



# UNIVERSIDAD DE SONORA

UNIDAD REGIONAL CENTRO

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y MINAS



**Biblioteca Central Universitaria**

CURSO DE PRETITULACION

"DISEÑO INTEGRAL DE CASA-HABITACION"

TEMA DE DISERTACION PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**"DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS"**

P R E S E N T A N :

**JESUS RAFAEL SAN VICENTE AVILES**

**FRANCISCO DAMIAN SOL NIEBLAS**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



## INDICE

	Pág.
Introducción.....	1
<b>CAPITULO 1 MUROS ALIGERADOS</b>	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Definiciones importantes.....	2
1.3 Variedades de paneles comerciales.....	2
1.4 Materiales que componen el panel poliestireno expandido - reforzado con tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia.....	5
1.5 Características físicas de los materiales.....	5
1.6 Ventajas de los materiales.....	7
1.7 Proceso constructivo.....	8
<b>CAPITULO 2 DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS PARA CASA-HABITACION.</b>	
2.1 Proyecto arquitectónico de casa-habitación.....	12
2.2 Características físicas del proyecto arquitectónico.....	19
2.3 Análisis de cargas gravitacionales de proyecto.....	20
2.4 Bajada y distribución de cargas gravitacionales de proyecto.....	22
2.5 Diseño de muros de carga aligerados de proyecto.....	23
2.6 Revisión por cortante paralelo al eje del muro de diseño.....	27
2.6.1 Memoria de calculo para diseño de muro de carga aligerado.....	28
<b>CAPITULO 3 INTERPRETACION DEL DISEÑO DE MUROS CARGA ALIGERADOS</b>	
3.1 Interpretación de las características físicas del calculo de diseño de muro de carga aligerado.....	33
3.2 Comparación de costos de fabricación de un muro de carga aligerado contra muro de block y muro de ladrillo de barro recocido.....	33
<b>CAPITULO 4 CONCLUSIONES</b>	
Conclusiones.....	35
Bibliografía.....	36

Anexos

# INTRODUCCION

En el siguiente trabajo se describe una metodología para el análisis y diseño de muros que por su bajo peso se les considera como aligerados. Viene siendo el resultado de los conocimientos obtenidos durante el curso de pretitulación denominado "DISEÑO INTEGRAL DE CASA-HABITACION". Para su realización se llevo a cabo investigación bibliográfica en el tema , consultando a empresas que se dedican a la venta de paneles con las características señaladas al inicio. Es interesante observar que este tipo de materiales están teniendo buena aceptación en esta región debido a su propiedad de conductividad térmica baja. En algunos casos de ampliaciones y remodelaciones estos muros hechos con paneles tienden a sustituir los procedimientos constructivos tradicionales como son muro de adobe, ladrillo de barro recocido, block de concreto, etc., es por eso que a continuación se presenta una justificación técnica de la optima funcionalidad del panel de poliestireno expandido reforzado con una tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia y recubierto con una capa de mortero cemento-arena , aplicándolo a un proyecto de casa-habitación. Es importante aclarar que para la realización de los cálculos estructurales de estos muros se hizo una investigación sobre la última edición del ACI 318 dado que ha la fecha no se tenía información experimental precisa sobre el diseño de paneles de materiales aligerados.

# **MUROS ALIGERADOS**

**CAPITULO 1**

# MUROS ALIGERADOS

## 1.1 ANTECEDENTES

Durante muchas décadas se ha tenido la costumbre de utilizar muros de gran espesor para la construcción de nuestras edificaciones lo cual solo a generado desperdicio de espacios e incremento de costos de fabricación. En nuestros días se ha venido investigando la forma de fabricar edificaciones con muros de menor espesor, esto con el fin de aumentar rendimientos de material y mano de obra. También se ha buscado la fabricación de muros con materiales ligeros, de baja densidad, esbeltos, manejables y con propiedades estructurales y térmicas, encontrando en el mercado formas como los paneles, tablas y bloques de poliuretano, yeso y poliestireno.

## 1.2 DEFINICIONES IMPORTANTES

Se le denomina **muro de carga** o estructural a todo elemento que soportan esfuerzos de compresión, flexión, cortante, flexo-compresión y torsión, derivados de cargas tanto de gravedad (muerta y viva), como de accidentales (viento y sismo), sean estos de mampostería o de cualquier otro material.

Se le denomina como **muro aligerado** a todo elemento constructivo que se compone de materiales con propiedades físicas como; de baja densidad, de espesor reducido, de gran esbeltez, de fácil manejo e instalación.

En el mercado de Sonora existen varias clases de materiales ligeros que se utilizan como muros de carga y divisorios, según el uso y finalidad que se le requiera

## 1.3 VARIEDADES DE PANELES COMERCIALES

### MURO DE PANEL ESTRUCTURAL

Es un elemento constructivo ligero, aislante y de gran rigidez compuesto básicamente de una placa de poliestireno expandido reforzada en todo su cuerpo por una estructura tridimensional de alambre de acero de alta resistencia, este refuerzo consiste en mallas electrosoldadas en las dos caras del panel unidas por medio de una serie de escalerillas tipo zig-zag perpendiculares colocadas a una misma separación, formando así la tridiestructura, (Ver fotografía 1.1).

## MURO DE PANEL DIVISORIO

Se compone básicamente de la misma estructura que el Panel Estructural, es un elemento constructivo que se utiliza para levantar muros divisorios y tapón, detalles arquitectónicos en interiores y exteriores, fachadas y detalles ornamentales, este material no tiene capacidad para soportar cargas. (Ver fotografía 1.2).

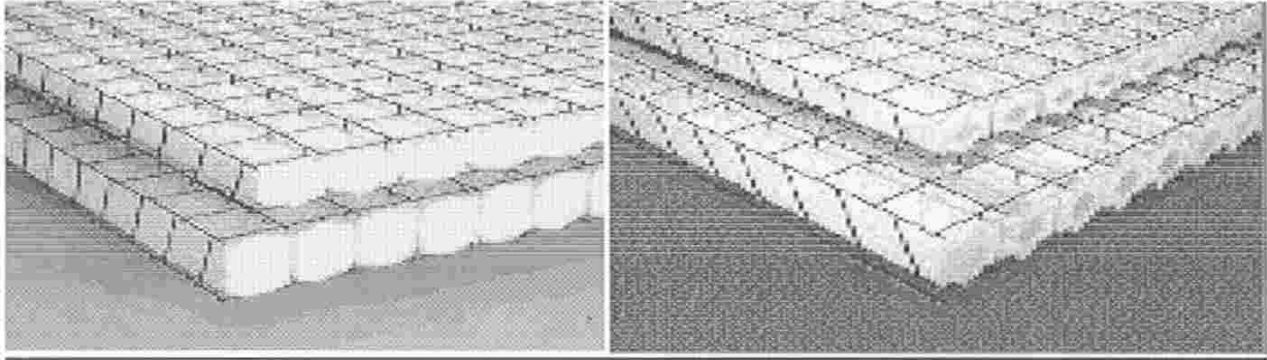


Foto 1.1 Muro de panel de poliestireno expandido reforzado con tridestructura de alambre de acero de alta resistencia, (Fuente manual técnico Deacero.)

Foto 1.2 Panel divisorio de poliestireno expandido reforzado con tridestructura de alambre de acero, no soporta esfuerzos por cargas (Fuente manual técnico deacero.)

## MODULET DECORATIVO

Este es un panel que esta formado básicamente por una estructura tridimensional de alambre de acero electrosoldado, recubierto con un epóxico de poliéster, poliuretano o híbrido, se modula fácilmente empleando cortes con pinzas, es ideal para construir stands, exhibidores, medios muros, espacios novedosos y funcionales. (Ver fotografía 1.3).

## INSUL-PANEL (I.C.F.):

Es un sistema constructivo fabricado con poliestireno expandido como alma termo-aislante, recubierto con lamina de acero galvanizada lisa o acanalada, de poliéster, acero inoxidable, aluminio, las cuales tienen propiedades estructurales, este sistema es muy utilizado en construcción de naves industriales, centro comerciales, cámaras frigoríficas, hospitales y móviles de transportación. (Ver fotografía 1.4)

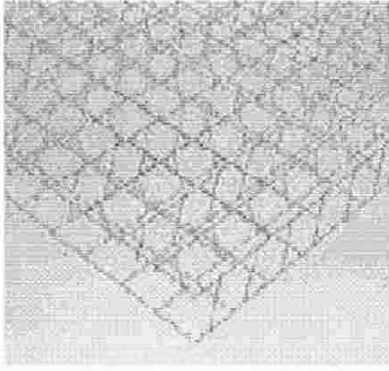


Foto 1.3 Modulet decorativo, ideal para fabricar stands, muros divisorios y detalles arquitectónicos (Fuente manual técnico de acero.)

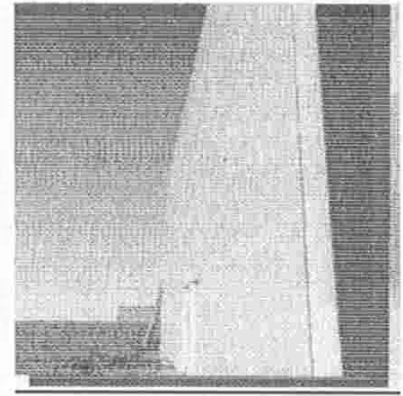


Foto 1.5 Muro a base de insul-panel, toma en perspectiva de una planta frigorífica (Fuente manual técnico de insul-panel, fanosa.)

### FOAM BLOCK o BLOQUE DE ESPUMA ( I.C.F.)

Es un sistema constructivo I.C.F. (Insulating Concrete Form), formas de concreto aislado, el cual consiste en un bloque de poliestireno expandido de 12.50 cm. de ancho, 25.00 cm. de alto y 1.125 m. de largo, que contiene nueve celdas cilíndricas de 8.50 cm. de diámetro, en sentido vertical donde se recibe la mezcla de concreto, además cuenta con un espacio de 10.00 cm aproximadamente en sentido horizontal donde se coloca el acero de refuerzo, posee la característica de ser ensamblable con otras piezas lo cual permite su modulación para la elaboración de proyectos evitando así el menor desperdicio.(Ver figura 1.7)

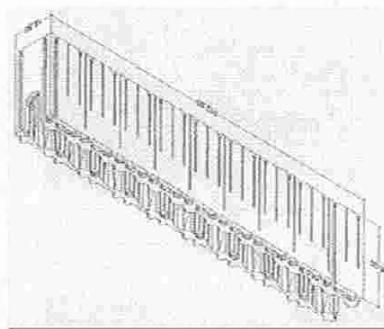


Fig. 1.7 Isométrico de un block de foam-block (Fuente manual técnico de foam-block, fanosa.)



## 1.4 MATERIALES QUE COMPONEN EL PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO REFORZADO CON TRIDIESTRUCTURA DE ALAMBRE DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA

Los materiales que componen este tipo de muro son básicamente tres:

- 1).- Placa de poliestireno expandido, también conocido como placa de frigolit,
- 2).- Tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia, compuesta por armaduras transversales denominadas tipo zig-zag, separadas a cada 20.00 cm. aproximadamente unidas con mallas de acero de 5.00 x 5.00 cm. aprox. formando así un elemento tridimensional,
- 3).- Capa de mortero cemento-arena de 2.00 cm. de espesor como mínimo, por ambas caras del panel, siendo esta la que soporte los esfuerzos por compresión producidas por cargas axiales o gravitacionales y además la que proporcione la rigidez al muro.

## 1.5 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Las características físicas de cada uno de los materiales que componen el panel, se obtuvieron de pruebas realizadas en laboratorio, para diferentes tipos de esfuerzos: compresión, flexión, flexo-compresión, cortante vertical, cortante horizontal, para los cuales se determinaron los límites de las propiedades físicas tanto estructurales como térmicas.

Pensando en la economía habitacional por consumo de energía se inventó el panel de poliestireno expandido, llamado también frigolit, un polímetro lleno de vacíos, con propiedades térmicas y ligereza física.

Era necesario darles propiedades estructurales por lo que se optó por reforzarlo con una tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia formada por armaduras transversales en forma de zig-zag a cada 20.00 cm., unidas a un par de mallas electrosoldadas en el exteriores de aprox. 5.00 x 5.00 cm. por retícula.

### 1.5.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO

- A).- Auto extingible grado I, según N.O.M. C-137-1984,
- B).- Propagación de la flama= 5 a 25 (según ASTM E-84),
- C).- Emisión de humo de 10 a 400, (según ASTM e-84),
- D).- Efecto del envejecimiento en:
  - D.1).- Estabilidad dimensional, ninguno.
  - D.2).- Característica auto extingible, ninguno,
- E).- Máxima temperatura de operación, 165F, 85°C,
- F).- Permeabilidad al vapor de agua, 1.20 a 3.00 perm/pulg.,
- G).- Absorción del agua, menos del 4% del volumen,
- H).- Factor de conductividad, 0.25 btu/hr/pulg/F/pie<sup>2</sup>,

### 1.5.2 TRIDIESTRUCTURA DE ALAMBRE DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA

- A).- Armadura de refuerzo tipo zig-zag, con estribos en diagonal:
  - A.1).- Alambre pulido calibre variable según el espesor del panel, de 10, 12, o 14, AWG, (American Steel and Wire Gauge.), según las N.O.M. ASTM A-82 y A-510,
    - A.1.1).- Áreas correspondientes a los calibres:
      - Cal. 10, 9.23mm<sup>2</sup>, peso por metro lineal 0.072031 kg,
      - Cal. 12, 5.64mm<sup>2</sup>, peso por metro lineal 0.044000 kg,
      - Cal. 14, 3.24mm<sup>2</sup>, peso por metro lineal 0.025595 kg,
  - A.2).- Acero grado SAE 1008,
  - A.3).- Limite de fluencia  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ ,
  - A.4).- Resistencia a la tensión  $5600 \text{ kg/cm}^2$ ,
- B).- Malla de 5.00 x 5.00 cm, calibre 14, según las N.O.M. ASTM A-82 Y A-185:
  - B.1).- Alambre estirado en frío a partir de alambre laminado en caliente y obtenido en horno eléctrico,
  - B.2).- Acero grado SAE1006,
  - B.3).- Resistencia al corte por soldadura es de 111.00 kg., en promedio,
  - B.4).- Limite de fluencia  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ ,
  - B.5).- Resistencia a la tensión  $F_y = 5600 \text{ kg/cm}^2$ ,

### **1.5.3 MORTERO CEMENTO - ARENA**

C.1).- Resistencia a la compresión  $f'c = 100-140 \text{ kg/cm}^2$ ,

C.2).- Proporción a utilizar 1:4; 0.300 ton. de cemento gris,  $1.150 \text{ m}^3$  de arena,  $0.290 \text{ m}^3$  de agua común,

C.3).- Espesor promedio 2.50 cm por ambas caras del panel, variando esto según el diseño estructural del muro sea de carga o divisorio.

## **1.6 VENTAJAS DE LOS MATERIALES**

### **1.6.1 CAPACIDAD ESTRUCTURAL**

Los muros fabricados a base de panel de poliestireno expandido reforzado con tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia, forman un sólido cuerpo estructural con gran resistencia a las características climatológicas, como son fenómenos meteorológicos como huracanes y movimientos sísmicos terrestres, el firme anclaje a la estructura de cimentación, la rigidez en las juntas entre paneles y la armadura de acero, impiden agrietamientos y fisuras, muy frecuentes en los sistemas constructivos tradicionales.

### **1.6.2 EFICIENTES**

Todas las superficies tienen un núcleo de poliestireno expandido, un excelente aislante térmico, este aislamiento impiden la transmisión del calor exterior producido por la radiación solar diaria y en climas con temperaturas bajas mantiene el calor en el interior.

### **1.6.3 AHORRO DE CONSUMO DE ENERGIA**

Por sus propiedades aislantes se requiere de menos equipo de climatización artificial, que en una construcción del tipo tradicional, sin tener que adicionar, los costos de sistemas de aislamientos térmicos, esto representa no solamente reducción substancial en la compra del equipo, sino también ahorro hasta del 50.00% del consumo de energía eléctrica o combustible, en el caso de calefacción.

### **1.6.4 RESISTENCIA AL FUEGO**

Se ha comprobado, que los muros hechos con panel, impiden el paso del fuego por mas de una hora, además, el aislamiento térmico no propaga la flama, por lo que al producir una combustión, no despiden gases tóxicos, hay que recordar que la estructura de acero, esta recubierta con mortero de por lo menos 2.00 cm., de espesor.

## **1.6.5 SILENCIOSAS**

La rigidez de recubrimiento de mortero se combina con la suavidad del poliestireno expandido, obteniendo una capacidad de absorción de sonidos producidos por fuentes exteriores así como interiores, superando por mucho, tanto a los muros de ladrillo como a los de block de concreto.

## **1.6.6 MODIFICABLES**

Es muy fácil realizar modificaciones a un área interior construida con panel, siempre y cuando estos no funcionen como muros de carga, o sea solo como divisorios en la distribución arquitectónica, solo se realiza una remoción de la capa de recubrimiento del mortero y se retira el panel ya sea para ampliar el área o para remodelar la misma.

## **1.6.7 OPTIMIZACION ECONOMICA**

Cada panel pesa aprox. 5.00 kg., por metro cuadrado, por lo que permite un fácil manejo lográndose la posibilidad de emplear técnicas de producción, para ensambles de secciones completas, realizando instalaciones hidrosanitarias y eléctricas antes del termino del muro, el procedimiento constructivo es simple y rápido y se puede ejecutar con mano de obra común, la estructura de alambre y la fácil aplicación del mortero, resulta en el optimo aprovechamiento de la mano de obra y los materiales, tales como el acero y el cemento, es importante hacer notar que se logran grandes ahorros si a los proyectos se modulan a múltiplos de 122.00 cm.

## **1.7 PROCESO CONSTRUCTIVO**

### **1.7.1 DESPIECIE Y MODULACION**

Antes de la ejecución de la obra, es importante realizar un despiece y marcaje de los muros con una modulación adecuada para el ahorro del material, así como para el aprovechamiento del material producto del corte de piezas, esto también permite identificar cualquier pieza en particular.

### **1.7.2 ANCLAJE Y CIMENTACION**

Para anclar los muros a la cimentación pueden utilizarse dos tipos de anclas; varillas de acero de refuerzo o recibidores de cortantes, el anclaje con varilla de acero de 3/8" de diámetro., resulta

bastante practico ya que son de uso común, sin embargo debe supervisarse que después del colado de concreto para cimentación queden perfectamente alineadas , así como las distintas instalaciones que se alojaran en los muros, los recibidores de cortantes pueden ser lamina galv. Cal. 16 o metálicos unidos al concreto mediante pernos o clavos de percusión; la separación tipo entre estas anclas son de 90.00 cms., sin embargo la variedad de diámetros y resistencias al corte de los pernos requiere del calculo de la separación entre las mismas, el tipo de anclaje con recibidor de lamina y clavos de percusión puede utilizarse cuando no existan anclajes ahogados en al estructura de cimentación y tienen la ventaja de alinear perfectamente el desplante de los muros.(Ver figura 1.1, 1.2 y 1.3) para los diferentes anclajes de panel para muro exterior.

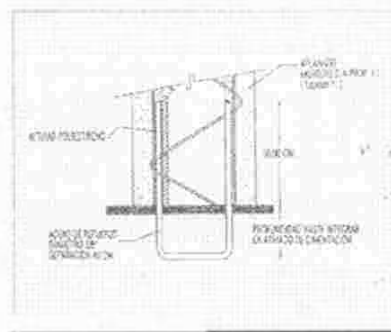


Fig. 1.1 Corte de detalle de anclaje, utilizando varilla de acero corrugado de 3/8" o 1/2" de diam., en forma de "U" (Fuente manual técnico de aisla-panel, famosa.)

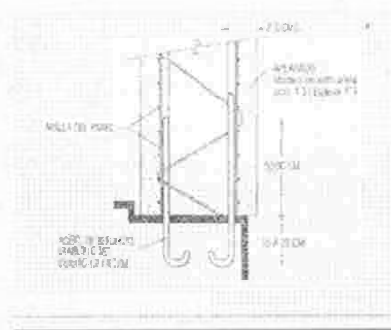


Fig. 1.2 Corte de detalle de anclaje, utilizando varilla de acero corrugado de 3/8" o 1/2" de diam., en forma de bastoneas o anclas (Fuente manual técnico de aisla-panel, famosa.)

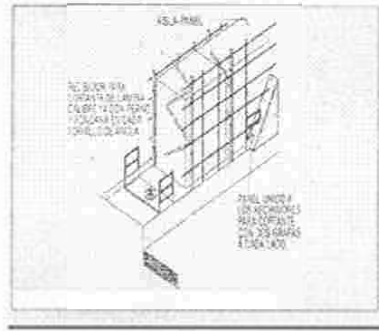


Fig. 1.3 Isométrico de detalle de anclaje, utilizando recibidores de cortante con pernos de percusión (Fuente manual técnico de aisla-panel, fufosa.)

### 1.7.3 TRAZO Y DESPLANTE DE MUROS

Para el trazo y desplante de muros es importante tener definida la estructura de cimentación así como colocados los sistemas de anclajes sean varillas o recibidores de cortante, por lo cual se hace necesario auxiliarse con materiales como alambre recocado o de paca para unir los paneles a los diferentes sistemas de anclaje.

### 1.7.4 COLOCACION DE PANELES

La colocación puede realizarse de dos maneras; colocando paneles individualmente o colocando todo un muro previamente pre-ensamblado.

En el primero de los casos se van colocando los paneles en las anclas de acuerdo al despiece establecido en el proyecto cuidando el no dejar holguras entre los paneles.

Este ultimo punto es muy importante ya que cualquier holgura repercutirá en la longitud final del muro, originando problemas en los paños de los muros perpendiculares a este.

Si el muro soporta un losa inclinada cada panel debe ser cortado antes de su colocación, colocados todos, o parte de los muros se procederá a reforzar la unión entre paneles, fijarlos a las anclas, alinearlos y plomearlos.

Es recomendable soportar los muros con puntales colocados a 45° o con tensores de alambre para que durante el proceso constructivo no pierda su plomeo.

El refuerzo entre paneles se realiza con malla plana de traslape, la cual se sujeta con grapas de engrapadora manual o neumática, o en forma tradicional con alambre de paca recocado; esta unión debe ser en forma enérgica para asegurar el comportamiento de conjunto

de los paneles y evitar fisuramiento en el aplanado, pueden utilizarse para reforzar esta unión tramos de varillas.

En donde exista instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, de gas, etc., por muro, debe retirarse el poliestireno necesario antes de la colocación del panel, para poder realizarlas, para instalaciones posteriores deberá solo retirarse el poliestireno adecuado, aplicando herramienta que conduzcan calor y utilizando un gancho amarrador de varilla, este ultimo es el método mas recomendable.

Después de la instalación, fijación, plomeo y refuerzo entre paneles de todos los muros, se reforzaran las uniones entre muros perpendiculares y esquincros, se procede al recubrimiento con mortero.(Ver figura 1.4)

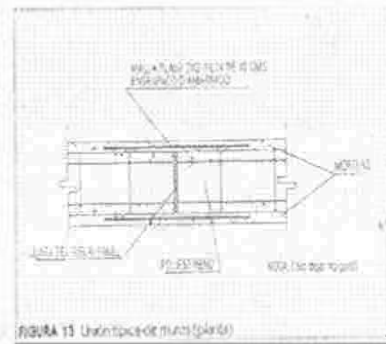


Fig. 1.4 Planta de detalle de unión de dos paneles, utilizando malla unión-plana (Fuente manual técnico de aisl-panel, finosa.)

## 1.7.5 APLANADO CON MORTERO

El aplanado de la capa recubrimiento con mortero cemento-arena se realizara con maquina lanzadora o a mano, recomendándose una primera aplicación de capa de mortero prop. 1:4, de 1.20 cms. de espesor, por ambas caras del panel suficiente para apenas cubrir la retícula de alambre; y dejarla fraguar y curar de acuerdo a las condiciones locales, después se aplica una segunda capa de por lo menos 1.30 cms. de espesor que se le puede dar el acabado deseado, en muros interiores sean de carga o divisorios se le puede dar un acabado adicional sea de yeso o cualquier otro texturizado.

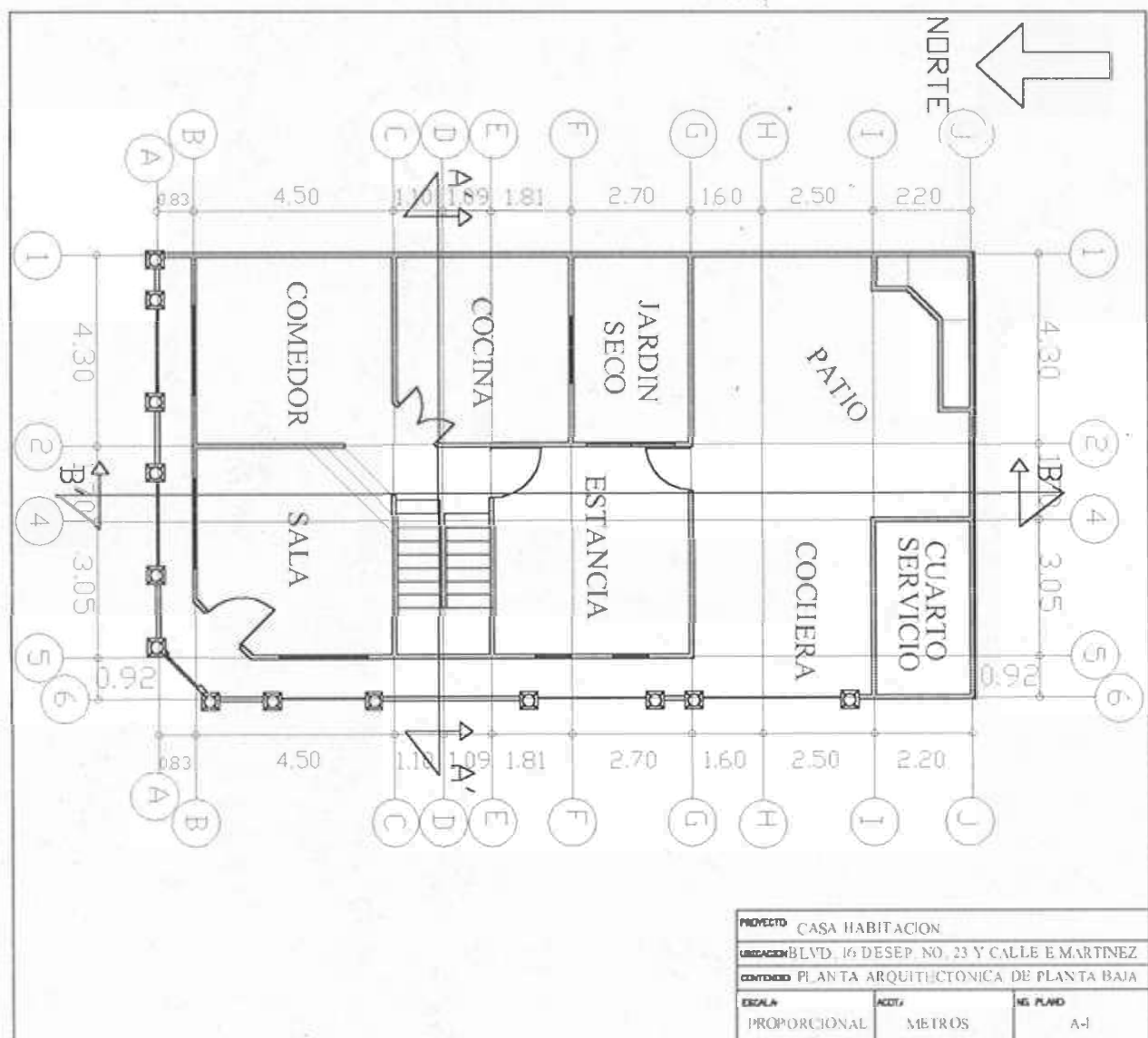
# **DISEÑO DE MURROS DE CARGA ALIGERADOS PARA CASA - HABITACIÓN**



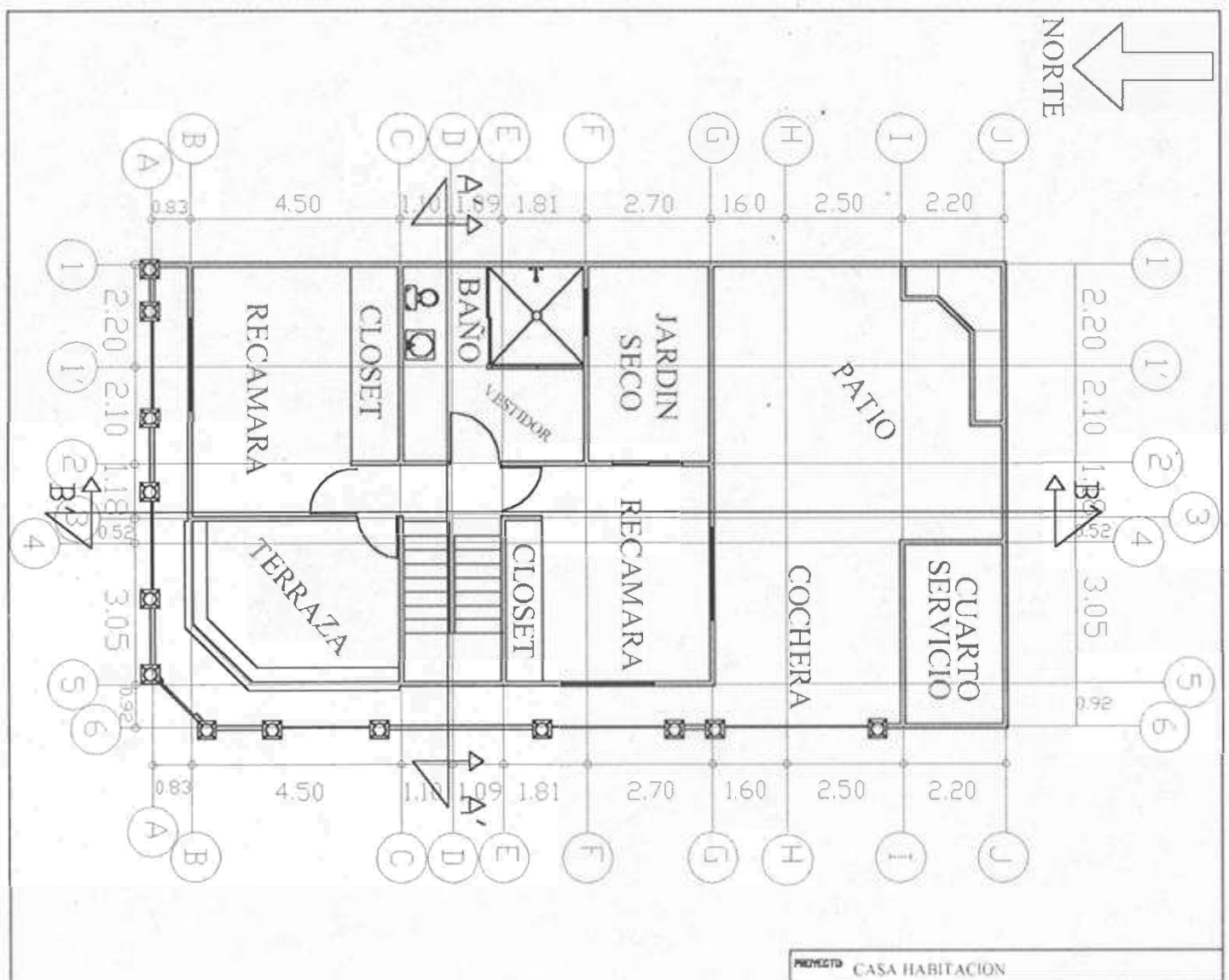
# DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS PARA CASA-HABITACION

## 2.1.- PROYECTO ARQUITECTONICO DE CASA-HABITACION

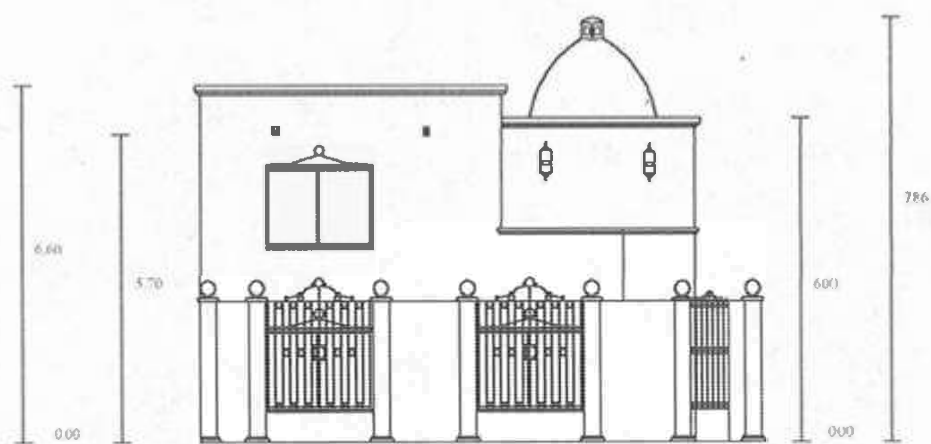
2.1.1- En la siguiente figura (2.1), se muestra plano arquitectonico de planta baja, donde se aprecia la distribución de las diferentes areas y espacios, además de aparecer los ejes transversales y longitudinales, así como las acotaciones expresadas en metros.



2.1.2- En la siguiente figura ( 2.2 ), se muestra plano arquitectonico de planta alta, donde se aprecia la distribución de las diferentes areas y espacios , además de aparecer los ejes transversales y longitudinales, así como las acotaciones expresadas en metros.

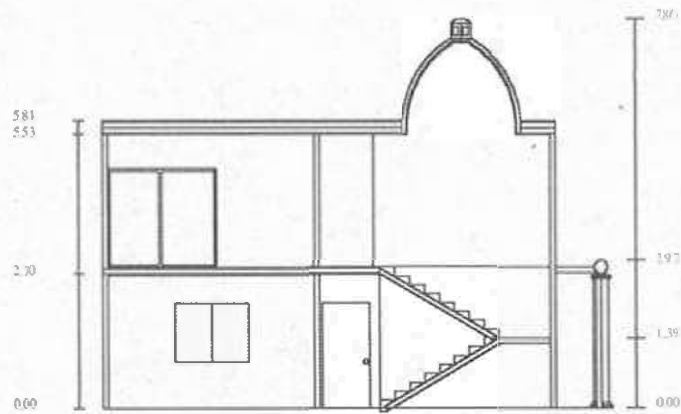


2.1.3- En la siguiente figura ( 2.3 ), se muestra plano de fachada arquitectónica , donde se aprecian las características de los muros frontales exteriores, donde se aprecian los niveles y alturas expresadas en metros.



FACHADA PRINCIPAL

2.1.4- En la siguiente figura ( 2.4 ), se muestra plano arquitectónico de corte transversal , donde se aprecia la distribución de las diferentes áreas y espacios , además de aparecen los niveles y alturas plantas así como las acotaciones expresadas en metros.



CORTE TRANSVERSAL A' - A'

PROYECTO CASA HABITACION		
UBICACION BLVD. 16 DE SEP. N° 23 V CALLE E. MARTINEZ		
CONTENIDO CORTE TRANSVERSAL		
ESCALA	ACOTAS	NO. PLANO
PROPORCIONAL	METROS	CT-1

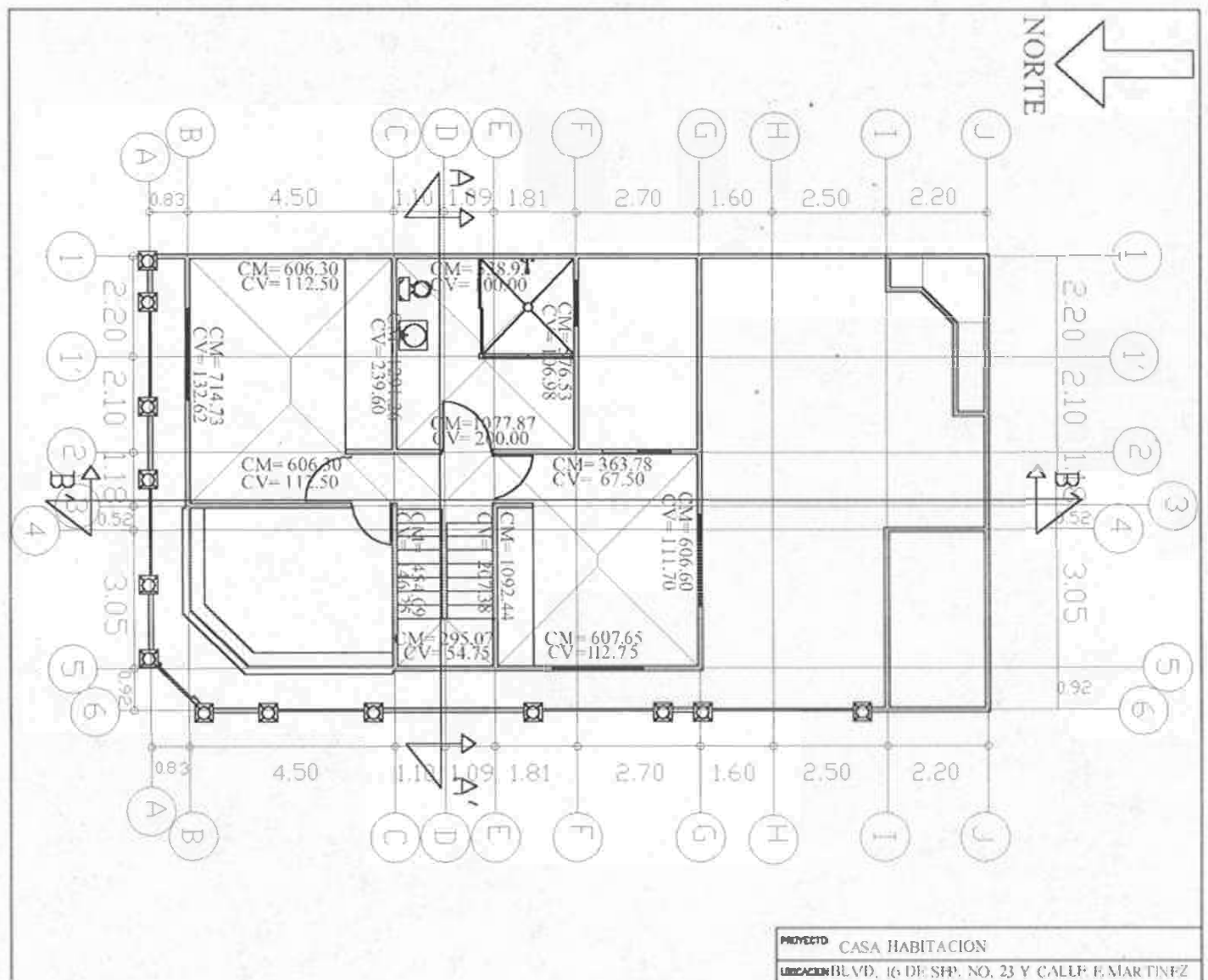
2.1.5- En la siguiente figura ( 2.5 ), se muestra plano arquitectónico de corte longitudinal, donde se aprecia la distribución de las diferentes áreas y espacios, además de aparecen los niveles y alturas de plantas así como las acotaciones expresadas en metros.



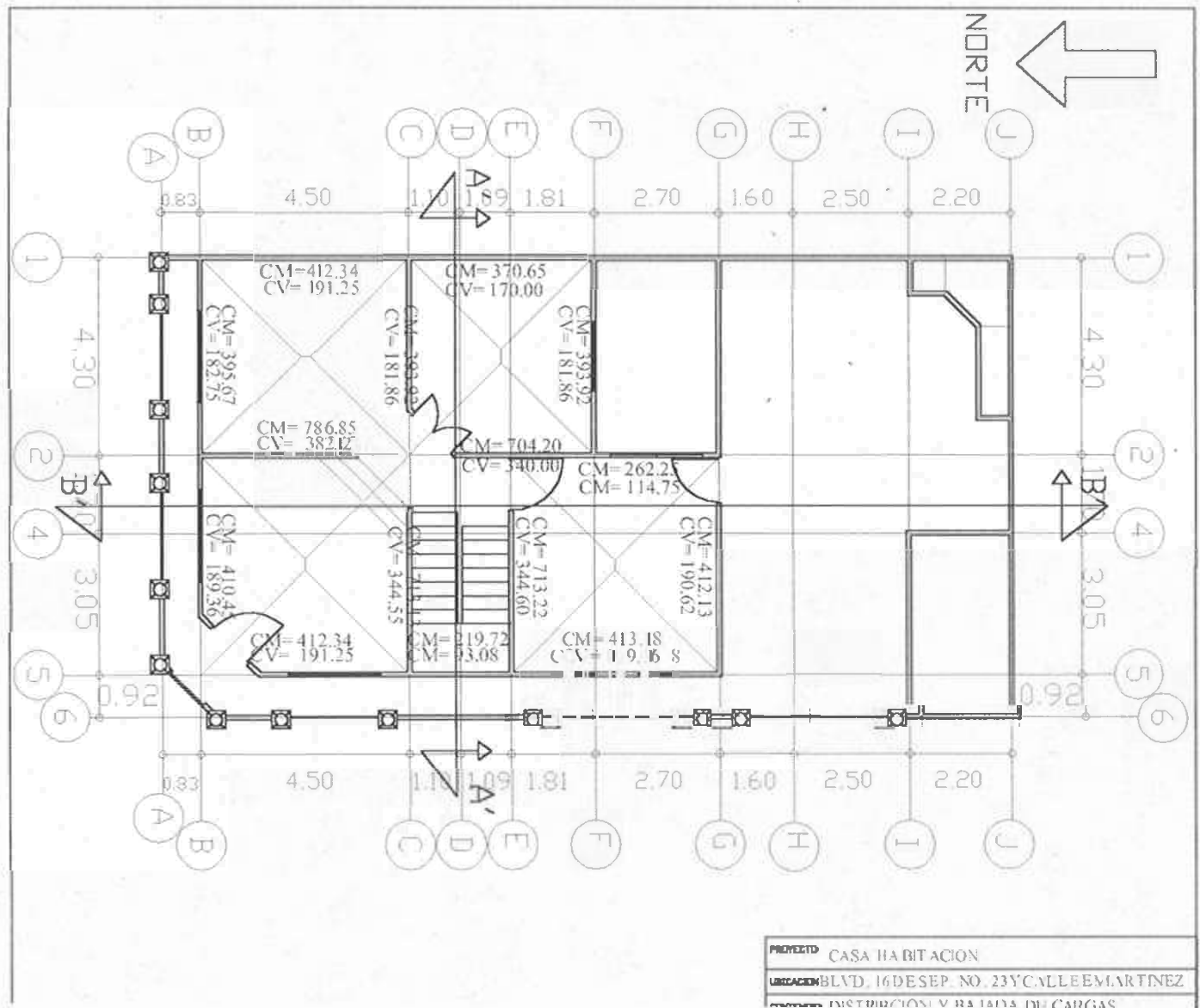
CORTE LONGITUDINAL B' - B'

PROYECTO	CASA HABITACION
UBICACION	BLVD. 16 DE SEP. NO. 23 Y CALLE E.MARTINEZ
CONTENIDO	CORTE LONGITUDINAL

2.1.6- En la siguiente figura ( 2.6 ), se muestra plano arquitectónico de planta alta, donde se distribuyen y bajan cargas gravitacionales , a través del trazo de ejes transversales y longitudinales de los diferentes muros, así como las acotaciones expresadas en metros.



2.1.7- En la siguiente figura ( 2.7 ), se muestra plano arquitectonico de planta baja, donde se distribuyen y bajan cargas gravitacionales , a travez del trazo de ejes transversales y longitudinales de los diferentes muros , así como las acotaciones expresadas en metros.



## 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

Las características físicas del proyecto consisten en definir la geometría de planta; geometría de losa de azotea, distribución arquitectónica de planta alta, geometría de losa de entrepiso, distribución arquitectónica de planta baja, corte longitudinal, corte transversal, altura de muros interiores y exteriores, fachada principal, tipo de material a utilizar para dar acabados tanto en interior como en exterior.

### Consideraciones para fin de análisis de cargas:

#### A) Losa de azotea;

- 1) Losa plana,
- 2) Losa en dos direcciones,
- 3) Losa maciza de concreto reforzado,
- 4) Espesor mínimo de losa de 11.00 cm., según,  $H = \text{perímetro}/180$ ,
- 5) Recubrimiento interior o plafond a base de yeso pulido de 2.00 cm. de espesor,
- 6) Capa de terrado con material inerte con una pendiente longitudinal del 1.5%,
- 7) Capa de mortero cal-arena de 2.00 cm. de espesor,
- 8) Loseta de barro recocido de 2.00 cm. de espesor,
- 9) Acabado exterior con una película de mortero cal-arena,

#### B) Distribución arquitectónica de planta alta;

- 1) Un área de terraza libre, sin losa, protección perimetral a base de herrería,
- 2) Dos áreas de recamaras.
- 3) Una área de sanitarios.
- 4) Un cubo de luz, libre sin losa.

#### C) Losa de entrepiso;

- 1) Losa plana,
- 2) Losa en dos direcciones,
- 3) Losa maciza de concreto reforzado,
- 4) Espesor mínimo de losa de 11.00 cm., según,  $H = \text{perímetro}/180$ ,
- 5) Recubrimiento interior o plafond a base de yeso pulido de 2.00 cm. de espesor,
- 6) Capa de pega piso 5.00 mm. de espesor,
- 7) Piso de cerámica de 33.00 x 33.00 cm. de sección, de 5.00 mm de espesor,



**D) Distribución arquitectónica de planta baja;**

- 1) Un área sala – comedor, rectangular,
- 2) Un área de cocina, rectangular,
- 3) Un área de estancia, rectangular,
- 4) Un área de cubo de luz, libre, sin losa,

**E) Cortes transversales y longitudinales;**

- 5) Muros a base de panel poliestireno expandido reforzado con tridiestructura de alambre de acero,
- 6) Altura máxima de los muros de 2.70 m,
- 7) Espesor de muro de 10.00 cm.,
- 8) Los muros interiores y exteriores serán de carga,
- 9) No existen elementos estructurales de carga, como traveses y columnas.

## 2.3 ANALISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES DE PROYECTO

Para el calculo de cargas gravitacionales es necesario dividir las en cargas muertas de servicio y cargas vivas de servicio, siendo las cargas muertas las que se producen por elementos que no moverán durante la vida útil de la edificación, por el contrario las cargas vivas se producen por elementos que tienen la capacidad de moverse o desplazarse en determinada área del edificio, determinándose las dimensiones geométricas de los elementos que producen cargas gravitacionales; largos, anchos y espesores, así como el peso volumétrico de cada material que compone al elemento.

El calculo de cargas gravitacionales se arrojan en  $\text{ton/m}^2$ , o  $\text{kg/m}^2$ , por lo que se emplea la sig. ecuación 2.1:

$$W_{ms} = (e, h) \cdot (\gamma); \text{ ton/m}^2, \text{ kg/m}^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

donde:

e o h, es el espesor del material que compone a la estructura o elemento,

$\gamma$ , es el peso volumétrico o densidad del material que compone a la estructura al elemento.

En las tablas 2.1 y 2.2, se muestra el análisis de cargas muertas y vivas de servicio para la azotea.

TABLA 2.1

Análisis de cargas gravitacionales*			
Cargas muertas de servicio			
Losa de azotea			
Material	Espesor (e) mts.	Peso volumétrico ( $\gamma$ ) ton/m <sup>3</sup> , kg/m <sup>3</sup>	Peso por m <sup>2</sup> ton/m <sup>2</sup> , kg/m <sup>2</sup>
Aplanado int o plafond de yeso	0.02	1500.00	30.00
Losa maciza de concreto reforzado	0.11	2400.00	266.13
Capa de terrado con mat. Inherite 1.50% de pte.	0.08	1700.00	142.80
Mortero cal-arena prop.: 1:3	0.02	1500.00	30.00
Loseta de barro recocido	0.02	1500.00	30.00
Rec. de mortero cal-arena prop.: 1:3		20.00	20.00
Carga adicional Reg. ACI-318-95		20.00	20.00
Suma total de cargas muertas de servicio por metro cuadrado de losa de azotea			538.93

TABLA 2.2

Análisis de cargas gravitacionales*		
Cargas vivas de servicio		
Losa de azotea		
Material	Peso por metro cuadrado	Peso por m <sup>2</sup> ton/m <sup>2</sup> , kg/m <sup>2</sup>
Según el Reg. DF	100.00	100.00
Suma total de cargas vivas de servicio por metro cuadrado de losa de azotea		100.00

\*Ver anexo A1, tabla de cálculo para el análisis de cargas gravitacionales, tanto para planta alta como para planta baja.

## DE PROYECTO

La bajada y distribución de cargas gravitacionales a través de los ejes transversales y longitudinales en que se ubican los muros que soportan las cargas que les transmiten la losa de azotea, losa de entrepiso, y los mismos muros de planta alta.

Las cargas gravitacionales se definen por metro lineal de muro, por lo tanto las unidades a manejar son **t/ml** o **kg/ml**. Para su cálculo, se utilizarán las ecuaciones 2.2 y 2.3, según sea el área tributaria triangular o trapezoidal, respectivamente.

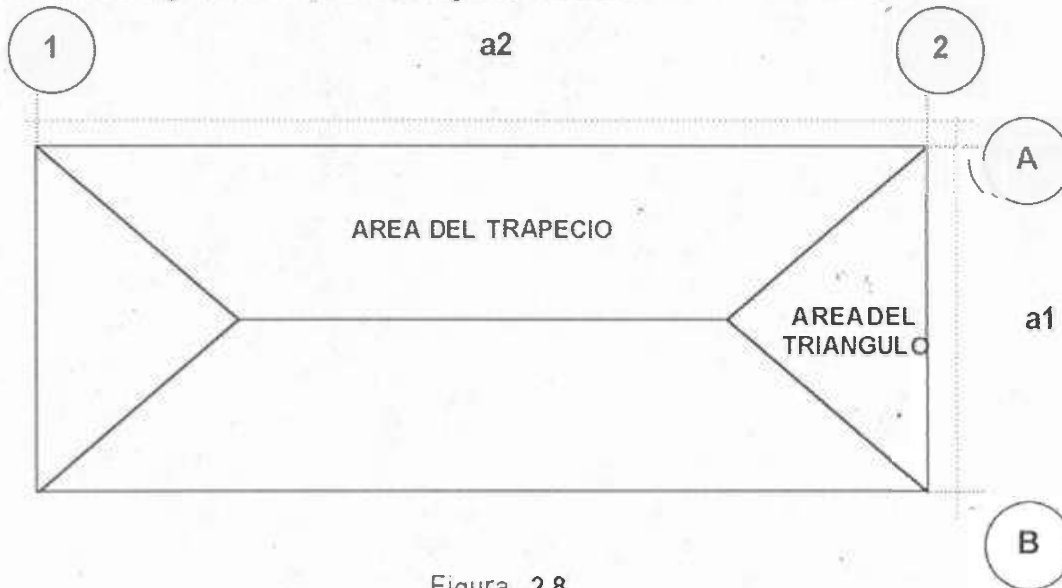


Figura 2.8

Sobre el muro:

$$\omega_1 = \frac{W a_1}{4} \dots\dots\dots 2.2$$

$$\omega_2 = \frac{W a_1}{4} - (2 - m); m = \frac{a_1}{a_2} \dots\dots\dots 2.3$$

donde  $W a_1$  es la carga por metro cuadrado de losa.

## 2.5 DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS DE PROYECTO

Para el diseño de muros de cargas aligerados o muros esbeltos se empleara el método alternativo, basados en los requerimientos del UBC ( Uniform Building Code), en el Reglamento ACI-318-99, ambos editados en idioma ingles, auxiliándonos de traducciones al idioma español y además de resultados de investigaciones experimentales.

Se han analizado distintos tipos de muros con espesores desde 4" hasta 8", estos análisis han estado bajo las sig. condiciones:

- a).- que las cargas verticales actúan con una excentricidad igual a la mitad del muro,
- b).- que se presenta el efecto de flexión debido a cargas laterales (viento),
- c).- que el apoyo inferior se supone es totalmente rígido al desplazamiento en cualquier dirección,
- d).- que el apoyo superior es de libre desplazamiento y giro,
- e).- que la resistencia a la compresión del concreto o mortero es de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ,
- f).- y que la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo es de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Ver figura 2.9,



Fig. 2.9, muestra condiciones de apoyo para muro esbelto

elaboraron modelos de elementos finito, para cada configuración, cada modelo represento un muro de 1.22 mts. de ancho por 1.22 mts. de alto, soportando como se indica en la fig. anterior, el análisis se efectuó con el programa CPA-WALL, obteniéndose las distintas áreas de acero requeridas, comparándose con los mínimos establecidos por el reg. ACI-318-95, para todos los tipos de paneles.

Se observo que los requerimientos fueron menores a los mínimos, además se probaron a la flexión.

Los criterios de diseño recomendados, están basados en una revisión de las metodologías de diseño existente, concluyéndose en general que la previsiones de diseño ACI-318-99, serán las mas apropiadas para muros I.C.F.

El ACI-318-99 propone el método alternativo para diseño de muros esbeltos, en el caso de que controle la tensión por flexión el diseño se efectuara considerando los efectos de esbeltez, en todos aquellos elementos sujetos a compresión y los siguientes (Ver figura 2.9);

1.-El muro de panel se diseñara como simplemente apoyado y sujeto a carga axial y lateral uniforme, con momentos y deflexiones máximas en el centro del claro.

2.-En toda su altura, el muro debe ser de sección transversal constante,

3.-La cuantía de refuerzo de acero ( $\rho$ ), no debe exceder a  $0.60\rho_b$  .....2.4

4.-Deberá considerarse como condición  $\phi M_n \geq M_{cR}$ , donde  $\phi M_n \geq M_{cR}$ , donde  $M_{cR}$  (Momento de Agrietamiento, será obtenido mediante el modulo de ruptura;

$$f_R = S \times \sqrt{f'c} \dots\dots\dots 2.5$$

$$M_{cR} = S \times f_R \dots\dots\dots 2.6$$

5.-El esfuerzo vertical medio;  $\frac{P_u}{A_g} \leq 0.06f'c$  .....2.7

6.-El momento resistente de diseño ante la carga de flexo-compresión en la sección transversal localizado en la mitad de la altura del muro será;  $\phi M_n \geq M_u$ , donde:

$$\Phi M_n = \Phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right), \Phi = 0.90 \dots\dots\dots 2.8$$

$A_s$ = acero longitudinal en tensión,

$f_y$ = limite de fluencia,

b= ancho unitario de muro,

f'c= resistencia especifica del concreto o mortero,

$$M_u = \frac{M_{uA}}{1 - \frac{5 \cdot P_u \cdot l_c^2}{\Phi \cdot 48 \cdot E_c \cdot I_{cR}}} \dots\dots\dots 2.10$$

M<sub>uA</sub>= momento a media altura del muro, debido a cargas factorizadas laterales y verticales excéntricas.

P<sub>u</sub>= carga axial factorizada,

L<sub>c</sub>= altura libre del muro,

φ=0.70,

$$E_c = \text{modulo de elasticidad del concreto } 15,100 \cdot \sqrt{f'c} \dots\dots\dots 2.11$$

$$I_{cR} = n \cdot A_{se} \cdot (d-c)^2 \left( \frac{b \cdot c^3}{3} \right) \dots\dots\dots 2.12$$

$$h = \left( \frac{E_s}{E_c} \right) \geq 6 \dots\dots\dots 2.13$$

E<sub>s</sub>= 2,040,000 kg/cm<sup>2</sup>,

$$c = \frac{a}{0.85},$$

$$A_{se} = \frac{P_u + (A_s \cdot f_y)}{f_y} \dots\dots\dots 2.14$$

7.- La máxima deflexión del A<sub>s</sub>, debida a cargas de servicio, incluyendo el efecto PA, será:

$$A_s = \frac{5 \cdot M \cdot l_c^2}{48 \cdot E_c \cdot I_e} \leq \frac{l_c}{150} \dots\dots\dots 2.15$$

$$M = \frac{M_{sa}}{1 - \frac{5 \cdot P_s \cdot l_c^2}{48 \cdot E_c \cdot I_e}} \dots\dots\dots 2.16$$

M<sub>sa</sub>= momento de servicio máximo sin incluir efecto PA,

$$I_e = \left( \frac{McR}{M_{sa}} \right) (I_g) + \left[ 1 - \left( \frac{McR}{M_{sa}} \right) \right] (I_cR) \leq I_g \quad \dots\dots\dots 2.17$$

McR= momento flexionante de falla, debido a la aplicación de cargas laterales y verticales,

$$McR = 5 \cdot S \cdot \sqrt{f'c} \quad \dots\dots\dots 2.18$$

$$S = \frac{I_cR}{c} \quad \dots\dots\dots 2.19$$

As cal. 14 fy= 5600 kg/cm2 tipo zig-zag a cada 20.00

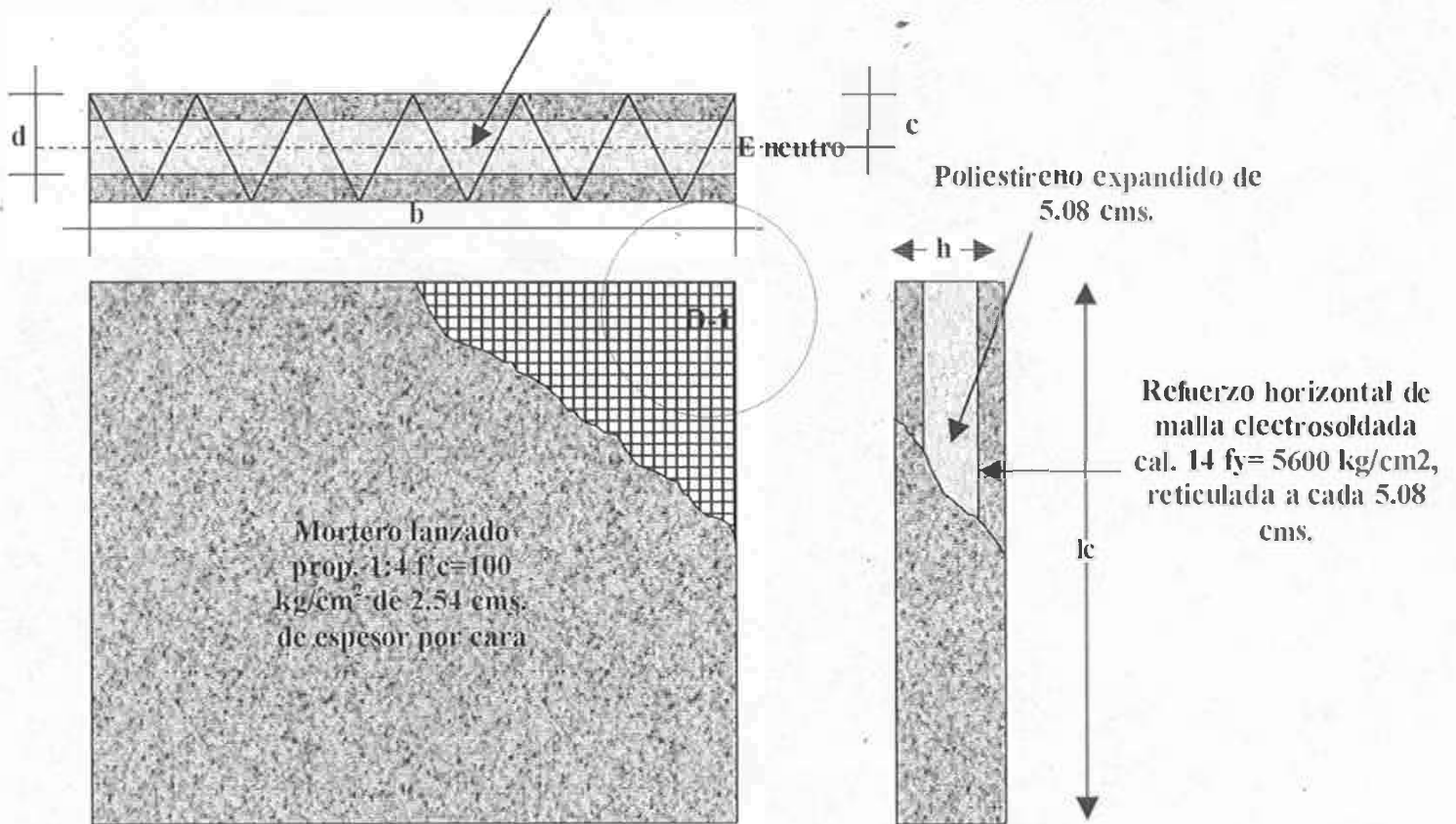


Fig. 2.10. Planta, alzado y corte de muro de panel de poliestireno expandido reforzado con tridestructura de alambre de acero.

DETALLE D-1, figura 2.11,

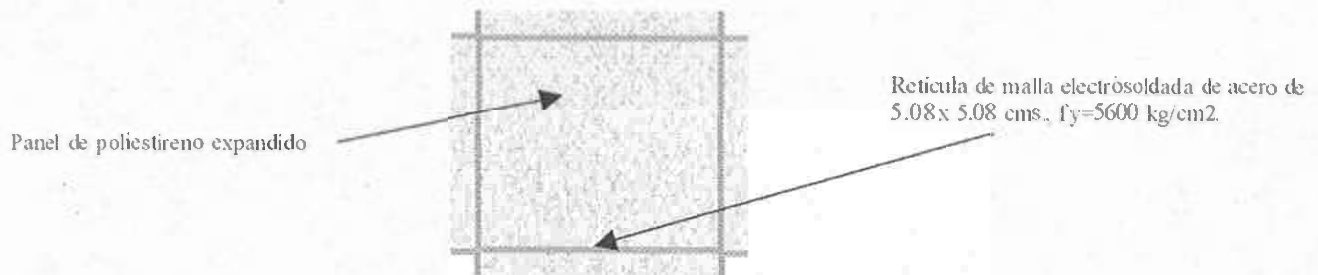


Fig. 2.11 Red de acero de ref. a base de malla electrosoldada de 5.08 x 5.08 cms.  $f_y = 5600 \text{ kg/cm}^2$ , para panel de poliestireno expandido

Ver anexo A4, para memoria de cálculo del diseño de un metro lineal de muro carga aligerado, utilizando el método alternativo del ACI-318-99, antes descrito.

## 2.6 REVISIÓN POR CORTANTE PARALELO AL EJE DEL MURO DE DISEÑO

Condición a cumplir que:  $V_u \leq \phi V_n$ , donde:

$$V_u = \text{cortante sísmico} = C_f \times P_u \dots\dots\dots 2.20$$

$C_f =$  según tipo de zona 2 y rango de altura entre 4.00 y 9.00 m.,

$$P_u = (1.4 \cdot WD + 1.7 \cdot WL) \times 0.75 \times 1.87, \text{ kg.} \dots\dots\dots 2.21$$

Por lo tanto,  $V_u = C_f \cdot P_u \times 0.75 \times 1.87, \text{ kg.}$

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_s) \leq \phi \times 1.10 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot b, \text{ kg.} \dots\dots\dots 2.22$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot b \leq \phi \cdot 2.70 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot b, \text{ kg.} \dots\dots\dots 2.23 \text{ y } 2.24$$

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot \frac{b_w}{b}, \text{ kg.} \dots\dots\dots 2.25$$

Por lo tanto, si  $\phi V_n \geq V_u$ , se acepta por sismo y el refuerzo mínimo vertical será:

$$A_{sv} = 0.0025 \cdot b_w \cdot b, \text{ cm}^2 \dots\dots\dots 2.26$$

A cada cara será la mitad del área, por lo tanto, se aceptará el cal. de la malla propuesta para el diseño.



## 2.6.1 MEMORIA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MURO DE CARGA ALIGERADO.

### A) Datos del diseño por viento en muro externo:

Muro ubicado en el eje 5 entre el eje e y el eje g,

Carga que baja por un metro lineal de muro,  $P_u = 1946.68 \text{ kg/m}$ ,

Espesor del panel  $e = 5.08 \text{ cm.}$ ,

Espesor del mortero  $\text{rec.} = 2.54 \text{ cms.}$ , por cada cara del panel,

Presion de viento  $D_o = 30 \text{ kg/cm}^2$ , para estructuras comunes,

Factor de viento  $k = 1.00$ , para zona urbana típica,

Factor de altura  $C_z = 1.00$ , para menos de 10.00 m

Factor de muro  $C_p = 0.80$  muro a barlovento,

Factor de muro  $C_p = -0.50$  muro a sotavento,

Factor de muro  $C_p = -0.70$  muro lateral,

Altura de muro  $L_c = 2.70 \text{ m.}$

Momento ultimo  $M_u = 1946.68 + (1.50 + 0.03h)$ ; hes espesor total de muro = 10.16 cm.,

$M_u = 8853.50 \text{ kg-cm.}$

Momento flexionante por viento en apoyo  $M = (P \times L_c^2)/8$ , ver figura 2.12,

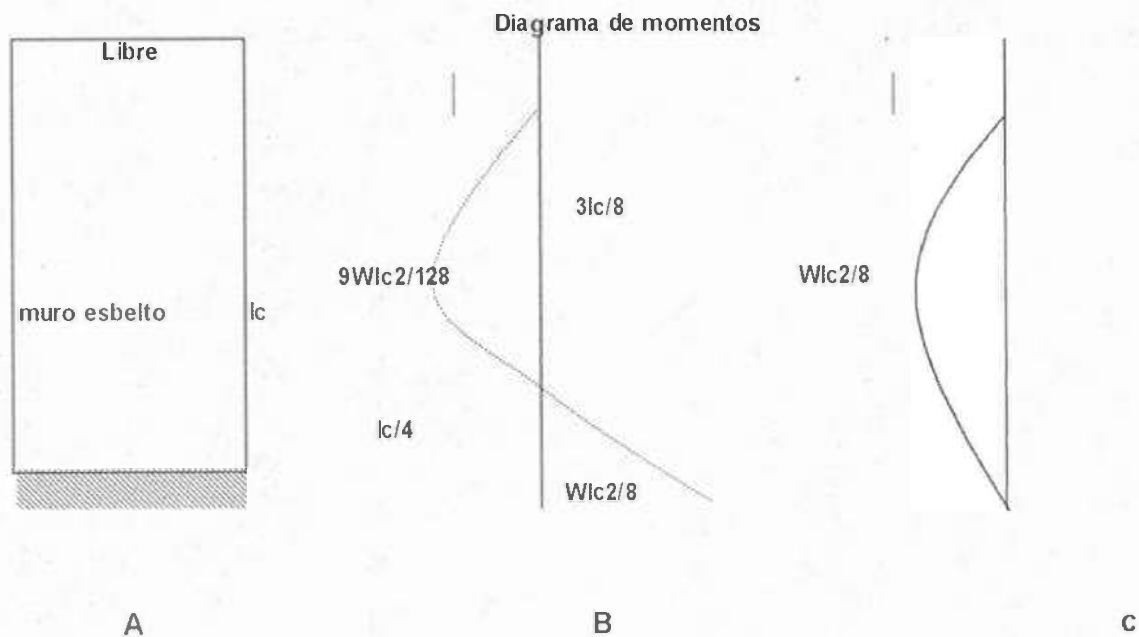


Fig 2.12 diagrama de momentos. para momento en apoyo o

Momento flexionante por viento en apoyo  $M = (P \times Lc^2)/8$ ,  $P =$  presión de diseño por viento;

$P = C_p \times C_z \times k \times P_o$ , donde la presión crítica se presenta a barlovento, sustituyendo datos:

$P = 0.80 \times 1.00 \times 1.00 \times 30 = 24 \text{ kg/m}^2$ , por lo tanto y basados en el diagrama de momentos mostrado en la fig. 2.12;

$M = (24 \times 2.70^2)/8 = 2187.00 \text{ kgs-m}$ , por lo tanto  $M_u = 2187.00 \times 0.75 \times 1.70 = 2788.43 \text{ kg-cm}$ ,

Momento a media altura es 2788.43 kg-cm.

### B) Revisión a flexo-compresión;

$P_u = 1946.68 \text{ kg/ml}$ ,

$\phi = 0.90$ ,

$A_s = 1.2960 \text{ cm}^2$ ,

$f_y = 5600 \text{ kg/cm}^2$ ,

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

$b = 100.00 \text{ cm}$ ,

$E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2$ ,

Condición a cumplirse  $\phi M_n \geq M_u$ ;

$$\phi M_n = \phi \cdot A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right);$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \leq 2.54 \text{ cm},$$

$$a = \frac{1.2960 \times 5000}{0.85 \times 100 \times 100} = 0.7624 \text{ cm}$$

$$d = e \text{ panel} + \text{rec} = 5.08 + 2.54 = 7.62 \text{ cm},$$

$$\phi M_n = 0.90 \times 1.2960 \times 5000 \left( 7.62 - \frac{0.7624}{2} \right) = 42,216.68 \text{ kg.cm.}$$

Cálculo del  $M_u$ :

$$M_u = \frac{M_{ua}}{1 - \frac{5 \cdot P_u \cdot Lc^2}{\phi \cdot 48 \cdot E_c \cdot I_{cr}}}$$

donde:

$M_{ua} = 2788.43 \text{ kg-cm}$ , en el centro del claro vertical,

$P_u = 1946.68 \text{ kg}$ ,

$L_e = 270.00 \text{ cms}$ ,

$\phi = 0.70$ ,

$E_c = 15100 \cdot \sqrt{f'_c} = 15100 \cdot \sqrt{100} = 151,000 \text{ kg/cm}^2$ ,

$I_{cr} = n \cdot A_{se} \cdot (d - c)^2 \left( \frac{b \cdot c^3}{3} \right)$

donde:

$$c = \frac{a}{0.85} = \frac{0.7624}{0.85} = 0.8969,$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2,040,000}{151,000} = 13.51 > 6, \text{ ok!}$$

$$A_{se} = \frac{(P_u + A_s \cdot f_y)}{f_y} = \frac{(1785.33 + 1.2960 \times 5000)}{5000} = 1.65 \text{ cm}^2,$$

$$I_{cr} = 13.51 \times 1.65 \cdot (7.62 - 0.8969)^2 + \frac{(100 \times 0.8969^3)}{3} = 1053.20 \text{ cm}^4$$

$$M_u = \frac{(2788.43 + 8119.68)}{1 - \frac{5 \times 1785.33 \times 270^2}{0.70 \times 48 \times 151,000 \times 1033.5}} = 13424.56 \text{ kg-cm},$$

por lo tanto cumple la condición pasa por flexo-compresión.

### C) Revisión del acero por deflexión

Condición a cumplirse  $A_s \leq A_{s\text{máx}}$ .

$$A_{s\text{máx}} = \frac{L_e}{150} = \frac{270}{150} = 1.80 \text{ cm},$$

$$A_s = \frac{5 \cdot M \cdot L_e^2}{48 \cdot E_c \cdot l_e}$$

donde:

$$I_e = (M_{cr} / M_{sa})^3 \cdot I_g + (1 - M_{cr} / M_{sa})^3 \cdot I_{cr} \leq I_g$$

$$I_g = 2 \cdot A \cdot y^2$$

donde:  $y$  es la distancia del centro del muro al centro de un recubrimiento,

$$y = 3.81 \text{ cms.},$$

$$I_g = 2 \times 254 \times 3.81 = 7374.18 \text{ cms}^4,$$

$$M_{cr} = 5 \cdot S \cdot \sqrt{f'c};$$

$$S = I_{cR} / C;$$

$$C = 2 \times \text{recub.} = 2 \times 2.54 = 5.08,$$

$$S = 1,053.20 / 5.08 = 207.32 \text{ cms}^3,$$

$$M_{cr} = 5 \times 207.32 \times 10 = 10366.17 \text{ kg-cm.}$$

$$M_{sa} = M_{ua} / (0.75 \times 1.70) = 11641.92 / (0.75 \times 1.70) = 9130.92 \text{ kgs-cms.},$$

$$I_e = (10366.17 / 9130.92)^3 \times 7374.18 + ((1 - (10366.17 / 9130.92))^3 \times 1053.20) = 10787.4 \text{ cms}^4$$

$$M = M_{sa} / ((1 - (5 \times P_s \times L_e^2 / 48 \times E_c \times I_e)));$$

$$P_s = P_u / 1.40 = 1946.68 / 1.40 = 1390.49 \text{ kgs},$$

$$M = 9130.92 / ((1 - (5 \times 1390.49 \times 270^2 / 48 \times 151000 \times 10787.4))) = 9190.49 \text{ kgs-cms},$$

$$A_s = ((5 \times 9190.49 \times 270^2) / (48 \times 151000 \times 10787.40)) = 0.0428 \text{ cms} \leq 1.80 \text{ cms}$$

Por lo tanto se acepta área de acero propuesta para el refuerzo del panel.

#### d).- Revisión por cortante paralelo al eje del muro

Condición a cumplir que;

$$V_u \leq \phi V_n, \text{ donde;}$$

$$V_u = \text{cortante sismico} = C_f \times P_u$$

$$C_f = 0.19, \text{ según tipo de zona 2 y rango de altura entre 4.00 y 9.00 mts.},$$

$$P_u = 1946.68 / (0.75 \times 1.87) = 1526.81 \text{ kgs},$$

$$\text{Por lo tanto } V_u = 0.19 \times 1946.68 = 369.87 \text{ kgs.}$$

$$\phi V_n = \phi (V_e + V_s) \leq \phi \times 1.10 \times \sqrt{f'c} \times b_w \times b,$$

$$0.85 \times 1.10 \times \sqrt{100} \times 5.08 \times 100 = 13716 \text{ kgs.},$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b_w \times b = 0.53 \times \sqrt{100} \times 5.08 \times 100 = 2692.40 \text{ kgs.},$$

$$V_s = A_v \times f_y \times b_w / b = 1.2960 \times 5000 \times 5.08 / 100 = 329.18 \text{ kgs.}, \leq \phi \times 2.10 \times 100 \times 5.08 \times 100$$

Por lo tanto  $\phi V_n = 0.85 \times (2692.40 + 329.18) = 2568.34 > 369.87 \text{ kgs.}$  Se acepta por sismo,

El refuerzo mínimo vertical será  $A_{sv} = 0.0025 \times b_w \times b = 0.0025 \times 5.08 \times 100 = 1.27 \text{ cms}^2$ , total, a cada cara será  $0.635 \text{ cms}^2$  por lo tanto se acepta la malla cal. 14 propuesta para el diseño.

# **INTERPRETACIÓN DEL DISEÑO DE MURROS DE CARGA ALIGERADOS**

# **INTERPRETACIÓN DEL DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS**

## **3.1 INTERPRETACION DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CALCULO DEL DISEÑO DE MUROS ALIGERADOS**

Los resultados que se obtuvieron de los calculos de las expresiones matemáticas para el diseño de un metro lineal de muro de carga aligerado por el método alternativo de ACI 318-99, tomando el mas critico, dan como solución las características físicas del muro de carga , que en este caso se determina;

- 1.- que para soportar la carga axial que se distribuye y se transmite por los diferentes ejes que se ubican en el proyecto, es suficiente con utilizar panel de poliestireno expandido de 2" de espesor,
- 2.- reforzado con una tridiestructura de alambre de acero de alta resistencia ( $f_y = 5600 \text{ kg/cm}^2$ ), empleando malla exterior electrosoldada de 2" x 2" por retícula, esta será cal. 14, la cual absorberá los esfuerzos producidos por tensiones tanto por sollicitaciones o por esfuerzos internos que se presenten en la capa de recubrimiento,
- 3.-misma que tendrá un espesor máximo de 5.08 cms. por ambos lados del panel, donde se concentraran los esfuerzos por compresión debidos a cargas gravitacionales.

## **3.2 COMPARACION DE COSTOS POR FABRICACIÓN DE MURO DE CARGA ALIGERADO CONTRA MURO DE BLOCK Y MURO DE LADRILLO DE BARRO RECOCIDO**

Por lo general o por costumbre las empresas privadas o publicas del ramo constructivo han conservado el empleo de materiales de mampostería para la fabricación de muros, tanto de carga como divisorios en la edificaciones, refiriéndome al bloque de concreto y ladrillo de barro recocido, talvez por que han sido durante muchos años lo único en el mercado, de tal manera que se han creado procesos constructivos y sistemas de calculo para los mismos, cayendo en la idea de que

tanto para un metro cuadrado de muro de block de concreto y ladrillo de barro recocido como para panel, encontramos las sig. observaciones; ver tabla 3.1,

TABLA 3.1

Comparación de Costos por Fabricación de Muros de Mampostería		
Concepto	Unidad	Precio Unitario a costo directo
Muro de Panel Estructural 2"e.	M2	\$204.61
Muro de Block de Concreto 20.00 cms.	M2	\$225.60
Muro de Ladrillo de barro recocido 14.00 cms.	M2	\$224.44

Cabe aclarar que los precios de los conceptos por fabricación de muros de block y ladrillo incluyen acabado final, consistente en un aplanado de mortero cemento-arena prop.: 1:4, de 2.00 cms. de espesor y que además no se incluyen los costos de fabricación de elementos de confinamiento como castillos de concreto reforzados o castillos ahogados si así lo especificara el calculo estructural, ver anexo A7, para análisis detallado de costos unitarios.

Como se aprecia en al tabla anterior la opción mas económica para la fabricación de un muro de carga es utilizando materiales aligerados, este caso panel estructural, pero es importante realizar el calculo estructural según el caso de uso de este material.



# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Las conclusiones a las cuales hemos llegado a través del desarrollo del tema para disertación "DISEÑO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS", se enmarcan dentro de la necesidad de iniciar la revolución de procesos constructivos para la fabricación de muros de carga y divisorios en nuestros proyectos de tipo casa-habitación, tanto de fraccionamientos de interés social como residencial, ya que desde el siglo antepasado y hasta nuestros días, se han conservado las costumbres de utilizar materiales y procesos demasiados tradicionales y costosos, de antemano la razón es conocida, ya que los individuos que conforman los sectores constructivos, tanto consumidores como comerciales, se han conformado con ideas excesivamente conservadoras y poco innovadoras sobre las técnicas de fabricación de materiales para la edificación, pero los resultados obtenidos en la investigación anterior nos arrojan los parámetros para poder determinar con exactitud la capacidad de trabajo de otros materiales diferentes a los consumidos por la mayoría, como es el del panel de poliestireno expandido reforzado con una tridiestructura de alambre de acero cal. 14, de alta resistencia, recubierto con una capa de mortero cemento-arena prop.: 1:4, de 2.54 cms., de espesor,  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , por ambas caras, ya que este sistema, empleado correctamente y siguiendo el proceso constructivo adecuado, es capaz de soportar esfuerzos de compresión producidos por cargas gravitacionales axiales, además de someterse a esfuerzos de cortante vertical y horizontal, ya que la unión entre paneles permiten que se forme una sola estructura y trabaje como cual, absorbiendo esfuerzos presentes en movimientos sísmicos y en fenómenos meteorológicos, evitando así encarecer la obra empleando elementos estructurales como son trabes y columnas, por lo cual el sistema se vuelve funcionalmente estructural, siendo este además térmicamente óptimo ya que su interior de poliestireno expandido no permite el traspaso de temperaturas excesivas altas y bajas, esto es una ventaja económica sobre los demás materiales, ya que al utilizarlo estamos protegiendo térmicamente los espacios interiores del proyecto, es importante concluir que el diseño de muros de carga aligerado calculado en nuestro proyecto no requiere elementos de confinamiento o refuerzo lateral con respecto a los muros de block de concreto y ladrillo de barro recocido, esto lo hace mas funcional y económico en suministros, mano de obra y procesos constructivos.

## BIBLIOGRAFÍA

APUNTES DE ANÁLISIS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA PARA EL CURSO DE PRETITULACION "DISEÑO INTEGRAL DE CASA-HABITACION", 2001, México, Pp (33).

CONCRETO W, 2000, MANUAL TÉCNICO DE INFORMACIÓN DEL PANEL W, México, Pp (11).

GARCIA DEL VALLE G., 1993, EDIFICACIÓN II, Diana, México, Pp (293).

GONZALES CUEVAS, ROBLES NORIEGA, 1993, CONCRETO REFORZADO, Limusa, México, Pp (757).

GRUPO FANOSA, 1999, MANUAL TÉCNICO, AISLA-PANEL FANOSA, México, Pp (20).

GRUPO FANOSA, 1999, MANUAL TÉCNICO, AISLA-PANEL FANOSA GUIA DE INSTALACION, México, Pp (2).

GRUPO FANOSA, 1999, MANUAL TÉCNICO, SISTEMAS Y PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION, México, Pp (2).

GRUPO FANOSA, 2000, MANUAL TÉCNICO DE INSTALACION FOAM BLOCK FANOSA, México, Pp (33).

GRUPO FANOSA, 1999, MANUAL TÉCNICO, INSUL-PANEL FANOSA, México, Pp (5)

GRUPO FRIGOLIT, 2000, MANUAL TÉCNICO DE INFORMACIÓN DE FRIGOCOR SISTEMA DE PANEL CONSTRUCTIVO, México, Pp (20).

MERRIT F. et.al, 1999, MANUAL DEL INGENIERO CIVIL ,Tomo I, Mc Graw Hill, México, Pp (760).

PUIGSERVER S, et.al.,1998, OCÉANO UNO COLOR- DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO,  
Océano, México, Pp (1500).

REGLAMENTO ACI-318-95, 1995, PP(55).

REGLAMENTO ACI-318-99, 1999, P(100). Editado en idioma extranjero (ingles americano).

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL), 1994; CATALOGO I CONCURSO DE  
TECNOLOGÍAS PARA LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL, MÉXICO, PP (500).

# **TABLA DE CALCULO PARA EL ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES**

## TABLA DE CALCULO PARA EL ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES

CARGAS MUERTAS ((c) x (γ))				CARGAS VIVAS			CARGAS FACTORIZADAS		
LOSA DE AZOTEA PLANA	e (mts)	γ (kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>2</sup>	LOSA DE AZOTEA PLANA	kg/m <sup>2</sup>	CM (1.4)	CV (1.7)	COMBINACIÓN	
APLANADO DE YESO INTERIOR	0.02	1500.00	30.00	SEGUN EL REG. ACI-318-95	100.00	42.00	170.00	212.00	
LOSA DE CONCRETO REFORZADO	0.11	2400.00	266.13			372.59		372.59	
TERRADO MAT. INHERTE (mp=1.5%)	0.08	1700.00	142.80			199.92		199.92	
MORTERO CAL-ARENA	0.02	1500.00	30.00			42.00		42.00	
LOSETA DE BARRO	0.02	1500.00	30.00			42.00		42.00	
CARGA ADICIONAL			20.00			28.00		28.00	
REC. CON MORTERO			20.00			28.00		28.00	
<b>SUMA DE CARGAS</b>			<b>538.93</b>	<b>SUMA DE CARGAS</b>	<b>100.00</b>	<b>754.51</b>	<b>170.00</b>	<b>924.51</b>	
<b>LOSA DE ENTREPISO</b>				<b>LOSA DE ENTREPISO</b>					
APLANADO DE YESO INTERIOR	0.02	1500.00	30.00	SEGUN EL REG. ACI-318-95	170.00	42.00	289.00	331.00	
LOSA DE CONCRETO REFORZADO	0.11	2400.00	266.13			372.59		372.59	
PEGA PISO			7.00			9.80		9.80	
PISO DE CERÁMICA			10.42			14.58		14.58	
CARGA ADICIONAL			20.00			28.00		28.00	
<b>SUMA DE CARGAS</b>			<b>333.55</b>	<b>SUMA DE CARGAS</b>	<b>170.00</b>	<b>466.97</b>	<b>289.00</b>	<b>755.97</b>	
<b>MUROS EXT. P.A.</b>				<b>MUROS EXT. P.A.</b>					
MURO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO									
CON TRIDESTRUCTURA DE ALAMBRE									
ACERG. ( MIN. COM. 2" DE ESP.)			7.00			9.80		9.80	
MORTERO CEM-ARENA ( POR AMBAS	0.05	2100.00	105.00			147.00		147.00	
APLANADO DE YESO INTERIOR	0.02	1500.00	22.50			31.50		31.50	
<b>SUMA DE CARGAS</b>			<b>134.50</b>	<b>SUMA DE CARGAS</b>	<b>0.00</b>	<b>188.30</b>	<b>0.00</b>	<b>188.30</b>	
<b>MUROS INT. P.A.</b>				<b>MUROS INT. P.A.</b>					
MURO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO									
CON TRIDESTRUCTURA DE ALAMBRE									
ACERG. ( MIN. COM. 2" DE ESP.)			7.00			9.80		9.80	
MORTERO CEM-ARENA ( POR AMBAS	0.05	2100.00	105.00			147.00		147.00	
APLANADO DE YESO (POR AMBAS CA	0.03	1500.00	45.00			63.00		63.00	
<b>SUMA DE CARGAS</b>			<b>157.00</b>	<b>SUMA DE CARGAS</b>	<b>0.00</b>	<b>219.80</b>	<b>0.00</b>	<b>219.80</b>	

# **TABLA CALCULO PARA BAJADA DE CARGAS MUERTAS TRANSMITIDAS POR EJES (KG/MIL)**

# TABLA CALCULO PARA BAJADA DE CARGAS MUERTAS TRANSMITIDAS POR EJES (KG/ML)

EJE DE BAJADA O TRANSMISIÓN DE CARGAS	DEL EJE	LOSA DE AZOTEA			LOSA DE ENTREPISO			MUROS			F.C.		CARGA SOBRE TERRENO	CARGAS ULTIMAS
		CMS	538.93	CMS	333.55	ALIG. ENT.	134.50	FCM	1.40	FCV	1.70			
												CVS		
CLARO MAX.	5.48	CLARO MAX.	4.75	AL.TURA MAX.	2.70									
	AL EJE	CARGA DE AZOTEA $W_{a1/4}$ o $((W_{a1/4})-(2m))$	MUROS DE PLANTA ALTA	CONCENTRACION EN AZOTEA	CARGAS EN ENTREPISO $W_{a1/4}$ o $((W_{a1/4})-(2m))$	MUROS DE PLANTA BAJA	CONCENTRACION EN ENTREPISO O CARGA LINEAL*	CARGA SOBRE CIMENTACION (Sumatoria de bajada y transmisión de cargas)						
I	B	606.30			375.24		37.10	1018.64						
1	C	538.93			333.55		37.10	909.58						
2	C	1077.87			667.10		37.10	1782.07						
2	F	363.78			225.15		37.10	626.03						
3	B	606.30						606.30						
5	C	295.07			182.62		37.10	514.78						
5	E	607.65			376.08		37.10	1020.82						
B	I	714.73						714.73						
C	1	1291.26			356.82		37.10	1685.18						
C	2	454.09			676.03		37.10	1167.22						
E	2	1092.44						1092.44						
F	1	576.53			356.82		37.10	970.45						
G	2	606.60			375.03		37.10	1018.72						
2	B				749.75		37.10	786.85						
5	B				375.24		37.10	412.34						
B	1				358.57		37.10	395.67						
E	2				676.12		37.10	713.22						
B	2				373.35		37.10	410.45						

\* La expresión matemática para el cálculo de cargas lineales a cargas uniformemente repartidas es :  $(W_{total} \text{ del tablero o losa}) \times (\text{Coef. Según tabla 2.3})$



**TABLA DE CALCULO PARA BAJADA DE CARGAS VIVAS  
TRANSMITIDAS POR EJES (KG/MIL)**

**TABLA DE CALCULO PARA BAJADA DE CARGAS VIVAS TRANSMITIDAS POR EJES (KG/ML)**

EJE DE BAJADA O TRANSMISION DE CARGAS	DEL EJE	LOSA DE AZOTEA			LOSA DE ENTREPISO			MUROS			F.C.		CARGA SOBRE TERRENO	CARGAS ULTIMAS
		AL EJE	CARGA DE AZOTEA $W_{1/4}$ o $((W_{1/4})-(2m))$	MUROS DE PLANTA ALTA	CONCENTRACION EN AZOTEA	CARGAS EN ENTREPISO $W_{1/4}$ o $((W_{1/4})-(2m))$	MUROS DE PLANTA BAJA	CONCENTRACION EN ENTREPISO O CARGA LINEAL*	CARGA SOBRE CIMENTACION (Sumatoria de bajada y transmision de cargas)	ALIG. EXT.	FCM	1.40		
										ALIG. INT.	FCV			
CLARO MAX.		5.48	CLARO MAX.	4.75	ALTIMA MAX.	2.70								
1	B	C	112.50			191.25				303.75				
1	C	F	100.00			170.00				270.00				
2	C	F	200.00			340.00				540.00				
2	F	G	67.50			114.75				182.25				
3	B	C	112.50							112.50				
5	C	E	54.75			93.08				147.83				
5	E	G	112.75			191.68				304.43				
B	1	3	132.62							132.62				
C	1	2	239.60			181.86				421.46				
C	2	5	146.25			344.55				490.80				
E	2	5	207.38							207.38				
F	1	2	106.98			181.86				288.84				
G	2	5	111.70			190.62				302.32				
2	B	C				382.12				382.12				
5	B	C				191.25				191.25				
B	1	2				182.75				182.75				
E	2	5				344.60				344.60				
B	2	5				189.36				189.36				

**DISEÑO PARA UN METRO LINEAL DE MURROS DE CARGA  
ALIGERADOS POR EL MÉTODO ALTERNATIVO DEL ACI-318-99**

# DISEÑO PARA UN METRO LINEAL DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS POR EL MÉTODO ALTERNATIVO DEL ACI-318-99

## ANÁLISIS DE CARGA EN MURO EXTERNO

$P_u = 1.4 \times 1020.82 \text{ CM} + 1.7 \times 304.43 \text{ CV} = 1946.68$

Muro ubicado en el eje S entre el E y el G (mas critico).  
Ver anexo A2 y A3.

4.5l ems.

DATOS	1946.68	kg. por m
$P_u$	1946.68	kg. por m
$P_d$	5.08	cms.
$P_o$	2.54	cms
$k$	30.00	kg/cm <sup>2</sup>
$C_z$	1.00	
$C_p$	1.00	
$C_p$	0.80	
$C_p$	-0.50	
$l_e$	-0.70	mts

presión de viento para estructuras comunes  
factor de viento para zona típica urbana  
factor de altura para muros de 10.00 mts  
factor de muro a barlovento  
factor de muro a sotavento  
factor de muro lateral  
altura del muro

DATOS	8833.50	24.00	2788.43	2388.43
$M_u$ (momento flexionante por excentricidad) $P_u \cdot e$ (kg-cm)	8833.50	24.00	2788.43	2388.43
$P$ (presión por viento, a barlovento) $C_p \cdot C_z \cdot A \cdot P_o$ (kg/m <sup>2</sup> )		24.00		
$M$ en apoyo $w \cdot l_e^2 / 8$ (kg-cm)			2788.43	2388.43
$M$ a media altura $w \cdot l_e^2 / 8$ (kg-cm)				2388.43

## REVISIÓN POR FLEJO-COMPRESIÓN

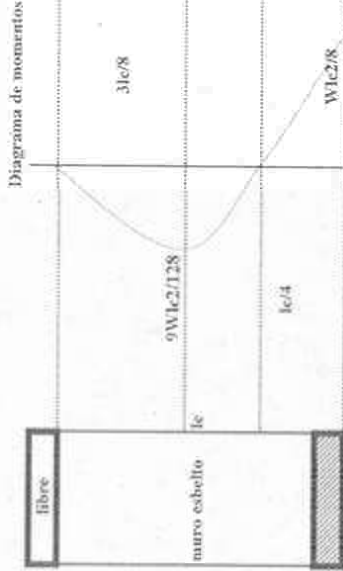
DATOS	1946.68	0.9000	1.2960	5000.0000	100.0000	100.0000	20.0000.0000
$P_u$	1946.68	0.9000	1.2960	5000.0000	100.0000	100.0000	20.0000.0000
$\phi$							
$A_s$							
$f_y$							
$f_c$							
$b$							
$E_s$							

$M_u$ Muro+Mapoyo (kg-cm)	$a \cdot A_s \cdot f_y / 0.85 \cdot f_c \cdot b$ (cms) $\leq r$	$\phi M_u$ $\phi A_s f_y (d - a/2)$ (kg-cms)	$E_c$ 15100 (mm <sup>2</sup> /C)	$n \cdot E_s / E_c > 6$	$A_{sc}$ $(P_u + A_s f_y / f_y)$ (cm <sup>2</sup> )	$e \leq 0.85$ (cm)	$I_e R_n \cdot n \cdot A_s \cdot e (d - e)^2$ $+ b c^3 / 3$ (cm <sup>4</sup> )	$M_u$ $M_u \cdot A / (I - ((S P_u l_e^2) / (48 E_c I_e)))$ (kg-cms)	$\phi M_u = M_u$
11641.92	0.7624	42216.8188	151000.00	13.51	1.69	0.8909	1053.203	33434.86	ok.!

## REVISIÓN POR DEFLECCIÓN DEL ACERO

CONDICIÓN  $A_s \leq A_s \text{ max}$

$A_s \text{ max } l_e / 150$ (cm <sup>2</sup> )	$A \cdot b c$ (cm <sup>2</sup> )	$I_g 2 A^2$ (cm <sup>4</sup> )	$S I_e R_n / C$ (cms <sup>3</sup> )	$M_e R$ $(M_e R / M_s a) / (0.75 \cdot l_e)$ (kg-cm)	$l_e$ $(M_e R / M_s a) / 3 l_e + (M_e R / M_s a) / 3 l_e$ (kg-cms)	$P_s \cdot P_u / 1.40$ (kgs)	$M \cdot M_s a / ((1 - (S P_u l_e^2) / (48 E_c I_e)))$ (kg-cms)	$A_s$ $5 M l_e^2 / (48 E_c l_e)$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s < 1.80 \text{ cms}$
1.80000	254.00	7374.18	207.32	10366.17	10787.4992	1390.49	0.042845	0.042845	ok.!



a b c

# REVISIÓN POR CORTANTE PARALELO

# DISEÑO PARA UN METRO LINEAL DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS POR EL MÉTODO ALTERNATIVO DEL ACI-318-99

REVISIÓN POR CORTANTE PARALELO

Muro ubicado en el eje 5 entre el E y el G (mas crítico) Long.

4.51 mts.

CONDICIÓN  $\phi V_n \geq V_u$

DATOS	
$f'_c$	100.00 kg/cms <sup>2</sup>
$b$	100.00 cms
$d$	7.62 cms
$bw$	5.08 cms
$b$	100.00 cms
CI	0.1900 zona tipo 2 rango de altura entre 4.00 y 9.00 mts.

$V_u$ cortante simplificado $C1xPu$ (kgs)	$F_u$ ( $W_u(0.75 + 1.70$ ))(kgs)	$V_u$ $C1xW_u(0.75x1$ )(kgs)	$V_c$ $0.53xraiz(f'_c)xb$ $wxb$ (kgs)	$V_s$ $A_vx(f_xbw/b$ $xbw^2z(f'_c)$ $xbw^2b$ (kgs)	$2.10^*raiz(f'_c)xb$ $w^*b$ (kgs)	$\phi V_n$ $\phi(V_c+V_s)$ (kgs) $=1.10xraiz$ $z(f'_c)xbwb$	$1.10xraiz(f'_c)xb$ $wxb$	cortante sismico	cortante paralelo
369.8690	1526.81	471.58	2692.40	329.18	10668.00	2568.35	5588.00	ok!!!	ok!!!

## REFUERZO MÍNIMO HORIZONTAL

$\rho_h$ $0.0025$ $(w_u/w)^2$ (ph- $0.0025) \geq$ $0.0025$	$\rho_h$ $0.0025 + 0.5(2.5 -$ $0.0025)bw$	Ash total (cms <sup>2</sup> )	Ash por cara (cms <sup>2</sup> )
0.0025	0.0073	1.2709	0.6350

**REVISIÓN POR CORTANTE HORIZONTAL O SISMO DE MURROS  
DE CARGA ALIGERADOS PARA CASA-HAB. DE DOS NIVELES  
UTILIZANDO EL MÉTODO SIMPLIFICADO**

## 2.6 REVISION POR CORTANTE HORIZONTAL O SISMO

La acción de fuerzas cortantes en sentido horizontal sobre la superficie de la tierra son provocadas movimientos subterráneos originados por excitación de las placas terrestres, los cuales son llamados sismos terrestres, para los cuales se realizara la revisión por cortante horizontal o sismo para muros de carga aligerados de casa – habitación de dos niveles, utilizando el método simplificado del ACI-318-95, siempre y cuando se cumplan con la condiciones del mismo;

### Condiciones para emplear el método simplificado:

- 1.- ubicación de la edificación en zonas sísmicas (A,B o C),
- 2.- el porcentaje de cargas sobre los muros no deberá ser menor del 75% del total de las mismas,
- 3.- la longitud del muro longitudinal paralelo al muro longitudinal mas largo no debe ser menor del 50% de la longitud del muro longitudinal mas largo,
- 4.- la longitud del muro transversal paralelo al muro transversal mas largo no debe ser menor del 50% de la longitud del muro longitudinal más largo,
- 5.- la relación entre el muro longitudinal más largo y el muro transversal más largo Serra igual o menor de 2.00
- 6.- la relación entre la altura total del edificio y la base del mismo será igual o menor a 1.50,
- 7.- la altura total del edificio será igual o menor de 13.00 mts.

Los muros que se construirán deben de resistir los esfuerzos cortantes horizontales o sísmicos, que se presentaran en el momento del fenómeno natural, por lo tanto es importante hacer trabajar al conjunto de muros como una sola estructura, tanto en el eje X como en el Y, es por eso tan necesario realizar correctamente y con firmeza las uniones entre paneles o muros.

Para que la revisión de los muros de carga aligerados por cortante horizontal sea satisfactoria, es necesario que el cortante que se presente en un movimiento sea menor al que la estructura pueda resistir en sus diferentes orientaciones, por lo que esto se expresa de la sig. manera:

Cortante Basal  $V_s < V_R$  Cortante Resistente.

Para el calculo del cortante basal se utiliza la sig. expresión :

$V_s = \Sigma P_i$  ; donde  $P_i$ , es el Cortante que se presenta en cada nivel de la estructura =  $C \times ((W_i \times h_i) / (\Sigma(W_i \times h_i)) \times (\Sigma W_i)$ , donde;

C es el coeficiente Basal que se obtiene de la tabla A 6.1, para las diferentes zonas sísmicas;

$W_i$  es la carga gravitacional factorizada que soporta la estructura; donde  $W_i = (W_u) \times (A)$ ;  $W_u$  es la carga gravitacional factorizada, dicho factor para cargas accidentales es 10.00% o 1.10, A es el área de cada nivel o planta y  $h_i$  es la altura acumulativa de cada nivel o planta. Para realizar los



cálculos del cortante basal es recomendable auxiliarse de una tabla para llevar un orden en los mismos.

Tabla A 6.1

Cocficiente Basal			
Tipo de muro	Altura (mts)	Tipos de zonas	
		1	2
Pzas. Macizas	H < 4.00	0.07	0.13
	H < 7.00	0.08	0.16
	7.00 < H < 13.00	0.08	0.19
Pzas. Huecas	H < 4.00	0.10	0.15
	4.00 < H < 7.00	0.11	0.19
	7.00 < H < 13.00	0.11	0.23

Para ver los cálculos del cortante basal tanto del segundo nivel como para el primer nivel, ver tabla de cálculo para revisión de muros de carga aligerados para casa-hab. de dos niveles por cortante horizontal o sismo.

Para el calculo del **Cortante Resistente**, se empleara la sig. expresión:

$$VR = \Sigma ((Fr)(Fe)(0.70)(v^*)(Li)(e)); \text{ donde}$$

FR es el factor de reducción, que se obtiene de las características físicas del muro, ver tabla A 6.2;

Fe es el Factor de esbeltez, ver tabla A 6.3;

v\* es el esfuerzo de cortante de diseño del material del muro, ver tabla A 6.4;

Li es la longitud del muro de carga de un eje a otro;

e es el espesor de diseño del muro de carga;

Tabla A 6.2

Factor de Reducción (FR) (%)	
Muros confinados y reforzados	0.60
Muros sin confinamiento y sin refuerzo	0.30



Tabla A 6.3

Factor de Esbeltez (FE)	
1.00	Si $H/L < 1.33$
$(1.33/L)^2$	Si $H/L > 1.33$

Tabla A 6.4

Esfuerzo cortante de diseño para diferentes materiales ( $v^*$ )			
Tipo de pieza	$v^*$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Mortero TI	Mortero TII	Mortero TIII
Tabique de barro recocido	3.50	3.00	3.00
Tabique de concreto $f'_c=80$ kg/cm <sup>2</sup>	3.00	2.00	2.00
Tabique hueco de barro	3.00	2.00	2.00
Bloque de concreto tipo A	3.50	2.50	2.50

Es importante auxiliarse de una tabla de calculo para obtener los cortantes resistentes de los muros por ejes tanto en orientación de la X como de la Y, ver tablas anexas.

REVISIÓN POR CORTANTE HORIZONTAL O SISMO DE MUROS DE CARGA ALIGERADOS PARA CASA-HAB. DE DOS NIVELES UTILIZANDO EL MÉTODO SIMPLIFICADO

CONDICIONES PARA EMPLEAR EL MÉTODO

DATOS		RESULTADOS	
TIPO DE ZONA DE LA ED.	(A,B,C)		
% DE CARGAS QUE SOPORTAN LOS MUROS:	( > 75% Wt)		
LONG. DEL MURO LONGITUDINAL (L)	MTS	OK!	
LONG. DEL MURO PARALELO AL LONGITUDINAL (L1)	(L1<0.5L)	OK!	
LONG. DEL MURO TRANSVERSAL (A)	MTS	OK!	
LONG. DEL MURO PARALELO AL TRANSVERSAL (A1)	(A1<0.5L)	OK!	
REL. E/ MURO LONG. Y TRANSV.	(L<2A)	OK!	
REL. E/ ALTURA Y BASE DEL ED.	(H/A<1.50)	OK!	
ALTURA TOTAL DEL ED.	(H>13.00MTS)	OK!	

DATOS	VALORES	UNIDADES
CMS PA.	538.95	kg/m <sup>2</sup>
CVS PA.	70.00	kg/m <sup>2</sup>
CMS PEP.	370.65	kg/m <sup>2</sup>
CVS PEP.	90.00	kg/m <sup>2</sup>
F.C.A.	1.10	%
W <sub>4A</sub>	669.83	kg/m <sup>2</sup> finet
W <sub>4EP</sub>	506.71	kg/m <sup>2</sup> finet
AREA TOTAL A.	73.69	m <sup>2</sup>
AREA TOTAL EP.	87.41	m <sup>2</sup>

OBTENCIÓN DEL CORTANTE BASAL (Kg/cm<sup>2</sup>)

NIVEL	Wt	h <sub>i</sub>	W <sub>4B</sub>	C	P <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
1	44.29	2.70	119.59	0.11	3.19	3.19
2	49.36	5.40	266.52	0.11	7.11	10.30
S	93.65	8.10	386.11			

OBTENCIÓN PRESIÓN DE CORTE

V <sub>i</sub>	10.30	KGS
----------------	-------	-----

COEFICIENTE BASAL C (según DF)			
TIPO DE MURO	ALTIMA	MTS	ZONAS
PZAS.	H < 4.00		2, 3
	H < 7.00	0.07	0.13
MACIZAS	7.00 < H < 13.00	0.08	0.16
	H < 4.00	0.10	0.15
PZAS. HUECAS	4.00 < H < 7.00	0.11	0.19
	7.00 < H < 13.00	0.11	0.23

OBTENCIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE DE DISEÑO

TIPO DE PIEZA	V <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	
	MORTERO I I	MORTERO I II
TABIQUE DE BARRO RECOCIDO	3.50	3.00
TABIQUE DE CONCRETO P p-80e/2	3.00	2.00
BLOQUE DE HUECO DE BARRO	3.00	2.00
BLOQUE DE CONCRETO TIPO A	3.50	2.50

M. CORTE Y REP.	FR %
M. B/ CONSP Y REP.	0.30

FE %	
H/L > 1.33	0.32
H/L < 1.33	0.02

OBTENCIÓN DEL CORTANTE RESISTENTE V<sub>R</sub> (KGS)

ORIENTACIÓN	EJE	DEL EJE	AL EJE	Y*	FR	c	L <sub>d</sub>	F reducción	FE	VK	SUMAS		
													Y*
Y	1	B	C	2.00	0.60	10.16	4.50	0.70	0.32	12.1992		OK!!!	
	1	C	F	2.00	0.60	10.16	4.00	0.70	0.32	10.8437		OK!!!	
	2	C	F	2.00	0.60	10.16	4.00	0.70	0.32	10.8437		OK!!!	
	2	F	G	2.00	0.60	10.16	2.70	0.70	0.32	7.3195		REQ. REV	
	3	B	C	2.00	0.60	10.16	4.50	0.70	0.32	12.1992		OK!!!	
	5	C	E	2.00	0.60	10.16	2.16	0.70	0.32	5.9369		REQ. REV	
	5	E	C	2.00	0.60	10.16	4.50	0.70	0.32	12.2263		OK!!!	
	2	B	C	2.00	0.60	10.16	4.50	0.70	0.32	12.1992		OK!!!	
	5	B	C	2.00	0.60	10.16	4.50	0.70	0.32	12.1992		OK!!!	
	B	1	3	2.00	0.60	10.16	5.48	0.70	0.32	14.8559		OK!!!	
X	C	1	2	2.00	0.60	10.16	4.30	0.70	0.32	11.6570		OK!!!	
	C	2	5	2.00	0.60	10.16	4.75	0.70	0.32	12.8769		OK!!!	
	E	2	5	2.00	0.60	10.16	4.75	0.70	0.32	12.8769		OK!!!	
	F	1	2	2.00	0.60	10.16	4.30	0.70	0.32	11.6570		OK!!!	
	G	2	5	2.00	0.60	10.16	4.75	0.70	0.32	12.8769		OK!!!	
	B	1	2	2.00	0.60	10.16	4.30	0.70	0.32	11.6570		OK!!!	
	B	2	5	2.00	0.60	10.16	4.75	0.70	0.32	12.8769		OK!!!	
	E	2	5	2.00	0.60	10.16	4.75	0.70	0.32	12.8769		OK!!!	
												95.97	
												101.33	

- A). -PRECIO UNITARIO POR FABRICACIÓN DE UN METRO CUADRADO DE MURO CARGA ALIGERADO.
- B).- PRECIO UNITARIO POR FABRICACIÓN DE UN METRO CUADRADO DE MURO DE BLOCK.
- C).-PRECIO UNITARIO POR FABRILACIÓN DE UN METRO CUADRADO DE MURO DE LADRILLO DE BARRO RECOCIDO





## METRO CUADRADO DE MURO DE CARGA DE LADRILLO

A7.3 FABRICACION DE MURO DE CARGA A BASE DE LADRILLO DE BARRO RECOCIDO 7.00 X 14.00 X 28.00 CMS., ACABADO CON UNA CAPA DE MORTERO CEM - ARENA DE 2.00 CMS. DE ESPESOR POR AMBAS CARAS, INC.: JUNTEADO ENTRE PIEZAS CON MORTERO CEM-CAL-ARENA 1:2:5 DE 1.50 CMS. DE ESP., NIVELADO, PLOMEADO, MUESTREADO, APLANA DO FLOTEADO FINO Y RET. DE SOB RANTES FUERA DEL LUGAR DE LOS TRABAJOS M2

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
<b>MATERIALES</b>					
B152040	LADRILLO DE BARRO RECOCIDO 7.00 X 14.00 X 28.00 CMS.	PZA	39.0625	\$1.50	\$58.59
CGC01	CEMENTO GRIS CAMPANA II	TON	0.0296	\$1,495.65	\$44.31
CALH25	CAL HIDRATADA	SACOS	0.7734	\$24.93	\$19.28
ARENA	ARENA	M3	0.0956	\$100.00	\$9.56
<b>SUMA</b>					<b>\$131.74</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
MO01	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.4000	\$150.00	\$60.00
MO02	AYUDANTE	JOR	0.4000	\$75.00	\$30.00
<b>SUMA</b>					<b>\$90.00</b>
<b>MAQUINARIA O EQUIPO</b>					
3%DEP. HERR. MENOR					\$2.70
<b>SUMA</b>					<b>\$2.70</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$224.44</b>
SUMA					\$224.44
0.00% COSTO INDIRECTO					\$0.00
SUMA					\$224.44
0.00% FINANCIAMIENTO					\$0.00
SUMA					\$224.44
0.00% UTILIDAD					\$0.00
<b>COSTO UNITARIO</b>					<b>\$224.44</b>