



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

**PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE
DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES
PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

Raúl Eduardo Herrera Monterroso

Asesorado por Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, julio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE
DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES
PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RAÚL EDUARDO HERRERA MONTERROSO
ASESORADO POR ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2012.



Raúl Eduardo Herrera Monterroso



Guatemala, 20 de marzo de 2014
Ref.EPS.DOC.409.03.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Raúl Eduardo Herrera Monterroso** con carné No. **200818820**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA.**

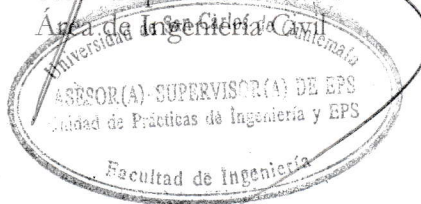
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 30 de mayo de 2014
Ref.EPS.D.318.05.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

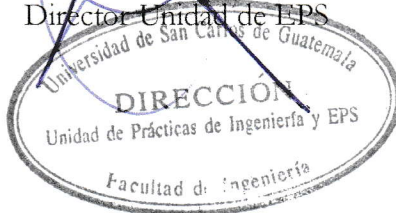
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Raúl Eduardo Herrera Monterroso, carné 200818820**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
28 de abril de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Raúl Eduardo Herrera Monterroso, con Carnet No. 200818820, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

hhdeb.
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
28 de mayo de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Raúl Eduardo Herrera Monterroso, con Carnet No. 200818820, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua
/bbdeb.





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Raúl Eduardo Herrera Monterroso, titulado **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 330.2014

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: **PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS Y EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Raúl Eduardo Herrera Monterroso**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Récinos
Decano

Guatemala, julio de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi mayor fuente de sabiduría y fortaleza, por darme vida y ser la luz de mi camino.
Virgen María	Por ser mi protectora y guía de mi vida.
Mis padres	Zandra Monterroso y Edin Herrera, por su amor, apoyo, sacrificio y ser mi ejemplo de vida, honestidad, amor y esfuerzo. Los amo.
Mis hermanos	Jackeline y Roberto Herrera Monterroso, los amo con mi vida.
Mi cuñado	Fernando Urrutia, por su apoyo y aprecio.
Mi novia	Karla Santos Bravo, gracias por tu amor incondicional, por ser parte de este triunfo, por tu apoyo en cada momento de mi vida, por tus desvelos, te amo amor de mi vida.
Mis sobrinos	Andresito y Vanessa Urrutia Herrera, Jimena y Valeria Ramírez Rabanales, por ser motivo de inspiración y amor.

Abuelos

Gracias por su apoyo y amor incondicional, por ser fuente de inspiración y superación.

Tíos

A ustedes los que están atentos de mis triunfos y fracasos gracias por su apoyo.

Primos

Por ser parte fundamental de mi vida.

Amigos

Por el tiempo que compartimos juntos y su valiosa amistad y por estar incondicionalmente. Ustedes los que han vivido tanto conmigo, los quiero.

A mis ángeles

Raúl Monterroso y Roberto Córdón, por enseñarme tanto en la vida, los extraño mucho.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Por haberme permitido ser y sentirme orgulloso de ser parte de esta gran casa de estudios.

Ing. Juan Merck

Por su asesoría y ayuda desinteresada en la elaboración de este proyecto.

Mis padres

Cada palabra que les diga no será suficiente para expresar mi amor y agradecimiento, por todo lo que me han dado en la vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. PROPUESTAS DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS.....	1
1.1. Situación actual de los desechos sólidos de la cabecera departamental de Chiquimula.....	1
1.1.1. Características generales	1
1.1.1.1. Aspectos geográficos, topográficos y climáticos.....	1
1.1.1.2. Situación socioeconómica	4
1.1.1.3. Servicios públicos existentes	5
1.2. Generación de los desechos sólidos	7
1.2.1. Definición de los desechos sólidos	7
1.2.2. Tipos de desechos y fuentes de desechos sólidos municipales.....	7
1.2.3. Generación de los desechos sólidos	8
1.3. Aspectos teóricos y básicos sobre desechos sólidos	9
1.3.1. Recomendaciones para el almacenamiento de los desechos sólidos en los hogares	10
1.3.1.1. Generalidades	10

1.3.1.2.	Almacenamiento domiciliario.....	10
1.3.1.3.	Almacenamiento en el comercio y mercados.....	11
1.3.1.4.	Almacenamiento en hospitales.....	11
1.3.2.	Recolección y transporte de los desechos sólidos	14
1.3.2.1.	Generalidades	14
1.3.2.1.1.	Aspectos de salud.....	14
1.3.2.1.2.	Aspectos de costos	16
1.3.2.2.	Bases para la planeación de un servicio de recolección	16
1.3.2.2.1.	Datos básicos.....	16
1.3.2.2.2.	Información complementaria.....	16
1.3.2.2.3.	Cobertura de servicio	17
1.3.2.2.4.	Residuos a recoger	17
1.3.2.2.5.	Agencias de recolección	17
1.3.2.2.6.	Puntos de recolección...	18
1.3.2.2.7.	Frecuencia de recolección	18
1.3.2.2.8.	Horarios de recolección	18
1.3.2.2.9.	Equipo de recolección...	19
1.3.2.2.10.	Tamaño de cuadrilla.....	19
1.3.2.3.	Diseño de ruta	19
1.3.2.4.	Controles de la recolección	20
1.3.2.5.	Seguridad en el trabajo	21
1.4.	Disposición final de los desechos sólidos	21

1.4.1.	Generalidades	21
1.4.2.	Procesamientos aplicables a la basura	22
1.4.2.1.	Procesamientos mecánicos	22
1.4.2.2.	Procesamientos térmicos	23
1.4.2.3.	Procesamientos biológicos	24
1.4.3.	Planta de tratamiento.....	31
1.4.3.1.	Tipos de plantas de tratamiento de desechos sólidos	31
1.5.	Diseño de sistema propuesta para los desechos sólidos en la cabecera departamental de Chiquimula	32
1.5.1.	Análisis de los desechos sólidos	32
1.5.1.1.	Caracterización de los desechos sólidos	33
1.5.1.2.	Producción per cápita (PPC)	34
1.5.1.3.	Peso específico	37
1.5.1.4.	Humedad	38
1.5.2.	Diseño del sistema de recolección y transporte de los desechos sólidos.....	38
1.5.2.1.	Cobertura del servicio	38
1.5.2.2.	Instituciones a encargarse de la recolección.....	39
1.5.2.3.	Desechos a recoger.....	40
1.5.2.4.	Punto de recolección	41
1.5.2.5.	Frecuencia de recolección	42
1.5.2.6.	Horario de recolección	43
1.5.2.7.	Tamaño de cuadrilla	44
1.5.2.8.	Equipo para trabajadores	44
1.5.2.9.	Tipo, tamaño y unidades a utilizar	46
1.5.2.10.	Recorrido	49

1.5.2.11.	Recolección de los mercados.....	56
1.5.2.12.	Barrido de calles y parques	56
1.5.2.13.	Recolección en las instituciones.....	57
1.5.2.14.	Recolección en la terminal de buses	57
1.5.3.	Disposición final de los desechos sólidos.....	57
1.5.3.1.	Ubicación del lugar para la planta de tratamiento	59
1.5.3.2.	Diseño de la planta de tratamiento	60
1.5.3.3.	Construcción y operación	78
1.5.3.4.	Equipo a utilizar	80
1.5.3.5.	Mano de obra	82
1.5.3.6.	Aguas lixiviadas.....	83
1.5.3.7.	Respiraderos	86
1.5.3.8.	Emisiones atmosféricas.....	87
1.5.3.9.	Precipitación.....	88
1.5.4.	Costo estimado de sistema	89
1.5.4.1.	Costos	89
1.5.5.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial.....	91
1.5.6.	Evaluación socioeconómica	93
1.5.6.1.	Valor Presente Neto	94
1.5.6.2.	Tasa Interna de Retorno.....	96
2.	EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS.....	99
2.1.	Descripción del proyecto	99
2.2.	Descripción del área disponible	99
2.3.	Levantamiento topográfico	100
2.4.	Estudio de suelos por el método del ensayo de compresión triaxial.....	100

	2.4.1.	Determinación del valor soporte del suelo	100
2.5.		Normas para el diseño de edificios.....	103
	2.5.1.	Criterios generales.....	103
	2.5.2.	Criterios de conjunto.....	103
	2.5.3.	Criterios de iluminación	104
	2.5.4.	Otros criterios	104
2.6.		Diseño arquitectónico	105
	2.6.1.	Ubicación del edificio en el terreno	106
	2.6.2.	Distribución de ambientes.....	106
	2.6.3.	Altura de ambientes	106
2.7.		Selección del sistema estructural a utilizar	107
	2.7.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales	108
	2.7.2.	Cargas de diseño.....	109
	2.7.3.	Fuerzas sísmicas.....	112
	2.7.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nodos rígidos	118
	2.7.5.	Análisis de marcos dúctiles por el método de análisis estructural numérico y comprobado por medio de software ETABS.....	118
	2.7.6.	Envolvente de momentos	128
	2.7.7.	Diagrama de corte y momento.....	129
	2.7.8.	Diseño de cubierta.....	131
	2.7.9.	Diseño de vigas	140
	2.7.10.	Diseño de columnas	157
	2.7.11.	Diseño de gradas.....	162
	2.7.12.	Diseño de Cimientos.....	167
2.8.		Instalaciones.....	175
	2.8.1.	Agua potable.....	175

2.8.2.	Drenajes	181
2.8.3.	Electricidad.....	184
2.9.	Presupuesto	186
2.10.	Cronograma de actividades	188
2.11.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial.....	189
CONCLUSIONES.....		191
RECOMENDACIONES		193
BIBLIOGRAFÍA.....		195
APÉNDICES.....		199

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la región nororiental de Guatemala	3
2.	Mapa del departamento de Chiquimula.....	4
3.	Simbología de identificación de desechos	13
4.	Composición de residuos y desechos orgánicos en Guatemala	26
5.	Distribución porcentual de 8 tipos de basura, muestreados en 40 viviendas	35
6.	Porcentaje y cantidad de basura muestreada según estratos socioeconómicos de la cabecera de Chiquimula	36
7.	Camión de basura clasificada	46
8.	Recorrido ruta 1	50
9.	Recorrido ruta 2	51
10.	Recorrido ruta 3	52
11.	Recorrido ruta 4	53
12.	Recorrido ruta 5	54
13.	Recorrido ruta 5a	54
14.	Recorrido ruta 6	55
15.	Trinchera y jardinera para lombricomposta	58
16.	Ubicación de planta de tratamiento	59
17.	Esquema de marco rígido	66
18.	Caso I	70
19.	Caso IV-A.....	71
20.	Caso VI	72
21.	Distribución de la planta de tratamiento	78

22.	Carros para trasportar basura.....	81
23.	Cinta transportadora/separadora	81
24.	Molino de ramas	82
25.	Gráfico comparativo de evapotranspiración.....	85
26.	Drenaje y laguna de estabilización	86
27.	Forma y medidas de respiraderos	87
28.	Cunetas de trincheras y pendiente	88
29.	Cálculo de Valor Presente Neto.....	95
30.	Selección del sistema estructural, elevación transversal oeste	107
31.	Distribución de carga muerta sobre el marco de salón	119
32.	Distribución de carga viva sobre el marco de salón.....	120
33.	Marco del salón de usos múltiples	121
34.	Cálculo de marco por método de Kani (a)	125
35.	Cálculo de marco por método de Kani (b)	125
36.	Cálculo de marco por método de Kani (c).....	126
37.	Cálculo de marco por método de Kani (d)	126
38.	Cálculo de marco por método de Kani (e)	127
39.	Corte salón de usos múltiples.....	130
40.	Momentos últimos del salón de usos múltiples	131
41.	Cubierta	133
42.	Detalle viga canal.....	136
43.	Gráfica para seccionar elementos de losa prefabricada	139
44.	Distribución carga viva y muerta para el diseño de la viga	140
45.	Corte de viga crítica	141
46.	Momento negativo de la viga crítica.....	141
47.	Momento positivo de la viga crítica	142
48.	Áreas de acero en vigas y columnas	145
49.	Traza del polígono	149
50.	Corte de la viga crítica	150

51.	Momento positivo de la viga crítica	150
52.	Momento negativo de la viga crítica	151
53.	Áreas de acero crítico (en pulgadas cuadradas)	154
54.	Diseño de gradas	163
55.	Sección de gradas y módulo de diseño.....	164
56.	Armado de módulo de gradas	167

TABLAS

I.	Generadores de desechos sólidos	9
II.	Vectores y formas de transmisión de enfermedades.....	15
III.	Métodos para elaborar composta	27
IV.	Distribución de población por estratos sociales.....	35
V.	Producción de residuos según la fuente de origen.....	36
VI.	Peso específico de los residuos sólidos urbanos	37
VII.	Frecuencia de recolección.....	42
VIII.	Horario de recolección.....	43
IX.	Equipo para trabajadores	44
X.	Población en el 2020 en el Departamento de Chiquimula.....	47
XI.	Producción de residuos por año respecto a la población	47
XII.	Cantidad de camiones para transportar basura hasta el 2020	48
XIII.	Cargas que soporta la costanera.....	61
XIV.	Propiedades de costaneras	61
XV.	Registros de vientos promedios máximos para Guatemala.....	62
XVI.	Descripción de los datos iniciales.....	67
XVII.	Combinación de cargas	73
XVIII.	Áreas de la planta de tratamiento	78

XIX.	Cálculo de la ETP mensual mediante fórmula de Thornthwaite	84
XX.	Cálculo de excedente.....	84
XXI.	Gases en el relleno sanitario.....	87
XXII.	Presupuesto de ejecución de planta de tratamiento	90
XXIII.	Factores de capacidad de soporte de Terzaghi	101
XXIV.	Valores de predimensionamiento para vigas peralte mínimo.	108
XXV.	Cálculos de momentos.....	127
XXVI.	Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho, carga viva y carga muerta	132
XXVII.	Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho, carga viento ...	132
XXVIII.	Viga canal apoyo para la cubierta	135
XXIX.	Equivalencias de gastos de tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada .	176
XXX.	Cálculo de tubería de agua potable.....	178
XXXI.	Unidades de gasto para el cálculo de tubería principal	179
XXXII.	Unidad de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	181
XXXIII.	Caudales base de los artefactos sanitarios.....	182
XXXIV.	Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial.....	183
XXXV.	Cantidad de unidades, potencia y corriente en los circuitos...	185
XXXVI.	Colocación de tomacorrientes.....	185
XXXVII.	Presupuesto edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos	187
XXXVIII.	Cronograma de obra	188

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
W_u	Carga última
C_v	Carga viva
L_r	Carga viva en cubierta
L	Carga viva en primer nivel
C_m	Centro de masa; carga muerta
C_r	Centro de rigidez
V	Corte basal
D_f	Desplante de la zapata
Dist.	Distancia
μ	Factor de giro
Hab.	Habitantes
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
I	Momento de inercia de una sección
W.	Peso
W	Peso de la estructura
W_p	Peso de piso o nivel
γ	Peso específico del suelo
%	Porcentaje
f[']m	Resistencia a la compresión de la mampostería
K_{col}	Rigidez columna
K_m	Rigidez de marco

Kviga

Rigidez de viga

GLOSARIO

Absorción	Incorporación de una sustancia en otra.
Aerobio	Microorganismos que necesitan de oxígeno libre para vivir.
Aguas negras o residuales	combinación de líquido o desechos acarreados por agua proveniente de zonas residencias, comerciales, escolares e industriales.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Anaerobio	Microorganismos que no necesitan de oxígeno libre para vivir, tomándolo de la materia que lo rodea.
Bacteria	Organismos unicelulares microscópicos. No necesitan de luz para el proceso de vida.
Contaminación	Efecto nocivo sobre el medio que afecta a todos los seres vivos.
Desechos orgánicos	Son los que provienen de la materia viva e incluyen restos de alimentos, papel, cartón y estiércol.
Planimetría	Arte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.

Sólidos	Cuerpos cuyas moléculas tienen entre sí mayor cohesión que la de los líquidos.
Sedimentación	Formación de sedimentos que se van acumulando a través del tiempo.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y bajo la misma.
Usuario	Cada uno de los clientes, ya sea de la empresa recolectora o de la municipalidad, que cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos.

RESUMEN

Los proyectos propuestos poseen como fin contribuir al desarrollo del municipio de Chiquimula, Chiquimula, mediante el aporte de soluciones de las problemáticas que presenta la infraestructura y un impulso a la conciencia ambiente.

La propuesta de mejoras al sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos, es un beneficio para la población en general, debido a la problemática del mal manejo de los desechos sólidos que se genera por la contaminación al medio ambiente. Por esta razón es de suma importancia contar con un sistema de recolección que sea factible y eficaz. Para la eficacia se necesita realizar un equipo dinámico entre la población y la municipalidad para que el proyecto tenga éxito. Este proyecto consiste en realizar una nueva planificación del tren de aseo del casco urbano de la ciudad de Chiquimula, así como el diseño de la planta de desechos sólidos cuyo fin será reciclar.

Actualmente la población del municipio de Chiquimula en general, no cuenta con un lugar municipal para interactuar como comunidad, en donde se puedan realizar actividades tanto sociales, familiares o culturales, por esta razón se pretende diseñar un salón que beneficie a la población, permitiéndole realizar este tipo de actividades, contribuyendo al mismo tiempo en la generación de recursos para la comunidad ganadera, debido a que esta actividad es una de las principales en esta región, ayudando de esta manera al desarrollo del pueblo. El proyecto consiste en la planificación, cálculo y diseño del salón para la Asociación de Ganaderos de Chiquimula.

OBJETIVOS

General

Desarrollar la propuesta de la mejora al sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos, así como el diseño de la edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la Asociación de Ganaderos de Chiquimula.

Específicos

1. Crear un manual de manejo de desechos sólidos para los usuarios de recolección de desechos sólidos.
2. Desarrollar una investigación diagnóstica referente al tren de aseo y sobre necesidades de infraestructura de la cabecera municipal de Chiquimula.
3. Capacitar al personal que será encargado de la operación y supervisión de la planta de tratamiento de desechos sólidos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el resultado de las necesidades de infraestructura en el municipio de Chiquimula, Chiquimula, con el fin de beneficiar a la población. Por esta razón surge la necesidad de proponer soluciones a partir de proyectos de infraestructura que contribuyan al desarrollo y mejoramiento socioeconómico de este municipio.

El primer proyecto a desarrollar es la propuesta de mejoras al sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos. Tal propuesta surge debido a que actualmente el sistema de tratamiento de residuos sólidos, presenta varias debilidades tanto en la recolección como en la administración, incidiendo directamente en un deterioro ambiental en el lugar, este proyecto consiste en el diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos, así como la nueva propuesta del tren de aseo para el casco urbano de Chiquimula.

El segundo proyecto a desarrollar es la edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos, el cual fue planteado a raíz de la necesidad de contar con un lugar determinado para llevar a cabo actividades educativas, sociales y culturales. Para lograr con esto, el desarrollo de la comunidad, ya que en la actualidad, no se cuenta con esta infraestructura, el salón de usos múltiples consiste en dos estructuras independientes cubiertas por una nave con techo curvo, una de las estructuras tendrá en su interior oficinas para la administración de la Asociación y la otra tendrá el salón de usos múltiples.

Con estos proyectos se pretende satisfacer varias necesidades de los habitantes de Chiquimula, otorgándoles un mejor aspecto en el municipio y un lugar apropiado para llevar a cabo diferentes actividades.

1. PROPUESTAS DE MEJORAS AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS

1.1. Situación actual de los desechos sólidos de la cabecera departamental de Chiquimula

En la actualidad la cabecera departamental de Chiquimula presenta en el sistema de recolección de desechos sólidos, deficiencias en cuanto a rutas, cobertura de servicio, así también en la disposición y procesamiento de estos.

1.1.1. Características generales

Entre las características generales que se consideran importantes evaluar y conocer de la cabecera departamental de Chiquimula se encuentran, los aspectos topográficos, la situación socioeconómica y servicios públicos existentes.

1.1.1.1. Aspectos geográficos, topográficos y climáticos

El departamento de Chiquimula se encuentra en el kilómetro 169 de la ciudad capital, está compuesto por 11 municipios: Chiquimula (cabecera departamental), Jocotán, Camotán, Esquipulas, Olopa, San Juan La Ermita, San José La Arada, San Jacinto Ipala, Quetzaltepeque y Concepción Las Minas. Límite al este con la República de Honduras, al oeste con los

departamentos de Zacapa y Jalapa, al norte con el departamento de Zacapa y al sur con el departamento de Jutiapa y la República de El Salvador.

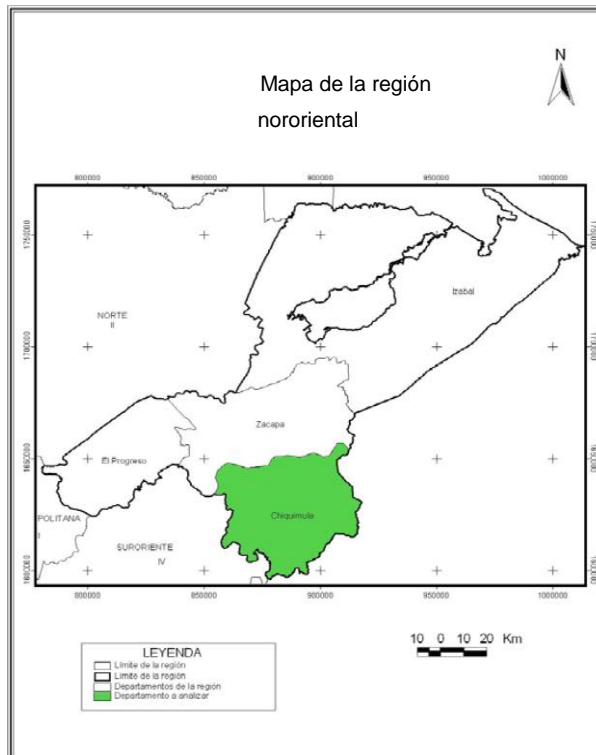
En la mayor parte del municipio de Chiquimula los suelos están susceptibles a la erosión, tomando en cuenta que las regiones con mayor porcentaje de erosión son las zonas montañosas del municipio.

Chiquimula es conocido en Guatemala como uno de los departamentos con temperatura alta constante, sin embargo, el clima se puede denominar como cálido-árido.

La topografía de Chiquimula es montañosa y la cabecera departamental está en un valle, por el este del departamento se ramifica produciendo la Sierra del Merendón que es el límite geográfico de Guatemala y Honduras.

El municipio de Chiquimula, limita al norte con el municipio de Zacapa, al sur con los municipios de San José La Arada y San Jacinto, al este con los municipios de Jocotán, San Juan Ermita y San Jacinto y al oeste con los municipios de San Diego y Cabañas, Zacapa. La extensión territorial es de 372 kms², la ciudad se encuentra a 423,86 m.s.n.m.

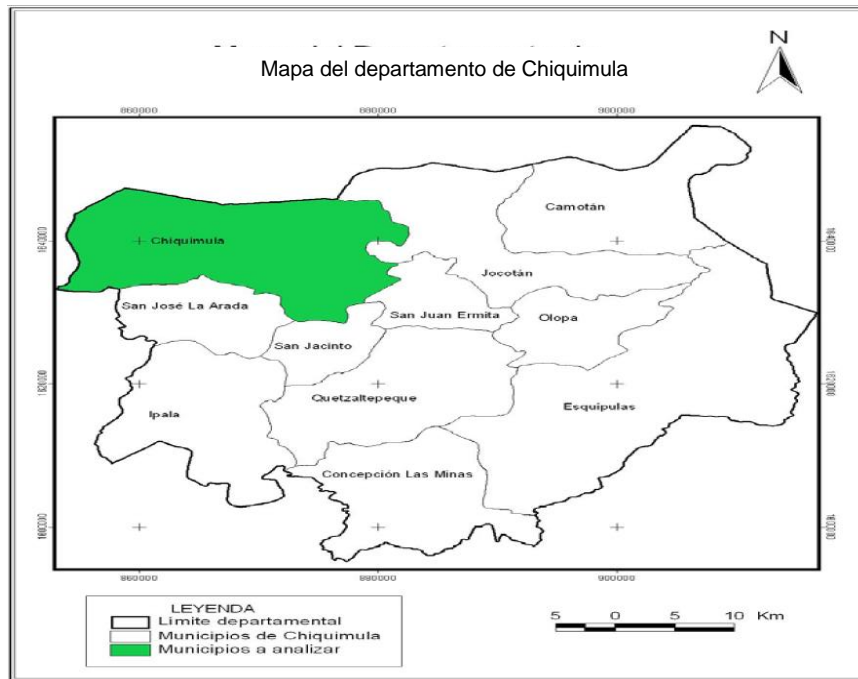
Figura 1. **Mapa de la región nororiental de Guatemala**



Fuente: Municipalidad de Chiquimula. Dirección de Planificación Urbana.

En el apéndice se podrá encontrar el plano de ubicación y localización de la planta de tratamiento de desechos sólidos de la zona urbana de la cabecera del municipio de Chiquimula.

Figura 2. **Mapa del departamento de Chiquimula**



Fuente: Municipalidad de Chiquimula. Dirección de Planificación Urbana.

1.1.1.2. **Situación socioeconómica**

La actividad económica del municipio de Chiquimula se basa fundamentalmente en productos de exportación tradicional y para el consumo interno. Los productos agrícolas más importantes en el municipio son: maíz, café, arroz, frijol, yuca, maní y frutas de clima cálido. El sector de la población que se dedica a la ganadería es de vital importancia para la economía del municipio, ya que generan trabajo y es de las fuentes más fuertes de la economía de la población.

La economía del municipio de Chiquimula mayormente es soportada por el comercio, la agricultura y los servicios públicos. Chiquimula es de los municipios con mayor comercio de la zona del oriente del país, la economía de esta ciudad se ve fortalecida por la ubicación ya que está a la orilla de la carretera que conduce hacia la frontera de El Salvador y Honduras.

Los centros más comunes en donde es mayor el comercio son: el mercado central, mercado la terminal y el centro comercial Pradera Chiquimula, así como las diversas tiendas que están ubicadas en el centro de la ciudad como bancos, comedores, textiles etc.

Sin embargo, el hecho de que Chiquimula sea parte de una economía en crecimiento gracias al comercio, aún se encuentran los municipios con una pobreza que alcanza a una gran parte de la población, se estima según estudios que aproximadamente el 33 % de los habitantes viven en pobreza y un 8% en pobreza extrema.

1.1.1.3. Servicios públicos existentes

Energía eléctrica: el abastecimiento de esta proviene en gran parte del sistema de interconexión nacional, mediante plantas de generación de Sanarate, Patuluyá, Puerto Barrios, Los Esclavos y El progreso, con líneas de transmisión de 69 kv.

Agua potable: el servicio es administrado por la Municipalidad de Chiquimula. El servicio en algunos casos es prestado por empresas privadas que reparten agua por medio de pipas. En este municipio así como en la gran mayoría de los municipios de la región, el servicio municipal es deficiente por la

falta de mantenimiento y que la población no tiene la conciencia social del ahorro de agua.

Drenajes: la cobertura de drenajes está únicamente en las áreas urbanas, en lo que respecta al área rural cuentan con pozos ciegos o letrinas.

Transporte: en la cabecera municipal el servicio de transporte público es por medio de microbuses cuyas rutas están definidas y cubren todo el casco urbano, este servicio no es administrado por la Municipalidad, sin embargo, los dueños de los microbuses pagan licencias para poder circular en la ciudad.

Recolección de desechos sólidos: los sistemas que actualmente tiene el municipio de Chiquimula se dividen en 2.

El primero es por medio de un tren de aseo, en donde una empresa privada realiza el aseo semanalmente, para los hogares y pequeños comercios, luego los residuos son trasladados al basurero municipal.

El segundo sistema es municipal que realiza la extracción de basura por 5 rutas, la recolección la realizan diariamente, los fines de semana presenta una variación pues realizan 4 veces el recorrido con un camión municipal que es el encargado de transportar la basura hasta el basurero municipal, el camión solamente realiza el acopio de los basureros municipales que se encuentran ubicados en el mercado central, en el campo de la feria y en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

La Municipalidad realiza la recolección de desechos en las áreas públicas del casco urbano, este servicio consiste en el barrido de calles y parques por personal contratado por la autoridad municipalidad.

1.2. Generación de los desechos sólidos

La generación de los desechos sólidos se da en diferentes proporciones, relacionándose con el consumo humano y la cantidad de habitantes, existen diferentes tipos de desechos, por lo que existen diferentes formas de clasificarlos para un adecuado manejo.

1.2.1. Definición de los desechos sólidos

Los desechos sólidos son todos aquellos que se originan de la fracción de los materiales de actividades domésticas, comerciales, institucionales, industriales, mercados y los resultantes de la limpieza de calles y de vías públicas. El origen de estos desechos puede ser agrario, pero en la mayoría se presentan en las ciudades. Algunos residuos son el resultado de actividades industriales, pero estos tienen un poco más de peligro para la salud del ser humano, ya que las sustancias que se emplean en estas actividades, en la mayoría suelen ser dañinas para la salud del ser humano.

Estos materiales de desecho industrial no presentan algún valor económico, o el aprovechamiento es muy caro, debido a esto la actividad de reciclaje se desprecia, además que es complicado de almacenarse, ya que pueden llegar a producir contaminación en el subsuelo, generación de malos olores o producción de plagas.

1.2.2. Tipos de desechos y fuentes de desechos sólidos municipales

Los desechos sólidos se pueden clasificar por: origen, composición, peligrosidad y residuos sólidos especiales:

Origen: los residuos sólidos clasificados por origen son aquellos cuya proveniencia es por generación residencial, comercial, agrícolas, institucional, industrial (pequeña industria y artesanías) y a los residuos que se generan por la limpieza pública.

Composición: este tipo de clasificación se da básicamente por, como lo indica el nombre, la composición, que puede ser de materia orgánica, vidrio, metal, papel, plásticos, cenizas, polvos, materia inerte.

Peligrosidad: por el grado de peligrosidad de los desechos sólidos estos pueden ser tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables e infecciosos.

Residuos sólidos especiales: algunos de los residuos especiales por la cantidad o manejo pueden presentar algún tipo de riesgo a la salud, como por ejemplo, los residuos que provienen de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos, alimentos de consumo expirados, baterías, lodos, escombros, animales muertos, neumáticos, autos abandonados o residuos de festivales.

1.2.3. Generación de los desechos sólidos

Los desechos sólidos se generan en todas aquellas actividades en las cuales los materiales se consideran como desechos sin ningún valor, y que pueden ser desechados para la disposición final.

Tabla I. **Generadores de desechos sólidos**

Actividades generadoras	Componentes	% del total de RSMP
Residencial y domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos	10 a 20
Institucional Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros	Semejantes al comercial	5 a 15
Industria (pequeña industria y artesanía) Manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos.	5 a 30
Barrido de vías y áreas públicas	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	10 a 20

Fuente: JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. p. 17.

1.3. Aspectos teóricos y básicos sobre desechos sólidos

Los desechos sólidos son los que ocupan un mayor porcentaje en el total de desechos o residuos, que el ser humano genera debido a que gran parte de lo que se consume o se utiliza en la vida cotidiana, deja desechos de este tipo, además los desechos sólidos son también los que ocupan mayor espacio al no asimilarse al resto de la naturaleza y al permanecer muchos de ellos por años en el terreno.

1.3.1. Recomendaciones para el almacenamiento de los desechos sólidos en los hogares

El almacenamiento de los desechos sólidos, se debe realizar basado en el principio de asegurar las condiciones de protección ambiental y de la salud humana.

1.3.1.1. Generalidades

El almacenamiento así como el acondicionamiento de los desechos sólidos es responsabilidad de cada persona que será beneficiada con este servicio, el objetivo de esta responsabilidad es mantener el buen funcionamiento y limpieza tanto en los hogares como en el municipio.

La selección de los recipientes a utilizar está dado por distintos colores, según sea los desechos que se depositarán en los mismos, así como los diversos lugares en donde se aplicará este sistema.

1.3.1.2. Almacenamiento domiciliar

Con el fin de mantener un adecuado control de malos olores, el almacenamiento deberá realizarse en recipientes adecuados. Es de vital importancia el tipo de recipiente en el cual se almacenarán, debido a los líquidos que expulsan los desechos y evitar enfermedades o una plaga de roedores y moscas. Es importante el uso de recipientes de plástico o de polietileno para evitar derrames de desechos.

1.3.1.3. Almacenamiento en el comercio y mercados

El depósito general del basurero de los mercados será de vital importancia que este tenga una entrada para personal de supervisión y para las personas que llegaran a depositar los desechos sólidos originarios de ese lugar, para esto es importante que sea un lugar adecuado y un constante control.

Para los lugares públicos es necesario ver los focos de contaminación en el ornato del municipio y así poder ubicar los recipientes en los cuales se estará almacenando la basura, para el buen funcionamiento es de vital importancia la cultura y lo concientizada que tenga la comunidad en general.

En las escuelas y colegios es importante que cada salón y baño contenga el contenedor de basura así como en los patios y áreas de recreación, el contenedor general deberá estar bien identificado y en una ubicación ideal para que la extracción sea de mayor eficacia.

1.3.1.4. Almacenamiento en hospitales

Debido al alto riesgo que presentan los desechos sólidos provenientes de hospitales, clínicas, centros de salud, es importante que estos no se recolecten con los de otros tipos, para prevenir accidentes tanto de las personas que lo recolectan así como de la disposición final.

Según el capítulo 2, artículo 13, del *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios*, indica “las etapas de gestión, la cual debe ser adecuada para toda organización hospitalaria, centro de salud, público o privado, y en general, todo ente generador, de conformidad con el presente

Reglamento, deberá incluir en el Plan de manejo de desechos hospitalarios, las siguientes etapas:

- Separación y embalaje
- Almacenamiento en cada unidad de generación
- Recolección y transporte intrahospitalario
- Almacenamiento intrahospitalario
- Transporte extrahospitalario
- Tratamiento
- Disposición final”

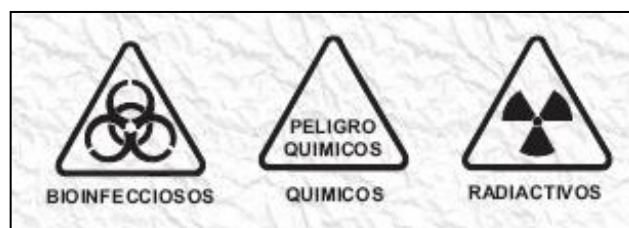
Según el capítulo 3, artículo 14, sobre la separación; “indica que “todo ente generador deberá de capacitar a todo el personal, en función de la correcta separación de los desechos atendiendo a la clasificación contenida en recipientes debidamente identificados y embalados de fácil manejo, cuyo material no sea susceptible de rotura para evitar cualquier tipo de derramamiento”. Los desechos se deberán de almacenar según la siguiente clasificación:

- Desechos infecciosos: deberán almacenarse en recipientes o bolsas color rojo con el símbolo de bioinfecciosos, las jeringas y agujas deberán ser destruidas o embalarse en caja de cartón o recipientes plásticos debidamente sellados, y deberán presentar una etiqueta impresa, en donde se anotará la siguiente información:
 - Nombre de la institución generadora
 - Fecha y hora de recolección
 - Procedencia interna del hospital
 - Operador responsable

- Hora de recepción en el lugar temporal de almacenaje del hospital
- Fecha y hora de salida para su tratamiento
- Desechos especiales: deberán almacenarse en recipientes o bolsas color blanco con el símbolo de químicos, la cristalería entera o rota, deberá embalarse en caja de cartón parafinada o recipiente plástico apropiado y debidamente sellada.
- Desechos radiactivos: particularmente los considerados como de nivel medio o alto, deben depositarse en contenedores de plomo adecuados al nivel de radiación que les corresponda, debidamente identificados con la simbología de radiactivos y son separados del resto de los desechos.
- Desechos comunes: deberán depositarse en bolsas o recipientes de color negro.

En la siguiente imagen se presenta la simbología que se utilizara para identificar el tipo de desecho.

Figura 3. **Simbología de identificación de desechos**



Fuente: Banco Pichincha. Manual de desechos peligrosos, para el desarrollo sostenible del país. p. 12.

1.3.2. Recolección y transporte de los desechos sólidos

La recolección y transferencia de los desechos sólidos son etapas importantes, debido a los riesgos de salud por la manipulación y exposición a diferentes tipos de desechos, los riesgos de contaminación por derrames o disposición final.

1.3.2.1. Generalidades

Para que un sistema de manejo de desechos sólidos pueda ser eficiente es importante que la recolección y transporte de los mismos tenga una relación muy estrecha para que la disposición final pueda ser efectiva, también es importante el uso de equipo y maquinaria adecuada para cada tipo y fase del transcurso de las operaciones.

1.3.2.1.1. Aspectos de salud

La importancia en el manejo de los desechos sólidos municipales se debe a que es fuente sólida directa de enfermedades a nivel mundial, ya sea por contacto directo o indirecto a vectores, que se origina del mal manejo de desechos. Para explicar mejor se desglosará en 2 términos los riesgos, directos e indirectos:

- **Riesgos directos:** estos son los riesgos que presenta el ser humano al contacto directo con la basura, ya que en ella puede haber residuos de excremento humano o de animales, las personas que están más vulnerables a esta situación son los recolectores que no utilicen el equipo adecuado para realizar este trabajo, en la misma situación está el personal de segregación.

- Riesgos indirectos: uno de los riesgos mayores es la proliferación de vectores sanitarios, que causan riesgo por el manejo inadecuado de la basura, que afecta a la comunidad en general y se generan en la proliferación de vectores de enfermedades. Ver tabla II.

Tabla II. **Vectores y formas de transmisión de enfermedades**

Vectores	Formas de transmisión	Principales enfermedades
• Ratas	• Mordisco, orina y heces • Pulgas	• Peste bubónica • Tifus murino • Leptospirosis
• Moscas	• Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	• Fiebre tifoidea • Salmonellosis • Cólera • Amibiasis • Disenteria • Giardiasis
• Mosquitos	• Picadura del mosquito hembra	• Malaria • Leishmaniasis • Fiebre amarilla • Dengue • Filariasis
• Cucarachas	• Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	• Fiebre tifoidea • Heces • Cólera • Giardiasis
• Cerdos	• Ingestión de carne contaminada	• Cisticercosis • Toxoplasmosis • Triquinosis • Teniasis
• Aves	• Heces	• Toxoplasmosis

Fuente: JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. p. 26.

1.3.2.1.2. Aspectos de costos

Las autoridades frecuentemente se lamentan ante el compromiso que tienen la comunidad con la falta de disciplina social y cívica, por la capacidad de cumplir con el papel de colaborar con el ornato de la ciudad. Los costos que le representa a la Municipalidad de Chiquimula el corregir esta mala práctica de la población se verá incrementado debido a que la cobertura es engañosa, ya que al momento de presentar mora en la prestación del servicio, los vecinos van en búsqueda de sitios y se da la creación de botaderos a cielo abierto clandestinos.

1.3.2.2. Bases para la planeación de un servicio de recolección

Estos son datos y características de la recolección para poder diseñar y planificar el servicio a la comunidad.

1.3.2.2.1. Datos básicos

Los datos básicos son importantes para el buen funcionamiento de la planta de tratamiento, como: demográfica, aspectos generales de los desechos sólidos municipales, volumen de residuos sólidos, tipo de planta de tratamiento, cálculo de vida útil, área de compostaje.

1.3.2.2.2. Información complementaria

La información complementaria para la planificación de un buen sistema de manejo de desechos sólidos son: ubicación del terreno en el cual se construirá la planta de tratamiento, área disponible para la disposición final de la

materia orgánica, cantidad y composición de los residuos sólidos tratados en el relleno sanitario, tipo de planta de tratamiento, vías de circulación, sistema de monitoreo y control.

1.3.2.2.3. Cobertura de servicio

La cobertura del servicio es básicamente hacia qué sectores de la población va dirigido el programa y el manejo de desechos sólidos, el que se encuentra delimitado según la capacidad y los recursos con que cuenta la Municipalidad de Chiquimula y su población, ya que será un servicio auto sostenible.

1.3.2.2.4. Residuos a recoger

Entre los parámetros más importantes para el diseño y planificación de un buen sistema de recolección, se deben conocer los tipos de desechos sólidos que se producen en una población, como la cantidad y composición. En las ciudades en desarrollo se identifican por tener baja cobertura en la recolección de los desechos sólidos, lo ideal es alcanzar una cobertura del 90 % al 100 % para obtener un mejor saneamiento.

1.3.2.2.5. Agencias de recolección

Estas a nivel municipal, son la base fundamental para emprender cualquier acción y ponerla en práctica, ya que por ellas pasan las mejoras de la calidad del servicio, este aspecto, de darle una buena disposición sanitaria final a las basuras, debe considerarse como una de las principales preocupaciones de cualquier administración, no solo por razón sanitaria sino también por estética.

1.3.2.2.6. Puntos de recolección

El lugar donde es colocado el recipiente es de gran importancia en el rendimiento del sistema, este puede ser colocado ya sea en el interior de cada vivienda o en el exterior, dependiendo de qué tipo de desecho sea.

Es de vital importancia que la basura esté alejada del alcance de los animales, ya que estos pueden esparcir los desechos y así afectar en la eficiencia del servicio.

1.3.2.2.7. Frecuencia de recolección

La frecuencia de la recolección debe de ser periódica, debido a que muchos de los desechos que se recogerán son putrescibles, por esto mismo hay que evitar que se descompongan, evitando así malos olores y generación de vectores.

La frecuencia depende de la capacidad y condiciones municipales en lugares públicos, como: mercados, centros comerciales e instituciones, deberá de ser diariamente, en cambio en el resto de la población podría realizarse 2 o 3 veces por semana.

1.3.2.2.8. Horarios de recolección

Esto dependerá de acuerdo a cada sistema de recolección, así como los tipos de desechos que se recolectaran, es recomendable que el horario sea entre las 6:00 y las 12:00 horas.

1.3.2.2.9. Equipo de recolección

El equipo con el cual se realiza la recolección generalmente en las sociedades, es básicamente un camión con divisiones para la clasificación de basura, así como un equipo de seguridad para el personal encargado de la recolección.

1.3.2.2.10. Tamaño de cuadrilla

Para determinar el tamaño de la cuadrilla es de vital importancia conocer los sectores a los cuales serán designadas cada una de ellas, ya que en algunas actividades serán más las tareas a cumplir y el volumen de desechos sólidos a recoger.

1.3.2.3. Diseño de ruta

Un mal diseño de rutas de recolección trae como consecuencia, graves daños al sistema de recolección, algunos son:

- Deficiente operación y funcionamiento de equipo.
- Desperdicio de personal.
- Reducción de las coberturas del servicio de limpia.
- Proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la ciudad.

Rutas de recolección: se denomina rutas de recolección, al recorrido específico que deben realizar diariamente o según sea la frecuencia del recorrido los vehículos recolectores de residuos sólidos, en los sectores que se

realizan en la ciudad. El diseño de este tipo de rutas se basa en una serie de factores de acuerdo con la ciudad como:

- Trazo urbano, ancho y tipo de calles
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos

1.3.2.4. Controles de la recolección

Entre estos controles los más comunes y los que son de vital importancia son:

- Control de carga: es básicamente hacer las anotaciones de las cargas de desechos sólidos que ingresan a la planta de tratamiento, utilizando datos existentes del peso específico, volumen promedio de carga y de ser posible el peso de cada carga.

Con estos datos se puede estimar la cantidad de desechos sólidos que ingresan en la planta de tratamiento, pero existe un problema que este dato no es general, es decir, no representa la cantidad de desechos sólidos que produce la ciudad, sino que solamente la cantidad de desechos que son recolectados.

- Control de tiempo: la duración de cada recorrido de recolección es de vital importancia, ya que ayudará a verificar la efectividad de la ruta de recolección, el tiempo se puede llegar a reducir verificando la cantidad de desechos que se extrae y ubicación de cada unidad de transporte.

1.3.2.5. Seguridad en el trabajo

Por el tipo de trabajo que se realizará, es de vital importancia el buen manejo de desechos, que en algún momento puedan llegar a afectar la salud del personal encargado de la recolección de desechos, ya que estos pueden provocar de forma directa enfermedades.

Es importante evitar el contacto directo con la piel y con los ojos, para realizar este trabajo es recomendable el uso de equipo de seguridad industrial para protección de las personas que recolectan, separan y toman muestras para análisis.

Los guantes que se utilicen tienen que permitir la sensibilidad de la mano, ya que no tiene que afectar la movilidad de los recolectores, asegurando la visibilidad del personal con el uso del buen manejo de la iluminación, por esto es importante el horario de recolección.

1.4. Disposición final de los desechos sólidos

Es el conjunto de operaciones encaminadas a la eliminación de los residuos sólidos o el aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

1.4.1. Generalidades

La eliminación de las basuras producidas por una comunidad resulta uno de los problemas más complejos y de más cuidado, ya que las autoridades toman muy poca importancia al manejo de estos.

Con el correcto manejo de los desechos sólidos, se elimina la contaminación visual, focos de contaminación atmosférica, entre otras. Para que este no tenga efectos secundarios en la población.

1.4.2. Procesamientos aplicables a la basura

En Guatemala se produjeron aproximadamente 1 746 059 toneladas de desechos durante el 2009, un cuarto del volumen producido fue tirado en cualquier parte (26 %); casi un tercio fue quemado (30 %); y únicamente el 30 % fue recolectado por el tren de aseo municipal (9 %) y por recolectores privados (21 %). El resto de la basura fue enterrada (10 %) o tuvo otro destino (4 %), como el reciclaje (INE, 2011). Existen diferentes procesos aplicables a la basura para minimizar los porcentajes de basura quemada o deposita en sitios baldíos, debido a que con estas prácticas se contribuye a la contaminación ambiental en nuestro país que en los últimos años ha ido en aumento.

1.4.2.1. Procesamientos mecánicos

- Trituración

Es un proceso por medio del cual se reduce el volumen de los residuos para disminuir el costo del transporte. Forma parte del método de tratamiento por microondas de los residuos infectocontagiosos. Se utiliza en las plantas productoras de composta. En países desarrollados existe la práctica de utilizar un sistema de trituración en los rellenos sanitarios, con el propósito de alcanzar una mayor eficiencia en la compactación de los residuos sólidos para ampliar la vida útil de los sitios.

- Compactación

Este método se utiliza principalmente en los rellenos sanitarios para el confinamiento definitivo de los residuos. La compactación se hace con maquinaria pesada en rellenos que disponen más de 40 toneladas por día. El grado de compactación óptima en un relleno sanitario es de 700-800 Kg/m³. Para ciudades de menos de 50 000 habitantes, se puede emplear equipo más sencillo o inclusive puede hacerse la compactación en forma manual. La compactación también se utiliza en los sistemas de recolección y transferencia de residuos sólidos, con el objeto de bajar los costos en el transporte.

1.4.2.2. Procesamientos térmicos

- Incineración

Es una tecnología compleja y costosa pero efectiva para hacer el tratamiento de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos (urbanos). La incineración exige que los residuos tengan un poder calorífico superior a 1 200 Kcal/Kg y las plantas incineradoras incluyen los sistemas de recuperación de energía en forma de vapor y electricidad. Este método genera gases contaminantes, por lo que además del costo del sistema, deberá considerarse una inversión adicional para cumplir con los estándares de emisión a la atmósfera. Los países que más emplean esta tecnología son Japón, Suiza, Suecia, Alemania, Francia y Estados Unidos de Norteamérica. También hay plantas incineradoras en Italia, España, Canadá y Gran Bretaña. En el caso de América Latina, la incineración se ha orientado principalmente al control de los residuos biológico infecciosos.

- Pirolisis

Este método se utiliza para el tratamiento de materiales orgánicos con alto valor calorífico como son llantas, aceites, telas y cartón contaminados con aceite, madera, etc. El nombre científico es termólisis y consiste en la descomposición térmica de la materia en ausencia de aire, transformándola en hidrocarburos limpios y/o carbón. El proceso no genera gases contaminantes.

- Microondas

La tecnología de microondas se emplea en sistemas modernos de tratamiento de los residuos infectocontagiosos provenientes de hospitales y clínicas. Los residuos son triturados y se les inyecta vapor, después son triturados y expuestos continuamente a microondas. La desinfección se hace al aumentar la temperatura hasta 95 °C durante 30 minutos.

- Esterilización

Es el proceso típico de tratamiento térmico de los residuos que se realiza empleando calor seco o bien vapor. Se emplea para la desinfección de residuos infectocontagiosos.

1.4.2.3. Procesamientos biológicos

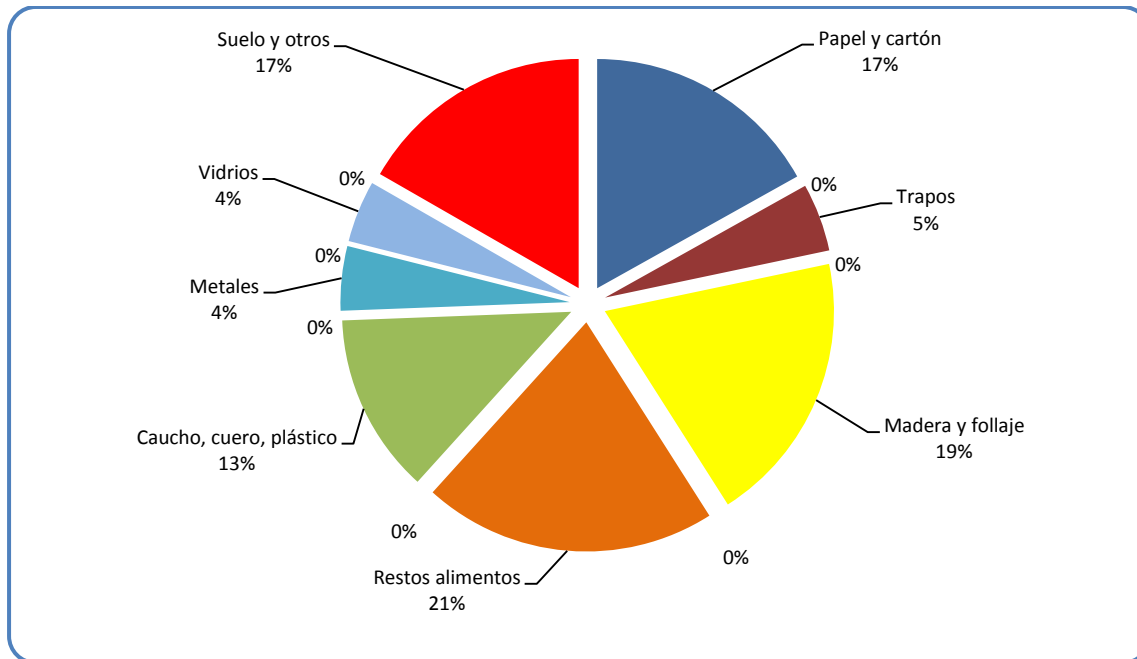
De la composición de residuos y desechos orgánicos, el mayor porcentaje fue del 21 % que corresponde a restos alimenticios, esto lo indicó el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2009 (ver figura 4).

Dadas las características de humedad y la rápida biodegradabilidad, este tipo de residuos desprenden gases como el metano, involucrado en el cambio climático global, así como malos olores, atraen a moscas, cucarachas, ratas y otras especies de fauna nociva transmisora de enfermedades, provocan la formación de lixiviados que arrastran contaminantes hacia los cuerpos de agua superficiales o se infiltran hacia los acuíferos, deteriorando las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano e irrigación de campos agrícolas, amenazando además los ecosistemas acuáticos.

Aunado a lo anterior, la mezcla de los residuos orgánicos putrescibles y húmedos con el resto de los residuos provoca su contaminación y dificulta la recuperación de los materiales valorizables contenidos en ellos, lo cual se lleva a cabo actualmente en muchos rellenos sanitarios y sitios no controlados de basura por grupos de personas que se dedican a la pepena y que trabajan en condiciones riesgosas e insalubres.

Lo paradójico es que los residuos de alimentos pueden ser empleados como fuente de alimento animal, y junto con los residuos de jardinería pueden convertirse en mejoradores de suelo o se pueden emplear como fuente de biogás y este utilizarse para generar electricidad, lo cual ya están haciendo los países más ricos del mundo como Estados Unidos y Japón.

Figura 4. **Composición de residuos y desechos orgánicos en Guatemala**



Fuente: INE. Sección de Estadísticas Ambientales con información de diversas fuentes oficiales.

- **Compostaje**

Este método es utilizado para procesar la parte orgánica de los residuos sólidos urbanos que, generalmente, representa el 40-60 % del volumen total. Consiste en la descomposición o fermentación natural de la porción orgánica de los residuos, es decir por la acción biológica de los microorganismos presentes, dando origen a un producto denominado composta. Este es un producto orgánico estabilizado, cuyas propiedades la hacen particularmente útil como mejorador de la estructura y textura de los suelos y en menor grado como fertilizante vegetal.

Las primeras plantas de composta producida a partir de residuos sólidos datan de 1925 a 1930 en la India y Holanda. Los países que más usan esta tecnología actualmente son España, Francia y Suecia. En Guatemala se realiza esta técnica, según el Instituto Nacional de Estadística en el 2009 de un 100 % (144 830 toneladas) de residuos y desechos sólidos que ingresa al relleno sanitario de Bárcenas y Villa Nueva, el 1,4 % (2 038 toneladas) se recicla y el 10,1 % (14 672 toneladas) es de compostaje.

La aplicación de este proceso para el tratamiento de los residuos orgánicos ha sido muy utilizada en el mundo. Se aplica principalmente a residuos fácilmente degradables, como el estiércol y residuos vegetales; además se aplica a la fracción orgánica de los residuos de origen urbano. Las aplicaciones pueden ser tanto a escala doméstica como en el ámbito industrial a mediano y largo plazo.

Los diversos métodos de compostaje utilizados actualmente en varios países, generan un porcentaje en peso de composta orgánica que varía entre 35 y 45 % de los residuos bruta inicial. Los materiales orgánicos que no se aprovechan o no se descomponen fácilmente son: trapo, cartón y papel. Estos residuos urbanos deben ser tratados en forma diferente, de preferencia mediante el reciclaje (recuperación directa).

Tabla III. **Métodos para elaborar composta**

Métodos para elaborar composta	
<ul style="list-style-type: none"> • Composta en pilas estáticas 	<p>La materia orgánica se apila y mezcla para que se convierta en composta. Demanda de 12 a 18 pulgadas de materiales abultadores apilados en formasuelta para que el aire circule del fondo hacia arriba de la pila.</p>

Continuación de la tabla III.

Pilas aereadas de composta	Los residuos orgánicos se alinean en filas de grandes pilas y se aerean ya sea insertando tubos en las pilas o removiéndolos de tiempo en tiempo. Incluyendo restos de animales y grasa, siempre y cuando se muevan y monitoreen constantemente durante la fase termofílica.
Composta en contenedores	Los residuos orgánicos se colocan en equipos cerrados con temperatura, humedad y aereación controladas. Este tipo de sistema puede procesar grandes cantidades de residuos.
Vermicomposta	Las lombrices desagregan los materiales orgánicos formando una composta de alto valor y los depósitos pueden funcionar intra o extramuros, pero no pueden procesar restos de animales o grasa.

Fuente: elaboración propia, con base en la *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*, 2002.

Factores que influyen en el compostaje:

Estos factores son los que determinan la composición correcta del material de compostaje así como su calidad.

- Temperatura: una considerable cantidad de calor se genera en la fermentación aeróbica de los residuos y es retenida por una propiedad aislante, consecuentemente hay un aumento apreciable de la temperatura en la masa orgánica. Generalmente, en las primeras 24 horas de digestión se alcanzan temperaturas entre 45 y 50 °C. Esta temperatura representa el límite superior para los organismos mesófilos y una temperatura de 60 a 70 °C, se obtiene después de dos a cinco días. La declinación final de la temperatura es lenta e indica que el material ha sido digerido. Una caída de la temperatura antes de la estabilización de

la materia orgánica puede reflejar que empieza la evolución hacia una digestión anaerobia.

Las temperaturas altas son necesarias para la destrucción de los organismos patógenos y las semillas de diversas plantas, con lo cual se obtiene una composta de mejor calidad. La temperatura óptima para la digestión aeróbica varía entre 50 a 70 %, siendo probablemente los 60 °C, la temperatura más satisfactoria.

No es conveniente sobrepasar los 70 °C por un período prolongado, debido a que se reduce el número de organismos termófilos que activamente actúan en el proceso de descomposición.

- **Humedad:** es uno de los factores más importantes en el proceso de digestión, ya que si esta es muy baja, los microorganismos no se desarrollan, y si es excesiva, el agua desplaza el aire al llenar los intersticios, presentándose circunstancias propicias para el desarrollo de condiciones anaerobias. Las investigaciones científicas han concluido que el rango de humedad más favorable es de 40 a 55% para lograr condiciones aeróbicas. Sin embargo, si los materiales a digerir contienen una cantidad importante de paja y materiales fibrosos resistentes, el contenido de humedad puede ser mayor, llegando a soportar hasta un 70 a 75% sin afectar el proceso de descomposición aeróbica.
- **Aereación:** la aereación es básica para la descomposición termofílica de los residuos, con el propósito de lograr una rápida transformación sin malos olores. Se han desarrollado varias técnicas para airear los residuos en transformación, pero parece que el método más eficaz para el método de pilas, es el volteo periódico del material. En este proceso de

volteo debe tenerse especial cuidado de que las capas exteriores pasen a ocupar el interior de la unidad siguiente, y para ello se utilizan equipos mecanizados. La frecuencia de la aereación o número total de vueltas de la pila de basura en transformación, depende principalmente del contenido de humedad y del tipo de material.

Uso de siembras o inoculación: ha sido ampliamente discutida la necesidad de usar inoculos o siembras, que contengan cepas bacterianas cultivadas en laboratorio para la descomposición de la materia orgánica y la fijación del nitrógeno. Se han empleado diversos inoculantes como son enzimas, hormonas, factores de activación, biocatalíticos, etc. Sin embargo, la mayor parte de los estudios coinciden que no son necesarios.

- pH: los estudios y experiencias indican que este factor no tiene gran influencia en el proceso. El pH inicial de materiales digeribles, basura, estiércol, etc., varía normalmente de 5 a 7, a menos que contengan sustancias alcalinas en exceso.
- Condiciones climáticas: las condiciones climáticas que influyen en el proceso de compostaje son: la temperatura, el viento y la lluvia, fundamentalmente cuando se realiza a la intemperie. El viento fuerte tiene doble efecto sobre el proceso; baja la temperatura y aumenta la evaporación, y consecuentemente el secado del material, en especial en el frente de la pila que azota el viento.

La lluvia no tiene un efecto importante en el proceso siempre y cuando las pilas o camellones sean redondeados para permitir que el agua escurra por la superficie y el terreno tenga un drenaje apropiado. Si

las lluvias son muy densas acompañadas de fuertes vientos logran penetrar de 30 a 40 cm en el material, pero este efecto adverso se vence por medio de las vueltas sucesivas. Sin embargo, no se considera conveniente efectuar el volteo en un momento de lluvia por que el material se humedecerá demasiado y afectará la aereación.

1.4.3. Planta de tratamiento

Uno de los problemas más acuciantes que sufre hoy nuestro medio ambiente, resultado directo de la propia evolución de la actual sociedad de consumo, es la producción de residuos. Las actividades que el hombre realiza son de muy diversa índole y naturaleza y, en función de las mismas, se generan distintos tipos de residuos de diferente composición, estado o peligrosidad. De acuerdo con estas características, el tratamiento, gestión y almacenamiento de los distintos residuos varían dando lugar a la necesidad de crear toda una serie de infraestructuras y mecanismos de gestión con el fin de evitar cualquier deterioro ambiental.

1.4.3.1. Tipos de plantas de tratamiento de desechos sólidos

Las plantas de tratamiento de residuos sólidos se dividen en dos grandes grupos de acuerdo con los tipos de instalaciones, estas son:

- Aquellas que han de situarse en lugares muy especiales que cumplan determinadas condiciones de impermeabilidad del sustrato y que se encuentren lejos de cualquier lugar habitado por el hombre: vertederos de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y depósitos de seguridad para Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP).

- Instalaciones que, aunque molestas y peligrosas en alguna medida, no necesiten condiciones especiales de impermeabilidad ni de distancia a los lugares habitados, de hecho podrían situarse en polígonos industriales. En este grupo podemos considerar a las estaciones de transferencia de RSU y las plantas de tratamiento físicoquímico o de tratamiento biológico de RTP. Más aún, las dos últimas necesidades disponen en las proximidades de una depuradora de aguas que reciba sus emisiones líquidas para ser tratadas y vertidas, finalmente, a un río, lo que quiere decir que, en estos dos casos, la distancia a los ríos supone un factor de localización añadido.

1.5. Diseño de sistema propuesta para los desechos sólidos en la cabecera departamental de Chiquimula

Para poder sistematizar la recolección de desechos sólidos, se debe de contar con un diseño que permita optimizar el trabajo y con esto poder garantizar la eficacia del proceso.

1.5.1. Análisis de los desechos sólidos

Es necesario realizarle análisis a los desechos sólidos, debido a que con estos se determina el sistema de recogida y el sistema de tratamiento adecuado a utilizar, así también permite clasificar de mejor manera los desechos.

1.5.1.1. Caracterización de los desechos sólidos

Los desechos son el producto de la relación del hombre con el ambiente, por lo que su definición se concreta en; todo material descartado por la acción humana, que no a teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable.

El manejo indiscriminado de los desechos sólidos se basa en la oferta de los servicios de recolección y transporte de los mismos, desde la fuente de generación hacia un sitio de disposición final. Estos servicios se caracterizan por ser deficitarias en cuanto a cobertura irregulares en cuanto a cumplimiento. La fase de disposición y tratamiento final se caracteriza por la ausencia de criterios técnicos mínimos como la impermeabilización de los suelos y vertido controlado de los desechos.

Dentro de este marco existen en la región dos modelos de gestión de los servicios de recolección, transporte y disposición final. El modelo predominante es el municipal, son estas entidades las encargadas de controlar y operar dichos servicios como ocurre en algunas cabeceras municipales de Chiquimula, que se caracteriza por ser deficientes e irregulares en su cobertura, aproximadamente un 50 % de la población a servir. Asimismo, los sitios de disposición final no han sido diseñados considerando los criterios técnicos para evitar la contaminación de los suelos.

El segundo modelo es el privado cuya forma de organización predominante es la pequeña y mediana empresa PyMEs, siempre dentro del manejo indiscriminado. Aunque poseen mayor capacidad de cobertura y flexibilidad de operación, generan empleo, elimina las distorsiones en las tarifas pues no subsidian los servicios, este modelo puede apreciarse en la cabecera departamental de Chiquimula.

1.5.1.2. Producción per cápita (PPC)

La metodología utilizada fue sacando un muestreo de basura en las viviendas de la cabecera municipal de Chiquimula, se definieron 5 estratos socioeconómicos, por las características de viviendas, el nivel educativo, facilidad de transporte, posesiones, trabajo asalariado. El procedimiento fue clasificar en:

- Papel y cartón
- Telas
- Madera y follaje
- Restos de alimentos
- Plásticos, caucho y cuero
- Metales
- Vidrios
- Suelo y otros

Luego de la recolección se realiza el peso en libras y onzas, los datos son recopilados cuantitativamente y cualitativamente.

El muestreo para la recolección de basura se considera en 1 % del total del universo, que corresponden a 18 991 viviendas, de esto se obtiene la descripción del número de personas por cada uno de los estratos, como lo indica en el cuadro siguiente:

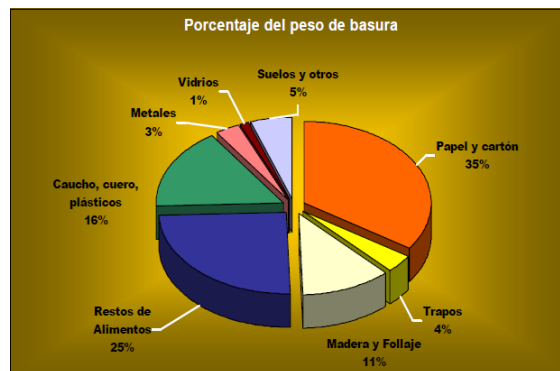
Tabla IV. **Distribución de población por estratos sociales**

Estrat	Poblac
1	14
2	33
3	70
4	58
5	24

Fuente: elaboración propia, usando datos de encuesta a vecinos.

De acuerdo a la metodología empleada para el muestreo de la producción de basura de las viviendas de Chiquimula, el total de casas donde se recolectó basura fue de 190, quienes produjeron en total 1 888,25 libras de basura en 10 días.

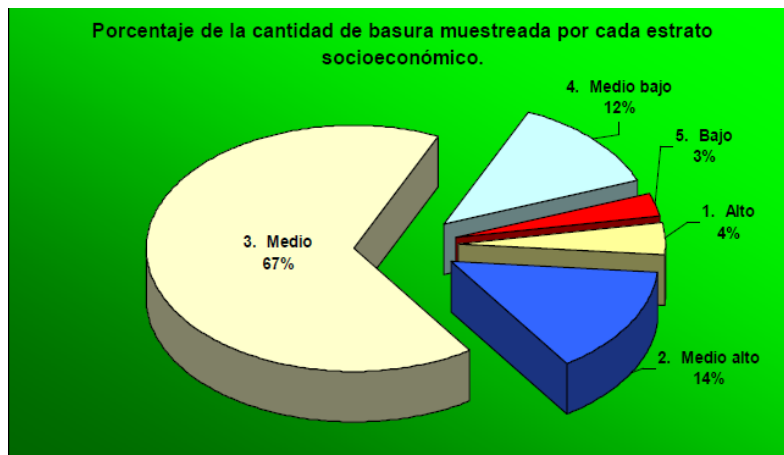
Figura 5. **Distribución porcentual de 8 tipos de basura, muestreados en 40 viviendas**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que en la figura 5 el papel y cartón ocupan un 35% del peso total de la basura de las casas muestreadas. Restos de alimentos contienen una cantidad alta en la misma con un 25 %, se puede observar que los vidrios y los metales son los porcentajes más bajos.

Figura 6. **Porcentaje y cantidad de basura muestreada según estratos socioeconómicos de la cabecera de Chiquimula**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se muestra el comportamiento de la cantidad de basura en peso por los distintos estratos socioeconómicos, el medio es el que más porcentaje posee, esto da una visión muy clara para proponer la tasa mensual por el porcentaje de usuarios. Las tasas de generación de residuos sólidos según la fuente de origen:

Tabla V. **Producción de residuos según la fuente de origen**

Fuente de origen	kg /hab-día(parámetro)	kg /hab-día (utilizado)
Doméstica y comercial	1,73	1,73
Especial	0,1	0,1

Continuación de la tabla V.

Institucional	0,1	0,1
construcción y demolición	0,39	0,39
servicios municipales	0,24	0,24
Plantas de tratamiento	0,17	0,17

Fuente: Technobanoglus, G (1994), Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management issues.

1.5.1.3. **Peso específico**

El peso específico es una característica necesaria para la gestión adecuada de residuos sólidos. Esta característica determina el sistema de prerecogida, los sistemas de recogida y los sistemas de tratamiento.

En la siguiente tabla se muestran los rangos y valores típicos de peso específico de cada una de las fracciones de los residuos sólidos urbanos.

Tabla VI. **Peso específico de los residuos sólidos urbanos**

Componente	Variación Kg/m ³	Típico en kg/m ³
-En Hogares	131 – 481	291
-En Mercados	475 - 950	540
Residuos de jardinería	59 – 225	101
Madera	131 - 320	237
Papel y cartón	42 – 131	50
Plásticos	42 – 131	65
Textiles	42 – 101	65
Vidrio	160 – 481	196
Latas de hojalata	50 – 160	89
Otros metales	65 – 1151	280

Fuente: Manual de Tratamiento de Desechos. p. 32.

1.5.1.4. Humedad

La humedad se puede clasificar por tipos de basura el diferente porcentaje de humedad en cada una de ellas:

- Tipo I. Contenido de humedad 25%: basura combustible, cartón, viruta de madera aserrín y barridos domésticos, comerciales e industriales.
- Tipo II. Contenido de humedad 50%: basura residencial, departamental, clínicas, etc.
- Tipo III. Contenido de humedad 70%: desperdicios de animales y vegetales de restaurantes, hoteles, mercados, supermercados, cafeterías, hospitales y clubes.
- Tipo IV. Contenido de humedad 100%: partes humanas y animales, huesos amputaciones, desechos de laboratorios y hospitales.

1.5.2. Diseño del sistema de recolección y transporte de los desechos sólidos

Para poder llevar un control y minimizar errores durante la recolección y transporte de los desechos sólidos, es importante contar con un diseño que permita que los procesos sean sistematizados y eficaces.

1.5.2.1. Cobertura del servicio

Se pretende que el sistema de recolección de desechos sólidos de Chiquimula, cubra en lo posible a todo el casco urbano de la ciudad, siempre y

cuando sea accesible al sector y que la producción de desechos amerite la recolección de la misma, ya que en varios sectores la basura se deposita en los basureros municipales o bien la queman sobre todo la que está compuesta por plásticos, papel, etc.

1.5.2.2. Instituciones a encargarse de la recolección

Este es un punto importante, para el buen desempeño de la recolección de residuos, que debe de tomar la Municipalidad, de acuerdo a sus políticas y plan de trabajo. Se debe de evaluar con las ventajas y desventajas de cada una de las instituciones para que esta decisión sea la mejor.

La mejor opción sería la de una empresa privada contratada por la municipalidad, ya que presenta el mejor panorama para el funcionamiento del servicio, algunas ventajas son:

- La Municipalidad no se encargaría de tener personal capacitado para la recolección de desechos sólidos.
- La recolección puede ser más eficiente y esto beneficiaría a los usuarios al tener un buen servicio y bajo costo del mismo.
- Por ser un sistema privado, este tendría menos problemas en cuanto a las gestiones administrativas.
- El financiamiento del servicio está fuera de las preocupaciones de la Municipalidad.

- La Municipalidad podrá realizar correcciones o mejoras al sistema.

Pero este sistema cuenta con desventajas de las cuales se puede mencionar las siguientes:

- Por ser una empresa privada, los objetivos principales de esta organización será generar utilidades, la búsqueda de aumentar las mismas puede afectar el servicio.
- Si no se realiza un adecuado contrato, la Municipalidad puede quedar exenta de no realizar exigencias en el funcionamiento del servicio de recolección.
- El contratar a más de una empresa, para realizar la recolección, puede ser de beneficio para la Municipalidad y para los usuarios.
- La concientización y dar a conocer la nueva modalidad de recolección generará gastos a la Municipalidad.
- La población al enfrentarse con el cambio del sistema de recolección puede crear una oposición.

1.5.2.3. Desechos a recoger

El municipio de Chiquimula tiene un grave problema con los desechos y la clasificación de los mismos, el objetivo es cubrir un 90 % en el servicio, la propuesta es hacer una recolección clasificada de basura, por lo que se proponen los siguientes tipos de desechos sólidos a recoger:

- Residuos domésticos y comerciales, este consiste en la recolección efectiva de los domicilios y comerciales. Se pueden dividir en dos partes orgánicas e inorgánicas. La fracción orgánica está compuesta por residuos de comida, todo tipo de papel, textiles, cuero, madera y residuos de jardín. La fracción inorgánica está cubierta por cerámica, vidrio, latas, metales y plásticos.
- Residuos institucionales, consiste en la recolección de centros educativos, administrativos, estaciones policiales, hospitales y de carácter público, excluyendo los residuos producto de la industria agrícola y de las fábricas industriales.
- Residuos de servicios municipales, consisten en la recolección, producto de las actividades propias de las instituciones, actividades como la recolección de residuos en calles, residuos de jardinería y animales muertos.

1.5.2.4. Punto de recolección

Son lugares establecidos para colocar la basura siendo de gran influencia en el buen proceso de recolección. Como el proceso es recoger desechos previamente seleccionados es importante que los residuos domésticos estén fuera del alcance de los animales para evitar derramamientos.

La recolección de desechos domiciliarios se deberá de realizar en la acera de cada vivienda, lo mismo para todos los establecimientos públicos y municipales ya que los recipientes de estos son fijos para cada edificación.

1.5.2.5. Frecuencia de recolección

La frecuencia de recolección de este sistema tiene que ser periódico, ya que no se puede descuidar por la acumulación de basura, que puede llegar a afectar por ejemplo los desechos putrescibles que no entren en descomposición. Debido a la velocidad de producción de moscas producto de la descomposición por el calor y humedad del ambiente, a continuación se presenta la frecuencia de recolección:

Tabla VII. Frecuencia de recolección

SECTOR	DÍA DE LA SEMANA DE RECOLECCIÓN					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
1	X			X		
2		X			X	
3			X			X
4	X			X		
5		X			X	
6			X			X

Fuente: elaboración propia, con base en la frecuencia de recolección en el departamento de Chiquimula.

Los sectores son:

- Sector 1, sector residencial y comercial de la zona 1, finalizando en el sitio de disposición final.
- Sector 2, sector residencial y comercial de la zona 2, finalizando en el sitio de disposición final.

- Sector 3, sector residencial y comercial de la zona 3, finalizando en el sitio de disposición final.
- Sector 4, sector residencial y comercial de la zona 4, finalizando en el sitio de disposición final.
- Sector 5, sector residencial y comercial de la zona 5 y 6, finalizando en el sitio de disposición final.
- Sector 6, sector residencial y comercial de la zona 7, finalizando en el sitio de disposición final.

1.5.2.6. Horario de recolección

Para establecer el horario de recolección se determina el sector y la afluencia vehicular de la misma, para evitar molestias a los usuarios y tránsito lento, a continuación se presentan los horarios de la recolección:

Tabla VIII. Horario de recolección

DÍA	ZONA RESIDENCIAL		ZONA COMERCIAL	
	HORA INICIO	HORA FIN	HORA INICIO	HORA FIN
LUNES	6:00	12:00	4:00	6:00
MARTES	6:00	12:00	4:00	6:00
MIÉRCOLES	6:00	12:00	4:00	6:00
JUEVES	6:00	12:00	4:00	6:00
VIERNES	6:00	12:00	4:00	6:00
SÁBADO	6:00	12:00	4:00	6:00

Fuente: elaboración propia, con base en rutas de recolección en el departamento de Chiquimula.

1.5.2.7. Tamaño de cuadrilla

Los recursos humanos a realizar el trabajo, por unidad de transporte, depende mucho del sector y el tipo de residuos a recoger. Para la basura domiciliar, estará conformada por piloto del camión recolector y 3 ayudantes, para realizar la recolección de las viviendas, según las rutas.

Para la basura de comercios, estará conformada de la misma manera, piloto del camión recolector y 3 ayudantes. Es importante que a todo el personal se proporcione capacitación, en donde se les explique los cuidados y las medidas de seguridad, que se deberán de tomar dependiendo del tipo de desechos.

1.5.2.8. Equipo para trabajadores

El contar con un equipo de seguridad para los trabajadores, es indispensable para evitar cualquier tipo de accidente en el área de trabajo tanto de recolección, traslado y disposición final. En la siguiente tabla se presenta el equipo de trabajo y las especificaciones:

Tabla IX. Equipo para trabajadores

PRINCIPALES ELEMENTOS DE PROTECCIÓN		
ELEMENTOS	USO	OBSERVACIONES
Calzado de seguridad	Principalmente en trabajos donde el personal está expuesto a impactos en la zona de los pies.	Es importante que este sea específicamente para protección de impacto.

Continuación de la tabla IX.

Guantes	Especialmente en los trabajos donde se tiene un contacto con los desechos causantes de cortes, abrasivos, químicos, etc.	Los guantes deben ser de protección mecánica, la mayoría de estos son de cuero.
Botas de goma	En la recolección de residuos	Cuando hay días lluviosos y/o humedad excesiva
Casco de seguridad	Sera vital el uso de este cuando el elemento esté expuesto a golpes en la cabeza, sea por condiciones de la zona de trabajo o en zonas industriales	Se recomienda el uso de este cuando la zona lo exija
Chaleco reflectivo	El trabajo de recolección es en vía pública por lo tanto es vital el uso del mismo, de igual manera cuando la calidad de luz no es buena.	Se recomienda que se use en el horario laboral de forma obligatoria
Camisa	Para la recolección	Es necesaria que esta sea manga larga
Pantalón	Para la recolección	Importante que sea de lona
Protector facial	Donde se esté expuesto a la proyección de partículas, salpicaduras u objetos	Especialmente indicado para el trabajo de mantenimiento o labores especiales de terreno
Respiradores	Donde se esté expuesto a elementos tóxicos. De uso común en trabajos de pinturas de vehículos, o químicos	El filtro de ser el adecuado para el trabajo y tipo de contaminante

Fuente: elaboración propia, con base en el Manual de medidas de seguridad industrial.

1.5.2.9. Tipo, tamaño y unidades a utilizar

La Municipalidad de Chiquimula cuenta con unidades móviles las cuales utilizan actualmente para el transporte de residuos de mercado y calles. Como se está proyectando que el servicio sea privado con involucramiento municipal, estos deberán tener camiones o *pick ups*, dependiendo del sector a recolectar, deberá de tener separaciones en la zona de recolección para los diferentes tipos de basura a recolectar.

Figura 7. Camión de basura clasificada



Fuente: Patricia García/PAOT. *Camión recolector de la delegación Coyoacan.*

Según los datos del INE la población en el 2020 será la siguiente en la cabecera municipal.

Tabla X. **Población en el 2020 en el departamento de Chiquimula**

Departamento y Municipio	PERIODO												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Chiquimula	347,960	355,223	362,826	370,891	379,359	388,155	397,202	406,422	415,868	425,590	435,511	445,555	455,645
Chiquimula	88,918	90,401	91,951	93,596	95,320	97,102	98,920	100,756	102,620	104,525	106,450	108,376	110,284

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.

La producción de residuos es de 0,1872 kg/hab/día. Este dato se obtuvo según el muestreo realizado a 190 localidades en la cabecera municipal de Chiquimula.

Tabla XI. **Producción de residuos por año respecto a la población**

Año	Población	kg	Ton
2008	88 918	16 645,4496	16,6454496
2009	90 401	16 923,0672	16,9230672
2010	91 951	17 213,2272	17,2132272
2011	93 596	17 521,1712	17,5211712
2012	95 320	17 843,904	17,843904
2013	97 102	18 177,4944	18,1774944
2014	98 920	18 517,824	18,517824
2015	100 756	18 861,5232	18,8615232
2016	102 620	19 210,464	19,210464
2017	104 525	19 567,08	19,56708
2018	106 450	19 927,44	19,92744
2019	108 376	20 287,9872	20,2879872
2020	110 284	20 645,1648	20,6451648

Fuente: elaboración propia, con base en datos del INE.

El peso total de basura/día = 16,65 toneladas diarias

$$Nc = \frac{Pr}{Nv \cdot Ca}$$

Dónde:

Nc = número de camiones

Pr = producción de basura diaria

Nv = número de viajes

Ca = capacidad de camión

Tomando en cuenta la tabla anterior, se puede hacer un dimensionamiento de la cantidad de camiones hasta el 2020 con los siguientes datos.

Nv = 1 viaje diario

Capacidad de carga: 6 toneladas

Capacidad de volumen: 18 metros cúbicos

Sustituyendo valores, se elabora la siguiente tabla:

Tabla XII. **Cantidad de camiones para transportar basura hasta el 2020**

Año	Ton	# unidades	Unidades
2008	16,6454496	0,9247472	1
2009	16,9230672	0,9401704	1
2010	17,2132272	0,9562904	1
2011	17,5211712	0,9733984	1
2012	17,843904	0,991328	1
2013	18,1774944	1,0098608	1

Continuación de la tabla XII.

2014	18,517824	1,028768	1
2015	18,8615232	1,0478624	1
2016	19,210464	1,067248	1
2017	19,56708	1,08706	1
2018	19,92744	1,10708	1
2019	20,2879872	1,1271104	1
2020	20,6451648	1,1469536	1

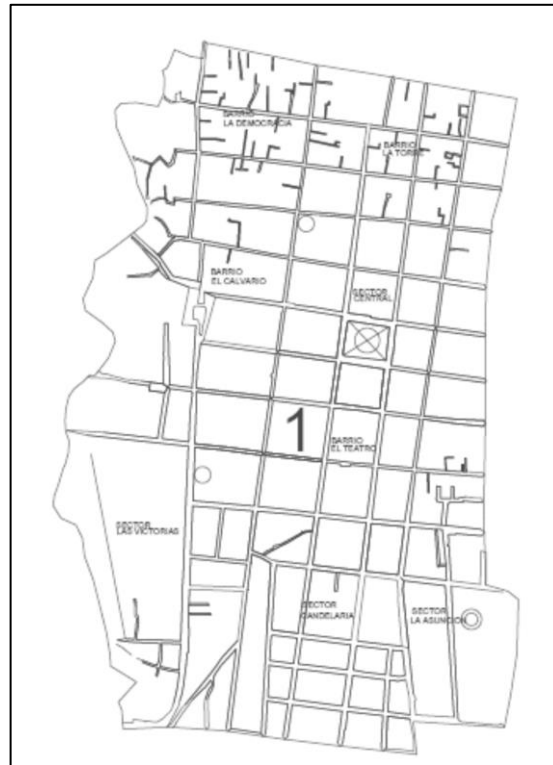
Fuente: elaboración propia, con base en datos del INE.

1.5.2.10. Recorrido

Según la sectorización realizada en el punto 1.5.2.5, el recorrido se respetará según lo propuesto. Para que los recorridos sean eficientes, es importante tener algunos puntos claros y respetar los mismos como:

- Evitar que un recorrido se repita en diferente sectorización o una intervención entre sectorizaciones.
- Evitar los horarios donde el flujo vehicular es grande.
- Las calles cuyas pendientes sean muy pronunciadas, sería ideal el recorrido aguas abajo, realizando la recolección en ambos lados de las vías.
- Debido a la característica del municipio, para el diseño de las rutas de recolección se utilizará diagramación tipo peine, en el cual se recolecta de ambos lados de las vías a la misma hora y se recorre únicamente una vez por vía.

Figura 8. **Recorrido ruta 1**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

El alcance del recorrido de la ruta 1, es la zona 1 en la totalidad, las 6 calles que componen la zona 1 y las 15 avenidas, recorriendo las principales edificaciones privadas y públicas de la misma, como la Municipalidad, parque central, santuario de Nuestra Señora del Tránsito, iglesia del Calvario, parque El Calvario, mercado municipal, terminal de buses.

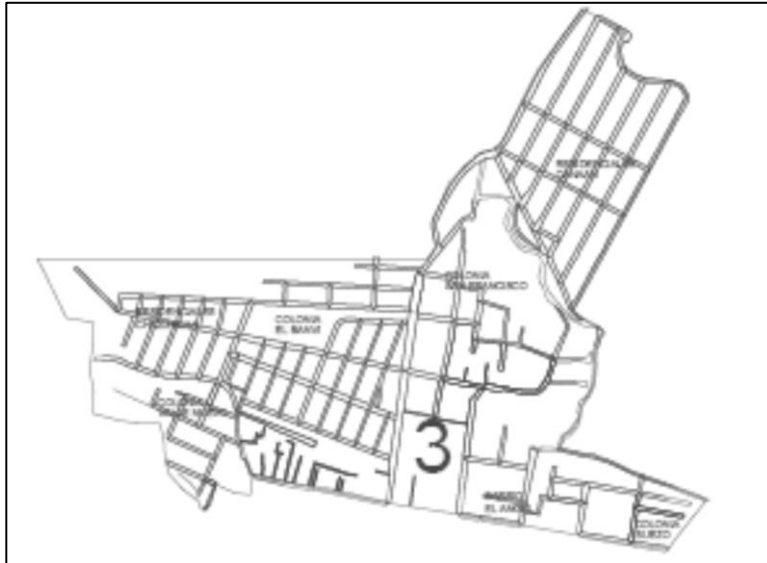
Figura 9. **Recorrido ruta 2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

El alcance del recorrido de la ruta 2, es la zona 2 en la totalidad, recorriendo las principales residenciales, barrios o sectores como: Linda Vista I y II, Ruano, Lone, Sasmó Abajo, El Milagro, Minerva I y II, Las Lomas, Residenciales Buenaventura entre otros, en esta se encuentra la avenida popularmente conocida como Calzada 2 Héctor.

Figura 10. **Recorrido ruta 3**

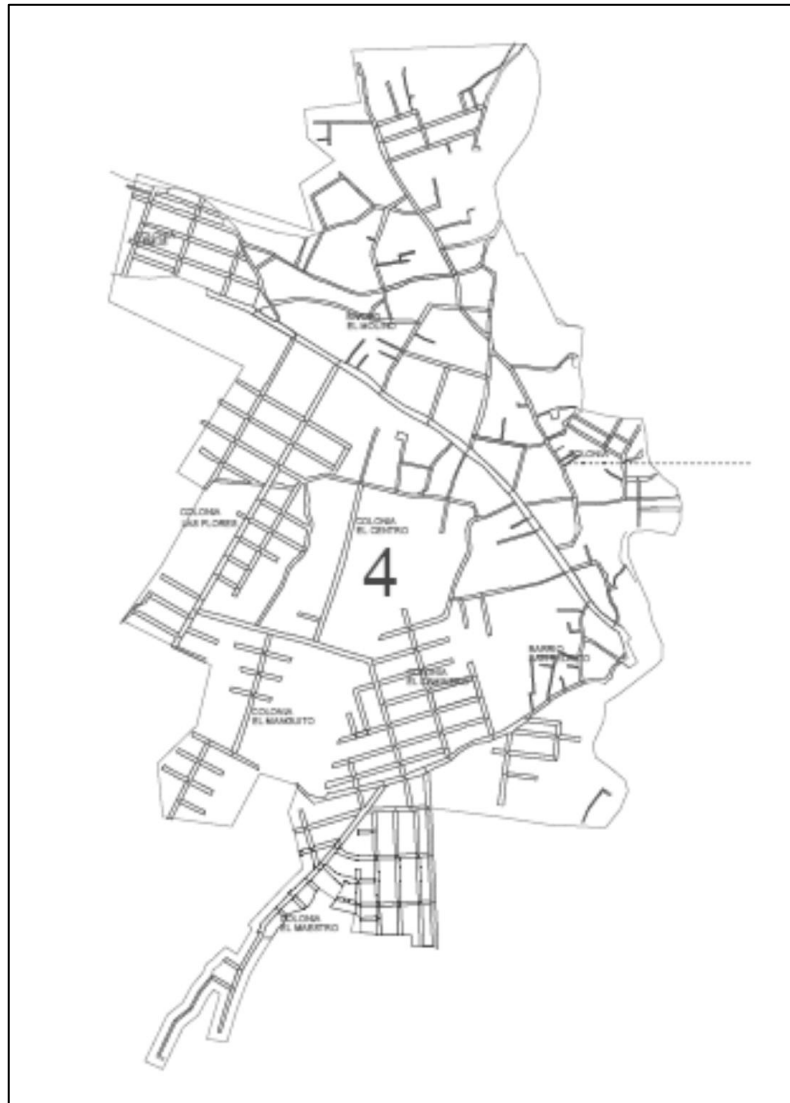


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

El alcance del recorrido de la ruta 3, es la zona 3 en la totalidad, en este recorrido se realizará la recolección a importantes colonias y barrios como: colonia Los Ángeles (Banvi), San Francisco, residenciales Chiquimula, residenciales Canaán, El Ángel, Valle Nuevo entre otros.

En esta zona también se realizará la recolección de la parroquia San Francisco de Asís.

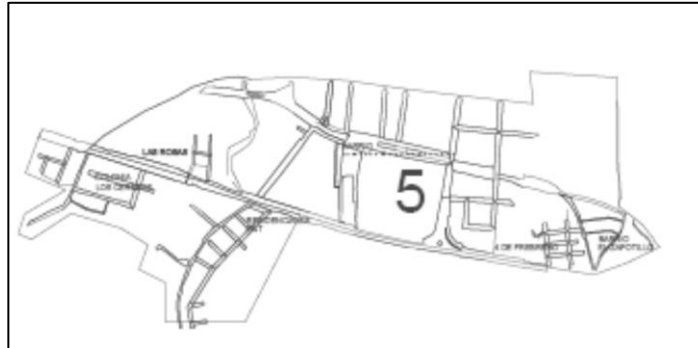
Figura 11. **Recorrido ruta 4**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

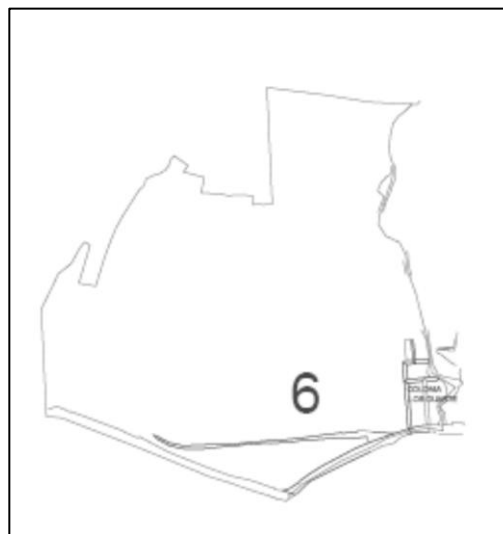
El alcance del recorrido de la ruta 4 es la zona 4 en la totalidad, el recorrido abarcará el barrio conocido como Barrio El Molino y colonias como: Las Brisas, El Caminero, El Maestro, El Manguito, Las Flores, San Pedrito y San Isidro, El Centro, Brisas de San José, La Lemus.

Figura 12. **Recorrido ruta 5**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 13. **Recorrido ruta 5a**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

El alcance de esta ruta abarca las 2 zonas más pequeñas del municipio, se definieron en un solo recorrido, la zona 5 y la zona 6, zonas que tienen importantes residenciales como Las Lomas, Los Duarte, Las Rosas, los

Residenciales G&T, Cuatro de Febrero, Los Cerezos, Iglesia Antigua, La Estación y Las Rosas.

Figura 14. **Recorrido ruta 6**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

El alcance de este recorrido abarca edificaciones públicas y privadas de alta importancia para el desarrollo del municipio como por ejemplo, Shusho Abajo, Shoropin, Las Lomas, El Mirador y Pradera Chiquimula.

1.5.2.11. Recolección de los mercados

La recolección en los mercados y comercios será de vital importancia, indispensable para el buen funcionamiento del sistema de recolección. Debido a que todos los días de la semana hay actividad en el mercado, la recolección se tendrá que realizar a diario en el horario que mejor se acople, para evitar los inconvenientes con el tránsito. La manera de realizar la recolección en los mercados será el método Punto Fijo, este método es en el que se almacenan los residuos en contenedores por los usuarios cada cierto tiempo, esto ayudará a que la basura este clasificada y poder hacer una mejor disposición de los residuos en la clasificación de los mismos.

1.5.2.12. Barrido de calles y parques

El barrido y limpieza se complementa con la recolección y comúnmente se le llama; el maquillaje de los centros urbanos, para el municipio es importante que los sitios públicos y calles estén limpias. La Municipalidad debe de realizar el aseo con frecuencia, tal que garantice que las vías y áreas públicas siempre estén limpias, la actividad se realizará en parques y calles que estén pavimentadas, es importante crear una campaña que haga conciencia a la población de la importancia de este punto.

1.5.2.13. Recolección en las instituciones

La recolección en las instituciones será, dependiendo de la zona en la que se ubique el recorrido, normal dentro de lo establecido, se tendrá que tomar en cuenta la capacitación y concientización al personal de las instituciones, tanto de colegios, escuelas, clínicas, hospitales acerca del manejo de desechos sólidos y clasificación que se deberá de poner en práctica para un recorrido eficaz.

1.5.2.14. Recolección en la terminal de buses

En la terminal de buses se da un caso muy peculiar ya que este está próximo al mercado de la terminal, los arrendarios y encargados de cada línea de bus, que permanezcan en la terminal, tendrán que trasladar los residuos a los contenedores, en donde el servicio recogerá los desechos todos los días, para las calles y sitios en donde no estén arrendados, la Municipalidad será la encargada de realizar los barridos tomando medidas preventivas para que se mantenga limpio el lugar.

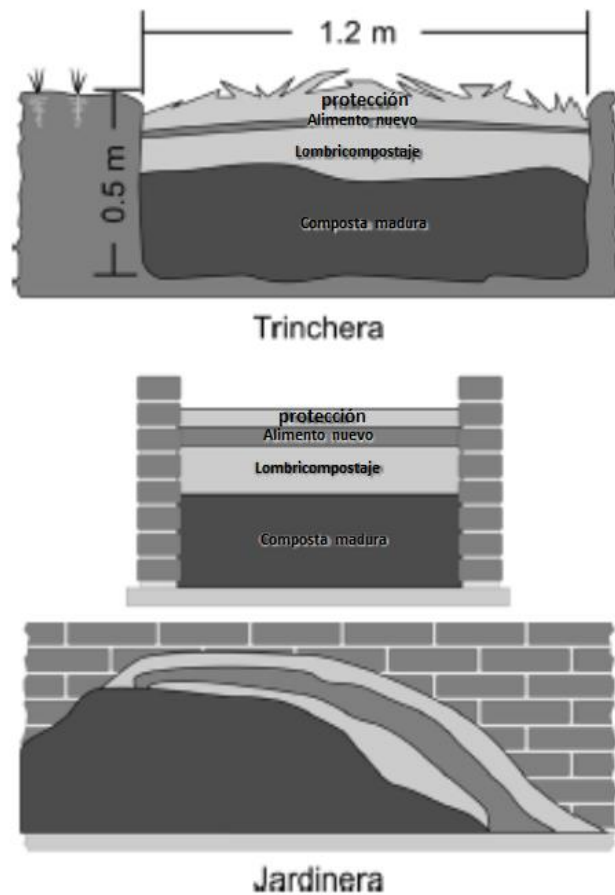
1.5.3. Disposición final de los desechos sólidos

La disposición final de los desechos sólidos es el punto más importante en todos los sistemas de tratamiento de desechos sólidos, ya que con el método adecuado se evita la contaminación al medio ambiente y reduce los costos del mantenimiento del mismo.

La disposición final para la cabecera municipal de Chiquimula, se realizará por medio de las técnicas de elaboración de composta, lombricomposta, para los materiales que puedan ser reciclados como latas, plástico, papel, cartón y

otros, se utilizará la técnica de reciclaje y para la disposición de aquellos materiales que no se puedan o logren reciclar, se colocarán en el relleno sanitario municipal.

Figura 15. **Trinchera y jardinera para lombricomposta**



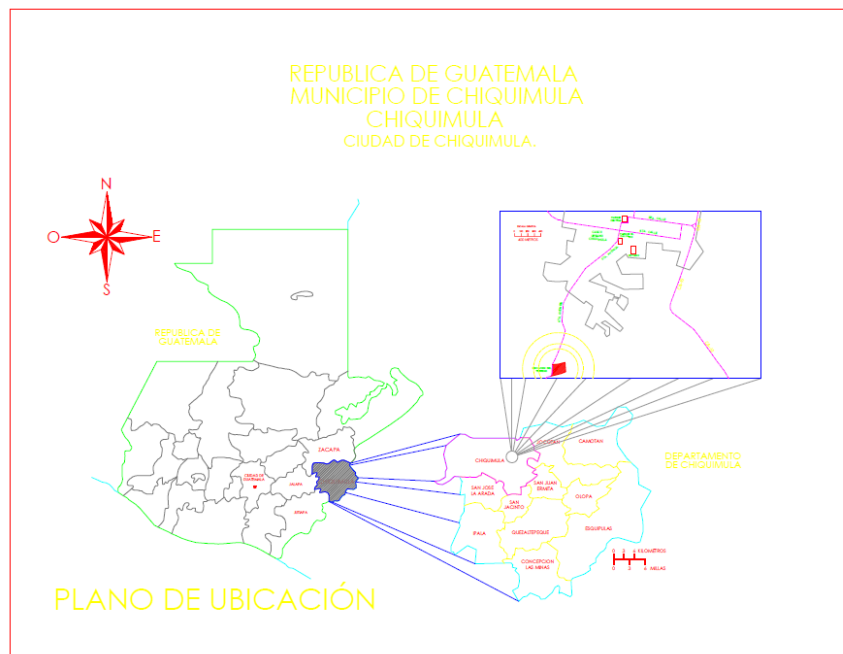
Fuente: Manual Planta de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

1.5.3.1. Ubicación del lugar para la planta de tratamiento

La ubicación del terreno juega un papel muy importante en la explotación del sistema, por cuanto la distancia y, aún más, el tiempo al centro urbano, repercuten en el costo del transporte de los desechos sólidos. Por tanto se recomienda que la ubicación del terreno en donde se construya la planta, no esté a más de 30 minutos del inicio. Además se tendrá una reducción en costos y una mejor supervisión y vigilancia.

La ubicación del terreno es en la 6 avenida del barrio El Molino sobre la carretera que se dirige a San José La Arada.

Figura 16. Ubicación de planta de tratamiento



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

1.5.3.2. Diseño de la planta de tratamiento

Realizar la recolección con los componentes reciclables separados, beneficia la disposición final, ya que la hace más eficiente, el diseño de la planta de tratamiento se divide en diferentes puntos, dependiendo de las áreas en las cuales se trabajarán dentro de la misma, en este caso el tipo de planta de tratamiento será de tipo recuperación y tratamiento.

Está conformada por las zonas de separación de desechos orgánicos e inorgánicos, así como la elaboración de lombricomposta y composta. También existe una zona de prensado y almacenamiento de material inorgánico reciclable.

- Selección de cubierta

Para este proyecto se seleccionó una cubierta de lámina galvanizada, ya que es resistente a los factores climáticos y de un material de fácil instalación y de bajo costo económico.

La lámina a utilizar será de 10 pies de largo y 3 pies de ancho, con un peso de 1,32 lb / pie². Para la modulación de costaneras la separación será tomada un valor de 1,20 m el tipo de lámina será galvanizada calibre 26.

Costanera tipo c

Las cargas que soportará la costanera serán las siguientes, con base en los datos recopilados de la tesis del ingeniero Walter José Cabrera Méndez:

Tabla XIII. **Cargas que soporta la costanera**

Tipo de carga	Lb / pie ²
carga muerta	1,32
carga viva	8
peso total	9,32

Fuente: elaboración propia.

Para realizar el análisis de la costanera, se tomará como base la tabla de propiedades de costaneras:

Tabla XIV. **Propiedades de costaneras**

TABLA PARA COSTANERAS								
A Plg	B Plg	C Plg	t Plg	Área Plg ²	I _x Plg ⁴	I _y Plg ⁴	S _x Plg ³	S _y Plg ³
4	2	½	1/16	0.44	1.79	11.72	0.51	0.00
5	2	½	1/16	0.50	2.67	15.68	0.67	0.01
6	2	½	1/16	0.56	3.80	19.99	0.84	0.01
7	2	½	1/16	0.63	5.21	24.63	1.04	0.01
8	2	½	1/16	0.69	6.93	29.62	1.26	0.01
9	2	½	1/16	0.75	9.00	35.22	1.50	0.01
10	2	½	1/16	0.81	11.44	40.94	1.76	0.01

Fuente: Manual de Productos de Aceros de Guatemala.

Dónde:

A = peralte de la costanera en pulgadas

B = ancho de costanera en pulgadas

C = distancia del labio en pulgadas

t = espesor de costanera en pulgadas

- Viento

Tabla XV. **Registros de vientos promedios máximos para Guatemala**

ZONA	MÁXIMAS RÁFAGAS	PROMEDIO ANUAL Km./h
NORTE	31 n/h - 57 Km./h	9.70
CAPITAL	32 n/h - 59.31 Km./h	9.10
SUR	35 n/h - 64.87 Km./h	17.40
ORIENTE	29 n/h - 53.75 Km./h	10.20
OCCIDENTE	31 n/h - 57.46 Km./h	19.00
Donde n/h = Nudos/Hora Km./h = Kilómetros/Hora		Conversiones: 1 nudo = 1.152 millas 1 mi = 1.609 Km.

Fuente: vientos promedio en Guatemala, según INSIVUMEH.

Para realizar el análisis de viento, se tomaron los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), donde dice que para la zona oriente del país. La velocidad estimada para la región de trabajo es: 14,93 m/s.

Para obtener la carga por viento, se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_v = \frac{2,558 \times 10^{-3} * v_e^2}{25}$$

$$q_v = \frac{2,558 \times 10^{-3} * 33,40^2}{25}$$

$$q_v = 0,11$$

La separación entre costaneras será de 1,20 m.

El ángulo respecto a la horizontal será de 11°

- Flexión

La flexión en las costaneras es notoria cuando se aplica una carga y el eje neutro se deforma hasta adquirir una forma curva, la fórmula para determinar la flexión es:

$$S_x = \frac{M}{f}$$

Dónde:

S_x = módulo de sección en plg^3

M = momento generado por la carga en lb-pie

$$M = 9,36 \times 25^2 / 8 = 731,25 \text{ lb/ pie}$$
$$S_x = (731,25 \times 12) / (0,6 \times 36000) = 0,4062 \text{ plg}^3$$

- Corte

Datos tomados de la tesis del ingeniero Iván Alejandro Cotí Díaz. P. 12, describe que existe la condición de que el cortante promedio, no debe exceder a 14 500 lb / plg^2 para acero A36. Entonces se tiene de la ecuación:

$$R_1 = R_2 = R = WL/2$$

- Cálculo

Se tomó la carga que ejerce la lámina a la costanera, quedando de la siguiente manera:

$$R = 1,32 \times 25 / 2 = 16,5 \text{ lb}$$

$$A = 7'' \times 1/16'' = 0,4375 \text{ plg}^2 \text{ (área de sección que en donde se aplica la fuerza)}$$

$$F = R/A = 16,5/0,4375 = 37,71 \text{ lb/plg}^2 < 14500 \text{ lb/ plg}^2. \text{ Chequea con la condición inicial.}$$

- Deflexión

El chequeo se realiza al comparar los valores de la deflexión real contra la deflexión permisible, en donde debe ser menor la deflexión real, se obtiene por medio de las siguientes ecuaciones:

$$D_r = \frac{5}{384} \left(\frac{WL^3}{EI} \right) \text{ (deflexión real)}$$

Dónde:

D_r = deflexión real

W = carga uniforme sobre la costanera en lb/pie.

L = longitud de la costanera en pie (6m = 20 pie)

E = módulo de elasticidad de acero

I = inercia de la costanera de 7" (5,21 plg⁴)

Y de la ecuación:

$$D_p \frac{L}{260} \text{ (deflexión permisible)}$$

Dónde:

D_p = deflexión permisible en plg.

L = longitud de la costanera en pie (6 m = 10 pie).

- deflexión permisible:

$$D_p = 25 \times 12 / 360 = 0,83 \text{ plg}$$

- deflexión real:

$$D_r = \frac{5}{384} \left(\frac{(1,32 \times 12)(25 \times 12)^3}{(29 \times 10^6)(5,21)} \right) = 0,036 \text{ plg.}$$

Los chequeos correspondientes a la costanera, son satisfactorios, no habiendo problema en utilizar el elemento con las siguientes medidas:

$$A = 7", B = 2", C = \frac{1}{2}", t = \frac{1}{16}"$$

- Diseño de marcos

Las ecuaciones en las cuales se basó el diseño son las establecidas por AISC, con las que se puede estimar los valores H y calcular por estática los momentos aproximados, en varios puntos del marco.

Determinación de datos

Para el inicio del análisis, se deben encontrar los siguientes datos:

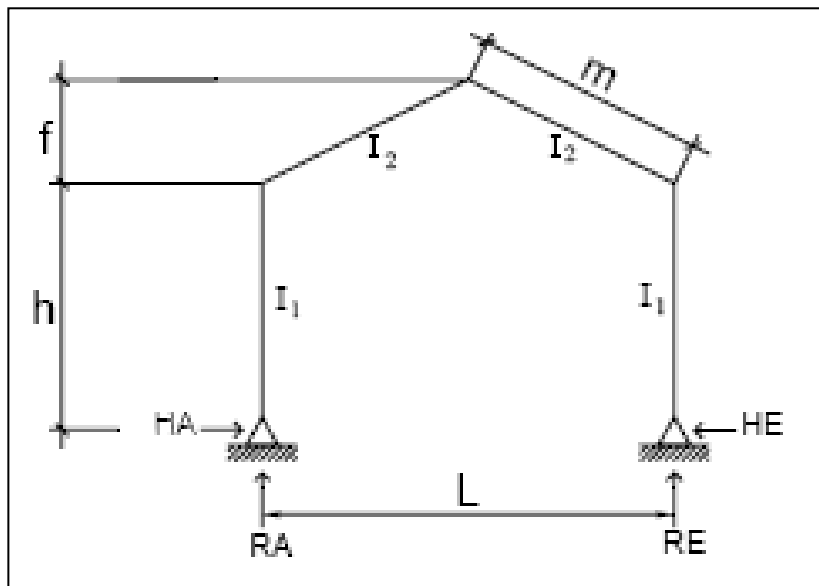
- Luz del marco (L)
- Longitud de la nave (Ln)
- Espaciamiento entre marcos (E)
- Altura columna-rodilla (h)

Altura de rodilla-cumbrera (f)
Pendiente a partir de la horizontal (%)
Longitud de la viga (m)
Altura total (h + f) (Ht)

- Análisis de carga

Este procedimiento consiste en estudiar cada una de las fuerzas a la que está sometida la estructura, en un área determinada, transformándose en cargas distribuidas uniformemente (lb / pie). Si es el caso de una carga puntual, será entonces en libras fuerza únicamente.

Figura 17. **Esquema de marco rígido**



Fuente: CABRERA, Walter José. Basado en la American Institute of Steel Construction (AISC).

- Selección de los casos

En el anexo se pueden ver los distintos tipos de casos para realizar el análisis, sin embargo para este estudio se utilizarán solamente los casos I, IV-A y VI.

- Combinación de cargas

Se agrupan los datos resultantes del análisis en una tabla, en donde se eligen únicamente los valores más críticos y con base en los datos críticos se diseña el marco estructural.

- Diseño para marcos

El diseño se realizará con las verificaciones que sugiere el código AISC.

- Datos iniciales

Tabla XVI. **Descripción de los datos iniciales**

Descripción de los datos iniciales	Metros	Pies
Luz de marco (L)	25	82
Longitud de nave (Ln)	25	82
Espaciamiento entre marcos (E)	6	19,68
Altura de la columna-rodilla (h)	5,19	17,0232
Distancia entre rodilla-cumbrera (f)	2,4	7,872
Distancia viga inclinada (m)	25,43	83,4104

Continuación de la tabla XVI.

Altura total suelo cumbrera (h+f) (Ht)	7,59	24,8952
Pendiente de cubierta (%)	11%	

Fuente: elaboración propia, con programa de Excel.

- Integración de cargas para la estructura según el tipo de carga

Carga muerta:

- Estructura = 3,10 lb/pie²
- Lámina = 1,32 lb/ pie²
- Otras cargas = 4,60 lb/pie²
- Carga muerta total = 9,00 lb/ pie²

$$W_{muerta} = 9,00 \text{ lb/ pie}^2 \times 19,68 \text{ pie} = 177 \text{ lb / pie}$$

Carga viva:

$$\text{Viva} = 8 \text{ lb/ pie}^2$$

$$\text{Sobrecarga (5\% Cv)} = 0,40 \text{ lb/ pie}^2$$

$$\text{Carga viva (Cv)} = 8,40 \text{ lb/ pie}^2$$

$$W_{viva} = 8,40 \text{ lb/ pie}^2 \times 19,68 \text{ pie} = 165,31 \text{ lb/ pie}$$

Carga última:

- $W = 1,4 \text{ cm} + 1,7 \text{ cv}$
- $W = 1,4 (9,00) + 1,7 (8,40)$
- $W = 26,88 \text{ lb/ pie}^2$

$$W_u = 26,88 \text{ lb/ pie}^2 \times 19,68 \text{ pie} = 529,00 \text{ lb/ pie}$$

Carga de viento:

- Viento máximo = 53,75 km / h
- Carga = 2,83 lb/ pie²

$$\text{Carga viento (} W_w \text{)} = 2,83 \text{ lb/ pie}^2$$

$$W_w = 2,83 \text{ lb/ pie}^2 \times 19,68 \text{ pie} = 55,69 \text{ lb/ pie}$$

Carga de sismo:

- $C_{\text{sismo}} = 25\% (C_v) + C_m$
- $C_{\text{sismo}} = 0,25 (8,40) + 9,00$
- $C_{\text{sismo}} = 11,10 \text{ lb/ pie}^2$

$$W_{\text{sismo}} = 11,10 \text{ lb/ pie}^2 \times 19,68 \text{ pie} = 218,45 \text{ lb / pie}$$

Se tomará el más crítico entre sismo y viento por lo tanto en este caso se utilizara la carga de sismo.

- Simbología, condiciones y factores importantes

$$\text{Rigidez} = K_{\text{col}} = K_{\text{viga}} = K = \frac{L_2 h}{L_1 m}$$

Se supone que $L_1 = L_2$ y $E_1 = E_2$

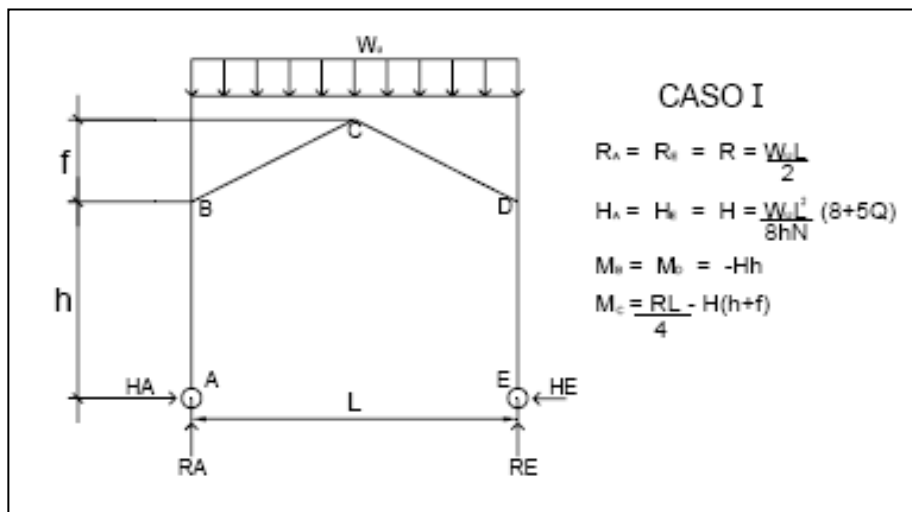
Se tienen los siguientes factores:

$$K = \frac{h}{m} = \frac{17,02}{83,41} = 0,20$$

$$Q = \frac{f}{h} = \frac{7,872}{17,02} = 0,46$$

$$N = 4 (Q^2 + 3Q + k + 3) = 4(0,46^2 + 3 \cdot 0,46 + 0,20 + 3) = 19,26$$

Figura 18. **Caso I**



Fuente: CABRERA, Walter José. Basado en la American Institute of Steel Construction (AISC).

Usando los datos de la tabla XVI, se calculan las siguientes ecuaciones:

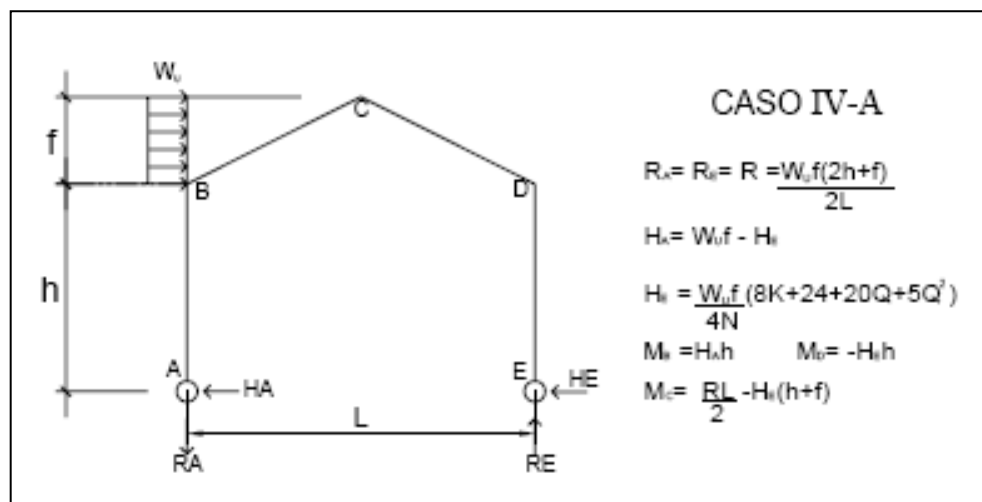
$$R_a = R_e = R = \frac{W_u L}{2} = \frac{532,54 \cdot 82}{2} = 21,83 \text{ kip}$$

$$H_a = H_e = H = \frac{W_u L^2}{8hN} (8 + 5Q) = \frac{(532,54)(82)^2}{8(17,02)(19,26)} (8 + 5 \cdot 0,46) = 14,06 \text{ Kip}$$

$$M_b = M_d = -Hh = - (14,06)(17,02) = -239,37 \text{ Kip - pie}$$

$$M_c = \frac{RL}{4} - H(h + f) = \frac{21,83 \cdot 82}{4} - 14,06(17,02 + 7,87) = 97,56 \text{ Kip - pie}$$

Figura 19. **Caso IV-A**



Fuente: CABRERA, Walter José. Basado en la American Institute of Steel Construction (AISC).

Usando los datos de la tabla XVI, se calculan las siguientes ecuaciones:

$$R_a = R_e = R = \frac{W_u f (2h + f)}{2L} = \frac{(55,59)(7,87)(2(17,02) + 7,87)}{2(82)} = 0,11 \text{ kip}$$

$$H_e = \frac{W_u f}{4N} (8k + 24 + 20Q + 5Q^2) = \frac{55,59 \cdot 7,89}{4(19,26)} (8(0,20) + 24 + 20(0,46) + 5(0,46)^2) = 0,20 \text{ Kip}$$

$$H_a = Wuf - H_e = (55,59)(7,87) - (203,63) = 0,23 \text{ kip}$$

$$M_b = H_a \cdot h = (0,23)(17,02) = 3,91 \text{ kip - pie}$$

$$M_d = -H_b \cdot h = (0,20)(17,02) = -3,404 \text{ kip - pie}$$

$$M_c = RL/2 - H_e(h+f) = (0,11)(82)/2 - (0,20)(17,02+7,87) = -0,47 \text{ kip - pie}$$

Caso VI

Condición solo si b menor o igual que h.

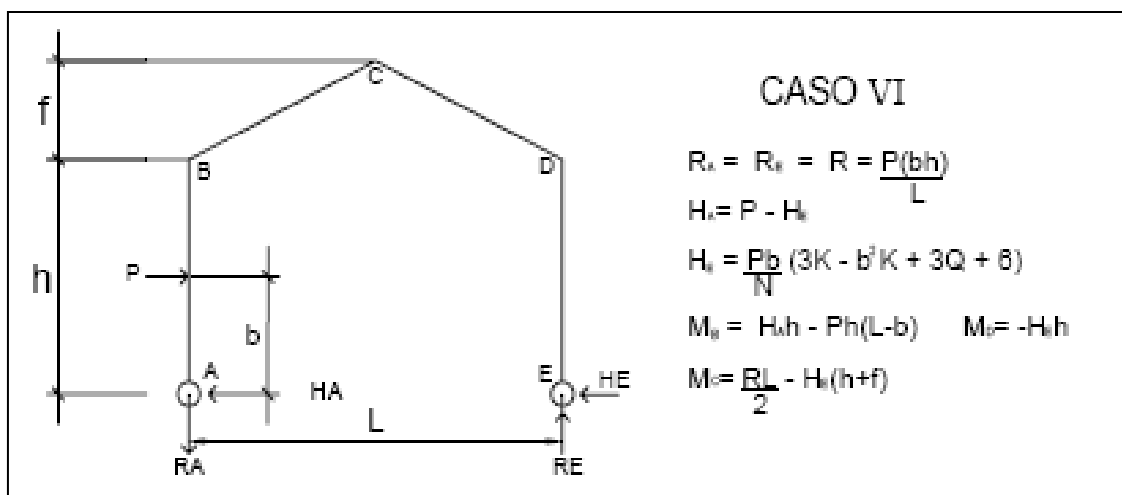
Donde b = posición en pies de la carga, a partir del punto A.

$$P = \text{área} \times W = (ExL)(27,06 \text{ lb / pie}^2) = (19,68 \times 82 \times 27,06) 43,67 \text{ kip}$$

Y como b no debe exceder de h, se tiene:

$b = [0 - 1] \Rightarrow$ se toma un valor de 0,75, ya que cabe mencionar que 1 es un valor muy crítico.

Figura 20. **Caso VI**



Fuente: CABRERA, Walter José. Basado en la American Institute of Steel Construction (AISC).

Usando los datos de la tabla XVII, se calculan las siguientes ecuaciones:

$$R_a = R_e = R = \frac{P(bh)}{L} = \frac{(27,95)(0,75 \cdot 17,02)}{82} = 4,35 \text{ kips}$$

$$H_e = \frac{pb}{N} (3k - b^2k + 3Q + 6) = \frac{27,98 \cdot 0,75}{19,26} (3 \cdot 0,20 - 0,75^2 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,46 + 6) = 8,56 \text{ kip}$$

$$H_a = P - H_e = (27,95) - (8,56) = 19,39 \text{ kip}$$

$$M_b = H_a \cdot h - P \cdot h(L - b) = 19,39 \cdot 17,02 - 27,97 \cdot 17,02(82 - 0,75) = -38,45 \text{ kip}$$

$$M_d = -H_e h = -8,56 \cdot 17,02 = -145,69 \text{ kip}$$

$$M_c = RL/2 - H_e (h+f) = 4,35 \cdot 82 / 2 - (8,56 (17,02 + 7,87)) = -34,70 \text{ kip}$$

- Combinación de cargas

Tabla XVII. **Combinación de cargas**

COMBINACIÓN DE CARGAS EN KIP				
Localización	CASO I	CASO IV-A	VASO VI	CARGAS MAX.
Ra	21,83	0,11	4,35	21,83
Re	21,83	0,11	4,35	21,83
Ha	14,06	0,23	19,39	19,39
He	14,06	0,2	8,56	14,06
Mb	-239,37	2,91	-38,45	239,37
Md	-239,37	-3,404	-145,69	-239,37
Mc	97,56	-0,47	-34,7	97,56

Fuente: elaboración propia, con programa de Excel.

- Diseño de columna y espaciamiento de costaneras

Se usarán las ecuaciones del anexo, para el diseño de la columna del marco rígido, según las fórmulas AISC 1,5-1, 1,5-7 y 1,6-2.

La separación entre costaneras será de 3,94'.

- Perfil propuesto

W24 x 94

- Propiedades según AISC pp.1-30:

$$A = 27,7 \text{ pulg}^2$$

$$d/A_f = 3,07$$

$$S_x = 221$$

$$R = 1,98$$

$$f_a = R_a/A = 21,83/27,7 = 0,78 \text{ ksi}$$

$$K \times L_c / r = (1) (12) (12,49)/1,98 = 78,70$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{78,70^2}{2(126,1)^2}\right] \times 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(78,70)}{8(126,1)} - \frac{78,70}{8(126,1)^3}} = 7,79 \text{ ksi (fuerza actuante)}$$

$$f_a/F_a = 0,78/7,79 = 0,10 < 0,15, \text{ usar ecuación del AISC 1,6-2}$$

$$f_b = 12 \times 19,39 \times 12,49 / 221 = 13,15$$

$$f_b = \frac{(12 \times 10^3) (1)}{12 \times 12,49 \times 3,07} = 26,08$$

$$\frac{0,78}{7,79} + \frac{13,15}{26,08} = 0,60 < 1,00$$

Por lo tanto el perfil propuesto cumple con las condiciones del AISC.

- Diseño de columna y espaciamiento de costaneras

$$M_{\max} = -(H_a)(h) + (R_e)(\text{distancia unión}) - (\text{distancia unión})(W_u)(\text{distancia unión}/2)$$

$$M_{\max} = -(19,39)(17,02) + (21,83)(4,41) - (4,41)(0,53254 \text{Klb/pie})(4,41/2) =$$

$$M_{\max} = -238,92 \text{ kip-pie}$$

$$T_{\text{máximo}} = (H_a)(\text{sen } 76^\circ 30') + (R_e - (\text{distancia unión} * W_u)(\text{cos } 76^\circ 30'))$$

$$T_{\text{máximo}} = (19,39)(\text{sen } 76^\circ 30') + (21,83 - (4,41 * 0,53254 \text{Klb/pie})(\text{cos } 76^\circ 30')) =$$

$$T_{\text{máximo}} = 40,07 \text{ kip}$$

- Sección a utilizar

W 14x119

- Propiedades según AISC pp.1-36:

$$A = 35 \text{ pulg}^2$$

$$d/A_f = 3,07$$

$$S_x = 189$$

$$r = 3,75$$

$$f_a = R_a/A = 21,83/35 = 0,62 \text{ ksi}$$

$$K \times L_c / r = (1) (12) (3,94)/3,75 = 12,60 \text{ (3,94 es el espaciamiento de costaneras)}$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{19,68^2}{2(126,1)^2}\right] \times 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(19,68)}{8(126,1)} - \frac{19,68}{8(126,1)^3}} = 20,61 \text{ ksi}$$

$$f_a/F_a = 0,62 / 20,61 = 0,03 < 0,15, \text{ usar ecuación AISC 1,6-2}$$

$$fb = 12 * 238,92 / 189 = 15,17$$

$$Fb = 0,6 Fy = 0,6 * 36 = 21,6$$

$$\frac{0,62}{20,61} + \frac{15,17}{21,6} = 0,73 < 1,00$$

Por lo tanto el perfil propuesto cumple con las condiciones del AISC.

- Cálculo de muro de mampostería

Los muros se construirán de block pómez de 0,40 x 0,20 x 0,20 ligados con mortero 1:3, el espesor de las juntas será de 1 cm, los muros están reforzados por elementos horizontales (soleras) y elementos verticales (columnas), de concreto reforzado.

- Especificaciones y recomendaciones para los muros de mampostería

- El espesor mínimo para muros será de 14 cm (AGIES 6.2).
- Las soleras y las columnas tendrán el mismo espesor y la altura no será menor de 15 cms (AGIES 6.5.2.1).
- El ancho mínimo de solera y columnas será igual al espesor del muro (AGIES 6.5.1.2).
- La resistencia mínima del concreto debe ser al menos de 140 Kg /cm² (AGIES 6.5.1.1).
- La separación máxima entre soleras será de 2,50 m y la separación máxima entre columnas será de 3,00 m (AGIES 6.3).
- El diámetro mínimo de acero de refuerzo será No. 3 debido a que es el acero de menor diámetro corrugado. (AGIES 6.5.1.3 y 6.5.2.3).

Acero FHA:

$$A_{sminv} = 0,0008t * L$$

$$A_{sminv} = 0,0008(15) * (2500)$$

$$A_{sminv} = 30$$

$$A_s = 35,65/5 \text{ col} = 6 \text{ cm}^2$$

8 varillas No.3 con estribo No.2 a cada 15 cm.

$$A_{sminh} = 0,0015t * L$$

$$A_{sminh} = 0,0015(15) * (675)$$

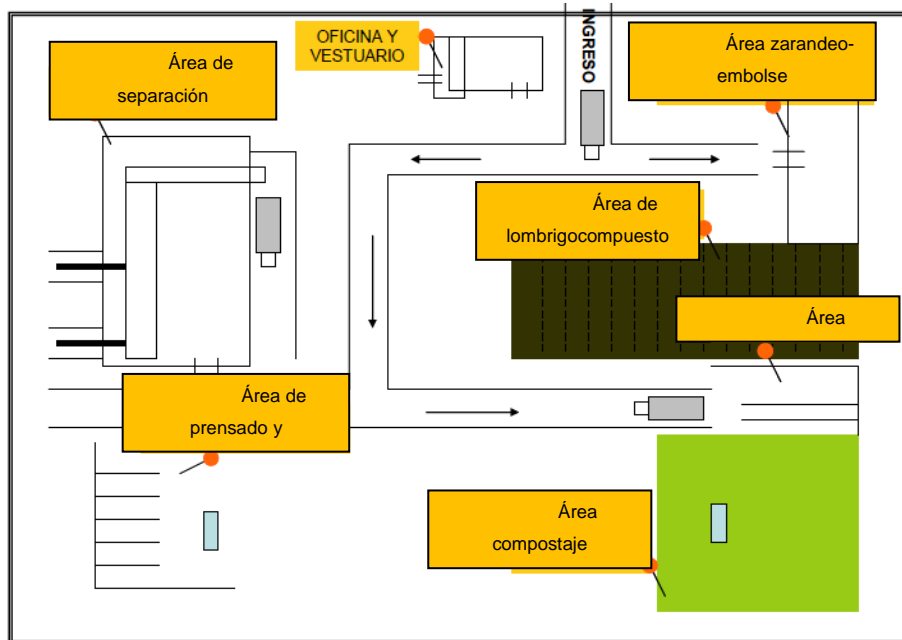
$$A_{sminh} = 15,19$$

$$A_s = 15,19 / 4 \text{ soleras} = 3,80 \text{ cm}^2$$

2 varillas No.5 con estribo No.2 a cada 15 cm

En apéndice, se puede ver el diseño de la planta de tratamiento, pero básicamente la distribución se ejemplifica en la siguiente figura.

Figura 21. **Distribución de la planta de tratamiento**



Fuente: *Guía de Manejo de Residuos Sólidos*, Alcaldía Mayor de Bogotá.

1.5.3.3. **Construcción y operación**

La construcción de la planta se llevará a cabo en un terreno de 44 900,00 metros cuadrados, ubicada en la carretera que lleva a San José la Arada, se tendrán las siguientes áreas:

Tabla XVIII. **Áreas de la planta de tratamiento**

Construcción de planta de tratamiento	
Áreas	Descripción
Garita de control	El propósito es poder contar con un área de guardianía, para poder tener una armonía en la planta y poder contar con seguridad en el ingreso de vehículos.

Continuación de la tabla XVIII.

Circulación	La circulación es propuesta debido al equipo y para evitar molestias con los terrenos aledaños, el área será circulada con una barda prefabricada para evitar el ingreso de personas extrañas o animales domésticos.
Área de oficina y vestidores	Zona destinada para el personal administrativo y los vestidores para el personal operativo,
Área de separación de inorgánicos y orgánicos	Zona en la cual se realizará la separación de los desechos, esta será una galera de estructura metálica con mampostería.
Área de lombricomposteo	Sistema de descomposición por medio de lombrices, ya que debido a su composición natural contribuyen a liberar los elementos esenciales y ponerlos a disposición de nuevo para las plantas.
Área de compostaje	El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C). Para conseguir la reducción de los desechos orgánicos y la transformación en un producto estable y válido para la agricultura y la jardinería.

Fuente: elaboración propia, con base en la Guía de Manejo de Residuos Sólidos de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

La operación será la siguiente:

- Los residuos sólidos ingresan a la planta de tratamiento, con los camiones recolectores o en bolsas, debidamente separadas e identificados (orgánicos e inorgánicos), se realiza la descarga en el sector correspondiente.

- En el sector inorgánico, en la cinta transportadora se efectúa la separación manual de los distintos materiales secos, estos pasan luego al área de selección por color/calidad/tipo y se envía al área de pesado/armado de fardos. Los fardos se almacenan hasta la comercialización a empresas de reciclado.
- En el sector orgánico, se selecciona sobre la cinta transportadora las bolsas, retirando material inorgánico/no degradable. El material a granel es enviado al área de composta donde se realizan las pilas de residuos. Estas se rotan diariamente (controlando temperatura y humedad), produciendo la biodegradación. De aquí pasan al área lombricompuesto, donde se arman camas, en las que se ubican las lombrices californianas, responsables de transformar proteínas en nutrientes. El producto final es embolsado y almacenado para la comercialización.
- Los residuos no recuperados son enviados al relleno sanitario municipal, el cual, si el proceso es correcto, será muy poca la cantidad de desechos que se envíen a este lugar.

1.5.3.4. Equipo a utilizar

Para un adecuado funcionamiento de la planta de tratamiento, se debe de contar con la maquinaria y equipo necesario, los cuales llegaran a facilitar y mejorar la funcionalidad del sistema.

- Transporte

Carros de transporte: son contenedores en los cuales se almacenarán temporalmente los desechos previamente seleccionados, para ser transportados al destino final.

Figura 22. **Carros para trasportar basura**



Fuente: Manual Planta de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

- Separación de residuos
 - Bandas de selección manual

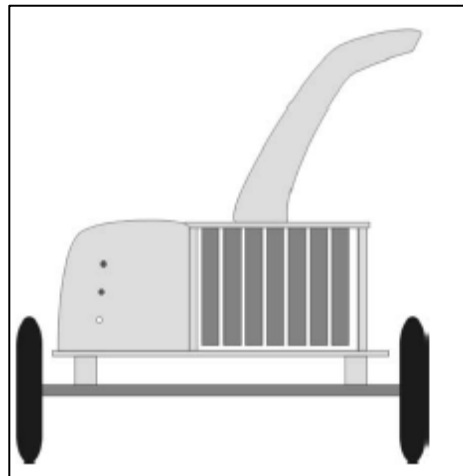
Figura 23. **Cinta transportadora/separadora**



Fuente: Manual Planta de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

- Reducción del tamaño (molienda) Tipo: físico
 - Molino de ramas

Figura 24. **Molino de ramas**



Fuente: Manual Planta de Recuperación / Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

1.5.3.5. Mano de obra

Necesidades mínimas de personal: se recomiendan 16 operarios por cada 15 000 habitantes. A continuación se presenta una distribución estimada del personal necesario:

- 1 guardián.
- 16 operadores dentro de la planta de tratamiento.
- 3 pilotos (2 destinados a la recolección y 1 dentro de la planta de tratamiento).
- 6 ayudantes de recolección.

1.5.3.6. Aguas lixiviadas

La cantidad de las aguas lixiviadas que se producen en unas trincheras sanitarias depende de factores diferentes:

- La precipitación
- El área de las trincheras
- El modo de operación (compactado o relleno manual)
- El tipo de basura

La cantidad de aguas lixiviadas para precipitaciones de 700 mm/año, 1 500 mm/año y para 3 000 mm/año ha mostrado una producción de un 60 % y para rellenos sanitarios compactados con maquinaria pesada, desciende a un 25 % de la producción.

Esto indica que la producción de aguas lixiviadas puede ser extremadamente alta en rellenos manuales que se encuentran en regiones con alta pluviosidad. La minimización de las aguas lixiviadas es importante para rellenos manuales sujetos a precipitaciones elevadas, ya que es difícil el tratamiento de una cantidad muy alta de aguas lixiviadas que se pueden generar. Las medidas más importantes para minimización de aguas lixiviadas en rellenos son:

- No construir en trincheras, pero si en terrazas o sobre un terreno ligeramente inclinado para que una parte de las aguas de lluvia pueda desaguarse en la superficie, sin percollar al cuerpo de basura.
- Al momento de desocupar las trincheras se deberá verificar las paredes de la misma para verificar el estado.

- Construir drenajes para agua de lluvias alrededor de las trincheras para evitar que se filtre el agua de afuera al cuerpo de basura.

Tabla XIX. Cálculo de la ETP mensual mediante fórmula de Thornthwaite

	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	
temp	14,2	15,4	36,5	38,05	38,3	36	36,2	32	25	20	17,5	14	12		
i	4,86	5,49	20,28	21,6	21,81	19,86	20,03	16,62	11,44	8,16	6,66	4,75	4,9	161,55	a= 4,221
ETP sin corr.	9,3	13,1	499,3	595,1	611,8	471,1	482,2	286,5	101,1	39,4	22,4	8,7	9,3		
n°días mes	30	31	30	31	31	28,25	31	30	31	30	31	31	30		
n°horas luz	0	8,25	8,2	7,9	8,5	8,65	9	8,8	8,8	9,05	8,65	8,55	8,4	8,3	
ETP corr.	6,4	9,2	328,7	435,6	449,3	332,7	365,4	210,1	78,8	28,4	16,5	6,3	6,4	2273,8	

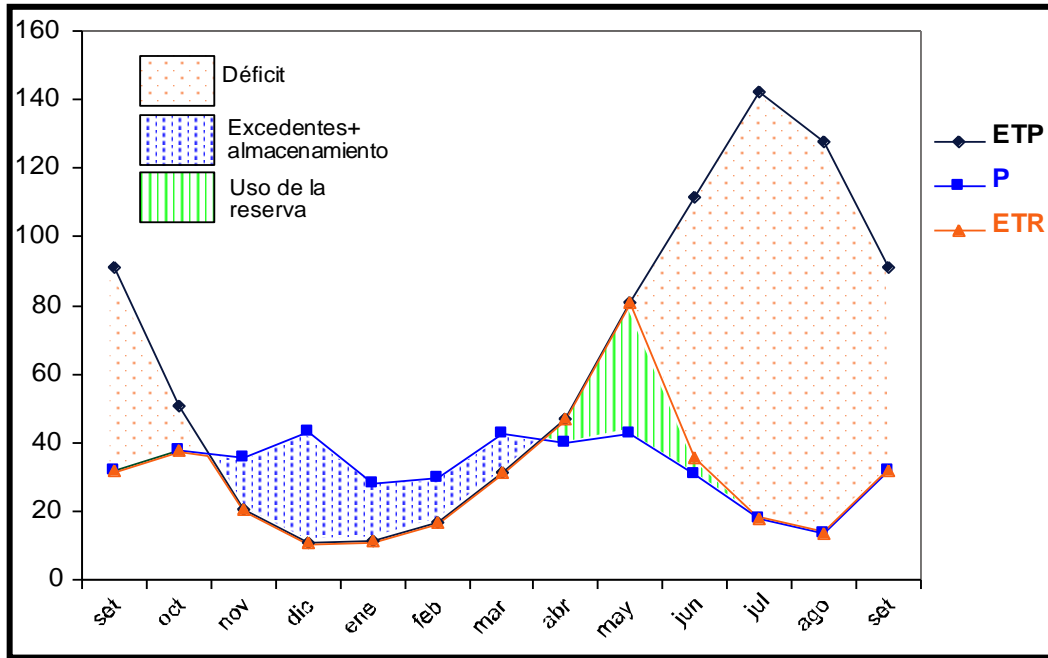
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Cálculo de excedente

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	total	Reserva max:	60
P	6,9	0	52,1	1,7	68,6	281,5	228,2	294,2	197,9	83,3	15,4	2,9	1232,7		
ETP corr.	94,9	55,3	23,1	12	11,1	15,9	32,5	50,8	76	112,3	137,2	127	748,1		
ETR	6,9	0	23	12	11,1	15,9	32,5	50,8	76	112,3	46,4	2,9	389,9		
Deficit	88	55,3	0	0	0	0	0	0	0	0	90,8	124,1	358,2		
Reserva	0	0	0	29	18,7	60	60	60	60	60	31	0	0		
Excedentes	0	0	0	0	16,2	265,6	195,7	243,4	121,9	0	0	0	842,8		

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Gráfico comparativo de evapotranspiración



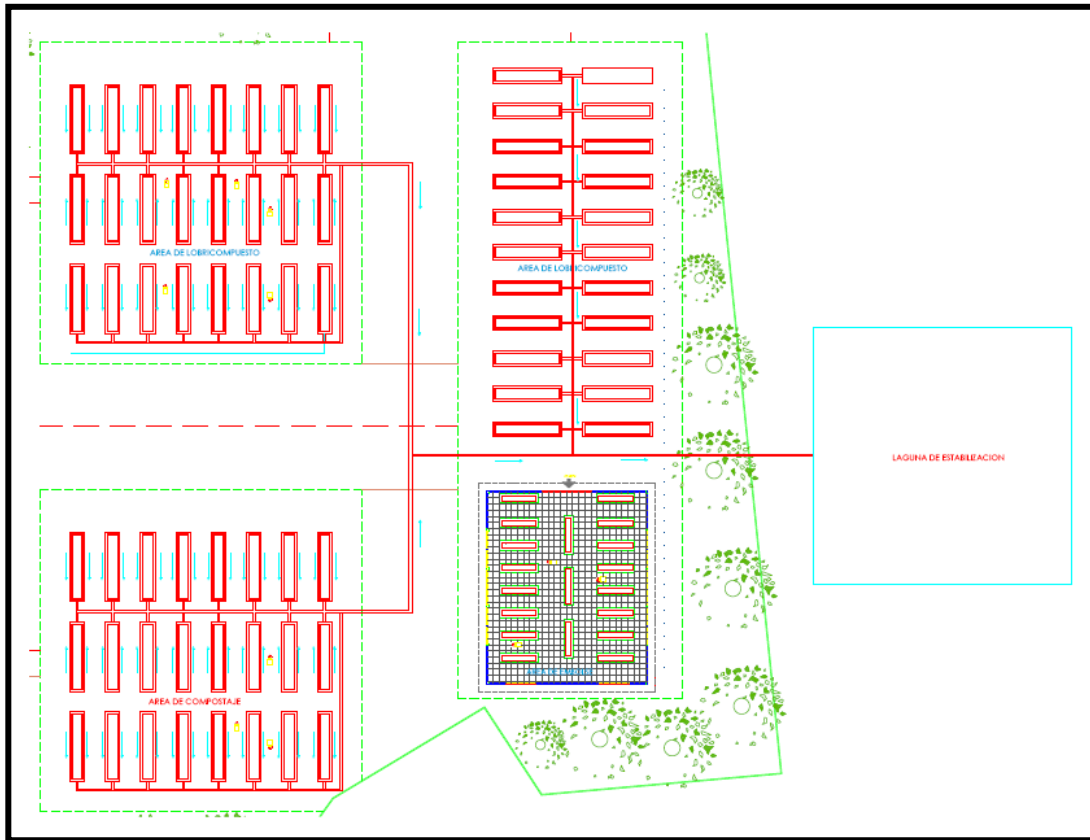
Fuente: elaboración propia.

La cantidad máxima de aguas lixiviadas a tratar por año son 60% del excedente por el área del terreno, es decir = $0,60 \times 0,8428 \times 3\ 500,00 = 1\ 769,88$ metros cúbicos al año.

El transporte de las aguas lixiviadas, será a través de un drenaje que funcionará por gravedad y el mismo desembocará a una laguna de estabilización en la figura 25, se puede observar el diseño del drenaje.

Para el diseño de la laguna deberá de ser asesorado por un ingeniero máster en sanitaria, para evitar inconvenientes en la operativa.

Figura 26. **Drenaje y laguna de estabilización**



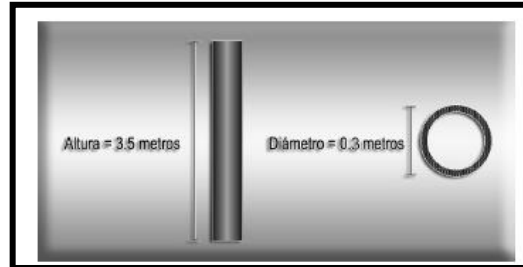
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

1.5.3.7. **Respiraderos**

Se colocará 2 respiraderos por cada trinchera es recomendable que se les realice el respectivo mantenimiento.

Las medidas de los respiraderos serán los que se presentan en la figura 26.

Figura 27. **Forma y medidas de respiraderos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

1.5.3.8. **Emisiones atmosféricas**

Las emisiones olfatorias en las trincheras tienen los siguientes orígenes:

- Emisiones gaseosas de la basura cruda que se descarga y coloca.
- Olores generados por contacto con las aguas lixiviadas con el aire.
- Olores de los gases de trincheras.
- Olores generados durante tratamientos previos de los desechos en el mismo lugar.

Tabla XXI. **Gases en el relleno sanitario**

Compuesto	Concentración mínima para poder sentir el olor (mg/m3)	Concentración del gas en el relleno sanitario (mg/m3)
Metantion (metilmercaptan)	40 000	De 5 a 2000
Dimetilsulfit	0,01	0,02 - 0,4
H ₂ S metilester	0,05	0,02 - 0,8
Etilester de ácido de propión	0,1	0,01 - 0,05
H ₂ S etilester	0,003	0,03 - 5,0
Xilol y compuestos	0,4	0,09 - 0,1
Etilbenzol	0,2	0,06 - 0,1
Propilbenzol	0,04	1,7 - 3,0
Butilbenzol	0,1	0,3 - 1,4

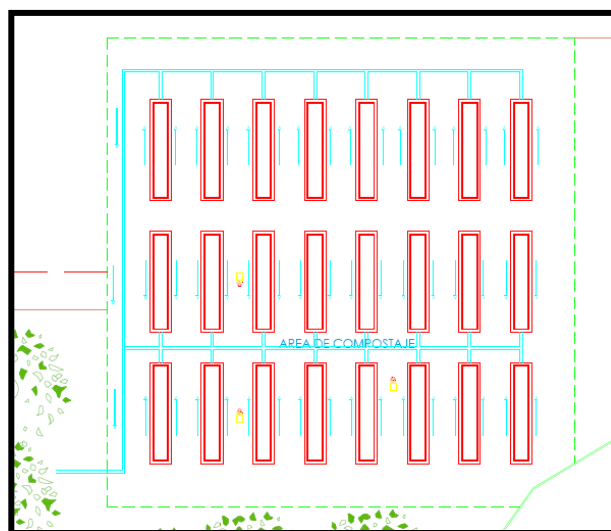
Fuente: ROBEN, Eva. *Manual para el diseño, construcción, operación y cierre de relleno sanitario municipal*. DED/ Ilustre Municipalidad de Ecuador. p. 51.

La medida más importante para evitar molestias causadas por la dispersión de emisiones olfatorias es la cubierta diaria de los desechos. La cubierta con tierra impide considerablemente el contacto de los gases, producto de la biodegradación con el aire. Las concentraciones de los malos olores son hasta tres veces más elevadas en un botadero abierto. Se debe cubrir la basura, tanto en los pequeños rellenos manuales como en los grandes rellenos operados con compactadoras.

1.5.3.9. Precipitación

Para evitar que el agua llovida se acumule en las trincheras, es necesaria la instalación de cunetas alrededor de las mismas para conducir el agua llovida a otra zona y que esta no se involucre con las aguas lixiviadas. Estas tendrán una medida de 30 cm de ancho y una altura de 30 cm, en la figura 23 se puede observar la pendiente para el recorrido del agua de lluvia.

Figura 28. Cunetas de trincheras y pendiente



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

1.5.4. Costo estimado de sistema

Los costos del sistema del tren de aseo y mejoramiento en el tratamiento de desechos sólidos, se basa en los gastos a realizar para la introducción, mantenimiento y operación del equipo.

1.5.4.1. Costos

El servicio de recolección en la mayoría de los países en desarrollo, consume un 30 a 60 por ciento de las rentas municipales disponibles. En muchos casos, estos costos pueden ser reducidos hasta el 30 por ciento.

El cálculo del costo mensual de limpieza y recolección de desechos sólidos en el casco urbano de la cabecera municipal de Chiquimula, se calcula de la siguiente manera:

Se estima un vehículo tipo *pick up* de doble tracción, con una vida útil de 10 años a un precio de Q. 192 000,00 se nota que el uso del vehículo será de 120 meses, lo cual es resultado de multiplicar 10 años por 12 meses que tiene cada año. Si se divide el costo por mes del vehículo es de Q. 1 600,00. En el proyecto se hará uso de 2 vehículos.

El costo promedio por mantenimiento y combustible mensual del vehículo es de Q. 4 500,00 equivale a Q. 150,00 diarios.

El costo promedio mensual por herramientas y utensilios para la recolección de basura es de Q. 2 225,00 equivale a Q. 75,00 diarios.

El costo de mano de obra será basado en el salario mínimo mensual, según el Acuerdo Gubernativo número 537-2013, en el cual expone, que el salario mínimo mensual más bonificación incentivo es de Q. 2 346,01. Por lo tanto, el total del costo de mano de obra será Q. 60 996,26.

Al sumar todos los resultados, se obtiene que el costo de la limpieza y recolección de basura sea de Q. 75 421,26 por mes.

Tabla XXII. **Presupuesto de ejecución de planta de tratamiento**

MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA.					
Proyecto: Propuesta de mejoras al sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos					
Ubicación: Chiquimula, Departamento de Chiquimula					
CANTIDADES Y PRESUPUESTO DE OBRA					
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUBTOTAL
1	Preliminares	1	global	Q13 500,00	Q13 500,00
2	Excavación	15	m3	Q61,49	Q922,35
3	z1	57	u	Q702,13	Q40 021,41
4	solera de humedad	450	ml	Q243,68	Q109 656,00
5	columnas C-1	57	u	Q3 600,00	Q205 200,00
6	muro perimetral	145	ml	Q750,00	Q108 750,00
7	Levantado de Muro	579	m2	Q238,06	Q137 836,74
8	Soleras intermedias	450	ml	Q200,93	Q90 418,50
9	Viga Canal	58	ml	Q1 014,58	Q58 845,64
10	estructura metálica	605	m2	Q650,00	Q393 250,00
11	piso concreto	3750	m2	Q105,00	Q393 750,00
12	instalación de Agua Potable	88	ml	Q105,95	Q9 323,60
13	Red de Drenaje Sanitario	96	ml	Q290,65	Q27 902,40
14	Bajada de agua pluvial	48	ml	Q122,25	Q5 868,00
15	instalación eléctrica	45	u	Q1 875,99	Q84 419,55
16	puertas y ventanas	1	global	Q35 000,00	Q35 000,00
17	trincheras	70	u	Q2 500,00	Q175 000,00
TOTAL PRESUPUESTO					Q1 889 664,19

Fuente: elaboración propia.

1.5.5. Estudio de Impacto Ambiental Inicial

Las diferentes fases que se necesitan para implementar el proyecto son las siguientes:

- Fase de construcción:
 - Movimiento de tierra
 - Necesidad de suelo
 - Construcción de edificios (bodega, guardianías)
 - Vías de acceso, cerco perimetral

- Fase de operación:
 - Separación de desechos
 - Disposición final de desechos reciclados
 - Lombrigocompuesto

- Fase de abandono:
 - Levantamiento de las instalaciones
 - Reacondicionamiento del terreno

- Control ambiental

Debido a la naturaleza del proyecto, posee impacto en los siguientes puntos, de los cuales se busca minimizar y proponer un modelo para el uso racional de los recursos humanos:

- Residuos contaminantes generados

Estos serán trabajados de mejor manera, debido a que se tendrán resultados del manejo de desechos en el municipio.

- Emisiones a la atmosfera

Por el proceso de combustión de los vehículos, resultarán emisiones a la atmosfera tanto en el lugar de disposición final y en la recolección.

- Descarga de aguas residuales

El personal administrativo y operativo puede llegar a generar aguas residuales es importante verificar la correcta evacuación de las mismas.

- Ruidos

Se generará ruido por medio de la maquinaria que comprime a los desechos y los vehículos que los transportan.

- Contaminación visual

Es importante tener un lugar donde no se afecte a la comunidad.

- Impactos positivos del sistema
 - Incorporación de un nuevo sistema de tratamientos de residuos sólidos, mejorando condiciones sanitarias de la población.
 - Eliminación de basureros clandestinos.

- Concientización a población de la importancia del reciclaje.
- Mejoramiento significativo de la calidad ambiental al contar con un lugar de disposición final.
- Mejora en salud por la reducción de plagas.
- Impactos negativos
 - Emisiones atmosféricas por la operación de la maquinaria.
 - Generación de polvo en algunas partes del proyecto.
 - Emisión de olores, originados por los procesos de descomposición orgánica natural.
 - Emisión de gases, originados por los procesos de descomposición orgánica natural.
 - Contaminación del suelo, por las filtraciones de los lixiviados, pérdida de estabilidad de suelo.
- Plan de mitigación

Se debe realizar un plan de mitigación de los impactos negativos para tener la mejor aceptación de parte de la comunidad que se beneficiará del mismo.

1.5.6. Evaluación socioeconómica

Esta es una alternativa para la toma de decisión de la inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión es viable o no.

1.5.6.1. Valor Presente Neto

El valor actual neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

- VAN < 0
- VAN = 0
- VAN > 0

Cuando el VAN < 0, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

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

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

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación o valor presente.

S = valor de pago único al final de período de la operación o valor de pago futuro.

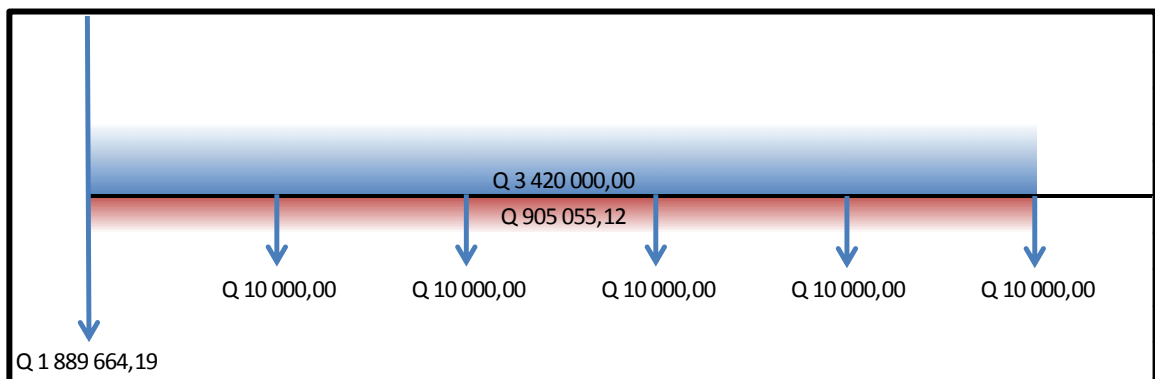
A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

I = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que se pretende dure la operación.

- Datos del proyecto
 - Inversión inicial del proyecto: Q 1 889 664,19
 - Costo de mantenimiento anual: Q 905 055,12
 - Mantenimiento equipo cada 5 años: Q 10 000,00
 - Pago anual por servicio: Q 3 420 000,00
 - Tasa de interés: 10 %

Figura 29. Cálculo de Valor Presente Neto



Fuente: elaboración propia.

$$VP = 2\,514\,944,88 \left[\frac{(1+0,1)^{20} - 1}{0,1 * (1+0,1)^{20}} \right] - 10\,000 \left[\frac{1}{(1+0,1)^5} \right] - 10\,000 \left[\frac{1}{(1+0,1)^{10}} \right] - 10\,000 \left[\frac{1}{(1+0,1)^{15}} \right] - 10\,000 \left[\frac{1}{(1+0,1)^{20}} \right] - 1\,889\,664,19$$

$$VP = 19\,507\,534,3$$

Esto indica que la inversión que se haga, traerá un beneficio a la Municipalidad. El pago anual se calculó cobrando Q 15,00 por casa mensual. Con esto se puede concluir que la cuota podrá ser menor de Q 15 si así lo deseara la Municipalidad.

1.5.6.2. Tasa Interna de Retorno

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión, bajo cualquier denominación que se aplique el concepto de TIR, proporciona una cifra de porcentaje que indica la ganancia relativa lograda con diferentes empleos de capital. Algunas de las características de la TIR son:

- Es uno de los criterios usados para evaluar la viabilidad financiera y económica de los proyectos.
- Se calcula del valor presente.
- Es una medida de eficiencia que refleja los beneficios del proyecto en términos del rendimiento porcentual de los desembolsos.
- Es la tasa de actualización que hace que el valor presente de los beneficios incrementales netos sea exactamente 0.
- También se le conoce como tasa interna de rendimiento.
- Evita la necesidad de conocer una tasa de interés requerida o mínima, antes de llevar a cabo los cálculos.

Conceptualmente se puede decir que la Tasa Interna de Retorno, es la tasa máxima de utilidad que puede pagar u obtener en la evaluación de una alternativa.

$$\text{TIR} = \text{VAB beneficios} - \text{VAN gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente.

Tasa 1 VAN +

TIR VAN = 0

Tasa 2 Van -

$$TIR = i_1 + \left(\frac{VPN_1}{VPN_1 + VPN_2} \right) * (i_2 - i_1)$$

$$TIR = 0,10 + \left(\frac{78\ 225,40}{78\ 225,40 + 159\ 966,70} \right) * (0,15 - 0,10) = 0,12$$

En este caso la Tasa Interna de Retorno del proyecto es de 12 por ciento, el proyecto no es de utilidad económica y cumple con una función social.

2. EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto constituye en diseñar la edificación de dos niveles y el salón de usos múltiples para la Asociación de Ganaderos del municipio de Chiquimula. La parte alta de esta construcción estará constituida por el área de oficinas y en la parte baja se encontrará el salón de usos múltiples, que tendrá la capacidad para la realización de reuniones municipales, charlas, seminarios, capacitaciones, conferencias, actividades culturales, sociales, espirituales y científicas. Esta edificación tendrá 2 áreas cubiertas por una cubierta tipo curvo, la primera área será para uso de salón de actividades múltiples y la otra área será de 2 niveles en cuya ocupación será utilizada para la administración de la asociación de ganaderos.

2.2. Descripción del área disponible

El área disponible es de 12 954,00 m², la topografía que presenta el terreno no muestra dificultades para la edificación. El terreno cuenta con una ubicación estratégica en cuanto a accesibilidad, debido a que se encuentra sobre calles principales del municipio, permitiendo que las limitaciones de accesibilidad sean nulas en esta edificación.

2.3. Levantamiento topográfico

El terreno es parcialmente plano, el tipo de suelo es adecuado para este tipo de edificaciones, el terreno no es regular por esta razón no se puede dar una dimensión de ancho y largo específico la topografía se puede encontrar en los planos adjuntos a este trabajo, el método utilizado es el poligonal, este consiste en realizar una serie de estaciones ligadas mediante medidas angulares y distancias. Posteriormente, desde ellas es posible radiar perfectamente toda la zona y por lo tanto realizar el levantamiento topográfico.

2.4. Estudio de suelos por el método del ensayo de compresión triaxial

Este estudio se realizó con el objetivo de conocer las propiedades del suelo subyacente a la cimentación de la estructura que se diseñará y así, mediante la capacidad de carga, dimensionar adecuadamente la cimentación.

2.4.1. Determinación del valor soporte del suelo

El valor soporte o capacidad soporte de suelo es la capacidad de un suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de la masa, esta se mide en fuerza por unidad de área.

Con el propósito de conocer las características del suelo en donde se edificará el salón, se realizó una exploración para obtener una muestra inalterada, a una profundidad de 2 metros. Esta muestra fue analizada en laboratorio para conocer los datos necesarios y calcular el valor soporte.

Para determinar la capacidad de carga del suelo se utiliza la teoría de capacidad de carga de Terzaghi, con esta es posible determinar cuánto peso por unidad de área puede soportar el suelo, la ecuación es:

$$Q_u = 1,3C * N_c + q * N_q + 0,4\gamma BN_\gamma$$

Dónde:

C = cohesión del suelo (tomado de ensayo)

γ = peso específico del suelo (tomado de ensayo)

q = γD_f (donde D_f , desplante de la zapata).

B = ancho del cimiento

N_c , N_q , N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo ϕ de fricción del suelo, el cual es de $33,81^\circ$.

Tabla XXIII. Factores de capacidad de soporte de Terzaghi

ϕ°	N_q	N_c	N_γ	ϕ°	N_q	N_c	N_γ
0	1.00	5.71	0.0	28	17.81	31.61	15.7
2	1.22	6.30	0.2	30	22.46	37.16	19.7
4	1.49	6.97	0.4	32	28.52	44.04	27.9
6	1.81	7.73	0.6	34	36.50	52.64	36.0
8	2.21	8.60	0.9	35	41.44	57.75	42.4
10	2.69	9.60	1.2	36	47.16	63.53	52.0
12	3.29	10.76	1.7	38	61.55	77.50	80.0
14	4.02	12.11	2.3	40	81.27	95.66	100.4
16	4.92	13.68	3.0	42	108.75	119.67	180.0
18	6.04	15.52	3.9	44	147.74	151.95	257.0
20	7.44	17.69	4.9	45	173.29	172.29	297.5
22	9.19	20.27	5.8	46	204.19	196.22	420.0
24	11.40	23.36	7.8	48	287.85	258.29	780.1
26	14.21	27.09	11.7	50	415.15	347.51	1153.2

Fuente: BOWLES, J. *Análisis y diseño de fundamentación*. 1988.

$$Nq = 35,66$$

$$N\gamma = 35,15$$

$$Nc = 51,74$$

Qu = carga última del suelo

$$Qu = 1,3 C * Nc + q * Nq + 0,4\gamma B N\gamma$$

$$\begin{aligned} Qu &= \left(1,3 * 1,77 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 51,74\right) + \left(0,82 \frac{\text{Ton.}}{\text{m}^3} * 1,5 * 35,66\right) \\ &+ \left(0,4 * 0,82 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1\text{m} * 35,15\right) = 174,4447 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

El cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, el factor de seguridad puede ser por lo menos de 3 en todos los casos, para este caso se utilizará un factor de seguridad de 6, el cual es un valor alto debido a que la estructura albergará a un número considerable de personas, por lo que se considera importante.

$$Qn \text{ (carga neta)} = \frac{174,4447}{6} = 96,0741 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

El área donde se ubicará la estructura esta sobre un suelo rocosos, por lo que se adoptó un valor soporte de $(Vs) = 29,00 \text{ ton/m}^2$, tomando como referencia la tesis de Jadenon Vinicio Cabrera, *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*, para suelos similares.

2.5. Normas para el diseño de edificios

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, el diseño de la edificación de dos niveles y salón de usos múltiples se basó en las normas contenidas en el *Manual de diseño y desarrollo de edificios del Instituto de Fomento Municipal (INFOM)* y las *Normas de Planificación para Viviendas del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA)*. Las normas que se aplicaron están descritas a continuación.

2.5.1. Criterios generales

Se tomaron en cuenta criterios como: superficie, orientación, iluminación, altura, ventilación y sistema acústico.

2.5.2. Criterios de conjunto

- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función a las necesidades del ambiente, tanto de las actividades que se realicen o en capacidad. Respecto a la superficie, se propone que la edificación tenga paredes de la misma altura y un techo curvo.
- Orientación del edificio: la orientación ideal de las ventanas es de norte a sur, pero esto depende de gran manera de la localización del terreno. El edificio se adecua bien a las características, ya que las ventanas abrirán de norte a sur.

2.5.3. Criterios de iluminación

La iluminación debe ser abundante y uniforme en la distribución, evitando que la proyección de sombras sea visible y los contrastes muy notables, para lograr evitar los puntos anteriormente mencionados se deben de tener los siguientes criterios:

- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero las dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de luz y dan como resultado mejor iluminación.
- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas en la edificación así como las lámparas a instalar.
- Iluminación natural bilateral: el edificio cuenta con ventanas en las 2 paredes laterales de la edificación, estas deben tener un área entre 25 % a 30 % del área de piso del ambiente.
- Iluminación natural central: el techo por medio de ventanas brinda a la edificación una iluminación de este tipo, se toma como área de ventanas del 15 % al 20 % del área total del piso.

2.5.4. Otros criterios

La cantidad de disponibilidad de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de cualquier actividad. Para este caso se utilizó un criterio de una ventilación adecuada para el tipo de edificación que se planificó,

por medio de ventanas y la ventilación que proporciona el techo de cubierta curva.

Es importante que en el salón de usos múltiples exista el confort acústico, ya que este para los usuarios es de gran influencia en el estado anímico y grado de concentración. Para evitar inconvenientes en el sonido es importante tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que absorben el ruido.
- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve el ruido.

2.6. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico hace referencia a darle la adecuada forma y distribución a los diferentes ambientes, que componen el salón de usos múltiples y la construcción de dos niveles. Para que este diseño sea funcional es importante tener en cuenta diferentes criterios arquitectónicos, en este caso la distribución de ambientes, la altura, el desarrollo de edificios del INFOM y las normas de planificación de viviendas del FHA.

El diseño del edificio será de acuerdo a las necesidades que se tengan, pero de igual forma estará limitado por los recursos materiales, las normas de

diseño que existen y el espacio disponible para el mismo. La tipología arquitectónica se basará a lo que las autoridades municipales y la sociedad de ganaderos exijan.

2.6.1. Ubicación del edificio en el terreno

Debido a que se dispone de un terreno de 12 953,93 m² el edificio ocupará 1 040,00m², está ubicado en la entrada principal de Chiquimula, colinda al oeste con propiedad privada, al sur con propiedad privada, al este con carretera CA-10 y al norte con la entrada principal a Chiquimula.

2.6.2. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y la distribución dentro de la edificación se realizará de modo tradicional por ser esta la que más se ajusta a las necesidades y espacio disponible. Esta será distribuida en el salón de usos múltiples con los servicios sanitarios y la edificación de dos niveles para uso de oficinas de la Asociación de Ganaderos de Chiquimula, la distribución se realizó con base en normativas del INFOM y FHA.

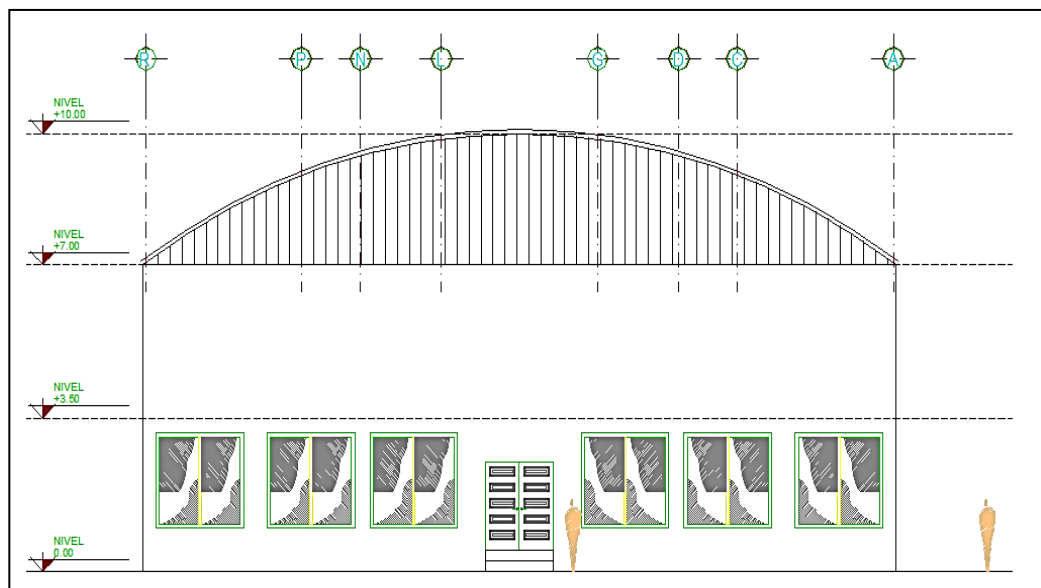
2.6.3. Altura de ambientes

El edificio tendrá en la parte central (salón de usos múltiples) un nivel de 0 respecto a la superficie del terreno. En la misma edificación se tendrán las oficinas de la asociación de ganaderos, que se encontrarán ubicadas en la parte alta, este ambiente contará con una altura de 3,5 metros y el salón una altura de 7 metros.

2.7. Selección del sistema estructural a utilizar

Según el plano de detalles estructurales mostrado en el apéndice, el edificio comprendido entre ejes A Y R; estará formado por una cubierta autoportable curva con material de aluminio zinc. Para los ambientes comprendidos ente los mismos ejes para segundo nivel se colocará losa tipo prefabricada y la estructura a base de marcos dúctiles con nodos rígidos, compuestos por vigas, columnas y zapatas de concreto reforzado, así como mampostería reforzada para muros de cerramiento.

Figura 30. Selección del sistema estructural, elevación transversal oeste



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.7.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento se realizará utilizando los criterios que los códigos utilizados en Guatemala sugieren.

Vigas: los criterios que se consideraron son los que proponen el ACI 318S-08 en el capítulo 9.5.2, contempla peraltes mínimos en vigas para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones.

Tabla XXIV. Valores de predimensionamiento para vigas peralte mínimo

Elementos	Simplemente apoyados	Extremo continuo	Ambos continuos	Voladizos
	Elementos sin grandes deflexiones			
	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Fuente: elaboración propia, con base en ACI 318S-08.

Se considera la viga de mayor luz para fines de predimensionamiento, aplicando los valores sugeridos por la tabla anterior se tiene:

$$H_{viga1} = \frac{L}{18,5} = \frac{6,5}{18,5} = 0,35 \text{ metros}$$

La base de la viga con el criterio $b = h/2$, entonces se utilizará una sección de viga de 0,17 X 0,35. Se tomará esta medida para el predimensionamiento de ambos ambientes tanto del salón de usos múltiples así como de la edificación de 2 niveles para oficinas.

Columnas: el predimensionamiento para las columnas se basa en la sección 21.6.1.1 del ACI, donde indica que un elemento sometido a compresión axial no deberá ser menor de 300 mm de lado y la relación con la altura no deberá ser menor de 0,4 veces su alto, por lo tanto se utilizarán estas medidas mínimas, por lo tanto se asumirá una sección de 35 cm por 35 cm.

2.7.2. Cargas de diseño

Esta integración se realiza tanto para las cargas verticales como para las cargas horizontales, la integración de cargas vivas y muertas de una estructura, se realiza para determinar los esfuerzos aproximados, a los que están sometidos los diferentes elementos estructurales que componen los marcos.

- Integración de cargas muertas para salón de usos múltiples:

El techo del salón de usos múltiples será de cubierta de aluzinc (12,88 kg/m²), esta tendrá una estructura para anclajes de techo (10 kg/m²), el área de la cubierta es de 840 m².

Por lo tanto el peso muerto de la cubierta es:

$$W_{\text{cubierta}} = \left(12,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 840 \text{m}^2 = 19\ 219,2 \text{ kg}$$

$$W_{\text{salón}} = 19,22 \text{ ton}$$

- Integración de cargas muertas para edificación de dos niveles:

Carga muerta por peso de vigas = (0,17 m * 0,35 m) = 0,0595 m²

Longitud total de viga = 120 m

Volumen de viga = 7,14 m³

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

$$W_{\text{vigas}} = (7,14\text{m}^3) * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 17\,136 \text{ kg}$$

La estructura cuenta con 6 columnas continuas por lo tanto:

La altura de las columnas es de 7 metros

Volumen de cada columna = 7 * 0,35 * 0,35 = 0,86 m³

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

$$W_{\text{columna}} = (0,86\text{m}^3) * 6 * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 12\,384 \text{ kg}$$

El techo del salón de usos múltiples será de cubierta de aluzinc (12,88 kg/m²) esta tendrá una estructura para anclajes de techo (10 kg/m²), el área de la cubierta es de 200 m², para el módulo de oficinas.

Por lo tanto el peso muerto de la cubierta es:

$$W_{\text{cubierta}} = \left(12,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 200\text{m}^2 = 4\,576\text{kg}$$

Se utilizará una carga distribuida por instalaciones (eléctricas y sanitarias) de 15 kg/m², para acabados será de 45 kg/m², proyectado un área total dem².

$$W_{\text{acabos}} = (200\text{m}^2) * 45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 9\,000 \text{ kg}$$

$$W_{\text{instalaciones}} = (200\text{m}^2) * 15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 3\,000 \text{ kg}$$

El peso muerto de la losa será de 300 kg/m^2 , el peso total de losa será

$$W_{\text{losa}} = (200\text{m}^2) * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 60\,000 \text{ kg}$$

Peso total de carga muerta:

$$W_{\text{total}} = W_{\text{cubierta}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{acabados}}$$

$$W_{\text{total}} = 17\,136 + 12\,384 + 4\,576 + 9\,000 + 3\,000 + 60\,000$$

$$W_{\text{total}} = 106\,096 \text{ toneladas}$$

Carga viva: la carga viva corresponde a la carga gravitacional debida a la ocupación normal de la estructura y que no es permanente en ella. El valor de carga viva según AGIES NSE 2-10 tabla 3-1 es de 500 kg/m^2 para salones sin asiento fijo, la cual está proyectada en un área del salón de 200 m^2 , y la carga viva para cubiertas livianas es de 50 kg/m^2 , por lo tanto:

- Integración de cargas vivas para salón de usos múltiples

$$L_r (\text{carga viva en cubierta}) = (50 \text{ kg/m}^2) * (840 \text{ m}^2) = 42\,000 \text{ kg}$$

$$L_r = 42 \text{ ton}$$

- Integración de cargas vivas para edificación de dos niveles

$$L (\text{carga viva en primer nivel}) = (500 \text{ kg/m}^2) * (200 \text{ m}^2) = 100\,000 \text{ kg}$$

$$L_r (\text{carga viva en cubierta}) = (50 \text{ kg/m}^2) * (200 \text{ m}^2) = 10\,000 \text{ kg}$$

Lr = 110 Ton

2.7.3. Fuerzas sísmicas

Los sismos son aceleraciones producidas en el terreno, provocan ladeos a estructuras generando determinados esfuerzos, cuando se estiman estos esfuerzos en los elementos que componen la estructura de marcos dúctiles con nodos rígidos, se simplifica el análisis sísmico, utilizando fuerzas laterales estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo que un sismo.

La fuerza sísmica dependerá del peso del edificio y por considerar la estructura fija en la base, este es el punto de aplicación de la fuerza conocida como corte basal, la cual se transmitirá a los elementos que componen la estructura según los tamaños, formas y posiciones tanto en elevación como en planta.

Para la realización de un análisis estructural provocado por un sismo, deben seguirse las normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para Guatemala, proporcionadas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), para el cálculo del corte basal se utilizó el método descrito en el Uniform Building Code (UBC) del 1997.

Las cargas de sismo que actúan sobre una estructura en determinada dirección, se resumen en una fuerza equivalente en la base de la misma, a esta fuerza se le conocen como corte basal (v). El UBC 97, establece el corte basal como:

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

Donde:

$C_v =$ coeficiente de sismicidad = $0,4N_v$ (para zona sísmica 4)

$N_v =$ factor de cercanía = 1

$I =$ factor de Importancia = 1 (por tratarse de una estructura para destino especial)

$R =$ coeficiente de sobre-resistencia = 8,5 (sistema doble, hormigón con SMRF)

$T =$ período de vibración = $C_t * (H_n)^{3/4}$

$C_t =$ coeficiente numérico = 0,0731 para pórticos de hormigón reforzado.

$H_n =$ altura del edificio (7 metros)

Por lo tanto,

$W =$ eso mayorado de la estructura según combinación de cargas

El corte basal para el salón de usos múltiples es:

$$C_v = 0,4 * 1 = 0,4$$

$$T = 0,0731 * (7)^{0,75} = 0,31459$$

Al peso total de la estructura se le aplica un factor de mayorado como seguridad para el cálculo del corte basal. El código UBC 97 en la sección 1612.2.1 sobre combinaciones de carga básicas, establece que las estructuras y todas las partes de las mismas deben resistir los efectos más críticos de las siguientes combinaciones de cargas:

- $W_1 = 1,4D$

$$W_1 = 1,4 * 19,22 \text{ ton} = 26,91 \text{ ton}$$

- $W_2 = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr)$

$$W_2 = (1,2 * 102,096) + (0,5 * 42) = 44,06 \text{ ton}$$

- $W_3 = 1,2D + 1,6(Lr) + (f_1 * L \text{ o } 0,8w)$

Donde:

$f_1 = 1$ según UBC 97, sección 16.1.2.2.1 para lugares de reuniones públicas

$w =$ es la carga del viento = 4998kg (17kg/m² actuante sobre un área de 294m²)

$$W_3 = (1,2 * 19,22 \text{ ton}) + (1,6 * 42 \text{ ton}) + (0,8 * 4,998 \text{ ton}) = 94,26 \text{ ton}$$

- $W_4 = 1,2D + 1,3W + f_1L + 0,5Lr$

$$W_4 = (1,2 * 19,22 \text{ ton}) + (1,3 * 4,998 \text{ ton}) + (0,5 * 42 \text{ ton}) = 50,56 \text{ ton}$$

La mayor combinación de carga estimada corresponde a 94,26 toneladas.

Por lo tanto, la estimación del corte basal será:

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

$$V = \frac{0,4 * 1}{8,5 * 0,2917} * 94,26 \text{ ton} = 15,21 \text{ ton}$$

Sin embargo, el código UBC 97 establece que el corte basal no debe exceder de:

$$V = \frac{2,5Ca * I}{R} * W$$

Donde:

Ca es el coeficiente de sismicidad

Ca = 0,4Na según tabla 16-Q del UBC 97 tomando como referencia el tipo de suelo SB.

Na = es el factor de cercanía a la fuente y depende de la distancia más próxima al lugar de origen conocido del sismo

Na = 1 según tabla 16-S del UBC 97

$$V = \frac{2,5(0,4 * 1) * 1}{8,5} * 94,26 \text{ ton} = 11,09 \text{ ton}$$

El corte basal no debe ser menor a: $V = 0,11 * Ca * I * W$

$$V = 0,11 * 0,4 * 1 * 1 * 94,26 \text{ ton} = 4,15 \text{ ton}$$

Guatemala se encuentra en la zona sísmica 4, el UBC 97 establece que para esta zona el corte basal tampoco debe ser menor a:

$$V = \frac{0,8 * Z * Nv * I}{R} * W$$

$$V = \frac{0,8 * 0,4 * 1 * 1}{8,5} * 94,26 \text{ ton} = 3,55 \text{ ton}$$

Como el dato obtenido de corte basal, excede el límite máximo, se usará la cantidad máxima de 11,09 toneladas para el corte basal.

El corte basal para el edificio de 2 niveles es:

$$Cv = 0,4 * 1 = 0,4$$

$$T = 0,0731 * (7)^{0,75} = 0,31459$$

Al peso total de la estructura se le aplica un factor de mayorero como seguridad para el cálculo del corte basal. El código UBC 97 en la sección 16.12.2.1 sobre combinaciones de carga básicas, establece que las estructuras y todas las partes de las mismas deben resistir los efectos más críticos de las siguientes combinaciones de cargas:

- $W_1 = 1,4D$

$$W_1 = 1,4 * 102,096 \text{ ton} = 142,93 \text{ ton}$$

- $W_2 = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr)$

$$W_2 = (1,2 * 102,096) + (1,6 * 100) + (0,5 * 10 \text{ ton}) = 287,5152 \text{ ton}$$

- $W_3 = 1,2D + 1,6(Lr) + (f_1 * L \text{ o } 0,8w)$

Donde:

$f_1 = 1$ según UBC 97, sección 16.1.2.2.1 para lugares de reuniones públicas $W =$ es la carga del viento = 1 190kg (17 kg/m² actuante sobre un área de 70 m²).

$$W_3 = (1,2 * 102,096 \text{ ton}) + (1,6 * 10 \text{ ton}) + (0,8 * 1,19 \text{ ton}) = 139,47 \text{ ton}$$

$$\circ \quad W_4 = 1,2D + 1,3W + f1L + 0,5Lr$$

$$W_4 = (1,2 * 102,096 \text{ ton}) + (1,3 * 1,19 \text{ ton}) + (1 * 100 \text{ ton}) \\ + (0,5 * 10 \text{ ton}) = 229,06 \text{ ton}$$

La mayor combinación de carga estimada corresponde a 229,47 toneladas. Por lo tanto, la estimación del corte basal será:

$$V = \frac{C_v * I}{R * T} * W$$

$$V = \frac{0,4 * 1}{8,5 * 0,2917} * 229,47 \text{ ton} = 36,95 \text{ ton}$$

Sin embargo, el código UBC 97 establece que el corte basal no debe exceder de:

$$V = \frac{2,5Ca * I}{R} * W$$

Donde:

Ca es el coeficiente de sismicidad

Ca = 0,4Na según tabla 16-Q del UBC 97 tomando como referencia el tipo de suelo SB.

Na = es el factor de cercanía a la fuente y depende de la distancia más próxima al lugar de origen conocido del sismo

Na = 1 según tabla 16-S del UBC 97

$$V = \frac{2,5(0,4 * 1) * 1}{8,5} * 229,47 \text{ ton} = 26,99 \text{ ton}$$

El corte basal no debe ser menor a: $V = 0,11 * Ca * I * W$

$$V = 0,11 * 0,4 * 1 * 1 * 229,47 \text{ ton} = 10,09 \text{ ton}$$

Guatemala se encuentra en la zona sísmica 4, el UBC 97 establece que para esta zona el corte basal tampoco debe ser menor a:

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I}{R} * W$$

$$V = \frac{0,8 * 0,4 * 1 * 1}{8,5} * 229,47 \text{ ton} = 8,64 \text{ ton}$$

Como el dato obtenido de corte basal, excede el límite máximo, se usará la cantidad máxima de 26,99 toneladas para el corte basal.

2.7.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nodos rígidos

El modelo matemático que se utilizará será el sistema de análisis de marcos estáticamente indeterminado por el método de Kani. Este modelo matemático hace referencia a las cargas horizontales y verticales que actúan sobre la edificación.

2.7.5. Análisis de marcos dúctiles por el método de análisis estructural numérico y comprobado por medio de software ETABS

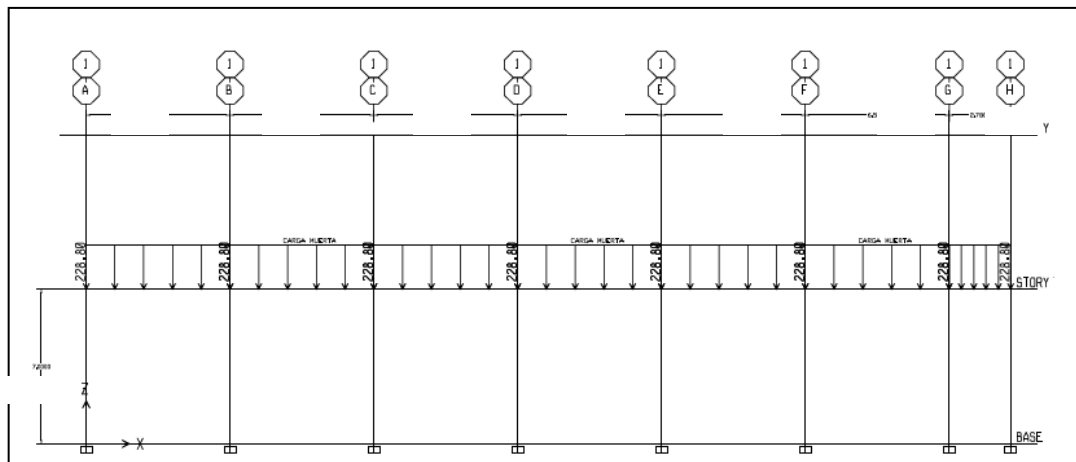
El análisis del área tributaria que soporta cada viga, se determina mediante la partición con triángulos equiláteros, de la proyección en planta de la

cubierta cuando se trata de losas planas, sin embargo, en este caso se utilizará una cubierta tipo EMCO, de lámina, curva, por lo que el peso propio de este tipo de cubierta.

- Análisis marco de salón de usos múltiples

Asignación de carga muerta: la carga muerta aplicada al marco del salón de usos múltiples es de 228 80 kgf/m, esta estará distribuida en todo el marco. Esta carga es la que se aplica en el largo del marco del salón.

Figura 31. **Distribución de carga muerta sobre el marco de salón**

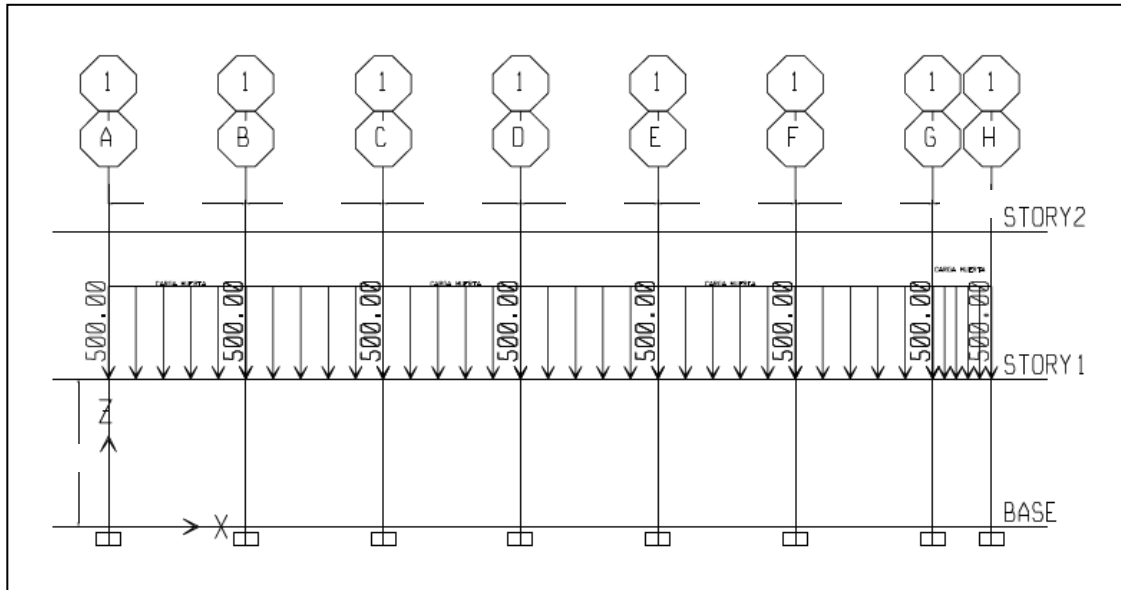


Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Asignación de carga viva:

La carga viva aplicada al marco del salón de usos múltiples es de 50 000 kgf/m, esta estará distribuida en todo el marco.

Figura 32. **Distribución de carga viva sobre el marco de salón**



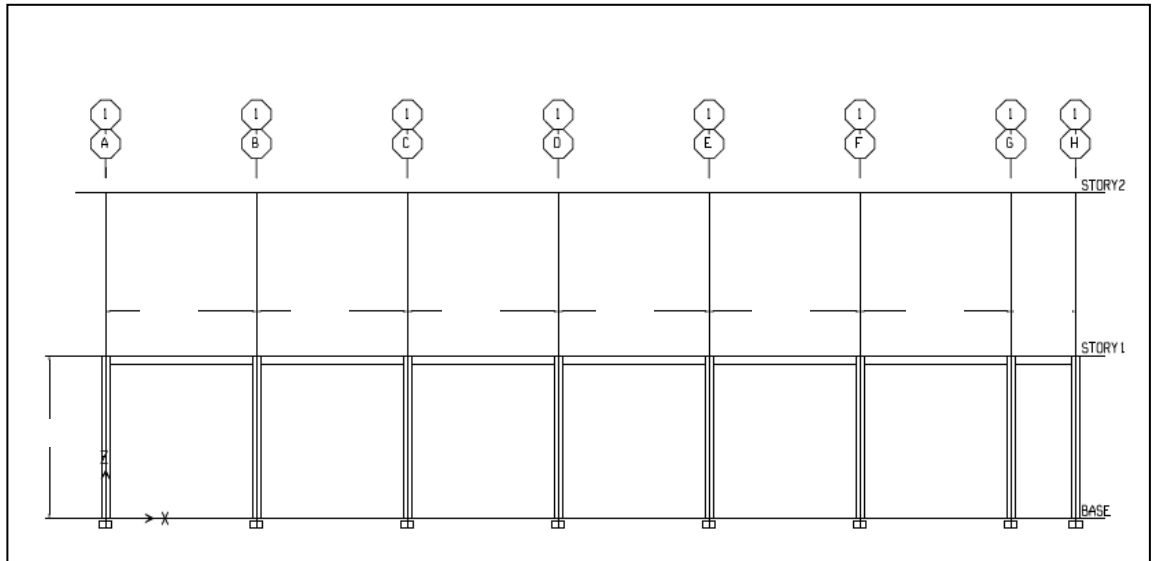
Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Análisis mediante el método de Kani

Para proceder a realizar las iteraciones del método de Kani es necesario primero conocer la carga distribuida que soporta el marco. Como ejemplo, se realizará la distribución de la carga viva sobre el marco 1.

Para una carga viva de 50 kg/m^2 con un área tributaria de 520 m^2 , y tomando en cuenta la longitud total de la viga del marco 1 (52 m) la carga distribuida es de $(50 \text{ kg/m}^2 * 520 \text{ m}^2) / 52 = 500 \text{ kg/m}$

Figura 33. Marco del salón de usos múltiples



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Inercia de los elementos estructurales

Se procede a calcular la inercia de los elementos que conforman el marco de concreto (vigas y columnas), la cual está establecida como:

$$\text{Inercia} = \frac{1}{12} * b * h^3$$

Donde:

b = base del elemento estructural en centímetros

h = peralte del elemento en centímetros

$$\text{Inercia columnas} = \frac{1}{12} * 35 * 35^3 = 125\ 052\ \text{cm}^4$$

$$\text{Inercia vigas} = \frac{1}{12} * 17 * 35^3 = 60\,740\text{cm}^4$$

Para fines prácticos, el método de Kani permite utilizar los valores de inercia de los elementos, una en función de la otra, es decir, la inercia de las vigas se asumirá con un valor unitario (1), y la de las columnas será entonces:

$$\text{Inercia columnas} = \frac{125\,052}{60\,740} = 2,05$$

- Rigidez

El valor de la rigidez (k) es el cociente entre la inercia y la longitud del elemento.

$$k_{\text{VIGAS}} = \frac{1}{6,5} = 0,1538$$

$$k_{\text{COLUMNAS}} = \frac{2,05}{7} = 0,2829$$

- Factor de giro (μ)

Los factores de giro para cada nodo se obtienen de la siguiente expresión

$$\mu_i = -0,5 \left[\frac{k_i}{\sum k} \right]$$

Donde:

$\sum k$ es la sumatoria de las rigideces que llegan al nodo i, todos los tramos empotrados tienen cero como factor de giro.

$$\mu_{AB} = \mu_{DC} = \mu_{FE} = \mu_{HG} = \mu_{JI} = \mu_{LK} = \mu_{NM} = \mu_{PO} = \mu_{RQ} = 0$$

Nodo B = Nodo Q

$$\mu_{BA} = -0,5 \left[\frac{0,2928}{0,2928 + 0,1538} \right] = -0,3278$$

$$\mu_{BC} = -0,5 \left[\frac{0,1538}{0,2928 + 0,1538} \right] = -1,722$$

$$\mu_{BC} + \mu_{BA} = -0,5$$

Nodo C = Nodo E = Nodo G = Nodo I = Nodo K = Nodo M = Nodo O

$$\mu_{CB} = -0,5 \left[\frac{0,1538}{0,1538 + 0,2928 + 0,1538} \right] = -0,1281$$

$$\mu_{CD} = -0,5 \left[\frac{0,2928}{0,1538 + 0,2928 + 0,1538} \right] = -0,2438$$

$$\mu_{CE} = -0,5 \left[\frac{0,1538}{0,1538 + 0,2928 + 0,1538} \right] = -0,1281$$

$$\mu_{CB} + \mu_{CD} + \mu_{CE} = -0,5$$

- Momento de empotramiento

El momento de empotramiento para elementos estructurales empotrados en ambos extremos es:

$$M = \frac{w * (l^2)}{12}$$

(Se asumirá positivo para momentos a favor de las agujas del reloj)

Donde:

W = carga distribuida actuante sobre el elemento

L = longitud del elemento

$$M = \frac{-788,8 \cdot (6,5)}{12} = -2\,777,23 \text{ kg-m (carga muerta + viva)}$$

- Fuerza de fijación

$Q_1 = 0$ Porque no se toma en cuenta para este caso, la carga horizontal

- Factor de corrimiento

El factor de corrimiento μ se define como:

$$\mu = \left(-\frac{3}{2}\right) * \left(\frac{k_{col}}{\sum k_{cols}}\right)$$
$$\mu_{AF} = \left(-\frac{3}{2}\right) * \left(\frac{0,2928}{9 * 0,2928}\right) = -0,1667$$

La sumatoria del factor de todas las columnas es -1,5

- Diagrama de Kani, iteraciones con carga viva

El orden de las iteraciones para el método de Kani será:

B-C-E-G-I-K-M-O-Q

Figura 34. Cálculo de marco por método de Kani (a)

B		C					
-2777.2300	-0.1722	-2777.2300	2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300
-0.3278		478.2390	-61.2624		-0.2438		-61.2624
0.0000		488.7884	-62.6138	0.0000			-62.6138
910.3760		489.0211	-62.6436	-116.5947			-62.6436
930.4578		489.0262	-62.6443	-119.1666			-62.6443
930.9008		489.0263	-62.6443	-119.2233			-62.6443
930.9106		489.0264	-62.6443	-119.2246			-62.6443
930.9108		489.0264	-62.6443	-119.2246			-62.6443
930.9108		489.0264	-62.6443	-119.2246			-62.6443
930.9108				-119.2246			
930.9108				-119.2246			

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Cálculo de marco por método de Kani (b)

2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300	2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300
7.8477		-0.2438		7.8477	-1.0053		-0.2438		-1.0053
8.0208	0.0000			8.0208	-1.0275	0.0000			-1.0275
8.0246	14.9358			8.0246	-1.0280	-1.9133			-1.0280
8.0247	15.2652			8.0247	-1.0280	-1.9555			-1.0280
8.0247	15.2725			8.0247	-1.0280	-1.9564			-1.0280
8.0247	15.2727			8.0247	-1.0280	-1.9564			-1.0280
8.0247	15.2727			8.0247	-1.0280	-1.9564			-1.0280
8.0247	15.2727			8.0247	-1.0280	-1.9564			-1.0280
	15.2727					-1.9564			
	15.2727					-1.9564			

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Cálculo de marco por método de Kani (c)

2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300	2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300
0.1288		-0.2438		0.1288	-0.0165		-0.2438		-0.0165
0.1316	0.0000			0.1316	-0.0169	0.0000			-0.0169
0.1317	0.2451			0.1317	-0.0169	-0.0314			-0.0169
0.1317	0.2505			0.1317	-0.0169	-0.0321			-0.0169
0.1317	0.2506			0.1317	-0.0169	-0.0321			-0.0169
0.1317	0.2506			0.1317	-0.0169	-0.0321			-0.0169
0.1317	0.2506			0.1317	-0.0169	-0.0321			-0.0169
0.1317	0.2506			0.1317	-0.0169	-0.0321			-0.0169
	0.2506					-0.0321			
	0.2506					-0.0321			

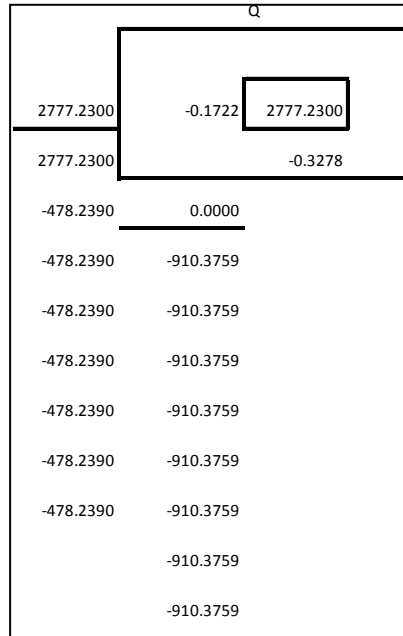
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Cálculo de marco por método de Kani (d)

M					O				
2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300	2777.2300	-0.1281	0.0000	-0.1281	-2777.2300
0.0021		-0.2438		0.0021	-0.0003		-0.2438		-0.0003
0.0022	0.0000			0.0022	-0.0003	0.0000			-0.0003
0.0022	0.0040			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
0.0022	0.0041			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
0.0022	0.0041			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
0.0022	0.0041			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
0.0022	0.0041			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
0.0022	0.0041			0.0022	-0.0003	-0.0005			-0.0003
	0.0041					-0.0005			
	0.0041					-0.0005			

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Cálculo de marco por método de Kani (e)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Cálculos de momentos**

Tramo		Magnitud (kg-M)
A	B	0.0000
B	A	-915.4084
	C	-1861.8216
C	B	363.7378
	D	-238.4492
	E	-117.2638
E	C	-46.5948
	F	30.5453
	G	15.0215
G	E	5.9688
	H	-3.9129
	I	-1.9243

Continuación de la tabla XXIV.

I	G	-0.7646
	J	0.5012
	K	0.2465
K	I	0.0979
	L	-0.0642
	M	-0.0316
M	K	-0.0125
	N	0.0082
	O	0.0040
O	M	0.0016
	P	-0.0011
	Q	-478.2395
Q	O	1820.7521
	R	956.4782

Fuente: elaboración propia.

2.7.6. Envoltente de momentos

El código ACI 318S-08, en su sección 9.2 estipula que se deberá diseñar las estructuras para las siguientes combinaciones de momentos, determinando cual será el momento máximo crítico.

Para el caso del diseño del salón de usos múltiples se tomará en cuenta las cargas de sismo, carga viva y carga muerta, según el apéndice C del código, donde se habla de consideraciones alternativas de diseño, las combinaciones deberán ser las siguientes.

$$U = 1,4 D + 1,7 L$$

$$U = 0,75 (1,4 D + 1,7 L) \pm 1,4 E$$

$$U = 0,9 D \pm 1,4 E$$

Donde:

U = momento mayorado

D = carga muerta

E = carga inducida por sismo

L = carga viva

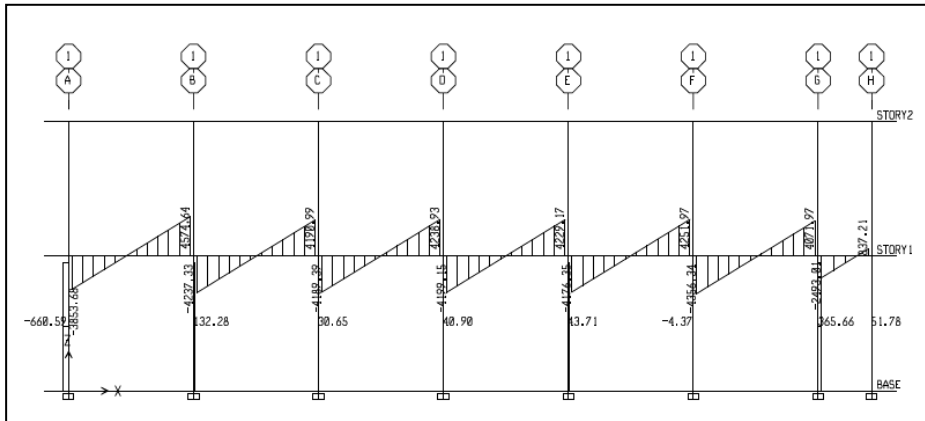
De acuerdo a estas combinaciones de momentos se presenta a continuación el diseño de la viga A-B del Marco 1, utilizando para el análisis los resultados obtenidos mediante la modulación de la estructura en el software ETABS.

2.7.7. Diagrama de corte y momento

- Diagrama de corte salón de usos múltiples

La figura 39 presenta el diagrama de corte del marco analizado del salón de usos múltiples, las cargas están presentadas con las dimensionales kgf-m.

Figura 39. Corte salón de usos múltiples

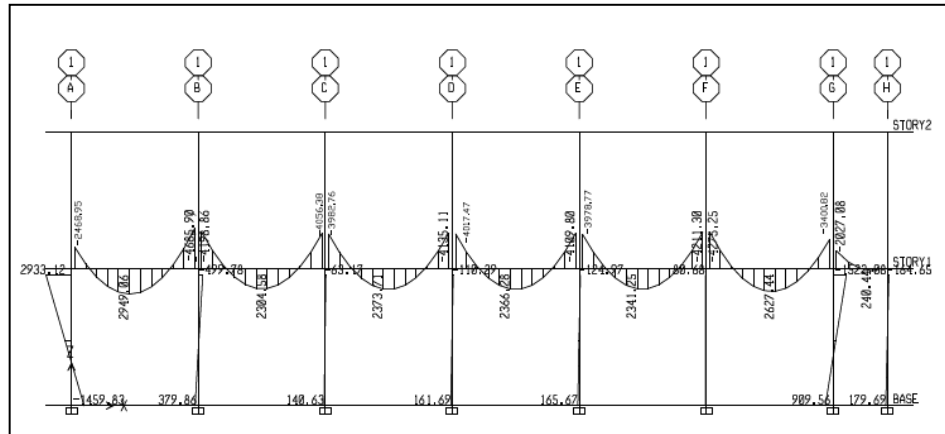


Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Diagrama de momento últimos de salón de usos múltiples

La figura 40 presenta el diagrama los momentos del marco analizado del salón de usos múltiples, las cargas están presentadas con las dimensionales *kip-inch*.

Figura 40. **Momentos últimos del salón de usos múltiples**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

2.7.8. **Diseño de cubierta**

La edificación presenta 2 tipos de cubiertas, una tipo metálica y la otra con losa prefabricada tipo vigueta y bovedilla, los diseños de cada uno de los tipos de estructura son los siguientes:

- **Cubierta metálica (techo curvo):**

La cubierta está conformada por paneles curvos estructurales auto engrapables de lámina de acero calibre 22 y 43 arcos de iluminación.

Las dos culatas laterales están formadas por paneles rectos y cuenta con un *louver* cada una, que aumenta la ventilación de los ambientes interiores, todas las partes están recubiertas con una aleación de aluminio y zinc (aluzinc) fabricada por la empresa EMCO.

La altura que tendrá la cubierta en el punto más alto es producto de la relación entre el lado más corto de la estructura dividido dentro de 6,

$$\text{Altura de cubierta} = \frac{\text{lado mas corto}}{6} = \frac{20}{6} = 3,33 \text{ metros}$$

Según las especificaciones de la cubierta, los valores de las reacciones son las siguientes:

Tabla XXVI. **Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho, carga viva y carga muerta**

Luz	Flecha	Carga	Reacción	Reacción	Carga	Reacción	Reacción
(m)	(m)	(lb/ft ²)	Horizontal	Vertical	(lb/ft ²)	Horizontal	Vertical
18	3	2.64	120.69	88.53	8	348.45	236.22
19	3.17	2.64	127.4	88.17	8	367.81	249.34
20	3.33	2.64	134.10	92.81	8	387.17	262.46

Fuente: Manual de EMCO, especificaciones técnicas de cubierta curva. p. 4.

Tabla XXVII. **Reacciones por cada arco de 1 pie de ancho, carga viento**

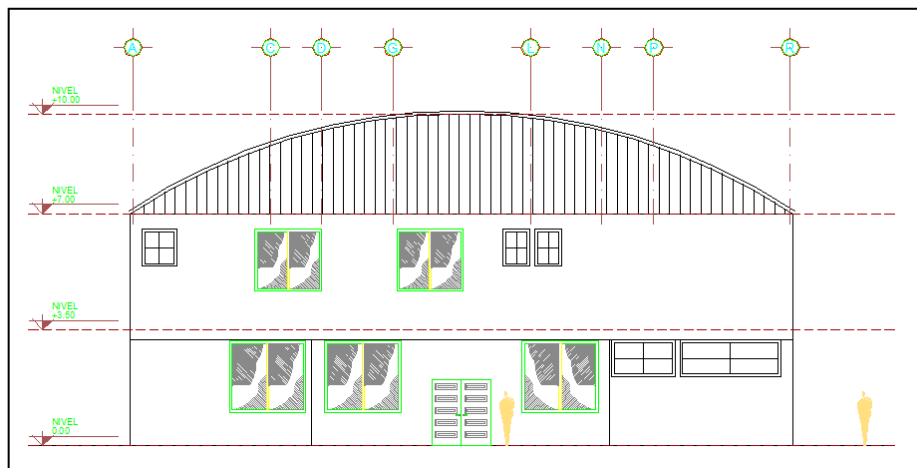
Luz	Flecha	Carga	Reacción	Reacción	Reacción	Reacción
(m)	(m)	(lb/ft ²)	Hor. Iz.	Vert. Iz.	Hor. Der.	Vert Der.
18	3	10	-12.30	-103.78	12.30	43.82
19	3.17	10	-12.98	-109.55	12.98	46.25
20	3.33	10	-13.67	-115.31	13.67	48.69

Fuente: Manual de EMCO, especificaciones técnicas de cubierta curva. p. 5.

Tomando en cuenta los valores de la tabla XXV, la cubierta en este proyecto presenta los siguientes valores:

CM: 134,10lb/ft, CV:387,17 lb/ft y W = 211,78 lb

Figura 41. **Cubierta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

La cantidad de tensores, diámetro y espaciamiento entre sí, los define el diseño estructural, en función a las cargas transmitidas a la subestructura, para lo cual se tiene el siguiente procedimiento según LRFD (*Load and Resistance Factor Design*).

$$A_d = \frac{P_u}{0,75 \phi F_u}$$

Donde:

A_d = área requerida de varilla (tensor)

P_u = carga última que actúa (tensión)

Fu = resistencia mínima especificada a la tensión

Ø = factor de reducción para barras roscadas = 0,75

Hallar carga última actuante, de acuerdo con AISC (American Institute of Steel Construction) se tiene las siguientes combinaciones:

$$P_u = 1,2D + 1,6L = 780,39 \text{ lb/pie}$$

$$P_u = 1,2D + 1,6L + 0,80W = 949,81 \text{ lb/pie}$$

$$P_u = 1,2D + 0,5L \pm 1,3W = 629,82 \text{ lb/pie}$$

Se utilizan barras de acero A36 (acero al carbono) que tiene un valor de Fu = 58 klb/pulg². Al sustituir valores se obtiene el siguiente resultado:

$$A_d = \frac{94,98 \text{klb}}{0,75 * 0,75 * 58 \frac{\text{klb}}{\text{pulg}^2}} = 2,91 \text{ plg}^2$$

De acuerdo con los cálculos se plantea la utilización de 5 tensores de varilla No.7 (0,6plg²) que proporciona juntos un área de 3,00 plg², cada uno ubicado a una distancia de 6 m entre ellos.

- Viga canal de soporte

El fabricante recomienda dos tipos de apoyo para la viga canal, la cual será la que soporta la cubierta; de metal, esta tiene el inconveniente que; necesita mantenimiento constante; de concreto armado, es el más indicado para este caso, debido al poco mantenimiento y que la construcción es más económica.

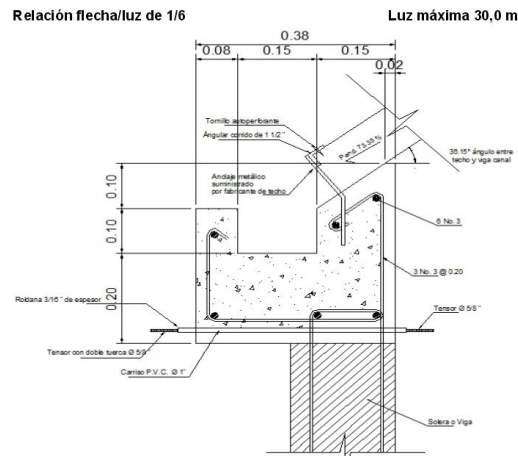
Con base en las condiciones de carga especiales, utilizando los datos obtenidos anteriormente, así como las dimensiones de la subestructura, basados en un sistema estructural con columnas separadas a una distancia no mayor a seis metros, se diseña el tipo de apoyo. A continuación se presentan los detalles y tablas para determinar el diseño de los apoyos en concreto, para una relación flecha/luz de 1/6 como este caso particular.

Tabla XXVIII. **Viga canal apoyo para la cubierta**

	L/2	L/3	L/4	L/5	L/6	L/7	L/8	L/9	L/10
Luz máxima	18,00	20,00	22,00	24,00	24,00	22,00	18,00	14,00	12,00
% Pendiente		219,5	128,21	92,71	73,35	60,93	52,28	45,70	41,00
Ángulo	90°	65°30'	52°	42°50'	36°15'	31°20'	27°36'	24°34'	22°13'
A	-----	-----	0,033	0,023	0,018	0,015	0,013	0,011	0,010
B	-----	-----	0,167	0,117	0,091	0,076	0,065	0,057	0,051
C	-----	-----	0,20	0,14	0,109	0,091	0,078	0,068	0,061
C/ ángulo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C/ F.D.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	X	X	X
D	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,062	0,054	0,049

Fuente: datos proporcionados por CURVOTEC, mayo 2014.

Figura 42. Detalle viga canal



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD.

Debido a la flexión que produce las cargas de la cubierta se procede a realizar los cálculos para el acero.

Momento nominal: 240 x 29,01

2 740,8 pulg-klb

Diseño de viga

Datos: claro 6m (19,69 pies); CM: 2,64 lb/ft²; CV: 8 lb/ft²

$f'c = 4\ 000\ \text{lb/pulg}^2$; $f_y = 60\ 000\ \text{lb/pulg}^2$

$\rho_{\text{max}} = 0,0214$

$$\rho_{\text{min}} = 3 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{3\sqrt{4\ 000}}{60\ 000} = 0,00316$$

Pero no menor que: $\frac{200}{f_y} = \frac{200}{60\,000} = 0,00333$

$$M_u = \Phi M_n = 0,90 \times 2\,740,8$$

Brazo de palanca:

$$Z = 0,90 \times 11,42 = 10,278$$

Área de prueba de acero

$$A_s f_y z = M_n$$

$$A_s = \frac{2740,8}{60 \times 10,27} = 4,44$$

Calculo de valores a y z

$$0,85 f'_c A_c = A_s f_y$$

$$(0,85)(4)(A_c) = 4,44 \times 60$$

$$A_c = 78,35$$

$$a = \frac{78,35}{60} = 1,30''$$

Por lo tanto z

$$z = 18 - \frac{0,97}{2} = 17,75''$$

Área de acero de viga canal:

$$A_s = \frac{(12)(228,4)}{(60)(17,52)} = 2,60 \text{ pulg}^2$$

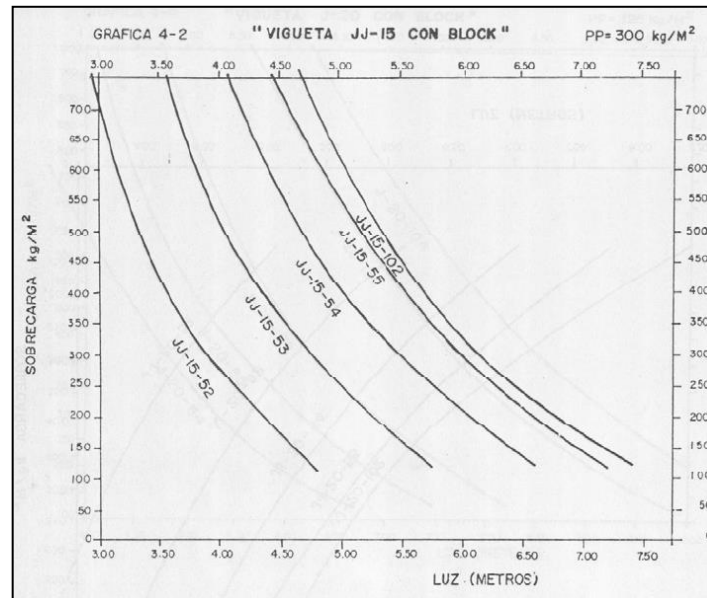
La viga canal tendrá un refuerzo de 8 varillas No. 5. Con estribo cerrado No.3

- Losa prefabricada

Los componentes del sistema de losa prefabricada se describen a continuación:

- Viguetas: compuestas por un *joisty* una pastilla de concreto. Para las pastillas existen 3 diferentes medidas; las cuales son 5 x 12 cm, 6 x 16 cm y 10 x 16 cm.
- *Joist*: el tipo de *joist* que utiliza una vigueta varia en cuanto a la resistencia del acero y la forma del mismo es construido con acero de alta resistencia, que garantiza una efectiva resistencia de fluencia de 3 500 kg/cm². En las varillas dentro de la pastilla y de 2 800 kg/cm² en las varillas superiores y de la diagonal.

Figura 43. **Gráfica para seccionar elementos de losa prefabricada**



Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*.

El sistema a utilizar será una vigueta JJ y bovedilla de 15 cm, para este caso el punto en la curva JJ-15-55, donde:

JJ = vigueta de 6cm X 16 cm

15 = peralte de bovedilla en cm

55 = corresponde a 5 varillas (el último dígito es el número de varillas) de \varnothing 6,2 mm.

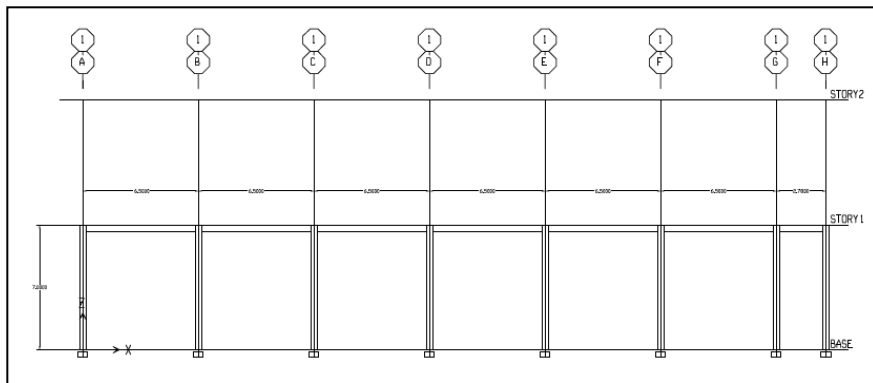
Utilizando el sistema antes mencionado para el techo de 6,5 de luz libre, este será capaz de soportar una sobrecarga máxima de 250 kg/m² (este valor se debe leer directamente de la gráfica).

2.7.9. Diseño de vigas

- Diseño de viga de salón de usos múltiples

La envolvente utilizada para el diseño de la viga es utilizando la carga distribuida viva y muerta en el siguiente marco.

Figura 44. **Distribución carga viva y muerta para el diseño de la viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Carga muerta = 500 kg/m

Carga viva = 228,8 kg/m

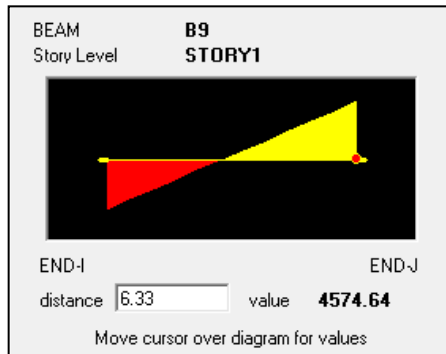
Carga ultima = 1,4 (carga muerta) + 1,7 (carga viva)

$C_u = 1,4 * (500) + 1,7 (228,8) = 1\ 190,96 \text{ kg/m}$

Con el análisis en ETABS se obtienen los momentos últimos y cortes de la sección crítica.

- Diagrama de corte viga crítica

Figura 45. **Corte de viga crítica**

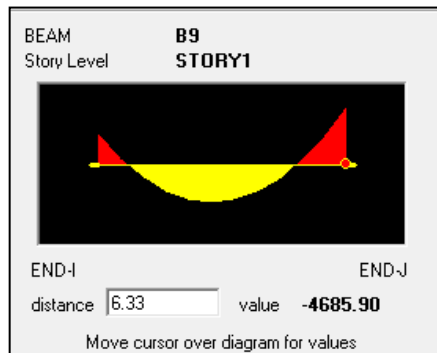


Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Diagrama de momento negativo de la viga crítica

Según la gráfica presentada tomando los valores del sistema ETABS, el valor negativo máximo de la viga es: 4 685,90 kg-m.

Figura 46. **Momento negativo de la viga crítica**

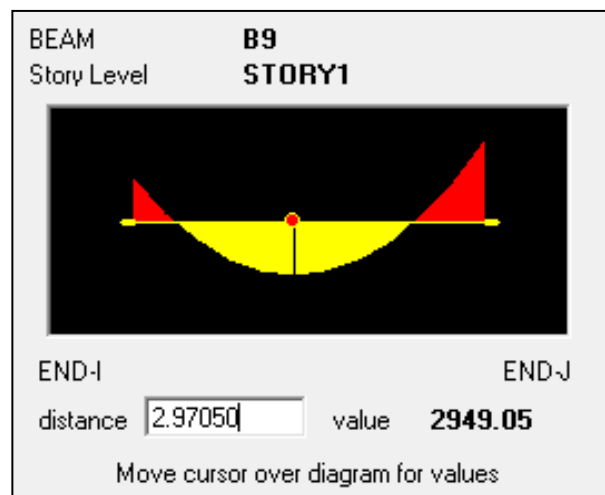


Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Diagrama de momento negativo de la viga crítica

Según la gráfica presentada tomando los valores del sistema ETABS, el valor negativo máximo de la viga es: 2 949,05 kg-m

Figura 47. **Momento positivo de la viga crítica**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

- Diseño longitudinal

$B =$ ancho rectangular de la viga = 0,17

$D =$ peralte efectivo de la viga = 0,325

$F_c =$ resistencia del concreto = 280 kg/cm²

$F_y =$ límite de fluencia del acero = 2810 kg/cm²

Cálculos

Área de acero mínimo: $A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2810} * 32,5 * 17 = 2,77 \text{ cm}^2$$

Área de acero balanceada: $A_{sbal} = \rho_{bal} * b * d$

$$\rho_{bal} = \frac{f_c}{f_y} * \Phi^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \right)$$

Donde:

A_{sbal} = área de acero balanceada

P_{bal} = cuantía de acero balanceada

B = ancho rectangular de viga = 0,17m

D = peralte efectivo de viga = 0,35 m

Φ = factor de reducción = 0,85

E_s = módulo de elasticidad del acero = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\rho_{bal} = \frac{280}{2810} * 0,85^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{280}{2,1 * 10^6}} \right) = 0,072$$

$A_{sbal} = 0,03734 * 32,5 * 17 = 39,77 \text{ cm}^2$

Área de acero máximo: $A_{smax} = 0,5 * A_{sbal}$ (para zona sísmica)

$A_{smax} = 0,5 * 39,77$

$A_{smax} = 19,88 \text{ cm}^2$

Parámetros

$$A_{smin} = 2,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 19,88 \text{ cm}^2$$

Para encontrar el área de acero necesaria para los momentos se aplica la siguiente ecuación:

$$A_s = 0,85 \frac{f_c}{F_y} \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right)$$

Donde:

A_s = área de acero

f_c = resistencia de concreto

F_y = límite de fluencia del acero

B = ancho rectangular de la viga

D = peralte efectivo de viga

M_u = momento último

- Área de acero para el momento negativo

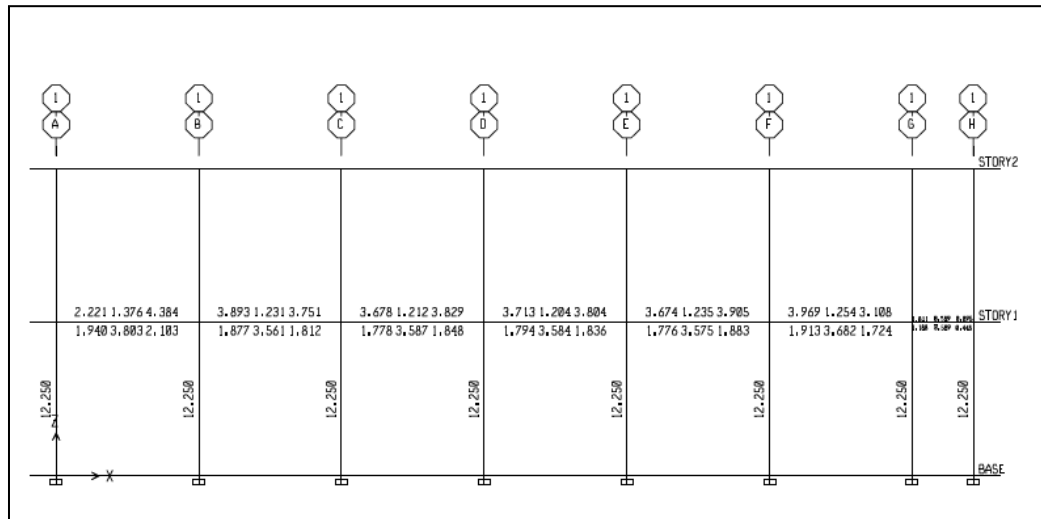
$$A_s (-) = 0,85 \frac{280}{2810} \left(17 * 32,5 - \sqrt{(17 * 32,5)^2 - \frac{4685,90 * 17}{0,003825 * 280}} \right) = 6,09 \text{ cm}^2$$

- Área de acero para el momento positivo

$$A_s (+) = 0,85 \frac{280}{2810} \left(17 * 32,5 - \sqrt{(17 * 32,5)^2 - \frac{2949,05 * 17}{0,003825 * 280}} \right) = 3,74 \text{ cm}^2$$

Las áreas brindadas por el software ETABS son las siguientes:

Figura 48. **Áreas de acero en vigas y columnas**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Después de calcular el área de acero para los momentos positivos y negativos, se deben considerar los siguientes requisitos sísmicos:

Para la cama superior se debe colocar como mínimo 2 varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:

- As min
- 33 % del área de acero calculada para el momento negativo
- Se utilizará el As min 2,77 cm²
- Se utilizará el equivalente que son 2#5

Para la cama inferior: se debe colocar como mínimo 2 varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:

- As min
- 50 % del área de acero calculada para el momento negativo
- 50 % del área de acero calculada para el momento positivo
- Se utilizará el As 3,04 cm²
- Se utilizará el equivalente que son 2#5

Cálculo de cama al centro de viga, usar área de acero mayor de las siguientes condiciones:

- Asmin = 2,77 cm²
- 33 % Asm(-) = 0,33(6,09) = 2,00 cm²
- Se utilizara el equivalente que son 2#5

Para la cama inferior en zona de confinamiento

- Asmin = 2,77 cm²
- 50 % Asm(-) = 0,5 (6,09) = 3,045 cm²
- 50 % Asm(+) = 0,5 (3,74) = 1,87cm²
- Usar 3,045 cm²
- Se utilizara el equivalente que son 2#5

El área de acero faltante en la cama superior e inferior, se coloca como bastón, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Abastón} = \text{As requerido} - \text{As corrido}$$

El área de acero del bastón para cubrir el momento negativo en la cama superior es:

$$A_{\text{bastón}} = 6,03 - \text{acero corrido} = 1,95 \text{ cm}^2$$

Se utilizará 1 # 5 en zonas de momentos negativos.

El área de acero del bastón para cubrir el momento positivo en la cama inferior es:

$$A_{\text{bastón}} = 3,74 - 3,96 = -0,22 \text{ cm}^2$$

No es requerido acero ya que con el acero corrido se cubre la necesidad.

Después de calcular el área de acero longitudinal se procede a calcular el área de acero transversal (estribos). El objetivo de colocar estribos es para contrarrestar los esfuerzos de corte, en algunas ocasiones se usan por requisitos de armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada.

$$V_u = M/L$$

Donde:

V_u = cortante en la columna

$$V_u = 4\,685,90 / 6,35 = 737,94$$

Corte resistente

$$V_R = 0,85 * 0,53 \sqrt{f_c} * b * d$$

Donde:

- V_r = corte resistente
- V_a = corte actuante
- 0,85 = factor de reducción
- F'_c = resistencia del concreto
- B = base de la sección de la viga
- D = peralte de la sección de la viga

$$V_R = 0,85 * 0,53 \sqrt{280} * 17 * 32,5 = 4\ 164,91 \text{ kg}$$

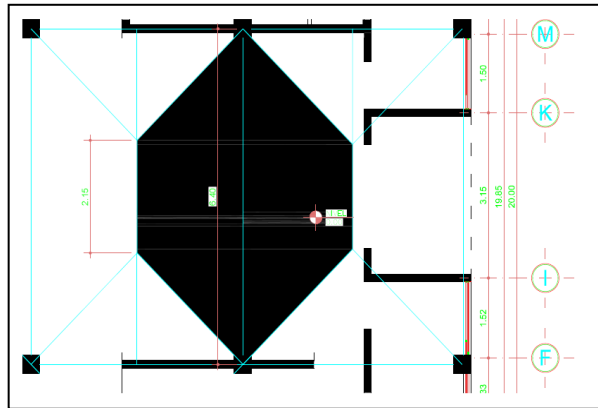
Debido a que el corte actuante es menor que el corte resistente, se colocará estribos a $s = d/2 = 32,5/2 = 16$ centímetros.

Se usarán estribos No.3 con una separación máxima (s_{max}) = $d/2$ en la parte central y $d/4$ en la zona de confinamiento

Diseño de viga de salón de edificio de oficinas:

Para el cálculo de acero de las vigas en la edificación de 2 niveles se realizó el método de áreas tributarias, en el método el polígono se traza de la siguiente manera:

Figura 49. Trazo del polígono



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$\text{Área tributaria} = 22,52 \text{ m}^2$$

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

$$\text{Carga muerta (viga)} = 500 * \text{área tributaria} = 500 * 22,52 = 11\,260 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta lineal} = 11\,260 \text{ kg} / \text{longitud} = 11\,260 \text{ kg} / 6,40 = 1\,759,38 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva (viga)} = 250 \text{ kg/m}^2 * \text{At} = 250 * 22,52 = 5\,630 \text{ kg}$$

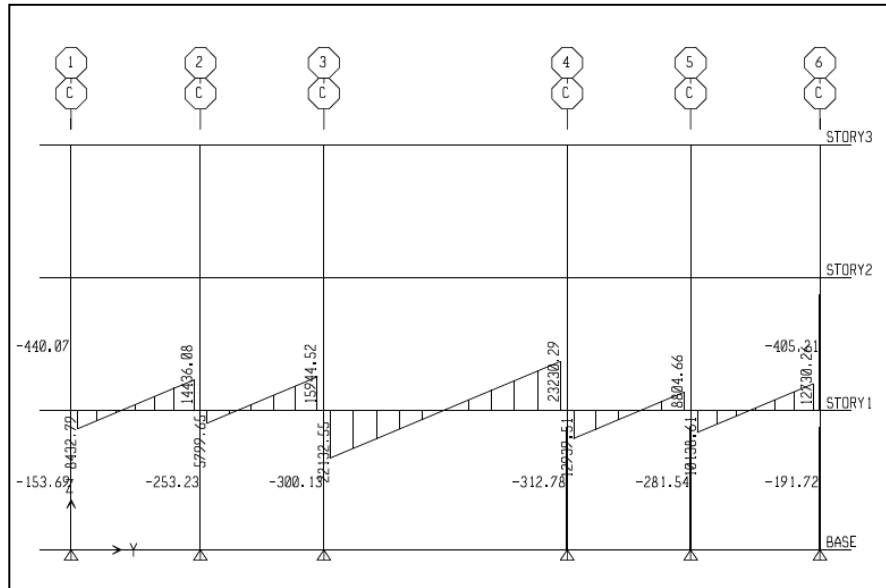
$$\text{Carga viva lineal} = 5\,630 \text{ kg} / 6,40 = 879 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga última} = 1,4 (\text{carga muerta}) + 1,7 (\text{carga viva})$$

$$\text{Cu} = 1,4 * (1759) + 1,7 (879) = 3956,9 \text{ kg/m}$$

Diagrama de corte de la viga crítica:

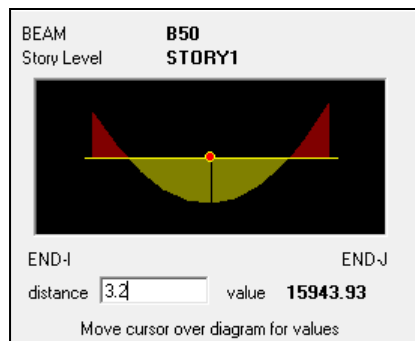
Figura 50. Corte de la viga crítica



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Diagrama de momento positivo de la viga crítica: según la gráfica presentada tomando los valores del sistema ETABS, el valor positivo máximo de la viga es: 15 943,93 kg-m.

Figura 51. Momento positivo de la viga crítica

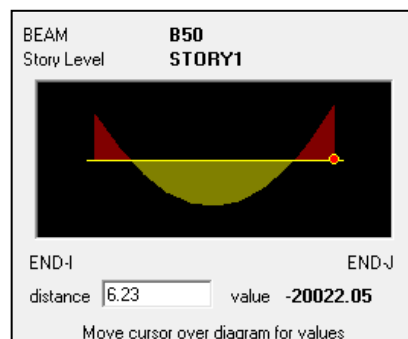


Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Diagrama de momento negativo de la viga crítica:

Según la gráfica presentada tomando los valores del sistema ETABS, el valor positivo máximo de la viga es: 20 022,05 kg-m.

Figura 52. **Momento negativo de la viga crítica**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Diseño longitudinal

B = ancho rectangular de la viga = 0,25

D = peralte efectivo de la viga = 42,5

f_c = resistencia del concreto = 280 kg/cm²

F_y = límite de fluencia del acero = 2810 kg/ cm²

Cálculos

$$\text{Área de acero mínimo: } A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 25 * 42,5 = 5,33 \text{ m}^2$$

Área de acero balanceada: $A_{sbal} = \rho_{bal} * b * d$

$$\rho_{bal} = \frac{f_c}{f_y} * \Phi^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \right)$$

Donde:

A_{sbal} = área de acero balanceada

ρ_{bal} = cuantía de acero balanceada

B = ancho rectangular de viga = 0,25 m

D = peralte efectivo de viga = 42,5 m

Φ = factor de reducción = 0,85

E_s = módulo de elasticidad del acero = $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\rho_{bal} = \frac{280}{2810} * 0,85^2 * \left(\frac{0,003}{0,003 + \frac{280}{2,1 \times 10^6}} \right) = 0,04978$$

$A_{sbal} = 0,04978 * 42,5 * 25 = 52,89 \text{ cm}^2$

Área de acero máximo: $A_{smax} = 0,5 * A_{sbal}$ (para zona sísmica)

$A_{smax} = 0,5 * 52,89$

$A_{smax} = 26,45 \text{ cm}^2$

Parámetros:

$A_{smin} = 5,33 \text{ cm}^2$

$A_{smax} = 26,4 \text{ cm}^2$

Para encontrar el área de acero necesaria para los momentos se tiene que la siguiente fórmula:

$$A_s = 0,85 \frac{f_c}{F_y} \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f_c}} \right)$$

Donde:

A_s = área de acero

f_c = resistencia de concreto

F_y = límite de fluencia del acero

B = ancho rectangular de la viga

D = peralte efectivo de viga

M_u = momento último

Área de acero para el momento positivo:

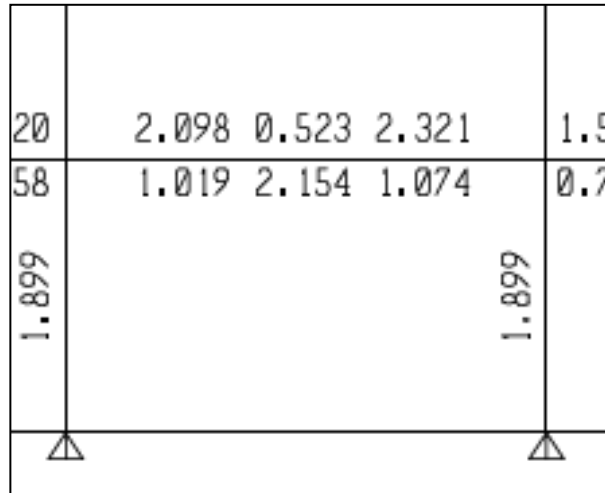
$$A_s (+) = 0,85 \frac{280}{2810} \left(25 * 42,5 - \sqrt{(25 * 42,5)^2 - \frac{15\,943,93 * 25}{0,003825 * 280}} \right) = 15,59 \text{ cm}^2$$

Área de acero para el momento negativo

$$A_s (-) = 0,85 \frac{280}{2810} \left(25 * 42,5 - \sqrt{(25 * 42,5)^2 - \frac{20\,022,05 * 25}{0,003825 * 280}} \right) = 21,10 \text{ cm}^2$$

Las áreas de acero propuestas por el programa es la siguiente:

Figura 53. **Áreas de acero crítico (en pulgadas cuadradas)**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Después de calcular el área de acero para los momentos positivos y negativos, se deben considerar los siguientes requisitos sísmicos:

Para la cama superior se debe colocar como mínimo 2 varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:

- As min
- 33 % del área de acero calculada para el momento negativo
- A utilizar: $21,10 * 0,33 = 6,96\text{cm}^2$
- Se utilizará 2 varillas #6

Para la cama inferior: se debe colocar como mínimo 2 varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:

- As min

- 50 % del área de acero calculada para el momento negativo
- 50 % del área de acero calculada para el momento positivo
- A utilizar: 10,55 cm²
- Se utilizará 2 varillas #8

Cálculo de cama al centro de viga, usar área de acero mayor de las siguientes condiciones:

- $A_{smin} = 5,33 \text{ cm}^2$
- 33 % $A_{sm(-)} = 0,33(21,10) = 6,693 \text{ cm}^2$
- Se utilizara 2 varillas #6

Para la cama inferior en zonas de confinamiento:

- $A_{smin} = 5,33 \text{ cm}^2$
- 50 % $A_{sm(-)} = 0,5 (21,10) = 10,55 \text{ cm}^2$
- 50 % $A_{sm(+)} = 0,5 (15,59) = 7,79 \text{ cm}^2$
- Se utilizara 2 varillas #8

El área de acero faltante en la cama superior e inferior, se coloca como bastón, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Abastón} = A_s \text{ requerido} - A_s \text{ corrido}$$

El área de acero del bastón para cubrir el momento negativo en la cama superior es:

$$\text{Abastón} = 15,59 - 5,7 = 9,89 \text{ cm}^2$$

Se utilizará 3 # 6 en zonas de momentos negativos.

El área de acero del bastón para cubrir el momento positivo en la cama inferior es:

$$\text{Abastón} = 21,10 - 10,55 = 10,27 \text{ cm}^2$$

Se utilizará 2 # 8 en zonas de momentos negativos.

Después de calcular el área de acero longitudinal se procede a calcular el área de acero transversal (estribos). El objetivo de colocar estribos es para contrarrestar los esfuerzos de corte en algunas ocasiones se usan por requisitos de armado manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada.

$$V_u = M/L$$

Donde:

V_u = cortante en la columna

$$V_u = 20022,05 / 6,40 = 3128,45$$

Diseño a corte:

$$V_R = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_r = corte resistente

V_a = corte actuante

0,85 = factor de reducción

f'_c = resistencia del concreto

B = base de la sección de la viga

D = peralte de la sección de la viga

$$VR = 0,85 * 0,53 \sqrt{280} * 25 * 42,5 = 8\,009,45 \text{ kg}$$

Debido a que el corte actuante es menor que el corte resistente se colocará estribos a $s = d/2 = 42,5/2 = 20$ centímetros.

Se usarán estribos No.3 con una separación máxima (s_{max}) = $d/2$ en la parte central y $d/4$ en zona de confinamiento.

2.7.10. Diseño de columnas

Columnas para salón de usos múltiples:

Para el diseño de las columnas para el salón de usos múltiples, se tienen los siguientes parámetros generales:

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 35 \text{ cm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

El área de acero longitudinal mínima para una columna es del 1 %, según sección 21.4.3.1 del ACI 318-05, por lo tanto:

$$A_{S_{min}} = 0,01 A_g$$

Donde:

A_g = área gruesa de columna = $b \cdot h$

$$A_{S_{\min}} = 0,01(35)(35) = 12,25 \text{ cm}^2$$

Por otra parte, el área máxima de acero longitudinal es el 6 %, según sección 21.4.3.1 del ACI 318-05

$$A_{S_{\max}} = 0,06A_g$$

$$A_{S_{\max}} = 0,06(35)(35) = 73,50 \text{ cm}^2$$

El acero requerido según ETABS es de 12,25 cm² para todas las columnas, cumpliendo con el acero mínimo requerido. Se utilizará 6 # 5.

Longitud de confinamiento debe ser el menor de:

- 1/6 de la longitud libre de columna

$$L_o = \frac{1}{6}(6,35) = 1,05 \text{ m}$$

- 450 mm

La zona de confinamiento de las columnas debe de ser 0,5 metros.

Espaciamiento de refuerzo transversal en área de confinamiento

$$S = \frac{2A_s}{L_n * \rho_s}$$

Donde:

S = espaciamiento de estribos

A_s = área de acero

L_n = lado más corto de sección transversal sin recubrimiento

ρ_s = relación de volumen de refuerzo en espiral y núcleo

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

A_g = área gruesa

A_{ch} = área del núcleo medida del diámetro exterior de la varilla

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{1\ 225}{900} - 1 \right) * \frac{280}{2\ 810} = 0,0161$$

$$S = \frac{2 * 0,71}{35 * 0,0161} = 4,00 \text{ cm}$$

El espaciamiento S a utilizar entre estribos en área de confinamiento será de 4 centímetros.

Espaciamiento de refuerzo transversal en área de no confinamiento debe ser el menor de

$$S = \frac{2A_s}{\text{Valor ETABS}} = 2*0,71/0,029 = 45 \text{ cm}$$

$$d/2 = 35/2 = 17,5 \text{ cm}$$

El espaciamiento S a utilizar entre estribos en área de no confinamiento será de 17,5 centímetros.

Además, el ACI 318-05 establece las siguientes recomendaciones para el armado de columnas de concreto:

- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0,4. Sección 21.4.1.2.
- Los empalmes por traslape se permiten solo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslape de tracción y deben estar rodeados por refuerzo transversal. Sección 21.4.3.2.
- El refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud (L_o) medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud (L_o) no debe ser menor a, según sección 21.4.4.4:
 - La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
 - Un sexto de la luz libre del elemento.
 - 450 mm.

- El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones, según sección 21.4.4.1 (b).

$$A_{sh} = 0,3(shc'c/fyc)((A_g/A_{ch})-1)$$

$$A_{sh} = 0,09shc'c/fyh$$

- El refuerzo transversal debe disponerse mediante estribos cerrados de confinamientos sencillos o múltiples. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra y con el mismo espaciamiento que los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del ancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. Según sección 21.4.4.1 (c).
 - La separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de (a), (b), y (c), según sección 21.4.4.4.3:
 - La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento, (b) seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal, y(c) $S_o = 100+(350hx)/3$, $100\text{mm} \leq S_o \leq 150\text{mm}$.
- El espaciamiento horizontal de los ganchos suplementarios o las ramas de los estribos cerrados de confinamiento múltiples, h_x , no debe exceder 350 mm medido centro a centro. Los estribos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior

no mayor de 135° , y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente. Cuando las barras longitudinales estén localizadas alrededor del perímetro de un círculo, se permite el uso de un estribo circular completo, según sección 7.10.5.3.

- El refuerzo transversal debe ser proporcionado para resistir la fuerza de corte, según sección 21.4.5.

2.7.11. Diseño de gradas

Para poder diseñar la escalera es necesario tener relaciones que garantizan la comodidad de una escalera:

$$C \leq 20 \text{ cms}$$

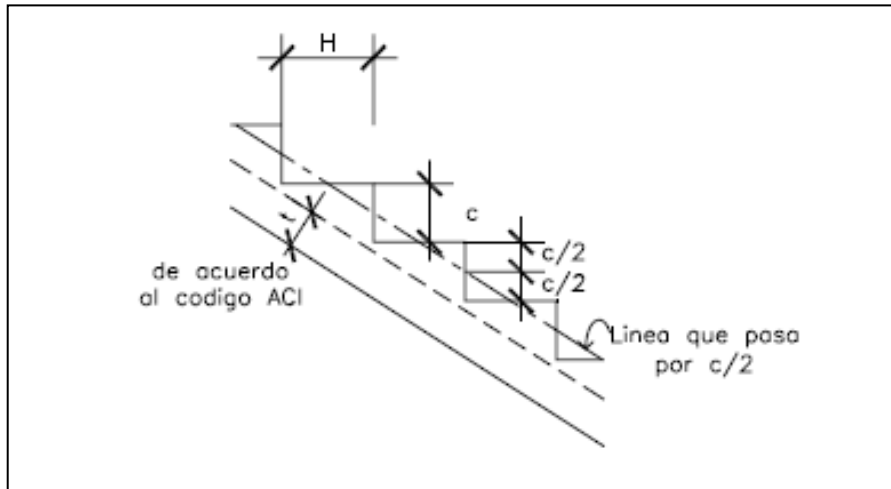
$$H \text{ mayor } c$$

$$2c + H \text{ menor o igual que } 64\text{cm}$$

$$C + H = 45 - 48 \text{ cms}$$

$$C \times H = 480 - 500 \text{ cm}^2$$

Figura 54. **Diseño de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$C_v = 500 \text{ kg/m}^2 \quad W_c = 2,40 \text{ ton/m}^3 \quad f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 2812 \text{ kg/cm}^2$$

Determinando el número de escalones mínimos:

$$\text{No. escalones} = \frac{3,5}{0,175} = 20 \text{ escalones}$$

Por lo tanto se construirán 10 escalones de subida para el descanso.

$$\text{No. huellas} = \text{No. escalones} - 1 = 10 - 1 = 9 \text{ huellas}$$

$$H = \frac{S}{\text{No. Huellas}} = \frac{2,7}{9} = 0,30 \text{ mts}$$

Diseño de la losa unidireccional:

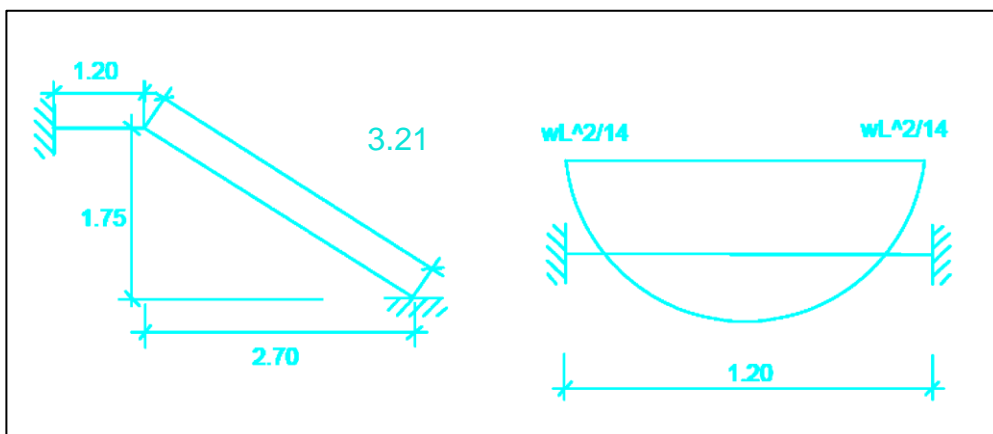
Se calcula según ACI 318-05 en la tabla 9.5(a)

$$T = L/24$$

$$T = 0.13375$$

Entonces se asumirá un esmero de 15 cms.

Figura 55. **Sección de gradas y módulo de diseño**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Integración de cargas:

- Carga muerta

$$\text{Peso propio de la escalera} = Wc \cdot (t+c/2) = 2400 \cdot (0,15+ 0,175/2) = 570 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de los acabados} = \text{repello más cernido} + \text{piso cerámico} = 100 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

$$\text{Escaleras para locales públicos: } 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1,2*(670)+1,6(500) = 1604$$

- Cálculo de momentos

$$M^- = W_u * L^2 / 14 = 1604 * 3,21^2 / 14 = 1\ 180,55$$

$$M^+ = W_u * L^2 / 9 = 1604 * 3,21^2 / 9 = 1\ 836,41$$

- Cálculo de área de acero

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$D = 12 \text{ cm}$$

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

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Acero para momento positivo:

$$A_s (+) = 0,85 \frac{210}{2\ 810} \left(100 * 12 - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{1\ 836,41 * 100}{0,003825 * 210}} \right) = 6,31 \text{ cm}^2$$

Acero para momento negativo:

$$A_s (-) = 0,85 \frac{210}{2\ 810} \left(100 * 12 - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{1\ 180,55 * 100}{0,003825 * 210}} \right) = 3,99 \text{ cm}^2$$

Límites para acero:

$$A_{smin} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 100 * 12}{2810} = 6,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * p_b * b * d$$

Donde:

$$p_b = 0,85 * \beta * \frac{0,003}{\frac{f_y}{E_s} + 0,003} * \frac{f_c}{f_y}$$

$$p_b = 0,85 * 0,85 * \frac{0,003}{\frac{2810}{2,06 \times 10^6} + 0,003} * \frac{210}{2810} = 0,0371176$$

$$A_s = 0,5 * 0,0371176 * 100 * 12 = 22,27 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura:

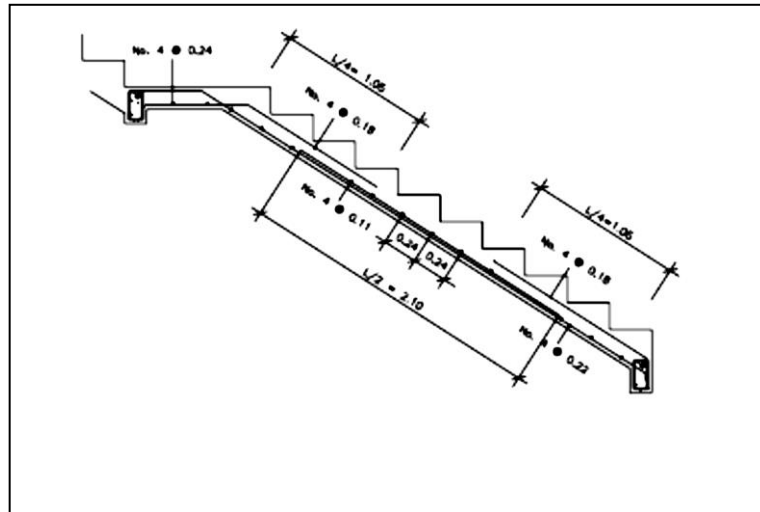
$$A_{stemp} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 15 = 3,00 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

$$S_{req} = \frac{A_v * 100}{A_{ssep}} = \frac{0,71 * 100}{3,00} = 24,00 \text{ cm}$$

El acero por temperatura debe colocarse en otro sentido, tomando en consideración que cuando exista cama doble de refuerzo se tiene que alternar.

Figura 56. Armado de módulo de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.7.12. Diseño de Cimientos

- El área base de la zapata o el número y distribución de pilotes debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no mayores transmitidos al suelo o a los pilotes a través de la zapata y debe determinarse mediante principio de mecánica de suelos la resistencias admisible del suelo o la capacidad admisible de los pilotes, según sección 15.2.2, del ACI 318-05.
- En zapatas en una dirección y en zapatas cuadradas en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata, según sección 15.4.3, del ACI 318-05.

- La altura de la zapata sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 150 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo. Según sección 15.7, del ACI 318-05.
- Se debe de proporcionar recubrimientos mínimo igual a 7,5 cm cuando el concreto este expuesto al suelo, según sección 7.7.1, del ACI 318-05.
- El refuerzo longitudinal de la columna y muros estructurales que resisten las fuerzas inducidas por los efectos sísmicos debe extenderse dentro de la zapata, losa de cimentación, cabezal de pilotes y debe estar totalmente desarrollado por tracción de la interfaz, según sección 21.10.2.1, del ACI 318-05.

Datos generales

$$M_{ux} = 3,88 \text{ Ton-m}$$

$$M_{uy} = 0,02 \text{ Ton-m}$$

$$V_s = 29,00 \text{ Ton/m}^2 \text{ (valor soporte del suelo)}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,48 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{conc}} = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

Cargas y momentos de diseño:

Para el diseño de zapatas se debe considerar la carga axial que soporta la misma, la que es transmitida por la columna. La carga axial se determina según el procedimiento indicado en la sección 2.1.6.3.2 del ACI, con base en la siguiente ecuación:

$$P_u = P_{\text{sup}} + P_{p_{\text{c}_{\text{sup}}}} * F_{cu} + A_t * C_{U_{\text{tot}}} + P_{p_{\text{vigas}}} * F_{cu}$$

Donde:

P_{sup} = carga axial que soporta columna

$P_{pc_{sup}}$ = peso propio de la columna

A_t = área tributaria

C_{Utot} = carga última total

$P_{p_{vigas}}$ = peso propio de vigas

F_{cu} = factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{C_{Utot}}{C_{tot}}$$

$$C_{Utot} = 1,4CM + 1,7CV$$

$$C_{Utot} = 1,4(102,96) + 1,7(110) = 331,14 \text{ Kg/m}^2$$

$$C_{tot} = CM + CV$$

$$C_{tot} = 102,96 + 110 = 112,96 \text{ Kg/m}^2$$

$$F_{cu} = \frac{331,14}{112,96} = 2,93$$

$$P_u = 0 + (0,35 \text{ m})(0,35 \text{ m})(4,6 \text{ m}) \left(2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) * 2,93 + 69 \text{ m}^2 * 331,14 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$+ (0,25 \text{ m})(0,45 \text{ m})(9,15 \text{ m}) * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,93)$$

$$P_u = 34047,96 \text{ Kg} = 34,04 \text{ Ton}$$

Cargas y momentos de servicio:

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{34,04 \text{ Ton}}{2,93} = 11,69 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{cu}} = \frac{3,88 \text{ Ton} - \text{m}}{2,93} = 1,32 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{cu}} = \frac{0,02 \text{ Ton} - \text{m}}{2,93} = 0,0068 \text{ Ton} - \text{m}$$

Área de zapata:

$$A_z = \frac{F_{cu} * P'}{V_s} = \frac{2,93 * 11,69 \text{ Ton}}{29 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}} = 1,18 \text{ m}^2$$

El área de zapata requerida para soportar la carga que será transmitida al suelo es de 1,18m², siendo de 1,20m cada lado de una zapata cuadrada. Sin embargo, para que la zapata soporte los esfuerzos de punzonamiento, se dimensionará una zapata de 1,20 m de lado.

Cálculo de presión sobre el suelo:

$$P = P' + P_s + P_c + P_z$$

Donde:

P' = carga axial

P_s = peso del suelo

P_c = peso de columna

Pz = peso de zapata

$$P = 11,69 \text{ Ton} + (1,2 \text{ m})(1,2 \text{ m})(0,90 \text{ m}) \left(1,48 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}\right) \\ + (0,35 \text{ m})(0,35 \text{ m})(7,9 \text{ m}) \left(2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}\right) \\ + (1,2 \text{ m})(1,2 \text{ m})(0,40 \text{ m}) \left(2,4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}\right)$$

$$P = 17,31 \text{ Ton}$$

Chequeo de presión sobre el suelo:

$$Q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$S_x = S_y = \frac{h^3}{6} = \frac{(1)^3}{6} = 0,167 \text{ m}^3$$

$$Q_{\max} = \frac{17,31 \text{ Ton}}{(1\text{m})(1\text{m})} + \frac{1,32 \text{ Ton} - \text{m}}{0,167 \text{ m}^3} + \frac{0,0068 \text{ Ton} - \text{m}}{0,167 \text{ m}^3}$$

$$Q_{\max} = 25,26 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 95,72 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$Q_{\min} = \frac{17,31 \text{ Ton}}{(1\text{m})(1\text{m})} - \frac{1,32 \text{ Ton} - \text{m}}{0,167 \text{ m}^3} - \frac{0,0068 \text{ Ton} - \text{m}}{0,167 \text{ m}^3}$$

$$Q_{\min} = 9,37 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \geq 0 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \Rightarrow \text{Ok}$$

Presión última de diseño:

$$Q_{dis} = Q_{max}$$

$$Q_{u\ dis} = F_{cu} * Q_{dis}$$

$$Q_{u\ dis} = 2,93 * 25,26 \text{Ton/m}^2$$

$$Q_{u\ dis} = 74,01 \text{Ton/m}^2$$

Chequeo por corte simple :

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

t = peralte de zapata

$$d = 40 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - 1,27 / 2 \text{ cm}$$

$$d = 31,87 \text{ cm}$$

$$V_{act} = (1,2 * (0,60 - 0,175 - 31,87)) * Q_{u\ dis}$$

$$V_{act} = 1,2 \text{ m} * 0,1063 \text{ m} * 74,01 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_{act} = 9,06 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d / 1000$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 120 * 12,63 / 1000$$

$$V_r = 11,43 \text{ Ton} \geq 9,06 \text{ Ton} = V_{act} \Rightarrow \text{Ok}$$

Chequeo por corte punzante:

$$V_{act} = (\text{lado de zapata}^2 - (d + \text{columna})^2) * Q_{u\ dis}$$

$$V_{act} = (1,2^2 - 0,6687^2) \text{ m}^2 * 69,96 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_{act} = 69,44 \text{ Ton}$$

$$b_0 = 4 * (t + d)$$

$$b_0 = 4 * (40 + 31,87) = 287,48$$

$$VPr = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_0 * d / 1000$$

$$VPr = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 287,48 * 31,87 / 1000$$

$$VPr = 138,12 \text{ Ton} \geq 69,44 \text{ Ton} = Vact \Rightarrow Ok$$

Diseño de refuerzo por flexión

$$Mu = \frac{Qu \text{ dis} * l^2}{2}$$

$$Mu = \frac{74,01 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} * (0,425 \text{ m})^2}{2} = 6,68 \text{ Ton} - \text{m/m}$$

Datos generales:

$$Mu = 6,68 \text{ Ton-m/m}$$

$$b = 100 \text{ cm (longitud unitaria)}$$

$$dx-x = 31,87 \text{ cm}$$

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

Área de acero requerida sentido Y-Y:

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

$$As = 0,85 \frac{280}{4200} \left[100 * 31,87 - \sqrt{(100 * 31,87)^2 - \frac{6680 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 5,63 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

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

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{f_y} * 100 * 31,87 = 10,69 \text{ cm}^2$$

El área a cubrir de acero es el mínimo de 10,69 cm², con varillas No. 4 @ 0,10 m.

Área de acero requerido sentido Y-Y:

Datos generales:

$$M_u = 6,68 \text{ Ton-m/m}$$

$$b = 100 \text{ cm (longitud unitaria)}$$

$$d_{y-y} = d_x - x - \varnothing \text{varilla} = 31,87 \text{ cm} - 1,27 \text{ cm} = 30,60 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_s = 0,85 \frac{280}{4200} \left[100 * 30,60 - \sqrt{(100 * 30,60)^2 - \frac{6680 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 5,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{f_y} * 100 * 30,60 = 10,69 \text{ cm}^2$$

As min = 10,27 cm²

El área a cubrir de acero es el mínimo de 10,27 cm², con varillas No. 4 @ 0,10 m.

2.8. Instalaciones

Las instalaciones son las encargadas de brindar a la edificación los servicios básicos para ser utilizados por las personas que habitan el lugar.

2.8.1. Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente, para que las necesidades sean satisfechas, tanto administrativamente como cuando exista la necesidad de servicios a usuarios, de acuerdo a los siguientes requisitos:

- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.

- El tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo (PVC) de 1" de diámetro para ramales principales y PVC de ½ de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 centímetros, por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 metro a cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalarán sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

Tabla XXIX. **Equivalencias de gastos de tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de 1/2" con la misma capacidad
1/2	1
3/4	2,9
1	6,2
1 1/4	10,9
1 1/2	17,4
2	37,8
2 1/2	65,5

Fuente: RODRÍGUEZ, L. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 58.

Cálculo de subramales:

Dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada subramal en este caso se asignaron de la siguiente manera:

- Lavamanos $\frac{1}{2}$ "
- Inodoro con tanque $\frac{1}{2}$ "
- Lavadero de cocina $\frac{1}{2}$ "
- Pila $\frac{1}{2}$ "
- Chorros para patio $\frac{1}{2}$ "
- Mingitorios $\frac{1}{2}$ "

Cálculo de ramales:

Utilizando la tabla XXVIII, se le asigna un número a cada subramal en función del diámetro obtenido anteriormente quedando de la siguiente manera:

$$\frac{1}{2}" = 1,0$$

$$\frac{3}{4}" = 2,9$$

$$1" = 6,2$$

Luego, empezando desde el punto más lejano con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se calcula el diámetro quedando de la siguiente manera:

Tabla XXX. **Cálculo de tubería de agua potable**

Tramo	equivalencia	Diámetro
1	3	$\frac{3}{4}$
2	2	$\frac{3}{4}$
3	2	$\frac{3}{4}$
4	3	$\frac{3}{4}$
5	3	$\frac{3}{4}$
6	3	$\frac{3}{4}$
7	4	1
8	2	$\frac{3}{4}$
9	3	$\frac{3}{4}$
10	2	$\frac{3}{4}$
11	2	$\frac{3}{4}$
12	2	$\frac{3}{4}$

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de línea principal:

A todos los artefactos sanitarios se les asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH), quedadas de la siguiente manera:

- Lavamanos 1
- Inodoro con tanque 3
- Lavadero de cocina 3
- Pila 3
- Chorros para patio 1
- Mingitorios 1

Tabla XXXI. **Unidades de gasto para el cálculo de tubería principal**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto
Tina	Llave normal	2
Lavadora	Eléctrica	3
Ducha	Llave normal	2
Inodoro	Con tanque	3
Inodoro	Con válvula semiautomática	6
Lavadero	Cocina	3
Lavadero	Repostero	3
Lavaplatos	Combinación	3
Lavamanos	Llave normal	1
Unirriario	Con tanque	3

Fuente: RODRÍGUEZ, L. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 48

De esta manera la cantidad de UH por nivel será de:

Primer nivel

12 lavamanos x 1 UH = 12 UH

4 mingitorios x 1 UH = 4 UH

9 inodoros x 3 UH = 27 UH

Segundo nivel

3 lavamanos x 1 UH = 3 UH

3 inodoros x 3 UH = 9 UH

El número de UH totales será:

12 UH+4 UH+27 UH+3 UH+9 UH = 55 UH (36 UH con tanque)

Con el número total de UH y utilizando la tabla XXXI, se tiene un gasto probable de 2,18 l/s (1,33 l/s unidades con válvula y 0,85 l/s unidades con tanque).

Estimando una velocidad de 1m/s, una altura de niveles de 3,50 metros y tubería de PVC, se calcula el diámetro para cada tramo mediante la ecuación siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times l \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f}}$$

El diámetro a usar para la línea de distribución que alimenta los diferentes niveles será de 1”.

Tabla XXXII. **Unidades de gasto para el cálculo de tubería principal según tipo**

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	--	40	0.91	1.74
4	0.16	--	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.06	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Fuente: RODRÍGUEZ, L. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 50.

2.8.2. Drenajes

La función del sistema de drenaje en el edificio, consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos, de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

Deberá dotarse de un sistema separativo de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.

- Drenaje sanitario: el objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, cocinas y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes de diámetros mínimos de tubería:

Tabla XXXIII. **Unidad de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Accesorio	Diámetro mínimo	Unidad de descarga
Inodoro	3 pulgadas	5
Lavamanos	1 1/4 pulgadas	2
Urinal	1 1/4 pulgadas	2
Pila	1 1/4 pulgadas	3

Fuente: elaboración propia.

Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 %.

Tabla XXXIV. **Caudales base de los artefactos sanitarios**

Designación de los aparatos	Caudal base l/seg
Bidé, lavapies	0,50
Lavabo	0,75
Fregadero, lavadero	0,75
Ducha	0,50
Bañera	1,50
Urinario	1,00
Inodoro no sifónico	1,50
Inodoro sifónico	2

Fuente: RODRÍGUEZ, L. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 73.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determina utilizar un diámetro de 3" para todas las derivaciones simples.

- Drenaje pluvial: el objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:
 - Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.
 - El área máxima para drenar con un bajante, según el diámetro es el siguiente:

Tabla XXXV. **Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial**

Diámetro Plgs.	Área máxima (m ²)
2	30
2 ½	60
3	100
4	210
6	625

Fuente: elaboración propia, con programa de Excel.

Para intensidad de lluvia de 200 mm/hr:

El área a drenar por cada bajada será de 52 m² o 0,005262 hectáreas, que es la veinteava parte del área total de la cubierta, el caudal es:

$$Q = 0,9 \cdot 200 \cdot 0,005262 / 360 = 2,6 \text{ l/s}$$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 \cdot Q \cdot n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad de $n = 0,009$, se estimará una pendiente de 0,5 % quedando:

Diámetro de 7,56 cm = 2,97"

Se utilizará una tubería de PVC de diámetro de 3".

2.8.3. Electricidad

Todo el edificio se dotará de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Las instalaciones deberán llevarse a cabo con base en el Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala, se dispondrá de servicio 240 Voltios.

Localización de salidas para iluminación: en las áreas interiores se ubicarán en cualquier lugar considerado, con el fin de producir el efecto de iluminación que se desee.

Localización de interruptores: serán colocados dentro del ambiente útil, del lado opuesto al que se abran las puertas y lo más cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1,20 metros. Los interruptores de luces exteriores se ubicarán en puntos funcionales dentro del edificio.

Circuitos: para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, etc., deberá proveerse un circuito de 15 o 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

El calibre de los conductores está de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el No.12 AWG, aceptándose el No.14 únicamente para regreso de interruptores.

Tabla XXXVI. **Cantidad de unidades, potencia y corriente en los circuitos**

Circuito	unidades	potencia (watt)	total	corriente (amperio)
A	6	20	120	0,50
B	8	20	160	0,67
C	4	100	400	1,67
D	4	100	400	1,67
E	10	20	200	0,83
F	7	4 de 100 y 3 de 20	460	1,92
G	5	80	400	1,67
H	5	80	400	1,67
I	5	20	100	0,42
J	8	20	160	0,67

Fuente: elaboración propia.

Localización de tomacorrientes: en la siguiente tabla se especifica el número mínimo aceptable de tomacorrientes y las alturas recomendables de colocación.

Tabla XXXVII. **Colocación de tomacorrientes**

AMBIENTES	UNIDADES MINIMAS	ALTURAS
Vestíbulos en edificios	1 por cada 12 metros cuadradas	0,30 m
Cocina	1 para mesa de trabajo	1,20 m
Bar y cafetería	1 para refrigerador	1,20 m
Vestidores	1 por cada 6 m de perímetro	0,30 m
Escenario	1 por cada 12 metros cuadradas	0,3

Fuente: elaboración propia.

Cajas de distribución: se colocarán en el cuarto de máquinas a una altura máxima de 1,75 metros sobre el nivel del piso. También se colocarán con el número necesario de flipones de acuerdo a los circuitos de uso inmediato y tendrán capacidad para la instalación de por lo menos 2 más en el futuro.

Ductos: el tipo de material a utilizar será de cloruro de polivinilo (PVC) con un diámetro de 1 pulgada, debido al número y calibre de los alambres que se conduzcan. Todas las uniones deberán ser impermeables y los ductos que se coloquen en las losas de concreto se instalarán sobre la cama de refuerzo, amarrados adecuadamente para evitar desplazamientos en el momento de la fundición.

2.9. Presupuesto

El presupuesto fue realizado con precios de la región y con los siguientes porcentajes:

Utilidad: 12 %

Impuestos: 18 %

Gastos administrativos: 4 %

Supervisión: 3 %

Tabla XXXVIII. Presupuesto edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos

MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA.					
Proyecto: Edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos					
Ubicación: Chiquimula, Departamento de Chiquimula					
Cantidades y presupuesto de obra					
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U (Q)	SUBTOTAL
1	Preliminares	1	global	Q30 960,30	Q30 960,30
2	Excavación	61	m3	Q64,56	Q3 938,16
3	Zapata	148	ml	Q737,24	Q109 111,52
4	Solera de humedad	168	ml	Q255,86	Q42 984,48
5	Columnas C-1	14	UNIDAD	Q6 919,89	Q96 878,46
6	Columnas C-2	46	UNIDAD	Q819,51	Q37 697,46
7	Columnas C-3	36	UNIDAD	Q1 066,75	Q38 403,00
8	Levantado de muro	579	m2	Q249,96	Q144 726,84
9	Soleras intermedia	604	ml	Q210,98	Q127 431,92
10	Solera final	604	ml	Q210,98	Q127 431,92
11	Viga canal	58	ml	Q1 065,31	Q61 787,98
12	Techo tipo Emco	605	m2	Q450,45	Q272 522,25
13	Losa prefabricada	177	m2	Q546,01	Q96 643,77
14	Pisos	740	m2	Q264,58	Q195 789,20
15	Instalación de agua potable	88	ml	Q111,25	Q9 790,00
16	Red de drenaje sanitario	96	ml	Q305,18	Q29 297,28
17	Baja de agua lluvia	48	ml	Q128,36	Q6 161,28
18	Instalación eléctrica	45	UNIDAD	Q1 969,79	Q88 640,55
19	Puertas y ventanas	1	global	Q96 156,66	Q96 156,66
20	Escenario	1	global	Q34 661,60	Q34 661,60
21	Gradas + rampa	1	global	Q5 989,22	Q5 989,22
22	Jardinera	1	global	Q5 880,00	Q5 880,00
TOTAL PRESUPUESTO					Q1 662 883,85

Fuente: elaboración propia.

2.10. Cronograma de actividades

Se crea un cronograma para la construcción de la edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos en el municipio de Chiquimula, con un período estimado para la realización de cuatro meses.

Tabla XXXIX. Cronograma de obra

MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA																	
Proyecto: Edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la asociación de ganaderos																	
Ubicación: Chiquimula, Chiquimula																	
CRONOGRAMA DE OBRA		PERIODO DE TIEMPO															
No.	RENLÓN	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Preliminares	■	■														
2	Excavación		■	■													
3	Zapata			■													
4	Solera de humedad				■												
5	Columnas C-1					■	■										
6	Columnas C-2					■	■										
7	Columnas C-3					■	■										
8	Levantado de muro					■	■	■	■	■							
9	Soleras intermedia							■	■								
10	Solera final									■	■						
11	Viga canal									■	■						
12	Techo tipo Emco											■	■				
13	Losa prefabricada										■	■					
14	Pisos										■	■	■				
15	Instalación de agua potable											■	■	■			
16	Red de drenaje sanitario										■	■	■				
17	Baja de agua pluvia											■					
18	Instalación eléctrica													■			
19	Puertas y ventanas														■		
20	Escenario															■	
21	Gradas + rampa					■	■										
22	Jardinera																■

Fuente: elaboración propia.

2.11. Estudio de Impacto Ambiental Inicial

Las diferentes fases que se necesitan para implementar el proyecto son las siguientes:

- Fase de construcción
 - Movimiento de tierra.
 - Necesidad de suelo.
 - Construcción de edificios (salón de usos múltiples y edificio de 2 niveles).
 - Vías de acceso.

- Fase de operación
 - Actividad administrativa
 - Consumo de agua potable y energía

- Fase de abandono
 - Levantamiento de las instalaciones
 - Reacondicionamiento del terreno

- Control ambiental

Debido a la naturaleza del proyecto este tiene cierto impacto en los siguientes puntos, de los cuales se busca minimizar y proponer un modelo para el uso racional de los recursos humanos:

- Uso del suelo: actualmente en el área a construir el suelo no es utilizado.
 - Emisiones a la atmosfera: los vehículos que estarán en la zona de parqueos del salón.
 - Descarga de aguas residuales: debido a que el personal administrativo y usuarios puede llegar a generar aguas residuales es importante verificar la correcta evacuación de las mismas.
 - Ruidos: se generara ruido por las actividades que puedan llegarse a realizar.
- Impactos positivos del sistema
 - Incorporación de un lugar en donde se puedan realizar actividades para la comunidad.
 - Eliminación de un sitio que genera en época lluviosa contaminación a la carretera que dirige a Esquipulas.
 - Eliminación de terreno generador de polvo.
- Impactos negativos
 - Emisiones atmosféricas por la operación de la maquinaria.
 - Generación de polvo en algunas partes del proyecto.
 - Emisión de ruido, originados por las actividades en el salón.
- Plan de mitigación

Se debe de realizar un plan de mitigación de los impactos negativos para tener la mejor aceptación de parte de la comunidad que se beneficiará del mismo.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de la mejora al sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos en el casco urbano del departamento de Chiquimula, beneficiará a la población al brindar una metodología apropiada en cuanto a recolección, clasificación y disposición de los desechos, minimizando la contaminación ambiental a la cual se encuentran expuestos los pobladores por el mal manejo de estos.
2. El diseño de la edificación de dos niveles y salón de usos múltiples para la Asociación de Ganaderos en el departamento de Chiquimula, brindará el desarrollo socioeconómico dentro de la cabecera departamental por medio del mejoramiento en la infraestructura, así también proporciona un ambiente adecuado para la realización de actividades culturales, educativas y recreativas de los pobladores.
3. El trabajo de investigación es un manual que proporciona la información adecuada para el manejo y clasificación de los desechos sólidos que deben de llevarse a cabo por los usuarios del servicio de recolección y que debe de ser implementado por la Municipalidad del departamento de Chiquimula a través de medios informativos.
4. Por medio de la investigación diagnóstica se crearon rutas referentes al tren de aseo para la recolección de desechos, esto permitirá por medio de horarios establecidos una rápida y amplia cobertura que beneficiará el proceso de recolección optimizándolo en el departamento de Chiquimula.

5. A través del diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos se proyecta garantizar la disposición final de los desechos recolectados y que estos dentro de las instalaciones sean manejados de la forma correcta por el supervisor y personal encargado de la operación, por medio de la capacitación tomando en cuenta los puntos claves que se presentan en esta investigación.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Chiquimula

1. Al momento de dar inicio al proyecto de mejora del sistema de tren de aseo, es de vital importancia la concientización de la población, debido a que este proyecto dependerá en un 100 % de la colaboración y participación de la comunidad.
2. Que el horario de recolección de los desechos sólidos sea debidamente estudiada y aplicada, según este informe, para evitar inconvenientes con el tránsito y actividades que realiza la comunidad diariamente.
3. La verificación de los desechos debidamente clasificados, debe realizarse desde los puntos de recolección, para evitar atrasos y problemas en el proceso de selección de desechos.
4. Concientizar a los usuarios del sistema, iniciando en escuelas, por medio de medios de comunicación, volantes y a través de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), que son estructuras comunitarias que impulsan la participación de la población en el desarrollo local.
5. Es importante que la empresa ejecutora del proyecto del salón de usos múltiples, cumpla con las especificaciones estructurales, que se

presentan en este estudio, para garantizar el buen funcionamiento de la edificación, cumpliendo con el período de diseño.

6. La estructura y cualquier elemento de concreto, debe cumplir con el período de fraguado (28 días), para garantizar la resistencia última del mismo.

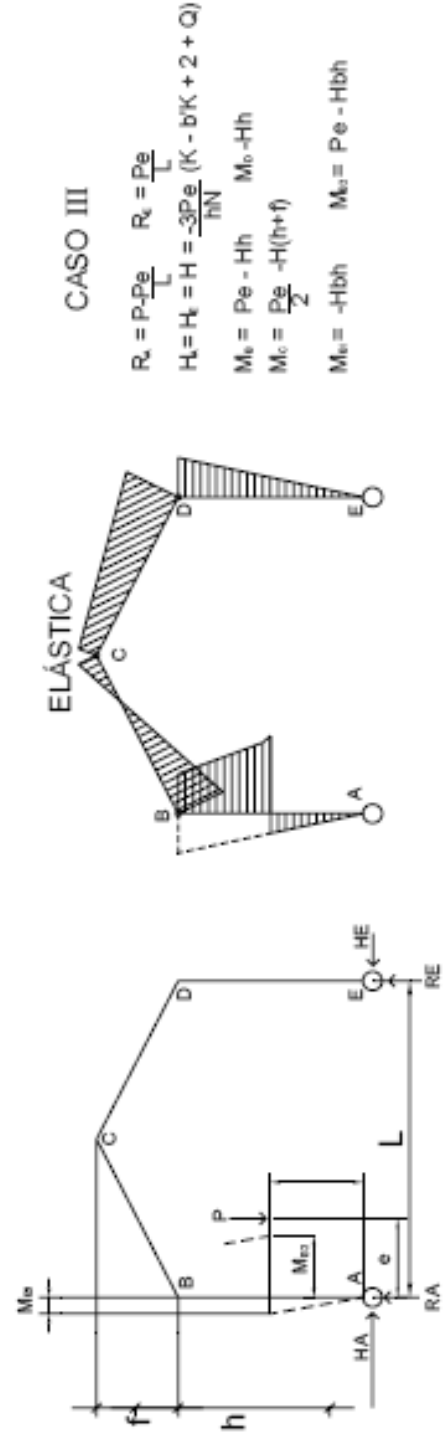
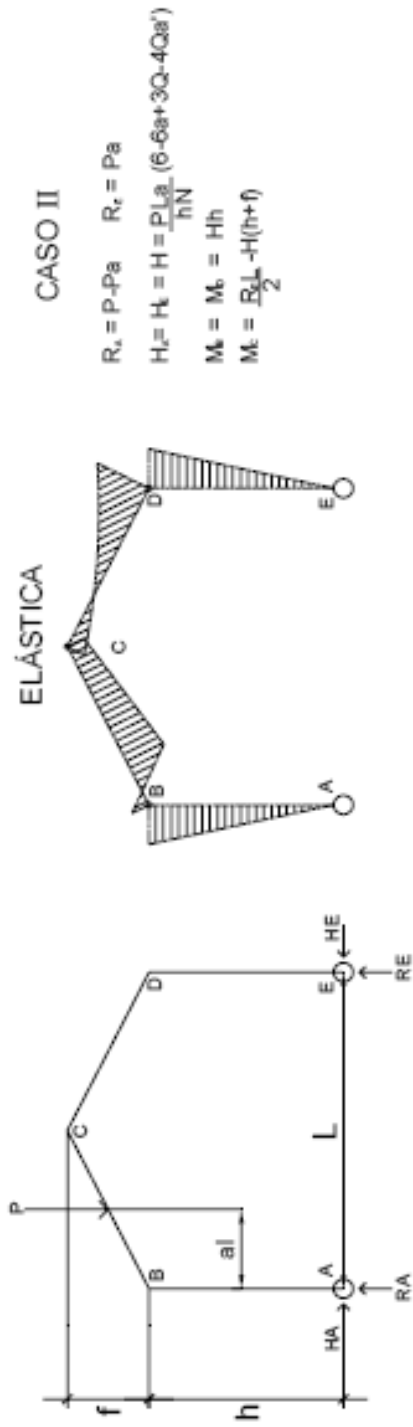
BIBLIOGRAFÍA

1. ACURIO, Guido; ROSSIN, Antonio. *Diagnóstico de la situación de manejo de residuos sólidos municipales de América Latina y el Caribe*. México. 2000. 148 p.
2. American Concrete Institute Committee. *Requisito de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y Comentarios*. Farmington Hills, Michigan: ACI 2005. 495 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas Estructurales de Diseño y Construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES. 2002. 80 p.
4. DIMATE BORDA, Carlos Arturo. *Manejo de residuos sólidos*. Colombia, Bogotá. 2007. 75 p.
5. ESCAMILLA CHASSANT, Guillermo Roberto. *Análisis y diseño de edificios altos para la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1996. 90 p.
6. HAMMAN, Andrés. *Mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos municipales del distrito de la punta- callado*. Colombia. 2007. 68 p.

7. Instituto Nacional de Estadística. *Compendio Estadístico Ambiental de Guatemala 2010*. Sección de Estadísticas Ambientales, Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas de Ambiente y Recursos Naturales. OCSE/Ambiente. Guatemala: INE, 2011. 357 p.
8. JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Colombia. 2002. 89p.
9. LEMUS PASOS, Edwin Adalberto. *Diseño del sistema de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos del municipio de San Juan Hermita, Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 117 p.
10. Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto. *Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales de los Distritos de Moquegua y Samegua*. Perú. 2008. 172 p.
11. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia. 1999. 722 p.
12. Municipalidad de Chiquimula. *Plan de Gestión Integral de Residuos Mancomunidad del Nor-Oriente de Guatemala*. Guatemala. 2010. 25 p.
13. RODRIGUEZ SALINAS, Marcos Arturo; CORDOVA VASQUEZ, Ana Regina. *Manual de compostaje Municipal tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*. México. 2006. 202 p.

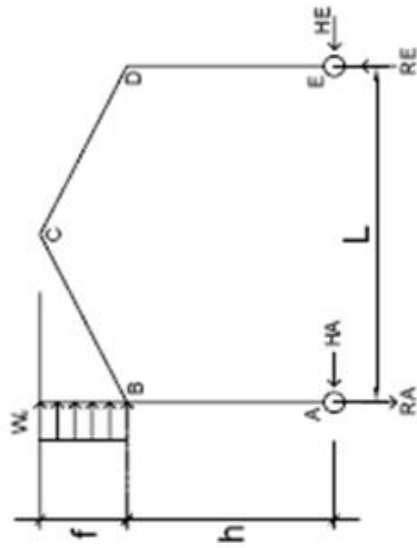
14. SENDRA, Jorge. *Localización de centros de tratamiento de residuos: Una propuesta metodológica en un SIG*. Manuales de Geografía de la Universidad Complutense. Madrid, España. 1999. 323 p.
15. SIMONS, Charles. *Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala*. 1999. 55 p.

APÉNDICES



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

ELÁSTICA



CASO IV-A

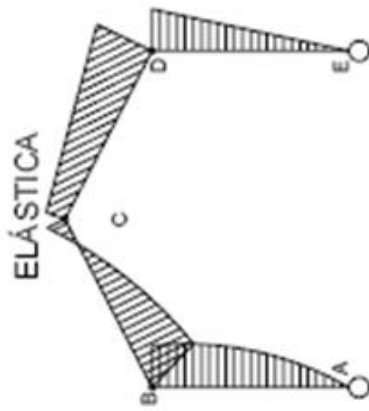
$$R_x = R_y = R = \frac{W_0 f (2h+f)}{2L}$$

$$H_x = W_0 f - H_y$$

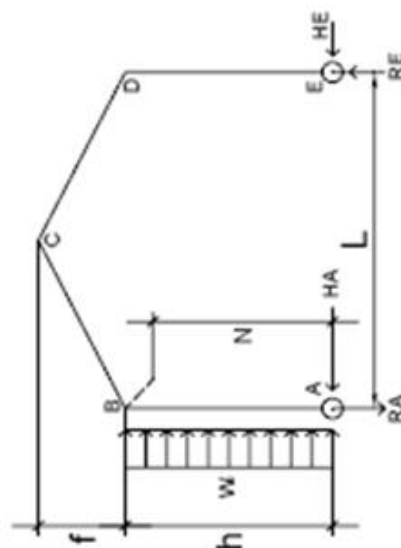
$$H_y = \frac{W_0 f}{4N} (8K+24+20Q+5Q')$$

$$M_b = H_x h \quad M_c = -H_x h$$

$$M_e = \frac{R_x L}{2} - H_y (h+f)$$



ELÁSTICA



CASO IV-B

$$R_x = R_y = R = \frac{W_0 h^2}{2L}$$

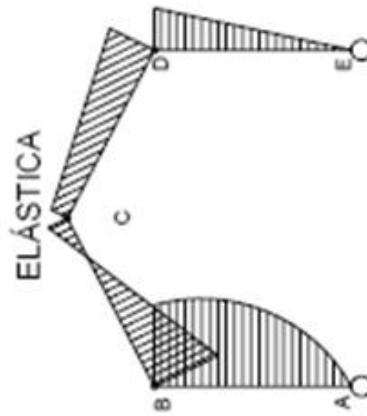
$$H_x = W_0 f - H_y$$

$$H_y = \frac{W_0 h}{4N} (5K+12+6Q)$$

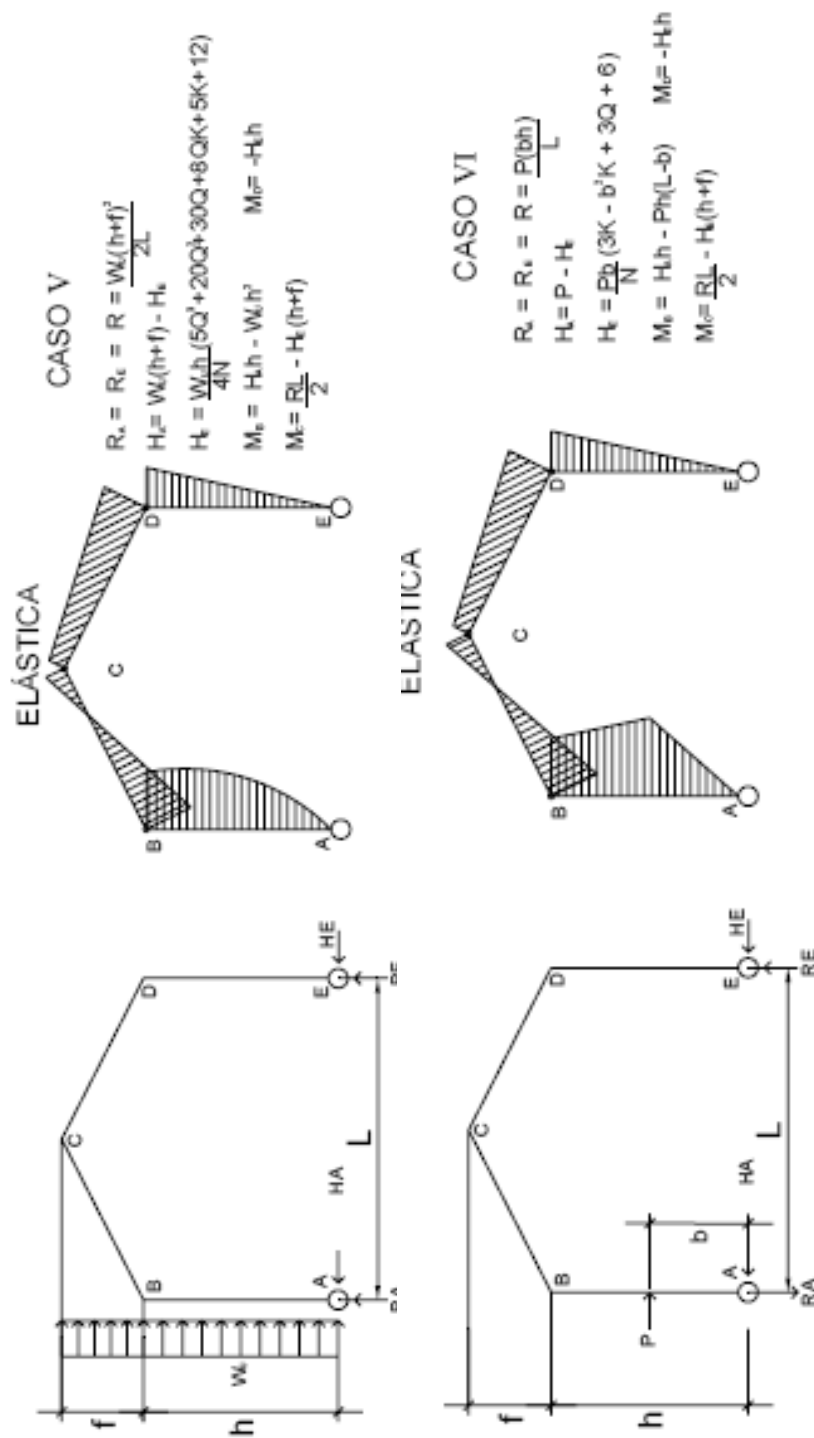
$$M_b = H_x h - \frac{W_0 h^2}{2}$$

$$M_c = -H_x h$$

$$M_e = \frac{R_x L}{2} - H_y (h+f)$$



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

FORMULAS PARA EL DISEÑO DE COLUMNAS DE ACERO ESTRUCTURAL

$$f_a = \frac{R}{A}$$

$$\frac{K \times L_e}{r} \text{ (Rigidez)}$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(K/r)^2}{2Cc^2} \right] \times F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(K/r)}{8Cc} - \frac{(K/r)}{8Cc^3}} \quad \text{Formula AISC 1.5 - 1}$$

$\frac{f_a}{F_a} < 0.15$, si se da esta condición usar fórmula AISC 1.6-2, si no, usar fórmulas

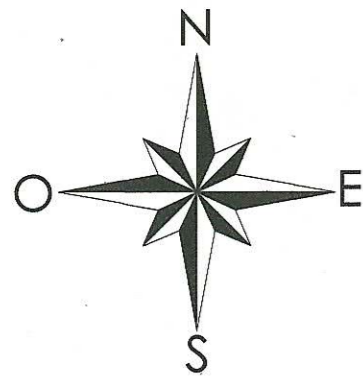
AISC 1.6-1a y 1.6-1b

$$f_b = \frac{M_{max}}{S_x}$$

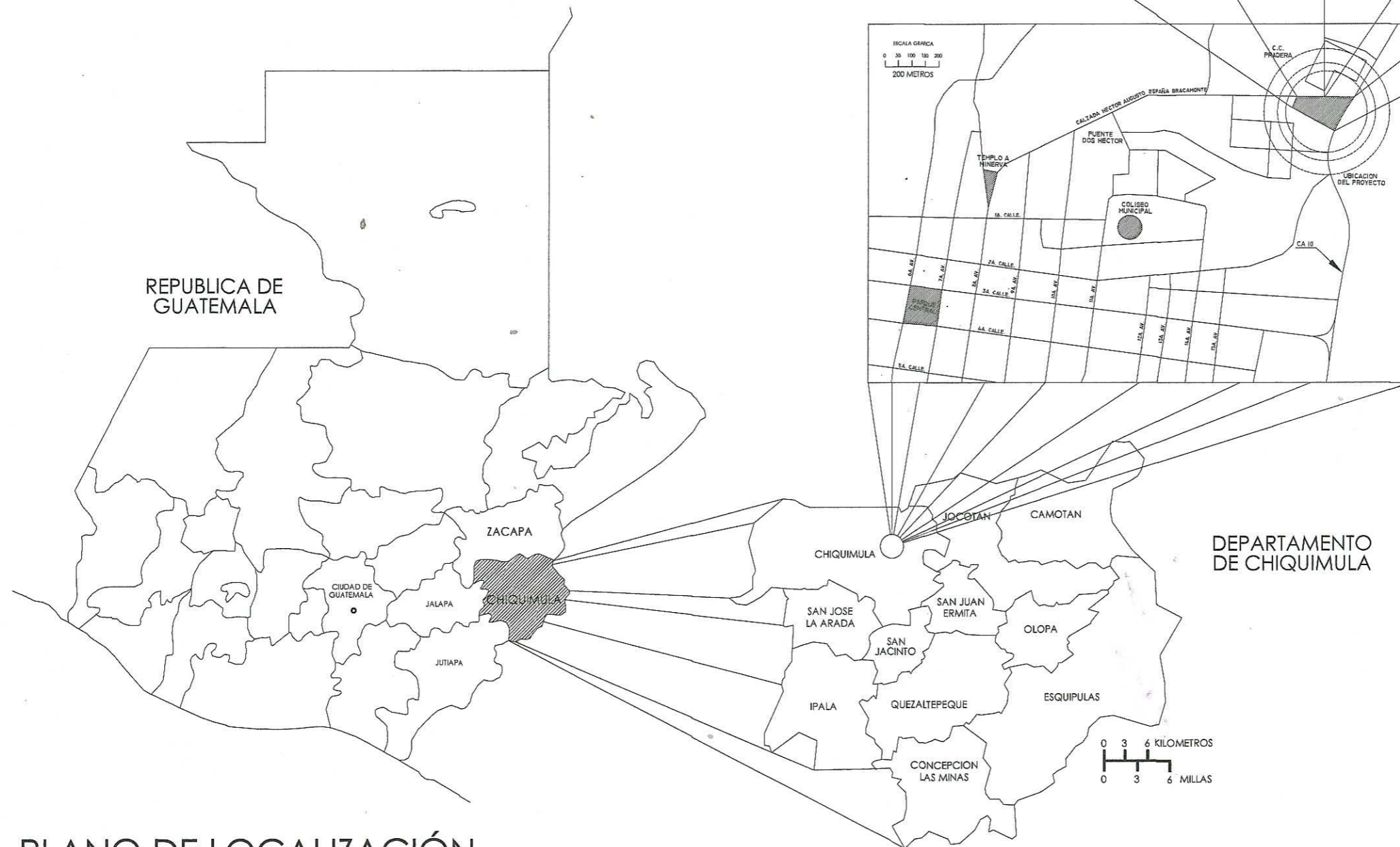
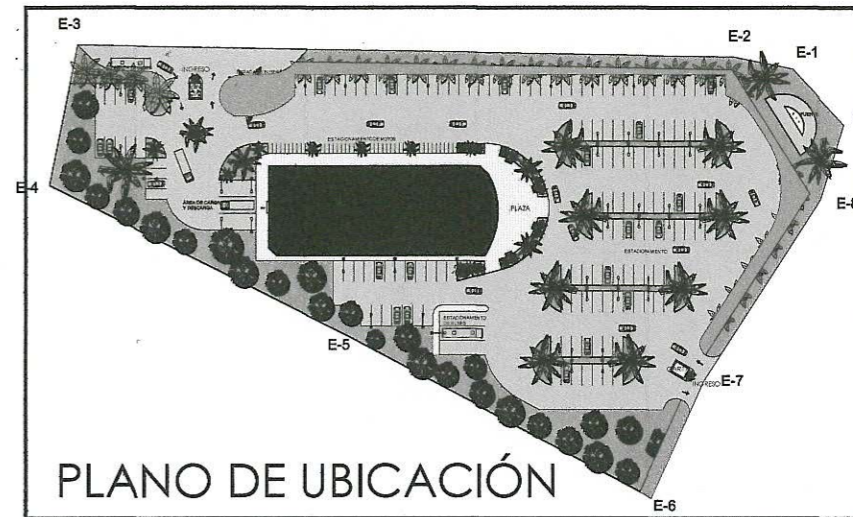
$$F_b = \frac{(12 \times 10^3)(C_b)}{(l_d)(d/A_f)} \quad \text{Formula AISC 1.5 - 7}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} < 1.00 \quad \text{Formula AISC 1.6 - 2}$$

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.



REPUBLICA DE GUATEMALA
 MUNICIPIO DE CHIQUIMULA
 CHIQUIMULA
 CIUDAD DE CHIQUIMULA.



SIN ESCALA

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIQUIMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

DIBUJO RAUL HERRERA
 DISEÑO RAUL HERRERA
 ESCALA INDICADA
 FECHA SEPTIEMBRE 2013
 OBSERVACIONES

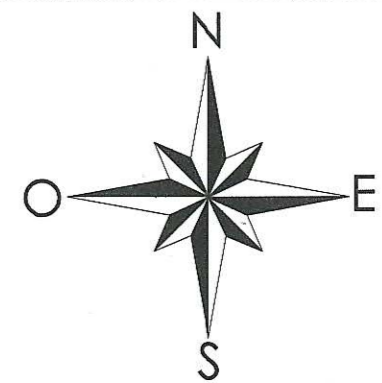
APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION



ARQ 01/09

01 20



DESARROLLA

REVISIONES	
01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES	
01	
02	
03	
04	

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTA DE CONJUNTO (TECHOS)

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

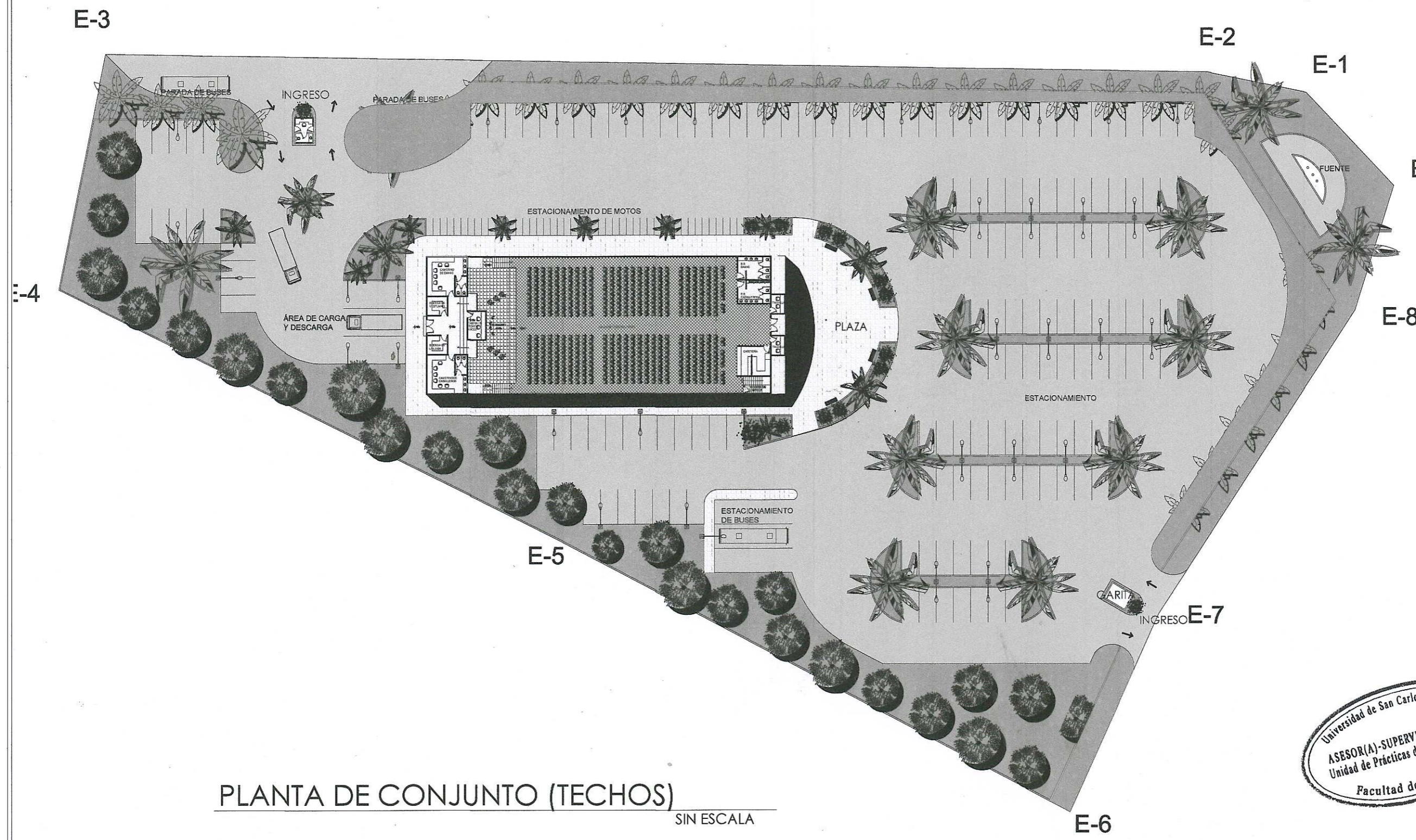
PLANIFICACION



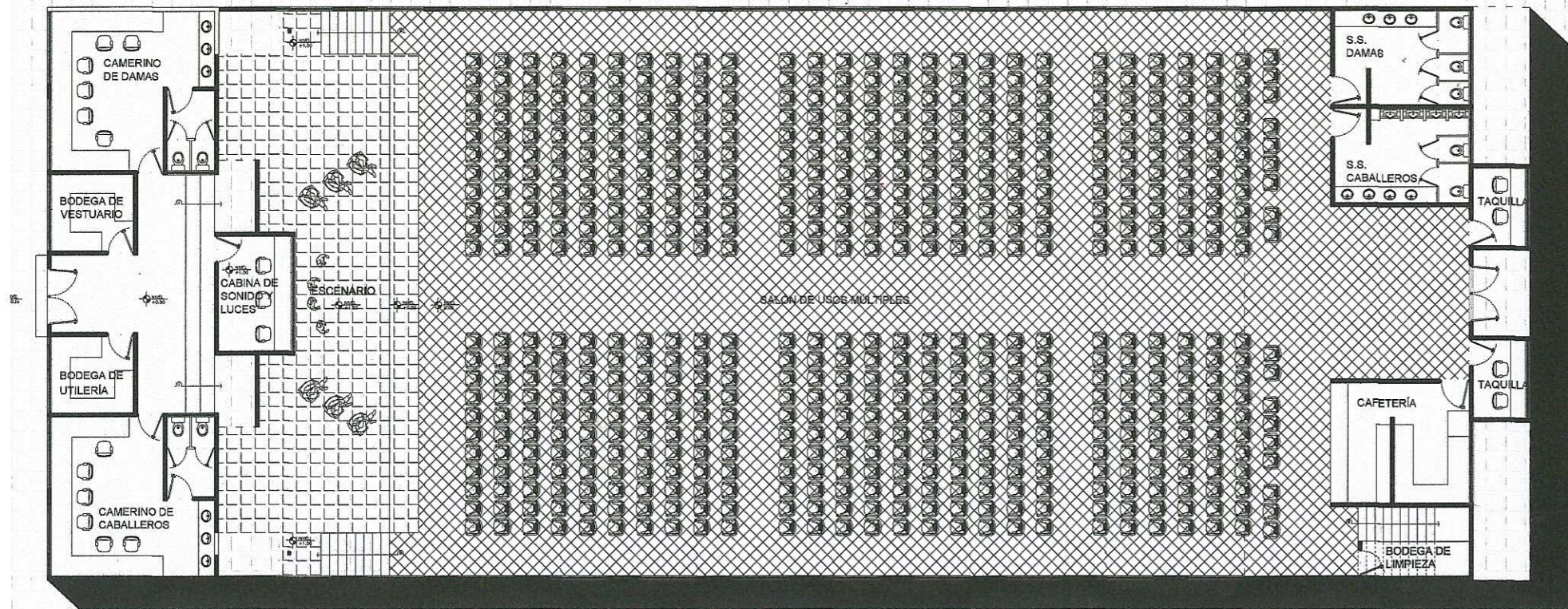
ING. JUAN MERCK COS

HOJA
ARQ 02/09

02 20

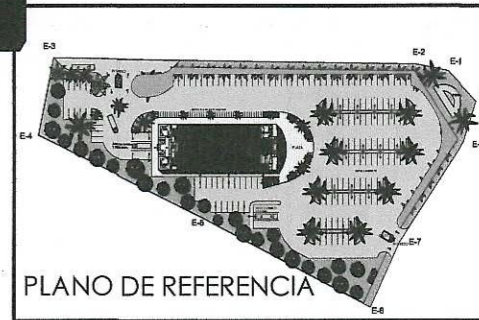
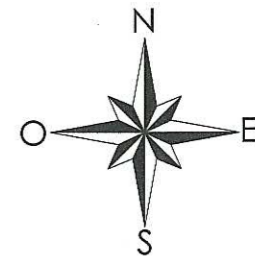


PLANTA DE CONJUNTO (TECHOS)
SIN ESCALA

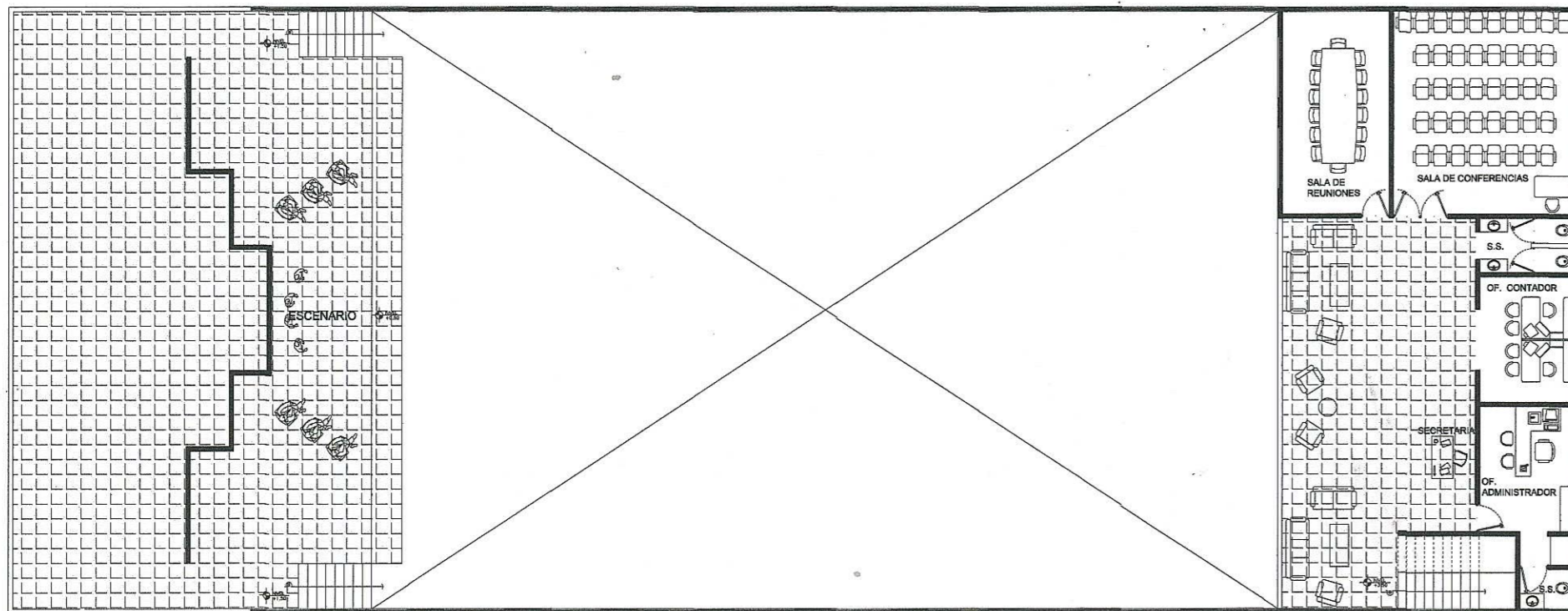


PLANTA BAJA AMUEBLADA

ESCALA 1:100



PLANO DE REFERENCIA



PLANTA ALTA AMUEBLADA

ESCALA 1:100

DESARROLLA

REVISIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

MODIFICACIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULÁ, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS AMUEBLADAS

DIBUJO RAUL HERRERA
 DISEÑO RAUL HERRERA
 ESCALA INDICADA
 FECHA SEPTIEMBRE 2013
 OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

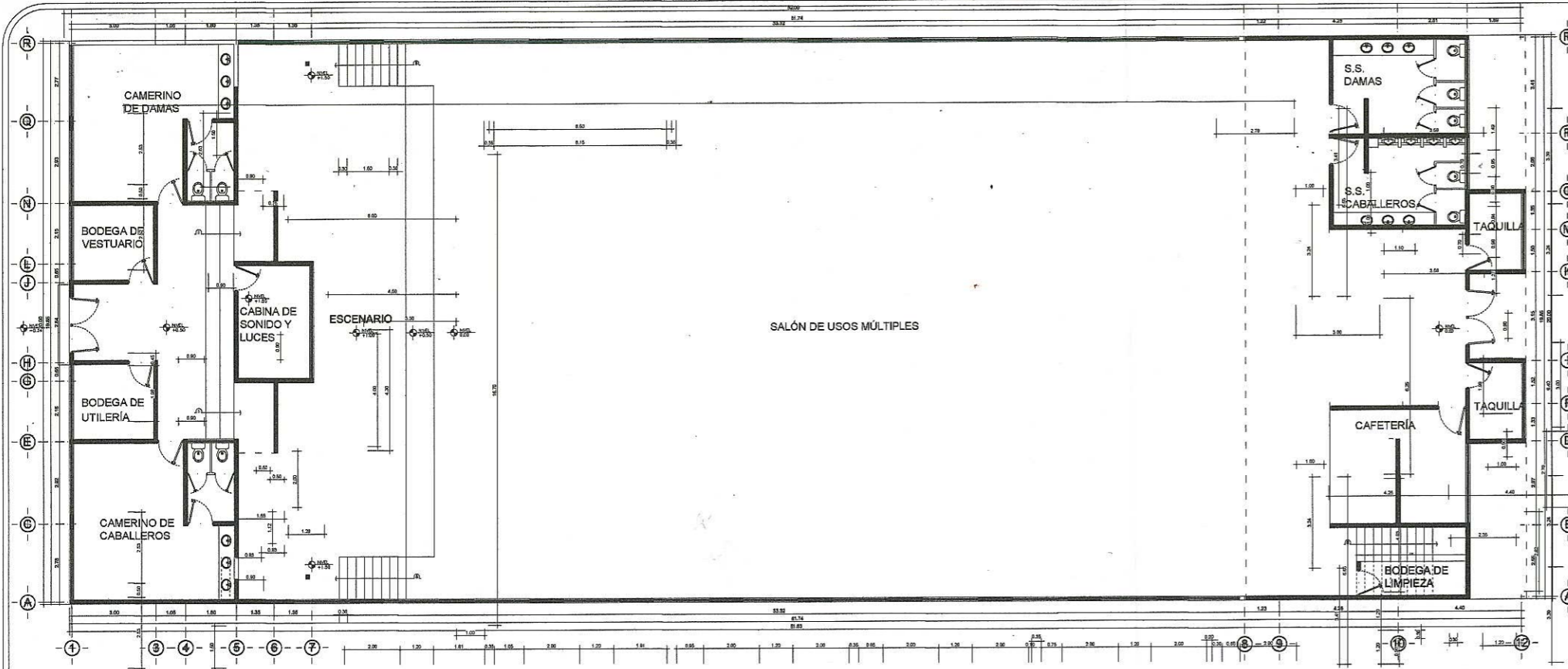


SELO ING. JUAN MERCK COS

HOJA

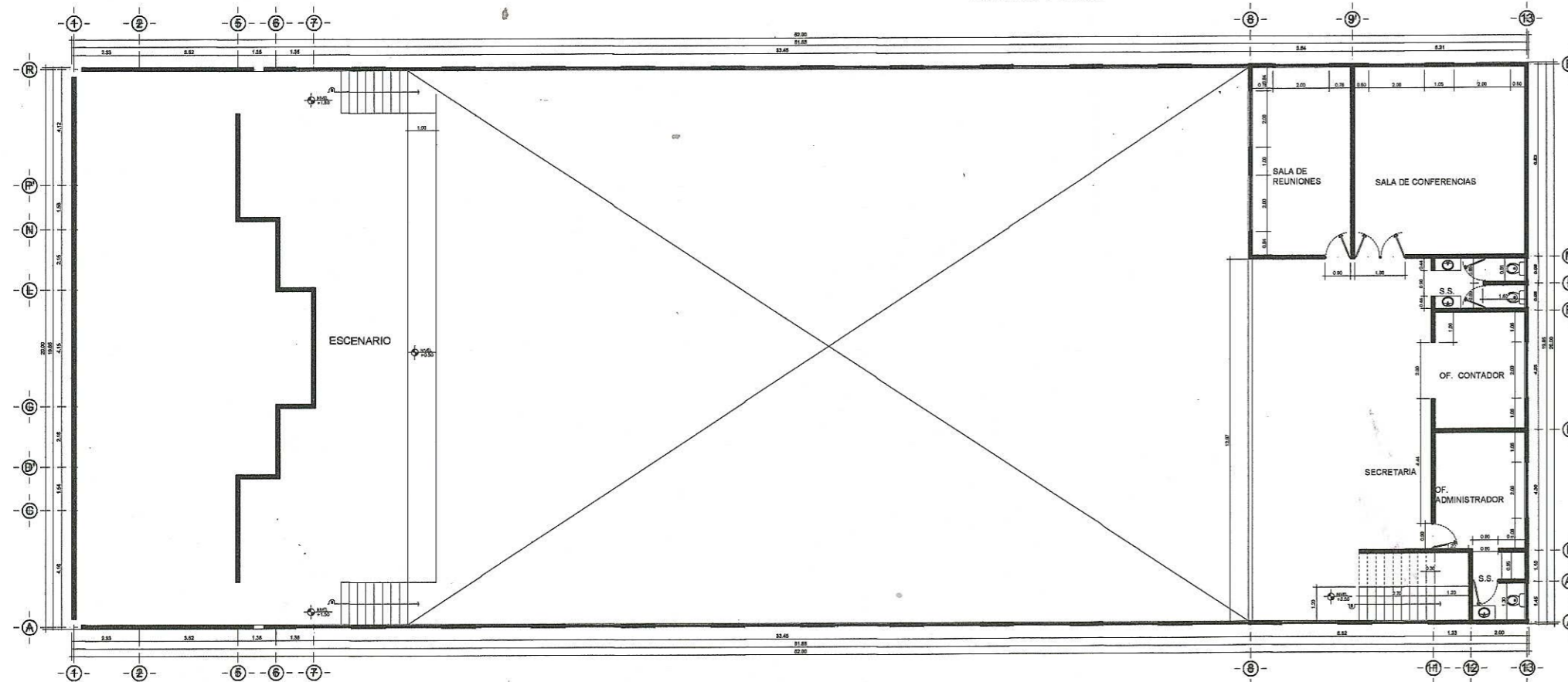
ARQ 03/09

03 20



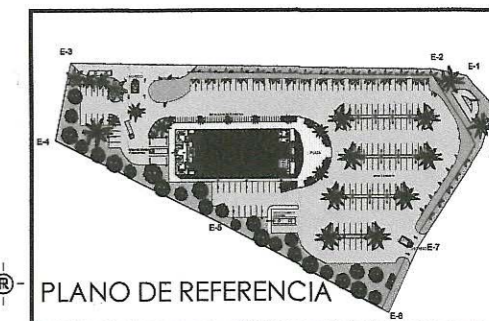
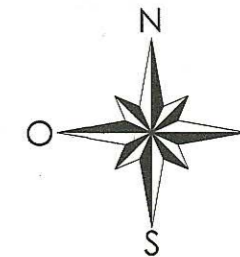
PLANTA BAJA ACOTADA

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA ACOTADA

ESCALA 1:100



DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE
DOS NIVELES Y
SALÓN DE USOS
MÚLTIPLES
PARA LA
ASOCIACIÓN DE
LOS
GANADEROS

CHIGUINULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS
ACOTADAS

DIBUJO RAUL HERRERA
DISEÑO RAUL HERRERA
ESCALA INDICADA
FECHA SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

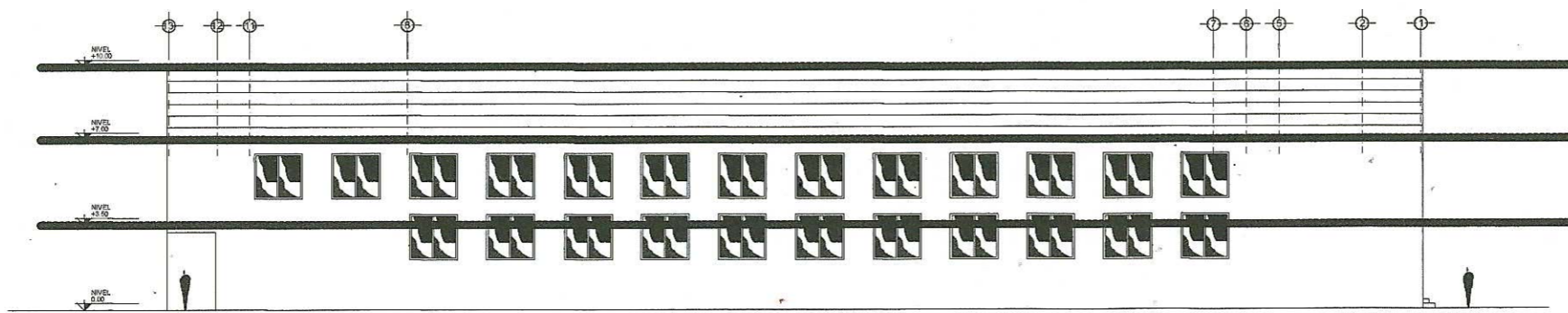
PLANIFICACION



HOJA

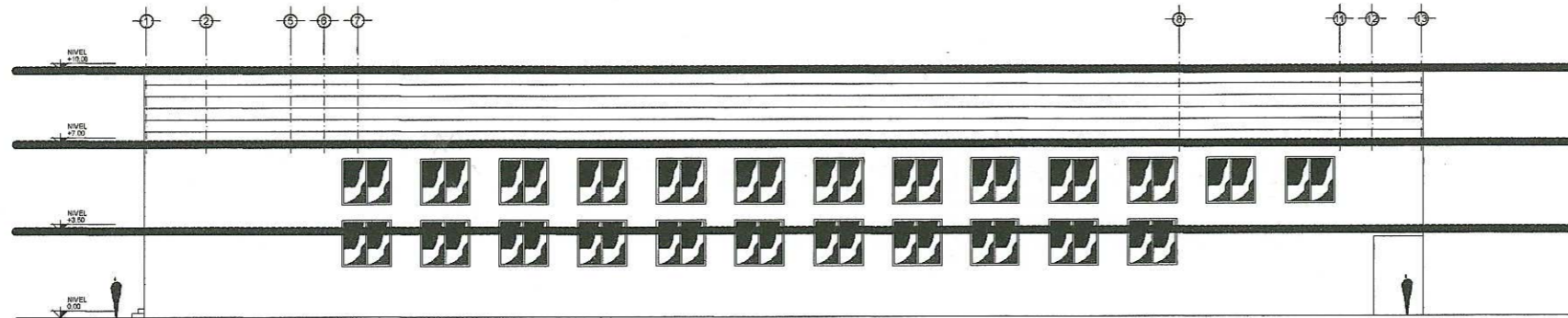
ARQ 04 09

04 20



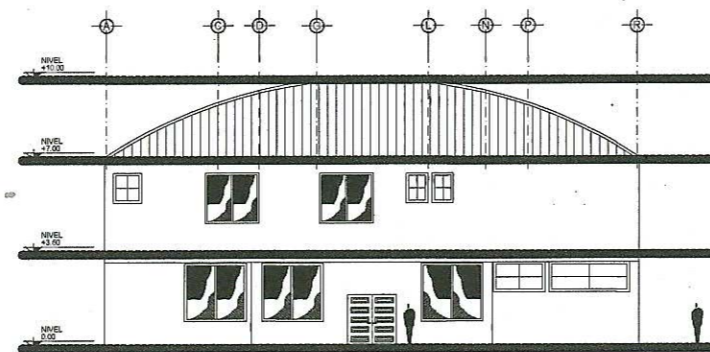
ELEVACIÓN NORTE

ESCALA 1:150



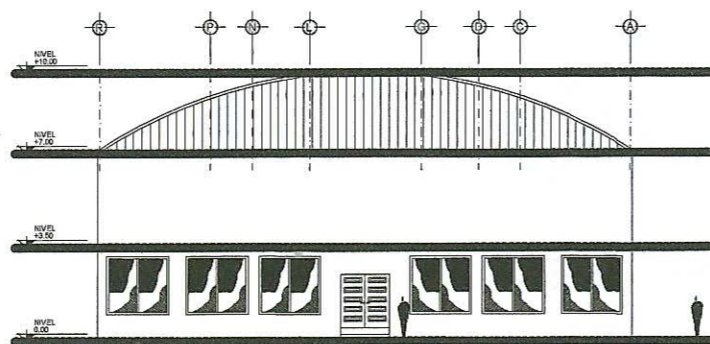
ELEVACIÓN SUR

ESCALA 1:150



ELEVACIÓN ESTE

ESCALA 1:150



ELEVACIÓN OESTE

ESCALA 1:150

ELE

ELE

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHICHUMAL, GUATEMALA

CONTENIDO

ELEVACIONES

DIBUJO

RAUL HERRERA

DISÑO

RAUL HERRERA

ESCALA

INDICADA

FECHA

SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

PLANIFICADO



HOJA

ARQ 05/08

05 20

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

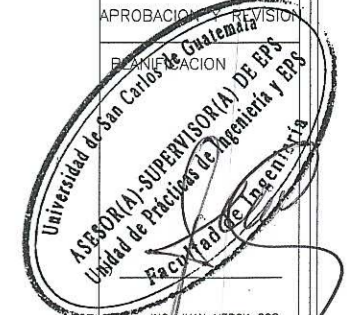
CHIJIMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

SECCIONES

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION



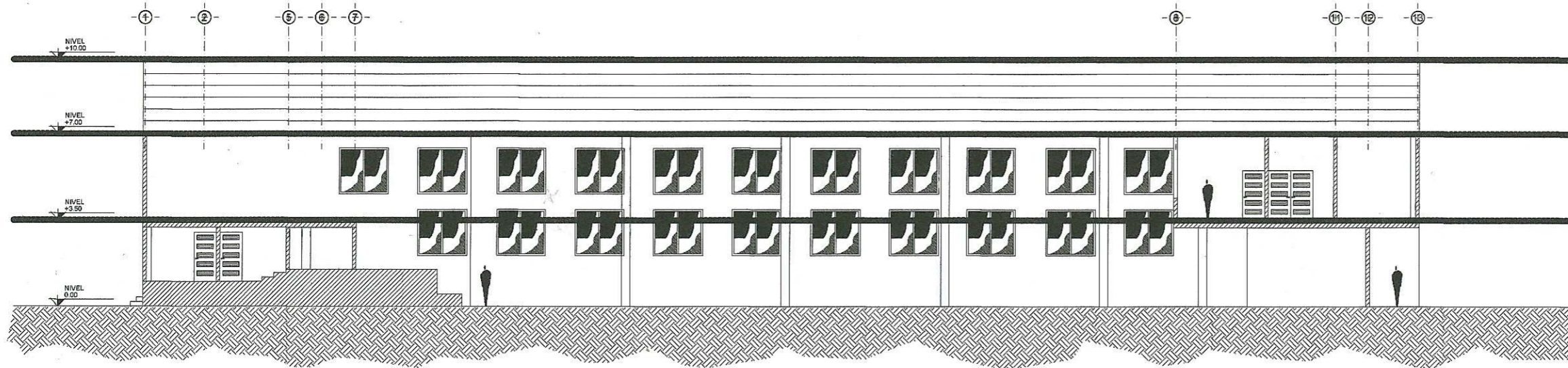
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ING. JUAN MERCK COS

HOJA

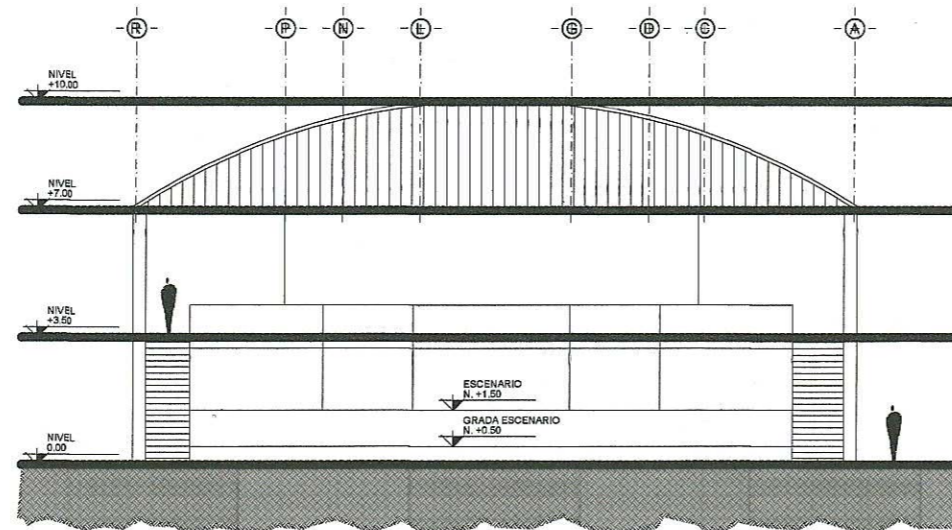
ARQ 06/08

06 20



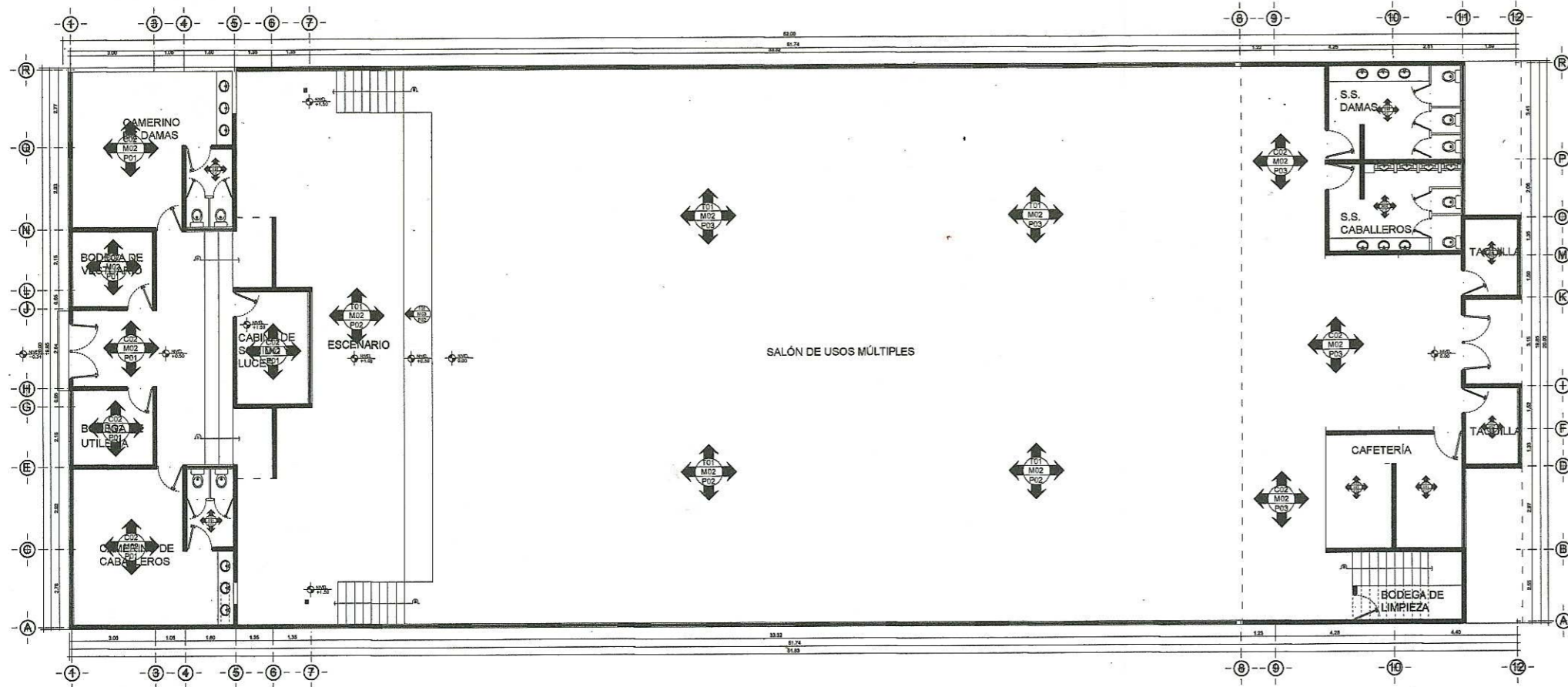
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:100



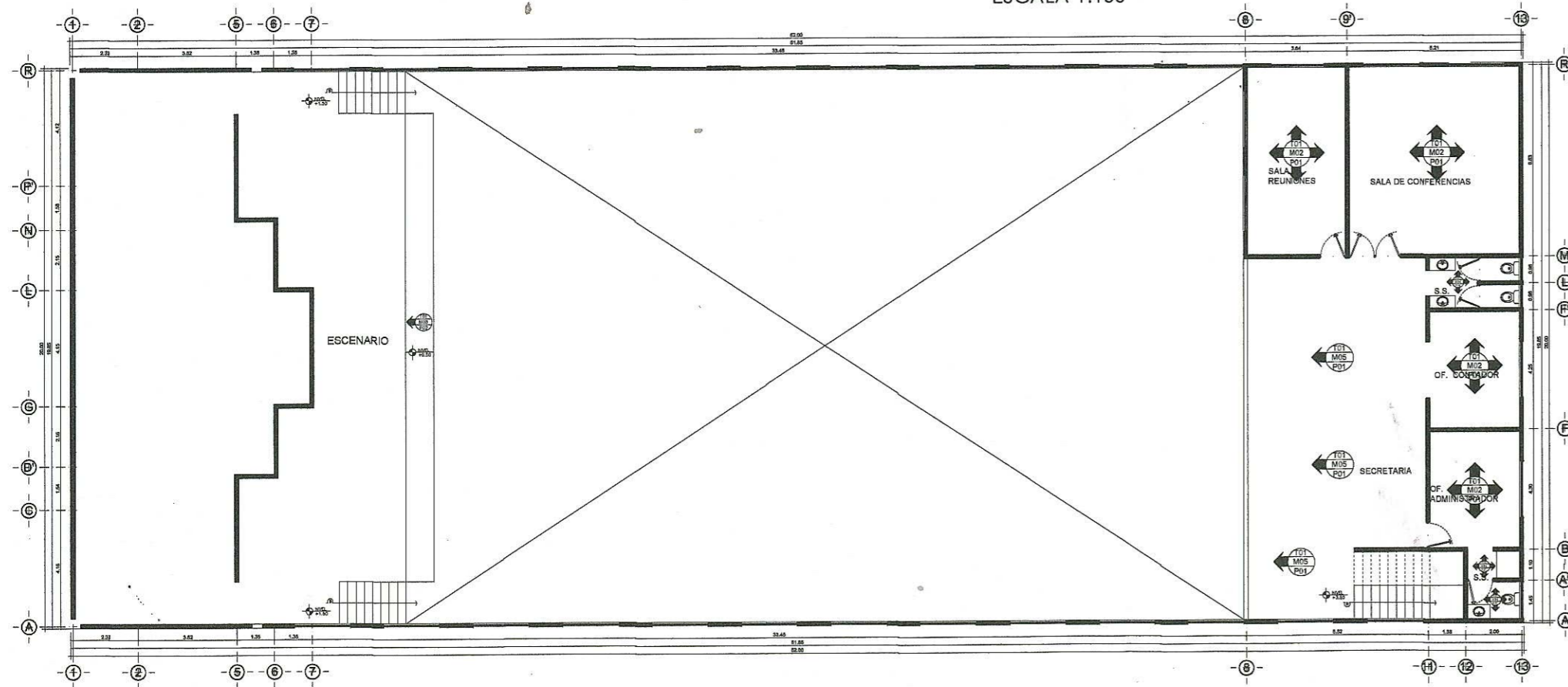
SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:100



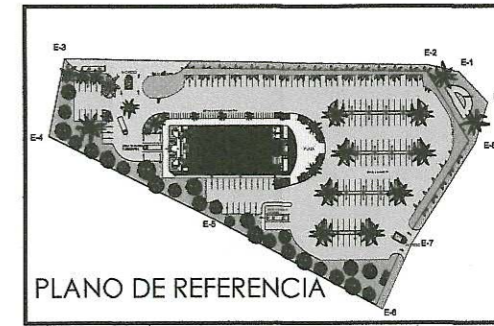
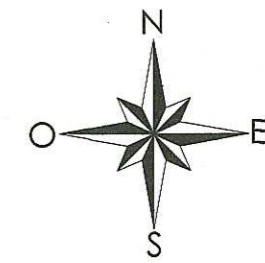
PLANTA BAJA DE ACABADOS

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA DE ACABADOS

ESCALA 1:100



DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIJINMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS DE ACABADOS

SÍMBOLO	ACABADO
CIELO T01	TECHO rústico curvo de ALUZINC, sin revestimiento
C01	ACABADO EN EL CIELO, interior, base cementicia + acabado en textura tipo granosado fino color blanco, color integral
MURO M01	ACABADO EN MURO, exterior, revestimiento rústico de base cementicia + revestimiento final base con textura tipo Escorial + impermeabilizante Integrali Sika 1.
M02	ACABADO EN MURO, interior, revestimiento rústico de base cementicia + revestimiento final base con textura lisa + pintura Integral color BLANCO
M03	ACABADO EN MURO, interior, revestimiento rústico de base cementicia + revestimiento final base con textura lisa + pintura Integral color VERDE
M04	ACABADO EN MURO, interior, revestimiento rústico con enlucado (1:2 cemento:arena) + repello (1:3 cal:hid:arena) + revestimiento final con Azulejo, cerámico de primera. Estucado con boquille color blanco antihongos.
M04	BARANDA, tubos de ø1 1/2" + tubos intermedios de ø 1/2" con pintura para metales color negro.
PISO P01	ACABADO EN PISO, interior, revestimiento rústico con contrapiso de mención en proporción 1:5, con peralte de 3", revestimiento final con piso tipo cerámico nacional, marco Sambre, estucado con Boquille, color según elección.
P02	ACABADO EN PISO, interior, revestimiento rústico con contrapiso de mención en proporción 1:5, con peralte de 3", revestimiento final con piso de granito nacional color BEIGE, estucado con Boquille.
P03	ACABADO EN PISO, interior, revestimiento rústico con contrapiso de mención en proporción 1:5, con peralte de 3", revestimiento final con piso de granito nacional color BLANCO, estucado con Boquille.

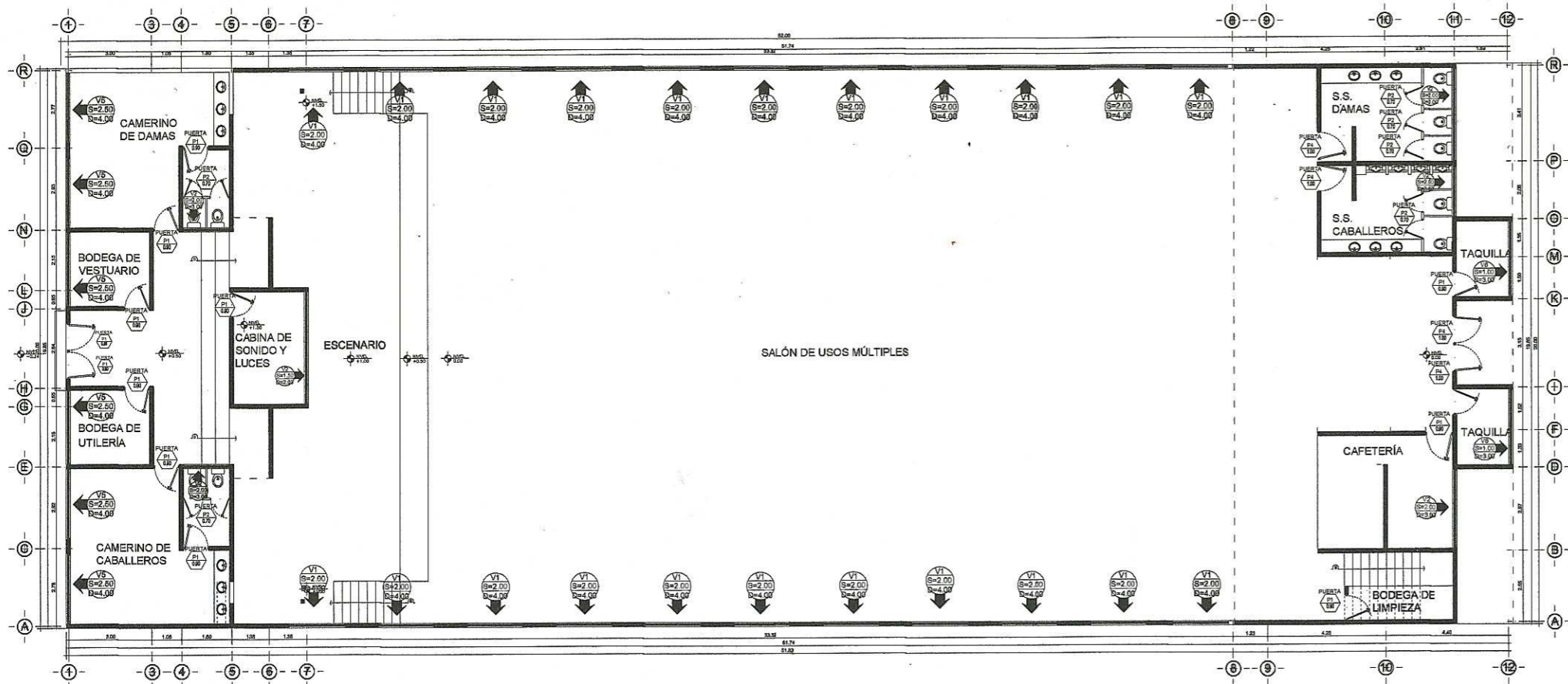
DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

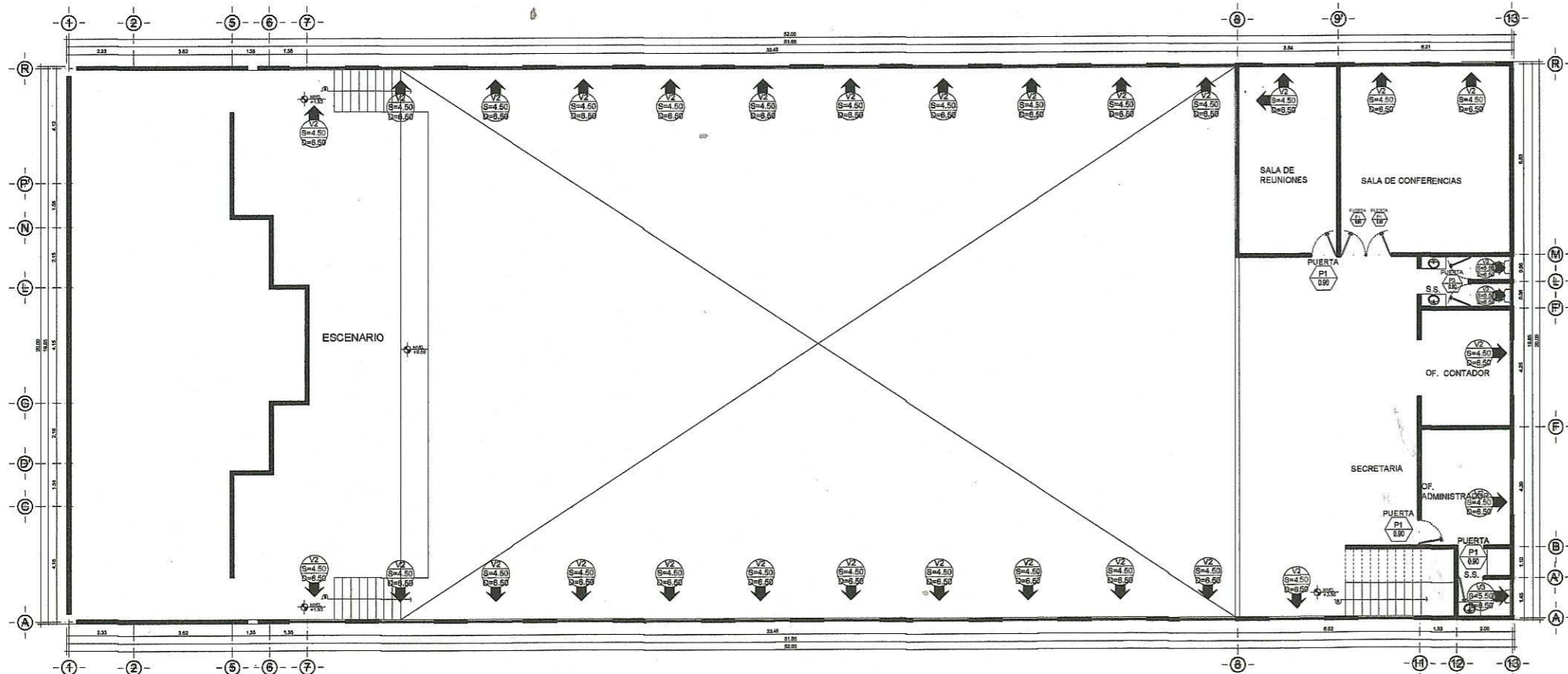


HOJA
ARQ 07/09
07 20



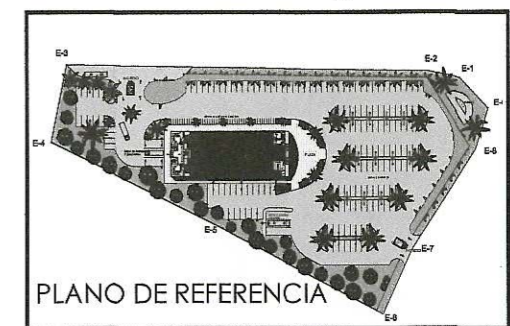
PLANTA BAJA DE VENTANAS Y PUERTAS

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA DE VENTANAS Y PUERTAS

ESCALA 1:100



PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	SILLAR	DINTEL	MATERIAL	AMBIENTE
V-1	2.00	4.00	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	SALÓN
V-2	4.50	6.50	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	SALÓN
V-3	5.50	6.50	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	SERVICIOS SANITARIOS
V-4	2.00	3.00	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	SERVICIOS SANITARIOS
V-5	2.50	4.00	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	CAMERINOS Y BODEGAS
V-6	1.00	2.70	VENTANA DE ALUMINIO ANODIZADO NATURAL, CON VIDRIO TRASLUCIDO DE 0.05 MM, TIPO CORREDIZA.	TAQUILLAS

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	AMBIENTE
P-1	0.90	2.40	PUERTA ENCHAPADA DE MADERA BASTIDOR Y MARCO DE PINO + CHAPA SATINADA DE MANÍJA.	VARIOS
P-2	0.70	2.40	PUERTA ENCHAPADA DE MADERA BASTIDOR Y MARCO DE PINO + CHAPA SATINADA DE MANÍJA.	SERVICIOS SANITARIOS
P-3	0.80	2.40	PUERTA DE ALUMINIO, BASTIDOR Y MARCO DE ALUMINIO + CHAPA MARCA YALE.	SERVICIOS SANITARIOS
P-4	1.00	2.40	PUERTA ENCHAPADA DE MADERA BASTIDOR Y MARCO DE PINO + CHAPA SATINADA DE MANÍJA.	INGRESOS

DESARROLLA

REVISIONES

NO.	FECHA	CONTENIDO
01		
02		
03		
04		

MODIFICACIONES

NO.	FECHA	CONTENIDO
01		
02		
03		
04		

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULÁ, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS DE VENTANAS Y PUERTAS

DIBUJO

RAUL HERRERA

DISEÑO

RAUL HERRERA

ESCALA

INDICADA

FECHA

SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

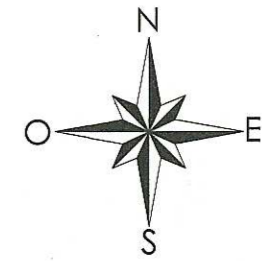
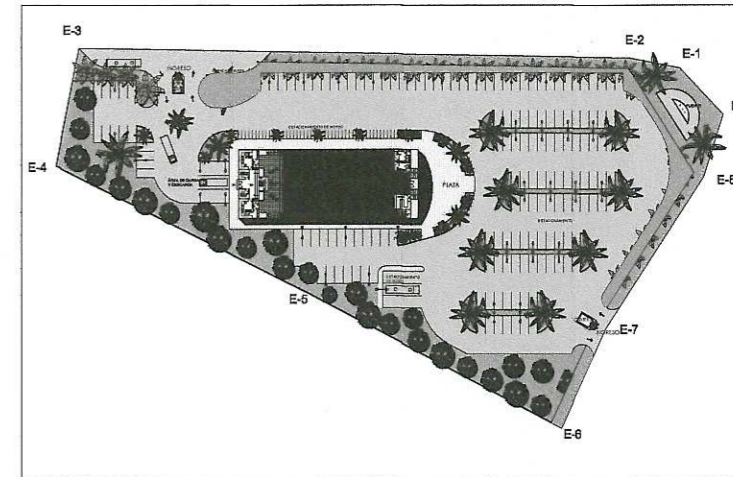
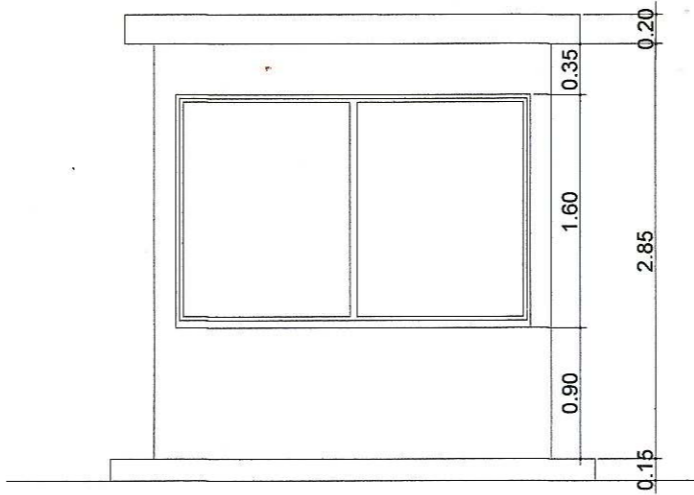
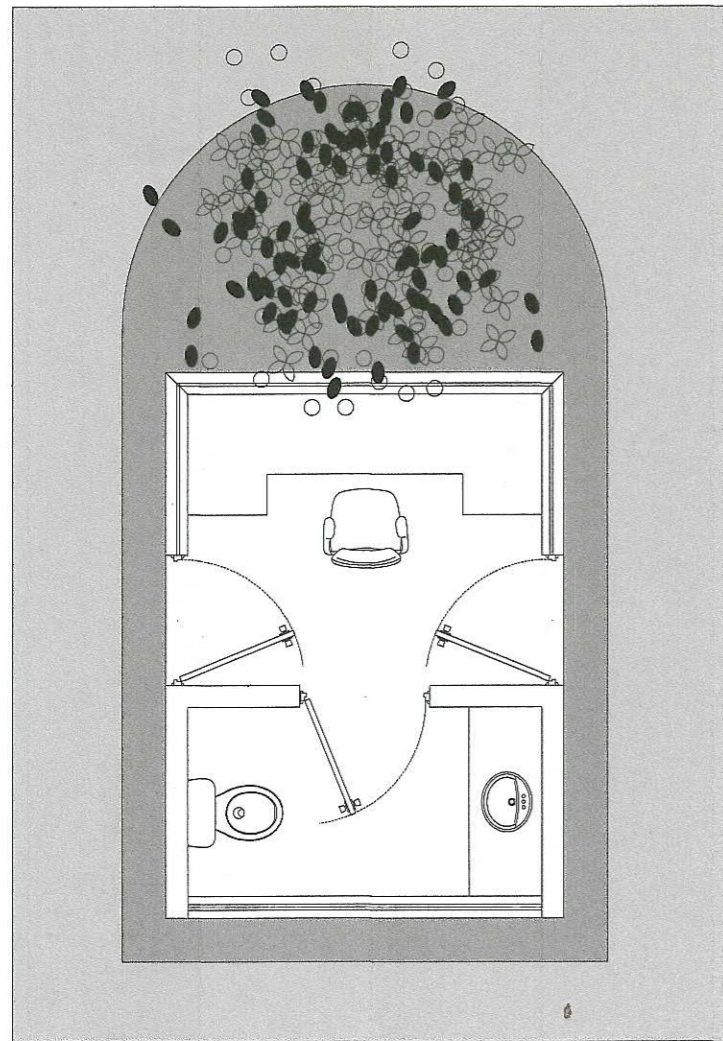
APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION



ARQ 08/09

08 20



DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTA DE GARITA Y DETALLES URBANOS

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

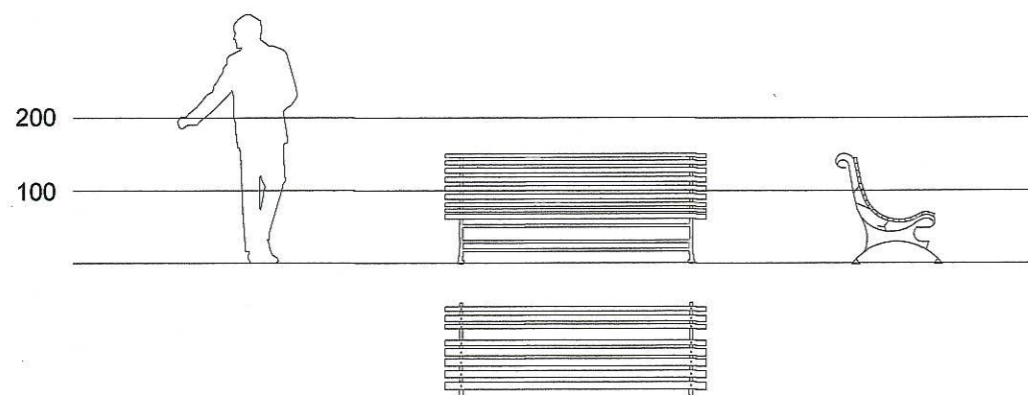


ARQ 09/09

09 20

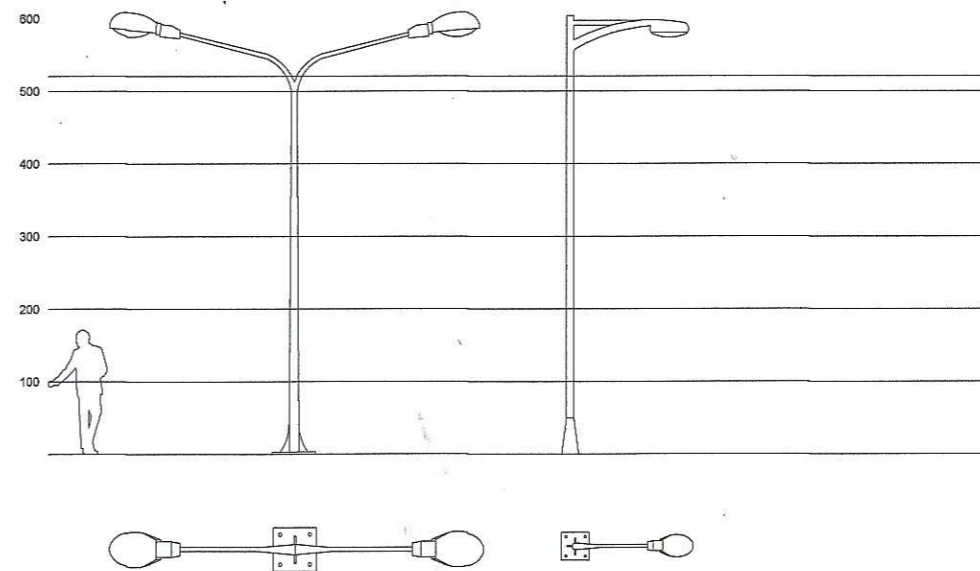
PLANTA DE GARITA

ESCALA 1:25



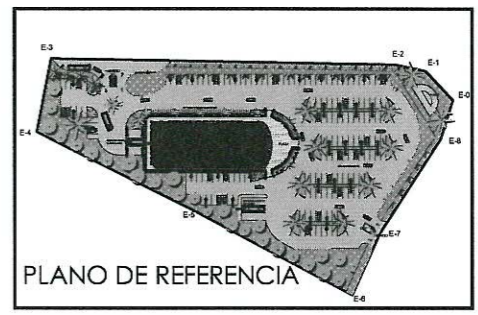
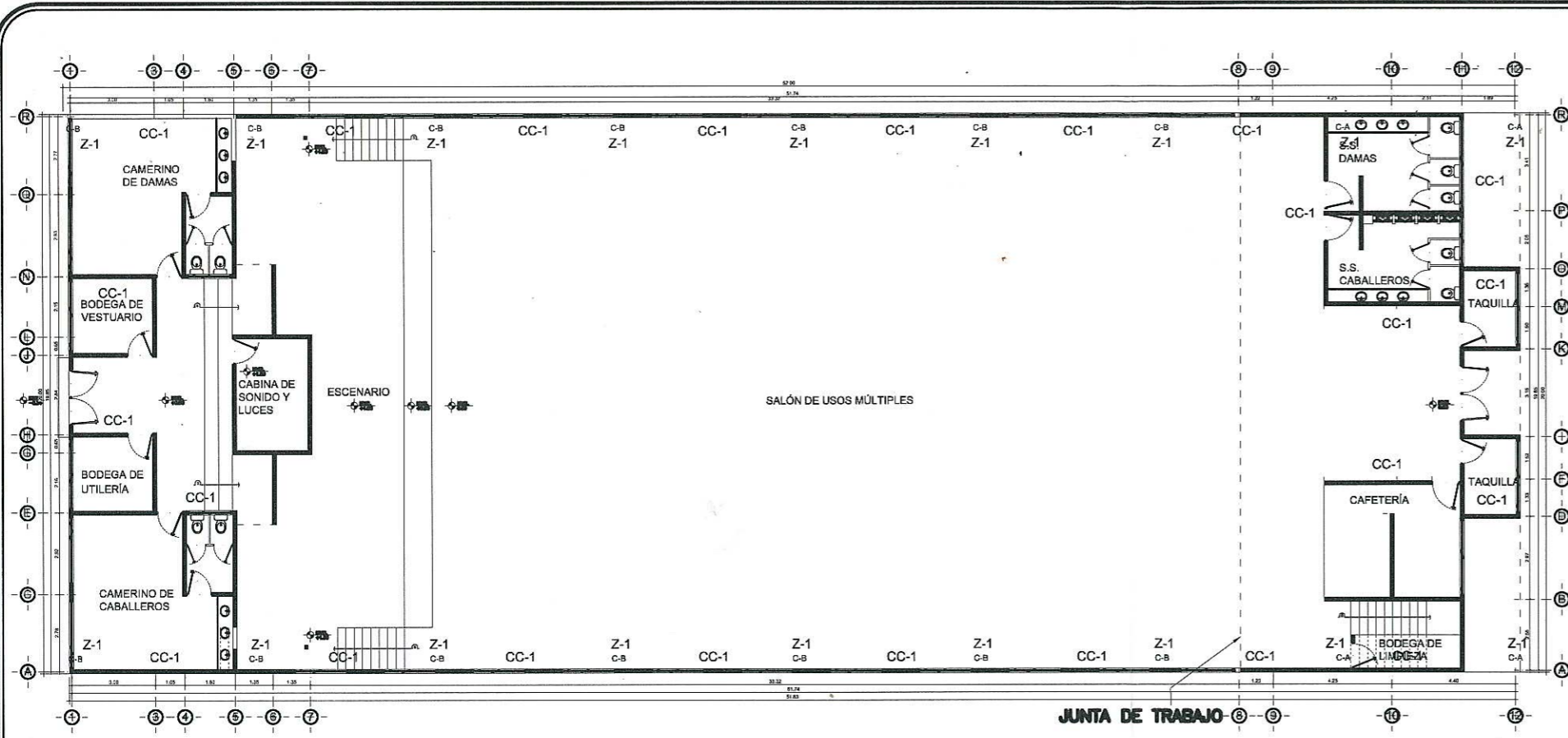
PLANTA Y ELEVACIÓN DE BANCAS

SIN ESCALA



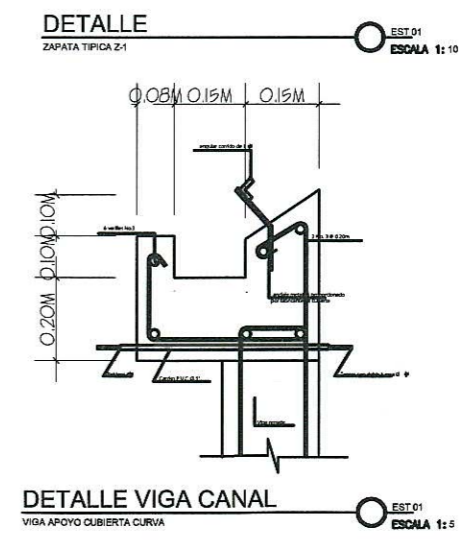
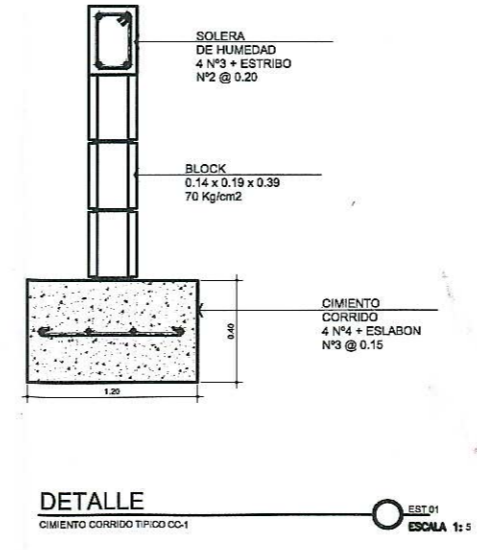
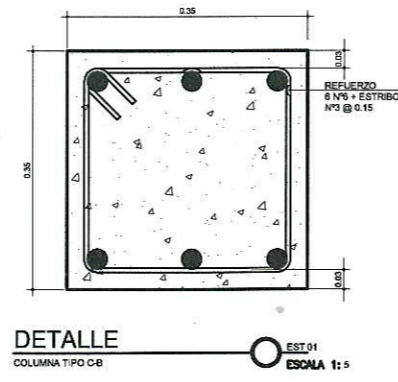
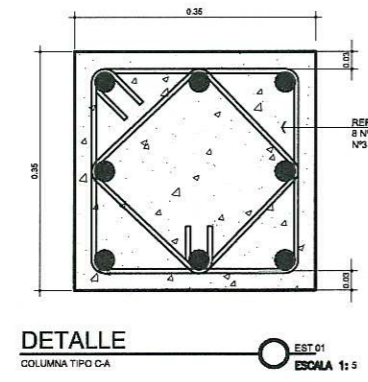
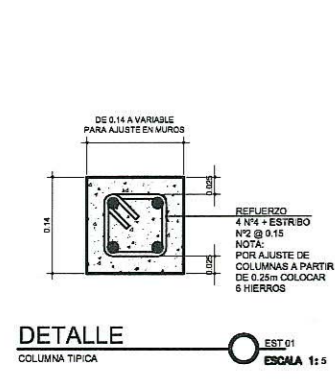
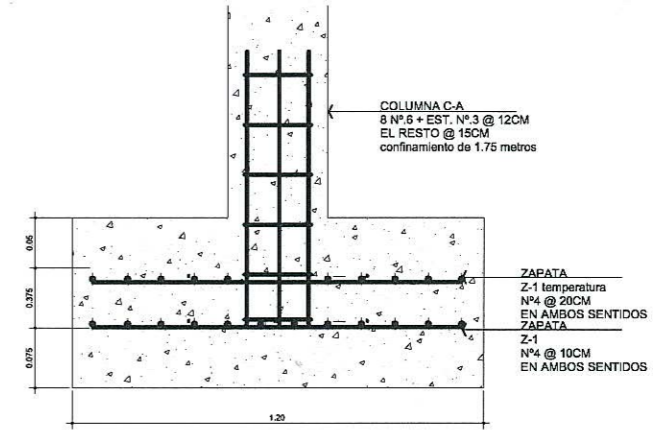
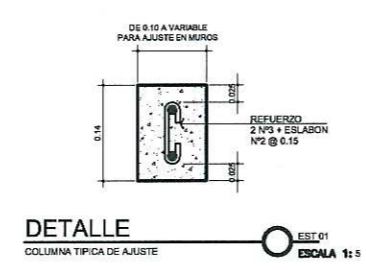
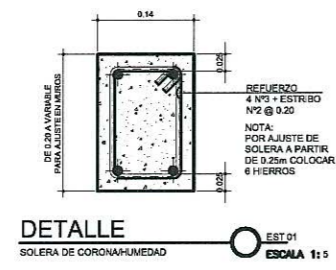
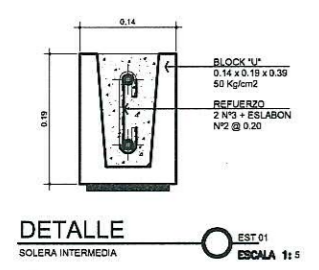
PLANTA Y ELEVACIÓN DE POSTES

SIN ESCALA

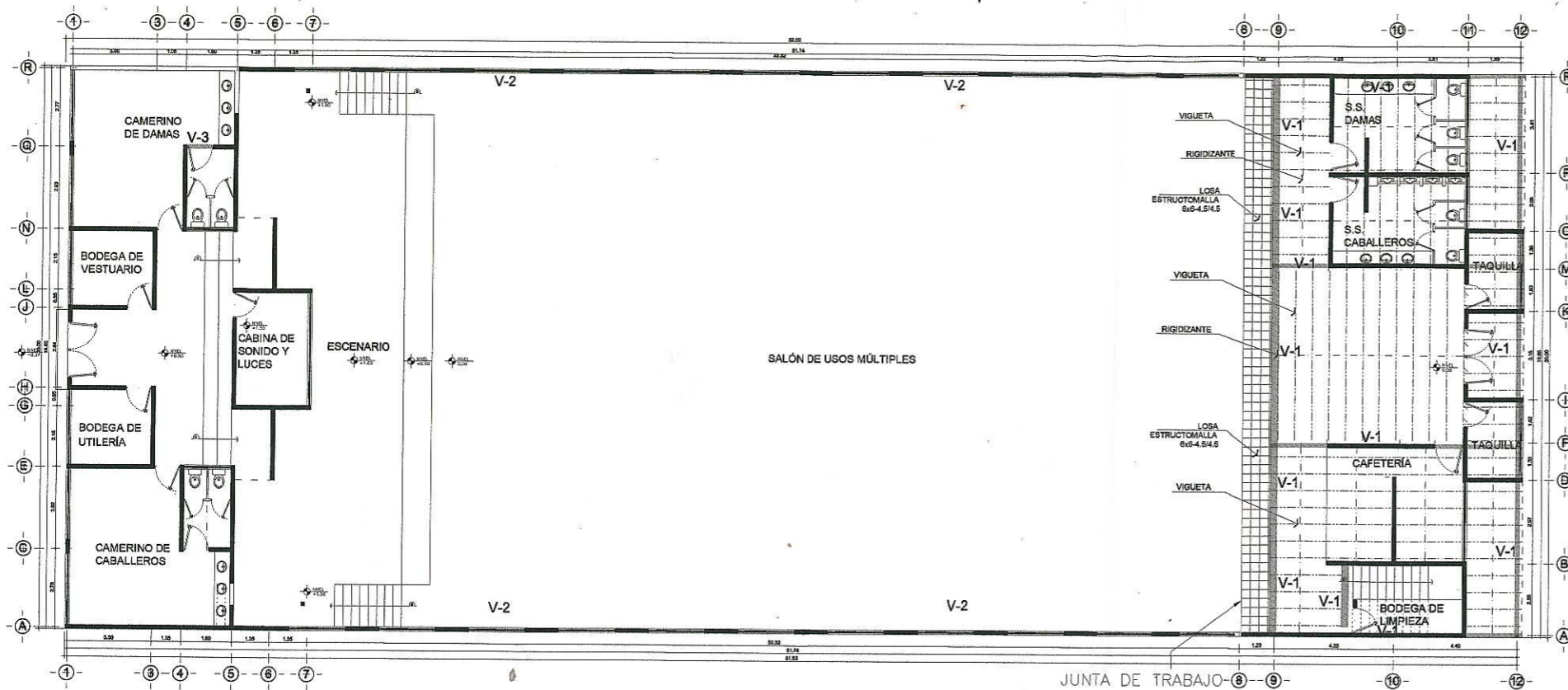
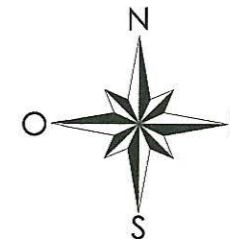


Especificaciones técnicas:
 $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
 $f'm = 150 \text{ Kg/cm}^2$
 $V.S. = 29,00 \text{ ton/m}^2$
 Nota: Verificar valor soporte previo a la construcción de edificación preferiblemente a través de un ensayo dinámico.

PLANTA DE CIMIENTOS
 ESCALA 1:100

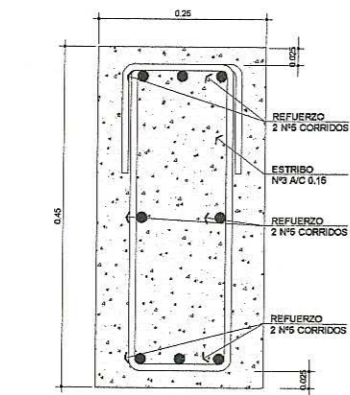


DESARROLLA	
REVISIONES	
01	
02	
03	
04	
MODIFICACIONES	
01	
02	
03	
04	
PROYECTO	
EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS	
COLUMBA, GUATEMALA	
CONTENIDO	
PLANTA DE CIMIENTOS Y DETALLES	
SEÑAL	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
COORDINADOR	
APROBACION Y REVISION	
PLANIFICACION	
SEÑAL	
ING. JUAN MERCK COS	
HOJA	
EST	01/04
10	20

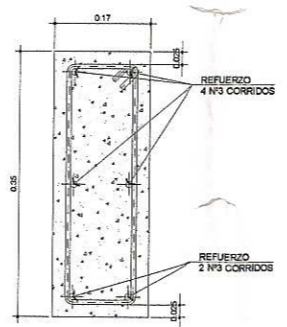


PLANTA DE LOSAS

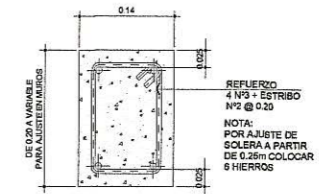
ESCALA 1:100



DETAILLE VIGA TIPO V-1 EST 02 ESCALA 1:5



DETAILLE VIGA TIPO V-2 EST 02 ESCALA 1:5



DETAILLE SOLERA DE CORONA EST 01 ESCALA 1:5

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

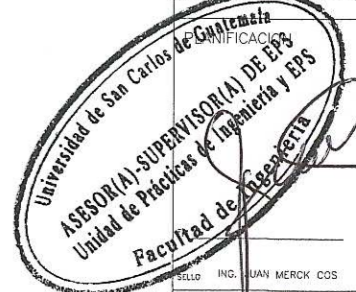
CHUMULULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTA DE LOSAS Y DETALLES DE VIGAS

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACIONES Y REVISION

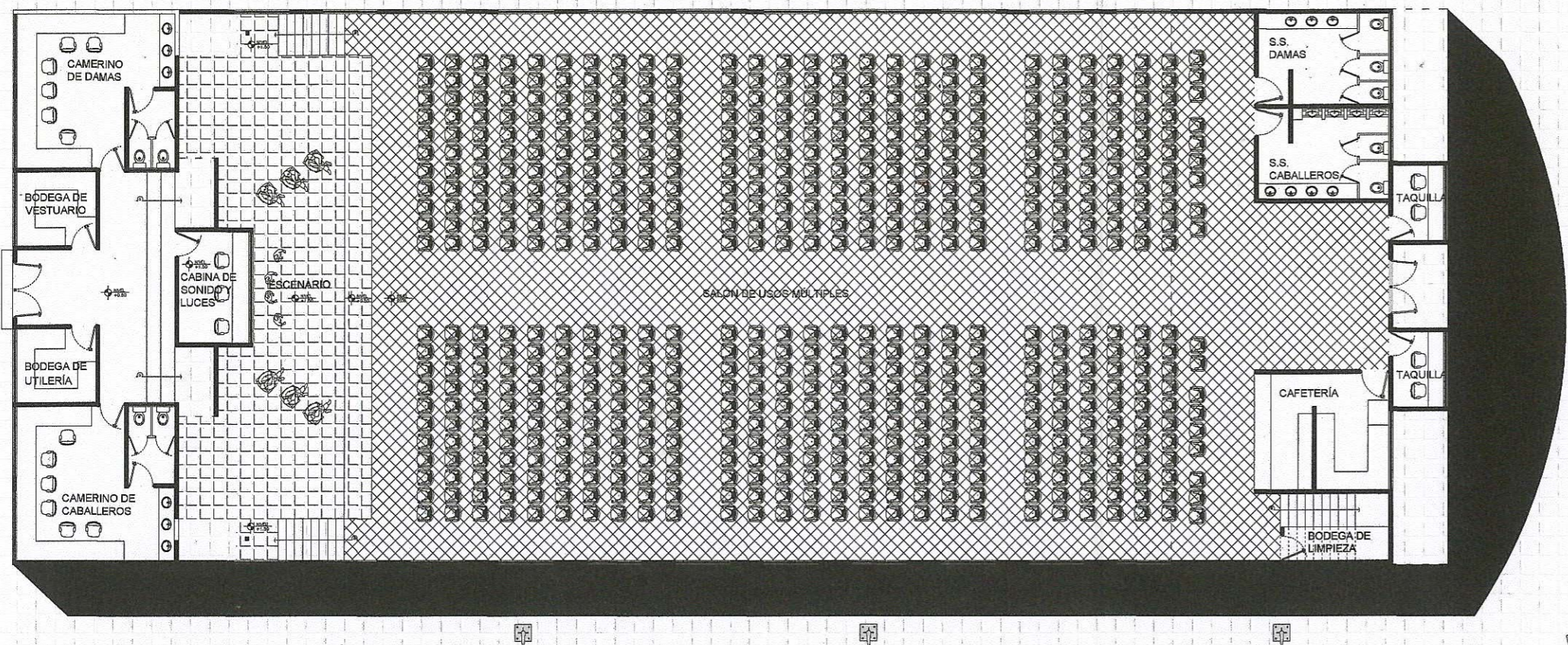


SELO INE. JUAN MERCK COS

HOJA

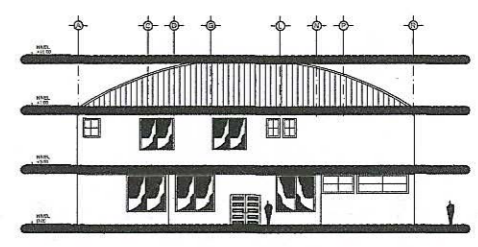
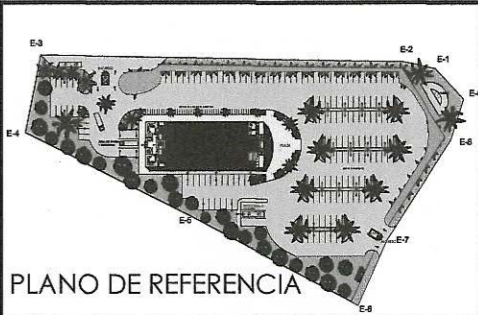
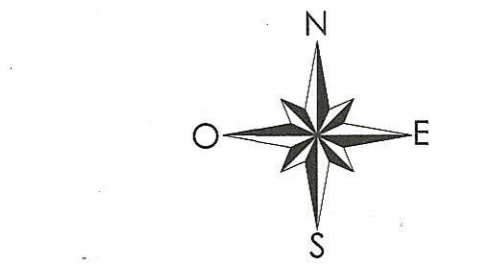
EST 02/04

11 20

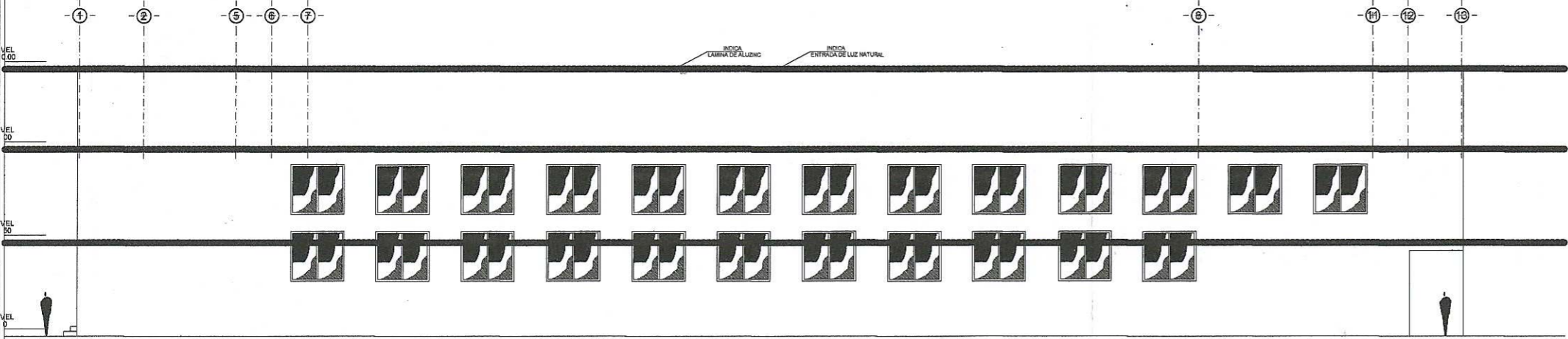


PLANTA DE CUBIERTA

ESCALA 1:100



ELEVACIÓN DE REFERENCIA



ELEVACIÓN

ESCALA 1:100

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIJOMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANO DE CUBIERTA Y DETALLES

DIBUJO

RAUL HERRERA

DISÑO

RAUL HERRERA

ESCALA

INDICADA

FECHA

SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION



SELUO

ING. JUAN MERCK COS

HOJA

EST 03/04

12 20

REVISIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

MODIFICACIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIOQUILA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANO DE CORTES DE MUROS

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

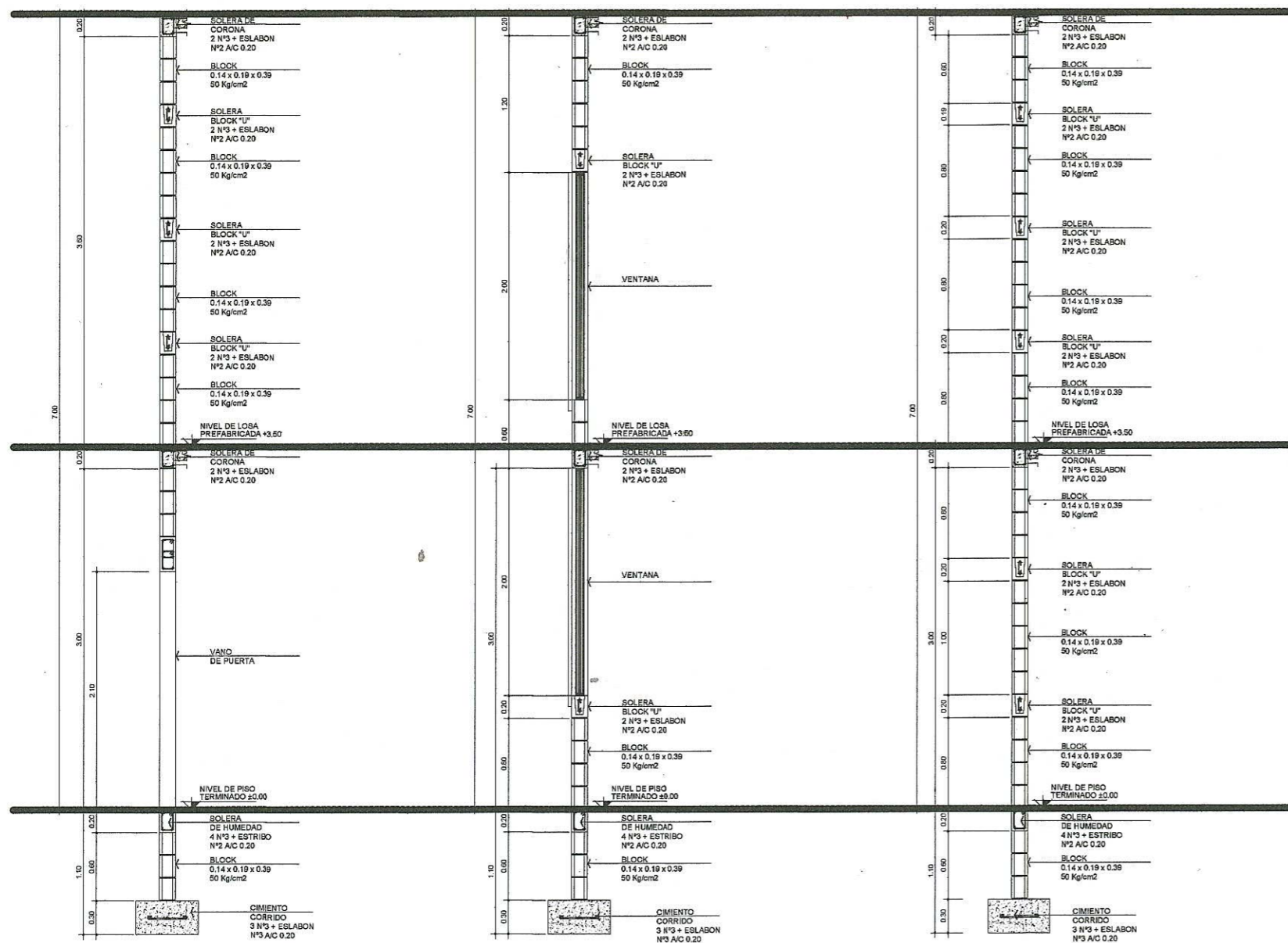
Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

SELO INE JUAN MERCK COS

HOJA

EST 04 04

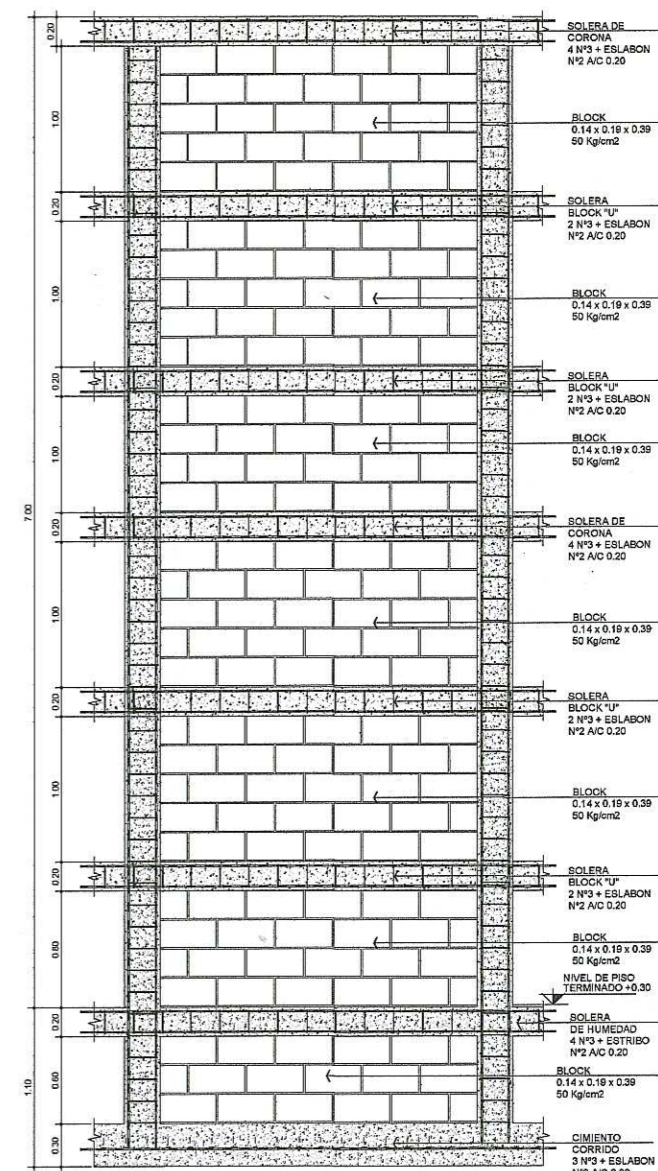
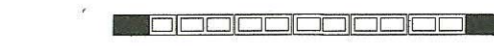
13 20



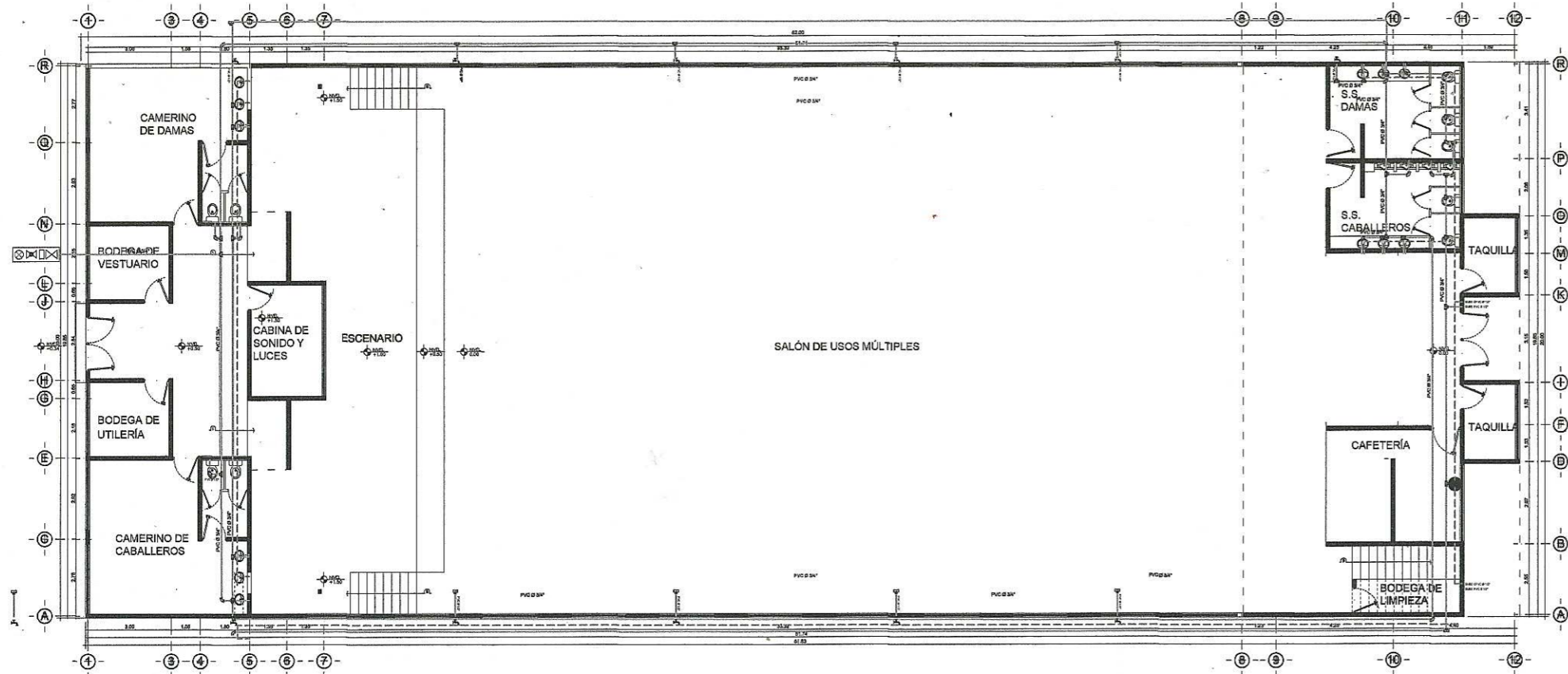
CORTE
 MURO TÍPICO CON PUERTA
 A EST.04
 ESCALA 1:25

CORTE
 MURO TÍPICO CON VENTANA
 C EST.04
 ESCALA 1:25

CORTE
 MURO TÍPICO
 B EST.04
 ESCALA 1:25

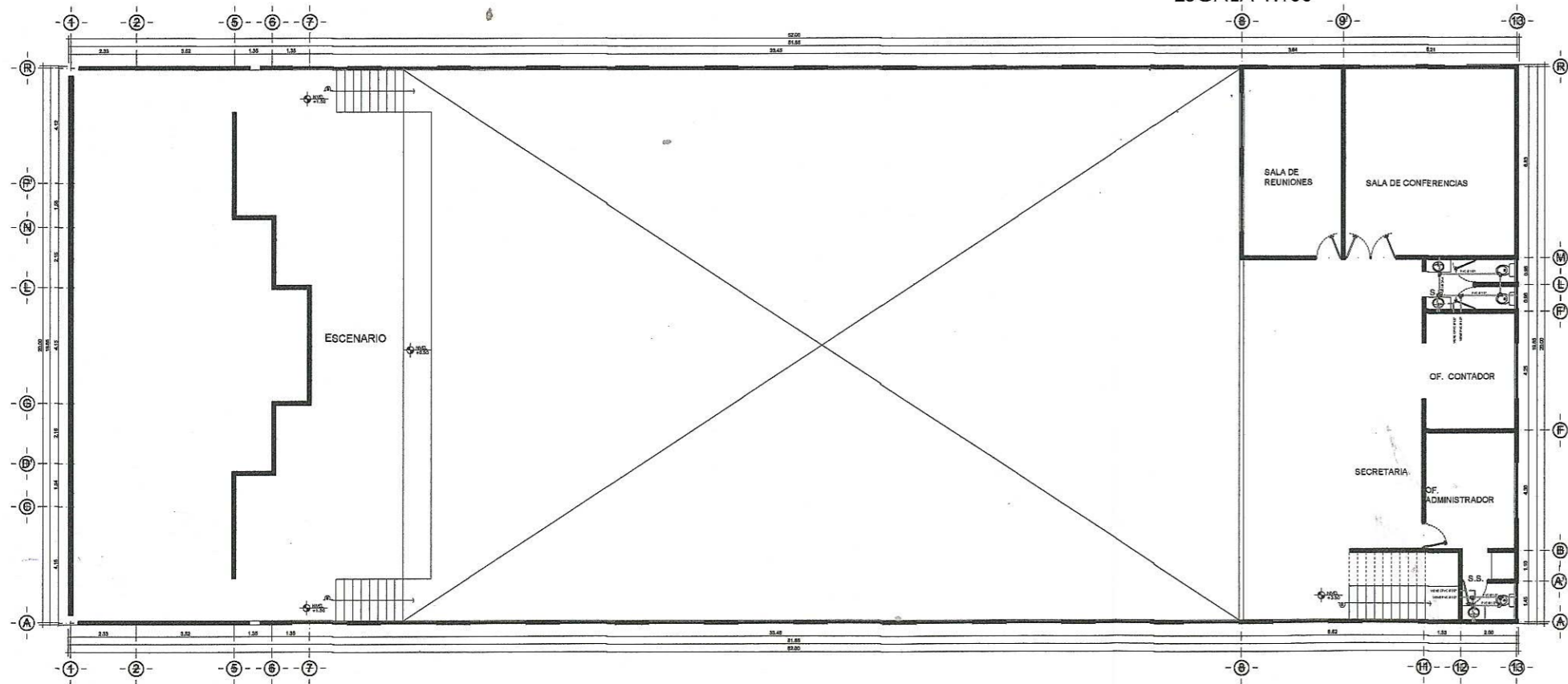


ELEVACION
 TÍPICA DE MURO
 EST.04
 ESCALA 1:25



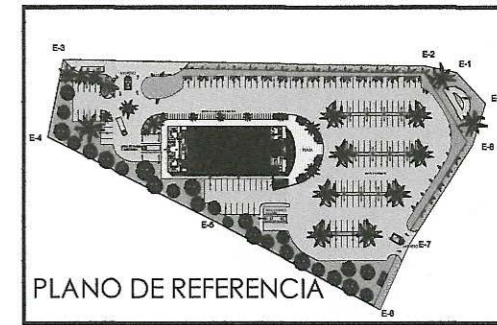
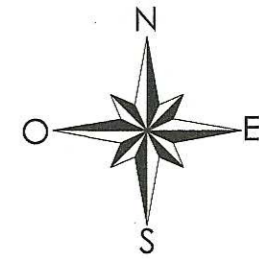
PLANTA BAJA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

ESCALA 1:100



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CODO HORIZONTAL A 90° PVC O CPVC # INDICADO
	CODO VERTICAL A 90° PVC O CPVC # INDICADO
	TEE HORIZONTAL PVC O CPVC # INDICADO
	TUBERIA PVC DE AGUA POTABLE # INDICADO
	TUBERIA CPVC DE AGUA POTABLE CALIENTE # INDICADO
	INDICA CALENTADOR
	GRIFO PARA JARDIN/EXTERIORES
	ACOMETIDA (VALVULA DE CHEQUEO, VALVULA DE GLOBO, CONTADOR Y VALVULA DE PARO)

DESARROLLA

REVISIONES	
01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES	
01	
02	
03	
04	

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULÁ, GUATEMALA

CONTENIDO

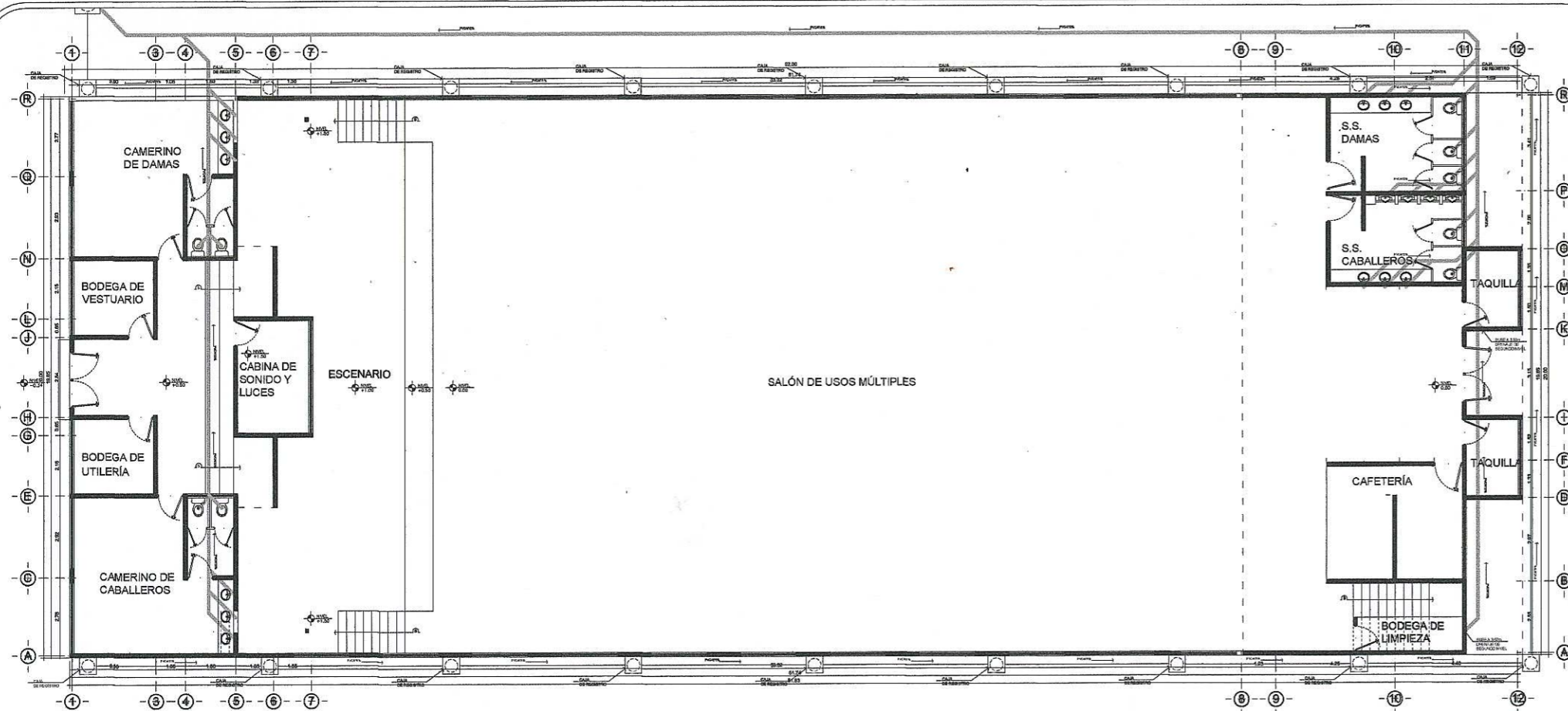
PLANTAS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

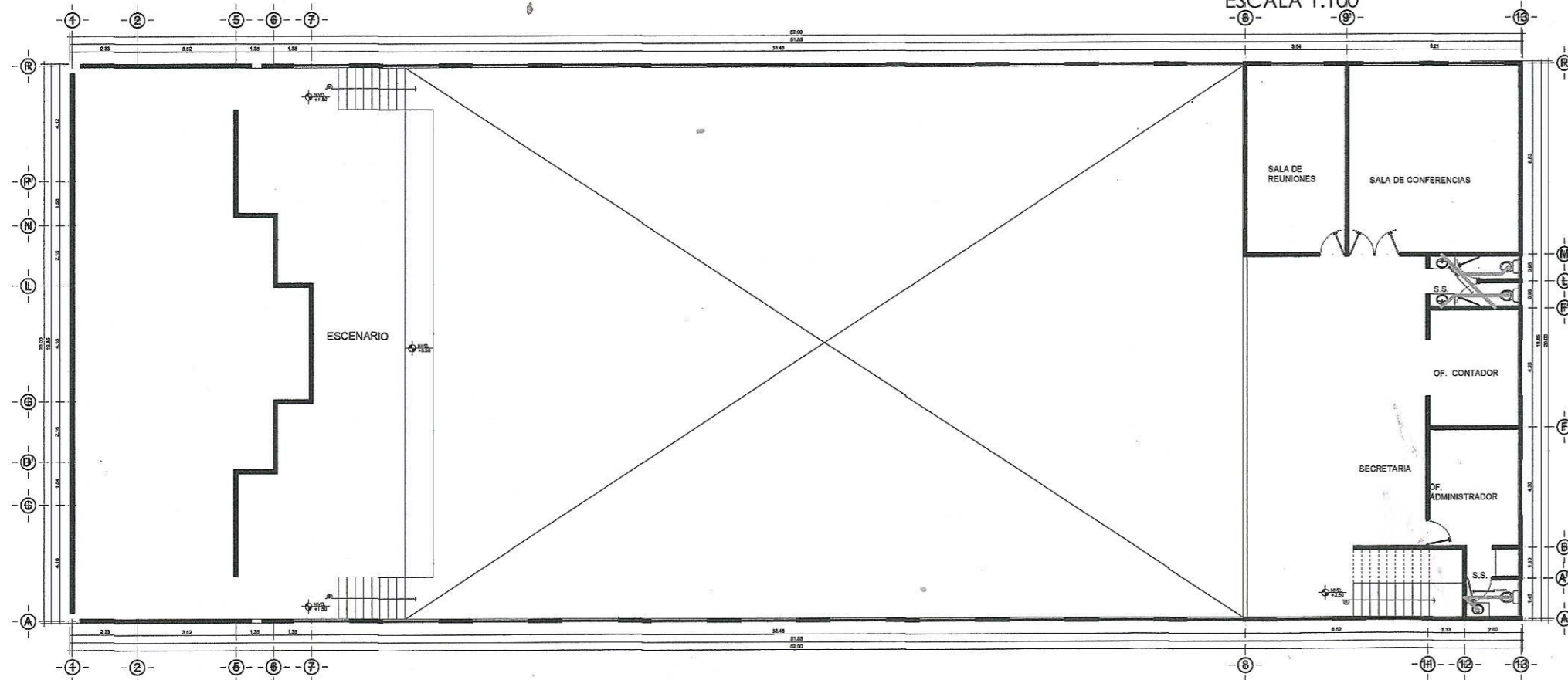
PLANIFICACION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería
 HOJA
 INST 01/07



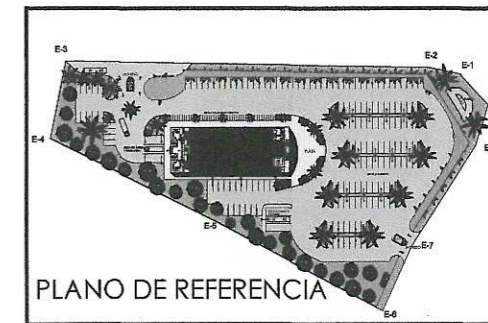
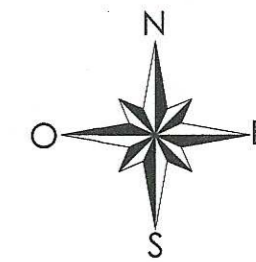
PLANTA BAJA DE INSTALACIONES DE DRENAJES Y PLUVIALES

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA DE INSTALACIONES DE DRENAJES Y PLUVIALES

ESCALA 1:100



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VEE VERTICAL A 90° PVC # INDICADO
	CODEO HORIZONTAL A 45° PVC # INDICADO
	CODEO VERTICAL A 90° PVC # INDICADO
	VA TUBERIA PVC # INDICADO HACIA ABAJO
	INDICA CAJA VER TIPO EN PLANTA
	TUBERIA PVC DE DRENAJE # INDICADO
	TUBERIA PVC DE DRENAJE PLUVIAL # INDICADO
	INDICA DIRECCION DE PENDIENTE Y O TUBERIA

DESARROLLA

REVISIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

MODIFICACIONES

- 01
- 02
- 03
- 04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULÁ, GUATEMALA

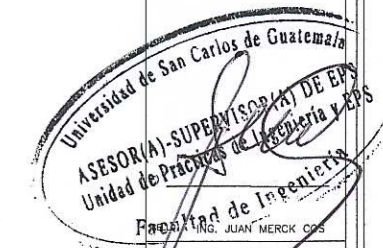
CONTENIDO

PLANTAS DE INSTALACIONES DE DRENAJES Y AGUAS PLUVIALES

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION



HOJA

INST 02/07

15 20

VALVULAS Y CHORROS
 DEBERAN COLOCARSE TODAS LAS VALVULAS DE COMPUERTA Y DE GLOBO QUE APAREZCAN EN LA ACOMETIDA DE LA INSTALACION, QUE SERAN PARA UNA PRESION MINIMA DE TRABAJO DE 125 LB/PULG. 2". TANTO PARA LA INSTALACION DE ACCESORIOS COMO DE VALVULAS, DEBERAN SER ATENCION A OTRAS DE LAS ESPECIFICACIONES DADAS POR EL FABRICANTE.

A. VALVULA DE COMPUERTA:
 SERA DE BRONCE, DE VASTAGO ACERCIENTE, PRUBADA Y MARCADA PARA UNA PRESION DE 125 LB/PULG. 2". TANTO PARA LA INSTALACION DE ACCESORIOS COMO DE VALVULAS, DEBERAN SER ATENCION A OTRAS DE LAS ESPECIFICACIONES DADAS POR EL FABRICANTE.

B. VALVULA DE GLOBO:
 SERA DE BRONCE PRUBADA Y MARCADA PARA UNA PRESION DE 150 LB/PULG. 2". DE FABRICACION AMERICANA O DE OPTIMA CALIDAD SIEMPRE CUANDO LO APRUEBE EL SUPERVISOR DE CHORROS.

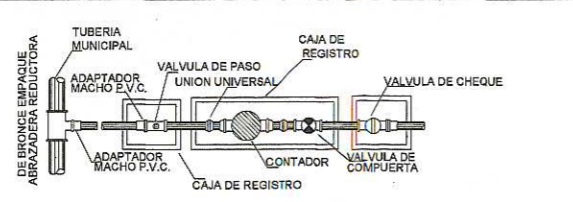
C. CHORRO PARA MANGUERA:
 DEBERA SER MANEJA REMOVIBLE Y BOCA ROSCA, SERAN DE BRONCE DE LA MEJOR CALIDAD EXISTENTE EN EL MERCADO DE VALVULAS DE FLOTES LA VALVULA DE FLOTADOR DEBERA SER DEL TIPO OPERADO CON FLOTES DE CONTROL SEPARADO, CON FLOTE DE CONTROL SEPARADO, CON EXTREMOS BRIDADOS, LA VALVULA DEBERA SER DE HIERRO FUNDIDO CON UNA PRESION DE TRABAJO DE 150 PSI.

INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS
 EN LA INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS DEBERAN TENERSE LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES:

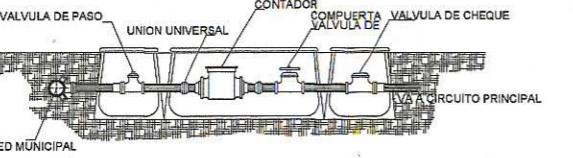
A. ANTES DE SU INSTALACION LAS PIEZAS DEBERAN SER LIMPIADAS DE TIERRA, EXCESO DE PINTURA, ACEITE, POLVO O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE SE ENCUENTRE EN SU INTERIOR O EN LAS JUNTAS.

B. PREVIAMENTE AL TENDIDO DE UN TRAMO DE TUBERIA SE INSTALARAN LOS CRUCEROS DE DICHO TRAMO, COLOCANDOSE TAPAS CIEGAS PROVISIONALES EN LOS EXTREMOS DE ESOS CRUCEROS QUE NO SE CONECTEN DE INMEDIATO. SI SE TRATA DE PIEZAS ESPECIALES CON BRIDA, SE INSTALARA EN ESTA EXTREMIDAD A LA QUE SE SE CONECTARA UNA JUNTA O UNA CAMPANA DE TUBO, SEGUN SE TRATE RESPECTIVAMENTE DEL EXTREMO LIBRE DE TUBERIA O DE LA CAMPANA DE UNA TUBERIA DE MACHO Y CAMPANA. LOS CRUCEROS SE COLOCARAN EN POSICION HORIZONTAL, CON LOS VASTAGOS DE LAS VALVULAS PERFECTAMENTE VERTICALES Y ESTARAN FORNADOS POR LAS CRUCES, CUCOS Y OTRAS PIEZAS ESPECIALES QUE SE DALE EL PROYECTO.

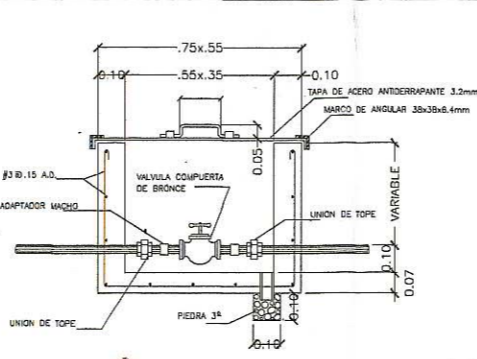
C. LA UNION DE LAS BRIDAS DE LOS ACCESORIOS DEBERA DE EFECTUARSE CUIDADOSAMENTE APRIETANDO LOS TORNILLOS Y TUERCAS EN FORMA DE APLICAR UNA PRESION UNIFORME QUE IMPIDA FUGAS DE AGUA. SI DURANTE LA PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA A QUE SERAN FORNADAS LAS PIEZAS ESPECIALES CONVIENTAMENTE CON LA TUBERIA A QUE SE ENCUENTREN CONECTADAS, SE OBSERVARAN FUGAS, DEBERAN DE DESARMARSE LA JUNTA PARA COLCERLA UNA VEZ DE NUEVO.



PLANTA DE ACOMETIDA DOMICILIAR INST 01 ESCALA 1:15



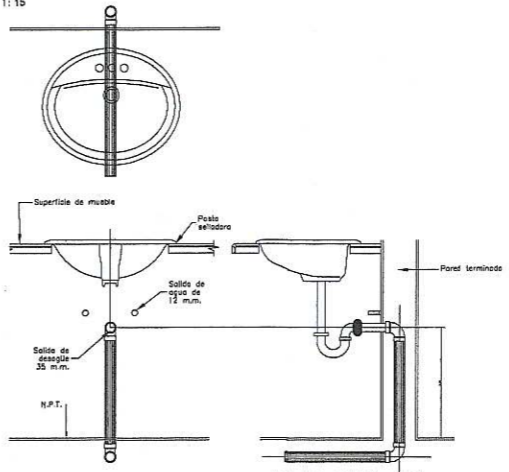
SECCION DE ACOMETIDA DOMICILIAR INST 01 ESCALA 1:15



DETALLE DE CAJA VALVULA INST 01 ESCALA 1:15

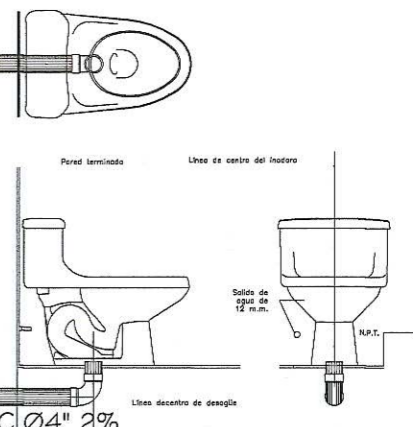
- EN LOS BAÑOS LA TUBERIA DEBE SER PVC 1120, TIPO I, GRADO I, PVC 1120 ASTM D-2241 CEDULA 40 DE 160 P.S.I.
- TODA LA TUBERIA LLEVARA UNA PENDIENTE DE 2% SALVO INDICACION
- VER DETALLES DE INSTALACIONES EN HOJA DE CONJUNTO.
- VER INSTALACIONES DEL CONJUNTO Y DETALLES DE CAJAS DE INSTALACIONES EN HOJAS DE CONJUNTO.
- LOS TUBOS DE VENTILACION GRIS Y NEGRA VAN POR SEPARADO Y SERAN DE PVC DE Ø 2".

Lavatorio Aqualyn
 Código del producto 9020664
 Código anterior 460



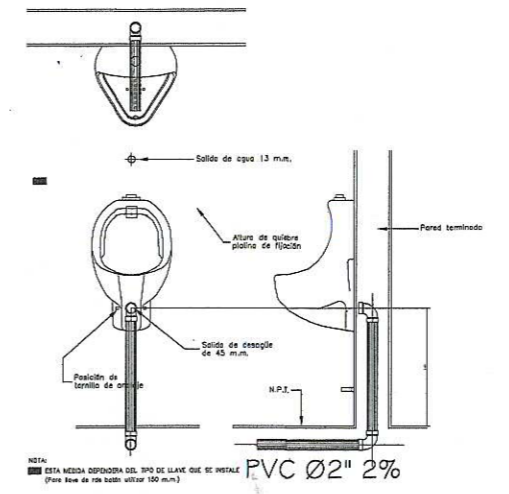
LAVAMANOS PVC Ø2" 2%

Inodoro Hamilton
 Código del producto 2092625
 Código anterior 525

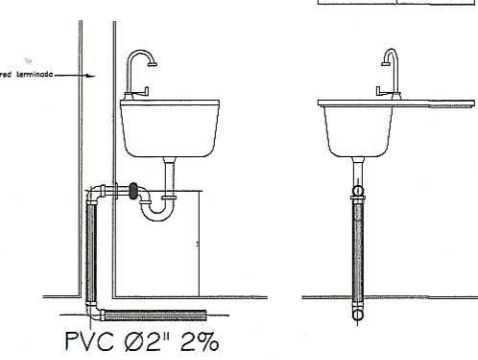


INODORO PVC Ø4" 2%

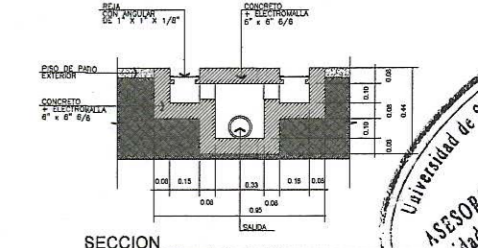
Orinal Artico
 Código del producto 6558607
 Código anterior 307



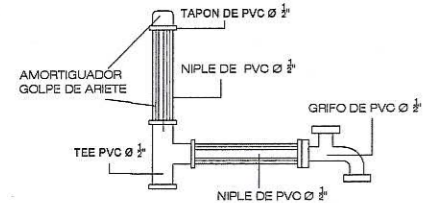
ORINAL PVC Ø2" 2%



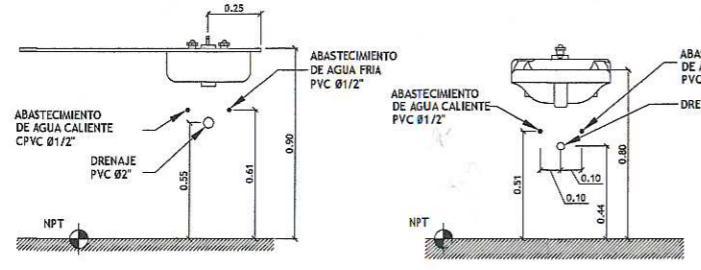
LAVABOS PVC Ø2" 2%



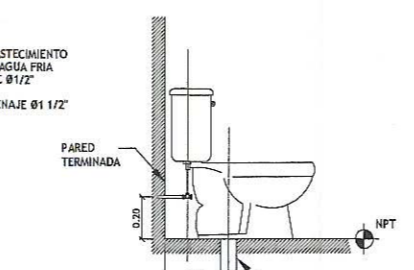
SECCION DE LA CASA REFRIGERADA ESPECIAL



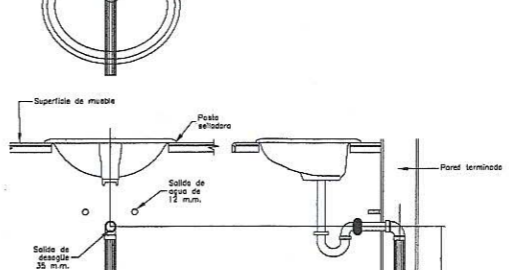
GRIFOS Y AMORTIGUADOR INST 01 ESCALA 1:15



ELEVACION LAVASTASTOS

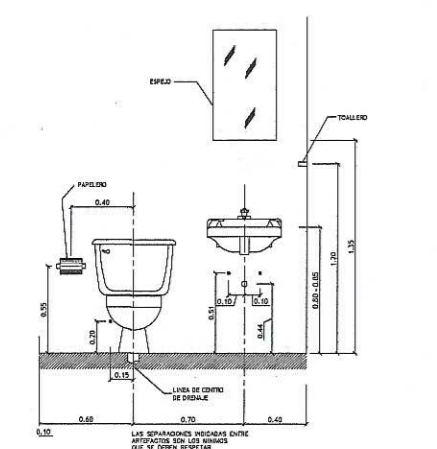


ELEVACION LAVAMANOS

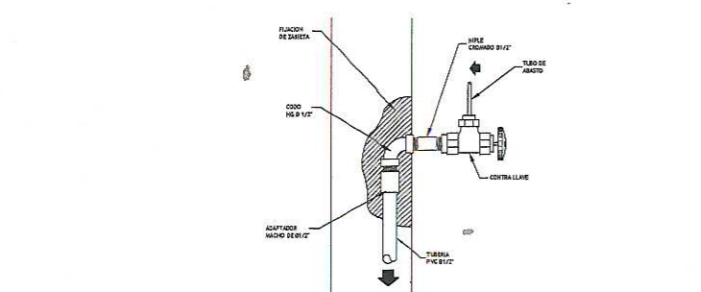


ELEVACION INODORO DE TANQUE

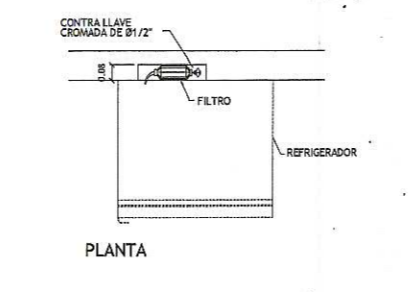
UBICACION DE ACOMETIDAS DE AGUA POTABLE Y DESCARGA DE DRENAJE
 LAVAMANOS, INODORO Y DUCHA



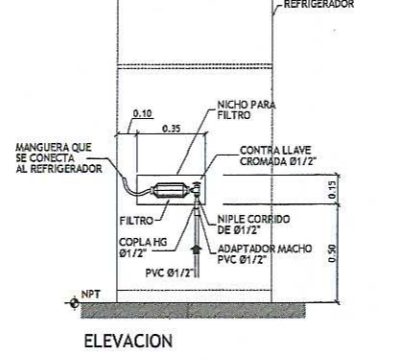
UBICACION DE ARTEFACTOS SANITARIOS INST 01 ESCALA 1:8/E



ACOMETIDA A ARTEFACTOS INST 01 ESCALA 1:8/E



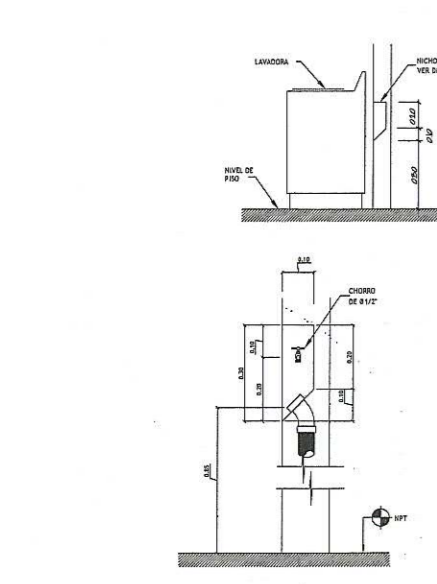
PLANTA



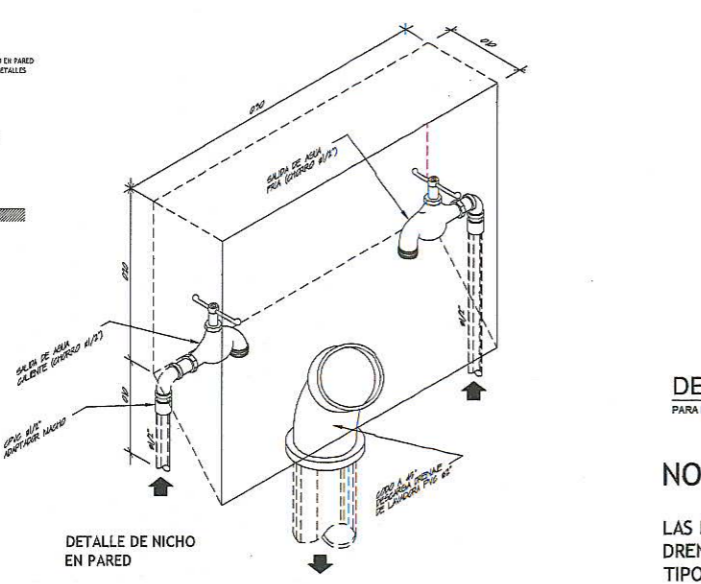
ELEVACION

DETALLE NICHOS DE FILTRO PARA REFRIGERADOR INST 01 ESCALA 1:8/E

NOTAS:
 LAS POSICIONES DE SALIDAS DE AGUA POTABLE Y DRENAJE AQUI INDICADAS, CORRESPONDEN A UN TIPO DETERMINADO DE ARTEFACTOS. DEBERAN USARSE EN EL UNICO CASO QUE NO SE CUENTE CON INFORMACION ESPECIFICA DE LOS ARTEFACTOS QUE SE COLOCARAN.



INSTALACION DE AGUA POTABLE Y DRENAJE INST 01 ESCALA 1:8/E



DETALLE DE NICHOS EN PARED

DESARROLLA

REVISIONES

01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES

01	
02	
03	
04	

PROYECTO

EDIFICACION DE DOS NIVELES Y SALON DE USOS MULTIPLES PARA LA ASOCIACION DE LOS GANADEROS

CHIGUINILA, GUATEMALA

CONTENIDO

DETALLES DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, DRENAJES Y AGUAS PLUVIALES

DIBUJO

RAUL HERRERA

DISENO

RAUL HERRERA

ESCALA

INDICADA

FECHA

SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

ASESORIA SUPERVISORIA DE EPS

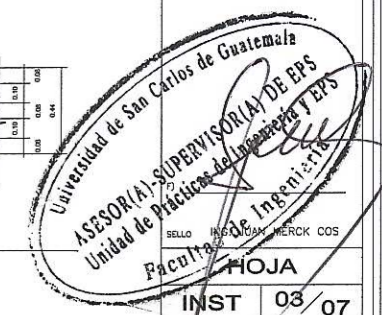
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

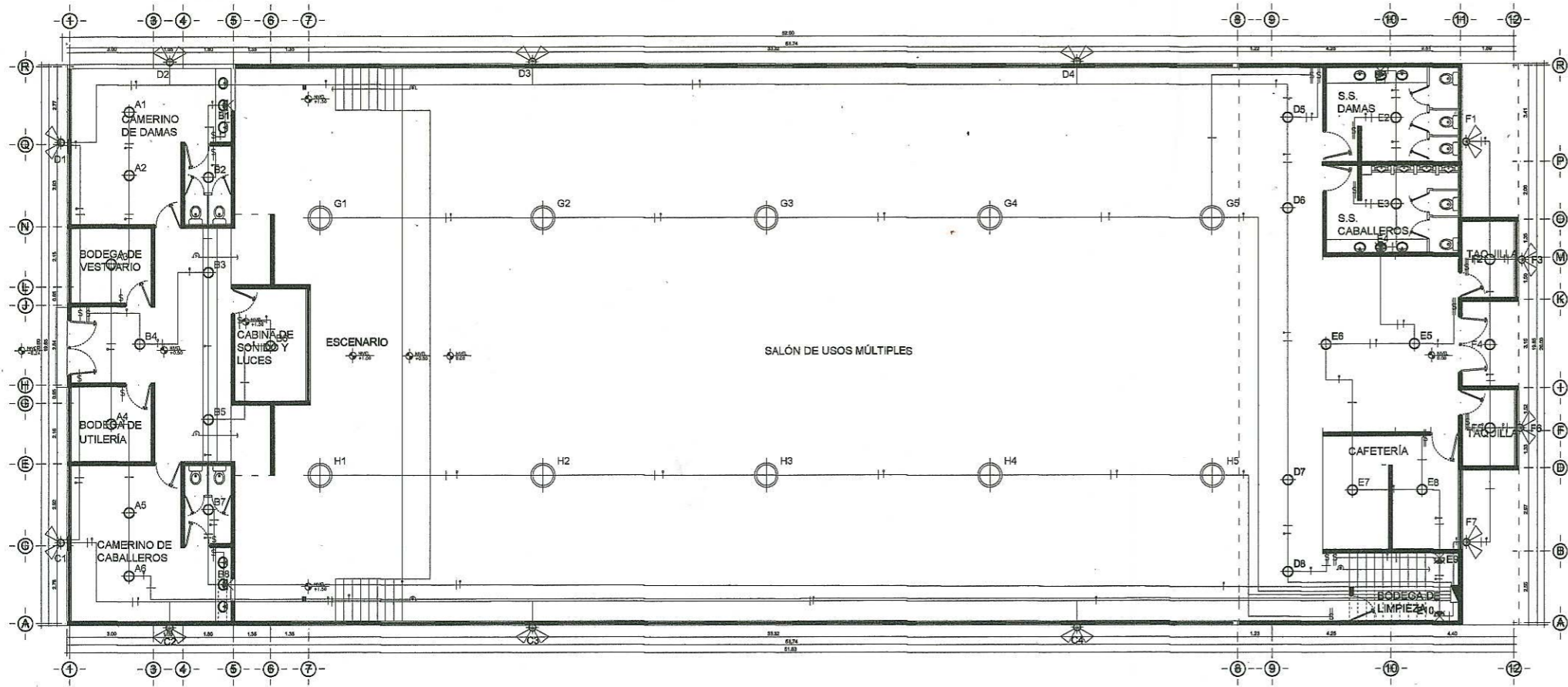
SELO INSTITUCIONAL MERCK COS

HOJA

INST 03/07

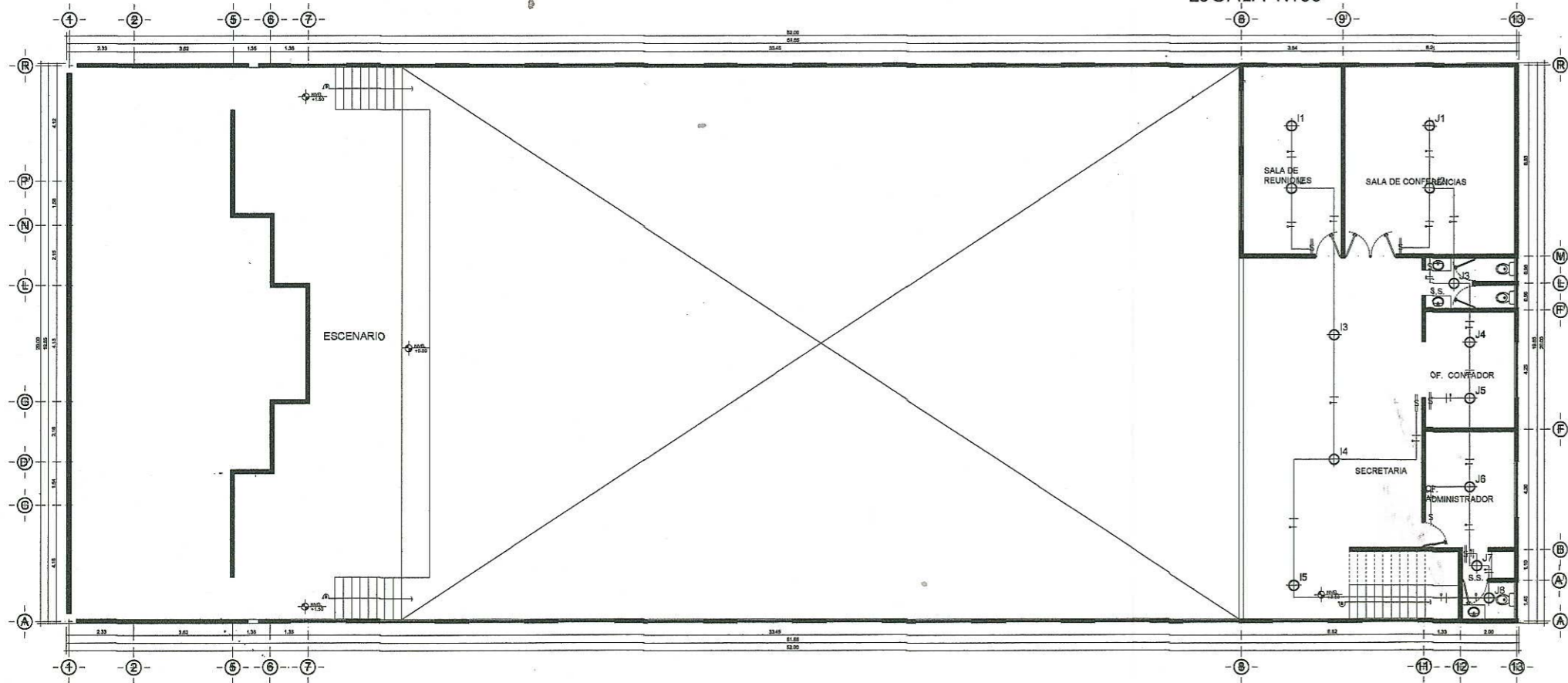
16 20





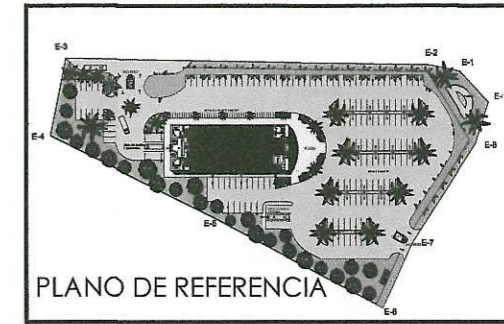
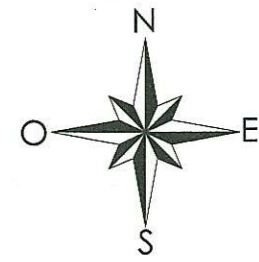
PLANTA BAJA INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

ESCALA 1:100



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION.
	REFLECTOR DOBLE
	LAMPARA TIPO PLAFONERA EN CIELO
	LAMPARA TIPO PLAFONERA EN PARED
	LAMPARA TIPO OJO DE BUEY GIRRIGIBLE
	INDICA PVC ELECTRICO EN CIELO Ø 3/4".
	INTERRUPTOR SIMPLE.
	INTERRUPTOR DOBLE.
	INTERRUPTOR TRIPLE.
	INTERRUPTOR TREE WAY.
	INDICA LINEA VIVA COLOR NEGRO #12 THHN O INDICADO.
	INDICA LINEA NEUTRA COLOR BLANCO #12 THHN O INDICADO.
	INDICA LINEA DE RETORNO COLOR AMARILLO #12 THHN O INDICADO.
	INDICA LINEAS DE FUERTE COLOR AZUL #12 THHN O INDICADO.

DESARROLLA

REVISIONES

NO.	FECHA	DESCRIPCION
01		
02		
03		
04		

MODIFICACIONES

NO.	FECHA	DESCRIPCION
01		
02		
03		
04		

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIGUMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS DE INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

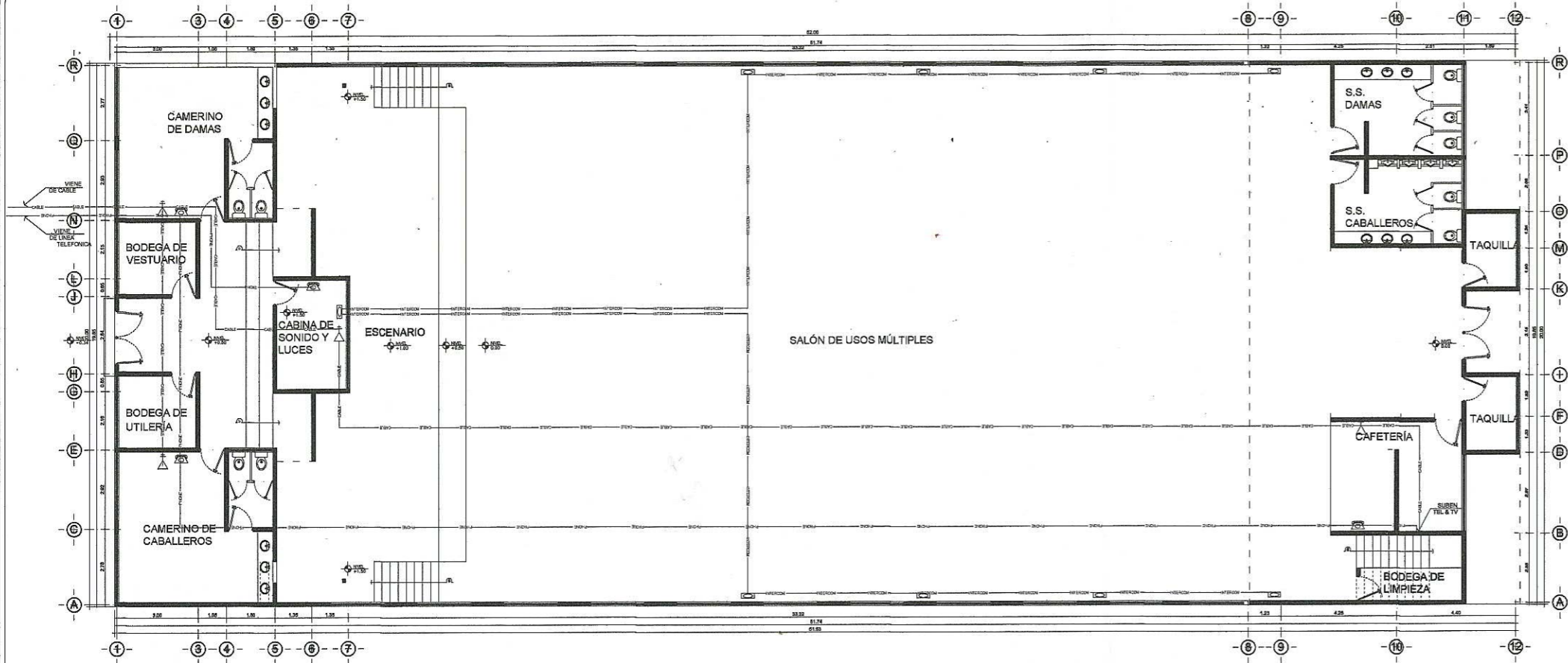
PLANIFICACION



HOJA

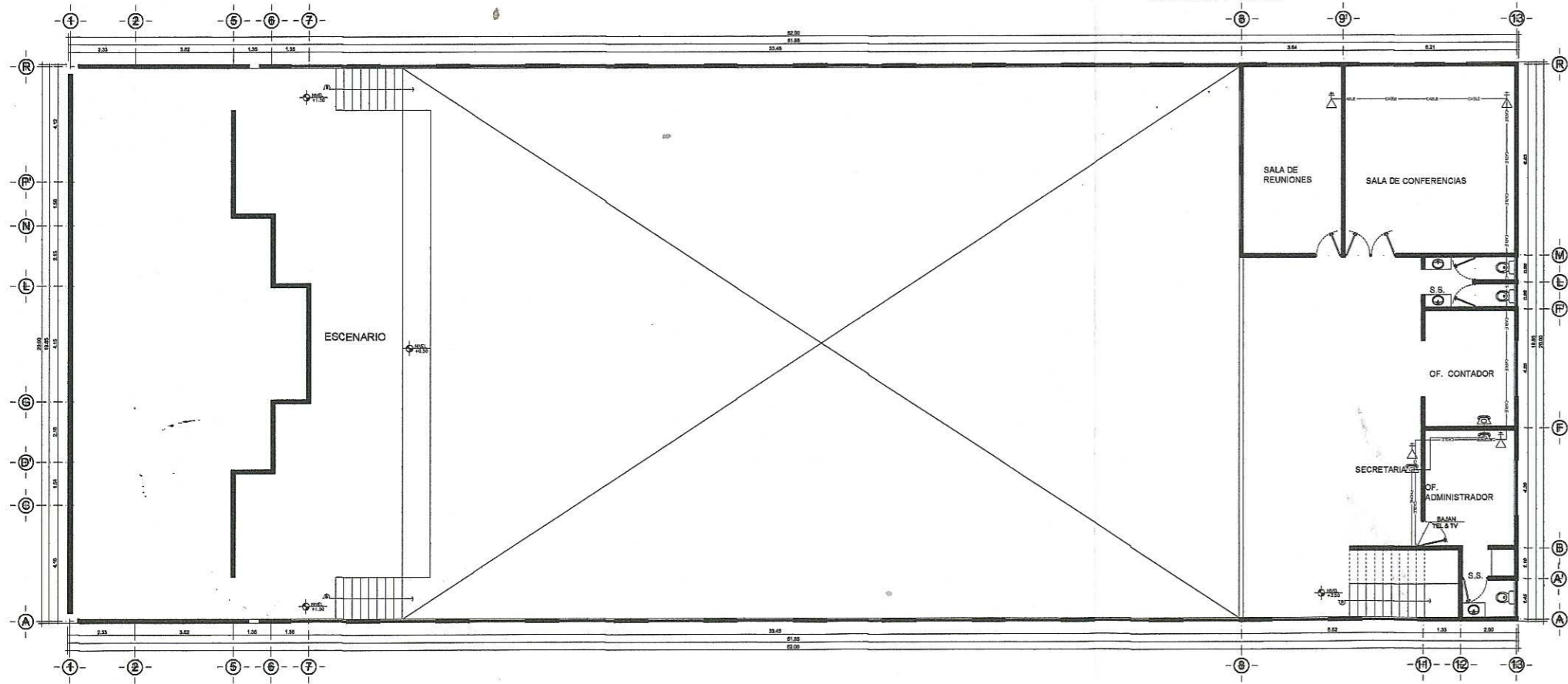
INST 04/07

17 20



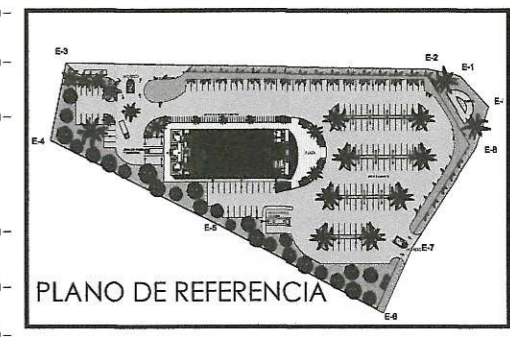
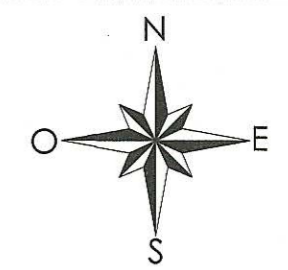
PLANTA BAJA INSTALACIONES ESPECIALES

ESCALA 1:100



PLANTA ALTA INSTALACIONES ESPECIALES

ESCALA 1:100



DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

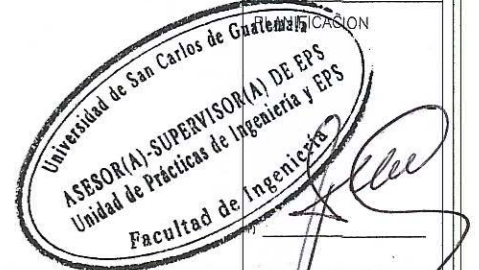
CHIGUIMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTAS DE INSTALACIONES ESPECIALES

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION



SELO ING JUAN MERCK COS

HOJA

INST 06/07

19 20

DESARROLLA

REVISIONES

01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES

01	
02	
03	
04	

PROYECTO

EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS GANADEROS

CHIMULÁ, GUATEMALA

CONTENIDO

DETALLES DE INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN, FUERZA Y ESPECIALES

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

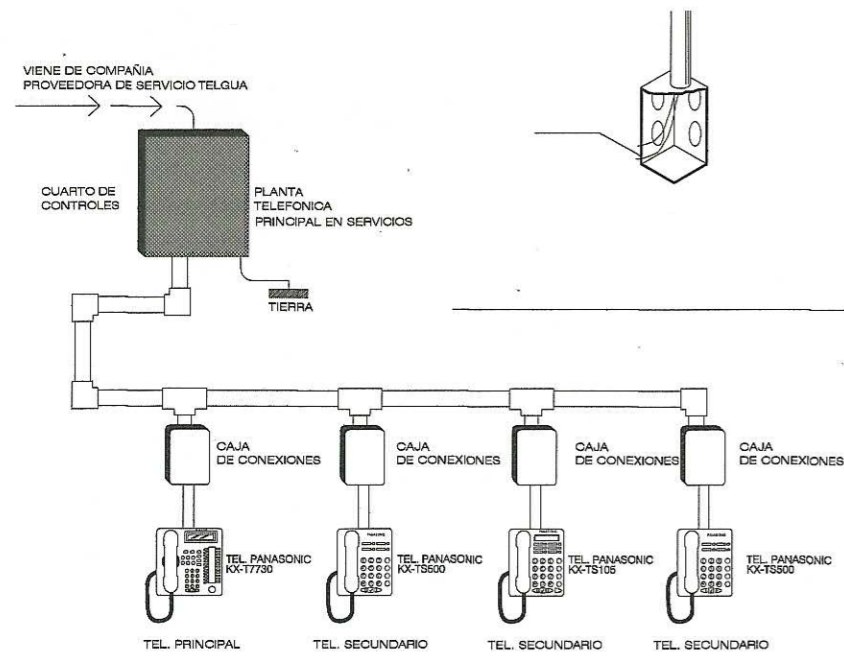
PLANIFICACION

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 Facultad de Ingeniería
 ING. JUAN MERCK COS

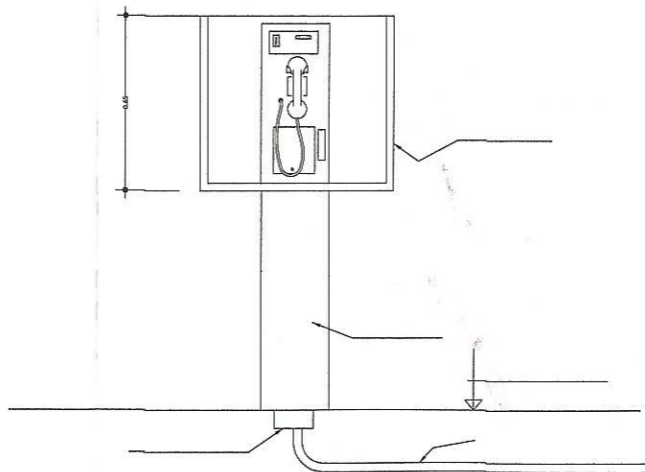
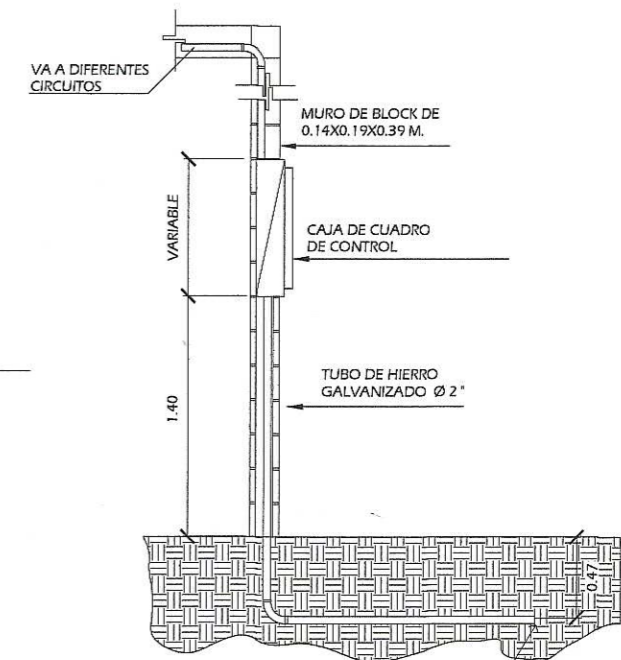
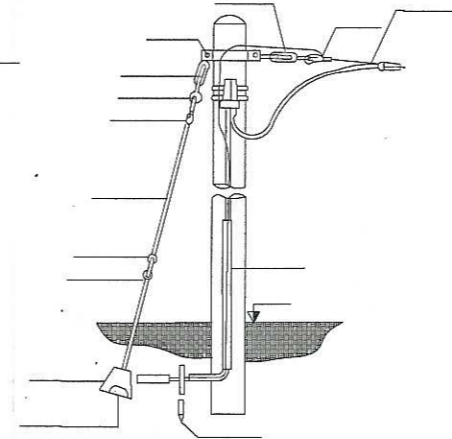
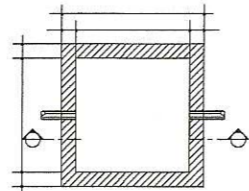
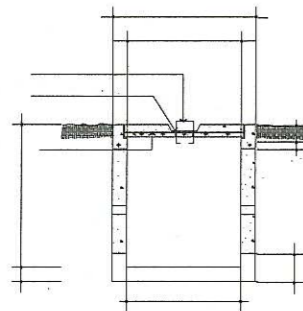
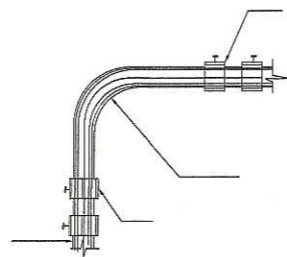
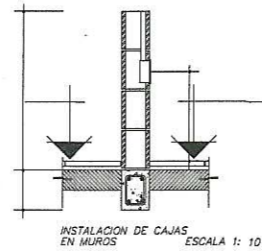
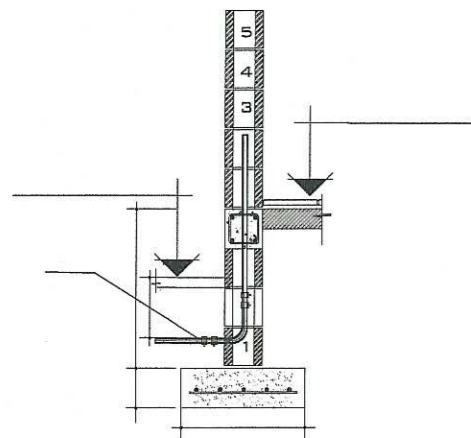
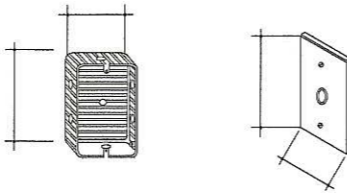
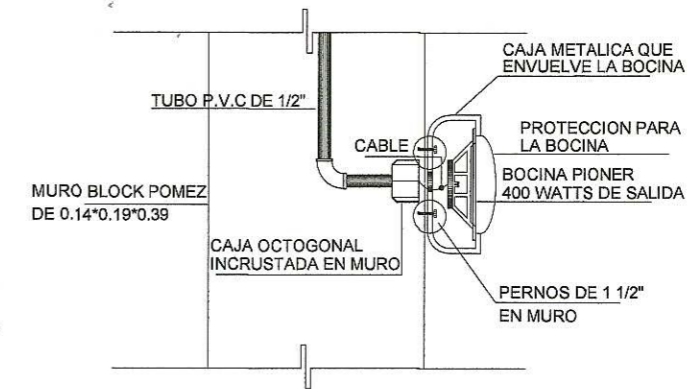
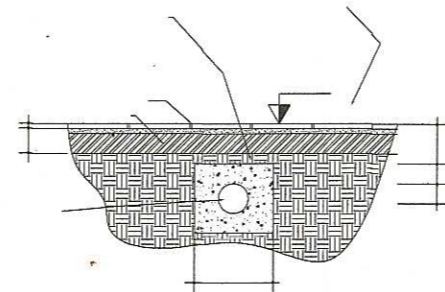
HOJA

INST 07/07

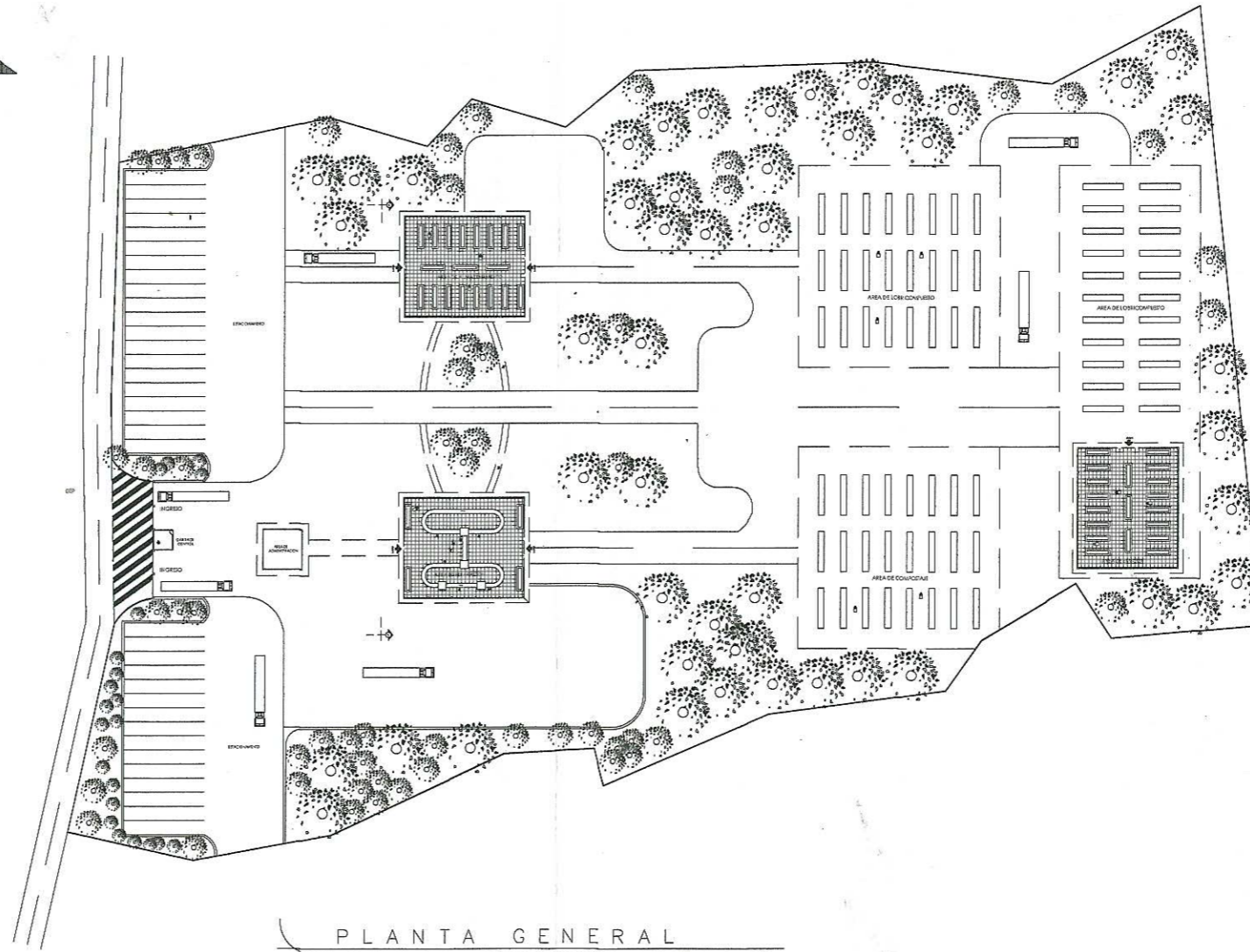
20 20



LA INSTALACION FUNCIONARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
 ---LA ACOMETIDA ENTRARA DIRECTA A LA PLANTA TELEFONICA, DONDE SALDRAN TODAS LAS EXTENSIONES TANTO DEL MODULO 1 AL 5



VIENE DE ACOMETIDA Y PLANTA DE EMERGENCIA



PLANTA GENERAL

ESCALA 100/400

DESARROLLA

REVISIONES

01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES

01	
02	
03	
04	

PROYECTO

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS

CHIJINULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTA GENERAL DE RECICLADORA

DIBUJO RAUL HERRERA

DISÑO RAUL HERRERA

ESCALA INDICADA

FECHA SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE E.P.S.
 Unidad de Prácticas de Ingeniería / E.P.S.
 Facultad de Ingeniería
 JUAN MERCK COS
 HOJA

INST 07/07

1 5



DESARROLLA

REVISIONES

01	
02	
03	
04	

MODIFICACIONES

01	
02	
03	
04	

PROYECTO

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS

CHIMULÁ, GUATEMALA

CONTENIDO

CORTES Y ELEVACIONES

DIBUJO

RAUL HERRERA

DISÑO

RAUL HERRERA

ESCALA

INDICADA

FECHA

SEPTIEMBRE 2013

OBSERVACIONES

APROBACION Y REVISION

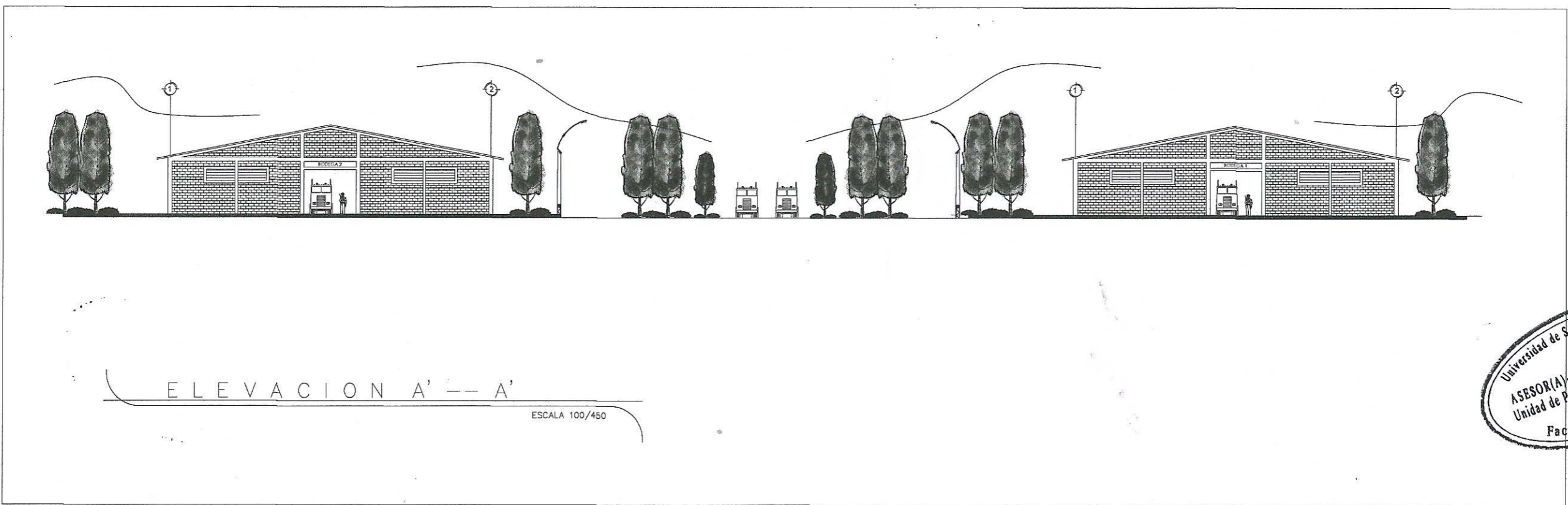
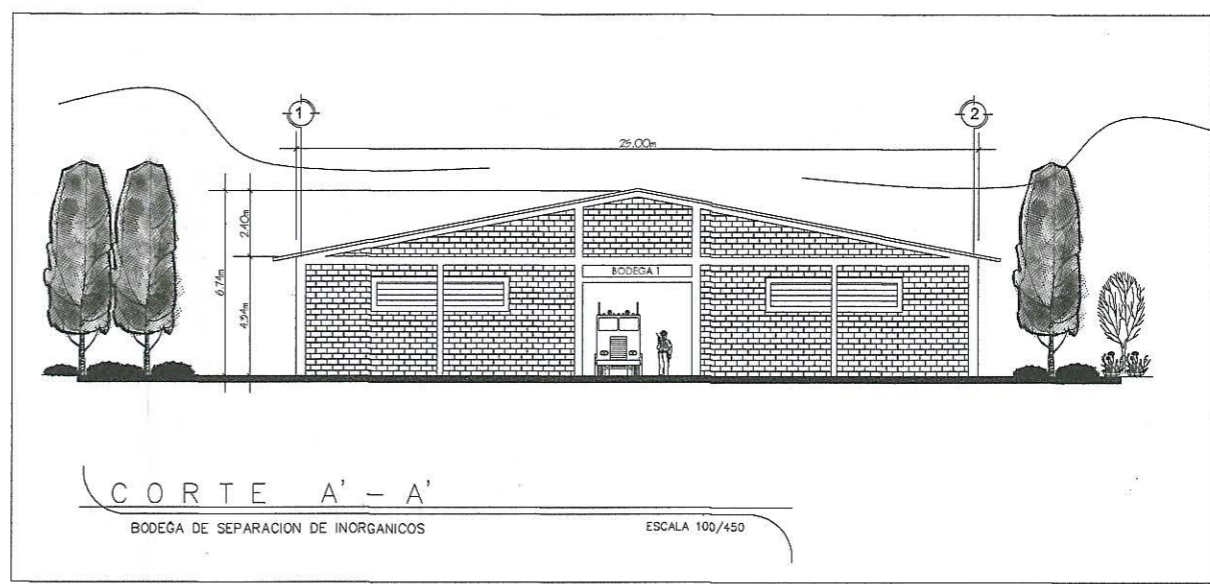
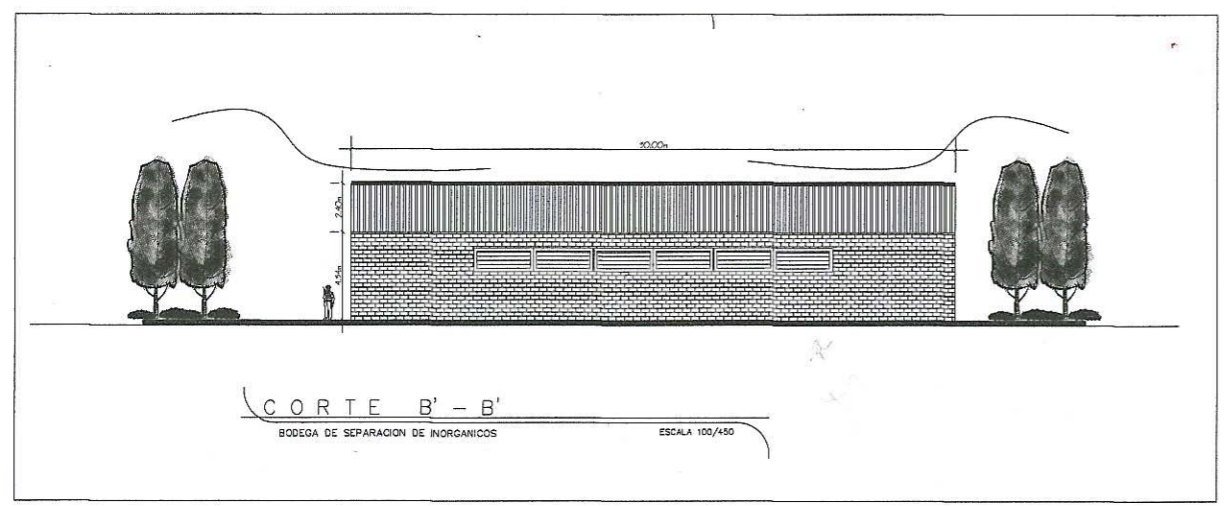


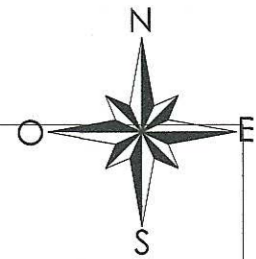
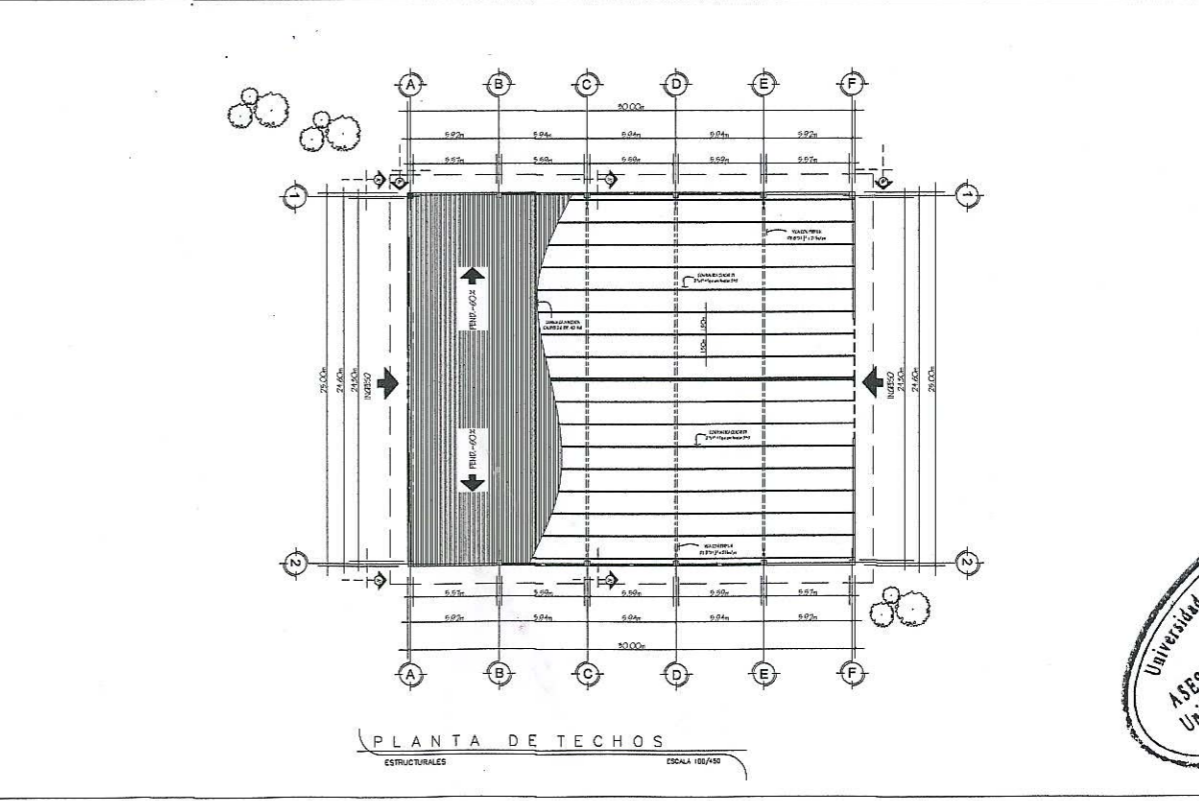
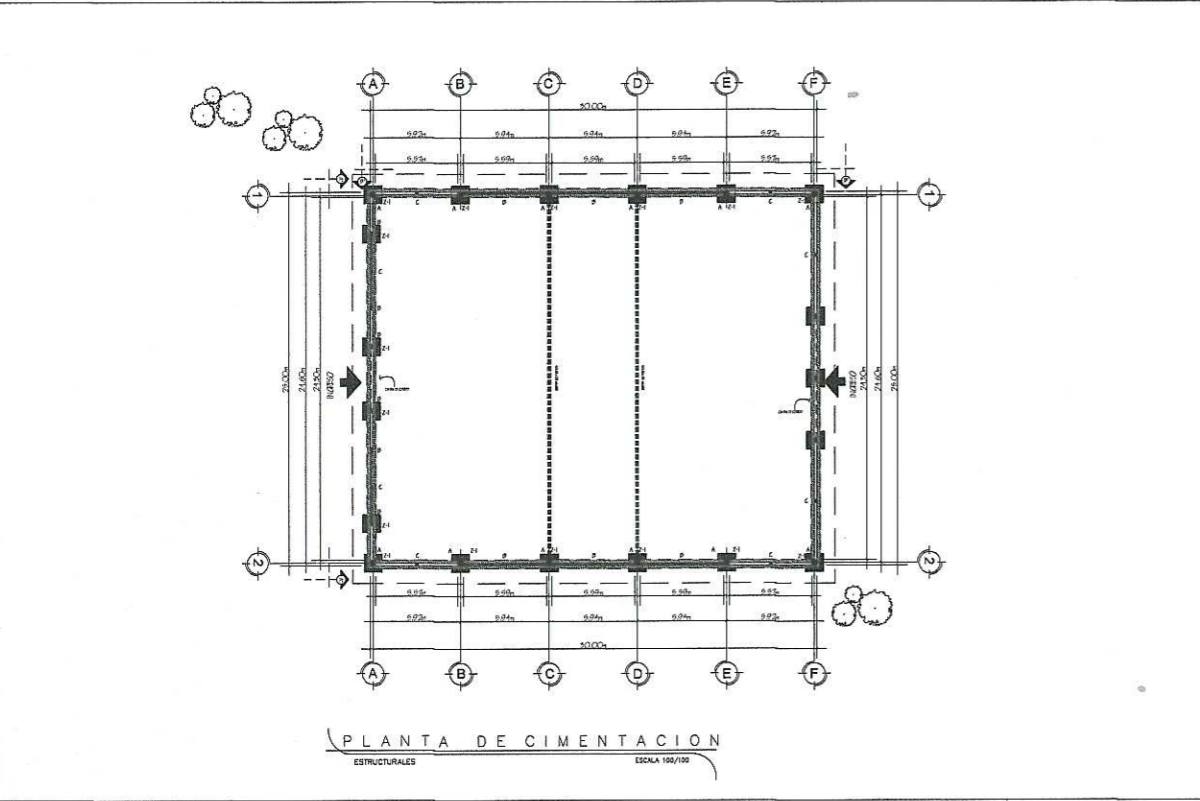
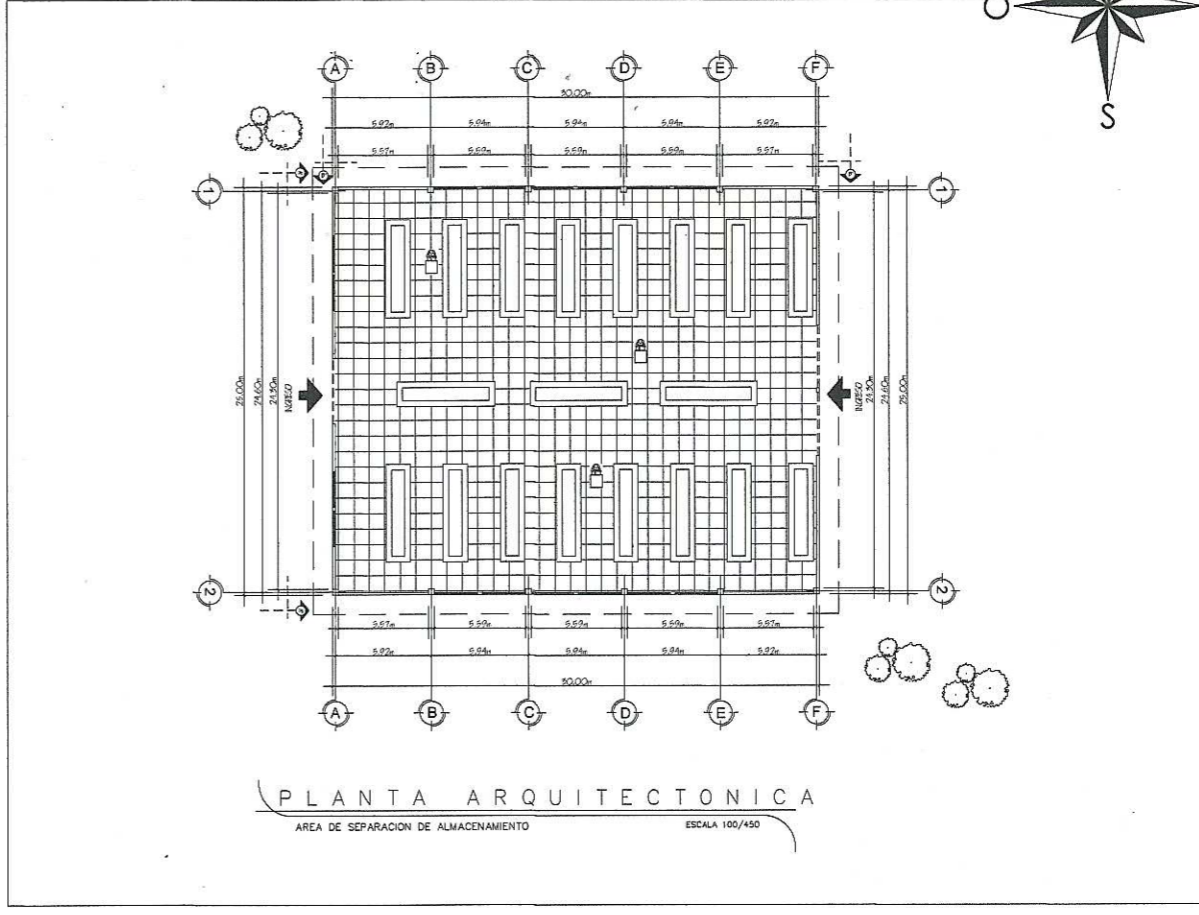
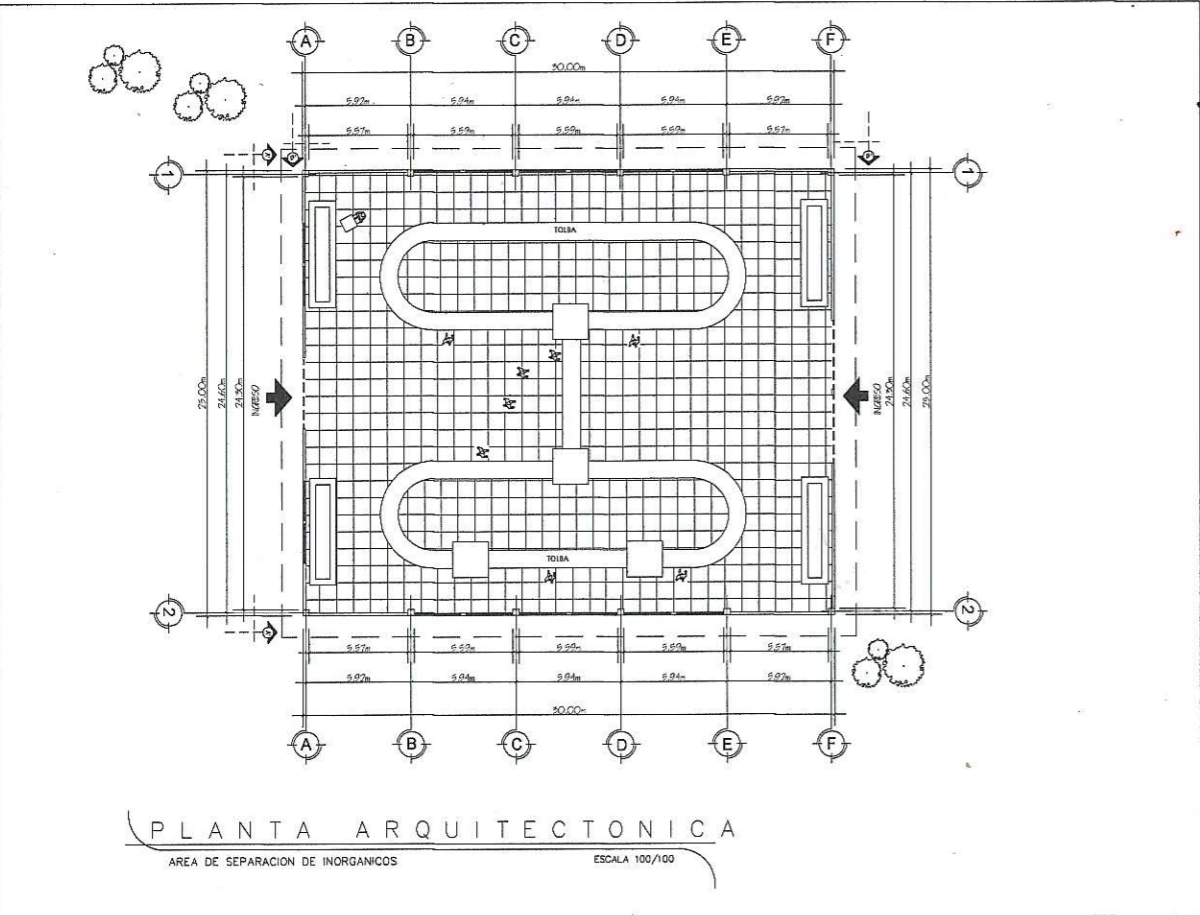
SELLO ING. JUAN MERCK COS

HOJA

ARQ 09/09

2 5





DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS

CHIGUIMULA, GUATEMALA

CONTENIDO

PLANTA AMUEBLADA Y DETALLES DE ESTRUCTURA

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

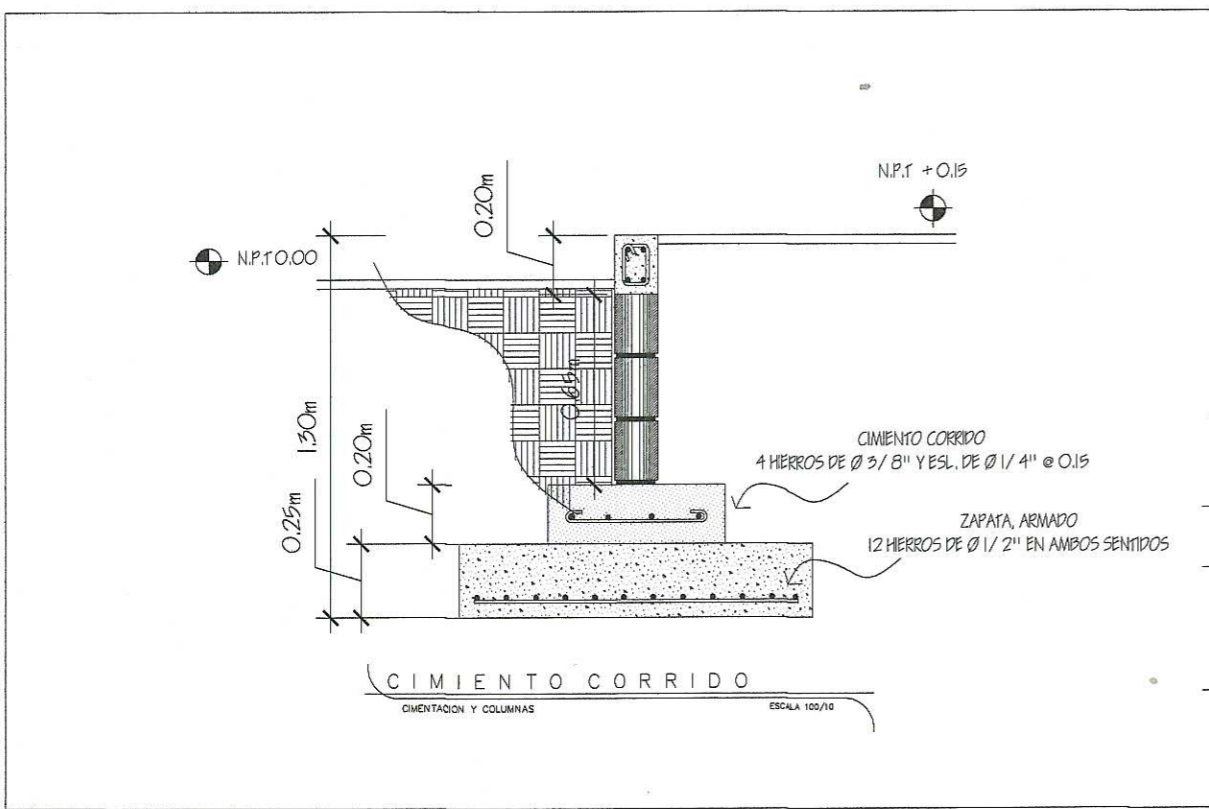
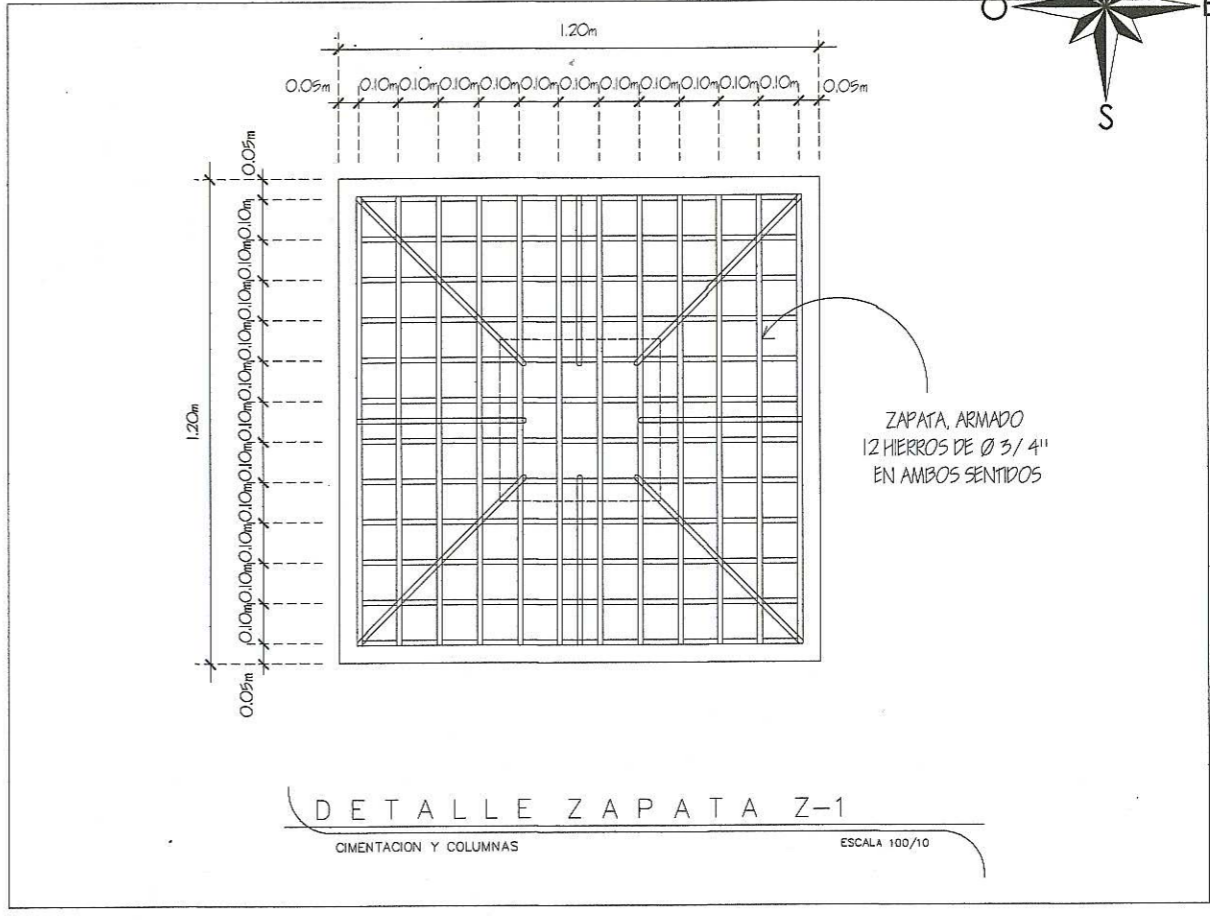
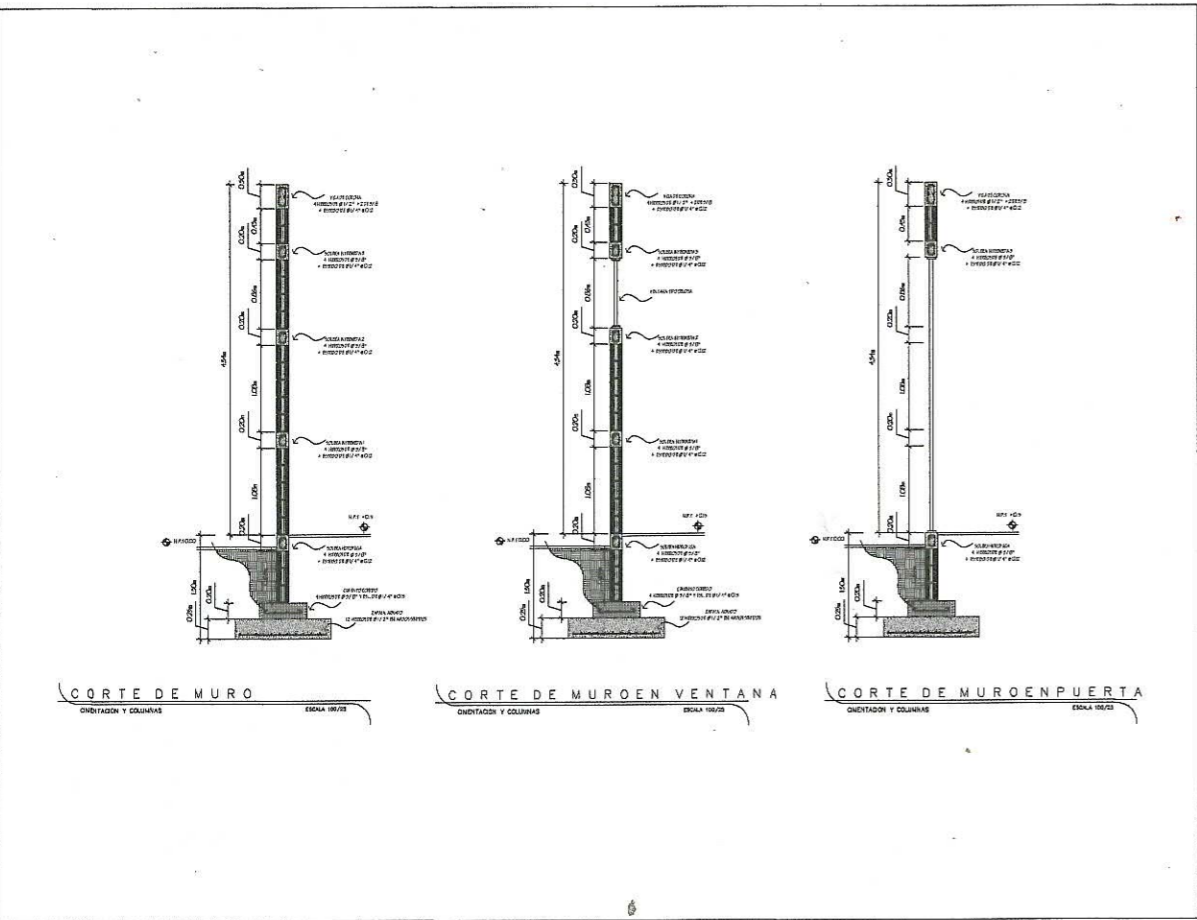
PLANIFICACION



HOJA

ARQ 09/09

3 5



ESPECIFICACIONES

CEMENTO: PORTLAND TIPO I AC0075
 ACERADO FINO: ARENA DE RIO LIMA Y LEVANTE DE
 ARENISA ORGANICA
 ACERADO GROSSO: PUEBLO RESISTIDO DE 8/4" LIMA,
 Y LEVANTE DE ARENIZAS
 AGUA: LIMPA Y CLARA, SIN SUSANCIAS QUIMICAS
 ACERO: LEGITIMO EN FORMA DE BARRAS A-283C
 CANTONERO ARMADO: PROPORCION 1:2.17-2.30cm/seg
 MARIPOSA: BLOQUE PRECÓN 296G/1 UNZ CUB*0.30*0.40cm

TRASAPES Y ANCLAJES DEL ACERO DE REFUERZO

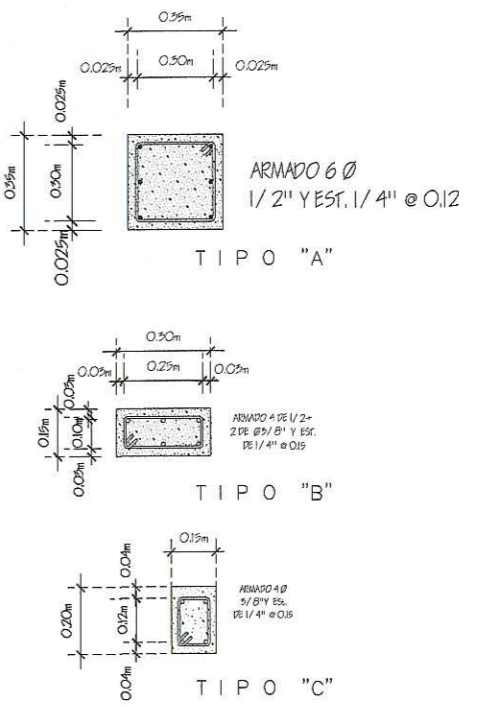
REFUERZO	TRASAPE EN COLUMNAS	TRASAPE EN LOSAS Y VIGAS	ANCLAJES	CONSERVACIONES
3/8"	0.30	0.40	0.30	REGLAR COMO MARRAS EN VOLADIZOS REFORZADOS PARA LA BARRA DE REFORZADO EN LA ZONA DE BARRAS
1/2"	0.40	0.50	0.40	NO REGLAR EN ENTRECANALADIZOS
5/8"	0.50	0.70	0.50	REGLAR EN ENTRECANALADIZOS EN ENTRECANALADIZOS
3/4"	0.60	0.80	0.60	REGLAR EN ENTRECANALADIZOS EN ENTRECANALADIZOS

PLANILLA DE COLUMNAS

COLUMNA	DIMENSIONES
TPOA	0.35*0.35
TPOB	0.15*0.30
TPOC	0.15*0.20

PLANILLA DE ZAPATAS

ZAPATA	DIMENSIONES
	1.20*1.20



Universidad de San Carlos de Guatemala
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

DESARROLLA

REVISIONES

NO	FECHA	CONTENIDO
01		
02		
03		
04		

MODIFICACIONES

NO	FECHA	CONTENIDO
01		
02		
03		
04		

PROYECTO

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS
 CHIMULULA, GUATEMALA

CONTENIDO

DETALLES DE CIMENTO, ARMADOS DE COLUMNAS Y VIGAS

DIBUJO: RAUL HERRERA
 DISEÑO: RAUL HERRERA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: SEPTIEMBRE 2013
 OBSERVACIONES:

APROBACION Y REVISION

PLANIFICACION

HOJA
 ARQ 09/09
 4 5

DESARROLLA

REVISIONES

01
02
03
04

MODIFICACIONES

01
02
03
04

PROYECTO

PROPUESTA DE MEJORA AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS

CHIMULULA, GUATEMALA

CONTENIDO

DETALLE DE ESTRUCTURA Y UBICACION DE PROYECTO

DIBUJO	RAUL HERRERA
DISEÑO	RAUL HERRERA
ESCALA	INDICADA
FECHA	SEPTIEMBRE 2013
OBSERVACIONES	

APROBACION Y REVISION

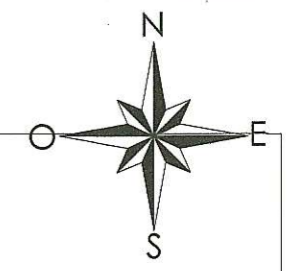
PLANIFICACION



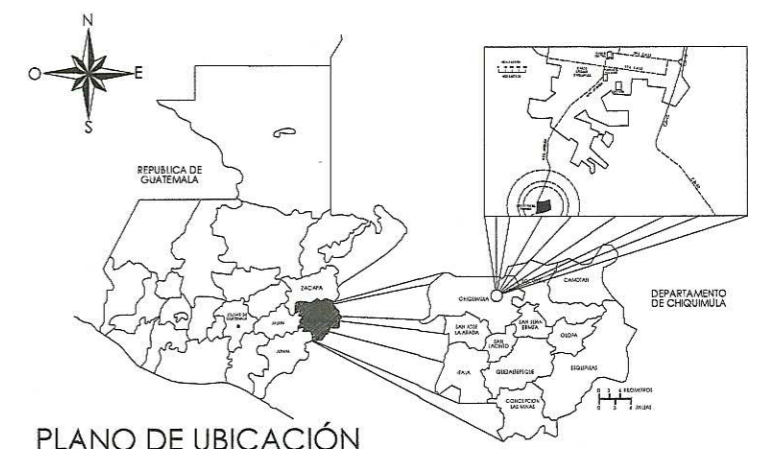
HOJA

ARQ 09/09

5 5

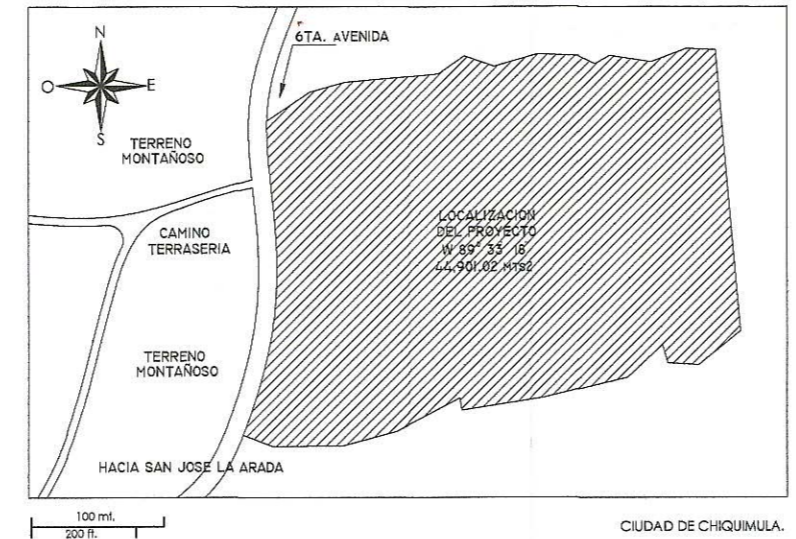


REPUBLICA DE GUATEMALA
MUNICIPIO DE CHIMULULA
CHIMULULA
CIUDAD DE CHIMULULA.

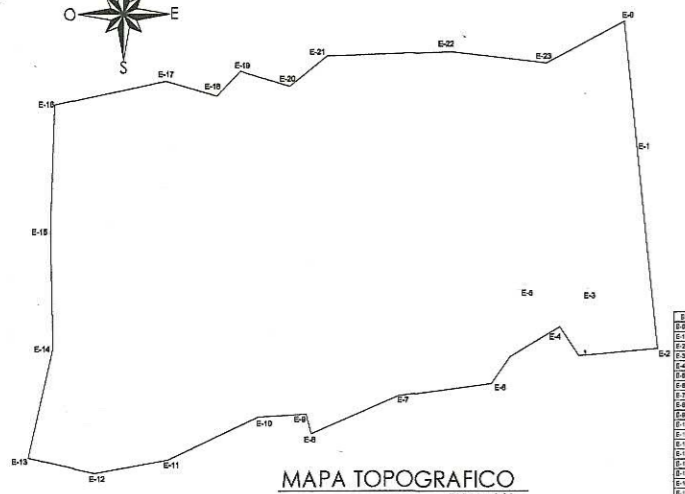


PLANO DE UBICACIÓN

MAPA DE LOCALIZACION
ESCALA GRAFICA



CIUDAD DE CHIMULULA.

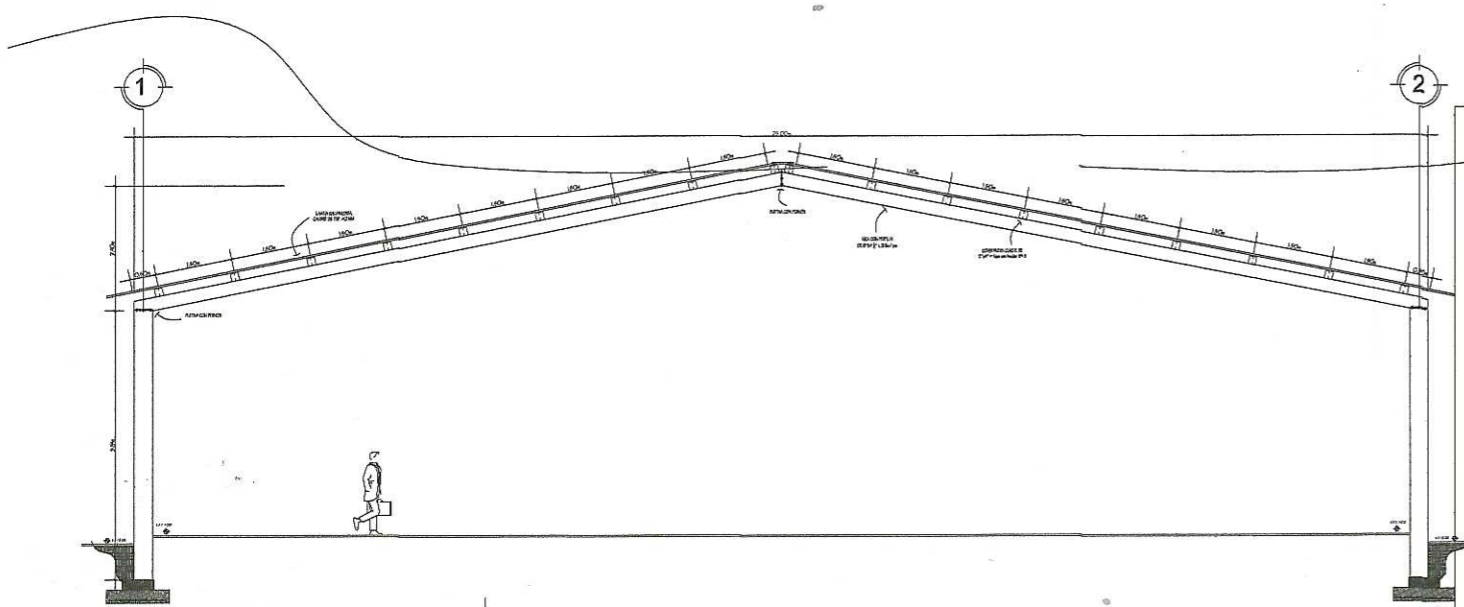


MAPA TOPOGRAFICO
ESCALA 1:10

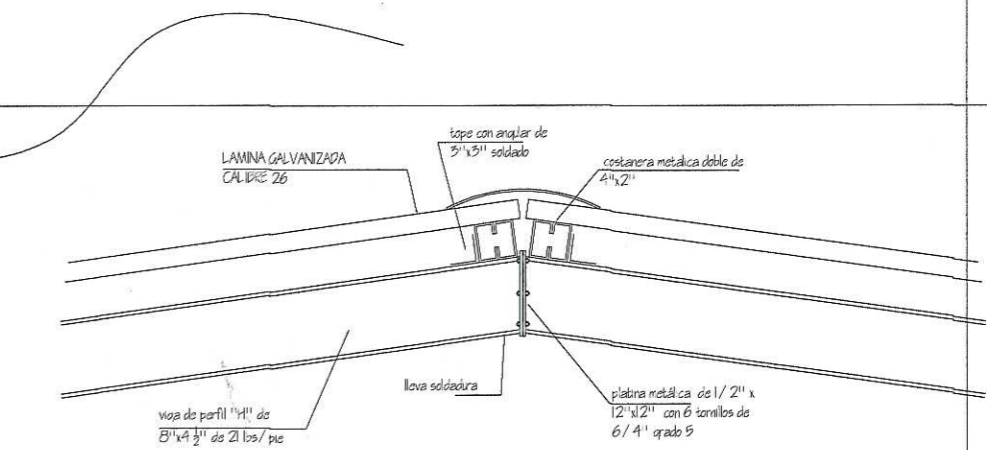
EST.	PUN.	ALTIMETRIA	DIST. (m)
E-1	E-1	114.1800	00.00
E-1	E-2	110.1200	80.11
E-2	E-3	106.0600	79.98
E-3	E-4	102.0000	18.30
E-4	E-5	107.9400	27.50
E-5	E-6	113.8800	11.34
E-6	E-7	119.8200	44.21
E-7	E-8	125.7600	44.21
E-8	E-9	131.7000	9.33
E-9	E-10	137.6400	23.53
E-10	E-11	143.5800	47.43
E-11	E-12	149.5200	34.62
E-12	E-13	155.4600	33.18
E-13	E-14	161.4000	83.30
E-14	E-15	167.3400	51.03
E-15	E-16	173.2800	88.33
E-16	E-17	179.2200	65.71
E-17	E-18	185.1600	25.34
E-18	E-19	191.1000	16.17
E-19	E-20	197.0400	24.48
E-20	E-21	202.9800	23.88
E-21	E-22	208.9200	88.88
E-22	E-23	214.8600	45.30
E-23	E-24	220.8000	41.74

AREA = 44,501.82 m²

100 m.
200 ft.



ELEVACION A - A
ESTRUCTURALES
ESCALA 100/50



ELEVACION A - A
ESTRUCTURALES
ESCALA 100/50

LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 26
tope con anclaje de 5" x 3" soldado
costanera metalica doble de 4" x 2"
Viga de perfil "H" de 8" x 4 1/2" de 2 lbs/ pie
leña soldadura
platina metalica de 1/2" x 12" x 12" con 6 tornillos de 6/4" grado 5