

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y
CUANTIFICACIÓN), PARTE II

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JULIO CÉSAR SAMAYOA MOLINA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
GUATEMALA, 1997 Biblioteca Central

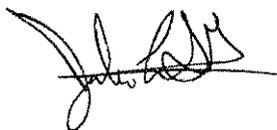
08
T(3988
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, presento a consideración mi trabajo de tesis titulado:

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y CUANTIFICACIÓN), PARTE II.

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 26 de febrero de 1996.



JULIO CÉSAR SAMAYOA MOLINA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
VOCAL 1º.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra.
VOCAL 2º.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano.
VOCAL 3º.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.
VOCAL 4º.	Br. Víctor Rafael Lobos Aldana.
VOCAL 5º.	Br. Wagner Gustavo López Cáceres.
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck.
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández.
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno.
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos.
SECRETARIO	Ing. Francisco González.



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF=EPS-G-022.97

Guatemala, 19 de febrero de 1,997

Señor
Ing. Juan Merck Cos
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

Por medio de la presente informo a usted, que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante **JULIO CESAR SAMAYOA MOLINA**, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica de EPS, cuyo título es: **OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y CUANTIFICACION), PARTE II**; el cual lo encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que, las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en la satisfacción de necesidades en aspectos socio-económicos.

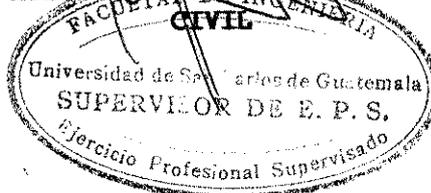
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Oscar Arqueta Hernández
ASESOR SUPERVISOR DE E.P.S.



OAH/lgg.
c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.040.97

Guatemala, 19 de febrero de 1,997

Señor

Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por este medio le envío el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y CUANTIFICACION) PARTE II.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **JULIO CESAR SAMAYOA MOLINA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Oscar Argueta Hernández.

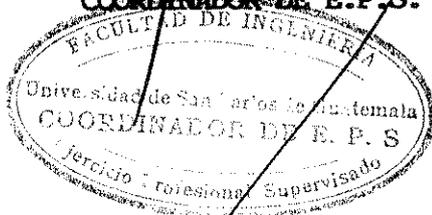
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo; esta **COORDINACION APRUEBA** su contenido, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.
c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y del Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Julio César Samayoa Molina, titulado OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y CUANTIFICACION), PARTE II, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Barra Solórzano



Guatemala, marzo de 1,997.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL DEPARTAMENTO DE JALAPA (DISEÑO Y CUANTIFICACION), PARTE II, del estudiante Julio César Samayoa Molina, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, marzo de 1,997

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

César Augusto Samayoa Ortega y Zaida Lucrecia Molina Sandoval, por su amor y apoyo incondicional en la culminación de mi carrera.-

MIS HERMANOS

Karla, Roberto, Marlene, Luis, Beatriz y Waleska Samayoa Molina, por estar siempre a mi lado.-

MIS SOBRINOS

María Alejandra, María Andreé y José Andrés.-

MIS AMIGOS

Por haber compartido mis experiencias estudiantiles.-

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

MIS PADRES

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERO *Oscar Argueta Hernández*

ÍNDICE

	Página
GLOSARIO	I
INTRODUCCIÓN	II
ANTECEDENTES	III
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	III
OBJETIVOS	IV
CAPÍTULO # 1.	
<u>Información General del Departamento de Jalapa</u>	1
1.1) Monografía	1
1.1.1) Ubicación y vías de acceso	1
1.1.2) Descripción	2
1.1.3) Censos	2
1.2) Actividades Económicas	2
1.3) Factores Climatológicos y Geográficos	3
1.4) Organización	3
1.5) Aspectos Generales	4
CAPÍTULO # 2.	
<u>Investigación Camino Rural de la Aldea El Guaje</u>	5
2.1) Condiciones Actuales del Camino Rural	5
2.2) Factores que Influyen en el Camino Rural	5
2.3) Determinación de las Posibles Soluciones	5
CAPÍTULO # 3.	
<u>Información General del Camino Rural de la Aldea El Guaje</u>	7
3.1) Determinación de la Línea de Centro	7
3.2) Secciones Transversales y Planta	10
3.3) Diseño de Muros de Contención	10
3.4) Obras de Drenaje y Complementarias	24
3.5) Elaboración de Planos	26
3.6) Cuantificación de Materiales	26
3.7) Aspectos Legales	28
3.8) Financiamiento	28
3.9) Participación de la Comunidad	28
CAPÍTULO # 4.	
<u>Información General de Centro de Capacitación y Oficinas en el Municipio de San Pedro Pinula.</u>	29
4.1) Reconocimiento del Lugar	29

4.2) Condiciones del Terreno	29
4.3) Selección de los Materiales a usar	30
4.4) Diseño de Cubierta.	30
4.4.1) Costaneras	30
4.4.2) Tendales	32
4.5) Diseño de Estructuras en Mampostería	32
4.6) Diseño de Cimentación	43
4.7) Diseño de Obras Complementarias	45
4.8) Elaboración de Planos y Cuantificación	46
4.9) Financiamiento	47
4.10) Participación de la Comunidad	47
CAPÍTULO # 5. <u>Información General de Edificios Escolares y de Servicios Comunitarios (Salón Comunal)</u>	48
5.1) Reconocimiento del Terreno	48
5.2) Condiciones del Terreno	48
5.3) Selección de los Materiales a usar	48
5.4) Diseño de Cubierta.	48
5.4.1) Costaneras	48
5.4.2) Tendales	50
5.5) Diseño de Estructuras en Mampostería	50
5.6) Diseño de Cimentación	58
5.7) Elaboración de Planos y Cuantificación de Materiales	61
5.8) Financiamiento	62
5.9) Participación de la Comunidad	62
CONCLUSIONES	V
RECOMENDACIONES	VI
BIBLIOGRAFÍA	VII
ANEXOS	

GLOSARIO

Azimut = Ángulo medido en un plano horizontal.

Bombeo = Es la pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal; hacia uno y otro lado del eje, para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.

Cabezal = Son muros que se colocan en la entrada y en la salida de las tuberías, diseñados y contruidos para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

Capacidad soporte del suelo = Es la medida de resistencia al esfuerzo cortante de un suelo.

Cohesión = Es la fuerza de atracción que existe entre cada partícula de suelo que hace que se mantenga unido o estable.

Concreto ciclópeo = Es una combinación de concreto de cemento puzolánico y de piedra grande no mayor de 20 cm.

Factor de curva = Es un factor adimensional el cual sirve para determinar la diferencia de elevación entre dos puntos o estaciones.

Fulcro = Punto en el cual la estructura tiende a sufrir deslizamiento o volteo.

In-situ = Fundición de mezcla que se hace en obra.

Permeabilidad = Es la propiedad que tiene un suelo de permitir el paso del agua por sus poros.

Peso específico = Es la relación que existe entre el peso de los sólidos del material y el peso de volumen de agua que dichos sólidos desalojan.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de un crecimiento económico de la región de Jalapa, para mejorar el nivel de vida de las comunidades y la integración de los aldeanos al desarrollo de nuestro país, ha incentivado a los pobladores a solicitar ayuda a organizaciones internacionales, en el presente caso a Plan Internacional, la cual a su vez ha solicitado ayuda a la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, por medio del departamento de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, el cual ayuda con epesistas, y éstos contribuyen con los conocimientos técnicos adquiridos a la realización de obras, que le permitan a las comunidades el crecimiento deseado.

Debido al mal estado de las vías de acceso y la necesidad de obras de infraestructura, no se les ha permitido a las comunidades expandir sus productos hacia otros mercados, y por consiguiente su desarrollo ha sido limitado.

Se pudo observar la carencia de obras de infraestructura de servicio social lo cual les ha privado de obtener una educación adecuada, y una mejor interrelación entre los pobladores.

Es por ello que con el presente trabajo se pretende contribuir al mejoramiento de las vías de acceso de algunas aldeas, diseño y cuantificación de escuelas, oficinas, centro de capacitación y salones comunales, para que cubran las necesidades básicas de los pobladores y mejorar el nivel de vida de las comunidades rurales del departamento de Jalapa que tanto apoyo necesitan en nuestro país.

ANTECEDENTES

Las comunidades de la región montañosa del departamento de Jalapa, no satisfacen sus necesidades básicas: comunicación, educación, etc. , lo cual afecta el crecimiento económico y social de la población. Es aquí donde se logra la intervención de Plan Internacional, con el apoyo económico y técnico-científico, éste último por medio de la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA y sus epeistas para dar soluciones a las necesidades de cada aldea.

Debido a que éstos pobladores están olvidados por la sociedad, es importante y es nuestra obligación, contribuir con el desarrollo de los mismos y por consiguiente al desarrollo de nuestro país.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la discriminación, la falta de personal capacitado, el mal uso de los recursos económicos, así como al olvido exagerado por parte de las instituciones estatales hacia las comunidades del interior es que no se ha logrado un desarrollo que les permita satisfacer sus necesidades básicas.

Es así como se logra la intervención de Plan Internacional, la cual brinda apoyo a las diferentes necesidades que solicitan los pobladores de las comunidades.

OBJETIVOS

- **OBJETIVOS GENERALES:**

Proponer mejoras en las vías de acceso para un mejor desarrollo de las comunidades.

Crear obras que permitan a la población obtener educación (escuelas y centro de capacitación), recreación y convivencia (salón comunal),

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Dar capacitación a los facilitadores de desarrollo de la institución en relación a la cuantificación de materiales.

Dar recomendaciones para el uso de letrinas en las aldeas a las que brinda apoyo la institución Plan Internacional.

1) INFORMACIÓN GENERAL DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA

1.1) Monografía

1.1.1) Ubicación y vías de acceso:

El departamento de Jalapa colinda al Norte con los departamentos de El Progreso y Zacapa; al Este con el de Chiquimula; al Sur con los de Jutiapa y Santa Rosa; al Oeste con el de Guatemala. Si bien su área aproximada había sido de 2,063 Kms², la misma ha variado debido a que el límite con el departamento de El Progreso sufrió alteración por decreto del Congreso de la República #23-74 publicado en el diario oficial el 6 de Mayo de 1974; por consiguiente no es posible por el momento proporcionar una estimación del área total.

Conforme a datos proporcionados por el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), el lindero sale de la cima del cerro Almolonga, que es el límite departamental, en una poligonal hacia el este, a la cima del cerro Montepeque; de allí al paraje el Terrero hasta el paraje Portezuelo del Incienso, al lado sur del cerro el Incienso; de ese punto la poligonal en dirección sureste va a la cima del cerro Alto, que ha pertenecido a Jalapa. Lo anterior, fue realizado por el INTA para resolver el viejo problema jurisdiccional, en especial con la propiedad y jurisdicción de la cooperativa Santa María Xalapán.

El municipio de Jalapa colinda al norte con El Progreso; al este con San Pedro Pinula y San Manuel Chaparrón, al sur con San Carlos Alzatate, Monjas y Mataquescuintla; al oeste con Sanarate, Sansare y Mataquescuintla.

Durante el período hispánico, la cabecera fue conocida como Santa María Xalapán, luego Santa María Jalapa y ahora con el nombre geográfico oficial de Jalapa. Por medio del decreto Número 219 del 26 de Agosto de 1878 se elevó a Jalapa a categoría de ciudad. El departamento de Jalapa posee la siguiente ubicación:

Latitud Norte:	14°38'02"
Longitud Oeste:	89°58'52"

Su altura sobre el nivel del mar es de 1361.91 metros.

La vía de acceso al departamento de Jalapa es por la Carretera al Atlántico CA-9, en el departamento de El Progreso, la Ruta Nacional 19 en una extensión aproximada de dos kilómetros conduce a la cabecera municipal de Sanarate y de allí a Sansare en unos 14 kilómetros. De ese lugar en dirección aproximada al sureste son unos 34 kilómetros a la cabecera de Jalapa; de ahí en dirección este en unos 20 kilómetros se llega al municipio de San Pedro Pinula. La distancia total de la cabecera departamental de Jalapa a la capital es de 106 kilómetros. Jalapa cuenta también con otra vía de acceso por medio de la ruta CA-1, con una distancia de 128 kilómetros al departamento de Jutiapa, la Ruta Nacional 19 en una extensión de 45 kilómetros conduce a la cabecera de Jalapa. La distancia total de la cabecera departamental de Jalapa a la capital por esta ruta es de 173 kilómetros. Jalapa cuenta también con rutas departamentales, municipales, vecinales, roderas y veredas, que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios circunvecinos.

1.1.2) Descripción del municipio de Jalapa:

La cabecera departamental de Jalapa cuenta con varias pensiones y hospedajes, y existen varias líneas de vehículos motorizados (camionetas), que con horario establecido hacen el recorrido varias veces cada día. Las edificaciones principales con que cuenta el departamento de Jalapa son: las dos iglesias, de las cuales la parroquial es notable por su limpieza, sus buenas imágenes y sus alhajas. La otra establecida bajo la advocación de Nuestra Señora del Carmen, aunque pequeña no carece de atractivo, por los mismos motivos. El cabildo es un hermoso edificio de 90 varas de largo, con un portal de azotea al frente de la plaza; y sus oficinas son espaciosas y cómodas y su construcción sólida y de buen gusto. Hay una escuela de instrucción primaria para varones y otra de música. Cuenta también con cinco fuentes públicas y 20 particulares; un puente de cal y canto llamado "del charco", sus calles son rectas, se mantienen limpias y la mayor parte están bien adoquinadas y con aceras de concreto. La generalidad de las casas son de teja, lámina y adobe, pero algunas de ellas ya son de construcción moderna; en la Plazuela del Carmen se trata de formar una alameda, para lo cual están sembrados en su circunferencia y colocados en el mejor orden muchos arbustos de naranjo, lo cual sirve de adorno y recreación para la ciudad.

Hay molinos de trigo, rastros para beneficio de reses y cerdos; la ciudad cuenta también con muchos comercios, colegios privados, bancos, etc. El departamento de Jalapa tiene un gran auge económico en la actualidad y se espera aún mayor con la pavimentación y ampliación de su actual carretera, ya que ésta es de terracería desde Sanarate hasta Jalapa.

1.1.3) Censos:

Los censos recabados se muestran en la siguiente tabla

Censo	Población total	Población Urbana	Población Rural	Viviendas Urbanas	Viviendas Rurales
Año	Urbana y rural	Urbana	Rural	Urbanas	Rurales
1964	36636	10303	26333	1847	5078
1973	45417	13819	31598	5615	13428
1994	196129	82329	113800	16857	24374

Se puede observar que ha habido un crecimiento considerable en los aspectos descritos anteriormente, sobre todo en el área rural, la cual es la más afectada ya que no cuenta con recursos disponibles para tener un mejor crecimiento tanto en su vida económica como social; es por eso que la organización Plan Internacional brinda un gran apoyo al sector rural del departamento de Jalapa.

1.2) Actividades Económicas:

El departamento de Jalapa, al igual que sus municipios se dedican al cultivo de grano, verduras y fruta; así también a la crianza de ganado vacuno, caballar y porcino. El

suelo y subsuelo de la región abunda en riquezas, produce en excelentes condiciones los cultivos propios de clima caliente templado y frío; por ello sus habitantes se dedican en especial a la siembra de maíz, frijol, arroz, papa, yuca, chile, guineo, tabaco, trigo, etc. La población del departamento de Jalapa ha logrado expandir sus productos ya que en el pasado se producía sólo lo necesario para cubrir las necesidades de la región.

1.3) Factores Climatológicos y Geográficos:

Los datos del INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA correspondientes a la estación Jalapa en la cabecera del departamento y municipio para el año de 1972 y que cubren un período de cuatro años de registro, dieron una temperatura media de 20.8°C , promedio de máxima 26.6°C, promedio de mínima 14.9°C, absoluta máxima 32.5°C, y absoluta mínima 6°C; la precipitación total fue de 936.7 mm con 84 día de lluvia y humedad relativa de 77%.

El clima en la actualidad no ha variado mucho del año antes mencionado, pero la precipitación pluvial ha presentado altos y bajos en el transcurso de los años.

La ciudad de Jalapa está situada en un hermoso y extenso valle, a una altura de 1700 m S.N.M. rodeada de pequeñas colinas que le dan un aspecto pintoresco y agradable. A su inmediación y por el sur y oriente la baña el río llamado "de Jalapa", del cual se abastece de agua y sirve para regar sus sembradíos. Al oriente tiene al cerro llamado Alcoba, al sur al cerro de Arluta, al poniente tiene las montañas de Tatasirire, La Puente, Carrizal, Sansurutate, Yerbabuena y San Yuyo y por el norte la montaña de San Ignacio y el cerro de Jumay, que por su elevación y figura ha merecido designarse en el número de los volcanes.

Tiene también la jurisdicción de Jalapa dos lagos pequeños situados, uno en el camino que conduce a las Sementeras de San Ignacio en el volcán Jumay, distante una legua al norte de la población, y el otro en la cima del mismo volcán. Hay también varias vertientes y entre ellas los baños de agua termal llamados "de La Palma", situados al norte, a tres leguas de la población; los del "Agua Caliente"; en terrenos de la hacienda Jutiapilla tres y media leguas al sur de Jalapa y a dos de la Barranca de Vicente en terrenos de la misma hacienda.

1.4) Organización:

Jalapa es la residencia de la Quinta Sala de Justicia y de las primeras autoridades departamentales y siendo la principal población del departamento se encuentra en ella toda clase de talleres, cuenta con varios edificios públicos: el nacional, donde se halla establecida la Quinta Sala de Justicia, la casa municipal ocupado por los despachos de la jefatura política, comandancia de armas, juzgado de primera instancia, fiscalía militar, juzgado de paz y municipal, cuartel y cárcel de ambos sexos.

Las autoridades encargadas del departamento son el gobernador, el alcalde y los jueces y oficiales municipales y penales. Las aldeas o comunidades están organizados por medio de alcaldías municipales auxiliares y comités regionales.

1.5) Aspectos Generales:

El departamento de Jalapa ha experimentado un gran crecimiento económico debido al auge de los productos agrícolas y lácteos; el pueblo ha modernizado en varias zonas del departamento el tipo de construcción y métodos constructivos, ya que los anteriores presentaban deficiencias estructurales y sufrían daños por parte de movimientos telúricos.

El departamento ha aumentado sus habitaciones al igual que en los municipios ya que se alberga constantemente la presencia de estudiantes y comerciantes foráneos. El área rural ha logrado prosperar ya que las comunidades se agrupan por medio de sus comités organizadores a discutir sus problemas y las posibles soluciones a dar.

Las comunidades han recibido un gran apoyo de parte de instituciones como Plan Internacional y organizaciones del gobierno para cubrir sus necesidades.

En general la región es bastante grande y posee un gran campo para trabajar y brindarles el apoyo que tanto necesitan por parte del gobierno.

2) INVESTIGACIÓN CAMINO RURAL DE LA ALDEA EL GUAJE

2.1) Condiciones actuales del camino rural:

En las visitas de campo realizadas al camino que conduce de la cabecera del departamento de Jalapa a la Aldea El Guaje se observó que el estado de éste era bastante malo y en algunos casos calamitoso. El camino se ve afectado en temporada de invierno, ya que la precipitación pluvial de la época es bastante copiosa y por consiguiente ha causado fuertes estragos debido a la falta de obras de drenaje que permitan drenar en forma eficiente el curso del agua. Se observó en algunos puntos del camino donde había corte que, por la clase de material del terreno, a la hora de ser afectado por el curso del agua se producen deslizamientos de tierra que casi han dejado sin vía el camino. En puntos donde es paso de quebradas se producen estancamientos de agua, que en algunos casos donde no drena ha hecho que el suelo se vuelva arcilloso y resbaladizo, lo cual provoca que los vehículos que circulan por el área queden varados sin posibilidad alguna de moverse, y en otros casos donde el terreno está resbaloso ha puesto en peligro la vida de los habitantes, ya que los mismos se deslizan sin poder detenerse. El camino tampoco cuenta con un mantenimiento adecuado, lo cual provoca que éste se mantenga intransitable durante algún tiempo, por lo cual se propondrán soluciones que permitan un mejor funcionamiento de éste y no ser tan afectado en época lluviosa.

2.2) Factores que influyen en el camino rural:

Luego de haber realizado las visitas de campo y ver en qué condición se encontraba el camino, se determinó que los factores que más influyen, tanto en las condiciones en que se encuentra como en las posibles soluciones a dar, es la precipitación pluvial y el tipo de material del que está formado el camino y sus alrededores. En el caso de la precipitación pluvial se observó que su intensidad es grande y como no se cuenta con obras de drenaje apropiadas, causa mucho daño al estado físico del camino. El tipo de material del que está formado el terreno juega un papel importante ya que éste en algunos tramos del camino es de alta permeabilidad pero de baja cohesión, mientras en otros puntos es de baja permeabilidad pero de alta cohesión; lo cual produce en el primero de los casos desprendimiento del material, lo que provoca derrumbes tanto en corte como en talud y en el otro caso produce estancamiento de agua y por consiguiente un suelo tipo barroso que es muy resbaloso y no permite una mejor circulación para los vehículos que transitan por el lugar. Estos factores afectan en forma grande el desarrollo que pueda tener la comunidad ya que no cuentan con una ruta alterna que les permita expandir sus productos ni obtener servicios esenciales que les permita mejorar su nivel de vida.

2.3) Determinación de las posibles soluciones:

Para determinar las posibles soluciones que ayudarán a un mejor estado físico del camino, como para el buen mantenimiento de éste, se identificaron los factores que afectaban al camino de los cuales se habló con anterioridad. Una de las posibles soluciones donde ocurrían derrumbes fue la creación de muros de contención que evitarán los continuos deslizamientos y de esta forma llegar a quedar la comunidad sin una vía de acceso.

Para el presente caso se propuso muros de contención contruidos con gaviones ya que por su economía era una buena alternativa y además daba gran seguridad a su estabilidad, como también a la hora de producirse un socavamiento le permite estabilizarse de nuevo, debido a su gran flexibilidad.

Este tipo de muro puede absorber perfectamente la precipitación pluvial ya que posee bastante permeabilidad sin afectar la seguridad del muro. Se propuso la construcción de cabezales con su respectiva tubería en paso de quebradas, así como también la construcción de puentes tipo badén en los lugares donde las quebradas puedan causar daños y acumulación de aguas que pudieran perjudicar la transitabilidad como la salud de los habitantes.

En algunos puntos del camino donde el terreno se volvía barroso y resbaladizo, debido al agua, se propuso empedrar el terreno para evitar el deslizamiento de los vehículos y evitar poner el peligro la vida de los habitantes de área así como la pérdida de sus productos.

3) INFORMACIÓN GENERAL DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA EL GUAJE

3.1) Determinación de la línea central:

El levantamiento topográfico que se realizó sirvió para recabar información del camino rural, el cual ya se encuentra formado y tras haber realizado las visitas se determinó crear obras de retención y obras de drenaje que permitieran una mayor seguridad en el camino, ya que cambiar la ruta no era lo apropiado debido a la falta de apoyo económico con que se cuenta. Por lo tanto el levantamiento topográfico sirvió para determinar la línea central, la cual indica los puntos donde se realizarán las mejoras en el camino. Esta línea central es la línea preliminar; los datos que se obtienen servirán para trazar la planta del camino, el perfil natural del terreno, las secciones transversales y de esta manera contar con suficiente información para realizar las mejoras en el mismo.

El equipo topográfico utilizado en el levantamiento fue el siguiente:

- Una brújula magnética japonesa marca Sokisha
- Un R.D.S. marca Wild, el cual sirve para la nivelación y el cálculo de distancias
- Una cinta métrica
- Un estadal
- Libreta de campo, y
- Lápiz

Para realizar el levantamiento topográfico se procedió a realizar los siguientes pasos:

- 1) Se ubica en el punto inicial del camino el cual sería el punto de partida para iniciar el recorrido de éste, luego se procede a centrar la brújula y se lee el norte magnético, el cual se obtendrá en cada estación para facilitar el cálculo y los datos sean más confiables.
- 2) Con el norte magnético indicado se visa la siguiente estación y se obtiene el azimut, con lo cual se inicia el caminamiento sobre la ruta.
- 3) Se procede a nivelar y centrar el R.D.S. en el punto inicial y se visa la siguiente estación, en la cual está el estadal para realizar la lectura de los hilos, los cuales son hilo superior, hilo medio e hilo inferior; para obtener distancia y diferencia de elevación de una estación a otra. Al inicio se asume una elevación, la cual será la cota de partida para ver la variación de elevaciones a lo largo del camino y obtener el perfil del terreno.
- 4) Se traslada a la siguiente estación y se realizan los mismos pasos y de esta manera se cubre toda la ruta.

El procedimiento para realizar las anotaciones en la libreta de campo donde se encuentra la información para luego realizar el trabajo de gabinete fue el siguiente:

- 1) Se anota la estación donde se está ubicado y la estación a observar.
- 2) Se asume y apunta la elevación inicial.
- 3) Se coloca la lectura de los hilos.
- 4) Se lee el dato del factor de curva, el cual lo da el R.D.S., para indicar que este factor es el utilizado para obtener la diferencia de elevación.
- 5) Se resta el hilo superior del hilo inferior y se multiplica por cien lo que da la distancia en metros entre estaciones.
- 6) Se resta el hilo medio del hilo inferior y se multiplica por el factor de curva y por cien y da la variación de elevación, la cual al sumar o restar da la elevación en la siguiente estación.

A continuación se presenta la libreta de campo con los datos obtenidos a lo largo del caminamiento

ESTACIÓN - PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	FACTOR DE CURVA	ELEVACIÓN E. INICIAL= 100	AZIMUT (°:':")
0-1	10.40	-0.1	99.47	104.45
1-2	24.00	-0.1	98.27	106.15
2-3	31.80	+0.2	101.47	146.15
3-4	29.10	-0.1	102.92	338.15
4-5	54.10	-0.1	105.60	171.00
5-6	89.60	-0.1	110.08	332.15
6-7	49.80	+0.1	112.57	164.00
7-8	46.40	+0.1	114.89	331.00
8-9	90.30	-0.1	110.43	137.45
9-10	72.00	+0.1	106.83	310.00
10-11	19.50	-0.2	104.85	116.00
11-12	18.60	+0.1	103.92	273.45
12-13	36.80	-0.1	105.74	154.00
13-14	34.10	+0.1	104.04	298.45
14-15	41.20	+0.1	106.10	142.45
15-16	63.00	-0.1	109.25	294.00
16-17	31.00	-0.1	107.75	99.45
17-18	58.40	-0.1	110.62	258.00
18-19	59.80	+0.1	113.56	66.00
19-20	38.40	+0.1	111.64	247.45
20-21	64.90	+0.2	118.22	41.00
21-22	59.20	+0.1	121.18	189.45
22-23	20.80	-0.1	120.14	28.00
23-24	33.00	+0.2	116084	224.00
24-25	82.50	+0.1	120.95	134.00
25-26	51.00	+0.1	118.40	282.00

26-27	74.40	+0.1	122.12	125.15
27-28	60.60	-0.1	125.15	293.00
28-29	17.80	-0.1	124.26	79.15
29-30	50.80	+0.2	119.18	220.00
30-31	35.20	-0.1	117.44	81.45
31-32	131.00	-0.2	120.54	248.00
32-33	21.00	+0.2	122.64	202.45
33-34	58.60	-0.1	125.57	47.41
34-35	37.50	+0.2	129.35	201.00
35-36	32.60	-0.5	137.50	332.00
36-37	55.80	+0.2	143.08	122.00
37-38	102.30	-0.2	153.32	291.00
38-39	84.00	+0.2	161.72	136.15
39-40	96.40	-0.2	171.36	180.00
40-41	77.20	+0.2	179.08	101.45
41-42	52.60	-0.1	181.71	285.00
42-43	59.20	+0.2	187.63	94.00
43-44	55.00	+0.1	184.88	209.45
44-45	38.50	-0.2	181.04	58.00
45-46	48.00	-0.1	183.44	232.45
46-47	62.60	+0.2	189.70	64.45
47-48	48.00	-0.1	192.10	266.45
48-49	38.00	+0.1	194.00	107.45
49-50	50.10	-0.1	196.50	250.00
50-51	45.00	-0.2	192.00	111.00
51-52	39.90	+0.2	188.02	322.00
52-53	38.50	-0.5	178.27	180.00
53-54	38.60	+0.2	174.41	295.00
54-55	50.00	-0.5	161.91	121.00
55-56	50.00	+0.2	156.91	285.45
56-57	40.80	-0.2	152.83	149.45
57-58	80.20	+0.2	144.81	293.00
58-59	28.90	-0.2	141.91	130.15
59-60	46.80	+0.2	137.23	287.00
60-61	44.00	-0.5	126.23	118.00
61-62	15.00	+0.2	124.73	309.00
62-63	30.40	-0.2	121.69	96.45
63-64	42.60	+0.2	117.43	287.00
64-65	60.00	-0.1	114.43	136.00
65-66	58.00	+0.2	108.63	327.15

3.2) Secciones transversales y planta:

Para obtener las secciones transversales se procede a trazar perpendiculares en cada estación o punto donde se realizarán obras para mejorar el camino. En este punto o estación se nivela el R.D.S. y se procede a leer los hilos del estadoal para determinar distancias y diferencia de elevaciones. La cota de la línea de centro será la cota base para luego sumar o restar la diferencia de elevaciones y obtener así la cota deseada, a la distancia deseada, para cada punto de la sección transversal sobre la perpendicular.

El procedimiento para calcular estos datos es igual al que se describió para obtener la línea de centro, en este caso no se tenía libreta de campo sólo un cuaderno donde se hicieron estos apuntes y las cotas se muestran en el plano de secciones transversales en el anexo.

3.3) Diseño de muros de contención:

A continuación se procederá a diseñar los muros propuestos formados a base de gaviones, pero antes se procederá a dar una explicación de lo que son estos muros, cómo trabajan, los chequeos a realizar para verificar su seguridad y luego al diseño en sí de los muros.

El gavión galvanizado es un elemento con forma de prisma rectangular, constituido por una armadura de red, con mallas hexagonales, a doble torsión, en alambre galvanizado y según sea necesario revestido de un material plástico especial, que se rellena con grava o material rocoso de cantera, de apropiado tamaño. El material plástico recubre con una funda continua el alambre galvanizado y lo ampara de la manera mas segura y completa contra toda corrosión química posible. La galvanización asegura la protección del alambre por muchos años en condiciones ambientales normales.

Las obras se ven favorecidas por la sedimentación que llena sus vacíos y por el enraizamiento de la vegetación en los mismos, aumentando su eficiencia con el paso del tiempo. Todos los bordes, ya sea de la pieza central y de las marginales, son reforzados con alambre de hierro galvanizado de diámetro más grande. Esto, además de fortalecer la estructura metálica facilitará el empleo de gaviones, consiguiendo la confección de cajas rectangulares bien cuadradas y, por tanto la perfecta alineación de los elementos con buen efecto estético.

Varias son las ventajas de este sistema, la primera buena cualidad estriba en el hecho de que no pierde contacto con el fondo cuando se va socavando éste por cualquier circunstancia, ya que el gavión se va deformando paulatinamente hasta tocar el nuevo fondo.

También resulta económico, ya que sólo a la malla y a la mano de obra puede atribuírsele un precio, pues constituye el conjunto un muro de piedra, donde la piedra por lo general abunda o su transporte tiene un costo bastante reducido.

El mayor peligro para los gaviones está en la posible oxidación de la malla cuando ésta se encuentra alternativamente sumergida o en terrenos húmedos y al aire libre, aunque también es cierto que este hecho tarda en producirse, ya que la malla es en todos los casos de alambre galvanizado, pero cuando esto ocurre ya se ha producido un perfecto asentamiento y los refuerzos de los bordes son suficientes para mantener la estructura

en condiciones normales. Las obras en gaviones por su peso propio y su carácter monolítico son capaces de resistir los empujes del terreno.

Los gaviones son construidos en dos formas básicamente: Rectangulares y Cilíndricos, existiendo además una variante de los primeros conocida como colchoneta, porque su espesor es mucho menor que el de los gaviones rectangulares (ver figuras 1, 2 y 3).

Las rocas para gaviones, que son piedras brutas, guijarros o cantos rodados, deberán resistir la acción del agua y agentes atmosféricos y serán de suficiente resistencia para soportar sin romperse, los requerimientos a que están sometidos después de colocarlas en la obra.

Las rocas serán de dos tamaños según se indica. El tamaño uno consistirá de piedras que pasen por un anillo de doce centímetros de diámetro. El tamaño dos consistirá de piedras que pasen por un anillo de doce centímetros de diámetro y queden retenidas en un anillo de diez centímetros de diámetro. Puede ser aceptado como máximo el cinco por ciento del volumen de la celda del gavión de piedras de tamaño mayor al indicado.

Deberá utilizarse piedra limpia, sana, completa, de buen peso específico pues éste permite saber la factibilidad de usar un tipo de roca determinado.

Para determinar la sección de los muros de contención, en consideración de las varias características del terreno de sus inclinaciones y de las cargas actuantes sobre la estructura, se pueden considerar los siguientes casos:

- A) Muros con gradones exteriores y terraplén inclinado;
- B) Muros con gradones interiores y terraplén inclinado;
- C) Muros con gradones exteriores y terraplén horizontal;
- D) Muros con gradones interiores y terraplén horizontal.

Ver figuras 4, 5 y 6.

En función de los valores de:

ϕ = ángulo de fricción interior del terreno.

ε = inclinación del terraplén en el monte.

El procedimiento de comprobación que se utilizará, permite obtener el dimensionado para cualquier altura superior y pretende ser una guía general para el diseñador de muros de retención. El esquema y el procedimiento se deben adaptar a cada caso específico:

- Para aumentar la estabilidad se sugiere inclinar los muros con un ángulo $\alpha = 6$ (i=1:10)

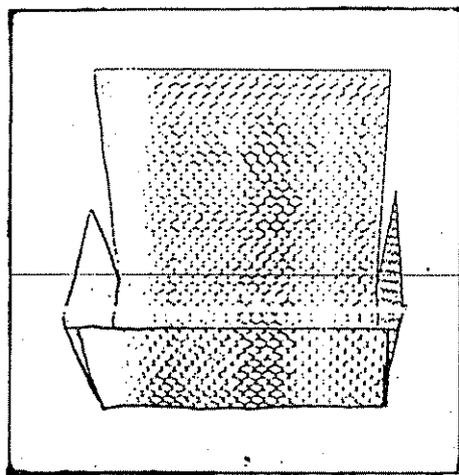


FIGURA 1.

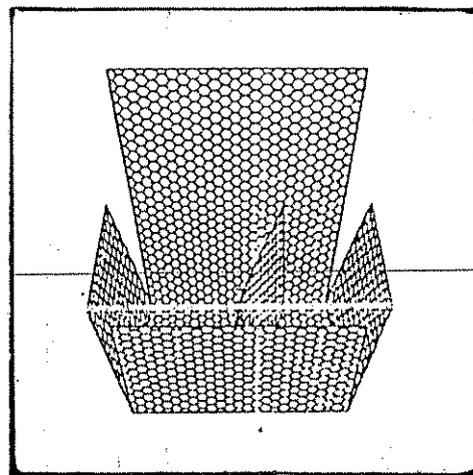


FIGURA 2.

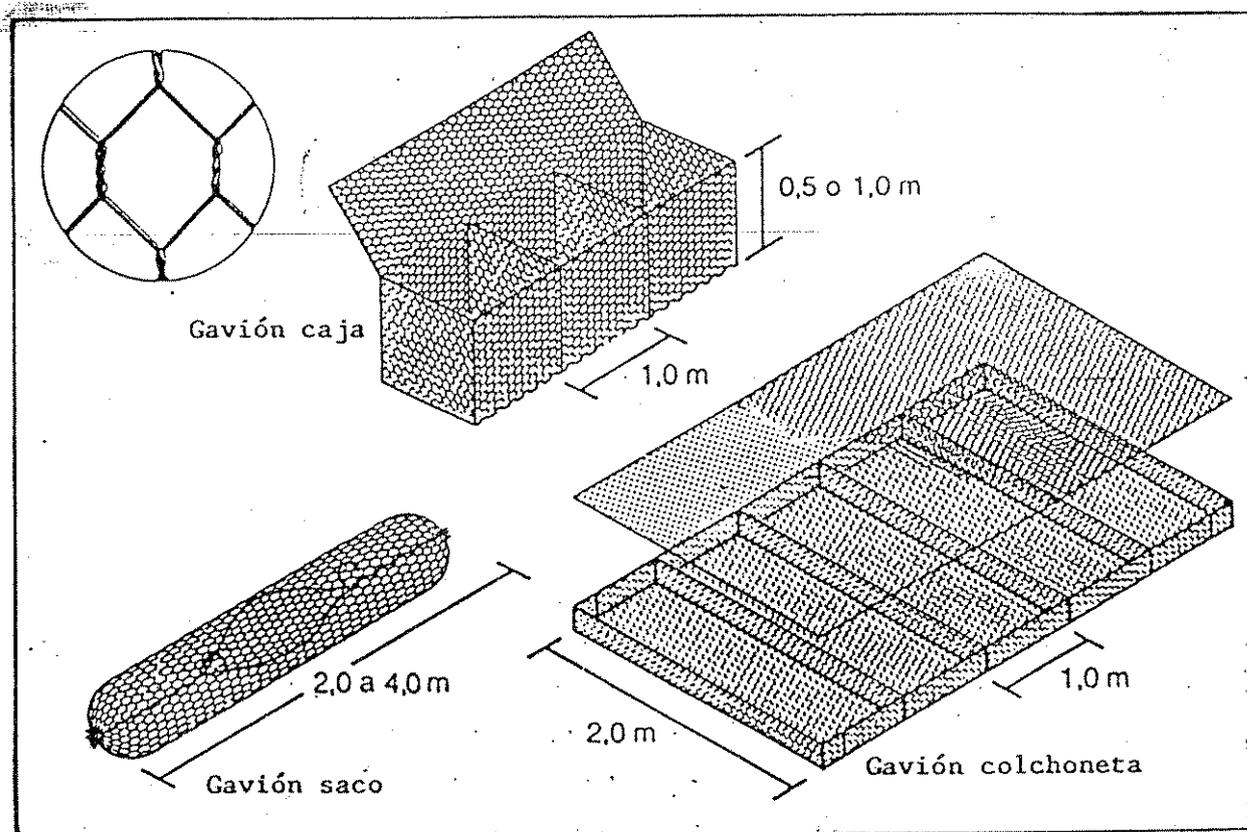


FIGURA 3.

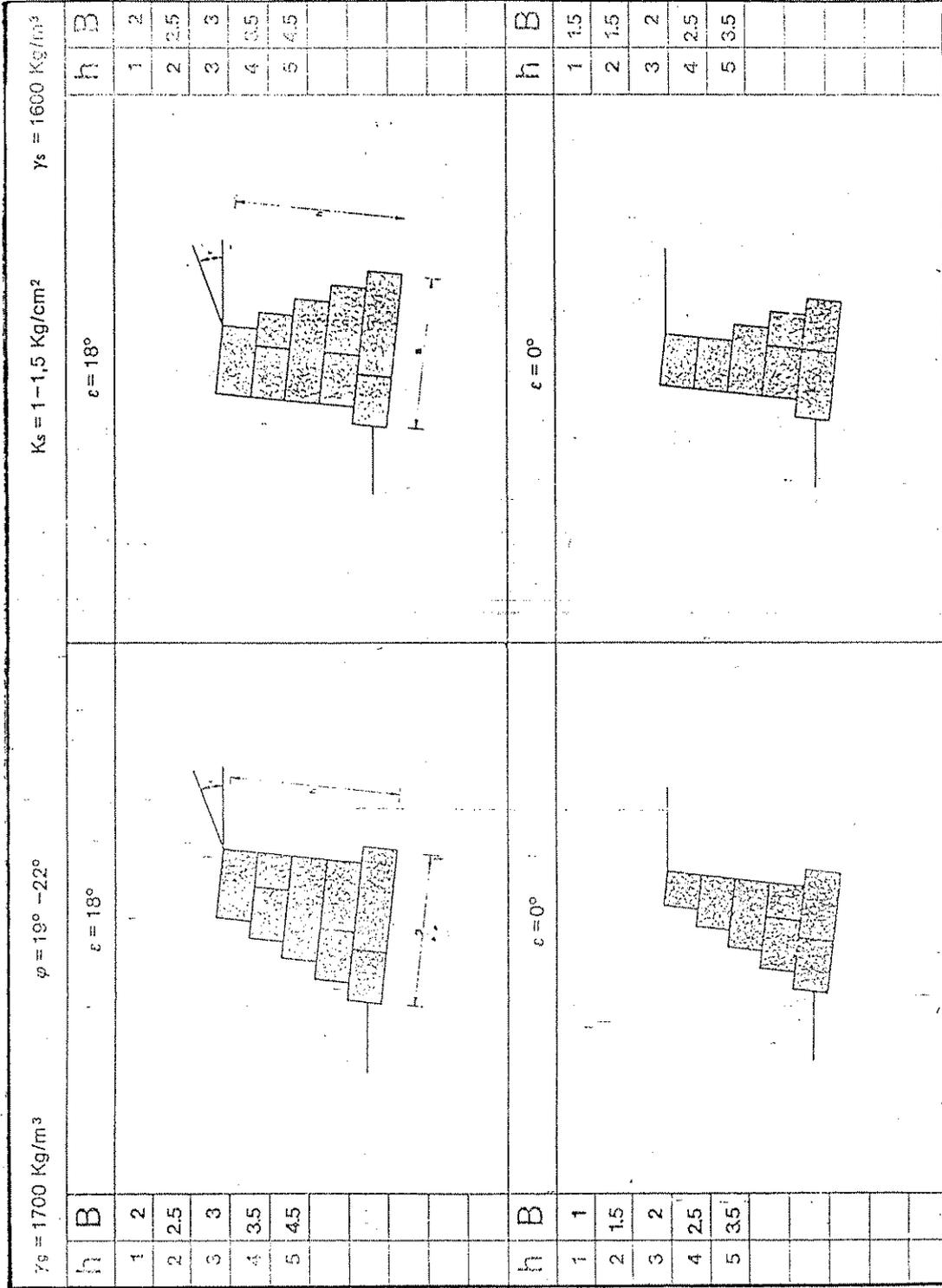


FIGURA 4.

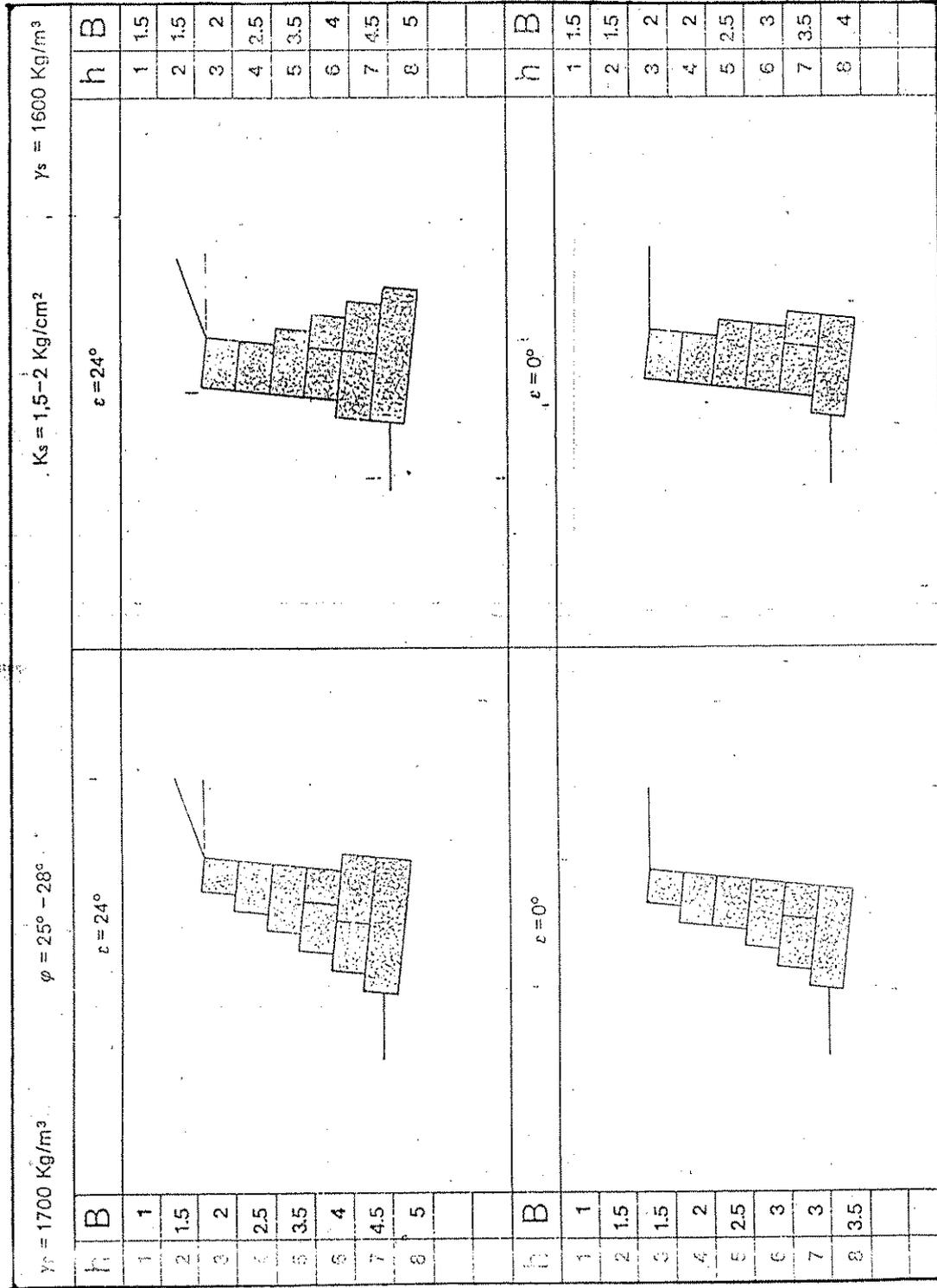


FIGURA 5.

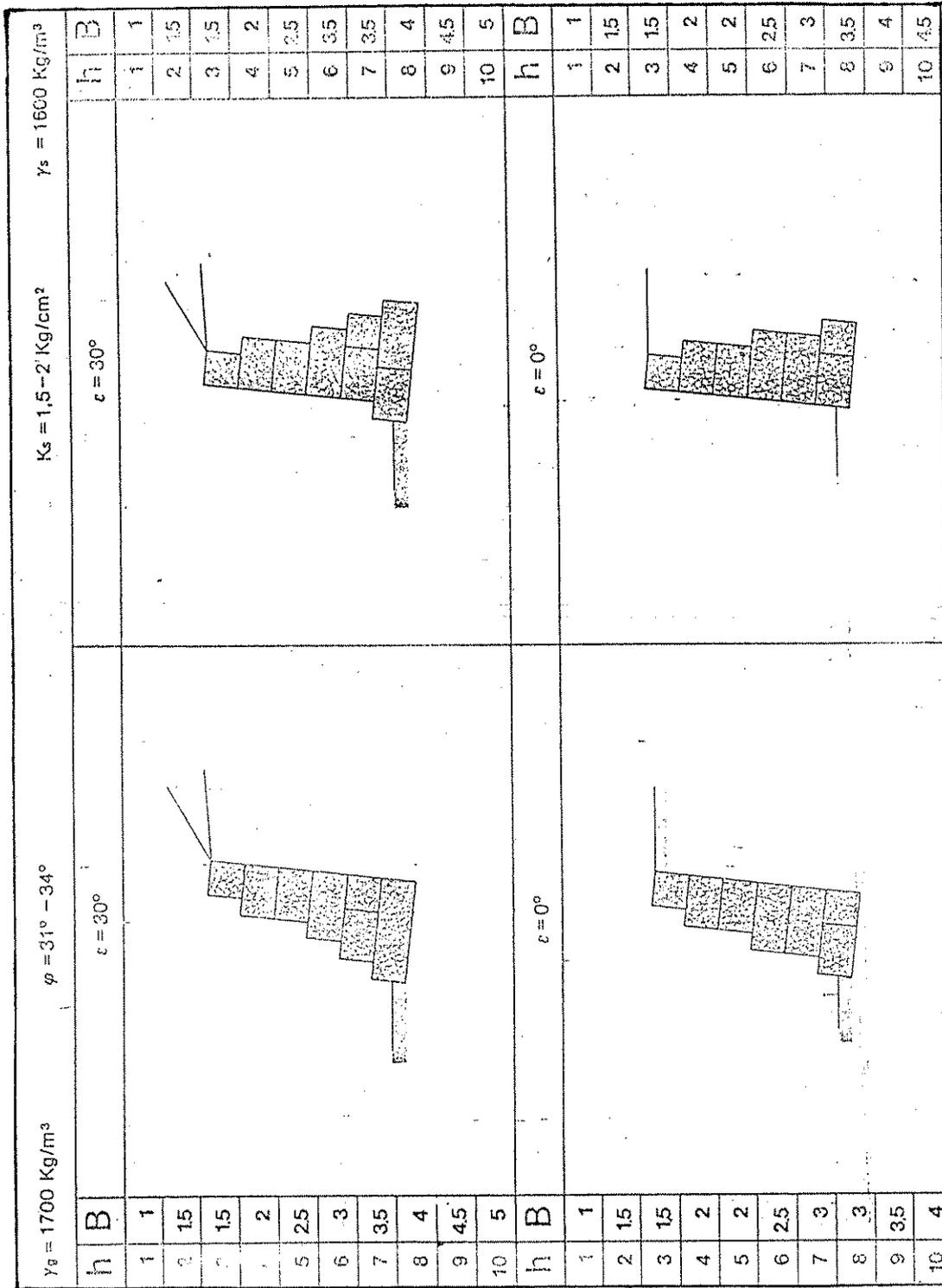


FIGURA 6.

- Se ha tomado como peso específico medio del terreno el valor $\gamma_s = 1600 \text{ kg/m}^3$.
- El peso unitario de la estructura en gaviones se puede obtener en función del tipo de roca que se utilice para los cuales existe un valor de n , luego se aplicará la fórmula: $\gamma_g = \gamma_s (1-n)$.
- Para el cálculo de las secciones tipo se ha adoptado como peso específico medio de los gaviones, el valor $\gamma_g = 1700 \text{ kg/m}^3$, obtenido considerando un porcentaje de huecos del 30-35% por roca de media consistencia.
- La carga de resistencia máxima admisible sobre el suelo se aproxima en los casos considerados a valores de K_s entre 1.0 y 2.0 kg/cm^2 .

Se considera a la estructura como un muro de gravedad, prescindiendo del aporte de la parte metálica que proporciona un incremento en el coeficiente de seguridad por su resistencia a la tracción.

Se adopta la teoría de Coulomb basada en el estudio del equilibrio global del sistema formado por el muro y por el prisma del terreno homogéneo que está detrás del muro (ver figura 7).

Los valores tomados en cuenta son:

a) Características del muro:

h = altura del muro

B = base del muro

A = área de la sección del muro de longitud unitaria

F = punto alrededor del cual tiende a rodar la estructura (fulcro)

H = altura sobre la cual se realiza el empuje del terreno

γ_g = peso específico de la estructura en gaviones

b) Características del terreno:

ϕ = ángulo de fricción interior que depende de las características del terreno

ε = ángulo del talud

α = inclinación del muro

Para muros en gradones exteriores:

β = ángulo sobre la cara interior y la horizontal

Para muros en gradones interiores:

β = ángulo entre la conjunción de las esquinas extremas superior e inferior y la horizontal

δ = ángulo de fricción entre el terreno y el muro ($\delta = 0.9 * \phi$)

γ_s = peso específico del terreno

K_a = carga de resistencia admisible sobre el terreno (capacidad soporte del suelo).

El coeficiente de empuje activo es:

$$k_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi)}{\sin^2 \beta \sin(\beta - \delta) [1 + \frac{\sqrt{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \epsilon)}}{\sin(\beta - \delta) \sin(\beta + \epsilon)}]^2}$$

K_a puede ser obtenido en función de los valores interiores de (ϕ, ϵ, β) en la gráfica (Ver figura 8).

Los valores $\beta = 75^\circ$ y $\beta = 80^\circ$ se refieren a muros con gradones interiores y representan valores límites medios que se presentan en la práctica.

Para valores intermedios es posible interpolar. Impuesta la sección de proyecto deducida de las condiciones de la escarpada, se obtienen las fuerzas actuantes.

a) Empuje del terreno, aplicado a una altura $H/3$:

$$P'_a = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * K_a$$

b) El peso unitario del muro:

$$W = \gamma_g * A \text{ (de la sección del muro)}$$

Los chequeos que se deben verificar para la estabilidad del muro son:

Volteo:

El coeficiente de estabilidad viene dado por la relación entre el momento estabilizante (M_r) y el momento de volteo (M_o) de las fuerzas actuantes respecto del punto F de la base de cimentación.

Deberá resultar:

$$V = (M_r/M_o) > 1.5$$

Deslizamiento:

Siendo: N la componente de la resultante de las fuerzas actuantes normales a la base del muro, T la componente de la resultante de las fuerzas actuantes tangenciales a la base del muro y "f" el coeficiente de fricción entre la base del muro y el suelo (0.5-1.0) deberá resultar:

$$D = (N/T) * f > 1.5$$

Compresión sobre el suelo:

Suponiendo rectilíneo el diagrama de las presiones sobre el terreno, si la resultante de las cargas cae al interior del nudo central de inercia (tercio central para base rectangular) se tienen los siguientes valores extremos de las presiones:

$$C.S. = (N/B) * (1 \pm (G * e/B))$$

Donde: e = excentricidad de la componente vertical N respecto del baricentro de la sección de base (ver figura 7).

La C. S. deberá, entonces, resultar inferior a K_0 (carga admisible del terreno)

En el caso de terraplén horizontal con sobrecarga, a los efectos del cálculo se considera una altura del terreno de un metro (H_0) de las mismas características del que constituye el terraplén. La nueva expresión del empuje del terreno toma la forma:

$$P_a = P'_a * (1 + (2 * (H_0/H)))$$

La línea de acción de la P_a encontrará la cara interior del muro a una distancia de la base del muro mismo igual a:

$$(H/3) * ((H + 3 * H_0) / (H + 2 * H_0))$$

Es aconsejable, sobre todo en el caso de un muro de notable altura, efectuar chequeos a alturas intermedias, teniendo presente que las ligaduras entre gavión y gavión aumentan el coeficiente de seguridad.

Se estableció que para el diseño del muro se adoptaría la teoría de Coulomb sobre la presión lateral de tierra, lo cual asume que hay un incipiente deslizamiento en la cara posterior del muro y que la presión de tierra actúa a un ángulo llamado de fricción y, además, es normal al muro.

Esto implica, entonces, que el vector W (muro) puede ser agregado al vector de peso de la cuña de suelo W entre el plano vertical y la parte posterior del muro para encontrar la dirección y magnitud de la resultante P_a sobre el muro.

La resultante vertical " r " actuando sobre la base del muro es igual a la suma de las fuerzas actuantes hacia abajo (el peso del muro más la componente vertical de la cuña de suelo) y tendrá una excentricidad " e " respecto del centro geométrico de la base. Tomando momentos respecto al pie del muro:

$$x = \text{momentos de volteo} / r$$

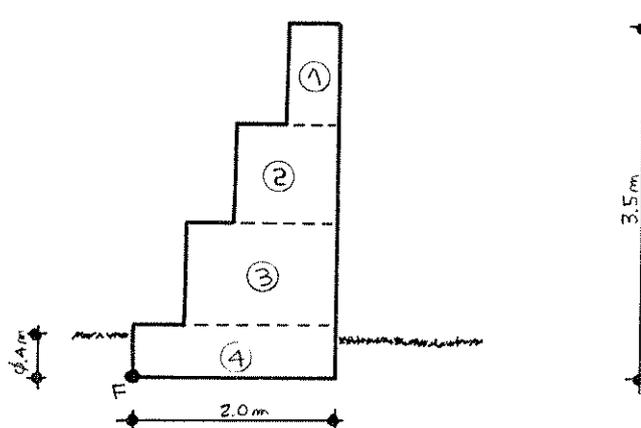
Si el ancho de la base es B la excentricidad puede, entonces, calcularse como:

$$e = (B/2) - x$$

en donde el vector de "e" debe situarse, a partir del centro geométrico, dentro del tercio medio de la base del muro para asegurar que las fuerzas del suelo sobre la base son completamente reactivas.

Se ha hecho referencia a lo establecido por C.A Coulomb en 1776, por considerar necesario dejar claro que al diseñar el muro en gaviones se utilizan las suposiciones de esta teoría y debe comprenderse que las ventajas y/o desventajas del sistema propuesto, están ligadas directamente con el marco teórico que le sirve de fundamento.

Por otra parte, hay que hacer notar que las características del terreno, como en la mayoría de los casos fueron asumidas, pues en Guatemala los estudios tiene un costo muy elevado, en consecuencia, se utilizan métodos prácticos de campo (visual y al tacto), para establecer en función del tipo de suelo, sus propiedades y características, las cuales se emplean para el diseño de muros.



$$H = 3.5 \text{ m}$$

$$B = 2.0 \text{ m}$$

$$A = \text{Área de la sección del muro de ancho unitario} = (2) (0.5) + (1.5) (1) + (1) (1) + (0.5) (1) = 4 \text{ m}^2$$

$$\phi = 31^\circ$$

$$\varepsilon = 0^\circ$$

$$\alpha = 6^\circ \text{ (i = 1:10)}$$

$$\beta = 96^\circ$$

$$\delta = 0.9 * \phi = 0.9 * 31 = 28^\circ$$

$$\gamma_s = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$K_s \text{ ó valor soporte asumido} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 0.75$$

Existe sobrecarga; que equivale a un metro de altura del suelo donde se trabajará el muro.

Diseño:

Donde n es función del tamaño de la roca empleada y varía de 0.05 a 0.40. Se asume un valor de $n = 0.05$.

$$\gamma_g = \gamma_s (1-n) = 1600 * (1-0.05) = 1520 \text{ kg/m}^3$$

$$K_a = \frac{\sin^2(96^\circ + 31^\circ)}{[\sin^2(96^\circ) * \sin(96^\circ - 28^\circ) * (1 + \sqrt{(\sin(31^\circ + 28^\circ) * \sin(31^\circ - 0^\circ)) / (\sin(96^\circ - 28^\circ) * \sin(96^\circ + 0^\circ))})]^2} = 0.24$$

Análisis de cargas

Empuje del terreno:

$$P_a' = 0.5 * 1600 * 3.5^2 * 0.24 = 2352 \text{ kg/m}$$

Por sobrecarga :

$$P_a = P_a' * (1 + (2 * H_s / H)) = 2352 * (1 + (2 * 1 / 3.5)) = 3696 \text{ kg/m}$$

Componentes horizontal y vertical de P_a :

$$P_h = P_a * \cos(\delta - \alpha) = 3696 * \cos(28^\circ - 6^\circ) = 3426.9 \text{ kg/m}$$

$$P_v = P_a * \sin(\delta - \alpha) = 3696 * \sin(28^\circ - 6^\circ) = 1384.5 \text{ kg/m}$$

y sus distancias al punto F (ver sección típica del muro)

$$d = H/3 * [(H + 3 * H_s) / (H + 2 * H_s)] = (3.5 / 3) * [(3.5 + 3 * 1) / (3.5 + 2 * 1)] = 1.17\text{m}$$

$$d = 1.17 - B * \sin \alpha = 1.17 - 2 * \sin 6^\circ = 1.17\text{m}$$

$$S = B * \cos \alpha = 2 * \cos 6^\circ = 1.99 \text{ m}$$

$$W = \gamma_g * A = 1520 * 4 = 6080 \text{ kg/m}$$

Y su distancia a F, S' será:

$$S' = \frac{\sum (A_i * \text{brazo respecto F})}{\sum A} = \frac{[3.5 * 0.5 * 1.75 + 2.5 * 0.5 * 1.25 + 1.5 * 0.5 * 0.75 + 0.5 * 0.5 * 0.25]}{4} = 1.31 \text{ m}$$

Chequeo de estabilidad de volteo:

M_o = momento de volteo

M_r = momento estabilizante

$$M_o = P_h * d = 3427 * 1.17 = 4010$$

$$M_r = W * S' + P_v * S = (6080 * 1.17 + 1385 * 1.99) = 9870$$

$$V = M_r / M_o \geq 1.5$$

$$V = 9870 / 4010 = 2.46 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

Chequeo de estabilidad a deslizamiento:

Componentes tangencial y normal respecto de la base

$$N = (W + P_v) * \cos \alpha + P_h * \sen \alpha$$

$$N = (6080 + 1385) * \cos 6^\circ + 3427 * \sen 6^\circ = 7782$$

$$T = P_h * \cos \alpha - (W + P_v) * \sen \alpha$$

$$T = 3427 * \cos 6^\circ - (6080 + 1385) * \sen 6^\circ = 2628$$

$$D = (N * f) / T \geq 1.5$$

$$D = (7782 * 0.75) / 2628 = 2.22 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

Chequeo de la compresión del suelo:

Se calcula, en primer lugar la excentricidad "e" respecto del centro de la base:

$$e = (B/2) - ((M_r - M_o) / N)$$

$$e = (2/2) - ((9870 - 4010) / 7782) = 0.25\text{m}$$

La resultante es inferior al tercio central, por lo que todo el terreno de cimentación es reactivo. Los valores extremos de las presiones actuantes sobre el terreno resultan:

$$C.S._1 \text{ y } C.S._2 = (N/B) * (1 \pm ((6 * e) / B))$$

$$C.S._1 \text{ y } C.S._2 = (7782/2) * (1 \pm ((6 * 0.25) / 2)) = 0.68 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } 0.1 \text{ kg/cm}^2 < 1 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

Puede verse que los valores obtenidos son inferiores a la capacidad soporte del suelo K_s , asumida de 1.0 kg/cm^2 , que es un valor aceptable para el diseño de los muros.

Para el siguiente muro sólo se pondrán los valores obtenidos ya que el procedimiento es el mismo que el anterior:

$$\begin{aligned}
 H &= 4\text{m} \\
 B &= 2\text{m} \\
 A &= 4.5\text{m}^2 \\
 \phi &= 31^\circ \\
 \varepsilon &= 0^\circ \\
 \alpha &= 6^\circ \\
 \beta &= 96^\circ \\
 \delta &= 28^\circ \\
 \gamma_s &= 1600\text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Existe sobrecarga

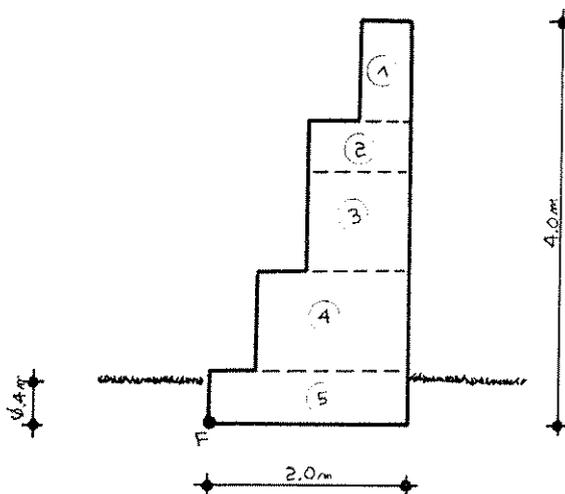
$$\begin{aligned}
 f &= 0.75 \\
 V.S. &= 1\text{ kg/cm}^2 \\
 k_a &= 0.24 \\
 \gamma_g &= 1520\text{ kg/m}^3 \\
 P_a' &= 3072\text{ kg/m} \\
 P_a &= 4608\text{ kg/m} \\
 P_h &= 4272\text{ kg/m} \\
 P_v &= 1726\text{ kg/m} \\
 d &= 1.35\text{m} \\
 S &= 1.99\text{m} \\
 W &= 6840\text{ kg/m} \\
 S' &= 1.33\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_o &= 5767 \\
 M_r &= 12532 \\
 V &= 2.17 \geq 1.5 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= 8966 \\
 T &= 3353 \\
 D &= 2.0 \geq 1.5 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$e = 0.25\text{m}$$

$$C.S._{1,2} = 0.78\text{ kg/cm}^2 \text{ y } 0.11\text{ kg/cm}^2 < 1\text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$



3.4) Obras de drenaje y complementarias:

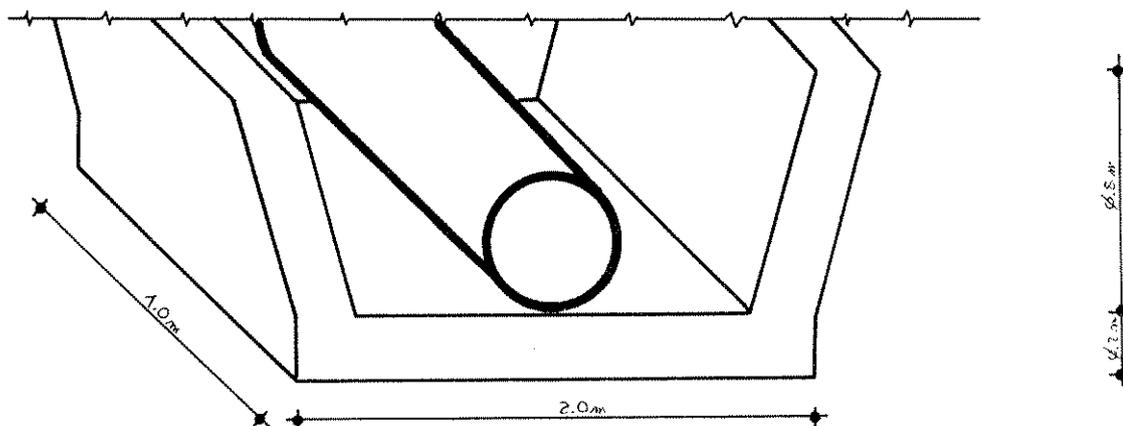
Se observó que no en todos los puntos o estaciones era factible construir muros de retención debido a la magnitud que éstos requerían, por lo tanto se propuso como alternativas para evacuar el agua en una forma adecuada y evitar que perjudicara el estado físico del camino, la utilización de cabezales y tubería para permitir el paso de agua en pequeñas quebradas y de esta forma evitar la erosión del terreno y por consiguiente los derrumbes. En algunos tramos se procedió a empedrar el terreno natural del camino, ya que en éstos las pendientes del terreno eran mayores que las admitidas y provocaban el

deslizamiento de vehículos. Así mismo se construyeron puentes tipo badén en algunas estaciones para evitar la acumulación de agua en el terreno.

Los puentes tipo badén fueron construidos de la siguiente forma:

Se cubrió la extensión necesaria en cada puente propuesto (ver en cuantificación de materiales la extensión de éstos), pero cada puente se construyó con carrileras de 25 cm de ancho por 50 cm de profundidad con concreto ciclópeo. Las carrileras están separadas un metro entre sí, este metro de separación entre carrileras está relleno de piedras con sabieta a la misma profundidad de las carrileras; luego de rellenar las separaciones al nivel de las carrileras se procedió a colocar una torta de concreto de 10 cm de espesor a nivel del camino, a la cual se le daba una pendiente apropiada según el caso para evacuar el agua en forma ordenada.

Los cabezales que se colocaron, con la respectiva tubería se construyeron de la siguiente forma: La base de los cabezales es de 2 m de ancho por 1m de largo por 0.80 m de alto; con un espesor de muro de 0.20m. Los cabezales están hechos de concreto ciclópeo, el cual es una mezcla de piedra con sabieta de cemento y arena en una proporción pobre. El cabezal es típico y se muestra a continuación:



En el caso de los empedrados se empedró el ancho de camino y un largo de 20 m sobre el eje de la carretera, estos 20 m se colocaron 10 m hacia adelante y 10 m hacia atrás respecto del punto donde está marcada la estación. Para empedrar se realizó el siguiente procedimiento:

- Determinación de la subrasante: Se parte de un nivel establecido, en este caso será de 25 cm abajo del nivel de la rodadura en el cual se toma en cuenta el espesor del empedrado y el grosor del material selecto,
- Se deposita el material selecto y se compacta con el mazo a un grosor aproximada de 10 ó 15 cm.
- Con el suelo compactado se procede a colocar la piedra que será de río, tipo bola y se utiliza para llenar los espacios entre las piedras colocadas y consolidarlas entre sí un mortero de cal para darle más resistencia al pavimento.

Se propuso también que en los lugares donde había curvas y hubiera problemas de movimiento de agua se diera una pendiente o bombeo de 3 %, la cual contribuirá de forma eficiente a la evacuación de agua.

3.5) Elaboración de planos:

En la libreta de campo se obtuvo distancia y azimut entre cada estación, con estos datos se procedió a plotear los datos en papel milimetrado, utilizando transportador y escalímetro, a una escala adecuada y de ésta forma obtener la planta de la ruta. Para sacar el perfil longitudinal de la ruta se proyectaron los puntos de las estaciones en la planta hacia la parte baja del milimetrado, los cuales se intersectan con la línea horizontal que tiene que estar a la misma escala de la planta de la ruta, ya con estos puntos intersectados se procede a poner su respectiva cota a cada punto, en una escala vertical adecuada y se empiezan a unir los puntos de las cotas y de esta forma se obtiene el perfil.

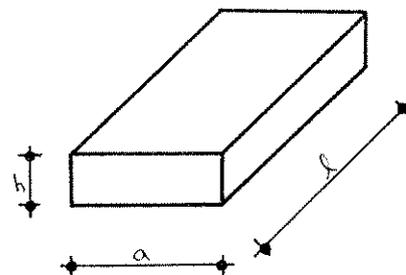
Para realizar las secciones transversales se trabajó a cualquier escala en base a los datos obtenidos en campo y se procedió a dibujar dichos perfiles (los planos se encuentran en el anexo).

3.6) Cuantificación de materiales:

La cuantificación de materiales se realizó tomando en cuenta el alto del muro a colocar, ya que se dispuso según la sección de este la forma de colocar las cajas. Las cajas que van colocadas sobre el terreno constituyen la primera etapa y sucesivamente se van colocando las cajas de cada etapa, una sobre la otra, hasta obtener la altura del muro deseado; donde "l" corresponde a la dimensión de la caja que cubre la sección del muro propuesto, "a" es la dimensión de la caja que cubre la longitud lineal del largo total del muro y "h" es la dimensión de la caja que va cubriendo la altura del muro. La forma que en que se propuso colocar las cajas, cubre la sección del muro en dos metros lineales del largo total del muro (ver plano en el anexo).

Muro tipo 1: 3.5m de alto

Etapa	Sec_ ción (l)	Ancho (a)	Altura (h)	# cajas
1º.	2.0	1.0	0.5	2
2º.	1.5	1.0	1.0	2
3º.	1.0	2.0	1.0	1
4º.	0.5	2.0	1.0	1



Muro tipo 2: 4m de alto

Etapa	Sec_ ción (l)	Ancho (a)	Altura (h)	# cajas
1º.	2.0	1.0	0.5	2
2º.	1.5	1.0	1.0	2

3°.	1.0	2.0	1.0	1
4°.	1.0	2.0	0.5	1
5°.	0.5	2.0	1.0	1

Para determinar el número total de cajas por muro se procede a dividir el largo total del muro entre dos y el resultado obtenido se multiplica por la cantidad de cajas indicada en cada tabla (según el alto del muro) y de esta manera se obtiene el total de cajas en cada muro.

A continuación se muestra la tabla que contiene las estaciones donde se colocarán muros y el respectivo muro a utilizar (ver planos en el anexo):

Estación	Largo del muro (m)	Tipo de muro
15	4.0	3.5 m de alto con drenaje
20	4.0	3.5 m de alto con drenaje
42	6.0	3.5 m de alto
43	18.0	3.5 m de alto
44	10.0	4.0 m de alto
49	4.0	3.5 m de alto
56	4.0	3.5 m de alto
59	4.0	3.5 m de alto con drenaje
60	6.0	3.5 m de alto
62	6.0	3.5 m de alto

El muro de 3.5 m de alto con drenaje es igual al de 3.5 m de alto con la excepción que donde pase la tubería se insertará ésta dentro de la caja para permitir el paso del agua y que éste caiga sobre la colchoneta, la cual sirve de protección a la base del muro.

El tipo de piedra utilizado para el relleno de las cajas es el de canto rodado con un diámetro de piedra de 10 a 20 cm.

En la siguiente tabla se muestra el total de materiales utilizados en el presente proyecto:

Material	Cantidad
Piedra bola (15-20 cm)	387 m ³
Cemento	639 quintales
Arena	67 m ³
Tubo de cemento ϕ 16"	50 tubos
Ladrillo tayuyo de 6 *	450 ladrillos

10 *20 cm.	
Cal hidratada	458 quintales
Gavión rectangular de 2 * 1 * 1 m	33 cajas
Gavión rectangular de 2 * 1 * 0.5 m	104 cajas
Gavión rectangular de 1.5 * 1 * 1 m	66 cajas
Colchoneta de 4 * 2 * 0.23 m	3 cajas

3.7) Aspectos legales:

Los aspectos legales a realizar en el presente proyecto no son de vital importancia, ya que en la propuesta para la mejora del camino no se contempla la selección de una nueva ruta o la ampliación de la ya existente, por lo tanto no se requiere de trámites legales con los propietarios de tierras aledañas al camino o la intervención de la Dirección General de Caminos, debido a que las soluciones propuestas no afectarán en sí la estructura del camino sino que servirán para un mejor mantenimiento del estado de éste o evitar el deterioramiento del camino en tiempo de invierno. Se procederá a realizar las mejoras guardando los lineamientos o especificaciones para caminos rurales manteniendo las especificaciones existentes.

La organización Plan Internacional guardará los planos de las propuestas o mejoras a realizar y de la ruta existente, los cuales pueden servir como guía o referencia para estudios o mejoras posteriores.

3.8) Financiamiento:

El financiamiento para cubrir el costo del presente proyecto correrá a cargo de la organización Plan Internacional, la cual ayudará económicamente con la compra de los materiales a utilizar en el proyecto, así como al pago de alquiler del equipo utilizado para realizar el estudio y los gastos efectuados por los epesistas.

3.9) Participación de la comunidad:

El aporte de la comunidad para la elaboración del presente proyecto será la mano de obra de los habitantes del lugar, ya que ellos saldrán beneficiados por las mejoras al camino.

Los aldeanos contarán también con el apoyo y asesoramiento técnico por parte de la empresa que venderá los gaviones, en la colocación y relleno de los mismos, dando mayor seguridad al proyecto debido a la experiencia con que cuenta la empresa.

4) INFORMACIÓN GENERAL DE CENTRO DE CAPACITACIÓN Y OFICINAS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA

4.1) Reconocimiento del lugar:

El siguiente proyecto se llevó a cabo en el municipio de San Pedro Pinula, el cual se encuentra ubicado a 20 kilómetros del municipio de Jalapa. Se observó en las visitas de campo que el proyecto era factible de realizar ya que contaba con espacio suficiente para su realización, como servicios básicos (agua, luz, acceso fácil al pueblo) a su alcance. El clima del lugar era apropiado para el tipo de materiales a usar y su disponibilidad era adecuada.

Se observó que el tipo de terreno era bastante bueno para la construcción de la obra.

4.2) Condiciones del terreno (requisitos mínimos para edificaciones):

En la actualidad el costo de los estudios de suelo es bastante elevado en Guatemala lo cual hace casi imposible realizarlos, por lo cual existen otros tipos de pruebas sencillas para determinar en forma rápida la consistencia de un suelo. Por el tipo de obra que se construirá no se requiere de un gran estudio de suelos, por lo que se procedió a realizar una inspección visual y manual del suelo para ver de qué tipo de material se encuentra formado el mismo y se realizó además una pequeña prueba para determinar la resistencia del suelo. La prueba consiste en colocar un peso conocido en un área establecida y observar cuanto puede deformarse el suelo por la acción del peso.

Se tuvo la oportunidad de observar por medio de la perforación de un pozo, que el terreno en el lugar era rocoso, lo cual garantiza una mayor seguridad en cuanto a la resistencia del suelo para soportar la obra a realizar. Además se tomarán en cuenta los siguientes requisitos:

Paredes de carga:

Las paredes de carga podrán ser de concreto reforzado, fundido in-situ, de elementos prefabricados o de mampostería reforzada. En todo caso deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas, además de las cargas superpuestas.

Las paredes de mampostería deberán reforzarse adecuadamente tanto vertical como horizontalmente.

Cimiento corrido:

Para edificaciones de bajo costo y cuya construcción no exceda de 70 m² y sean de un piso puede utilizarse un cimiento corrido continuo, formando cuadros que cierren los ambientes que delimitan, de sección trapezoidal, rectangular o T invertida, que sirva además como solera de humedad. Siendo aceptable únicamente cuando esté apoyado sobre talpetate o arena pómez consolidada.

Espesor y materiales para paredes de mampostería:

El espesor mínimo de paredes con refuerzos verticales y horizontales, para edificaciones de un nivel, es de 11 cm y su relación altura/espesor no será mayor de 23. Los muros con relaciones mayores de 23 deberán tener elementos adicionales de refuerzo, diseñados para evitar el pandeo del muro.

El espesor mínimo para viviendas de 2 niveles, en el primer nivel es de 14 cm y su relación altura/espesor no será mayor de 20. Los muros con relaciones mayores de 20 deberán tener elementos adicionales de refuerzo, diseñándose para imposibilitar el pandeo del muro.

Son aceptables paredes de ladrillo o bloque de arcilla cocida, bloque de concreto, piedra labrada u otro material.

El concreto para soleras, refuerzos verticales, sillares y dinteles, tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de por lo menos 176 kg/cm^2 .

4.3) Selección de los materiales a utilizar:

Para la selección de los materiales a utilizar se tomaron en cuenta factores como el clima, recursos disponibles en la región, calidad de mano de obra y calidad de los materiales. Se seleccionó para la cubierta lámina de zinc, ya que éstas son lo bastante resistentes a los factores climatológicos. Se utilizó también costanera de metal para soportar las cargas en vez de utilizar madera ya que ésta requiere de un mayor cuidado y también se evita la deforestación en el país.

El material utilizado para la estructura del salón será mampostería reforzada con hierro grado 40. Se decidió de común acuerdo con los facilitadores de desarrollo la utilización de block, ya que éstos proponían utilizar adobe, lo cual a la larga pudiera ser peligroso para los habitantes.

4.4) Diseño de cubierta:

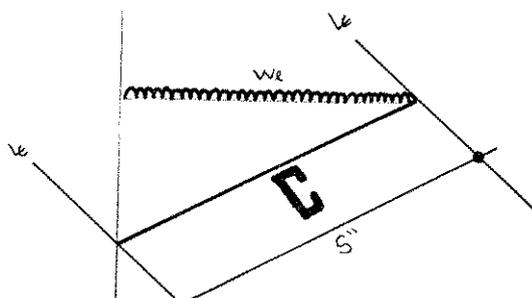
Para el diseño de cubierta se propuso una caída de un agua que es común en nuestro medio y adecuada al tipo de proyecto a realizar. Se utilizó también una pendiente media dada su funcionalidad en cuanto a problemas de seguridad y trabajo.

4.4.1) Diseño de costaneras:

El procedimiento para diseñar la cubierta fue: Se moduló la separación de costaneras tomando en cuenta la seguridad de las personas que pudieran hacer reparaciones en la cubierta en un futuro. Se propuso una separación de 1.00 m.

Para seleccionar el tipo y medida de costanera a utilizar se procedió de la siguiente manera:

Integración de cargas:



1) Cargas gravitacionales

$$W_{\text{lamin}} = 2 \text{ lb/pie}^2 +$$

$$W_{\text{viva}} = \frac{20 \text{ lb/pie}^2}{22 \text{ lb/pie}^2}$$

2) Cargas por viento:

Se tomó, en base a tablas que contienen rangos de velocidad del viento para la República de Guatemala, la velocidad estimada para la región de trabajo. La velocidad promedio es $V_e = 6.5$ millas/h.

$S'' =$ Separación entre costaneras = 1.00 m = 3.28 pie

$$q = 0.002558 * V_e^2 = 0.002558 * 6.5^2 = 3 \text{ lb/pie}^2$$

$$W_1 = 22 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} = 72.16 \text{ lb/pie}$$

$$W_x = W_1 * \text{sen } \alpha = 72.16 * \text{sen}(11.31^\circ) = 14.15 \text{ lb/pie}$$

$$W_y = W_1 * \text{cos } \alpha = 72.16 * \text{cos}(11.31^\circ) = 70.76 \text{ lb/pie}$$

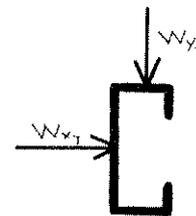
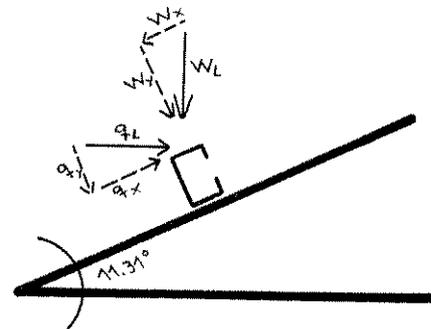
$$q_j = 3 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} = 9.84 \text{ lb/pie}$$

$$q_x = q_j * \text{cos } \alpha = 9.84 * \text{cos}(11.31^\circ) = 9.65 \text{ lb/pie}$$

$$q_y = q_j * \text{sen } \alpha = 9.84 * \text{sen}(11.31^\circ) = 1.93 \text{ lb/pie}$$

$$W_{xt} = W_x + q_x = 14.15 + 9.65 = 23.80 \text{ lb/pie}$$

$$W_{yt} = W_y + q_y = 70.76 + 1.93 = 72.69 \text{ lb/pie}$$



En el caso de costaneras se considera el empotramiento perfecto lo cual da el siguiente momento:

$$M = (W * L_c^2) / 8$$

$$L_c = 20 \text{ pie} = \text{longitud típica de una costanera.}$$

$$M_x = (23.80 * 20^2) / 8 = 1190.00 \text{ lb-pie}$$

$$M_y = (72.69 * 20^2) / 8 = 3634.50 \text{ lb-pie}$$

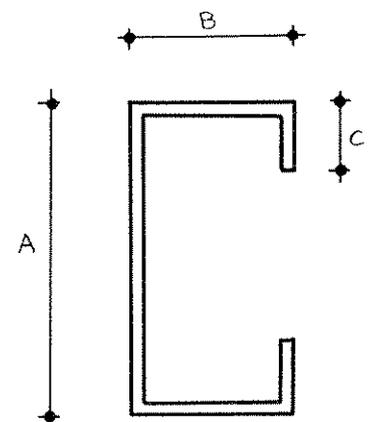
Módulos de sección:

$$F_s = M / M_s$$

Despejando M_s

$$M_s = M / F_s$$

$$M_{sx} = (1190.00 * 12) / (0.6 * 33000) = 0.72$$



$$M_{xy} = (3634.50 * 12) / (0.6 * 33000) = 2.20$$

Con los módulos de sección obtenidos se chequea la tabla de la AISC para costaneras.

A (plg.)	B (plg.)	C (plg.)	t (plg.)	Peso (kg/ml)	S_x (cm ³)	S_y (cm ³)
4	2	½	1/16	2.69	11.72	3.71
5	2	½	1/16	2.98	15.68	3.80
6	2	½	1/16	3.36	19.99	3.87
7	2	½	1/16	3.66	24.63	3.93
8	2	½	1/16	3.95	29.62	3.97
9	2	½	1/16	4.25	35.22	4.03
10	2	½	1/16	4.62	40.94	4.06

Para este caso se seleccionó costanera perfil "C" de 2 plg. de ancho por 4 plg. de alto, la cual es suficiente para soportar las cargas propuestas.

4.4.2) Diseño de tendales:

En este caso no se hará diseño para tendales ya que las costaneras descansan directamente sobre los muros.

4.5) Diseño de estructuras en mampostería:

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, despreciando la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

Es necesario calcular:

- la rigidez de cada muro en la dirección del sismo.
- el centro de corte de muros.
- el centro de masa.
- la carga lateral y su distribución
- la distribución del momento de volteo.

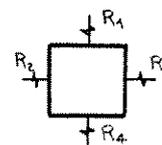
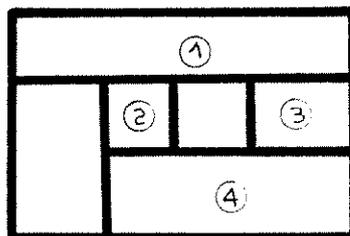
a) Cálculo de rigideces:

En el cálculo de rigideces hay que tomar en cuenta el tipo de techo, pues existen diferentes fórmulas para hacerlo.

Para calcular las rigideces en un techo de loza se consideran las paredes doblemente empotradas, y para techo de lámina se consideran en voladizo. Además las rigideces se calculan en forma diferente cuando el muro tiene puertas y/o ventanas.

La forma de calcular la rigidez en este caso es la siguiente:

- 1) Se calculan las rigideces totales del muro por medio de la fórmula indicada según el caso; sea techo de loza ó lámina.
- 2) Se encuentra una rigidez equivalente, como si se tratara de resistencias eléctricas. El siguiente ejemplo ilustra el citado procedimiento:



Fórmulas:

$$R_{\text{paralelo}}: \quad R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_{\text{serie}}: \quad R_{\text{eq}} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n)$$

Donde R_1, R_2, \dots, R_n tienen un valor igual a la rigidez total calculada.

- b) El centro de corte de muros: Teniendo el valor de la rigidez de cada uno de los muros se procede a calcular el centro de corte de muros, tomando como referencia un eje de coordenadas cartesianas previamente establecido. Las fórmulas para calcularlo son las siguientes:

$$X_{cc} = (\sum X_i * R) / R * E$$

$$Y_{cc} = (\sum Y_i * R) / R * E$$

Nota: Las sumatorias se efectúan tomando en cuenta los muros correspondientes a cada sentido.

- c) Cálculo del centro de masa: Éste se calcula para todos los muros y sirve para calcular la excentricidad de las fuerzas que actúan en la estructura.
- d) Carga lateral y su distribución: Las cargas laterales son las que corren en el sentido paralelo a la superficie terrestre y pueden ser de dos tipos:

- Por sismo
- Por viento

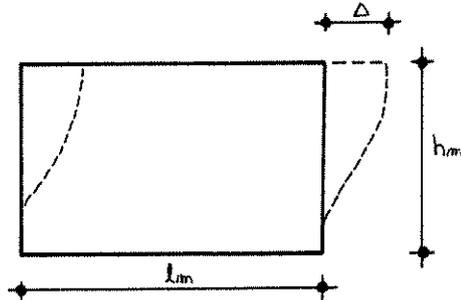
Las cargas por sismo son las que se integran para edificios de concreto y/o mampostería.

La integración y su distribución puede hacerse por el método de Stanford para Guatemala, por el de SEAOC o cualquier otro método conocido.

- e) El momento de volteo total y para cada muro: Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total (M_v), luego se distribuye éste momento en cada muro.

Diseño:

Cálculo de rigideces en muros: Debido a que la cubierta es de lámina galvanizada, los muros se consideran en voladizo.



- Δ = Deflexión
- h_m = altura de muro
- t_m = espesor de muro
- l_m = longitud de muro
- R = rigidez de muro
- E = módulo de mampostería

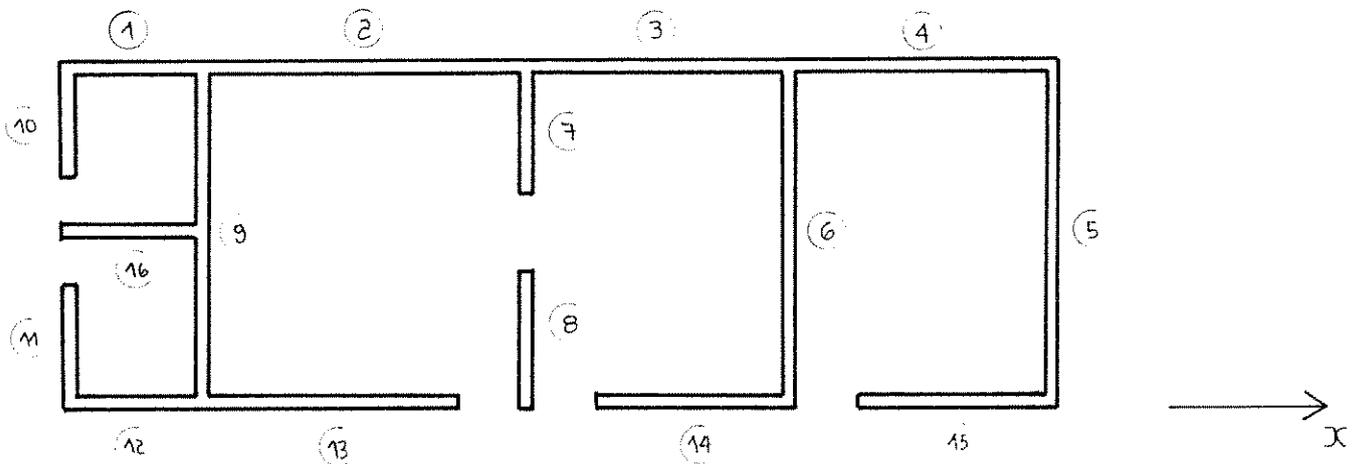
Fórmulas:

$$\Delta = (P * (4 * a^3 + 3 * a)) / E * t_m$$

$$R = t_m / (4 * a^3 + 3 * a)$$

$$a = h_m / l_m$$

- Donde:
- P = carga lateral
 - R = rigidez
 - a = relación altura/longitud
 - t_m = espesor del muro
 - h_m = altura del muro
 - l_m = longitud del muro
 - E = módulo de mampostería



Muro	l_m	h_m	a	t_m	$R * E$
1	2.125	4.5	2.118	0.15	0.00338
2	5.00	4.5	0.9	0.15	0.0267

3	4.00	4.5	1.125	0.15	0.0165
4	4.075	4.5	1.104	0.15	0.0173
5	5.15	3.5	0.68	0.15	0.0455
6	5.15	4.0	0.777	0.15	0.0357
7	2.00	4.315	2.158	0.15	0.00321
8	2.00	3.685	1.843	0.15	0.00491
9	5.15	4.0	0.777	0.15	0.0357
10	1.80	3.835	2.131	0.15	0.00333
11	1.80	3.165	1.758	0.15	0.00555
12	2.125	3.0	1.412	0.15	0.00968
13	3.925	2.5	0.637	0.15	0.051
14	3.05	2.5	0.820	0.15	0.0322
15	3.05	3.0	0.984	0.15	0.0222
16	2.125	4.0	1.882	0.15	0.00464

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños, pues no afecta el análisis.

• Cálculo de centro de corte de muros

Sentido X:

Muro	R * E	Y _i	Y _i * R
1	0.00338	5.15	0.0174
2	0.0267	5.15	0.1375
3	0.0165	5.15	0.0850
4	0.0173	5.15	0.0891
12	0.00968	0	0
13	0.051	0	0
14	0.0322	0	0
15	0.0222	0	0
16	0.00464	2.65	0.0123
	$\Sigma = 0.1836$		$\Sigma = 0.3413$

$$Y_{cc} = (\Sigma Y_i * R) / \Sigma R * E = 0.3413 / 0.1836 = 1.86m$$

Sentido Y:

Muro	R * E	X _i	X _i * R
5	0.0455	15.2	0.6916
6	0.0357	11.2	0.3998
7	0.00321	7.2	0.0231
8	0.00491	7.2	0.0354
9	0.0357	2.2	0.0785
10	0.00333	0	0

11

0.00555

0

0

$$\Sigma = 0.1339$$

$$\Sigma = 1.228$$

$$X_{cc} = (\Sigma X_i * R) / \Sigma R * E = 1.228 / 0.1339 = 9.17m$$

- Cálculo del centro de masa

Centro de masa de muros:

Muro	l_m	X_i	Y_i	$X_i * l_m$	$Y_i * l_m$
1	2.125	1.0625	5.15	2.258	10.944
2	5.0	4.625	5.15	23.125	25.75
3	4.0	9.125	5.15	36.5	20.6
4	4.075	13.125	5.15	53.484	20.986
5	5.15	15.20	2.575	78.28	13.261
6	5.15	11.20	2.575	57.68	13.261
7	2.0	7.20	4.15	14.4	8.30
8	2.0	7.20	1.0	14.4	2.0
9	5.15	2.20	2.575	11.33	13.261
10	1.80	0	4.25	0	7.65
11	1.80	0	0.9	0	1.62
12	2.125	1.0625	0	2.258	0
13	3.925	4.0875	0	16.043	0
14	3.05	9.675	0	29.509	0
15	3.05	13.675	0	41.709	0
16	2.125	1.0625	2.65	2.258	5.631
	$\Sigma = 52.525$			$\Sigma = 383.234$	$\Sigma = 143.265$

$$Y_{cc} = (\Sigma Y_i * l_m) / \Sigma l_m = 143.265 / 52.525 = 2.73m$$

$$X_{cc} = (\Sigma X_i * l_m) / \Sigma l_m = 383.234 / 52.525 = 7.30m$$

- Centro de masa de techo:

Se asume el centro geométrico igual al centro de masa:

$$X_{omt} = 7.30m$$

$$Y_{omt} = 2.73m$$

- Centro de masa techo-muros o de la estructura:

$$SOB = 25 \text{ kg/m}$$

Peso del techo:

Para calcular el peso del techo se utiliza el número de reglas y láminas que se colocará.

$$\text{Costaneras: } PT_{c1} = 2.69 \text{ kg/m} * 15.2 \text{ m} * 6 = 245.328 \text{ kg}$$

$$PT_c = \text{Peso total de costaneras} = 245.328 \text{ kg}$$

$$\text{Láminas: } PL_b = 2 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} * 7 \text{ pie} * 22 = 1010.50 \text{ lb}$$

$$PL_{10} = 2 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} * 12 \text{ pie} * 22 = 1732.30 \text{ lb}$$

$$PT_l = \text{Peso total de láminas} = 2742.80 \text{ lb} = 1244.10 \text{ kg}$$

$$\text{Sobrecarga} = 25 \text{ kg/m}^2 * 15.2 \text{ m} * 5.15 \text{ m} = 1957.00 \text{ kg}$$

$$WTT = \text{Peso total del techo} = PT_c + PT_l + SOB = 3446.43 \text{ kg}$$

Peso de muros: Utilizando las mismas longitudes l_m , tomadas en el cálculo de rigideces con un módulo de mampostería para block = 120 kg/m^2 se procede a calcular el peso de los muros con la siguiente fórmula.

$$P_m = 120 \text{ kg/m}^2 * h_m * l_m$$

Los pesos de muros y su total se muestran en la siguiente tabla:

Muro	MPB (kg/m^2)	h_m (m)	l_m (m)	P_m (kg)
1	120	4.5	2.125	1147.5
2	120	4.5	5.0	2700.0
3	120	4.5	4.0	2160.0
4	120	4.5	4.075	2200.5
5	120	3.5	5.15	2163.0
6	120	4.0	5.15	2472.0
7	120	4.315	2.0	1035.6
8	120	3.685	2.0	884.4
9	120	4.0	5.15	2472.0
10	120	3.835	1.80	828.36
11	120	3.165	1.80	683.64
12	120	3.0	2.125	765.0
13	120	2.5	3.925	1177.5
14	120	2.5	3.05	915.0
15	120	3.0	3.05	1098.0
16	120	4.0	2.125	1020.0
				$\Sigma = 23722.5$

$$WTT + WTM = \text{Peso total} = 3446.43 \text{ kg} + 23722.5 \text{ kg} = 27168.93 \text{ kg}$$

$$X_{cm} = [7.30 * 3446.43 + 7.30 * 23722.5] / 27168.93 = 7.30 \text{ m}$$

$$Y_{cm} = [2.73 * 3446.43 + 2.73 * 23722.5] / 27168.93 = 2.73 \text{ m}$$

Esto se hace para tener un solo centro de masa y compararlo con el centro de corte.

- Carga lateral:

Por SEAOC para estructuras de un nivel $V_b = 0.1 * WT$

$$WT = \text{Peso total} = WTT + WTM + 0.25 * CV$$

$$CV = \text{carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2 * 5.15 \text{ m} * 15.2 \text{ m} = 7828.00 \text{ kg} * 0.25 = 1957.00 \text{ kg}$$

$$WT = 27168.93 + 1957.00 = 29125.93 \text{ kg}$$

$$V_b = 0.1 * 29125.93 = 2912.6 \text{ kg}$$

$$t_x = (0.05 * 14.76) / \sqrt{49.87} = 0.10 < 0.25 \Rightarrow F_t = 0$$

$$t_y = (0.05 * 13.12) / \sqrt{16.90} = 0.16 < 0.25 \Rightarrow F_t = 0$$

Dónde: t_x y t_y son los períodos naturales de vibración de la estructura.

$$F_t = 0.07 * t * V_b$$

$$\Rightarrow P_x = P_y = V_b = 2912.6 \text{ kg}$$

$$M_v = \text{Momento de volteo} = 2912.6 * 4.00 = 11662.40 \text{ kg-m}$$

Excentricidades de la carga lateral:

Con sismo en X:

$$e_y = Y_{cm} - Y_{cc} = 2.73 \text{ m} - 1.86 \text{ m} = +0.87 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 5.15 = 0.2575 \text{ m}$$

$$T_{px} = 2912.6 * 0.87 = 2536.57 \text{ kg-m, en el sentido de las agujas del reloj.}$$

Con sismo en Y:

$$e_x = X_{cm} - X_{cc} = 7.30 \text{ m} - 9.17 \text{ m} = 1.87 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 15.20 = 0.76 \text{ m}$$

$$T_{py} = 2912.6 * 1.87 = 5452.17 \text{ kg-m, cualquier sentido.}$$

- Distribución de carga lateral:

$$P_x = p_y = 2912.6 \text{ kg}$$

Sentido	Muro	R_x	Y_{cc}	$R_x * Y_{cc}^2$	$(R_x / \sum R_x) * P_x$	$(Y * R_x / J_p) * T_{px}$	F_i
X	1	0.00338	3.29	0.0366	53.68	5.22	58.90

X	2	0.0267	3.29	0.2890	424.00	41.21	465.21
X	3	0.0165	3.29	0.1786	262.02	25.47	287.50
X	4	0.0173	3.29	0.1872	274.73	26.70	301.43
X	12	0.00968	-1.86	0.0335	153.72	-8.45	145.27
X	13	0.051	-1.86	0.1764	809.89	-44.51	765.38
X	14	0.0322	-1.86	0.1114	511.34	-28.10	483.24
X	15	0.0222	-1.86	0.0768	352.54	-19.37	333.17
X	16	0.00464	0.79	0.0029	73.68	1.72	75.40
		$\Sigma = .1836$		$\Sigma = 1.093$			

Sentido	Muro	R_y	X_{cc}	$R_y * X_{cc}^2$	$(R_y / \Sigma R_y) * P_y$	$(X * R_y / J_p) * T_{px}$	F_i
Y	5	0.0455	6.03	1.654	990.74	276.68	1267.42
Y	6	0.0357	2.03	0.147	777.35	73.08	850.43
Y	7	0.0032	-1.97	0.013	69.90	-6.38	63.52
Y	8	0.0049	-1.97	0.019	106.91	-9.75	97.16
Y	9	0.0357	-6.97	1.734	777.35	-250.92	526.43
Y	10	0.0033	-9.17	0.280	72.51	-30.79	41.72
Y	11	0.0055	-9.17	0.467	120.85	-51.32	69.53
		$\Sigma = .1339$		$\Sigma = 4.314$			

$$J_p = R_x * Y_{cc}^2 + R_y * X_{cc}^2 = 1.0925 + 4.3141 = 5.4066$$

- Distribución del momento de volteo:

Sentido	Muro	R_x	M_{vi}
X	1	0.00338	214.70
X	2	0.0267	1696.00
X	3	0.0165	1048.09
X	4	0.0173	1098.91
X	12	0.00968	614.88
X	13	0.051	3239.56
X	14	0.0322	2045.36
X	15	0.0222	1410.16
X	16	0.00464	294.74
		$\Sigma = 0.1836$	

Sentido	Muro	R_y	M_{vi}
Y	5	0.0455	3962.95
Y	6	0.0357	3109.39

Y	7	0.00321	279.58
Y	8	0.00491	427.65
Y	9	0.0357	3109.39
Y	10	0.00333	290.04
Y	11	0.00555	483.39
		$\Sigma = 0.1339$	

$$M_v = 11662.40 \text{ kg-m}$$

$$M_w = (R_i / \Sigma R) * M_v ; \text{ para cada sentido}$$

- Diseño a flexión:

El procedimiento para diseño a flexión es:

Calcular:

F_m , esfuerzo permisible de la mampostería a flexión, igual a $0.33 F'_m$

f_m , esfuerzo producido por las cargas, igual a M/S_m

Donde:

$$F'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$S_m = (1/6) * t_m * l_m^2$$

$$F_m = 0.33 * F'_m = 6.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_m = M / S_m$$

Muro	Momento	Largo (l_m)	Ancho (t_m)	f_m	F_m
1	21470.00	212.5	15	0.19	6.6
2	169600.3	500.00	15	0.27	6.6
3	104809.2	400.00	15	0.26	6.6
4	109890.8	407.5	15	0.26	6.6
5	396295.1	515.0	15	0.6	6.6
6	310939.3	515.0	15	0.47	6.6
7	27958.4	200.00	15	0.28	6.6
8	42765.00	200.00	15	0.43	6.6
9	310939.3	515.00	15	0.47	6.6
10	29003.6	180.00	15	0.36	6.6
11	48339.3	180.00	15	0.6	6.6
12	61488.00	212.5	15	0.54	6.6
13	323955.6	392.5	15	0.84	6.6
14	204536.6	305.00	15	0.88	6.6
15	141015.9	305.00	15	0.61	6.6
16	29473.6	212.5	15	0.26	6.6

Como todos los f_m son menores que F_m se diseña con refuerzo mínimo.

- Diseño a corte:

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal.

Si $f_v < F_v \Rightarrow$ se utiliza refuerzo mínimo.

Si $f_v > F_v \Rightarrow$ se calcula el refuerzo.

Diseño del refuerzo:

Se asume que el corte resiste todo el refuerzo por lo tanto:

$$V = V_s = (A_v * f_s * d) / s$$

Donde:

A_v = área de acero en la solera

s = separación de las soleras

d = peralte efectivo

$f_s = 0.5 * f_y$

\Rightarrow área de acero horizontal: $A_v = (V_s * s) / (f_s * d)$

A continuación se muestra el procedimiento de refuerzo para el muro # 1

Datos:

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (igual en todos los muros)

$d = 1.50 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$t_m = 15 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$l_m = 212.50 \text{ cm}$

$V_s = 58.89 \text{ kg}$

Chequeo:

Fórmulas:

$$f_v = V_d / (100 * l_m * t_m)$$

$$F_v = k * \sqrt{f'_m}$$

Dónde:

$V_d =$ corte de diseño = $1.5 * V_s$

$f'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$ (en este caso)

$k =$ constante del material

Valores de k:

$k = 0.3$ (para bloques)

$k = 0.4$ (para ladrillos)

$k = 0.1$ (para adobes)

Entonces:

$$F_v = 0.3 * \sqrt{20} = 1.34 \text{ kg/cm}^2 \text{ (en este caso constante)}$$

$$f_v = (1.5 * 58.89) / (100 * 212.5 * 15) = 0.000277 \text{ kg/cm}^2$$

$f_v < F_v \Rightarrow$ refuerzo mínimo

A continuación se muestra en la siguiente tabla los resultados para el resto de muros:

Muro	Corte (V_s)	Largo (l_m)	Espesor (t_m)	F_v	f_v
1	58.89	212.5	15	1.34	0.00028
2	465.21	500.00	15	1.34	0.00093
3	287.49	400.00	15	1.34	0.00072
4	301.43	407.5	15	1.34	0.00074
5	1267.42	515.00	15	1.34	0.00246
6	850.43	515.00	15	1.34	0.00165
7	63.52	200.00	15	1.34	0.00032
8	97.16	20.00	15	1.34	0.00049
9	526.43	515.00	15	1.34	0.00102
10	41.72	180.00	15	1.34	0.00023
11	69.53	180.00	15	1.34	0.00039
12	145.27	212.5	15	1.34	0.00068
13	765.38	392.5	15	1.34	0.00195
14	483.24	305.00	15	1.34	0.00158
15	333.17	305.00	15	1.34	0.00109
16	75.40	212.5	15	1.34	0.00036

Como se puede observar todos los valores de f_v son menores que F_v , por lo tanto se diseñan los muros con refuerzo mínimo.

- Refuerzos mínimos vertical y horizontal por muro:

Según FHA:

$$A_{sminv} = 0.0008 * t_m * l_m$$

$$A_{sminh} = 0.0015 * t_m * h_m$$

Según ACI 531:

$$A_{sminv} = 0.0007 * t_m * l_m$$

$$A_{sminh} = 0.0013 * t_m * h_m$$

Se utilizará el criterio de ACI 531, con $t_m = 15$ cm (constante en todos los muros) En la siguiente tabla se muestran los resultados de los refuerzos mínimos horizontal y vertical:

Muro	Altura (h_m) cm	Largo (l_m) cm	Refuerzo vertical (cm^2)	Refuerzo horizontal (cm^2)
1	450.0	212.5	2.23	8.78
2	450.0	500.0	5.25	8.78

3	450.0	400.0	4.20	8.78
4	450.0	407.5	4.28	8.78
5	350.0	515.0	5.41	6.83
6	400.0	515.0	5.41	7.80
7	431.50	200.0	2.10	8.41
8	368.50	200.0	2.10	7.19
9	400.0	515.0	5.41	7.80
10	383.50	180.0	1.89	7.48
11	316.50	180.0	1.89	6.17
12	300.0	212.5	2.23	5.85
13	250.0	392.5	4.12	4.88
14	250.0	305.0	3.20	4.88
15	300.0	305.0	3.20	5.85
16	400.0	212.5	2.23	7.80

La distribución del refuerzo horizontal y vertical para los muros se muestran en los planos de cimentación y de muros típicos, los cuales se encuentran en el anexo.

4.6) Diseño de cimentación:

Para el proyecto Centro de capacitación se realiza el chequeo para el cimiento corrido:

Datos:

$$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$VS = 15 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_s = 1.6 \text{ ton/m}^3$$

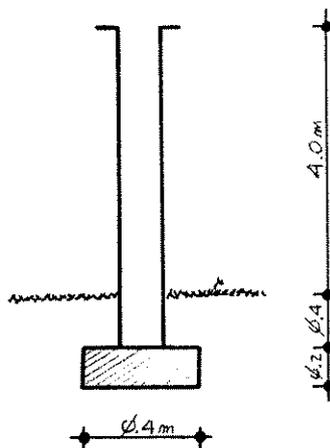
$$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.49$$

Cimiento:

$$\text{Altura} = t = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0.40 \text{ m}$$



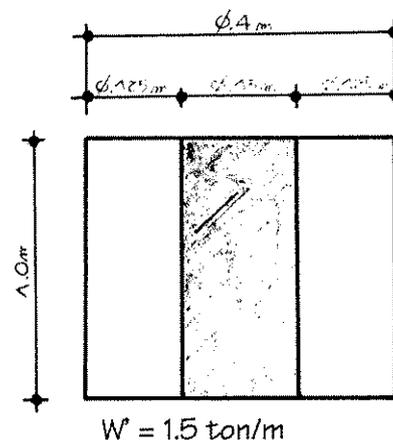
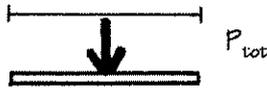
Se tomará como base para el chequeo 1.00 m de cimiento como una longitud unitaria.

Para fines del chequeo se tomará una carga de trabajo de $1.5 \text{ ton/m} = W'$.

$$\text{Área de zapata} = A_z = 0.40 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m} = 0.40 \text{ m}^2$$

- Chequeo de la presión sobre el suelo:

Integración de cargas



$$P_{\text{tot}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W', \text{ calculado para una longitud unitaria de: } A_u = 1.00 \text{ m}$$

Donde:

$$P_{\text{muro}} = \text{Peso de muro} = h \cdot t \cdot A_u \cdot \gamma_c = 4.4 \cdot 0.15 \cdot 1.00 \cdot 2.4 = 1.44 \text{ ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{Peso de suelo} = \text{desplante} \cdot A_z \cdot \gamma_s = 0.4 \cdot 0.4 \cdot 1.6 = 0.2560 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = \text{Peso de cimiento} = A_z \cdot t \cdot \gamma_c = 0.4 \cdot 0.20 \cdot 2.4 = 0.1920 \text{ ton}$$

$$W' = \text{Carga de trabajo} = W' \cdot A_u = 1.5 \cdot 1.00 = 1.5 \text{ ton}$$

$$P_{\text{tot}} = 3.388 \text{ ton}$$

La presión sobre el suelo será:

$$q_{\text{max}} = 3.388 / 0.4 = 8.47 \text{ ton/m}^2$$

$$\Rightarrow q_{\text{max}} < VS = 15 \text{ ton/m}^2$$

Siendo la distribución de presión uniforme no existen presiones de tensión en el suelo.

Debido a que la presión es constante se hace que: $q_{\text{dis}} = q_{\text{max}}$, obteniendo un $q_{\text{dis,max}}$.

$$q_{\text{dis,max}} = q_{\text{dis}} \cdot F_{\text{cu}} = q_{\text{max}} \cdot F_{\text{cu}} = 8.47 \cdot 1.49 = 12.62 \text{ ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple:

Datos:

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

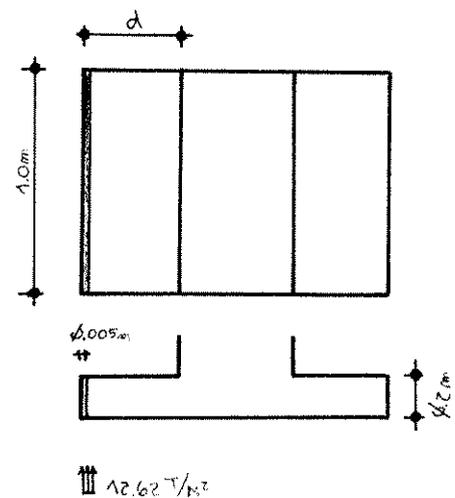
varillas de diámetro 3/8"

$$\text{recubrimiento} = R_{\text{ec}} = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = t - R_{\text{ec}} - \phi/2 = 20 - 7.5 - 0.95/2 = 12.02 \text{ cm} \cong 12 \text{ cm}$$

Calculando V_{act} = corte actuante

$$V_{\text{act}} = \text{Área ashurada} \cdot q_{\text{dis,max}}$$



$$V_{act} = 0.005 \text{ m}^2 * 12.62 \text{ ton/m}^2 = 0.0631 \text{ ton}$$

Calculando V_{res} = corte resistente

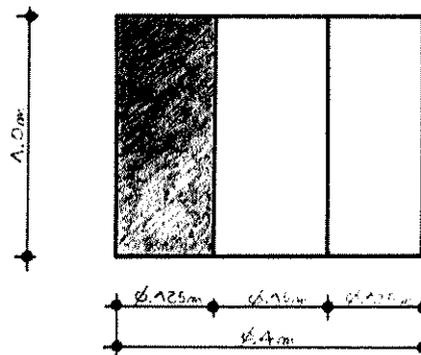
$$V_{res} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{res} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 100 * 12 = 9.06 \text{ ton} > 0.055 \text{ ton}$$

No hay zona de punzonamiento por tanto no se chequea.

- Chequeo por flexión:

La sección crítica por flexión para cimientos corridos en muros de concreto, se da como se muestra en la siguiente figura:



El momento actuante será:

$$M_{act} = (W * L^2 * A_u) / 2 = (12.62 * 0.125^2 * 1) / 2 = 0.0986 \text{ ton-m} = 9860 \text{ kg-cm}$$

Teniendo:

$$M_{act} = 9860 \text{ kg-cm}$$

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

$$d = 12 \text{ cm}$$

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$A_{s \text{ req}} = 0.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * b * d = 0.002 * 100 * 12 = 2.40 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \text{colocar } A_{s \text{ min}} \text{ con } \# 2 @ 0.15 \text{ m}$$

Como no existe flexión en el sentido "y" se coloca área de acero por temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 * b * t = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \text{colocar } \# 3 \text{ corridos}$$

4.7) Diseño de obras complementarias:

Se observó que debido a que en el centro de capacitación como en las oficinas donde se establecería la sede de Plan Internacional en el municipio de San Pedro Pinula, se

albergará a grupos grandes de personas para recibir capacitación en cuanto a organización de sus comunidades, plantear sus problemas, etc.; se requeriría de instalaciones de iluminación, así como de abastecimiento de agua potable y drenaje para cubrir las necesidades de visibilidad y saneamiento en el lugar, por lo cual se dotó al proyecto de energía eléctrica y agua potable.

Para el caso de iluminación se tomó en cuenta el tipo de trabajo que se realizaría en el lugar, el tamaño de los ambientes y el factor de demanda de energía a utilizar; por lo que se diseñó el sistema de fuerza con alambre calibre 12, el cual era suficiente para conducir la cantidad de energía a utilizar. Se dotó también del número de lámparas necesarias para iluminar los diferentes ambientes, agregando a esto la iluminación natural que es bastante grande, lo que permite un alto grado de visibilidad.

El sistema de agua potable fue realizado con tubería de $\frac{1}{2}$ " de diámetro para lograr una buena presión en la tubería y cubrir la demanda en los servicios sanitarios que es el área donde se destinará el consumo de agua. El abastecimiento de agua se verá favorecido ya que la institución además de contar con un pozo propio en el terreno tiene la acometida municipal cercana al lugar del proyecto.

Para el caso de los drenajes se utilizó tubería de concreto de 4" y 6" para la evacuación de las aguas residuales y se instalaron también cajas sifón para evitar malos olores y tener un buen sistema de drenaje en los sanitarios; al igual que el caso de agua potable el colector municipal pasa a la orilla del terreno.

En los anexos se encuentran las distintas plantas de las instalaciones descritas anteriormente.

4.8) Elaboración de planos y cuantificación de materiales:

La elaboración de planos se indica en los anexos, los cuales fueron realizados a una escala adecuada y en una forma fácil de entender para la gente que trabajará con ellos. En la elaboración del juego de planos se indican los detalles de construcción y las plantas respectivas. Los planos fueron realizados en formato A-1 para una mejor legibilidad de los mismos.

La cuantificación de materiales se muestra en la siguiente tabla:

Material	Cantidad
Costanera [de 2" * 4" * 6m largo,	15 Unidades
Tomacorrientes	10 Unidades
Block de 15 * 20 * 40 cm	2000 Unidades
Block "U" de 15 * 20 * 40 cm	225 Unidades
Cemento	145 Quintales
Arena	10 m ³
Piedrín	11 m ³
Alambre de amarre	1 Quintal
Lámina de 7', calibre 26	22 Unidades
Lámina de 12', calibre 26	22 Unidades
Focos y plafoneras	7 Unidades

Clavo para lámina	25 Libras
Switch sencillo	5 Unidades
Alambre # 12 positivo	30 Metros
Alambre # 12 negativo	30 Metros
Alambre # 12 neutro	30 Metros
Poliducto ϕ ½"	55 Metros
Codo ½ * 90° horizontal	1 Unidad
Codo ½ * 90° vertical	1 Unidad
Tee ½ horizontal	3 Unidades
Tee ½ vertical	3 Unidades
PVC ϕ ½"	15 Metros
PVC ϕ 2"	3 Metros
Tubo de concreto ϕ 4"	5 Unidades
Tubo de concreto ϕ 6"	10 Unidades
Ladrillo tayuyo de 14 * 6.5 * 23 cm	300 Unidades

4.9) Financiamiento:

El costo total del proyecto correrá a cargo de la institución Plan Internacional donde se construirá el Centro de Capacitación. El costo cubrirá los gastos de compra de materiales y transporte de ellos.

4.10) Participación de la comunidad:

La organización Plan Internacional no cubre costos de mano de obra ya que ésta es aportada por los aldeanos, reduciendo en forma significativa el costo del proyecto. La comunidad participa en común acuerdo con la organización ya que ésta será favorecida por la realización del proyecto.

La comunidad donde se llevará a cabo dicho proyecto nombrará por medio de sus representantes comunitarios a la gente que trabajará en el proyecto (maestro de obras, albañiles y ayudantes).

5) INFORMACIÓN GENERAL DE EDIFICIOS ESCOLARES Y DE SERVICIOS COMUNITARIOS (Salón Comunal)

5.1) Reconocimiento del terreno:

El diseño que se propuso para el salón comunal será un diseño típico para la región, ya que éste se construirá en diferentes aldeas, las cuales reciben apoyo de Plan Internacional. Se procedió a realizar visitas de campo a las aldeas y se pudo observar que los lugares para la construcción del salón comunal eran bastante buenos y seguros. Los lugares cuentan además con espacios de buena iluminación y ventilación; y están en puntos estratégicos para el fácil acceso por parte de los aldeanos.

5.2) Condiciones del terreno (requisitos mínimos para edificaciones):

En la actualidad el costo de los estudios de suelo es bastante elevado en Guatemala lo cual hace casi imposible realizarlos, por lo cual existen otros tipos de pruebas sencillas para determinar en forma rápida la consistencia de un suelo. Por el tipo de obra que se construirá no se requiere de un gran estudio de suelos por lo que se procedió a realizar una inspección visual y manual del suelo para ver de que tipo de material se encuentra formado el mismo y se realizó además una pequeña prueba para determinar la resistencia del suelo. La prueba consiste en colocar un peso conocido en un área establecida y observar cuánto puede deformarse el suelo por la acción del peso. En este caso se observó que las deformaciones fueron casi nulas por lo cual se determinó que el suelo era lo bastante bueno para llevar a cabo la construcción.

Los requisitos para edificaciones son los mismos que fueron descritos en el capítulo anterior.

5.3) Selección de los materiales a utilizar:

Para la selección de los materiales a utilizar se tomó en cuenta factores como el clima, recursos disponibles en la región, calidad de mano de obra y calidad de los materiales. Se seleccionó para la cubierta lámina de zinc, ya que éstas son lo bastante resistentes a los factores climatológicos. Se utilizó también costanera de metal para soportar las cargas en vez de utilizar madera ya que ésta requiere de un mayor cuidado y también se evita la deforestación en el país.

El material utilizado para la estructura del salón será mampostería reforzada con hierro grado 40. Se decidió de común acuerdo con los facilitadores de desarrollo la utilización de block, ya que éstos proponían utilizar adobe, lo cual a la larga pudiera ser peligroso para los habitantes.

5.4) Diseño de cubierta:

Para el diseño de cubierta se propuso una caída a dos aguas que es la más común en el medio por su facilidad de trabajo y colocación. Se utilizó también una pendiente media, dada su funcionalidad en cuanto a problemas de seguridad y trabajo.

5.4.1) Diseño de costaneras:

El procedimiento para diseñar la cubierta fue: Se moduló la separación de costaneras tomando en cuenta la seguridad de las personas que pudieran hacer reparaciones en la cubierta en un futuro. Se propuso una separación de 1.20 m.

Para seleccionar el tipo y medida de costanera a utilizar se procedió de la siguiente manera:

Integración de cargas:

1) Cargas gravitacionales

$$W_{\text{lamm}} = 2 \text{ lb/pie}^2 +$$

$$W_{\text{viva}} = \frac{20 \text{ lb/pie}^2}{22 \text{ lb/pie}^2}$$

2) Cargas por viento:

Se tomó en base a tablas que contienen rangos de velocidad del viento para la República de Guatemala la velocidad estimada para la región de trabajo. La velocidad promedio es $V_e = 6.5$ millas/h.

$$S'' = \text{Separación entre costaneras} = 1.20 \text{ m} = 3.94 \text{ pie}$$

$$q = 0.002558 * V_e^2 = 0.002558 * 6.5^2 = 3 \text{ lb/pie}^2$$

$$W_1 = 22 \text{ lb/pie}^2 * 3.94 \text{ pie} = 86.68 \text{ lb/pie}$$

$$W_x = W_1 * \text{sen } \alpha = 86.68 * \text{sen } (15.64^\circ) = 23.37 \text{ lb/pie}$$

$$W_y = W_1 * \text{cos } \alpha = 86.68 * \text{cos } (15.64^\circ) = 83.47 \text{ lb/pie}$$

$$q_1 = 3 \text{ lb/pie}^2 * 3.94 \text{ pie} = 11.82 \text{ lb/pie}$$

$$q_x = q_1 * \text{cos } \alpha = 11.82 * \text{cos } (15.64^\circ) = 11.38 \text{ lb/pie}$$

$$q_y = q_1 * \text{sen } \alpha = 11.82 * \text{sen } (15.64^\circ) = 3.20 \text{ lb/pie}$$

$$W_{xt} = W_x + q_x = 23.37 + 11.38 = 34.75 \text{ lb/pie}$$

$$W_{yt} = W_y + q_y = 83.47 + 3.20 = 86.67 \text{ lb/pie}$$

En el caso de costaneras se considera el empotramiento perfecto, lo cual da el siguiente momento:

$$M = (W * L_c^2) / 8$$

$$L_c = 20 \text{ pie} = \text{longitud típica de costanera}$$

$$M_x = (34.75 * 20^2) / 8 = 2287.5 \text{ lb-pie}$$

$$M_y = (86.67 * 20^2) / 8 = 4883.5 \text{ lb-pie}$$

Módulos de sección:

$$F_s = M/M_s$$

Despejando M_s

$$M_s = M/F_s$$

$$M_{sx} = (2287.5 * 12) / (0.6 * 33000) = 2.96$$

$$M_{sy} = (4883.5 * 12) / (0.6 * 33000) = 1.40$$

Con los módulos de sección obtenidos se chequeó la tabla de la AISC para costaneras, la cual se encuentra en el capítulo anterior.

Para este caso se seleccionó costanera perfil “[” de 2 plg. de ancho por 4 plg. de alto, la cual es suficiente para soportar las cargas propuestas.

5.4.2) Diseño de tendales:

El procedimiento para obtener la medida de los tendales es igual al procedimiento descrito para el diseño de costaneras y se obtuvo que una costanera cuache perfil “[]” de 4 plg de ancho por 6 plg. de alto es suficiente para soportar las cargas propuestas.

5.5) Diseño de estructuras en mampostería:

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, despreciando la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

Es necesario calcular:

- a) la rigidez de cada muro en la dirección del sismo.
- b) el centro de corte de muros.
- c) el centro de masa.
- d) la carga lateral y su distribución
- e) la distribución del momento de volteo.

a) Cálculo de rigideces:

En el cálculo de rigideces hay que tomar en cuenta el tipo de techo, pues existen diferentes fórmulas para hacerlo.

Para calcular las rigideces en un techo de loza se consideran las paredes doblemente empotradas, y para techo de lámina se consideran en voladizo. Además las rigideces se calculan en forma diferente cuando el muro tiene puertas y/o ventanas.

La forma de calcular la rigidez en este caso es la siguiente:

- 1) Se calculan las rigideces totales del muro por medio de la fórmula indicada según el caso; sea techo de loza o lámina.

2) Se encuentra una rigidez equivalente, como si se tratara de resistencias eléctricas, la cual se mostró en el capítulo anterior.

Fórmulas:

$$R_{\text{paralelo}}: \quad R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$R_{\text{serie}}: \quad R_{\text{eq}} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n)$$

Donde R_1, R_2, \dots, R_n tienen un valor igual a la rigidez total calculada.

b) El centro de corte de muros: Teniendo el valor de la rigidez de cada uno de los muros se procede a calcular el centro de corte de muros, tomando como referencia un eje de coordenadas cartesianas previamente establecido. Las fórmulas para calcularlo son las siguientes:

$$X_{cc} = (\sum X_i * R) / R * E$$

$$Y_{cc} = (\sum Y_i * R) / R * E$$

Nota: Las sumatorias se efectúan tomando en cuenta los muros correspondientes a cada sentido.

c) Cálculo del centro de masa: Éste se calcula para todos los muros y sirve para calcular la excentricidad de las fuerzas que actúan en la estructura.

d) Carga lateral y su distribución: Las cargas laterales son las que corren en el sentido paralelo a la superficie terrestre y pueden ser de dos tipos:

- Por sismo
- Por viento

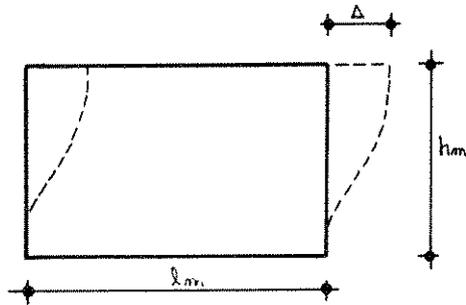
Las cargas por sismo son las que se integran para edificios de concreto y/o mampostería.

La integración y su distribución puede hacerse por el método de Stanford para Guatemala, por el de SEAOC o cualquier otro método conocido.

e) El momento de volteo total y para cada muro: Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total (M_v), luego se distribuye este momento en cada muro.

Diseño:

Cálculo de rigideces en muros: Debido a que la cubierta es de lámina galvanizada, los muros se consideran en voladizo.



Δ = Deflexión

h_m = altura de muro

t_m = espesor de muro

l_m = longitud de muro

R = rigidez de muro

E = módulo de mampostería

Fórmulas:

$$\Delta = (P * (4 * a^3 + 3 * a)) / E * t_m$$

$$R = t_m / (4 * a^3 + 3 * a)$$

$$a = h_m / l_m$$

Dónde: P = carga lateral

R = rigidez

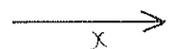
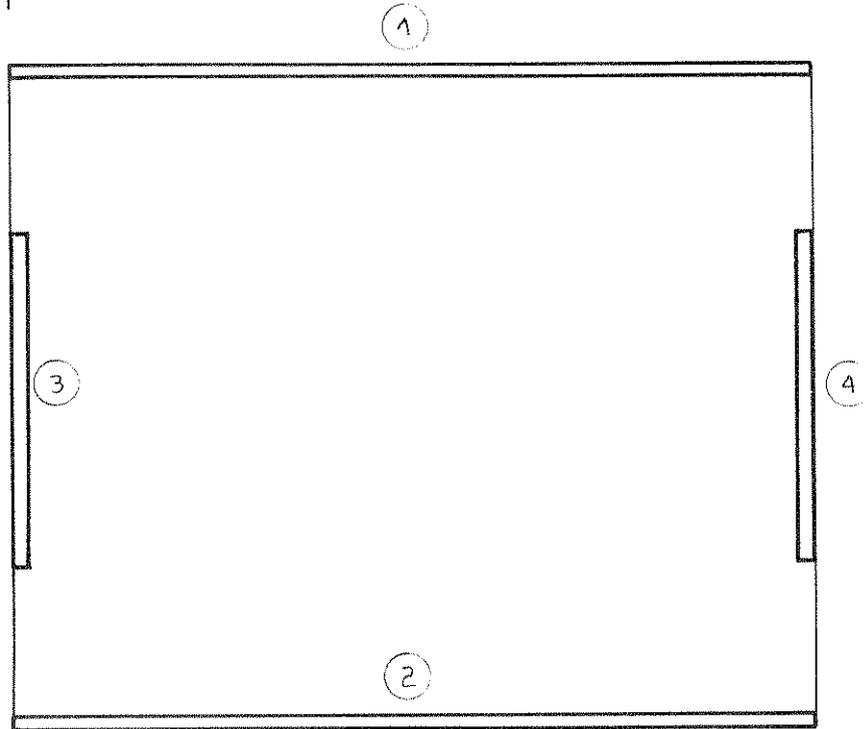
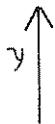
a = relación altura/longitud

t_m = espesor del muro

h_m = altura del muro

l_m = longitud del muro

E = módulo de mampostería



Muro	l_m	h_m	a	t_m	$R * E$
1	12.15	2.80	0.230	0.15	0.203
2	12.15	2.80	0.230	0.15	0.203
3	4.95	2.80	0.566	0.15	0.062
4	4.95	2.80	0.566	0.15	0.062

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños, pues no afecta el análisis.

- Cálculo de centro de corte de muros

Sentido X:

Muro	$R * E$	Y_i	$Y_i * R$
1	0.203	10	2.03
2	0.203	0	0
	$\Sigma = 0.406$		$\Sigma = 2.03$

$$Y_{cc} = (\Sigma Y_i * R) / \Sigma R * E = 2.03 / 0.406 = 5.00m$$

Sentido Y:

Muro	$R * E$	X_i	$X_i * R$
3	0.062	0	0
4	0.062	12.15	0.7533
	$\Sigma = 0.124$		$\Sigma = 0.7533$

$$X_{cc} = (\Sigma X_i * R) / \Sigma R * E = 0.7533 / 0.124 = 6.075m$$

- Cálculo del centro de masa

Centro de masa de muros:

Muro	l_m	X_i	Y_i	$X_i * l_m$	$Y_i * l_m$
1	12.15	6.075	10.00	73.811	121.50
2	12.15	6.075	0	73.811	0
3	4.95	0	5.00	0	24.75
4	4.95	12.15	5.00	60.143	247.75
	$\Sigma = 34.20$			$\Sigma = 207.765$	$\Sigma = 171.00$

$$Y_{cc} = (\Sigma Y_i * l_m) / \Sigma l_m = 171.00 / 34.20 = 5.00m$$

$$X_{cc} = (\Sigma X_i * l_m) / \Sigma l_m = 207.765 / 34.20 = 6.075m$$

- Centro de masa de techo:
Se asume el centro geométrico igual al centro de masa:

$$X_{\text{cmt}} = 6.075\text{m} \quad Y_{\text{cmt}} = 5.00\text{m}$$

- Centro de masa techo-muros o de la estructura:

$$\text{SOB} = 25 \text{ kg/m}$$

Peso del techo:

Para calcular el peso del techo se utiliza el número de reglas y láminas que se colocará.

$$\begin{aligned} \text{Costaneras: } PT_{c1} &= 2.69 \text{ kg/m} * 12.15 \text{ m} * 10 = 326.835 \text{ kg} \\ PT_{c2} &= 3.36 \text{ kg/m} * 5.20 \text{ m} * 12 = 209.664 \text{ kg} \\ PT_c &= \text{Peso total de costaneras} = 536.50 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Láminas: } PL_b &= 2 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} * 8 \text{ pie} * 36 = 1889.76 \text{ lb} \\ PL_{10} &= 2 \text{ lb/pie}^2 * 3.28 \text{ pie} * 10 \text{ pie} * 36 = 2362.20 \text{ lb} \\ PT_l &= \text{Peso total de láminas} = 4256.96 \text{ lb} = 1928.65 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Sobrecarga} = 25 \text{ kg/m}^2 * 12.15 \text{ m} * 10 \text{ m} = 3037.50 \text{ kg}$$

$$\text{WTT} = \text{Peso total del techo} = PT_c + PT_l + \text{SOB} = 5502.65 \text{ kg}$$

Peso de muros: Utilizando las mismas longitudes l_m , tomadas en el cálculo de rigideces con un módulo de mampostería para block = 120 kg/m^2 se procede a calcular el peso de los muros con la siguiente fórmula.

$$P_m = 120 \text{ kg/m}^2 * h_m * l_m$$

Los pesos de muros y su total se muestran en la siguiente tabla:

Muro	MPB (kg/m^2)	h_m (m)	l_m (m)	P_m (kg)
1 y 2	120	3.40	24.30	9914.40
3 y 4	120	6.00	20.00	5464.80
				$\Sigma = 17076.00$

$$\text{WTT} + \text{WTM} = \text{Peso total} = 5502.65 \text{ kg} + 17076.00 \text{ kg} = 22568.65 \text{ kg}$$

$$X_{\text{cm}} = [6.075 * 5502.65 + 6.075 * 17076.00] / 22568.65 = 6.075 \text{ m}$$

$$Y_{\text{cm}} = [5.00 * 5502.65 + 5.00 * 17076.00] / 22568.65 = 5.00 \text{ m}$$

Esto se hace para tener un solo centro de masa y compararlo con el centro de corte.

- Carga lateral:

Por SEAOC para estructuras de un nivel $V_b = 0.1 * WT$

$$WT = \text{Peso total} = WTT + WTM + 0.25 * CV$$

$$CV = \text{carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2 * 12.15 \text{ m} * 10 \text{ m} = 12150.00 \text{ kg} * 0.25 = 3037.50 \text{ kg}$$

$$WT = 22568.65 + 3037.50 = 25606.15 \text{ kg}$$

$$V_b = 0.1 * 25606.15 = 2560.615 \text{ kg}$$

$$t_x = (0.05 * 13.45) / \sqrt{39.86} = 0.11 < 0.25 \Rightarrow F_t = 0$$

$$t_y = (0.05 * 16.80) / \sqrt{32.81} = 0.15 < 0.25 \Rightarrow F_t = 0$$

Dónde: t_x y t_y son los períodos naturales de vibración de la estructura.

$$F_t = 0.07 * t * V_b$$

$$\Rightarrow P_x = P_y = V_b = 2560.615 \text{ kg}$$

$$M_v = \text{Momento de volteo} = 2560.615 * 4.20 = 10754.583 \text{ kg-m}$$

Excentricidades de la carga lateral:

Con sismo en X:

$$e_y = Y_{cm} - Y_{cc} = 5.00 \text{ m} - 5.00 \text{ m} = 0 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 10 = 0.50 \text{ m}$$

$$T_{px} = 2560.615 * 0.05 = 1281 \text{ kg-m, cualquier sentido.}$$

Con sismo en Y:

$$e_x = X_{cm} - X_{cc} = 6.075 \text{ m} - 6.075 \text{ m} = 0 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 12.15 = 0.6075 \text{ m}$$

$$T_{py} = 2560.615 * 0.6075 = 1556 \text{ kg-m, cualquier sentido.}$$

- Distribución de carga lateral:

$$P_x = p_y = 2560.615 \text{ kg}$$

Sentido	Muro	R_x	Y_{cc}	$R_x * Y_{cc}^2$	$(R_x / \sum R_x) * P_x$	$(Y * R_x / J_p) * T_{px}$	F_i
X	1	0.203	5.00	5.075	1281	88.27	1370
x	2	0.203	-5.00	5.075	1281	-88.27	1193
		$\Sigma =$		$\Sigma = 10.15$			
		0.406					

Sentido	Muro	R_y	X_{cc}	$R_y * X_{cc}^2$	$(R_y / \sum R_y) * (X * R_y / J_p) *$	F_i	
					P_y	T_{px}	
Y	3	0.062	-6.075	2.288	1281	-39.80	1241
Y	4	0.062	6.075	2.288	1281	39.80	1321
		$\Sigma = 0.124$		$\Sigma = 4.58$			

$$J_p = R_x * Y_{cc}^2 + R_y * X_{cc}^2 = 10.15 + 4.58 = 14.73$$

- Distribución del momento de volteo:

Sentido	Muro	R_x	M_{vi}
X	1	0.203	5380
X	2	0.203	5380
		$\Sigma = 0.406$	

Sentido	Muro	R_y	M_{vi}
Y	3	0.062	5380
Y	4	0.062	5380
		$\Sigma = 0.124$	

$$M_v = 10754.583 \text{ kg-m}$$

$$M_{vi} = (R_i / \sum R) * M_v; \text{ para cada sentido}$$

- Diseño a flexión:

El procedimiento para diseño a flexión es:

Calcular:

F_m , esfuerzo permisible de la mampostería a flexión, igual a $0.33 f'_m$

f_m , esfuerzo producido por las cargas, igual a M/S_m

Donde:

$$f'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$S_m = (1/6) * t_m * l_m^2$$

$$F_m = 0.33 * f'_m = 6.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_m = M / S_m$$

Muro	Momento	Largo (l_m)	Ancho (t_m)	f_m	F_m
1	538000	1215	15	0.15	6.6
2	538000	1215	15	0.15	6.6
3	538000	495	15	0.88	6.6
4	538000	495	15	0.88	6.6

Como todos los f_m son menores que F_m se diseña con refuerzo mínimo.

• Diseño a corte:

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal.

Si $f_v < F_v \Rightarrow$ se utiliza refuerzo mínimo.

Si $f_v > F_v \Rightarrow$ se calcula el refuerzo.

Diseño del refuerzo:

Se asume que el corte resiste todo el refuerzo por lo tanto:

$$V = V_s = (A_v * f_s * d) / s$$

Donde:

A_v = área de acero en la solera

s = separación de las soleras

d = peralte efectivo

$f_s = 0.5 * f_y$

\Rightarrow área de acero horizontal: $A_v = (V_s * s) / (f_s * d)$

A continuación se muestra el procedimiento de refuerzo para el muro # 1

Datos:

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (igual en todos los muros)

$d = 1.50 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$t_m = 15 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$l_m = 1215 \text{ cm}$

$V_s = 1370 \text{ kg}$

Chequeo:

Fórmulas:

$$f_v = V_d / (100 * l_m * t_m)$$

$$F_v = k * \sqrt{f'_m}$$

Dónde:

$V_d =$ corte de diseño = $1.5 * V_s$

$f'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$ (en este caso)

$k =$ constante del material

Valores de k:

$k = 0.3$ (para bloques)

$k = 0.4$ (para ladrillos)

$k = 0.1$ (para adobes)

Entonces:

$$F_v = 0.3 * \sqrt{20} = 1.34 \text{ kg/cm}^2 \text{ (en este caso constante)}$$

$$f_v = (1.5 * 1370) / (100 * 1215 * 15) = 0.00113 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v < F_v \Rightarrow \text{refuerzo mínimo}$$

A continuación se muestra en la siguiente tabla los resultados para el resto de muros:

Muro	Corte (V_s)	Largo (l_m)	Espesor (t_m)	F_v	f_v
1	1370	1215	15	1.34	0.00113
2	1193	1215	15	1.34	0.00098
3	1241	495	15	1.34	0.00251
4	1321	495	15	1.34	0.00267

Como se puede observar todos los valores de f_v son menores que F_v , por lo tanto se diseñan los muros con refuerzo mínimo.

- Refuerzos mínimos vertical y horizontal por muro:

Según FHA:

$$A_{eminv} = 0.0008 * t_m * l_m$$

$$A_{emih} = 0.0015 * t_m * h_m$$

Según ACI 531:

$$A_{eminv} = 0.0007 * t_m * l_m$$

$$A_{emih} = 0.0013 * t_m * h_m$$

Se utilizará el criterio de ACI 531, con $t_m = 15$ cm (constante en todos los muros)

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los refuerzos mínimos horizontal y vertical:

Muro	Altura (h_m) cm	Largo (l_m) cm	Refuerzo vertical (cm^2)	Refuerzo horizontal (cm^2)
1	280.00	1215	5.46	12.76
2	280.00	1215	5.46	12.76
3	280.00	495	5.46	5.20
4	280.00	495	5.46	5.20

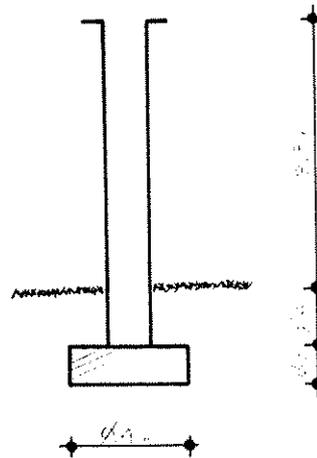
La distribución del refuerzo horizontal y vertical para los muros se muestran en los planos de cimentación y de muros típicos, los cuales se encuentran en el anexo.

5.6) Diseño de cimentación:

Para el proyecto Salón Comunal se realiza el chequeo para el cimiento corrido:

Datos:

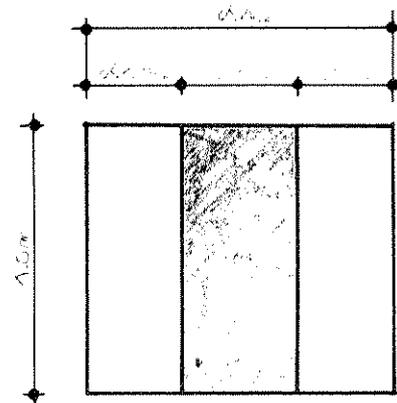
$$\begin{aligned}
 f_c &= 281 \text{ kg/cm}^2 \\
 f_y &= 2810 \text{ kg/cm}^2 \\
 VS &= 15 \text{ ton/m}^2 \\
 \gamma_s &= 1.6 \text{ ton/m}^3 \\
 \gamma_c &= 2.4 \text{ ton/m}^3 \\
 F_{cu} &= 1.49
 \end{aligned}$$



Cimiento:

$$\begin{aligned}
 \text{Altura} = t &= 0.20 \text{ m} \\
 \text{Ancho} &= 0.40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Se tomará como base para el chequeo 1.00 m de cimiento como una longitud unitaria. Para fines del chequeo se tomará una carga de trabajo de $1.5 \text{ ton/m} = W'$.



$$\text{Área de zapata} = A_z = 0.40 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 0.40 \text{ m}^2$$

- Chequeo de la presión sobre el suelo:
Integración de cargas



$$W' = 1.5 \text{ ton/m}$$

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W', \text{ calculado para una longitud unitaria de: } A_u = 1.00 \text{ m}$$

Donde:

$$P_{\text{muro}} = \text{Peso de muro} = h \times t \times A_u \times \gamma_c = 3.2 \times 0.15 \times 1.00 \times 2.4 = 1.008 \text{ ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{Peso de suelo} = \text{desplante} \times A_z \times \gamma_s = 0.4 \times 0.4 \times 1.6 = 0.2560 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = \text{Peso de cimiento} = A_z \times t \times \gamma_c = 0.4 \times 0.20 \times 2.4 = 0.1920 \text{ ton}$$

$$W' = \text{Carga de trabajo} = W' \times A_u = 1.5 \times 1.00 = 1.5 \text{ ton}$$

$$P_{\text{tot}} = 2.956 \text{ ton}$$

La presión sobre el suelo será:

$$q_{\max} = 2.956 / 0.4 = 7.39 \text{ ton/m}^2$$

$$\Rightarrow q_{\max} < VS = 15 \text{ ton/m}^2$$

Siendo la distribución de presión uniforme no existen presiones de tensión en el suelo. Debido a que la presión es constante se hace que: $q_{\text{dis}} = q_{\max}$, obteniendo un $q_{\text{dis,max}}$

$$q_{\text{dis,max}} = q_{\text{dis}} * F_{\text{cu}} = q_{\max} * F_{\text{cu}} = 7.39 * 1.49 = 11.01 \text{ ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple:

Datos:

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

varillas de diámetro 3/8"

$$\text{recubrimiento} = R_{\text{oc}} = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = t - R_{\text{oc}} - \phi/2 = 20 - 7.5 - 0.95/2 = 12.02 \text{ cm} \cong 12 \text{ cm}$$

Calculando $V_{\text{act}} = \text{corte actuante}$

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

$$V_{\text{act}} = 0.005 \text{ m}^2 * 11.01 \text{ ton/m}^2 = 0.055 \text{ ton}$$

Calculando $V_{\text{res}} = \text{corte resistente}$

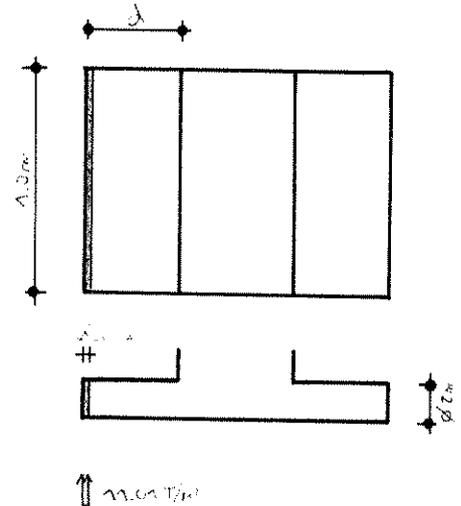
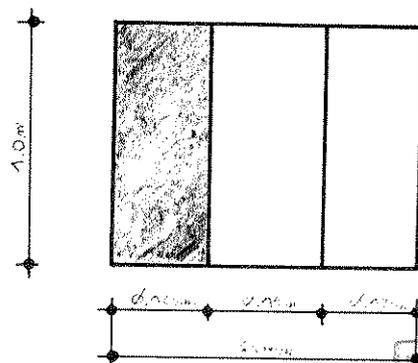
$$V_{\text{res}} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_{\text{res}} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 100 * 12 = 9.06 \text{ ton} > 0.055 \text{ ton}$$

No hay zona de punzonamiento por tanto no se chequea.

- Chequeo por flexión:

La sección crítica por flexión para cimientos corridos en muros de concreto, se da como se muestra en la siguiente figura:



El momento actuante será:

$$M_{act} = (W * L^2 * A_v) / 2 = (11.01 * 0.125^2 * 1) / 2 = 0.0860 \text{ ton-m} = 8600 \text{ kg-cm}$$

Teniendo:

$$M_{act} = 8600 \text{ kg-cm}$$

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

$$d = 12 \text{ cm}$$

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

$$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$A_{s req} = 0.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s min} = 0.002 * b * d = 0.002 * 100 * 12 = 2.40 \text{ cm}^2$$

⇒ colocar $A_{s min}$ con # 2 @ 0.15 m

Como no existe flexión en el sentido "y" se coloca área de acero por temperatura

$$A_{s temp} = 0.002 * b * t = 2.0 \text{ cm}^2$$

⇒ colocar # 3 corridos

5.7) Elaboración de planos y cuantificación de materiales:

La elaboración de planos se indica en los anexos, los cuales fueron realizados a una escala adecuada y en una forma fácil de entender para la gente que trabajará con ellos. En la elaboración del juego de planos se indican los detalles de construcción y las plantas respectivas. Los planos fueron realizados en formato A-1 para una mejor legibilidad de los mismos.

La cuantificación de materiales se muestra en la siguiente tabla:

Material	Cantidad
Costanera [de 2" * 4" * 4 m largo,	30 Unidades
Costanera [] de 2" * 6" * 5.20 m largo,	6 Unidades
Block de 15 * 20 * 40 cm	1150 Unidades
Block "U" de 15 * 20 * 40 cm	200 Unidades
Cemento	100 Quintales
Arena	7 m ³
Piedrín	8 m ³
Alambre de amarre	1 Quintal
Lámina de 8', calibre 26	36 Unidades
Lámina de 10', calibre 26	36 Unidades
Capote de 4 m	3 Unidades
Clavo para lámina	25 Libras
Perno ϕ 1/2" * 12"	12 Unidades
Perno ϕ 1/2" * 1"	18 Unidades
Platinas de 3/16" * 8"	6 Unidades

5.8) *Financiamiento:*

El costo total del proyecto correrá a cargo de la institución Plan Internacional para las aldeas donde se construirá Salón Comunal. El costo cubrirá los gastos de compra de materiales y transporte de ellos.

5.9) *Participación de la comunidad:*

La organización Plan Internacional no cubre costos de mano de obra ya que ésta es aportada por los aldeanos, reduciendo en forma significativa el costo del proyecto. La comunidad participa en común acuerdo con la organización ya que ésta será favorecida por la realización del proyecto.

Cada comunidad donde se llevará a cabo dicho proyecto nombrará por medio de sus representantes comunitarios a la gente que trabajará en el proyecto (maestro de obras, albañiles y ayudantes).

CONCLUSIONES

- El sistema de muros de retención construidos con gaviones da seguridad a las obras, ya que es capaz de resistir los empujes del terreno debido al peso propio de la estructura, y posee gran flexibilidad, la cual le permite deformarse en caso de socavamiento.
- Los muros con gaviones son altamente económicos ya que sólo a la mano de obra y a la malla puede atribuírsele un costo, debido a que el material de relleno de los gaviones abunda en la región.
- Las mejoras realizadas al camino rural de la Aldea El Guaje le permitirán mantenerse en mejores condiciones, aún en temporada de invierno, ya que se logró un mejor manejo de las corrientes de agua, lo cual minimiza el daño que causaban al mismo y beneficia de este modo a los pobladores de la región.
- El uso del método simplificado de diseño estructural en mampostería es adecuado para construcciones de tipo rural, debido a que las dimensiones de éstas no son grandes y la cubierta y los materiales de construcción por lo general son livianos.
- La capacitación dada a los facilitadores de desarrollo, de la Institución Plan Internacional, en cuantificación de materiales será de gran ayuda para el cálculo de los mismos y de esta forma se evitarán pérdidas innecesarias en los proyectos.
- El apoyo que la organización Plan Internacional brinda a las diferentes comunidades de la región de Jalapa ha sido de gran ayuda para que muchas de ellas logren cubrir de una mejor manera sus necesidades básicas y también para expandir sus productos a otros mercados.
- El EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO fue de gran ayuda como estudiante de INGENIERÍA CIVIL ya que mediante éste se puso en práctica los conocimientos adquiridos y se constató las necesidades diversas de la población en el área rural, para en un futuro conocer la mejor manera de ayudar a estas comunidades.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Institución Plan Internacional y a las comunidades de la región, el uso de muros con gaviones para obras de retención debido a su facilidad de construcción, economía y por la seguridad que brinda a las obras.
- Se recomienda a los comités organizadores de cada aldea donde se realizará algún proyecto, seleccionar a gente capacitada para la construcción de la obra y obtener así un mejor rendimiento del personal.
- Se recomienda a los facilitadores de desarrollo de la Institución Plan Internacional adquirir materiales de construcción de buena calidad para la elaboración de los proyectos y de esa forma garantizar la seguridad de las obras.
- Se recomienda a los facilitadores de desarrollo de la Institución Plan Internacional comunicar a los comités organizadores de cada región el uso adecuado de letrinas, para que éstos los transmitan a los aldeanos de su respectiva comunidad y mejorar así las condiciones de salubridad.
- Se recomienda a la Facultad de ingeniería de la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, por medio del departamento de EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO mantener relaciones con organizaciones no gubernamentales; dando apoyo técnico por parte de los epesistas para la elaboración de los diferentes proyectos en el interior de la República.
- Se recomienda a los estudiantes de la ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA optar por el EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO ya que de esta manera pondrán en práctica los conocimientos adquiridos y obtendrán experiencia en su vida personal y profesional.

BIBLIOGRAFÍA

Argueta Hernández, Oscar.

Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructuras de edificios

Tesis de graduación de INGENIERO CIVIL,

Facultad de Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 1981. 126 páginas.

Campos Durán, Alessandro E.

Mejoras en el sistema de abastecimiento de agua potable, construcción de una clínica comunal y evaluación de una vía de acceso de la aldea Sinaneca, Zacapa.

Tesis de graduación de INGENIERO CIVIL,

Facultad de Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 1995. 64 páginas.

Castañaza Ruano, Fernando E.

Muros de retención construidos con gaviones.

Tesis de graduación de INGENIERO CIVIL,

Facultad de Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 1988. 60 páginas.

González Galicia, Rolando.

Criterios para la construcción de cajas y cabezales para carreteras y caminos rurales.

Tesis de graduación de INGENIERO CIVIL,

Facultad de Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 1994. 51 páginas.

Santiago Gómez, Elioth V.

Guía para el curso de Estructuras Metálicas I.

Tesis de graduación de INGENIERO CIVIL,

Facultad de Ingeniería. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 1995. 59 páginas.

Copias del curso DISEÑO EN MAMPOSTERÍA.

Ingeniero Juan Miguel Rubio.

Segundo Semestre 1994.

Copias de curso DISEÑO ESTRUCTURAL.

Ingeniero Jack Douglas Ibarra.

Primer semestre 1994.

INSTITUTO GUATEMALTECO DE TURISMO

Revista Pavimento de Piedra.

Junio 1991. 20 páginas.

ANEXOS

- *Gaviones:*
 - Planta y perfil del camino*
 - Secciones transversales del camino*
 - Secciones típicas de muros*

- *Centro de capacitación:*
 - Planta acotada*
 - Planta de cimentación*
 - Fachadas*
 - Planta de instalación eléctrica y fuerza*
 - Planta de techos*
 - Planta de instalación de agua potable*
 - Planta de instalación de drenajes*
 - Detalles muros típicos.*

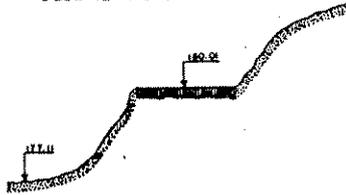
- *Salón comunal:*
 - Planta acotada*
 - Planta de cimentación*
 - Planta de techos*
 - Fachadas*
 - Detalles muros típicos*

SECCIONES TRANSVERSALES

EST. 2 BADÉN



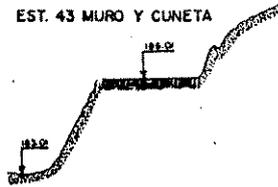
EST. 42 MURO



EST. 6 TUBERÍA



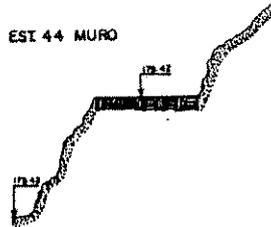
EST. 43 MURO Y CUNETA



EST. 8 TUBERÍA



EST. 44 MURO



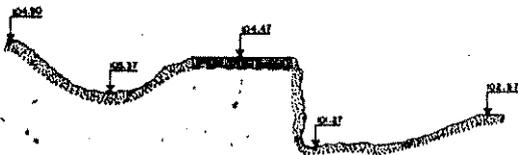
EST. 14 MURO



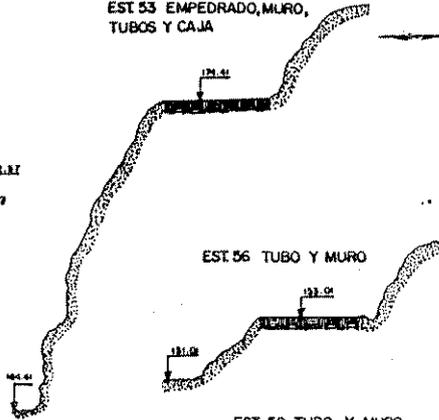
EST. 48 TUBO Y MURO



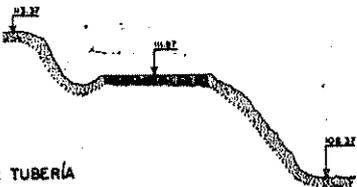
EST. 15 TUBERÍA



EST. 53 EMPEDRADO, MURO, TUBOS Y CAJA



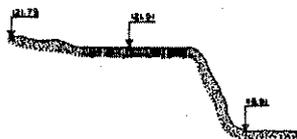
EST. 20 TUBERÍA Y MURO



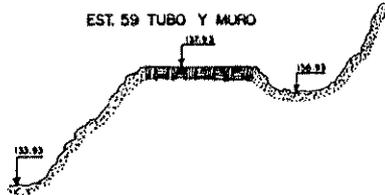
EST. 56 TUBO Y MURO



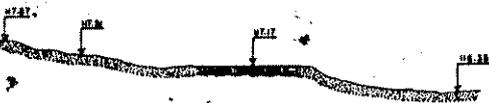
EST. 22 TUBERÍA



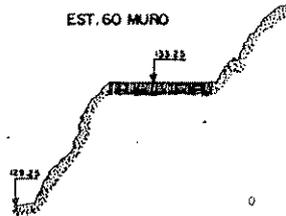
EST. 59 TUBO Y MURO



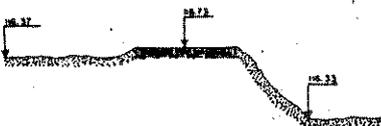
EST. 24 BADÉN



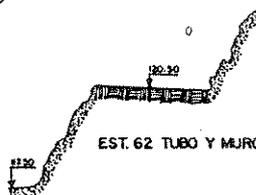
EST. 60 MURO



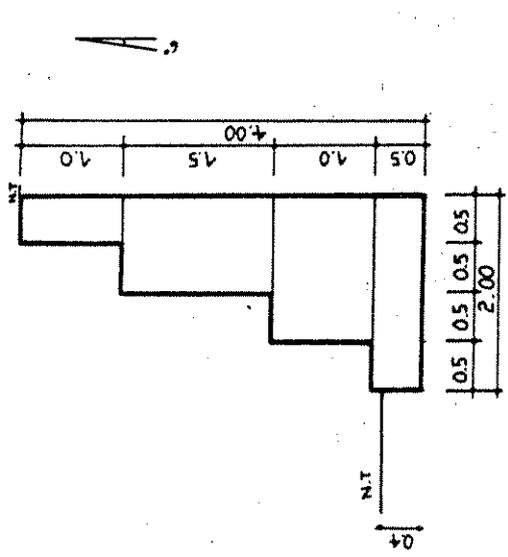
EST. 26 TUBERÍA



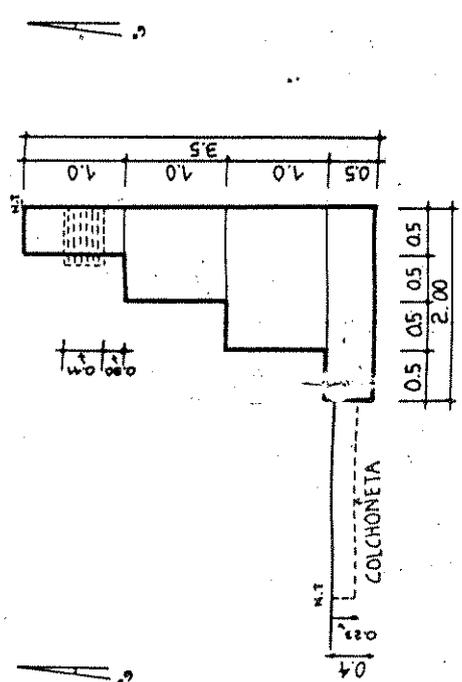
EST. 62 TUBO Y MURO



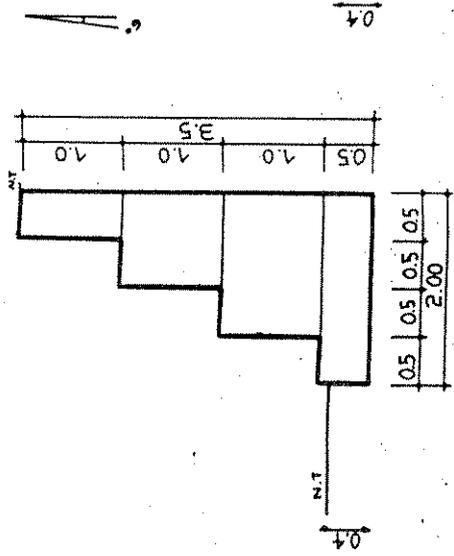
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
JULIO ESTUARDO MENDIA GONZALEZ JULIO CESAR SAMAYOA MOLINA	
PLAN INTERNACIONAL	
ESCALA: 1:125	SUPERVISOR PLAN INTERNACIONAL
FECHA: ENERO DE 1994	SUPERVISOR USAC



SECCION DEL MURO ESCALA 1:50



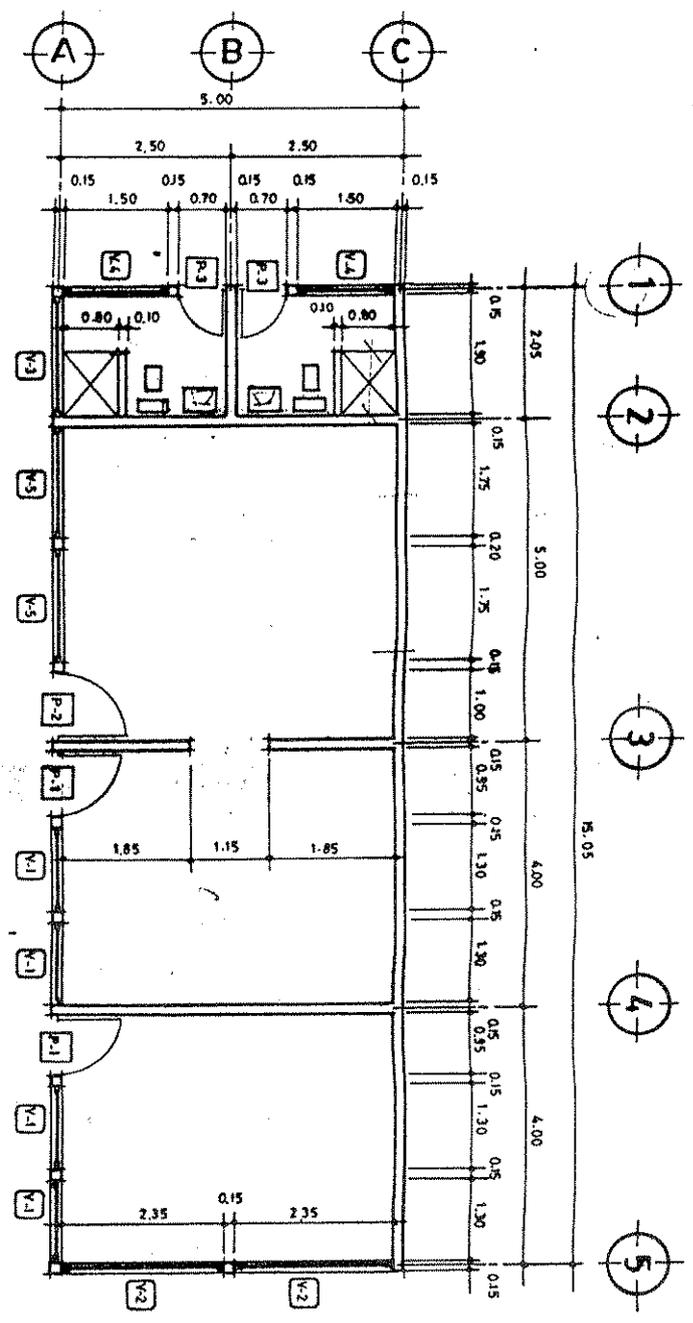
SECCION DEL MURO CON DRENAJE Y COLCHONETA ESCALA 1:50



SECCION DEL MURO ESCALA 1:50

MUROS CON GAVIONES

- NOTA:**
- LOS GAVIONES SE Rellenan con Piedra Bola Superior a 10 cms., Malla Tipo 8 X 10, Igual la Colchoneta
 - Para Mayor Estabilidad Inclinan el muro en la cara interior con $\alpha = 6^\circ$ (i.e. 1:10)
 - La Colchoneta se coloca al pie del muro con drenaje, justo donde es la caída de agua
 - Los muros van enterrados 40 cms. bajo el nivel del terreno
 - N.T. = Nivel del terreno
 - Las cajas son del mismo tamaño que con la opción de muros de concreto cíclopeo, al igual que los puentes tipo Bapen y la colocación de las uniones en la tubería
 - En la cuantificación se indica por estación, el muro a utilizar y la cantidad de materiales
 - La tubería a utilizar es de 16", los muros son muy permeables y flexibles



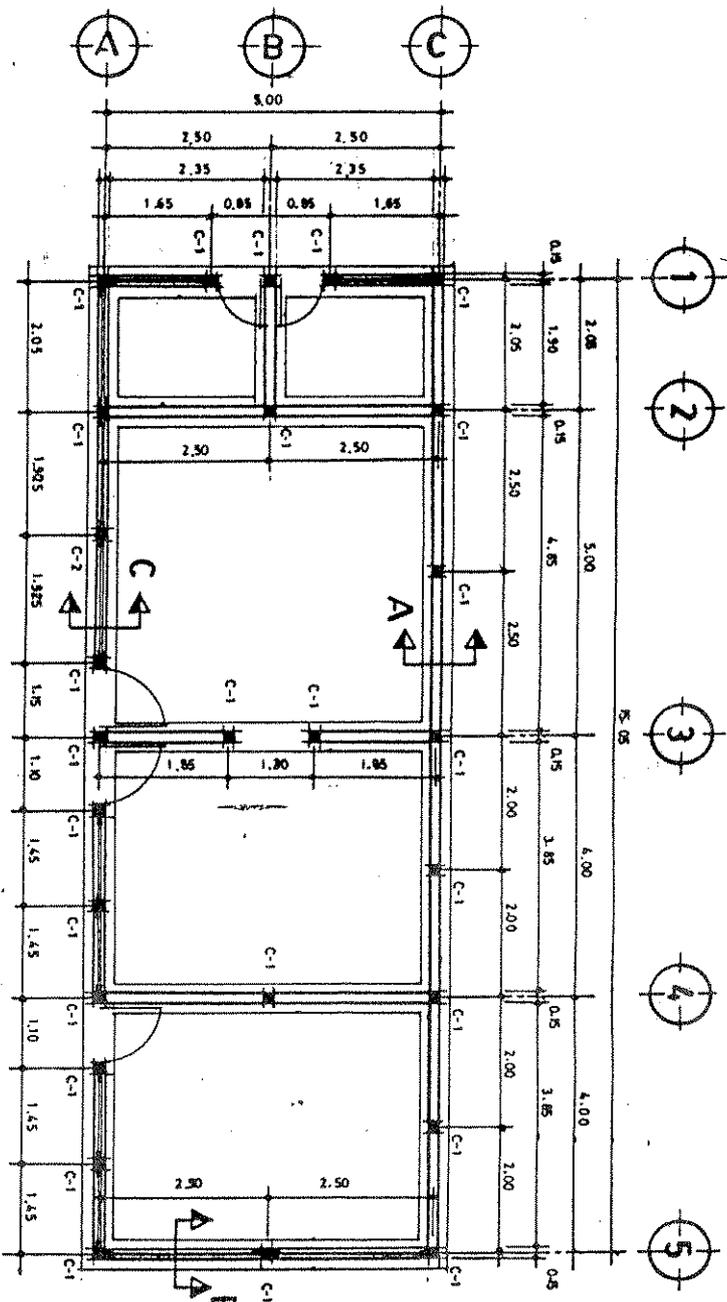
PLANTA ACOTADA

ESCALA: 1/75

PLANILLA DE VENTANAS			
VENTANA	ANCHO	ALTO	MATERIAL
V-1	1.30	1.00	MADERA
V-2	2.35	0.50	MADERA
V-3	1.50	0.50	MADERA
V-4	1.90	0.50	MADERA
V-5	1.75	1.00	MADERA

PLANILLA DE PUERTAS			
PUERTA	ANCHO	ALTO	MATERIAL
P-1	0.95	2.00	METAL
P-2	1.00	2.00	METAL
P-3	0.70	2.80	METAL

NOTA: LA USAC, LA FACULTAD DE INGENIERIA Y EL EPESISTA NO SE HACEN RESPONSABLES POR CAMBIOS SIN SU AUTORIZACION.

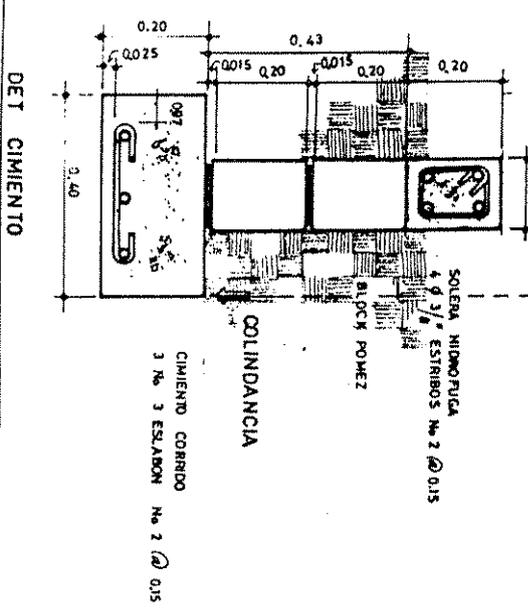
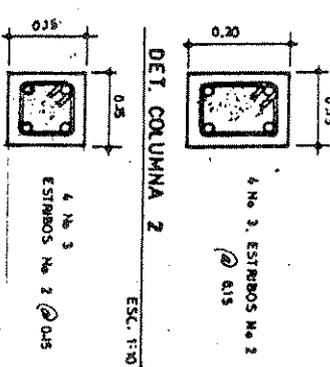


PLANTA DE CIMENTACION

ESC. 1:75

DET. COLUMNA 1

ESC. 1:10



ESC. 1:10

ESC. 1:10

ESC. 1:10

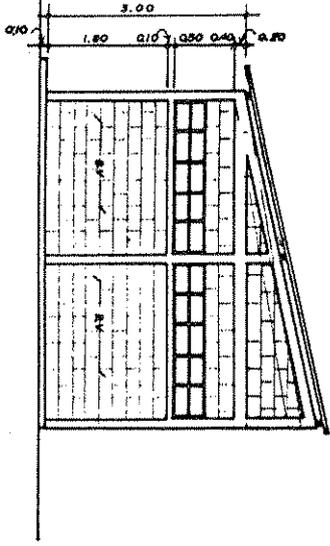
ESC. 1:10

ESC. 1:30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISENO: ALDO SAMAYOA	ESCALA: INDICADA	HOJA
	DEPTO.: JALAPA	FECHA: 14 3 96	
EJERCICIO: PROFESIONAL SUPERVISADO	MUNICIPIO: SAN PEDRO PINULA	PLAN INT.	SUPERVISOR
PROYECTO: OPCINAS Y BODEGA			

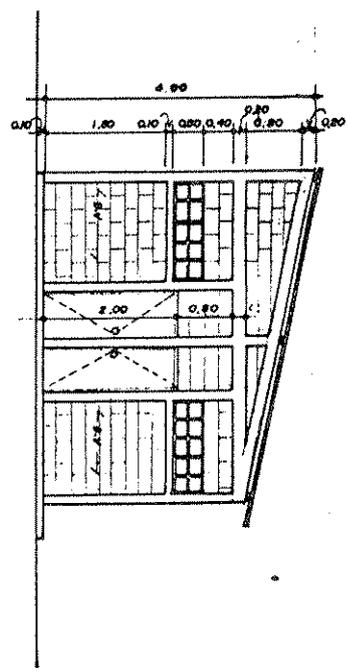
FACHADA LATERAL DERECHA

ESC. 1:75



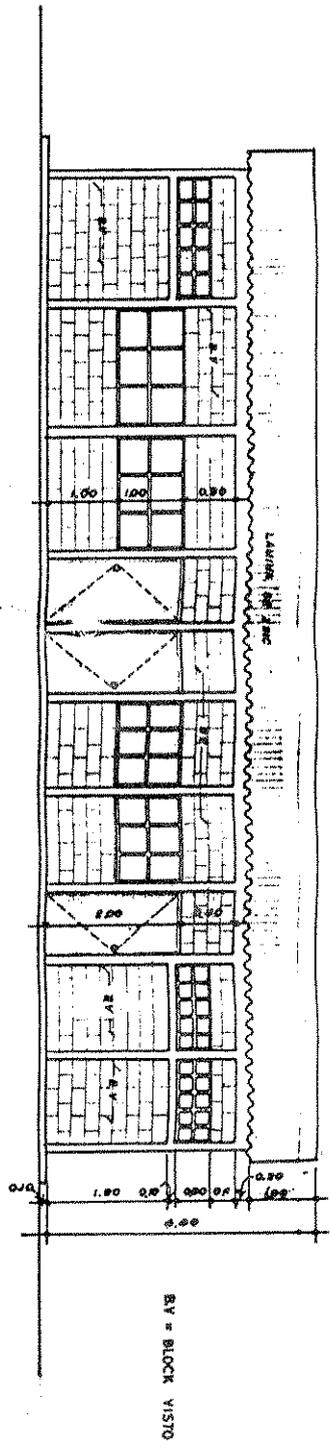
FACHADA LATERAL IZQUIERDA

ESC. 1:75



FACHADA FRONTAL

ESC. 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO OFICINAS Y BODEGA

DISEÑO: JULIO SAMAYOA
CALCULO: JULIO SAMAYOA

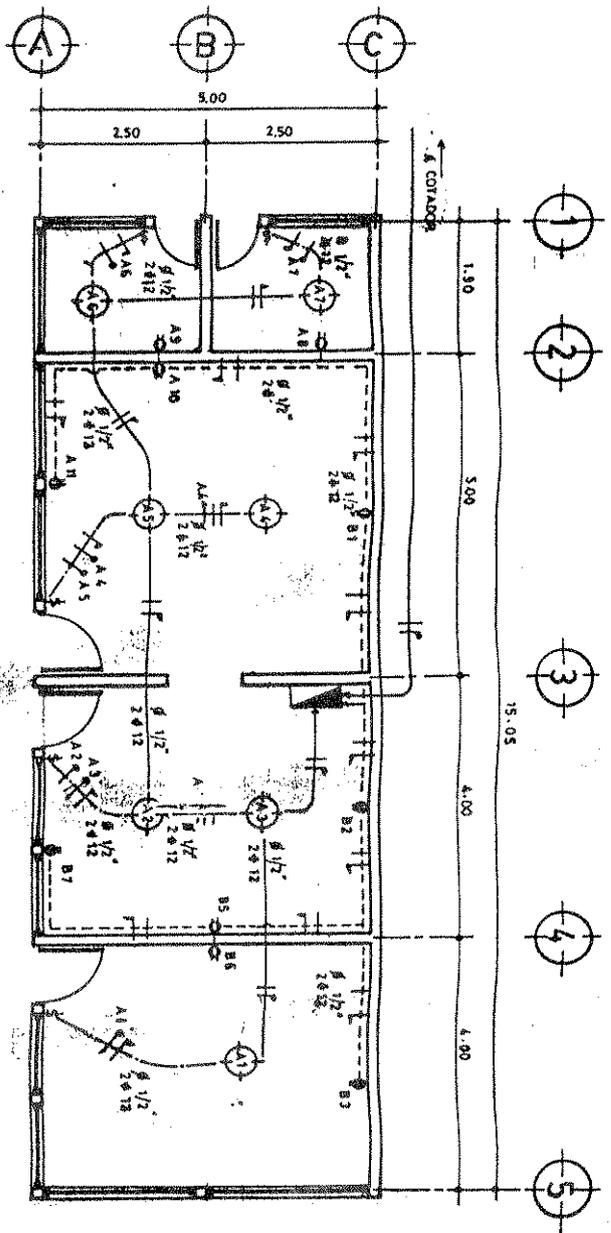
DEPTO.: JALAPA
MUNICIPIO: SAN PEDRO PINULA

ESCALA: INDICADA
FECHA: 4-3-96

PLAN INT

SUPERVISOR

HOJA

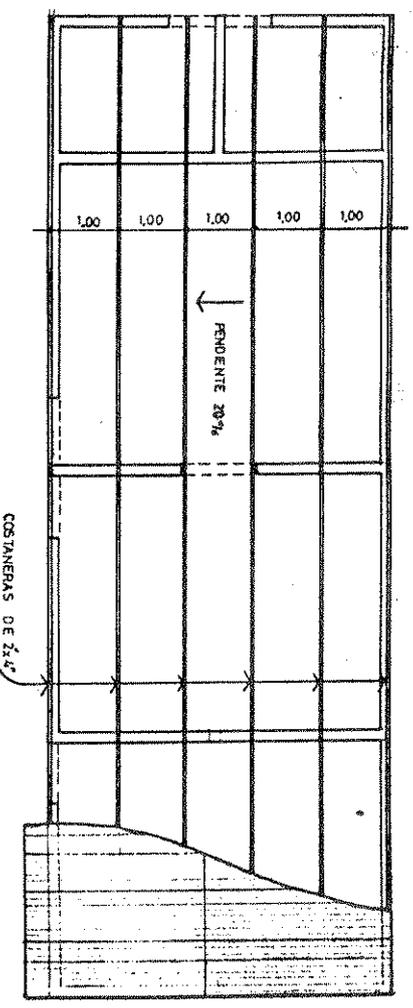


PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA Y FUERZA

ESC. 1:75.

- SIMBOLOGIA -

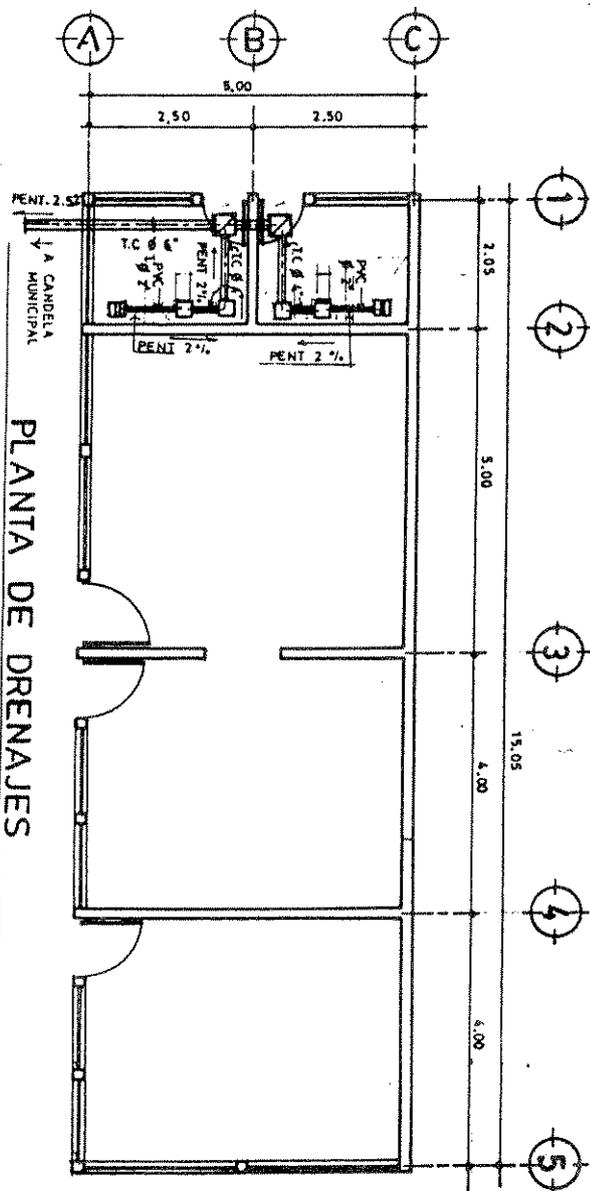
	FOCO EN CIELO
	TOMACORRIENTE DOBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	ALAMBRE FORADO (+) # 12
	RETORNO # 12
	CIRCUITO
	UNIDADES
	DIAMETRO DE DUCTO
	NUMERO DE ALAMBRE # 14
	ALAMBRE DESNDO (-) # 12
	DUCTO EN CIELO
	LINEA DE ENCEDIDIO
	DUCTO EN TIERRA
	CAJA DE FILIPONES MONOFASICA



PLANTA DE TECHOS

ESC. 1:75.

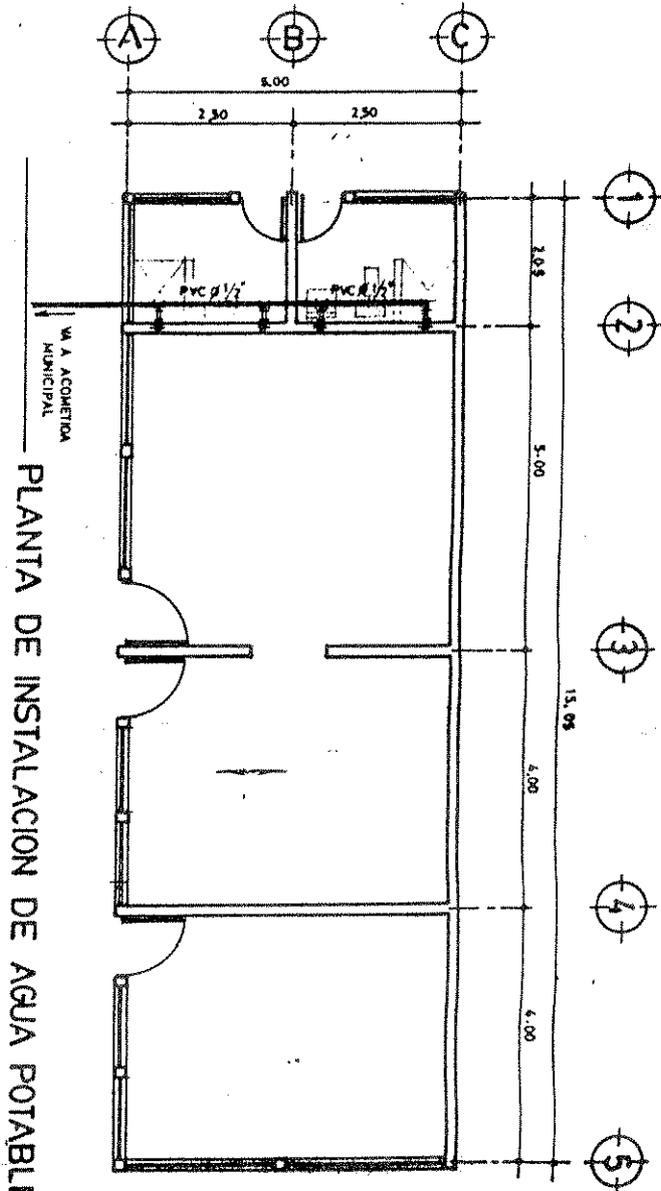
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISEÑO JULIO SAMAYOA	ESCALA INDICADA	HOJA
	CALCULO JULIO SAMAYOA	FECHA 4-8-96	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO OFICINAS Y BODEGA	DEPTO JALAPA	PLAN. INT.	SUPERVISOR
	MUNICIPIO SAN PEDRO FINILA		



PLANTA DE DRENAJES

ESC. 1:75

SIMBOLOGIA	
<input type="checkbox"/>	CAJA SIMPLE
<input type="checkbox"/>	CAJA SIFON
<input checked="" type="checkbox"/>	CAJA UNION
<input type="checkbox"/>	TUBO DE CONCRETO
<input type="checkbox"/>	TUBO PVC
<input type="checkbox"/>	TUBERIA DE PLASTICO
<input type="checkbox"/>	TUBO DE CONCRETO
<input type="checkbox"/>	PENDIENTE CON DIRECCION DE EVACUACION



PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE

ESC. 1:75

SIMBOLOGIA	
<input type="checkbox"/>	ACCESORO EN 90°
<input type="checkbox"/>	ACCESORO EN 45°
<input type="checkbox"/>	CODO A 90°

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO: PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: OFICINAS Y BODEGA

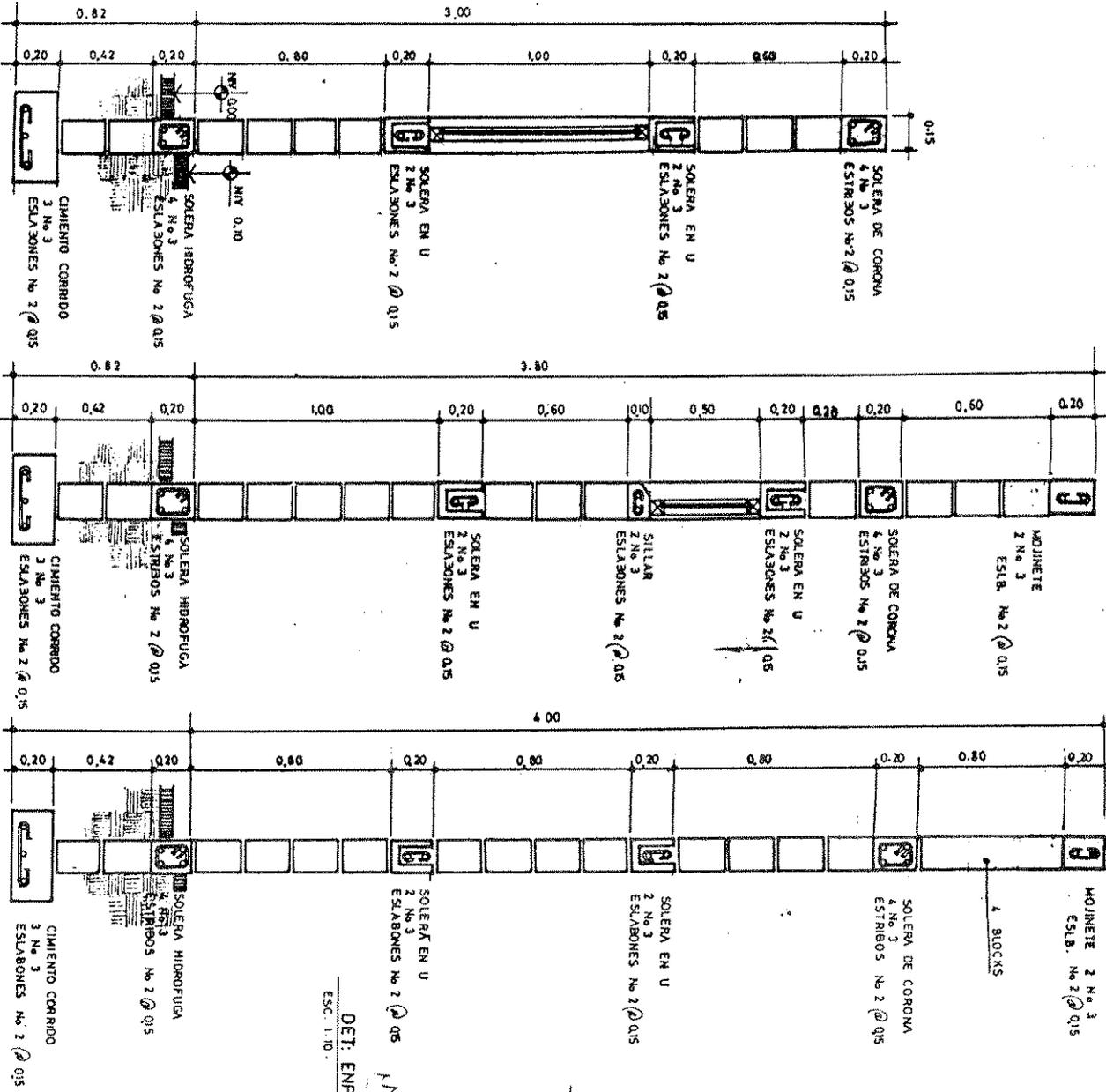
DISEÑO: JULIO SAMAYDA
CALCULO: JULIO SAMAYDA

DEPTO. JALAPA
MUNICIPIO: SAN PEDRO PINULA

ESCALA: INDICADA
FECHA: 4-3-88

PLAN INT
SUPERVISOR

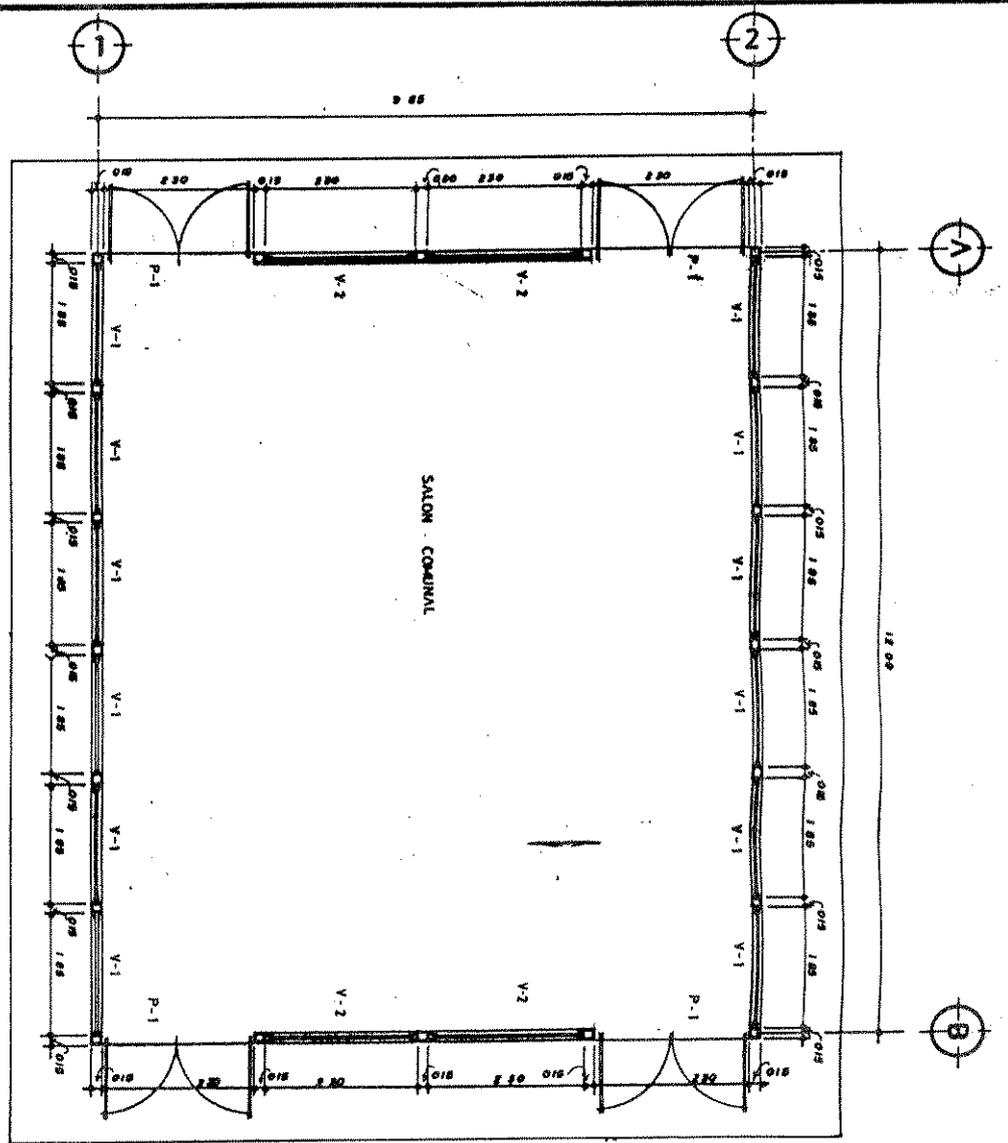
HOJA



DET. ENPOTRAMIENTO DE COSTANERA EN MOJINETE
ESC. 1:10

ESC. 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISEÑO: JULIO SAMAYOA	ESCALA: INDICADA	HOJA
	CALCULO: JULIO SAMAYOA	FECHA: 4 3 96	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO OFICINAS Y BODEGA	DEPTO. MALAPA	SUPERVISOR	PLAN INT
	MUNICIPIO SAN PEDRO PINULA		



PLANTA ACOTADA

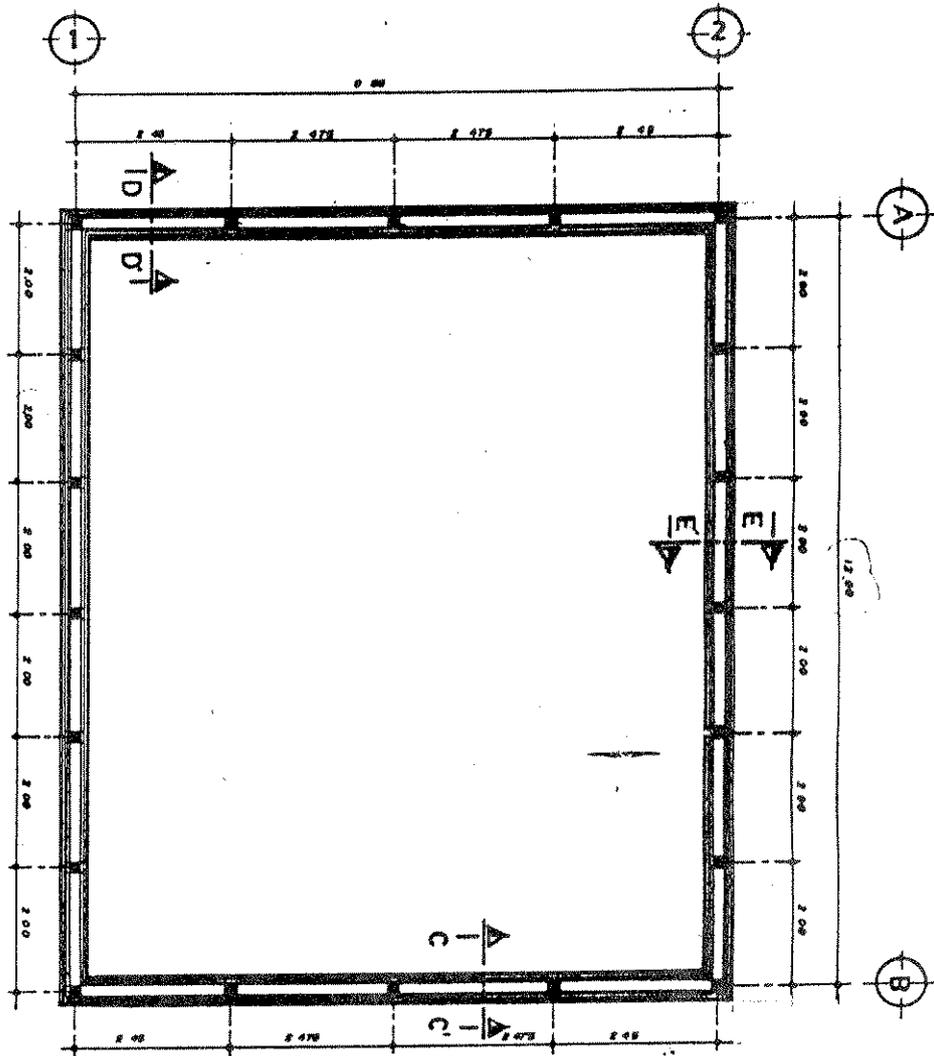
ESC. 1:75.

PLANILLA DE VENTANAS			
VENTANA	ALTO	ANCHO	MATERIAL
V-1	0.90	1.85	METAL
V-2	0.90	2.30	METAL

PLANILLA DE PUERTAS			
PUERTA	ALTO	ANCHO	MATERIAL
P-1		2.30	METAL

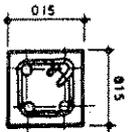
NOTA:
ANCHO DEL CORREDOR
VARIABLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISEÑO JULIO SAMAYOA CALCULO JULIO SAMAYOA	ESCALA INDICADA FECHA 4-3-96	HOJA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO SALON COMUNAL	DEPTO JALAPA MUNICIPIO SAN PEDRO PINULA	PLAN INT	
		ING. SUPERVISOR	

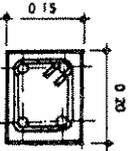


PLANTA DE CIMENTACION

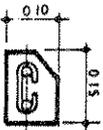
ESC. 1:75



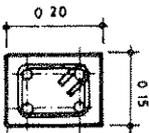
COLUMNA C-1



COLUMNA C-2

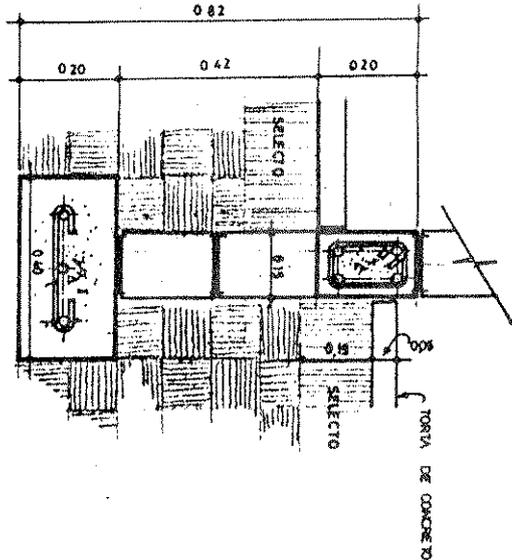


SILLAR



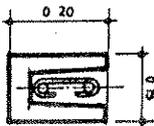
SOLETA (CORONA Y MOJINETE)

ESC. 1:10



CIMENTO CORRIDO

ESC. 1:10



SOLETA INTERMEDIA EN U

ESC. 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO SALON COMUNAL

DISEÑO ALIO SAMAYOA
CALCULO JULIO SAMAYOA

DEPTO JALAPA
MUNICIPIO SAN PEDRO, PINULA

ESCALA INDICADA
FECHA 4-3-96

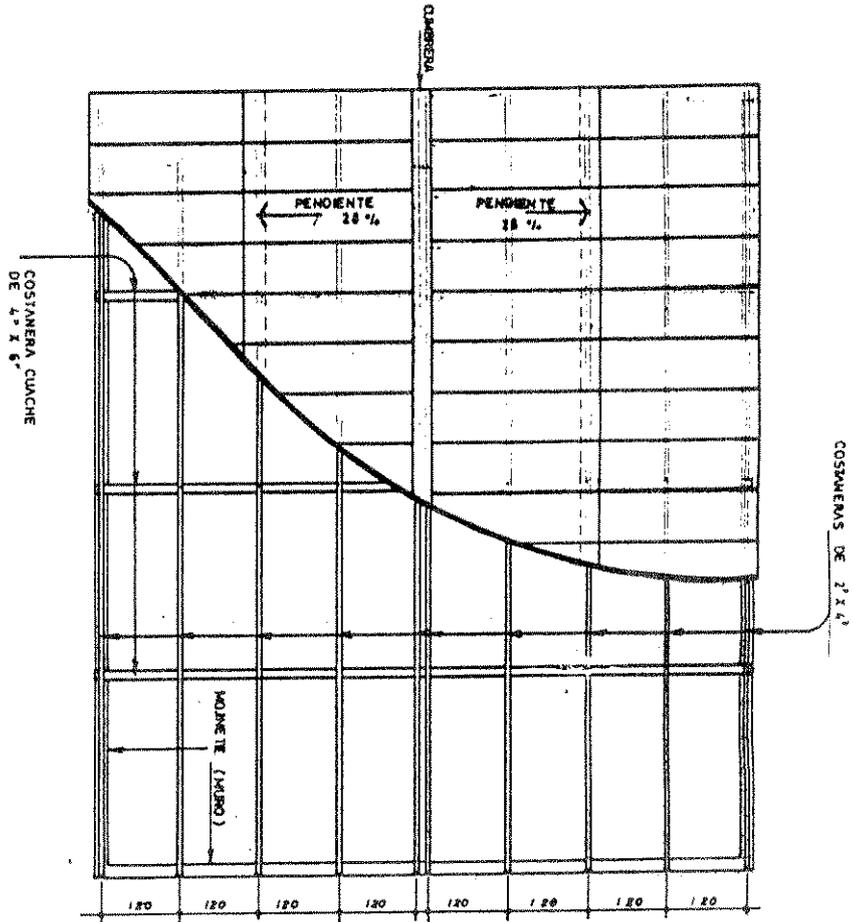
PLAN INT.

HOJA

UNIVERSIDAD DE LA UNIDAD TECNOLÓGICA Y EDUCATIVA DE GUATEMALA
Biblioteca Central

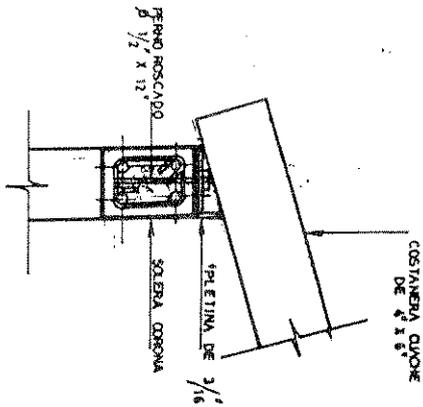
PLANTA DE TECHOS

ESC. 1:75



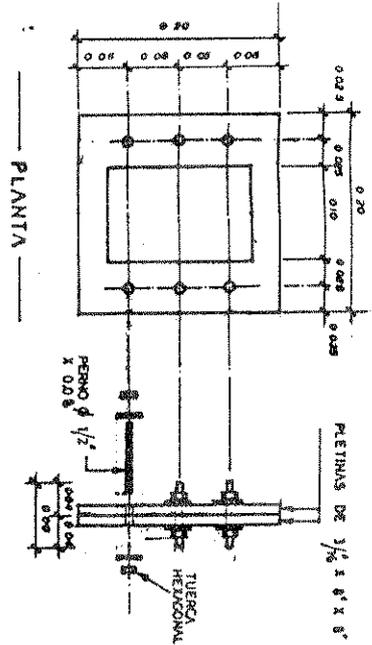
DET. DE UNION COSTANERA CUACHE CON SOLERA

ESC. 1:10



DET. DE PLETINAS (UNION CUMBRERA)

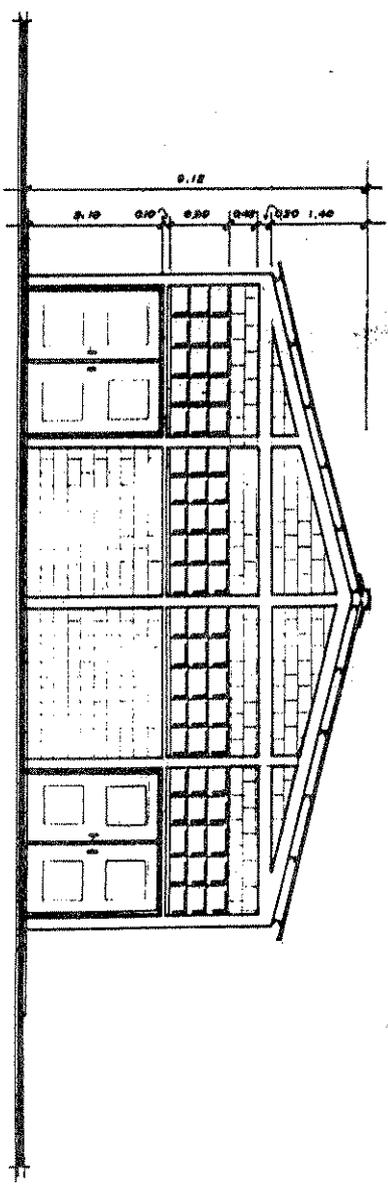
ESC. 1:3



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISENO	JULIO SAMAYOA	FECHA	4 3 96	HOJA
	CALCULO	JULIO SAMAYOA	ESCALA	INDICADA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO SALON COMunal	DEPTO	JALAPA	PLAN INT		ING. SUPERVISOR
	MUNICIPIO	SAN PEDRO PINULA			

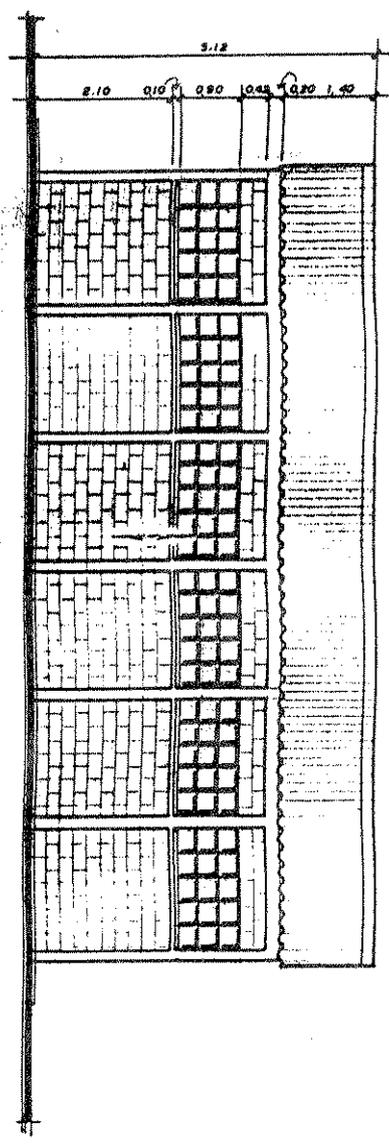
ELEVACION FRONTAL

ESC. 1:75



ELEVACION LATERAL

ESC. 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	DISEÑO JULIO SAMAYOA CALCULO JULIO SAMAYOA	ESCALA INDIADA FECHA 4 3 96	PLAN INT.	HOJA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO SALON COMUNAL	DEPTO JALAPA MUNICIPIO SAN PEDRO PINULA		ING SUPERVISOR	

