



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

**DISEÑO DE SALÓN COMUNAL ALDEA NUEVA LIBERTAD Y DISEÑO
DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AL REGARGAR DEL
MUNICIPIO DE EL ADELANTO, JUTIAPA**

Raúl Samuel Lemus Colocho

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SALÓN COMUNAL ALDEA NUEVA LIBERTAD Y DISEÑO DE
PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AL REGARGAR DEL MUNICIPIO DE EL
ADELANTO, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RAÚL SAMUEL LEMUS COLOCHO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:
VOCAL II: Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Zelada
VOCAL IV: Br. Keneth Issur Estrada
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR: Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE SALÓN COMUNAL ALDEA NUEVA LIBERTAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AL REGARGAR DEL MUNICIPIO DE EL ADELANTO, JUTIAPA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 1 de septiembre de 2005.

Raúl Samuel Lemus Colocho

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS NUESTRO SEÑOR

Gracias por las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.

MIS PADRES

Raúl Lemus Hernández
Consuelo Elizabeth Colocho Siliezar
Por iluminarme en el camino correcto de la vida y por el sacrificio realizado para obtener éste triunfo.

MIS HERMANAS

Reyna Elizabeth Lemus Colocho
Vivian Guisela Lemus Colocho
Sinthia Patricia Lemus Colocho
Gracias por su apoyo incondicional.

MIS SOBRINOS

Que este trabajo sea un ejemplo para alcanzar sus metas y logros en la vida.

MI CUÑADO

Héctor Amilcar Cámara

MIS TÍOS

PRIMOS

USTED

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Ing. Francisco Ramos

Ing. Ronald Galindo

Municipalidad de El Adelanto, Jutiapa

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Roberto Sequén

Alejandro Gudiel

Oswaldo Flores

Marco Menéndez

Cólver Muralles

Ferdy Juarez (Q.E.P.D)

Mélvín Axpuc

Ronald Gómez

Samuel Colocho

Pablo Carrillo

Todas las personas que de una u otra forma han colaborado para elaborar éste trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1 MONOGRAFÍA DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN

1.1	Descripción geográfica del municipio de El Adelanto	1
1.2	Población	4
1.3	Aspectos climáticos	6
1.4	Aspectos sociales	6
1.5	Suelo y topografía	7
1.6	Condiciones sanitarias existentes	8
1.6.1	Disposición de excretas	8
1.6.2	Abastecimiento de agua potable	9
1.7	Energía Eléctrica	9
1.8	Materiales de construcción	10
1.9	Vías de comunicación	11
1.10	Servicios Públicos	12
1.11	Producción	12
1.12	Descripción física de las aldeas de El Adelanto	13
1.12.1	Aldea El Trapiche	13
1.12.2	Aldea Nueva Libertad	14
1.12.3	Aldea El Zarón	14
1.12.4	Aldea Chinamas	15
1.12.5	Caserío El Ixcanalar	15
1.12.6	Caserío Las Trojas	16
1.12.7	Caserío Cerro de Piedra	16
1.12.8	Caserío Los Godoy	16

2 DISEÑO DE SALÓN COMUNAL ALDEA NUEVA LIBERTAD, EL ADELANTO JUTIAPA

2.1	Estudio de suelos para cimentaciones	17
2.1.1	Valor soporte del suelo	17
2.2	Diseño de salón comunal	18

2.2.1	Diseño arquitectónico	18
2.2.2	Distribución de espacios	19
2.2.3	Alturas	19
2.2.4	Tipo de estructura	20
2.2.5	Análisis Estructural	21
	2.2.5.1 Predimensionamiento de elementos estructurales	21
	2.2.5.2 Cargas de diseño	21
2.2.6	Diseño estructural	23
	2.2.6.1 Diseño de cubierta (techo)	23
	2.2.6.2 Diseño de vigas	38
	2.2.6.3 Diseño de columnas	40
	2.2.6.4 Diseño de cimiento (zapata)	43
2.3	Presupuesto	48
	2.3.1 Cronograma de ejecución	50

3 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AL REGARGAR DEL MUNICIPIO DE EL ADELANTO

3.1	Levantamiento topográfico	51
	3.1.1 Planimetría	51
	3.1.2 Altimetría	51
	3.1.2.1 Nivelación	52
	3.1.3 Diseño en planta	52
	3.1.3.1 Diseño de curvas simples	52
	3.1.4 Diseño en perfil	52
	3.1.4.1 Diseño de rasante	52
	3.1.4.2 Diseño de curvas verticales	53
3.2	Estudio de suelos en pavimentos	53
	3.2.1 Descripción de los principales ensayos de suelos para diseños de pavimentos	54
	3.2.1.1 Granulometría	54
	3.2.1.2 Límites de consistencia	58
	3.2.1.3 Compactación	62
	3.2.1.4 Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR)	66
	3.2.1.5 Hinchamiento	69
	3.2.1.6 Determinación de la resistencia a la penetración	70
3.3	Teoría y diseño sobre pavimentos rígidos	71
	3.3.1 Estructura del pavimento rígido	74
	3.3.1.1 Subrasante	74
	3.3.1.2 Requisitos de construcción	75

	3.3.1.3	Tolerancias y aceptación de subrasante	75
	3.3.1.4	Subbase	76
	3.3.1.5	Requisitos de construcción	77
3.3.2		Capa de rodadura	77
	3.3.2.1	Especificaciones para los materiales del concreto	77
3.3.3		Juntas	78
3.3.4		Trafico	79
3.3.5		Descripción del método de diseño	80
3.3.6		Maquinaria y equipo	85
3.3.7		Presupuesto	91
	3.3.7.1	Cronograma de ejecución	92
CONCLUSIONES			93
RECOMENDACIONES			95
BIBLIOGRAFÍA			97
ANEXOS			99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación del municipio de El Adelanto	2
2	Ubicación de las comunidades de El Adelanto, Jutiapa	3
3	Cálculo de área tributaria	23
4	Modelo matemático de costanera	25
5	Reacciones en los apoyos	27
6	Deflexión de costanera	28
7	Área tributaria de tendales	30
8	Esquema cargas actuantes en los nudos	32
9	Diagrama de cuerpo libre de tendal	33
10	Diagrama de corte de tendal	33
11	Diagrama de momento flexionante de tendal	34
12	Sección de tendal	35
13	Detalle de armado de columna	42
14	Esquema de zapata	43
15	Esquema de zapata	45
16	Esquema de zapata	45
17	Esquema de zapata	46
18	Armado final de zapata	47
19	Procedimiento de tamizado	55
20	Representación de curva granulométrica	57
21	Aparato de Casagrande	59
22	Llenado de la copa de Casagrande	60
23	Procedimiento para obtener límite plástico	61
24	Equipo para ensayo de compactación	63
25	Procedimiento de compactación	64
26	Curvas de Compactación	66
27	Equipo para ensayo C.B.R.	67
28	Colocación del medidor de deformación	69
29	Prensa para C.B.R.	71
30	Punto crítico en una losa de concreto de pavimento rígido	73
31	Sección típica del pavimento	84
32	Bulldozer	85
33	Cargador Frontal	86
34	Camión de volteo	87
35	Vibro compactador	88
36	Motoniveladora (Patrol)	89
37	Mezcladora de Concreto (Concreteira)	90

TABLAS

I	Distribución de la Población por sitio poblado.	5
II	Distribución total de la población por edad y sexo	5
III	Uso actual del suelo	7
IV	Cobertura de servicio de desecho de excretas	8
V	Cobertura del servicio de agua entubada en el municipio	9
VI	Cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio	10
VII	Materiales de construcción	11
VIII	Distancia de la cabecera municipal a comunidades	12
IX	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	18
X	Alturas recomendadas de techos o entrepisos	20
XI	Cargas Muertas para cubiertas de lamina	22
XII	Propiedades de costaneras	26
XIII	Cálculo de momento de inercia de tendal	36
XIV	Presupuesto del Salón Comunal	48
XV	Cronograma de ejecución	50
XVI	Resistencias a diferentes penetraciones en piedra triturada	67
XVII	Clasificación del suelo C.B.R.	69
XVIII	Categorías de carga por eje	81
XIX	Tipos de suelos de sub-rasantes y valores aproximados de K	82
XX	Efectos de la sub-base no tratada sobre los valores de K	83
XXI	Diseño de espesor de losa	84
XXII	Presupuesto de pavimento rígido	91

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de la sección
A_s	Área de acero
A_{sh}	Área de acero mínimo horizontal
A_{sv}	Área de acero mínimo vertical
$A_{s_{\text{mínimo}}}$	Área de acero mínimo
A_{st}	Área de acero mínimo total
$A_{s_{\text{requerido}}}$	Área de acero requerido
b_o	Perímetro de sección crítica de punzonamiento
C	Distancia del centro al extremo
C_{1-3}	Cargas puntuales actuantes
Dr.	Deflexión real
E	Módulo de elasticidad del material
F	Fuerza
FCU	Factor de carga última
f'_c	Resistencia del concreto
F_y	Límite de fluencia del acero
I	Momento de inercia
I_x	Momento de inercia en el eje X
I_y	Momento de inercia en el eje Y
L	Longitud
L.L	Límite líquido
L.P	Límite plástico
M	Momento flexionante
M_u	Momento último
N	Numero de golpes

PBH	Peso bruto húmedo
PBS	Peso bruto seco
PNH	Peso neto húmedo
PUH	Peso unitario húmedo
PNS	Peso neto seco
PUS	Peso unitario seco
P_u	Carga última
P'	Carga de trabajo
P_s	Peso del suelo
P_{col}	Peso de columna
P_z	Peso de zapata
q_u	Presión de diseño
S	Módulo de sección
T	Esfuerzo cortante
V	Corte máximo actuante
V_s	Valor soporte del suelo
$V_{actuante}$	Corte actuante
$V_{resistente}$	Corte resistente
$V_{cilindro}$	Volumen del cilindro
W	Carga uniformemente distribuida
W_c	Peso específico del concreto
W_x	Peso específico del suelo
Σ	Sumatoria
%H	Porcentaje de humedad

GLOSARIO

Altimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical del terreno.
Carga de Viento	Es la fuerza producida por la velocidad del viento.
Carga muerta	Carga que permanece constante en el tiempo.
Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Carga última	Es la suma de las cargas afectadas por factores de seguridad.
Costanera	Cada una de las vigas menores, que cargan sobre la viga principal que forman la cubierta o techo de un edificio.
Flexión	Acción y efecto de doblar un cuerpo o algún miembro.
Inercia	Propiedad de los cuerpos de no modificar su estado de reposo o movimiento si no es por la acción de una fuerza.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Muro	Pared de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de superficies horizontales del terreno.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie de área pequeña.
Rasante	Nivel de superficie de rodadura de una carretera.
Tamíz	Instrumento formado por cedazo de diferentes tamaños utilizado para separar el suelo de varios tamaños.
Tendal	Viga principal formada por una sección de dos costaneras, donde descansa el techo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de El Adelanto del departamento de Jutiapa. El trabajo se divide en tres capítulos de interés como son: la monografía del municipio, el diseño de un salón comunal y diseño del pavimento rígido de un sector de dicho municipio.

El primer capítulo se enfoca básicamente en la descripción de la región, donde podemos obtener datos censados de la población, el clima, los servicios públicos con que cuenta el municipio, así también se hace una breve descripción de las comunidades y caseríos que conforman el municipio.

El segundo capítulo comprende el diseño de un salón comunal para la comunidad Nueva Libertad, en él se detalla el proceso constructivo de dicho salón así como el diseño estructural que comprende desde el techo de cubierta de lámina hasta su cimentación, utilizando las normas estructurales (FHA) de nuestro país.

El último capítulo es un diseño de pavimento rígido para un sector de la cabecera municipal conocida como la calle Al Regargar. En éste capítulo se hace la descripción de los diferentes ensayos que deben realizarse en el diseño de pavimento, así como, el método utilizado para el diseño PCA (Portland Cement Association), además se incluye la maquinaria y equipo utilizada para llevar a cabo dichos proyectos.

OBJETIVOS

- **General**

Contribuir y fortalecer el desarrollo del país por medio del diseño de proyectos de infraestructura para las comunidades rurales, llevando a cabo la aplicación de las ciencias de la ingeniería civil.

- **Específicos**

1. Diseñar y calcular un Salón Comunal para la aldea Nueva Libertad del municipio de El Adelanto, Jutiapa, mediante las normas estructurales de seguridad utilizadas en Guatemala.
2. Solucionar el problema del mal estado de la calle Al Regargar del municipio de El Adelanto Jutiapa. por medio del diseño de pavimento rígido.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, es un resumen del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de El Adelanto, Jutiapa, donde se aportó los conocimientos técnicos y científicos adquiridos para encontrar la mejor solución a los problemas de infraestructura que allí se presentaron.

El municipio de El Adelanto se encuentra actualmente en una fase de crecimiento demográfico y económico, por lo que es necesario la construcción de proyectos que beneficien a la población del municipio y sus comunidades como: salud, educación, vivienda, infraestructura, etc.

Las comunidades del municipio han solicitado diversos proyectos; pero se evaluó la solicitud de la aldea Nueva Libertad y de la calle Al Regargar que desde hace mucho tiempo necesitan la construcción de un salón comunal y un pavimento respectivamente, debido a que en época de invierno las calles se encuentran en mal estado, por lo tanto, se vuelve intransitable el paso vehicular por dicha calle.

1. MONOGRAFÍA DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN

La región se ubica en el departamento de Jutiapa, que pertenece a la región sur oriente del país; también es uno de los 17 municipios que componen este departamento.

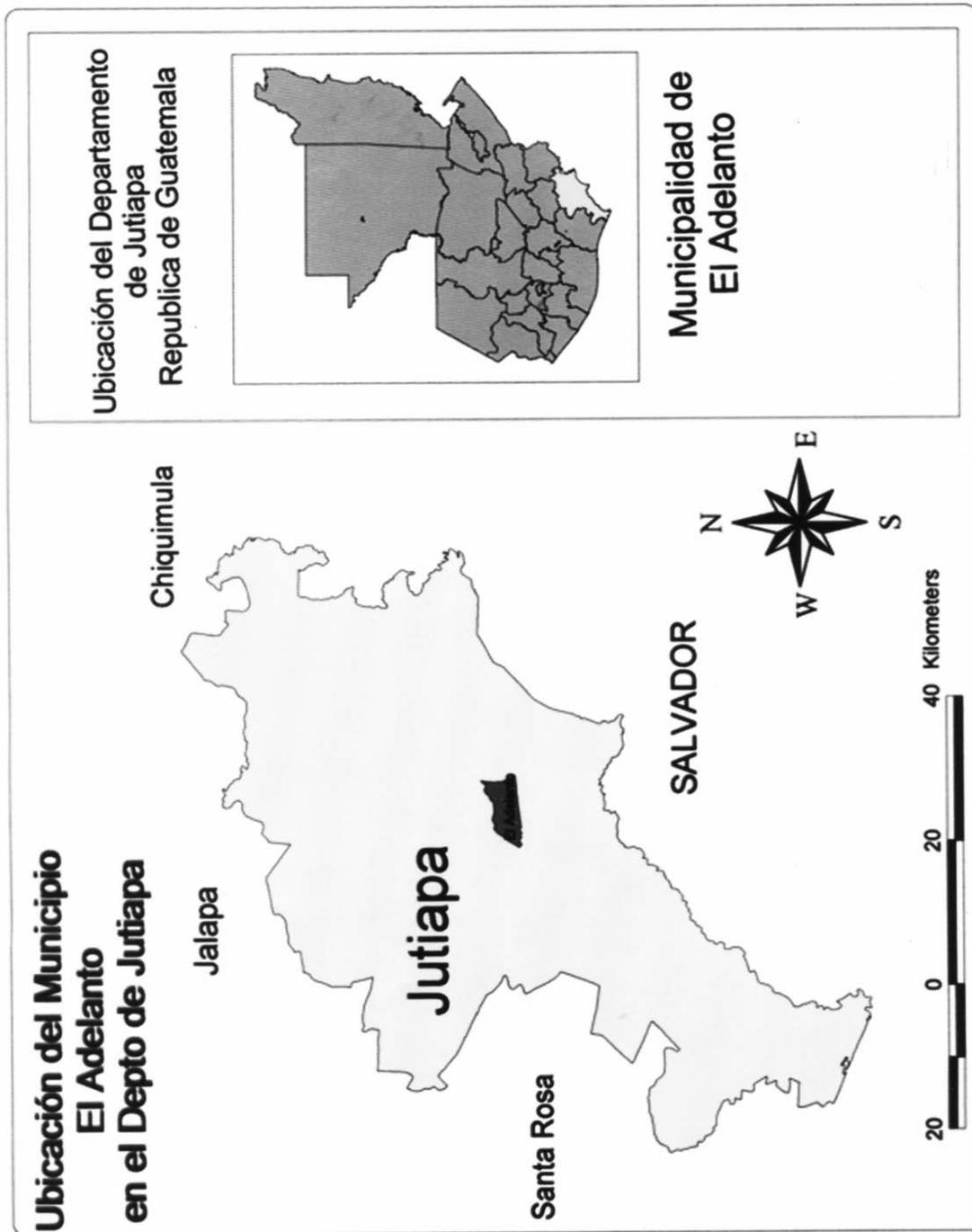
1.1 Descripción geográfica del municipio de El Adelanto

El Adelanto es uno de los municipios más jóvenes del departamento de Jutiapa, fue creado por Acuerdo Gubernativo del 23 de agosto de 1882.

Antiguamente El Adelanto pertenecía al Municipio de Zapotitlán con el nombre de Aldea El Sitio. El 23 de marzo de 1893 se otorga el título de Municipio.

El municipio de El Adelanto se encuentra en la región sur oriente del departamento (ver figura 1). El título de Municipio se registró a favor de la municipalidad de El Adelanto bajo el asiento número 80, folio 28, tomo segundo Diario del Sur, derecho número 2, dado en el departamento de Chiquimula, el día 9 de mayo de 1893, con su respectivo registro en la propiedad inmueble contando con 4 aldeas cuya localización geográfica se indica en la figura 2.

Figura 1 Ubicación del municipio de El Adelanto



Fuente: OMP. Municipalidad de El Adelanto

El municipio de El Adelanto se encuentra ubicado en el departamento de Jutiapa, sus colindancias son:

Al Norte: con el municipio de Jutiapa del departamento de Jutiapa.

Al Sur: con los municipios de Zapotitlán y Comapa del departamento de Jutiapa.

Al Este: con el municipio de Yupiltepeque del departamento de Jutiapa.

Al Oeste: con el municipio de Comapa del departamento de Jutiapa.

El banco de marca, ubicado en el parque central del municipio de El Adelanto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), indica una altura de 1025 m sobre el nivel del mar (SNM) con una latitud norte de: 14°10'06" y una longitud oeste de: 89°43'37".

1.2 Población

El municipio está organizado territorialmente en 12 centros poblados que incluye la cabecera municipal, cuatro aldeas, seis caseríos y una finca.

La distribución de la población por edad y sexo es la siguiente: el total de población masculina representa el 49.3% y la población femenina el 50.7% haciendo una relación hombre: mujer, 0.97:1.0.

Con un total de 1320 familias, ubicadas en 1348 viviendas la población total asciende a 6398 habitantes. (Ver tabla I) y una distribución de los grupos erarios distribuidos de la siguiente forma: niños hasta cinco años 21.4%; de 6 a 19 años 31.8% y de 20 años o más 46.8%. (Ver tabla II)

Tabla I Distribución de la Población por sitio poblado.

Comunidad	No. De familias	Población Total	No. De Casas
El Adelanto	452	2048	485
El Trapiche	327	1494	323
Nueva Libertad	169	937	166
El Zarón	91	457	96
Chinamas	193	1029	193
Cerro de Piedra	29	145	29
El Hato	5	15	5
El Ixcanalar	12	69	10
Las Trojas	16	80	15
Río Chiquito	10	42	10
Los Godoyes	10	48	10
El Porvenir	6	34	6
Total	1320	6398	1348

Fuente: Municipalidad de El Adelanto. Plan de desarrollo municipal. Pág. 22

Tabla II Distribución total de la población por edad y sexo

Rango de Edad	Hombres	%	Mujeres	%	Total
<1	98	3.1	123	3.8	221
1 a 6	574	18.2	575	17.7	1149
7 a 12	548	17.4	551	17	1099
13 a 15	252	8	246	7.6	498
16 a 19	214	6.8	220	6.8	434
20 a 64	1295	41	1351	41.6	2646
>65	173	5.5	178	5.5	351
Total	3154	49.3	3244	50.7	6398

Fuente: Municipalidad de El Adelanto. Plan de desarrollo municipal. Pág. 23

1.3 Aspectos Climáticos

Por la altitud moderada del municipio de El Adelanto, el clima es agradable, ya que la temperatura es ligeramente baja en los meses de noviembre a febrero (12 – 25 °C), siendo los meses más calidos de marzo a septiembre, para luego entrar a la época de lluvias, donde en algunas ocasiones se tienen inviernos con poca precipitación o bien períodos secos prolongados. Los vientos fuertes se hacen sentir en periodos discontinuos, especialmente en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media anual en el municipio es de 23° centígrados y una precipitación anual de 1100 milímetros.

1.4 Aspectos Sociales

Las comunidades del municipio de El Adelanto tienen comités llamados Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), con el afán de impulsar el bienestar colectivo, social y desarrollo económico de los habitantes de las comunidades que representan. Los consejos comunitarios se conformaron en asamblea comunitaria y de barrio de acuerdo al número de sitios poblados tanto en el área urbana como rural. El municipio cuenta con autoridades civiles, religiosas que aportan ideas para el engrandecimiento del municipio.

La convivencia entre la población es pacífica. Se organizan todos los años actividades deportivas, tales como campeonato de fútbol inter-aldeas, y algunas veces campeonatos de básquetbol y papi-fútbol, además encuentros deportivos entre diferentes municipios.

1.5 Suelo y topografía

Las características básicas del suelo en el municipio de El Adelanto, son en su mayoría terrenos arcillosos de tipo pedregoso e inclinado, solamente apto para pastos y bosques.

Aunque el área es demasiado seca para una producción provechosa de granos básicos, el 95% de la población se dedican a la agricultura.

El suelo está distribuido de la siguiente manera: 1.29% para centros poblados; el 64.53% para agricultura; 0.32% para hortalizas; 4.58% para café; 0.32% para pastos cultivados; 7.1% pastos naturales; 11.8% está constituido en matorrales; y 6.45% bosque natural de latifoliadas y rocas expuestas 3.54%. (Ver tabla III)

Tabla III Uso actual del suelo

Descripción de usos de la tierra	Hectáreas
Centros Poblados	40
Agricultura limpia anual	2000.6069
Hortalizas	10
Café	142.0385
Pastos cultivados	10
Pastos Naturales	220
Charral o Matorral	367.3546
Bosque natural de latifoliadas	200
Rocas expuestas	110
Total	3110.3465

Fuente: Municipalidad de El Adelanto. Plan de desarrollo municipal. Pág. 18

1.6 Condiciones sanitarias existentes

1.6.1 Disposición de excretas

La cabecera municipal es la única que cuenta con un sistema de drenaje con colectores públicos, aunque dicho sistema no cubre la totalidad del área urbana y no cumple con las normas de alcantarillado debido a que tiene varios años de funcionamiento.

De las comunidades de El Adelanto solamente cinco cuentan con algún tipo de servicio (ver tabla IV) para la disposición final de excretas por lo que se ven en la necesidad de construir letrinas o simplemente realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre causando enfermedades gastrointestinales y la contaminación del manto freático.

Tabla IV Cobertura de servicio de desecho de excretas

Lugar Poblado	Letrinas u otro sistema	%
Cabecera municipal	300	60
Aldea Chinamas	1	2
Aldea El Zarón	2	6
Aldea Nueva Libertad	1	1.7
Aldea El Trapiche	20	8.5
Caserío Las Trojas	0	0
Caserío Los Godoyes	0	0
Finca El Porvenir	0	0
Caserío El Ixcanalar	0	0
Caserío Río Chiquito	0	0
Caserío El Hato	0	0
Caserío Cerro de Piedra	0	0
Total	324	24

Fuente: OMP. Municipalidad de El Adelanto.

1.6.2 Abastecimiento de agua potable

En el área urbana la mayor parte de la población posee agua en sus casas, distribuida en sectores que son abastecidos alternadamente cada dos días debido a la escasez de agua en las épocas de estiaje cuando los afluentes descienden de nivel. En el área rural solamente las comunidades de El Trapiche, Nueva Libertad, El Zarón y caserío Cerro de Piedra cuentan con agua entubada y potable para consumo humano. (Ver tabla V)

Tabla V Cobertura del servicio de agua entubada en el municipio

Lugar Poblado	Cobertura (%)
Cabecera municipal	90
Aldea Chinamas	0
Aldea El Zarón	90
Aldea Nueva Libertad	75
Aldea El Trapiche	85
Caserío Las Trojas	0
Caserío Los Godoyes	0
Finca El Porvenir	0
Caserío El Ixcanalar	0
Caserío Río Chiquito	0
Caserío El Hato	0
Caserío Cerro de Piedra	90
Total	50.25

Fuente: OMP. Municipalidad de El Adelanto.

1.7 Energía Eléctrica

Actualmente muchas viviendas ubicadas en el área rural no hacen uso de éste servicio, debido que para ellos no es una necesidad principal y el costo elevado de la energía eléctrica no les permite contar con el servicio.

La energía eléctrica fué introducida en el municipio por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), en 1970, actualmente el servicio es prestado por la empresa DEORSA.

El servicio de energía eléctrica en el municipio de El Adelanto tiene una cobertura del 94% (Ver tabla VI) en el área urbana y rural.

Tabla VI Cobertura del servicio de energía eléctrica en el municipio

Lugar Poblado	Empresa que brinda servicio	Usuarios	Cobertura (%)
Cabecera municipal	DEORSA	500	94
Aldea Chinamas	DEORSA	345	94
Aldea El Zaròn	DEORSA	185	97
Aldea Nueva Libertad	DEORSA	160	85
Aldea El Trapiche	DEORSA	341	98
Caserío Las Trojas	DEORSA	12	92
Caserío Los Godoyes	DEORSA	8	95
Finca El Porvenir	DEORSA	9	95
Caserío El Ixcanalar	DEORSA	14	93
Caserío Río Chiquito	DEORSA	6	85
Caserío El Hato	DEORSA	7	87
Caserío Cerro de Piedra	DEORSA	29	95
Total		1616	92.5

Fuente: Municipalidad de El Adelanto. Año 2005

1.8 Materiales de Construcción

Los materiales que predominan para construcción de las paredes es el adobe 60%, para el techo es la teja de barro cocido 85% y la lámina. En su mayoría las viviendas tienen piso de tierra compactada. (Ver tabla VII)

Tabla VII Materiales de construcción

Materiales para paredes y techo	Formal	Rancho
Block	35	---
Adobe	60	---
Ladrillo	5	---
Bajareque	---	50
Envarillado	---	50
Teja	85	25
Lámina	15	25
Paja	---	50

Fuente: Censo OMP-INCIDE

1.9 Vías de Comunicación

La principal vía de comunicación de la ciudad capital hacia el municipio es una carretera de 150 kilómetros de longitud en total, 142 kilómetros de carretera asfaltada (hasta el municipio de Yupiltepeque), y 8 kilómetros de carretera de terracería. Comprende 118 kilómetros que corresponden a la carretera Centroamericana ruta CA-1, hasta la cabecera departamental de Jutiapa; y los 32 kilómetros restantes corresponden a la ruta nacional No. 23.

Las vías de acceso a las comunidades en su totalidad son de terracería con una extensión total de 41 kilómetros, de los cuales 25 son transitables por vehículo, principalmente de doble tracción o motocicleta. El resto solamente son transitables a pie o con bestia de carga. (Ver tabla VIII)

Tabla VIII Distancia de la cabecera municipal a comunidades

Comunidad	Distancia (Km)
El Trapiche	2
Nueva Libertad	2.5
El Zarón	8
Chinamas	16
Cerro de Piedra	1.5
El Hato	2
El Ixcanalar	13
Las Trojas	14
Río Chiquito	11.4
Los Godoyes	14.5
El Porvenir	15.5
Total	41

Fuente: Municipalidad de El Adelanto. Año 2005

1.10 Servicios Públicos

La cabecera municipal y sus aldeas tienen acceso a la educación, contando con escuela de pre-primaria, primaria e instituto de educación básica, cuenta además con Centro de Salud, Correos y Telégrafos, Estación Policía Nacional Civil (PNC), Supervisión Educativa, Juzgado de Paz Local, Tribunal Supremo Electoral.

1.11 Producción

El municipio de El Adelanto básicamente se dedica a la actividad agrícola, siendo los principales cultivos el maíz, frijol, maicillo, tomate que son los cultivos que generan la mayor parte de ingresos en la economía familiar.

En el municipio existe la producción pecuaria como es la crianza de ganado vacuno y porcino en menor escala que son fuentes de ingreso en épocas de verano.

1.12 Descripción física de las aldeas de El Adelanto

El municipio de El Adelanto está organizado territorialmente en 12 centros poblados que incluye la cabecera municipal, cuatro aldeas, seis caseríos y una finca.

1.12.1 Aldea El Trapiche

Se localiza en parte oriente del municipio y es la aldea más grande con la que cuenta el municipio de El Adelanto. Está situada en la orilla de la carretera de acceso a la cabecera departamental, colinda al norte con la aldea El Calvario del municipio de Yupiltepeque, al este y al sur con la aldea Cerro Redondo del municipio de Zapotitlán, al oeste con la cabecera municipal de El Adelanto.

La distancia a la cabecera municipal es de 2 km aproximadamente, cuenta con servicios de camionetas y microbuses extraurbanos con recorrido diario, hacia la cabecera departamental de Jutiapa y hacia la ciudad capital. Su población promedio se estima en 1494 habitantes.

La economía en la que se basa la aldea el trapiche es básicamente a la producción agrícola como son: Maíz, frijol, maicillo. Cuenta con un nacimiento de agua que surte a la cabecera municipal y a las aldeas El Zaròn y El Trapiche.

1.12.2 Aldea Nueva Libertad

La aldea Nueva Libertad se ubica al norte de la cabecera municipal de El Adelanto, colinda al norte con la aldea Pueblo Viejo del municipio de Yupiltepeque, al sur con la cabecera municipal de El Adelanto, al este con la aldea El Tablón del municipio de Yupiltepeque, al oeste con la aldea El Zarón del municipio de El Adelanto y con la aldea Santa Rosita del municipio de Jutiapa. Dista de la cabecera municipal aproximadamente 2.5 km por medio de una carretera de terracería en regulares condiciones.

La población de la aldea se estima aproximadamente en 937 habitantes. Cuentan con servicio de agua potable por medio de conexiones domiciliarias, energía eléctrica, telefonía celular. Los habitantes se dedican a la agricultura como es el maíz, frijol, maicillo.

1.12.3 Aldea El Zarón

Se encuentra ubicada en la parte occidental de la cabecera municipal de El Adelanto, colinda al norte con la aldea Ixtacapa del municipio de Jutiapa, al sur con el municipio de Comapa, al este con la cabecera municipal y al oeste con el caserío Río Chiquito del municipio de El Adelanto.

La aldea cuenta con una población aproximada de 457 habitantes, y dista aproximadamente 8 km de la cabecera municipal por medio de carretera de terracería. Cuenta con los servicios básicos como: Agua potable domiciliar, energía eléctrica, telefonía celular, escuela primaria, etc.

La población de la aldea se estima en 457 habitantes aproximadamente. La producción agrícola es la fuente de ingresos de los habitantes como son: maíz, frijol, maicillo, tomate, etc.

1.12.4 Aldea Chinamas

La comunidad de chinamas se encuentra ubicada en la región nor-oeste de la cabecera municipal, colinda al norte con la aldea Potrero Grande del municipio de Jutiapa, al sur con el municipio de Comapa, al este con los caseríos, las trojas, los Godoy, el Ixcanelar, del municipio de El Adelanto, al oeste con los municipios de Comapa y Jutiapa.

La aldea cuenta con una población de 1029 habitantes aproximadamente y su actividad económica se basa en la agricultura como es: maíz, frijol, maicillo, etc.

1.12.5 Caserío El Ixcanelar

Ubicado al en la región nor-oeste de la cabecera municipal de El Adelanto, colinda al norte con con el caserío las trojas, al sur con el caserío el porvenir, al oeste con la aldea chinamas, al este con el caserío río chiquito. Con una población de 69 habitantes distribuidas en 12 familias.

Cuentan con servicios de energía eléctrica, escuela primaria, telefonía celular, y dista de la cabecera municipal 14 kilómetros aproximadamente por camino de terracería en regulares condiciones. Su economía se basa en el cultivo de frijol, maíz y maicillo en las épocas de invierno.

1.12.6 Caserío Las Trojas

El caserío se encuentra en la región nor-oeste de la cabecera municipal, con sus colindancias: al norte y al oeste con aldea chinamas, al sur y al este con el caserío el Ixcanalar. De acuerdo al censo realizado tiene una población de 80 habitantes distribuidos en 16 familias.

Los habitantes de este caserío solamente cuentan con servicio de energía eléctrica y telefonía celular, y la actividad principal es la agricultura como es maíz, frijol, maicillo, etc.

1.12.7 Caserío Cerro de Piedra

El caserío cerro de piedra se encuentra ubicado al lado sur-oeste de la cabecera municipal de El Adelanto, colinda al norte con la cabecera municipal y la aldea Nueva Libertad, al sur con la aldea San Luis Ilopango del municipio de Zapotitlán, al este con la aldea El Tablón del municipio de Zapotitlán, al oeste con el caserío El Hato del municipio de El Adelanto.

El caserío cuenta con servicios de agua potable domiciliar, energía eléctrica, telefonía celular, escuela primaria. Dista de la cabecera municipal aproximadamente 1 km por camino de terracería en buen estado.

1.12.8 Caserío Los Godoyes

Tiene una población aproximada de 48 habitantes, 10 familias y 10 casas. Está situado al nor oeste de la cabecera municipal. Dista de la cabecera municipal 14.5 kilómetros aproximadamente por camino de terracería. Este caserío produce maíz, frijol, maicillo y cuenta con servicios de energía eléctrica y telefonía celular.

2. DISEÑO DE SALÓN COMUNAL ALDEA NUEVA LIBERTAD EL ADELANTO, JUTIAPA

2.1 Estudio de suelos para cimentaciones

2.1.1 Valor soporte del suelo

El valor soporte del suelo, también llamado Capacidad de carga o apoyo de los cimientos es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo, de su resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia equivale a su vez, a la suma de dos componentes, fricción y cohesión. La resistencia friccional surge de la irregularidad de los contactos entre partículas y es proporcional a la fuerza perpendicular entre ellas. La cohesión, que es la resistencia máxima a la tensión del suelo, es resultado de las fuerzas de atracción que hay entre grumulos en contacto íntimos y no depende de la presión normal.

Cuando se quiere hacer el cálculo de la capacidad soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial.

Cuando no se cuenta con un estudio triaxial de suelo, se sugiere hacer una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del suelo. (Ver tabla IX)

Tabla IX Valor soporte permisible, según tipo de suelo

Material del suelo	ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 193.

2.2 Diseño de salón comunal

El salón comunal tiene capacidad para albergar aproximadamente a 100 personas, con dimensiones de 10.00 m de ancho por 19.65 m de largo, muros de mampostería, cubierta de metal y lámina.

2.2.1 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico de un edificio social depende generalmente del clima y de los materiales disponibles en la región para llevar a cabo su construcción.

El movimiento de las personas que habitaran el salón comunal demanda espacios adecuados para llevar a cabo cada una de sus actividades. La decoración y los ambientes funcionales influyen en los sentimientos .

2.2.2 Distribución de espacios

El salón comunal podrá ser utilizado para actividades sociales, espirituales, seminarios, conferencias, albergue, bodega, etc.

El requerimiento mínimo de espacio para un salón comunal es el siguiente:

- Escenario
- Taquilla
- Bodega
- Tienda

2.2.3 Alturas (secciones)

El diseño arquitectónico y estructural está condicionado por el clima, especialmente la altura de entresijos o techos para evitar el excesivo calor en épocas de verano. Siendo el salón comunal un edificio de tipo público y la aldea se ubica en una altura aproximada de 1300 msnm por lo que se puede considerar un clima templado y húmedo, se determinó que la altura será de 4.00 m (ver tabla X).

Tabla X Alturas recomendadas de techos o entrepisos

Tipo de proyecto	Clima templado o frío	Clima cálido
Edificio municipal	2.65	3
Mercado		
Locales fijos	2.65	3
Piso de plaza cubierto	3.5	3.50 - 5.00
Centro de uso comunitario		
Salón social	4	5.00 - 5.75
Salón social + deportivo	6.00 libres en cancha	igual criterio
Otros ambientes	2.75	3.2
Rastro		
Área de faenado aéreo	4.5	4.5
Otros ambientes	2.85	3

Fuente. Mario René Jordán Zabaleta. Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en los municipios de la república de Guatemala. Pág. 49

2.2.4 Tipo de estructura

La selección del tipo de estructura, se hizo tomando en cuenta lo siguiente: El techo no tiene soportes intermedios, la estructura tiene una luz de 10.00 metros y la longitud de las columnas estructurales es de aproximadamente 5 metros.

Por lo que la estructura estará conformada por: cubierta de lámina galvanizada acanalada con armadura de acero tipo costanera, paredes de mampostería (block) y columnas de concreto reforzado con sus respectivas zapatas para apoyo de la estructura metálica.

2.2.5 Análisis estructural

2.2.5.1 Predimensionamiento de elementos estructurales

Para los largueros de la armadura de la cubierta se propone el uso de costaneras de 2 pulgadas de base por 4 pulgadas de peralte y espesor de 1/16", para los tendales se propone el uso de una sección cerrada formada por dos costaneras de 6 pulgadas de peralte por 2 pulgadas de base, para las columnas estructurales de concreto armado se utilizaran columnas cuadradas de 25cm de lado.

Las vigas de concreto armado serán de 15 cm por 20 cm para soleras, la solera de corona tendrá como base 15 cm por 30 cm de peralte, columnas de cuadradas de 25 cm de lado, las zapatas se diseñarán en forma cuadrada de 80 cm de lado por 30 cm de espesor.

2.2.5.2 Cargas de diseño

Las cargas de diseño en el análisis estructural se dividen en cargas vivas y cargas muertas.

Las cargas vivas son las causadas por los pesos de objetos colocados temporalmente sobre una estructura, por vehículos en movimiento o por fuerzas naturales.

Las cargas muertas consisten en los pesos de los diversos miembros estructurales y en los pesos de cualesquiera objetos que estén permanentemente unidos a la estructura como son: cubierta, muros, etc. (ver tabla XI)

Tabla XI Cargas Muertas para cubiertas de lámina

Tipo de lámina	Peso lb/pie ²
Lamina corrugada	
Calibre 28	1.09
Calibre 26	0.82
Calibre 24	0.68
Calibre 20	2
Calibre 18	3
Lamina duralita	
Costalita de 3 mm de espesor	1.8
Ondalita de 6 mm de espesor	3
Canaleta extra	4

Fuente: Luis Arnoldo Márquez Vásquez. Consideraciones en el diseño de edificios industriales en acero. Pag 44-45.

Para el diseño de costaneras se utilizarán las siguientes cargas:

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 28 mm 1.09 lb/pie²

Carga viva

Carga por un obrero 8.00 lb/pie²

Carga total 9.09 lb/pie²

Los tendales con las siguientes cargas:

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 28 mm 1.09 lb/pie²

Peso propio de la armadura 2.00 lb/pie²

Carga viva

Carga vertical equivalente de viento 18.00 lb/pie²

Carga total 21.09 lb/pie²

2.2.6 Diseño estructural

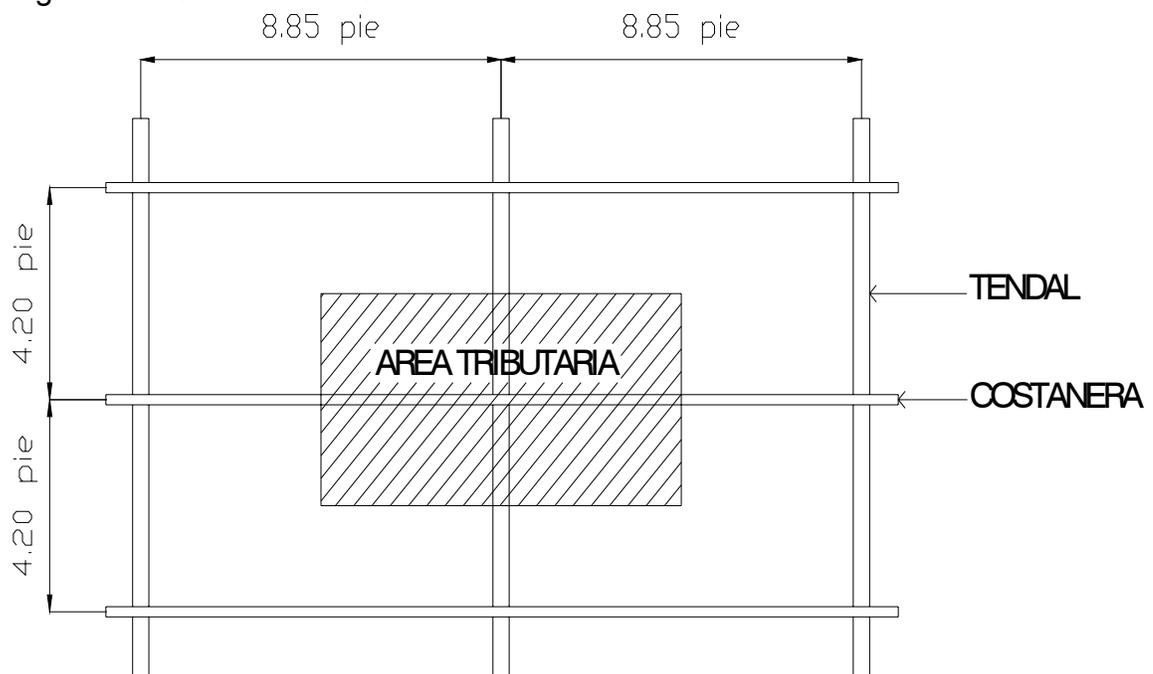
2.2.6.1 Diseño de cubierta (techo)

Las cubiertas o techos sirven de defensa contra las inclemencias del tiempo o cualquier otro agente exterior perturbador. En su construcción tiene que tomarse en cuenta las características que deben poseer, para hacerlas más idóneas al clima o medio ambiente imperante.

Las cubiertas serán de lámina galvanizada corrugada calibre 28 mm que estará apoyada sobre una armadura formada por costaneras y tendales.

Para calcular la carga uniformemente distribuida (W) que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria (ver figura 3) sobre cada costanera y las cargas por unidad de superficie del techo.

Figura 3 Cálculo de área tributaria



Si los ejes longitudinales de las costaneras están separados a 1.28 m = 4.20 pie, y los ejes longitudinales de las vigas superiores están a 2.70 m = 8.85 pie, entonces el área que actúa sobre la costanera se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Área tributaria} = \left[2 \times \frac{8.85}{2} \right] \times \left[2 \times \frac{4.20}{2} \right]$$

$$\text{Área tributaria} = 8.85 \text{ pie} \times 4.20 \text{ pie}$$

$$\text{Área tributaria} = 37.17 \text{ pie}^2 //$$

Cálculo de carga uniformemente distribuida (W)

Datos:

$$\text{Área tributaria} = 37.17 \text{ pie}^2$$

$$\text{Carga total} = 9.09 \text{ lb/pie}^2$$

$$\text{Longitud de costanera} = 8.85 \text{ pie}$$

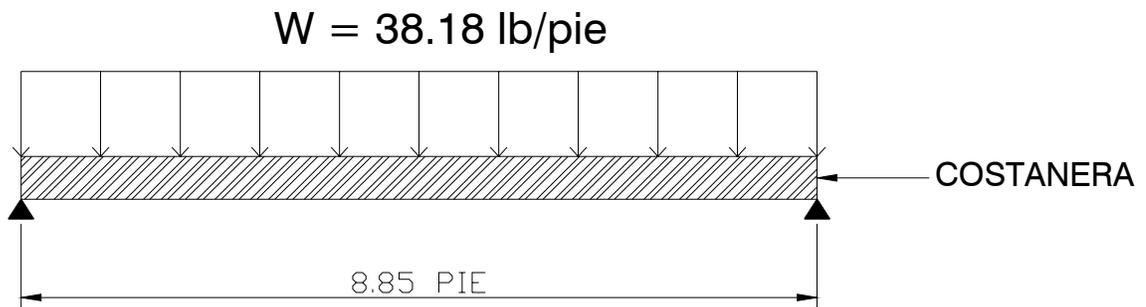
$$W = \frac{\text{Carga total} \times \text{área tributaria}}{\text{Longitud de costanera}}$$

$$W = \frac{9.09 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2} \times 37.17 \text{ pie}^2}{8.85 \text{ pie}}$$

$$W = 38.18 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 3.18 \frac{\text{lb}}{\text{plg}}$$

El modelo matemático de la costanera se puede asumir que se comporta como una viga simplemente apoyada en sus extremos con una carga uniformemente distribuida como se ve en el siguiente esquema (ver figura 4).

Figura 4 Modelo matemático de costanera



Cálculo de momento

El momento para una viga simplemente apoyada se calcula con la siguiente ecuación:

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

donde:

M = momento flexionante

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

$$M = \frac{38.18 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \times (8.85 \text{ pie})^2}{8}$$

$$M = 373.79 \text{ lb-pie} = 4485.53 \text{ lb-plg} //$$

Diseño por flexión

Para diseñar una viga con base en la resistencia, se requiere que los esfuerzos de flexión reales en la viga no excedan los valores permisibles correspondientes para el material. Un diseño por flexión requiere la determinación del módulo de sección que resulta de dividir el momento flexionante entre el esfuerzo permisible, se dice que una viga soportará la flexión si el módulo de sección de la viga calculado es menor que el módulo de sección de la costanera del acero calculado en tablas (ver tabla XII).

El módulo de sección se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{M}{F}$$

S = módulo de sección

$$S = \frac{4485.53lb - plg}{24000 \frac{lb}{plg^2}}$$

M = momento flexionante

$$S = 0.1869plg^3$$

F = esfuerzo del acero = 24000 lb/plg²

Tabla XII Propiedades de costaneras

Medidas de costanera	Espesor "t" (plg)	Área (plg ²)	Ix (pulg ⁴)	Iy (pulg ⁴)	Sx (plg ³)	Sy (pulg ³)
a = 4" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.44	1.79	0.0001	0.51	0
a = 5" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.5	2.67	0.0002	0.67	0.01
a = 6" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.56	3.8	0.0002	0.84	0.01
a = 7" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.63	5.21	0.0002	1.04	0.01
a = 8" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.69	6.93	0.0002	1.26	0.01
a = 9" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.75	9	0.0002	1.5	0.01
a = 10" b= 2" c= 1/2"	0.0625	0.81	11.44	0.0003	1.76	0.01

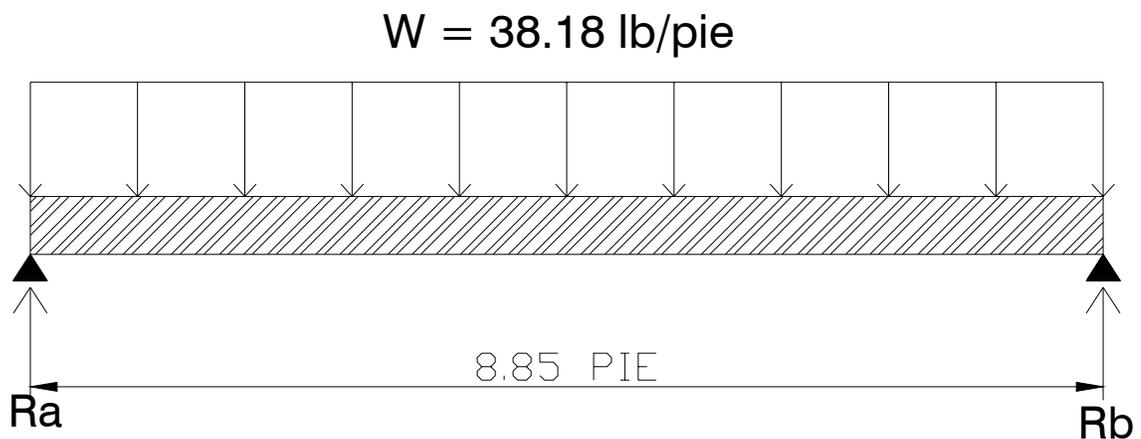
Fuente: Iván Alejandro Cotí Díaz. Diseño de salón de usos múltiples, área recreativa y deportes y pavimento del acceso principal para la colonia el maestro, Quetzaltenango. Pag. 10

El módulo de sección obtenido $S = 0.1869 \text{ pulg}^3$ es mucho menor que el módulo de sección para una costanera de $4'' \times 2'' \times \frac{1}{2}''$ que tiene un módulo de sección $S_x = 0.51 \text{ pulg}^3$ por lo tanto la costanera elegida si cumple con la resistencia a la flexión.

Diseño por corte

El corte máximo en una viga con carga uniformemente distribuida ocurre en las reacciones de los apoyos por lo tanto debemos determinar los valores de las reacciones de la siguiente forma:

Figura 5 Reacciones en los apoyos



$$\sum F_y = 0$$

$$R_a + R_b = 38.18 \text{ lb/pie} \times 8.85 \text{ pie}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$38.18 \text{ lb/pie} \times \frac{8.85 \text{ pie}}{2} = R_b$$

$$R_b = 168.95 \text{ lb}$$

$$R_a = 168.95 \text{ lb}$$

El esfuerzo cortante de la costanera se calcula con la siguiente ecuación:

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

T = esfuerzo cortante

V = corte máximo actuante

$$T = \frac{168.95 \text{ lb}}{0.44 \text{ pulg}^2}$$

A = área de la sección

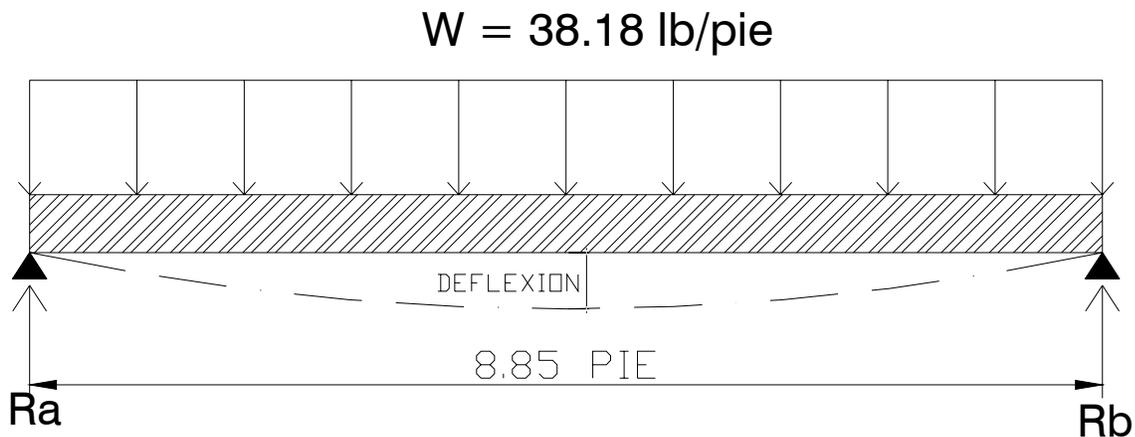
$$T = 384 \text{ lb/pulg}^2 = 384 \text{ psi} < 14500 \text{ psi}$$

Por lo tanto la costanera resiste los esfuerzos de corte que se producen.

Diseño por deflexión

La distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica se conoce como deflexión (ver figura 6). La deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible.

Figura 6 Deflexión de costanera



Deflexión real

$$D_r = \frac{5WL^3}{384EI}$$

D_r = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad del acero

$$29000 \text{ ksi} = 29000 \times 10^3 \text{ lb/plg}^2$$

I = inercia de la costanera

Datos

$$W = 38.18 \text{ lb/pie} = 3.18 \text{ lb/pulg}$$

$$L = 8.85 \text{ pie} = 106.2 \text{ pulg}$$

$$E = 29000 \times 10^3 \text{ lb/pulg}^2$$

$$I = 1.79 \text{ pulg}^4 \text{ (ver tabla XII)}$$

$$D_r = \frac{5 \times 3.18 \text{ lb/pulg} \times (106.2 \text{ pulg})^3}{384 \times 29000 \times 10^3 \text{ lb/pulg}^2 \times 1.79 \text{ pulg}^4}$$

$$D_r = 0.000955 \text{ pulg}$$

Deflexión permisible

$$D_p = \frac{L}{360}$$

L = longitud de costanera

$$D_p = \frac{106.20 \text{ pulg}}{360}$$

$$D_p = 0.295 \text{ pulg}$$

$$D_r < D_p$$

$$0.000955 \text{ pulg} < 0.295 \text{ pulg}$$

Como la deflexión real es menor que la deflexión permisible la costanera elegida es correcta.

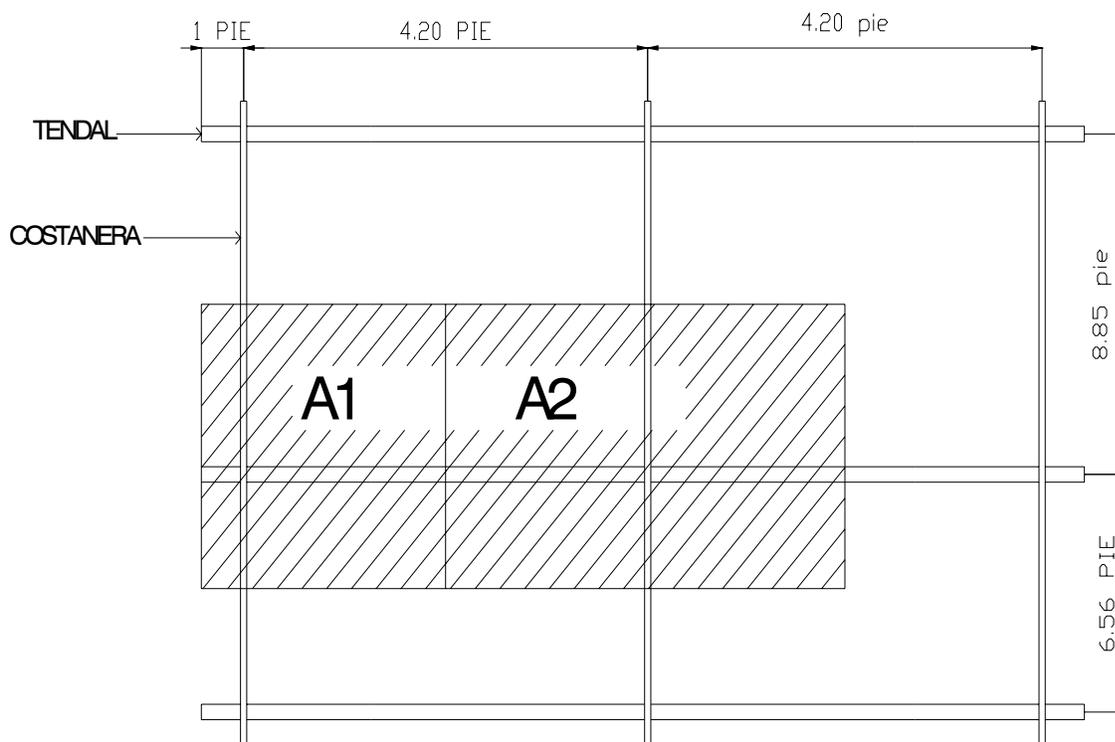
Diseño de tendales

Los tendales son las estructuras que soportan todo el peso de la cubierta, son conocidos con el nombre de cuerdas superiores. Están formados por una sección cerrada de dos costaneras dobles tipo “c” como se verá más adelante.

Área tributaria

El área tributaria en cada nudo de la armadura es igual al área tributaria de las costaneras (ver figura 7).

Figura 7 Área tributaria de tendales



$$A_1 = \left[\frac{4.20 \text{pie}}{2} + 1 \text{pie} \right] \times \left[\frac{8.85 \text{pie}}{2} + \frac{6.56 \text{pie}}{2} \right]$$

$$A_1 = 3.10 \text{pie} \times 7.71 \text{pie}$$

$$A_1 = 23.90 \text{pie}^2 //$$

$$A_2 = 4.20 \text{pie} \times \left[\frac{8.85 \text{pie}}{2} + \frac{6.56 \text{pie}}{2} \right]$$

$$A_2 = 4.20 \text{pie} \times 7.71 \text{pie}$$

$$A_2 = 32.38 \text{pie}^2 //$$

Estimación de cargas

Para el diseño de la armadura, se tomarán en cuenta cargas por peso de lámina galvanizada, carga por peso propio y carga de viento.

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 28 mm	1.09 lb/pie ²
--	--------------------------

Peso propio de la armadura	2.00 lb/pie ²
----------------------------	--------------------------

Carga viva

Carga vertical equivalente de viento	18.00 lb/pie ²
--------------------------------------	---------------------------

Carga total	<u>21.09 lb/pie²</u>
-------------	---------------------------------

Cargas en los nudos

La carga en cada nudo de la armadura es igual al área tributaria por carga total.

$$C_1 = A_1 \times 21.09 \text{ lb/pie}^2$$

$$C_1 = 23.90 \text{pie}^2 \times 21.09 \text{ lb/pie}^2$$

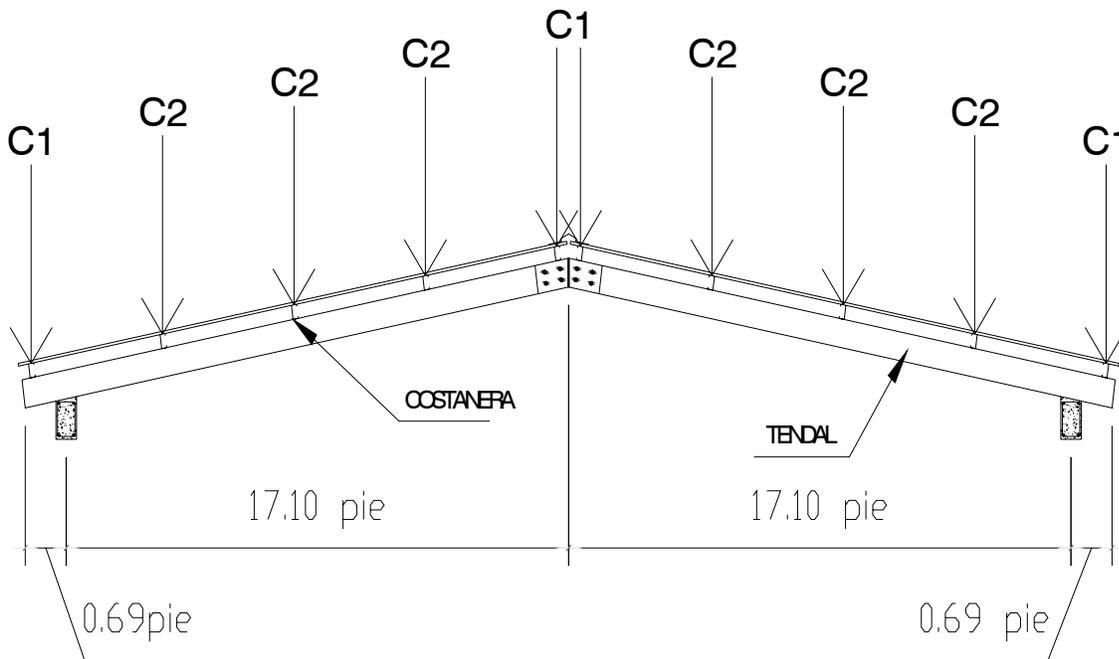
$$C_1 = 504 \text{lb} //$$

$$C_2 = A_2 \times 21.09 \text{ lb/ pie}^2$$

$$C_2 = 32.38 \text{ pie}^2 \times 21.09 \text{ lb/ pie}^2$$

$$C_2 = 683 \text{ lb//}$$

Figura 8 Esquema cargas actuantes en los nudos



$$C_1 = 504 \text{ lb} \text{ \& } C_2 = 683 \text{ lb}$$

Los tendales de la armadura de techo se analizarán como un modelo matemático de una viga simplemente apoyada en sus extremos con cargas puntuales. Es necesario conocer el corte y momento flexionante máximo que actúa en el tendal para conocer el módulo de sección y determinar la capacidad resistente del elemento.

Los cortes y momentos actuantes en el tendal se obtienen por medio de diagramas de corte y diagramas de momento. (ver figuras 9-11)

Figura 9 Diagrama de cuerpo libre de tendal

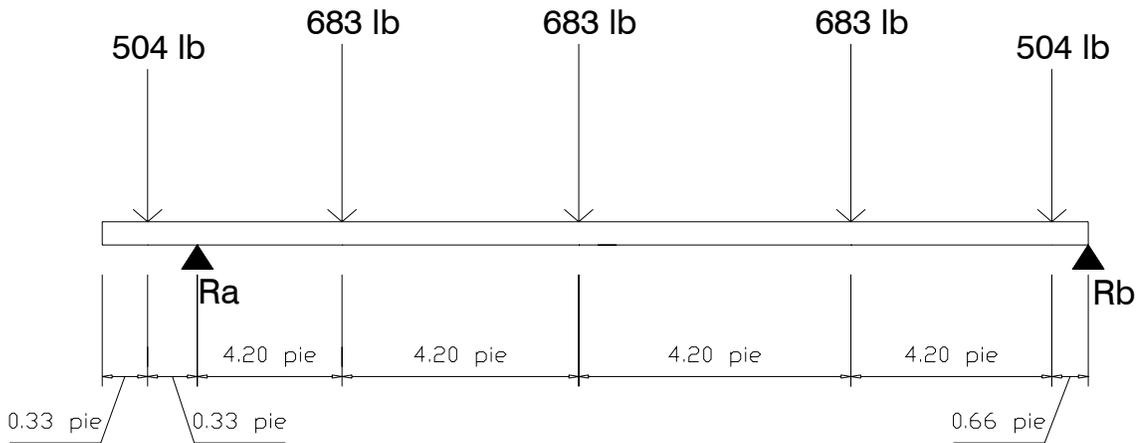


Figura 10 Diagrama de corte de tendal

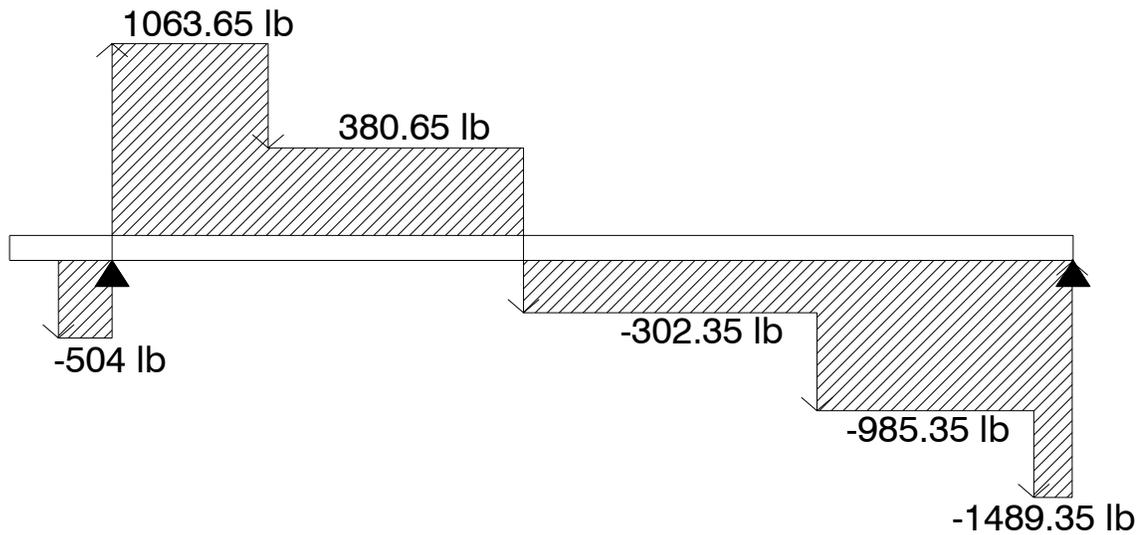
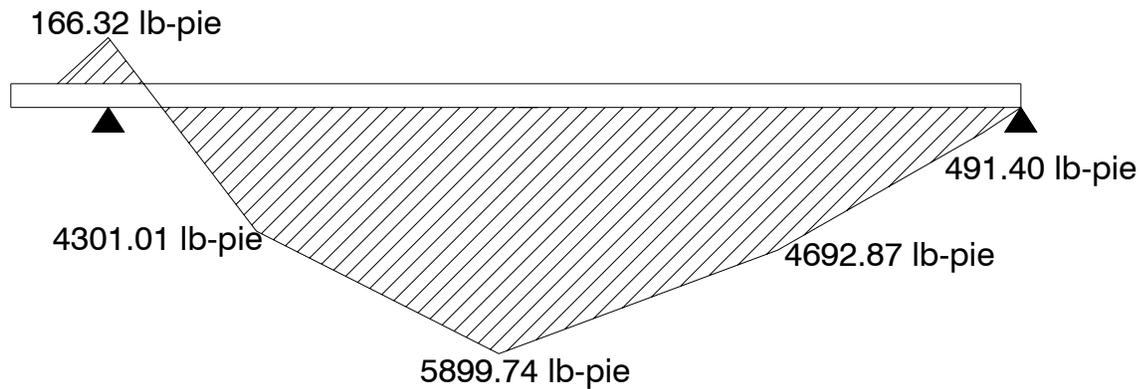


Figura 11 Diagrama de momento flexionante de tendal



Momento máximo = 5899.74 lb-pie = 70796.88 lb- pulg//

Cálculo de módulo de sección de costaneras

Datos

Base "b" = 2 pulg

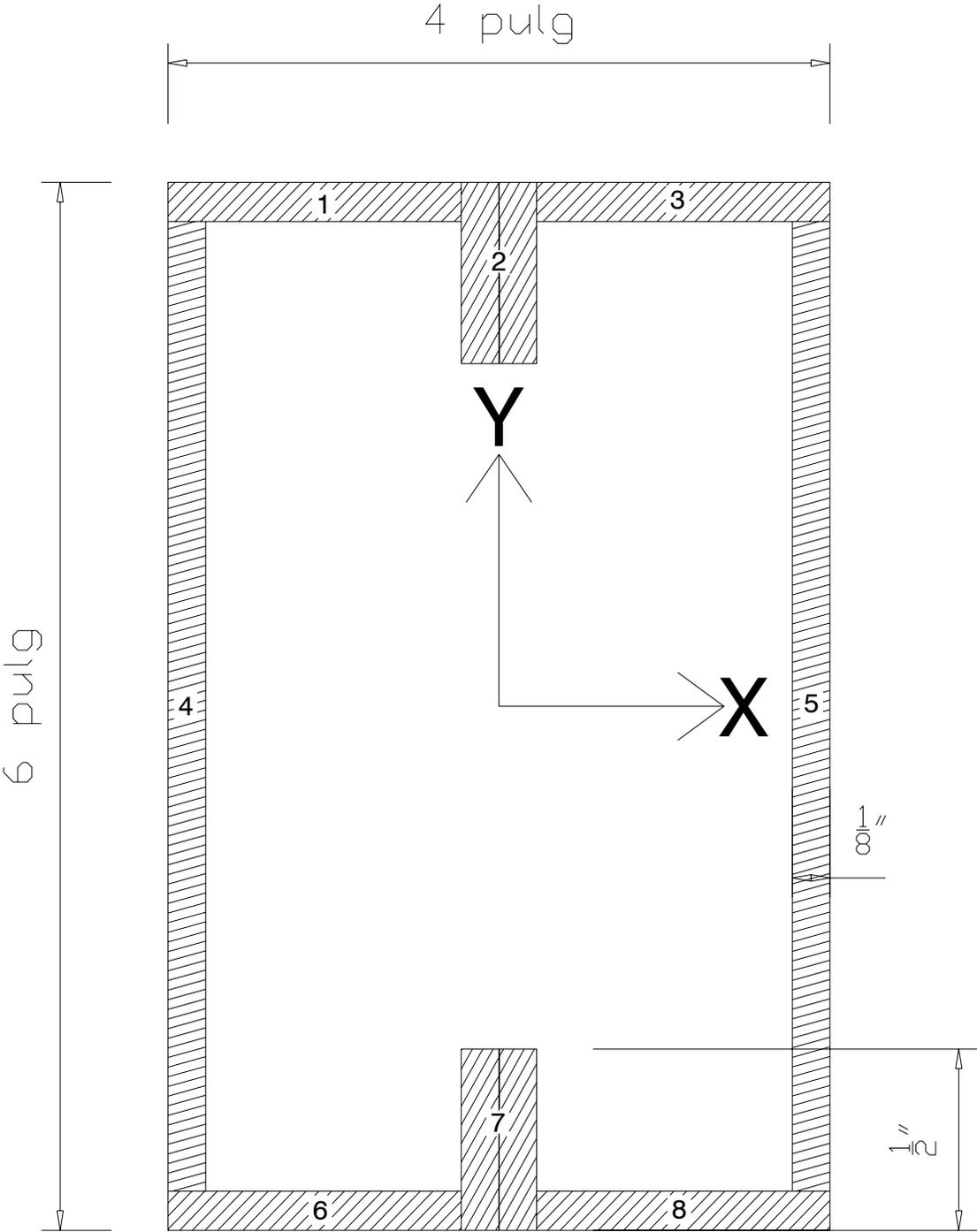
Altura "h" = 6 pulg

Espesor "t" = 1/8 pulg

Labio "c" = 1/2 pulg

Para encontrar el módulo de sección del tendal, es necesario conocer el momento de inercia en el eje x de la sección formada por dos costaneras de perfil C con medidas de 6" x 2" (ver figura 12)

Figura 12 Sección de tendal



El momento de inercia del tendal se calcula dividiendo la sección de tendal en figuras geométricas de área conocida, en este caso rectángulos, y luego encontrar la distancia del eje x al centroide de cada figura para luego utilizar el teorema de ejes paralelos. (ver tabla XIII).

Tabla XIII Cálculo de momento de inercia de tendal

Figura	Área (pulg ²)	Yc	Yc ²	AYc ²	Io	Io + AYc ²
1	0.2344	2.875	8.2656	1.9375	0.000305	1.9378
2	0.1250	2.75	7.5625	0.9453	0.002604	0.9479
3	0.2344	2.875	8.2656	1.9375	0.000305	1.9378
4	0.7187	0	0	0	1.9803	1.9803
5	0.7187	0	0	0	1.9803	1.9803
6	0.2344	-2.875	8.2656	1.9375	0.000305	1.9378
7	0.1250	-2.75	7.5625	0.9453	0.002604	0.9479
8	0.2344	-2.875	8.2656	1.9375	0.000305	1.9378
					Inercia	13.6076

Con el momento de inercia $I = 13.61 \text{ pulg}^4$ procedemos a calcular el módulo de sección con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{I}{C}$$

S = módulo de sección

I = momento de inercia

C = distancia del centro al extremo

$$S = \frac{13.6076 \text{ pulg}^4}{3.00 \text{ pulg}}$$

$$S = 4.53 \text{ pulg}^3 //$$

El momento máximo que soporta la sección formada por dos costaneras de 6"x2" se calcula de la siguiente forma:

$$M = S \times F$$

M = momento máximo que resiste la sección.

S = módulo de sección

$$F = 0.6 F_y$$

$$M = 4.53 \text{ pulg}^3 \times 0.6 \times 32000 \text{ lb/pulg}^2$$

$$M = 86976 \text{ lb-pulg}$$

El momento actuante en el tendal es menor que el momento máximo resistente, por lo tanto la sección propuesta es correcta.

$$M_{\text{actuante}} < M_{\text{resistente}}$$

$$70796.88 \text{ lb-pulg} < 86976 \text{ lb-pulg}$$

Diseño de muros

Los muros del salón se diseñarán de mampostería de 0.14 x 0.19 x 0.39m y se utilizarán las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), las cuales recomiendan poner columnas principales cada 2 metros con un armado mínimo longitudinal de 4 varillas No. 3 y estribo No. 2 @ 0.20m.

$$A_{sv} = A_s \text{ mínimo vertical} = 0.0007 \times d \times t$$

$$A_{sh} = A_s \text{ mínimo horizontal} = 0.0013 \times d \times t$$

$$A_{st} = A_s \text{ mínimo total} = 0.002 \times d \times t$$

Donde:

d = longitud del muro

t = ancho de la pared del muro

Diseño a flexión

Muro del eje "X"

$$A_{sx} = 0.0007 \times d \times t$$

$$d = \text{longitud del muro} = 10 \text{ m}$$

$$t = \text{ancho de la pared del muro} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sx} = 0.0007 \times 1000\text{cm} \times 15\text{cm} = 10.5 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2 \times 5 = 25.4 \text{ cm}^2 > 10.5 \text{ cm}^2 \text{ requeridos.}$$

En el muro de 10 m de longitud, se usarán 5 columnas con un armado mínimo longitudinal de 4 varillas No. 4 en cada columna.

Muro del eje "Y"

$$A_{sv} = 0.0007 \times d \times t$$

$$d = \text{longitud del muro} = 19.65 \text{ m}$$

$$t = \text{ancho de la pared del muro} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sv} = 0.0007 \times 1965\text{cm} \times 15\text{cm} = 20.63 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4 \times 1.27 \text{ cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2 \times 10 = 50.8 \text{ cm}^2 > 20.63 \text{ cm}^2 \text{ requeridos}$$

En el muro de 19.65 m de longitud se usarán 10 columnas con un armado mínimo longitudinal de 4 varillas No. 4 en cada columna.

2.2.6.2 Diseño de vigas

Las vigas de concreto reforzado del salón se diseñarán utilizando el método del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA) que establece que el número de mínimo de varillas es de cuatro en toda su longitud.

Las vigas están sometidas únicamente a cargas gravitacionales es decir a resistir su propio peso, por lo tanto el acero a utilizar será el mínimo.

Muro del eje "X"

$$A_{sv} = 0.0013 \times d \times t$$

$$d = \text{longitud del muro} = 10.00 \text{ m}$$

$$t = \text{ancho del muro} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sv} = 0.0013 \times 1000\text{cm} \times 15\text{cm} = 19.5 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 5 soleras con 4 varillas No. 3 cada una y estribo No. 2 @ 0.15 m, el cimiento corrido que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal.

Muro del eje "Y"

$$A_{sv} = 0.0013 \times d \times t$$

$$d = \text{longitud del muro} = 19.65 \text{ m}$$

$$t = \text{ancho del muro} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{sv} = 0.0013 \times 1965\text{cm} \times 15\text{cm} = 38.32 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 5 soleras con 4 varillas No. 3 cada una y estribo No. 2 @ 0.15m, el cimiento corrido que también trabaja como solera, completará el refuerzo horizontal.

2.2.6.3 Diseño de columnas

Para el diseño de columnas, el código ACI establece las siguientes condiciones:

- El área mínima de la sección de la columna debe ser como mínimo de 400 cm².
- La columna debe tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinales.
- El recubrimiento mínimo es de 2.5 cm.
- La separación entre varillas debe ser mayor o igual al diámetro de las barras principales.
- La cuantía de acero para un elemento a compresión no debe ser menor que 0.01, ni mayor que 0.08 veces el área bruta A_g de la sección.

Las columnas del salón soportan las cargas de la armadura, peso de las vigas y columnas.

Carga de la cubierta =	$R_1 + R_2 = 1567.65 \text{ lb} + 1489.35 \text{ lb} = 3057 \text{ lb}$
	= 1400 kg
Carga de viga	= 350 kg
Carga de peso propio de la columna	= 600 kg
Total	= 2350 kg

Cálculo de acero mínimo

La sección de la columna es de 25 cm por 25 cm de sección, el área mínima de acero longitudinal es:

$$A_{s_{\min}} = 0.01 A_g \quad A_g = \text{área bruta de la sección transversal}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.01 \times 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 6.25 \text{ cm}^2 //$$

El armado longitudinal de la columna se propone 4 varillas No. 5 con un área total de acero de 8 cm².

Cálculo de carga última de la columna

La carga última que resiste una columna se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_u = 0.7(0.85f'_c \times A_g + A_s \times F_y)$$

P_u = carga última

f'_c = resistencia del concreto

A_s = area de acero

F_y = límite de fluencia del acero

$$P_u = 0.7 \left(0.85 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} + 8 \text{ cm}^2 \times 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$P_u = 93829.75 \text{ kg} \approx 93 \text{ ton} //$$

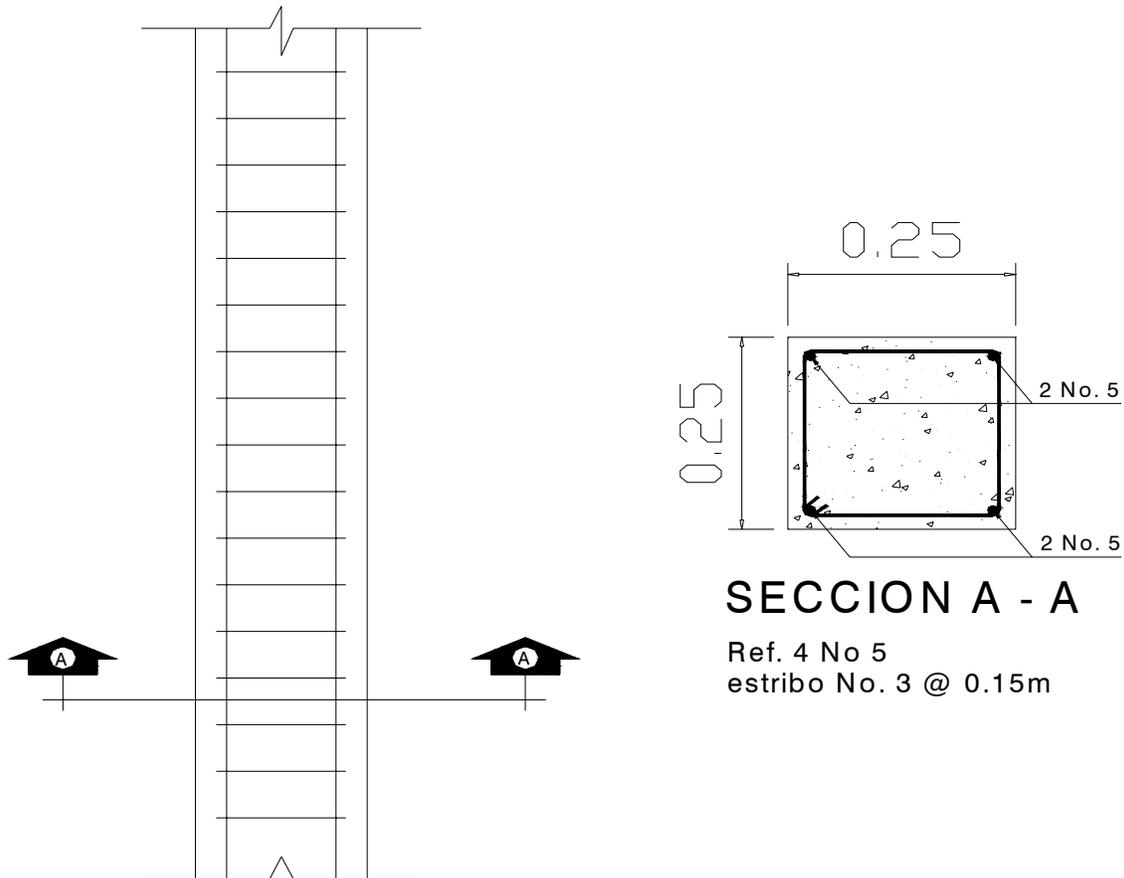
La carga que se aplica en la columna es mucho menor a la carga última, (2350 kg « 93829.25 kg) por lo tanto el acero propuesto es correcto.

Para el armado transversal el código ACI establece los siguientes parámetros:

- El tamaño del estribo no debe ser menor que una varilla del No. 3.
- La separación vertical de los estribos no debe exceder a:
Cuarenta y ocho veces el diámetro del estribo.
Dieciséis veces el diámetro de la varilla longitudinal
La menor dimensión lateral de una columna.

El armado transversal o estribo se propone varilla No.3 confinados a 15cm. (ver figura 13).

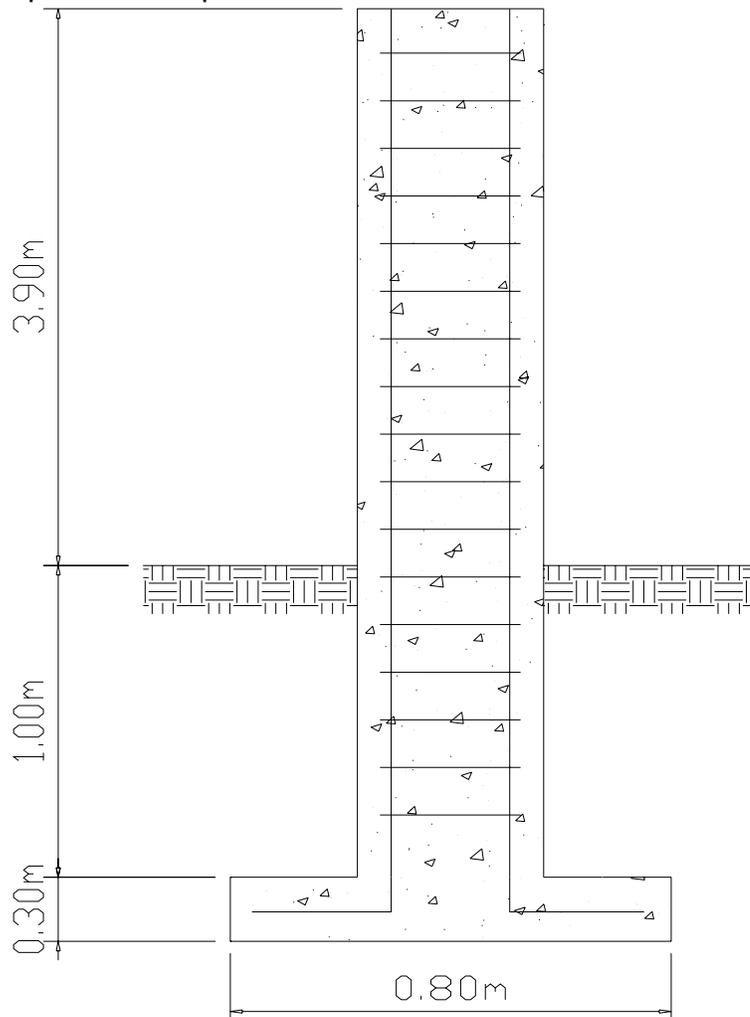
Figura 13 Detalle de armado de columna



2.2.6.4 Diseño de cimiento (zapatas)

La función de una zapata de cimentación es distribuir la carga total que transmite una columna, pila o muro, incluyendo su propio peso, sobre suficiente área de terreno, de modo que la intensidad de las presiones que transmita se mantenga dentro de los límites permitidos para el suelo que la soporta. (Ver figura 14)

Figura 14 Esquema de zapata



Datos:

$$P_u = 2.35 \text{ ton}$$

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

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

$$V_s = \text{valor soporte del suelo} = 22 \text{ t/m}^2$$

$$W_c = \text{peso especifico del concreto} = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$W_x = \text{peso especifico del suelo} = 1.5 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Sección de columna} = 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

$$\text{FCU} = 1.5$$

Chequeo por valor soporte del suelo

$$\text{Carga de trabajo (P')} = 2.35 \text{ ton} / 1.5 = 1.57 \text{ ton}$$

$$\text{Peso del suelo (P}_s) = 1.00 \text{ m} \times 0.80\text{m} \times 0.80\text{m} \times 1.5 \text{ ton/m}^3 = 0.96 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de columna (P}_{col}) = 0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 4.90 \text{ m} \times 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Peso de columna (P}_{col}) = 0.74 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de zapata (P}_z) = 0.80\text{m} \times 0.80\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ ton/m}^3 = 0.46 \text{ ton}$$

$$\text{Total de cargas} = 3.73 \text{ ton//}$$

La presión sobre el suelo = total de cargas / área de zapata

$$\text{Presión sobre el suelo} = 3.73 \text{ ton} / 0.64 \text{ m}^2 = 5.83 \text{ ton/m}^2$$

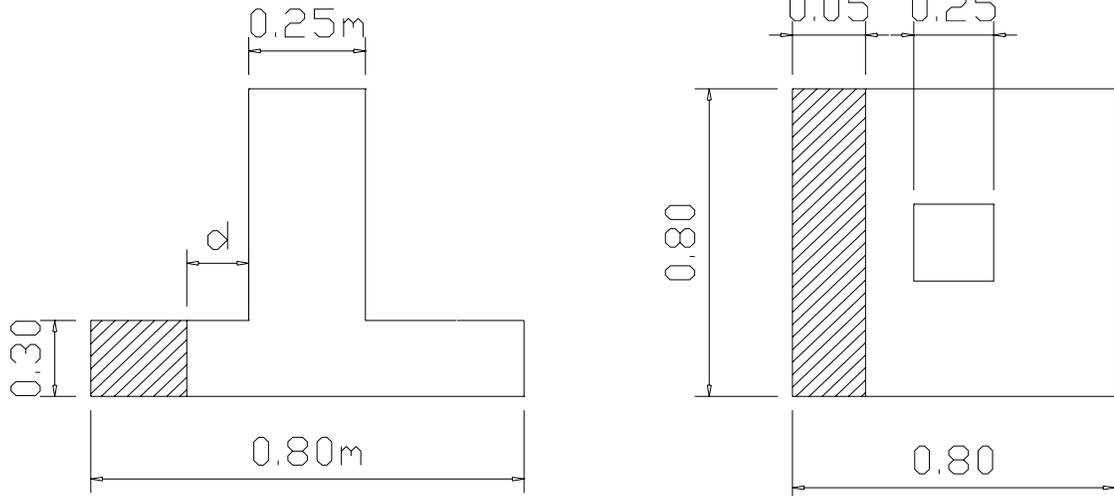
El valor de la presión sobre el suelo es menor que la capacidad soporte del suelo, por lo que el área de la zapata si es adecuada.

La presión de diseño = presión del suelo x factor de carga última

$$\text{Presión de diseño } q_u = 5.83 \text{ ton/m}^2 \times 1.5 = 8.75 \text{ ton/m}^2$$

Chequeo por corte simple (ver figura 15)

Figura 15 Esquema de zapata



$$V_{\text{actuante}} = q_u \times A_{\text{ashurada}} = 8.75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \times 0.80\text{m} \times 0.05\text{m} = 0.35\text{ton}$$

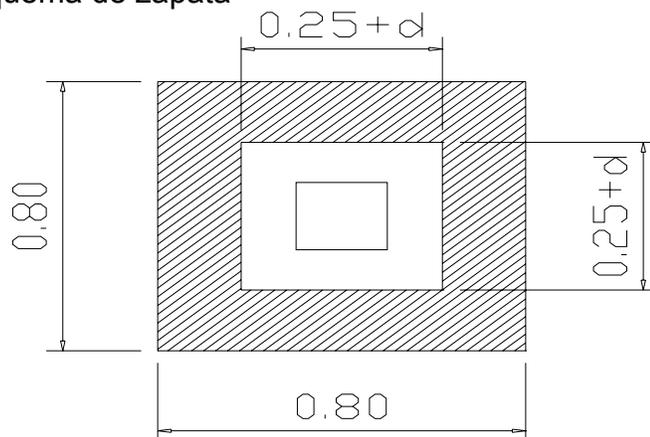
$$V_{\text{resistente}} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d / 1000$$

$$V_{\text{resistente}} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 80 \times 22.5 / 1000 = 11.33\text{ton}$$

Como $V_{\text{actuante}} < V_{\text{resistente}}$ la zapata resiste el corte simple.

Chequeo por corte punzonante (ver figura 16)

Figura 16 Esquema de zapata



$$V_{\text{actuante}} = A_{\text{ashurada}} \times q_u$$

$$V_{\text{actuante}} = [(0.80 \times 0.80) - (0.25 + 0.225) \times (0.25 + 0.225)] \times 8.75$$

$$V_{\text{actuante}} = 3.63 \text{ton}$$

Calculando el corte punzonante resistente

$$V_{\text{resistente}} = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d / 1000$$

Donde

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$V_{\text{resistente}} = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{210} \times 4(47.5) \times 80 \times 22.5 / 1000$$

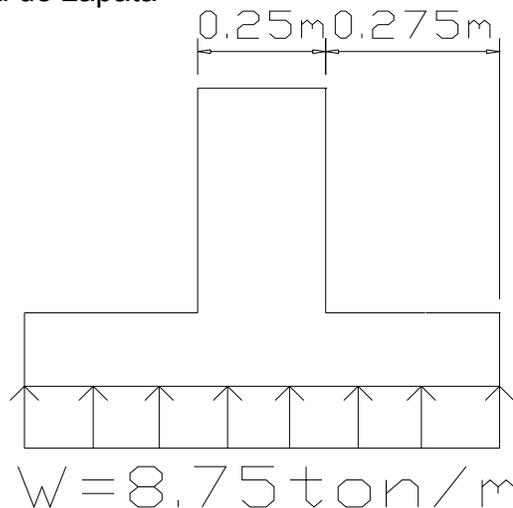
$$V_{\text{resistente}} = 55.82 \text{ton}$$

Como $V_{\text{actuante}} < V_{\text{resistente}}$ la zapata resiste el corte punzonante.

Diseño del refuerzo por flexión

Para el acero por flexión, es el mismo valor en ambos sentidos. (ver figura 17)

Figura 17 Esquema de zapata



Datos:

$$M_u = \frac{WL^2}{2} = \frac{8.75 \text{ ton/m} \times (0.275\text{m})^2}{2}$$

$$M_u = 0.33 \text{ ton-m/m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 27.5 \text{ cm}$$

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

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

$$A_{s_{\text{requerido}}} = \frac{0.85f'_c}{F_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mb}{0.003825f'_c}} \right]$$

$$A_{s_{\text{requerido}}} = 0.004 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{mínimo}}} = 0.002 \times b \times d = 0.002 \times 100 \times 27.5 = 5.5 \text{ cm}^2$$

Como el acero requerido es menor que el acero mínimo, entonces utilizamos el acero mínimo.

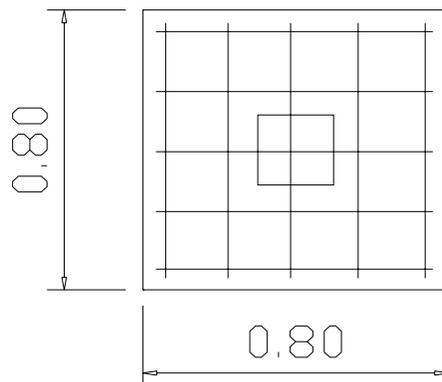
Proponiendo varillas No. 4 $A_s = 1.27 \text{ cm}^2$

$$\text{No. Varillas} = A_{s_{\text{mínimo}}} / A_{s_{\text{No. 4}}} = 5.5 \text{ cm}^2 / 1.27 \text{ cm}^2 =$$

$$\text{No. Varillas} = 4.33 \text{ varillas} \approx 4 \text{ varillas}$$

$$\text{Espaciamiento} = 65 \text{ cm} / 4 \text{ varillas} = 16 \text{ cm} \text{ (ver figura 18)}$$

Figura 18 Armado final de zapata



5 No.4 @ 0.16M EN
AMBOS SENTIDOS

2.3 Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se utilizaron precios de materiales colocados en obra. (Ver tabla XIV)

Tabla XIV Presupuesto del Salón Comunal

Material	Unidad	cantidad	Precio Unitario	Total
Cemento	saco	585	Q41.00	Q23,985.00
Arena de río	m ³	42	Q150.00	Q6,300.00
Piedrín	m ³	34.2	Q175.00	Q5,985.00
Hierro No. 2 (1/4")	quintal	12.3	Q240.00	Q2,952.00
Hierro No. 3 (3/8")	quintal	33	Q270.00	Q8,910.00
Hierro No. 4 (1/2")	quintal	14	Q270.00	Q3,780.00
Hierro No. 5 (5/8")	quintal	18.1	Q270.00	Q4,887.00
Alambre de amarre	quintal	3	Q400.00	Q1,200.00
Block de 0.15x0.20x0.40m	unidad	5156	Q3.00	Q15,468.00
Madera	pie-tabla	510	Q4.25	Q2,167.50
Costanera de 4"x2"x1/16" de 20 pie	unidad	40	Q175.00	Q7,000.00
Costanera de 6"x2"x1/8" de 20 pie	unidad	32	Q250.00	Q8,000.00
Lámina de 10 pie calibre 28	unidad	85	Q82.00	Q6,970.00
Tornillos 1/4" x 8"	unidad	550	Q1.25	Q687.50
Capote para cumbrera	ml	20	Q20.00	Q400.00
Pintura de aceite para estructura	galón	5	Q115.00	Q575.00
Lámparas de 2 x40 W con difusor	unidad	10	Q300.00	Q3,000.00
Plafoneras	unidad	3	Q6.00	Q18.00
Reflectores dobles	unidad	2	Q125.00	Q250.00
Tablero de distribución	unidad	1	Q150.00	Q150.00
Apagadores dobles	unidad	3	Q30.00	Q90.00
Apagadores simples	unidad	4	Q20.00	Q80.00
Tomacorrientes dobles	unidad	17	Q30.00	Q510.00
Flipones de 30 ^a	unidad	4	Q50.00	Q200.00
Alambre calibre 10	rollo	6	Q275.00	Q1,650.00
Alambre calibre 12	rollo	10	Q200.00	Q2,000.00

Continuación

Poliducto de ¾"	rollo	4	Q100.00	Q400.00
Cajas rectangulares	unidad	23	Q3.00	Q69.00
Cajas Octogonales	unidad	15	Q5.00	Q75.00
Puerta de 1 hoja	unidad	3	Q1,000.00	Q3,000.00
Puerta de 2 hojas	unidad	2	Q2,500.00	Q5,000.00
Total de materiales				Q115,759.00

Mano de Obra	Unidad	cantidad	Precio Unitario	Total
limpieza del terreno	m ²	375	Q5.00	Q1,875.00
trazo y nivelación	ml	76.4	Q7.00	Q534.80
excavación	m ³	76	Q25.00	Q1,900.00
relleno y compactación	m ³	62	Q20.00	Q1,240.00
armadura para zapatas	m ²	17.3	Q15.00	Q259.50
fundición de zapatas	m ²	17.3	Q40.00	Q692.00
armado de cimiento	ml	76	Q15.00	Q1,140.00
fundición de cimiento	ml	76	Q18.00	Q1,368.00
armado de columnas	ml	175	Q22.00	Q3,850.00
formaleteado de columnas	ml	175	Q25.00	Q4,375.00
fundición de columnas	ml	175	Q40.00	Q7,000.00
desencofrado de columnas	ml	175	Q15.00	Q2,625.00
levantado de block	m ²	367	Q40.00	Q14,680.00
armadura de soleras	ml	330	Q22.00	Q7,260.00
formaleteado de soleras	ml	330	Q25.00	Q8,250.00
fundición de soleras	ml	330	Q40.00	Q13,200.00
desencofrado de soleras	ml	330	Q15.00	Q4,950.00
nivelación de piso	m ²	259.8	Q25.00	Q6,495.00
fundición de piso de cemento líquido	m ²	196.5	Q50.00	Q9,825.00
fundición de acera	m ²	63.3	Q45.00	Q2,848.50
hechura de gradas	global	1	Q1,000.00	Q1,000.00
tallado de soleras y columnas	m ²	209.18	Q20.00	Q4,183.60
instalación eléctrica	global	1	Q8,000.00	Q8,000.00
colocación de cubierta incluye armadura	global	1	Q20,000.00	Q20,000.00
colocación de puertas	unidad	1	Q5,000.00	Q5,000.00
Total de materiales				Q132,551.40

El costo total del proyecto de construcción del salón comunal asciende aun total de Q248310.40 (doscientos cuarenta y ocho mil trescientos diez con cuarenta centavos).

2.3.1 Cronograma de ejecución

Para la elaboración del cronograma de ejecución se tomaron en cuenta los rendimientos y el número de trabajadores que deben laborar en la construcción del salón. (Ver tabla XV)

Tabla XV Cronograma de ejecución

Renglón	Descripción	TIEMPO					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	Limpieza y Nivelación						
2	Excavación						
3	Cimiento Corrido						
4	Solera de Humedad						
5	Solera Intermedia						
6	Solera de corona						
7	Solera de mojinete						
8	Columnas Tipo c-1						
9	Columnas Tipo c-2						
10	Levantado de muro						
11	Puertas tipo 1						
12	Puertas tipo 2						
13	Piso de cemento líquido						
14	Banqueta						
15	Estructura y cubierta de techo						
16	Electricidad fuerza						
17	Electricidad iluminación						

3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LA CALLE AL REGARGAR DEL MUNICIPIO DE EL ADELANTO

3.1 Levantamiento topográfico

3.1.1 Planimetría

En el levantamiento topográfico, se utilizó el siguiente equipo topográfico:

- 1 teodolito Wild T-1
- 1 cinta métrica de 30 m
- 1 plomada
- 1 estadal
- 1 machete y estacas.

Se procedió a levantar el eje de central de la calle, como una poligonal abierta, utilizando el método de deflexiones simples, como la calle se construirá sobre una ruta existente, el levantamiento tuvo que acondicionar a las características de la misma, tomando en consideración todos los pormenores y aspectos importantes como la ubicación de las viviendas, zanjones, etc.

3.1.2 Altimetría

Para la altimetría o perfil del terreno se utilizó el mismo equipo topográfico anteriormente descrito, el procedimiento se detalla en la nivelación.

3.1.2.1 Nivelación

Después de haber realizado el levantamiento planimétrico de la línea central se tomaron radiaciones a cada 20 metros y en lugares donde fuera necesario para determinar por medio de nivelación taquimétrica el nivel de la subrasante.

3.1.3 Diseño en planta

3.1.3.1 Diseño de curvas simples

Debido a que la ruta ya estaba seleccionada, las curvas horizontales se adecuaron al terreno existente, respetando las viviendas aledañas y las normas de diseño, entre las cuales podemos mencionar:

- a) La seguridad al tránsito, que debe ofrecer el proyecto, es la condición de mayor preferencia.
- b) La distancia de visibilidad, debe considerarse conjuntamente con la topografía, ya que la visibilidad requiere radios mayores.

3.1.4 Diseño en perfil

3.1.4.1 Diseño de rasante

La rasante es el nivel de la superficie de rodadura y se diseñó adaptándola lo más posible al perfil natural del terreno, aplicando el criterio de la rasante más económica consistente en que el área de corte sea aproximadamente igual al área de relleno.

3.1.4.2 Diseño de curvas verticales

Las curvas verticales se emplean para pasar gradualmente de un tramo en que la subrasante tiene una pendiente determinada a otro en que la pendiente es diferente, pudiendo presentarse dos casos: uno en que vamos subiendo y luego bajamos, denominado cresta, y el otro en el cual primero se baja y luego se sube llamado columpio. Para el diseño de las curvas es importante tomar las siguientes recomendaciones:

- a) Cuando la diferencia algebraica entre la pendiente de la entrada de una curva y la pendiente de salida de la misma curva es menor al 0.5%, no es necesario diseñar la curva vertical, debido a que la pendiente es muy pequeña y resulta complicado el trazo en el campo.
- b) Evitar dos curvas sucesivas con la misma dirección, separadas por una tangente vertical muy corta, especialmente en curvas cóncavas donde la distancia de visibilidad no es agradable.

3.2 Estudio de suelos en pavimentos

Para diseñar cualquier tipo de pavimento, es necesario hacer un estudio completo de las características del suelo de la subrasante para determinar que tan bueno o malo es el material que va soportar el pavimento cumpliendo con las normas establecidas por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Entre los ensayos que deben realizarse podemos mencionar los siguientes:

- a) Granulometría
- b) Límites de consistencia (Límites de Atterberg)
- c) Compactación (Proctor)
- d) Ensayo de capacidad soporte (CBR)
- e) Hinchamiento
- f) Resistencia a la penetración

3.2.1 Descripción de los principales ensayos de suelos para diseño de pavimentos

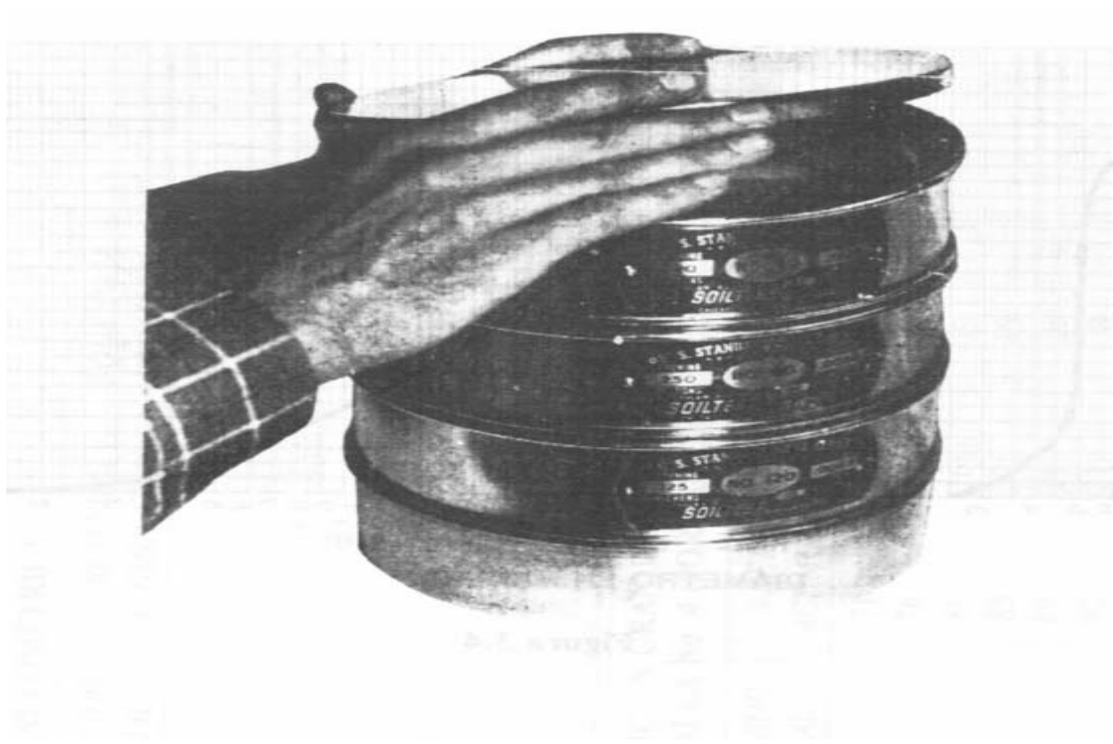
3.2.1.1 Granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos. Para clasificar por tamaños las partículas gruesas el procedimiento más expedito es el del tamizado. Sin embargo, al aumentar la finura de los granos el tamizado se hace cada vez más difícil, teniendo entonces que recurrir a procedimientos por sedimentación. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. Como tamaño de las partículas puede considerarse el diámetro de ellas cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera golpeando ligeramente.

El procedimiento para realizar el ensayo granulométrico es el siguiente:

- a) Se toma una muestra representativa de unos 20 kg y se seca al sol o en horno durante unas 12 horas.
- b) Por medio de cuarteos a la muestra mencionada se sacan unos 2 kg.
- c) Se pasan los 2 kg por las mallas de 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8" y No. 4 y se pesa el retenido en cada una de dichas mallas. (Ver figura 19)

Figura 19 Procedimiento de tamizado



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 47.

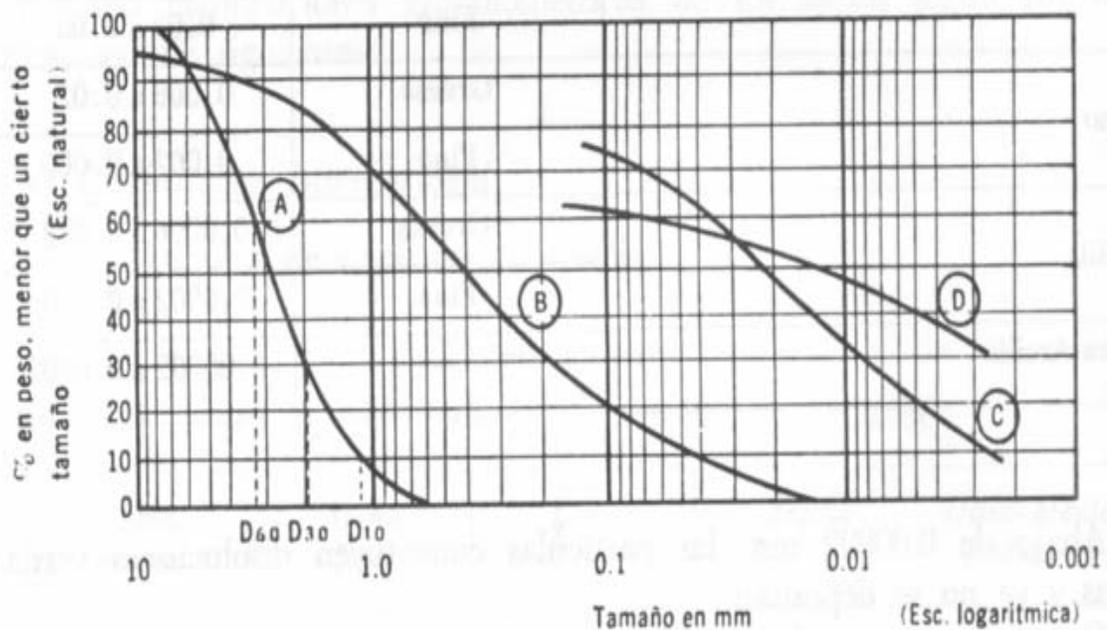
- d) Del material que pasa la malla No. 4 se toma una cierta cantidad – generalmente 200g – y se colocan en un vaso de agua, dejando que el material se remoje unas 12 horas.

- e) Con un agitador metálico se agita el contenido del vaso durante un minuto y se vacía luego sobre la malla No. 200, se vacía nuevamente el material al vaso lavando de la malla en posición invertida, se agita nuevamente el agua del vaso y se repite el procedimiento tantas veces como sea necesario hasta que no se enturbie el agua al ser agitada.
- f) Se elimina el agua y se pone la muestra a secar en un horno a temperatura constante.
- g) Se pesa y por diferencia a los 200 g se obtiene el porcentaje que pasó la malla No. 200.
- h) Se vacía el material que pasó la malla No. 4 y se retuvo en la No. 200 para que pase lo correspondiente por las mallas No. 10, 20, 40, 60, 100, y 200 pesando los retenidos.
- i) Conociendo los pesos parciales retenidos desde la malla de 2" hasta la No. 200 se obtienen los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes retenidos acumulativos y los porcentajes pasando.

Es necesario aclarar que los retenidos parciales en cada malla deberán expresarse como porcentajes de la muestra total, y para calcular los porcentajes retenidos en las mallas 10 a 200 se divide el peso en gramos retenido en cada malla entre el peso seco de la muestra para la prueba de lavado (200g generalmente) y se multiplica este cociente por el porcentaje que pasa la malla No. 4, determinado en el análisis del material grueso. El retenido acumulativo en la malla No. 10 se calcula sumando el retenido parcial en dicha malla al retenido acumulativo en la malla No. 4. El retenido acumulativo en la malla No. 20 es igual al retenido acumulativo en la malla No. 10 más el retenido parcial en la malla No. 20. De igual manera se calculan los demás retenidos acumulativos hasta la malla No. 200.

- j) Se traza la curva de la composición granulométrica del material en una gráfica que tiene por abscisas, a escala logarítmica, las aberturas de las mallas y por ordenadas los porcentajes de material que pasa por dichas mallas, a escala aritmética.
- k) La curva resultante se compara con las que se tengan como especificaciones (ver figura 20), o se obtienen de ella relaciones entre ciertos porcentajes pasando que dan idea de la graduación del material. Además, la forma de la curva granulométrica del suelo. Así, un suelo que está formado por partículas de un mismo tamaño quedará representado por una línea vertical y un suelo con curva granulométrica bien tendida indicará gran variedad de tamaños.

Figura 20 Representación de curva granulométrica



Fuente: Juárez Badillo. Mecánica de suelos. Tomo 1. Pagina 100.

3.2.1.2 Límites de consistencia

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de Atterberg o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros podemos citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: dilatancia, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de Atterberg son:

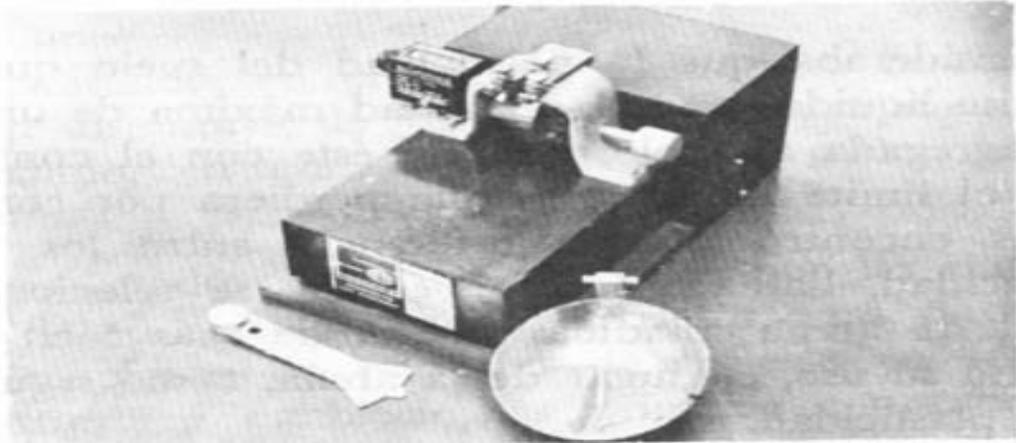
- 1) Límite líquido
- 2) Límite plástico.

Un suelo arcilloso con un alto contenido de humedad, posee una consistencia semi-líquida; al perder agua por evaporación va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado llega a adquirir un estado semi-sólido y se agrieta o desmorona al ser deformado.

Al intervalo de contenido de humedad en el cual un suelo posee consistencia plástica se le denomina intervalo plástico.

- a) El límite líquido (L.L) es el contenido de humedad de un suelo en el límite superior del intervalo plástico. También se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso seco, bajo el cual el suelo comienza a fluir, después de 25 golpes, utilizando el aparato propuesto por Artur Casagrande. (Ver figura 21)

Figura 21 Aparato de Casagrande

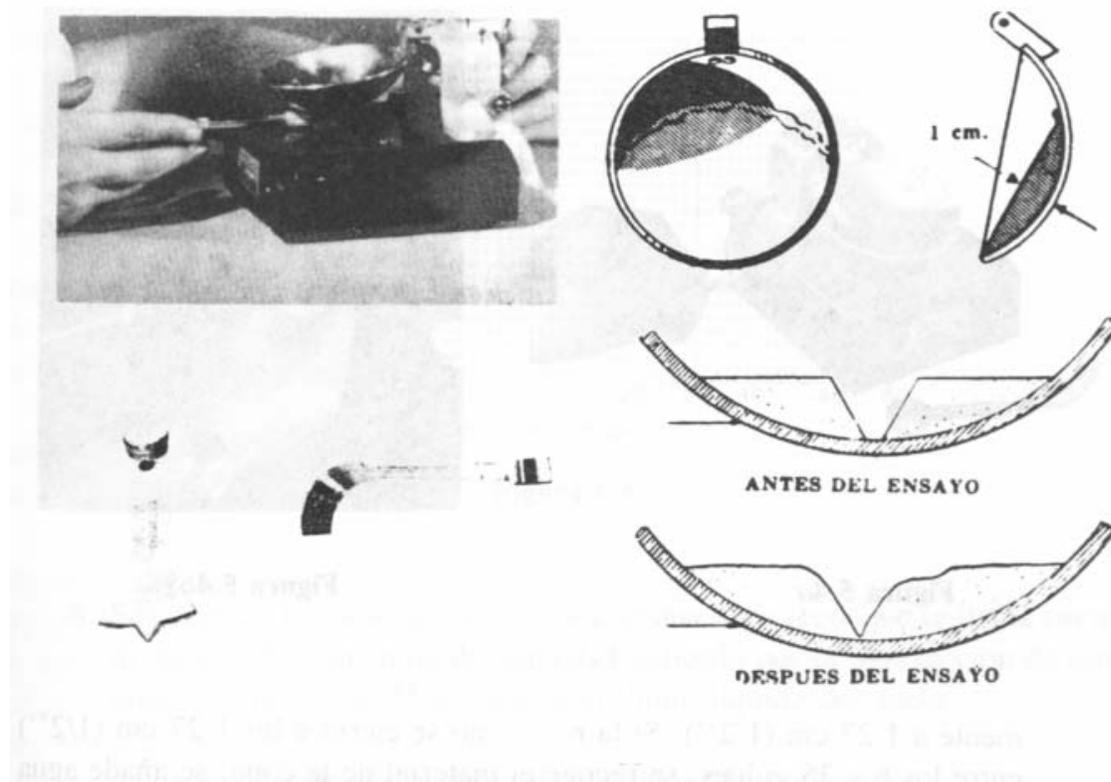


Detalles de la copa de Casagrande.

Fuente: Juárez Badillo. Mecánica de suelos. Tomo 1. Pagina 130

En el aparato de Casagrande, debe ajustarse la altura de caída, para producir un impacto estándar, colocando el material sobre el platillo de bronce del aparato, hasta llenarlo aproximadamente $1/3$ de su capacidad usando la espátula para mezclar, extender el material formando una masa lisa de 1cm de espesor. Con el acanalador se divide la pasta en dos partes, haciendo un trazo firme a lo largo del diámetro, que arranque del centro del soporte, formando un surco claro y bien definido. (Ver figura 22)

Figura 22 Llenado de la copa de Casagrande



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 71.

Luego se determina, el número de golpes necesarios, para que el fondo del surco se cierre una longitud de $\frac{1}{2}$ " aproximadamente.

Como en la práctica, será difícil conseguir que la muestra se una a los 25 golpes, se registra un punto, con el contenido de humedad que corresponda a menos y otro a más de 25 golpes, ploteando estos datos en papel semilogaritmico, el contenido de agua, en la escala aritmética vertical y la cantidad de golpes en la logarítmica horizontal, dando una línea recta. La intersección con la recta a 25 golpes, indica el Límite líquido.

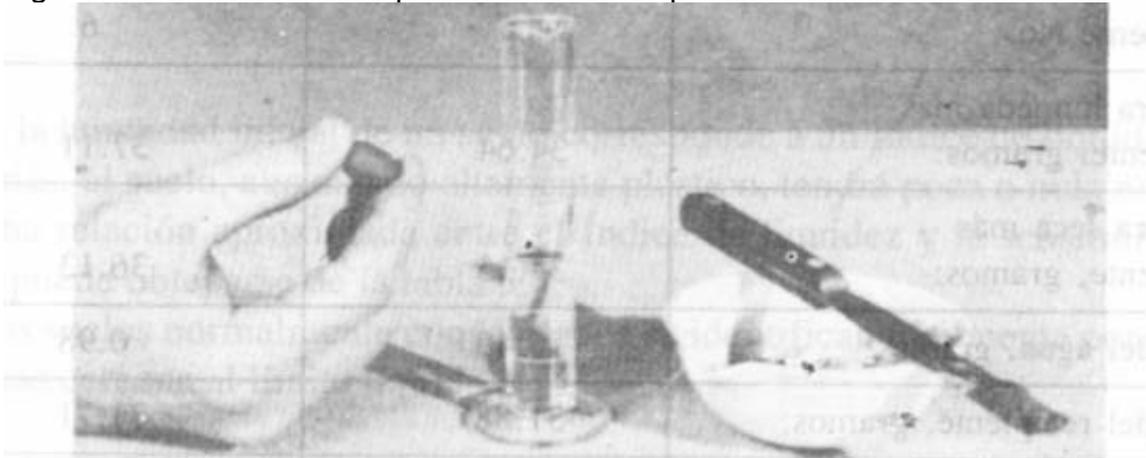
$$L.L = \%H \times \frac{N}{25}$$

%H = porcentaje de humedad

N = Número de golpes

- b) El límite Plástico (L.P) se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba de límite líquido y al cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma luego una pequeña bola que deberá rodillarse en seguida con la palma de la mano o en una placa de vidrio aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos. (Ver figura 23)

Figura 23 Procedimiento para obtener límite plástico



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 77.

Otra forma de describir el límite plástico de un suelo, es el contenido de humedad, que permite cilindrarlo, haciendo bastoncitos de 3mm de diámetro sin romperse.

$$L.P = \frac{PBH - PBS}{PBS - TARA} \times 100$$

donde:

PBH = Peso bruto húmedo

PBS = Peso bruto seco

- c) Índice de Plasticidad (I. P) se denomina Índice de plasticidad o Índice Plástico (I.P) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

$$I.P = L.L - L.P$$

Donde:

L.L = Límite líquido

L.P = Límite plástico

I.P. = 0	Suelo no plástico.
I.P < 7	Suelo con baja plasticidad.
7 < I.P < 17	Suelo medianamente plástico.
I.P > 17	Suelo altamente plástico.

3.2.1.3 Compactación (Densidad máxima y humedad óptima)

Se entiende por compactación de los suelos el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. La importancia de la compactación de los suelos estriba en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtienen al sujetar al suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

Para determinar la densidad máxima, se hace por el método Proctor, que consiste en la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad y tiene dos formas de ensayo: Proctor Estándar y Proctor Modificado.

Proctor Standard (Características)

Peso de martillo	5.50 lbs
Altura de caída	12 plg
Capas a compactar	3
Número de golpes	25

Proctor Modificado (Características)

Peso de martillo	10 lbs
Altura de caída	18 plg
Capas a compactar	5
Número de golpes	25

Figura 24 Equipo para ensayo de compactación

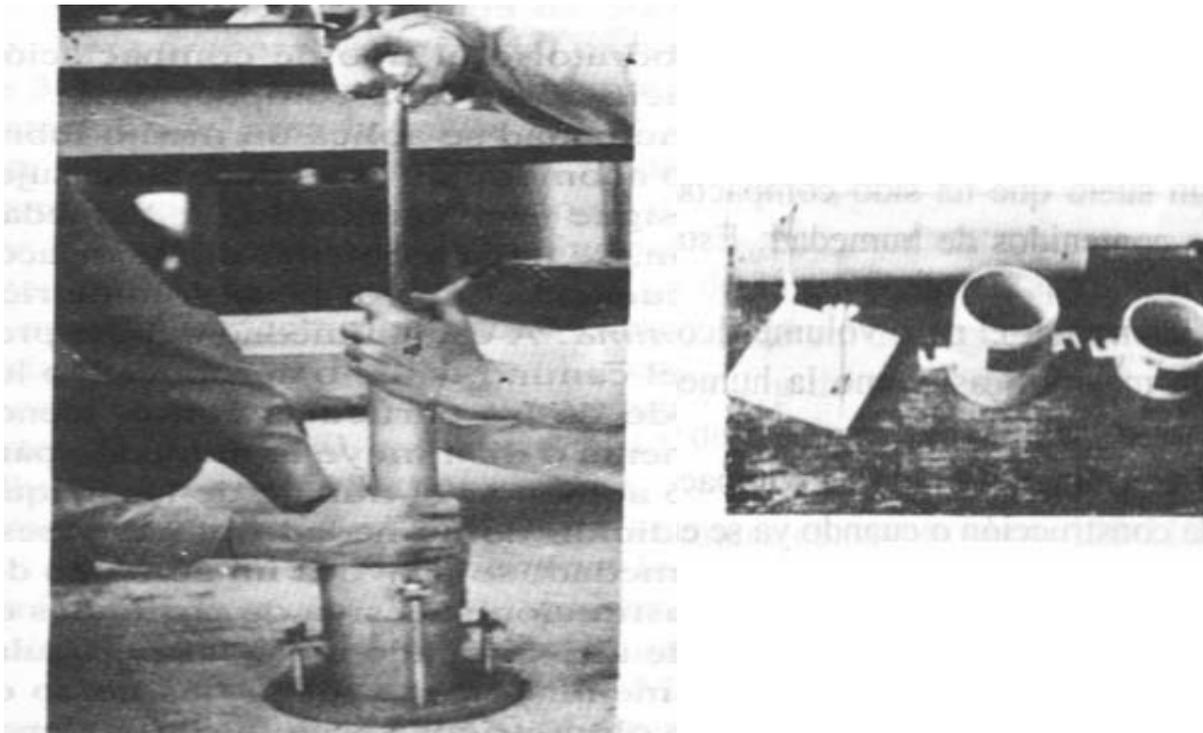


Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 77.

Para realizar este ensayo, se necesitan de un equipo especial (ver figura 24) y de 2 a 3 kg de material secado al aire libre, pasándolo por el tamiz de $\frac{1}{4}$ ". Es importante conocer la cantidad de agua con la que se inicia el ensayo, dependiendo de que tipo de suelo tenemos. Se suele empezar con un equivalente al 2% del peso de material que se tenga, incrementándolo a 60 cc de agua, para suelos arenosos y unos 120 cc, para suelos limosos y arcillosos.

Teniendo preparada la muestra, se compactan 5 capas, con un espesor aproximadamente 2.54 cm cada una, compactándolas en toda la superficie del cilindro uniformemente con 25 golpes (ver figura 25). Se pesa el material compactado, siendo éste el peso bruto húmedo (PBH). Se toman dos muestras con la humedad de cada punto, aproximadamente de 100 gr cada una; se pesa y se ponen a secar en el horno.

Figura 25 Procedimiento de compactación



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 101

Para obtener su contenido de humedad, se toma el promedio de las dos muestras. Para calcular la densidad máxima y la humedad óptima se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\text{PNH} = \text{PBH} - \text{TARA}$$

$$\text{PUH} = \frac{\text{PNH}}{V_{\text{cilindro}}}$$

$$\%H = \frac{\text{PNH} - \text{PNS}}{\text{PNS}} \times 100$$

$$\text{PUS} = \frac{\text{PUH}}{100 \times \%H}$$

donde:

PNH = Peso neto húmedo

PUH = Peso unitario húmedo

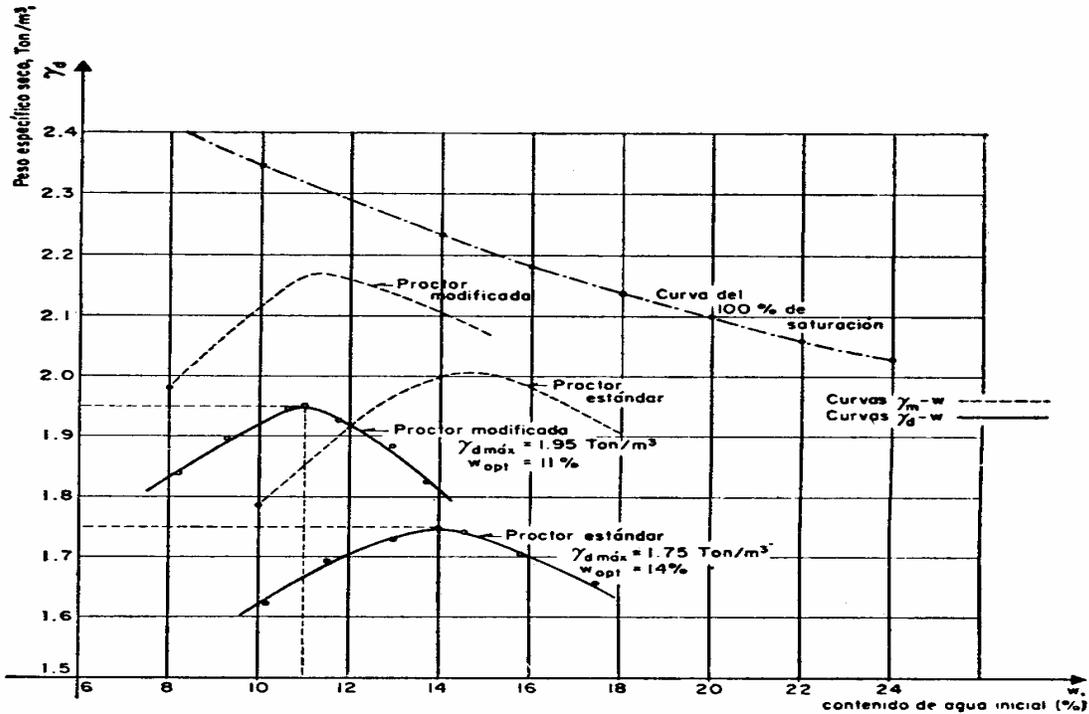
PNS = Peso neto seco

PUS = Peso unitario seco

%H = Porcentaje de humedad

Al tener los cálculos, se procede a hacer la gráfica %H vrs PUS. En el punto más alto de la curva, se tiene la densidad máxima con su respectiva humedad óptima. (Ver figura 26)

Figura 26 Curvas de Compactación



Fuente: Juárez Badillo. Mecánica de suelos. Tomo 1. Pagina 579

3.2.1.4 Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR)

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada.

El C.B.R. generalmente se determina para 0.1" y 0.2" de penetración o sea dividiendo el esfuerzo para cada penetración entre un esfuerzo de 1000lbs/plg² y uno de 1500 lb/plg² respectivamente. De estos valores se usa el que sea mayor, generalmente el de 0.1" de penetración. (Ver tabla XVI)

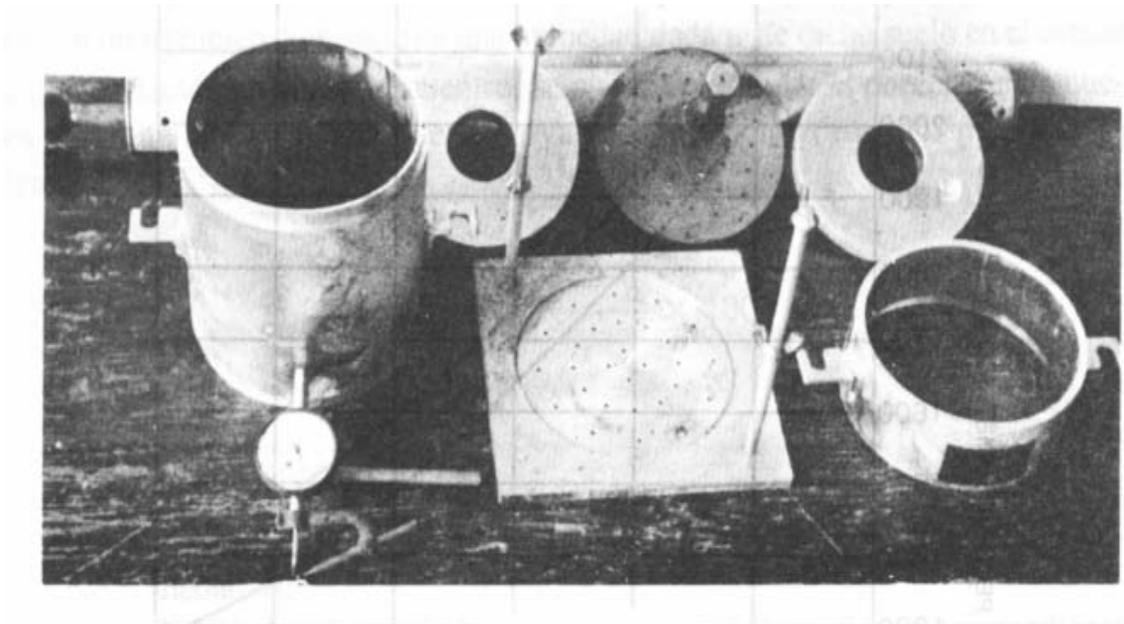
Tabla XVI Resistencias a diferentes penetraciones en piedra triturada

Penetración	Carga en lb/plg ²	Carga en lb
0.1"	1000	3000
0.2"	1500	4500
0.3"	1900	5700
0.4"	2300	6000
0.5"	2600	7800

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 112

Con el fin de duplicar en el laboratorio la condición más crítica que pueda presentarse en el terreno, las muestras y el equipo para ensayo del C.B.R (ver figura 27) se sumergen en agua varios días hasta obtener su saturación.

Figura 27 Equipo para ensayo C.B.R.



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 108

Para realizar este ensayo, se necesitan de un equipo especial (ver figura 26), 3 kg, de material y teniendo los porcentajes de humedad actual y humedad óptima. Con estos datos, se calcula la cantidad de agua que hay que agregar a los 13 kg de muestra

$$\text{Agua(c.c.)} = \frac{\%H_{\text{óptima}} - \%H_{\text{actual}}}{100 + \%H_{\text{actual}}}$$

Los cilindros se compactan en 5 capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Luego se pesa el material que queda en el cilindro, siendo este el PBH. Con el peso del cilindro, se obtiene el peso neto húmedo (PNH). Luego se tiene:

$$\text{PUH} = \frac{\text{PNH}}{\text{Volumen}_{\text{cilindro}}}$$

Para calcular el peso unitario seco:

$$\text{PUS} = \frac{\text{PNH}}{\%H_{\text{después}} + 100}$$

Con los datos anteriores se calcula el porcentaje de compactación, que es igual a:

$$\%C = \frac{\text{PUS}_{\text{delCBR}}}{\text{PUS}_{\text{máximoproctor}}}$$

Con el valor del porcentaje se puede clasificar el suelo usando la tabla que indica el empleo que puede dársele al material en lo que al C.B.R se refiere. (Ver tabla XVII)

Tabla XVII Clasificación del suelo C.B.R.

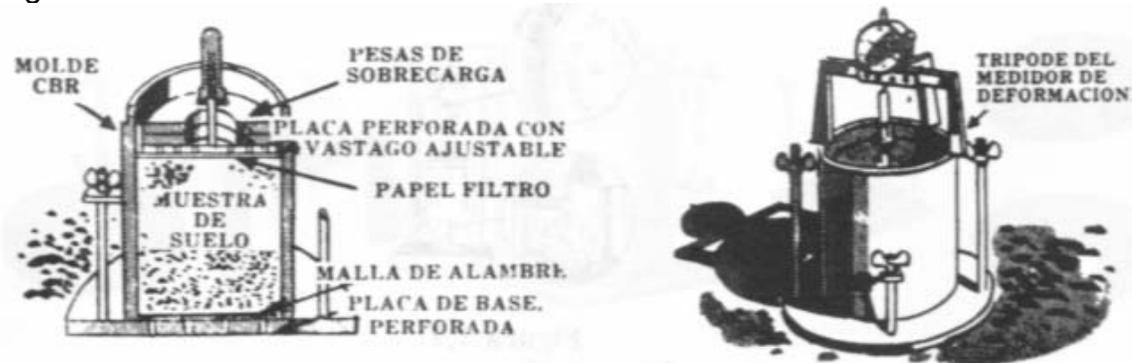
Valores en % de CBR	Clasificación
0-----5	Subrasante muy mala
5-----10	Subrasante mala
10-----20	Subrasante regular a buena
20-----30	Subrasante muy buena
30-----50	Sub-base buena
50-----80	Base buena
80-----100	Base muy buena

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 113

3.2.1.5 Hinchamiento

Se coloca sobre el suelo en el molde, un papel de filtro, sobre este filtro se coloca el diseño perforado, con vástago ajustable y el disco de 4.54 kg. (10lb). Sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a 0, luego se sumerge en el agua durante 4 días, tomando lecturas a cada 24 horas, controlando la expansión del material (ver figura 28). El hinchamiento, se calcula como un porcentaje de la altura inicial de la muestra, teniendo el cambio de altura cuando se tuvo la muestra sumergida.

Figura 28 Colocación del medidor de deformación



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 111

$$\% \text{Hinchamiento} = \frac{\text{Cambio de altura en el remojo (plg)}}{5 \text{ plg}}$$

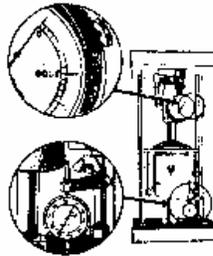
Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 lb, colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto de 12.7 cm (5 plg) de espesor. El objeto de sumergir la muestra, durante 4 días en agua, es para someter a los materiales usados en la construcción, a las peores condiciones de trabajo que puede someterse el pavimento.

3.2.1.6 Determinación de la resistencia a la penetración

Luego de retirar la muestra que por 4 días se sometió a saturación, se le quita el tripié y el extensómetro y con todo cuidado se acuesta sin quitar las placas, dejándolo en esta posición durante tres minutos para que escurra el agua. Se lleva a la prensa, se retiran las placas y el filtro y se colocan nuevamente las dos placas de carga.

El pistón para la prueba de penetración debe pasar a través de los orificios de las placas hasta tocar la superficie de la muestra, se aplica una carga inicial que no sea mayor de 10 kg e inmediatamente después, sin retirar la carga, se ajusta el extensómetro de carátula para registrar el desplazamiento vertical del pistón. (ver figura 29)

Figura 29 Prensa para C.B.R.



Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Pagina 112

Se procede a la aplicación lenta de cargas continuas con pequeños incrementos y se anotan las cargas correspondientes a cada una de las cinco penetraciones indicadas.

Luego se dibuja la curva penetración del pistón vrs carga. La relación de valor soporte de California (CBR) se calcula como:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga a una penetración dada}}{\text{Carga estándar a la misma penetración}} \times 100$$

Se traza la curva CBR vrs. Compactación, para determinar el CBR de diseño de un pavimento a 90%, 95%, 100% de compactación de Proctor modificado.

3.3 Teoría y diseño sobre pavimentos rígidos

Los pavimentos de concreto hidráulico o pavimentos rígidos como también se les designa, difieren de los pavimentos de asfalto o pavimentos flexibles, primero, en que poseen una resistencia considerable a la flexión, y segundo, en que son afectados grandemente por los cambios de temperatura. Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los refuerzos siguientes:

- a) Esfuerzos directos de compresión y cortamiento causados por las cargas de las ruedas.
- b) Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
- c) Esfuerzos de compresión y tensión causados por la expansión y contracción del concreto.
- d) Esfuerzos de compresión y tensión debidos a la combadura del pavimento por efectos de los cambios de temperatura.

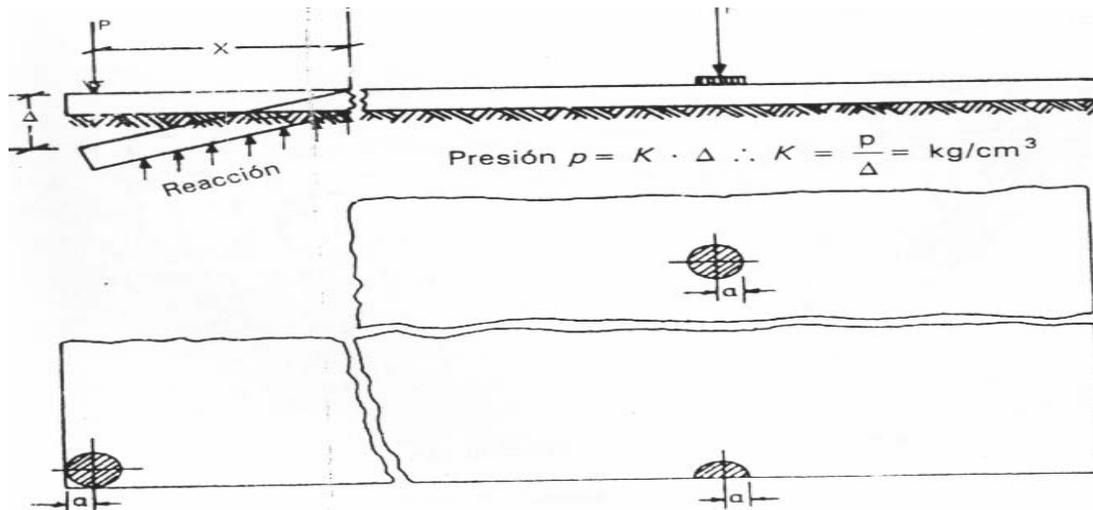
En virtud de estar los pavimentos rígidos sujetos a los esfuerzos ya anotados, es notorio que para que estos pavimentos cumplan en forma satisfactoria y económica la vida útil que de ellos se espera, es necesario que su proyecto esté basado en los factores siguientes:

- a) Volumen, tipo y peso del tránsito a servir en la actualidad y en un futuro previsible.
- b) Valor relativo de soporte y características de la subrasante.
- c) Clima de la región.
- d) Resistencia y calidad del concreto a emplear.

Si en el proyecto de estos pavimentos no se toma en cuenta alguno de los puntos mencionados, el pavimento no será económico. Así, por ejemplo, si los espesores de las losas de concreto son muy elevados, es decir, que su capacidad de carga es superior a la que realmente soporta, su comportamiento será satisfactorio, pero su costo de construcción será excesivo. Por el contrario, si los espesores son menores que los requeridos para las cargas que soportará, se acortará su vida de servicio o tendrá un costo de conservación muy alto y por lo tanto antieconómico y con un comportamiento poco satisfactorio.

En cuanto a los esfuerzos debidos a las cargas se puede decir que los de flexión son los más importantes en las losas. Tanto los estudios teóricos como los ensayos de losas han demostrado que el punto crítico de una losa de espesor uniforme, es decir, aquel en que para una carga dada se desarrollan esfuerzos más elevados, es el correspondiente a la esquina de la misma, o sea el ángulo conformado por un borde exterior y una junta transversal tal como se ve en la figura 30.

Figura 30 Punto crítico en una losa de concreto de pavimento rígido



Fuente: Carlos Crespo. Vías de comunicación. Pag 349

Los esfuerzos que provoca la misma carga P colocada sobre un borde de la losa suficientemente alejada de la esquina, y en el centro de la misma son de una magnitud de orden decreciente con respecto a los que se manifiestan en la esquina, correspondiendo el menor valor para la posición de la carga en el centro de la losa. Cuando el es esfuerzo total es superior al módulo de ruptura del concreto, la losa se rompe. La observación de los pavimentos de concreto hidráulico en servicio se lleva a las mismas comprobaciones, es decir, que el punto crítico es la esquina de las losas.

3.3.1 Estructura del pavimento rígido

3.3.1.1 Subrasante

Es el nivel del terreno, sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento de una carretera, se extiende hasta una profundidad, en la que no le afecte la carga de diseño, correspondiente al tránsito previsto.

Los materiales de la subrasante deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Tamaño máximo de partículas 10 cm.
- b) Límite líquido menor de 50%.
- c) C.B.R 5% mínimo
- d) Expansión 5% máximo
- e) Compactación 95% mínimo.

Los materiales calificados como A-8 son inapropiados para subrasante, debido a que son altamente compresibles teniendo muy baja resistencia.

Se puede hacer una clasificación, para valores de C.B.R en diferentes calidades de subrasante como lo vimos en la tabla XVII.

Si la subrasante no cumple con los requisitos de calidad, debe ser tratada por algún método, para que alcance las características deseables; siempre se recomienda cubrir la subrasante con una capa de sub-base, cuando va a ser expuesta al tráfico y a la lluvia.

3.3.1.2 Requisitos de construcción

Cuando se inicia la construcción de un pavimento, se debe proceder a limpiar la capa vegetal existente en toda la superficie de la subrasante a reacondicionar. El reacondicionamiento es la operación que consiste en escarificar, homogenizar, conformar y compactar la subrasante. En las áreas que se necesite reacondicionamiento, se debe proceder a escarificar el suelo de la subrasante, hasta una profundidad de 20 cm, eliminando las rocas mayores de 10 cm, seguidamente se debe proceder a ajustar y conformar la superficie, efectuando cortes y rellenos no mayores de 20 cm de espesor. El suelo de subrasante, en el área a reacondicionarse, debe humedecerse adecuadamente antes de la compactación.

Cuando la densidad de la subrasante sea menor del 90 por ciento de la densidad máxima, sus 30 centímetros más superficiales serán compactados hasta el 95%, y cerca del contenido óptimo de humedad. La subrasante será previamente emparejada a fin de asegurar una compactación uniforme, y recibirá una conformación final de acuerdo con los alineamientos y secciones transversales señalados en los planos. En este trabajo se evitará lo más que sea posible la segregación de los materiales. Cuando se considere necesario, las pendientes de la subrasante en las orillas deberán ajustarse de acuerdo a los planos.

3.3.1.3 Tolerancias y aceptación de subrasante

- a) Compactación: Se establece una tolerancia en menos del 2%, respecto al porcentaje de compactación especificado.

- b) Superficie: Se establece una tolerancia de 3 cm, en más o en menos, respecto al nivel de conformación de superficie indicada en los planos.
- c) No se permite que la subrasante ya reacondicionada, quede sin recubrir, en una distancia mayor de 2 km.

3.3.1.4 Subbase

Es una capa de material selecto que se coloca sobre la subrasante y, tiene por objeto:

- Servir de capa de drenaje al pavimento.
- Controlar los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad del material de la subrasante.
- Controlar la ascensión capilar del agua, protegiendo así el pavimento.

Los materiales utilizados para subbase, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) El material debe tener un CBR, AASHTO T-193, mínimo de 30, efectuado sobre una muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T-180.
- b) En el caso de que contenga grava o rocas, estas no deben ser mayores de 2/3 del espesor de la subbase.
- c) El índice plástico no debe ser mayor de 6, (AASHTO T-90-70).
- d) El límite líquido no debe ser mayor de 25 (AASHTO T-81-68)
- e) No deberá tener un hinchamiento mayor de 1% (AASHTO T-193-72)
- f) El equivalente de arena no debe ser menor de 25, (AASHTO T-196)

- g) El material que pasa el tamiz 200 no debe ser mayor que 2/3 de la fracción que pasa el tamiz No. 40.
- h) El agregado grueso retenido en el tamiz 10, deberá tener un porcentaje de desgaste, de 50% a 500 revoluciones, según el método de los Ángeles.

3.3.1.5 Requisitos de construcción

El material de subbase debe ser de buena calidad y cumplir con los requisitos de mayor CBR, menor índice de plasticidad, que pase el tamiz 200 y que tenga mayor equivalente de arena.

El espesor de la subbase, puede tener un espesor variable, compactado por tramos, esto depende de las condiciones y características de la subrasante, pero dicho espesor no debe ser menor de 10 cm ni mayor de 70 cm.

3.3.2 Capa de rodadura

3.3.2.1 Especificaciones para los materiales del concreto

Cemento

El cemento que se emplee en los pavimentos de concreto, deberá cumplir con las especificaciones de American Society for Testing Materials (ASTM) aplicables en nuestro país.

Agregados

El agregado grueso debe ser resistente al desgaste para los concretos utilizados en pavimentos. El tamaño del agregado grueso varía desde 2.5" hasta 1/4", para este caso utilizaremos de diámetro 3/4" que es el que mayormente se comercializa en la región.

El agregado fino deberá estar limpio, sano, adecuadamente graduado y libre de materia orgánica que puedan reducir la resistencia del concreto.

Agua

El agua que se emplee, tanto en el mezclado como en el curado del concreto deberá estar libre de materiales perjudiciales como aceites, sales, heces fecales, etc.

3.3.3 Juntas

Las juntas tienen por objeto principal, permitir la contracción y dilatación térmica del pavimento debido a los cambios de temperatura así como la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas y establecer una unión adecuada entre ellas.

Juntas longitudinales de contracción

Las juntas longitudinales son aquellas que se construyen paralelas al eje del camino con el fin de permitir los movimientos relativos de las diversas losas.

En los caminos, la cantidad de juntas longitudinales depende del ancho de la corona de los mismos, escogiéndose, muy comúnmente, en forma tal que ellas dividan a la corona en el número de las vías necesarias para la circulación.

Aunque las juntas longitudinales pueden ser proyectadas y construidas de diferente manera, es muy común que se emplee el tipo macho y hembra.

Juntas transversales de contracción

Las juntas transversales en los pavimentos rígidos tienen por objeto el evitar el agrietamiento debido al esfuerzo que se provoca por la contracción y alabeo de las losas. Estas juntas están orientadas en ángulos rectos a la línea central y borde de los carriles o franjas del pavimento, la ranura de las juntas debe tener por lo menos $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa y deben estar selladas con material petrificado para evitar la filtración de agua u otros líquidos que puedan dañar la subbase.

3.3.4 Tráfico

El factor más importante en el diseño de espesores de pavimento es el número de vehículos que circulan por dicha arteria, siendo un pueblo dedicado casi exclusivamente a la agricultura el tránsito de camiones podría incrementarse considerablemente y mejorar sus ingresos con la construcción de este proyecto, La población que se espera servir no excede las 300 personas por lo que podemos considerar un tránsito promedio diario de camiones (TPDC) de 25 camiones.

3.3.5 Descripción del método de diseño

El método de diseño a utilizar es el método de PCA (Portland Cement Association), este método es práctico y reduce considerablemente el espesor de las losas para pavimentos de concreto hidráulico, incluso podemos diseñar pavimentos cuando no tengamos disponible laboratorio para estudio de suelos.

Para este método han sido generadas tablas de diseño, basadas en la distribución compuesta de ejes de carga que representan las diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

Los pasos de diseño son los siguientes:

- a) Estimar TPDC (Tránsito promedio diario de camiones) en 2 direcciones; excluyendo camiones de 2 ejes y 4 llantas.
- b) Determinar módulo de ruptura del concreto a los 28 días.
- c) Seleccionar categoría del eje de carga.
- d) Seleccionar pavimento con hombros o bordillos.
- e) Encontrar el espesor de losa

Diseño de pavimento rígido

La longitud a pavimentar en este proyecto será de 631.10 m, con un ancho de calle de 5.20 m o sea dos carriles de 2.60m cada uno. El proyecto se diseñará con bordillo integrado. El concreto que se usará en la construcción del pavimento debe tener un módulo de ruptura de 600 lb/plg² y su esfuerzo de compresión no deberá ser menor de 4000 lb/plg².

Datos de diseño:

- De acuerdo a observaciones efectuadas y la población aproximada se determinó que el Tránsito Promedio Diario de camiones es de 25 con una carga máxima en eje sencillo de 22000 lb y 36000 en eje Tandem.
- Se utilizará un módulo de ruptura MR= 600 PSI.
- Suelo arcilloso de mala calidad.
- Período de diseño 20 años.

Calculo de espesor de losa

Tabla XVIII Categorías de carga por eje

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tandem
%	por día					
1	Calles residenciales carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras carreteras rurales y secundarias (altas) carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 500	5 a 18	De 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio, supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 para 4 carriles o más	8 a 30	De 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) Interestatales urbanas y rurales (medio alto)	3000 a 20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más	8 a 30	De 1500 a 8000	34	60

Con el Tránsito Promedio Diario de camiones podemos determinar la categoría de la carretera según tabla XVIII.

Para un tránsito promedio diario de camiones (TPDC) de 25 tenemos una carretera de categoría 1.

Se determina el valor de K (módulo de reacción) para este diseño que en este caso corresponde a una sub-rasante formada por arcilla en su mayoría por lo que le corresponde un soporte bajo con un valor de K entre 75 y 120 por lo que tomaremos K=100 PCI. (Ver tabla XIX).

Tabla XIX Tipos de suelos de sub-rasantes y valores aproximados de K

Tipos de suelos	Soporte	Rango de valores de K PCI
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla	Medio	130 – 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Sub-bases tratadas con cemento.	Muy alto	250 – 400

En la tabla XX se encuentra el valor de KS con respecto al valor de K para subbases no tratadas. Se utilizará un espesor de 5 pulgadas (13 cm.)

Tabla XX Efectos de la sub-base no tratada sobre los valores de K

Subrasante Valores de K PCI	Sub-base valores de K PCI			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Realmente el espesor debería de ser 4 pulg, sin embargo este valor es muy difícil de trabajar y nivelar cuando se está construyendo el pavimento además que se necesitaría un mayor espesor de losa de concreto por lo que se toma un valor intermedio entre 4 y 6 pulgadas, entonces se cae entre 130 y 140 para los valores de KS por lo que tomaremos $KS = 135$.

Con el dato anterior $KS = 135$ volvemos a la tabla XIX en donde hay valores para subrasantes aproximados de KS. En nuestro caso tenemos un soporte medio.

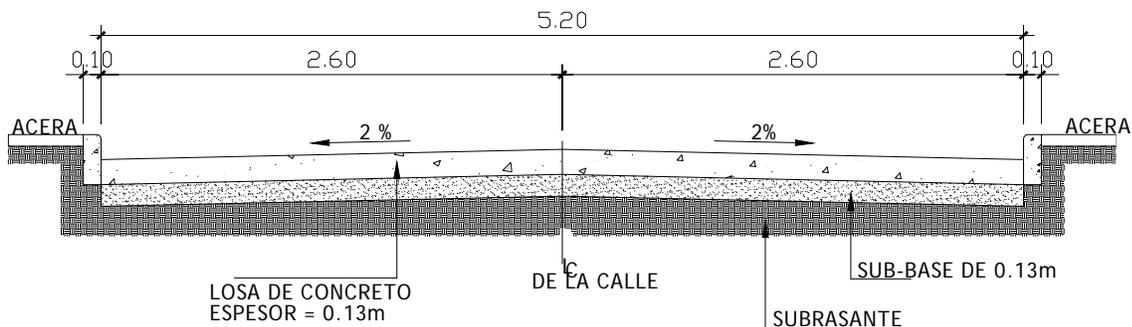
Determinar el espesor de la losa en la tabla XXI para un módulo de ruptura de 600 lb/plg^2 y un concreto con hombros y bordillo.

Tabla XXI Diseño de espesor de losa

MR	Concreto sin hombros o bordillo				Concreto con hombros y bordillo			
	Espesor de losa (plg)	Soporte sub-rasante sub-base			Espesor de losa (plg)	Soporte sub-rasante sub-base		
		Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
650 PSI	4.5				4		0.2	0.9
					4.5	2	8	25
	5	0.1	0.8	3	5	30	1300	330
	5.5	3	15	45	5.5	320	2600	
	6	40	160	430				
600 PSI	5		0.1	0.4	4			0.1
	5.5	0.5	3	9	4.5	0.2	1	5
	6	8	36	98	5	6	27	75
	6.5	76	300	760	5.5	73	290	730
	7	520	2300		6	610		
550 PSI	5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
	6	1	6	10	5	0.8	4	13
	6.5	13	60	160	5.5	13	57	150
	7	110	400		6	130	140	
	7.5	620						

Se busca en el lado derecho concreto con hombros y bordillo para un soporte de sub-rasante sub-base de tipo medio y buscar el modulo de ruptura de 600 PSI el valor que contenga el TPDC permisible de 25, al cual le corresponde un espesor de losa de 5 pulgadas = 13 cm. (Ver figura 31)

Figura 31 Sección típica del pavimento



3.3.6 Maquinaria y equipo

Bulldozer

El bulldozer es una máquina de mucho empleo y se puede decir que es la más adecuada para construir caminos, permitiendo efectuar una nivelación rápida en terrenos de poca extensión ya que puede retroceder, remover y empujar las tierras en cualquier dirección y más rápido que otros tipos de máquinas. Efectúa el trabajo preliminar de una nivelación más completa y facilita el de las máquinas que hayan de usarse después.

El Bulldozer (ver figura 32) es una máquina especial para los trabajos de descepado y despedregado. El tractor, para su óptimo aprovechamiento, debe trabajar a favor de la fuerza de gravedad, es decir, en sentido descendente del terreno.

Figura 32 Bulldozer



Fuente: www.jpowers.net

Cargador Frontal

El cargador frontal (ver figura 33) es utilizado para llenar los camiones de volteo ya que cuentan con un cucharón frontal controlado mediante un sistema hidráulico y tiene una capacidad que varía normalmente de 0.383 a 3.06 m³.

Figura 33 Cargador Frontal



Fuente: [www.grupogurrion.com/ images](http://www.grupogurrion.com/images)

La carga de unidades de acarreo desde un banco, préstamo o pila de material situados a nivel debe efectuarse a un ángulo de 60° para obtener una mayor eficiencia de operación.

Camión de volteo

Es uno de los factores más importantes en la construcción de la obra ya que de ellos depende la rapidez del movimiento de tierras y el rendimiento del cargador.

Como una regla aproximada se puede decir que la capacidad de los camiones debe ser como mínimo, de cuatro veces la capacidad del cucharón del cargador. Los camiones podemos encontrarlos con capacidades de 8 a 12 m³. (Ver figura 34).

Figura 34 Camión de volteo



Fuente: www.samfor.com

Rodillo Vibratorio (Vibrocompactador)

En esencia consiste en un cilindro ligero liso. Un motor especial comunica al conjunto una vibración que oscila entre 2.800 y 3.800 vibraciones por minuto. La vibración que produce, permite a las partículas del suelo ajustarse unas con otras, aprovechando los intersticios, con lo que se obtiene una gran densidad.

Su acción es bastante profunda, pudiendo llegar a los 50 cm de profundidad. Su velocidad de trabajo es también elevada, ya que en el peor de los casos es de 25 Km/h. (Ver figura 35)

Figura 35 Vibrocompactador



Fuente: [www.grupogurrion.com/ images](http://www.grupogurrion.com/images)

Motoniveladora (Patrol)

La motoniveladora es una maquinaria de gran versatilidad, pudiendo ser mecánica o hidráulica, de chasis articulado o fijo, la pala posee gran capacidad de movimiento.

Esta maquina puede excavar el terreno, transportarlo o extenderlo, pero su principal aplicación es en trabajos de terminación de la explanación, refinado de taludes, extensión y mezcla de materiales, limpieza de terrenos, cunetas y mantenimiento de caminos.

Este tipo de máquina puede tener 2 ó 3 ejes y una cuchilla de 3 a 3.5 metros. La cuchilla puede ascender o descender, desplazarse lateralmente, girar 180° en el plano horizontal, girar de 0° a 90° en el plano vertical, girar alrededor de su propio eje. (Ver figura 36)

Figura 36 Motoniveladora (Patrol)



Fuente: www.formaquinas.com.br

Mezcladora de Concreto (Concreteira)

La mezcladora (ver figura 37) es una máquina muy útil para la elaboración de concreto hidráulicos especialmente para pavimentos rígidos ya que disminuye el tiempo de mezclado y logra un concreto homogenizado y de buena calidad.

Figura 37 Mezcladora de Concreto (Concreteira)



Fuente: www.domosa.com

Las mezcladoras funcionan con motor de combustión a gasolina pero también existen accionadas eléctricamente, además cuenta con un tazón giratorio para una mezcla adecuada del concreto y se fabrican con capacidad de volumen de 0.13 a 0.62 m³.

3.3.7 Presupuesto

Para el presupuesto (ver tabla XXII) se utilizó el mismo sistema del salón de precios unitarios y materiales puestos en obra.

Tabla XXII Presupuesto de pavimento rígido

Material	Unidad	cantidad	Precio Unitario	Total
1- Pavimento				
Cemento	saco	5560	Q41.00	Q227960.00
Arena de río	m ³	250	Q150.00	Q37500.00
Piedrín 3/4"	m ³	470	Q175.00	Q57925.00
material selecto	m ³	470	Q80.00	Q37600.00
madera 3" x 8" x 10'	pie-tabla	1800	Q4.25	Q7650.00
antisol	galón	200	Q80.00	Q16000.00
material para sello de juntas	lb	2000	Q5.00	Q10000.00
2- Bordillo				
Cemento	saco	330	Q41.00	Q13530.00
Arena de río	m ³	19	Q150.00	Q2850.00
Piedrín 3/4"	m ³	22	Q175.00	Q3850.00
madera 1"x12"x10'	pie-tabla	600	Q4.25	Q2550.00
alambre de amarre	quintal	2	Q400.00	Q800.00
Clavo de 3"	quintal	1	Q425.00	Q425.00
Total de materiales				Q418640.00

Mano de obra	Unidad	cantidad	Precio Unitario	Total
Limpieza general	m ²	3281.72	Q5.00	Q16408.60
Trazo y estaqueado	m	631.1	Q4.00	Q2524.40
Corte + movimiento de tierras	m ³	918.88	Q15.00	Q13783.20
Conformación de subrasante	m ²	3281.72	Q18.00	Q59070.96
Conformación de subbase	m ²	3281.72	Q20.00	Q65634.40
Formaleteado	ml	3155.5	Q5.00	Q15777.50
Aplicación y colocación de concreto	m ³	493	Q45.00	Q22185.00
Hacer bordillo	m	1262.2	Q15.00	Q18933.00
Aplicación de antisol	m ²	3281.72	Q2.00	Q6563.44
Sellado de juntas	m	2356	Q3.00	Q7068.00
Total de mano de obra				Q227948.50

El costo total del proyecto de pavimentación de calle al recargar asciende a Q646588.50 (seiscientos cuarenta y seis mil quinientos ochenta y ocho con cincuenta centavos).

3.3.7.1 Cronograma de ejecución

La elaboración del cronograma de ejecución (ver tabla XXIII) se basa en el rendimiento de la maquinaria y el número de trabajadores que serán contratados para llevar a cabo el proyecto.

Tabla XXIII Cronograma de ejecución

Renglón	Descripción	TIEMPO (semanas)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Limpieza general	■	■											
2	Trazo y estaqueado		■	■										
3	Corte + movimiento de tierras			■	■	■								
4	Conformación de subrasante					■	■	■						
5	Conformación de subbase							■	■	■				
6	Fundición del pavimento								■	■	■	■	■	■
7	Elaboración de bordillo								■	■	■	■	■	■

CONCLUSIONES

1. Los proyectos de infraestructura que se diseñaron, especialmente la pavimentación tiene viabilidad, ya que generará empleos temporales y solucionará los problemas que afrontan los vecinos de dicho sector.
2. La experiencia adquirida en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, contribuye a la formación del estudiante dándole la habilidad para resolver problemas y poder determinar la mejor solución.
3. Los diseños de los proyectos son los que proporcionan mayor confiabilidad técnica y estructural, así como, mayor economía.
4. La utilización de maquinaria adecuada en la construcción de proyectos reduce el tiempo de ejecución y mejora la calidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad

1. Cuando se ejecute el proyecto de pavimentación, contratar los servicios de laboratorio de suelos, para determinar la calidad y durabilidad de suelo.
2. Crear un plan de mantenimiento preventivo, así como utilizar la maquinaria y equipo necesario. para garantizar el buen funcionamiento de los proyectos.
3. Es necesario tomar en cuenta la opinión de los habitantes de las comunidades para identificar los problemas y necesidades que afrontan haciendo énfasis en los problemas básicos.
4. Cuando la municipalidad ejecute los proyectos por administración, es necesario llevar un control de los materiales de construcción y de supervisión del trabajo siguiendo las especificaciones contenidas en los planos, para que el diseño trabaje de la mejor manera.
5. Brindar mayor prioridad a los proyectos de agua potable, drenajes, energía eléctrica, para cubrir las necesidades básicas de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arreaza García Elder Uvaldo. Diseño y construcción del graderío del estadio municipal y diseño de pavimento rígido de un sector del municipio de El progreso, Jutiapa. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1995. 76pp.
2. Nawy, Edgard G. **Concreto reforzado**, un enfoque básico. 2ª edición. México: Editorial Prentice Hall. 1988. 743pp.
3. Muñoz Aliaga, Hector José. Diseño de pavimento rígido y drenaje separativo para el caserío candelaria xecao, municipio de Quetzaltenango. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2001. 37pp.
4. Rosales Véliz, Marco Antonio. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Vasconcelos, municipio de Sololá y salón comunal para el caserío chuipoj, municipio de Santa Maria Visitación, Sololá. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2004. 77pp.
5. R.C. Hibbeler. **Análisis Estructural**. 2ª edición. México, Editorial Prentice Hall. 1997. 730pp.
6. Santisteban Quiroz, Luis Eduardo. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón comunal de la comunidad San Rafael Cacaotal, Guanagazapa, Escuintla. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 174pp.
7. Vides Tobar, Amando. **Análisis y control de costos de ingeniería**. 2ª edición (volumen 1 y 2). Guatemala, Editorial Piedra Santa. 1996 1347pp.

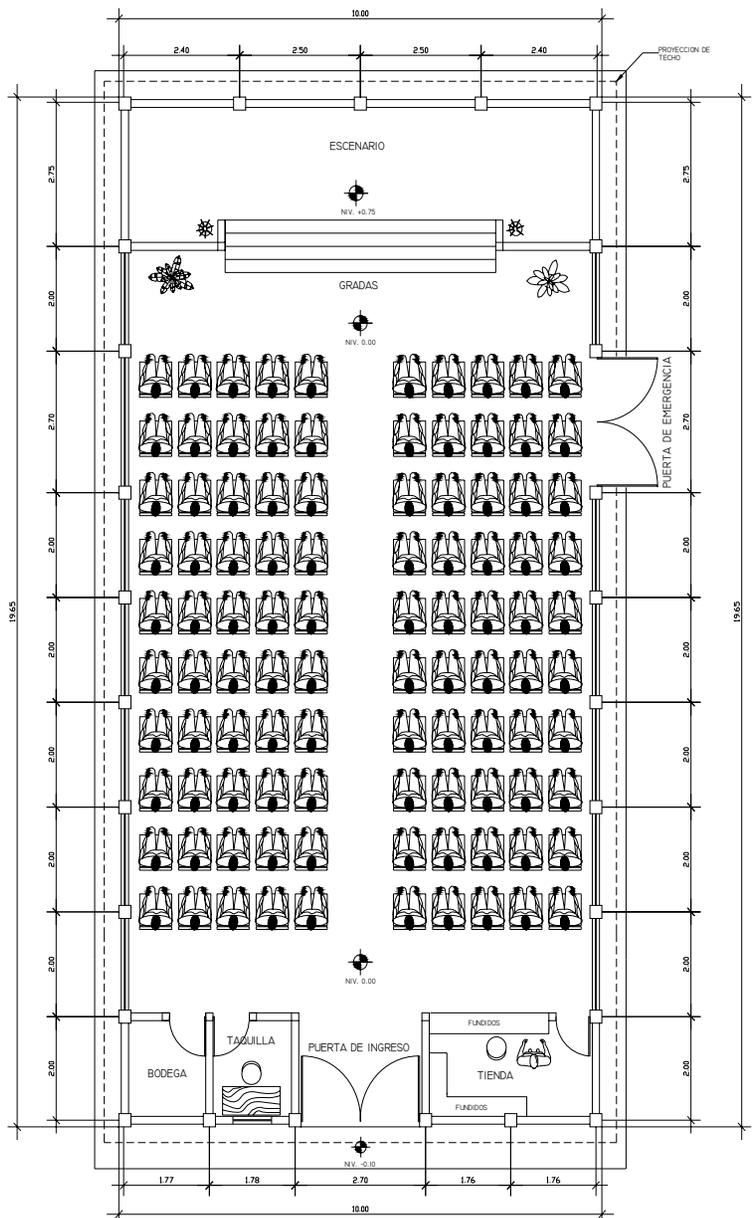
ANEXOS

Planos de Salón Comunal

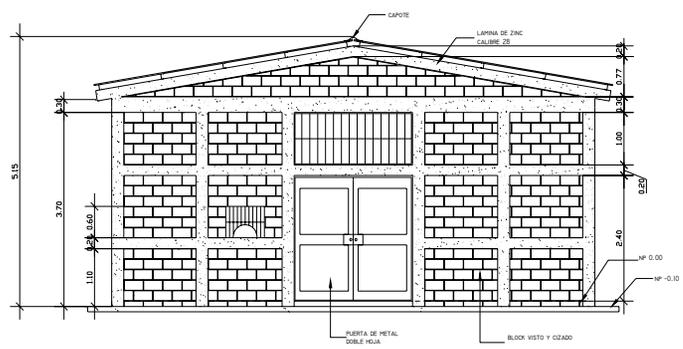
- No. 1 Planta + elevaciones
- No. 2 Planta acotada + secciones
- No. 3 Planta de cimentación + columnas
- No. 4 Planta de techos
- No. 5 Planta de electricidad (iluminación y fuerza)
- No. 6 Isométrico

Planos de Pavimento rígido

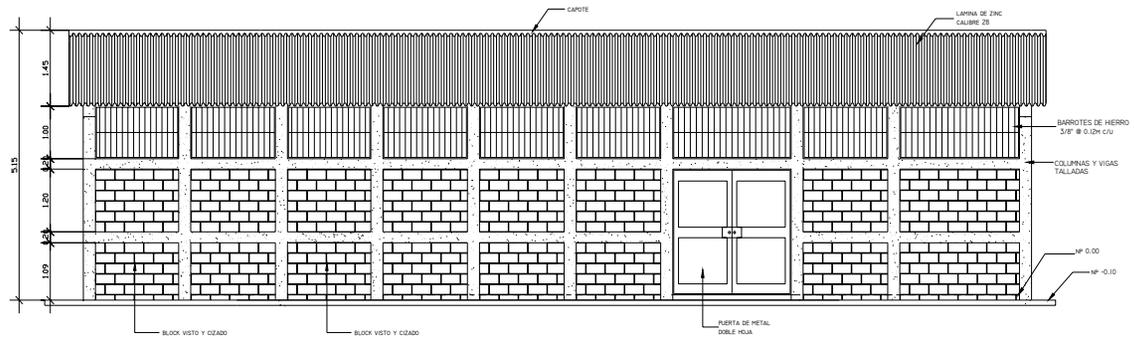
- No. 1 Planta-Perfil
- No. 2 Detalles constructivos



PLANTA AMUEBLADA ESCALA 1:50



ELEVACION FRONTAL ESCALA 1:50



ELEVACION LATERAL ESCALA 1:50



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

MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA

PROYECTO:
SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD

PLANO DE:
PLANTA AMUEBLADA + ELEVACIONES

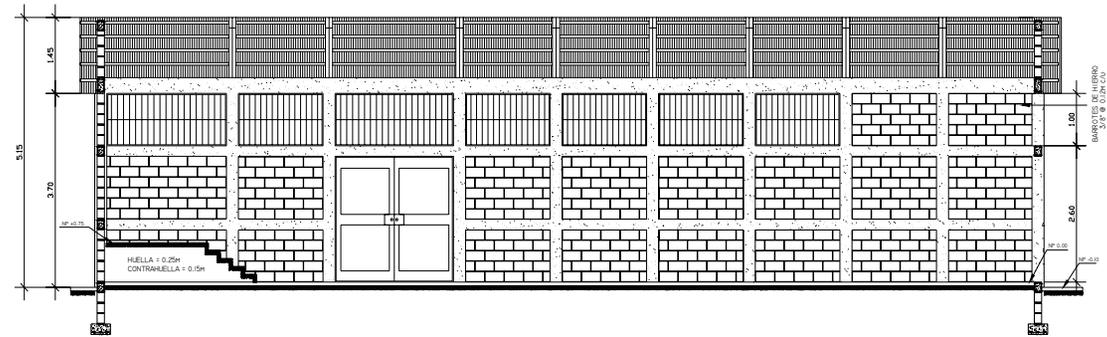
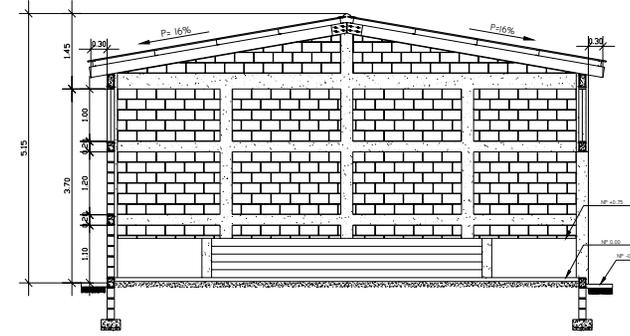
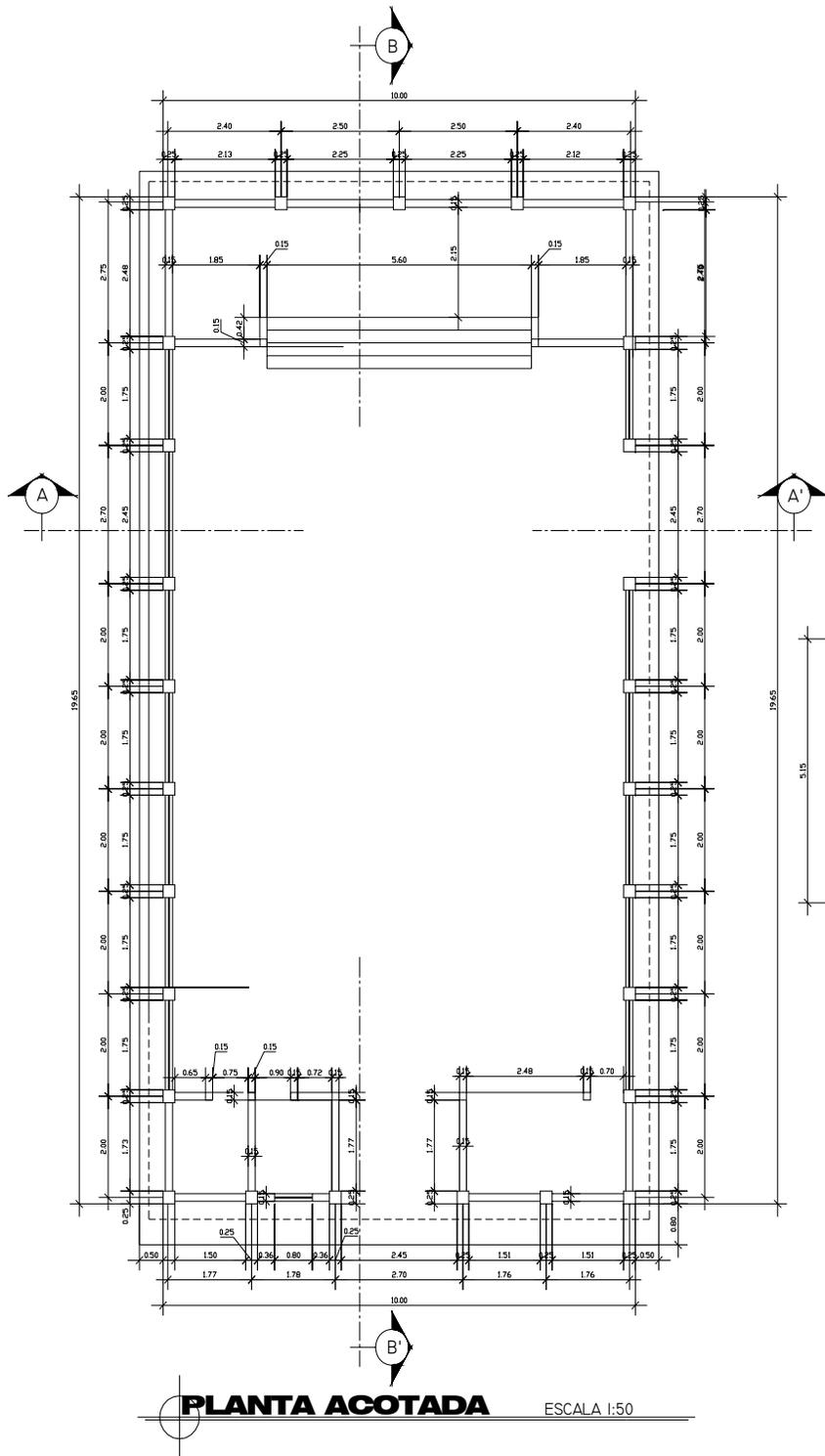
DISEÑO:
R.S.L.C.
CALCULO:
R.S.L.C.
DIBUJO:
R.S.L.C.
ESCALA:
INDICADA.
FECHA:
AGOSTO 2005

EPESISTA:
RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
CARNET:
2000-18255

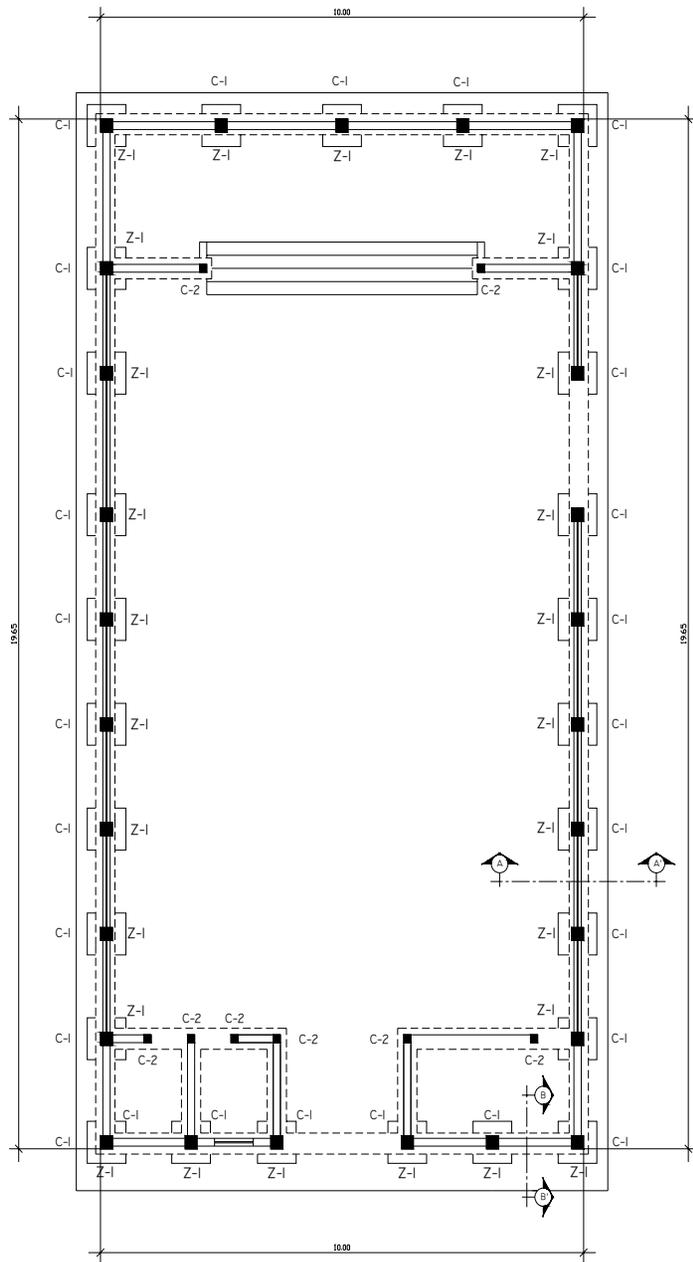
ING. MANUEL ALFREDO ARRIYELLAGA
SUPERVISOR (EP)

ING. RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
DISEÑO & DIBUJO

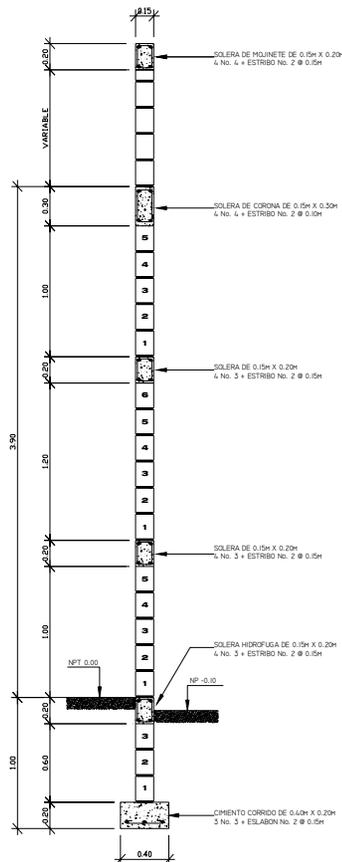
HOJA No
1
6



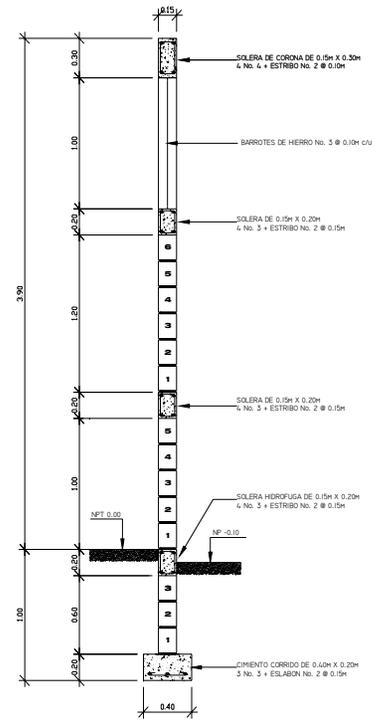
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA	
PROYECTO:	SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD	
PLANO DE:	PLANTA ACOTADA + SECCIONES	
DISEÑO: R. S.L.C. CALCULO: R. S.L.C. DIBUJO: R. S.L.C.	EPESISTA: RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO	CARNET: 2000-18255
ESCALA: INDICADA. FECHA: AGOSTO 2005	INGE. MANUEL ALFREDO ARRIVILLA SUPERVISOR EPS	INGE. RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO DISEÑO Y DISEÑO
		Hoja No 2 6



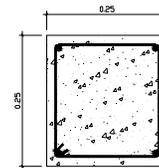
PLANTA DE CIMENTACION ESCALA 1:50



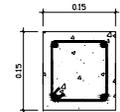
CORTE B - B' ESCALA 1:20



CORTE A - A' ESCALA 1:20

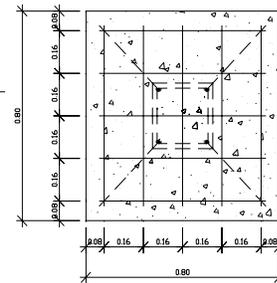


COLUMNA C-1
Ref. 4 No. 5
estribo No. 3 @ 0.15m

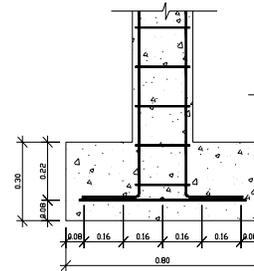


COLUMNA C-2
Ref. 4 No. 3
estribo No. 2 @ 0.15m

DETALLE DE COLUMNAS ESCALA 1:5



ZAPATA Z-1
Ref. 5 No. 4 @ 0.16 m
en ambos sentidos



DETALLE DE ZAPATAS ESCALA 1:10



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

MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA

PROYECTO:
SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD

PLANO DE:
PLANTA CIMENTACION + COLUMNAS

DISEÑO:
R.S.L.C

CALCULO:
R.S.L.C

DIBUJO:
R.S.L.C

ESCALA:
INDICADA.

FECHA:
AGOSTO 2005

EPESISTA:
RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO

CARNET:
2000-18255

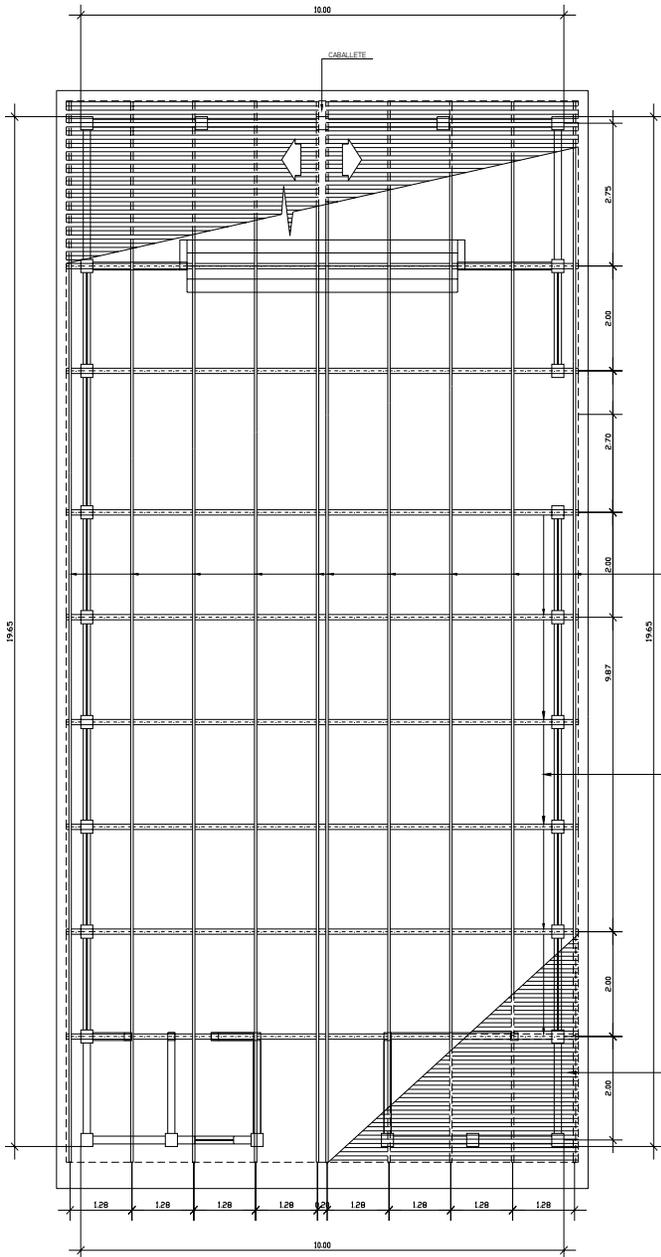
RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
SUPERVISOR (EP)

RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
DIBUJO & DISEÑO

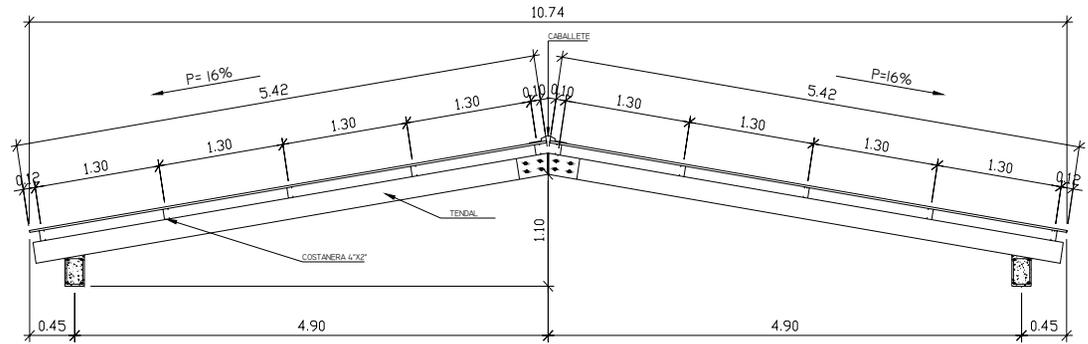
HOJA No.

3

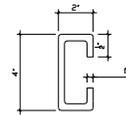
6



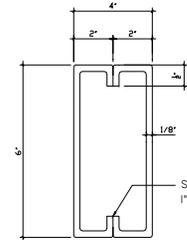
PLANTA DE TECHOS ESCALA 1:50



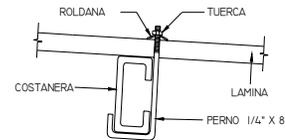
ELEVACION DE ESTRUCTURA DE MARCO ESCALA 1:25



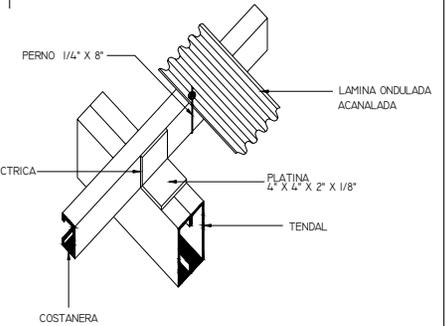
COSTANERA TIPO "C" SIN ESCALA



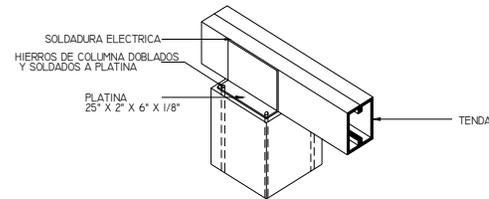
TENDAL DOBLE "C" SIN ESCALA



DETALLE DE ANCLAJE DE LAMINA A COSTANERA SIN ESCALA



DETALLE DE PORTACOSTANERA SIN ESCALA



DETALLE DE ANCLAJE DE TENDAL A COLUMNA SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA

PROYECTO: SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD

PLANO DE: PLANTA DE TECHOS

DISEÑO: R.S.L.C

CALCULO: R.S.L.C

DIBUJO: R.S.L.C

ESCALA: INDICADA

FECHA: AGOSTO 2005

EPESISTA: RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO

CARNET: 2000-18255

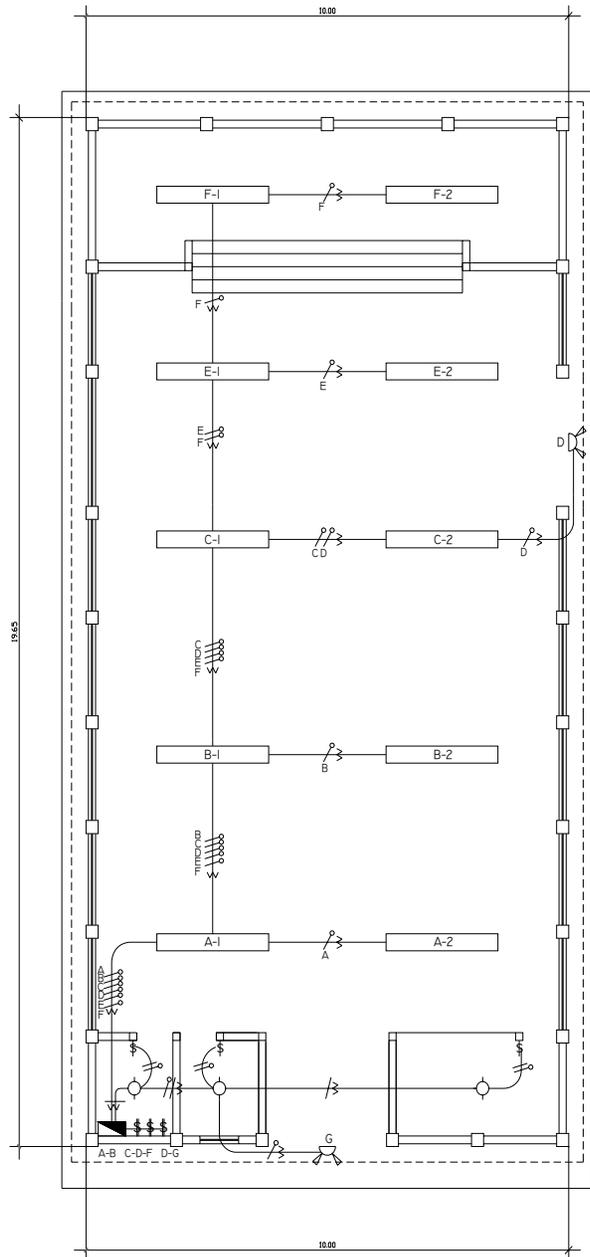
TR. RAUL ALFREDO ABRILVERA SUPERVISOR EPS

RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO DIBUJO Y DISEÑO

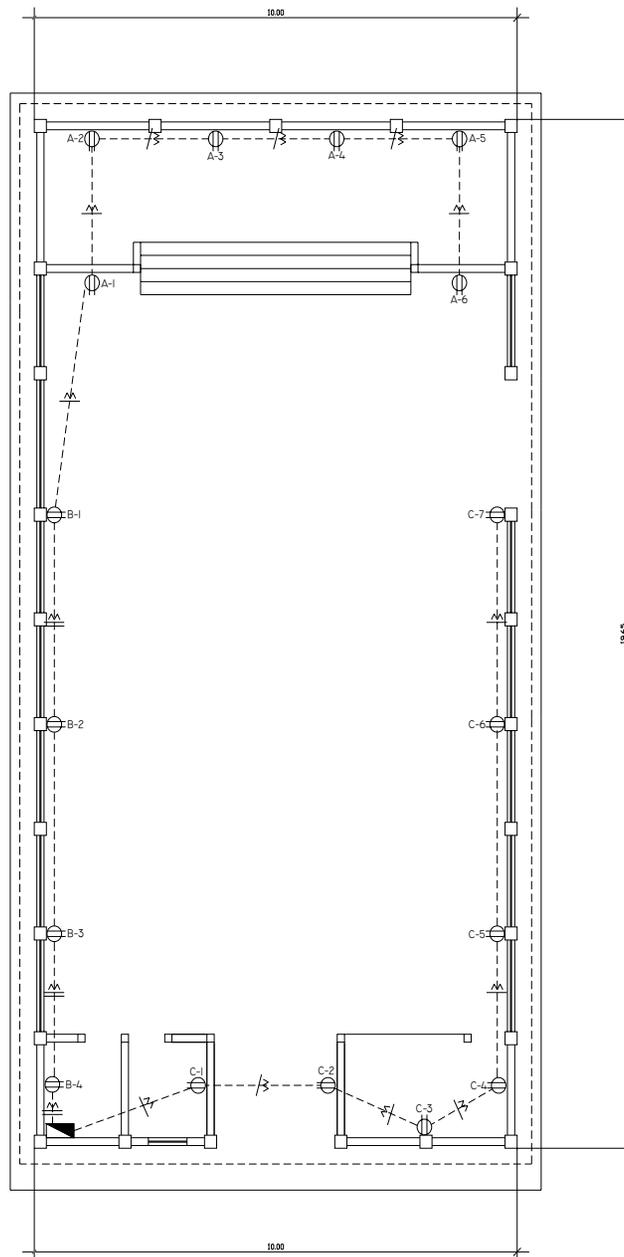
HOJA No

4

6



PLANTA DE ILUMINACION ESCALA 1:50



PLANTA DE FUERZA ESCALA 1:50

SI MBOLOGIA DE I LUMI NACION & FUERZA

	LAMPARA INCANDESCENTE EN CI ELO
	REFLECTOR EN MURO h. 2.50 mts S. N. P
	TUBO DUCTON EN CI ELO DI AMETRO 1/2"
	ALAMBRE CON ENERGI A CAL. 10
	ALAMBRE NEUTRO CAL. 12
	ALAMBRE DE RETORNO CAL. 12
	APAGADOR SENCILLO EN MURO h. 1.20 mts S. N. P
	APAGADOR DOBLE EN MURO h. 1.20 mts S. N. P
	TABLERO DE DI STRIBUCION, 4 FLI PONES 20 Amp h. 1.70 S. N. P
	TOMACORRI ENTE DOBLE 110 V h 0.30m S. N. P
	POLI DUCTO PVC SUBTERRANEO DI AMETRO 3/4"
	LAMPARA FLUORESCENTE EN CI ELO TIPO I NDUSTRIAL CON PANTALLA - 2 CANDELAS DE 40W c/u.



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

MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA

PROYECTO:
SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD

PLANO DE:
PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION Y FUERZA)

DISEÑO:
R. S.L.C

CALCULO:
R. S.L.C

DIBUJO:
R. S.L.C

ESCALA:
INDICADA.

FECHA:
AGOSTO 2005

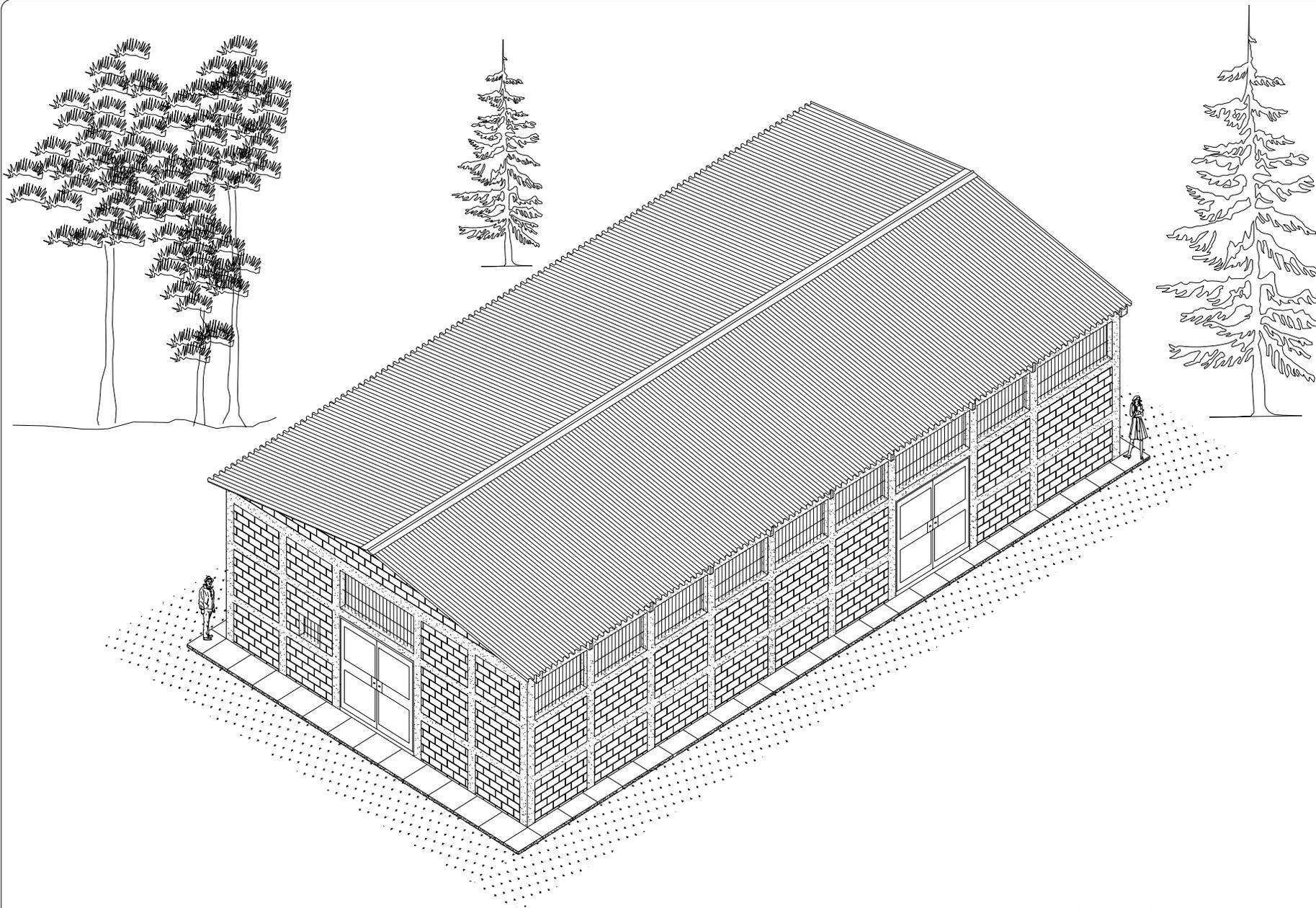
EJECUTIVO:
RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO

CARNET:
2000-18255

TIC SAMUEL ALFREDO ARRIOLA
SUPERVISOR EPS

RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
DIBUJO Y DISEÑO

Hoja No
5
6



ISOMETRICO DE SALON COMUNAL ESCALA 1:50



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

MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA

PROYECTO:
SALON COMUNAL, ALDEA NUEVA LIBERTAD

PLANO DE:
ISOMETRICO

DISEÑO:
R.S.L.C

CALCULO:
R.S.L.C

DIBUJO:
R.S.L.C

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
AGOSTO 2005

EPESISTA:
RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO

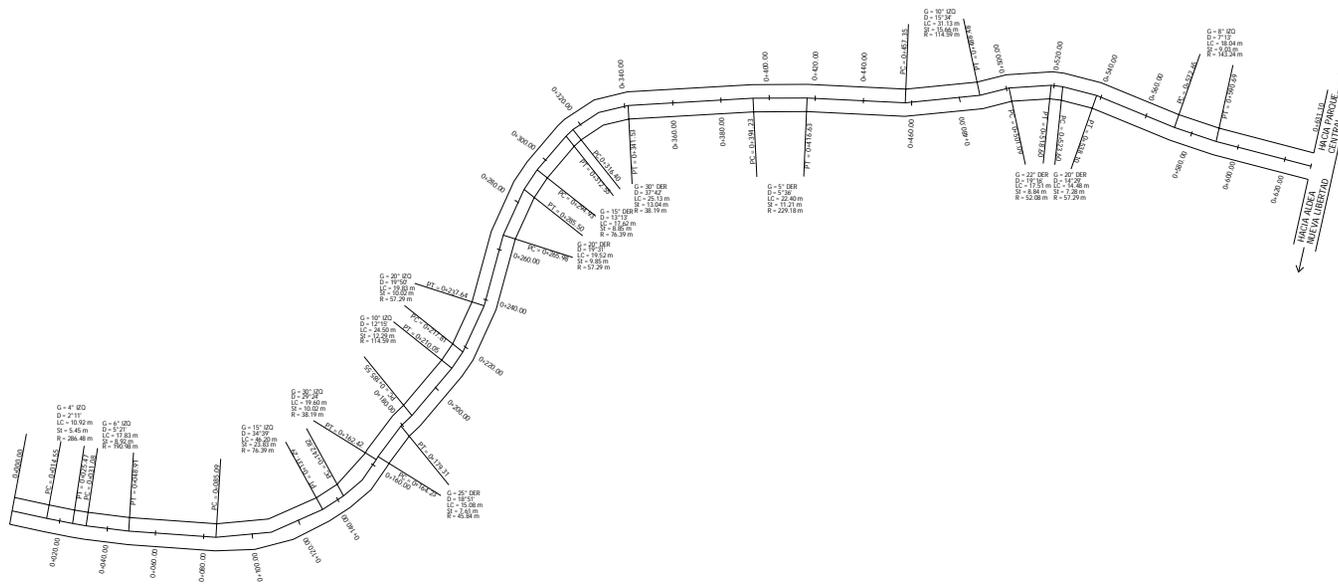
CARNET:
2000-18255

ING. RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
SUPERVISOR EPS

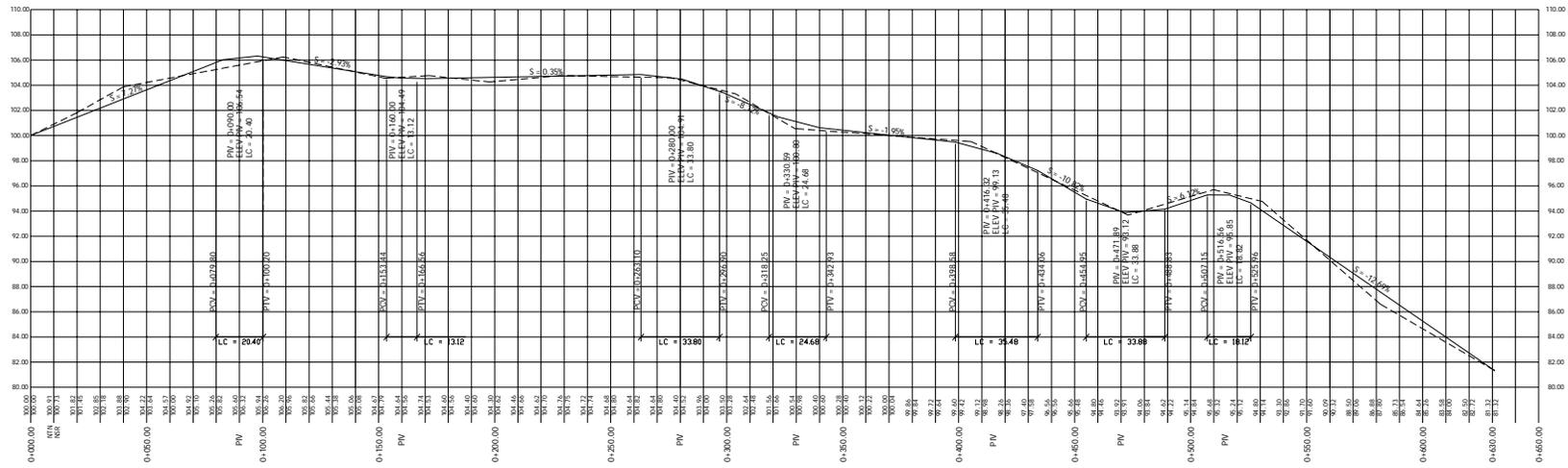
ING. RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO
DISEÑO & DISEÑO

HOJA No

6 / 6



PLANTA DE CALLE AL REGARGAR ESCALA HOR I:1000 VER I:500

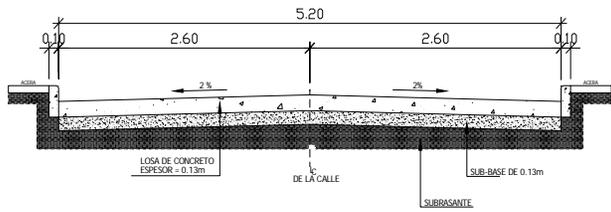


NSR = NIVEL DE SUBRASANTE
 NTN = NIVEL TERRENO NATURAL
 S = PENDIENTE DEL TERRENO
 PIV = PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL

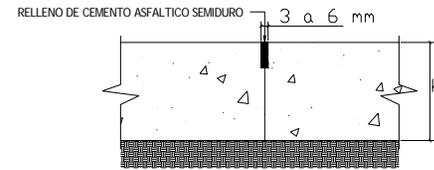
PERFIL NATURAL DEL TERRENO
 SUBRASANTE

PERFIL DE CALLE AL REGARGAR ESCALA HOR I:1000 VER I:200

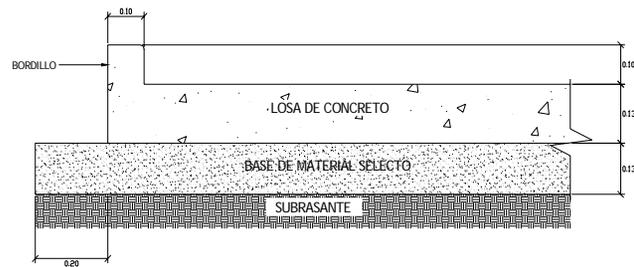
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA	
PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO CALLE AL REGARGAR		
PLANO DE: PLANTA PERFIL		
DISEÑO: R.S.L.C	CALCULO: R.S.L.C	CARNET: 2000-18255
DIBUJO: R.S.L.C	ESCALA: INDICADA	
FECHA: AGOSTO 2005	EPESISTA: RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO	HOJA No 1 2



SECCION TIPICA (GABARITO) ESCALA 1:25

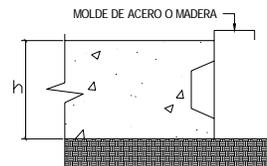
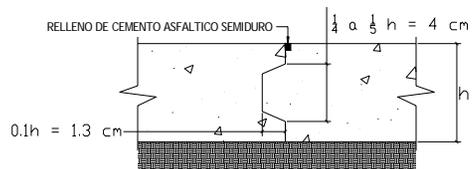


DETALLE JUNTA TRANSVERSAL ESCALA 1:25



PAVIMENTO DE CONCRETO SIN ESCALA

NOTA:
 EL CONCRETO UTILIZADO DEBERÀ TENER UN MODULO DE RUPTURA NO MENOR DE 600 LB/PLG² O UN ESFUERZO DE COMPRESION NO MENOR DE 4000 PSI A LOS 28 DIAS.
 PROPORCION 1:1.5:2 PARA 1M³
 17 CUBETAS DE CEMENTO
 25 CUBETAS DE ARENA
 34 CUBETAS DE PIEDRIN
 12 CUBETAS DE AGUA



DETALLE JUNTA LONGITUDINAL TIPO MACHO Y HEMBRA SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE EL ADELANTO, JUTIAPA	
PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO CALLE AL REGARGAR	PLANO DE: DETALLES CONSTRUCTIVOS	
DISEÑO: R. S.L.C	EPESISTA: RAUL SAMUEL LEMUS COLOCHO	CARNET: 2000-18255
CALCULO: R. S.L.C	ESCALA: INDICADA.	Hoja No 2 / 2
DIBUJO: R. S.L.C	FECHA: AGOSTO 2005	ING. RAFAEL ALFREDO ARRIVILLA SUPERVISOR EPS