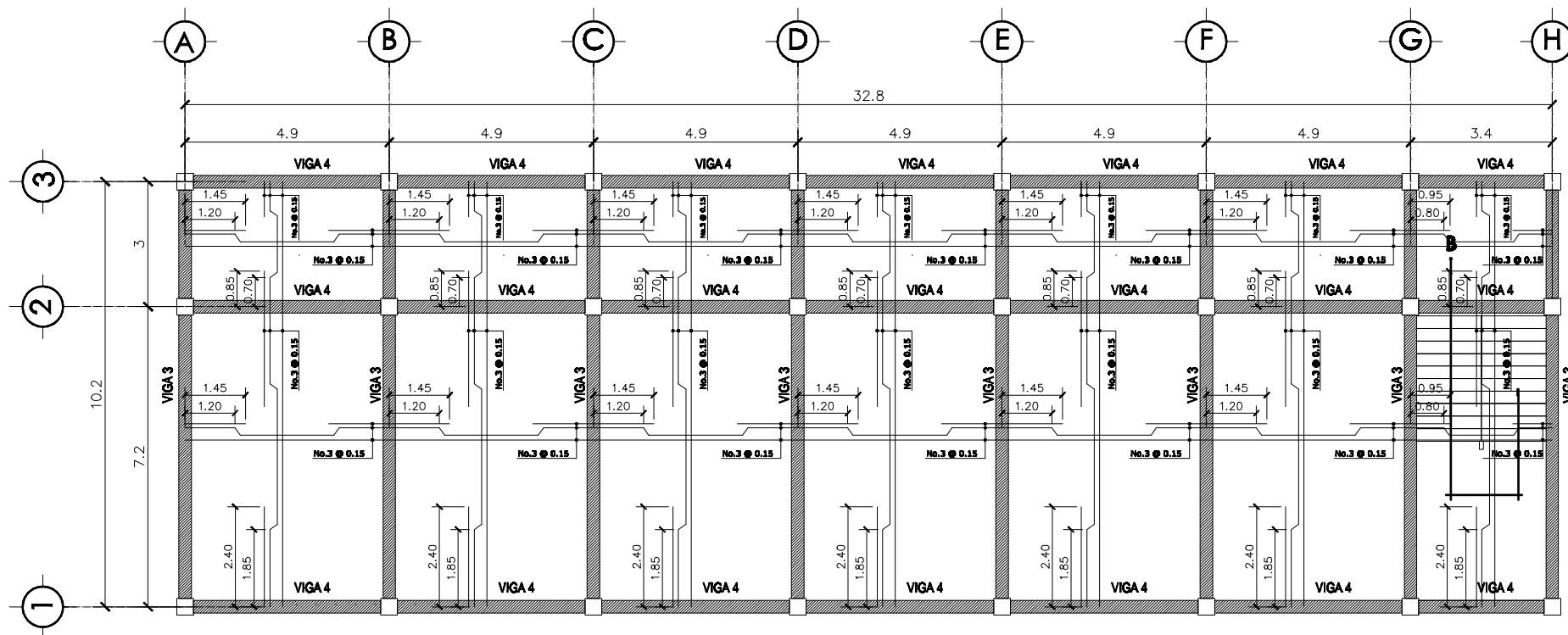


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75



SECCION LOSA



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75

- ESPECIFICACIONES**
 $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (losas y vigas)
 Block pomez $f_m = 25 \text{ kg/cm}^2$
 Agregado grueso = $1/2''$
CARGAS VIVAS
 Aulas = 300 kg/m^2
 Pasillos = 500 kg/m^2
 Techos = 100 kg/m^2
 Sobrecargas = 90 kg/m^2
RECUBRIMIENTOS
 Losas: 2.5cm
 Vigas: 4cm

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA

CONTENIDO: PLANTA DE VIGAS Y LOSAS MÓDULO DE AULAS

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

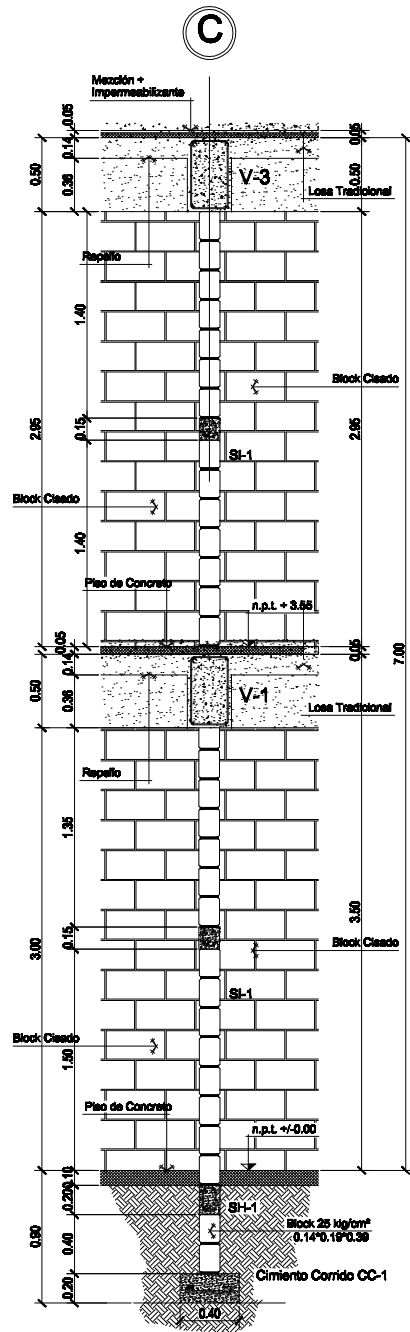
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

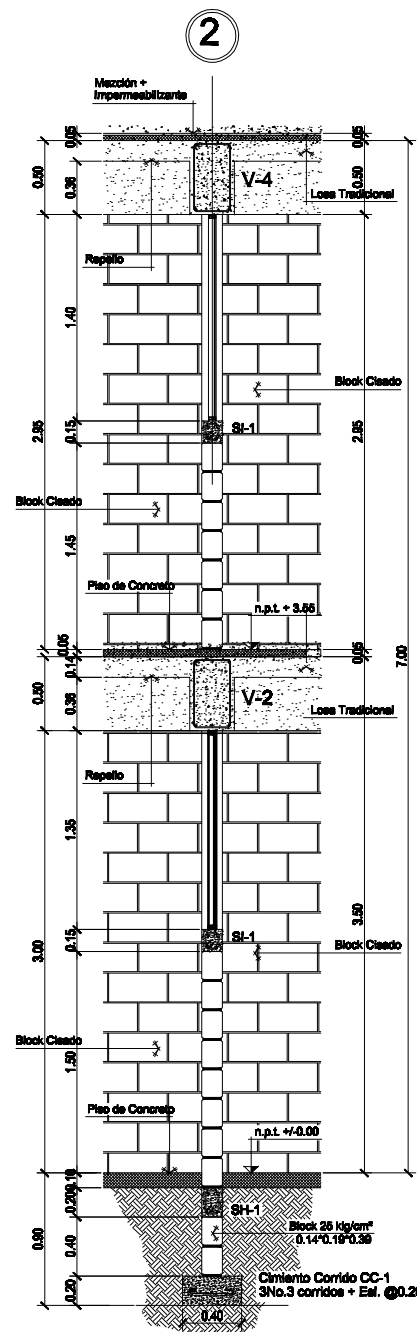
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
 EPS 2008

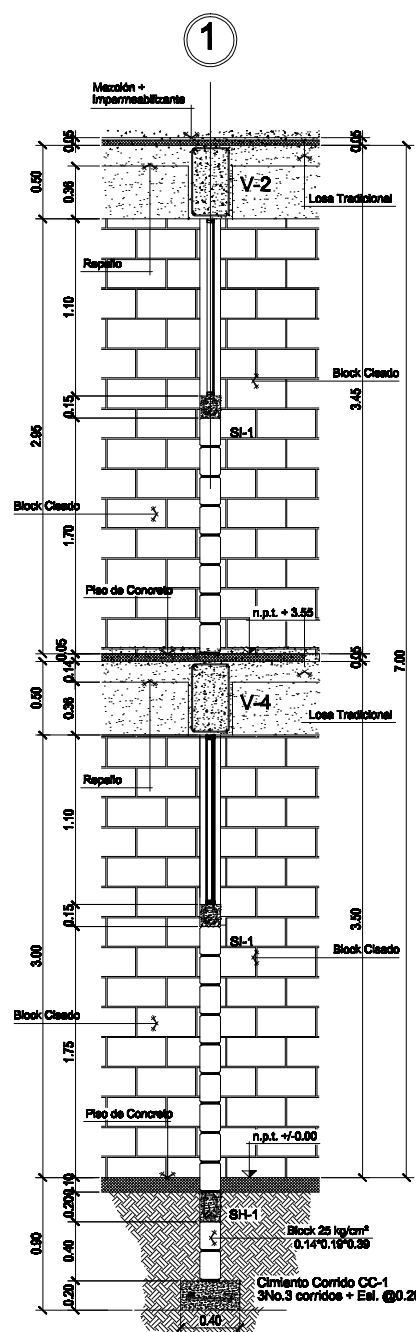
HOJA
 A B C
 7 13



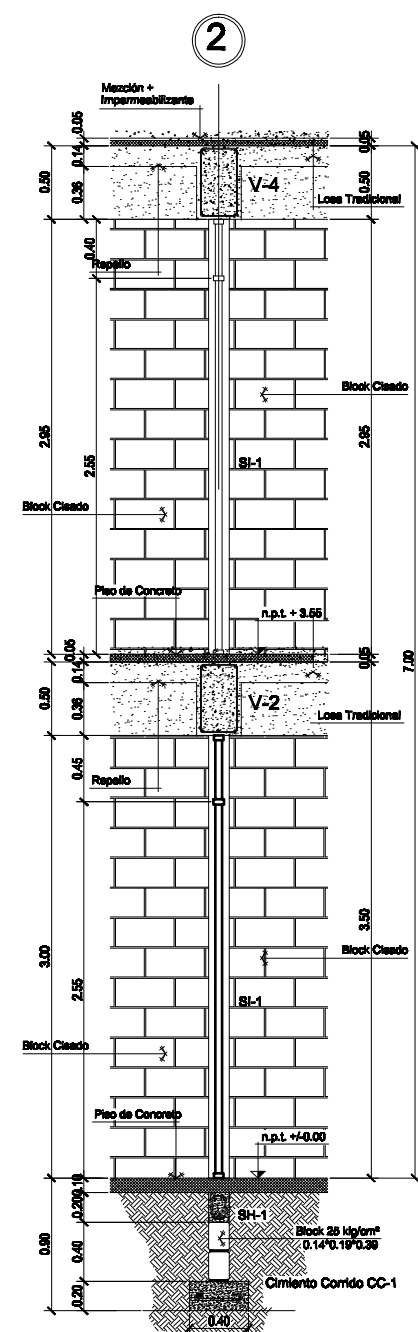
Corte No.1
Muro Escala 1/25



Corte No.2
Ventanas frontales Escala 1/25

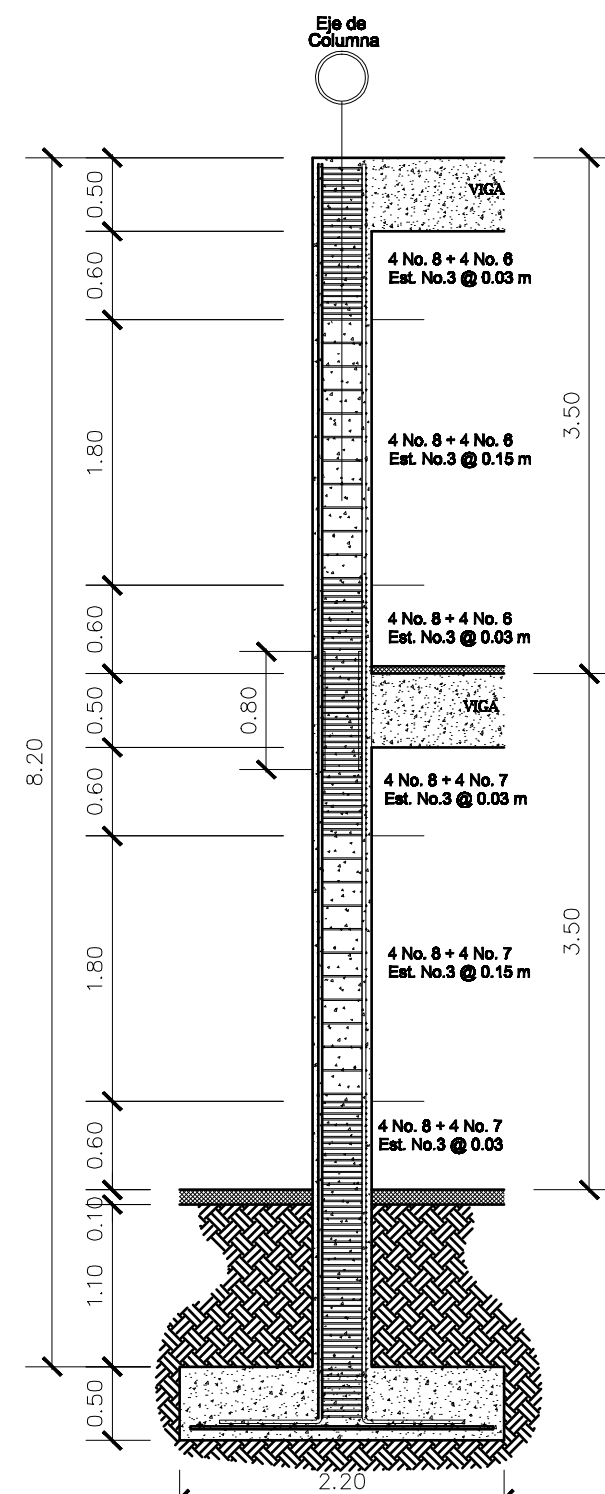


Corte No.3
Ventanas posteriores Escala 1/25

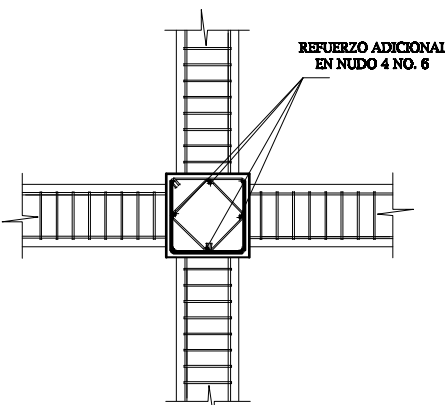


Corte No.4
Puertas Escala 1/25

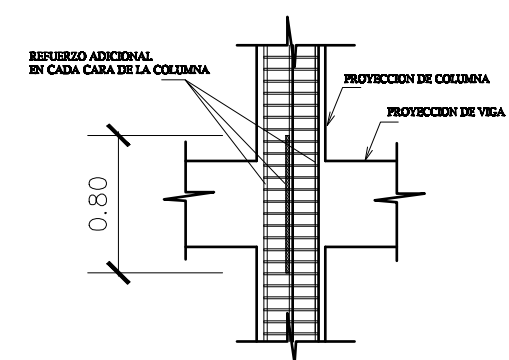
NOTA:
- LOS MUROS SON DE DIVISION, NO TIENEN FUNCION ESTRUCTURAL.
- EL CIMIENTO SE COLOCA POR SEGURIDAD EN LOS MUROS.
- LOS MUROS NO DEBEN ESTAR CONECTADOS A LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES (COLUMNAS, VIGAS, LOSAS, ZAPATAS) SE UTILIZARA JUNTA DE CONSTRUCCION-DUROPORT DE 1".



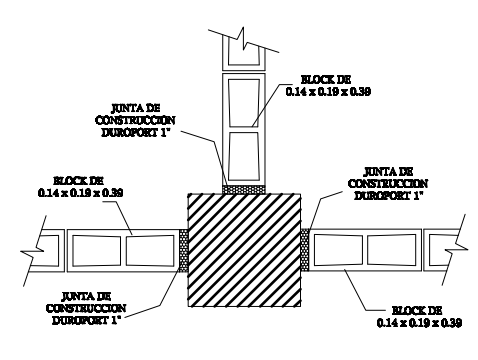
Det. Columna Principal
Escala 1/25



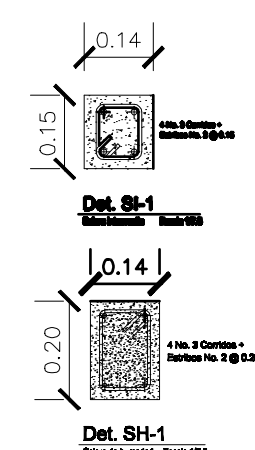
PLANTA VIGA - COLUMNA
DETALLE DE NUDO VIGA - COLUMNA



SECCION VIGA - COLUMNA
DETALLE DE NUDO VIGA - COLUMNA



DETALLE JUNTA MURO - COLUMNA

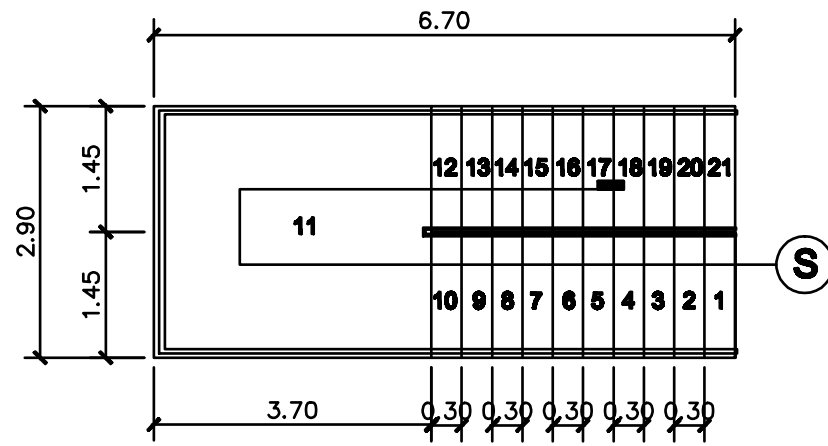


Det. SH-1
Detalle de barras Escala 1/75

ESPECIFICACIONES
 $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$ (col. y zapatas)
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (muros y c.c.)
Agregado grueso = 1/2"
RECUBRIMIENTOS
Columnas: 4cm
Cimientos: 7.5cm

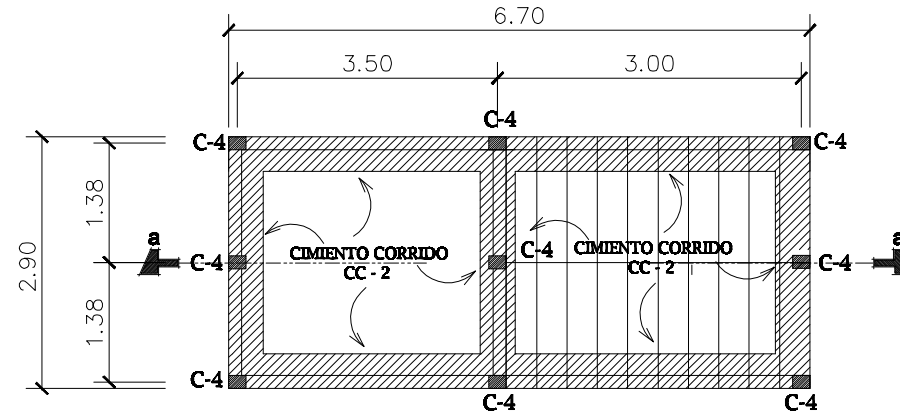
El radio de giro para los anclajes será de 4 veces el ϕ de la varilla.
GANCHOS STANDAR A 135°
El diámetro de cualquier gancho normal será de 4 veces el ϕ de la varilla, no menor de 6.5cm, ni mayor de 10cm.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA	CONTENIDO: DETALLE DE MUROS Y COLUMNAS MÓDULO DE AULAS
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS	CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS	ESCALA: INDICADA
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008



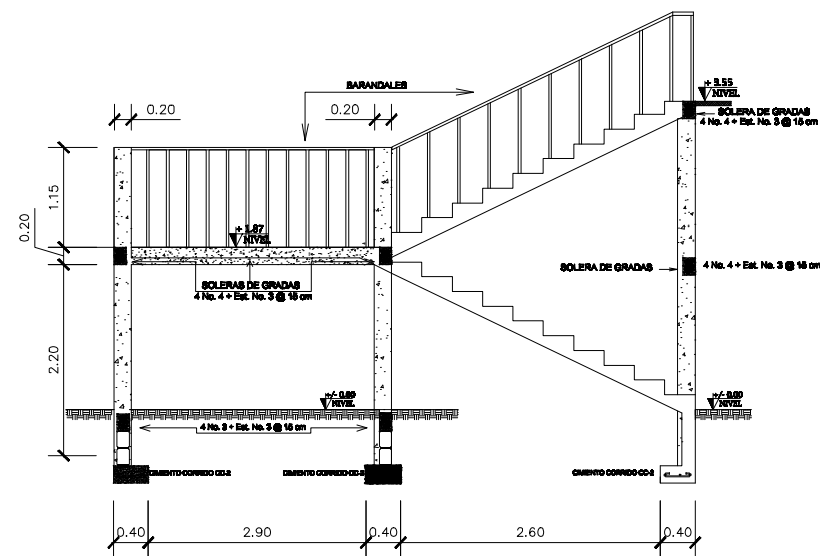
PLANTA ACOTADA MÓDULO DE GRADAS

Escala 1/50



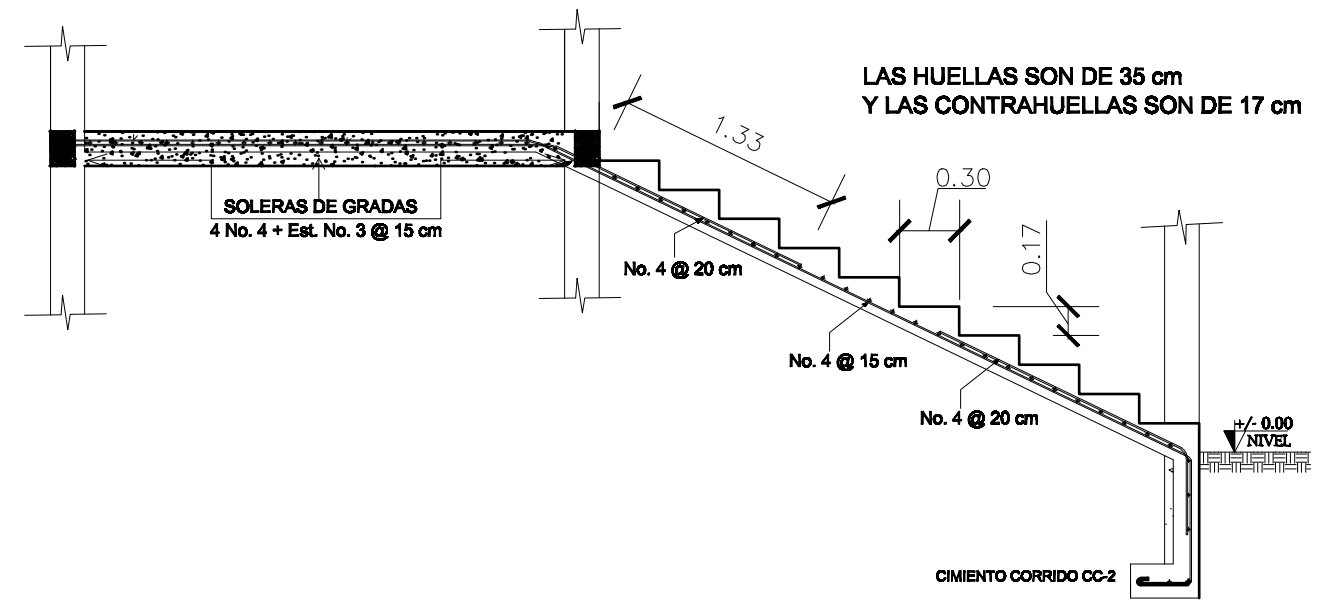
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS

Escala 1/50



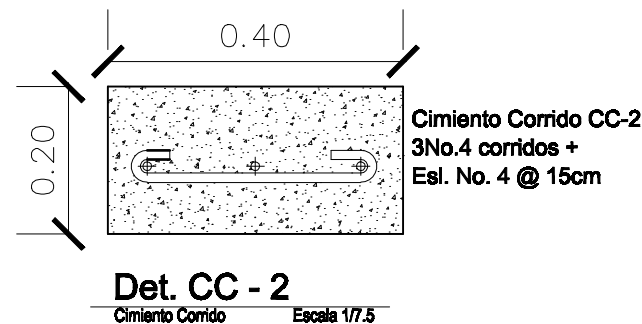
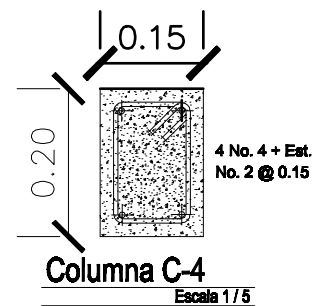
DETALLE DE GRADAS a - a'

Escala 1/50



ARMADO DE GRADAS

Escala 1/25



ESPECIFICACIONES

- $f_c = 280\text{kg/cm}^2$ o 4000psi
- $f_y = 2810\text{kg/cm}^2$ o 40000psi Agregado
- grueso = 1/2"
- V.S.P.(triaxial) = 120T/m²
- CARGAS VIVAS**
- Aulas = 300kg/m²
- Pasillos = 500kg/m²
- Techos = 100kg/m²
- Sobrecargas = 90kg/m²
- RECUBRIMIENTOS**
- Columnas: 4cm
- Cimentaciones: 7.5cm

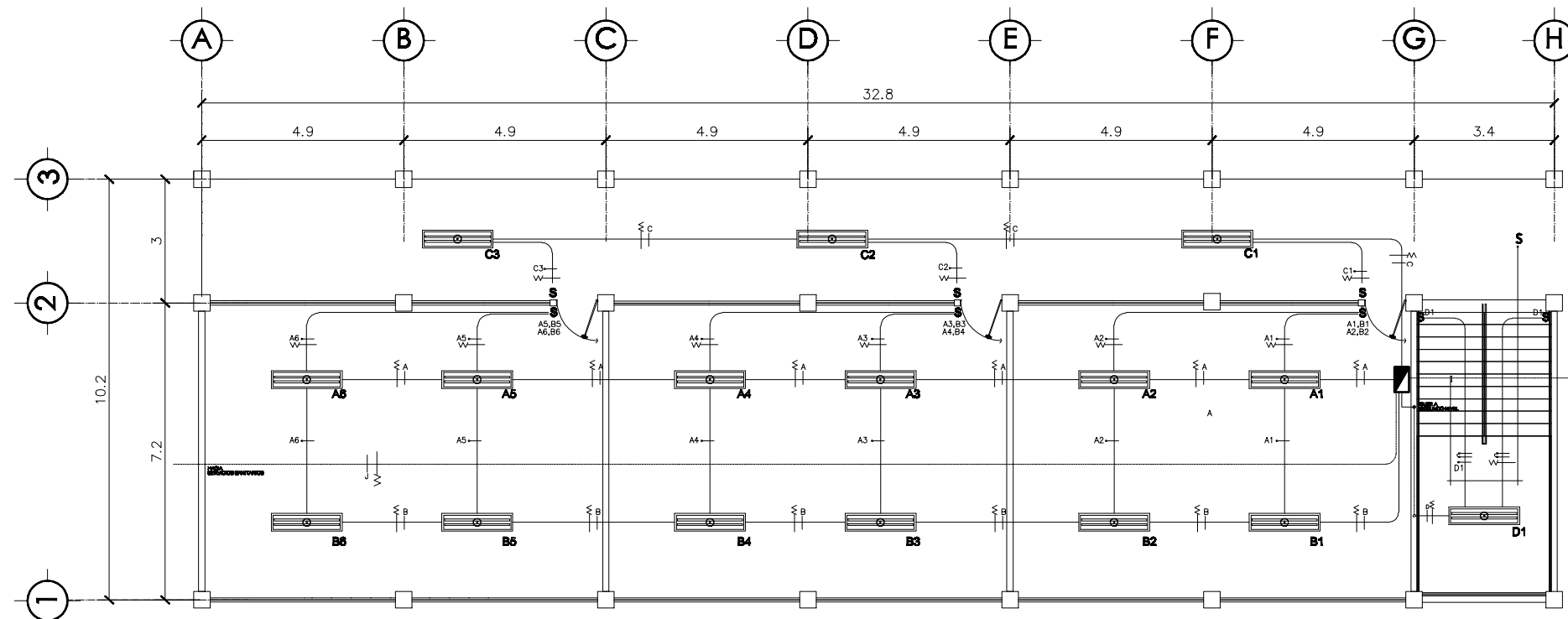
El radio de giro para los anclajes será de 4 veces el ϕ de la varilla.
GANCHOS STANDAR A 135°
 El doblé de cualquier gancho normal será de 4 veces el ϕ de la varilla, no menor de 6.5cm, ni mayor de 10cm.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
---	--	---

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **DETALLE DE GRADAS**

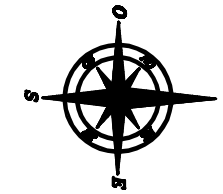
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS	CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS	ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008	HOJA 10 / 13
---	-------------------------------	-----------------



PLANTA ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



Simbolo	Descripción
	Tablero de distribución
	Línea neutra calibre 12 TW o indicado
	Línea de retorno
	Línea viva calibre 12 TW o indicado (- circuito A)
	Conductor punto Three Way
	Lámpara fluorescente de 40 Watts 2 tubos (modelo A-unidad 1)
	Interruptor simple H = 1.25 S.M.P.T. (modelo A-unidad 1)
	Interruptor doble H = 1.25 S.M.P.T.
	Tubo PVC cilíndrico o 3/4" e indicado empotrado en pared
	Tubo PVC cilíndrico o 3/4" e indicado empotrado en piso
	Tubo PVC cilíndrico o 3/4" e indicado empotrado en pared

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONDUCTORES:

EL CABLE A UTILIZAR, ENTRE LA ACOMETIDA Y EL TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA: UN CABLE CALIBRE 8.
 EL CABLE A UTILIZAR COMO LINEA VIVA O LINEA NEUTRA, EN TODO EL CIRCUITO DE ILUMINACION A TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA CALIBRE 12.Y EL QUE SE UTILIZARA COMO LINEA DE RETORNO SERA CALIBRE 12.

TODOS LOS CABLES O ALAMBRES SERAN NUEVOS DE TAMANO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA CUBIERTA EXTERIOR
 NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE).

DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA. DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR Y/O REPARAR.

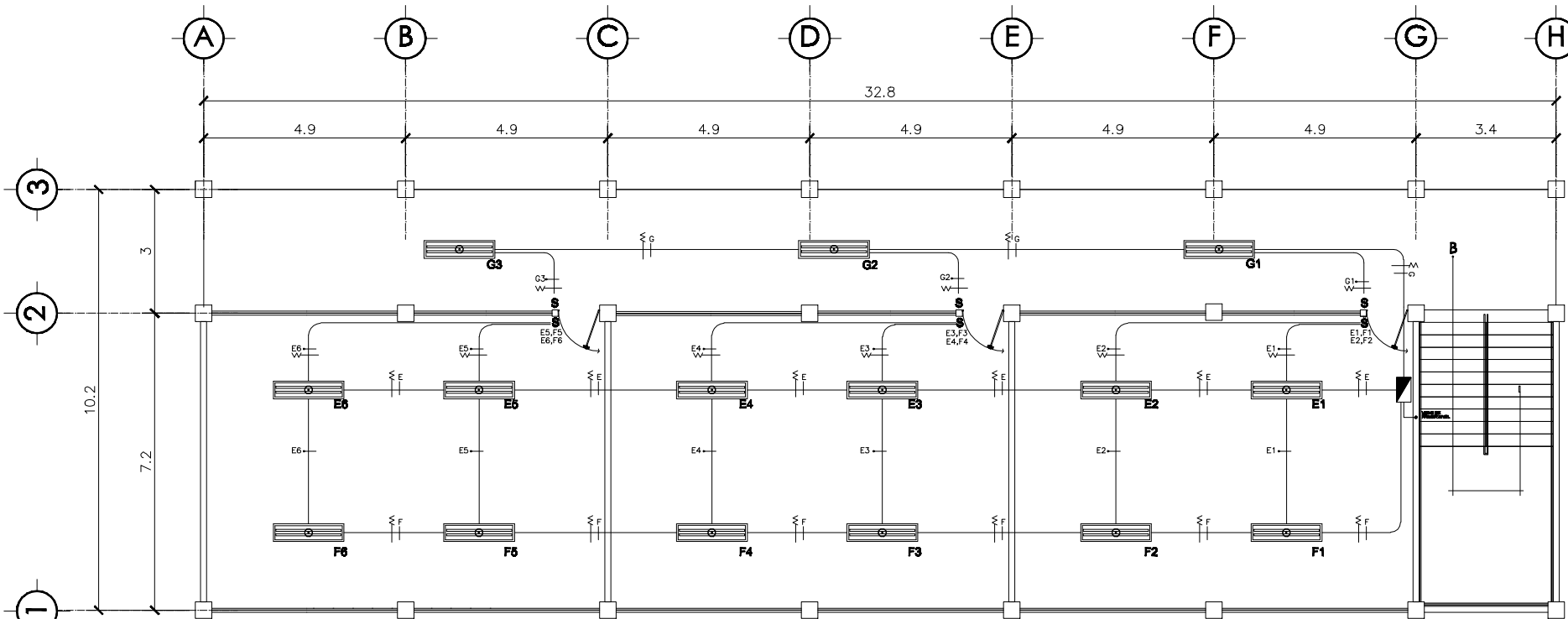
TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.

EL FLIP ON A UTILIZAR EN CADA CIRCUITO SERA DE 20 AMPERES.

CODIGO DE COLORES:

DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEC:

- ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA)
- BLANCO: LINEA NEUTRAL
- VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA)
- NEGRO: LINEA DE RETORNO



PLANTA ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECCIS 2004-12834
---	--	--

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN MÓDULO DE AULAS

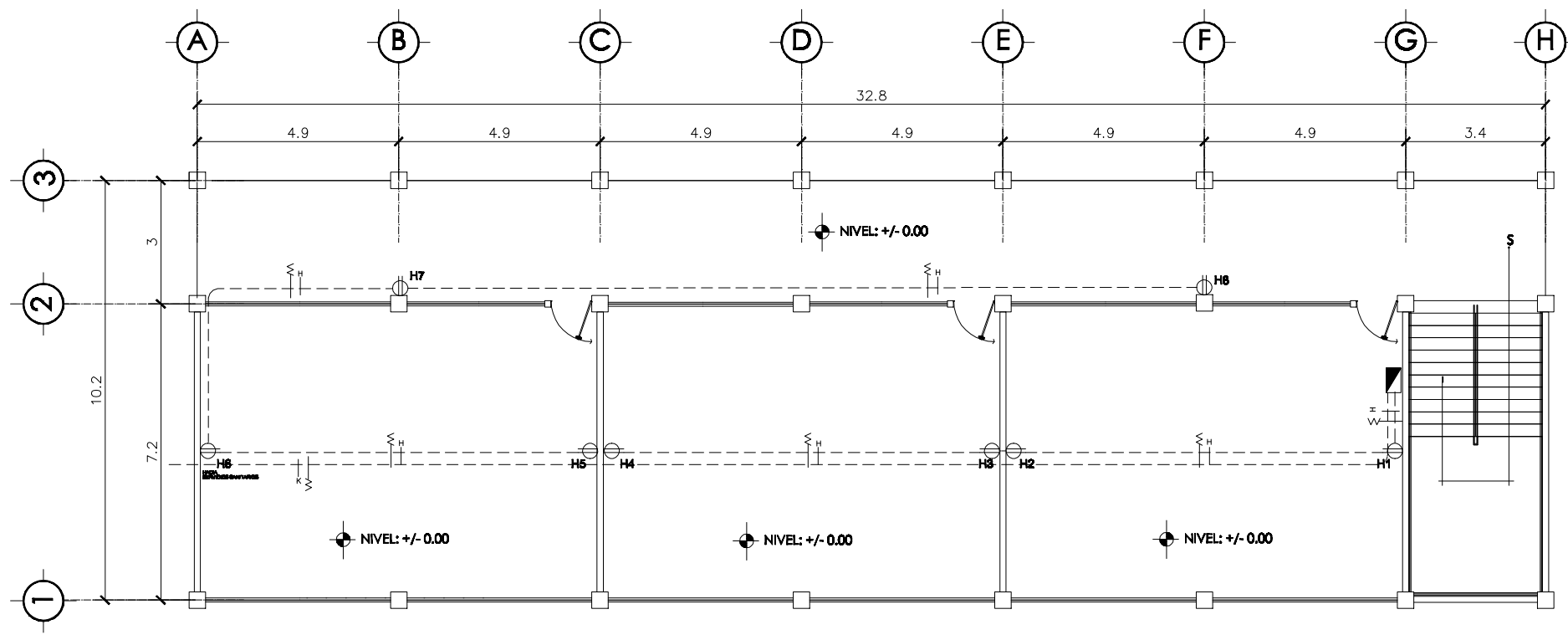
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECCIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECCIS

DIBUJO: MYNOR YAX ARRECCIS

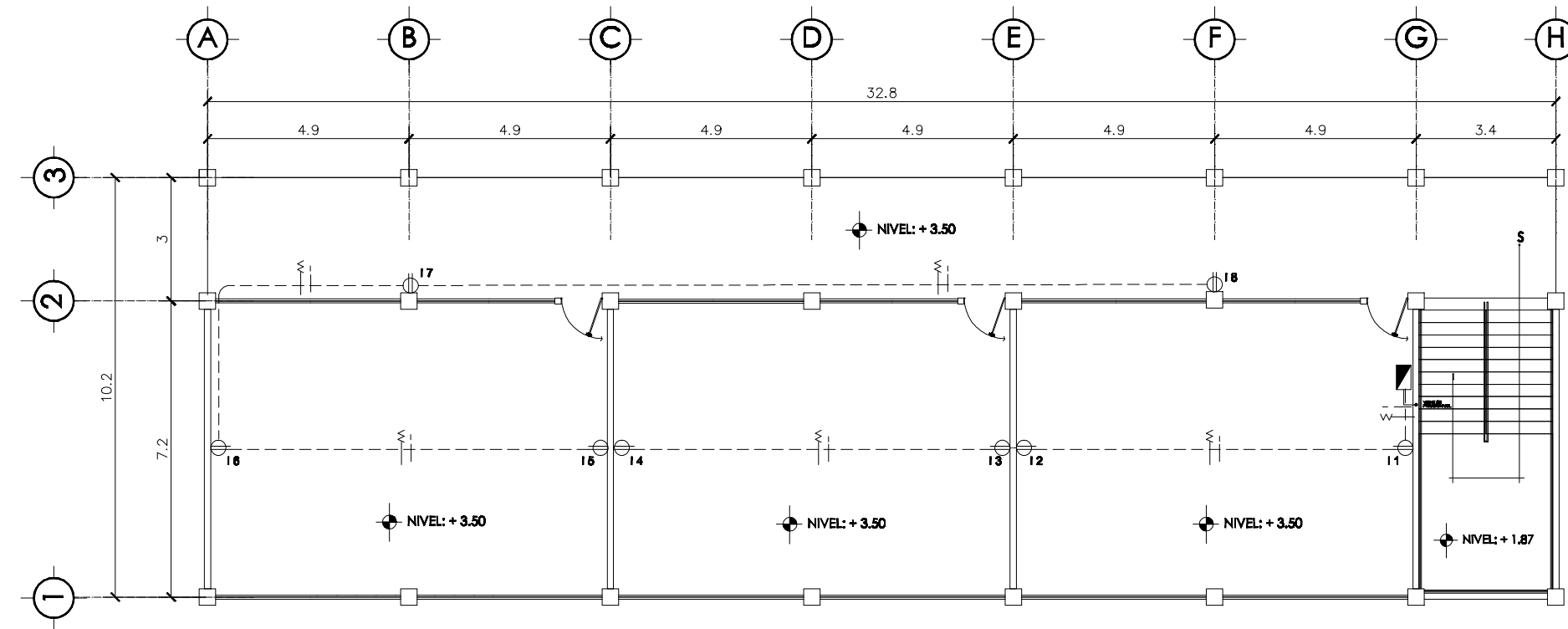
ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECCIS EPS 2008	HOJA A B C 12 / 13
---	--------------------------------	--------------------------



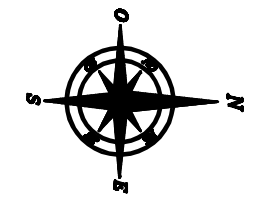
PLANTA FUERZA PRIMER NIVEL

ESCALA: 1 / 75



PLANTA FUERZA SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1 / 75



Simbología

Simbolo	Descripción
	Tablero de distribución
	Línea neutra calibre 12 TW e indicado
	Línea viva calibre 12 TW e indicado
	Toma corriente doble 120 V. H = 0.30 S.N.T.P.
	Tubo PVC eléctrico e 3/4" e indicado empotrado en losa
	Tubo PVC eléctrico e 3/4" e indicado empotrado en piso
	Tubo PVC eléctrico e 3/4" e indicado empotrado en pared

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONDUCTORES:
EL CABLE A UTILIZAR, ENTRE LA ACOMETIDA Y EL TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA: UN CABLE CALIBRE 8.
EL CABLE A UTILIZAR COMO LINEA VIVA O LINEA NEUTRA, EN TODO EL CIRCUITO DE ILUMINACION A TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA CALIBRE 12.Y EL QUE SE UTILIZARA COMO LINEA DE RETORNO SERA CALIBRE 12.

TODOS LOS CABLES O ALAMBRES SERAN NUEVOS DE TAMAÑO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA CUBIERTA EXTERIOR

NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE).

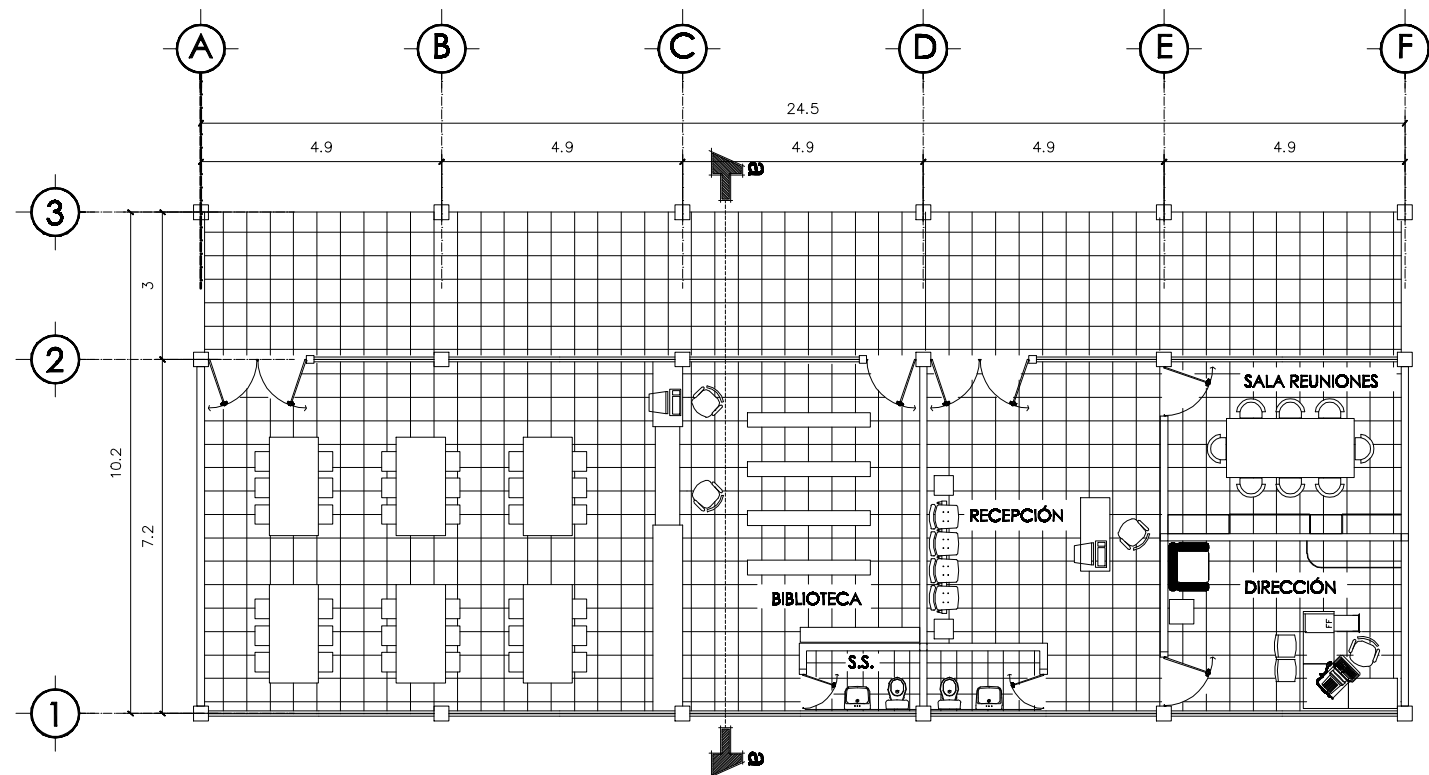
DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA. DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR Y/O REPARAR.

TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.

EL FLIP ON A UTILIZAR EN CADA CIRCUITO SERA DE 20 AMPERES.

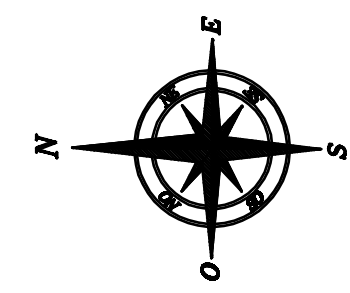
CODIGO DE COLORES:
 DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEC:
 - ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA)
 - BLANCO: LINEA NEUTRAL
 - VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA)
 - NEGRO: LINEA DE RETORNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA		
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA MÓDULO DE AULAS		
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS	CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS	
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS	ESCALA: INDICADA	
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS		MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008
		HOJA A B C 13 / 13



PLANTA AMUEBLADA

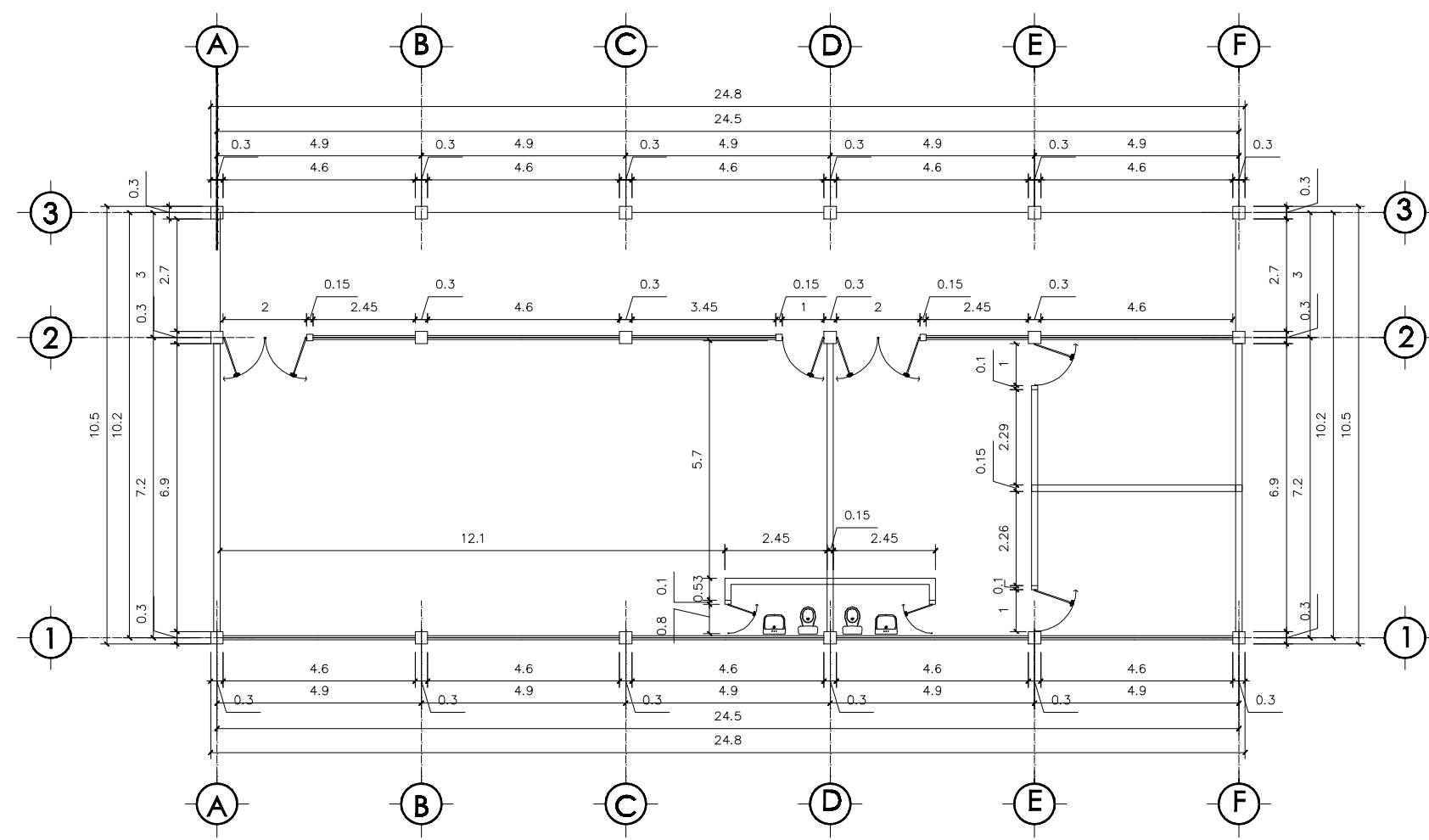
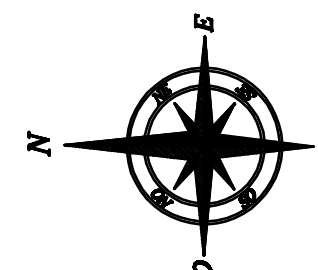
ESCALA: 1 / 75



ESPECIFICACIONES GENERALES:

- El acero deberá tener un $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$ grado 40 para losas, vigas, columnas secundarias y cimiento corrido, para columnas principales y zapatas deberá tener un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60.
- El concreto deberá tener un $f_c=280\text{kg/cm}^2$
- Relación agua cemento máxima permisible 25 Lts./saco de cemento.
- Proportcionamiento por M3, de concreto -0.53 M3 de arena de río 0.55 M3 piedrín (4000 psi).
- El agregado grueso, deberá tener diámetro mínimo de 1/2" y un máximo de 1/2".
- La tubería para agua pluvial es de 125 PSI con diámetro de 4".
- El agua a usarse será libre de acidez.
- El cemento a usarse será tipo Portland, conforme a la norma C-159 de la norma ASTM.
- El arena a usarse será de río.
- El valor soporte del suelo es de 120Ton/m2
- El peso específico del suelo es de 1.03Ton/m3
- El peso del concreto es de 2400kg/m3
- El recubrimiento para vigas es de 4cm.
- El recubrimiento para columnas es de 4cm.
- El recubrimiento para losas es de 4cm.
- El recubrimiento para cimientos es de 7.5cm.
- El block a usar será de 25kg/cm2.
- La lámina para puertas es calibre 1/16"
- La tubería para agua potable es de 250 PSI con diámetro de 3/4"
- La tubería de drenaje tendrá como mínimo 2% de pendiente
- La tubería de drenaje es de 160 PSI con diámetro de 3"

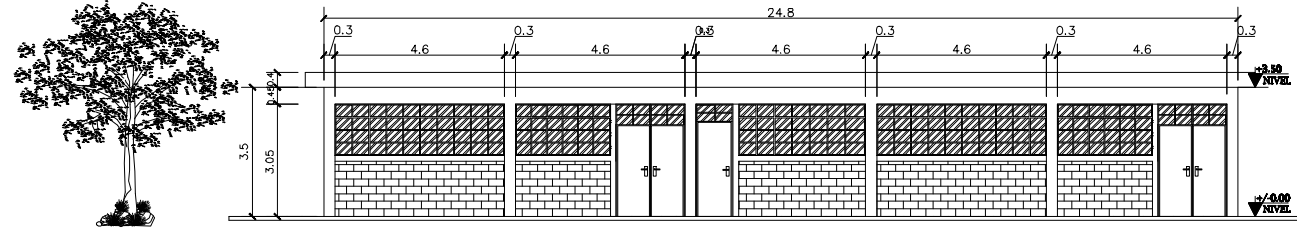
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA		
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA MÓDULO ADMINISTRATIVO		
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS	CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS	
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS	ESCALA: INDICADA	
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008	HOJA A C 1 11



PLANTA ACOTADA

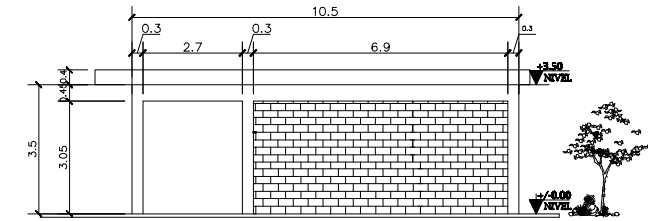
ESCALA: 1 / 75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA		
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA MÓDULO ADMINISTRATIVO		
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS	CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS	
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS	ESCALA: INDICADA	
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008	HOJA A 2 / 11 C



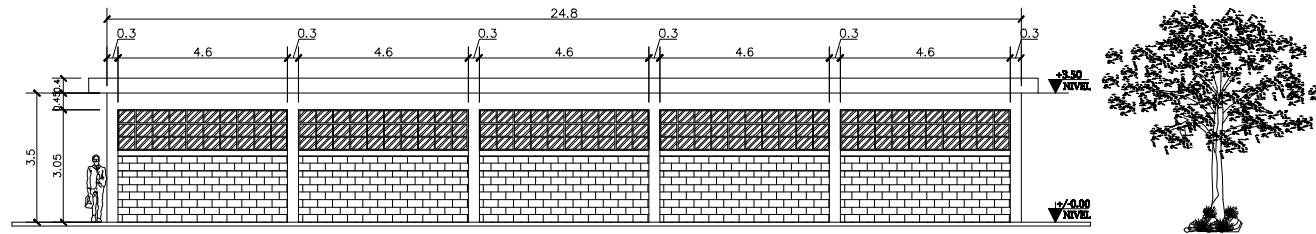
FACHADA FRONTAL

ESCALA: 1 / 100



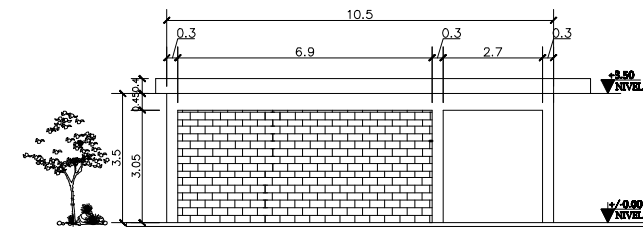
ELEVACIÓN SUR

ESCALA: 1 / 100



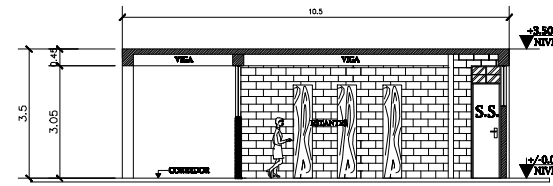
FACHADA POSTERIOR

ESCALA: 1 / 100



ELEVACIÓN NORTE

ESCALA: 1 / 100



SECCIÓN A-A

ESCALA: 1 / 100

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**

CONTENIDO: **ELEVACIONES Y SECCIONES MÓDULO ADMINISTRATIVO**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

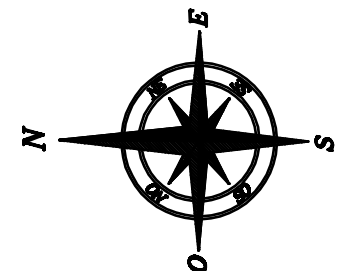
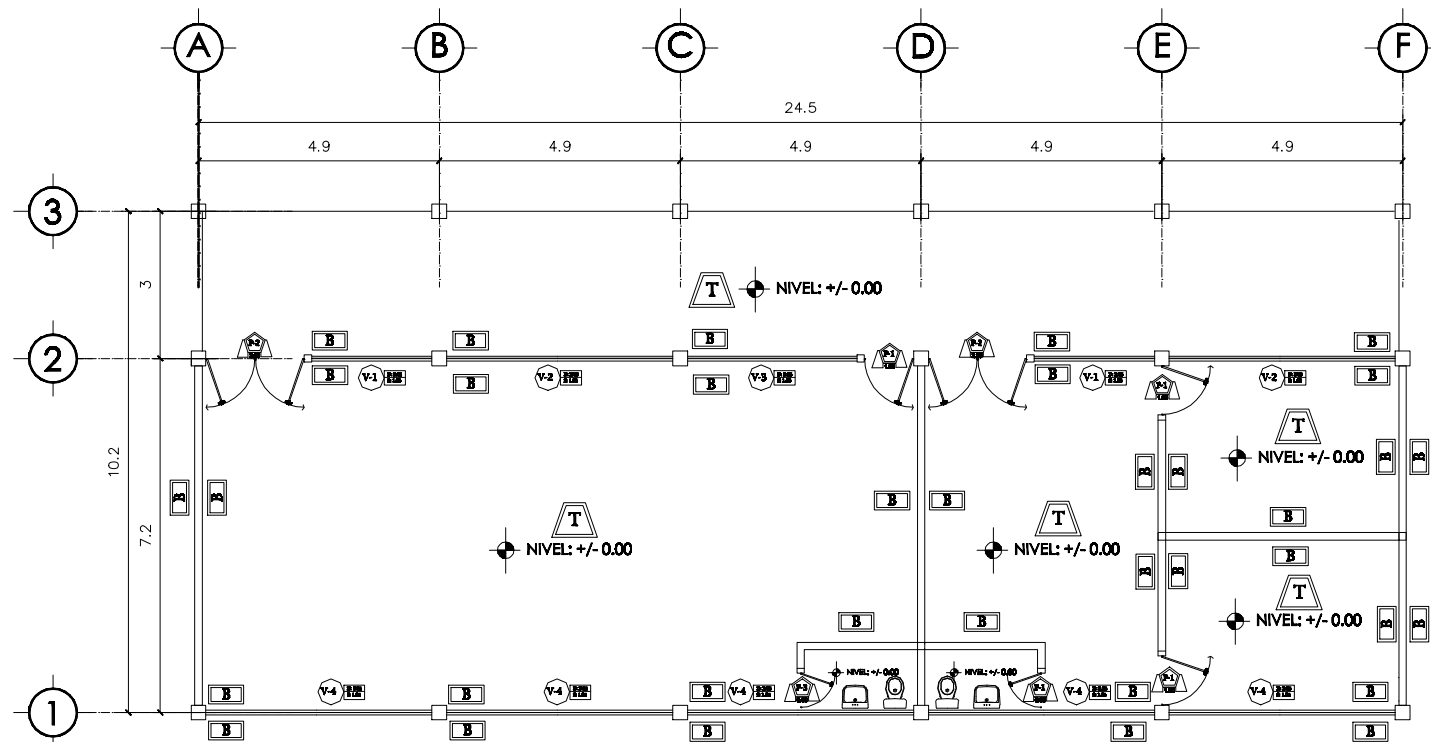
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
EPS 2008

HOJA
A B C
3 11



PLANILLA DE VENTANAS

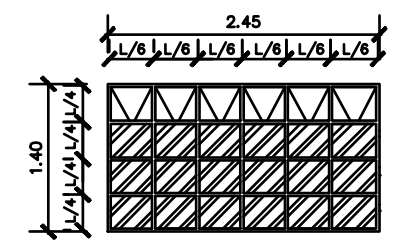
TIPO	ANCHO	SILLAR s.a.p.	DINTEL s.a.p.	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	2.45	1.85	3.05	Ventana de perfil de aluminio con vidrio	2
V-2	4.6	1.85	3.05	Ventana de perfil de aluminio con vidrio	2
V-3	3.45	1.85	3.05	Ventana de perfil de aluminio con vidrio	1
V-4	4.6	1.95	3.05	Ventana de perfil de aluminio con vidrio	5

PLANILLA DE PUERTAS

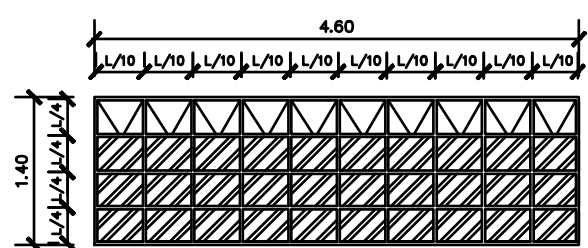
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	1.00	3.05 incluye sobre marco de 0.80	metal	3
P-2	2.00	3.05 incluye sobre marco de 0.80	metal	2
P-3	0.80	3.05 incluye sobre marco de 0.80	metal	2

PLANTA ACABADOS

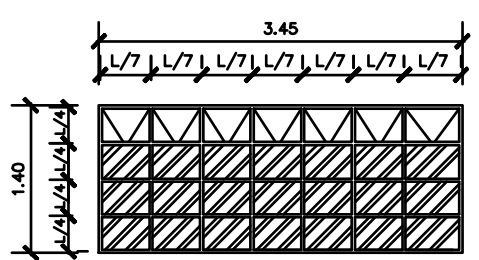
ESCALA: 1 / 75



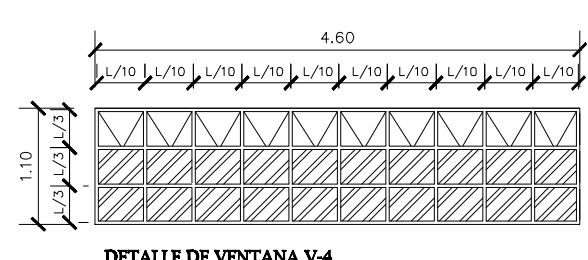
DETALLE DE VENTANA V-1 ESCALA: 1/40



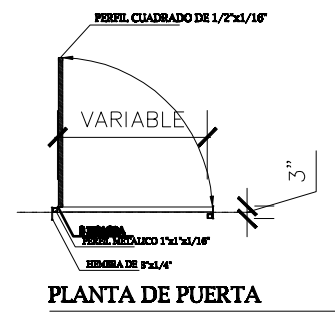
DETALLE DE VENTANA V-2 ESCALA: 1/40



DETALLE DE VENTANA V-3 ESCALA: 1/40



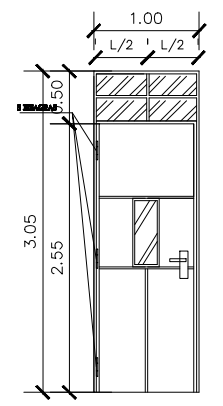
DETALLE DE VENTANA V-4 ESCALA: 1/40



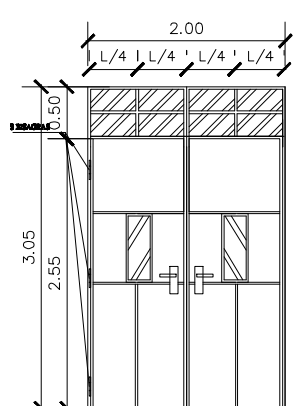
PLANTA DE PUERTA

Indica Tipo de Ventana: **V-2** Indica Altura de Cieloraso: **3.05** Indica Altura de Sillar: **3.15**

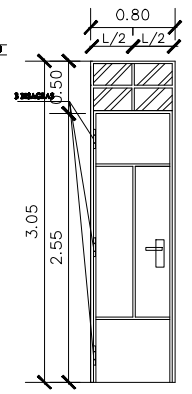
Indica Tipo de Puerta: **P-1** Indica Ancho de Vano



DETALLE PUERTA P-1 ESCALA: 1/40



DETALLE PUERTA P-2 ESCALA: 1/40



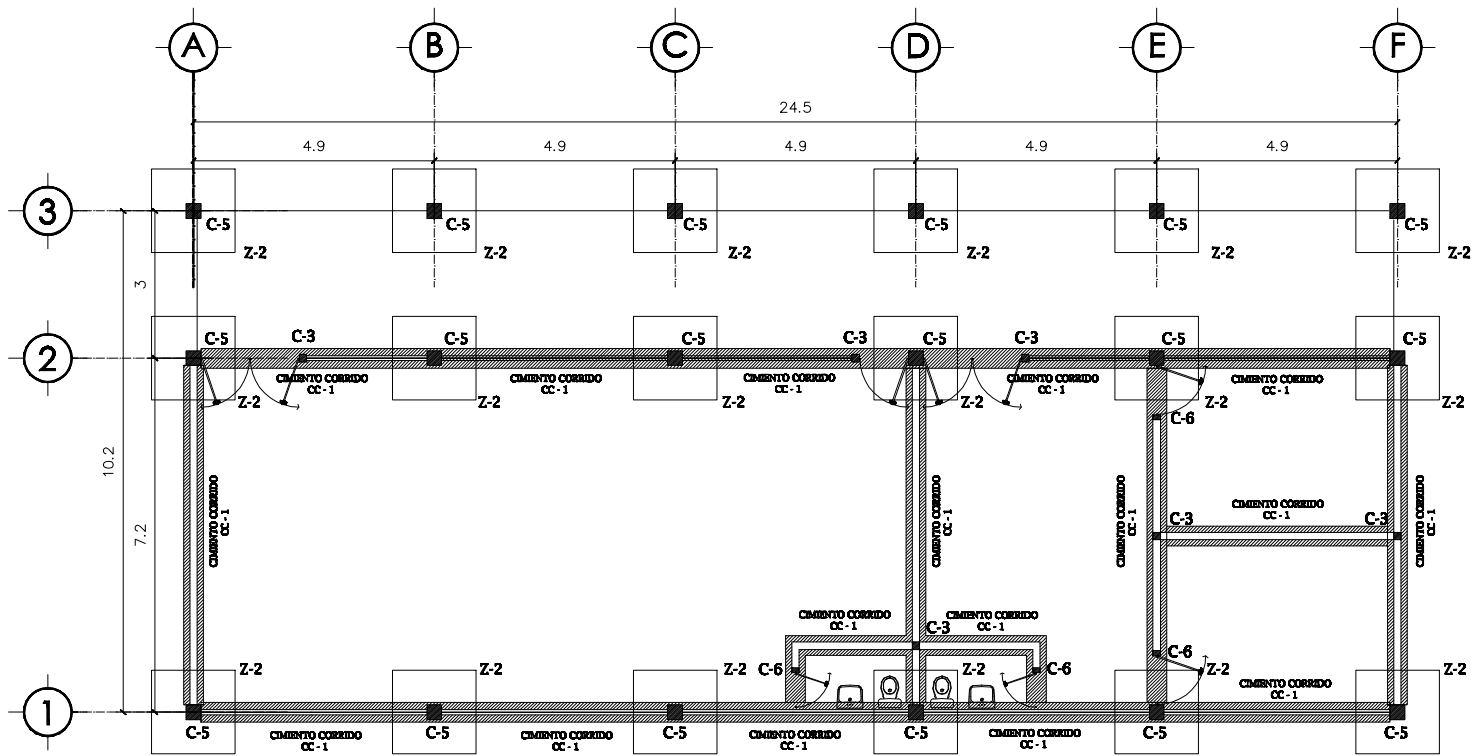
DETALLE PUERTA P-3 ESCALA: 1/40

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECCIS 2004-12834

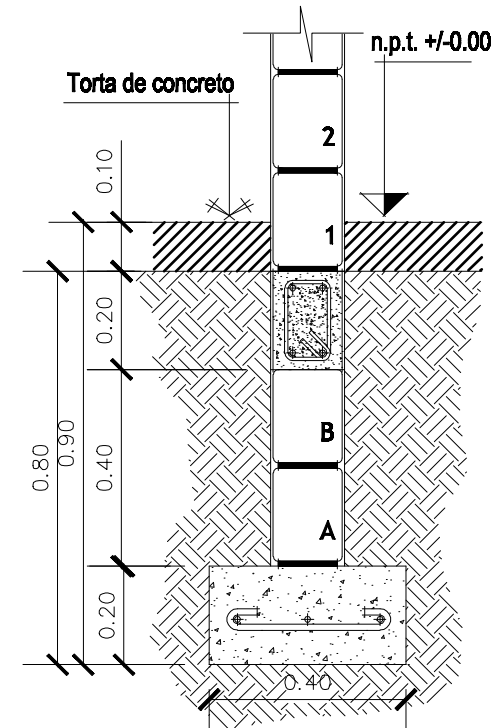
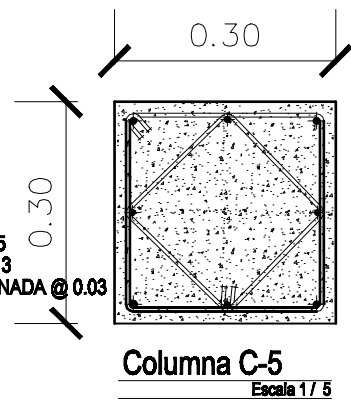
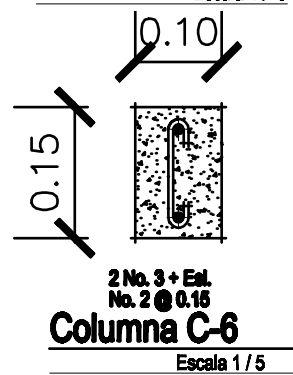
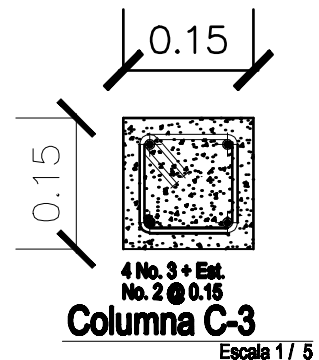
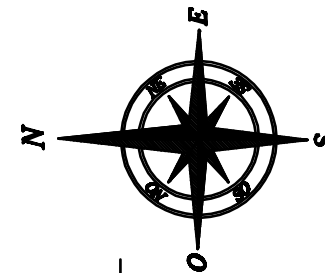
PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **PLANTA DE ACABADOS MÓDULO ADMINISTRATIVO**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECCIS CALCULO: MYNOR YAX ARRECCIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECCIS ESCALA: INDICADA

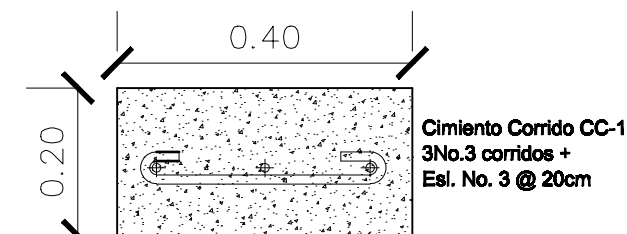


PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS

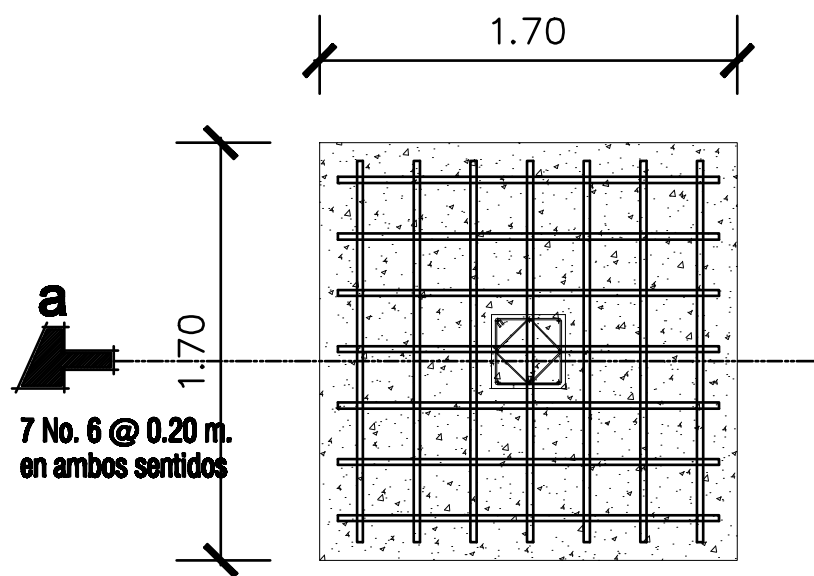
ESCALA: 1 / 75



Det. Cimiento Corrido
Escala 1 / 10

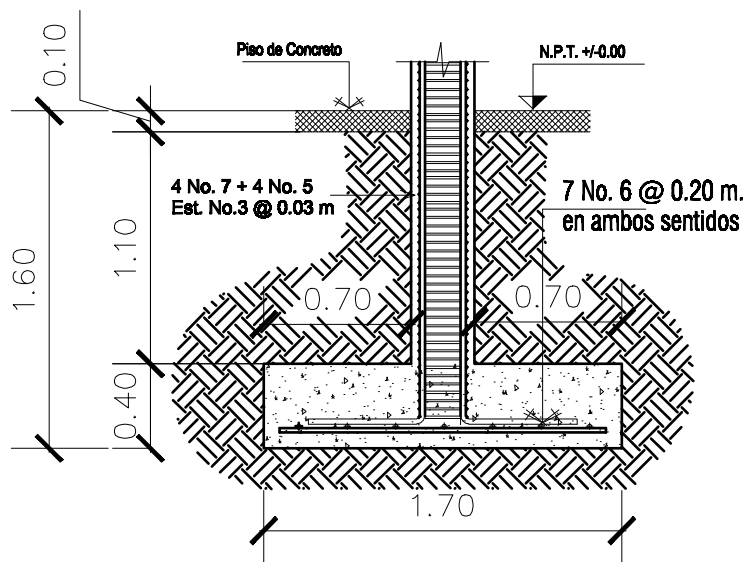


Det. CC - 1
Cimiento Corrido Escala 1/5



Zapata Z-2

Escala 1 / 15



SECCIÓN a-a'

Escala 1/17.5

ESPECIFICACIONES

$f_c = 280\text{kg/cm}^2$ o 4000psi
 $f_y = 4210\text{kg/cm}^2$ o 60000psi para zapatas y columnas C-5, 2810kg/cm² o 40000psi para cimiento corrido y columnas secundarias (c-6 y c-3).
 Agregado grueso = 1/2" V.S.P.(triaxial) = 120T/m²
CARGAS VIVAS
 Aulas = 300kg/m²
 Pasillos = 500kg/m²
 Techos = 100kg/m²
 Sobrecargas = 90kg/m²
RECUBRIMIENTOS
 Columnas: 4cm
 Cimentaciones: 7.5cm

El radio de giro para los anclajes será de 4 veces el ϕ de la varilla.

GANCHOS ESTÁNDAR A 135°

El diámetro de cualquier gancho normal será de 4 veces el ϕ de la varilla, no menor de 6.5cm, ni mayor de 10cm.

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



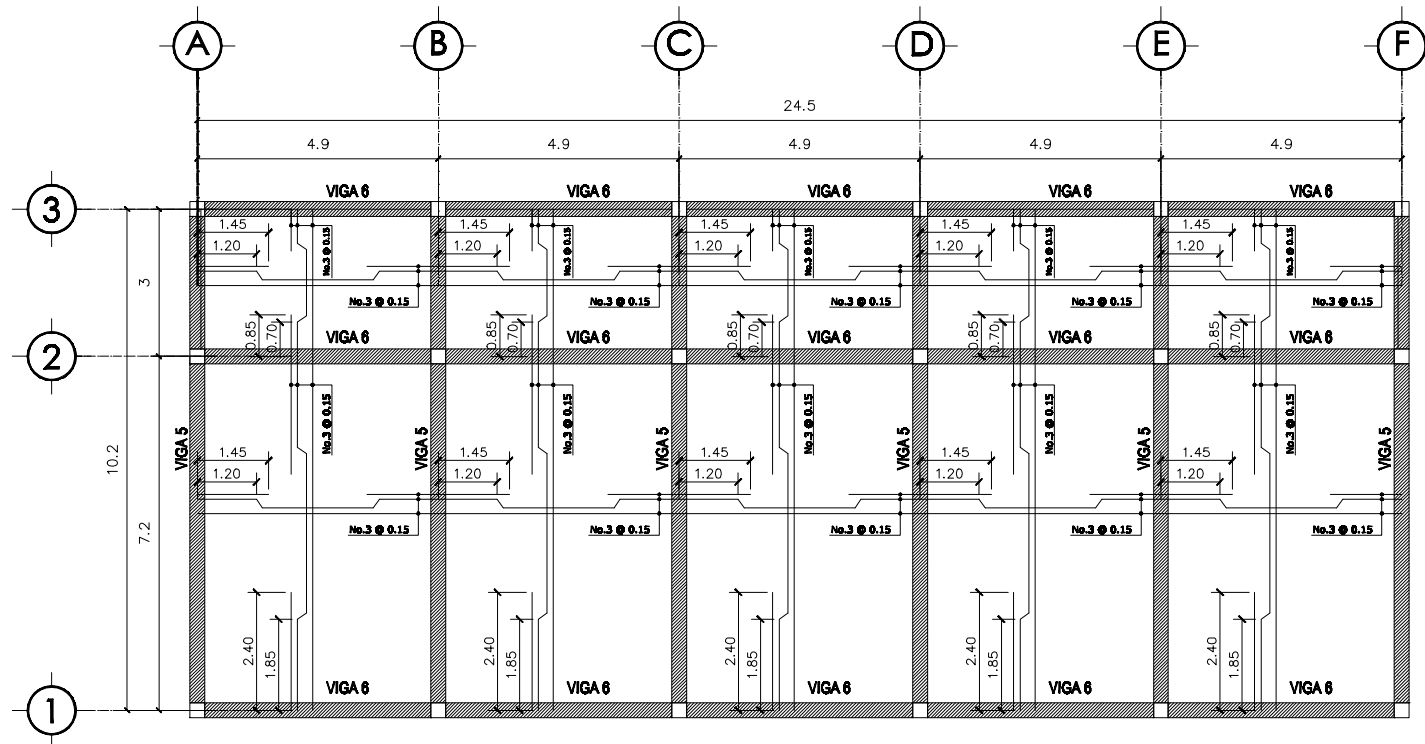
MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **CIMENTOS Y COLUMNAS MÓDULO ADMINISTRATIVO**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS
 CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
 ESCALA: INDICADA

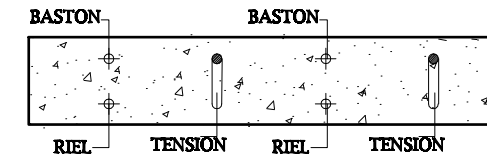
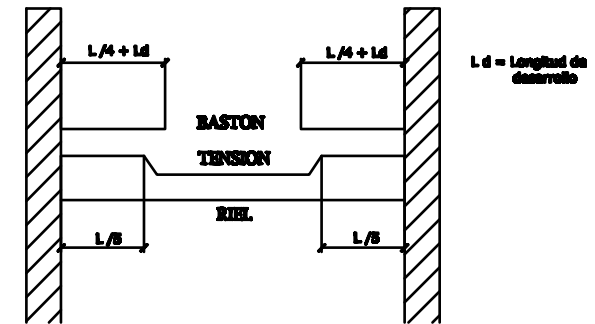
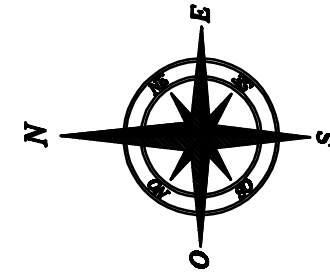
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS
 MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008

HOJA
 A C
 5 11

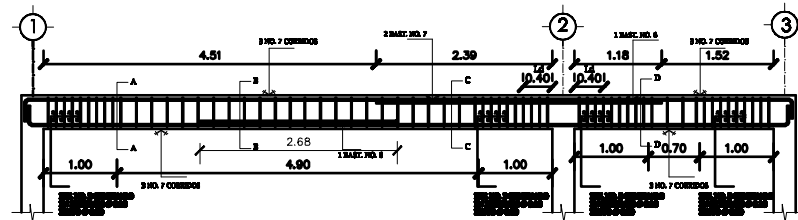


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS

ESCALA: 1 / 75

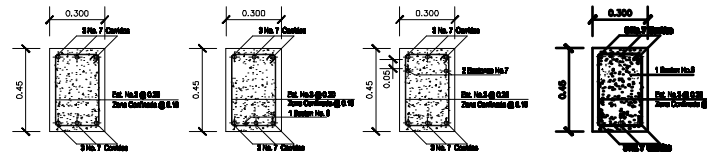


SECCION LOSA



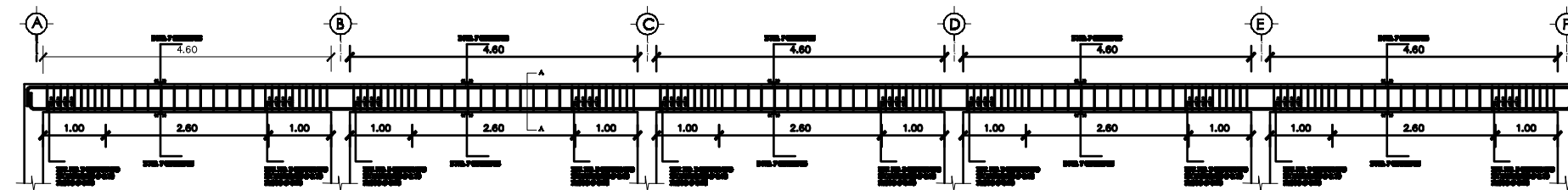
DETALLE VIGA 5

Escala 1/50



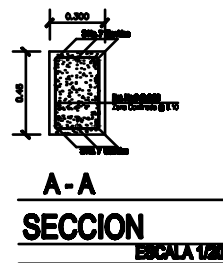
SECCIONES

ESCALA 1/20



DETALLE VIGA 6

Escala 1/20



A-A SECCION ESCALA 1/20

- ESPECIFICACIONES**
 $f'c = 280\text{kg/cm}^2$
 $f_y = 2810\text{kg/cm}^2$ (losas y vigas)
 Block pomez $f_m = 25\text{kg/cm}^2$
 Agregado grueso = $1/2''$
CARGAS VIVAS
 Aulas = 300kg/m^2
 Pasillos = 500kg/m^2
 Techos = 100kg/m^2
 Sobrecargas = 90kg/m^2
RECUBRIMIENTOS
 Losas: 2.5cm
 Vigas: 4cm

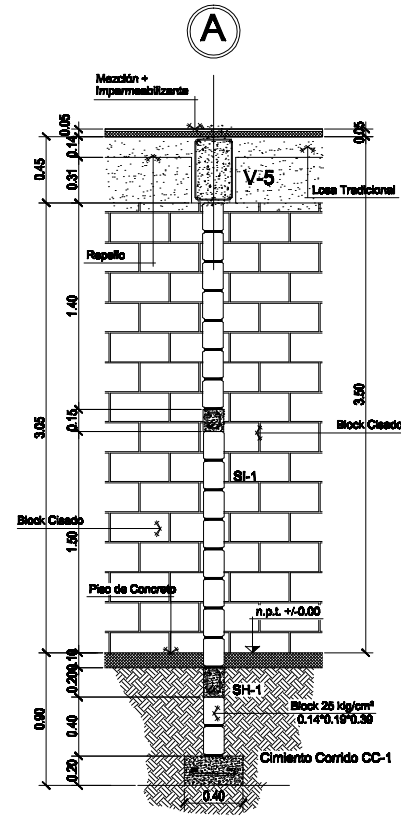
El radio de giro para los anclajes será de 4 veces el ϕ de la varilla.
GANCHOS ESTÁNDAR A 135°
 El doblaje de cualquier gancho normal será de 4 veces el ϕ de la varilla, no menor de 6.5cm, ni mayor de 10cm.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECCIS 2004-12834
---	--	--

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **PLANTA DE VIGAS Y LOSAS MÓDULO ADMINISTRATIVO**

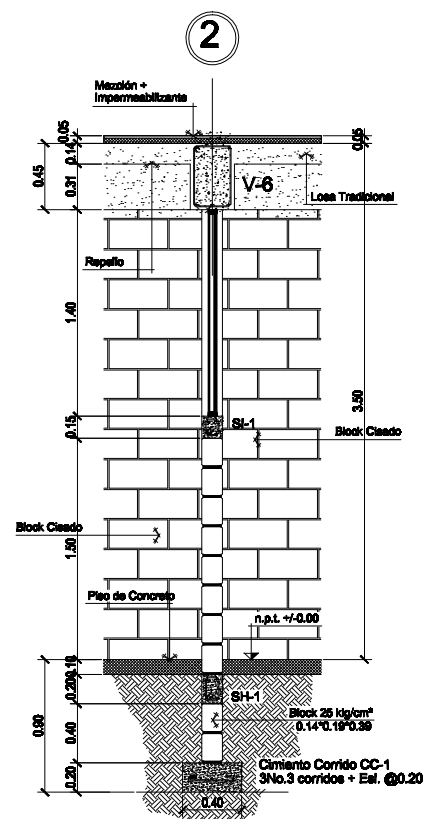
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECCIS CALCULO: MYNOR YAX ARRECCIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECCIS ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECCIS EPS 2008	HOJA 6 / 11
---	--------------------------------	----------------



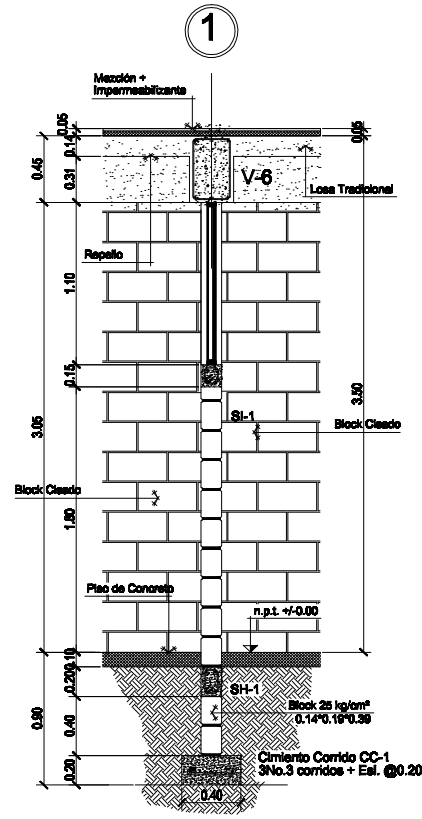
Corte No.1

Muro Escala 1/25



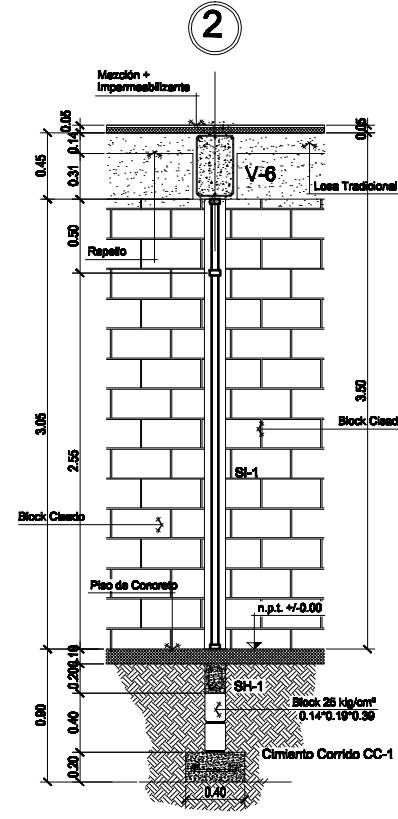
Corte No.2

Ventanas frontales Escala 1/25



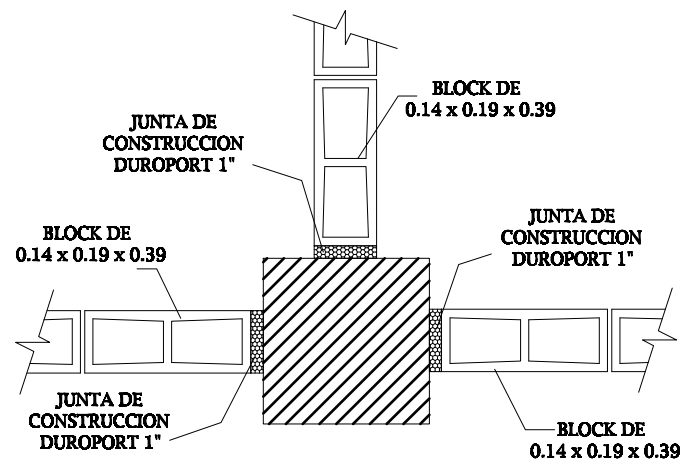
Corte No.3

Ventanas posteriores Escala 1/25

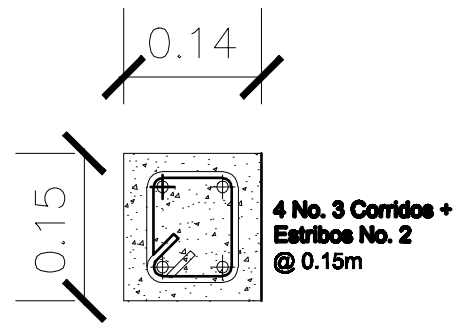


Corte No.4

Puertas Escala 1/25

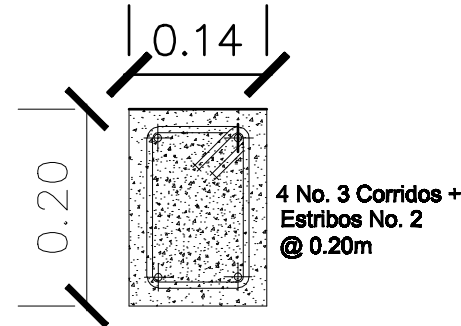


DETALLE JUNTA MURO - COLUMNA



Det. SI-1

Solera intermedia Escala 1/7.5



Det. SH-1

Solera de humedad Escala 1/7.5

NOTA:
- LOS MUROS SON DE DIVISION, NO TIENEN FUNCION ESTRUCTURAL.

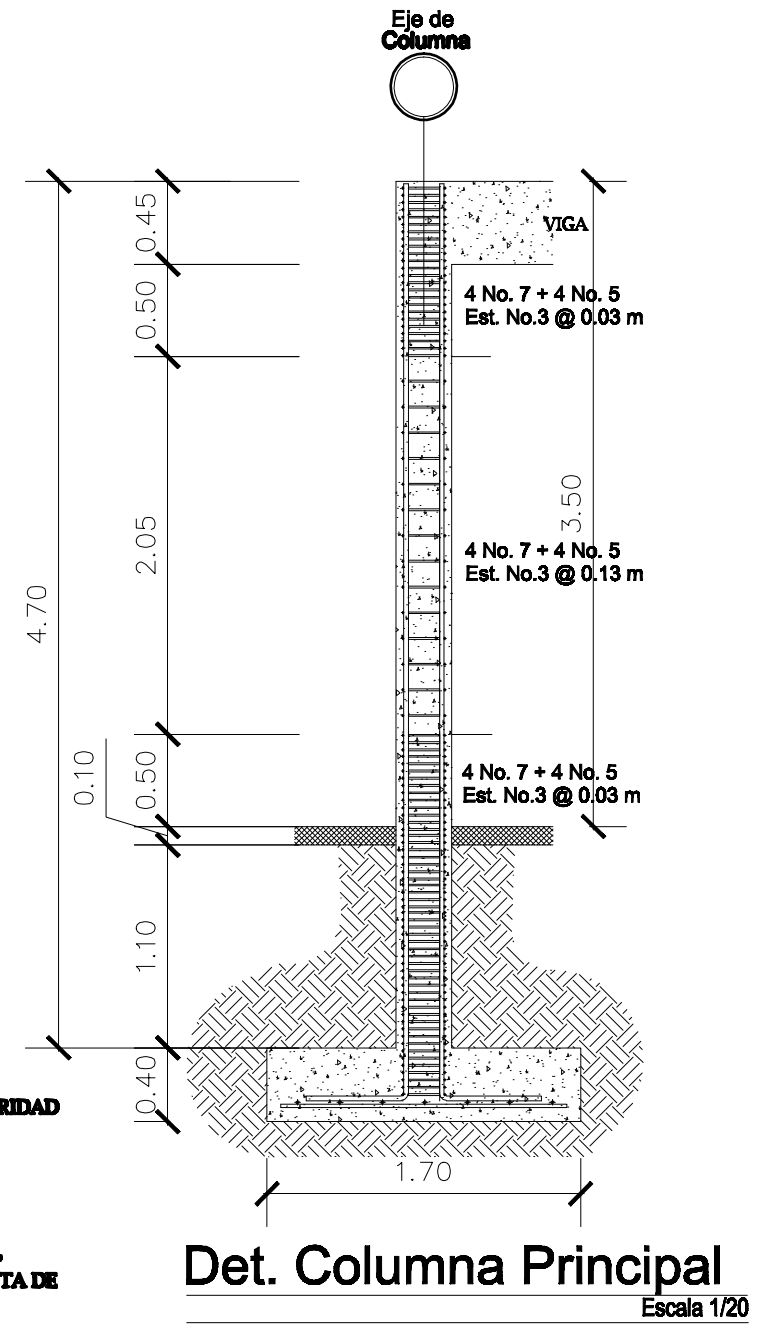
- EL CIMIENTO SE COLOCA POR SEGURIDAD EN LOS MUROS.

- LOS MUROS NO DEBEN ESTAR CONECTADOS A LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES (COLUMNAS, VIGAS, LOSAS, ZAPATAS.) SE UTILIZARÁ JUNTA DE CONSTRUCCION-DUROPORT DE 1".

ESPECIFICACIONES

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4210 \text{ kg/cm}^2$ (col. y zapatas)
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (muros y c.c.)
 Agregado grueso = 1/2"
RECUBRIMIENTOS
 Columnas: 4cm
 Cimientos: 7.5cm

El radio de giro para los anclajes será de 4 veces el ϕ de la varilla.
GANCHOS STANDAR A 135°
 El doblé de cualquier gancho normal será de 4 veces el ϕ de la varilla, no menor de 6.5cm, ni mayor de 10cm.



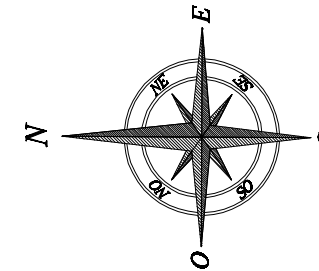
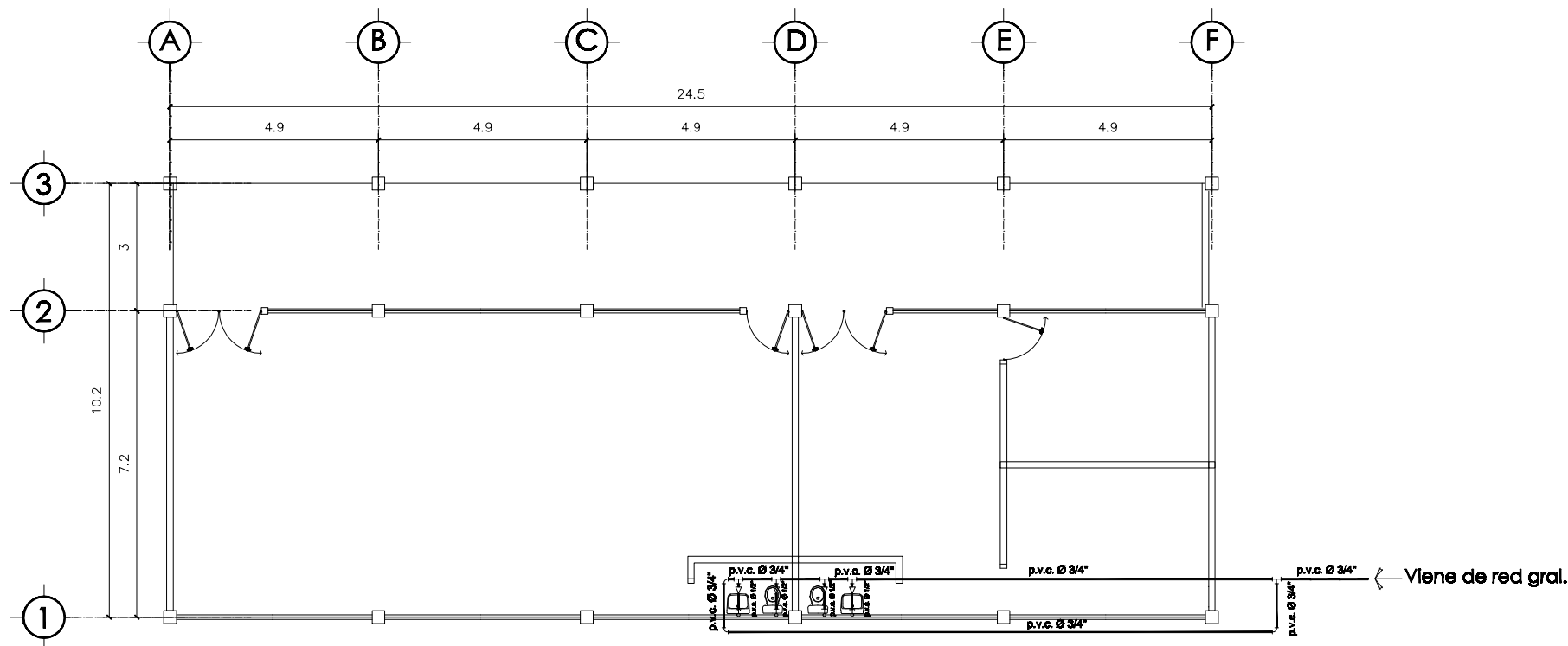
Det. Columna Principal

Escala 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
---	--	---

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
 CONTENIDO: DETALLE DE MUROS Y COLS. MÓDULO ADMINISTRATIVO

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS
 CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
 ESCALA: INDICADA



SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TE DE PLANTA
	TE DE PVC PERFIL
	CODO PVC 90° PLANTA
	CODO PVC 90° PERFIL
	TUBO PVC ø3/4" O INDICADO
	REDUCTOR PVC DE ø 3/4" A ø 1/2

PLANTA DE INSTALACIÓN AGUA POTABLE

ESCALA: 1 / 75

NOTA:

- LA TUBERÍA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA SE ENCUENTRA A 0.30MTS. DEL NIVEL 0.00 LA ACOMETIDA COMO LAS INTERNAS DE LA INSTALACION.

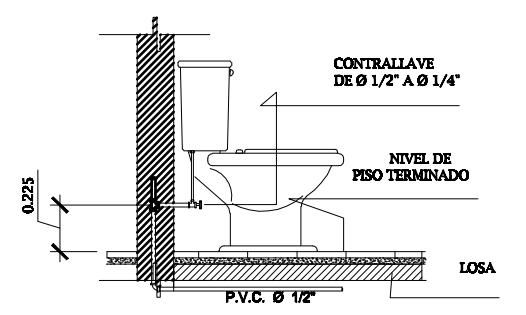
- EL DIAMETRO DE LA TUBERÍA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION ES DE 3/4" Y TODAS LAS ESPERAS PARA APARATOS SON DE 1/2".

- LAS UNIONES ENTRE TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC, SE HARÁN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RÁPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO, EN LAS UNIONES CON ROSCA SE UTILIZARÁ CINTA TEFLÓN.

ESPECIFICACIONES:

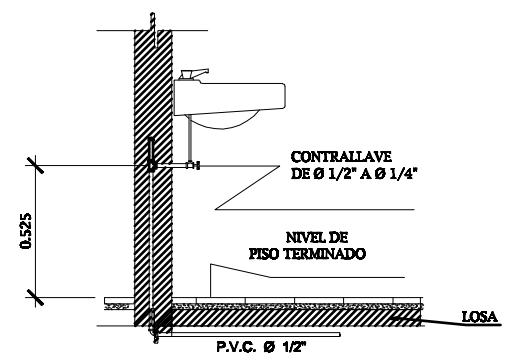
PARA UNIR LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC SE USARÁ PEGAMENTO MARCA TANGIT.

- ANTES DE LA DESINFECCIÓN DE LA TUBERÍA, ESTA DEBERÁ LLENARSE PARA ELIMINAR BOLSAS DE AIRE Y SERVIR DE LAVADO INICIAL CON LA TUBERÍA YA VACÍA DEBERÁ APLICARSE LENTAMENTE EL AGUA CON EL DESINFECTANTE, CON UNA MEZCLA DE CLORO Y AGUA NO MENOR DE 50PPM O POR OTRO MÉTODO EQUIVALENTE DEJÁNDOSE LLENA CON ESTA MEZCLA DE RED POR UN PERÍODO DE 8 HORAS COMO MÍNIMO.
- AL FINALIZAR EL PERÍODO DE 8 HORAS SE DRENARÁ LA TUBERÍA Y EL CLORO RESIDUAL NO SERÁ MENOR DE 0.5PPM. EN CASO CONTRARIO DEBERÁ REPETIRSE LA OPERACIÓN HASTA LOGRARSE EL RESULTADO DESEADO.



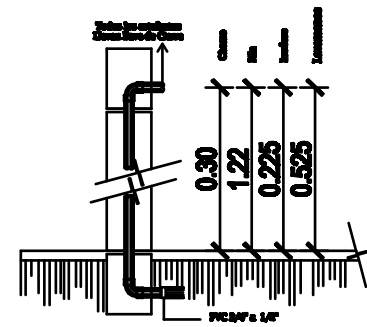
INODORO PRIMER NIVEL

ESC:1/17.5

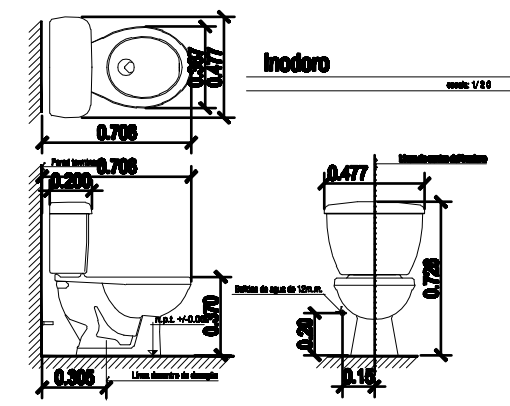


LAVAMANOS PRIMER NIVEL

ESC:1/17.5

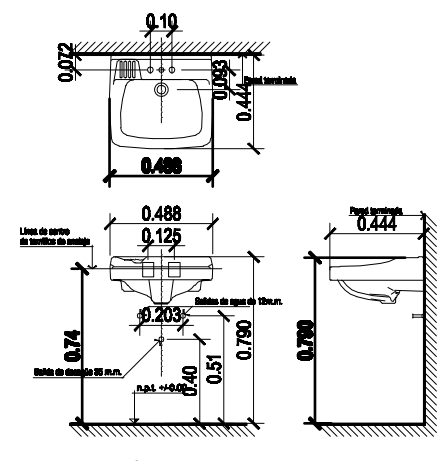


DETALLE



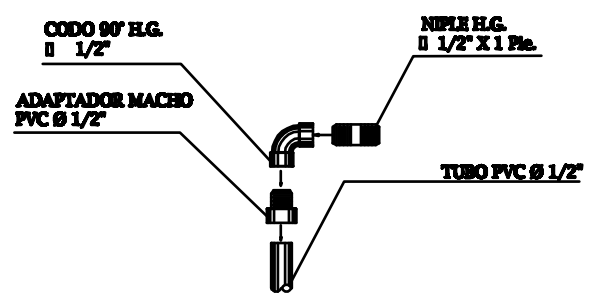
Inodoro

esc: 1/20



Lavamanos

esc: 1/20



DETALLE

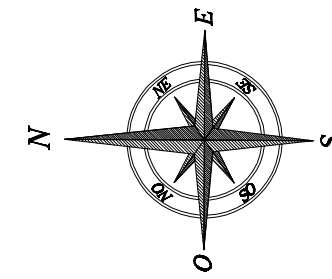
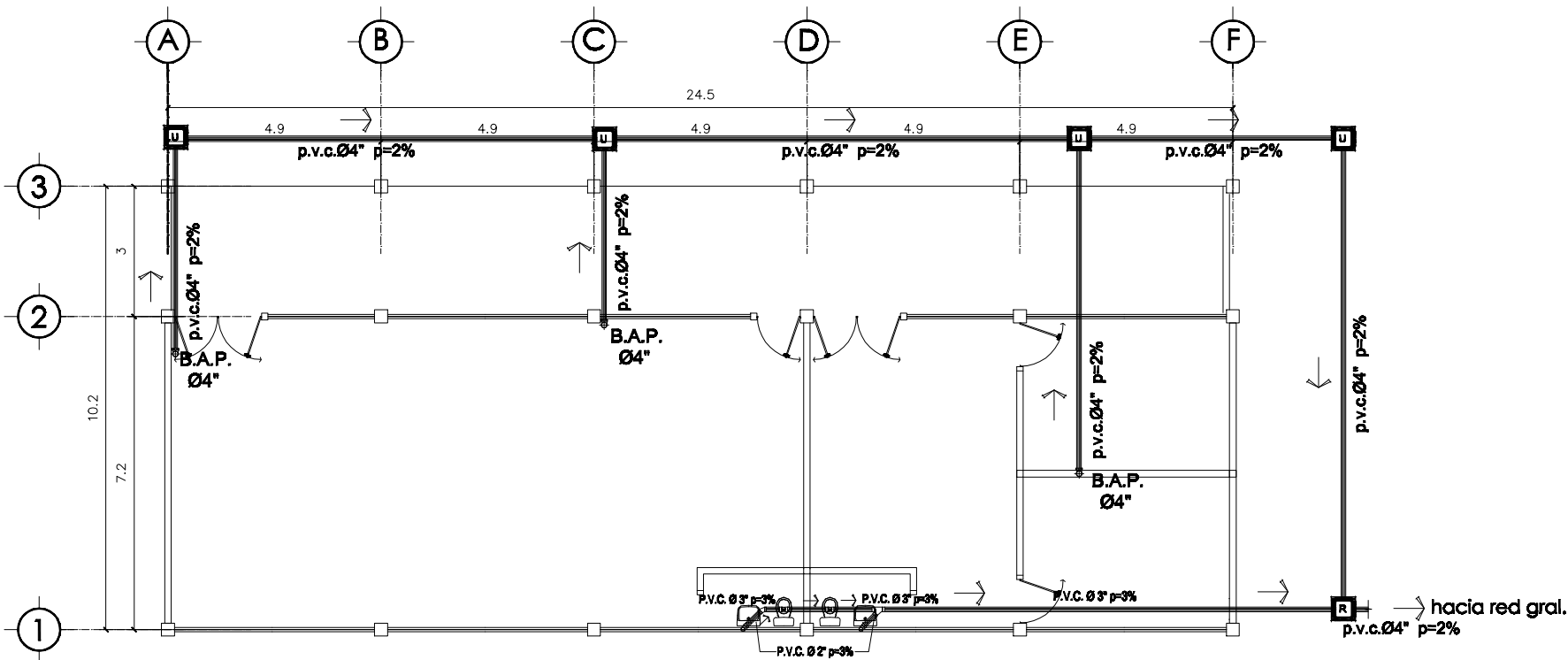
ESPERA PARA ATRACTOS

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECS 2004-12834

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
CONTENIDO: INSTALACIÓN HIDRÁULICA MÓDULO ADMINISTRATIVO

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECS
CALCULO: MYNOR YAX ARRECS
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECS
ESCALA: INDICADA



NOTA:
LAS BAJADAS DE AGUA FENIVAL O AGUAS NEGRAS, SE DEBERÁN CUBRIR CON PELLINO, LA CUAL DEBERÁN ESTAR CUBIERTAS CON UN MÍNIMO DE 4 CM.

LAS TUBERIAS NO DEBERÁN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.

TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERÁN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.

PENDIENTE AGUAS NEGRAS : 3%
PENDIENTE AGUAS PLUVIALES : 2%

ESPECIFICACIONES

ACCESORIOS

TODOS LOS ACCESORIOS SERÁN DE CROMADO O SÓLIDAMENTE EN CROMADO QUE CUMPLAN CON LA NORMA ASTM D 2968

CAJAS

CONCRETO— 1200x75x50MM GRIS, ARMA DE B.O. FIERRA, AGUA LACRILLO— TIPO TAVIJO DE 6.00mm, 2.01mm, 3.03mm.
MATERIAL AMARILLO— 1cm CONCRETO GRIS, ARMA DE B.O. MORTERO DE JUNTA— 1.5 CM CONCRETO GRIS, ARMA DE B.O.
LAS ALTURAS DE LAS CAJAS SERÁN VARIABLES, DEPENDIENDO DE LAS COTAS DE ENTRADA Y SALIDA DE LA TUBERIA, ESTAS ALTURAS NO DEBERÁN SER MENORES A LAS INDICADAS EN LOS DETALLES.

JUNTAS

TODAS LAS JUNTAS ENTRE TUBERIA Y ACCESORIOS DEL SISTEMA, SERÁN IMPERMEABLES A LOS GASES Y CON CAPACIDAD DE SOPORTAR EL FLUJO DE AGUA. EL SOLVENTE A UTILIZAR, DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D 2964

TUBERIA

LA PRESIÓN DE TRABAJO DEBE SER DE 160 LIBRAS SOBRE PULGADA CUADRADA PARA DISEÑAR. PARA LAS UNIONES UTILIZAR CEMENTO SOLVENTE DE PRESERVENCIA DE SECADO LENTO, SIGUIENDO LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE, ANTES DE APLICAR EL SOLVENTE A LA JUNTA, ESTA SE LIMPIARÁ Y SE LIJARÁ HASTA TENER UNA SUPERFICIE APROPIADA; LUEGO SE CUBRIRÁN AMBOS EXTREMOS CON EL SOLVENTE. LAS UNIONES DEBERÁN HACERSE CON EL TIPO DE CEMENTO SOLVENTE REQUERIDO, INDEPENDIENDO DEL DIÁMETRO. PARA LA UTILIZACIÓN DEL CEMENTO SOLVENTE DEBEN SIGUIRSE LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE DE PRESERVENCIA SE UTILIZARÁ. SOLVENTE DE SECADO LENTO, MANTENIENDO PRESIÓN MANUAL EN LA JUNTA DURANTE 30 SEGUNDOS.

INODOROS

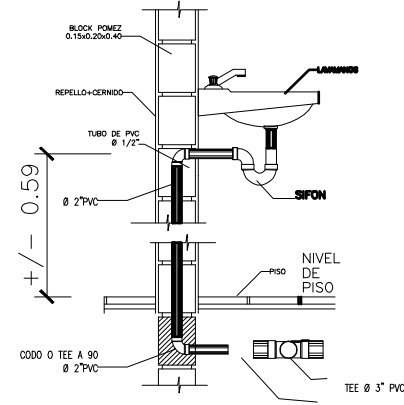
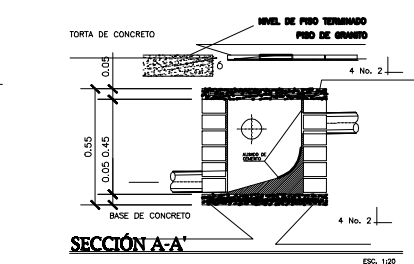
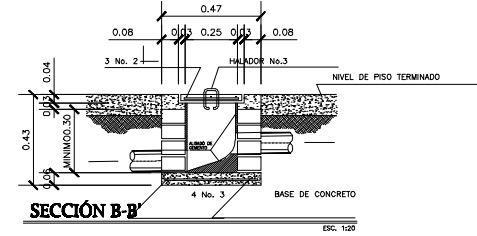
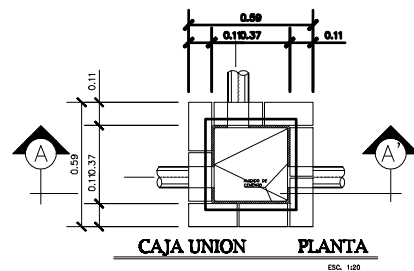
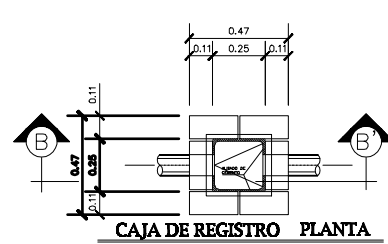
ESTOS SERÁN DE COLOR BLANCO Y FABRICADOS EN LOSA VETRIFICADA, NO DEBEN PRESENTAR RESALTOS, SUPERFICIES RUGOSAS VISIBLES U OCULTAS, CAPACES DE ESCONDER O RETENER MATERIAS PUTRESCIBLES. EL INODORO DEBE SER DE ACCIÓN SIFÓNICA CON TAZA, CON BORDO INTEGRAL, CON TAPAFUERA, EL TUBO DE ABASTO A LA PARED, DE TRES OCTAVOS DE PULGADA DE DIÁMETRO, EL TANQUE ESTAR SERTADO SOBRE LA TAZA, ACCIONADO POR VÁLVULAS DE PLÉYFADOR Y CON CAPACIDAD MÍNIMA DE 36 LITROS, CON TAPAFUERA, EL TUBO DE ABASTO Y LA LLAVE DE CONTROL, SER DE METAL CROMADO, CADA UNA DE LAS CONDICIONES DE GLIA AL AEREAFACTO ESTAR PROVISTA DE SU CORRESPONDIENTE CONTRALLAVE DE METAL CROMADO PARA PODER INTERRUPTIR EL SERVICIO DEL AEREAFACTO EN CASOS A LOS DÍAS. SE DEBE FIJAR AL PISO POR MEDIO DE UNA BRIDA PLÁSTICA, EMPAQUE DE GOMA, PERNOS Y TUERCAS DE ANCLAJE; DEBE SIGUIRSE LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

LAVAMANOS

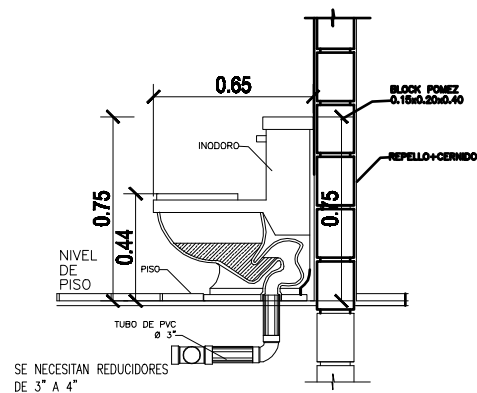
TENDRÁN RESPALDO DEL MISMO MATERIAL QUE EL RESTO DE LAVAMANOS, PROVISTOS DE JARONERA INTEGRAL, SIFÓN DE METAL CROMADO EN FORMA DE P CONECTADO A LA PARED, TUBO DE ABASTO DE METAL CROMADO DE TRES OCTAVOS DE PULGADA DE DIÁMETRO.

PLANTA AMUEBLADA

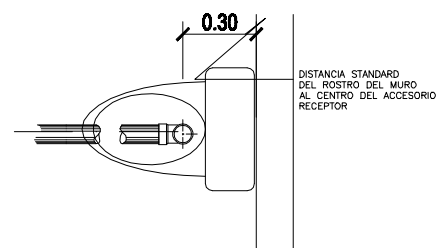
ESCALA: 1 / 75



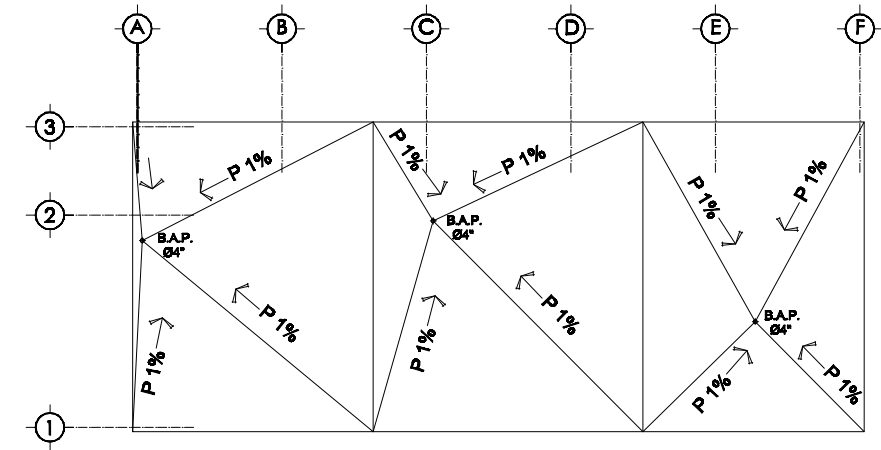
DETALLE DE DRENAJE EN LAVAMANOS
ESC.: 1:15



DETALLE DE DRENAJE EN INODORO
ESC.: 1:15



DETALLE DE UBICACION DE RETIREFE SEPARACION DE TUBERIA
ESC.: 1:15



PLANTA DE TECHOS

ESCALA: 1 / 150

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA

CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES MÓDULO ADMINISTRATIVO

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

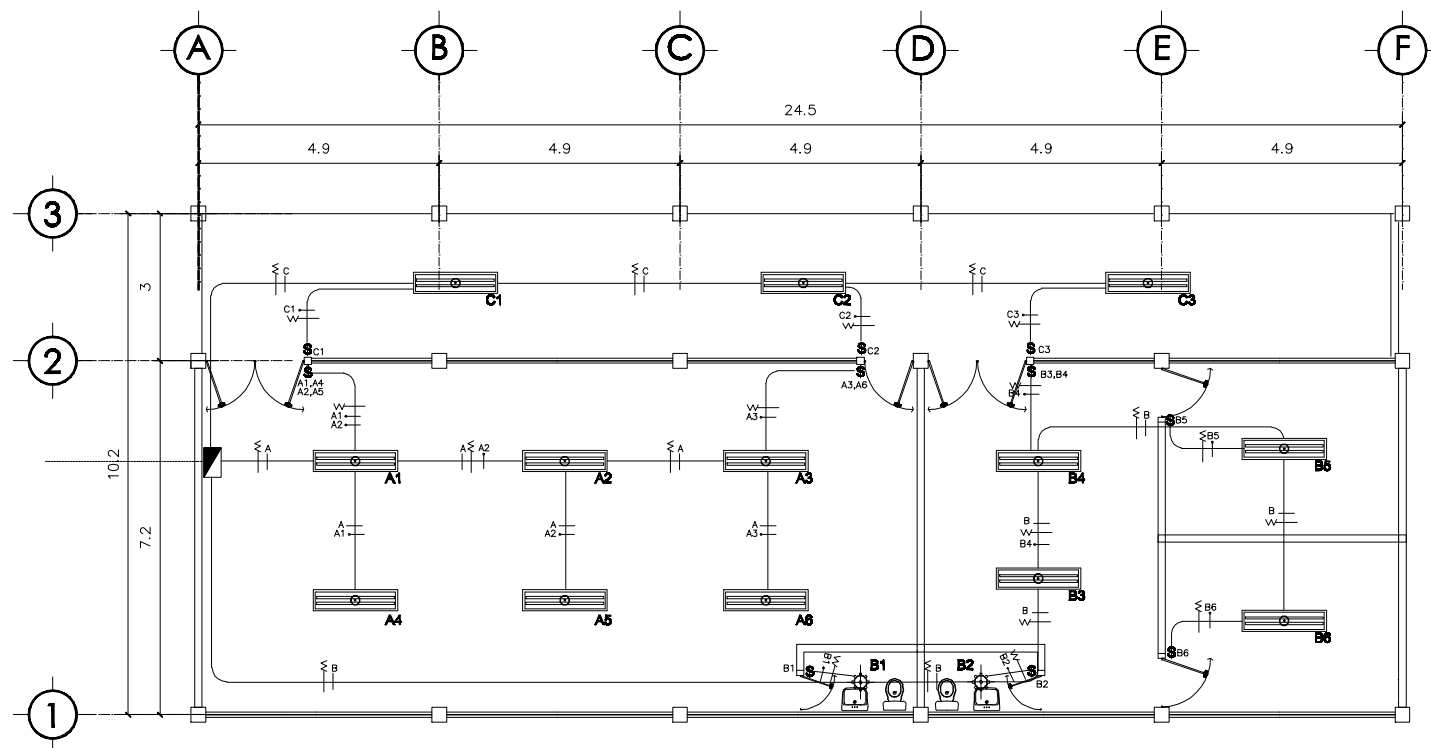
CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

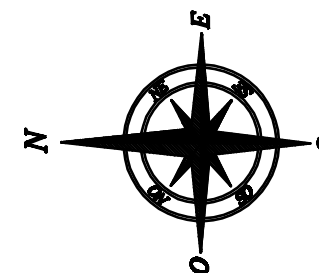
ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
EPS 2008



PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESCALA: 1 / 75



Simbología

Simbolo	Descripción
	Tablero de distribución
	Línea neutral calibre 12 W o indicado
	Línea de retorno
	Línea viva calibre 12 W o indicado (- circuito A)
	Lámpara fluorescente de 40 Watts 2 tubos (tubo A - unidad 1)
	Interruptor simple H = 1.20 S.N.P.T. (estado unilí 1 - circuito A)
	Interruptor doble H = 1.20 S.N.P.T.
	Tubo PVC eléctrico ø 3/4" e instalado empotrado en piso
	Tubo PVC eléctrico ø 3/4" e instalado empotrado en pared

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONDUCTORES:

EL CABLE A UTILIZAR, ENTRE LA ACOMETIDA Y EL TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA: UN CABLE CALIBRE 8.

EL CABLE A UTILIZAR COMO LINEA VIVA O LINEA NEUTRA, EN TODO EL CIRCUITO DE ILUMINACION A TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA CALIBRE 12.Y EL QUE SE UTILIZARA COMO LINEA DE RETORNO SERA CALIBRE 12.

TODOS LOS CABLES O ALAMBRES SERAN NUEVOS DE TAMANO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA CUBIERTA EXTERIOR

NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE).

DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA. DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR Y/O REPARAR.

TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.

EL FLIP ON A UTILIZAR EN CADA CIRCUITO SERA DE 20 AMPERES.

CODIGO DE COLORES:

DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEC:

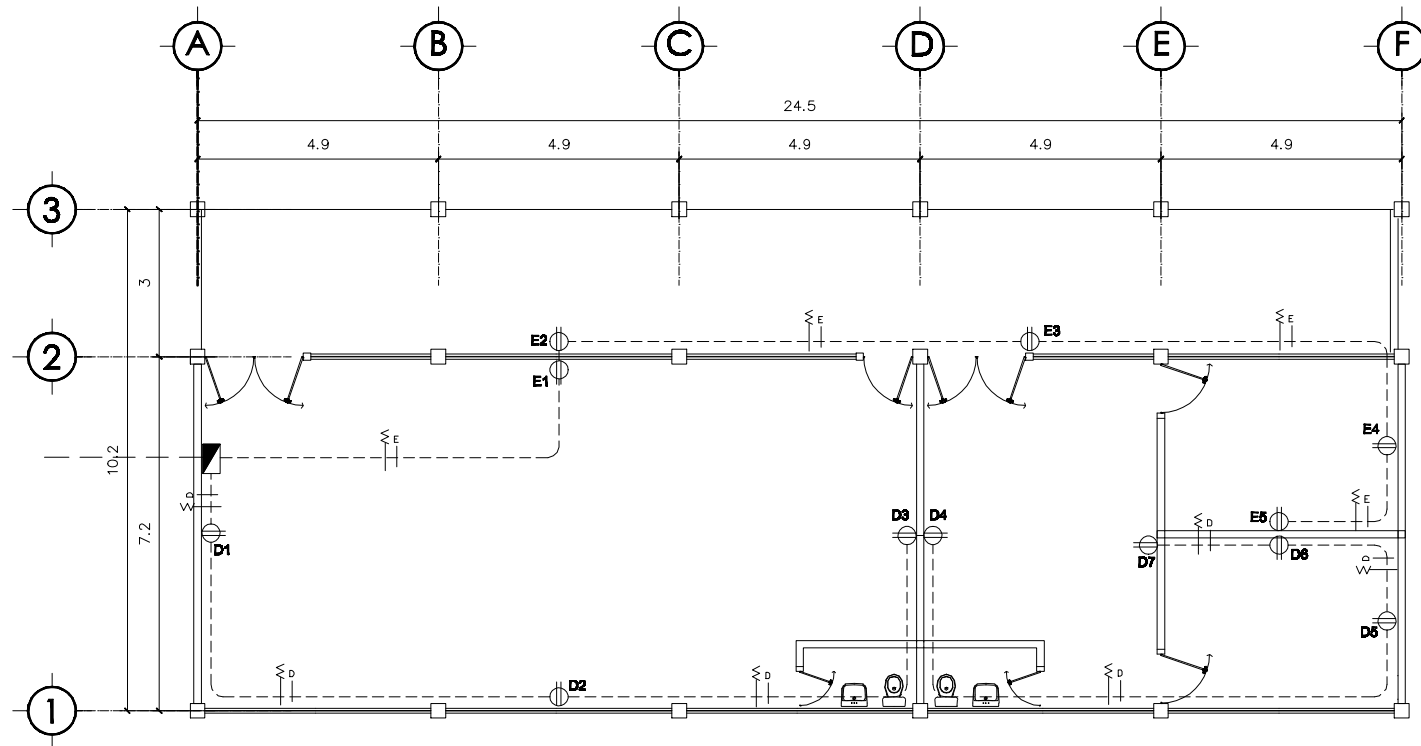
- ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA)
- BLANCO: LINEA NEUTRAL
- VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA)
- NEGRO: LINEA DE RETORNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA EPS INGENIERIA 2008 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834
---	--	---

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**
 CONTENIDO: **PLANTA DE ILUMINACIÓN MÓDULO ADMINISTRATIVO**

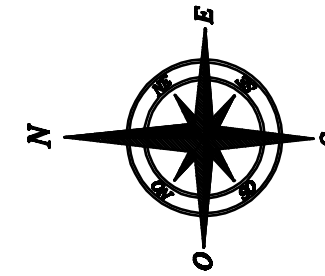
DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR EPS	MYNOR YAX ARRECIS EPS 2008	HOJA A 10 / 11 C
---	-------------------------------	---------------------



PLANTA DE FUERZA

ESCALA: 1 / 75



Simbología

Símbolo	Descripción
	Tablero de distribución
	Línea neutral calibre 12 TW o indicado
	Línea viva calibre 12 TW o indicado
	Tomacorriente doble 120 V. H = 0.30 S.N.T.P.
	Tubo PVC eléctrico ø 3/4" o indicado empotrado en losa
	Tubo PVC eléctrico ø 3/4" o indicado empotrado en piso
	Tubo PVC eléctrico ø 3/4" o indicado empotrado en pared

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

CONDUCTORES:

EL CABLE A UTILIZAR, ENTRE LA ACOMETIDA Y EL TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA: UN CABLE CALIBRE 8.

EL CABLE A UTILIZAR COMO LINEA VIVA O LINEA NEUTRA, EN TODO EL CIRCUITO DE ILUMINACION A TABLERO DE DISTRIBUCION DE LAS AULAS, SERA CALIBRE 12.Y EL QUE SE UTILIZARA COMO LINEA DE RETORNO SERA CALIBRE 12.

TODOS LOS CABLES O ALAMBRES SERAN NUEVOS DE TAMANO Y CAPACIDAD DE AISLAMIENTO, VOLTAJE, AMPERAJE Y NOMBRE DE FABRICANTE IMPRESO PERMANENTEMENTE EN LA CUBIERTA EXTERIOR

NINGUN CONDUCTOR SERA DIFERENTE A LOS CALIBRES INDICADOS EN ESTE PLANO, CON AISLANTE THHN (RESISTENTE A GASOLINA Y ACEITE).

DEBEN SER CONTINUOS, ES DECIR DE REGISTRO A REGISTRO, SOLO SE ACEPTAN EMPALMES DENTRO DE LAS CAJAS DE REGISTRO, NO DENTRO DE TUBERIA. DONDE SEA NECESARIO EN LOS ALIMENTADORES LA CAJA DEBERA SER LO SUFICIENTEMENTE AMPLIA PARA PERMITIR TRABAJAR Y/O REPARAR.

TODAS LAS CONEXIONES, EMPALMES Y TERMINALES DEBEN ESTAR LIMPIAS, DEBIDAMENTE AISLADAS Y APRETADAS PARA ASEGURAR UNIONES DE BAJA RESISTENCIA.

EL FLIP ON A UTILIZAR EN CADA CIRCUITO SERA DE 20 AMPERES.

CODIGO DE COLORES:

DE ACUERDO CON ESPECIFICACIONES DEL NEC:

- ROJO: CONDUCTOR DE CORRIENTE (LINEA VIVA)
- BLANCO: LINEA NEUTRAL
- VERDE: LINEA DE POLARIZACION (TIERRA FISICA)
- NEGRO: LINEA DE RETORNO

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**

CONTENIDO: **PLANTA DE FUERZA MÓDULO ADMINISTRATIVO**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

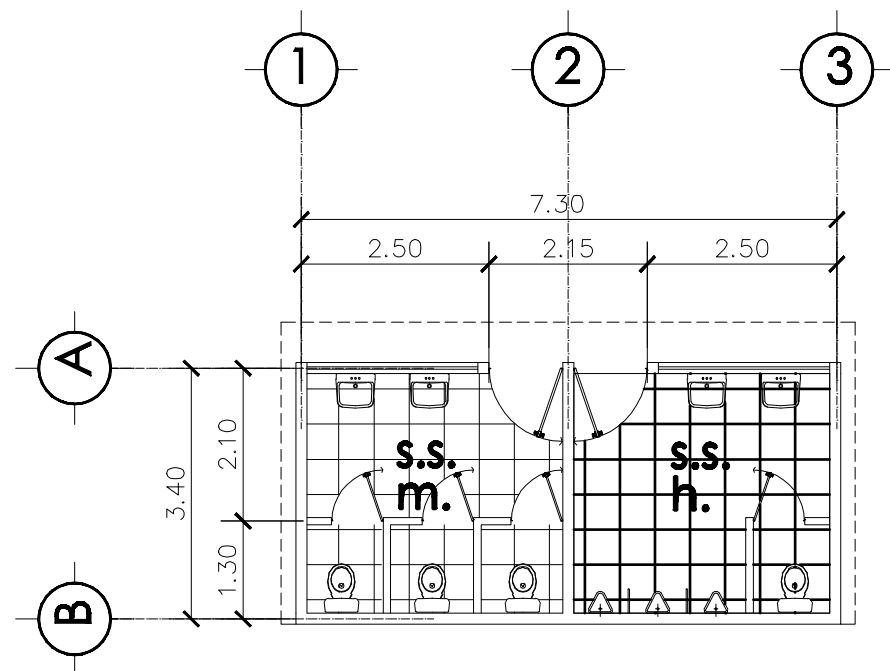
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR EPS

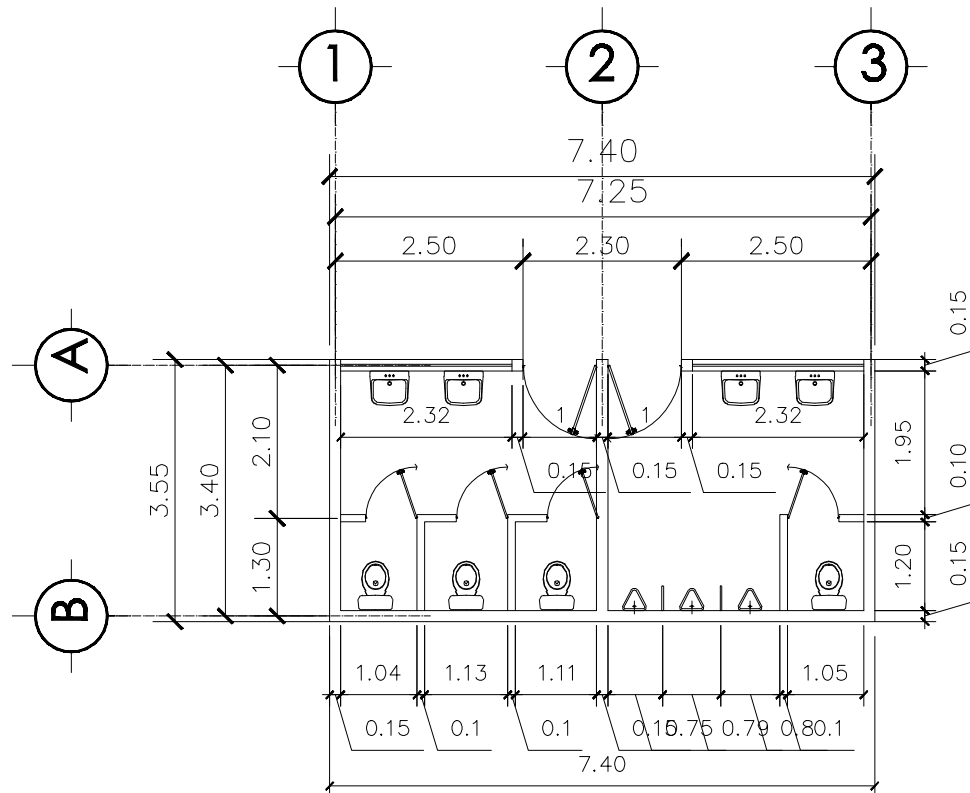
MYNOR YAX ARRECIS
EPS 2008

HOJA
A B C
11 11



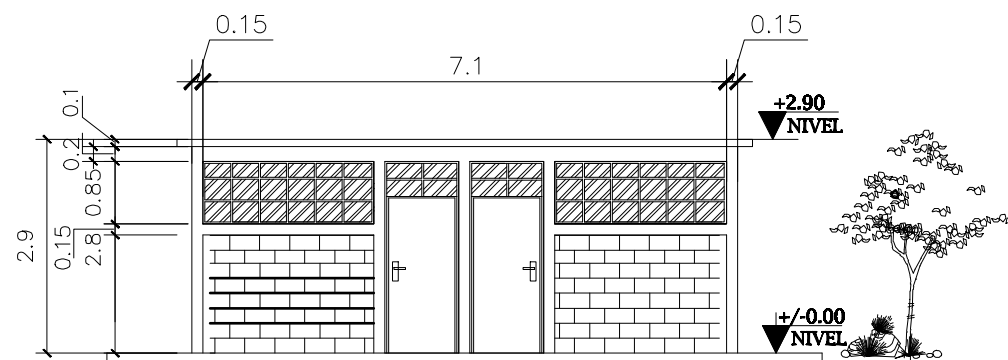
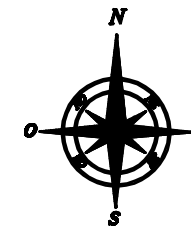
PLANTA AMUEBLADA

ESCALA: 1 / 100



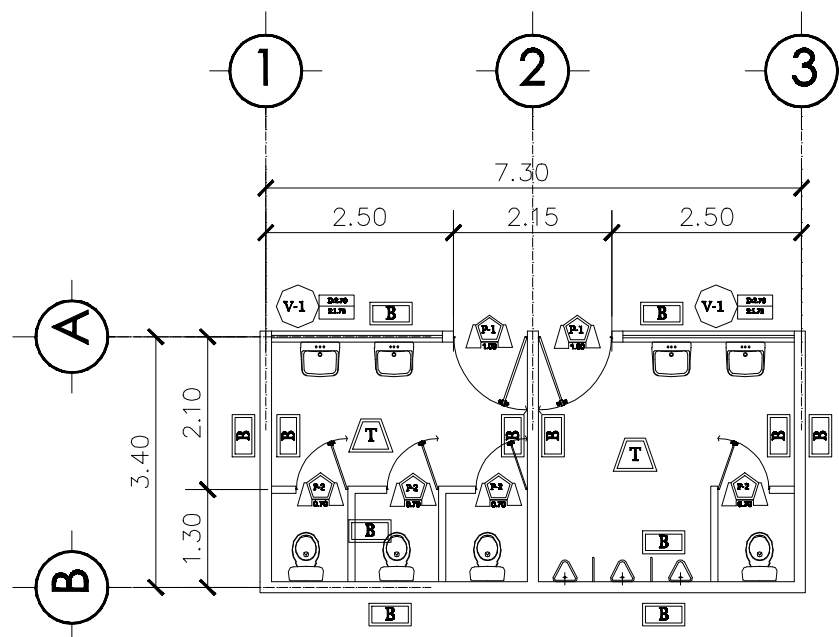
PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1 / 100



ELEVACIÓN

ESCALA: 1 / 100



PLANTA DE ACABADOS

ESCALA: 1 / 100

SIMBOLOGIA	
	BLOQUE VISTO SECAO
	PUERTELA DE MADERA, CAJONIN 1/4P
	VENTANALA DE MADERA, V-1
	TORTITA DE CEMENTO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	SILLAR c.a.p.	DINTEL c.a.p.	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	2.45	1.75	2.70	Ventana de perfil de Madera con vidrio	2

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	1.00	2.50 trabajo entre marco de 0.80	metal	2
P-2	0.70	2.00 Inicia 0.40 c.a.p.	metal	4

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12534

PROYECTO: **AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA**

CONTENIDO: **MÓDULO DE SERVICIOS SANITARIOS**

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS

CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS

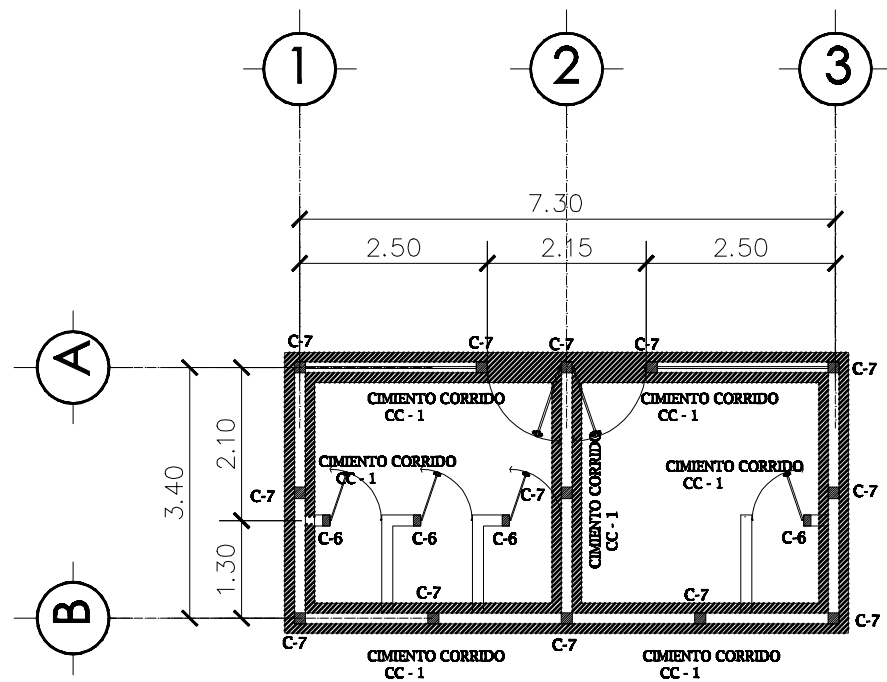
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS

ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR EPS

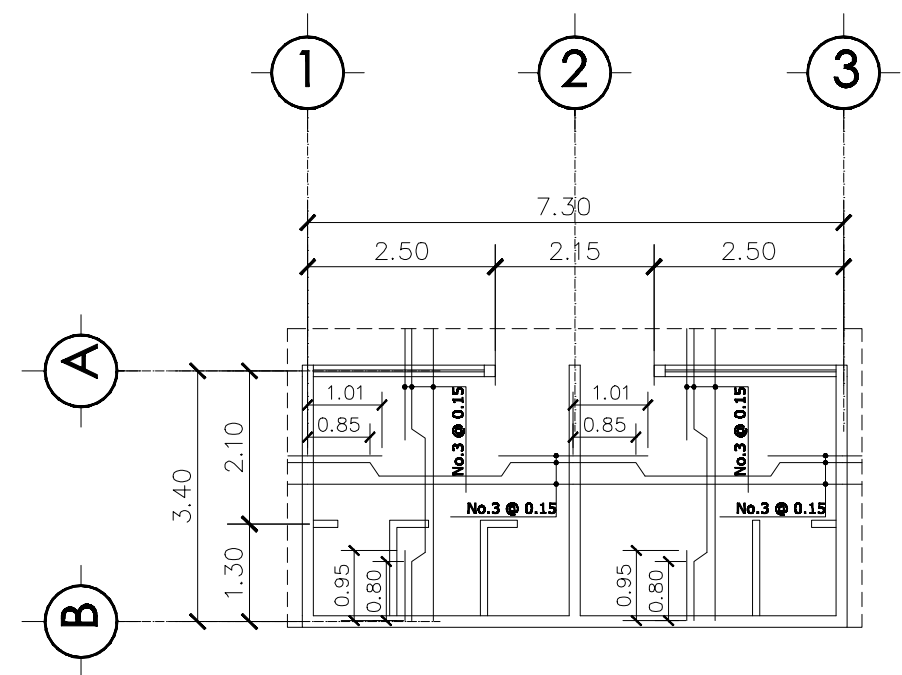
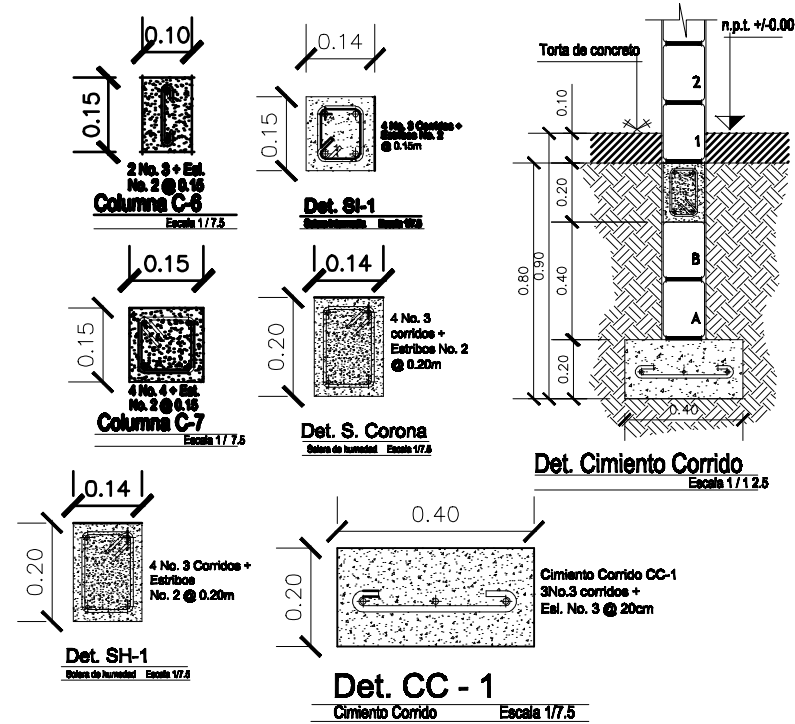
MYNOR YAX ARRECIS
EPS 2008

HOJA
A B C
1 3



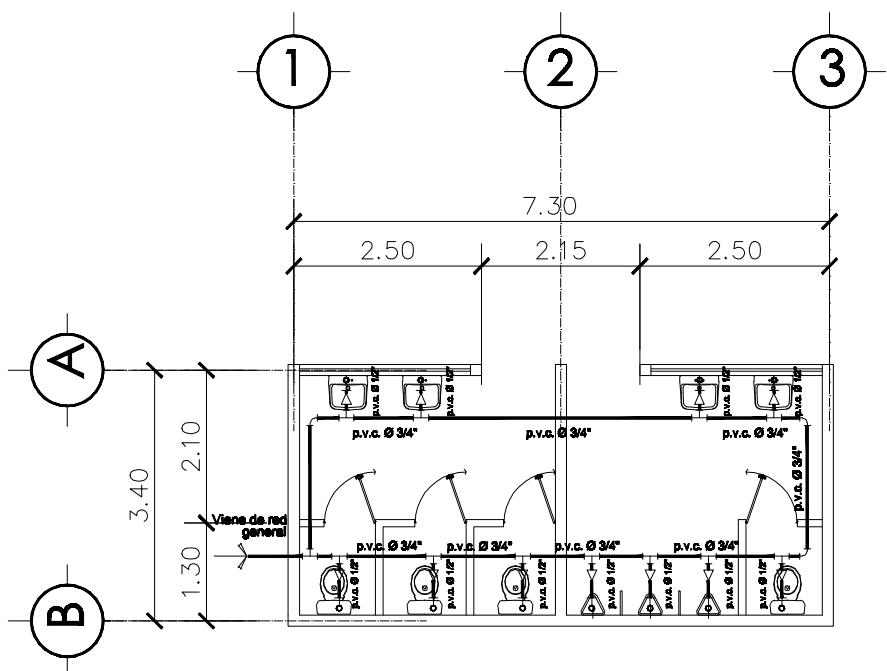
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLS.

ESCALA: 1 / 50



PLANTA DE LOSAS

ESCALA: 1 / 50

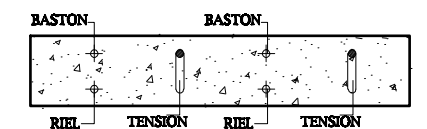
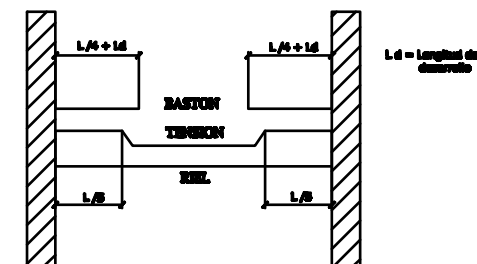
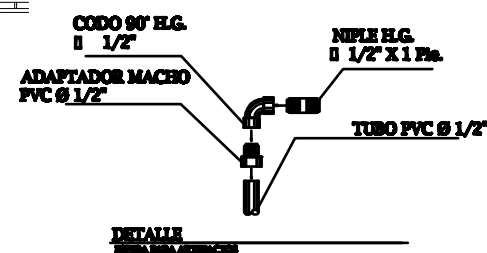
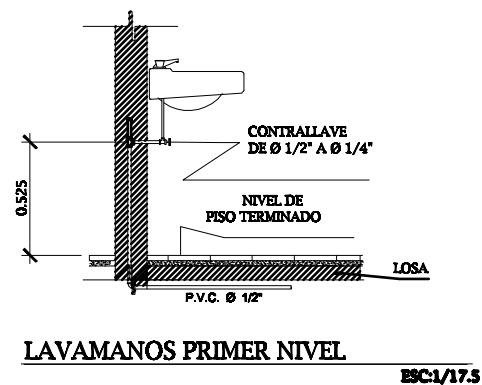
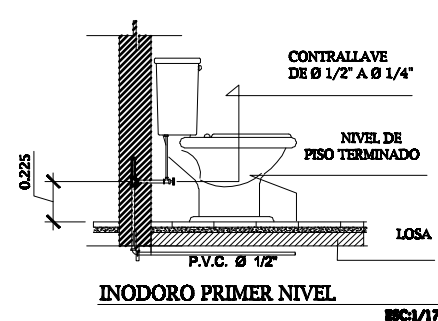
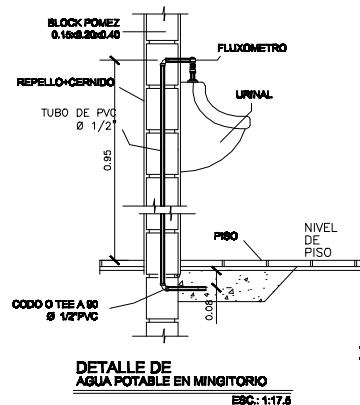


INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ESCALA: 1 / 50

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
HO	TE DE PLANTA
H	TE DE PVC PERFIL
90°	CODO PVC 90° PLANTA
90°	CODO PVC 90° PERFIL
—	TUBO PVC Ø 3/4" O INDICADO
∇	REDUCTOR PVC DE Ø 3/4" A Ø 1/2"

ESPECIFICACIONES PARA ESTA EL RECORRIDO DE LA INSTALACION SE USARA PVC Ø 3/4" Y PARA LOS RAMALES HACIA LOS ARTEFACTOS SERA PVC 1/2"



SECCION LOSA

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
EPS INGENIERIA 2008
MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

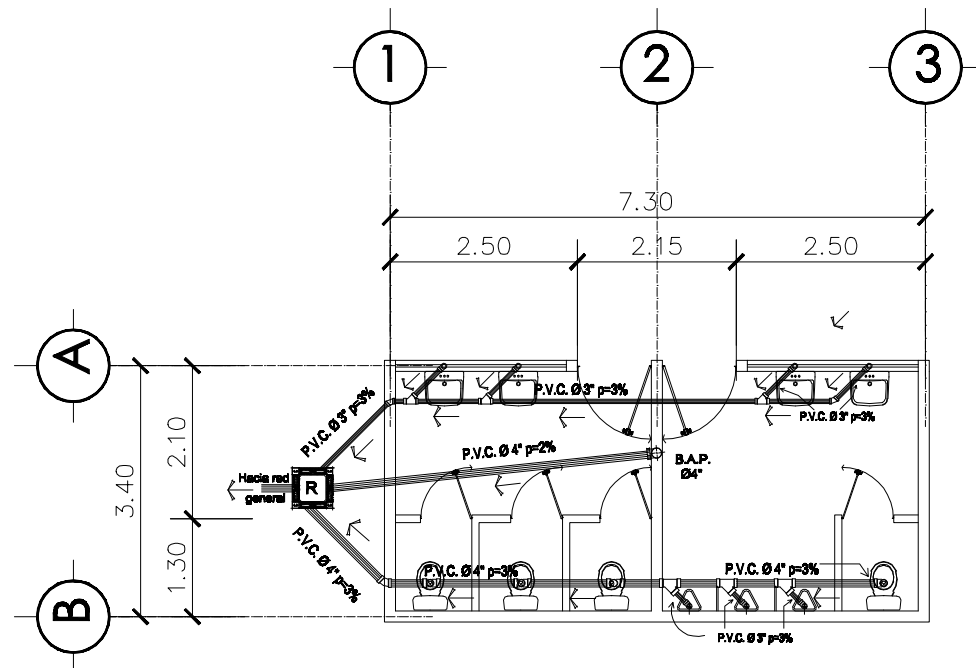
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
CONTENIDO: MÓDULO DE SERVICIOS SANITARIOS

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS
CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS
ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
EPS 2008

HOJA
A B C
2 3

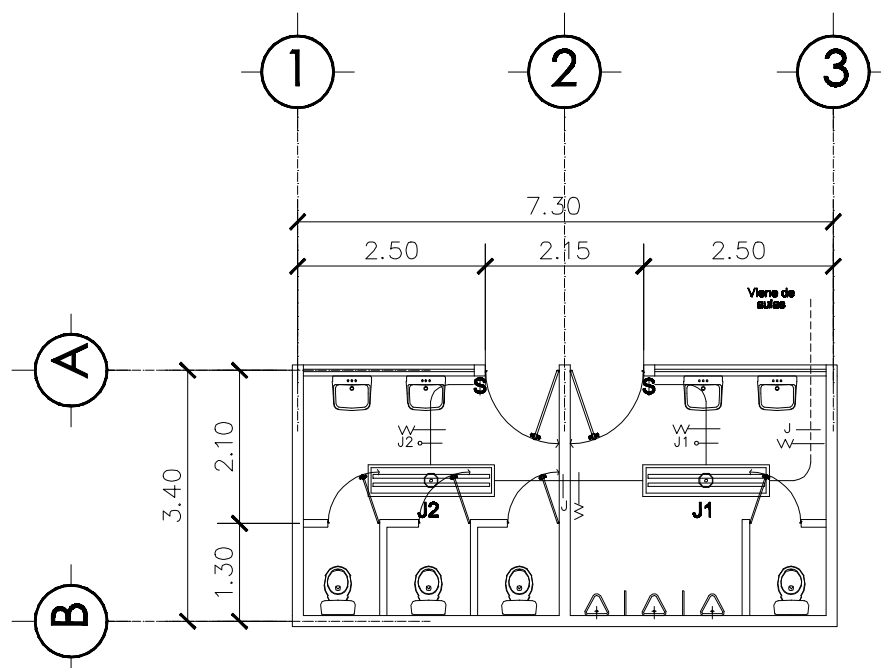
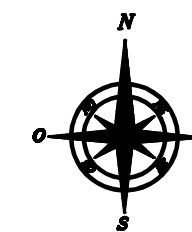
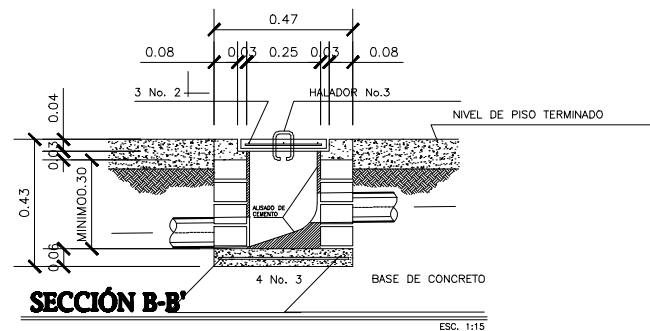
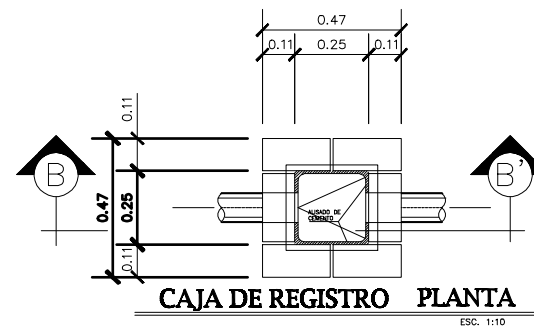


PLANTA DE DRENAJES

ESCALA: 1 / 50

Simbología	
Símbolo	Descripción
	Indice Tubería Agua Pluviales P.V.C. Ø Indicado
	Indice Codo Vertical 90° P.V.C. Ø Indicado
	Indice Tee Vertical P.V.C. Ø Indicado
	Indice Codo Horizontal 45° P.V.C. Ø Indicado
	Indice Tee Horizontal 45° P.V.C. Ø Indicado
	Indice Caja de Registro
	Indice Caja Unión
	Indice Barido de la Pendiente (mínimo 2%)
	B.A.P. Indice Barridos de Agua Pluviales Ø Indicado
	Ø Diámetro Indicado

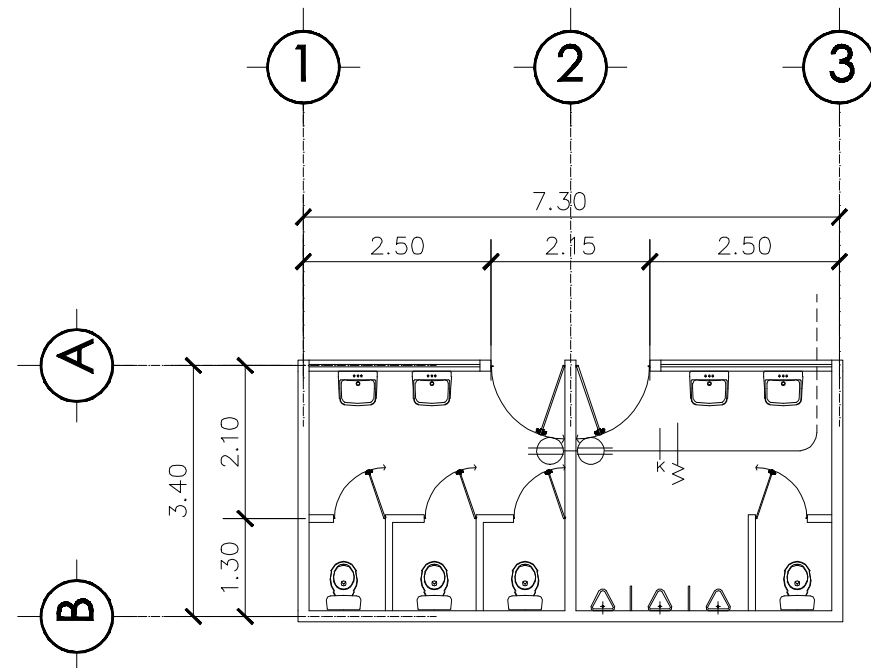
Especificaciones:
 1. La Tubería de Instalación será de P.V.C. Norma ASTM D2615 de 120 PSI.
 2. Las Tapaderas Deberán Quererse a Medida de Jesús o Barquero.
 3. Bajar Con Cosecho La Conexión de Edificio Externo a la Candeja Doméstica.



PLANTA DE ILUMINACIÓN

ESCALA: 1 / 50

Simbología	
Símbolo	Descripción
	Tubo de distribución
	Línea neural cable 12 TW e Indicado
	Línea de retorno
	Línea vía cable 12 TW e Indicado (- circuito A)
	Lámpara fluorescente de 40 Watts 2 tubos (modelo A-circuito A)
	Interruptor simple H = 1.20 S.M.P.T. (modelo 1-circuito A)
	Interruptor doble H = 1.20 S.M.P.T.
	Tubo PVC cilíndrico e SPF e Indicado empotrado en piso
	Tubo PVC cilíndrico e SPF e Indicado empotrado en pared



PLANTA DE FUERZA

ESCALA: 1 / 50

Simbología	
Símbolo	Descripción
	Tubo de distribución
	Línea neural cable 12 TW e Indicado
	Línea vía cable 12 TW e Indicado
	Tomacorriente doble 120 V. H = 6.30 S.M.P.T.
	Tubo PVC cilíndrico e SPF e Indicado empotrado en piso
	Tubo PVC cilíndrico e SPF e Indicado empotrado en pared

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



MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA
 EPS INGENIERIA 2008
 MYNOR ROLANDO YAX ARRECIS 2004-12834

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE ESCUELA DE COLONIA VISTA LINDA
 CONTENIDO: MÓDULO DE SERVICIOS SANITARIOS

DISEÑO: MYNOR YAX ARRECIS
 DIBUJO: MYNOR YAX ARRECIS
 CALCULO: MYNOR YAX ARRECIS
 ESCALA: INDICADA

ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
 ASESOR EPS

MYNOR YAX ARRECIS
 EPS 2008

HOJA
 A B C
 3 3