

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLAS DE HIDALGO.**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE LOSA ALIGERADA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE CASAS HABITACIÓN”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ADAN GARCÍA TOVAR

ASESOR DE TESIS:

M.A. RAMIRO SILVA OROZCO

COASESOR DE TESIS:

DR. JOSÉ DE JESÚS ÁLVAREZ SERENO

MORELIA, MICHOACÁN. AGOSTO DEL 2010

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

EL SR. JUAN CARLOS GARCÍA ESTRADA Y LA SRA. MARTA TOVAR RUÍZ, AGRADEZCO EL APOYO INCONDICIONAL QUE ME BRINDARON DURANTE EL TRANCURSO DE MIS ESTUDIOS, ASÍ COMO TAMBIÉN HOY EN DÍA QUE ESTOY EJERCIENDO MI PROFESIÓN. LOS QUIERO.

A MIS HERMANOS:

CON CARIÑO. **JAZMÍN, RUBÍ Y ABEL,** CON LOS CUALES SIEMPRE CONTARÉ. ESPERANDO QUE LOGREN UNA META COMO ÉSTA EN EL DESARROLLO DE SUS VIDAS, YA QUE ES MUY SATISFACTORIA.

A MI NOVIA:

DULCE MARGARITA SORIANO DIEGO, A LA CUAL AMO Y NUNCA DEJARÉ DE HACERLO. POR EL APOYO QUE SIEMPRE ME HA BRINDADO BAJO CUALQUIER CIRCUNSTANCIA.

A MIS ASESORES DE TESIS:

M.A. RAMIRO SILVA OROZCO Y DR. JOSÉ DE JESÚS ÁLVAREZ SERENO, LOS CUALES FUERON EXCELENTES PROFESORES DURANTE EL ESTUDIO DE MI PROFESIÓN Y LOS MEJORES EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN Y EXPLICACIÓN PARA LLEVAR A CABO MI TESIS. MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO II.....	4
II. ANTECEDENTES DE LA HABITACIÓN Y MATERIALES ACTUALES DE CONSTRUCCIÓN.....	5
II.1 MATERIALES ACTUALES DE CONSTRUCCIÓN.....	13
II.1.1 MADERA.....	13
II.1.2 AGREGADOS.....	15
II.1.3 MAMPOSTERÍA.....	17
II.1.4 CEMENTO.....	19
II.1.5 ACEROS.....	21
CAPÍTULO III.....	23
III. TIPOS DE LOSAS ACTUALES PARA CASA HABITACIÓN.....	24
III.1 LOSA PLANA O MACIZA.....	24
III.2 LOSA ALIGERADA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.....	28
III.3 LOSA RETICULAR.....	33
III.4 LOSA DE PANEL ESTRUCTURAL.....	38
CAPÍTULO IV.....	44
IV. CÁLCULO Y COSTO ACTUAL DE UNA LOSA MACÍZA.....	45
IV.1 PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	46
IV.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.....	48
IV.3 CÁLCULO DE LOSA DE ENTREPISO.....	50

IV.3.1 CARGAS ADICIONALES QUE TRABAJAN SOBRE LA LOSA DE ENTREPISO (ANALIZADAS PARA EL TABLERO # 3 DE LA MISMA).....	51
IV.4 CÁLCULO DE LOSA DE AZOTEA.....	59
IV.5 COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LOSAS (AZOTEA Y ENTREPISO).....	67
CAPÍTULO V.....	68
V. CALCULO Y COSTO ACTUAL DE UNA PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.....	69
V.1 PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.....	69
V.2 MATERIALES DE LA VIGUETA PROPUESTA.....	70
V.2.1 DIMENSIONES DE LA VIGUETA PROPUESTA.....	71
V.2.2 CORTE DE LA VIGUETA PROPUESTA.....	71
V.3 PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	72
V.4 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.....	74
V.5 CÁLCULO DEL PESO NORMAL DE LA PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.....	76
V.6 ANÁLISIS DE CARGAS DE LA LOSA ALIGERADA DE AZOTEA..	77
V.7 ANÁLISIS DE CARGAS DE LA LOSA ALIGERADA DE ENTREPISO.....	78
V.7.1 CARGAS ADICIONALES QUE TRABAJAN SOBRE LA LOSA DE ENTREPISO (ANALIZADAS PARA EL TABLERO # 3 DE LA MISMA).....	79
V.8 ANÁLISIS DE LA VIGUETA PROPUESTA, DEMOSTRANDO QUE SOPORTA LAS CARGAS DE TRABAJO.....	80
V.8.1 ARMADO DE LAS LOSAS.....	83
V.9 VOLUMETRÍA DE MATERIALES.....	85

V.9.1 COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LOSAS (AZOTEA Y ENTREPISO).....	88
CAPÍTULO VI.....	89
VI. DIFERENCIA DE COSTOS, ASÍ COMO VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE LOSAS.....	90
VI.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UNA LOSA MACIZA.....	90
VI.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LOSA ALIGERADA.....	92
CAPÍTULO VII.....	94
VII. CONCLUSIONES.....	95
GLOSARIO.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	99

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN.

Dentro de este tema de tesis, hablaremos un poco de cómo el hombre al transcurrir su historia fue desarrollando una habilidad para ir mejorando los diferentes tipos de vivienda en los cuales habitaba, así como algunos de los materiales rudimentarios, con los cuales comenzó a realizar sus primeras construcciones para protegerse de la intemperie y vivir más cómodamente.

La realización de este trabajo está enfocado básicamente a las losas de casa habitación en general, con la finalidad de que el lector tenga una idea de los tipos de losas que existen actualmente. Para este tema de tesis se está proponiendo un sistema de losa aligerada, compuesta por una vigueta de acero y panel estructural, con la cual se pretende demostrar las ventajas y desventajas que existen entre la tradicional losa maciza y el de una aligerada.

Podemos decir que se lleva demasiado tiempo el armado y construcción de una losa maciza, al aplicar este sistema de losa aligerada le damos más rapidez a la construcción en general, ya que en cuanto se arme y cuele dicha losa, podemos inmediatamente entrar con la aplicación de los acabados interiores como son aplanados, yeso, firmes, etc.

Probablemente tenga el mismo costo la losa maciza que la aligerada, pero al aplicar la aligerada puede repercutir en tiempo como se menciono anteriormente, el cual también es muy importante, con respecto a la mano de obra que se tiene que pagar, ya que el ahorro que nos daría puede ser aplicado para la compra de más materiales para construcción ó para pagar más volúmenes de obra como pueden ser muros, castillos, trabes, etc.

Es por eso que en cualquier tipo de obra ó trabajo a realizar, debe desarrollarse un buen programa de obra a detalle, el cual es la base para saber desarrollar y controlar los tiempos de construcción.

También es importante para cualquier persona que tome lectura en este documento, el saber los diferentes tipos de losas existentes en la actualidad, ya que es posible que si pide ó hace el presupuesto de varias de ellas, le salga más económico que una tradicional, ya que el costo no solo repercute en la losa, sino que también repercute directamente en la cimentación, que por lo general es donde más se hace gasto, dependiendo de la casa habitación que se construya.

CAPÍTULO

II

II. ANTECEDENTES DE LA HABITACIÓN Y MATERIALES ACTUALES DE CONSTRUCCIÓN.

Los diversos tipos de casa habitación de todos los tiempos se han derivado de varios factores principales como son: situación geográfica, clima, género de vida social y económica, materiales de construcción de que se dispone y habilidades del hombre, tanto manuales como mentales; pudiendo sumar a estos factores el adelanto actual en materia técnica.

Por estas razones no es posible unificar, ni por épocas, ni por países, la casa habitación; ya que a través del tiempo, y según las diferentes culturas, ha existido una gran variedad. Por lo tanto en seguida se hace un breve resumen de su evolución.

De los tiempos que precedieron a la Prehistoria, no se han encontrado datos o documentos sobre este tema.

La Prehistoria, de acuerdo con las investigaciones realizadas por los historiadores, se divide en: Edad de la piedra tallada, Edad de la piedra pulimentada y Edad de los metales; ésta última subdividida en: Edad del cobre, del bronce y del hierro.

El hombre primitivo era nómada, pero de la necesidad que tuvo de protegerse del ataque de las fieras y de las inclemencias del tiempo, buscó un resguardo. Primero lo encontró en las copas de los árboles, más tarde utilizó tres árboles cercanos entre sí para que, uniéndolos y atándolos fuertemente al suelo por medio de juncos y barro, improvisar su refugio.

De esta manera nació la choza primitiva que con el correr del tiempo se fue haciendo más confortable y más amplia. Primero fueron aisladas y unifamiliares y poco a poco se formaron verdaderas aldeas terrestres o lacustres; en algunas partes las construían plurifamiliares.

Se cree que así fue como el hombre empezó a vivir en sociedad. Salían en grupos a cazar animales para el sustento propio y de sus familiares. Tiempo después construyeron albergues para sus animales, convirtiéndose así en pastores.

También el hombre primitivo utilizó las cavernas naturales para habitar en ellas. En algunas de éstas los hombres de ciencia han encontrado pinturas y utensilios de diferentes épocas.

En la época neolítica, o sea la segunda parte de la Edad de piedra, el hombre usaba el barro, la paja y las vigas unidas por medio de ligaduras, para construir sus cabañas y la piedra para sus templos o tumbas; tales como los menhires que eran grandes piedras monolíticas enterradas en forma vertical; los cromlechs eran una sucesión de menhires en forma de círculo y los dólmenes o cistas que se formaban con piedras verticales que sostenían a otras horizontales; estos últimos cubrían cadáveres de personajes importantes de las tribus. Los trilitos se componían de una piedra horizontal sostenida por dos verticales. El alineamiento era una sucesión de menhires de hilera. Los instrumentos de que disponían para ejecutar sus trabajos eran muy rudimentarios.

Cuando pudieron reducir el tamaño de las piedras levantaban los muros de sus casas con pequeñas piedras superpuestas, uniéndolas con barro.

En las regiones boscosas construían sus casas de madera y ya inventaban algunos muebles rudimentarios, así como vasijas de barro cocido. También moldearon pequeños bloques de arcilla que dejaban secar al sol y posteriormente los cocían.

Así fue como se inventó el ladrillo con lo que se empezó a construir la casa habitación, siendo de esta manera más sólida y segura. Igualmente se da fin al período neolítico con el uso del ladrillo cocido como material de construcción.

El fuego lo colocaban contra la roca que servía de apoyo a la habitación y por un orificio en el techo salía el humo. Este debe haber sido el inicio de la chimenea, la cual después construyeron con grandes piedras colocadas verticalmente; para la salida del humo construían un conducto de cortezas de árbol amarradas con juncos y revestidas de arcilla.

En las llanuras desérticas del Asia Central no se encontraron vestigios de construcciones hechas por la mano del hombre. Esto se debió tal vez a que en esas grandes extensiones de tierra, las tribus eran nómadas, los hombres se dedicaban al pastoreo y cuando los animales se acababan los pastos de un lugar, se trasladaban a otro donde hubiera alimento, por lo cual sus refugios deben haber sido tiendas hechas a base de cueros de animales y sostenidas por estacas, por su fácil transportación.

Otra clase de refugios fueron los llamados palafitos. Al convertirse el hombre de nómada en sedentario, buscó las orillas de ríos y lagos para proveerse del agua necesaria para regar sus siembras y cubrir sus necesidades, por lo cual

construyeron sus casas sobre el agua formando aldeas lacustres. Los materiales usados en esta clase de chozas fueron principalmente troncos de árbol y paja.

Los mongoles hacían sus cabañas con base circular; la armadura era de estacas sujetas a un aro de coronación que servía de ventilación en el techo. Exteriormente la cubrían con fieltros de lana y por dentro con tapices. En contraste con las anteriores, la cabaña de los bali en Camerón tiene planta cuadrada, hecha con cañas de bambú y arcilla, el techo cubierto de bálago, tiene mucha pendiente.

Los nativos de África central hacen sus chozas en forma de campana alargada con entramado de madera y paja, troncos y ramas. El “gurbi” es la cabaña de los pueblos seminómadas de África Septentrional; puede ser de ramas, de arcilla o de piedra.

Los dayaks, indígenas de Borneo, hacen sus casas con madera; los techos los hacen de paja, generalmente son grandes palafitos. La tienda de los bereberes y tuaregs está hecha con tiras de telas negras.

Las tiendas de los pueblos de la Península Arábiga eran en forma pentagonal, a base de estacas y pieles de cabra, separando por medio de cortinas de seda la parte destinada a las mujeres. En el lago Titicaca (entre Bolivia y Perú) aún existen hombres de raza primitiva, llamados “uros”, los cuales viven sobre islas artificiales en rústicas cabañas. Para trasladarse de una isla a otra construyen canoas de totora, especie de caña que aprenden a tejer desde pequeños y que utilizan también en la construcción de sus cabañas. Por estar constantemente en contacto con el agua las canoas son de poca duración. La actividad principal de los uros es la pesca, cuyo producto venden a los ribereños.

En Kirokita, de la isla de Chipre, las cabañas hechas de adobe eran de planta circular con cúpula en forma de colmena; en el interior estaba provista de una plataforma elevada de madera, para colocar el lecho. Las cabañas de los campesinos de la India son oblongas.

Las aldeas de los habitantes de Java, llamadas kampangs, constan de casas oscuras y frescas de dos piezas, una llamada pondopo hace las veces de recibidor y la otra, destinada a recámara y cocina, se llama omali; carece de orificios en el techo para la salida del humo y los pisos son de tierra.

Las cabañas de los polinesios están construidas con juncos, con fibras y con hojas de coco. Los papúes hacen sus chozas o cabañas sobre los árboles, principalmente higueras. Cortan el tronco a una altura determinada y sobre él construyen una plataforma para enseguida hacer su cabaña, que de esa manera queda protegida.

De los esquimales se pueden nombrar cuatro tipos o estilos de chozas que son: el garmang, que era a base de piedra, y para el techo usaban costillas de ballena; la tienda de campaña, para la cual utilizaban pieles de animales que cazaban; la cabaña de madera, hecha con tarimas y tierra; y el iglú, a base de bloques de hielo colocados en forma de caracol hasta darle la forma de cúpula y que forraban interiormente con pieles.

Los indios sioux viven en tiendas hechas con piel de búfalo. Los llamados pies negros hacían sus chozas con ramas y pieles, dejando una rama movable en el techo para tapar o destapar, según las circunstancias del clima.

Las chozas de los indios que poblaron las regiones de los Grandes Lagos tenían los techos en declive. Las hacían de troncos, de corteza de árbol y con juncos y pieles. Estaban provistas de una puerta y algunas tenían una abertura en el techo para la salida del humo. Las llamaban wigwams.

Las de los indios seminoles de la Florida, eran simplemente cobertizos, ya que debido al clima las hacían sin paredes y entre el piso y la tierra dejaban un hueco por que el suelo era pantanoso. La estructura era de troncos de árbol y el techo de cuatro aguas a base de palmiche. Este tipo de choza se llama chiquis.

Las de los pigmeos son de muy poca altura. Las hacen formando una armazón curva por medio de varas largas cuyos extremos encajan en el suelo y después las recubren con grandes hojas y con lodo. Las de los zulúes también son redondas y hechas con trocos y hierbas. Al conjunto de estas chozas le llaman kraal.

Las chozas de los indios navajos las llaman hogan. Las chozas galas eran redondas y a base de troncos de árbol con techos cónicos de ramas; carecían de ventanas y en la parte superior de la puerta colocaban el cráneo de uno de sus enemigos. Adentro de la cabaña hacían un agujero en el suelo, que les servía de fosa séptica. Algunas chozas las forraban interiormente con pieles de animales.

Las germanas eran de paja entretejida, con el techo acoplado, su construcción era muy sencilla, puesto que se cambiaban continuamente de lugar. Cada grupo de chozas contaba con un mirador hecho de madera y colocado sobre cuatro troncos grandes para que quedara elevada y poder observar los alrededores; sobre todo en tiempos de guerra.

Las chozas de los iroqueses son de tipo colectivo; en ellas viven varias personas de una sola familia, o sean los abuelos, los padres, los hermanos solteros, las hijas casadas y sus esposos e hijos. A este tipo de casa le llaman “casa grande”, está construida con troncos de árbol superpuestos, revestidos con trozos de corteza y pieles, en el techo le dejan varias aberturas en la parte central para que salga el humo de las fogatas que cada matrimonio hace para preparar sus alimentos. Como es una especie de galera, en los dos extremos dejan una puerta; carecen de ventanas. Por medio de pieles hacen las divisiones para separar los camastros de cada familia.

Los llamados “indios”, pueblos que habitaron el suroeste de estados Unidos de Norteamérica, usaron el adobe y grandes vigas en la construcción de sus casas, que eran de varios pisos, para ser habitadas por numerosas familias. Los techos los hacían con vigas y ramas, y para tapar los huecos echaban varias capas de arcilla. Los cuartos eran pequeños y las escaleras por las que se daba acceso a los pisos superiores eran movibles, las colocaban en las plataformas que dejaban, puesto que iban reduciendo la superficie construida de acuerdo con la altura; al mismo tiempo, cuando tenían necesidad de sentirse protegidos, retiraban las escaleras para que ningún extraño entrara.

Una construcción de más de seiscientos cuartos, aún se conserva en Pueblo Bonito.

Actualmente, en algunas partes del mundo, aún sus habitantes viven en chozas. Estos tipos de refugio no se han considerado como casa habitación propiamente dicha, ya que hasta que hubo una cierta diferenciación entre los distintos lugares destinados a variadas funciones, fue que se crearon las auténticas casa habitación. Es decir, separando las habitaciones destinadas para dormir, de las de preparar alimentos o de recibir visitas, etcétera.

En realidad, por el estilo y materiales empleados en las construcciones, se ha hecho historia del mundo; ya que por sus templos se conoce su religión, por sus palacios, su gobierno y por sus fortificaciones, sus medios de defensa.

Los arquitectos de todos los tiempos pasados clasificaban las construcciones en cuatro grandes grupos para diferenciarlas, estos son:

1. RELIGIOSOS: Tumbas, mezquitas, templos, etc.
2. CASA HABITACIÓN: Desde las cabañas hasta los palacios.
3. LUGARES PÚBLICOS: Circos, plazas, arcos de triunfo, teatros, etc.
4. OBRAS PÚBLICAS: Acueductos, puentes, puertos, etc.

II.1 MATERIALES ACTUALES DE CONSTRUCCIÓN.

II.1.1 MADERA.

La madera es uno de los materiales más valiosos para la construcción debido a que puede cortarse fácilmente y darle forma. La madera ha sido una materia prima muy popular desde hace miles de años, hay muchas variedades de madera con diferentes texturas, vetas y colores.

La madera como materia prima tiene una ventaja definitiva sobre otros recursos naturales; los depósitos de minerales pueden acabarse después de algunos años de explotación, pero los bosques pueden renovarse en un período de tiempo relativamente corto si se manifiesta un buen programa de reforestación.

La madera comúnmente usada tiene un coeficiente de trabajo de 50 kg/cm^2 para casi todos los esfuerzos que se presentan. Por ser un material que consideramos homogéneo, su fatiga de trabajo es similar tanto si está sometido a esfuerzos de compresión como de tensión, si éstos son provocados por un esfuerzo de flexión, pero en el caso de compresiones puras como en postes, pies derechos, tornapuntas, etc., deberá tomarse en cuenta la esbeltez de la pieza para evitar el flambeo y en el caso de tensión pura deberá revisarse el cálculo por penetración de los pernos que transmitan dicha tensión y por esfuerzo cortante en los planos tangenciales a las perforaciones.

Las cimbras o moldes se ejecutan comúnmente de madera por ser un material que adopta con relativa facilidad casi cualquier forma y cuyo costo era, pues ha dejado de serlo ya, relativamente bajo. Una cimbra de madera de contacto directo con el concreto y en la cual se ha empleado una buena mano de obra, puede ser usada de 4 a 6 veces. Si el elemento no está en contacto directo

con el concreto, como sucede en el caso de elementos verticales como puntales, postes, refuerzos de tarimas, largueros, madrinas, contravientos, etc., su vida útil puede alargarse hasta 10 o 12 usos.

La madera es menos resistente cuando está seca. Para efectuar pruebas a la madera se hace un muestreo que nos proporcionará el lote de prueba (Por cada lote de mil tablas o tablonés, se toman cinco muestras representativas y se prueban para conocer su calidad). Desde el punto de vista estructural, la madera puede considerarse como un material anisotrópico, es decir que sus características varían en cada dirección.

Las propiedades de las direcciones R (radial) y T (tangencial) son casi iguales, por lo que pueden considerarse sólo dos direcciones, la paralela (longitudinal) y la perpendicular (R y/o T) al grano o fibra. Se ha observado que independientemente de los esfuerzos a que está sometida la madera, ésta se comporta como un material elástico lineal hasta su límite de proporcionalidad (punto en la grafica esfuerzo-deformación unitaria a partir del cual deja de ser válida la ley de la proporcionalidad, enunciada por Robert Hooke).

Cualquier irregularidad en la madera que afecte a su resistencia o durabilidad es un defecto. A causa de las características naturales del material, existen defectos inherentes a todas las maderas, que afectan a su resistencia, apariencia y durabilidad. Como podrían ser:

- Rajaduras o reventaduras de anillos.
- Putrefacción.
- Descantillado o gema en las esquinas o aristas.
- Nudos.

- Bolsas de resina.

II.1.2 AGREGADOS.

Los agregados constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. El término agregado comprende las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizadas para preparar morteros y concretos y también se aplica a los materiales especiales utilizados para producir concretos ligeros y pesados.

La limpieza, sanidad, resistencia y forma de las partículas son importantes en cualquier agregado. Los agregados se consideran limpios si están exentos de exceso de arcilla, limo, mica, materia orgánica, sales químicas y granos recubiertos. Un agregado es físicamente sano si retiene la estabilidad en su forma con cambios de temperatura o humedad y resiste la acción de la intemperie sin descomponerse.

Para que un agregado pueda considerarse de consistencia adecuada, debe ser capaz de desarrollar toda la resistencia propia del aglomerante. Cuando la resistencia al desgaste es importante, el agregado debe ser duro y tenaz. Las partículas planas o alargadas perjudican la docilidad del concreto, debido a lo cual es necesario utilizar mezclas con más arena y, en consecuencia, más cemento y agua.

Se han desarrollado varios procesos para mejorar la calidad de los agregados que no cumplen con las especificaciones deseadas. Puede utilizarse el lavado para eliminar los recubrimientos de las partículas o para cambiar la graduación del agregado. La separación en medio pesado, con el uso de un líquido de densidad específica variable, como una suspensión de agua y

magnetita y ferrosilicio triturados muy finos, puede utilizarse en el mejoramiento de los agregados gruesos. El material ligero dañino se elimina por flotación y las partículas pesadas se sedimentan. El clasificador hidráulico, en el cual las partículas más ligeras son impulsadas hacia arriba por las pulsaciones ocasionadas por el aire o por diafragmas de hule, también es un procedimiento para separar las partículas ligeras. Las partículas blandas, friables, pueden separarse de las partículas duras, elásticas por un proceso llamado fraccionación elástica. Los agregados se dejan caer por una superficie inclinada, de acero endurecido y su calidad se mide por la distancia que rebotan.

Granulometría. La clasificación y el tamaño máximo de los áridos son importantes debido a su efecto en las dosificaciones, docilidad, economía, porosidad y contracción. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de tamices normales. Los tamices normales utilizados son Nos. 4, 8, 16, 30, 50 y 100, para agregado fino, y 6, 3, 1 1/2, 3/4 y 3/8 de pulgada y No. 4, para agregado grueso.

El módulo de finura (MF) es un índice utilizado para describir si el agregado es fino o grueso. El MF de una arena se calcula al sumar los porcentajes acumulados retenidos en las seis cribas normales y al dividir las sumas entre 100. El módulo de finura no es un índice de granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura. Sin embargo, da una medida del grosor o finura del material. Los valores de MF de 2.5 y 3 son normales.

Los cambios en la granulometría de la arena en gran variación tienen poco efecto sobre las resistencias a la compresión de los morteros y concreto cuando se mantienen constantes la proporción agua-cemento y el revenido. Ahora bien,

esos cambios en la granulometría de la arena ocasionan que el contenido de cemento varíe en relación inversa con el módulo de finura de la arena. Aunque este cambio en el contenido de cemento es pequeño, la granulometría de la arena tiene marcada influencia en la docilidad y calidad de acabado del concreto.

II.1.3 MAMPOSTERÍA.

Las rocas fueron el primer material de construcción en los lugares donde no había árboles. Aún ahora el empleo de las rocas tiene un gran auge por: su alta resistencia, bajo costo, poca degradación y acabado estético.

La mampostería será todo aquel material que sea colocado con la mano, como piedra, tabiques, etcétera. Los mampuestos pueden ser naturales ó artificiales y van junteados, pegados ó adheridos con un mortero.

Las características de calidad que deben reunir las rocas naturales destinadas a mampostería, cimientos o muros deben ser:

- a) Homogéneas.
- b) Cierta facilidad de labrado.
- c) Sana y no intemperizada.
- d) Con forma diferente a la laja.
- e) Resistente.
- f) Con absorción máxima de 4%.
- g) Con una densidad aparente mínima de 2.3.
- h) Resistente al intemperismo (Agentes ambientales).

Existen las rocas artificiales o metamórficas hechas por el hombre, se les llama metamórficas por los cambios químicos que tienen lugar en los materiales originales.

Rocas artificiales: Producto de arcilla recocida, prefabricados de cemento y adobes (Producto “crudo”).

Los tabiques de arcilla recocida pueden clasificarse: Por su fabricación (Hechos a mano o con máquina de eyector). Por la materia prima empleada (Arcilla con agua, arcilla con agua y aserrín, arcilla con agua y arena). Por su forma; de agua (totalmente compactos), de caja (con una depresión al centro), huecos (las perforaciones pueden ser longitudinales o transversales).

Cuando se trata de elementos prefabricados (Block, tabicón, bovedilla, tubos, adocretos, etc.) el proceso de fabricación es el mismo sea en forma manual o en serie. Las variaciones en los prefabricados se deben a las diferencias en la materia prima.

Los adobes son el antecedente de los tabiques ó ladrillos y son productos de arcilla sin cocimiento. El adobe es uno de los materiales de construcción más usados en el medio rural, debido a su simple fabricación ya que no requieren condiciones especiales para su ejecución. En condiciones de trabajo en estado seco tienen un buen comportamiento estructural, pero deben protegerse principalmente de la humedad. Es un buen aislante técnico y sonoro, siendo sus desventajas el grande espesor requerido para la fabricación de muros debido a su baja resistencia.

Los tabiques de arcilla recocida teóricamente tienen medidas de 7 x 14 x 28 cms. y realmente se fabrican con dimensiones aproximadas de 5 x 12 x 25 cms.

Diferentes tipos de ladrillos de arcilla:

- 1.- De arcilla en molde, macizo de agua o de caja. Es el de calidad inferior, su carga de trabajo es $< 5 \text{ kg/cm}^2$.
- 2.- Ladrillo prensado. Se les aplica una pequeña compactación antes del cocimiento, su carga de trabajo es de aproximadamente 12 kg/cm^2 .
- 3.- Ladrillo prensado. Se somete a dos compresiones sucesivas antes del cocimiento.
- 4.- Ladrillos producidos por máquinas automáticas. Estas piezas se someten a altísimas temperaturas constantes y eso vitrifica a la arcilla, aumentando su capacidad de esfuerzo a compresión (Esto también se debe en parte a la selección y mezclado de la materia prima). El inconveniente de estas piezas es que por estar vitrificadas no soportan casi ninguna deformación.

II.1.4 CEMENTO.

¿Qué significa cemento? La palabra cemento es nombre de varias sustancias adhesivas. Deriva del latín “caementum”, porque los romanos llamaban opus caementitium (obra cementicia) a la grava y a diversos materiales parecidos al hormigón que usaban en sus morteros, aunque no era la sustancia que los unía.

Hoy llamamos cemento por igual a varios pegamentos, pero de preferencia, al material para unir que se usa en la construcción de edificios y obras de ingeniería civil.

También se le conoce como cemento hidráulico, denominación que comprende a los aglomerantes que fraguan y endurecen una vez que se mezclan con agua e inclusive, bajo el agua.

De acuerdo con la definición que aparece en la Norma Oficial Mexicana (NOM), el cemento portland es el que proviene de la pulverización del clínker obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos, que contengan óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro en cantidades convenientemente dosificadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar, así como otros materiales que no excedan del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento, como pudieran ser los álcalis.

Tipos de cemento portland. Se fabrican diversos tipos de cemento portland para satisfacer diferentes necesidades químicas y físicas para propósitos específicos. La norma C150 “Especificación estándar para cemento portland” de la American Society for Testing and Materials (ASTM), estipula ocho tipos de cemento portland:

Tipo I Normal

Tipo IA Normal, incluso de aire.

Tipo II De resistencia moderada a los sulfatos

Tipo IIA De resistencia moderada a los sulfatos, incluso de aire.

Tipo III De alta resistencia a edad temprana.

Tipo IIIA De alta resistencia a edad temprana, incluso de aire.

Tipo IV De bajo calor de hidratación.

Tipo V De resistencia elevada a los sulfatos.

El cemento portland de **Tipo I** es un cemento de uso general, adecuado para ser empleado cuando las propiedades especiales de los demás tipos de cemento no sean necesarias. Se utiliza en concretos que no estén sujetos al ataque de factores agresivos tales como el ataque de sulfatos existentes en el suelo o en el agua o en concretos que tengan un aumento cuestionable de temperatura debido al calor generado durante la hidratación. Entre sus usos se incluyen pavimentos, pisos, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para vías férreas, tanques y depósitos, tuberías, mamposterías, y otros productos de concreto prefabricado.

II.1.5 ACEROS.

El acero es una aleación hierro-carbono que contiene aproximadamente de 0.2 a 2.0 % de carbono, que es el principal componente de la aleación, se pueden combinar además elementos como Si (silicio), Mn (manganeso), S (azufre), Cr (cromo), Mo (molibdeno), W (wolframio, tungsteno), V (vanadio), Al (aluminio), P (fósforo), entre otros.

El acero posee propiedades mecánicas notables entre las que destaca su resistencia a la tensión. Es uno de los materiales con mayor aplicación en la construcción de obra civil, por su versatilidad ya que se pueden encontrar aceros resistentes a la corrosión, al corte, de gran dureza, alto límite de fluencia, etc.

El concreto se refuerza con acero principalmente para mejorar su resistencia a la tensión y también se usa en la zona de compresión para aumentar su resistencia, reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y proporcionar confinamiento lateral al concreto (estribos).

Existen diversos métodos, pero dos son las rutas siderúrgicas integrales más usadas a nivel mundial:

- A. Alto horno-oxiconvertidor.
- B. Reducción directa-horno eléctrico.

En ambos casos se obtiene el acero líquido y a partir de este se inicia el proceso de solidificación y laminación. El que más se utiliza es la ruta A, ya que es la que mayor volumen de producción deja.

Productos de acero para concreto reforzado:

1.- Varillas.

- a) Corrugadas y lisas.
- b) Torcidas en frío.
- c) De baja aleación.

2.- Alambrón.

3.- Alambre.

- a) Liso.
- b) Corrugado.

4.- Malla electro soldada.

5.- Armaduras electro soldadas.

- a) Sección triangular y rectangular, para castillos y dalas.

CAPÍTULO

III

III. TIPOS DE LOSAS ACTUALES PARA CASA HABITACIÓN.

III.1 LOSA PLANA O MACIZA.

Este tipo de losa es la que se encuentra perimetralmente apoyada sobre vigas o muros en sus cuatro lados. También se le conoce como losa en dos direcciones ya que va armada en los dos sentidos, estas losas son las que se utilizan con mayor frecuencia para la construcción de casas - habitación.

Para llevar a cabo la construcción de una losa de este tipo, es necesario realizar el cálculo de la misma, para obtener la cantidad de acero que se necesitará, el cual comúnmente tiene una resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. También dentro del cálculo, se obtiene el espesor de la misma, obteniendo la resistencia del concreto el cual por lo general tiene un $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, lo cual depende del claro que se requiere librar y así obtener el armado con sus respectivas indicaciones.

Se especifica la resistencia y el tipo de concreto a utilizar, ya sea de planta o realizado en obra, cuidando que el realizado en obra tenga el proporcionamiento adecuado para obtener la resistencia indicada.

Previo al colado, se verifica que la cimbra que se va a emplear para sostener el concreto a utilizar, se encuentre con la rigidez necesaria, para que no presente deflexiones que provoquen la deformación de la losa. Así mismo se aplicará diesel o aceite quemado para evitar que el concreto se adhiera a la cimbra.

Posteriormente se realiza el armado en base a los cálculos arrojados, así como la instalación eléctrica necesaria.

Anticipadamente al colado, la cimbra deberá de humedecerse, para que esta no absorba el agua del concreto, así como provocar el esponjamiento de la misma.

El concreto que se vaya a utilizar, deberá contener un aditivo, el cual retardara el fraguado conservando más del 90% del agua original del mismo por lo menos durante 7 días. Este aditivo reduce la contracción de volumen, el sangrado, la tendencia al agrietamiento y la permeabilidad, produciendo un concreto más durable alcanzando su resistencia de diseño.

Si se trata de una losa de azotea horizontal, es necesario darle una inclinación que provoque escurrimiento y salida del agua de lluvia, sin que produzca encharcamientos ni humedades. Esta inclinación se hace por medio de un relleno de tezontle, arena o piedra ligera, seguido de un entortado, finalizando con un enladrillado.

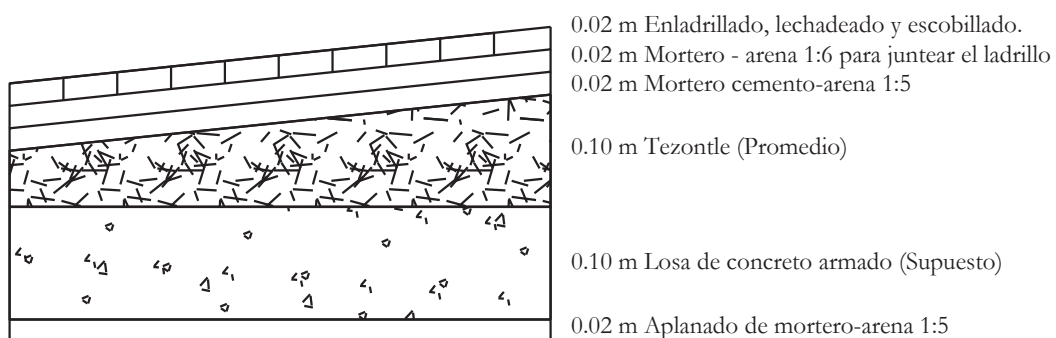


FIGURA No. 1 (CORTE DE LA LOSA MOSTRANDO LOS MATERIALES QUE SE EMPLEAN PARA DAR LA PENDIENTE).



FOTO No. 1 (CIMBRA PARA SOSTENER EL CONCRETO).



FOTO No. 2 (ARMADO DEL ACERO EN DOS DIRECCIONES).



FOTO No. 3 (INSTALACIÓN ELECTRICA).



FOTO No. 4 (COLOCACIÓN DEL CONCRETO).

III.2 LOSA ALIGERADA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.

Este tipo de losa es prefabricada, se realiza a base de vigueta y bovedilla, es una losa nervada en un sentido, la cual consiste en una serie de nervios (Viguetas). Generalmente espaciadas entre 70 y 80 centímetros según el fabricante, sobre la cual se coloca malla electrosoldada y una pequeña capa de concreto.

Para la construcción de este tipo de losa, primeramente se cuantifica la cantidad de vigas y en consecuencia la cantidad de bovedillas, para posteriormente dar lugar a la colocación de la cimbra, la cual será en base a la colocación de puntales y largueros de apoyo y nivelación, los cuales se colocan en los extremos de las vigas y al centro de las mismas, sin necesidad de colocar tarimas.

A partir del muro de arranque se coloca la primera vigueta respetando en lo posible la separación de 75 cm, o bien junto a la trabe o cerramiento.

Para alinear las viguetas, se colocan bovedillas en los extremos para obtener la separación correcta de las mismas.

Para bajar el peso de la losa sólida de concreto y eliminar el uso de acero en zonas innecesarias, se utilizan bovedillas con un $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, las cuales deben quedar bien asentadas y lo más juntas posible, durante este proceso se debe colocar también la instalación eléctrica. El adecuado diseño del concreto reforzado es el de utilizar los componentes del sistema de manera eficiente: el concreto en la zona de compresión tiene una resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y el acero en la zona de tensión una resistencia $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$.

En nuestro medio generalmente se utilizan bovedillas hechas con materiales similares a los utilizados en la fabricación de block: piedra pómez, cemento y agua. Aunque existen bovedillas de otros materiales como poliestireno (unicel) con los cuales se puede bajar considerablemente el peso de la losa, estas son usadas en casos especiales ya que su costo es muy elevado.

Posterior a la colocación de las bovedillas, se realiza la colocación de la malla electrosoldada, presentándola y cortándola al tamaño requerido, para posteriormente amarrarla con alambre recocido a la varilla superior de las viguetas y a los cerramientos. Para capas de 3 a 4 cm se recomienda malla electro soldada 6X6-10/10 y para capas de 5 cm malla 6X6-8/8.

Antes de colocar la capa de compresión, se moja toda la superficie y se tapan los huecos de las bovedillas de los extremos, así como las que se hayan recortado para ajustar el claro y entonces se coloca la capa de concreto especificada.

El concreto que se vaya a utilizar, deberá contener un aditivo, el cual retardara el fraguado conservando más del 90% del agua original del mismo por lo menos durante 7 días. Este aditivo reduce la contracción de volumen, el sangrado, la tendencia al agrietamiento y la permeabilidad, produciendo un concreto más durable alcanzando su resistencia de diseño.

Si se trata de una losa de azotea horizontal, es necesario darle una inclinación que provoque escurrimiento y salida del agua de lluvia, sin que produzca encharcamientos ni humedades. Esta inclinación se hace por medio de

un relleno de tezontle, arena o piedra ligera, seguido de un entortado, finalizando con un enladrillado.

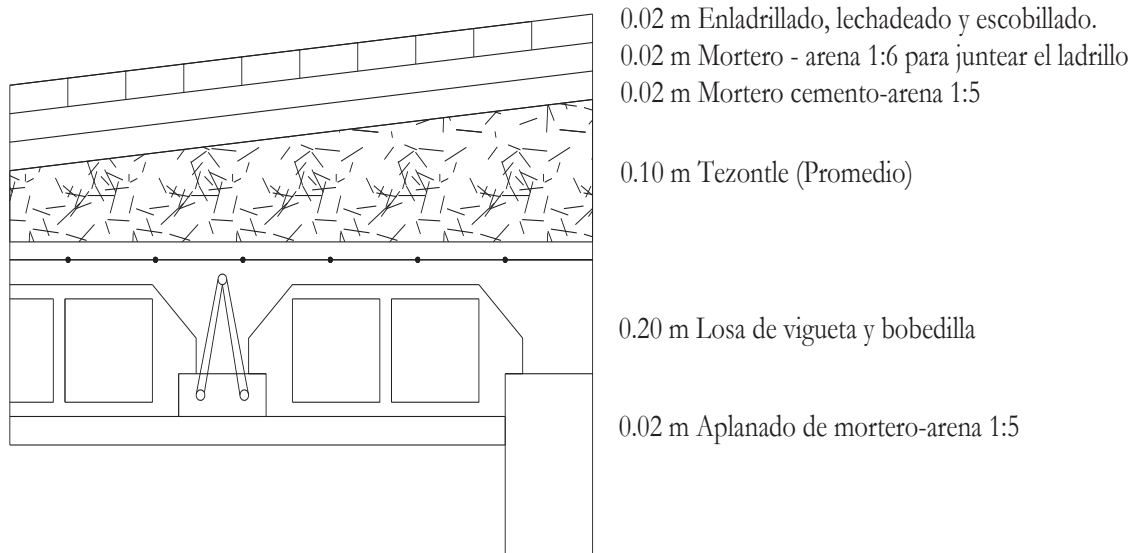


FIGURA No. 2 (CORTE DE LA LOSA MOSTRANDO LOS MATERIALES QUE SE EMPLEAN PARA DAR LA PENDIENTE).



FOTO No. 5 (CIMBRA PARA LA POSTERIOR COLOCACIÓN DE VIGAS).



FOTO No. 6 (COLOCACIÓN DE VIGUETAS SOBRE LA CIMBRA).



FOTO No. 7 (COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS EN LOS EXTREMOS PARA SEPARAR LAS VIGUETAS).



FOTO No. 8 (COLOCACIÓN DE TODAS LAS BOVEDILLAS).



FOTO No. 9 (COLOCACIÓN Y AMARRADO DE LA MALLA ELECTROSOLDADA).



FOTO No. 10 (COLOCACIÓN DEL CONCRETO).

III.3 LOSA RETICULAR.

Este tipo de losa se elabora a base de un sistema entramado de trabes cruzadas que forman una retícula, dejando huecos intermedios que pueden ser ocupados permanentemente por bloques huecos o materiales como el poliestireno (unicel), estas losas son capaces de resistir una carga concentrada de una tonelada. También pueden colocarse, temporalmente a manera de cimbra para el colado de las trabes, casetones de plástico prefabricados que una vez fraguado el concreto deben retirarse y lavarse para usos posteriores. Con lo que resulta una losa liviana, ya que los materiales que van en medio de la retícula son muy ligeros.

Para realizar una losa de este tipo, se debe tomar en cuenta, que por lo general se emplean cuando se requiere librar grandes claros, los cuales se libran gracias a las nervaduras, que son calculadas para un lado y para el otro, hablando

de una losa rectangular, ya que las nervaduras pueden tener dimensiones diferentes dependiendo del sentido.

Ya que se tiene el tipo de armado para las nervaduras en base al cálculo, se considera que este tipo de losa también requiere de cimbra ya sea de madera o metálica, la cual debe quedar perfectamente a nivel. Antes del colado, se verifica que la cimbra que se va a emplear para sostener las nervaduras de concreto armado, se encuentre con la rigidez necesaria, para que no presente deflexiones que provoquen la deformación de la losa.

Se hace el trazo de la retícula sobre la cimbra, así como de los bloques de borde y los bloques intermedios, los trazos son fácilmente realizados mediante reventones, tomados desde los elementos extremos, conviene indicar sobre la cimbra la posición de estos bloques, con trazos no necesariamente continuos. La colocación de los bloques se podrá hacer al mismo tiempo que el trazo de la retícula, el manejo y colocación de los bloques se hace fácilmente a mano, procurando que asienten muy bien sobre la cimbra.

Para obtener un recubrimiento adecuado en el refuerzo metálico, conviene colocar calzas, una por cada bloque, sobre las cuales se tienden las varillas del refuerzo inferior, primero en un sentido y luego en otro. A continuación se ponen los estribos en ambas direcciones, después se coloca el refuerzo superior, amarrándose con los estribos, todo esto en base al cálculo arrojado.

Todo armado dependerá principalmente del diseño y del cálculo, para introducir las instalaciones eléctricas, se colocan sobre el bloque donde se

requiera la instalación y se perfora, éstas tuberías o ductos deberán colocarse después de tener terminado todo el armado.

Posterior al armado de las nervaduras, se realiza la colocación de la malla electrosoldada sobre toda la superficie, presentándola y cortándola al tamaño requerido. Ya que se tiene todo listo se procede al colado, teniendo la precaución de que las nervaduras tengan un buen vibrado para el mejor alojamiento del concreto.

El concreto que se vaya a utilizar, deberá contener un aditivo, el cual retardara el fraguado conservando más del 90% del agua original del mismo por lo menos durante 7 días. Este aditivo reduce la contracción de volumen, el sangrado, la tendencia al agrietamiento y la permeabilidad, produciendo un concreto más durable alcanzando su resistencia de diseño.

Si se trata de una losa de azotea horizontal, es necesario darle una inclinación que provoque escurrimiento y salida del agua de lluvia, sin que produzca encharcamientos ni humedades. Esta inclinación se hace por medio de un relleno de tezontle, arena o piedra ligera, seguido de un entortado, finalizando con un enladrillado.

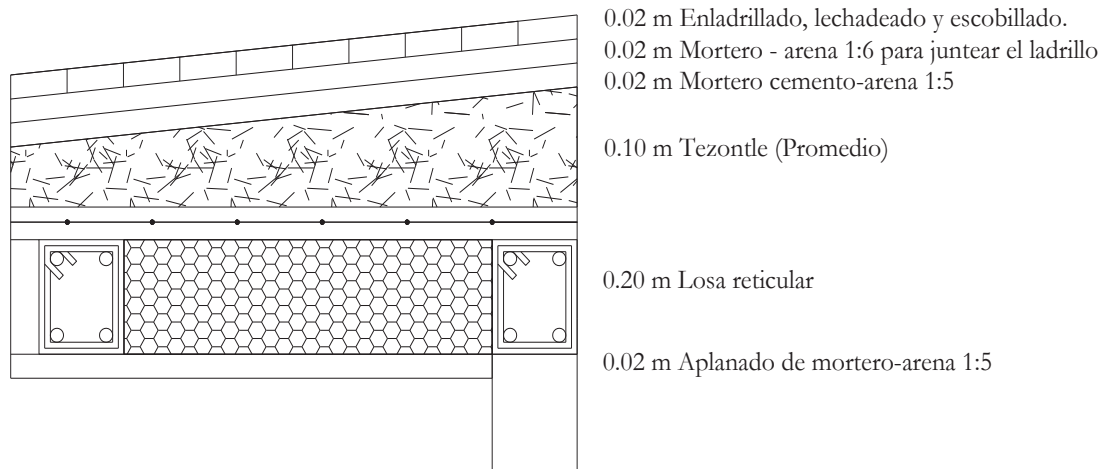


FIGURA No. 3 (CORTE DE LA LOSA MOSTRANDO LOS MATERIALES QUE SE EMPLEAN PARA DAR LA PENDIENTE).



FOTO No. 11 (COLOCACIÓN DE LA CIMBRA, PUEDE SER DE MADERA O METALICA COMO EN LA IMAGEN).



FOTO No. 12 (COLOCACIÓN DEL POLIESTIRENO).



FOTO No. 13 (COLOCACIÓN DEL CONCRETO).



FOTO No. 14 (COLOCACIÓN DEL CONCRETO).

III.4 LOSA DE PANEL ESTRUCTURAL.

Este tipo de losa es a base de un panel estructural constructivo, del cual existen varias marcas que lo manejan, pero al final tienen las mismas características.

Es un panel constructivo modular formado por tiras de poliestireno expandido, armaduras y mallas de acero galvanizado, el cual se recubre con mortero o concreto en ambas caras, para obtener un elemento rígido y ligero de gran capacidad estructural y alta resistencia térmica integrada.

Cada panel tiene un ancho de 1.22 m y un largo de 2.44 m promedio, con espesores variables desde 2", 3", 4", etc., tiene en ambas caras malla galvanizada

calibre 14 reticulada en 2" x 2" (5 x 5 cm), electro soldada junto con las escalerillas divisorias que son de alambre del mismo calibre, las cuales tienen diferentes separaciones, todo depende del tipo de panel y el área donde se vaya a colocar, ya sea en losa, muro divisorio, muro de carga, etcétera.

Para llevar a cabo la construcción de una losa con este tipo de material, la cual puede estar perimetralmente apoyada sobre muros o trabes en sus cuatro lados, es necesario colocar cimbra a base de madrinas de 4" x 4" a una separación máxima de 80 cm y puntales bajo las madrinas de 4" x 4" a una separación máxima de 120 cm.

Posteriormente se colocan los paneles, la forma de colocar los paneles es que la mayor dimensión de los mismos quede orientada perpendicular a los apoyos, en los límites donde topan unos con otros, se amarran por ambas caras con malla unión, la cual tiene forma de zigzag y permite una mejor rigidez.

Para unir los paneles con el muro de mampostería, se deben colocar unas anclas de varilla de 3/8" con una dimensión de $\frac{1}{4}$ de largo del claro, separadas una de otra como lo indican las tablas de los manuales que entregan los proveedores, todo esto para que queden ahogadas en la dala o trabe de concreto y darle mayor rigidez a la unión. También debe colocarse varilla de 3/8" en el lecho inferior del centro del claro de la losa, con una dimensión de $\frac{3}{5}$ del claro, espaciadas también como lo indican las tablas de los manuales que entregan los proveedores.

Ya que se encuentra todo bien armado, se procede a colocar la instalación eléctrica, para posteriormente llevar a cabo el colado de concreto con un espesor

de 5 cm, o el que indiquen las tablas del manual. Antes de colocar el aplanado sobre los muros, se realiza todo el ramaleo necesario de la instalación hidráulica y sanitaria.

El concreto que se vaya a utilizar, deberá contener un aditivo, el cual retardara el fraguado conservando más del 90% del agua original del mismo por lo menos durante 7 días. Este aditivo reduce la contracción de volumen, el sangrado, la tendencia al agrietamiento y la permeabilidad, produciendo un concreto más durable alcanzando su resistencia de diseño.

Si se trata de una losa de azotea horizontal, es necesario darle una inclinación que provoque escurrimiento y salida del agua de lluvia, sin que produzca encharcamientos ni humedades. Esta inclinación se hace por medio de un relleno de tezontle, arena o piedra ligera, seguido de un entortado, finalizando con un enladrillado.

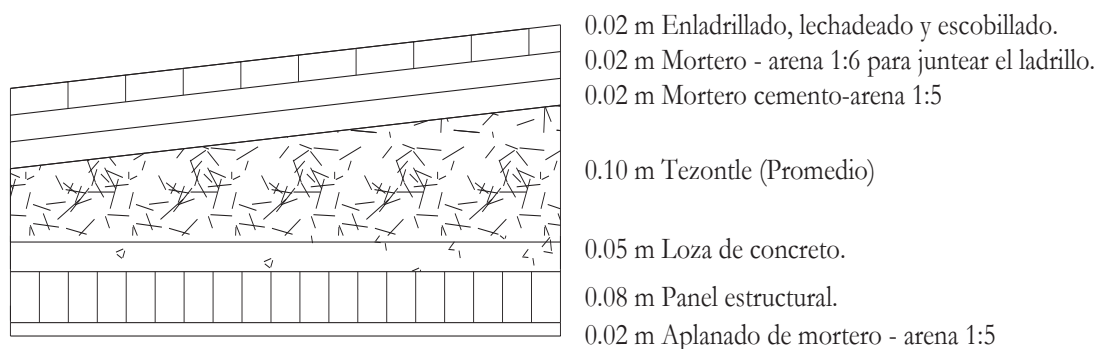


FIGURA No. 3 (CORTE DE LA LOSA MOSTRANDO LOS MATERIALES QUE SE EMPLEAN PARA DAR LA PENDIENTE).



FOTO No. 15 (CIMBRA PARA LA COLOCACIÓN DEL PANEL).



FOTO No. 16 (COLOCACIÓN DEL PANEL).



FOTO No. 17 (REFORZADO DEL PANEL A BASE DE MALLA UNIÓN).



FOTO No. 18 (INSTALACIÓN ELECTRICA).



FOTO No. 19 (INSTALACIÓN ELECTRICA Y BAJADAS DE AGUA PLUVIAL).



FOTO No. 20 (COLOCACIÓN DEL CONCRETO).

CAPÍTULO

IV

IV. CÁLCULO Y COSTO ACTUAL DE UNA LOSA MACÍZA.

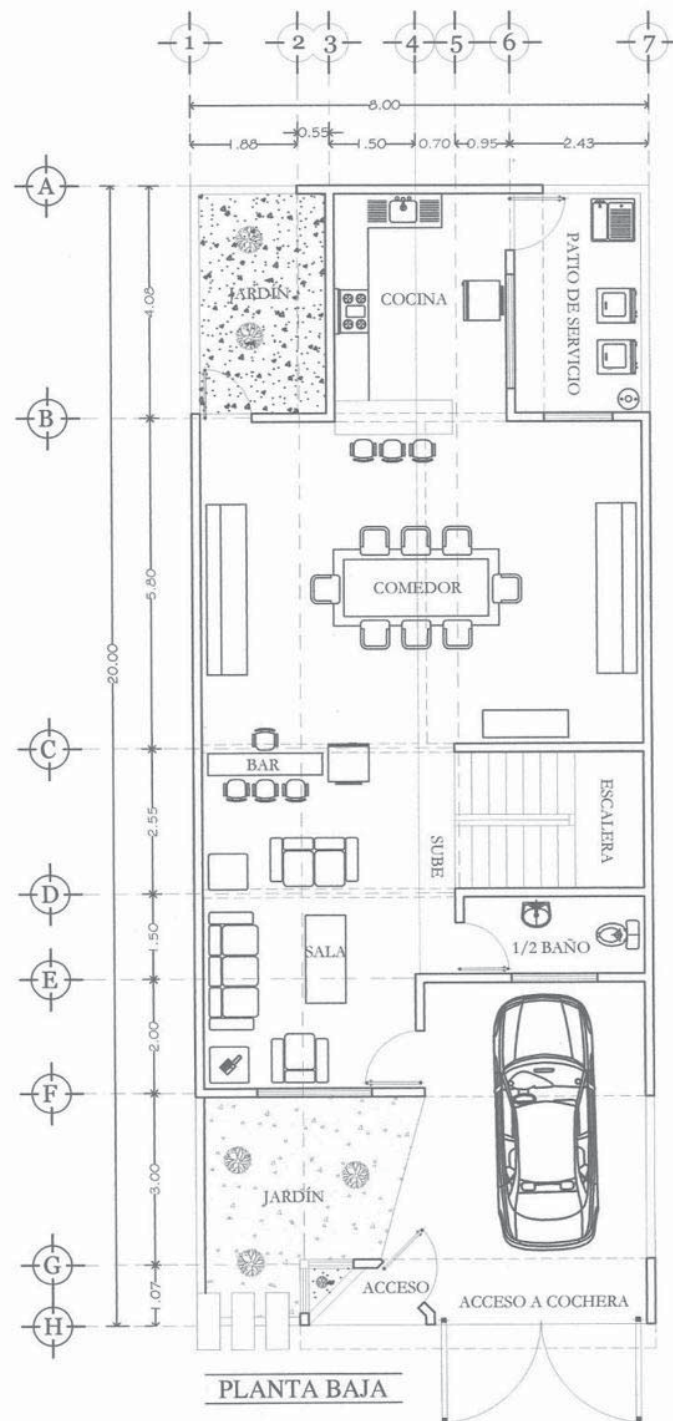
Las losas son elementos estructurales horizontales o con cierta inclinación destinadas a soportar cargas vivas, muertas o accidentales para transmitir las a elementos verticales de apoyo, como son los muros de carga y las columnas.

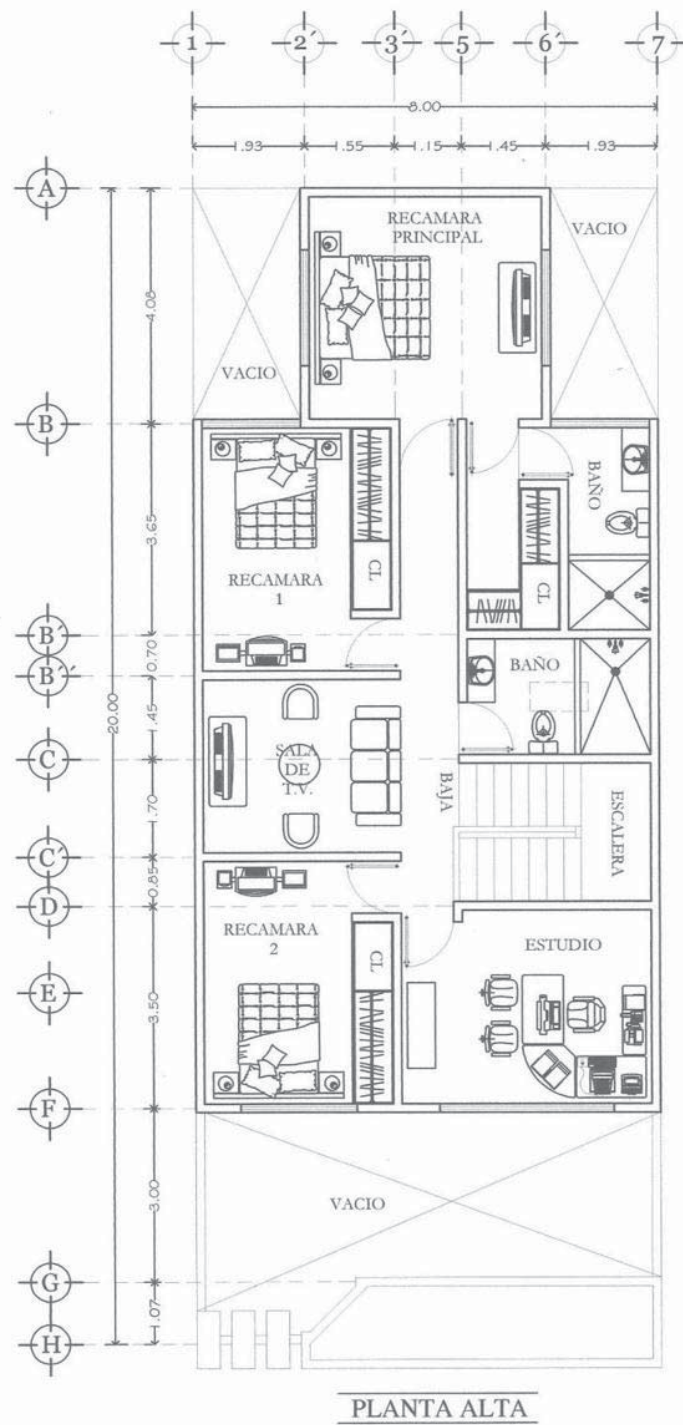
Para llevar a cabo el desarrollo de este capítulo es necesario realizar un proyecto arquitectónico, el cual se proyectará en base a las dimensiones de un terreno tipo para casa habitación, con dimensiones de 8.00 m de frente por 20.00 m de fondo, el cual tendrá dos niveles.

Por lo tanto se calculará la losa de cada nivel (losa de azotea y losa de entrepiso), a base del método “coeficientes de momentos”.

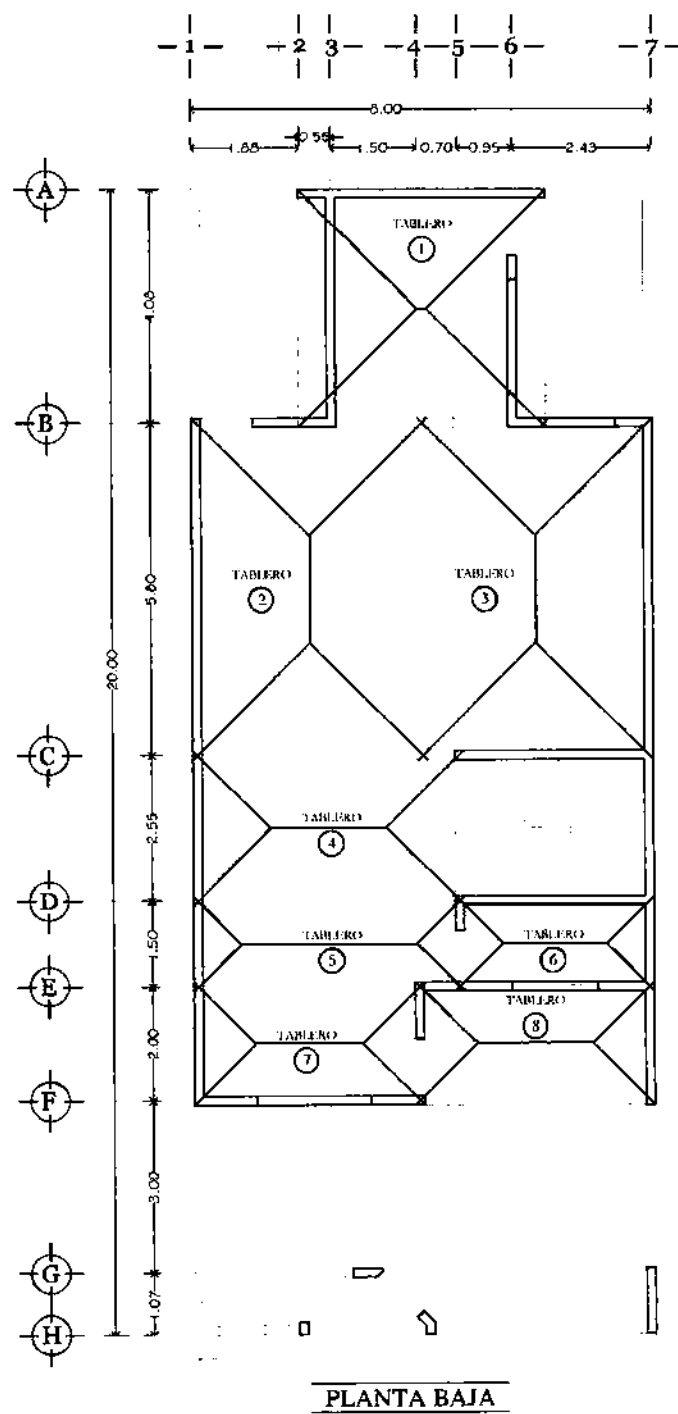
Para llegar al costo de este tipo de losa se tomarán los precios que existen actualmente en el mercado, hasta esta fecha.

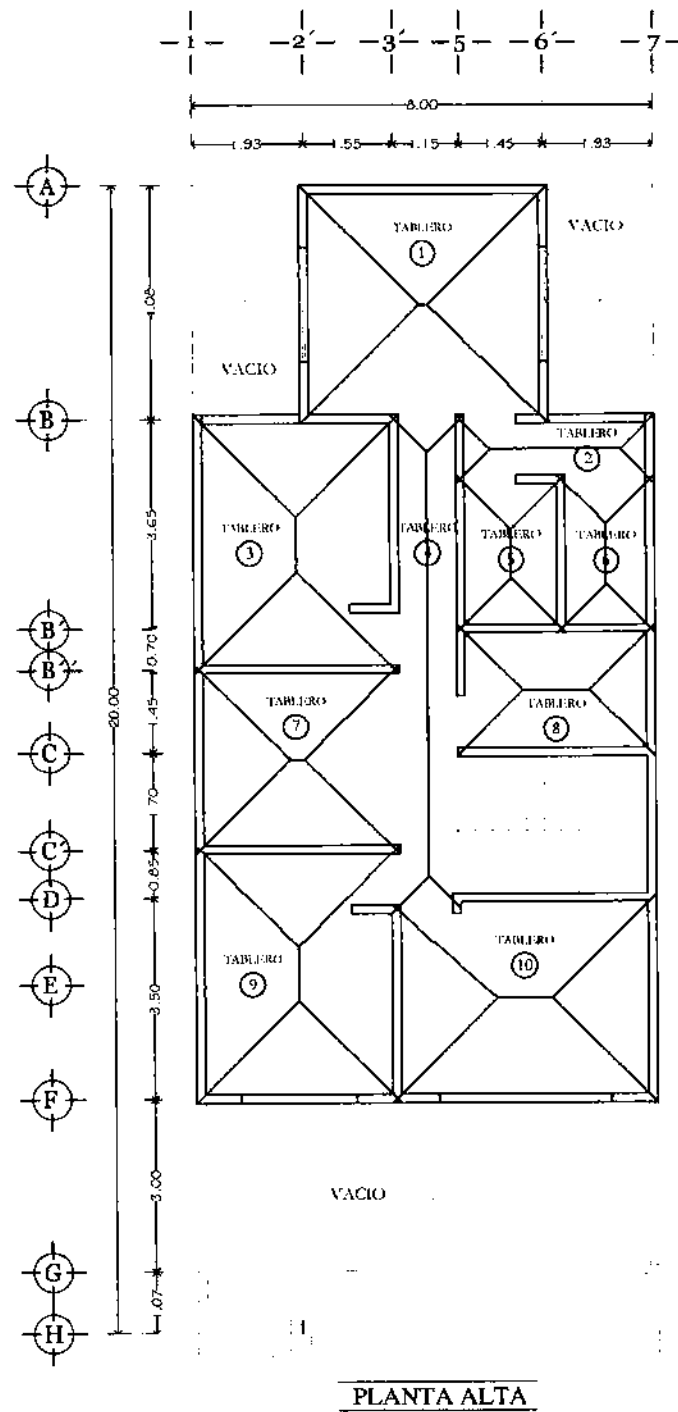
IV.1 PROYECTO ARQUITECTONICO.





IV.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.



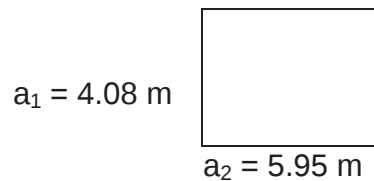


IV.3 CÁLCULO DE LOSA DE ENTREPISO.

“MÉTODO DE COEFICIENTES DE MOMENTOS”

DATOS:

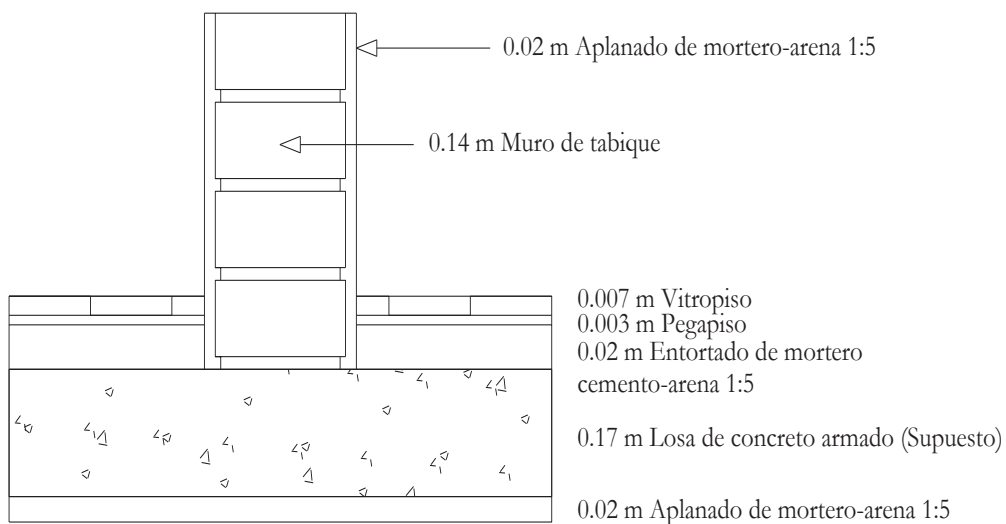
- CÁLCULO DEL TABLERO # 3 (Es el más desfavorable por sus dimensiones de acuerdo al plano).



- $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- $F_c = 1.4$ (Factor de carga)
- Condición para el método $a_2 / a_1 \leq 1.5$; $5.95 / 4.08 = 1.46 < 1.5$ Cumple

A) ANÁLISIS DE CARGAS.

ANÁLISIS PARA LA LOSA:



CORTE INDICANDO LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA LOSA DE ENTREPISO Y LA CARGA DE UN MURO.

CONCEPTO	ESPESOR (m)	PESO VOLUMÉTRICO kg/m ³	CARGA kg/m ²
Vitropiso.	0.007	1800.00	12.60
Pegapiso.	0.003	1333.33	4.00
Entortado de mortero cemento-arena 1:5.	0.02	2000.00	40.00
Losa de concreto armado.	0.17	2400.00	408.00
Aplanado de mortero mortero-arena 1:5.	0.02	1500.00	30.00
		Carga muerta =	494.60

TABLA No. 1 (PESO DE LA LOSA DE ENTREPISO).

Carga viva de acuerdo al Reglamento de Construcción del D.F.

Carga viva = 170.00 kg/m²

Carga = 494.60 kg/m² + 170.00 kg/m² = 664.60 kg/m²

IV.3.1 CARGAS ADICIONALES QUE TRABAJAN SOBRE LA LOSA DE ENTREPISO (ANALIZADAS PARA EL TABLERO # 3 DE LA MISMA).

* MUROS.

(11.10 ml) (2.30 m) (270.00 kg/m²) = 6,893.10 kg

* TRABE.

(11.10 ml) (0.15 m) (0.20 m) (2400kg/m³) = 799.20 kg

*** CARGA DE LAS AREAS TRIBUTAREAS DE LA LOSA DE AZOTEA QUE ACTUA SOBRE LOS MUROS DEL 2DO NIVEL Y QUE TRANSMITE A LA LOSA DE ENTREPISO.**

$$(13.30 \text{ m}^2) (585.23 \text{ kg/m}^2) = \underline{7,783.56 \text{ kg}}$$

$$\text{TOTAL} = 6,893.10 \text{ kg} + 799.20 \text{ kg} + 7,783.56 \text{ kg} = \underline{15,475.86 \text{ kg}}$$

$$\text{CARGA SOBRE TABLERO \# 3} = 15,475.86 \text{ kg} / 24.28 \text{ m}^2 = 637.39 \text{ kg/m}^2$$

B) APLICACIÓN DEL FACTOR DE CARGA (Fc).

	RELACIÓN DE LADOS $m = a_1 / a_2$		
	0.50	0.80	1.00
Muro paralelo al lado corto.	1.30	1.50	1.60
Muro paralelo al lado largo.	1.80	1.70	1.60

TABLA No. 2 (FACTORES DE CARGA PARA MUROS APOYADOS SOBRE LOSAS PLANAS).

Para muro paralelo al lado corto, interpolando se tiene:

$$(1.30 + 1.50) / 2 = 1.40$$

$$637.39 \text{ kg/m}^2 \times 1.40 = \underline{892.35 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Carga total} = 664.60 \text{ kg/m}^2 + 892.35 \text{ g/m}^2 = 1,556.95 \text{ kg/m}^2$$

Aplicando el factor de carga se obtiene finalmente.

$$1,556.95 \text{ kg/m}^2 \times 1.40 = \underline{2,179.73 \text{ kg/m}^2}$$

Cuando:

$$F_s = 2520 \text{ kg/cm}^2 > 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 1,556.95 \text{ kg/m}^2 > 380 \text{ kg/m}^2$$

El reglamento de construcciones para el D.F. determina que el perímetro sufre corrección.

$$0.032 \sqrt[4]{(f_s)(w)} \quad ; \quad 0.032 \sqrt[4]{(2100)(1,556.95)} = \underline{1.36} \quad (\text{Factor de corrección}).$$

Perímetro final.

$$1.25 (595 \text{ cm}) + 408 \text{ cm} + 408 \text{ cm} + 595 = \underline{2,154.75 \text{ cm}}$$

$$2,154.75 \text{ cm} \times 1.36 = \underline{2,930.46 \text{ cm}}$$

Obtención del peralte mínimo.

$$d_{\min} = 2,930.46 \text{ cm} / 300 = 9.77 \text{ cm} ; 9.77 \text{ cm} + 2.00 \text{ cm} = 11.77 \approx \underline{12.00 \text{ cm}}$$

TABLERO	MOMENTO	CLARO	RELACIÓN ENTRE LADO CORTO Y LARGO, $m = a_1 / a_2$															
			0		0.50		0.60		0.70		0.80		0.90		1.00			
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
INTERIOR	NEGATIVO EN BORDES INTERIORES	CORTO	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292		
TODOS LOS BORDES CONTINUOS		LARGO	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292		
		CORTO	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130		
		LARGO	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130		
DE BORDE	NEGATIVO EN BORDES INTERIORES	CORTO	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346		
UN LADO CORTO DISCONTINUO		LARGO	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	344	297	311		
		NEGATIVO EN BORDES DISCONTINUOS	LARGO	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0	
		CORTO	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144		
		POSITIVO	LARGO	179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135	
DE BORDE	NEGATIVO EN BORDES INTERIORES	CORTO	1060	1143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311		
UN LADO LARGO DISNTINUO	LARGO	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346			
	NEGATIVO EN BORDES DISCONTINUOS	CORTO	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0		
	CORTO	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135			
	POSITIVO	LARGO	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144		
DE ESQUINA	NEGATIVO EN BORDES INTERIORES	CORTO	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364		
DOS LADOS ADYACENTES DISCONTINUOS		LARGO	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364		
		NEGATIVO EN BORDES DISCONTINUOS	CORTO	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0	
		LARGO	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0		
		POSITIVO	CORTO	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153	
			LARGO	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153	
AISLADO	NEGATIVO EN BORDES DISCONTINUOS	CORTO	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0		
CUATRO LADOS DISCONTINUOS		LARGO	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0		
		POSITIVO	CORTO	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830	
			LARGO	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	

TABLA No. 3 (COEFICIENTES DE MOMENTOS PARA TABLEROS RECTANGULARES).

Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

Para este caso a_1 y a_2 son claros libres entre paños de vigas.

Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Para este caso a_1 y a_2 son los claros entre ejes, pero sin exceder el claro libre más dos veces el espesor de la losa.

C) TOMANDO LOS COEFICIENTES DE MOMENTOS PARA TABLEROS RECTANGULARES.

De la Tabla No. 2 : Caso interior (Todos los bordes continuos).

Relación entre lados: $m = a_1 / a_2$

$m = 4.08 \text{ cm} / 5.95 \text{ cm}$

$m = \underline{0.69}$

Para el caso II : Losa no colada monolíticamente con sus apoyos (Tablero interior).

Interpolando los coeficientes para el caso II.

Negativo en bordes interiores	Claro corto	$(548 + 481) / 2 = 514.50$
	Claro largo	$(513 + 470) / 2 = 491.50$
Negativo en bordes discontinuos	Claro corto	$(0 + 0) / 2 = 0$
	Claro largo	$(312 + 263) / 2 = 287.50$
Positivo	Claro largo	$(153 + 149) / 2 = 151.00$

D) OBTENCIÓN DE LOS MOMENTOS CON $(10^{-4}) (w) (a_1^2)$.

$(10^{-4}) (1,556.95) (4.08)^2 = \underline{2.59 \text{ kg-m}}$

Por lo tanto:

Negativo.

$$\text{Claro corto } Ma_1 = (2.59 \text{ kg-m}) (514.50) = \underline{1,332.56 \text{ kg-m}}$$

$$\text{Claro largo } Ma_2 = (2.59 \text{ kg-m}) (491.50) = \underline{1,272.99 \text{ kg-m}}$$

Negativo.

$$\text{Claro corto } Ma_1 = (2.59 \text{ kg-m}) (0) = 0$$

$$\text{Claro largo } Ma_2 = (2.59 \text{ kg-m}) (287.50) = \underline{744.63 \text{ kg-m}}$$

Positivo.

$$\text{Claro largo } Ma_2 = (2.59 \text{ kg-m}) (151.00) = \underline{391.09 \text{ kg-m}}$$

E) VERIFICACIÓN DEL PERALTE SUPUESTO.

$$d = \sqrt{[Ma_1 / [F_R b f'_c y (1 - 0.59 y)]]}$$

$$y = P_s (f_y / f'_c) \quad ; \quad P_{s \text{ mín}} = (0.7 \sqrt{f'_c}) / f_y$$

$$P_{s \text{ mín}} = (0.7 \sqrt{250}) / 4200 = \underline{0.0026}$$

$$y = 0.0026 (4200 / 250) = \underline{0.044}$$

$$d = \sqrt{[133256 / \{ [(0.9) (100) (250) (0.044)] [1 - (0.59 \times 0.044)] \}]}$$

$$d = 11.76 \text{ cm} \quad ; \quad 11.76 \text{ cm} + 2.00 \text{ cm} = 13.76 \approx \underline{14.00 \text{ cm}}$$

F) CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE ACERO.

$$M_u = F_R A_s f_y d (1 - 0.59 y) \quad ; \quad A_s = M_u / F_R f_y d (1 - 0.59 y)$$

$$A_s = 133256 / (0.9) (4200) (11.76) [1 - (0.59 \times 0.044)] \quad ; \quad A_s = \underline{2.93 \text{ cm}^2}$$

El reglamento especifica un área de acero mínima.

$$A_{s \text{ mín}} = [(0.7 \sqrt{f'c}) / 4200] (b) (d) ; A_{s \text{ mín}} = [(0.7 \sqrt{250}) / 4200] (100) (11.76)$$

$$A_{s \text{ mín}} = \underline{3.10 \text{ cm}^2}$$

G) SEPARACIÓN DEL ACERO.

Empleando varilla del # 3 (3/8").

$$S = (100) (a_0) / A_s ; S = (100) (0.71 \text{ cm}^2) / 3.10 \text{ cm}^2$$

S = 22.90 cm ; Para que sea practico para el albañil se separara @ 20.00 cm

De acuerdo al reglamento la separación del refuerzo no excederá de 50 cm, ni de 3.5 veces el espesor de la losa.

Nota: La separación de las varillas es la misma en ambos sentidos, debido a que el área de acero por cálculo y por especificación resultaron prácticamente iguales.

H) CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A ESFUERZO CORTANTE.

Resistencia al cortante de la sección o tablero con el que se está trabajando.

$$V = \{ [(a_1 / 2) - d] (w) \} / [1 + (a_1 / a_2)^6]$$

$$V = \{ [(4.08 / 2) - 0.1176] (1,556.95) \} / [1 + (4.08 / 5.95)^6]$$

$$V = \underline{3,340.53 \text{ kg}}$$

Resistencia al cortante del concreto.

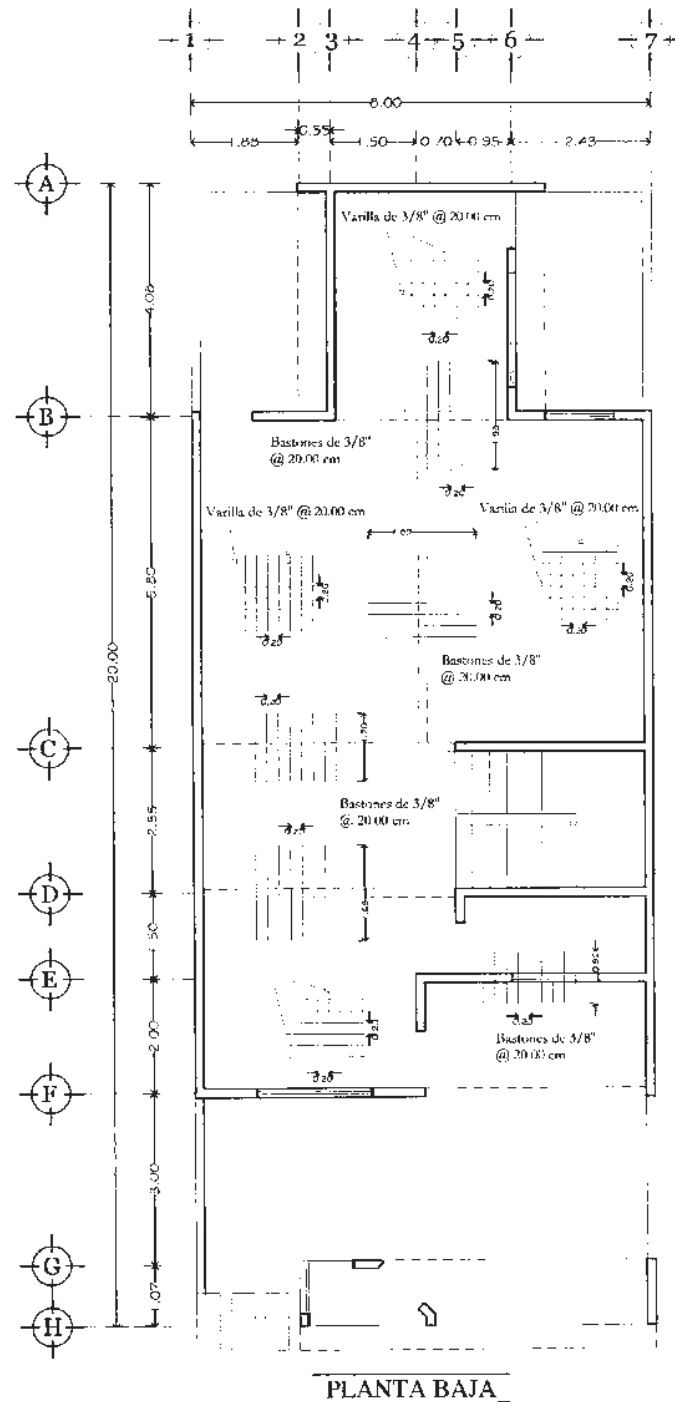
$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f' * c}$$

Para un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ($f'c = 200$ y $F_R = 0.8$)

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) (100) (11.76) \sqrt{200} ; V_{CR} = \underline{6,652.47 \text{ kg}}$$

$V_{CR} > V$; $6,652.47 \text{ kg} > 3,340.53 \text{ kg}$ (Por lo tanto es correcto).

I) ARMADO DE LA LOSA.



J) VOLUMETRIA DE MATERIALES.ENTORTADO DE MORTERO CEMENTO – ARENA 1:5:

$$105.28 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.11 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.11 \text{ m}^3 \times 0.36 = \underline{0.76 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.11 \text{ m}^3 \times 1.15 = \underline{2.43 \text{ m}^3}$$

LOSA DE CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$:

$$105.28 \text{ m}^2 \times 0.14 \text{ m} = 14.74 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 14.74 \text{ m}^3 \times 0.423 = \underline{6.24 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 14.74 \text{ m}^3 \times 0.465 = \underline{6.85 \text{ m}^3}$$

$$\text{Grava} = 14.74 \text{ m}^3 \times 0.64 = \underline{9.43 \text{ m}^3}$$

VARILLA DE 3/8":

$$1,265.44 \text{ ml} / 12 \text{ ml} = 105.45 \text{ Pzs}$$

$$105.45 \text{ Pzs} + 5\% \text{ desperdicio} = 110.73 \text{ Pzs}$$

$$\text{Varilla } 3/8" = 111.00 \text{ Pzs } \text{ ó } \underline{0.76 \text{ Ton}}$$

ALAMBRE RECOCIDO # 18:

$$41.00 \text{ Pzs} \times 81.00 \text{ Pzs} = 3,321.00 \text{ Pzs de amarres losa de azotea.}$$

$$3,321.00 \text{ Pzs} \times 0.35 \text{ ml} = 1,162.35 \text{ ml}$$

$$1,162.35 \text{ ml} \times 0.0143 \text{ kg/ml} = 16.62 \text{ kg}$$

$$16.62 \text{ kg} + 30\% \text{ imprevistos y desperdicio.}$$

$$\text{Alambre} = 21.61 \text{ kg} \approx \underline{22.00 \text{ kg}}$$

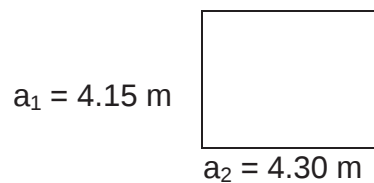
$$\text{CIMBRA: } \underline{105.00 \text{ m}^2}$$

IV.4 CÁLCULO DE LOSA DE AZOTEA.

“MÉTODO DE COEFICIENTES DE MOMENTOS”

DATOS:

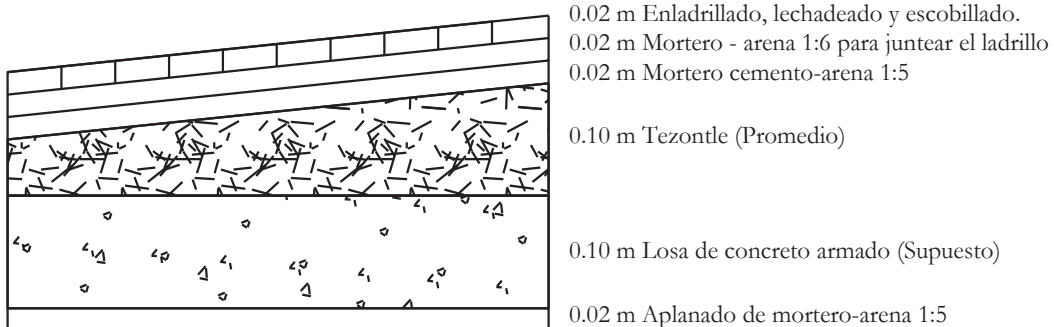
- CÁLCULO DEL TABLERO # 1 (Es el más desfavorable por sus dimensiones de acuerdo al plano).



- $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- $F_c = 1.4$ (Factor de carga)
- Condición para el método $a_2 / a_1 \leq 1.5$; $4.3 / 4.15 = 1.04 < 1.5$ Cumple

A) ANÁLISIS DE CARGAS.

ANÁLISIS PARA LA LOSA:



CORTE INDICANDO LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA LOSA DE AZOTEA.

CONCEPTO	ESPESOR (m)	PESO VOLUMÉTRICO kg/m ³	CARGA kg/m ²
Enladrillado, lechadeado y escobillado.	0.02	1800.00	36.00
Mortero mortero-arena 1:6 para junteo de ladrillo.	0.02	2000.00	40.00
Entortado de mortero cemento-arena 1:5.	0.02	2000.00	40.00
Tezontle.	0.10	1300.00	130.00
Losa de concreto armado.	0.10	2400.00	240.00
Aplanado de mortero mortero-arena 1:5.	0.02	1500.00	30.00
		Carga muerta =	516.00

TABLA No. 4 (PESO DE LA LOSA DE AZOTEA).

Carga viva de acuerdo al Reglamento de Construcción del D.F.

Carga viva = 100.00 kg/m²

Carga total = 516.00 kg/m² + 100.00 kg/m² = 616.00 kg/m²

B) APLICACIÓN DEL FACTOR DE CARGA (Fc).

$616.00 \text{ kg/m}^2 \times 1.4 = 862.40 \text{ kg/m}^2 \approx \underline{863.00 \text{ kg/m}^2}$

$F_s = 0.6 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 = 2520 \text{ kg/cm}^2$

Cuando:

$F_s = 2520 \text{ kg/cm}^2 > 2000 \text{ kg/cm}^2$

$w = 616 \text{ kg/m}^2 > 380 \text{ kg/m}^2$

Las NTC para diseño y construcción de estructuras de concreto del Reglamento de Construcciones para el D.F. (2004), determina que el perímetro sufre corrección.

$$0.032 \sqrt[4]{(fs)(w)} ; 0.032 \sqrt[4]{(2100)(616)} = \underline{1.08} \quad (\text{Factor de corrección}).$$

$$\text{Perímetro final : } 1.50 [430 \text{ cm} + (2 \times 415 \text{ cm})] + 430 \text{ cm} = \underline{2,320.00 \text{ cm}}$$

$$2,320.00 \text{ cm} \times 1.08 = \underline{2,505.60 \text{ cm}}$$

Obtención del peralte mínimo efectivo.

$$d_{\min} = 2,505.60 \text{ cm} / 300 = 8.35 \text{ cm} ; 8.35 \text{ cm} + 2.00 \text{ cm} = 10.35 \text{ cm} \approx \underline{11.00 \text{ cm}}$$

C) TOMANDO LOS COEFICIENTES DE MOMENTOS PARA TABLEROS RECTANGULARES.

De la Tabla No. 2 : Caso aislado (Cuatro lados discontinuos).

$$\text{Relación entre lados: } m = a_1 / a_2 ; m = 4.15 \text{ cm} / 4.30 \text{ cm} ; m = \underline{0.97}$$

Para el caso II. : (Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.)

Interpolando los coeficientes para el caso II

Negativo en bordes discontinuos	Claro corto	$(0 + 0) / 2 = 0$
Negativo en bordes discontinuos	Claro largo	$(0 + 0) / 2 = 0$
Positivo	Claro corto	$(950 + 830) / 2 = 890$
Positivo	Claro largo	$(830 + 830) / 2 = 830$

TABLA No. 5 (INTERPOLACIÓN DE COEFICIENTES).

D) OBTENCIÓN DE LOS MOMENTOS CON $(10^{-4}) (w) (a_1^2)$.

$$(10^{-4}) (616) (4.15)^2 = \underline{1.07 \text{ kg-m}}$$

Por lo tanto:

Positivo.

$$\text{Claro corto } Ma_1 = (1.07 \text{ kg-m}) (890) = \underline{952.30 \text{ kg-m}}$$

$$\text{Claro largo } Ma_2 = (1.07 \text{ kg-m}) (830) = \underline{888.10 \text{ kg-m}}$$

E) VERIFICACIÓN DEL PERALTE SUPUESTO.

$$d = \sqrt{[Ma_1 / [F_R b f'c y (1 - 0.59 y)]]}$$

$$y = Ps (f_y / f'c) \quad ; \quad Ps_{\min} = (0.7 \sqrt{f'c}) / f_y$$

$$Ps_{\min} = (0.7 \sqrt{250}) / 4200 = \underline{0.0026}$$

$$y = 0.0026 (4200 / 250) = \underline{0.044}$$

$$d = \sqrt{[95230 / [(0.9) (100) (250) (0.044) (1 - (0.59 \times 0.044))]]}$$

$$d = 9.94 \text{ cm} \quad ; \quad 9.94 \text{ cm} + 2.00 \text{ cm} = 11.94 \approx \underline{12.00 \text{ cm}}$$

F) CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE ACERO.

$$Mu = F_R As f_y d (1 - 0.59 y) \quad ; \quad As = Mu / F_R f_y d (1 - 0.59 y)$$

$$As = 95230 / (0.9) (4200) (9.94) [1 - (0.59 \times 0.044)]$$

$$As = \underline{2.60 \text{ cm}^2}$$

El reglamento especifica un área de acero mínima.

$$As_{\min} = [(0.7 \sqrt{f'c}) / 4200] (b) (d) \quad ; \quad As_{\min} = [(0.7 \sqrt{250}) / 4200] (100) (9.94)$$

$$As_{\min} = \underline{2.62 \text{ cm}^2}$$

G) SEPARACIÓN DEL ACERO.

Empleando varilla del # 3 (3/8").

$$S = (100) (a_0) / A_s$$

$$S = (100) (0.71 \text{ cm}^2) / 2.62 \text{ cm}^2$$

S = 27.10 cm ; Para que sea practico para el albañil se separara @ 25.00 cm

De acuerdo al reglamento la separación del refuerzo no excederá de 50 cm, ni de 3.5 veces el espesor de la losa.

Nota: La separación de las varillas es la misma en ambos sentidos, debido a que las áreas de acero por cálculo y por especificación resultaron prácticamente iguales.

H) CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A ESFUERZO CORTANTE.

Resistencia al cortante de la sección o tablero con el que se está trabajando.

$$V = \{ [(a_1 / 2) - d] (w) \} / [1 + (a_1 / a_2)^6]$$

$$V = \{ [(4.15 / 2) - 0.994] (616) \} / [1 + (4.15 / 4.3)^6] ; V = \underline{432.63 \text{ kg}}$$

Resistencia al cortante del concreto.

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f'c}$$

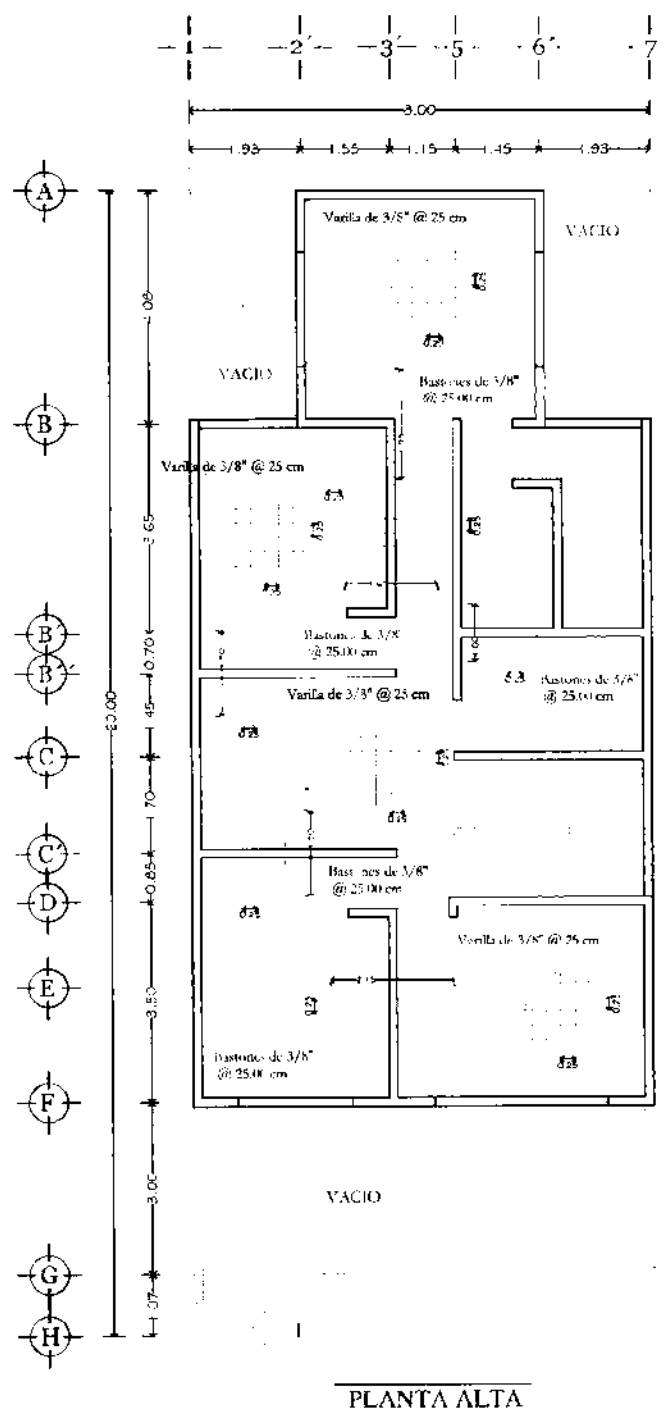
Para un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ($f'c = 200$ y $F_R = 0.8$)

$$V_{CR} = (0.5) (0.8) (100) (9.94) \sqrt{200} ; V_{CR} = \underline{5,622.51 \text{ kg}}$$

$$V_{CR} > V$$

5,622.51 kg > 432.63 kg (Por lo tanto es correcto).

I) ARMADO DE LA LOSA.



J) VOLUMETRIA DE MATERIALES.LADRILLO:

$$\text{Área de 1 Pza} = 0.13 \text{ m} \times 0.26 \text{ m} = 0.034 \text{ m}^2$$

$$104.78 \text{ m}^2 / 0.034 \text{ m}^2 = 3,081.76 \text{ Pzs} \approx 3,082.00 \text{ Pzs}$$

$$3,082.00 \text{ Pzs} + 20\% \text{ desperdicio} = \underline{3,699.00 \text{ Pzs de ladrillo}}$$

MORTERO MORTERO – ARENA 1:6, PARA JUNTEAR EL LADRILLO:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Mortero} = 2.10 \text{ m}^3 \times 0.225 = 0.47 \text{ Ton}$$

$$0.47 \text{ Ton} + 10\% \text{ lechada} = \underline{0.52 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.10 \text{ m}^3 \times 1.24 = \underline{2.60 \text{ m}^3}$$

ENTORTADO DE MORTERO CEMENTO – ARENA 1:5:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.10 \text{ m}^3 \times 0.36 = \underline{0.76 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.10 \text{ m}^3 \times 1.15 = \underline{2.42 \text{ m}^3}$$

TEZONTLE:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.10 \text{ m} = 10.48 \text{ m}^3 \approx \underline{1.5 \text{ Camiones}}$$

LOSA DE CONCRETO $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.12 \text{ m} = 12.57 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 12.57 \text{ m}^3 \times 0.423 = \underline{5.32 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 12.57 \text{ m}^3 \times 0.465 = \underline{5.85 \text{ m}^3}$$

$$\text{Grava} = 12.57 \text{ m}^3 \times 0.64 = \underline{8.04 \text{ m}^3}$$

VARILLA DE 3/8":

$$1,021.55 \text{ ml} / 12 \text{ ml} = 85.13 \text{ Pzs}$$

$$112.28 \text{ Pzs} + 5\% \text{ desperdicio} = 89.39 \text{ Pzs}$$

$$\text{Varilla } 3/8" = 90.00 \text{ Pzs } \text{ ó } \underline{0.62 \text{ Ton}}$$

ALAMBRE RECOCIDO # 18:

$$33.00 \text{ Pzs} \times 65.00 \text{ Pzs} = 2,145.00 \text{ Pzs de amarres losa de azotea.}$$

$$2,145.00 \text{ Pzs} \times 0.35 \text{ ml} = 750.75 \text{ ml}$$

$$750.75 \text{ ml} \times 0.0143 \text{ kg/ml} = 10.74 \text{ kg}$$

$$10.74 \text{ kg} + 30\% \text{ imprevistos y desperdicio.}$$

$$\text{Alambre} = 13.96 \text{ kg} \approx \underline{14.00 \text{ kg}}$$

CIMBRA:

$$\underline{105.00 \text{ m}^2}$$

IV.5 COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LOSAS (AZOTEA Y ENTREPISO).

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUMA
Ladrillo	Millar	3.70	\$ 1,400.00	\$ 5,180.00
Mortero	Ton	0.52	\$ 1,500.00	\$ 780.00
Cemento	Ton	11.29	\$ 2,200.00	\$ 24,838.00
Arena	Camión	2.50	\$ 900.00	\$ 2,250.00
Grava	Camión	2.11	\$ 850.00	\$ 1,793.50
Varilla	Ton	1.38	\$ 12,500.00	\$ 17,250.00
Alambre	kg	36.00	\$ 17.00	\$ 612.00
Tezontle	Camión	1.50	\$ 900.00	\$ 1,350.00
Clavo 21/2"	kg	7.00	\$ 25.00	\$ 175.00
Cimbra	m2	210.00	\$ 45.00	\$ 9,450.00
			COSTO TOTAL =	\$ 63,678.50

(SON SESENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO PESOS 50/100 M.N.)

TABLA No. 6 (COSTO DE LOS MATERIALES).

NOTA:

Estos costos ya incluyen I.V.A.

Estos costos no incluyen mano de obra, ya que puede ser variable.

CAPÍTULO

V

V. CÁLCULO Y COSTO ACTUAL DE UNA PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.

Las losas son elementos estructurales horizontales o con cierta inclinación destinadas a soportar cargas vivas, muertas o accidentales para transmitir las a elementos verticales de apoyo, como son los muros de carga y las columnas.

Para llevar a cabo el desarrollo de este capítulo se utilizara el mismo proyecto arquitectónico mostrado en el CAPÍTULO anterior, el cual se proyecto en base a las dimensiones de un terreno tipo para casa habitación, con dimensiones de 8.00 m de frente por 20.00 m de fondo, el cual tiene dos niveles.

Se calculara la losa de cada nivel (losa de azotea y losa de entrepiso). Para llegar al costo de este tipo de losa, se tomaran los precios que existen actualmente en el mercado, hasta esta fecha.

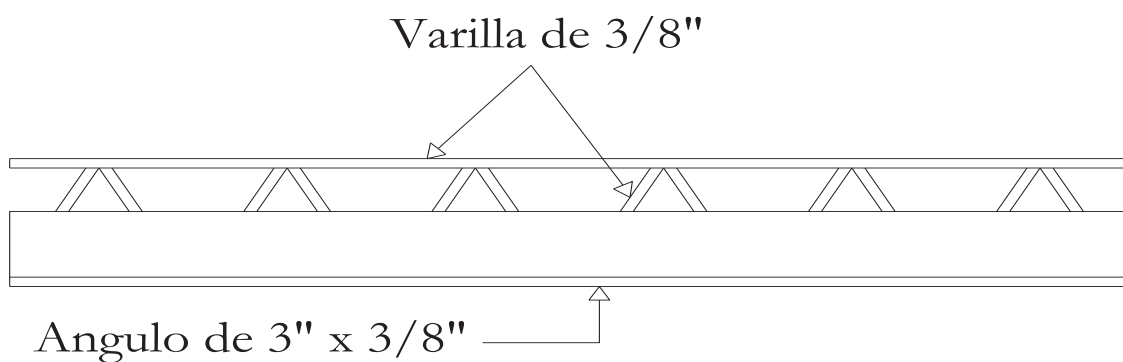
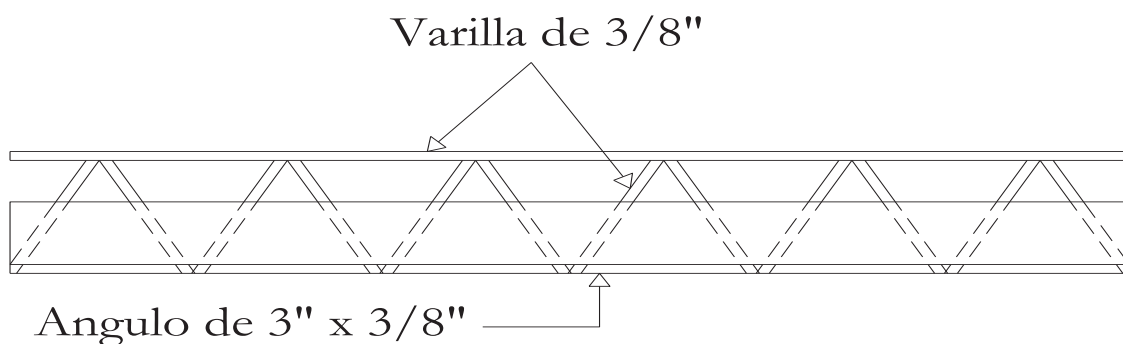
V.1 PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.

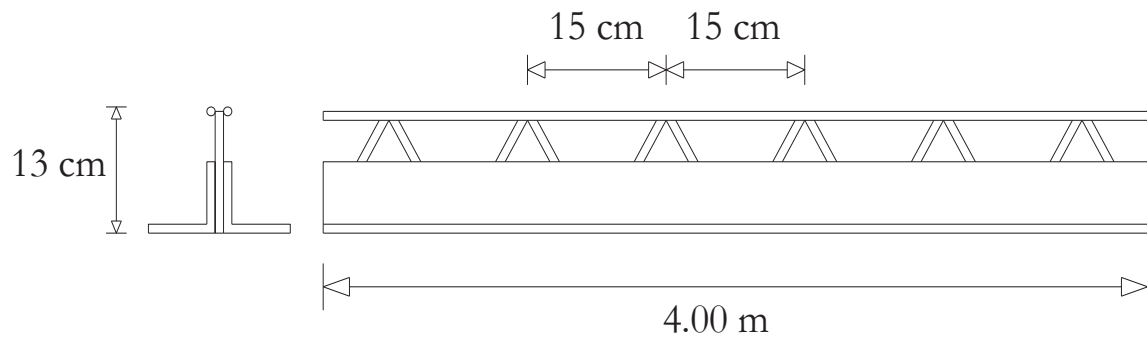
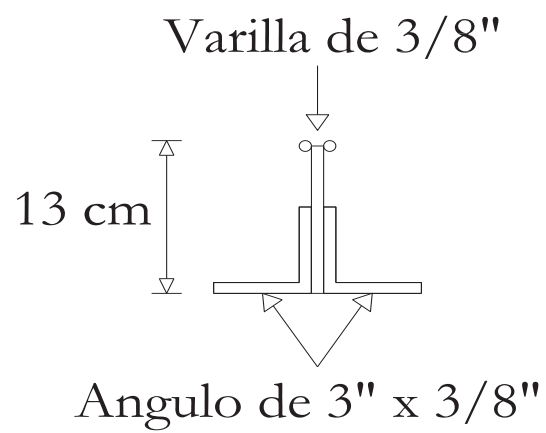
En la propuesta de esta losa se pretende brindar la misma seguridad y resistencia que una losa maciza ordinaria, con la diferencia de que esta se construya con mayor rapidez y eficacia posible.

Esta losa aligerada se construye a base de viguetas de acero de 4.00 m de longitud con una altura de 13 cm y un ancho de 16.19 cm en la base, las cuales se componen por varilla de 3/8" y ángulo de 3" con un espesor de 3/8", separando una de otra a cada 1.22 m, para posteriormente colocar sobre de ellas panel estructural de 3" de espesor, en el espacio mencionado, amarrándolo a las viguetas con alambre del # 18.

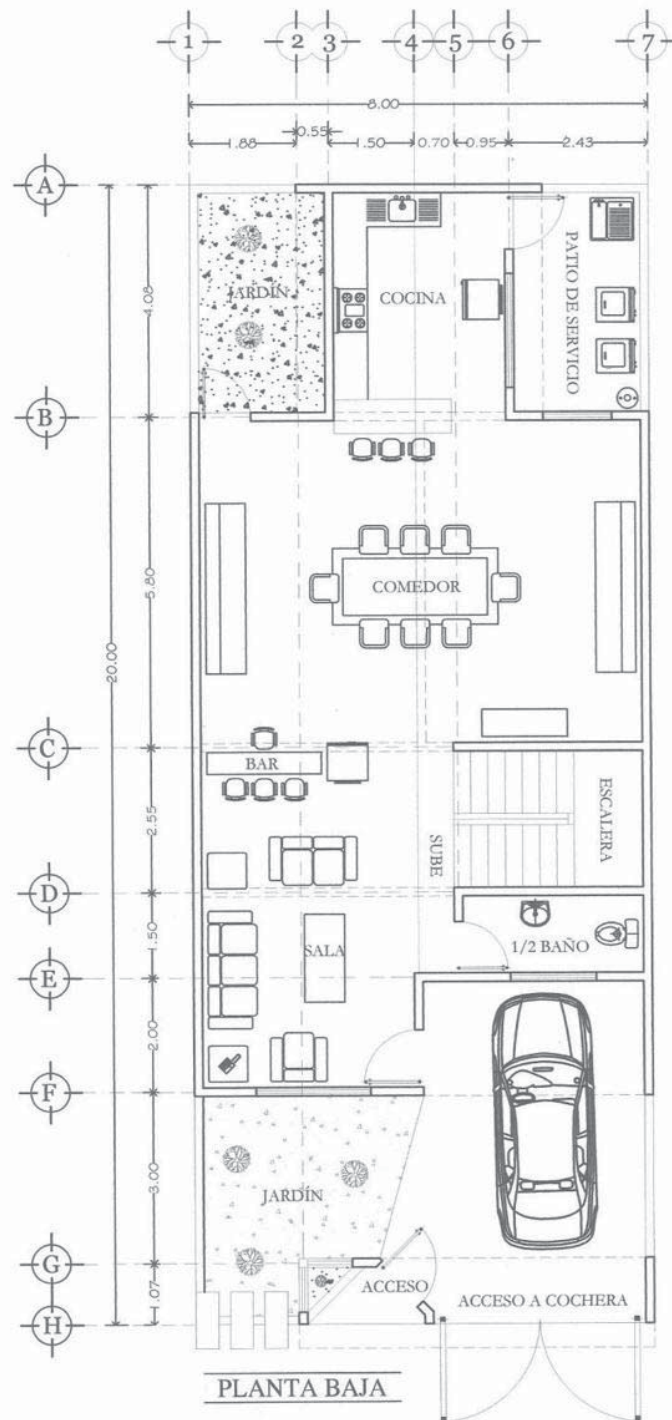
Posteriormente se colocan varillas de 3/8" a lo largo de la losa a cada 50 cm, para evitar el cortante en la superficie y evitar agrietamientos en el concreto. Seguido de esto se procede a colar el concreto hidráulico, el cual tendrá un espesor promedio de 5 cm.

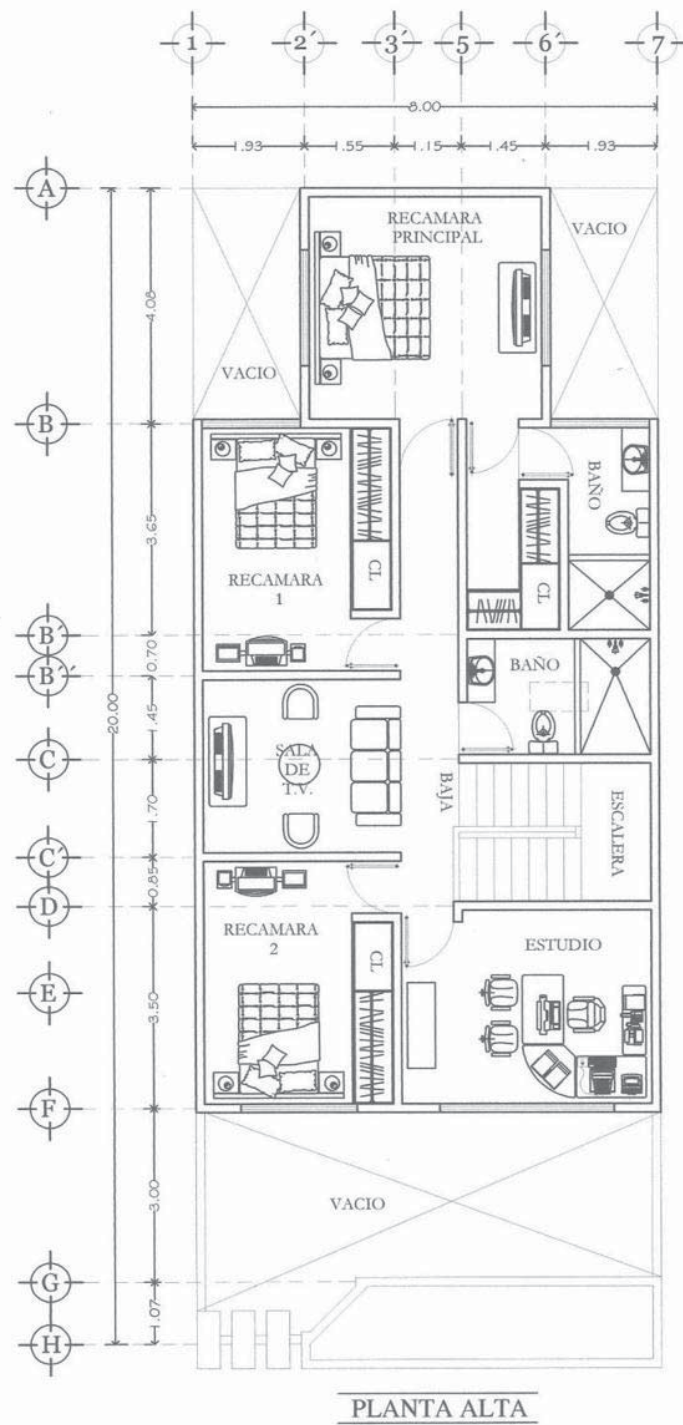
V.2 MATERIALES DE LA VIGUETA PROPUESTA.



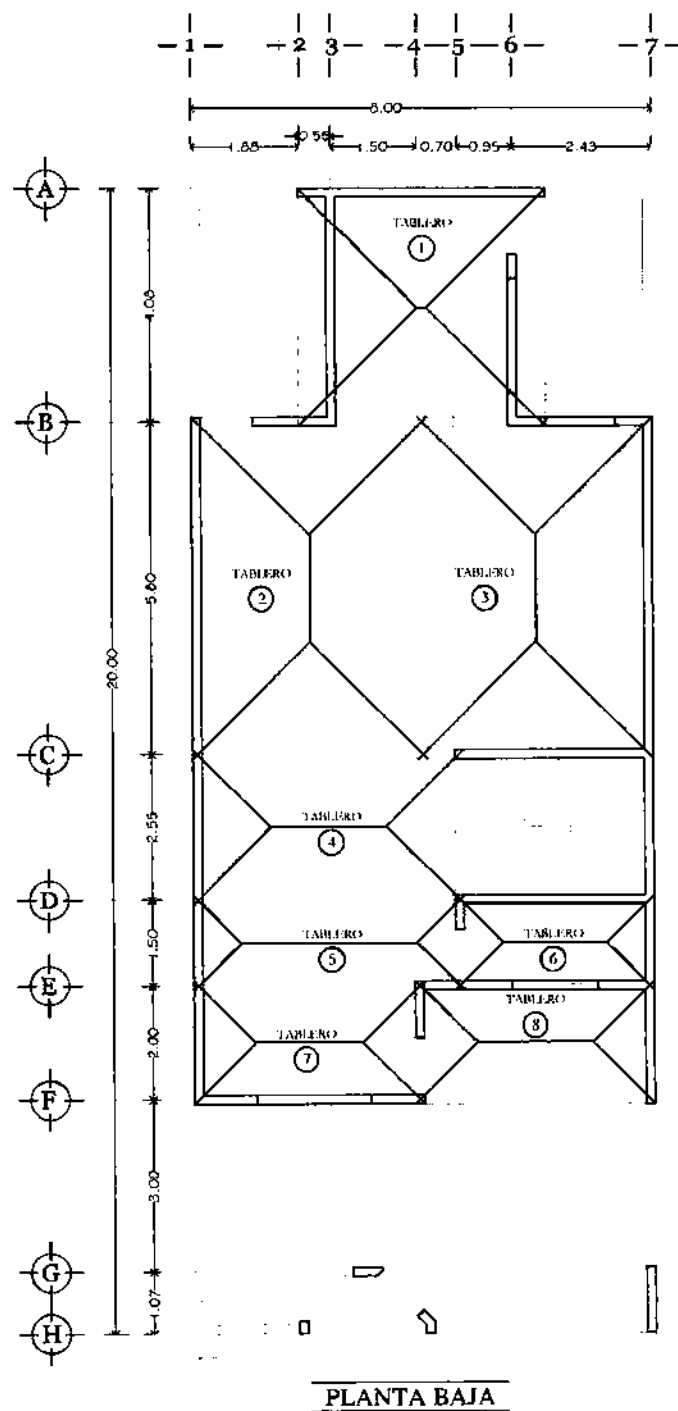
V.2.1 DIMENSIONES DE LA VIGUETA PROPUESTA.**V.2.2 CORTE DE LA VIGUETA PROPUESTA.**

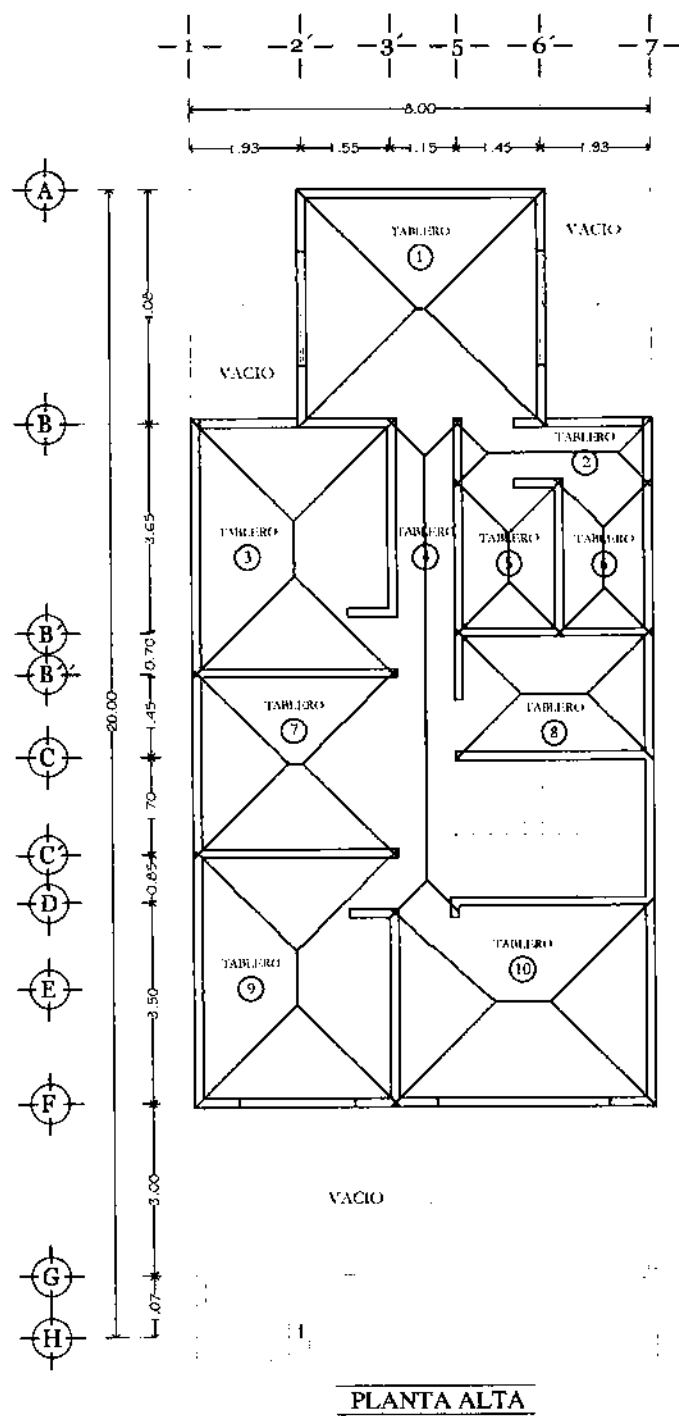
V.3 PROYECTO ARQUITECTONICO.





V.4 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.





V.5 CÁLCULO DEL PESO NORMAL DE LA PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.

A) VARILLA DE 3/8" DE LA VIGUETA.

$$[(1.00 \text{ m} / 0.15 \text{ m}) (2.00 \text{ Pzs}) (0.15 \text{ m}) + 2.00 \text{ m}] (0.57 \text{ kg/m}) = \underline{2.28 \text{ kg/ml}}$$

B) ANGULO DE LA VIGUETA DE (3").

$$(2.00 \text{ Pzs}) (1.00 \text{ m}) (10.72 \text{ kg/m}) = 21.44 \text{ kg/ml}$$

$$2.28 \text{ kg/ml} + 21.44 \text{ kg/ml} = 23.72 \text{ kg/ml}$$

$$\text{Peso de la vigueta} = [(23.72 \text{ kg/ml}) (1.00 \text{ m}) / (1.22 \text{ m}) (1.00 \text{ m})] = \underline{19.44 \text{ kg/m}^2}$$

C) PANEL ESTRUCTURAL DE (3").

$$\text{Peso} = \underline{5.00 \text{ kg/m}^2}$$

D) VARILLAS DE CORTANTE DE 3/8" SOBRE LA LOSA @ 50 cm.

CALCULANDO CON EL TABLERO # 3, EL CUAL ES EL MAS DESFAVORABLE DE LOS DOS NIVELES DE ACUERDO AL PLANO.

$$a_1 = 5.95 \text{ m} \quad \begin{array}{|c|} \hline 24.28 \text{ m}^2 \\ \hline \end{array} \quad a_2 = 4.08 \text{ m}$$

$$[(5.95 \text{ m} / 0.50 \text{ m}) + 1.00 \text{ Pza}] (4.08 \text{ m}) = 52.63 \text{ ml}$$

$$[(4.08 \text{ m} / 0.50 \text{ m}) + 1.00 \text{ Pza}] (5.95 \text{ m}) = 54.50 \text{ ml}$$

$$(52.63 \text{ ml} + 54.50 \text{ ml}) (0.57 \text{ kg/m}) = 61.06 \text{ kg}$$

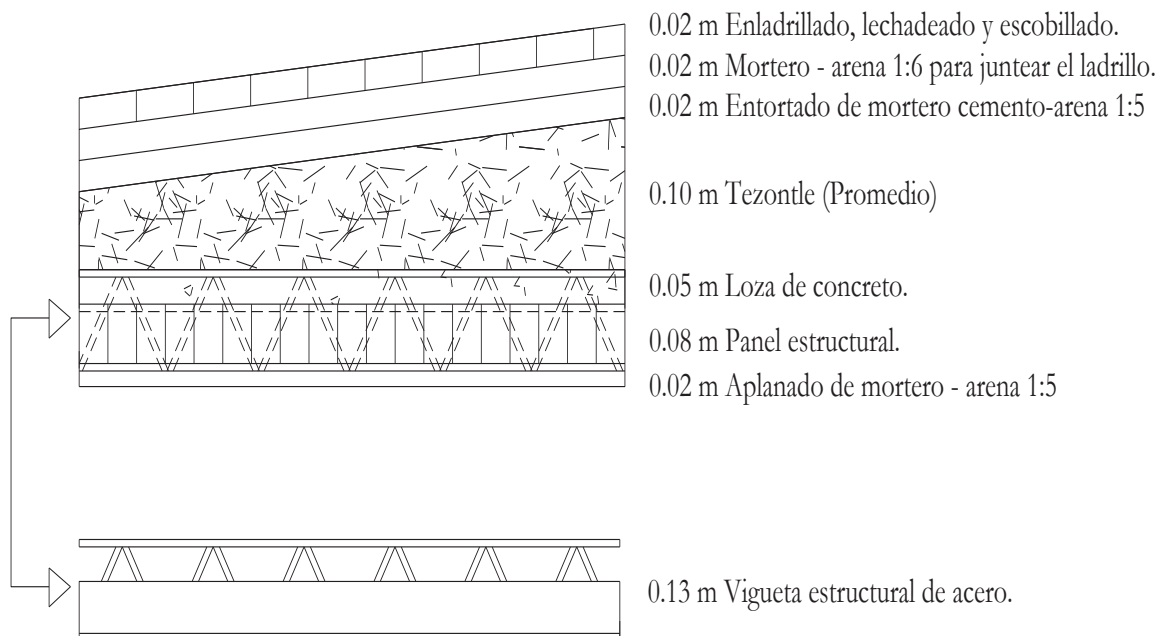
$$61.06 \text{ kg} / 24.28 \text{ m}^2 = \underline{2.51 \text{ kg/m}^2}$$

E) CONCRETO DE LA LOSA.

$$(1.00 \text{ m}) (1.00 \text{ m}) (0.05 \text{ m}) (2200 \text{ kg/m}^3) = \underline{110.00 \text{ kg/m}^2}$$

F) PESO NORMAL DE LA PROPUESTA DE LOSA ALIGERADA.

$$2.28 \text{ kg/ml} + 19.44 \text{ kg/m}^2 + 5.00 \text{ kg/m}^2 + 2.51 \text{ kg/m}^2 + 110.00 \text{ kg/m}^2 = \underline{139.23 \text{ kg/m}^2}$$

V.6 ANALISIS DE CARGAS DE LA LOSA ALIGERADA DE AZOTEA.

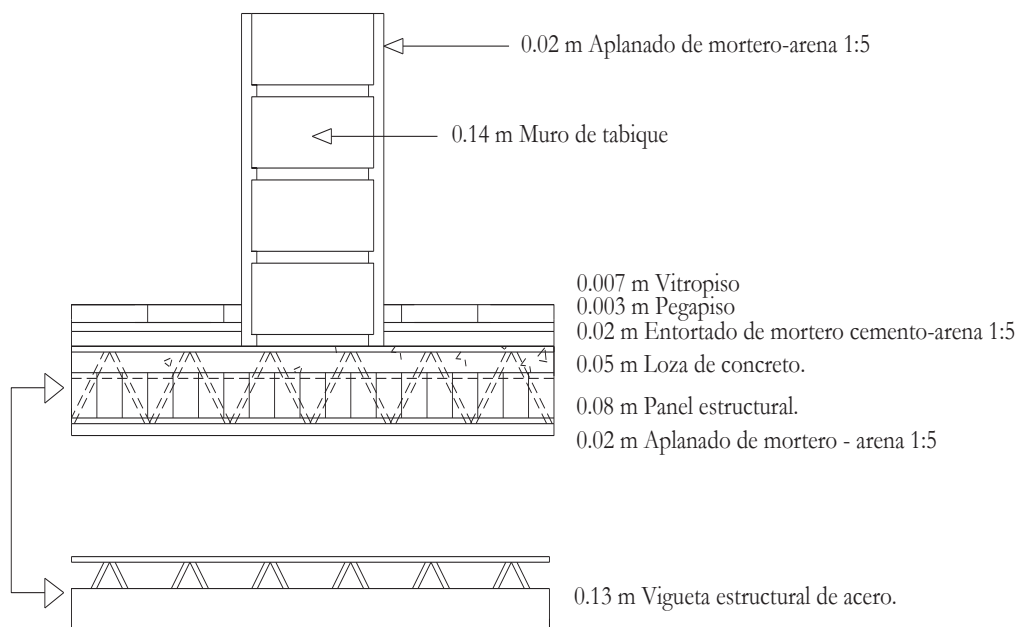
CORTE INDICANDO LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA LOSA DE AZOTEA.

CONCEPTO	ESPESOR (m)	PESO VOLUMÉTRICO kg/m ³	CARGA kg/m ²
Enladrillado, lechadeado y escobillado.	0.02	1800.00	36.00
Mortero mortero-arena 1:6 para junteo de ladrillo.	0.02	2000.00	40.00
Entortado de mortero cemento-arena 1:5.	0.02	2000.00	40.00
Tezontle.	0.10	1300.00	130.00
Losa aligerada.	0.13	1071.00	139.23
Aplanado de mortero mortero-arena 1:5.	0.02	1500.00	30.00
		Carga muerta =	415.23

Aplicando la mínima carga viva que se puede utilizar para una casa habitación.

$$\text{Carga total} = 415.23 \text{ kg/m}^2 + 100.00 \text{ kg/m}^2 = 515.23 \text{ kg/m}^2$$

V.7 ANALISIS DE CARGAS DE LA LOSA ALIGERADA DE ENTREPISO.



CORTE INDICANDO LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA LOSA DE ENTREPISO.

CONCEPTO	ESPESOR (m)	PESO VOLUMETRICO kg/m ³	CARGA kg/m ²
Vitropiso.	0.007	1800.00	12.60
Pegapiso.	0.003	1333.33	4.00
Entortado de mortero cemento-arena 1:5.	0.02	2000.00	40.00
Losa aligerada.	0.13	1071.00	139.23
Aplanado de mortero mortero-arena 1:5.	0.02	1500.00	30.00
		Carga muerta =	225.83

Aplicando la mínima carga viva que se puede utilizar para una casa habitación.

$$\text{Carga total} = 225.83 \text{ kg/m}^2 + 170.00 \text{ kg/m}^2 = 395.83 \text{ kg/m}^2$$

V.7.1 CARGAS ADICIONALES QUE TRABAJAN SOBRE LA LOSA DE ENTREPISO (ANALIZADAS PARA EL TABLERO # 3 DE LA MISMA).

MUROS.

$$(11.10 \text{ m}) (2.30 \text{ m}) (270.00 \text{ kg/m}^2) = \underline{6,893.10 \text{ kg}}$$

TRABE.

$$(11.10 \text{ m}) (0.15 \text{ m}) (0.20 \text{ m}) (2400 \text{ kg/m}^3) = \underline{799.20 \text{ kg}}$$

CARGA DE LA LOSA DE AZOTEA QUE ACTUA SOBRE LOS MUROS DEL 2DO NIVEL Y QUE TRANSMITE A LA LOSA DE ENTREPISO.

$$(13.30 \text{ m}^2) (515.23 \text{ kg/m}^2) = \underline{6,852.56 \text{ kg}}$$

$$\text{TOTAL} = 6,893.10 \text{ kg} + 799.20 \text{ kg} + 6,852.56 \text{ kg} = \underline{14,544.86 \text{ kg}}$$

$$\text{CARGA SOBRE TABLERO \# 3} = 14,544.86 \text{ kg} / 24.28 \text{ m}^2 = 599.05 \text{ kg/m}^2$$

V.8 ANALISIS DE LA VIGUETA PROPUESTA, DEMOSTRANDO QUE SOPORTA LAS CARGAS DE TRABAJO.

A) ANALIZANDO PARA LA CARGA MAS DESFAVORABLE “LOSA DE ENTREPISO”.

$$\text{CARGA} = 395.83 \text{ kg/m}^2 + 599.05 \text{ kg/m}^2 = \underline{994.88 \text{ kg/m}^2}$$

B) CALCULO PARA UN ANGULO DE LADOS IGUALES (LI 3” x 3/8”).

DATOS:

$$A = 13.61 \text{ cm}^2, I = 73.30 \text{ cm}^4, y = 2.26 \text{ cm}, \text{ PESO} = 10.72 \text{ kg/m}$$

CALCULO:

$$n = \frac{\text{Modulo de elasticidad del acero}}{\text{Modulo de elasticidad del concreto}} ; n = \frac{E_s}{E_c} ; n = \frac{2,100,000 \text{ kg/cm}^2}{10,000 \sqrt{250 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$n = \underline{13.28} \text{ (Esto indica que el acero es 13.28 veces más elástico que el concreto).}$$

$$W = (994.88 \text{ kg/m}^2) (1.22 \text{ m}) = \underline{1,213.75 \text{ kg/m}}$$

$$M_x = \frac{(w)(L^2)}{8} ; M_x = \frac{(1,213.75 \text{ kg/m})(4^2)}{8} ; M_x = \underline{2,427.50 \text{ kg} - \text{m}}$$

$$b_e \leq 15.24 \text{ cm} + (8) (5 \text{ cm}) ; b_e \leq \underline{55.24 \text{ cm}}$$

$$b_s = 55.24 \text{ cm} / 13.28 ; b_s = \underline{4.16 \text{ cm}}$$

$$A_1 = (5 \text{ cm}) (4.16 \text{ cm}) ; A_1 = \underline{20.80 \text{ cm}^2}$$

$$A_2 = (13.61 \text{ cm}) (2 \text{ pzs}) ; A_2 = \underline{27.22 \text{ cm}^2}$$

$$\bar{y} = \frac{[(20.80 \text{ cm}^2)(10.50 \text{ cm}) + (27.22 \text{ cm}^2)(2.26 \text{ cm})]}{(20.80 \text{ cm}^2 + 27.22 \text{ cm}^2)} ; \quad \bar{y} = \underline{5.83 \text{ cm}}$$

$$I_x = [(73.30 \text{ cm}^4) (2 \text{ pzs})] + [(27.22 \text{ cm}^2) (3.57 \text{ cm})^2] + \frac{(4.16 \text{ cm})(5 \text{ cm})^3}{12} + [(20.80 \text{ cm}^2) (4.67 \text{ cm})^2]$$

$$I_x = \underline{990.48 \text{ cm}^4}$$

$$S_{x_t} = 990.48 \text{ cm}^4 / 5.83 \text{ cm} ; \quad S_{x_t} = \underline{169.89 \text{ cm}^3}$$

$$S_{x_a} = (990.48 \text{ cm}^4 / 7.17 \text{ cm}) (13.28) ; \quad S_{x_a} = \underline{1,834.53 \text{ cm}^3}$$

LOS ESFUERZOS PERMISIBLES SON:

Tensión: $F_t = 0.66 f_y$

$$F_t = (0.66) (2530 \text{ kg/cm}^2) ; \quad F_t = 1,670.00 \text{ kg/cm}^2$$

Compresión: $F_a = 0.5 f'_c$

$$F_a = (0.5) (250 \text{ kg/cm}^2) ; \quad F_a = 125 \text{ kg/cm}^2$$

ESFUERZO DE TENSIÓN.

$$f_t = 242,750.00 \text{ kg} - \text{cm} / 169.89 \text{ cm}^3$$

$$f_t = \underline{1,428.87 \text{ kg/cm}^2} < \underline{1,670.00 \text{ kg/cm}^2}$$

(El esfuerzo es correcto por qué no sobrepasa el límite permisible).

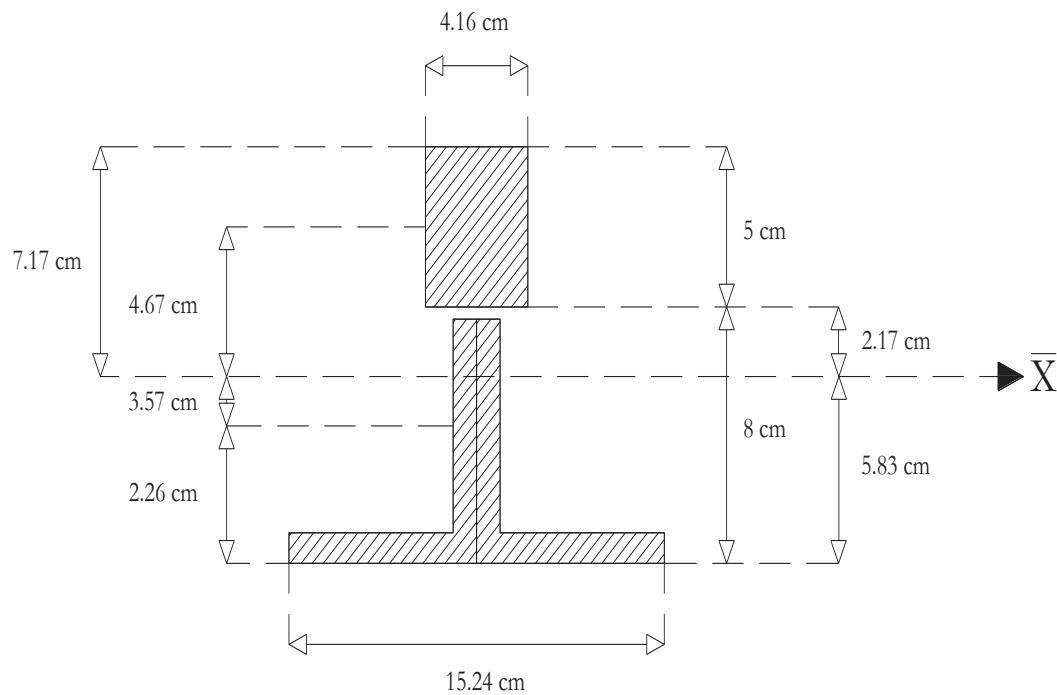
ESFUERZO DE COMPRESIÓN.

$$f_a = 242,750.00 \text{ kg} - \text{cm} / 1,834.53 \text{ cm}^3$$

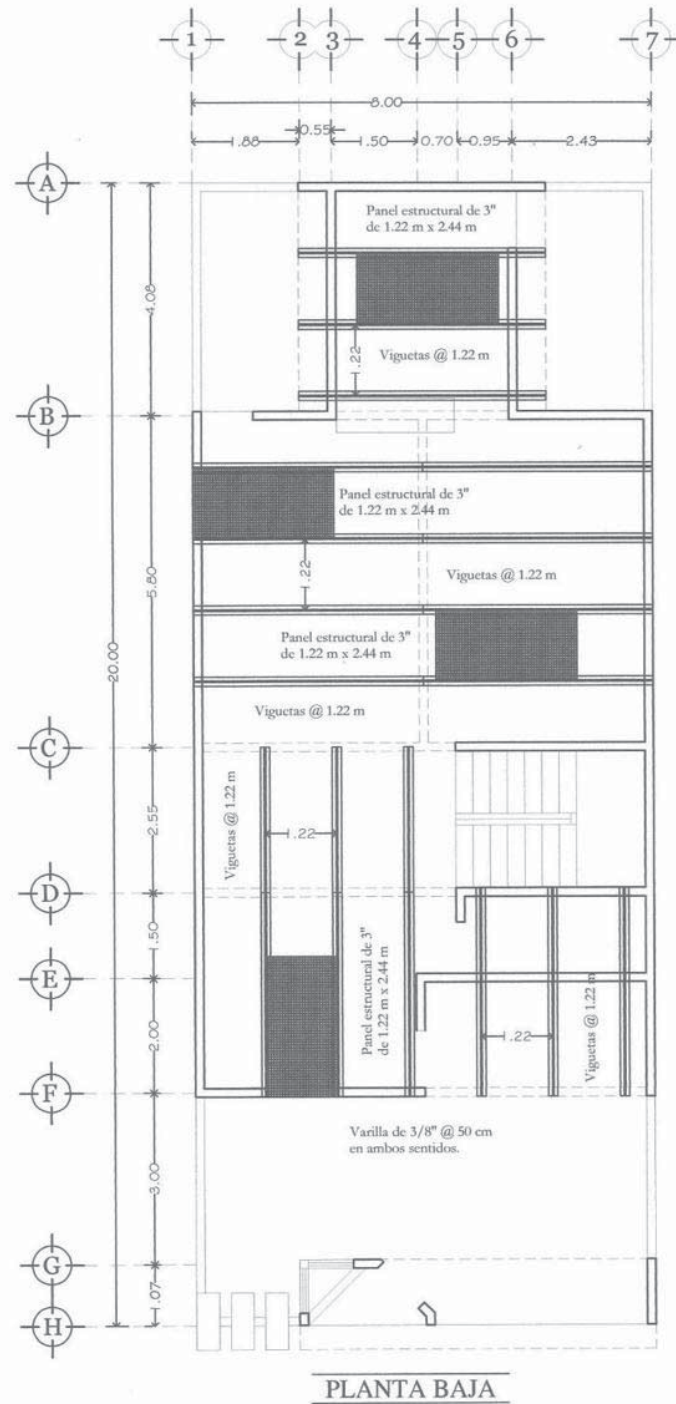
$$f_a = \underline{132.32 \text{ kg/cm}^2} > \underline{125.00 \text{ kg/cm}^2}$$

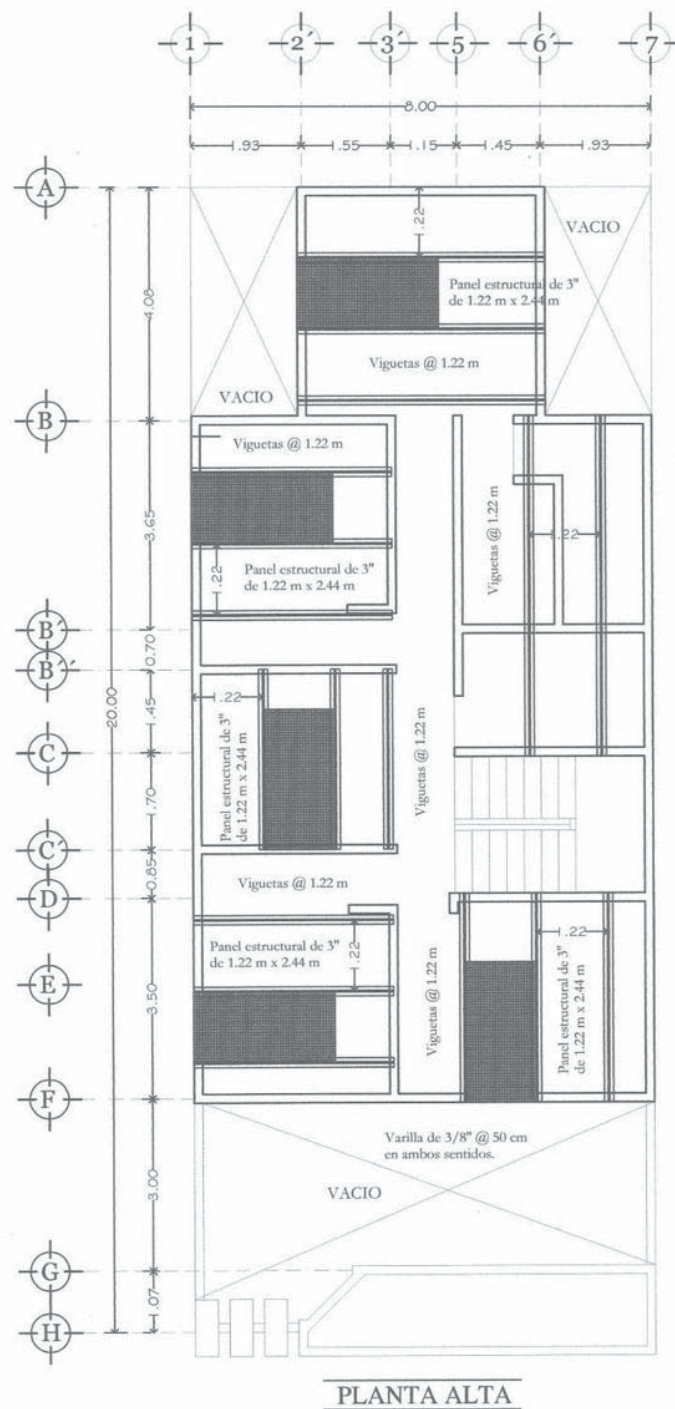
(El esfuerzo lo podemos tomar como correcto, ya qué la cantidad que se pasa del límite permisible, no es muy relevante.)

C) DIAGRAMA MOSTRANDO LA POSICIÓN DE LOS EJES CENTROIDALES.



V.8.1 ARMADO DE LAS LOSAS.





V.9 VOLUMETRÍA DE MATERIALES.**A) PARA LA LOSA DE AZOTEA.**LADRILLO:

$$\text{Área de 1Pza} = 0.13 \text{ m} \times 0.26 \text{ m} = 0.034 \text{ m}^2$$

$$104.78 \text{ m}^2 / 0.034 \text{ m}^2 = 3,081.76 \text{ Pzs} \approx 3,082.00 \text{ Pzs}$$

$$3,082.00 \text{ Pzs} + 20\% \text{ desperdicio} = \underline{3,699.00 \text{ Pzs de ladrillo}}$$

MORTERO MORTERO – ARENA 1:6, PARA JUNTEAR EL LADRILLO:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Mortero} = 2.10 \text{ m}^3 \times 0.225 = 0.47 \text{ Ton}$$

$$0.47 \text{ Ton} + 10\% \text{ lechada} = \underline{0.52 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.10 \text{ m}^3 \times 1.24 = \underline{2.60 \text{ m}^3}$$

ENTORTADO DE MORTERO CEMENTO – ARENA 1:5:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.10 \text{ m}^3 \times 0.36 = \underline{0.76 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.10 \text{ m}^3 \times 1.15 = \underline{2.42 \text{ m}^3}$$

TEZONTLE:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.10 \text{ m} = 10.48 \text{ m}^3 \approx \underline{1.5 \text{ Camiones}}$$

LOSA DE CONCRETO $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m} = 5.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.423 = \underline{2.22 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.465 = \underline{2.44 \text{ m}^3}$$

$$\text{Grava} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.64 = \underline{3.35 \text{ m}^3}$$

VARILLA DE 3/8":

$$707.66 \text{ ml} / 12.00 \text{ ml} = 58.97 \text{ Pzs}$$

$$58.97 \text{ Pzs} + 5\% \text{ desperdicio} = 61.92 \text{ Pzs}$$

$$\text{Varilla } 3/8" = 62.00 \text{ Pzs } \text{ ó } \underline{0.42 \text{ Ton}}$$

ANGULO DE 3" x 3/8":

$$132.00 \text{ ml} / 6.00 \text{ ml} = \underline{22.00 \text{ Tramos}}$$

PANEL ESTRUCTURAL DE 3":

$$95.87 \text{ ml} / 2.44 \text{ ml} = 39.29 \text{ Pzs} \approx \underline{39.00 \text{ Pzs}}$$

ALAMBRE RECOCIDO # 18:

$$17.00 \text{ pzs} \times 33.00 \text{ pzs} = 561.00 \text{ pzs de amarres.}$$

$$39.00 \text{ Pzs} \times 24.00 \text{ Pzs} = 936.00 \text{ Pzs de amarres.}$$

$$1,497.00 \text{ amarres} \times 0.35 \text{ ml} = 523.95 \text{ ml}$$

$$523.95 \text{ ml} \times 0.0143 \text{ kg/ml} = 7.49 \text{ kg}$$

$$7.49 \text{ kg} + 30\% \text{ imprevistos y desperdicio.}$$

$$\text{Alambre} = 9.74 \text{ kg} \approx \underline{10.00 \text{ kg}}$$

B) PARA LA LOSA DE ENTREPISO.

ENTORTADO DE MORTERO CEMENTO – ARENA 1:5:

$$105.28 \text{ m}^2 \times 0.02 \text{ m} = 2.11 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 2.11 \text{ m}^3 \times 0.36 = \underline{0.76 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 2.11 \text{ m}^3 \times 1.15 = \underline{2.43 \text{ m}^3}$$

LOSA DE CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$:

$$104.78 \text{ m}^2 \times 0.05 \text{ m} = 5.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.423 = \underline{2.22 \text{ Ton}}$$

$$\text{Arena} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.465 = \underline{2.44 \text{ m}^3}$$

$$\text{Grava} = 5.24 \text{ m}^3 \times 0.64 = \underline{3.35 \text{ m}^3}$$

VARILLA DE 3/8":

$$739.98 \text{ ml} / 12.00 \text{ ml} = 61.67 \text{ Pzs}$$

$$61.67 \text{ Pzs} + 5\% \text{ desperdicio} = 64.75 \text{ Pzs}$$

$$\text{Varilla } 3/8" = 65.00 \text{ Pzs } \text{ ó } \underline{0.44 \text{ Ton}}$$

ANGULO DE 3" x 3/8":

$$148.00 \text{ ml} / 6.00 \text{ ml} = 24.67 \text{ Tramos} \approx \underline{25.00 \text{ Tramos}}$$

PANEL ESTRUCTURAL DE 3":

$$88.37 \text{ ml} / 2.44 \text{ ml} = 36.22 \text{ Pzs} \approx \underline{36.00 \text{ Pzs}}$$

ALAMBRE RECOCIDO # 18:

$$17.00 \text{ pzs} \times 33.00 \text{ pzs} = 561.00 \text{ pzs de amarres.}$$

$$36.00 \text{ Pzs} \times 24.00 \text{ Pzs} = 864.00 \text{ Pzs de amarres.}$$

$$1,425.00 \text{ amarres} \times 0.35 \text{ ml} = 498.75 \text{ ml}$$

$$498.75 \text{ ml} \times 0.0143 \text{ kg/ml} = 7.13 \text{ kg}$$

$$7.13 \text{ kg} + 30\% \text{ imprevistos y desperdicio.}$$

$$\text{Alambre} = 9.27 \text{ kg} \approx \underline{10.00 \text{ kg}}$$

V.9.1 COSTO TOTAL DE LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LOSAS (AZOTEA Y ENTREPISO).

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUMA
Ladrillo	Millar	3.70	\$ 1,400.00	\$ 5,180.00
Mortero	Ton	0.52	\$ 1,500.00	\$ 780.00
Cemento	Ton	5.96	\$ 2,200.00	\$ 13,112.00
Arena	Camión	2.00	\$ 900.00	\$ 1,800.00
Grava	Camión	1.00	\$ 850.00	\$ 850.00
Varilla de 3/8"	Ton	0.86	\$ 12,500.00	\$ 10,750.00
Angulo de 3" x 3/8"	Tramo	47.00	\$ 980.42	\$ 46,079.74
Panel estructural de 3"	Pza	75.00	\$ 390.00	\$ 29,250.00
Alambre	Kg	20.00	\$ 17.00	\$ 340.00
Tezontle	Camión	1.50	\$ 900.00	\$ 1,350.00
Clavo 2 1/2"	Kg	2.00	\$ 25.00	\$ 50.00
COSTO TOTAL =				\$ 109,541.74

(SON CIENTO NUEVE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UN PESOS 74/100 M.N.)

NOTA:

Estos costos ya incluyen I.V.A.

Estos costos no incluyen mano de obra, ya que puede ser variable.

CAPÍTULO

VI

VI. DIFERENCIA DE COSTOS, ASÍ COMO VENTAJAS Y DEVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE LOSA.

El costo de la losa maciza es de \$ 63,678.50 y el costo de la losa aligerada propuesta es de \$ 109,541.74, estos costos nos indican que existe una diferencia entre ellas, donde la losa aligerada es más cara por una cantidad de \$ 45,863.24, esta diferencia no indica que se tenga que emplear necesariamente la losa maciza por barata, ya que existen algunas ventajas y desventajas de ambos tipos de losas, con las cuales el constructor puede decidir, que opción es la más apropiada y conveniente para su proyecto.

VI.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UNA LOSA MACIZA.

A) VENTAJAS

- La cimbra es sencilla y se puede colocar fácilmente, también es reutilizable.
- La cimbra proporciona una plataforma de trabajo cómoda, segura y con menor riesgo de accidentes.
- Se elimina la necesidad de manipulación manual de elementos pesados.
- El armado es sencillo y con alto nivel de manejabilidad.
- El concreto se coloca fácilmente en obra.
- Hay ausencia de nervaduras con elevadas densidades de armaduras.
- Hay ausencia de elementos aligerantes con zonas de difícil acceso.

- Su hiperestatismo y bidireccionalidad proporcionan una reserva resistente frente a aumentos no previstos en las cargas.
- Existe alta ductilidad, la cual mejora el comportamiento frente al fuego y el sismo.
- Adopta casi cualquier forma.

B) DESVENTAJAS

- La colocación de la cimbra es sencilla, pero retarda un poco el avance de la obra.
- Los espesores de las losas hacen que se tornen muy pesadas, lo cual repercute en la construcción de la cimentación, ya que debe tener dimensiones grandes para soportar su peso, lo que nos lleva a un mayor costo.
- Después de la colocación del concreto, se tiene que esperar de 15 a 21 días para el fraguado del mismo y tome su resistencia adecuada, lo cual también retrasa el progreso de la obra.
- Si llega a ocurrir un sismo demasiado fuerte puede destrozar la losa, la cual al momento de caer podría ser fatal para una persona, ya que el espesor y peso son considerables.

VI.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LOSA ALIGERADA.

A) VENTAJAS

- No requiere de la colocación de cimbra para su construcción, por lo tanto tenemos un ahorro económico.
- Su instalación y armado es rápido y sencillo por lo cual nos ahorra tiempo en el proceso de construcción.
- El concreto se coloca fácilmente en obra y el espesor de la losa es pequeño.
- Como su nombre lo dice es aligerada y en caso de existir un sismo demasiado fuerte, por el tipo de material del que está hecha, nos da demasiado tiempo para desalojar la casa antes de que llegue al colapso.
- Después de la colocación del concreto no tenemos la necesidad de esperar el fraguado, ya que por no existir cimbra por debajo de la losa, podemos meternos a realizar acabados como son firmes, aplanados, detalles, etc., lo cual nos da mayor avance en la obra y se aprovecha mejor el tiempo.
- También por ser aligerada existe un ahorro en la construcción de la cimentación, ya que reduce sus dimensiones y costo de la misma.

B) DESVENTAJAS

- Este tipo de losa es solo para casa habitación o edificios multifamiliares.
- No se puede emplear para claros más largos que cuatro metros, porque si se calculara para un claro mas grande, las dimensiones que arrojaría el cálculo serian demasiado grandes y por lo tanto muy costoso.
- Una casa habitación construida con este sistema, no puede ser rentada como bodega o almacén, porque el peso y los esfuerzos concentrados a los que estaría sometida, sobrepasarían a las condiciones de carga para las cuales fue diseñada y podría llegar al colapso.

CAPÍTULO

VII

VII. CONCLUSIONES.

- Al principio de esta tesis se comenta como al pasar de los años el hombre siempre ha buscado protegerse de la intemperie, para lo cual fue buscando e inventando diferentes métodos de protección, tales como arboles, cuevas, chozas y cabañas con diferentes tipos de materiales, de los cuales al pasar el tiempo fue aprendiendo e investigando sus propiedades, tales como resistencia, flexibilidad, dureza y algunas otras. Mismas que hasta la fecha no hemos dejado de realizar, porque seguimos y seguiremos proponiendo diversos tipos y formas constructivas para nuestro beneficio, siempre estando del lado de la economía y el tiempo de construcción. Tratando de no echar abajo una propuesta ya existente queriendo ser los mejores, sino simplemente mejorarla o proponer una nueva, esforzándonos prácticamente en que sea la mejor en costo, tiempo y avance constructivo, tratando de aportar un beneficio más para la sociedad.
- Se mencionaron los diferentes tipos de losas que existen en la actualidad para casa habitación, de los cuales todos tienen sus ventajas y desventajas. Los constructores siempre tendrán que escoger el tipo de losa que mejor se adapte a su proyecto, viendo las características y necesidades del mismo, porque el proyecto es el que define para que tipo de losa es apta la construcción. Si el proyecto define que es apto para una o varias opciones de tipo de losa, entonces se tienen que considerar los mejores beneficios, como pueden ser económicos y constructivos.
- En el contenido de esta tesis se puede observar que se propuso un nuevo modelo de losa para casa habitación, la cual es aligerada y se puede mencionar que es más cara que una losa maciza normal, pero la propuesta nos ahorra tiempo y cierto gasto en la cimentación por ser menos pesada.

- También cabe mencionar que después de la colocación del concreto sobre la losa propuesta, nos permite inmediatamente entrar a trabajar al día siguiente en el interior de la casa, ya que no existe cimbra que obstruya el paso y se aprovecha el tiempo de fraguado de la misma para dar avance a la obra con los acabados.
- Al momento de calcular las viguetas de esta losa propuesta, se calcula principalmente para el tablero más desfavorable, pero no necesariamente se tienen que construir todas las viguetas en base a ese cálculo, para la casa en general, ya que existirán tableros con cargas menores, para los cuales el cálculo de la vigueta será de menor dimensión, por lo tanto se reduce un poco más el costo para la construcción de la losa.
- Esta propuesta de losa aligerada se llegó a construir en claros hasta de 6.00 m de longitud, con ángulos en las viguetas mucho menores que los arrojados por el cálculo para las losas de este proyecto, las cuales respondieron satisfactoriamente ya que la losa se encuentra trabajando en la actualidad en buenas condiciones, pero al momento de demostrar el cálculo matemáticamente con las características de los ángulos, con los cuales se elaboró la losa mencionada, el cálculo fue desfavorable ya que inmediatamente arrojó resultados incoherentes. Con este comentario no se intenta influir para que se construya con estas dimensiones y con ángulos para la vigueta escogidos al azar, ya que siempre es mejor construir por el lado de la seguridad, por lo cual se recomienda al lector y al público en general si es que deciden construir con este tipo de losa, siguiendo los pasos y procedimientos mostrados en esta tesis.

GLOSARIO.

Menhires: Eran grandes piedras monolíticas enterradas en forma vertical

Cromlechs: Eran una sucesión de menhires en forma de círculo.

Dólmenes o cistas: Eran piedras verticales que sostenían a otras horizontales.

Trilitos: Se componían de una piedra horizontal sostenida por dos verticales.

Palafitos: Era un tipo de refugio construidos a la orilla de un río.

Mongoles: Era un imperio del Asia central.

Fieltros: Es una especie de paño sin tejer conglomerando lana, borra o pelo.

Bali: Fue una tribu que existió en la isla de Indonesia.

Gurbi: Es la cabaña de los pueblos seminómadas de África Septentrional.

Dayaks: Es una tribu que habita la isla de Borneo.

Bereberes: Es una tribu que habita Berbería, una región de África.

Tuaregs: Es un pueblo nómada de raza beréber, que habita el Sahara.

Uros: Son una tribu que aún existe en la actualidad en Bolivia y Perú.

Totora: Es una especie de caña que crece en terrenos pantanosos.

Kirokita: Es una población de la isla de Chipre, la cual se ubica en el mediterráneo.

Oblongo, ga: Significa que es más largo que ancho.

Kampangs: Nombre de las aldeas de los habitantes de Java.

Pondopo: Es un recibidor de una casa.

Omali: Es una recámara o cocina de una casa.

Papúes: Son una tribu de negros de Nueva Guinea.

Garmang: Son tipos o estilos de chozas para los esquimales.

Wigwams: Son chozas de los indios que poblaron regiones junto a grandes lagos.

Seminoles: Es una tribu que radica al sur de África..

Chiquis: Choza de troncos de árbol y techo a cuatro aguas.

Pigmeos: Son individuos de una raza de pequeña estatura del África Central.

Zulúes: Es un pueblo que radica en el sur de África.

Kraal: Chozas redondas y hechas con trocos y hierbas.

Hogan: Es el nombre de las chozas de los indios navajos.

Galas: Eran chozas redondas y a base de troncos de árbol con techos cónicos.

Iroqueses: Son individuos de una raza indígena de la América Septentrional.

BIBLIOGRAFÍA.

❖ ARQUITECTURA HABITACIONAL

ING. ARQ. ALFREDO PLAZOLA CISNEROS

ING. ARQ. ALFREDO PLAZOLA ANGUIANO

SEGUNDA EDICIÓN

EDITORIAL LIMUSA

MÉXICO 1980

❖ COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACIÓN

ING. CARLOS SUÁREZ SALAZAR

TERCERA EDICIÓN

EDITORIAL LIMUSA

❖ DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

ARTHUR H. NILSON

EDITORIAL MC GRAW HILL

❖ EL CONCRETO ARMADO EN LAS ESTRUCTURAS

ARQ. VICENTE PÉREZ ALAMA

EDITORIAL TRILLAS