




UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



“ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTRUCTURACIÓN Y
COSTO, DE SISTEMA TRADICIONAL VS SISTEMA
INDUSTRIALIZADO PARA UN PROTOTIPO DE VIVIENDA
DE INTERÉS SOCIAL, EN QUERÉTARO, QRO.”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N
LUCIANO RAMOS PINEDA
CÉSAR RAYA RAMÍREZ



México, D.F.



2005

AGRADECIMIENTOS

César:

En Memoria a Mamá Nene.

A mi Mamá, por tu apoyo “incondicional”, gran parte de lo que soy te lo debo a ti.

A mi Papá, por estar siempre aquí, y siempre lo estarás.

A Lili, por soportarme y apoyarme en todo momento, gracias.

A la UNAM, por haberme permitido estudiar en la Facultad de Ingeniería, con la cual estaré en deuda toda la vida, es difícil retribuirte todo lo que me enseñaste, tanto profesional como socialmente, pero juro que lo intentaré. Gracias a todos y cada uno de tus profesores.

A los Hermanos Maristas, por hacerme ver siempre hacia adelante aprendiendo del pasado, a jamás darme por vencido y a mantener la frente en alto.

Al Ing. Luis Fernando Zárate Rocha (por dirigir este trabajo), al M.I. Fernando Favela Lozoya (por sus cátedras en las clases), a la Dra. Ma. de Rosío Ruiz Urbano (por ser una excelente profesora), al epónimo M.I. Agustín Deméneghi Colina (por hacerme “sentir suelo”), al Ing. Juan Luis Umaña Romero (por dar ese plus extra a sus clases que nos hace reflexionar tanto), al Ing. Rodrigo Morales M. (por habernos asesorado), al Ing. Ricardo Soto (por su ayuda técnica).

A todos mis amigos y familiares que han influido tanto en mi desarrollo personal como académico, esperando que sea recíproco el sentimiento, y como todos tenemos nombre y apellido: Liliana Silva, “mi Olo”, Ernesto Martínez, Oscar Delgado, José Ramírez, David Osorio, Ramiro Raya R, Luciano Ramos, Mónica Citalán, Miguel A. Cerón, Ericka Reyes, Fabián Ramírez, Salvador Ortega, Daniel Martínez, Mario A. Navarro, Raúl Villavicencio, Alejandro Arbizu, Omar Tinoco, Carlos Martínez, Jesús Martínez, Juan C. Canseco, Mario Galicia, Erick Martínez, César Pedro, Eugui Pomposo, Doris, Juan Estrella, Lolita Martínez, Marco Alcázar, Nancy López, Daniel Juárez, Ramón Aguilar, Alann Hernández, Tere Martínez, Sofía Hernández, Toni Contla, Sergio Pulido, Ángel Pérez, Mario Espíndola, Miguel A. Ramos. Gracias por hacer divertido el camino.

“Lo que no te mata, te hace más fuerte”

AGRADECIMIENTOS

Luciano:

A mis padres:

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida de sacrificios y de esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo. Con cariño y respeto.

A mis hermanos, por su ayuda, consejos, paciencia y amistad, por ello mi aprecio y gratitud.

A mis amigos, mi más profundo aprecio por los momentos inolvidables que pasamos, que hicieron que el camino a este objetivo fuera mucha más grato.

A la Facultad de Ingeniería, por la formación integral recibida.

ÍNDICE



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
I. Antecedentes.....	11
II. Sistemas Estructurales para vivienda de interés social.....	19
II.1. Cimentaciones.....	22
II.1.1. Losas de cimentación.....	26
II.1.2. Zapatas corridas.....	27
II.2. Muros.....	35
II.2.1. Mampostería.....	36
II.2.2. Concreto.....	41
II.3. Losas.....	46
II.3.1. Vigüeta y bovedilla.....	48
II.3.2. Losa maciza.....	51
III. Proyecto arquitectónico del prototipo de vivienda.....	53
III.1. Descripción del prototipo.....	55
III.2. Marco Regulatorio.....	60
IV. Diseño Estructural. Sistema Tradicional.....	67
IV.1. Muros de mampostería. Block de concreto.....	93
IV.2. Losa de vigüeta y bovedilla.....	97
IV.3. Cimentación. Zapatas corridas de mampostería.....	109
IV.4. Planos estructurales.....	114
V. Diseño Estructural. Sistema Industrializado.....	117
V.1. Muros de concreto reforzado.....	152
V.2. Losa maciza.....	162
V.3. Losa de cimentación.....	189
V.4. Planos estructurales.....	203
VI. Planeación y Programación de obra.....	207
VI.1. Sistema Tradicional.....	215
VI.1.1. Descripción del sistema constructivo.....	215
VI.1.2. Alcance de partidas.....	216
VI.1.3. Procedimiento constructivo.....	220
VI.1.4. Tiempos de ejecución de obra.....	224

VI.2. Sistema Industrializado.....	227
VI.2.1. Descripción del sistema constructivo.....	227
VI.2.2. Alcance de partidas.....	228
VI.2.3. Procedimiento constructivo.....	232
VI.2.4. Tiempos de ejecución de obra.....	240
VII. Costeo de Alternativas.....	245
VII.1. Presupuesto Sistema Tradicional.....	247
VII.2. Presupuesto Sistema Industrializado.....	256
VII.3. Comparación de costos.....	264
VIII. Conclusiones.....	267
Anexo A.....	273
BIBLIOGRAFÍA.....	279

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

La vivienda, es el lugar donde la familia consolida su patrimonio, establece mejores condiciones para su inserción en la sociedad, genera las bases para una emancipación individual y colectiva e inicia el desarrollo social sano de sus miembros. Es por ello que la vivienda es un indicador básico del bienestar de la población, constituye el cimiento del patrimonio familiar y es, el mismo tiempo, condición primordial para alcanzar niveles adicionales de desarrollo.

Al hablar de la relación existente entre el crecimiento económico y el desarrollo social, la vivienda debe considerarse como uno de sus principales elementos articuladores. Así, la política de vivienda ha quedado delineada en el área de Desarrollo Social y Humano, como parte del objetivo rector que promueve el mejorar los niveles de educación y bienestar de los mexicanos. Mientras que, en los objetivos y estrategias del área de Crecimiento con Calidad, la vivienda aparece en los objetivos sobre solidez macroeconómica y competitividad. Con ello, se destaca a la vivienda como un factor de desarrollo social que tiene un impacto directo e inmediato en el crecimiento económico, por ser una importante fuente generadora de empleo, por consumir casi en su totalidad insumos nacionales y por ejercer un efecto multiplicador en 37 ramas de actividad económica, la vivienda es un motor de desarrollo económico.

La carencia de vivienda genera inequidades entre los diferentes grupos sociales y el surgimiento y proliferación de asentamientos irregulares alrededor de las ciudades, provocados por la necesidad inmediata de esos grupos de suelo barato, propiciando el crecimiento anárquico de los centros urbanos, aumentando los rezagos en infraestructura urbana y de servicios y constituyendo un peligro para sus ocupantes. Las dimensiones, el tipo de materiales, su ubicación geográfica, así como la disponibilidad de infraestructura básica y de servicios, son los elementos que definen su calidad.

La población mexicana atraviesa por un importante proceso de transición demográfica. El descenso de la fecundidad, el aumento de la esperanza de vida y la disminución de la tasa de crecimiento poblacional contribuyen a este proceso. Sin embargo, la expresión más importante de este cambio es la transformación en su estructura por edad, que se reflejará en el gradual desplazamiento de los niños y jóvenes en edades actuales de hasta 20 años hacia las edades centrales de 30 a 50 años, lo que implicará una seria recomposición de las necesidades sociales en nuestro país. La tendencia poblacional, llevará a un crecimiento explosivo en la formación de nuevos hogares a lo largo de los próximos treinta años, ya que la proporción de la población en edad de formar un hogar, y por consiguiente de requerir una vivienda, estará en constante crecimiento.

En el marco de la demografía actual, se estima que para el año 2030 nuestro país formará 23.3 millones de hogares adicionales para alcanzar un total de 46 millones, lo que representa un crecimiento anual promedio de 800,000 hogares. Simplemente para el año 2010 se estima que a nivel nacional existirán casi 30 millones de hogares lo que representa un incremento anual promedio de 731 mil 584 hogares que requerirán un lugar donde vivir. La debilidad básica del rezago habitacional se encuentra en los 2 millones 42 mil viviendas que, en todo el país, requieren rehabilitación y/o ampliación, y en las 438 mil casas que deben repararse para evitar que su deterioro las convierta en habitación inadecuada. De conformidad con los cálculos, se estima que para los próximos 10 años se requiere un promedio anual de 398 mil 162 acciones de mejoramiento.

Como parte de las fortalezas y debilidades del proceso de producción de vivienda, el principal problema en torno al suelo urbano es que su oferta ha sido insuficiente e inadecuada para satisfacer la gran demanda existente. Asimismo, se tiene el ciclo invasión-regularización que ha superado las posibilidades de planificación y la creación de nuevas reservas territoriales.

Otra debilidad del sector consiste en la ausencia de criterios ágiles y de conocimiento general de la normalización de los elementos y componentes de la construcción de vivienda; así como en la no utilización de las innovaciones tecnológicas que pueden

significar edificación a menor costo, con mejor calidad o reducción de los tiempos de construcción.

El objetivo de este trabajo es el de realizar un análisis comparativo de estructuración y costo de dos procesos para llevar a cabo la construcción de casas de interés social para que futuros constructores tengan un poco más de herramientas para poder decidir que sistema de construcción es más conveniente a sus necesidades ocupando los recursos que tenga a su alcance, mayor información hace tomar mejores decisiones. Hay que tomar en cuenta que más que duplicar la producción y colocación actual de vivienda financiada; lo cual, considerando la capacidad de compra de la población, conlleva el desafío de reducir el costo de la vivienda y de encontrar nuevos métodos constructivos, además de incrementar el abasto de tierra apta para su construcción, así como de instrumentos financieros que apoyen al consumidor en la adquisición de vivienda

ANTECEDENTES



ANTECEDENTES

Aún hoy es difícil deslindar con precisión entre lo que se entiende por construcción tradicional y construcción industrializada. Así, hurgando un poco en el pasado podemos señalar algunos de los hechos más importantes para poderlos diferenciar.

La historia de la humanidad va de la mano con su necesidad de tener un lugar en donde protegerse de las inclemencias de la naturaleza. Desde épocas remotas, el hombre ha buscado para ello, materiales accesibles que sean fáciles de utilizar y que proporcionen la mayor comodidad. Los tipos de materiales utilizados por las culturas de la antigüedad fueron determinados por las condiciones del terreno en donde se asentaron.

Es probable que la mampostería haya sido inventada por un nómada, hace unos 15 000 años al no encontrar un refugio natural para protegerse de las adversidades de la naturaleza, decidió apilar piedras para formar un lugar donde guarecerse. El proceso inmediato en el desarrollo de la mampostería debió ser la utilización del mortero de barro, el cual permitió no apilar, sino acomodar o asentar con más facilidad, y a mayor altura, las piedras irregulares naturales. La unidad de mampostería fabricada por el hombre a partir de una masa de barro secada al sol, para sustituir a la piedra natural, debió ocurrir en lugares donde esta última no podía encontrarse.

Las unidades de barro formadas a mano y secadas al sol, así como el mortero de barro constituyen el estado del arte de la construcción en al aurora de la historia. En el cuarto milenio a.C. los sumerios, iniciadores de la civilización y de la ingeniería, inventaron la ciudad, la irrigación, la escritura, los números, la rueda y el molde. Este último constituido por un marco de madera elemental y rústico aún se emplea en algunos países. El molde es un avance sustantivo en la construcción de mampostería y en otras actividades, pues posibilita la producción rápida de unidades prácticamente iguales. El adobe puso en manos del hombre un medio de expresarse con libertad, escogiendo la manera de colocar y juntar adobes en donde la construcción podría hacerse en una escala monumental. El adobe fue

llevado al horno a principios del tercer milenio a.C. para hacer ladrillos cerámicos. Para la construcción de la mampostería, el ladrillo era asentado con mortero de betún o alquitrán al cual se añadía arena.

Las culturas mesoamericanas descubrieron la actividad puzolánica de diferentes materiales como el nejayote, residuo del proceso de nixtamalización del maíz, las cenizas volcánicas y las arcillas calcinadas y finamente molidas. Con ello pudieron producir materiales cementantes de mejor calidad para realizar obras cada vez más sofisticadas. Además de los estucos y morteros, también utilizaron un material con las mismas características del concreto moderno consistente de piedras de diferente tamaño rodeadas del mortero de arena y cemento, o bien con agregados graduados, principalmente arenas y gravas calizas. El cemento aparentemente se hacía a base de cal con adiciones variables de arcilla para lograr actividad puzolánica que permitía lograr durables y resistentes. La utilización de este concreto, permitió diversificar los sistemas estructurales para su uso en las construcciones.

En Egipto se pudo escoger y se prefirió para las grandes obras la roca traída de las montañas a lo largo del Nilo. Calizas, areniscas, granitos, basaltos y alabastros fueron explotados en las canteras estatales; allí los bloques eran desprendidos perforando agujeros en los que luego introducían cuñas metálicas, Una vez separados, estos bloques eran desbastados con ayuda de bolas y martillos de diorita para formas grandes monolitos que pesaban cientos de toneladas, como los usado en los núcleos de pirámides o incluso de columnas, vigas y losas. Estas “unidades de mampostería”eran asentadas con mortero de yeso y cal. Las obras comunes se construyeron de cañas o adobes.

Grecia adoptó una arquitectura de lujo y de exteriores y, si bien carecía de las ricas canteras egipcias, poseía los mejores mármoles para llevarla a cabo. Ellos sirvieron para revestir su gruesa mampostería de piedra caliza asentada con morteros de cal.

Los romanos utilizaron piedra importada de las mejores canteras egipcias y mármol griego; en la mayoría de los casos emplearon la piedra de sus depósitos de caliza, trevertino

y tufa volcánica, y la tecnología sumeria de la mampostería de ladrillos de arcilla. A esta tecnología aportaron una nueva racionalidad constructiva y la invención del mortero de cemento y del concreto. La nueva racionalidad consistió en el desarrollo de diferentes sistemas para la construcción de muros, los cuales eran más económicos y fáciles de levantar, particularmente empleando el nuevo mortero de cal. El compuesto de las tres sustancias (aglomerante hidráulico, agregado grueso y agua) es lo que hoy llamamos concreto. El aglomerante hidráulico, pariente cercano de los cementos puzolánicos modernos, se elabora mezclando dos partes de la “arena” volcánica con una parte de cal. Los óxidos de sílice finamente pulverizados, contenidos naturalmente en la puzolana, reaccionaban químicamente con el hidróxido de calcio (cal) en presencia del agua, para formar los componente básicos de un aglomerante hidráulico. Las invenciones e innovaciones romanas significaron una verdadera revolución tecnológica de la construcción y tuvieron los siguientes efectos sustanciales: a) Posibilitar la construcción de cimentaciones más competentes; b) Simplificar la construcción de Muros; c) Libertad para el desarrollo del arco, bóveda y cúpula; d) Posibilitar aberturas totales o parciales en muros.

Después de Roma, el avance de la tecnología de la mampostería en Europa se detiene por varios siglos ya que se dejan de fabricar ladrillos; los morteros de cemento y concreto, desaparecen perdiéndose su tecnología, siendo rescatada 13 siglos después por Smeaton, el fundador de la ingeniería civil moderna, quien en 1756 reconoció la necesidad de usar en Inglaterra una mezcla de cal y puzolana italiana para la reconstrucción de estructuras expuestas a la acción del mar.

La mampostería fue importante en Europa occidental para controlar desastrosos incendios que destruían a las ciudades medievales. La mampostería era aplicada también en otras partes del mundo. La gran muralla china de 9 m de altura tiene una gran parte de su longitud construida de ladrillos de arcilla unidos con mortero de cal. Los árabes emplearon la mampostería en sus mezquitas y minaretes. Un paso importante en el mejoramiento de la producción de las piezas lo constituyó el cambio de combustible, usualmente a gas y el salto más importante fue el rediseño de los hornos ya que era muy grande la necesidad de economizar combustible. El perfeccionamiento del horno fue acompañado de maquinaria

auxiliar: molinos, trituradoras y mezcladoras para las materia primas; extrusoras y prensas mecánicas para el formado de unidades. El cambio más significativo durante la revolución industrial fue la gradual sustitución de la vía empírica por métodos científicos.

En las colonias de la costa Atlántica norteamericana se realizaron grandes producciones artesanales de ladrillos de arcilla empujando prácticamente los mismos moldes que miles de años atrás inventaron los sumerios. Los ladrillos fueron utilizados para construir edificios de mampostería dando formalidad inglesa a las partes antiguas de muchas ciudades norteamericanas.

En 1796, en Europa, se patenta el “cemento romano” que era una cal hidráulica. En 1824 se inventa y patenta el cemento portland. Entre 1820 y 1840, se inventa la máquina para extruir ladrillos de arcilla, se usa por primera vez mampostería reforzada, y se inventa el horno de producción continua. Entre 1850 y 1870 se inventa y patenta el bloque de concreto, el ladrillo sílico-calcáreo y el concreto armado.

A partir de este momento aparecen en rápida sucesión numerosas estructuras como puentes, almacenes, auditorios y estaciones a base de elementos prefabricados soportantes. A fines del siglo XIX la técnica de ensamblaje de ladrillos se inventa en Inglaterra. Desde 1860 ya se prefabricaba en Alemania en escala considerable. En 1889 el ingeniero francés Paul Cottancin patentó un método para reforzar y construir edificios de mampostería. Tomás Alva Edison crea en 1905 un sistema de prefabricación de concreto *in situ*, empleando para ello cimbra metálica, e inventa en 1907, una casa colgante de acero. Para 1915 se realizan los primeros precolados en forma industrial. En Frankfurt, Alemania, en la década de los veintes, Ernst May funda una fábrica de paneles de concreto aplicada a la construcción de viviendas suburbanas. En 1920 se construyeron varias obras de mampostería reforzada en la India, y se ensayaron un total de 682 especímenes entre vigas, losas, columnas y arcos. Este trabajo constituye la primera investigación organizada de mampostería reforzada, como el punto de inicio del desarrollo moderno de la mampostería estructural. En los Estados Unidos se inició en 1913 una investigación apoyada por los fabricantes de ladrillos de arcilla para el estudio experimental de la mampostería reforzada.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial, la evolución de la industria de la construcción va tomando direcciones diversas, según el país que se trate. A continuación se analizan los principales desarrollos.

En *Francia*, se desarrolla una importante industria de elementos grandes (placas o paneles) de concreto, con ayuda del Gobierno. El objetivo es bajar los costos del mercado de la construcción, concentrando la atención en los puntos focales de las edificaciones, sin incurrir en la reconstrucción. En lo que era la *Unión Soviética* su economía, basada en un planificación estatal centralizada, reconoce tempranamente las ventajas de la prefabricación. Se construyen numerosas y enormes plantas, basadas en estudios concienzudos, pero las construcciones en sí se caracterizan por su mal gusto y diseño monótono. En *Inglaterra*, se emprende la prefabricación de casas individuales (unifamiliares), pero debido a la inmadurez tecnológica, economía, tradicionalismo del pueblo no tiene auge el movimiento. En *Estados Unidos*, es muy particular el movimiento de la casa unifamiliar en marco de madera. Se tiene un esqueleto de muy alta calidad con plantas bastante articuladas. En *Alemania*, actualmente se ha desarrollado una enorme industria de la prefabricación. Por su parte, en algunos países *latinoamericanos* y *europeos*, ubicados en zonas de alto y moderado peligro sísmico, se ha popularizado con mucho éxito el empleo de multifamiliares de altura media (hasta 5 ó 6 pisos) de muros de carga de 120 a 240 mm de espesor, de mampostería reforzada con elementos perimetrales de concreto reforzado (mampostería confinada) o de mampostería con refuerzo interior, diseñados y construidos con base a reglamentos propios que recogen las investigaciones y experiencias realizadas.

A lo largo de la historia una de las necesidades más importantes del individuo ha sido sin lugar a dudas el de protegerse del medio, el encontrar un refugio cálido que brinde seguridad y protección. De ahí la importancia histórica de la vivienda y sus materiales de edificación. Así pues, el hombre desde su aparición ha usado técnicas de fabricación de materiales, como materiales pétreos, para su protección. Las construcciones más antiguas, algunas de las cuales a la fecha todavía existen, se desarrollaron tanto en el Norte de África como en algunas regiones de Asia, Europa y Mesoamérica. Estas construcciones están

realizadas, generalmente, por estructuras de paredes portantes (ladrillo, piedra, bloques, etc.). En la actualidad dicha técnica se sigue usando con diferentes nombres, entre ellos esta el de Mamposterías. Puede ser la razón por la que estos métodos y técnicas se les denomine *Sistemas de Construcción Tradicionales*.

El *Sistema de Construcción Industrializado*, en cambio, es el empleo en forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas de la construcción con el fin de obtener una mayor productividad. La industrialización tiende a reducir el número de horas-hombre empleadas en la obra mediante un alto grado de mecanización. Generalmente conlleva la normalización y tipificación, coordinación modular y prefabricación de los componentes utilizados, así como procedimientos especiales de administración, organización y programación. Los mejores resultados se obtienen a través de un equipo interdisciplinario de arquitectos, ingenieros, fabricantes y contratistas.

Hay autores quienes distinguen entre estos dos términos: *racionalización e industrialización*.

La racionalización de la construcción tiene que ver fundamentalmente con el proceso de la construcción, propiamente dicho, la obra y el contratista. El proyecto existente no sufre grandes modificaciones, pero el proceso constructivo se racionaliza, se actualiza y se expedita mediante la aplicación de las medidas siguientes: a) utilización de maquinaria moderna; b) utilización de elementos prefabricados simples (ventanas normalizadas, puertas, etc.); c) Ejecución de trabajos a precio fijo por un contratista general; d) control de avances y retrasos mediante el empleo de análisis de redes (ruta crítica); e) control de costos mediante un plan contable y procesamiento electrónico de la información.

Contrariamente a la racionalización, la industrialización de la construcción no sólo incide sobre algunas operaciones aisladas sino que comprende el proceso entero de la construcción desde la etapa de la planeación hasta las de ejecución y evaluación. Se inserta o envuelve al ingeniero y su proyecto dentro del proceso de renovación.

**SISTEMAS
ESTRUCTURALES PARA
VIVIENDA DE INTERÉS
SOCIAL**



SISTEMAS ESTRUCTURALES PARA **VIVIENDA DE INTERES SOCIAL**

El Sistema Estructural garantiza el buen funcionamiento del sistema, es decir, que los diversos componentes se adapten o acoplen unos a otros, que el montaje se lleve a cabo sin complicaciones y que los requerimientos climáticos se satisfagan. Los sistemas estructurales para vivienda, básicamente, constan de:

a) Cimentaciones

- Losas
- Zapatas

b) Muros

- Mampostería
- Concreto

c) Losas

- Vigüeta y Bovedilla
- Losa Maciza

CIMENTACIONES

La cimentación es la parte estructural de la edificación, encargada de transmitir las cargas al terreno, el cual es el único elemento que no podemos elegir, por lo que la cimentación la realizaremos en función del mismo. Al mismo tiempo este no se encuentra todo a la misma profundidad por lo que eso será otro motivo que nos influye en la decisión de la elección de la cimentación adecuada.

La finalidad de la cimentación es sustentar estructuras garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales. Los problemas que se presentan en la cimentación de un edificio o una estructura puede dividirse en:

- Estudio del material que forma el terreno en que se construirá el edificio.
- Estudio realizado en el laboratorio de mecánica de suelos.

Un cimiento es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la construcción y la transmite al terreno por medio del ensanchamiento de su base. La base sobre la que descansa todo el edificio o construcción es lo que se le llama cimientos. Rara vez estos son naturales. Lo más común es que tenga que construirse bajo tierra. La profundidad y la anchura de los mismos se determinan por cálculo, de acuerdo con las características del terreno, el material de que se construye y la carga que han de sostener.

Debido a que el tipo de vivienda de interés social que vamos a analizar generalmente se utilizan cimentaciones superficiales, en este trabajo nos concentraremos a describir con más detalle este tipo de cimentaciones.

CLASIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES

Estas pueden ser superficiales, profundas y especiales.

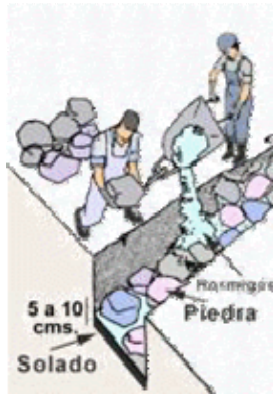
❖ CIMETACIONES SUPERFICIALES

Son superficiales cuando transmiten la carga al suelo por presión bajo su base sin rozamientos laterales de ningún tipo. Un cimiento es superficial cuando su anchura es igual o mayor que su profundidad, otra definición dice que se considera superficial cuando la profundidad de desplante no es mayor que un par de veces el ancho del cimiento. Resulta evidente que no existe un límite preciso en la profundidad de desplante que separe a una cimentación poca profunda o superficial de una profunda. Es decir, los cimientos superficiales son aquellos que descansan en las capas superficiales del suelo, las cuales son capaces de soportar la carga que recibe de la construcción por medio de la ampliación de su base.

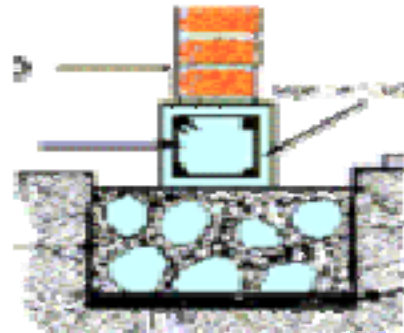
El material más empleado en la construcción de cimientos superficiales es la piedra (básicamente tratándose de construcciones ligeras), en cualquiera de sus variedades siempre y cuando esta sea resistente, maciza y sin poros. Sin embargo, el concreto armado es un extraordinario material de construcción y siempre resulta más recomendable.

CIMIENTO CICLÓPEO.

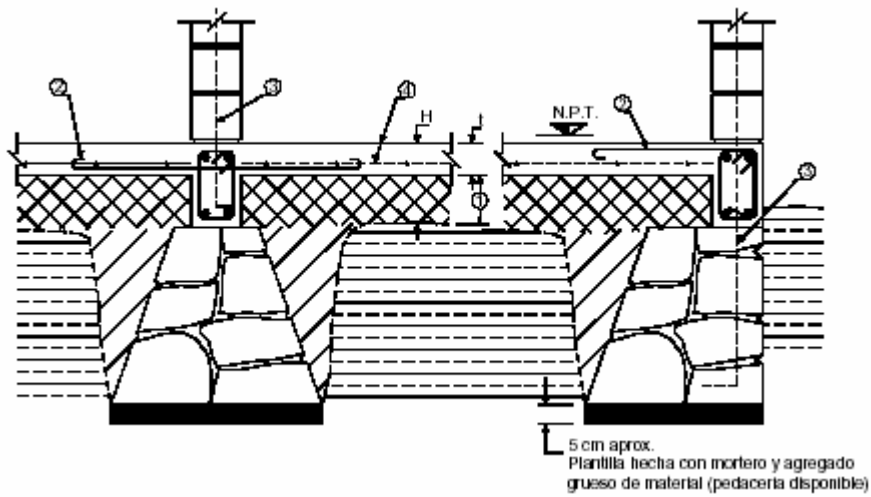
En terrenos cohesivos donde la zanja pueda hacerse con parámetros verticales y sin desprendimientos de tierra, el cimiento de concreto ciclópeo es sencillo y económico. El procedimiento para su construcción consiste en ir vaciando dentro de la zanja piedras de diferentes tamaños al tiempo que se vierte la mezcla de concreto, procurando mezclar perfectamente el concreto con las piedras, de tal forma que se evite la continuidad en sus juntas. Ver figuras a.1) y a.2). En algunas ocasiones también se utiliza piedras unidas solamente con mortero, ver figura b). A la mezcla de concreto con piedras recibe el nombre de concreto ciclópeo, el cual es 40% piedra bola y el 60% de concreto. Este tipo de cimentación es comúnmente utilizado en casas habitación y es la que recibe la carga de la súper-estructura transmitiéndola al terreno. Ver figura c).



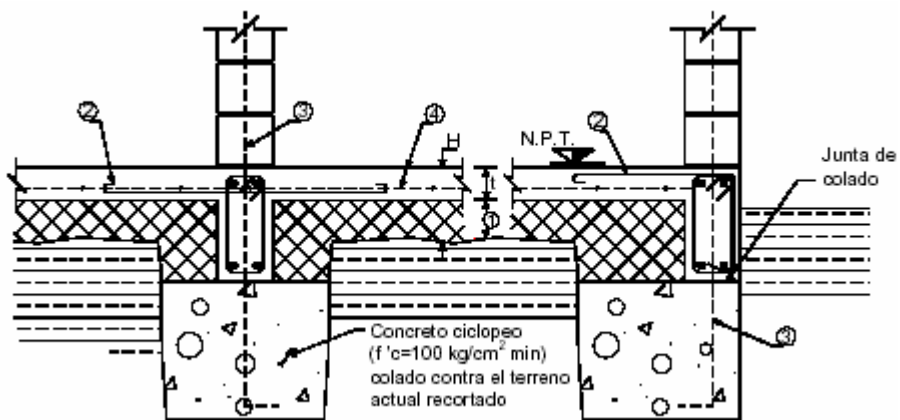
a.1) Proceso par hacer concreto ciclópeo



a.2) Cimiento Ciclópeo.



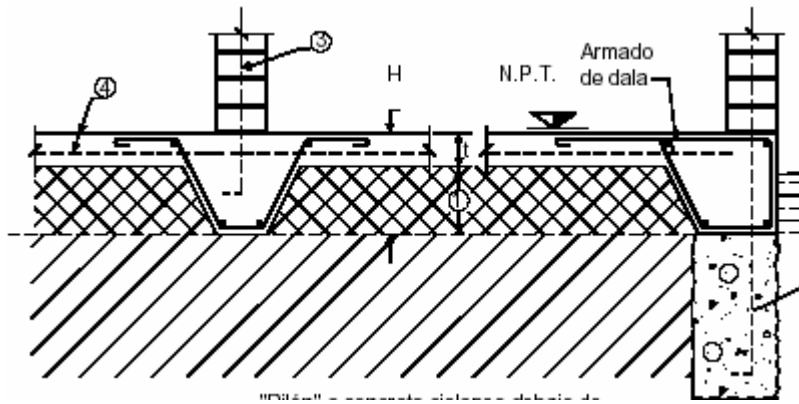
b) Cimiento de Mampostería



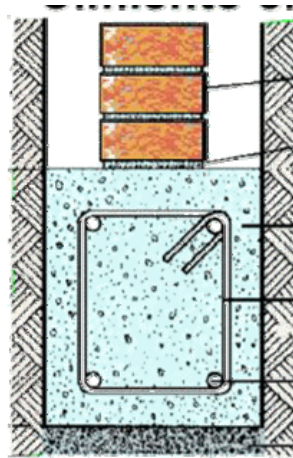
c) Cimiento de Concreto Ciclópeo

CIMIENTO DE CONCRETO ARMADO.

Los cimientos de concreto armado se utilizan en todos los terrenos pues aunque el concreto es un material pesado, presenta la ventaja de que en su calculo se obtienen, proporcionalmente, secciones relativamente pequeñas si se les compara con las obtenidas en los cimientos de piedra. [Ver figuras d) y e).]



d) Cimiento de Concreto Reforzado



e) Cimiento de Concreto Reforzado

Los tipos más frecuentes de cimentaciones poco profundas son las zapatas aisladas, las zapatas corridas y las losas de cimentación, y la selección de cada uno de estos tipos de cimentación dependen de las cargas que sobre ellas recaen.

LOSAS DE CIMENTACIÓN

Cuando la resistencia del terreno sea muy baja o las cargas sean altas, las áreas requeridas para apoyo de la cimentación deben aumentarse, llegándose al empleo de verdaderas losas de cimentación, construidas también de concreto reforzado, las que pueden llegar a ocupar toda la superficie construida.

Cuando son insuficientes otros tipos de cimentación o se prevén asentamientos diferenciales en el terreno, aplicamos la cimentación por losas. En general, cuando la superficie de cimentación mediante zapatas aisladas y corridas es superior al 50% de la superficie total del solar, es conveniente el estudio de cimentación por placas o losas. También es frecuente su utilización cuando la tensión admisible del terreno es menor kg/cm^2 .

Una losa de cimentación es entonces un elemento estructural de concreto armado cuyas dimensiones en planta son muy elevadas; define un plano normal a la dirección de los soportes.

- *Losas de espesor constante.*- Tienen la ventaja de su gran sencillez de ejecución. Si las cargas y los huecos no son importantes el ahorro de encofrados puede compensar el mayor volumen de concreto necesario.
- *Losas con contratraves.*- Se utilizan para aumentar el espesor bajo los pilares y mejorar la resistencia a flexión y cortante. Las contratraves pueden ser superiores o inferiores teniendo estos últimos la ventaja de realizarse sobre la excavación y dejar plana la superficie del sótano.

- *Losas nervadas.*- Con nervios principales bajo los pilares y otros secundarios los nervios pueden ser superiores o inferiores, en el caso de nervios superiores el encofrado es más complicado, y suele ser necesario el empleo de un relleno de aglomerado ligero y una plantilla independiente para dejar plana la superficie superior. Los nervios inferiores pueden hacerse sobre la excavación.

- *Losas Flotantes.*- Cuando es necesario construir estructuras muy sensibles a asentamientos en terrenos pobres puede recurrirse a cimentaciones de losa flotante. La cimentación debe hacerse de dimensiones tales que el peso del volumen de tierra removida sea similar a la carga producto del peso de la estructura. En esta forma las condiciones de carga en la superficie del terreno de cimentación no han sido teóricamente modificadas por la construcción, de modo que será razonable suponer que los asentamientos serán bajos o nulos.

ZAPATAS DE CIMENTACIÓN

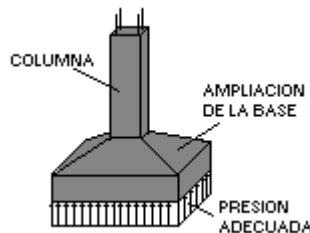
En general son de planta cuadrada, pero en la proximidad de los límites suelen hacerse rectangulares o circulares cuando las herramientas de excavación dejan los pozos de esta forma. Se hacen de concreto armado para que sean capaces de distribuir fuertes cargas en una superficie importante. Esta solución será satisfactoria mientras las zapatas no se junten demasiado; de ocurrir esto será mejor la cimentación corrida. Las zapatas pueden ser de concreto en masa o armado con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal.

Las zapatas aisladas para la cimentación de cada soporte en general serán centradas con el mismo, salvo las situadas en linderos y medianeras, serán de concreto armado para firmes superficiales o en masa para firmes algo más profundos. De planta cuadrada como una opción general. De planta rectangular, cuando las cuadradas equivalentes queden muy próximas, o para regularizar los vuelos en los casos de soportes muy alargados.

Como nota importante hay que decir que se independizaran las cimentaciones y las estructuras que estén situados en terrenos que presenten discontinuidades o cambios sustanciales de su naturaleza, de forma que las distintas partes del edificio queden cimentadas en terrenos homogéneos. Por lo que el plano de apoyo de la cimentación será horizontal o ligeramente escalonado suavizando los desniveles bruscos de la edificación. La profundidad del plano de apoyo o elección del firme, se fijara en función de las determinaciones del informe geotécnico, teniendo en cuenta que el terreno que queda por debajo de la cimentación no quede alterado, pero antes para saber que tipo de cimentación vamos a utilizar tenemos que conocer el tipo de terreno según el informe geotécnico.

Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas son elementos estructurales, generalmente cuadrados o rectangulares y más raramente circulares, que se construyen bajo las columnas con el objeto de transmitir la carga de éstas al terreno en una mayor área, para lograr una presión apropiada. Ver figura f). En ocasiones las zapatas aisladas se construyen generalmente de concreto reforzado. Importante es saber que además del peso del edificio y las sobrecargas, hay que tener en consideración el peso de las tierras que descansan sobre sus vuelos.



f) Zapata Aislada

a) Zapata aislada cuadrada.

La zapata aislada comúnmente se utiliza para transportar la carga concentrada de una columna cuya función principal consiste en aumentar el área de apoyo en ambas

direcciones. En general, su construcción se aconseja cuando la carga de la columna es aproximadamente 75% mas baja que la capacidad de carga admisible del suelo. Se recomienda que la zapata aislada deberá emplearse cuando el suelo tenga una capacidad de carga admisible no menor de 10000 kg/m^2 , con el fin de que sus lados no resulten exageradamente grandes. El cálculo de estas zapatas se basa en los esfuerzos críticos a que se encuentran sometidas, pero su diseño lo determinan el esfuerzo cortante de penetración, la compresión de la columna sobre la zapata, el esfuerzo de flexión producido por la presión ascendente del suelo contra la propia zapata, los esfuerzos del concreto en el interior de la zapata, así como el deslizamiento o falta de adherencia del acero con el concreto.

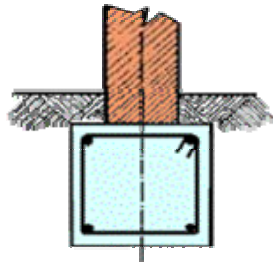
b) Zapata aislada rectangular.

Las zapatas aisladas rectangulares son prácticamente iguales a las cuadradas; ambas trabajan y se calculan en forma similar y se recomiendan en aquellos casos donde los ejes entre columnas se encuentran limitados o demasiado juntos. Por su forma rectangular presenta dos secciones criticas distintas para calcular por flexión. En zapatas que soporten elementos de concreto, será el plomo vertical tangente a la cara de la columna o pedestal en ambos lados de la zapata. En zapatas aisladas rectangulares en flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se distribuirá uniformemente.

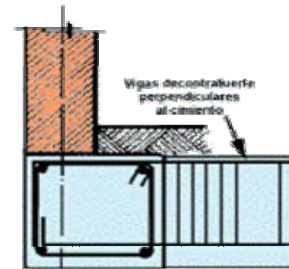
c) Zapata aislada descentradas.

Las zapatas aisladas descentradas tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen en forma descentrada, por lo que se producen unos momentos de vuelco que habrá de contrarrestar. Pueden ser de medianera y de esquina. El muro es medianero (excéntricos) cuando se apoya en un lado de la cimentación, en esta caso hay que colocar vigas de contrafuerte perpendiculares a la cimentación excéntrica(Ver figura g). Las formas de trabajo se solucionan y realizan como la zapata aislada con la salvedad de la problemática que supone el que se produzcan momentos de vuelco, debido a la excentricidad de las cargas. Algunas de las soluciones para evitar el momento de vuelco

sería utilizando una viga centradora o bien vigas o forjados en planta primera. Utilizando viga centradora, esta a través de su trabajo a flexión, tiene la misión de absorber el momento de vuelco de la zapata descentrada. Deberá tener gran inercia y estar fuertemente armada. Con vigas o forjados en planta primera, para centrar la carga podemos recurrir a esta opción. La viga o forjado deberá dimensionarse o calcularse para la combinación de la flexión propia mas la tracción a la que se ve sometida con el momento de vuelco inducido por la zapata.



f.1) Zapata intermedia (central)

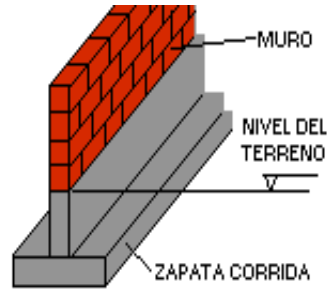


f.2) Zapata Medianera (excéntrica)

Zapatas Corridas.

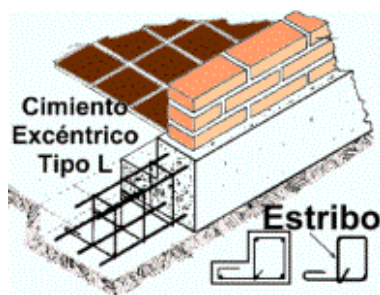
Las zapatas corridas son elementos análogos a los anteriores, en los que la longitud supera por mucho a su ancho. Soportan varias columnas o un muro y pueden ser de concreto reforzado o de mampostería, en el caso de cimientos que transmiten cargas no muy grandes. [Ver figuras h)]. La zapata corrida es una forma evolucionada de la zapata aislada, en el caso en el que el suelo ofrezca una resistencia baja, que obligue al empleo de mayores áreas de repartición o en el caso en que deban transmitirse al suelo grandes cargas. Las zapatas corridas están indicadas cuando:

- ❑ Se trata de cimentar un elemento continuo.
- ❑ Queremos homogenizar los asientos de una alineación de columnas y nos sirve para arrostramiento.
- ❑ Queremos reducir el trabajo del terreno.
- ❑ Para puntear defecto y heterogeneidades del terreno.
- ❑ Por la proximidad de las zapatas aisladas, resulta más sencillo realizar una zapata corrida por el proceso constructivo.

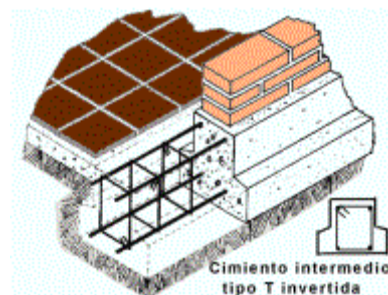


h) Zapata Corrida

Cuando la cimentación esta diseñada para una estructura formada por apoyos aislados (columnas) y la resistencia del terreno no tiene gran capacidad de soporte, serán mas adecuada la zapata corrida para unir dos o más columnas. Dichas columnas podrán mandar a la zapata cargas simétricas, lo que dará como resultado una zapata de ancho uniforme. Ver figura i.1) e i.2). Cuando las cargas son asimétricas, la zapata tendrá anchos distintos para transmitir al terreno una fatiga uniforme. La zapata se soluciona dándole una forma trapezoidal, pero presenta dificultad en sus armados lo que hace que no resulte practica desde el punto de vista constructivo. El cimiento se debe construir mas fácilmente calculando la zapata como aislada, con su área correspondiente para cada apoyo, uniendo ambas zapatas con la contratrabe. Esta solución presenta la ventaja de tener únicamente dos medidas en su armado principal. La contratrabe juega un papel importante en las zapatas corridas, pues de no emplearla seria necesario recurrir a un espesor muy grande en la placa o losa de la zapata para evitar la falla por flexión o por cortante producida por la reacción del terreno. Estas contratrabes le dan rigidez a la zapata y soportan, además, los esfuerzos de flexión producidos por la reacción del terreno.



i.1) Zapata Corrida de Concreto Reforzado



i.2) Zapata Corrida de Concreto Reforzado

Es importante que los cimientos sean concéntricos con los muros que soportan, con esto se evita sobrecargar uno de los bordes a resultas de la excentricidad producida. Cuando un muro tenga adosado una columna o una trabe, el cimiento debe ensancharse al llegar al mismo con un vuelo por lo menos igual al correspondiente del muro.

❖ CIMIENTACIONES PROFUNDAS

Cuando las condiciones del suelo superficial no siempre son apropiadas para permitir el uso de una cimentación superficial es preciso buscar terrenos de apoyo más resistentes a mayores profundidades; a veces estos no aparecen a niveles alcanzables económicamente y es preciso utilizar como apoyo los terrenos blandos y poco resistentes de que se dispone, contando con elementos de cimentación que distribuyan la carga en un espesor grande de suelo. En estos casos se hace necesario recurrir al uso de cimentaciones profundas.

Los elementos que forman las cimentaciones profundas que hoy se utilizan más frecuentemente se distinguen entre sí por la magnitud de su diámetro o lado, según sean de sección recta circular o rectangular, que son los más comunes.

Los elementos muy esbeltos, con dimensiones transversales de orden comprendido entre 0.30m y 1.0 m se denominan pilotes. Sin embargo, la inmensa mayoría de los pilotes en uso tienen diámetros o anchos comprendidos entre 0.30 m y 0.60 m; pueden ser de madera, concreto o acero. Los elementos cuyo ancho sobrepasa 1.0 mm, pero no excede del doble de ese valor suelen llamarse pilas, en cualquier caso las pilas se construyen de mampostería o de concreto. Por último, si se requieren muchas veces elementos de mayor sección que las pilas a los que se le da el nombre de cilindros cuando son de esa forma geométrica o cajones de cimentación cuando son paralelepípedicos. Los diámetros de los primeros suelen oscilar entre 3.0 y 6.0 m, se construyen huecos para ahorro de materiales y de peso, con un tapón en su punta y siempre se hacen de concreto. Los cajones tienen anchos similares, son huecos por la misma razón y se construyen con el mismo material.

❖ CIMENTACIONES ESPECIALES

Son aquellas que requieren de una combinación de diferentes tipos de cimentaciones, particularmente de profundas. Por ejemplo, cuando sale más factible colocar un cajón y a este tipo de cimentación se le añade unos pilotes o pilas para que la estructura tenga más estabilidad. Columnas rellenas de grava, Zapatas con anclas postensadas, Pilotes de Control, Pilotes de fricción negativa para reducir asentamiento, Técnicas de mejoramientos de suelos, Drenes verticales para consolidar suelos compresibles, Técnicas de desinfección de suelos granulares para aumentar su resistencia y reducir su deformabilidad, incluso para evitar la licuación de arenas firmes uniformes, tales como vibrocompactación, vibroflotación, etc.

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, el cual dependiendo de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelo y la cimentación escogida. No obstante, un asentamiento no causara mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello. Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción. Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación.

Por lo anterior, resulta más conveniente cargar el edificio en los extremos que en el centro y diseñar la cimentación de tal manera que esta permanezca muy bien ligada entre sí, procurando siempre que los ejes de cimentación se encuentren suficientemente alejados, con lo cual se evitara que los bulbos de presión se encimen unos con otros y provoquen sobre fatigas en el suelo.

Si el peso de la construcción hace que las zapatas empiecen a juntarse, es mejor optar por la cimentación corrida o losa de cimentación. Cuando el peso de un edificio es muy grande, al grado que el terreno es ya incapaz de soportarlo, será entonces necesario recurrir a los pilotes, pilas o cajones, para transmitir la carga a otros estratos más profundos y resistentes

del suelo, lo cual se logra con la fricción a lo largo del pilote (pilotes de fricción), o bien con pilotes que transmitan la carga a un estrato o manto con mayor capacidad soportante (pilotes de punta apoyados en capa resistente).

En general, los factores que influyen en la correcta selección de una cimentación dada pueden agruparse en tres clases principales:

- ✓ Los *relativos a la superestructura*, que engloban su función, cargas que transmite al suelo, materiales que la constituyen, etc.
- ✓ Los *relativos al suelo*, que se refieren a sus propiedades mecánicas, especialmente a su resistencia y compresibilidad, a sus condiciones hidráulicas, etc.
- ✓ Los *factores económicos*, que deben balancear el costo de la cimentación en comparación con la importancia y aún el costo de la superestructura.

En general, puede decirse que un balance meditado de los factores anteriores permite en un análisis preliminar eliminar todos aquellos tipos de cimentación francamente inadecuados para resolver el problema específico, quedando sólo algunos que deberán ser más cuidadosamente estudiados para elegir entre ellos unas cuantas soluciones que satisfagan todos los requisitos estipulados desde el punto de vista estructural, de suelos, social., para escoger de entre éstos el proyecto final, generalmente con una apreciación económica.

M U R O S

Según la función estructural que desempeñan los muros en una vivienda se clasifican en:

- a) *Muros confinados estructurales (de carga)*: Son aquellos que soportan las losas y techos además de su propio peso y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o viento.
- b) *Muros de rigidez*: Son los que soportan su propio peso pero ayudan a resistir las fuerzas horizontales causadas por sismos en la dirección contraria a los muros estructurales no considerándose para el soporte de losas y techos.
- c) *Muros no estructurales (divisorios)*: Son los muros que solo sirven para separar espacios de la vivienda y no soportan más carga que la de su propio peso.
- d) *Muros de contención*: Generalmente están sujetos a fricción en virtud de tener que soportar empujes horizontales. Estos muros pueden ser de contención de tierra, de agua o de aire.

Los muros pueden estar hechos de diferentes materiales entre los cuales están el ladrillo, bloques de cemento, adobe, ladrillos de perforación horizontal, cemento, cal hidratada, mortero, acero de refuerzo corrugado, acero liso, concreto reforzado, alambre como refuerzo en la mampostería, piedras. Este trabajo se estudiará los muros de mampostería y muros de concreto reforzado, ya que son los que más se ocupan en las casas de interés social en el país.

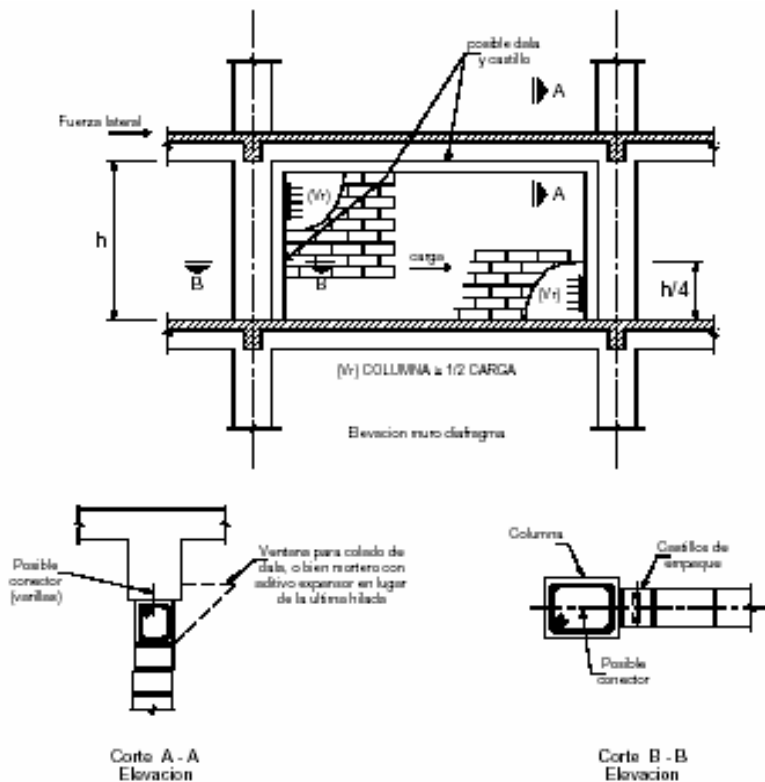
MUROS DE MAMPOSTERÍA

A continuación se describen los diferentes tipos de muro de mampostería con los que se construyen actualmente algunas viviendas:

MUROS DIAFRAGMA

Son muros contenidos dentro de traveses y columnas de un marco estructural, al que proporcionan rigidez, ante la acción de cargas laterales, pueden ser de mampostería confinada, reforzada interiormente, no reforzada, ó de piedras naturales, y con un espesor no menor de 10 cm.

La unión entre el marco y el muro diafragma deberá garantizar la estabilidad de este, bajo la acción de fuerzas perpendiculares al plano del muro. Además, las columnas del marco deberán ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura libre, una fuerza cortante igual o mayor a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero. (ver figura a).

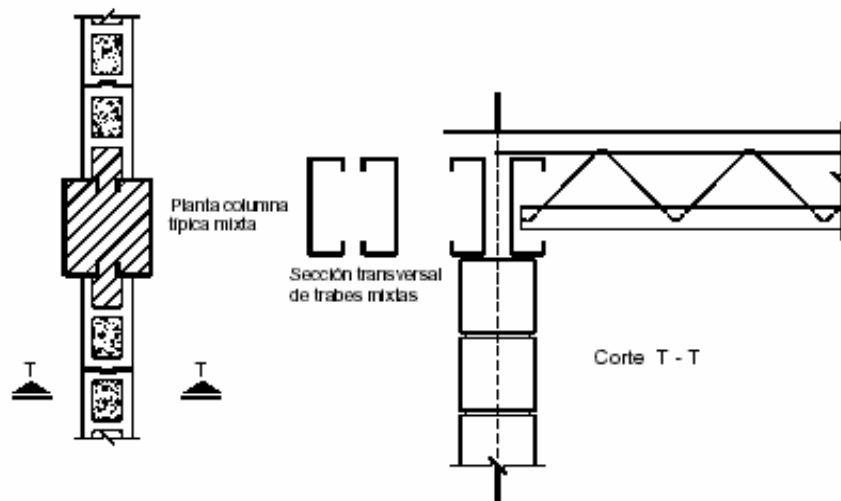


a) Detalles en planta y elevación de un muro diafragma.

Pueden integrarse al marco, usándolos como cimbra parcial de traveses y columnas, o bien para colocarse después del cimbrado el marco, usando dalas y castillos de “empaquetado” o morteros con aditivo expansor en la mezcla en lugar de la última hilada. El concepto del diagonal equivalente (aproximado) o el concepto de fenómeno finito se usan para el modelo matemático de análisis estructural.

Un caso de estructuración para vivienda, que resulta interesante y no muy frecuente, lo constituye un conjunto de marcos metálicos ortogonales, montados en una primera etapa, como un esqueleto "vacío", usando perfiles de lámina delgada en traveses y columnas; en una segunda etapa, permiten la colocación de muros de bloques de concreto, de tabique o de concreto celular o ligero, "rellenando" el espacio dentro de traveses y columnas, formando unas piezas "mixtas" y de paso constituyendo el "empaquetado" requerido para un muro diafragma (Fig. b).

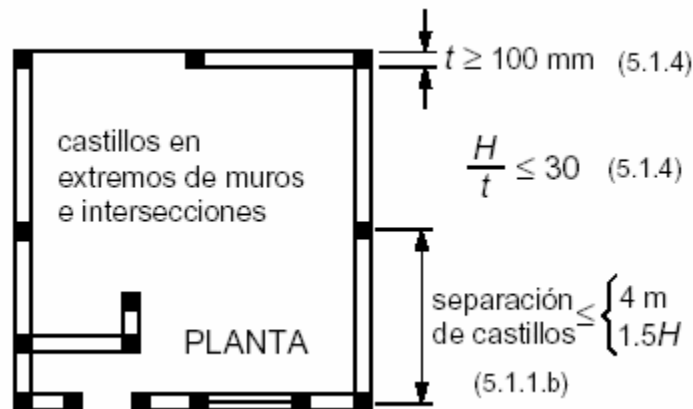
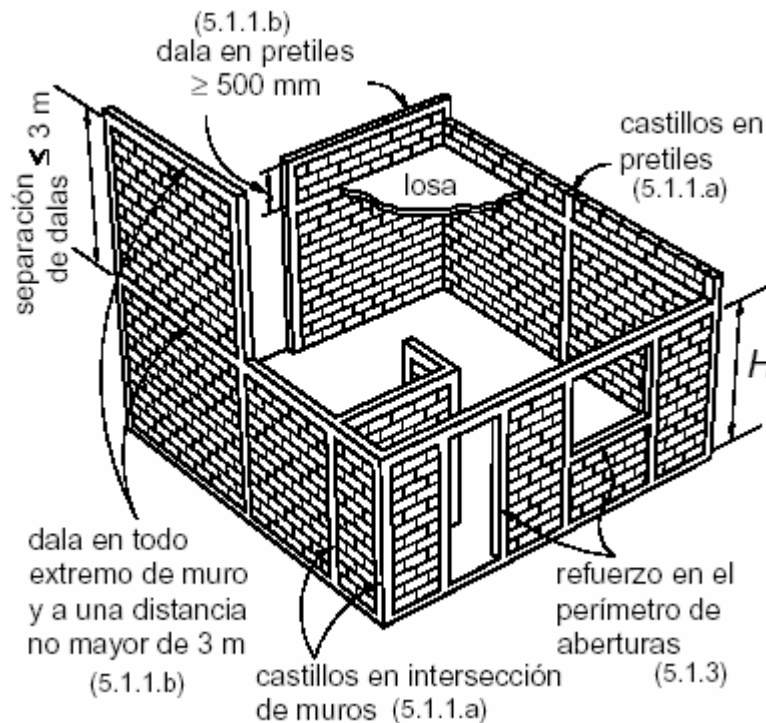
Esta estructuración permite la prefabricación parcial, con las ventajas de la estructura mixta, pero con los acabados e imagen arquitectónica difícilmente dominada, y además, requiere la milimétrica y especialización durante la fabricación y montaje de la estructura metálica.



b) Muro diafragma enmarcado en perfiles de lámina.

MUROS CONFINADOS

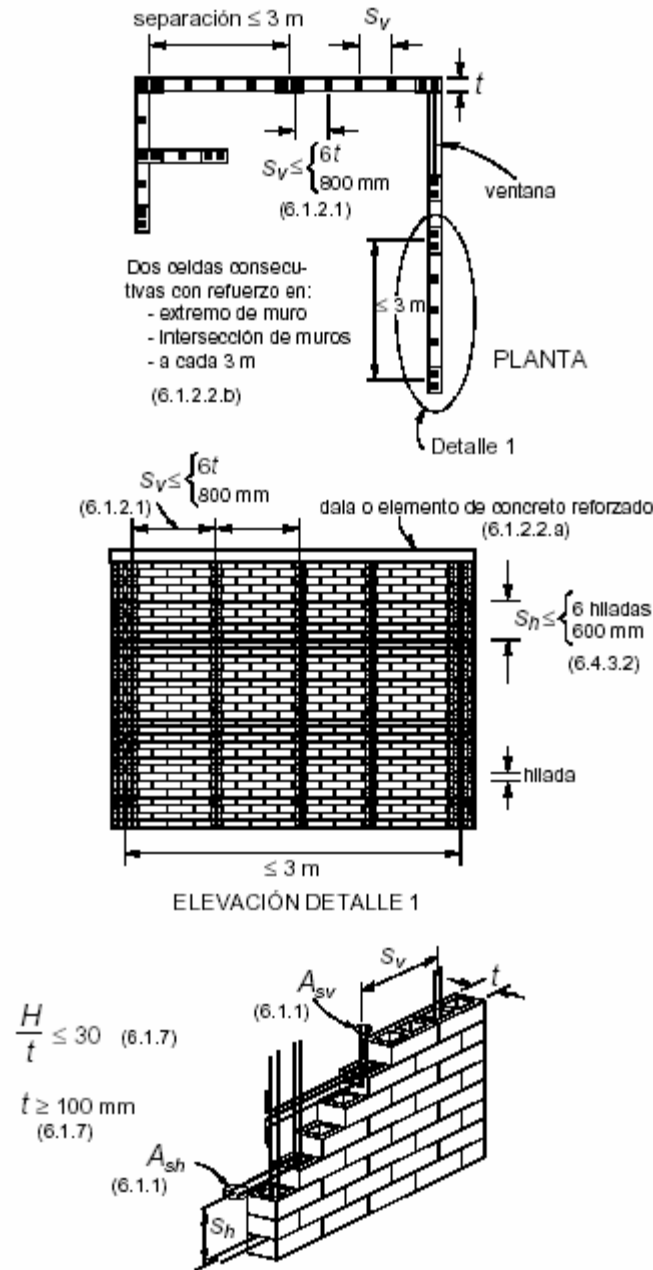
Son muros reforzados con dala y castillos que cumplen con requisitos geométricos y de refuerzo, definidos en la sección 5.1.1 a 5.1.4 de las Normas Técnicas complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM) y que se resumen en la figura c), (GDF, 2002). Existirán elementos de refuerzo (dalas y castillos), en el perímetro de todo hueco, cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la dimensión del muro en la misma dirección.



a) Requisitos para mampostería confinada (GDF, 2002)

MUROS REFORZADOS INTERIORMENTE

Son muros reforzados con barras ó alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos ó en las juntas, y deberán cumplir con los requisitos 6.1.1 a 6.1.9 de las NTCM. [Ver figura d)]. Para el colado de los huecos donde se aloje el refuerzo vertical, podrá emplearse el mismo mortero que se usa para pegar las piezas o un concreto de alto revenimiento.

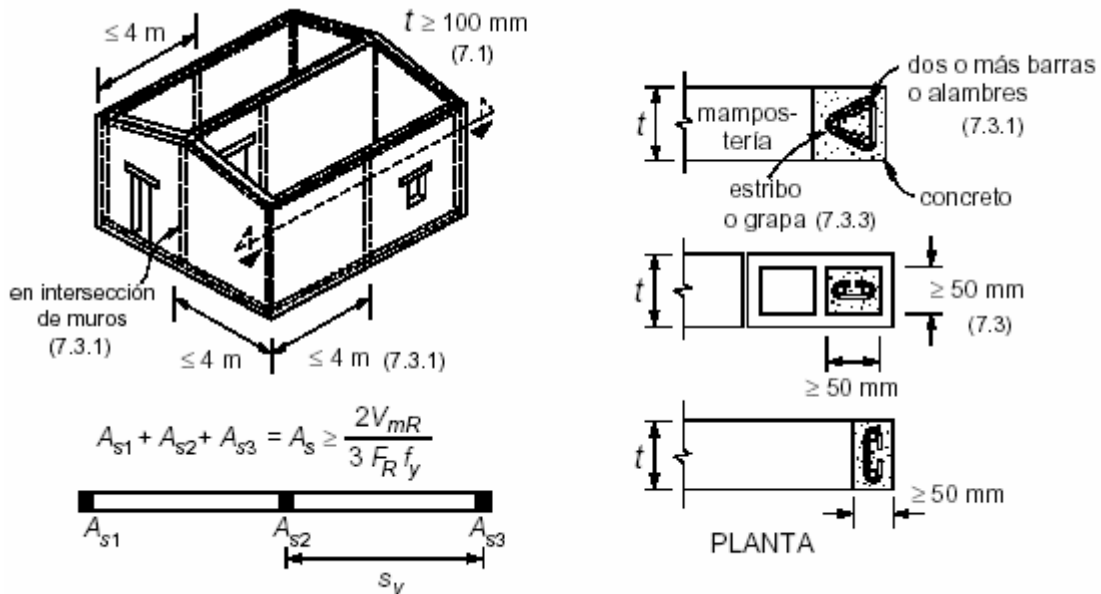


b) Requisitos para Mampostería con refuerzo interior.

MUROS NO REFORZADOS

Son aquellos que no cumplen con el acero mínimo especificado para ser incluidos en alguna de las tres categorías anteriores.

Con objeto de mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, en todo muro de carga se dispondrá de refuerzo por integridad con las cuantías y características en las secciones 7.3.1 a 7.3.3 de las NTCM. El refuerzo por integridad estará alojado en secciones rectangulares de concreto reforzado de cuando menos 50 mm de lado. No se aceptarán detalles de uniones entre muros y entre muros y sistemas de piso / techo que dependan exclusivamente de cargas gravitacionales (ver Fig. e)).



c) Refuerzo por integridad (GDF 2002).

MUROS DE CONCRETO

Es común que se denomine a los muros de concreto reforzado como “muros de corte” ó “muros de cortante” por que resisten un alto porcentaje de la fuerza cortante lateral total. Sin embargo, estos términos son desafortunados, puesto que la mayoría de los muros se puede diseñar de manera que tengan un comportamiento dominado por flexión, y que, por tanto, exhiban un modo de falla dúctil.

Los muros estructurales bien definido y detallados ofrecen varias ventajas para su uso entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Poseen una mayor rigidez que la de marcos de concreto reforzado.
- Dada su alta rigidez, exhiben un comportamiento adecuado antes sismos moderados.
- Poseen una buena capacidad de deformación (ductilidad) que les permite resistir sismos intensos.

Los muros estructurales deben diseñarse para resistir la variación del cortante en la altura (que es máximo en la base), del momento, que produce compresión en un extremo y tensión en el extremo opuesto, así como las cargas gravitacionales que producen compresión en el muro (figura 1). La cimentación debe diseñarse para resistir el cortante y el momento máximo que pueden desarrollarse en la base del muro. El refuerzo en la base debe detallarse cuidadosamente para que las fuerzas puedan transferirse entre el muro y la cimentación; en particular, se debe enfatizar la unión y el anclaje de las varillas.

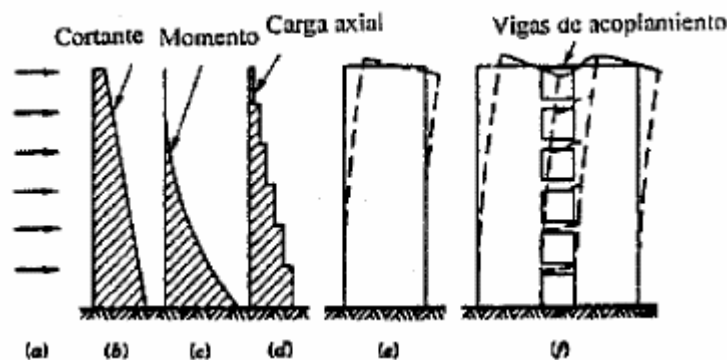


Fig. 1 Variación de la fuerza cortante, momento y carga axial en un muro estructural aislado.

Aunque es difícil satisfacer todos los requisitos de funcionamiento de una estructura, los muros estructurales deben colocarse de manera que la distribución de rigidez en planta sea simétrica y que la configuración sea estable torsionalmente. Además se debe observar que la cimentación pueda resistir el momento de volteo de la base. Es preferible la colocación de un mayor número de muros estructurales en el perímetro como sea posible.

Otro aspecto a considerar es que mientras mayor sea la carga gravitacional resistida por un muro, menor será la demanda por refuerzo de flexión y más fácil será la transmisión de momentos de volteo a la cimentación. Por tanto, a menor cantidad de muros, mayores son las fuerzas que deben ser transmitidas a la cimentación.

TIPOS DE MUROS ESTRUCTURALES

1) Según la Forma de su Sección Transversal.

Atendiendo a la sección transversal los muros puede ser como los presentados en la Figura 2. En algunas ocasiones los muros poseen elementos extremos (Fig. 2b, 2c, 2d) para permitir el anclaje adecuado de vigas transversales, para colocar el refuerzo a flexión, para dar estabilidad a muros con almas angostas y para proporcionar un confinamiento más efectivo del concreto en la zona de articulación plástica.

Por lo general, el espesor mínimo de un muro estructural es de 20 cm si se emplean varillas corrugadas para su refuerzo, y de 15 cm si se usa malla de acero de electrosoldada.



Fig. 2 Secciones transversales comunes de muros estructurales.

2) Según su Forma en Elevación.

La mayor parte de los muros prismáticos, es decir, que no sufren cambios de dimensiones en elevación. Sin embargo es frecuente que su espesor disminuya con la altura. De acuerdo con las variaciones en la altura, los muros estructurales se pueden clasificar como muros estructurales sin aberturas y muros con aberturas. En el último caso las aberturas se dejan para colocar ventanas ó puertas ó ambas.

La mayoría de los muros estructurales sin aberturas se pueden tratar como una viga-columna. Las fuerzas laterales son introducidas mediante una serie de cargas puntuales a través de los diafragmas de piso. Dadas su relación de aspecto altura del muro / longitud h_w/l_w , se distinguen muros esbeltos con relaciones h/l mayores que dos, y muros robustos para relaciones menores o iguales a dos. (Fig. 3). Es importante señalar que los muros bajos (robustos) poseen una elevada resistencia a la flexión, aún para refuerzo vertical mínimo, por lo que es necesario aplicar fuerzas cortantes muy altas para desarrollar dicha resistencia. Esto provoca que el comportamiento de este tipo de muros sea dominado por corte.

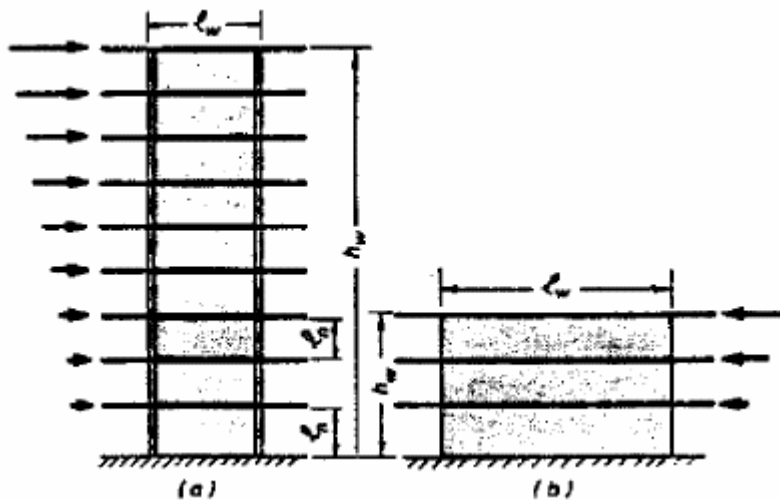


Fig. 3 Muros estructurales esbeltos y robustos.

Las aberturas de los muros deben colocarse de forma que no disminuyan las resistencias a la flexión y al cortante. Un ejemplo de ello es (Fig. 4a). Si las aberturas se colocan de

manera alternada en elevación es recomendable la colocación de refuerzo diagonal para ayudar en la formación de campos diagonales a compresión y a tensión una vez que el muro se ha agrietado diagonalmente. (Fig. 4b). Si las aberturas se colocan en forma regular se obtiene un tipo de muros llamados acoplados que poseen excelentes características de comportamiento sísmico (Fig. 5).

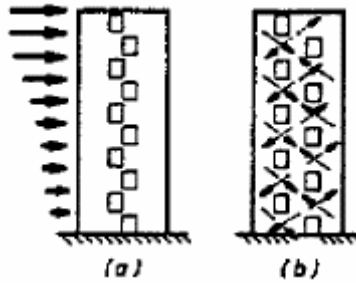


Fig. 4 Resistencia al corte afectada por aberturas en muros

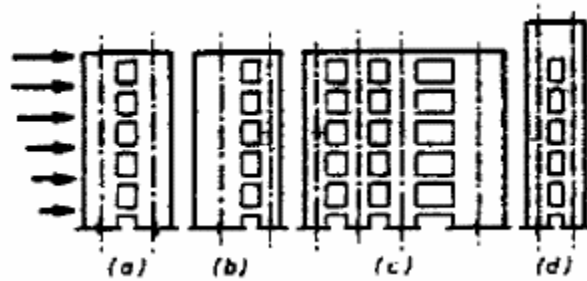


Fig. 5 Tipos de muros estructurales acoplados

3) Según su Comportamiento.

Según su comportamiento, los muros estructurales de concreto se pueden dividir en:

- Muros de Cortante.- En los cuales el corte controla las deflexiones y la resistencia.
- Muros de Flexión.- En los que la flexión controla las deflexiones y la resistencia.
- Muros Dúctiles (Muro Estructural “Especial”).- Que poseen buenas características de disipación de energía ante cargas cíclicas reversibles.

Si esperamos un comportamiento esencialmente elástico, cualquier tipo de muro de los arriba citados sería adecuado. Sin embargo, si anticipamos que el muro estará sometido a deformaciones en el intervalo inelástico, como ante sismos, es inaceptable el uso de muros de cortante; es preferible un muro dúctil.

El criterio de selección obedece primordialmente al costo, y en forma importante a la apariencia dentro del proyecto arquitectónico; sin embargo, las ventajas ó desventajas estructurales, entre los diferentes productos terminados debe conocerlas el promotor, propietario, constructor y usuario.

LOSAS DE ENTREPISO

Las losas o placas de entrepiso son los elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales.

Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

Función arquitectónica: Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.

Función estructural : Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.

El desempeño estructural deseable de las losas de entrepiso son los siguientes:

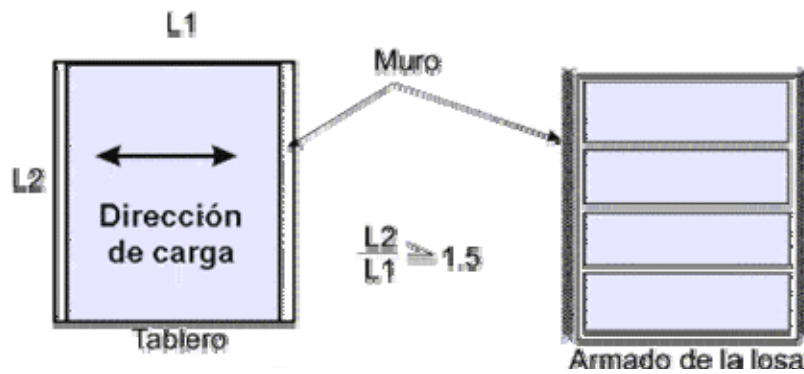
- a) Bajo cargas gravitacionales deben cumplir con las deformaciones verticales permisibles, durante la operación de colados complementarios en su etapa constructiva, así como en su etapa definitiva, para preservar los materiales frágiles por ellos soportados.
- b) Al recibir impacto por las cargas vivas, deben responder con vibración aceptable por el usuario. En general, al cumplirse las deformaciones verticales reglamentarias, queda cubierta esta respuesta desagradable.
- c) El desempeño como diafragma horizontal eficiente, par unir entre sí a todos los elementos verticales de rigidez, durante una acción sísmica o de viento, es indispensable para garantizar la aplicación de métodos simplificados y métodos detallados de análisis.

Este efecto de diagrama o placa horizontal rígida, supone elementos con muy poca o nula deformación o distorsión angular en su plano. El espesor adecuado de este diafragma y su correcta conexión con dalas, traves y muros, generalmente se presupone como automáticamente establecido por la práctica constructiva común.

Las losas o placas de entrepiso se pueden clasificar así:

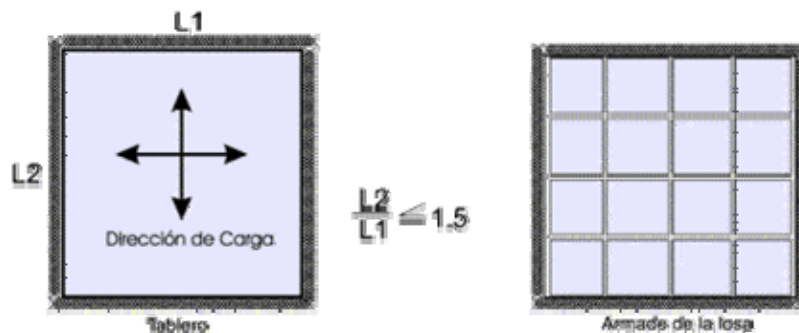
SEGÚN LA DIRECCIÓN DE LA CARGA

Losas unidireccionales: Son aquellas en que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes; son generalmente losas rectangulares en las que un lado mide por lo menos 1.5 veces más que el otro. Es la más corriente de las losas que se realizan en nuestro medio.



Losa o placa Unidireccional

Losas o placa bidireccionales: Cuando se dispone de muros portantes en los cuatro costados de la placa y la relación entre la dimensión mayor y la menor del lado de la placa es de 1.5 o menos, se utilizan placas reforzadas en dos direcciones.



Losas bidireccional

Dentro de los sistemas de losas de concreto, se encuentran los sistemas tradicionales (losas sólidas y aligeradas, armadas y coladas en obra) y los sistemas a base de elementos prefabricados (losas de vigueta y bovedilla). Entre los más comunes en la construcción de vivienda de casas de interés social se encuentran las losas macizas y de vigueta y bovedilla.

LOSAS ALIGERADAS

Este tipo de estructura, tiene en general un volumen de concreto similar al de la losa maciza equivalente, tiene mejores propiedades de inercia, pero requiere de elementos adicionales (bloques), que aunque dificultan la acción de armado, benefician la operación limpia durante el colado.

En el trabajo como diafragmas, no sólo participa la “costra” superior, sino la retícula de nervaduras, aunque de difícil evaluación sin programas de análisis tridimensional.

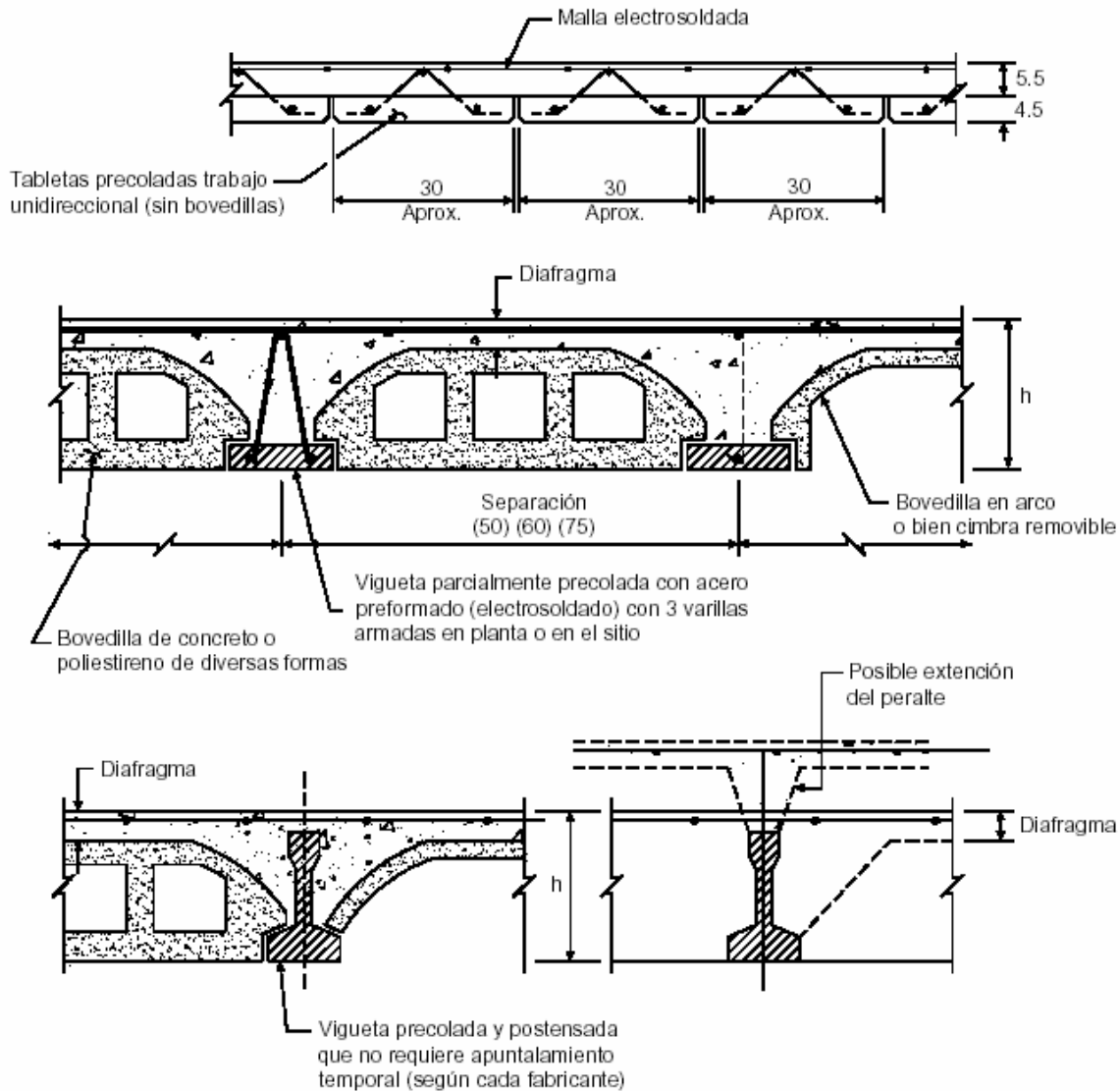
Sistemas Prefabricados

- Con viguetas prefabricadas y presforzadas más bovedilla.
- Con viguetas más bovedilla
- Con tabletas prefabricadas.

Hoy en día, en todo México, existen muchos prefabricadores de viguetas y bovedillas, por lo que este sistema es cada vez más utilizado, tanto en la construcción de viviendas en serie de interés social o medio, como en residencias, escuelas, hoteles, hospitales, etc., por ser un sistema más económico y rápido que los sistemas de losa tradicionales.

En nuestro país se conocen dos tipos de viguetas prefabricadas, las viguetas preesforzadas pretensadas, que son vigas completamente terminadas; y las de alma abierta o semiprefabricadas, constituidas por un patín de concreto y una armadura electrosoldada.

El sistema de vigueta de alma abierta (armadura electrosoldada) es más versátil, ya que su sencilla estructura permite trasladar fácilmente el proceso de prefabricación al sitio de la obra con moldes portátiles de una longitud adecuada; abatiendo los fletes por traslado de la planta a la obra y bajando su costo. Además, con este mismo producto, se pueden fabricar Otros elementos prefabricados como los son las losas y las placas.



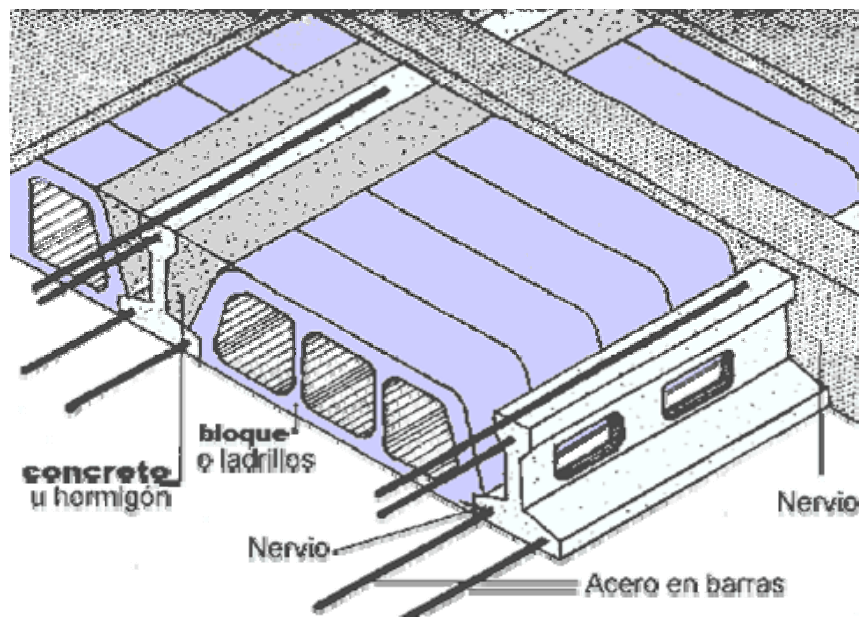
Detalle en sistemas de piso prefabricados

Por su armadura expuesta, la vigueta de alma abierta integra una firme conexión estructural con el concreto nuevo, debido principalmente a las barras diagonales de la

armadura, que trabajan como conectores de corte horizontal entre el patín de la vigueta y el concreto colado en obra. Esta cualidad garantiza un comportamiento similar al de una losa monolítica colada en la obra, con lo que se siguen las mismas consideraciones de diseño y cálculo estructural.

El sistema de vigueta y bovedilla ofrece seguridad en el proyecto al demostrar su resistencia, confiabilidad y ductilidad, obtenidas de la fabricación de viguetas en planta, con materiales de calidad que cumplen con las normas mexicanas y bajo controles más estrictos de operación, aseguramiento de calidad y la realización de pruebas de resistencia. Por otra parte muchos prefabricadores, por razones prácticas, producen las viguetas con niveles estándar de resistencia más altos que los requeridos por el diseño, haciéndolas trabajar por debajo de su capacidad real.

El sistema de bloques, bovedillas, dovelas, que se colocan entre viguetas, obedece a variados diseños y materiales, mecanismos de colocación y retiro después del fraguado, cuya aplicación obedece a costos, apariencia, facilidad de colocación de instalaciones.



Sistema de Losa de Vigueta y Bovedilla de Block de Concreto.

En el trabajo como diafragma, en general solo participa la costra o capa de concreto colada sobre el sistema de elementos prefabricados, y debe garantizarse su espesor eficiente y su conexión con dalas, trabes y muros, así como su integridad en toda la planta de la edificación, y no sólo con tableros aislados.

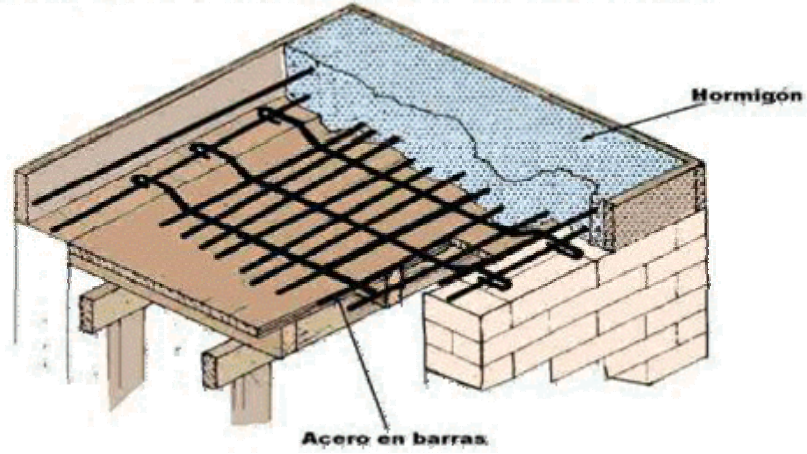
LOSAS MACIZAS

Son las más comunes que se construyen, están constituidas con concreto y utilizan como refuerzo barras de acero corrugado o mallas metálicas de acero.

La correcta colocación del acero de refuerzo, requiere posicionadores que difícilmente se usan en la mayoría de los casos. La redistribución de esfuerzos que se produce por mala colocación del acero de refuerzo, no repercute substancialmente en el comportamiento como diafragma, pero provoca fisuras inaceptables, que reducen la capacidad por cargas verticales y deformaciones mayores que las previstas.

La práctica común de no compactar la masa de concreto fresco, y la acción incompleta o nula de curado, producen agrietamientos prematuros e indeseables, que finalmente afectan a los acabados y vida útil de la propia estructura.

En las zonas de esquina de cada tablero, se produce una flexión local en dirección diagonal, ya que la presencia de un claro muy corto, sin armado en el lecho inferior, genera agrietamiento pocas veces previsto.



Losa de Concreto Reforzada monolíticamente (Losa Maciza)

**PROYECTO
ARQUITECTÓNICO
DEL PROTOTIPO**



PROYECTO ARQUITECTÓNICO DEL **PROTOTIPO**

El objetivo del proyecto arquitectónico es conjuntar todos los elementos que se tienen disponibles para crear espacios que cumplan con los requisitos de funcionalidad, iluminación, ventilación, belleza y aprovechamiento de todas las áreas que integran una construcción.

El proyecto arquitectónico tiene como primer objetivo sintetizar todos los datos relativos al programa arquitectónico en cuanto a número de locales, dimensiones, ubicación y relaciones entre los mismos.

Durante esta fase se efectúa la revisión de las condiciones de confort natural, confort artificial y de equipamiento de los locales y sus implicaciones en cuanto a protecciones y preparaciones requeridas en plantas, alzado y cortes, así como la revisión de normas y reglamentos aplicables al género de construcción requerida. Como es la observación de restricciones de fraccionamientos, comprobación de la ordenación del proyecto respecto a la situación urbana y a los accidentes topográficos del terreno.

Por último, esta fase determina el control de los elementos para el trazo y localización de las áreas y elementos construidos y abiertos mediante la numeración de los mismos y de sus paños límites y la definición de sus niveles y ejes de trazo básico en plantas de conjunto y de secciones, en alzados y cortes.

DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO.

El proyecto corresponde a la construcción de un conjunto habitacional, emplazado en la ciudad de Querétaro, Querétaro, es de carácter habitacional con una tipología de viviendas plurifamiliar en régimen de condominio (los planos arquitectónicos se encuentran en el anexo 1).

La estructura será de dos niveles y en cada nivel habrá dos viviendas, estas contarán con: Sala-comedor, cocina, un baño, dos recamaras con espacio para closet, patio de servicio, un cajón de estacionamiento, jardín posterior y zona de guardado ó alcoba.

El conjunto corresponde a casa Cuadriplex por lote con las siguientes especificaciones:

Terreno	Superficie (m²)
Lote de 12.00 x 17.00 m (cuadriplex)	204.00
Total construido por lote	220.93
Total construido por vivienda.	55.23

Área habitable.

Sección	Área construida (m²)
Sala-comedor	15.05
Cocina	3.63
Baño	2.52
Patio de servicio	3.29
Guardado/Alcoba	6.38
Recamara 1	8.83
Recamara 2	8.00

Acabados.

INTERIORES.

Sala-Comedor	Muros	Muros de Concreto de 10 cm de espesor.
		Fondeo de yeso, acabado fino sobre sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Tirol de acabado planchado, con aplicación de pintura 100% acrílica estirenada de base de agua de color blanco.
	Piso	Plataforma compactada según especificaciones de mecánica de suelos.
		Losa de cimentación de concreto armado de 10cm de espesor, con acabado pulido aparente.
	Plafón	Losa nervada de concreto armado con casetón de poliestireno, en azotea.
Fondeo con yeso, acabado fino sobre sellador acrílico primario para superficies de concreto.		
Tirol, acabado rustico con aplicación de pintura 100% acrílica estirenada de base de agua color blanco.		

Recámara	Muros	Muros de Concreto de 10 cm de espesor.
		Fondeo de yeso, acabado fino sobre sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Tirol de acabado planchado, con aplicación de pintura 100% acrílica estirenada de base de agua de color blanco.
	Piso	Plataforma compactada según especificaciones de mecánica de suelos.
		Losa de cimentación de concreto armado de 10cm de espesor, con acabado pulido aparente.
	Plafón	Losa nervada de concreto armado con casetón de poliestireno, en azotea.
Fondeo con yeso, acabado fino sobre sellador acrílico primario para superficies de concreto.		
Tirol, acabado rústico con aplicación de pintura 100% acrílica estirenada de base de agua color blanco.		

Baño	Muros	Muros de concreto de 10cm de espesor.
		Aplanado con mortero cemento-arena 1:4 acabado fino con aplicación de sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Pintura de esmalte color blanco mate.
		Muros en cubo de regadera, con azulejo de primera, bahía de color blanco de 20 x 25cm asentado con pega azulejo blanco normal, con boquillas y juntas de 2mm del mismo material.
	Piso	Losa de cimentación de concreto armado de 10cm de espesor, con acabado pulido aparente.
		Impermeabilización en zona húmeda a base de la aplicación de una mano de primario, una membrana de refuerzo y 2 capas de emulsión impermeable.
		En cubo de regadera, azulejo de primera color blanco de 20 x 20cm asentado con pegazulejo blanco normal, con boquillas y juntas de 2mm del mismo material.
	Plafón	Losa nervada de concreto armado con casetón de poliestireno en azotea.
		Aplanado con mortero cemento-arena 1:4 acabado fino con aplicación de sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Pintura de esmalte color blanco mate.

Cocina	Muros	Muros de concreto de 10cm de espesor.
		Aplanado con mortero cemento-arena 1:4 acabado fino con aplicación de sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Pintura de esmalte color blanco mate.
		En muro con estufa azulejo de primera bahía de color blanco de 20 x 25cm asentado con pegazulejo blanco normal con boquillas y juntas de 2 Mm. del mismo material.
	Pisos	Plataforma compactada según especificaciones de mecánica de suelos.
		Losa de cimentación de concreto armado de 10cm de espesor, con acabado pulido aparente.
	Plafón	Losa nervada de concreto armado con casetón de poliestireno en azotea.
		Aplanado con mortero cemento-arena 1:4 acabado fino con aplicación de sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Pintura de esmalte color blanco mate.

EXTERIORES.

Fachada principal	Muros	Muro de Concreto de 10cm de espesor.
		Aplanado con mortero cemento-arena 1:4 acabado fino con aplicación de sellador acrílico primario para superficies de concreto.
		Tirol, acabado planchado con aplicación de pintura 100% acrílica estirenada de base de agua de color pantone.
		Acabado en alto relieve en ventana, elaborado con tiras de poliestireno de 20cm de ancho y 3/4" de espesor, pegado con pegazulejo, recubierto de malla plástica y repellado con mortero cemento-arena 1:3 acabado fino y aplicación de pintura 100% acrílica base de agua de color naranja.
	Pisos	Plataforma compactada.
		Firme de concreto simple de 8cm de espesor, acabado escobillado y orillas pulidas con volteador, en puerta.
		Huellas precoladas de concreto simple acabado escobillado.
	Plafón	Losa volada de concreto armado de 10cm de espesor acabado pulido, sobre puerta.
		Pintura 100% acrílica estirenada, decorativa exteriores e interiores color blanco.

Fachada posterior	Muros	Muro de Concreto de 10cm de espesor.
		Pretil de concreto asentado con mortero cemento arena con juntas de 1cm en ambos lados.
		Barda de concreto asentada con mortero cemento arena con juntas de 1cm en ambos lados.
		Encalado, aplicación de cal con blanco de España y agua.
	Pisos	Plataforma compactada.
		Firme de concreto simple de 8cm de espesor, acabado escobillado y orillas pulidas con volteador, en lavadero.

Azotea	Pisos	Losa nervada de concreto armado con casetón de poliestireno en azotea.
		Pendiente en losa de azotea hecha a base de mortero cemento arena “relleno fluido” con resistencia de 50 kg/cm ²
		Chafalán de 10 x 10cm anclado
		Impermeabilización en losa de azotea a base de rollos de membrana de asfalto prefabricada de 35mm de acabado integral en gravilla esmaltado de color terracota mediante termofusión.

MARCO REGULATORIO

La ciudad de Querétaro, rige las obras por medio del Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro, dicho reglamento tiene por objeto proporcionar a la población un instrumento de carácter técnico y jurídico, que defina y precise las limitaciones y modalidades que se impongan al uso de los terrenos o de las construcciones de propiedad pública ó privada en los programas parciales y las declaratorias correspondientes; así como las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, el uso y destino de las construcciones y demás disposiciones en materia de Desarrollo Urbano, Seguridad, Estabilidad e Higiene.

Los desarrolladores y constructores deberán considerar a tal Reglamento de construcción vigente como:

- Un instrumento de orientación sobre los criterios mínimos de bienestar que deben cumplir las viviendas.
- Un instrumento propositivo no limitativo, que permita con responsabilidad, diversas posibilidades para ofrecer a los derechohabientes una vivienda digna.

A continuación mencionaremos cuáles son los artículos del Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro que condicionan el equipamiento, la distribución y dimensiones óptimas del prototipo.

Requisitos mínimos para vivienda de interés social de acuerdo al Reglamento General de construcciones del estado de Querétaro.

1. Las edificaciones en el estado de Querétaro para el caso de vivienda, tendrán como dimensiones de construcción las siguientes.

- 24 m² mínimo para acciones de mejoramiento de vivienda existente.
- 33 m² mínimo para vivienda nueva progresiva popular.
- 45 m² mínimo para vivienda nueva terminada.
- 60 a 90 m² vivienda de interés medio residencial.

2. La intensidad de uso de suelo es la superficie que puede ser construida en un lote. Para garantizar la existencia de áreas sin construir en un lote y lograr condiciones adecuadas de iluminación y ventilación, es necesario normar la intensidad en el uso del suelo.

La superficie del lote que puede ser ocupada con construcciones, manteniendo libre como mínimo los siguientes porcentajes en uso habitacional: 20% en vivienda popular, 25% en residencial y 40% en campestre.

3. En cuanto al tema de salientes, balcones y marquesinas se refiere, ningún elemento estructural o arquitectónico situado a una altura menor de 2.5 metros podrá sobresalir del alineamiento.

Los que se encuentren a mayor altura se sujetarán a lo siguiente:

- a) Los elementos arquitectónicos que constituyen el perfil de una fachada como pilastras, sardineles, marcos de puertas y ventanas, repisones, cornisas y cejas, podrán sobresalir del alineamiento hasta 15 cm.
 - b) Los balcones abiertos podrán sobresalir del alineamiento hasta 1 metro, siempre que ninguno de sus elementos estén a menos de 2 metros de una línea de transmisión eléctrica.
 - c) Las marquesinas podrán salir del alineamiento, el ancho de la acera disminuido 1 metro.
4. La capacidad de cajones para estacionamiento deberá ser de 1 cajón por cada vivienda.
 5. Las medidas de cajones de estacionamiento para coches serán de 5 x 2.4 m. Se podrá permitir hasta el 50% de los cajones para coches chicos de 4.2 x 2.2 m.
 6. Los espacios habitables y no habitables de las viviendas, deberán tener como mínimo las dimensiones que a continuación se establecen.

Local	Área (m2)	Lado (m)	Altura (m)	
Recamara única o principal	7	2.4	2.3	
Recamara adicional y alcobas	6	2	2.3	
Estancias	7.3	2.6	2.3	
Comedores	6.3	2.4	2.3	
Estancia comedor	13.6	2.6	2.3	
Cocina	3	1.5	2.3	
Cocineta integrada a estancia comedor	-	2	2.3	A
Cuarto de lavado	1.68	1.4	2.1	
Cuarto de aseo, despensas similares.	-	-	2.1	
Baños sanitarios	-	-	2.1	

A. La dimensión de lado se refiere a la longitud de la cocineta.

7. Las viviendas contarán con medios que aseguren la iluminación diurna y nocturna necesaria para sus ocupantes. El área de las ventanas no será inferior a los siguientes porcentajes mínimos, correspondientes a la superficie del local, para cada una de las orientaciones.

Orientación	Porcentaje
Norte	10%
Sur	12%
Este	10%
Oeste	8%

Se permitirá la iluminación diurna natural por medio de techos, tragaluces ó domos en los casos de baños y cocinas domesticas. La Proyección horizontal del vano libre del domo o tragaluz podrá dimensionarse tomando como base mínima el 4% de la superficie local. El coeficiente de transmitividad del espectro solar del material no será inferior al 85%.

8. Los locales habitables y cocinas domesticas tendrán ventilación natural por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, terrazas, azoteas y superficies descubiertas interiores o patios. El área de abertura de ventilación no será inferior al 7% del área del local.

9. Los patios para dar iluminación y ventilación naturales tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los parámetros verticales que los limiten.

Para piezas habitables:

Con altura hasta	Dimensión mínima
4 m.	2.5 m.
8 m.	3.25 m.
12 m.	4 m.

10. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y características siguientes
 - a) Las viviendas con menos de 45 m² contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero.

 - b) Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m² contarán, cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero.

11. Los depósitos que trabajen por gravedad, se colocarán a una altura de 2 metros por lo menos, arriba de los muebles sanitarios del nivel más alto y se deberá tapan la visual de tinacos, tanques, tendederos, etc., por medio de muretes ó mamparas con una altura no menor a la de la parte más alta del depósito o instalación a una distancia no mayor de 1 metro. Se dejará una abertura de hasta 60 cm en uno de los lados, siempre y cuando sea hacia la colindancia, para dar acceso a los depósitos.

12. Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deberán tener una altura mínima de 210 cm y una anchura como indica la siguiente tabla.

Tipo de puerta	Ancho mínimo
Acceso principal	0.90 m
Locales para habitación y cocinas	0.75 m
Locales complementarios	0.60 m

13. Las escaleras estarán ventiladas permanentemente a fachadas o a cubos de luz por medio de vanos cuya superficie no será menor del 10% de la planta del cubo de la escalera. Las huellas de la escalera tendrán un ancho de 0.27 metros y el peralte a una altura máxima de 0.18 metros, la altura de los pasamanos y barandales será de 0.90 metros y el ancho de escalera se ve en la siguiente tabla.

Tipo de escalera	Ancho mínimo
Privada ó interior con muro en un solo lado	0.75 m
Privada ó interior confinada entre dos muros	0.90 m
Común a dos o más viviendas	0.90 m

14. Todo aplanado de mezcla o pasta se ejecutará en forma que se eviten desprendimientos del mismo, así como la formación de huecos y grietas importantes. Ningún aplanado tendrá un espesor mayor de tres centímetros.
15. En los acabados al exterior las viviendas deberán contar con todos sus acabados terminados, en el interior los acabados son obligatorios en plafones; los pisos tendrán como mínimo un fino de cemento pulido y los muros un sellador, quedando a decisión de los desarrolladores colocar un mejor acabado.
16. Las dimensiones de la sección transversal de un muro, ya sea de carga y/o fachada, no será menor de 10 cm.

Verificación del cumplimiento del Reglamento.

SUPERFICIE			ILUMINACIÓN		VENTILACIÓN	
Área habitable	Reglament (m ²)	Prototipo (m ²)	Reglament (m ²)	Prototipo (m ²)	Reglament (m ²)	Prototipo (m ²)
Sala-comedor	13.60	15.05	2.63	2.88	0.75	0.77
Cocina	3.00	3.63	0.63	0.63	0.18	0.20
Baño	---	2.52	0.44	0.54	0.13	0.20
Patio de servicio	1.68	3.29	0.58	3.40	0.16	3.40
Guardado/Alcoba	6.00	6.38	0.26	0.36	---	0.00
Recamara 1	7.00	8.33	1.46	1.80	0.42	0.77
Recamara 2	6.00	8.00	1.40	1.80	0.40	0.77

Como se puede observar el prototipo cumple con las normas establecidas por el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro.

DISEÑO ESTRUCTURAL
“SISTEMA
TRADICIONAL”



DISEÑO ESTRUCTURAL

=SISTEMA TRADICIONAL=

1.- ANTECEDENTES.

Se presenta el diseño estructural para un prototipo de vivienda de interés social denominado “Plurifamiliar Cuádruplex” en Querétaro, Querétaro. Para el desarrollo del proyecto estructural se cuenta con el proyecto arquitectónico y el estudio de mecánica de suelos del lugar, el diseño arquitectónico se muestra en el anexo 1.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La estructura es de tipo Cuádruplex en dos niveles, el área total de construcción es de 216 [m²], según especificaciones del proyecto, el área construida por casa es de 54 [m²].

Para este sistema, la subestructura esta resuelta por medio de zapatas corridas de mampostería baso los muros de carga. La superestructura esta resuelta por muros de mampostería parcialmente reforzada, con refuerzo interior, los muros serán de block de concreto de 12 x 20 x 40 [cm]. La losa de entrepiso y azotea son de vigueta y bovedilla de concreto de 19 [cm] de peralte.

“Todos los muros indicados son estructurales, resistentes a cargas verticales y laterales por lo que “NO” deberán ser modificados ó eliminados.”

3.- REGLAMENTOS DE DISEÑO.

Las publicaciones y reglamentos en los que se basa el diseño de la estructura y que son aplicables al lugar del proyecto son:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal --2004.
- Reglamento General de construcciones del Estado de Querétaro.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructura de Mampostería (NTC-M) --2004.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTC-S) -- 2004
- Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (NTC-DyA) --2004.
- Manual de diseño de obras civiles. --Diseño por sismo. --CFE --1994.
- “Edificaciones de mampostería para vivienda” ED. F ICA. México 1999
- Diseño estructural de casas habitación, Gallo-Espino-Olvera, México 1997.
- Manual de construcciones de mampostería; IMCYC, México 1999.

4.- CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

Los criterios de diseño estructural utilizados se describen en cada sección y están basados en las publicaciones y reglamento de referencia los cuales corresponden a prácticas comunes aceptadas en el diseño estructural.

El objetivo del presente diseño estructural es obtener una vivienda con un grado de seguridad y durabilidad de al menos el especificado en las normas, al menor costo posible, debido a la gran limitante de recursos característico de este tipo de obras.

Los elementos mecánicos producidos por las acciones a que estará sujeta la estructura se determinaran por métodos que suponen un comportamiento elástico. Los elementos de concreto se diseñaron por “**resistencia**” para obtener un aprovechamiento mas racional de los materiales. La construcción de todos los elementos estructurales deberá sujetarse a las tolerancias permitidas por los reglamentos de diseño.

5.- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

a) CONCRETO.

- El concreto a utilizar deberá ser premezclado, deberá cumplir con las siguientes normas de calidad y resistencias; en términos de durabilidad se considera adecuado el concreto propuesto ya que contará con proyección por recubrimientos “y no se reportan condiciones agresivas del suelo”.

● RESISTENCIAS.

Elemento	Resistencia especificada a los 28 días $f'c$ [kg/cm ²]	Peso volumétrico en estado fresco [ton/m ³]	Módulo de elasticidad E_c [kg/cm ²]
Cimentación	200	entre 1.9 y 2.2	184,436
Castillos ahogados	125	---	---
Vigueta y bovedilla	200	entre 1.9 y 2.2	184,436

● NORMAS.

El concreto utilizado deberá de cumplir lo especificado en las siguientes normas en especial lo referente a fabricación, calidad de materiales utilizados en la mezcla, colocación, control de calidad, cimbrado, descimbrado y curado.

-NMX-C-155-ONNCCE-2004--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico industrializado, especificaciones.

-NMX-C-403-ONNCCE-1999--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico para uso estructural.

-NMX-C-414-ONNCCE-1999--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico, especificaciones y métodos de prueba.

b) ACERO DE REFUERZO.

- El acero de refuerzo deberá tener la resistencia especificada y cumplir con las normas indicadas a continuación:

Elemento	Especificaciones	Resistencia a la fluencia f_y [kg/cm ²]	Norma NMX
Armaduras prefabricadas tipo "ARMEX"	Diámetro del refuerzo long = 6.35 [mm] Diámetro de estribos $\Phi=4.11$ [mm] Separación de estribos @ 15.80 [cm]	5000	B-253, B-456
Malla electrosoldada	6x6 - 6/6 Diámetro de alambre = 4.88 [mm] 6x6 - 10/10 Diámetro de alambre = 3.43 [mm] @ 15.24 [cm] en ambas direcciones	5000	B-253, B-290
Alambrón # 2	Alambrón liso	2530	B-457
AR60 varmil 60	Corrugado laminado en frío Diámetro = 5/16", 1/4", 3/16", 5/32"	6000	B-72
Escalerilla	Diámetro del alambre = 3.43 [mm] con separaciones @ 25 [cm] de alambre 3.43[mm]	5000	B-253
Acero de refuerzo GRA 42 # 3, # 4	Varilla corrugada GR42	4200	B-6, B-294, B-457

c) MUROS DE MAMPOSTERÍA.

- Los muros de mampostería de block de concreto de 12x20x40 [cm] juntados con mortero C-A 1:3. Deberán cumplir con las siguientes resistencias y especificaciones mínimas:

	Valor	Observaciones
Resistencia a la compresión de la mampostería f^*m	20[kg/cm ²]	Se consideran que las piezas de block deberán una resistencia mínima a compresión de $f^*p=60$ [kg/cm ²]. Deberán estar juntadas con mortero tipo I.
Esfuerzo cortante resistente de diseño v^*m	3.0[kg/cm ²]	se considerara mortero tipo I (C-A 1:3) $f^*j=125$ [kg/cm ²]

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructura de mampostería.

- **NORMAS.**

Las piezas utilizadas en los elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con la norma mexicana:

- ◆ **NMX-C-404-2003-ONNCE** – Industria de la construcción - Bloques, tabiques, ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de prueba.

d) SISTEMA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.

- **NORMAS**

Los sistemas de vigueta y bovedilla a utilizar deberán cumplir con la norma mexicana:

- ◆ **NMX-C-1997-ONNCCE** – Industria de la construcción – Sistema de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas – Especificaciones y método de prueba.

e) ZAPATAS CORRIDAS DE MAMPOSTERÍA

El tipo de mampostería a utilizar será de piedras naturales (braza). La resistencia a la compresión en dirección normal a los planos de formación es de 150 kg/cm². Resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación será de 100 kg/cm².

6.- ANÁLISIS DE CARGAS.

Según la reglamentación y materia les utilizados se tienen las siguientes cargas sobre la estructura.

a) **CARGA MUERTA.**

● EN AZOTEA.

Concepto	Carga en [kg/m ²]
Losa de vigueta y bovedilla de polietileno e = 19 [cm]	170
Instalaciones	5
Impermeabilización y relleno para pendiente espesor Prom. = 8 [cm] (relleno fluido γ máx.=1850 [kg/m ³])	148
Sobrecarga por reglamento (x mortero), (NTC-CyA)	20
Acabado en interior (plafón de yeso)	20
TOTAL	363 [kg/m²]

- EN ENTREPISOS.

Concepto	Carga en [kg/m ²]
Losa de vigueta y bovedilla de polietileno e = 19 [cm]	170
Sobrecarga de reglamento (x mortero) (NTC-CyA)	20
Instalaciones	5
Acabado en interior (plafón de yeso + loseta)	60
TOTAL	255 [kg/m²]

b) CARGA VIVA.

Según el RCDF (NTC-CyA) se deben considerar las siguientes cargas para azoteas con pendiente menor al 5% y entrepisos de viviendas.

	Carga máxima en [kg/m ²]	Carga instantánea en [kg/m ²]	Carga media en [kg/m ²]
Azotea	100	70	15
Entrepiso	170	90	70

c) CARGA POR PESO PROPIO DE MUROS.

Considerando muros de block hueco de 12x20x40 [cm] con doble acabado de pasta (ambas caras) se tiene:

$$W \text{ muro block} = [(1800[\text{kg}/\text{m}^3]) \cdot (0.12[\text{m}]) \cdot (2.40[\text{m}]) + 94 [\text{kg}/\text{m}]] = 612.4 [\text{kg}/\text{m}]$$

$$W \text{ muro block} \approx 613 [\text{kg}/\text{m}]$$

d) CARGA POR TINACOS.

Se consideran 4 tinacos de 750 [lts] de capacidad cada uno.

- Muros de mampostería.

	Altura (h)	longitud (l)	Carga [kg]
Altos y laterales	1.31 + 1.06 = 2.37 [m]	2.60 [m]	2662
Mediano y lateral	1.31 [m]	2.60 [m]	736
Arriba y de frente	1.06 [m]	2.81 [m]	644
			4042 [kg]

- CARGA POR TINACOS.

Concepto	Carga [kg]
Agua (4 tinacos)	3000
Losa de concreto reforzado e= 10[cm] $\gamma = 2.4$ [ton/m ³]	1903
Muros de mampostería de 12x20x40	4042
	8945 [kg]

W tinaco = 8945 [kg]

e) CARGA ACCIDENTALES POR SISMO. (Método simplificado de análisis).

Las cargas sísmicas se determinaran considerando los siguientes parámetros de diseño.

*** PARÁMETROS Y CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA**
PARA DISEÑO POR SISMO.

- Tipo de suelo: 1 “ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS”.
- Clasificación de construcción (ART. 139 RCDF); Grupo “B” (vivienda).
- Clasificación por su estructuración: Tipo: “1”. Las fuerzas laterales se resisten en cada nivel mediante marcos continuos, contraventeados ó no, por diafragmas ó muros ó por combinación de diversos sistemas; como los mencionados.
- Zona sísmica: “B” según la regionalización sísmica de la CFE (1994).
- Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado (Grupo “B”) [NTC Diseño por sismo 7.1]

Altura de construcción: 5.59 [m] (fachada) + 1.98 [m] = 7.57 [m]

Altura de construcción = 7.57 [m] (incluyendo altura de tinacos)

Zona	Muro de concreto ó de mampostería de piezas macizas			Muros de mampostería de piezas huecas		
	Altura de la construcción [m]			Altura de la construcción [m]		
	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
II Y III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23

- Factor de comportamiento sísmico.

Muro de mampostería: $Q = 1.5$

(NTC Diseño por sismo (5.0))

MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS.

Estructuras que cumplan con los siguientes requisitos:

- a) En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte.

$$FAE = 1 \quad \text{si} \quad H / l \leq 1.33 \quad (\text{Nuestro Caso}) \quad \underline{\text{Distribución de muros simétrico.}}$$

$$FAE = (1.33 (l / H))^2 \quad \text{si} \quad H / L \geq 1.33$$

- b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excederá de 2.0

$$12 / 9 = \underline{1.33} < 2.0$$

- c) La relación entre altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13[m].

$$7.57 / 9 = \underline{0.84} < 1.5$$

$$\text{Altura máxima} = \underline{7.57} < 13 \text{ [m]}$$

CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS POR NIVEL.

- a) *ÁREA POR PLANTA.*

$$A_{\text{entrepiso}} = 12 \times 9 = 108 \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{--- El plano dice } 107.55 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_{\text{azotea}} = 12 \times 9 = 108 \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{--- El plano dice } 107.55 \text{ [m}^2\text{]}$$

b) *PESO POR NIVEL.*

● **Por entresijos y azotea**

$$(\text{Entrepiso}) W_{N-1} = [(255+90) * (108)] = 37260 \text{ [kg]}$$

$$(\text{Azotea}) W_{N-2} = [(363+70) * (108)] = 46764 \text{ [kg]}$$

● **Peso por muros**

$$\text{Planta baja} = (2)(4.9) + (2)(3.4) + (2)(2.4) + (2)(3.1) + (2)(0.1) + 10.4 + 9 + (2)(3.4) + (4)(1.95) + (2)(1.4) + (4)(2.2) + (2)(2.2) + (2)(0.4) = 78.60 \text{ [ml]}$$

$$\text{Planta baja} = 78.60 \text{ [ml]}$$

$$\text{Planta alta} = 78.60 \text{ [ml]}$$

- Por simplificación, si hay aberturas en planta menor a 2.00 [m] no se consideraran, esta consideración es la llamada “línea resistente”.

$$W_{\text{muro P-baja}} = (78.60 / 2) (613) = 24091 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro P-baja}} = 24091 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro P-entrepiso}} = (78.60) (613) = 48182 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro P-entrepiso}} = 48182 \text{ [kg]}$$

PESO POR NIVEL.

$$W_{N-1} = 37260[\text{kg}] + 24091[\text{kg}] = 61351 [\text{kg}]$$

$$W_{N-2} = 46764[\text{kg}] + 48182[\text{kg}] = 94946 [\text{kg}]$$

POR FACTOR DE CARGA [F.C = 1.1 (CM + CVaccidental)]

$$W_{N-1} = (61351) * (1.1) = 67486 [\text{kg}]$$

$$W_{N-2} = (94946) * (1.1) = 104441 [\text{kg}]$$

c) CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS Y CORTANTE POR NIVEL.

$$C_s = 0.11$$

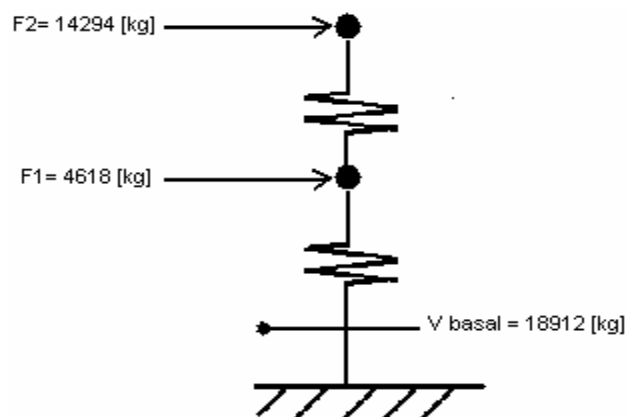
NTC por sismo (8.1)

$$\rho_i = C_s (W_i h_i / \sum W_i h_i) (\sum W_i)$$

$$\rho_i = (0.11) (W_i h_i / 690920) (171927)$$

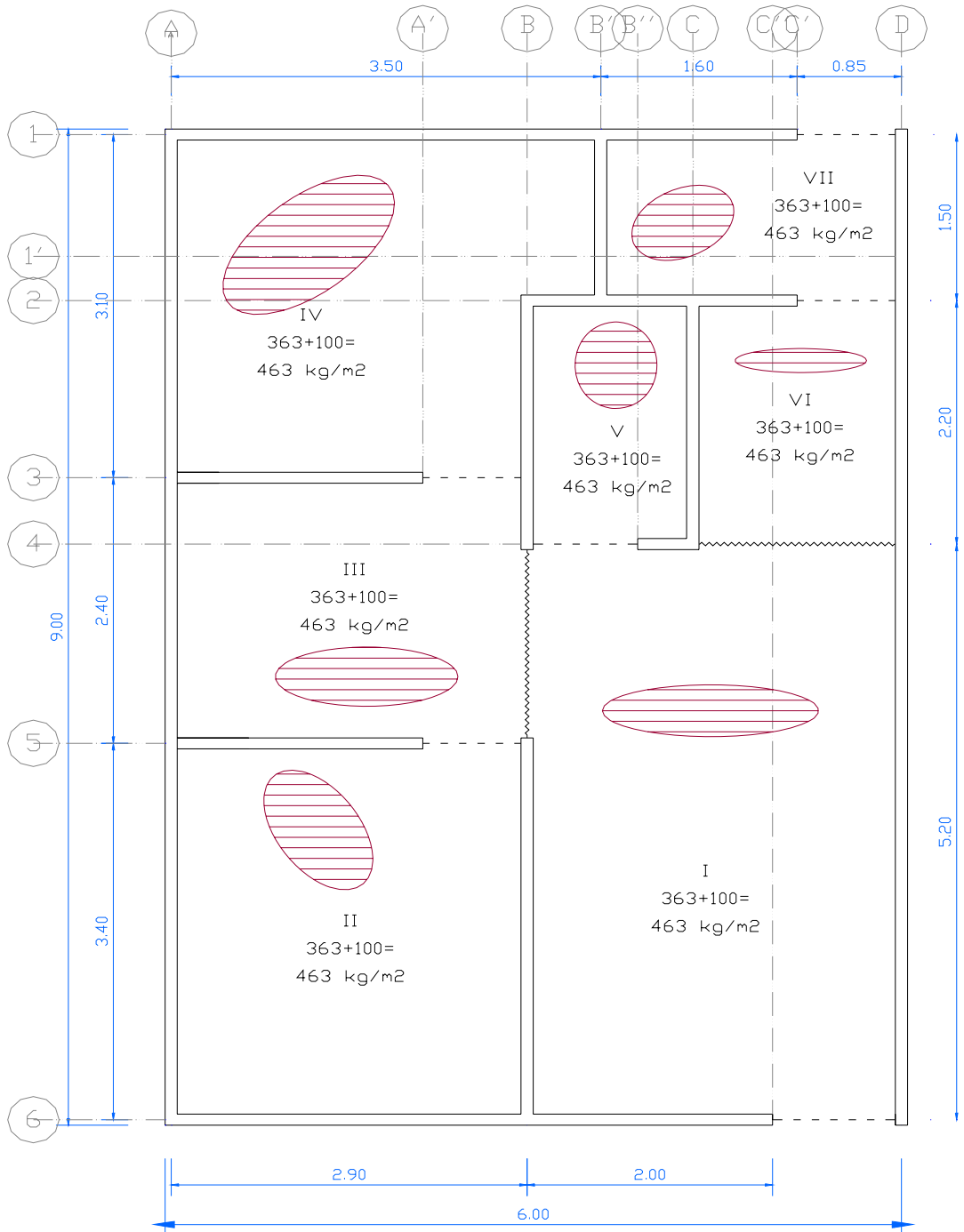
$$\rho_i = 0.027372155 W_i h_i$$

Nivel	W [ton]	Hi [m]	wi * hi [ton*m]	Pi [ton]	Vi [ton]
2	104441	5	522205	14294	14294
1	67486	2.5	168715	4618	18912
	$\Sigma = 171927$		$\Sigma = 690920$		

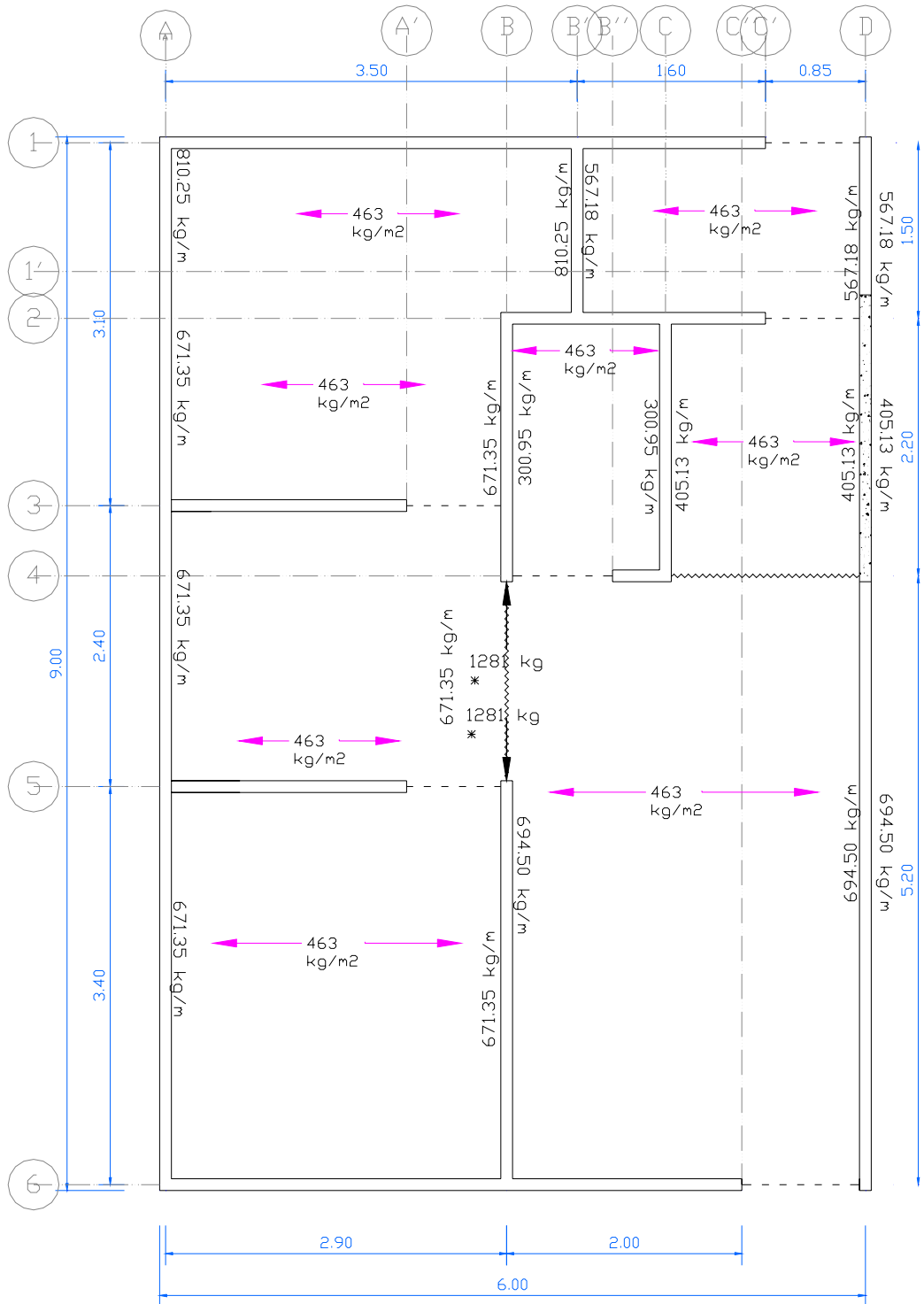


“TRANSMISIÓN DE CARGAS”

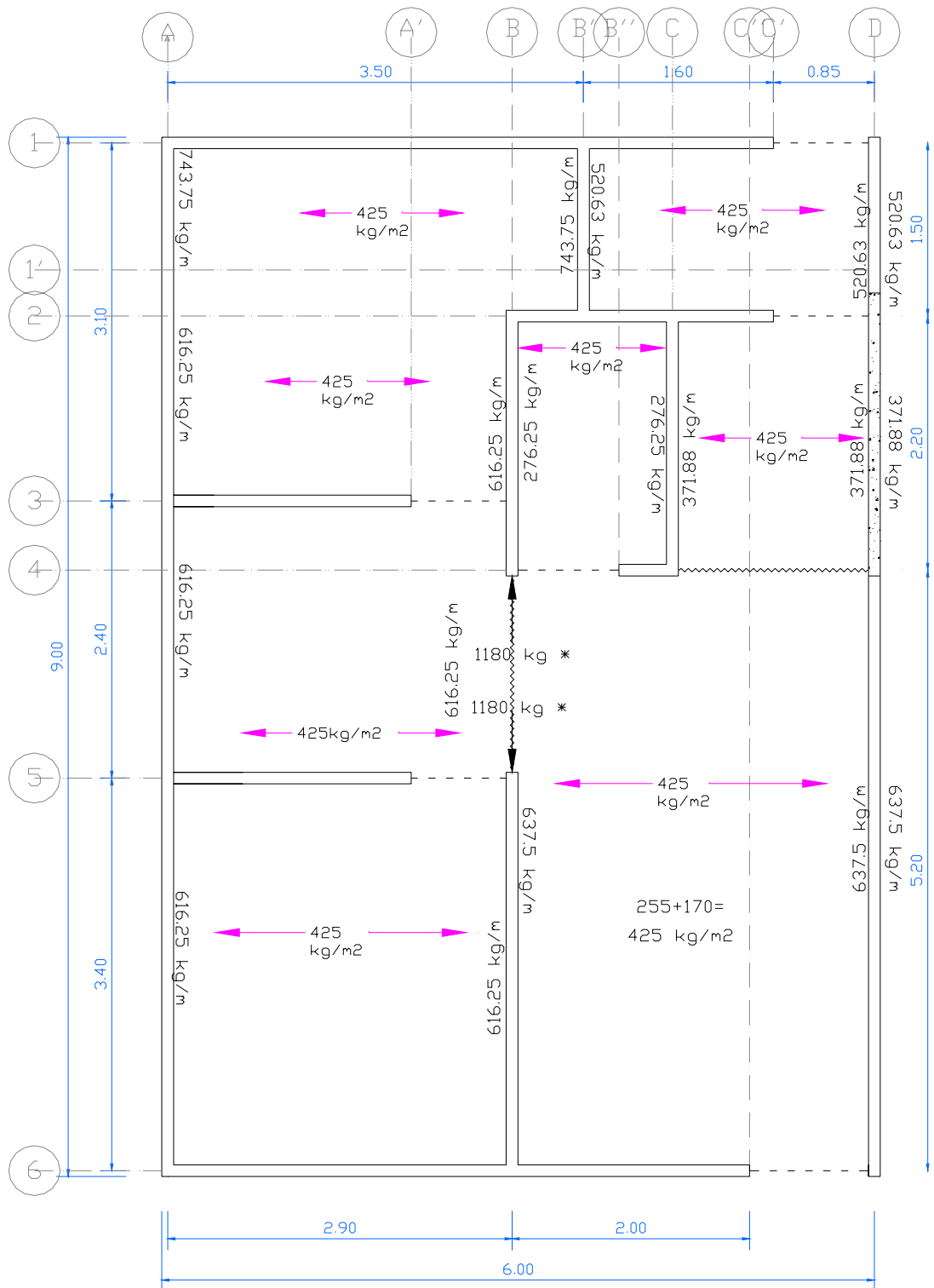
□ ESTRUCTURACIÓN DE AZOTEA.



CARGA POR METRO LINEAL EN PERÍMETRO DE TABLERO (AZOTEA).



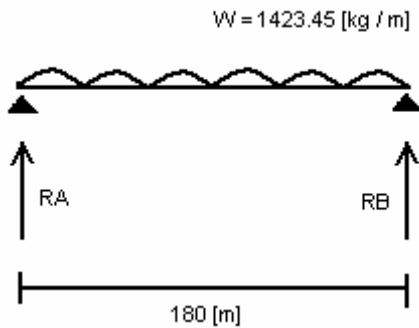
CARGA POR METRO LINEAL EN PERÍMETRO DE TABLERO (ENTREPISO).



CÁLCULO DE REACCIONES DE TRABES.

Por facilidad de cálculos se consideran todos los tramos simplemente apoyados.

► Azotea B 4-5



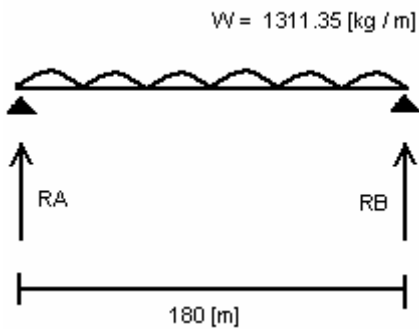
$$\text{I) } W = 694.50 \text{ [kg/m]}$$

$$\text{II) } W = 671.35 \text{ [kg / m]}$$

$$W_{pp} = 57.6 \text{ [kg / m]}$$

$$R_A = R_b = (1423.45 * 1.80) / 2 = 1281 \text{ [kg]}$$

► Entrepiso B 4-5



$$\text{I) } W = 637.50 \text{ [kg/m]}$$

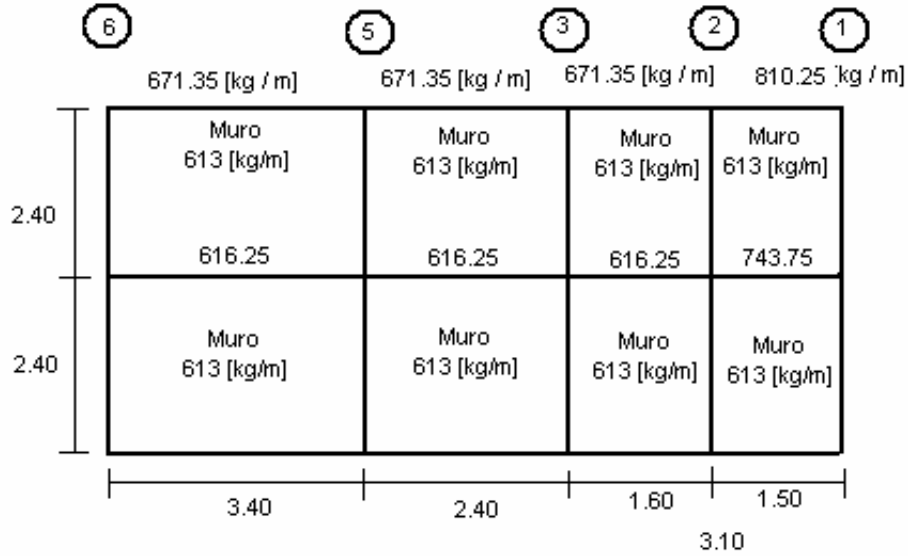
$$\text{II) } W = 616.25 \text{ [kg / m]}$$

$$W_{pp} = 57.6 \text{ [kg / m]}$$

$$R_A = R_b = (1311.35 * 1.80) / 2 = 1180 \text{ [kg]}$$

TRANSMISIÓN DE CARGAS A CIMIENTOS POR MEDIO DE MUROS

EJE A.



- Para las cargas puntuales algunos autores manejan que se difunden con rectas de pendiente 2/3 respecto a la vertical; sin embargo tomamos un ángulo de 45° por ser más crítico, ya que transmite la carga sobre el muro en menor área y con mayor “rapidez”.

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
A	1 - 2	810.25	613	---	613	---	743.75	2780
A	2 - 3	671.35	613	---	613	---	616.25	2514
A	3 - 5	671.35	613	---	613	---	616.25	2514
A	5 - 6	671.35	613	---	613	---	616.25	2514

CA: carga debida a la azotea.

CAPB: carga debida al muro de planta alta.

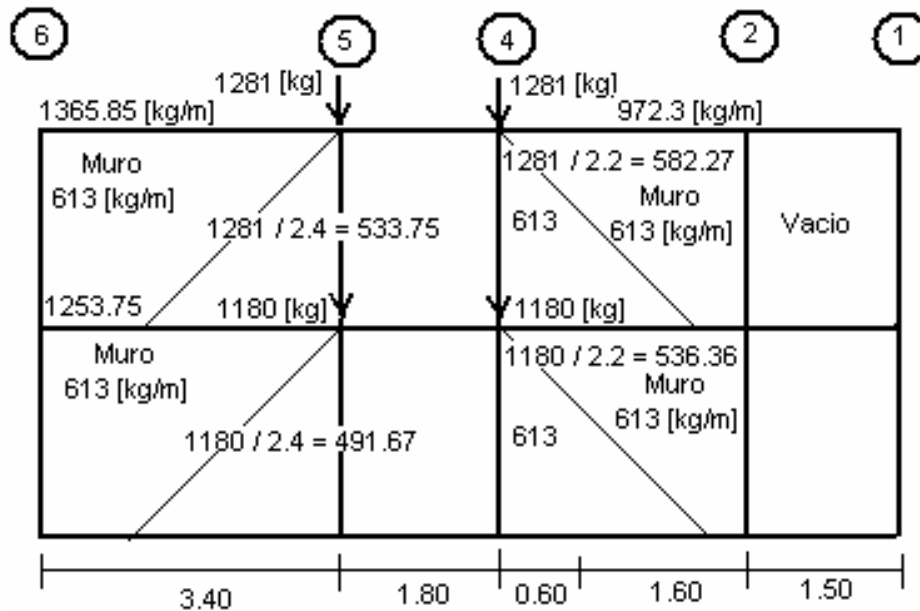
CCA: carga debida a concentraciones en azotea.

CMPB: carga debida a muro en planta baja.

CCE: carga debida a concentraciones en entrepiso.

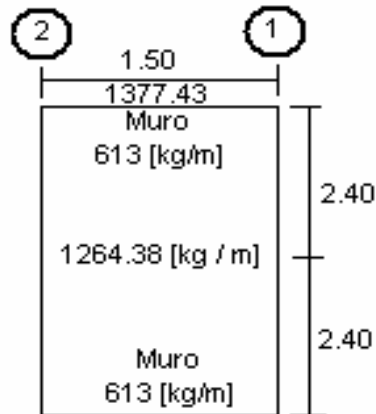
CE: carga debida a losa de entrepiso.

CSC: carga sobre los cimientos.

EJE B.

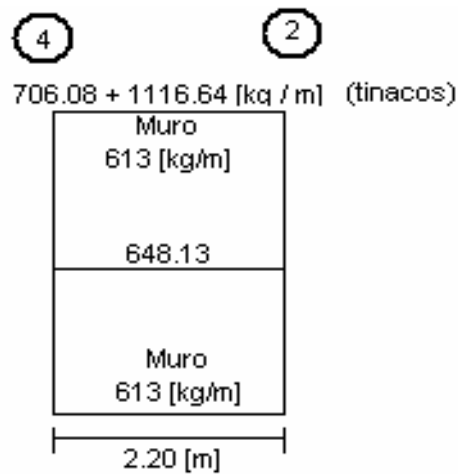
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
B	1 - 2	---	---	---	---	---	---	---
B	2 - 3	---	---	---	---	---	---	---
B	3 - 4	972.30	613	582.27	613	536.36	892.50	4209
B	4 - 5	---	---	---	---	---	---	---
B	5 - 6	1365.85	613	533.75	613	491.67	1253.75	4871

EJE B'.

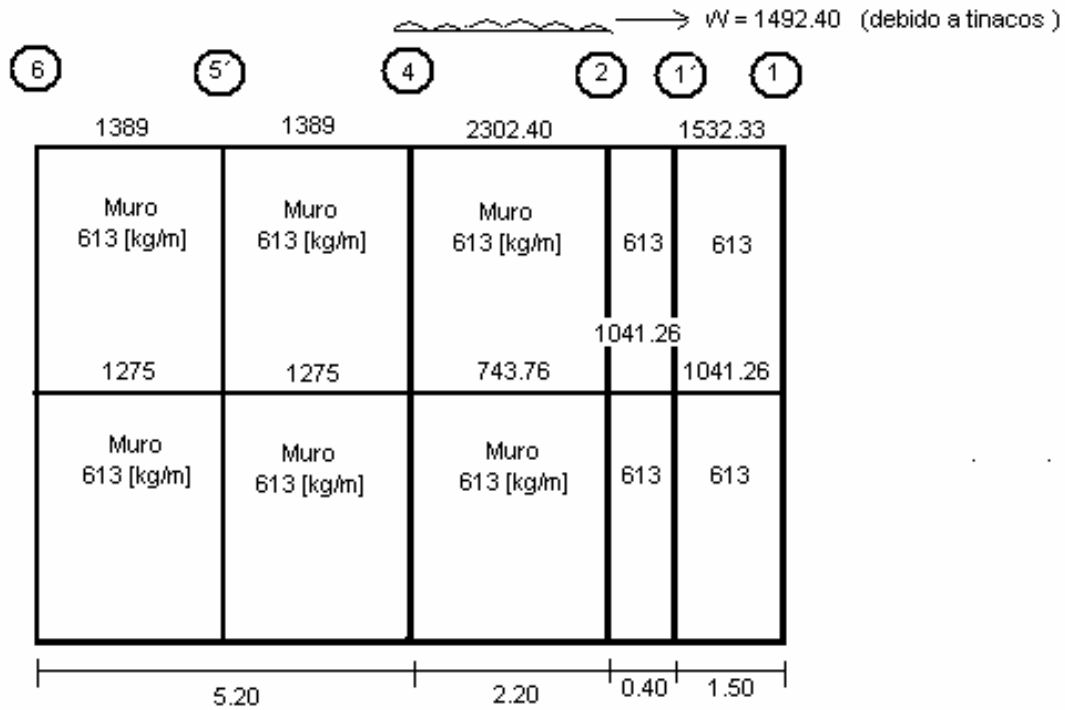
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
B'	1 - 2	1377.43	613	---	613	---	1264.38	3868

EJE C.

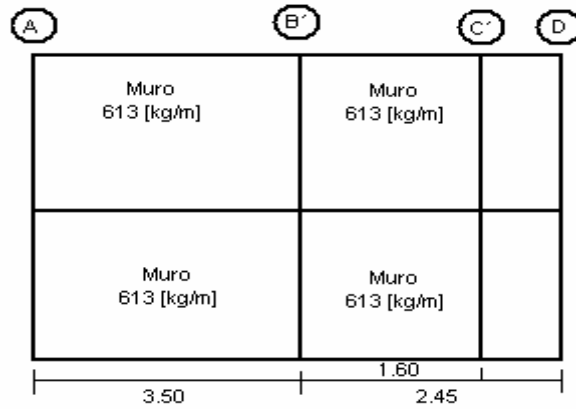
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
C	2 - 4	706.08	613	1116.64	613	---	648.13	3697

EJE D.

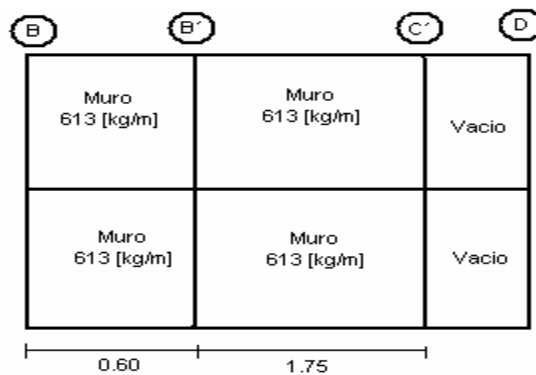
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
D	1 - 2	1532	613	---	613	---	1041.26	3799
D	2 - 4	2302.40	613	---	613	---	743.76	4272
D	4 - 5'	1389	613	---	613	---	1275	3890
D	5' - 6	1389	613	---	613	---	1275	3890

EJE 1.

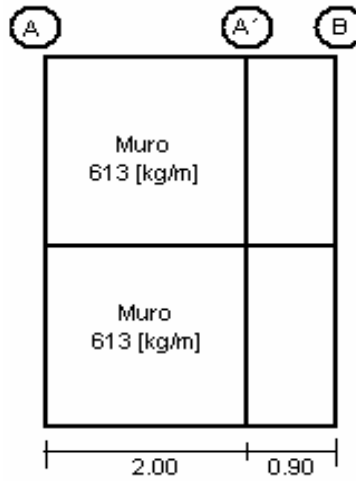
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
1	A - B'	---	613	---	613	---	---	1226
1	B' - C'	---	613	---	613	---	---	1226
1	C' - D	---	---	---	---	---	---	---

EJE 2.

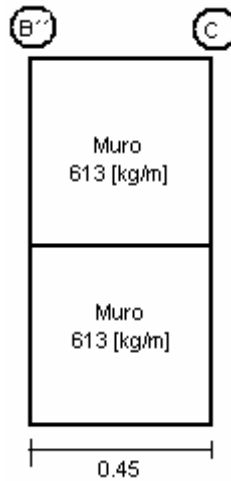
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
2	B - B'	---	613	---	613	---	---	1226
2	B' - C'	---	613	---	613	---	---	1226
2	C' - D	---	---	---	---	---	---	---

EJE 3.

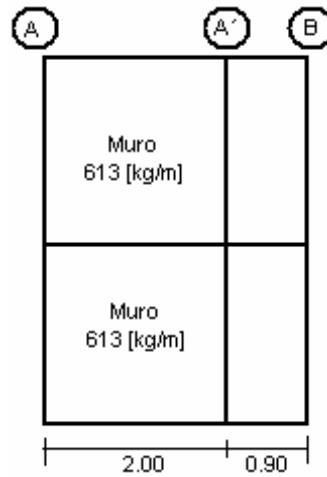
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA)	CMPB	CCE	CE	CSC
3	A - A'	---	613	---	613	---	---	1226
3	A' - B	---	---	---	---	---	---	---

EJE 4.

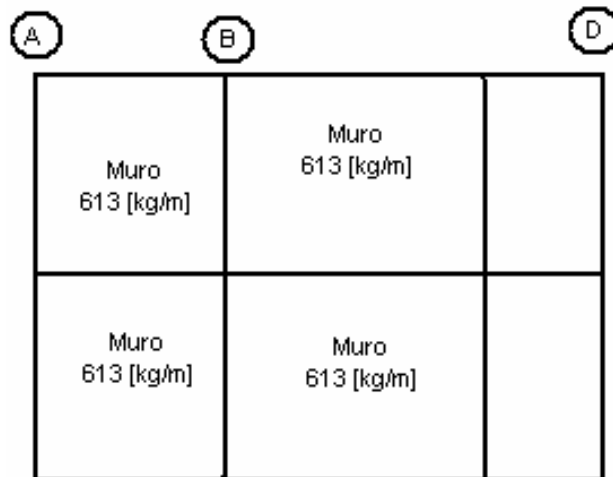
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
4	B' - C	---	613	---	613	---	---	1226

EJE 5.

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
5	A - A'	---	613	---	613	---	---	1226

EJE 6.

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA)	CMPB	CCE	CE	CSC
6	A - B	---	613	---	613	---	---	1226
6	B - D	---	613	---	613	---	---	1226

=TABLA DE BAJADA DE CARGAS TRANSMITIDAS POR EJES EN [kg / m]=

Eje	Tramo	CA	CMPA	CCA	CMPB	CCE	CE	CSC
A	1 - 2	810.25	613	---	613	---	743.75	2780
A	2 - 3	671.35	613	---	613	---	616.25	2514
A	3 - 5	671.35	613	---	613	---	616.25	2514
A	5 - 6	671.35	613	---	613	---	616.25	2514
B	1 - 2	---	---	---	---	---	---	---
B	2 - 3	---	---	---	---	---	---	---
B	3 - 4	972.30	613	582.27	613	536.36	892.50	4209
B	4 - 5	---	---	---	---	---	---	---
B	5 - 6	1365.85	613	533.75	613	491.67	1253.75	4871
B'	1 - 2	1377.43	613	---	613	---	1264.38	3868
C	2 - 4	706.08	613	1116.64	613	---	648.13	3697
D	1 - 2	1532	613	---	613	---	1041.26	3799
D	2 - 4	2302.40	613	---	613	---	743.76	4272
D	4 - 5'	1389	613	---	613	---	1275	3890
D	5' - 6	1389	613	---	613	---	1275	3890
1	A - B'	---	613	---	613	---	---	1226
1	B' - C'	---	613	---	613	---	---	1226
1	C' - D	---	---	---	---	---	---	---
2	B - B'	---	613	---	613	---	---	1226
2	B' - C'	---	613	---	613	---	---	1226
2	C' - D	---	---	---	---	---	---	---
3	A - A'	---	613	---	613	---	---	1226
3	A' - B	---	---	---	---	---	---	---
4	B'' - C	---	613	---	613	---	---	1226
5	A - A'	---	613	---	613	---	---	1226
6	A - B	---	613	---	613	---	---	1226
6	B - D	---	613	---	613	---	---	1226

CA: carga debida a la azotea.

CAPB: carga debida al muro de planta alta.

CCA: carga debida a concentraciones en azotea.

CMPB: carga debida a muro en planta baja.

CCE: carga debida a concentraciones en entrepiso.

CE: carga debida a losa de entrepiso.

CSC: carga sobre los cimientos.

“DISEÑO DE MUROS”

RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

Analizando el muro colocado en eje B, tramo 5-6 en P. B., por ser el más crítico.

$$P = 4258 \text{ [kg / m]} (3.4 \text{ [m]}) = 14,477.20 \text{ [kg]}$$

$$P_u = (14477.20 \text{ [kg]}) FC = 16561 (1.4) = 20,268 \text{ [kg]}$$

Usando la expresión NTC Mampostería (muros reforzados interiormente).

$$PR = FR FE (fm^* AT + 7) \leq 1.25 FR FE fm^* AT$$

$$FR = 0.3$$

$$AT = (340 \text{ [cm]}) (12 \text{ [cm]}) = 4080 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$fm^* = 20 \text{ [kg / cm}^2\text{]} \quad (\text{Tabla 2.8 NTC-Mampostería})$$

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9 \quad \text{---- (A)}$$

$$ec = (t / 2) - (b / 3);$$

$$ec = (12 / 2) - (12 / 3) = 2 \text{ [cm]}$$

$$e' = ec + (t / 24) ;$$

$$e' = 2 + (12 / 24) = 2.5 \text{ [cm]}$$

$k = 0.8$ muros limitados por dos losas.

$k = 1.0$ muros extremos en que se apoyan losas.

H = altura muro.

L' = separación de los elementos rigidizantes transversales del muro.

De la expresión (A)

$$F_E = (1 - (2 \cdot 2.5 / 12)) * [1 - (0.8 \cdot 240 / \{30 \cdot 12\})^2] (1 - (240 / 170)) + (240 / 170) \leq 0.9$$

$$1.24 \not\leq 0.9$$

$$L' = 170 \text{ [cm]}$$

$$H = 240 \text{ [cm]}$$

Por lo tanto $F_E = 0.9$; lo que implica que:

$$P_R = (0.3 (0.9) [(20 \text{ [kg / cm}^2]) \cdot (4080 \text{ [cm}^2]) + 7] = 22,034 \text{ [kg]}$$

Como:

$$1.25 F_R F_E f_m \cdot A_T = 27,540 > 22,034; \text{ por lo tanto } P_R = 22.034 \text{ [kg]}$$

$$P_R > P_u$$

$$22034 > 20268$$

Lo que implica que cumple con el reglamento.

RESISTENCIA A CARGAS LATERALES

$$V_{mR} = F_R (0.50 \cdot v \cdot A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v \cdot A_T = 1.5(0.4) (3) A_T = 1.8 A_T$$

$$V_{mR} = 0.4 (0.50 \cdot 3 \cdot A_T + 0.3 P)$$

$$V_{mR} = 0.6 A_T + 0.12 P$$

$$v^* = 3 \text{ [kg / m]}$$

$$F_R = 0.4 \text{ (De las NTC Mampostería)}$$

DIRECCIÓN X-X.

Eje	Tramo	Longitud [cm]	H / L	$1.33*(L/H)^2$	Área de muros (AT) [cm ²]	Peso [kg]	V _{mR}	1.8 AT
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1	A - B'	350	0.686	1	4200	4291	3034	< 7560
1	B' - C'	160	1.50	0.786	1509.12	1962	1141	< 2716
2	B - B'	60	4	0.111	79.92	736	136	< 144
2	B' - C'	100	2.4	0.307	368.52	1226	368	< 663
3	A - A'	200	1.20	1	2400	2452	1734	< 4320
4	B'' - C	45	5.33	0.062	33.48	552	86	< 60
5	A - A'	200	1.20	1	2400	2452	1734	< 4320
6	A - B	290	0.828	1	3480	3555	2515	< 6264
6	B - D	85	2.823	0.222	226.32	1042	260	< 407
							10,982	

Debido a que es simétrico

$$V_{mR} = 2(10982) = 21,964 \text{ [kg]}$$

Del cálculo de fuerzas sísmica y cortante se tiene que:

$$V_{BASAL} = 18,912 \text{ [kg]}$$

$$V_{mR} > V_{BASAL}$$

En esta dirección los muros resisten las fuerzas laterales.

DIRECCION Y-Y

Eje	Tramo	Longitud [cm]	H / L	$1.33*(L / H)^2$	Área de muros (AT) [cm ²]	Peso [kg]	V _{mR}	1.8 AT
A	1 - 3	310	0.77	1	3720	7793	2460	< 3420
A	3 - 5	240	1	1	2880	6033	1905	< 2648
A	5 - 6	340	0.71	1	4080	8547	2698	< 3751
B	2 - 4	220	1.091	1	2640	9260	2695	< 4752
B	5 - 6	340	0.71	1	4080	16561	4435	< 7344
B'	1 - 2	150	1.60	0.69	1242	6189	1488	< 2236
C	2 - 4	220	1.09	1	2640	8133	2560	< 4752
D	---	---	---	---	---	---	---	---
D	1 - 2	150	1.60	0.69	1242	5699	1429	< 2236
D	2 - 4	220	1.09	1	2640	9398	2712	< 4752
D	4 - 5'	260	0.92	1	3120	10114	3086	< 5612
D	5' - 6	260	0.92	1	3120	10114	3086	< 5612

Debido a que el módulo es simétrico en esta dirección

:

$$2 (1824) + (10313) = 46,795 \text{ [kg]} = V_{mR}$$

$$V_{BASAL} = 18,912 \text{ [kg]}$$

Entonces:

$$46,795 > 18,912$$

$$V_{mR} > V_{BASAL}$$

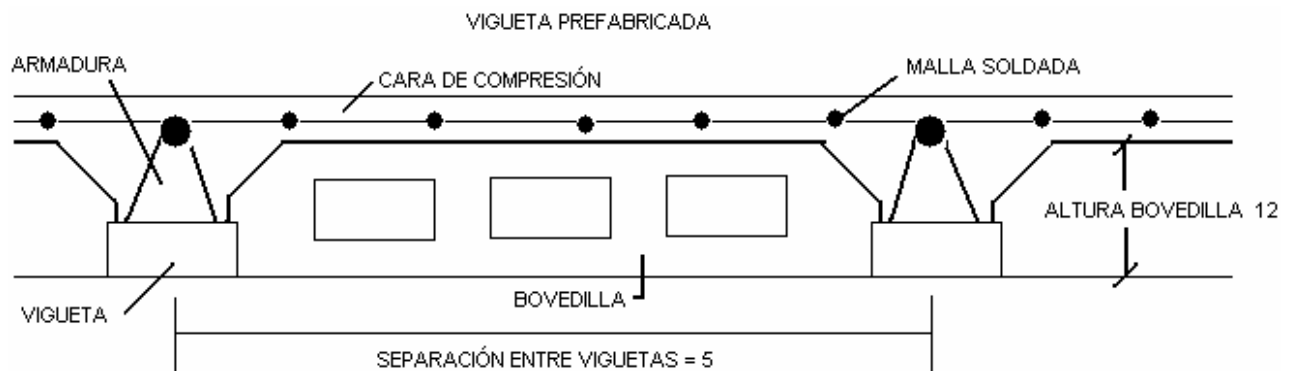
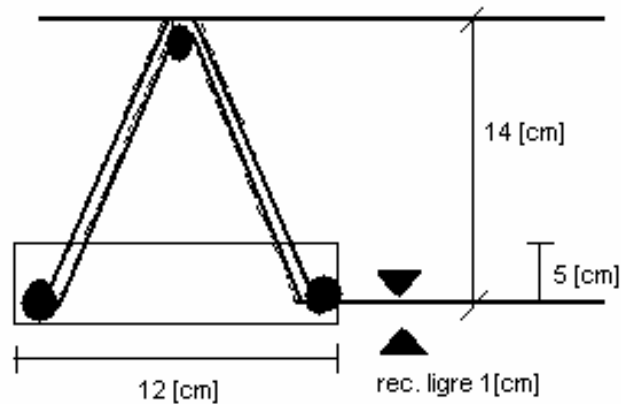
También en esta dirección se resisten las fuerzas horizontales.

“DISEÑO DE LOSA”

Se mostrará detalladamente el diseño de las viguetas para los claros más desfavorables (en este caso los de azotea), esto con el fin de ilustrar el procedimiento, para los demás casos solo se indicará el resultado del diseño.

► AZOTEA (SISTEMA DE VIGUETA Y BOVEDILLA).

Diseño de viguetas prefabricadas con armadura.



SISTEMA DE VIGUETA-BOVEDILLA LOSA (15 + 4) / 67.

Datos que se utilizarán en todas las viguetas:

Armadura 14 / 36; $A_s = 36$ [mm²]

Bovedilla de polietileno: 15x20x60 [cm] ≈ 10.4 [kg / pza]

Espesor de la capa compresión $t = 4$ [cm]

Separación entre viguetas $s = 67$ [cm]

Acero $F_y = 6000$ [kg / cm²], concreto $f'_c = 200$ [kg / cm²]

Peso acabados

Peso propio 170 [kg / m²]

Para viguetas en tableros I, II, III y IV en azotea (carga viva = 100 [kg / m²]).

El fabricante recomienda colocar 1 varilla de Φ 1/4 ''

$A_{S \text{ TOTAL}} = 68$ [mm²] = 0.68 [cm²]

Revisión:

Claro Libre = LN 2.95 [m]

Claro a ejes de apoyos 3.05 [m]

Longitud de vigueta 3.05 [m]

Longitud de diseño = L 3.00 [m]

ANCHO DE VIGA T.

a) $BE = 16t + BV$ 76 [cm]

t: espesor de la capa de compresión 4 [cm]

BV: ancho de vigueta 12 [cm]

b) $BE = s$ 67 [cm]

c) $BE = LN / 4$ 2.95 / 4 74 [cm]

Carga muerta: 363 [kg / m²]

Carga viva: 100 [kg / m²]

DISEÑO POR ÚLTIMA RESITENCIA.

Carga factorizada U = 1.4 [cm] 1.7 CU

$$U = 1.4(363) + 1.7(100) = 678 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

Carga de diseño W = 454 [kg / m]

Momento positivo al centro $MP = WL^2 / 8$ $MP = [454(3^2) / 8] = 511 \text{ [kg .m]}$

Índice de refuerzo $w = 0.8475 - \sqrt{[0.7182 - (188MP / BE d^2 f'c)]}$

$$d = \text{peralte efectivo} = 19 - 1.7 = 17.3 \text{ [cm]}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{[0.7182 - (188(511)/(67)(17.3)^2 (200))]}$$

$$w = 0.01429$$

Profundidad al eje neutro $a = 1.18 wd$

$$a = 1.18 (0.01429)(17.3) = 0.2916 \text{ [cm]} < 4 \text{ [cm]}$$

Relación de refuerzo $\rho = wf'c / Fy$

$$\rho = 0.01429 (200) / 6000 = 0.00048$$

Área de acero por flexión $As = \rho BEd$

$$As = 0.00048(67)(17.3) = 0.55 \text{ [m}^2\text{]}$$

Área de acero adicional $Aa = As - \text{Área var. Infs.}$

$$Aa = 0.55 - 0.36 = 0.19 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Se colocará 1 varilla Φ 1/4"

Revisión por cortante $V = WL / 2$ $V = [(511*3) / 2] = 767 \text{ [kg]}$

Resistencia del concreto $Vc = (0.85)(1.1)(0.53BVd \sqrt{f'c})$

$$Vc = (0.85)(1.1)(0.53(12)(17.3) \sqrt{200}) = 1455 \text{ [kg]}$$

Resistencia del acero $Vs = 0.85(2)Ad (4220) (\text{sen } \alpha + \text{cos } \alpha) (d / s)$

$$Vs = 0.85(2)(0.133)(4220) (\text{sen}(54.5) + \text{cos}(54.5)) (17.3 / 20)$$

$$Vs = 1143 \text{ [kg]}$$

Resistencia total $Rc = Vc + Vs = 1455 + 1143 = 2598 \text{ [kg]}$

Cortante horizontal por fricción	$V_h = VQ (S / I_g)$
Distancia al centroide de la sección T	$\bar{y} = 13.2 \text{ [cm]}$
Momento de inercia de la sección	$I_g = 13450 \text{ [cm}^4\text{]}$
Momento estático patín de vigueta	$Q = 641 \text{ [cm}^3\text{]}$
Paso de diagonales	$S = 20 \text{ [cm]}$
Cortante horizontal actuante	$V_h = [(767*641*20) / 13450] = 731 \text{ [kg]}$
Cortante horizontal máximo permitido	$V_{hp} = (0.85)(0.2) f'c BCs$ $V_{hp} = (0.85)(0.2)(200)(7)(20) = 4760 \text{ [kg]}$
Cortante horizontal admitido por el concreto	$V_{hc} = (0.85)(24.6)BCd$ $V_{hc} = (0.85)(24.6)(7)(17.3) = 2532 \text{ [kg]}$
Ancho critico de nervadura	$BC = 12-5 = 7 \text{ [cm]}$
Cortante horizontal prop. Por el acero	$V_{hs} = (0.85)(2)Ad(4220)(2\text{sen}\alpha + \text{cos}\alpha)$ $V_{hs} = (0.85)(2)(0.133)(4220)(2\text{sen}(54.5)+\text{cos}(54.5))$ $V_{hs} = 2092 \text{ [kg]}$
$\alpha = \text{ángulo de diagonales}$	$\alpha = 54.5^\circ$

DEFLEXIÓN ACTUANTE $DF = 5W_s L^4 / (384E_c I_e)$

Carga total de servicio	$W_s 310.21 \text{ [kg / m]}$
Momento de inercia efectivo	$I_e = (M_{cr}/M_a)^3 I_g + (1 - (M_{cr}/M_a)^3) I_{cr} \leq I_g$
Modulo de ruptura del concreto	$Fr = 2\sqrt{f'c} \quad Fr = 2\sqrt{(200)} = 28 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$
Momento de agrietamiento	$M_{cr} = Fr I_g / \bar{y} \quad M_{cr} = (28)(13450) / (13.2)$ $M_{cr} = 28820 \text{ [kg.cm]} = 288 \text{ [kg.m]}$
Momento máximo de servicio	$M_a = W_s l^2 / 8 \quad M_a = (310.21)(3^2) / 8 = 349 \text{ [kg.m]}$
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c = 15100\sqrt{f'c} \quad E_c = 15100\sqrt{(200)} = 213546 \text{ [kg/m}^2\text{]}$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2100000 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$
Relación modular	$n = E_s / E_c \quad N = (2100000) / (213546) = 9.8$
Área de acero transformada	$A_t = nA_s \quad A_t = 9.8(0.68) = 6.66 \text{ [cm}^2\text{]}$

$$I_{cr} = 1798 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$I_e = (288/349)^3 (13450) + (1 - (288/349)^3) (1798) \leq I_g = 13450 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$8348 < 13450$$

$$\text{Deflexión actuante } DF = [(5)(3.1021)(300)^4 / (334)(213546)(8346)] = 0.18 \text{ [cm]}$$

$$\text{Deflexión admisible } DFA = 300 / 360 = 0.83 \text{ [cm]}$$

Viguetas en tablero iv en azotea

$$1 \text{ varilla de } \Phi 5/16 \quad 0.85 \text{ [cm}^2\text{]} = A_s \text{ total}$$

$$\text{Claro libre} = LN \quad 3.45 \text{ [m]}$$

$$\text{Claro a ejes de apoyo} \quad 3.55 \text{ [m]}$$

$$\text{Longitud de apoyo} \quad 3.55 \text{ [m]}$$

$$\text{Longitud de diseño} = L \quad 3.50 \text{ [m]}$$

$$\text{ANCHO DE VIGA T. } \quad \text{a) } BE = 16(4) + 12 = 76 \text{ [cm]}$$

$$\quad \quad \quad \text{b) } BE = s = 67 \text{ [cm]}$$

$$\quad \quad \quad \text{c) } 345 / 4 = 86.25 \text{ [cm]}$$

$$\text{Carga muerta} \quad 363 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$\text{Carga viva} \quad 10 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

DISEÑO DE ÚLTIMA RESISTENCIA.

$$U = 1.4 (363) + 1.7 (100) = 678 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$\text{Carga de diseño } W = 454 \text{ [kg / m]}$$

$$M_p = [454(3.5^2)] / 8 = 695 \text{ [kg.m]}$$

$$d = 19 - 1.7 = 17.3$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{[0.7182 - (188*695 / 67* (17.3)^2(200))]} = 0.01948$$

$$a = 1.18(0.01948)(17.3) = 0.398 < 4 \text{ [cm]} \quad \text{ancho BE}$$

$$\rho = w f'c / f_y \quad \rho = [(0.01948)(200) / 6000] = 0.00065$$

$$A_s = 0.00065 (67)(17.3) = 0.75 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A_a = 0.75 - 0.36 = 0.39 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$\text{* 1 varilla } \Phi \text{ 5/16' } \quad A_{s \text{ total}} = 0.85 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Revisión por cortante $V = [(454) (3.5) / 2] = 795 \text{ [kg]}$

Resistencia del concreto $V_c = 0.85 (1.1)(0.53)(12)(17.3)(\sqrt{200}) = 1455 \text{ [kg]}$

Resistencia del acero $V_s = (0.85)(2)(0.133)(4220)(\text{sen}(54.5) + \text{cos}(54.5))(17.3/20)$
 $V_s = 1143 \text{ [kg]}$

Resistencia total $R = 1455 + 1143 = 2598$

Cortante horizontal por fricción $y = 13.2 \text{ [cm]} \quad Q = 641 \text{ [cm}^3\text{]}$
 $I_g = 13450 \text{ [cm}^4\text{]} \quad s = 20 \text{ [cm]}$
 $V_h = [(795)(641)(20) / 13450] = 758 \text{ [kg]}$

Cortante horizontal máximo permitido $V_{hp} = 4760 \text{ [kg]}$

Cortante horizontal admitido por el concreto $V_{hc} = 2532 \text{ [kg]}$

Cortante horizontal prop. por el acero $V_{hs} = (0.85)(2)(0.133)(4220)(2\text{sen}(54.5) + \text{cos}(54.5))$
 $V_{hs} = 2092 \text{ [kg]}$

DEFLEXIÓN ACTUANTE $DF = 5WsL^4 / (384EcI_e)$

Carga total de servicio $W_s 310 \text{ [kg / m]}$

Momento de inercia efectivo $I_e = (M_{cr}/M_a)^3 I_g + (1 - (M_{cr}/M_a)^3) I_{cr} \leq I_g$

Modulo de ruptura del concreto $Fr = 2\sqrt{f'c} \quad Fr = 2\sqrt{(200)} = 28 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$

Momento de agrietamiento $M_{cr} = Fr I_g / \bar{y} \quad M_{cr} = (28)(13450) / (13.2)$

$$M_{cr} = 28820 \text{ [kg.cm]} = 288 \text{ [kg.m]}$$

Momento máximo de servicio $M_a = W_s l^2 / 8 \quad M_a = (310)(3.5^2) / 8 = 475 \text{ [kg.m]}$

Módulo de elasticidad del concreto $E_c = 15100\sqrt{f'c} \quad E_c = 15100\sqrt{(200)} = 213546 \text{ [kg/m}^2\text{]}$

Modulo de elasticidad del acero $E_s = 210000 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$

Relación modular $n = E_s / E_c \quad n = (2100000) / (213546) = 9.8$

Área de acero transformada $A_t = nA_s \quad A_t = 9.8(0.85) = 8.33 \text{ [cm}^2\text{]}$

$I_{cr} = (8.33)(15.7)^2 + [22(67) / 12] + (2)(67) \approx 2210 \text{ [cm}^4\text{]}$

$I_e = (288/475)^3 (13450) + (1 - (288/475)^3) (2210) \leq I_g = 13450 \text{ [cm}^4\text{]}$

$4715 < 13450$

Deflexión actuante $DF = [(5)(3.10)(300)^4 / (334)(213546)(4715)] = 0.602 \text{ [cm]}$

Deflexión admisible $DFA = 350 / 360 = 0.972 \text{ [cm]}$

Viguetas en azotea con carga debida a tinacos (CASO ESPECIAL)

Carga por tinacos $P = 3582 \text{ [kg]} \quad (\text{TABLERO VI})$

$W_{\text{tinacos}} = P / A_{\text{tablero}}$

$W_{\text{tinacos}} = (3582 / (1.75 * 2.2)) = 931 \text{ [kg / m}^2\text{]}$

Claro libre = LN 1.65 [m]

Claro a ejes de apoyo 1.75 [m]

Longitud de apoyo 1.75 [m]

Longitud de diseño = L 1.70 [m]

ANCHO DE VIGA T. a) $BE = 16(4) + 12 = 76 \text{ [cm]}$

b) $BE = s = 67 \text{ [cm]}$

c) $165 / 4 = 42 \text{ [cm]}$

Carga muerta $363 \text{ [kg / m}^2\text{]}$

$W = 1294 \text{ [kg m}^2\text{]}$

$W_{\text{tinaco}} = 931 \text{ [kg / m}^2\text{]}$

Carga viva $100 \text{ [kg / m}^2\text{]}$

DISEÑO DE ÚLTIMA RESISTENCIA.

$$U = 1.4 (1294) + 1.7 (100) = 1982 \text{ [kg /m}^2\text{]}$$

$$\text{Carga de diseño } W = 1328 \text{ [kg / m]}$$

$$\text{Momento positivo al centro } MP = WL^2 / 8 \quad MP = [1328(1.75^2) / 8] = 508 \text{ [kg .m]}$$

$$\text{Índice de refuerzo } w = 0.8475 - \sqrt{[0.7182 - (188MP/ BE d^2 f'c)]}$$

$$d = \text{peralte efectivo} = 19 - 1.7 = 17.3 \text{ [cm]}$$

$$w = 0.8475 - \sqrt{[0.7182 - (188(508)/(42)(17.3)^2 (200))]}$$

$$w = 0.02275$$

$$\text{Profundidad al eje neutro } a = 1.18 wd$$

$$a = 1.18 (0.02275)(17.3) = 0.464 \text{ [cm]} < 4 \text{ [cm]}$$

$$\text{Relación de refuerzo } \rho = wf'c / Fy$$

$$\rho = 0.02275 (200) / 6000 = 0.00076$$

$$\text{Área de acero por flexión } As = \rho BEd$$

$$As = 0.00076 (42)(17.3) = 0.551 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Área de acero adicional } Aa = As - \text{Área var. Infs.}$$

$$Aa = 0.551 - 0.36 = 0.19 \text{ [cm}^2\text{]}$$

*** 1 varilla Φ 1/4' $As_{\text{total}} = 0.68 \text{ [cm}^2\text{]}$.**

$$\text{Revisión por cortante } V = WL / 2 \quad V = [(1328*1.75) / 2] = 1162 \text{ [kg]}$$

$$\text{Resistencia del concreto } Vc = (0.85)(1.1)(0.53BVd \sqrt{f'c})$$

$$Vc = (0.85)(1.1)(0.53(12)(17.3) \sqrt{200}) = 1455 \text{ [kg]}$$

$$\text{Resistencia del acero } Vs = 0.85 (2)Ad (4220) (\text{sen } \alpha + \text{cos } \alpha) (d / s)$$

$$Vs = 0.85 (2)(0.133)(4220) (\text{sen}(54.5) + \text{cos}(54.5)) (17.3 / 20)$$

$$Vs = 1143 \text{ [kg]}$$

$$\text{Resistencia total } Rc = Vc + Vs = 1455 + 1143 = 2598 \text{ [kg]}$$

$$\text{Cortante horizontal por fricción } Vh = VQ (S / Ig)$$

$$\text{Distancia al centroide de la sección } T \quad \bar{y} = 12.1 \text{ [cm]}$$

$$\text{Momento de inercia de la sección } Ig = 12341 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Momento estático patín de vigueta	$Q = 487 \text{ [cm}^3\text{]}$
Paso de diagonales	$S = 20 \text{ [cm]}$
Cortante horizontal actuante	$V_h [(1162 \cdot 487 \cdot 20) / 12341] = 917 \text{ [kg]}$
Cortante horizontal máximo permitido	$V_{hp} = (0.85)(0.2) f'c BCs$
Ancho crítico de nervadura	$BC = 12 - 5 = 7 \text{ [cm]}$
	$V_{hp} = (0.85)(0.2)(200)(7)(20) = 4760 \text{ [kg]}$
Cortante horizontal admitido por el concreto	$V_{hc} = (0.85)(24.6)BCd$
	$V_{hc} = (0.85)(24.6)(7)(17.3) = 2532 \text{ [kg]}$
Cortante horizontal prop. por el acero	$V_{hs} = (0.85)(2)Ad(4220)(2\text{sen}\alpha + \text{cos}\alpha)$
	$V_{hs} = (0.85)(2)(0.133)(4220)(2\text{sen}(54.5) + \text{cos}(54.5))$
	$V_{hs} = 2092 \text{ [kg]}$
$\alpha = \text{ángulo de diagonales}$	$\alpha = 54.5^\circ$

DEFLEXIÓN ACTUANTE	$DF = 5WsL^4 / (384EcIe)$
Carga total de servicio	$Ws \text{ 934 [kg / m]}$
Momento de inercia efectivo	$Ie = (Mcr/Ma)^3 Ig + (1 - (Mcr/Ma)^3)Icr \leq Ig$
Módulo de ruptura del concreto	$Fr = 2\sqrt{f'c} \quad Fr = 2\sqrt{(200)} = 28 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$
Momento de agrietamiento	$Mcr = Fr Ig / \ddot{y} \quad Mcr = (28)(12341) / (12.1)$
	$Mcr = 28558 \text{ [kg.cm]} = 286 \text{ [kg.m]}$
Momento máximo de servicio	$Ma = Ws l^2 / 8 \quad Ma = (934)(1.75^2) / 8 = 358 \text{ [kg.m]}$
Módulo de elasticidad del concreto	$Ec = 15100\sqrt{f'c} \quad Ec = 15100\sqrt{(200)} = 213546 \text{ [kg/m}^2\text{]}$
Módulo de elasticidad del acero	$Es = 2100000 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$
Relación modular	$n = Es / Ec \quad n = (2100000) / (213546) = 9.8$
Area de acero transformada	$At = nAs \quad At = 9.8(0.68) = 6.66 \text{ [cm}^2\text{]}$
Eje neutro sección transformada	$c = 1.56 \text{ [cm]}$

$$Icr = 1714 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$Ie = (286/358)^3 (12341) + (1 - (286/358)^3) (1714) \leq Ig = 12341 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$7132 < 12341$$

Deflexión actuante $DF = [(5)(9.34)(175)^4 / (384)(213546)(7132)] = 0.08$ [cm]

Deflexión admisible $DFA = 175 / 360 = 0.49$ [cm]

- Cumple con estados limite de servicio y de falla
- Se deben reforzar las viguetas en este tablero con varilla de Φ 1/4' adicional en el lecho inferior.

Se realizo el mismo procedimiento para las demás viguetas tanto en azotea como en entrepiso arrojando los siguientes resultados:

► AZOTEA TABLERO V.

Claro libre = LN 1.25 [m]

Claro a ejes de apoyo 1.35 [m]

Longitud de vigueta 1.35 [m]

Longitud de diseño = L 1.30 [m]

- **No necesita refuerzo adicional.**

► AZOTEA TABLERO VII.

Claro libre = LN 2.35 [m]

Claro a ejes de apoyo 2.45 [m]

Longitud de vigueta 2.45 [m]

Longitud de diseño = L 2.40 [m]

- **Necesita refuerzo adicional 1 varilla de Φ 3/16' As total = 0.54 [cm²].**

► ENTREPISO TABLEROS I, II, III y IV.

Claro libre = LN	2.95 [m]
Claro a ejes de apoyo	3.05 [m]
Longitud de vigueta	3.05 [m]
Longitud de diseño = L	3.00 [m]

- **Necesita refuerzo adicional 2 Φ 3/16' A_s total = 0.72 [cm²].**

► ENTREPISO TABLERO IV.

Claro libre = LN	3.45 [m]
Claro a ejes de apoyo	3.55 [m]
Longitud de vigueta	3.55 [m]
Longitud de diseño = L	3.50 [m]

- **Necesita refuerzo adicional 2 Φ 1/4' A_s total = 1.00 [cm²].**

► ENTREPISO TABLERO V.

Claro libre = LN	1.25 [m]
Claro a ejes de apoyo	1.35 [m]
Longitud de vigueta	1.35 [m]
Longitud de diseño = L	1.30 [m]

- **No necesita refuerzo adicional A_s total = 0.36 [cm²].**

► ENTREPISO TABLERO VI.

Claro libre = LN	1.65 [m]
Claro a ejes de apoyo	1.75 [m]
Longitud de vigueta	1.75 [m]
Longitud de diseño = L	1.70 [m]

- **No necesita refuerzo adicional** **As total = 0.36 [cm²].**

► ENTREPISO TABLERO VII.

Claro libre = LN	2.35 [m]
Claro a ejes de apoyo	2.45 [m]
Longitud de vigueta	2.45 [m]
Longitud de diseño = L	2.40 [m]

- **Necesita refuerzo adicional 1 Φ 3/16'** **As total = 0.54 [cm²].**

“DISEÑO DE CIMIENTOS”

Tipo de mampostería (piedras).

Resistencia de la piedra a la compresión en dirección normal a los planos de formación es de $150 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$.

Resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación sea de $100 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$.

Esfuerzos resistentes de diseño (mampostería).

Mampostería unida con mortero de resistencia en compresión mayor de $50 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$

FR $f^*m = 20 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$ (compresión).

FR $v^* = 0.6 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$ (cortante).

CÁLCULO DE CIMIENTOS.

DATOS.

Capacidad admisible del terreno

$q_a = 18 \text{ [ton / m}^2\text{]}$ (ya esta afectado por un factor de seguridad).

Factor de carga.

$\gamma_{\text{mamp}} = 2600 \text{ [kg / m}^3\text{]}$

Corona de cimiento = 30 [cm]

Fórmulas utilizadas.

$$\text{ÁREA} = \frac{\text{CARGA SOBRE EL TERRENO}}{\text{ESFUERZO ADMISIBLE DEL TERRENO}}$$

$$A = \frac{W_{s/t}}{q_a}$$

Como $\text{ÁREA} = BL$; $L = 1[\text{m}]$ debido a que nuestra carga es lineal $[\text{kg} / \text{m}]$

SEGÚN LAS NTC (MAMPOSTERÍA)

En cimientos de piedra braza la pendiente de las curvas inclinadas (escarpio), medida desde la arista de la dala ó muro, no será menor que 1.5 (vertical): 1 (horizontal).

Peralte = 1.50

Vuelo = $H = 1.50 V$

Fuerza cortante = $2 \times (\text{peralte}) \times (\text{prof.}) \times (\text{esf. Cortante})$ (DOBLE ESCARPIO)

$V_R = 2H \times L \times V^*$ (DOBLE ESCARPIO)

$V_R = H \times L \times V^*$ (LINDERO)

$q_a = 18,000 [\text{kg} / \text{m}^2]$

$c = 30 [\text{m}]$

Tabla para obtener las dimensiones de las zapatas.

Tipo	Tramo	Wu [kg/m]	$B = Wu/qa$ [m]	$V = (B-C)$ [m]	H =1.5V [m]	B =Wu/q [m]	Min h[m]*	h [m]	B [m]
L	A(1-2)	2780	0.15	0	0	0.15	0.4	0.7	0.3
L	A(2-3)	2514	0.14	0	0	0.14	0.4	0.7	0.3
L	A(3-5)	2514	0.14	0	0	0.14	0.4	0.7	0.3
L	A(5-6)	2514	0.14	0	0	0.14	0.4	0.7	0.3
2E	B(2-4)	4204	0.24	0	0	0.24	0.4	0.4	0.3
2E	B(5-6)	4871	0.27	0	0	0.27	0.4	0.4	0.3
2E	B'(1-2)	3868	0.21	0	0	0.21	0.4	0.4	0.3
2E	C(2-4)	3697	0.21	0	0	0.21	0.4	0.4	0.3
2E	D(1-2)	3799	0.21	0	0	0.21	0.4	0.4	0.3
2E	D(2-4)	4272	0.24	0	0	0.24	0.4	0.4	0.3
2E	D(4-5')	3890	0.22	0	0	0.22	0.4	0.4	0.3
2E	D(5'-6)	3890	0.22	0	0	0.22	0.4	0.4	0.3
L	1(A-B')	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.7	0.3
L	1(B'-D)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.7	0.3
2E	2(B-B')	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.4	0.3
2E	2(B'-D)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.4	0.3
2E	3(A-B)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.4	0.3
2E	4(B-C)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.4	0.3
2E	5(A-B)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.4	0.3
L	6(A-B)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.7	0.3
L	6(B-D)	1226	0.07	0	0	0.07	0.4	0.7	0.3

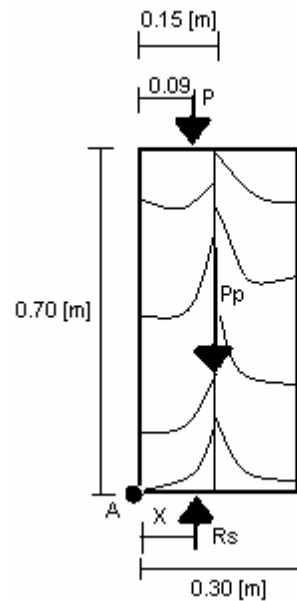
- De acuerdo a NTC (MAMPOSTERÍA).

Las dos últimas columnas representan las dimensiones de construcción de las zapatas en los tramos señalados.

ZAPATAS CORRIDAS.

Las zapatas corridas de lindero serán rectangulares de 70 cm. de altura y 30 cm. de ancho; las zapatas corridas interiores serán rectangulares de 40 cm. de altura y 30 cm. de ancho.

Revisión por volteo en zapatas de lindero (considerando un metro de ancho).



Carga máxima de cimentación de lindero.

$$P = (2780 \text{ [kg / m]}) (1.00 \text{ [m]}) = 2780 \text{ [kg]}$$

$$Pp = (0.3)(0.7)(1.00)(2600 \text{ [kg / m}^3\text{]}) = 546 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma M_A = (546)(0.15) + (2780)(0.09) = 333 \text{ [kg.m]}$$

$$\Sigma F_y = 2780 + 546 - R_s = 0$$

$$R_s = 3326 \text{ [kg]}$$

$$x = M_A / R_s \quad x = 333 \text{ [kg.m]} / 3326 \text{ [kg]} = 0.1001 \text{ [m]}$$

$$x = 10 \text{ [cm]}$$

- CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO, POR LO TANTO NO EXISTE VOTEO.

Determinación de la resistencia a fuerza normal. (Análisis por metro).

$$h / t = 0.70 \text{ [m]} / 0.30 \text{ [m]} = 2.33 \leq 5$$

h = altura

t = espesor de sección.

* Es valida $P_R = F_R f^* m A_T (1 - 2C / t)$

$$F_R f^* m = 20 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$A_T = 30(100) = 3000 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$e = 6 \text{ [cm]}$$

$$t = 30 \text{ [cm]}$$

$$P_R = (20)(3000)(1 - (2 \cdot 6 / 30)) = 36\,000 \text{ [kg]}$$

$$P_R > 4871 \text{ [kg]} \text{ (Carga vertical máxima)}$$

Por lo tanto resiste la fuerza normal.

Determinación de la resistencia a fuerza cortante.

Área sección mas desfavorable en "x"

$$A_T = (3140[\text{cm}])(40[\text{cm}]) + (1800[\text{cm}])(70[\text{cm}]) = 251,600 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$V_R = A_T F_R v^* m$$

$$V_R = 251600[\text{cm}^2] (0.6[\text{kg / cm}^2]) = 150,960 \text{ [kg]}$$

$$V_{\text{BASAL}} = 18,912$$

$$150,960 \text{ [kg]} > 18,912$$

$$V_R > V_{\text{BASAL}}$$

Lo que indica que los cimientos resisten por fuerza cortante.

“PLANOS ESTRUCTURALES”

DISEÑO ESTRUCTURAL
“SISTEMA
INDUSTRIALIZADO”



DISEÑO ESTRUCTURAL = SISTEMA INDUSTRIALIZADO =

1.- ANTECEDENTES.

Se presenta el diseño estructural para un prototipo de vivienda de interés social denominado “Multifamiliar Cuádruplex” en Querétaro, Querétaro. Para el desarrollo del proyecto estructural se cuenta con el proyecto arquitectónico y el estudio de mecánica de suelos del lugar, el diseño arquitectónico se muestran en el Anexo A.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La estructura es de tipo Cuádruplex en dos niveles, el área total de construcción es de 216 [m²], según especificaciones del proyecto, el área construida por casa es de 54.00 [m²].

En el sistema industrializado, la subestructura esta conformada por medio de una losa de cimentación con contratrabes bajo los muros de carga, (desplantada sobre plataformas conformadas según las especificaciones del estudio de mecánica de suelos (EMS)). La superestructura esta resuelta por muros de concreto reforzado con espesor de 10 [cm], la losa de entrepiso será maciza de concreto reforzado con espesor de 10 [cm].

“Todos los muros indicados son estructurales, resistentes a cargas verticales y laterales por lo que “NO” deberán ser modificados ó eliminados.”

3.- REGLAMENTOS DE DISEÑO.

Las publicaciones y reglamentos en los que se basa el diseño de la estructura y que son aplicables al lugar del proyecto son:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal --2004.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTC-C) --2004.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTC-S) -- 2004
- Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (NTC-CyA) --2004.
- Manual de Diseño de Obras Civiles. --Diseño por sismo. --CFE --1994.
- Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural. --ACI-318 --2002.
- Diseño Estructural de Concreto conforme al reglamento. --ACI-318 --1989.
- Diseño Estructural de Casas Habitación. ---Gallo-Espino-Olvera. 1997
- Diseño Estructural --Meli Piralla -- 2002
- Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro.

4.- CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

Los criterios de diseño estructural utilizados se describen en cada sección y están basados en las publicaciones y reglamento de referencia los cuales corresponden a prácticas comunes aceptadas en el diseño estructural. El objetivo del presente diseño estructural es obtener una vivienda con un grado de seguridad y durabilidad de al menos el especificado en las normas, al menor costo posible, debido a la gran limitante de recursos característico de este tipo de obras.

Los elementos mecánicos producidos por las acciones a que estará sujeta la estructura se determinaran por métodos que suponen un comportamiento elástico. Los elementos de concreto se diseñaron por “**resistencia**” para obtener un aprovechamiento mas racional de los materiales. La construcción de todos los elementos estructurales deberá sujetarse a las tolerancias permitidas por los reglamentos de diseño.

5.- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

a) CONCRETO.

El concreto a utilizar deberá ser premezclado, deberá cumplir con las siguientes normas de calidad y resistencias; en términos de durabilidad se considera adecuado el concreto propuesto ya que contará con proyección por recubrimientos “y no se reportan condiciones agresivas del suelo”.

RESISTENCIAS

Elemento	Resistencia especificada a los 28 días $f'c$ [kg/cm ²]	Peso volumétrico en estado fresco [ton/m ³]	Módulo de elasticidad E_c [kg/cm ²]
Cimentación	200	entre 1.9 y 2.2	213,546
Castillos ahogados	125	---	---
Muros	150	entre 1.9 y 2.2	184,936
Losa de entepiso y azotea	200	entre 1.9 y 2.2	213,546

Debido a que afuera del Distrito Federal sólo se maneja una solo tipo de concreto, utilizaremos un concreto con Módulo de Elasticidad de $15100\sqrt{f'c}$, ya que es el concreto premezclado que se utiliza en la zona.

NORMAS

El concreto utilizado deberá de cumplir lo especificado en las siguientes normas en especial lo referente a fabricación, calidad de materiales utilizados en la mezcla, colocación, control de calidad, cimbrado, descimbrado y curado.

-NMX-C-155-ONNCCE-2004--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico industrializado, especificaciones.

-NMX-C-403-ONNCCE-1999--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico para uso estructural.

-NMX-C-414-ONNCCE-1999--- Industria de la construcción – Concreto hidráulico, especificaciones y métodos de prueba.

* ONNCCE: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación., S.C.

b) ACERO DE REFUERZO.

● El acero de refuerzo deberá tener la resistencia especificada y cumplir con las normas indicadas a continuación:

Elemento	Especificaciones	Resistencia a la fluencia f_y [kg/cm ²]	Norma NMX
Armaduras prefabricadas tipo "ARMEX"	Diámetro del refuerzo long = 12.7 [mm] Diámetro de estribos $\Phi=6.4$ [mm] Separación de estribos @ 15.80 [cm]	5000	B-253, B-456
Malla electrosoldada	6x6 - 6/6 Diámetro de alambre = 4.88 [mm] 6x6 - 10/10 Diámetro de alambre = 3.43 [mm] @ 15.24 [cm] en ambas direcciones	5000	B-253, B-290
Alambrón # 2	Alambrón liso	2530	B-457
AR60 varmil 60	Corrugado laminado en frío Diámetro = 5/16", 1/4", 3/16", 5/32"	6000	B-72
Acero de refuerzo GRA 42 # 3, # 4	Varilla corrugada GR42	4200	B-6, B-294, B-457

c) MUROS DE MAMPOSTERÍA.

Los muros de mampostería de block de concreto de 12x20x40 [cm] juntados con mortero C-A 1:3. Deberán cumplir con las siguientes resistencias y especificaciones mínimas:

	Valor	Observaciones
Resistencia a la compresión de la mampostería f^*m	20[kg/cm ²]	Se consideran que las piezas de block deberán una resistencia mínima a compresión de $f^*p=60$ [kg/cm ²]. Deberán estar juntadas con mortero tipo I.
Esfuerzo cortante resistente de diseño v^*m	3.0[kg/cm ²]	se considerara mortero tipo I (C-A 1:3) $f^*j=125$ [kg/cm ²]

- Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructura de mampostería.

NORMAS

Las piezas utilizadas en los elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con la norma mexicana:

-NMX-C-404-2003-ONNCCE – Industria de la construcción - Bloques, tabiques, ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de prueba.

6.- ANÁLISIS DE CARGAS PARA ESTRUCTURAS TIPO CASA HABITACIÓN.

Según la reglamentación y materiales utilizados se tienen las siguientes cargas sobre la estructura.

a) CARGA MUERTA.

- EN AZOTEA.

Concepto	Carga en [kg/m ²]
Losa de concreto e = 10 [cm] γ = 2.4 [ton/m ³]	240
Instalaciones	5
Impermeabilización y relleno para pendiente espesor promedio = 8 [cm] (relleno fluido γ máx. = 1850 [kg/m ³])	148
Sobrecarga por reglamento (x mortero), (NTC-CyA)	40
Acabado en interior e = 0.015 [m] (plafón de yeso)	20
	453 [kg/m ²]

- EN ENTREPISOS.

Concepto	Carga en [kg/m ²]
Losa de concreto reforzado e = 10 [cm] γ = 2.4 [ton/m ³]	240
Instalaciones	5
Sobrecarga de reglamento (NTC-CyA)	40
Acabado en interior (plafón + loseta)	60
	345 [kg/m ²]

b) CARGA VIVA.

Según el RCDF (NTC-CyA) se deben considerar las siguientes cargas para azoteas con pendiente menor al 5% y entrepisos de viviendas.

	Carga máxima en [kg/m ²]	Carga instantánea en [kg/m ²]	Carga media en [kg/m ²]
Azotea	100	70	15
Entrepiso	170	90	70

c) CARGA POR PESO PROPIO DE MUROS.

Considerando muros de concreto reforzado con doble acabado de pasta (ambas caras) se tiene:

$$\text{Muro: } W \text{ muro block} = [(2400[\text{kg/m}^3]) \cdot (0.10[\text{m}]) \cdot (2.40[\text{m}]) + 94 [\text{kg/m}]] = 670 [\text{kg/m}]$$

$$W \text{ muro block} = 670 [\text{kg/m}]$$

d) CARGA POR TINACOS.

Se consideran 4 tinacos de 750 [lts] de capacidad cada uno.

- Muros de mampostería.

	Altura (h)	longitud (l)	Carga [kg]
Altos y laterales	1.31 + 1.06 = 2.37 [m]	2.60 [m]	2662
Mediano y lateral	1.31 [m]	2.60 [m]	736
Arriba y de frente	1.06 [m]	2.81 [m]	644
			4042 [kg]

- CARGA POR TINACOS.

Concepto	Carga [Kg.]
Agua (4 tinacos)	3000
Losa de concreto reforzado e= 10[cm] $\gamma = 2.4$ [ton/m ³]	1903
Muros de mampostería de 12x20x40	4042
	8945 [Kg.]

W tinaco = 8945 [kg]

7. CARGA ACCIDENTALES POR SISMO. (Método Simplificado de Análisis).

Las cargas sísmicas se determinaran considerando los siguientes parámetros de diseño.

* PARÁMETROS Y CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA DISEÑO POR SISMO.

- Tipo de suelo (Zona): 1 “ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS”.
- Clasificación de construcción (ART. 139 RCDF); Grupo “B” (vivienda).
- Clasificación por su estructuración: Tipo: “1”. Las fuerzas laterales se resisten en cada nivel mediante marcos continuos, contraventeados ó no, por diafragmas ó muros ó por combinación de diversos sistemas; como los mencionados.
- Zona sísmica: “B”, según la regionalización sísmica de la CFE (1994).

- Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado (Grupo “B”)

[NTC para Diseño por sismo 7.1]

Altura de construcción: 5.59 [m] (fachada) + 1.98 [m] = 7.57 [m]

Altura de construcción = 7.57 [m] (incluyendo altura de tinacos)

Zona	Muro de Concreto		
	Altura de la Construcción [m]		
	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.07	0.08	0.08
II y III	0.13	0.16	0.19

N. T. C. para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto 2002.

- Factor de comportamiento sísmico.

Muro de concreto: $Q = 2.0$

N.T.C. para Diseño por sismo (5.0)

MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS.

Estructuras que cumplan con los siguientes requisitos:

- En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte.

$FAE = 1$ si $H/L \leq 1.33$ (Nuestro caso) Distribución de muros simétrico.

$FAE = (1.33 (l/H))^2$ si $H/L \geq 1.33$

- La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excederá de 2.0

$$12 / 9 = 1.33 < 2.0$$

- c) La relación entre altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13[m].

$$\text{Altura máxima} = \underline{7.57} < 13 \text{ [m]}$$

$$7.57 / 9 = \underline{0.84} < 1.5$$

CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS POR NIVEL.

- a) *ÁREA POR PLANTA.*

$$A_{\text{entrepiso}} = 12 \times 9 = 108 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_{\text{azotea}} = 12 \times 9 = 108 \text{ [m}^2\text{]}$$

- b) *PESO POR NIVEL.*

● **Por entrepiso y azotea.**

$$\text{(Entrepiso)} \quad W_{N-1} = [(345+90) * (108)] = 46980 \text{ [kg]}$$

$$\text{(Azotea)} \quad W_{N-2} = [(453+70) * (108)] = 56484 \text{ [kg]}$$

● **Peso por muros.**

$$\text{Planta baja} = (2)(4.9) + (2)(3.4) + (2)(2.4) + (2)(3.1) + (2)(0.1) + 10.4 + 9 + (2)(3.4) + (4)(1.95) + (2)(1.4) + (4)(2.2) + (2)(2.2) + (2)(0.4) = 78.60 \text{ [ml]}$$

$$\text{Planta baja} = 78.60 \text{ [ml]}$$

$$\text{Planta alta} = 78.60 \text{ [ml]}$$

Por simplificación, si hay aberturas en planta menor a 2.00 [m] no se consideraran, esta consideración es la llamada “línea resistente”. (NTC Concreto)

$$W_{\text{muro P-baja}} = (78.60 / 2) (670) = 26331 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro P-entrepiso}} = (78.60) (670) = 52662 \text{ [kg]}$$

PESO POR NIVEL.

$$W_{N-1} = 46980[\text{kg}] + 26331[\text{kg}] = 73311 [\text{kg}]$$

$$W_{N-2} = 56484[\text{kg}] + 52662[\text{kg}] = 109146 [\text{kg}]$$

POR FACTOR DE CARGA [F.C = 1.1 (CM + CVaccidental)]

$$W_{N-1} = (73311) * (1.1) = 80642 [\text{kg}]$$

$$W_{N-2} = (109146) * (1.1) = 120061 [\text{kg}]$$

c) CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS Y CORTANTE POR NIVEL.

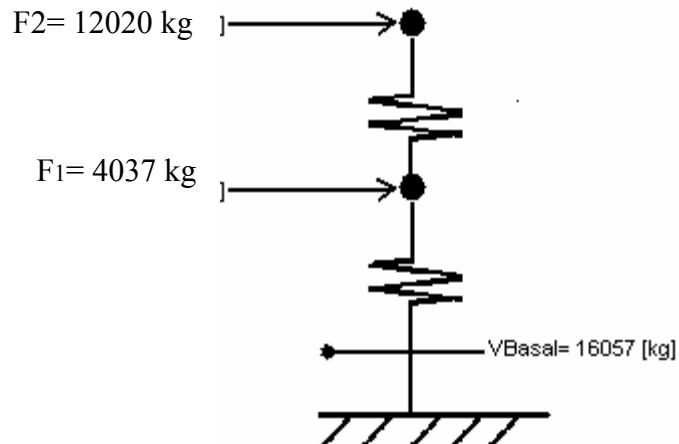
NTC para Sismo (8.1) ($C_s = 0.08$).

$$\rho_i = C_s (W_i h_i / \sum W_i h_i) (\sum W_i)$$

$$\rho_i = (0.08) (W_i h_i / 801910) (200703)$$

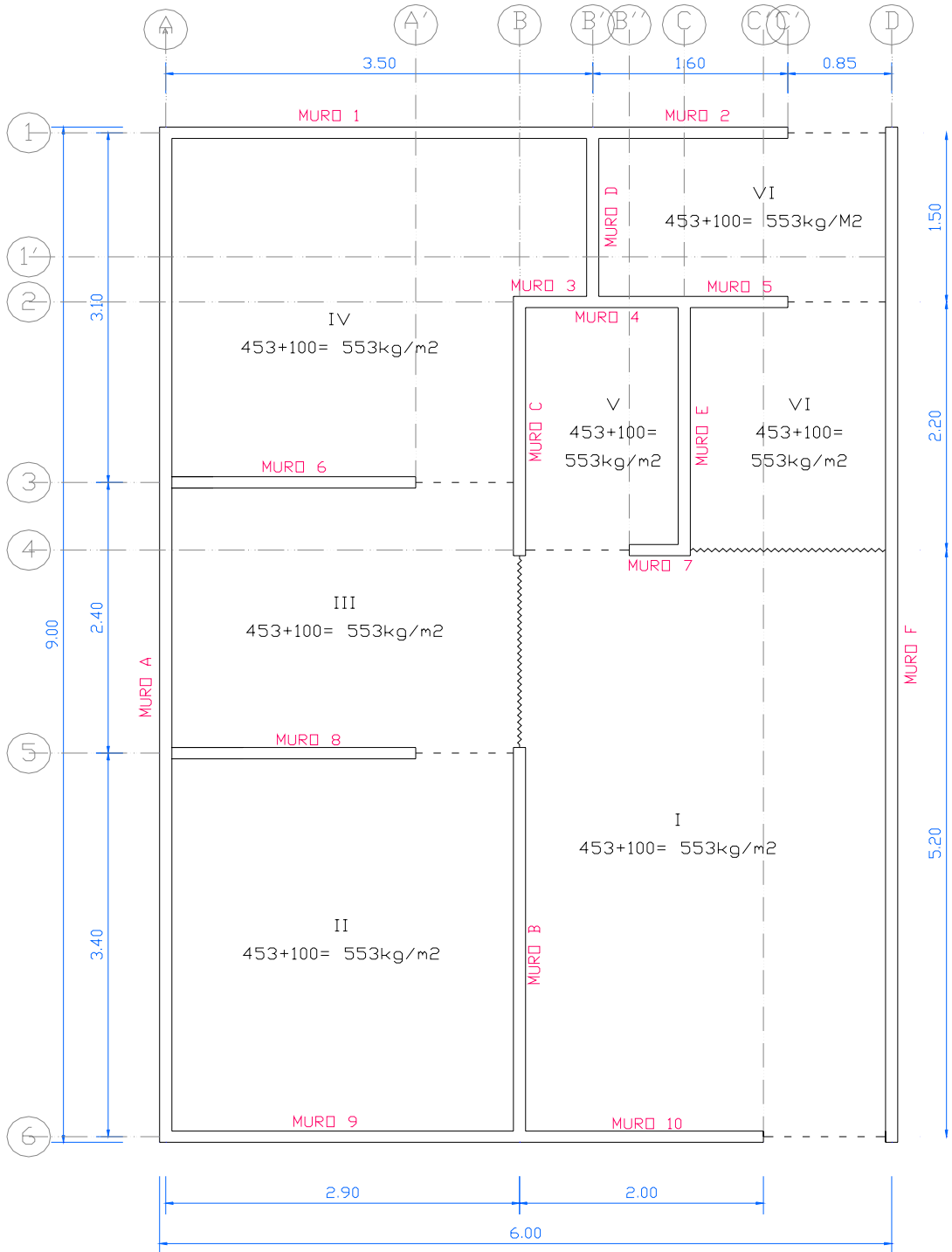
$$\rho_i = 0.020022496 W_i h_i$$

Nivel	W [ton]	Hi [m]	wi * hi [ton*m]	Pi [ton]	Vi [ton]
2	120061	5	600305	12020	12020
1	80642	2.5	201605	4037	16057
	$\Sigma = 200703$		$\Sigma = 801910$		



“TRANSMISIÓN DE CARGAS”

□ ESTRUCTURACIÓN DE AZOTEA



“BAJADA DE CARGAS”

► TINACOS.

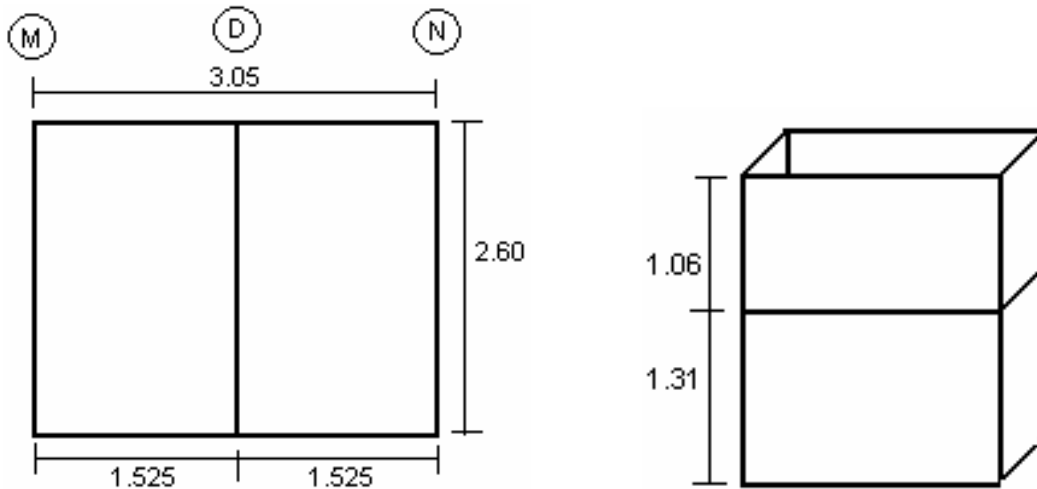
$$A_1 = 3.965 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_2 = 3.965 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$W_{\text{tinaco}} = 378.3 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$W_{\text{losa}} = (2400) (0.10) = 240 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$W_{\text{muro enfrente}} = (1800) (0.12)(1.06)(1.525) = 349.16 \text{ [kg]}$$



Para el Muro del Centro (eje D).

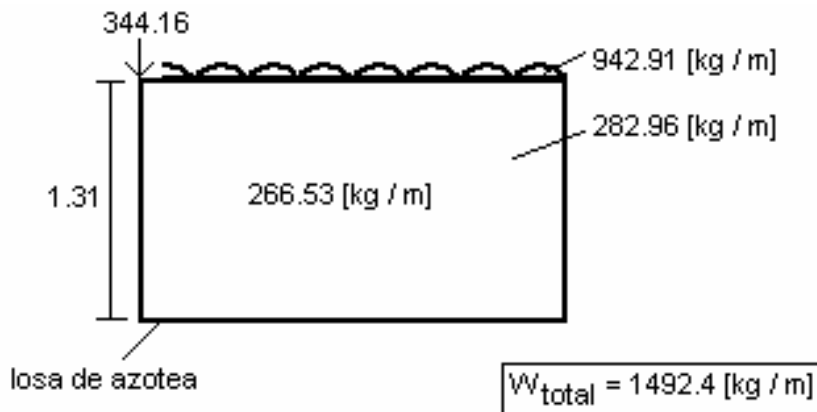
$$W_{\text{tinaco+losa}} = [(618.3)(1.525/2)(1.60)] / [2.60]$$

$$W_{\text{tinaco+losa}} = 471.45 \text{ [kg / m]} (2) = 942.91 \text{ [kg / m]}.$$

$$W_{\text{muro enfrente}} = 349.16 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro abajo}} = (1800)(0.12)(0.13) = 282.96 \text{ [kg / m]}$$

$$349.16 / 1.31 = 266.53 \text{ [kg / m]}$$



Para los Muros de los Lados (ejes M y N).

$$W_{\text{tinaco+losa}} = [(618.3)(1.525/2)(1.60)] / [2.60]$$

$$W_{\text{tinaco+losa}} = 471.45 \text{ [kg / m]}$$

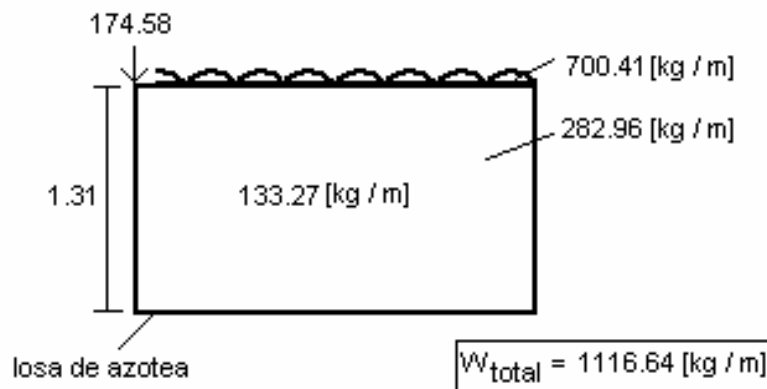
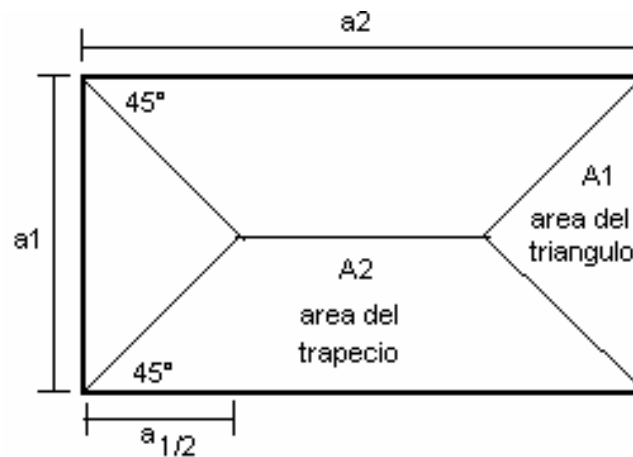
$$W_{\text{muro arriba}} = (1800)(0.12)(0.6) = 228.96 \text{ [kg / m]}$$

$$W_{\text{tinaco+losa+muro}} = 700.41 \text{ [kg / m]}$$

$$W_{\text{muro enfrente}} = 174.58 \text{ [kg]}$$

$$W_{\text{muro abajo}} = 282.96 \text{ [kg / m]}$$

$$174.58 / 1.31 = 133.27 \text{ [kg / m]}$$

**► CARGAS SOBRE PERÍMETRO.**

Carga uniforme [kg / m] en el sentido corto:

$$W_1 = (\text{carga por } m^2 * A_1) / a_1 = (W (a_1^2 / 4)) / a_1$$

$$W_1 = W_{a1} / 4$$

Carga uniforme [kg / m] en el sentido largo:

$$W_2 = (\text{carga por } m^2 * A_2) / a_2 = (W * a_1 * a_2 (2 - m)) / 4 a_2 ; \quad m = a_1 / a_2$$

$$W_2 = W a_1 / 4 (2 - m)$$

$$\text{Área del triángulo } A_1 = (a_1 (a_1 / 2)) / 2 = a_1^2 / 4$$

$$\text{Área del trapecio } A_2 = (a_1 a_2 / 2) - A_1 = (a_1 a_2 / 2) - (a_1^2 / 4)$$

$$A_2 = (a_1 / 4) (2 a_2 - a_1) = (a_1 / 4) [2 a_2 - ((a_1 a_2) / a_2)]$$

$$A_2 = (a_1 a_2 / 2) (2 - m) ; \quad m = a_1 / a_2$$

• **CARGAS EN [kg / m] SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (AZOTEA).**

Tablero	a1 [m]	a2 [m]	m	W [kg/m ²]	W1 [kg/m]	W2 [kg/m]
I	3	5.2	0.58	553	414.75	588.95
II	2.9	3.4	0.85	553	400.93	461.07
III	2.4	2.9	0.83	553	331.8	388.21
IV	CASO ESPECIAL					
V	1.3	2.2	0.59	553	179.73	253.41
VI	1.75	2.2	0.8	553	241.93	290.33
VII	1.5	2.45	0.61	553	207.38	288.25

CASO ESPECIAL

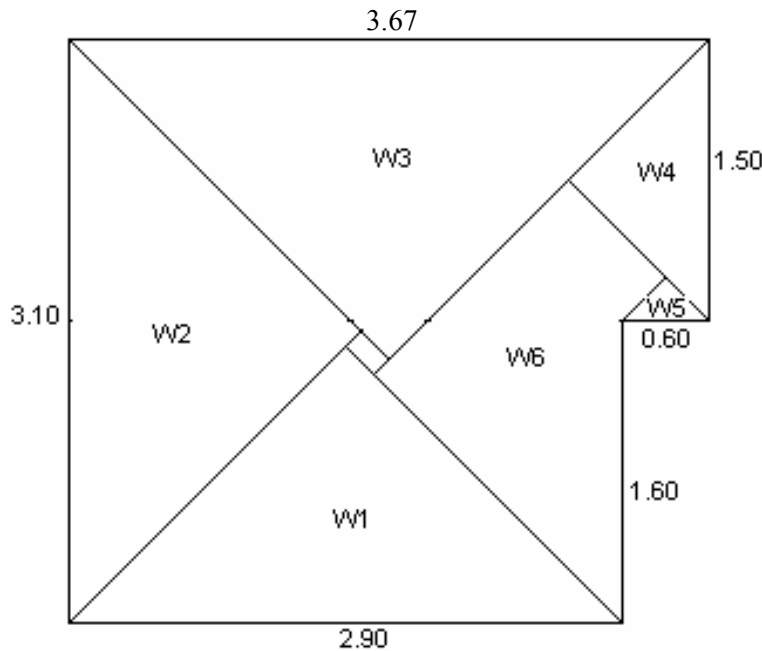
- IV w1 = 400.93 [kg / m]
- IV w2 = 428.58 [kg / m]
- IV w3 = 483.88 [kg / m]
- IV w4 = 207.38 [kg / m]
- IV w5 = 82.95 [kg / m]
- IV w6 = 577.20 [kg / m]

Cargas por [kg / m] en el Tablero IV:

Tablero	a1 [m]	W [kg/m ²]	W1 [kg/m]
W1	2.90	553	400.93
W2	3.10	553	428.58
W3	3.50	553	483.88
W4	1.50	553	207.38
W5	0.60	553	82.95
W6	1.60	553	577.20 *

Para determinar el área tributaria de W6, tenemos:

- $W_1 = W_{a1} / 4$
- Área total del tablero IV = $5,25 \text{ [m}^2\text{]} + 4,64 \text{ [m}^2\text{]} = 9,89 \text{ [m}^2\text{]}$
- Área de los triángulos = $3,0625 \text{ [m}^2\text{]} + 2,4025 \text{ [m}^2\text{]} + 0,5625 \text{ [m}^2\text{]} + 0,09 \text{ [m}^2\text{]} + 2,1025 \text{ [m}^2\text{]} = 8,22 \text{ [m}^2\text{]}$

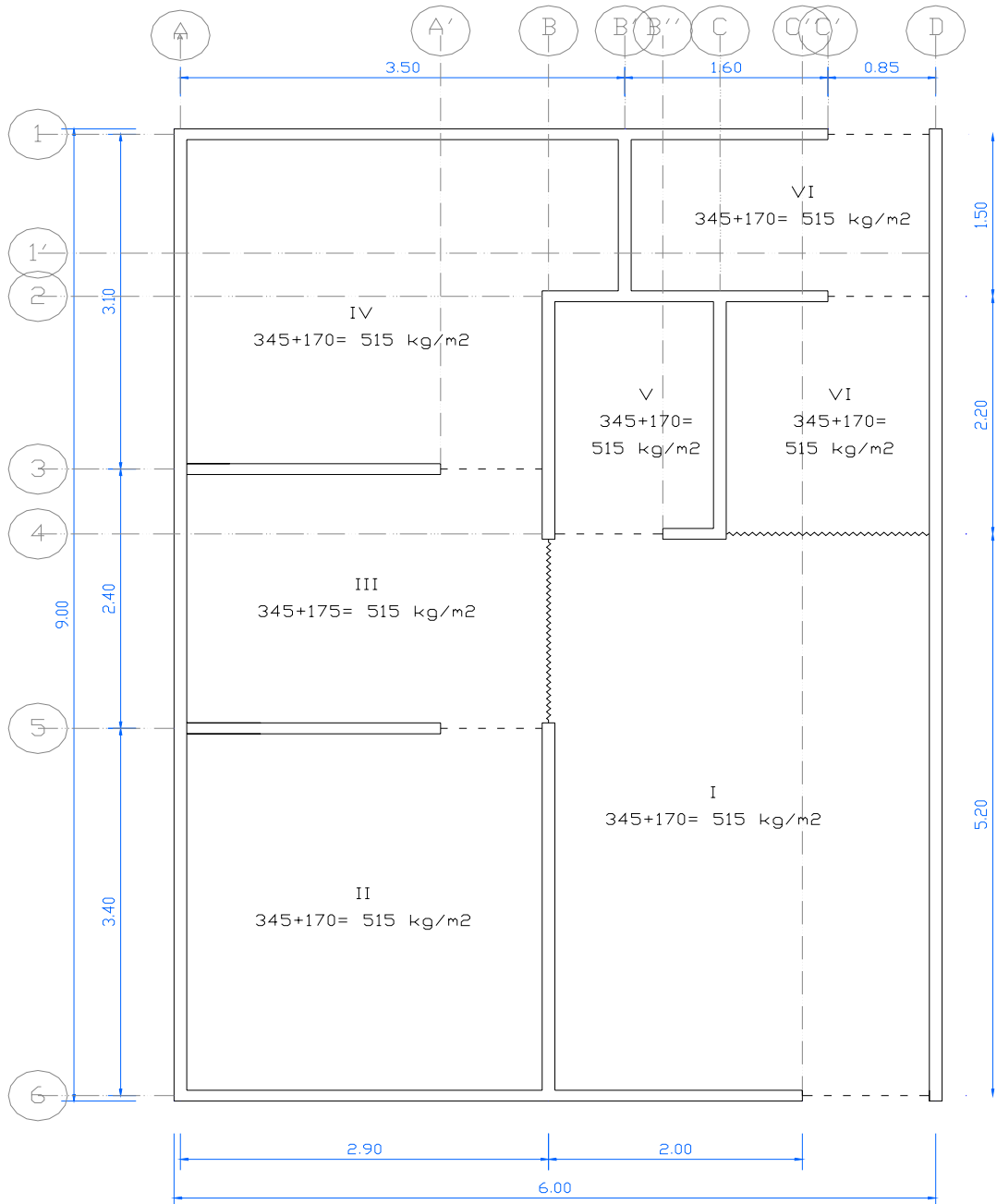


Por lo que la carga por metro W6 será:

- $A_{W6} = 9,89 - 8,22 = 1,67 \text{ [m}^2\text{]}$
- $W = 463 \text{ [kg / m}^2\text{]}$
- $W_6 = (553)(1,67) / 1,60 = 577,20 \text{ [kg / m]}$

TRANSMISIÓN DE CARGAS

□ ESTRUCTURACIÓN DE ENTREPISO.



“BAJADA DE CARGAS” (ENTREPISO).

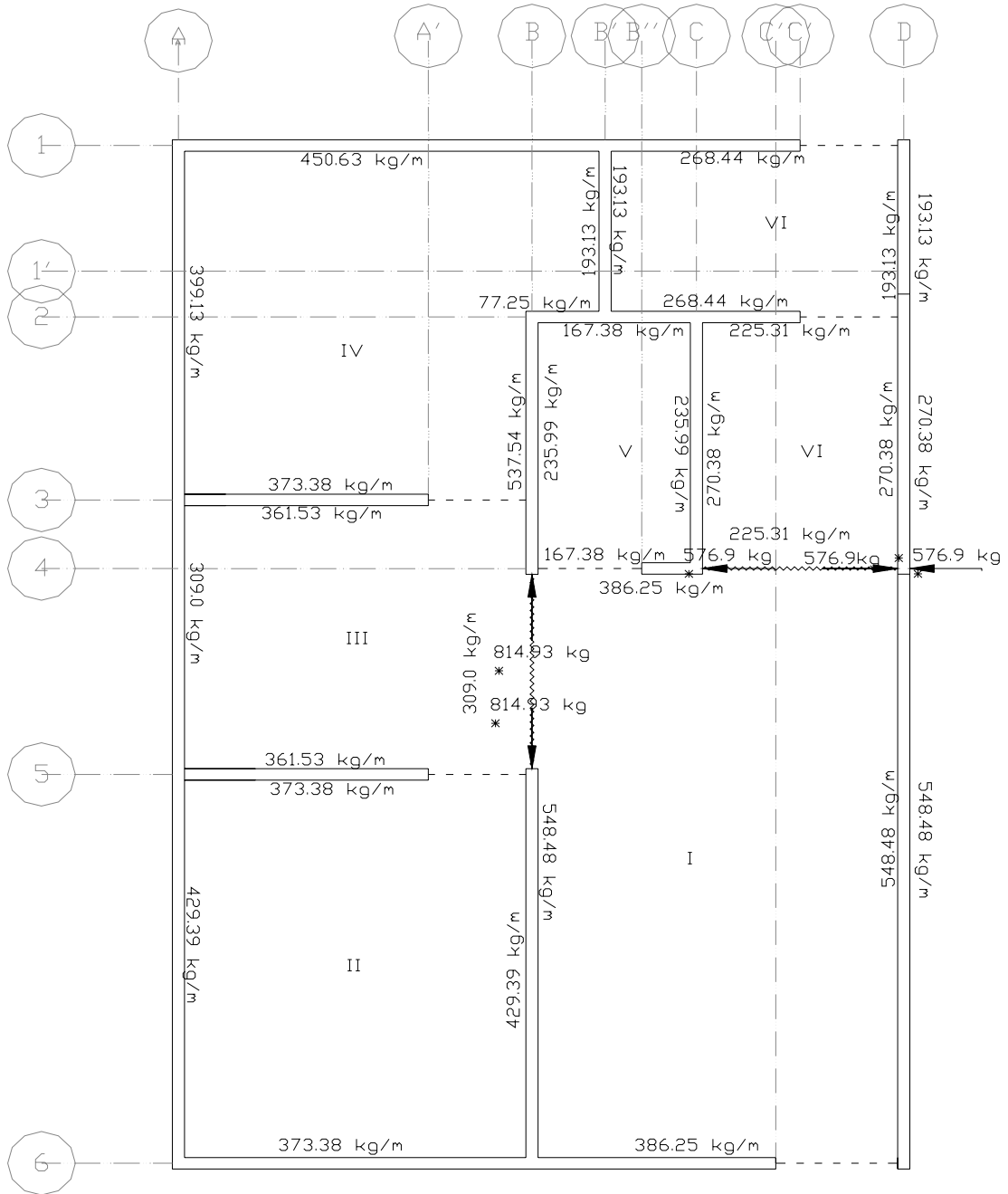
► CARGAS SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS.

Tablero	a1 [m]	a2 [m]	m	W [kg/m ²]	W1 [kg/m]	W2 [kg/m]
I	3	5.2	0.58	515	386.25	548.48
II	2.9	3.4	0.85	515	373.38	429.39
III	2.4	2.9	0.83	515	309.00	361.53
IV	CASO ESPECIAL					
V	1.3	2.2	0.59	515	167.38	235.99
VI	1.75	2.2	0.8	515	225.31	270.38
VII	1.5	2.45	0.61	515	193.13	268.44

Tablero	a1 [m]	W [kg/m ²]	W1 [kg/m]
W1	2.90	515	373.38
W2	3.10	515	399.13
W3	3.50	515	450.63
W4	1.50	515	193.13
W5	0.60	515	77.25
W6	1.60	515	537.54

- $A_{total} \text{ TABLERO IV} = 9.89 \text{ [m}^2\text{]}$
- $\text{Área } W_1+W_2+W_3+W_4+W_5 = 8.22 \text{ [m}^2\text{]}$
- $A_{W_6} = 1.67 \text{ [m}^2\text{]}$
- $W_6 = (515 * 1.67) / 1.60 = 537.54 \text{ [kg / m]}$

CARGA POR METRO LINEAL EN PERÍMETRO DE TABLEROS (ENTRE PISO)

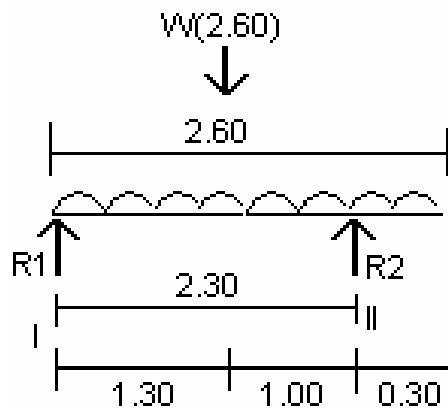
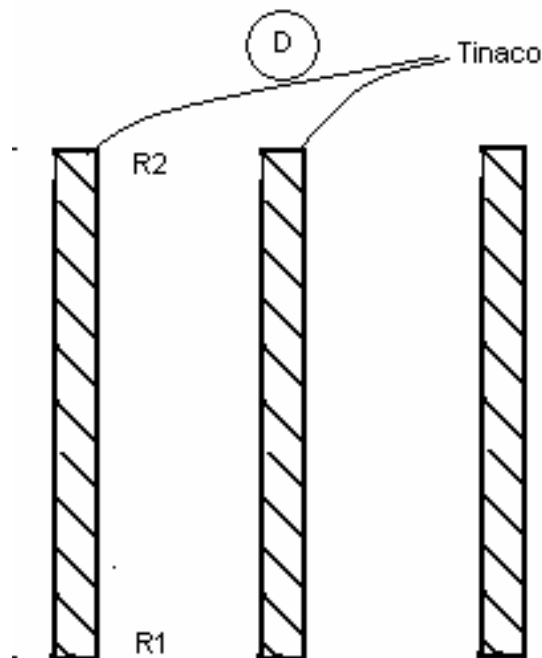


* Ver Bajada de Carga en “Cálculo de Reacciones en Trabes”.

CÁLCULO DE REACCIONES DE TRABES

Por facilidad de cálculos se consideran todos los tramos simplemente apoyados, además que de esta forma se considera que sobre la trabe actúa un mayor momento y cortante.

Para las reacciones de la Trabe 4 C-D se tomará en cuenta la bajada de cargas que corresponde a la estructura del tinaco.



$$\Sigma M_{II} = 0$$

$$R_1 (2.30) - W(2.60)(1) = 0$$

$$R_1 = W (2.60) / 2.30$$

$$R_2 = W (2.60) - W(2.60) / 2.30$$

$$R_1 = 0.43 WL ; W = 1116.64 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$R_2 = 0.57 WL ; L = 2.60 \text{ [m]}$$

$$R_1 = 2.60 (0.43) (1116.64) = 1248.40 \text{ [kg]}$$

$$R_2 = 2.60 (0.57) (1116.64) = 1654.86 \text{ [kg]}$$

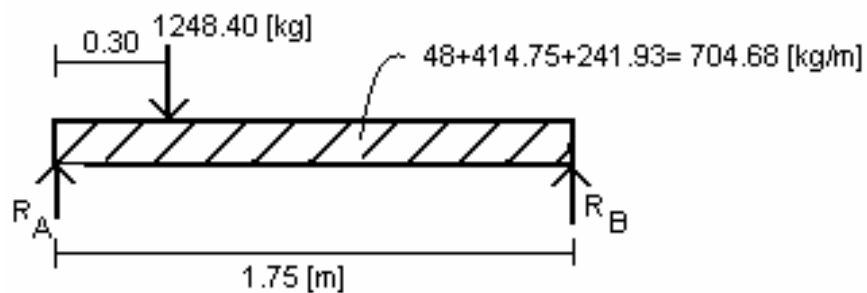
TRABE 4 C-D

Nivel	Eje	Tramo	Carga de Estructura del Tinaco*	carga por tablero
Azotea	4	C-D	1248.40 [kg]	I --- 414.75 [kg/m] II --- 241.93 [kg/m]

*Ver Bajada de carga del Tinaco.

- Carga por metro lineal por peso propio de la trabe.

$$W_{pp} = (0.10) + (0.20)(2400) = 48 \text{ [kg / m]}$$



$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B (1.75) - (1248.40)(0.30) - (1233.19)(0.875) = 0$$

$$R_B = 830.61 \text{ [kg]}$$

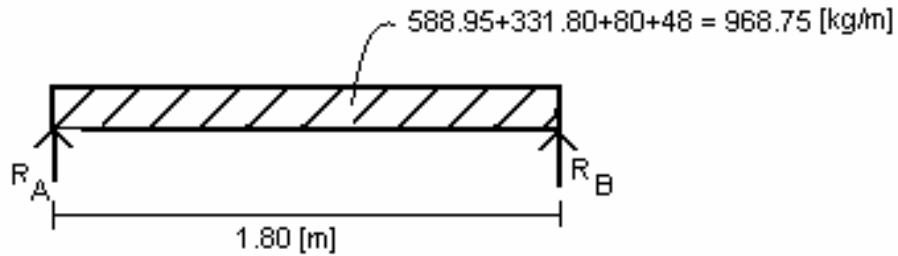
$$\Sigma F_y = 0$$

$$1248.40 + 1233.19 - 830.61 = R_A$$

$$R_A = 1650.98 \text{ [kg]}$$

TRABE B 4-5

Nivel	Eje	Tramo	Carga por tableros	Carga por peso propio
Azotea	B	4-5	I --- 588.95 [kg/m] II --- 331.80 [kg/m]	W _{pp} = (0.10)(0.20)(2400) = 48 [kg/m]



$$\Sigma M_A = 0$$

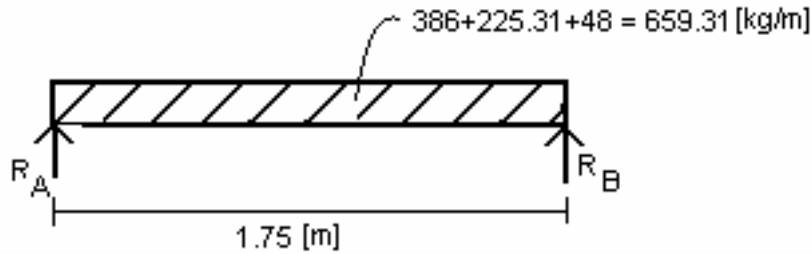
$$R_B (1.8) - (1743.75)(0.90) = 0$$

$$R_B = 871.88 \text{ [kg]}$$

$$R_A = 871.88 \text{ [kg]}$$

TRABE 4 C-D

Nivel	Eje	Tramo	carga por tableros	carga por peso propio
Entrepiso	4	C-D	I --- 386 [kg/m] II --- 225.31 [kg/m]	W _{pp} = (0.10)(0.20)(2400) = 48 [kg/m]



Cálculo de las Reacciones:

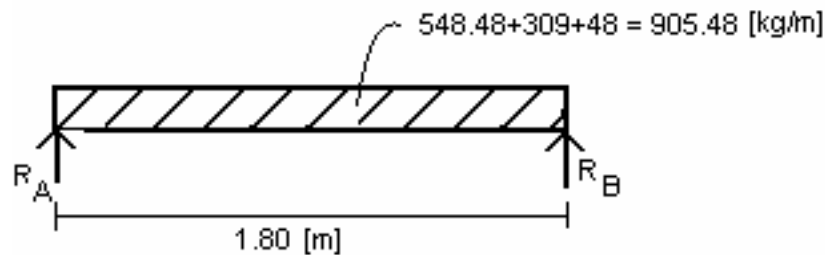
$$R_B = R_A = WL / 2$$

$$R_B = R_A = (659.31 \cdot 1.75) / 2 = 576.90 \text{ [kg]}$$

$$R_B = R_A = 576.90 \text{ [kg]}$$

TRABE B 4-5

Nivel	Eje	Tramo	carga por tableros	carga por peso propio
Entrepiso	B	4-5	I --- 548.48 [kg/m]	Wpp = (0.10)(0.20)(2400) = 48 [kg/m]
			II --- 309.00 [kg/m]	



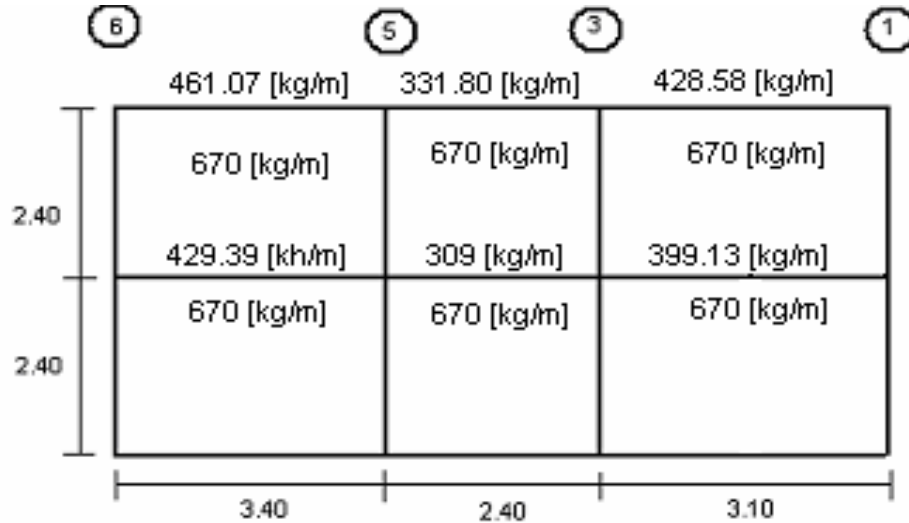
$$R_B = R_A = WL / 2$$

$$R_B = R_A = (905.48 \cdot 1.8) / 2 = 814.93 \text{ [kg]}$$

$$R_B = R_A = 814.93 \text{ [kg]}$$

TRANSMISIÓN DE CARGAS A CIMIENTOS POR MEDIO DE MUROS

EJE A.



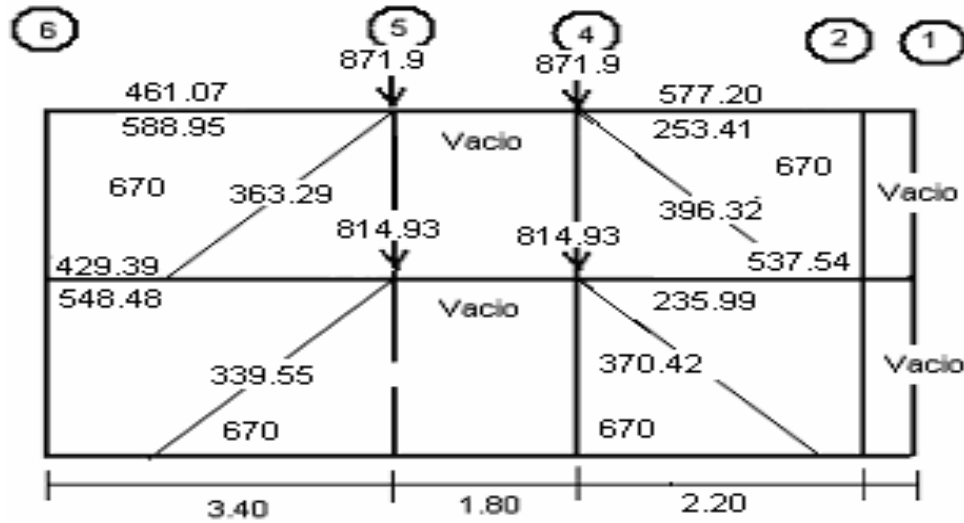
Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

- Para las cargas puntuales algunos autores manejan que se difunden con rectas de pendiente 2/3 respecto a la vertical; sin embargo tomamos un ángulo de 45° por ser más crítico, ya que transmite la carga sobre el muro en menor área y con mayor “rapidez”.

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg / m].

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
1 - 3	428.58	670	---	670	---	399.13	2167.7
3 - 5	331.80	670	---	670	---	309.0	1980.8
5 - 6	461.07	670	---	670	---	429.39	2230.5

EJE B.



Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

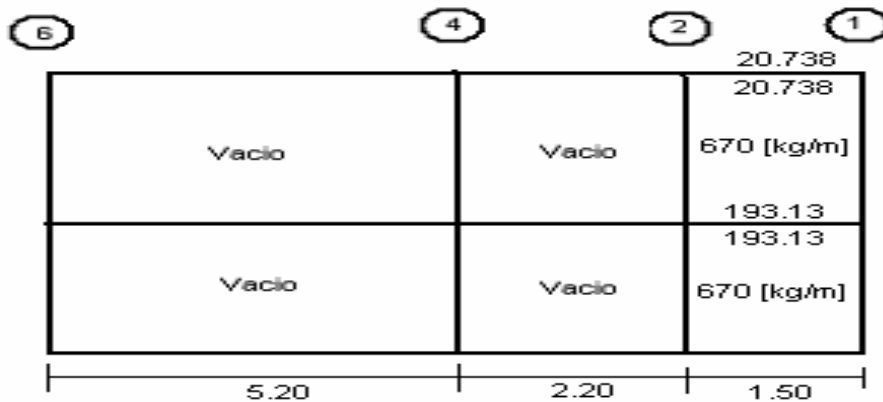
$(871.9/2.40)=363.29 \text{ kg/m}$; $(871.9/2.20)= 396.32 \text{ kg/m}$

$(814.93/2.2)=339.55 \text{ kg/m}$; $(814.93/2.20)=370.42 \text{ kg/m}$

Transmisión de cargas a cimentación en [kg / m].

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentración (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentración (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
5 - 6	1050.0	670	363.29	670	339.55	977.87	4070.7
4 - 5	---	---	---	---	---	---	---
2 - 4	830.61	670	396.32	670	370.42	773.53	3711
2 - 1	---	---	---	---	---	---	---

EJE B'.



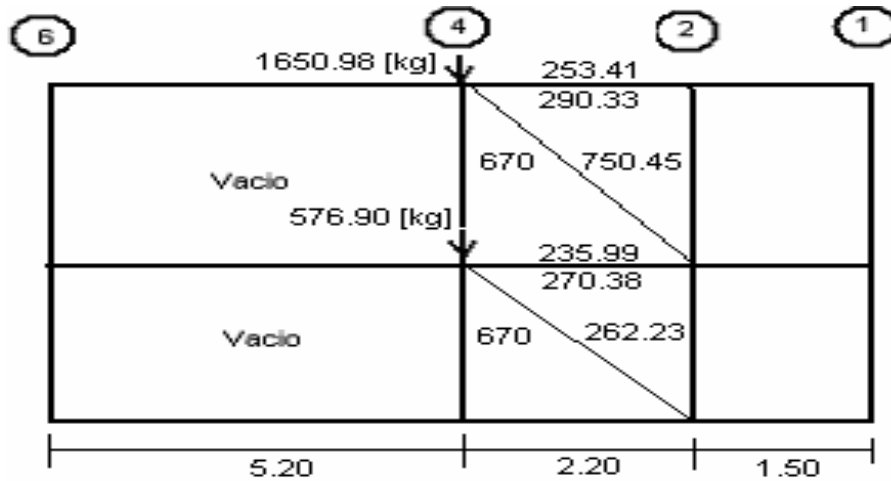
Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg/m]

Tramo 2-1

Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
414.76	670	---	670	---	386.26	2141
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

EJE C.



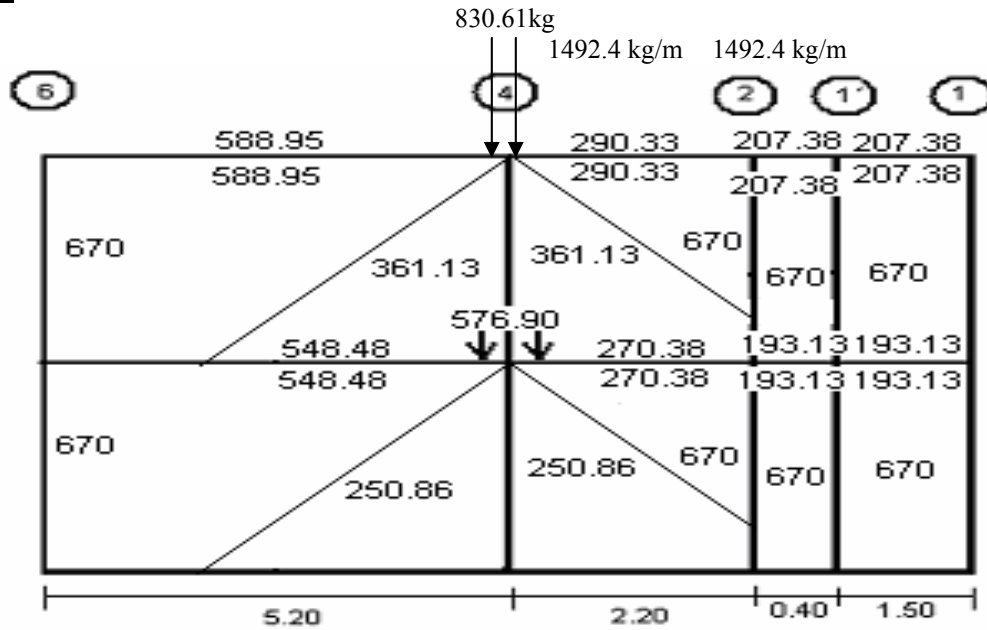
Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Bajada de Carga Concentrada $(1650.98/2.20)=750.45$ kg/m
 $(576.90/2.20)=262.23$ kg/m

Transmisión de Cargas a la Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentración (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentración (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
1 - 2	---	---	---	---	---	---	---
2 - 4	543.74	670	750.45	670	262.23	506.37	3403
4 - 6	---	---	---	---	---	---	---

EJE D.



Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

$$(830.61+830.61)/(2.20+2.40)=361.13 \text{ kg/m}$$

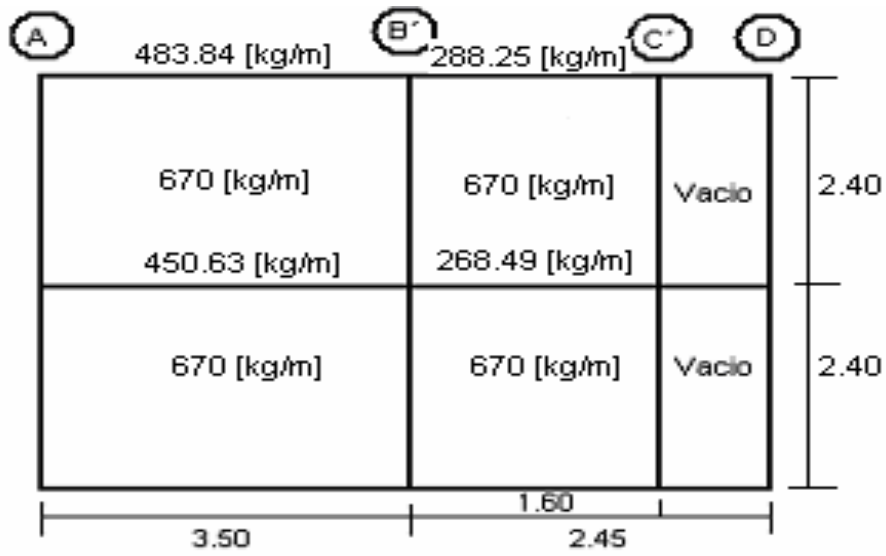
$$(576.90+576.90)/(2.40+2.20)=250.38 \text{ kg/m}$$

El Muro baja 670 kg/m

Transmisión de Carga a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
1 - 1'	414.76	670	---	670	---	386.26	2141
1' - 2	1907.16	670	---	670	---	386.26	3633
2 - 4	2073.06	670	361.13	670	250.83	540.76	4566
4 - 6	1178	670	361.13	670	250.83	1097	4227

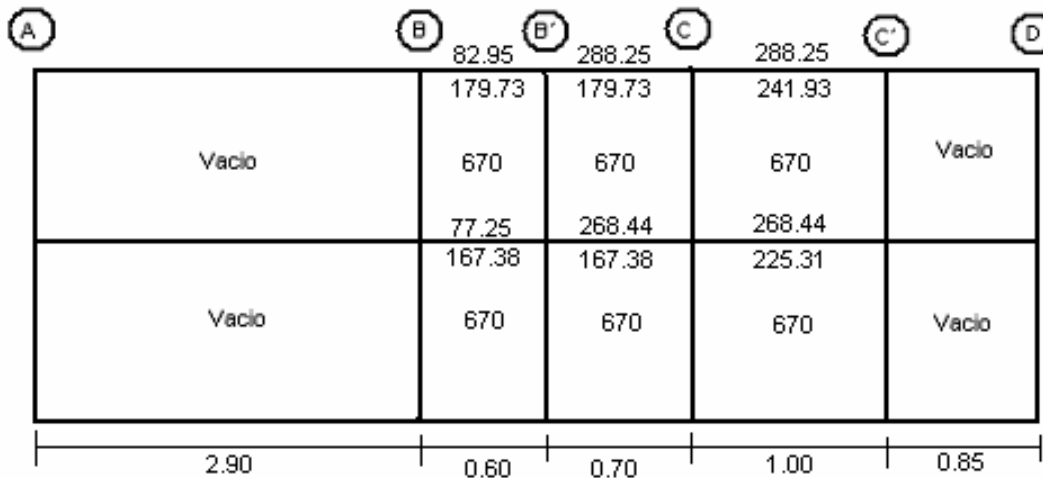
EJE 1



Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]
Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A - B'	483.88	670	---	670	---	450.63	2275
B' - C'	288.25	670	---	670	---	268.49	1897
C' - D	---	---	---	---	---	---	---

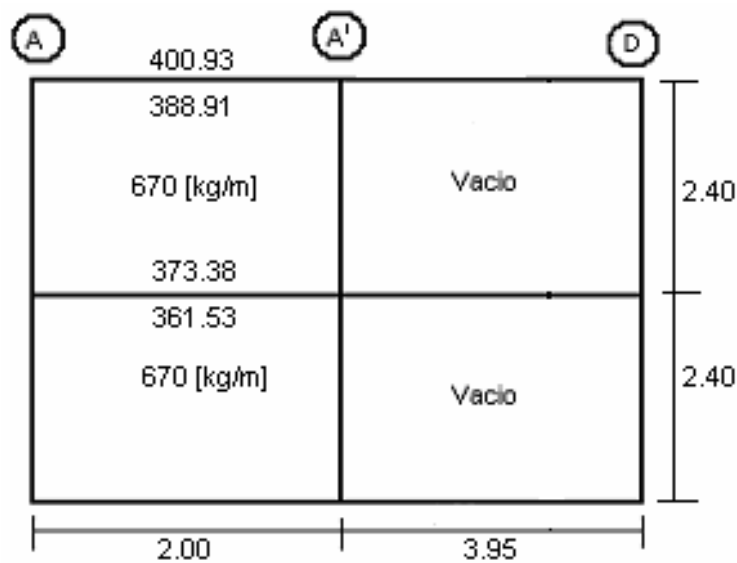
EJE 2.



Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A - B	---	---	---	---	---	---	---
B - B'	262.68	670	---	670	---	244.63	1847
B' - C	467.98	670	---	670	---	435.82	2244
C - C'	529.93	670	---	670	---	493.75	2364
C' - D	---	---	---	---	---	---	---

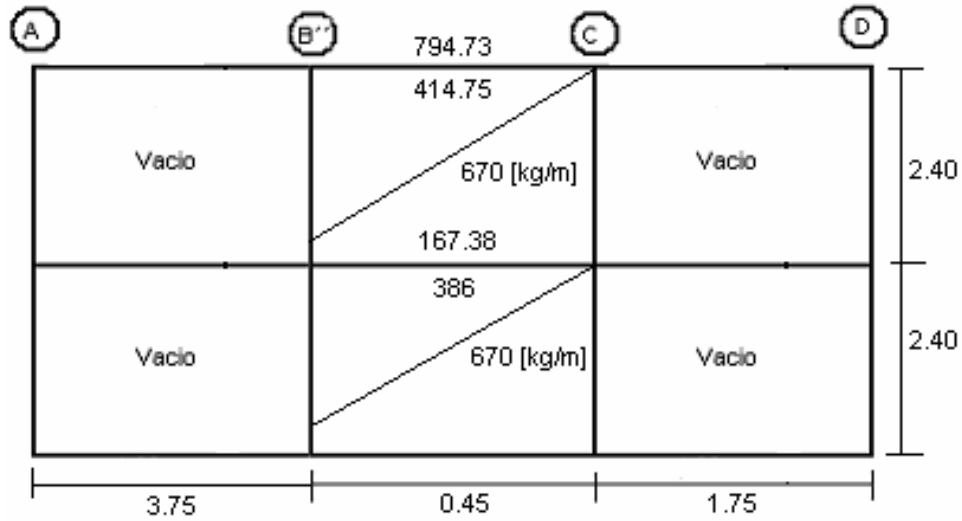
EJE 3.

Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Carga a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A - A'	789.14	670	---	670	---	734.91	2864
A' - D	---	---	---	---	---	---	---

EJE 4.

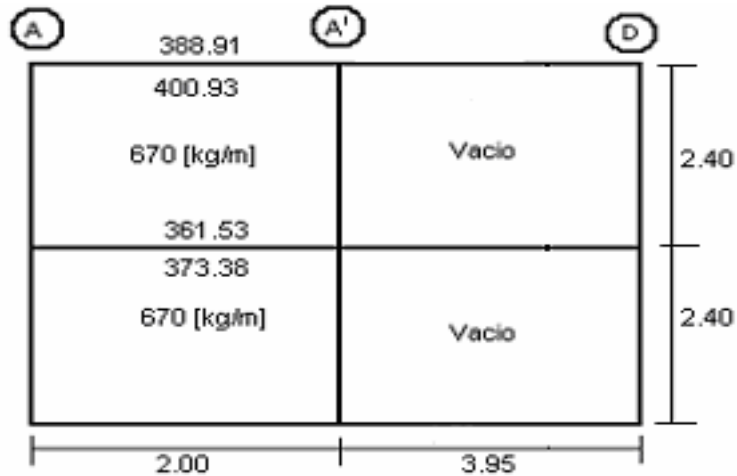


Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Carga en Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A- B''	---	---	---	---	---	---	---
B'' -C	594.48	670		670		553.38	2488
C - D	---	---	---	---	---	---	---

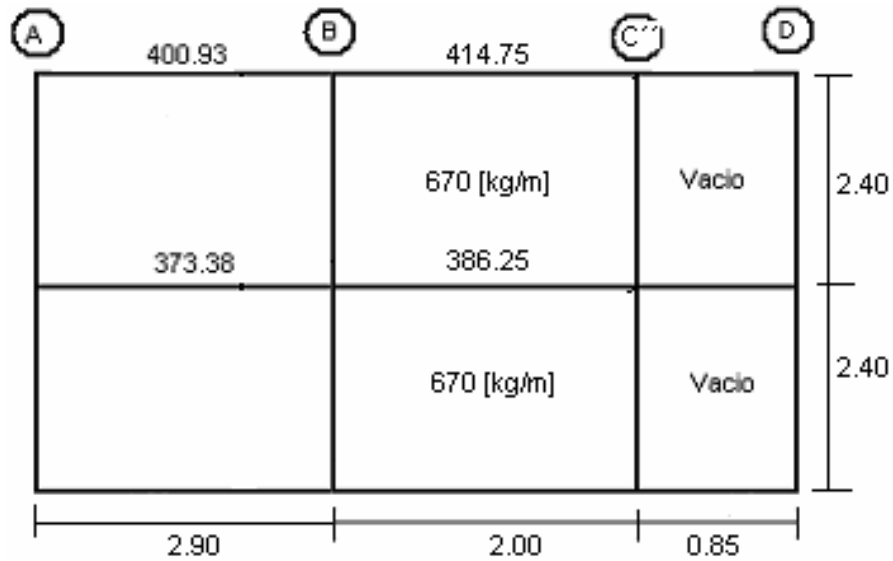
EJE 5



Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Carga a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A - A'	789.14	670	---	670	---	734.91	2864
A' - D	---	---	---	---	---	---	---

EJE 6.

Cotas en [m] y Bajada en [kg/m]

Transmisión de Cargas a Cimentación en [kg/m]

Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A - B	400.93	670	---	670	---	373.38	2114
B - D	414.75	670	---	670	---	386.25	2141

=TABLA DE BAJADA DE CARGAS TRANSMITIDAS POR EJES EN [kg / m]=

Eje	Tramo	Carga de azotea	Carga de muro P.A	Carga de concentraciones (Azotea)	Carga de muro P.B	Carga de concentraciones (Entrepiso)	Carga entrepiso	Carga sobre cimiento
A	1 - 3	428.58	670	---	670	---	399.13	2168
A	3 - 5	331.80	670	---	670	---	309.0	1981
A	5 - 6	461.07	670	---	670	---	429.39	2231
B	5 - 6	1050.02	670	363.29	670	339.55	977.87	4071
B	4 - 5	---	---	---	---	---	---	---
B	2 - 4	830.61	670	396.32	670	370.42	773.53	3711
B	2 - 1	---	---	---	---	---	---	---
B'	1 - 2	414.76	670	---	670	---	386.26	2141
B'	2 - 4	---	---	---	---	---	---	---
B'	4 - 6	---	---	---	---	---	---	---
C	1 - 2	---	---	---	---	---	---	---
C	2 - 4	543.74	670	750.45	670	262.23	506.37	3403
C	4 - 6	---	---	---	---	---	---	---
D	1 - 1'	414.76	670	---	670	---	386.26	2141
D	1' - 2	1907.16	670	---	670	---	386.26	3633
D	2 - 4	2073.06	670	361.13	670	250.83	540.76	4566
D	4 - 6	1178	670	361.13	670	250.83	1097	4227
1	A - B'	483.88	670	---	670	---	450.63	2275
1	B' - C'	288.25	670	---	670	---	268.49	1897
1	C' - D	---	---	---	---	---	---	---
2	A - B	---	---	---	---	---	---	---
2	B - B'	262.68	670	---	670	---	244.63	1847
2	B' - C	467.98	670	---	670	---	435.82	2244
2	C - C'	529.93	670	---	670	---	493.75	2364
2	C' - D	---	---	---	---	---	---	---
3	A - A'	789.14	670	---	670	---	734.91	2864
3	A' - D	---	---	---	---	---	---	---
4	A - B''	---	---	---	---	---	---	---
4	B'' - C	594.48	670	---	670	---	553.38	2488
4	C - D	---	---	---	---	---	---	---
5	A - A'	789.14	670	---	670	---	734.91	2864
5	A' - D	---	---	---	---	---	---	---
6	A - B	400.93	670	---	670	---	373.38	2114
6	B - D	414.75	670	---	670	---	386.25	2141

“DISEÑO DE MUROS”

Observando la distribución de muros en la planta baja y según la transmisión de carga, vemos que el muro localizado en Eje D Tramo 2-4 tiene la mayor carga sobre él, por lo que un criterio que podemos tomar para esta revisión, es elegir el de mayor carga y verificarlo, y si este pasa, sería obvio el **no** revisar los demás muros.

Carga sobre muro D (2-4) = 4566 [kg / m]

$$P_R \geq P_u \quad P_u = (\text{carga sobre muro}) (\text{factor de carga})$$

$$P_u = (4566)(1.4) = 6392.4 \text{ [kg / m]}$$

Long = 2.20 [m]

Altura = 2.40 [m]

$$P_u = 14063.28 \text{ [kg]}$$

Concreto:

$$f'c = 150 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f^*c = 120 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f''c = 102 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

Resultante vertical queda dentro del tercio medio del espesor del muro (por lo que no consideraremos excentricidad) y además su magnitud no excede:

$$0.3 f'c A_g = 0.3 (150) (10) (220) = 99000 > P_u$$

Por lo tanto, *No es necesario restringirlo contra el pandeo.*

Refuerzo Mínimo del muro. NTC-Concreto Secc. 5.7

$$a_{s1} = 660 X_1 / [f_y (X_1 + 100)]$$

- a_{s1} = área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza [cm^2 / cm]. El ancho mencionado se mide perpendicularmente a dicha dirección y a X_1 ;
- X_1 = dimensión mínima del miembro medido perpendicularmente al refuerzo [cm].

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no será menor a $1.5 a_{s1}$.

- a) Por simplicidad en algunas ocasiones se toma como Refuerzo Mínimo una cuantía igual a 0.002 y a intemperie 0.003. La Separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 500mm ni de $3.5 X_1$.

El Refuerzo Mínimo será tanto horizontal como vertical, por lo que nuestros muros demandarán por metro lineal, tanto horizontal como verticalmente, la siguiente área de acero:

- $(660*10)/(5000(10+100))= 0.012\text{cm}^2/\text{cm} * 100\text{cm} = 1.2\text{cm}^2$ (Muros Interiores)
- $(660*10)/(5000(10+100))*1.15=0.018\text{cm}^2/\text{cm}*100=1.8\text{cm}^2$ (Muros Exteriores)

► Como Acero de Refuerzo Mínimo en Aberturas. NTC Concreto 6.5.2.5

- a) ABERTURAS. Se proporcionara refuerzo en la periferia de toda abertura para resistir las tensiones que puedan presentarse. Como mínimo deben colocarse 2 barras del # 4 (12.5[mm] de diámetro), ó su equivalente, de cada lado de la abertura. El refuerzo se prolongara una distancia **no** menor que su longitud de desarrollo, L_d , desde las esquinas de la abertura, con longitud de desarrollo **no** menor a 60[cm].

b) FUERZA CORTANTE QUE TOMA EL CONCRETO.

- ◆ b = espesor de muro
- ◆ Peralte efectivo del muro se tomara igual a $0.8 L$
- ◆ En muros con aberturas, para valuar la fuerza cortante que toma el concreto en los segmentos verticales entre aberturas o entre una abertura y un borde, se tomará la mayor relación altura a longitud entre la del muro completo y la del segmento considerado.

Si $H / L > 2$ expresiones 2.19 ó 2.20

$P = A_s / b d$

Si $P < 0.015$ $V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20p) (\sqrt{f'c})$

Si $P \geq 0.015$ $V_{CR} = (0.5) F_R b d (\sqrt{f'c})$

- En la mayoría de los edificios de poca altura las fuerzas horizontales de “cortante” actúan en el plano de los muros, son pequeñas y generalmente pueden despreciarse en el diseño. Sin embargo, dichas fuerzas en el plano llegan a ser una consideración de diseño en estructuras importantes en las que un número limitado de muros resisten la estabilidad de la carga lateral, como sucede en edificios de gran altura. ACI-318 “Diseño de Estructuras de Concreto Conforme al Reglamento”

REVISIÓN DE MUROS A CARGAS VERTICALES

- Usando “MÉTODO EMPÍRICO DE DISEÑO”.

$$P_u = 14063.28 \text{ [kg]}$$

CONDICIONES PARA EL DISEÑO.

- a) Excentricidad “p” de la carga efectiva no excede de $h / 6$, el diseño se puede llevar a cabo considerando P_u como carga concéntrica, la carga axial P_u debe ser menor y la carga axial resistente de diseño P_{nw} y se calcula con la ecuación 14.1

$$P_{nw} = 0.55 F_R f'_c A_s [1 - (k l_c / 32t)]$$

Donde:

0.55 = factor de excentricidad

k = factor de longitud efectiva (0.8)

l_c = longitud efectiva

A_s = área transversal del concreto.

- b) El espesor “t” del muro no debe ser menor que 1/15 de la altura ó 1/25 de su longitud (la que sea menor), ni menor que 10 [cm]. Los muros de sótanos y los de cimentación deben ser de 20 [cm] de espesor por lo menos.
- c) Los muros deben contener refuerzo tanto vertical como horizontal. El área de refuerzo horizontal no debe ser menor que 0.0025 veces el área de la sección total del concreto y 0.0015 el área del refuerzo vertical. Estas relaciones pueden reducirse a 0.0020 y 0.0018 respectivamente cuando se utilizan varillas # 5, ó mas pequeñas con $f_y \geq 4200$ [kg / cm²] ó malla de alambre soldado, (con alambres W31 ó D31 ó mas pequeños). En muros de mas de 25 [cm] de espesor (excepto cuando son de sótanos), el refuerzo en cada dirección se debe colocar en dos lechos.
- d) La longitud de muro que se considera efectiva para la reacción de cada una de las vigas no debe de exceder de la distancia centro a centro entre las reacciones ni el ancho del apoyo mas 4t.

- e) El muro se debe anclar a los pisos ó a las columnas y otros elementos estructurales del edificio.

CONDICIONES QUE SE CUMPLEN.

- a) No hay excentricidad ya que la carga cae totalmente sobre la longitud del muro.
- b) $h / 25 = 240 / 25 = 9.6 > t = 10$ [cm]
 $l / 25 = 45 / 25 = 1.8 > t = 10$ [cm]
- c) Refuerzo con Malla Electrosoldada
 0.002 Refuerzo Horizontal ≥ 0.0020 Refuerzo Horizontal
 0.002 Refuerzo Vertical ≥ 0.0015 Refuerzo Vertical
- d) $l_c = 220$ [cm]
- e) El muro se anclara a la losa de concreto según sea su caso (azotea, entrepiso, cimentación), ver planos estructurales.

$$P_{nw} = P_R = 0.55 (0.7)(150)(220)(10) [1 - (0.8 \cdot 220 / 32 \cdot 10)^2]$$

$$P_R = 88617 \text{ [kg]} \gg P_n = 14063.28 \text{ [kg]}$$

- Diseño de estructuras de concreto conforme al reglamento ACI-318

► Por APLASTAMIENTO DEL CONCRETO.

$$A_g = (220)(10) = 2200 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$F_R = (0.85 F'c A_g) = 0.70 [(0.85)(150)(2200)] = 196350 \text{ [kg]} > 14063.28 \text{ [kg]}$$

Método Empírico (Diseño Estructural, Meli)

$$P_u = 0.55 f'_c A_s [1 - (l / 40h)^2]$$

l = altura

h = espesor

$$P_u = 0.55 (150)(10)(220) [1 - (240 / 40 \cdot 10)^2]$$

$$P_u = 116\,160 \text{ [kg]} > P_u$$

ARMADO DEL MURO. Armado Mínimo (refuerzo por cambios volumétricos).

$$t = 10 \text{ [cm]}$$

$$L = 100 \text{ [cm]}$$

$$H = 240 \text{ [cm]}$$

INTERIORES.

Requerida: $A_s = 1.2 \text{ [cm}^2\text{]}$ por cada metro (tanto vertical como horizontalmente)

Resistente: Malla electrosoldada 6 x 6 – 6 / 6 Diámetro = 0.488cm @15.24cm *por ambos lados*, por lo que el área es $A_s = 1.24 \text{ [cm}^2\text{]}$

EXTERIORES.

Requerida: $A_s = 1.8 \text{ [cm}^2\text{]}$ por cada metro (tanto vertical como horizontalmente)

Resistente: Malla Electrosoldada 6 x 6 – 6 / 6. $A_s = 1.24 \text{ [cm}^2\text{]}$.

Tenemos: $1.8 - 1.24 = 0.56$ $(5000/4200) = 0.667/071 = 0.94$, por lo que de ser necesario se colocará una varilla del # 3 a cada metro. Los castillos compensarán el acero necesario para cumplir con el mínimo especificado por las NTC-C

Se colocará varillas del No. 3 @ 40 cm para que se cumpla el requisito de continuidad, el muro con la losa y los muros de planta baja con los muros de planta alta (ver planos de uniones), esto hará que la estructura responda de manera conjunta a los esfuerzos. Además se pondrán "castillos" en las uniones de muros, ver planos estructurales, para suministrarle rigidez a la estructura y ésta se comporte de manera monolítica.

CIMENTACIÓN

El refuerzo se extenderá de la longitud de desarrollo de la varilla más gruesa o del paquete de varilla, en caso de losa y zapata de cimentación la longitud no será menor a 30 [cm].
NTC-CONCRETO SECC. 6.5.2.4

► *Para anclaje a cimentación # 3 @ 40 [cm]*

REVISIÓN DE MUROS A FUERZA HORIZONTAL

Ya que tomemos las fuerzas sísmicas procederemos a la determinación de la resistencia de los muros. Iniciando con planta baja ya que es ahí donde se presenta la mayor fuerza sísmica (Cortante Basal).

● FUERZA CORTANTE.

La fuerza cortante, V_{CR} que toma el concreto en muros se determinara con el criterio siguiente (NTC Concreto) 6.5.2.5

$$1) H / L < 1.5 \quad V_{CR} = 0.85 F_R (\sqrt{f^*c}) t L$$

$$2) H / L \geq 2.0 \quad \text{si } p < 0.015 \quad V_{CR} = F_R t d (0.2 + 20p) (\sqrt{f^*c})$$

$$\text{si } p \geq 0.015 \quad V_{CR} = 0.5 F_R t d (\sqrt{f^*c})$$

t = espesor del muro

d = peralte efectivo del muro (0.8L)

L = longitud del muro.

3) Cuando H / L esté comprendido entre 1.5 y 2.0 se interpolara linealmente.

- El muro con aberturas, para valuar la fuerza cortante que toma el concreto en los segmentos verticales entre aberturas ó entre una abertura y un borde, se tomara la mayor relación altura a longitud entre la del muro completo y la del segmento considerado.

DIRECCIÓN X.

Acero Vertical = 1.2 cm²

Acero Horizontal = 1.2 cm²

- Muros Interiores: $p = 1.2 / (100) (10) = 0.0012 * 2 = 0.0024$ (cuantía total, por refuerzo vertical y horizontal en un metro)
- Exterior Exteriores: $p = 1.8 / (100)(10) = 0.0018 * 2 = 0.0036$ (cuantía total, por refuerzo vertical y horizontal en un metro)

$F_R = 0.8$ (cortante)

$f^*c = 120$ [kg / cm²]

$t = 10$ [cm]

$p = 0.0012$

$d = 0.8L$

$H_m = 2.40$ [cm]

$F_{AE} = 1$ si $H / L \leq 1.33$

$F_A = [1.33 (L / H)]^2$ si $H/L > 1.33$

$V_{CR} = 0.85 F_R (\sqrt{f^*c}) t L$

$V_{CR} = F_R t d (0.2 + 20p) (\sqrt{f^*c})$

A lo mas tenemos 0.0024 en muros interiores y 0.0036 en muros exteriores ($p < 0.015$), por lo que ocuparemos $V_{CR} = F_R t d F_{AE} (0.2 + 20p) (\sqrt{f^*c})$.

Se colocará en una columna el cortante obtenido ocupando siempre la fórmula de $V_{CR} = F_R t d (0.2 + 20p) (\sqrt{f^*c})$ [(**caso (a)**)] esto tomaría un rango más crítico. Y en la otra columna se colocara el cortante que se tiene cuando se cumpla la condición de $H/L < 1.5$ entonces $V_{CR} = 0.85 F_R F_{AE} (\sqrt{f^*c}) t L$ [**caso (b)**]. En ambos casos se multiplica por el factor FAE para modificar el área bruta y así obtener el área efectiva del muro (Método Simplificado)

La localización de los Muros se encuentra en el primer Plano de Estructuración de Azotea (Bajada de Cargas).

Dirección X

Muro	Long. [cm]	Hm / L m	d [cm] (0.8L)	FAE	t[cm]	0.2 + 20p	VCR Caso (a) [kg]	VCR Caso (b) [kg]
1	350 230 mín	1.043	184	1	10	0.272	4386	17132
2	160	1.5	128	0.786	10	0.272	2398	2398
3	60	4	48	0.110	10	0.248	114	114
4	70	$\frac{180}{70}=2.57$	56	0.267	10	0.248	325	325
5	100	2.4	80	0.307	10	0.248	534	534
6	200	1.2	160	1	10	0.248	3477	14898
7	45	5.3	36	0.062	10	0.248	48	48
8	200	1.2	160	1	10	0.248	3477	14898
9	290 170 mín	1.4	136	0.887	10	0.272	2875	11232
10	200 80 mín	3.0	64	0.196	10	0.272	299	299
							$\Sigma=17933$	$\Sigma=61878$

Por simetría de estructura la sumatoria se multiplicara por 2 para así poder contar con los otros muros de la casa contigua.

Caso (a)

- $17933 * 2 = 35\ 866$ [kg]
- $V_{cr} = 35\ 866$ [kg]
- $V_{basal} = 16057$ [kg]
- $V_{cr} = 35866\ kg \gg V_u = 16\ 057\ kg$

Caso (b)

- $61878 * 2 = 123\ 756$ [kg]
- $V_{cr} = 123\ 756$ [kg]
- $V_{cr} = 123\ 756\ kg \gg \gg V_u = 16\ 057\ kg$

Dirección Y

Muro	Log- [cm]	Hm / Lm	d [cm] (0.8L)	FAE	t [cm]	0.2 + 20p	VCR [kg] Caso (a)	VCR [kg] Caso (b)
A	890	0.27	712	1	10	0.272	16971	66296
B	340	0.71	272	1	10	0.248	5911	25326
C	220	1.09	176	1	10	0.248	3825	16387
D	150	1.6	120	0.691	10	0.248	1802	1802
E	220	1.09	176	1	10	0.248	3825	16387
F	890	0.27	712	1	10	0.248	15474	66296
							Σ=47808	Σ=92093

Los Muros A, B, C, D y E, su cortante resistente se multiplicará por dos, por la simetría que presenta la estructura.

Caso (a)

- $V_{cr} = (32334 \times 2) + 15474 = 80\ 142$ [kg]
- $V_{cr} = 80\ 142$ kg >> $V_u = 16\ 057$ [kg]

Caso (b)

- $V_{cr} = (121198 \times 2) + 66296 = 318\ 692$ [kg]
- $V_{cr} = 318\ 692$ [kg] >>>> $V_u = 16057$ [kg]

Se puede observar que en ambas direcciones nuestro cortante (VCR) es mayor que la fuerza sísmica, por lo tanto, los muros en ambas direcciones resisten. Y que aún en el caso más conservador nuestro cortante resistente es mucho mayor que al actuante.

La revisión de los muros de planta alta se puede obviar dado que la cantidad de muros y su distribución son idénticas a los de la planta baja, lo que nos lleva a concluir que esos muros resisten adecuadamente.

“DISEÑO DE LOSA”

➤ DISEÑO DE LOSA DE AZOTEA

El método de análisis empleado es el que se dispone en la NTC para Concreto (6.3), en lo cual se refiere a losas apoyadas en su perímetro.

Datos de Diseño:

$$F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy_{\text{malla}} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy_{\text{var.}} = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F.C. = 1.4$$

$$FR = 0.9 \text{ (flexión)}$$

$$FR = 0.8 \text{ (cortante)}$$

Tablero más crítico: I, $a_1=3.00 \text{ m}$ y $a_2 = 5.20 \text{ m}$

Cargas Lineales

Para el Tablero VI. (N.T.C. de Concreto Secc. 6.3.4).

Por carga de Tinacos se tiene una carga lineal de $w = 1116.64 \text{ kg/m}$. por lo que la carga uniforme equivalente debida a los tinacos es:

$$W = (1116.64 * 2.20) / (2.20 * 1.75) = (\text{peso debido a tinacos} / \text{área total del tablero})$$

$$W = 638.08 \text{ kg/m}^2$$

Por relación de lados y muro paralelo, el factor es 1.7

$$W = 638.08 (1.7) = 1085 \text{ kg/m}^2$$

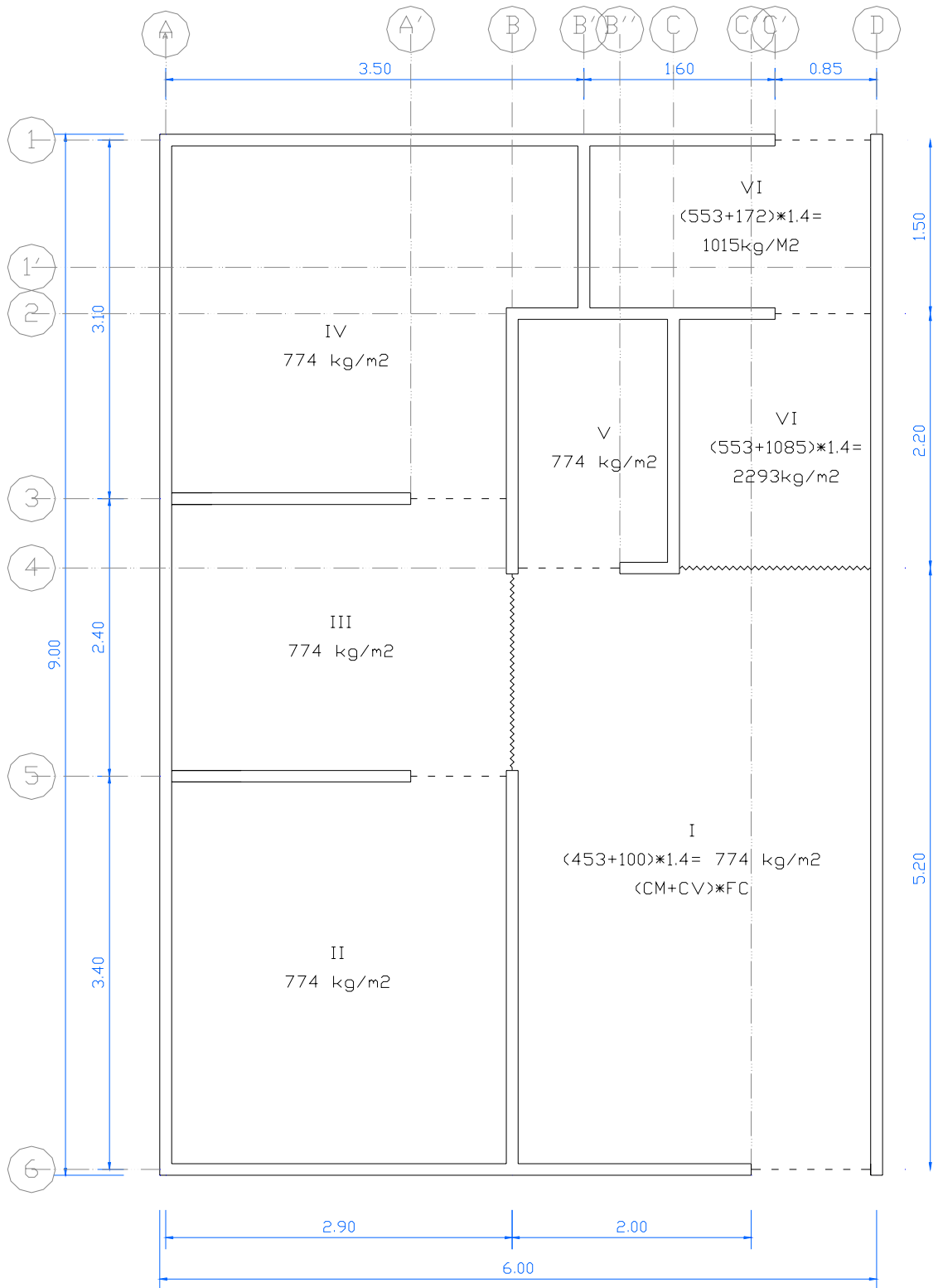
Para el Tablero VII

$$W = [(1116.64 * 0.4) / (2.4 * 1.5)] = 124.07 \text{ kg/m}^2$$

Por relación de lados y muro paralelo, el factor es 1.383

$$W = 124.07 * 1.383 = 171.6 \text{ kg/m}^2$$

➤ **CARGAS SOBRE LOSA DE AZOTEA**



Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas se calculara con los coeficientes de la tabla 6.1 si se satisface lo siguiente:

- a) Los tableros son aproximadamente rectangulares.
- b) La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero.
- c) Los momentos flexionantes negativo en el apoyo común de los tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50 % del menor de ellos.
- d) La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos.

$$100 / 553 = 0.18$$

Para valores intermedios de m, se interpolara linealmente.

$a_1 / a_2 > 0.5$ * Franjas centrales ancho igual a la mitad del claro paralelo a ellas.

* Franjas extremas igual a la cuarta parte del mismo.

$a_1 / a_2 < 0.5$ * Franja central ancho igual a $(a_1 - a_2)$.

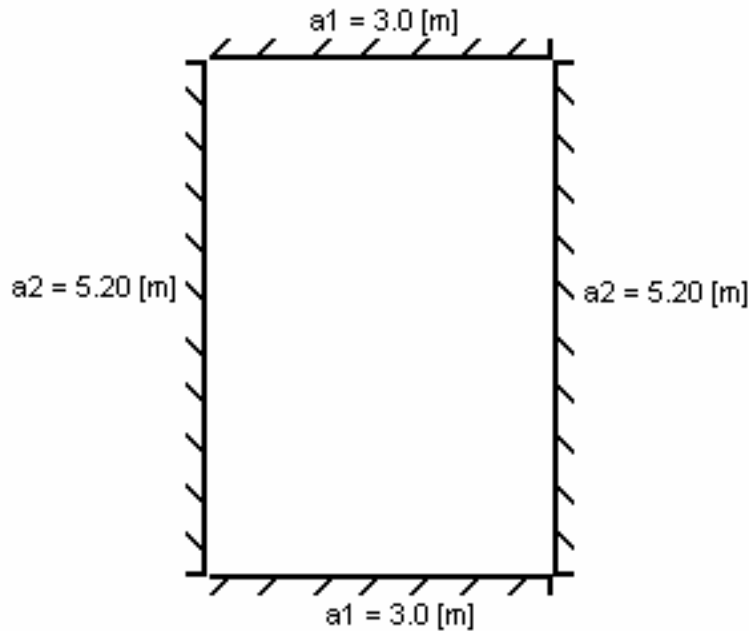
* Franja extrema ancho igual a $(a_1 / 2)$.

A fin de doblar varillas y aplicar los requisitos de anclaje del acero se supondrán líneas de inflexión a $1/16$ del claro corto desde los bordes de tablero para momento positivo, y a $1/5$ del claro corto desde los bordes del tablero para momento negativo.

CÁLCULO DEL PERALTE.

Consideramos para el cálculo el tablero de mayor perímetro. Las Características del tablero con el que estableceremos el peralte y aplicando la tabla 6.1 NTC CONCRETO podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre 250 (se considerar un concreto clase uno debido al módulo de elasticidad que tenemos $15100\sqrt{f'c}$), se incrementará en un 25 % la longitud de los tableros de los

lados discontinuos para losas monolíticas. Además el peralte obtenido se deberá multiplicar por el factor $0.034 \sqrt[4]{(fsW)}$ debido a que no se cumple con estas condiciones $fs \leq 2520$ [kg / cm²] y $W \leq 380$ [kg / m²]. Expresión en la cual fs es un esfuerzo admisible que puede ser considerado como $0.6 f_y$ y W es la carga de servicio.



$$f_s = 5000(0.6) = 3000 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$W = 553 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$0.032 \sqrt[4]{(f_s W)} = 0.032 \sqrt[4]{(3000 * 553)} = 1.15$$

$$d = \{[(300)(1.25) + 300 + 520 + 520] / 250\} (1.15) = (6.86)(1.10) = 7.889$$

2 [cm] de recubrimiento $9.89 \approx 10$ [cm] de peralte mínimo.

Por lo que no se tendrá que revisar lo estados límites de servicio, ya que cumplimos con el requisito de peralte mínimo.

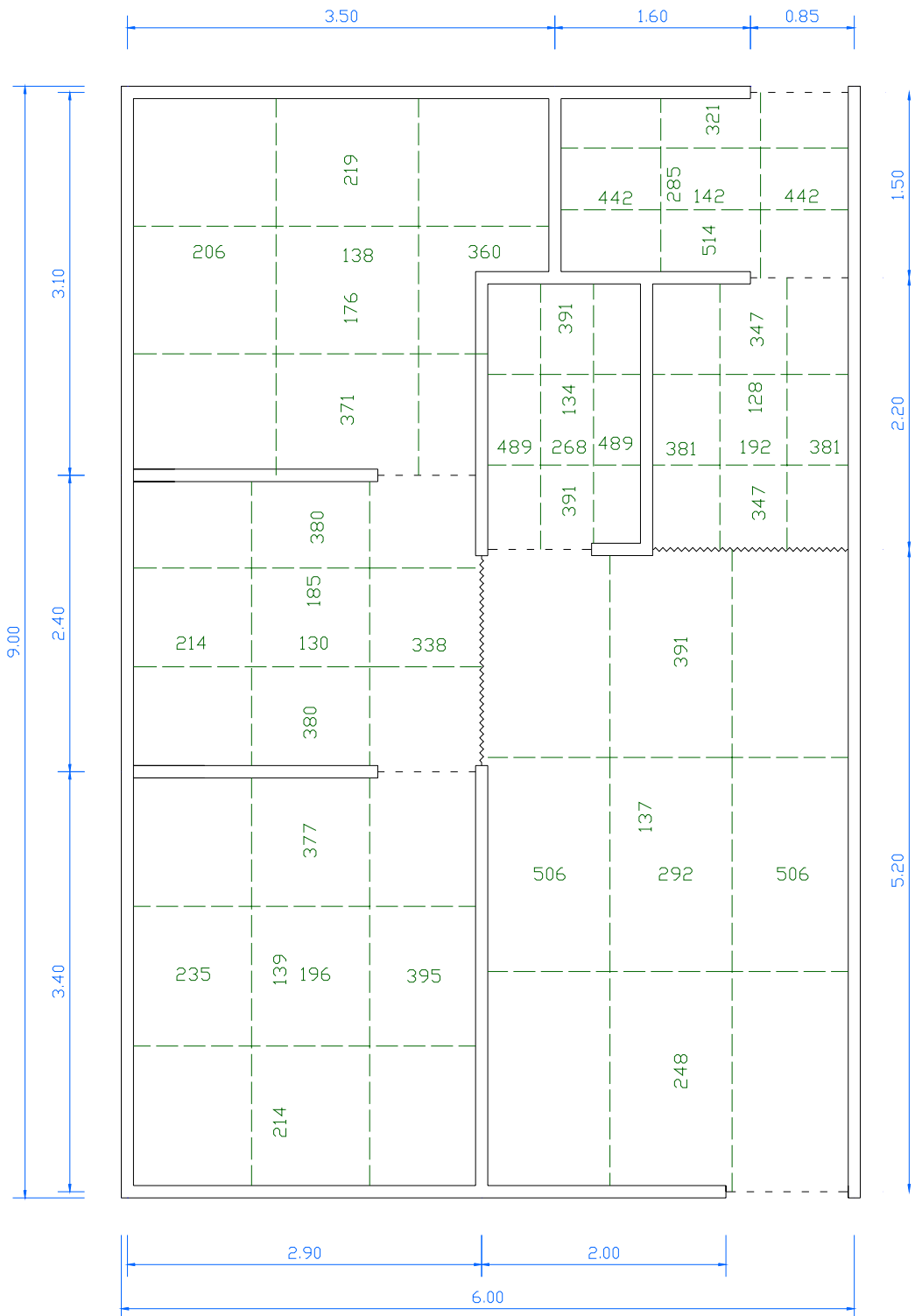
A continuación se presenta el cálculo de los momentos últimos por unidad de ancho en las franjas centrales de cada tablero utilizando la *tabla 6.1 Coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales*, (las cuales son las más críticas) de las N.T.C de Concreto.

Tablero	a1 [m]	a2 [m]	a1 / a2	Carga a Wu [kg/m ²]	Mu=10(exp- 4)*Wu*a1 ² * coeficiente	Corto Mu [kg/m]			Largo Mu [kg/m]		
						Cont.	Positivo	Disc. ó Cont	Cont	Positivo	Disc. ó Cont
I	3.0	5.20	0.57≈0.60	774	0.6966 x coef	-353	203	-353	-272	95	-173
II	2.90	3.40	0.85	774	0.6509 x coef	-257	128	-153	-245	91	-139
III	2.40	2.90	0.83≈0.85	774	0.4458 x coef	-169	83	-169	-151	58	-95
IV	3.10	3.50	0.88≈0.90	774	0.7438 x coef	-276	131	-163	-268	103	-153
V	1.30	2.20	0.59≈0.60	774	0.1309 x coef	-64	35	-64	-52	18	-52
VI	1.75	2.20	0.79≈0.80	2293	0.7022 x coef	-268	135	-268	-244	90	-244
VII	1.50	2.45	0.61≈0.60	1015	0.2283 x coef	-117	65	-73	-101	32	-101

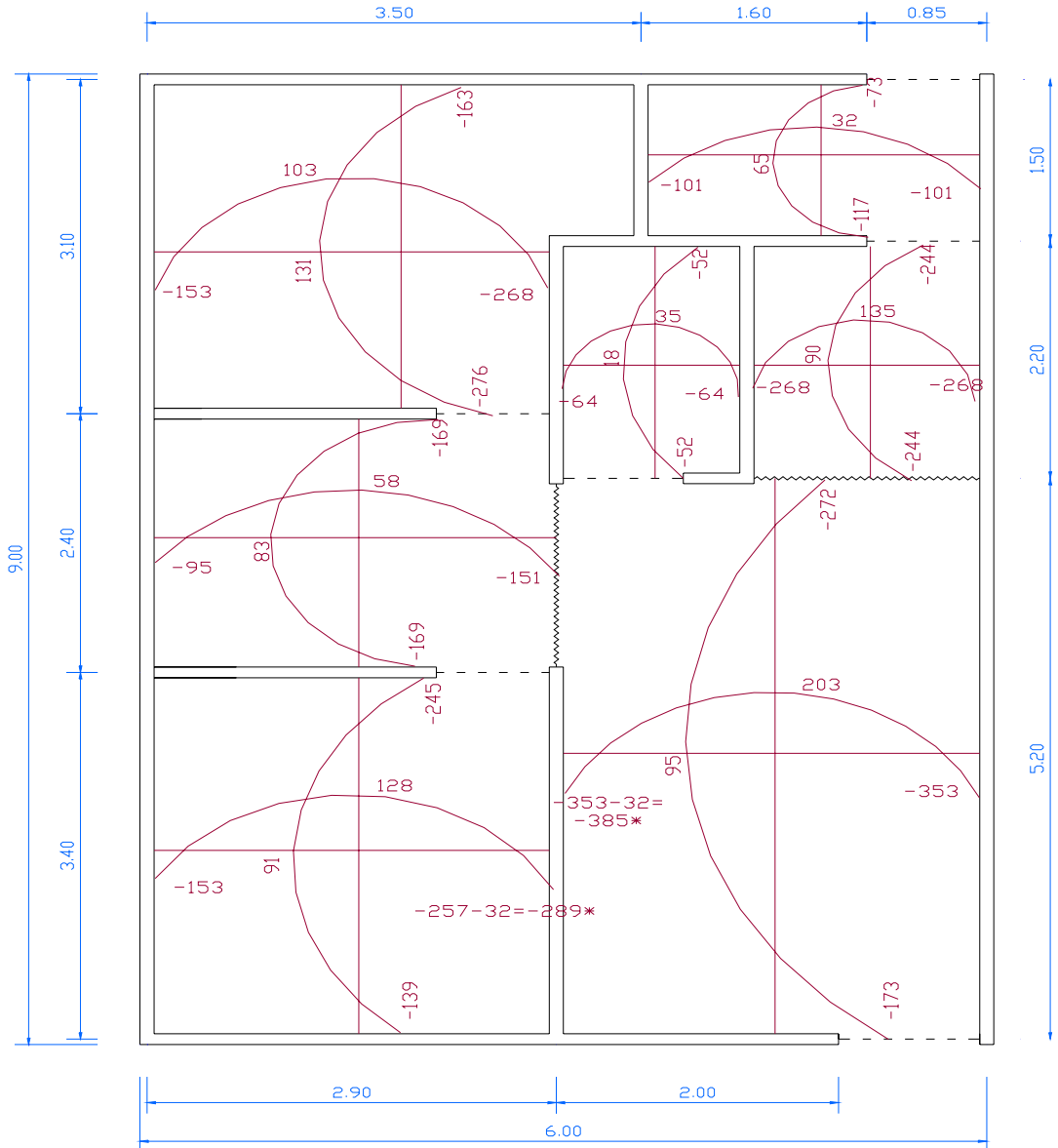
En el siguiente croquis se dan los coeficientes para el cálculo del momento flexionante utilizando la tabla 6.1 de la NTC de Concreto.

Se considera que la losa se encuentra colada monolíticamente con sus apoyos.

COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DEL MOMENTO FLEXIONANTE



**MOMENTOS FLEXIONANTES ÚLTIMOS EN FRANJAS CENTRALES DE
TABLEROS EN LOSA DE AZOTEA
[KG * M]**



* En los tableros I y II se encuentran en los bordes los mayores momentos y al ser distintos, tenemos que distribuir 2/3 del momento de desequilibrio entre los dos tableros. (NTC Concreto, Secc. 6.3.3.3)

ARMADO DE LOSA

Establecemos el armado mínimo reglamentario, el cual lo obtenemos de la fórmula que establecen las NTC de Concreto y nos da una separación máxima equivalente a 3.5 veces el peralte total de la losa.

Área de acero mínimo (cambios volumétricos):

$$a_{s1} = 660x1 / f_y(x1 + 100) \text{ [cm}^2 / \text{cm]}$$

$x1$ = dimensión mínima de miembro medida perpendicularmente al refuerzo.

$$a_{s1} = 660(10) / 5000(10 + 100) = 0.012$$

No se multiplicará por 1.5 (por intemperie) debido al “recubrimiento” de la impermeabilización, el cual es de 8 cm en promedio.

$$A_s = (0.012)(100) = 1.2 \text{ [m}^2]$$

$$6 \times 6 - 6 / 6$$

$$A_{smalla} = 1.247 \text{ [cm}^2 / \text{m]}$$

Por lo que con el área de acero que aporta la malla electrosoldada es suficiente.

Recubrimiento no menor a 0.75 de la tabla 4.5. (NTC Concreto)

Clasificación de la exposición B'

$$f'_c = 200 \text{ [kg / cm}^2]$$

$$\text{Recubrimiento} = 4(0.75) = 3.0 \text{ [cm]}$$

Separación máxima por cambios volumétricos, es de 15.24 [cm]

$$\text{Separación máxima } S_{max} = 3.5h = 3.5 (10) = 35 \text{ [cm]} > 15.24 \text{ [cm]}$$

- *Se quedara la malla electrosoldada 6 x 6 – 6 / 6 Φ 4.88 [mm]*
- *Separaría 15.24 [cm] en ambos sentidos.*

REVISIÓN DE ESTADO LÍMITE DE SERVICIO EN TABLERO I

(Al cumplir con el peralte mínimo propuesto por las normas no es necesario revisar el estado límite de servicio, sin embargo se realizará con fines de revisión)

A) EN SENTIDO LARGO.

$$W_s = 453 + 100 = 553 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$W_s = 553 \text{ [kg / m}^2\text{]} (1[\text{m}]) = 553 \text{ [kg / m]}$$

$$\text{Longitud del claro (L)} = 520 \text{ [cm]}$$

$$E_s = 2100000 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$E_c = 184\,936 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f'c = 200 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$I_e = [\text{Mag} / \text{Mmax}]^3 I_g + [1 - [\text{Mag} / \text{Mmax}]^3] I_{ag}$$

Donde: $\text{Mag} = Ff * I_g / h^2$ momento de agrietamiento.

Mmax = momento flexionante máximo correspondiente al nivel de carga para la cual se estima la deflexión.

h^2 = distancia entre el eje neutro y la fibra mas esforzada a tensión.

I_{ag} = momento de inercia de la sección transformada agrietada.

I_g = momento de inercia.

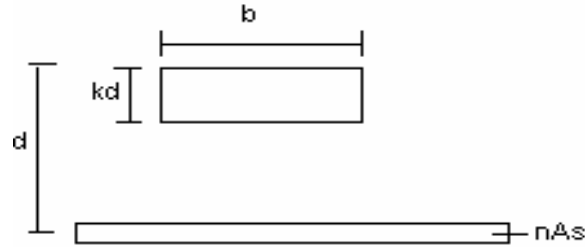
Ff = modulo de rotura = $1.4 \sqrt{f'c}$

DATOS:

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

$$d = 8 \text{ [cm]}$$

$$n = E_s / E_c = 2100000 / 184936 = 11.36$$



$A_s =$ Malla electrosoldada 6x6 - 6/6

$$A_s = 6.66667 (0.488^2 \cdot \pi / 4) = 1.246 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$nA_s = 14.165 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$I_g = 100 (10^3) / 12 = 8333.33 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$B = (b) / (nA_s) = 100 / (11.36 \cdot 1.246) = 7.065 \text{ [cm]}$$

$$K_d = (\sqrt{(2dB + 1)} - 1) / B$$

$$K_d = (\sqrt{(2 \cdot 8 \cdot 7.065 + 1)} - 1) / 7.065 = 1.64 \text{ [cm]}$$

$$I_{ag} = [b(kd)^3 / 3] + (nA_s)(d - kd)^2$$

$$I_{ag} = [100(1.64)^3 / 3] + (14.165)(8 - 1.64)^2 = 720 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$F_f = 2 (\sqrt{200}) = 28.28$$

$$h_2 = d - kd = 8 - 1.64 = 6.36 \text{ cm}$$

$$M_{ag} = F_f I_g / h_2 = 28.28 \cdot 8333.33 / 6.36 = 37055 \text{ [kg.cm]}$$

$$M_{max} = 9500 \text{ [kg.cm]}$$

$$I_e = [M_{ag} / M_{max}]^3 I_g + [1 - [M_{ag} / M_{max}]^3] I_{ag}$$

$$I_e = [37055 / 9500]^3 \cdot 8333.33 + [1 - [37055 / 9500]^3] \cdot 720 = 452518 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$I_e = 452518 \gg I_g = 8333.33 \text{ [cm}^4\text{]}$$

- Por lo que se tomará I_g .

$$\blacklozenge \text{ Deflexión inmediata} = W_s l^4 / 384 E_c I_e = [(5.53) (520)^4] / [(384)(184936)(8333.33)]$$

$$\text{Deflexión inmediata} = 0.683 \text{ [cm]}$$

- ◆ Deflexión diferida. Se multiplica la deflexión inmediata por el factor de concreto clase 1.

$$2 / (1 + 50 p')$$

p' = cuantía de acero a compresión.

$$p = 0$$

$$\text{factor} = 2$$

$$\text{Deflexión diferida} = (0.683)(2) = 1.37$$

- ◆ Deflexión total = $0.683 + 1.37 = 2.05$ [cm]

- ◆ Deflexión permitida = $(520 / 240) + 0.5 = 2.6$ [cm]

$$2.6 > 2.05 \text{ [cm]}$$

REVISION DE ESTADO LIMITE DE SERVICIO EN TABLERO 1

B) EN SENTIDO CORTO

$$W_s = 453 + 100 = 553 \text{ [kg / m}^2\text{]}$$

$$W_s = 553 \text{ [kg / m}^2\text{]} (1[\text{m}]) = 553 \text{ [kg / m]}$$

$$\text{Longitud del claro (L)} = 300 \text{ [cm]}$$

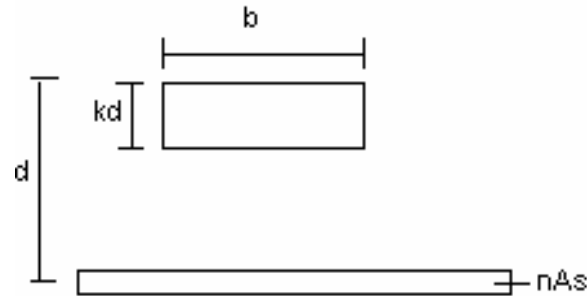
$$I_e = [\text{Mag} / \text{Mmax}]^3 I_g + [1 - [\text{Mag} / \text{Mmax}]^3] I_{ag}$$

DATOS:

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

$$d = 80 \text{ [cm]}$$

$$n = E_s / E_c = 2100000 / 184936 = 11.36$$



$A_s =$ Malla electrosoldada 6x6 - 6/6

$$A_s = 6.66667 (0.4882 * \pi / 4) = 1.246 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$nA_s = 14.165 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$I_g = 100 (10^3) / 12 = 8333.33 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$B = (b) (/ (nA_s) = 100 / (11.36 * 1.246) = 7.065 \text{ [cm]}$$

$$K_d = (\sqrt{(2dB + 1) - 1}) / B$$

$$K_d = (\sqrt{(2 * 8 * 7.065 + 1) - 1}) / 7.065 = 1.64 \text{ [cm]}$$

$$I_{ag} = [b(k)^3 / 3] + (nA_s)(d - kd)^2$$

$$I_{ag} = [100(1.64)^3 / 3] + (14.165)(8 - 1.64)^2 = 720 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$F_f = 2 (\sqrt{200}) = 28.28$$

$$h_2 = d - kd = 8 - 1.64 = 6.36 \text{ cm}$$

$$M_{ag} = F_f I_g / h_2 = 28.28 * 8333.33 / 6.36 = 37055 \text{ [kg.cm]}$$

$$M_{max} = 20300 \text{ [kg.cm]}$$

$$I_e = [M_{ag} / M_{max}]^3 I_g + [1 - [M_{ag} / M_{max}]^3] I_{ag}$$

$$I_e = [37055 / 20300]^3 8333.33 + [1 - [37055 / 20300]^3] 720 = 47024 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$I_e = 47024 \gg I_g = 8333.33 \text{ [cm}^4\text{]}$$

- Por lo que se tomará I_g .

$$\blacklozenge \text{ Deflexión inmediata} = W_s l^4 / 384 E_c I_e = [(5.53)(300)^4] / [(384)(184936)(8333.33)]$$

$$\text{Deflexión inmediata} = 0.08$$

- ◆ Deflexión diferida. Se multiplica la deflexión inmediata por el factor de concreto clase 1.

$$2 / (1 + 50 p')$$

p' = cuantía de acero a compresión.

$$p = 0$$

$$\text{factor} = 2$$

$$\text{Deflexión diferida} = (0.08)(2) = 0.16$$

- ◆ Deflexión total = $0.16 + 0.08 = 0.24$ [cm]

- ◆ Deflexión permitida = $(300 / 240) + 0.5 = 1.75$ [cm]

$$1.75 > 0.24 \text{ [cm]}$$

REVISIÓN POR FLEXIÓN.

DATOS:

- $A_s = 1.246 \text{ cm}^2$
- $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- $d = 8 \text{ cm}$
- $F_R = 0.9$

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5q)$$

$$p = A_s / bd = 1.246 / (100 * 8) = 0.00156$$

$$q = p f_y / f'_c = 0.00156 * 5000 / 136 = 0.0574$$

$$M_R = (0.9) (1.246) (5000) (8) [1 - (0.5 * 0.0574)]$$

$$M_R = 43\ 568 \text{ kg cm} = 436 \text{ kg m}$$

$$M_u = 385 \text{ kg m}$$

$$M_R = 436 \text{ kg m} > M_u = 385 \text{ kg m}$$

El cual resulta mayor que cualquiera de los momentos últimos de la losa.

REVISIÓN DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

Se supondrá que la sección crítica se encuentra a un peralte efectivo del paño del apoyo. La fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se calculará con la expresión:

$$V_u = (a_1 / 2 - d) (0.95 - 0.5 (a_1 / a_2)) W_u$$

Cuando halla bordes continuos y bordes discontinuos, V_u se incrementara en 15 %.

La Resistencia de la Losa a fuerza cortante se supondrá igual a:

$$V_R = 0.5 F_R b d \sqrt{f^*c}$$

TABLEROS MAS CRÍTICOS (I), (VI), (VII).

$$V_{uI} = (3/2 - 0.08) (0.95 - 0.5 (3/5.20))(774)(1.15) = 836 \text{ [kg]}$$

$$V_{uVI} = (1.75/2 - 0.08)(0.95 - 0.5 (1.75/2.20))(2293) = 1007 \text{ [kg]}$$

$$V_{uVII} = (1.50/2 - 0.08)(0.95 - 0.5 (1.50/2.45))(1015)(1.15) = 504 \text{ [kg]}$$

$$V_R = 0.5 (0.8) (100)(8)(\sqrt{160}) = 4047 \text{ [kg]}$$

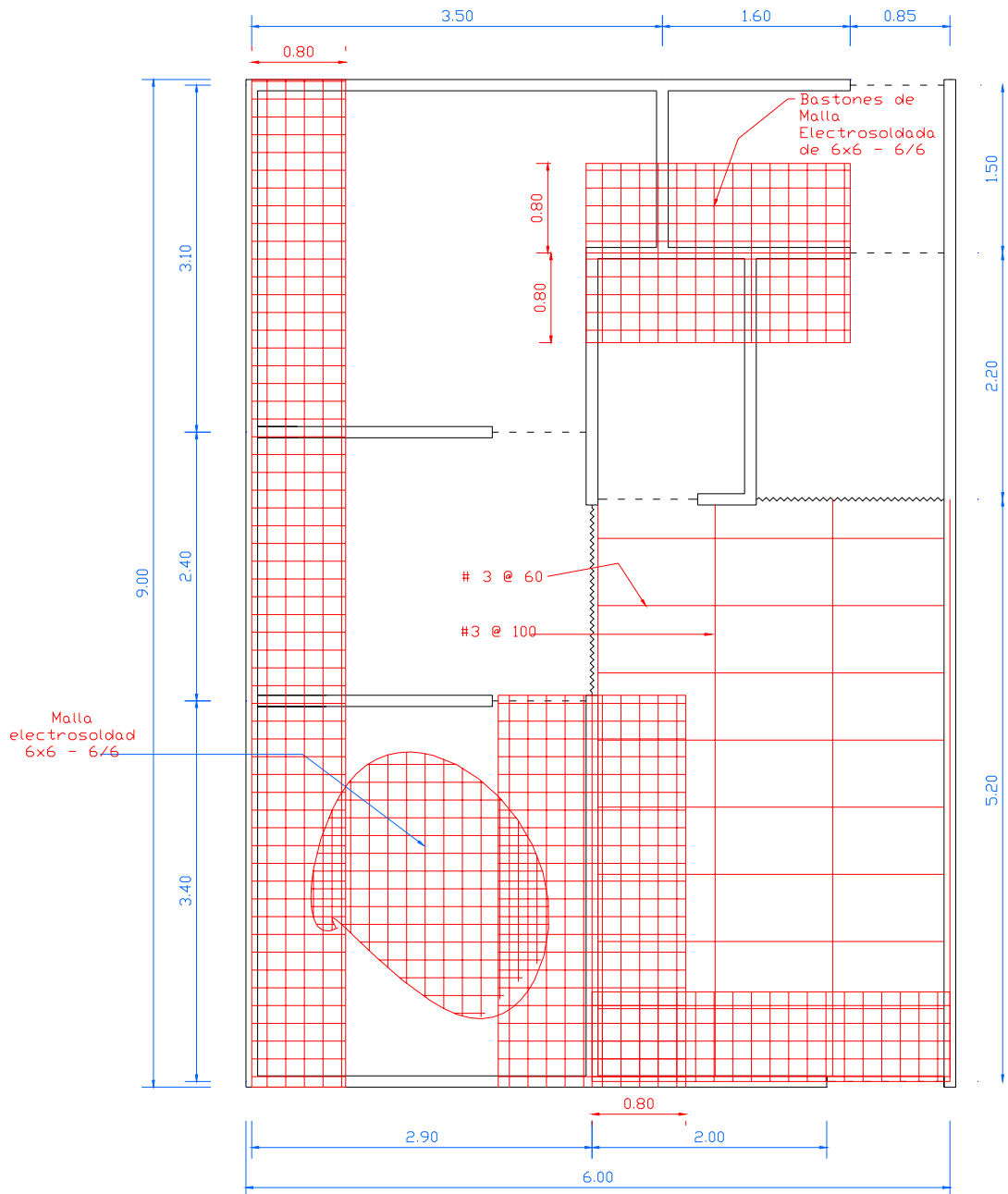
$$V_R = 4047 \text{ [kg]} \gg V_{uI} = 1007 \text{ [kg]}$$

La losa resiste al esfuerzo cortante.

En resumen, se colocará malla electrosoldada de 6x6-6/6 como refuerzo mínimo por cambios volumétricos y se empleará varillas de refuerzo del No. 3 para unir la losa con el muro, las cuales van a ir a cada 40 cm de separación y con una longitud según se especifica en planos de uniones. Para el momento negativo se colocará malla electrosoldada de ancho igual a 80cm, la cual actuara como “bastones” (ver plano de losa) para tomar este momento, esta malla irá al costado de los muros, ésta es para compensar la perdida de acero negativo en los bordes de cada tablero.

Como refuerzo adicional en el Tablero 1 se colocara una varilla del # 3 @ 100cm en sentido largo y otra varilla del # 3 @ 60 cm en el sentido corto, esto debido a que por estado límite de servicio se aproxima mucho a la deflexión permitida por el reglamento.

ARMADO DE LOSA

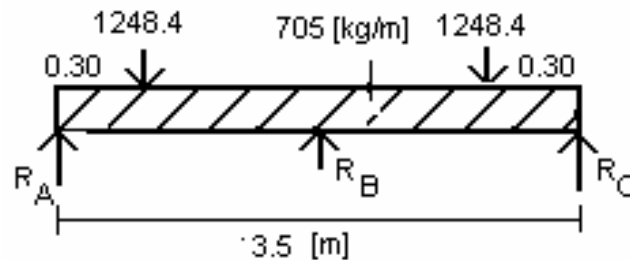


Debido a que la losa de Azotea es más crítica, la losa de entrepiso se diseñara de manera similar (acero mínimo), nada más que en la losa de entrepiso en los muros de interior que llegan a ella no se le coloca varillas de refuerzo, sólo en los muros de borde, en cambio, tanto los muros interiores como de borde que llegan a la azotea llevan acero de refuerzo del No. 3 @ 40 cm para que se logre un buen comportamiento de la estructura. Ver detalles de Conexiones Losa – Muros.

“DISEÑO DE TRABES”

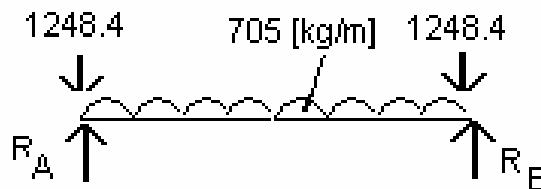
TRABE 4 C-D

Se considera un apoyo fijo y dos libres para simplicidad del cálculo, además que así se presentan condiciones un poco más críticas.

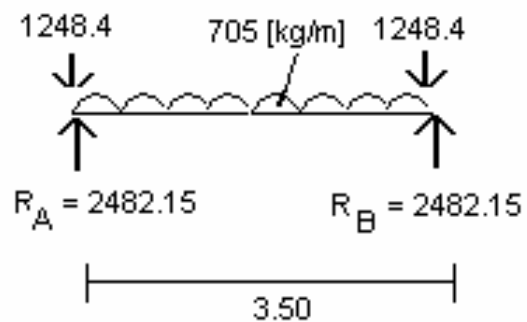


CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

Se resolverá por el método de las Flexibilidades.



ESTADO REAL



$$\Sigma MA = 0$$

$$RB (3.5) - 1248.4 (0.30) - 1284.4(3.2) - 2467.5(1.75) = 0$$

$$RB = 2482.15 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$-1248.4 - 2467.5 - 1248.4 + 2482.15 = RA$$

$$RA = 482.15 \text{ [kg]}$$

Ecuaciones de Momento

$$M = 2482.15x - 705x^2 / 2 - 1248.4(x - 0.30) - 1248.4 (x - 3.20)$$

$$M_{x=0.30} = 712.92 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=0.31} = 723.11 \text{ [kg.m]}$$

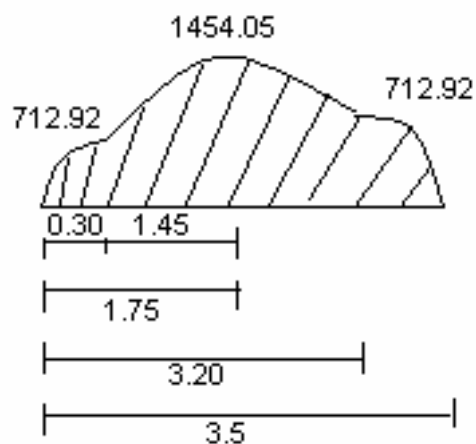
$$M_{x=1.75} = 1454.05 \text{ [kg.m]}$$

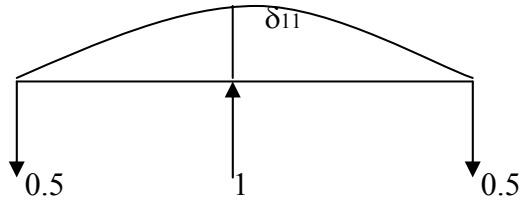
$$M_{x=3.2} = 712.92 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=3.21} = 620.18 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=3.50} = 0 \text{ [kg.m]}$$

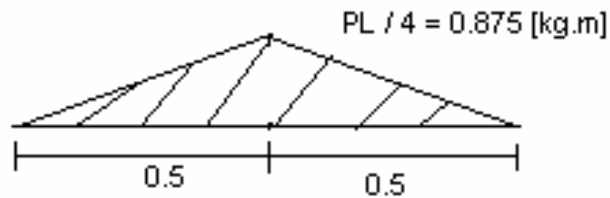
Diagrama de Momento Flexionante



ESTADO VIRTUAL

Ecuación de Momento Flexionante

$$M_x = -0.5x + (x - 1.75)$$



$$M_{x=0.30} = -0.15 \text{ kg m}$$

$$M_{x=1.75} = -0.875 \text{ kg m}$$

$$M_{x=3.20} = -0.15 \text{ kg m}$$

Datos de Diseño

$$f'c = 200 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f_y = 4200 \text{ [kg / cm}^2\text{]} \text{ (armado longitudinal)}$$

$$f_y = 2530 \text{ [kg / cm}^2\text{]} \text{ (estribos)}$$

$$f^*c = 0.80 f'c = 120 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f'c = 0.85 f^*c = 102 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f'c < 250 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$b = 0.10 \text{ [m]}$$

Deformación en el paso 1 (donde estaba la carga).

$$\Delta_1 = 0$$

$$\Delta_1 = \Delta_{10} + F_1 \delta_{11} = 0 \dots \dots \dots (a)$$

De la tabla de áreas, página 35, del libro de Apuntes de Análisis Estructural, Facultad de Ingeniería, UNAM. Tenemos:

$$\Delta_{10} = (5/12)(0.30)(712.92)(-0.15) + (1/2)(1.45)(712.92)(-0.5-0.875) + \\ (1/2)(1.45)(712.92)(-0.5-0.875) + (1/12)(1.45)(741.13)((-0.5)^3 + (-0.875)^3) + \\ (1/12)(1.45)(741.13)((-0.5)^3 + (-0.875)^3) + (5/12)(0.30)(712.92)(-0.5)$$

$$\Delta_{10} = -13.37 - 529.79 - 529.79 - 432.09 - 302.24 - 13.37$$

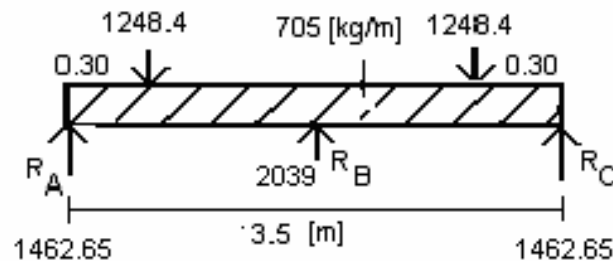
$$\Delta_{10} = -1820.65 \quad 1/EI$$

$$\delta_{11} = (1/3)(3.5)(-0.815)^2 = 0.893 \quad (1/EI)$$

De la ecuación (a)

$$-1820.65 \quad 1/EL + 0.893 \quad 1/EL = 0$$

$$F_1 = 2039 \text{ [kg]}$$



Cálculo de la Reacciones

$$R_C (3.5) - (1248.4)(0.30) - (2467.5)(1.75) - 1248.4(3.2) + (2039)(1.75) = 0$$

$$R_C = 1462.65 \text{ [kg]}$$

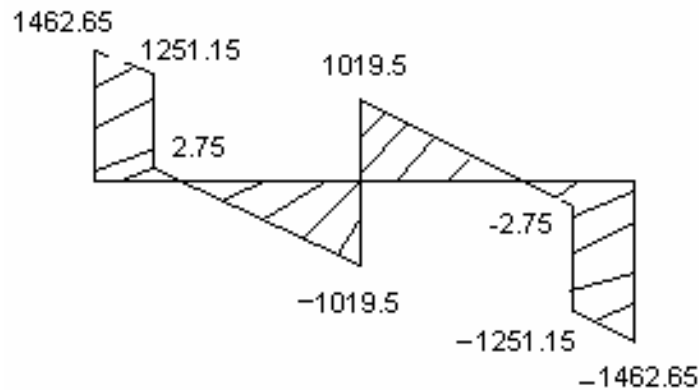
$$\sum f_y = 0 \quad -1248.4 - 2467.5 - 1248.4 + 1462.7 + 2034 = R_A$$

$$R_A = 1462.65 \text{ [kg]}$$

“Diagrama Real de Fuerza Cortante”

Ecuación de Fuerza Cortante:

$$V = 1462.65 - 750x - 248.4 + 20.39$$



$$V_u = 1462.65 \times F.C$$

$$V_u = 2047.71 \text{ [kg]}$$

“Diagrama Real de Momento Flexionante”

Ecuación de Momento Flexionante

$$M = 1462.65x - 705x^2 / 2 - 1248.4(x - 0.30) + 2039(x - 1.75) - 1248.4(x - 3.20)$$

$$M_{x=0.30} = 407.07 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=0.31} = 407.06 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=0.75} = 292.11 \text{ [kg.m]}$$

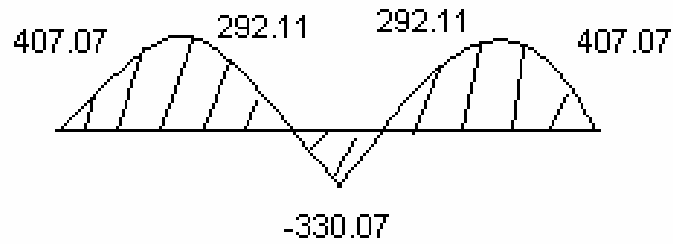
$$M_{x=1.75} = -330.07 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=1.76} = -319.91 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=3.20} = 407.07 \text{ [kg.m]}$$

$$M_{x=3.50} = 0 \text{ [kg.m]}$$

Diagrama de Momento Flexionante



$$M_u = 407.07 \times (FC)$$

$$M_u = 570 \text{ [kg.m]}$$

► DISEÑO DE FLEXIÓN.

CONDICIONES DE DISEÑO.

- $M_R = M_u$
- $P = \text{cuantía media } p = 0.0072$
- $b = 10 \text{ [cm]}$

$$A_s \text{ min} = (0.7(\sqrt{200}) / 4200)(10)(18) = 0.424 \text{ [cm}^2] \quad p = 0.0024$$

$$A_s \text{ máx.} = (136 \cdot 6000 \cdot 0.85 / 4200 \cdot (4200 + 6000))(10)(18)(0.75) = 2.186 \text{ [cm}^2] \quad p = 0.012$$

$$\text{Cuantía media} = 0.012 + 0.0024 / 2 = 0.0072$$

Momento resistente NTC-CONCRETO Secc. 2.2.4

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5q)$$

$$q = p f_y / f'_c = 0.0072 (4200) / 136 = 0.2223$$

$$M_u = 57000 = (0.9)(10)(d^2)(136)(0.222)[1 - 0.5(0.222)]$$

$$d = \sqrt{(57000 / 241.57)}$$

$$d = 15.36 \text{ cm. Por lo que tomaremos } d = 20 \text{ [cm]}$$

$$M_R = (0.9)(10)(18^2)(136)(0.222)(1 - 0.5(0.222)) = 78267 \text{ [kg.cm]}$$

$$\mathbf{M_R = 78267 \text{ [kg.cm]} > M_u = 57000 \text{ [kg.cm]}}$$

Por lo que tenemos:

$$A_s = 0.0072 (10)(18) = 1.296 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$1.296 / 0.71 = 1.82 \approx 2$$

- 2 # 3
- $A_s = 2(0.71) = 1.42 \text{ [cm}^2\text{]}$

► DISEÑO POR CORTANTE.

$$V_u = 2047.71 \text{ kg}$$

$$V_u < 2.5 FR bd \sqrt{f_c} \quad \text{NTC Concreto Secc. 2.5.2.4}$$

$$2047.71 < 2.5 (0.8)(10)(18)(\sqrt{160})$$

$$2047.71 < 4553.67 \text{ [kg]} \quad \text{Por lo que se acepta la Sección}$$

$$\text{Cuantía a tensión } p = 1.42 / (10 \cdot 18) = 0.0079 \quad \text{como } p < 0.015$$

$$V_{CR} = 0.8 (10)(18)(0.2 + 20(0.0079))(\sqrt{160}) =$$

$$V_{CR} = 652.09 \text{ [kg]}$$

Como $V_u > V_{CR}$ la "SEPARACION DE ESTRIBOS" estará dada por

$$S = FR A_v f_y d (\text{sen}\theta + \text{cos}\theta) / V_{SR}$$

A_v = área de acero transversal

$$\text{Tomamos estribos de alambre } \Phi \text{ } \frac{1}{4}'' \text{ de dos ramas } A_v = (0.32) (2) = 0.64 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 2047.71 - 652.09 = 1395.62 \text{ [kg]}$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$S = [(0.8) (0.64)(2530)(18)(1)] / 1395.62 = 16.71 \approx 15 \text{ [cm]}$$

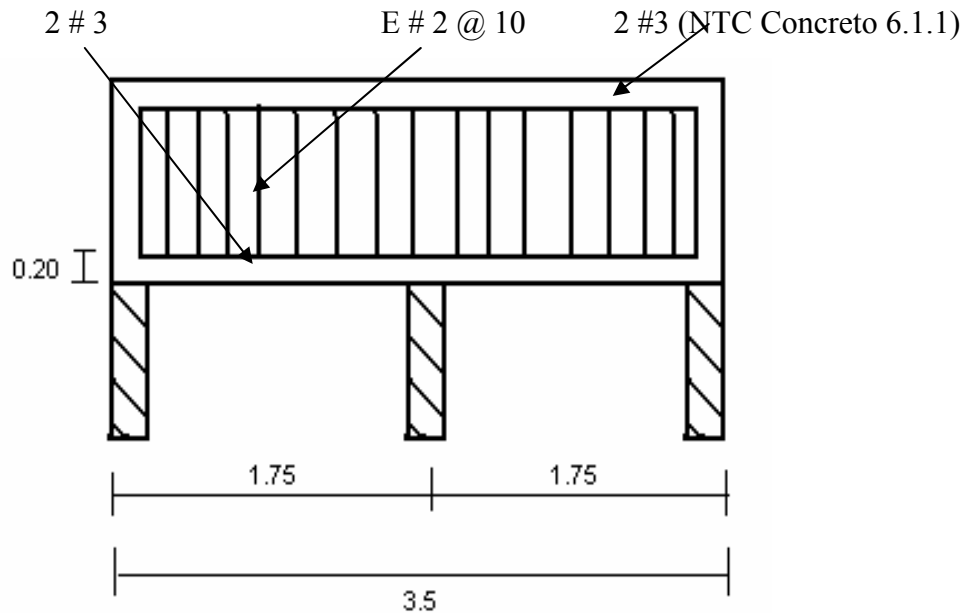
La separación de estribos tampoco puede exceder de $0.5 d$ si $V_{CR} < V_u \leq 1.5 F_r b d \sqrt{f^*c}$

$$V_u = 2047.71 < 1.5 (0.8)(10)(18)(\sqrt{160})$$

$$2047.71 < 2732.20$$

* $0.5(d) = 0.5[18]=9 \approx 10$ [cm] *Se tomara 10cm de separación de estribos.*

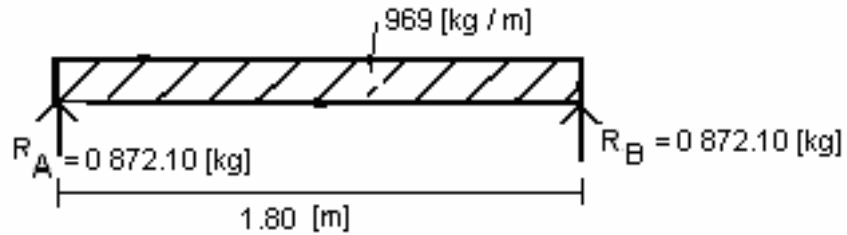
► ARMADO DE TRABE 4 (C-D) Azotea y Entrepiso



Por considerarse más crítica esta trabe (al tener más carga por bajada de carga del tinaco), la viga de entrepiso se diseñara de igual forma, ya que la trabe de azotea requiere de un porcentaje bajo de acero, es decir, presenta lo mínimo que se le solicita y aún así esta con un poco más de acero del que necesita realmente.

TRABE B 4 - 5

Apoyos libres por considerarse más críticos.

**CÁLCULO DE ELEMENTOS MECÁNICOS**

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_B (1.8) - 1744.2 (0.90) = 0$$

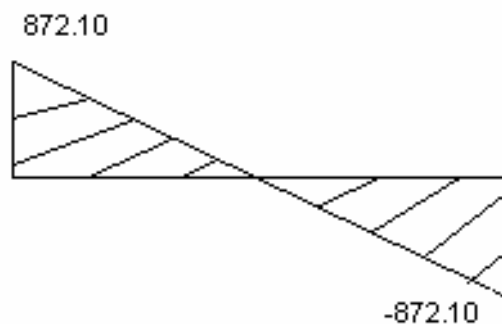
$$R_B = 872.10$$
 [kg]

$$\Sigma f_y = 0$$

$$1744.2 - 872.10 = R_A$$

$$R_A = 872.10$$
 [kg]

Diagrama de Fuerza Cortante [kg]



Ecuación de Cortante

$$V = 872.10 - 969 x$$

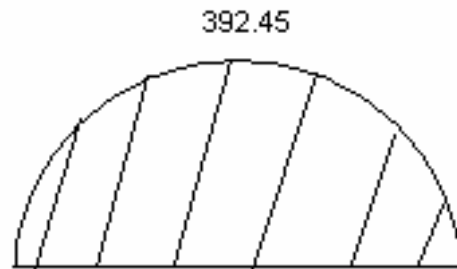
$$V_u = 872.10 \times FC$$

$$V_u = 1221$$
 [kg]

Diagrama de Momento Flexionante

Ecuación de Momento

$$M = 872.10x - (969x^2 / 2)$$



$$M_u = M \times FC$$

$$M_u = 549 \text{ [kg.m]}$$

► DISEÑO DE FLEXIÓN.

DATOS DE DISEÑO

$$f'_c = 200 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f_y = 4200 \text{ [kg / cm}^2\text{]} \text{ (armado longitudinal)}$$

$$f_y = 2530 \text{ [kg / cm}^2\text{]} \text{ (estribos)}$$

$$f^*c = 0.80 f'_c = 160 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$f''c = 0.85 f^*c = 136 \text{ [kg / cm}^2\text{]}$$

$$b = 0.10 \text{ [m]}$$

$$d = \text{supuesta} = 18 \text{ [cm]}$$

CONDICIONES DE DISEÑO.

d) $M_R = M_u$

e) $P = \text{cuantía media } p = 0.0055$

f) $b = 10 \text{ [cm]}$

$$A_s \text{ min} = (0.7(\sqrt{150}) / 4200)(10)(18) = 0.37 \text{ [cm}^2\text{]} \quad p = 0.002$$

$$A_s \text{ máx.} = (0.75)(150 / 4200)(6000 \cdot 0.85 / f_y + 6000)(90)(18) = 1.64 \text{ [cm}^2\text{]} \quad p = 0.009$$

$$\text{Cuantía media} = 0.009 + 0.002 / 2 = 0.0055$$

Momento Resistente NTC-CONCRETO Secc. 2.2.4

$$M_R = F_R A_s f_y d (1 - 0.5q)$$

$$q = p f_y / f'_c = 0.0055 (4200) / 136 = 0.1698$$

$$M_R = M_u = 5490 = (0.9)(10)(d^2)(102)(0.1698)[1 - 0.5(0.1698)]$$

$$d = \sqrt{(54900 / 184.374)}$$

$$d = 17.3 \text{ [cm]}, \text{ Por lo que tomaremos a } d = 20 \text{ [cm]}$$

$$A_s = 0.0055 (10)(18) = 1.0 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A_s / a_s = 1.0 / 0.71 = 1.41$$

- 2 varillas del # 3
- $A_s = 2(0.71) = 1.42 \text{ [cm}^2\text{]}$
- $p = A_s / bd = 1.42 / (10 \cdot 18) = 0.0079$

► DISEÑO POR ESFUERZO CORTANTE.

$$V_u = 1221 \text{ [kg]}$$

$$V_u < 2.5 F_R b d \sqrt{f'_c}. \text{ (NTC Concreto 2.5.2.4)}$$

$$1221 < 2.5(0.8)(10)(18)(\sqrt{160})$$

1221 kg < 4553 kg. Por lo tanto, se acepta la sección propuesta.

Cuantía a tensión en extremos de la viga

$$p = 1.42 / (10 \cdot 18) = 0.0079 \text{ como } p < 0.015$$

$$V_{CR} = 0.8 (10)(18)(0.2 + 20(0.0079))(\sqrt{160})$$

$$V_{CR} = 652 \text{ [kg]}$$

Como $V_u > V_{CR}$ “SEPARACION DE ESTRIBOS” (NTC Concreto 2.5.2.3)

$$S = FR A_v f_y d (\text{sen}\theta + \text{cos}\theta) / V_{CR}$$

A_v = área de acero transversal

Tomamos estribos de alambre $\Phi \frac{1}{4}$ '' de dos ramas $A_v = (0.32)(2) = 0.64 \text{ [cm}^2\text{]}$

$V_{CR} = V_u - V_{CR}$

$V_{SR} = 1221 - 652 = 569 \text{ [kg]}$

$\theta = 90^\circ$

$$S = [(0.8)(0.64)(2530)(18)(1)] / 569 = 40.9 \approx 40 \text{ [cm]}$$

* La separación de estribos tampoco puede exceder de $0.5 d$ si $V_{CR} < V_u \leq 1.5 F_R b d \sqrt{f_c}$

$$1221 < 1.5 (0.8)(10)(18)(\sqrt{160})$$

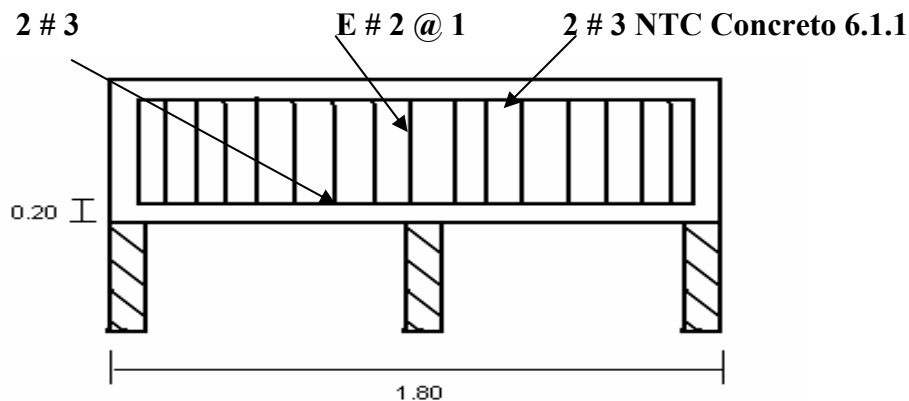
$$1221 < 2732 \text{ [kg]}$$

* Entonces la separación no deberá ser mayor que $0.5d$

$$* S = 0.5 (18) = 9 \text{ [cm]} \approx 10 \text{ [cm]}$$

* $S = 10 \text{ [cm]}$ Se tomara 10 [cm] de separación.

► ARMADO DE TRABE.



Debido a que la trabe B 4-5 de entepiso es menos crítica que la trabe B 4-5 de azotea, ($M_u = 514 \text{ [kg.m]}$ $V_u = 815 \text{ [kg]}$) se armará de la misma forma que la B 4-5 sin temor de que colapsen, ya que el M_u y V_u son menor que la anteriormente diseñada (B 4-5 de Azotea) y además de que cuentan con las mismas dimensiones. Por lo tanto, llevará el mismo armado la B 4-5 Entepiso que la B 4-5 Azotea.

“DISEÑO DE CIMENTACIÓN”

CONSIDERACIONES Y PARÁMETROS

DATOS:

- $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (varillas)
- $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$ (malla electrosoldada y armex)
- $d = 7.5 \text{ cm}$ (Recubrimiento mínimo de 2.5cm, NTC-C secc. 4.9.3)
- $F_R = 0.7$ (Transmisión de flexión y cortante en losas, NTC-C secc. 1.6)

El Momento último (M_u) y el Esfuerzo Cortante último (V_u) se obtuvieron del análisis de la cimentación hecha a base de contratrabes y losa de cimentación en conjunto por medio de un programa de estructuras (ETABS NONLINEAR VERSIÓN 8.2.3).

En este programa se modelo al suelo por medio de “resortes” colocando el módulo de reacción del suelo (del estudio de mecánica de suelos $M_R = 20 \text{ [ton/m}^2\text{]}$) en una malla de cuarenta por cuarenta cm, quedando así una sola placa dividida en varias “cuadrículas” en conjunto con las contratrabes.

A continuación se muestran los resultados arrojados por dicho programa. En ellos se muestra el área requerida en las contratrabes, tanto a compresión como a tensión, también se muestran los diagramas de esfuerzo cortante y de momento flexionante. Con el fin de no poner hojas y hojas de números, se pondrán los diagramas obtenidos con el programa para así facilitar la comprensión del estudio.

También se hallan los diagramas de esfuerzos de cómo están actuando en la placa de cimentación, con estos diagramas [Stress S23 Diagram (COMB 1), Stress S13 Diagram (COMB1), Resultant M11 Diagram (COMB 1)] fue como obtuvimos el armado de nuestra losa de cimentación.

REVISIÓN POR FLEXIÓN

Para el Diseño de la Losa se tomará el valor más crítico del Diagrama de Momentos Flexionantes en losa, la escala de colores nos indica la magnitud de la fuerza con la que está trabajando el elemento. El cual es de $M_d = 838 \text{ Kg. cm}$, combinación 2. $[1.4x(\text{CM}+\text{CV})]$. Para el tablero más crítico Eje 5-6 y B-D.

$$M_R = F_R b d^2 f'' c q (1-0.5q)$$

$$p = A_s / b d$$

$$q = p f_y / f'' c$$

$$A_{s_{\min}} = (660 X l) / (f_y (X l + 100))$$

$$A_{s_{\min}} = (660 x 10) / (5000 (10 + 100)) = 0.012 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$A_{s_{\min}} = (0.012 x 100) = 1.2 \text{ cm}^2$$

$$p_{\min} = 1.2 / (100 * 7.5) = 0.0016$$

$$q_{\min} = 0.0016 * 5000 / 136 = 0.0588$$

Igualando M_u y M_R

$$M_R = 0.9 * 100 * 8^2 * 136 * q (1-0.5q) = M_d = 838 \text{ kg cm}$$

$$M_R = 783360q - 391680q^2 = 838$$

$$q = 0.0011; \quad q = 2.0 \quad \text{por tanto, se propondrá la cuantía mínima} = 0.0588$$

$$p = 0.0588 * 136 / 5000 = 0.0016$$

$$A_s = 0.0016 * 100 * 7.5 = 1.2 \text{ cm}^2 \text{ por metro}$$

Con malla electrosoldada de 6x6-6/6 tenemos un área de 1.227 cm^2 , entonces, con la malla es suficiente para soportar el momento flexionante demandante. Se colocarán bastones en las contratraves para tomar el momento positivo debido al empuje del suelo, éstos bastones se colocarán del # 3 @ 30 cm en el lecho inferior con una longitud de 40 cm en cada lado de la trabe (el momento máximo positivo es de 200 kg cm) y para tomar el cortante en los extremos de la losa. Ver plano estructural de planta de cimentación y castillos.

$$M_R = (0.7) (1.22) (5000) (7.5) [1-(0.5*0.0588)]$$

$$M_R = 31\,083.465 \text{ kg cm}$$

$$M_{umax} = 310.83 \text{ kg m}$$

$$M_R = 310.83 \text{ kg m} > M_{umax} = 8.38 \text{ kg m}$$

El cual resulta mayor que cualquiera de los momentos últimos de la losa.

REVISIÓN DE LA RESISTENCIA A ESFUERZO CORTANTE DE LOSA.

Del diagrama Stress S23 Diagram (COMB2), resultando del análisis realizado con el Programa ETABS, se obtuvo el valor de esfuerzo cortante máximo que se localiza entre el eje 4-5 y C-D, dando un esfuerzo cortante de 4.4 kg/cm^2 y el $V_R = (0.5)(0.7) \sqrt{160} = 4.42 \text{ kg/cm}^2$, ($4.42 > 4.4$) *el cual es mayor que el que esta actuando.*

- Por el RCDF en su sección 6.3.3.6, tenemos:

$$V = [(a_1/2) - d] [0.95 - 0.5(a_1/a_2)] w$$

$$V = [(1.80/2) - 0.10] [0.95 - 0.5(1.80/3.05)] (2968)$$

$$V = 1555.04 \text{ kg}$$

La Resistencia de la Losa a fuerza cortante es igual a:

$$V_R = 0.5 FR bd \sqrt{f^*c}$$

$$V_R = 0.5(0.7)(100)(10)(\sqrt{160}) = 4427.19 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$V_R = 4427.19 \text{ [kg/cm}^2\text{]} > V_{uvi} = 1555.04 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

ARMADO DE CONTRATRABES.

Los resultados arrojados por el programa ETABS son las áreas necesarias para las contratraves. Entonces, tenemos:

Dimensiones de contratraves ARMEX: (Presentan 4 varillas del #4 y estribos a cada 15.80 cm del # 2), $b=15\text{cm}$ y $D=25\text{cm}$; $d=22.5\text{cm}$

Caso 1 (Longitudinal Reinforcing, Eje 5)

$$A_s = 2.18 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 2 vs # 4. Que tienen un área similar a la requerida, y como este eje de contratraves son las más críticas, los otros elementos “pasarán” sin problema.

$$A_s = 2.54 \text{ cm}^2$$

Caso 2 (Longitudinal Reinforcing, Eje A, B, B' y AA, es decir perpendiculares a “x”)

$$A_s = 0.8 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 2 vs # 4.

$$A_s = 2.54 \text{ cm}^2$$

Caso 3 (Shear Reinforcing, Eje 5)

$$p = 0.016 \text{ cm}^2$$

$$V_{cr} = (0.5)(0.7)(15)(22.5)(\sqrt{160}) = 1494.17 \text{ kg, del Diagrama de Cortante } V_u = 2132.18 \text{ kg}$$

$$V_{sr} = 2132.18 - 1494.17 = 638.01 \text{ kg}$$

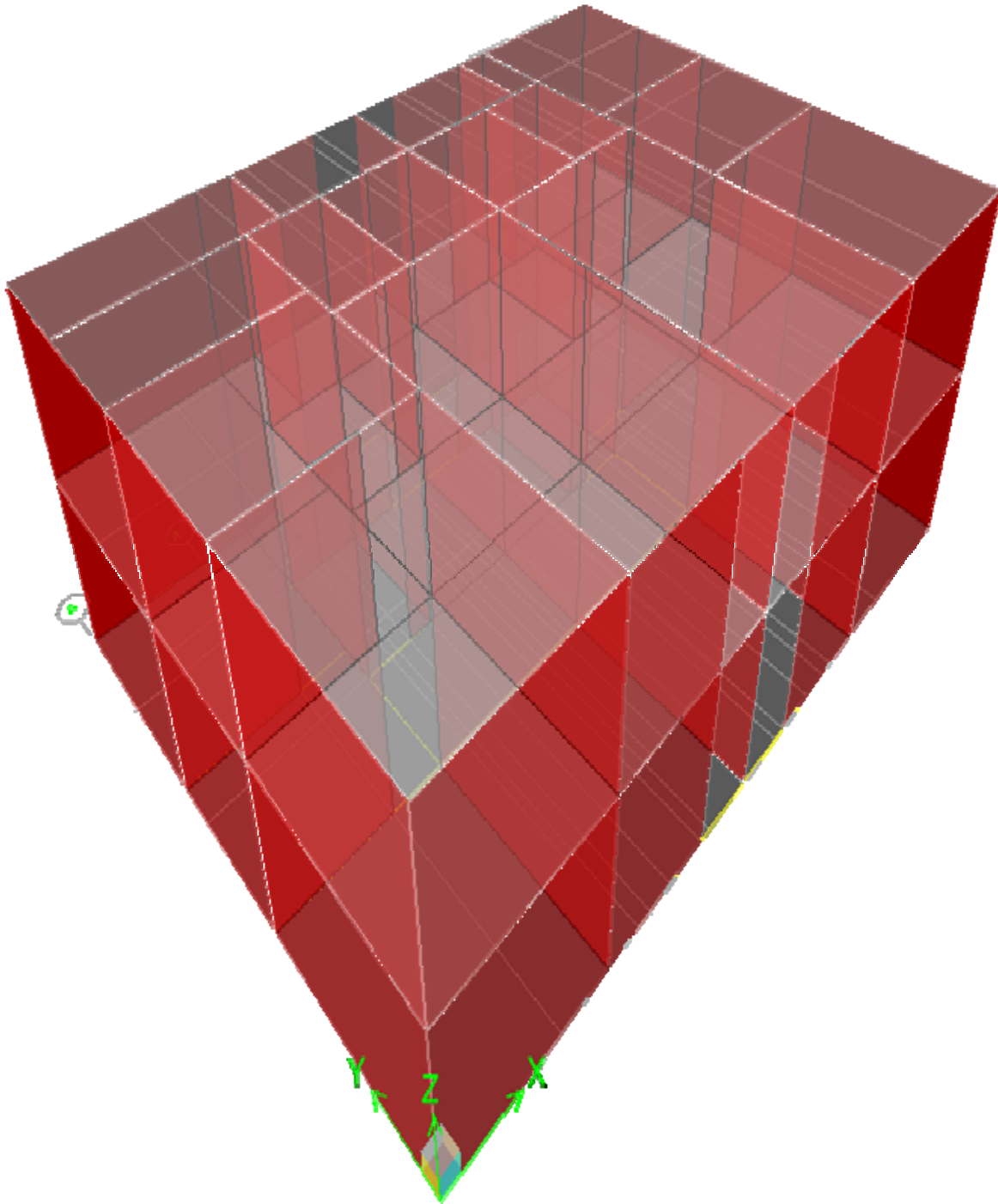
$$A_v = (15.8)(638.01) / (0.7)(4200)(22.5) = 0.152 \text{ cm}^2$$

Al contar con dos ramas de var. #2, $A_v = 2(0.32) = 0.64 \text{ cm}^2$. OK.

Por lo tanto, todas las contratraves se construirán con estructuras prefabricadas ARMEX de 15x25 cm, la separación de los estribos será de 15.8cm y tanto en el lecho superior como en el inferior contará con 2 var. Del # 4.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN

A Continuación se muestra el modelo con que se trabajó en el ETABS NONLINEAR.



DISEÑO DE CIMENTACIÓN

**DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE EN CONTRATRABES
(ETABS)**

[kg cm]

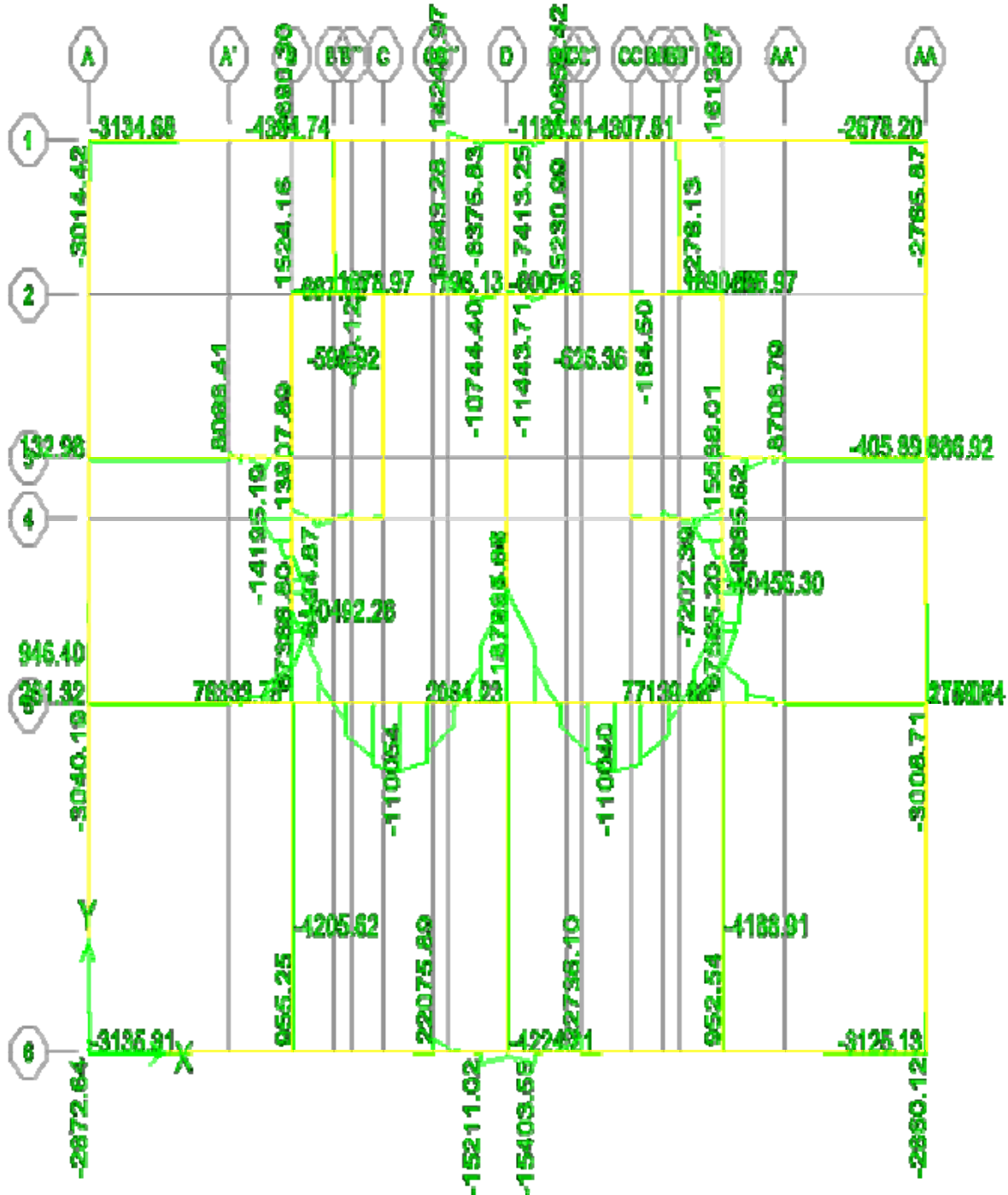
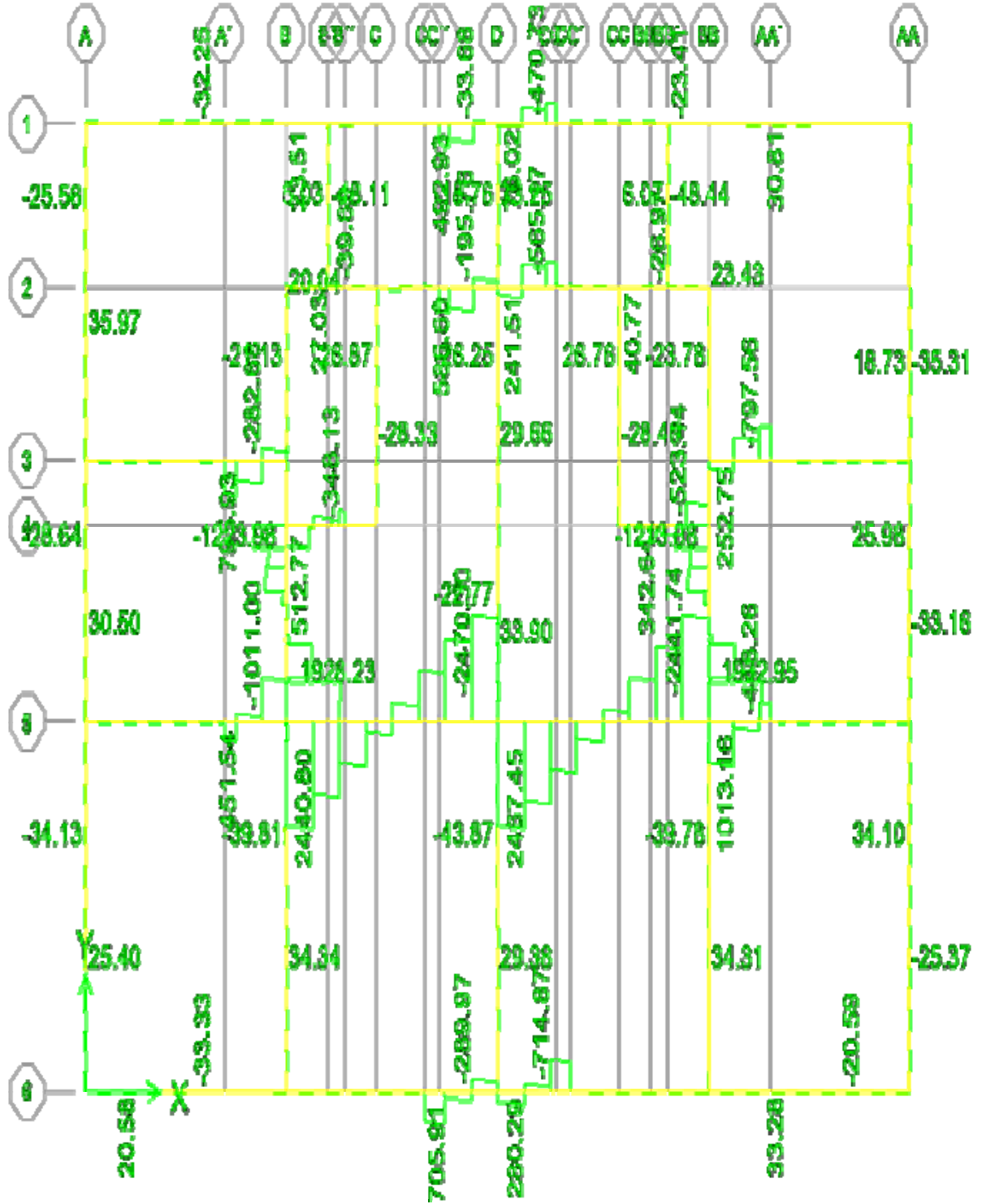
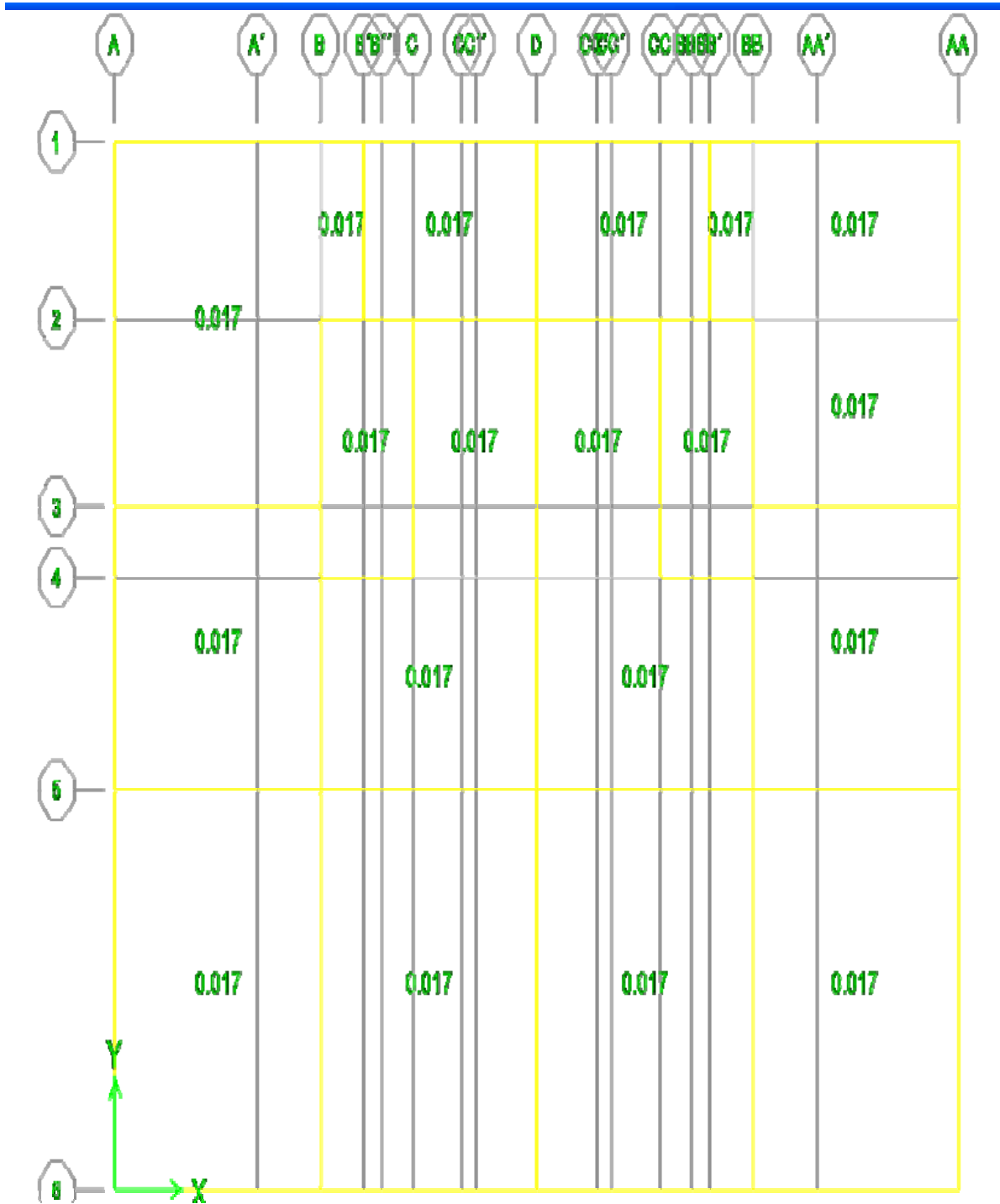


DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE EN CONTRATRABES (ETABS)

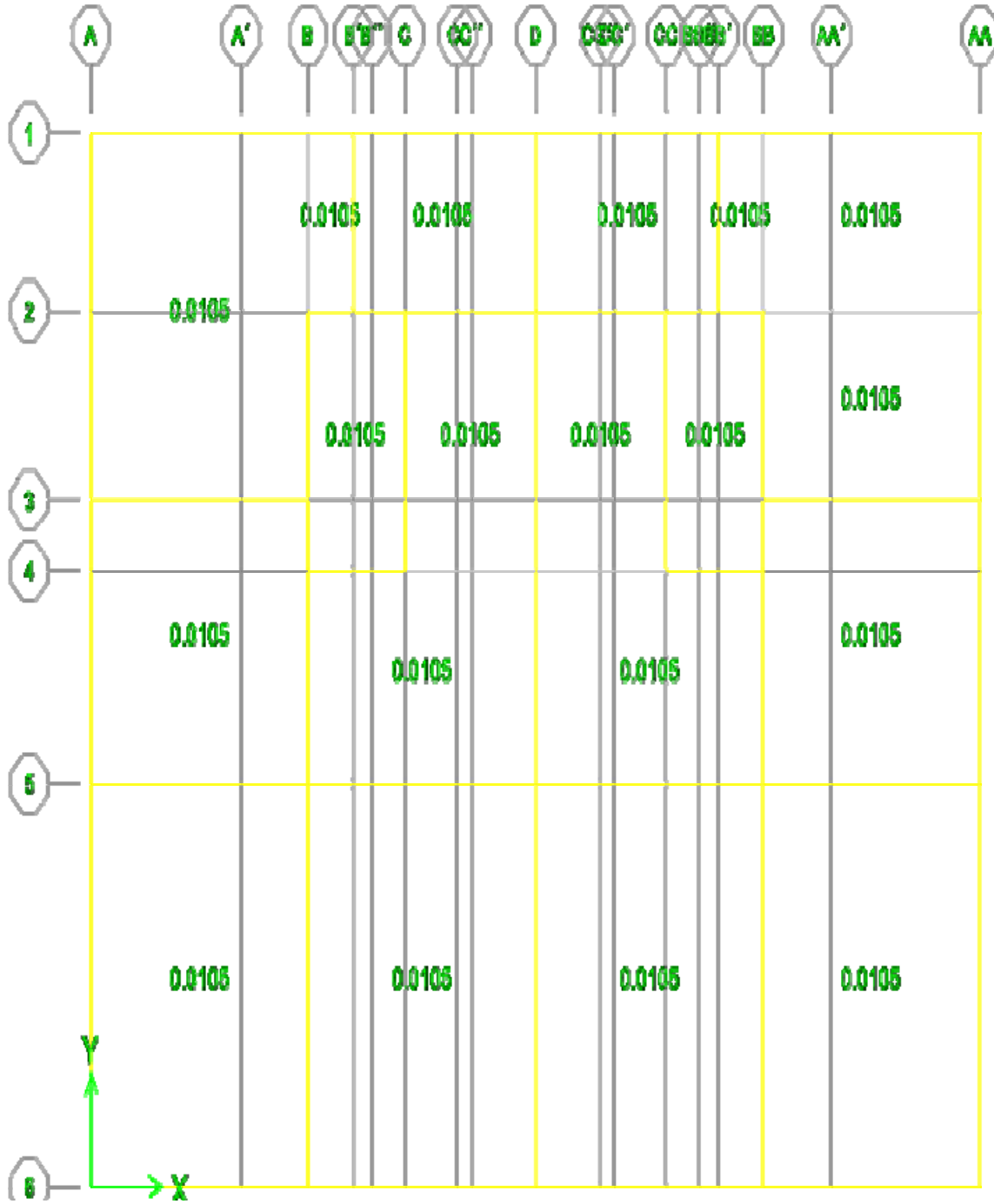
[kg]



CARGAS VIVAS
(ETABS)
[kg /cm²]



CARGA MUERTA
(ETABS)
[kg / cm²]



ÁREA DE ACERO NECESARIO PARA RESISTIR MOMENTOS FLEXIONANTES ÚLTIMOS EN CONTRATRABES (ETABS)

[cm²]

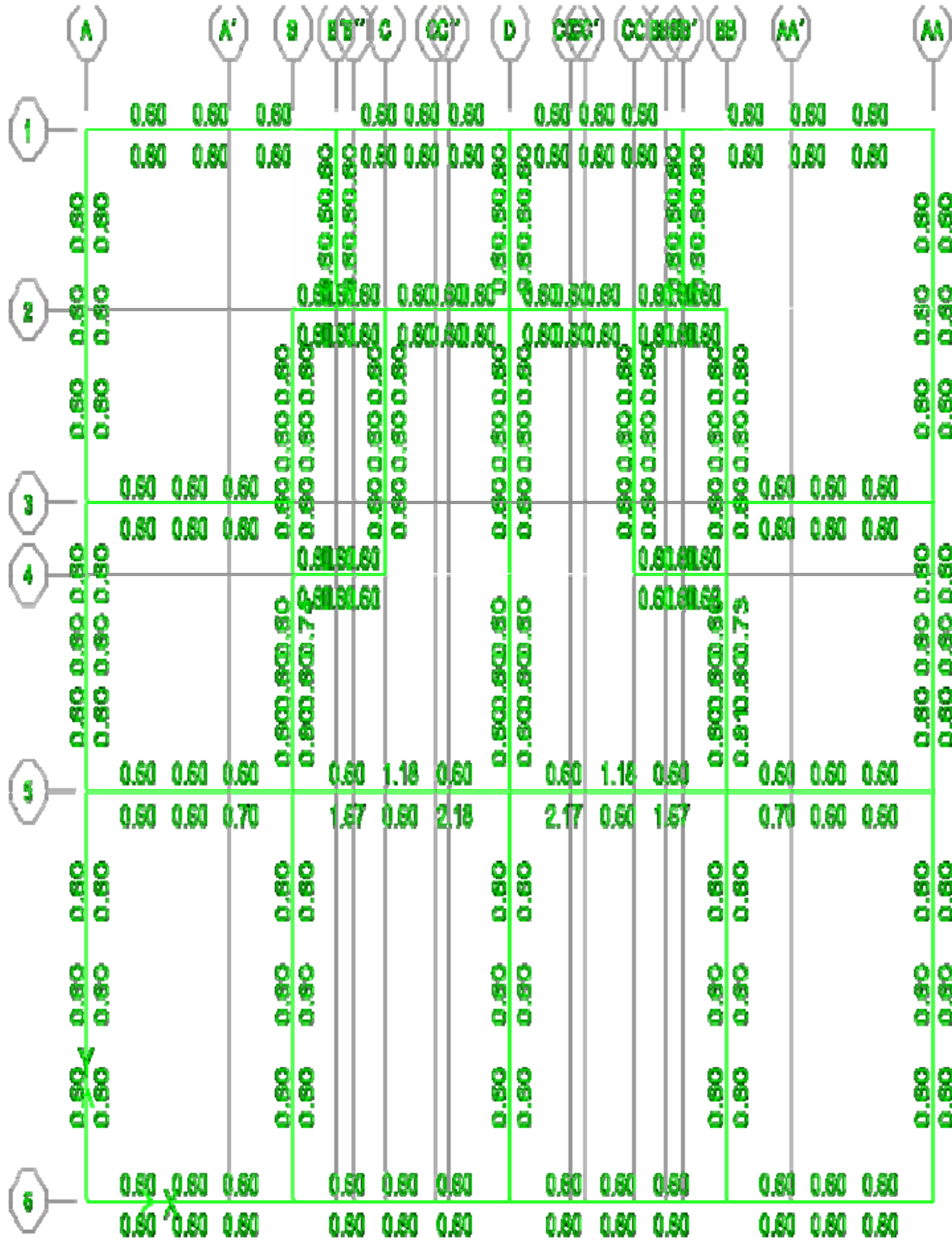


DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES EN LOSA

(Stress S23 Diagram (COMB 2))

DIRECCIÓN X.

(ETABS)

[kg / cm²]

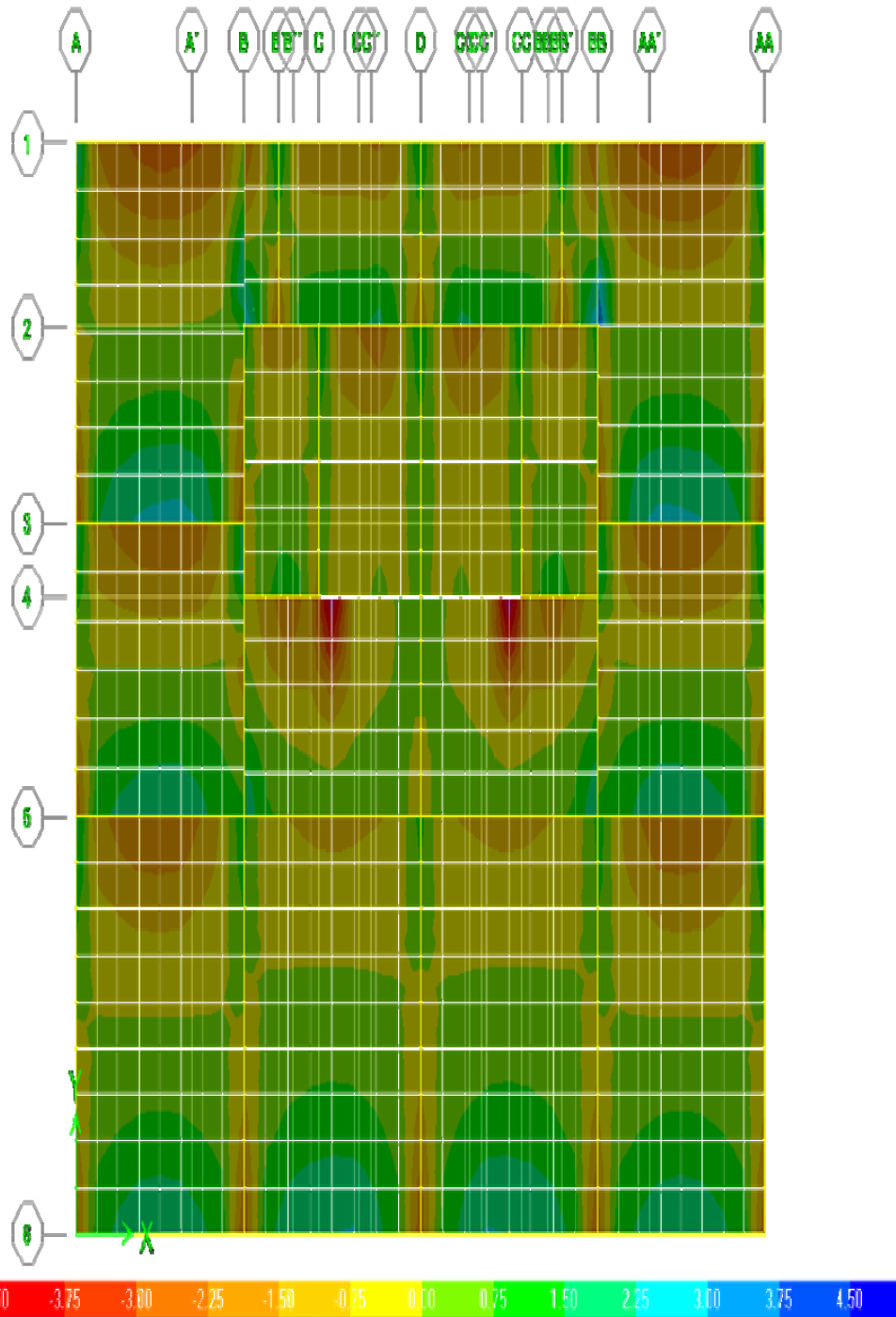


DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES EN LOSA
 (Stress S13 Diagram (COMB2))

(ETABS)

[kg / cm²]

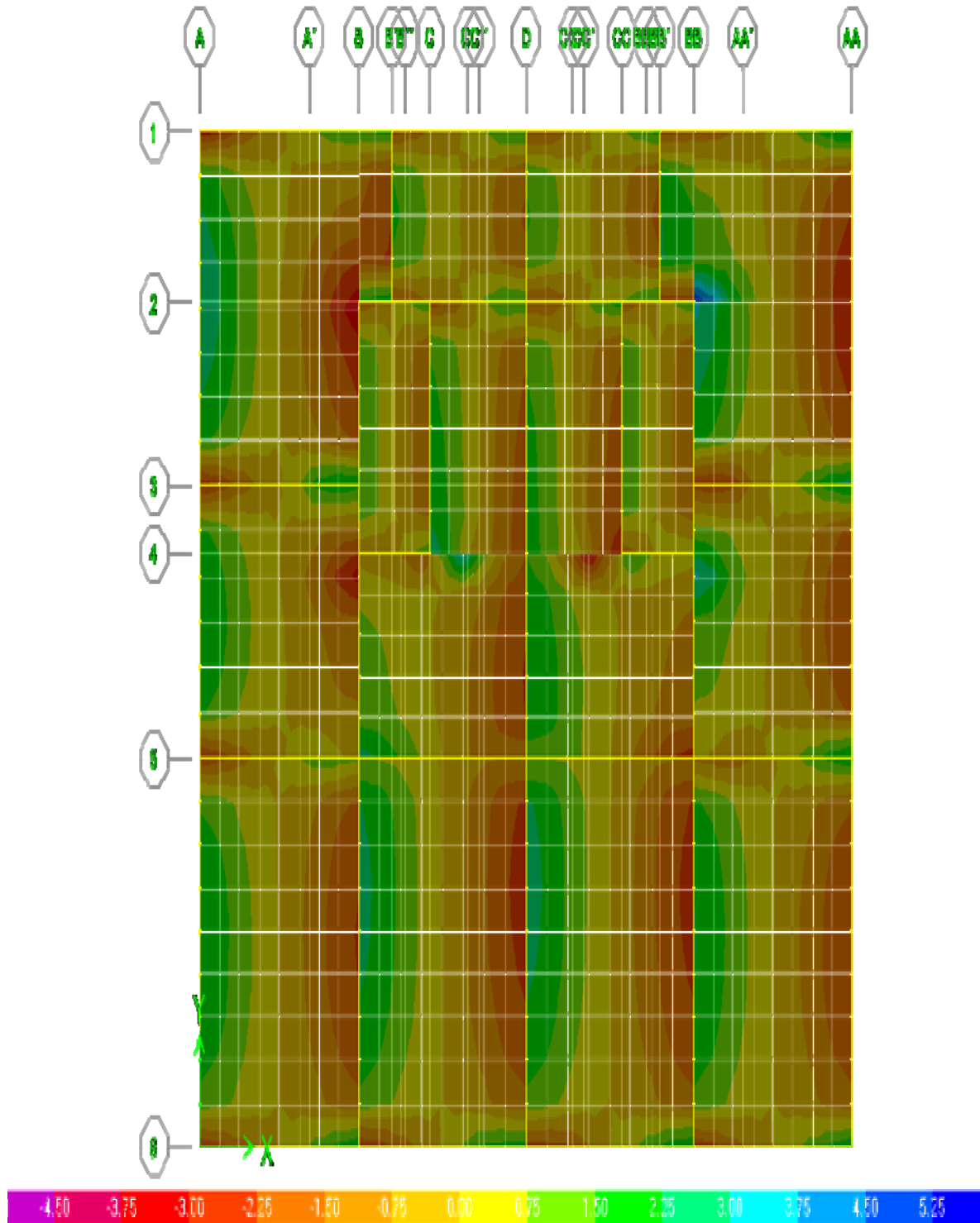
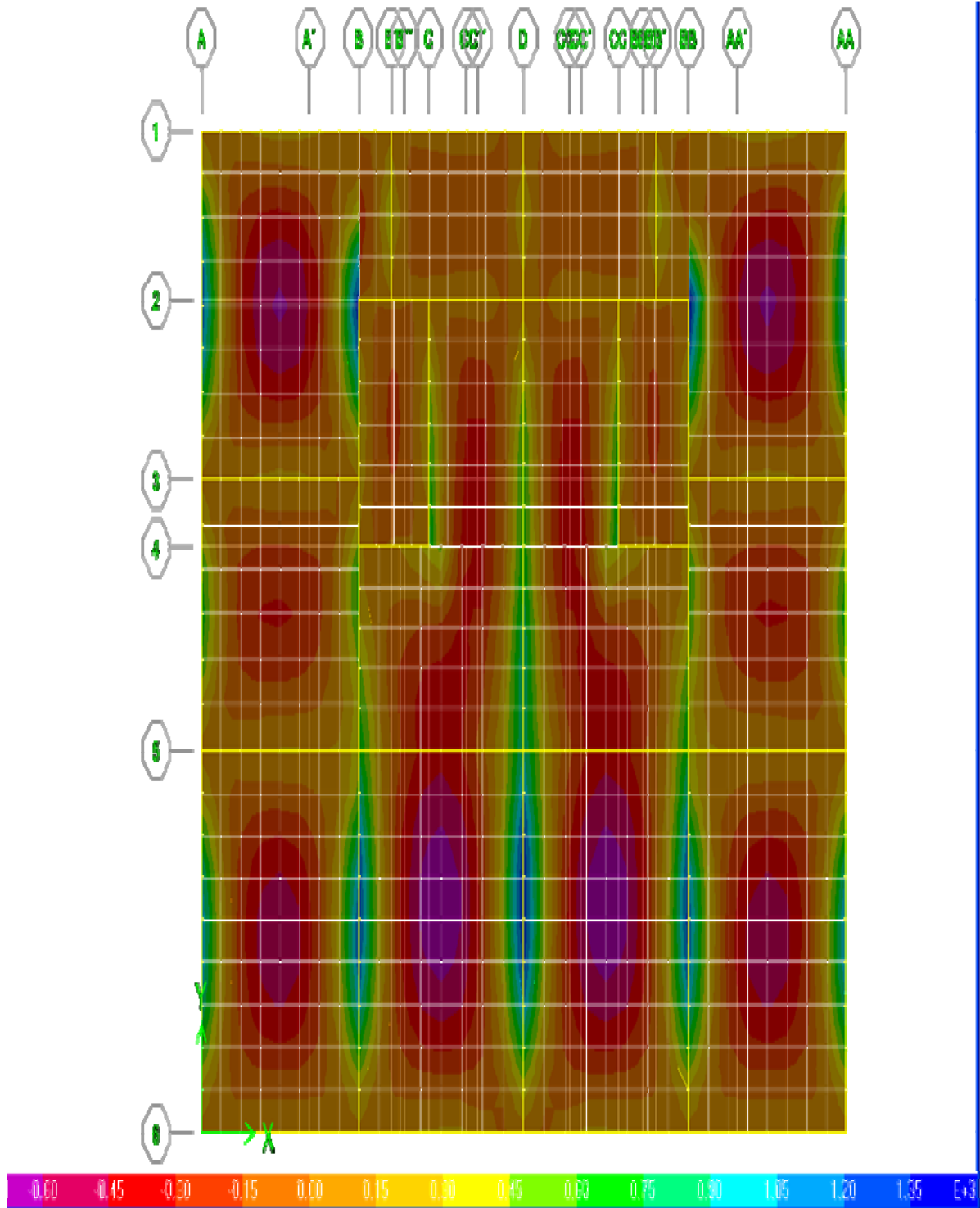


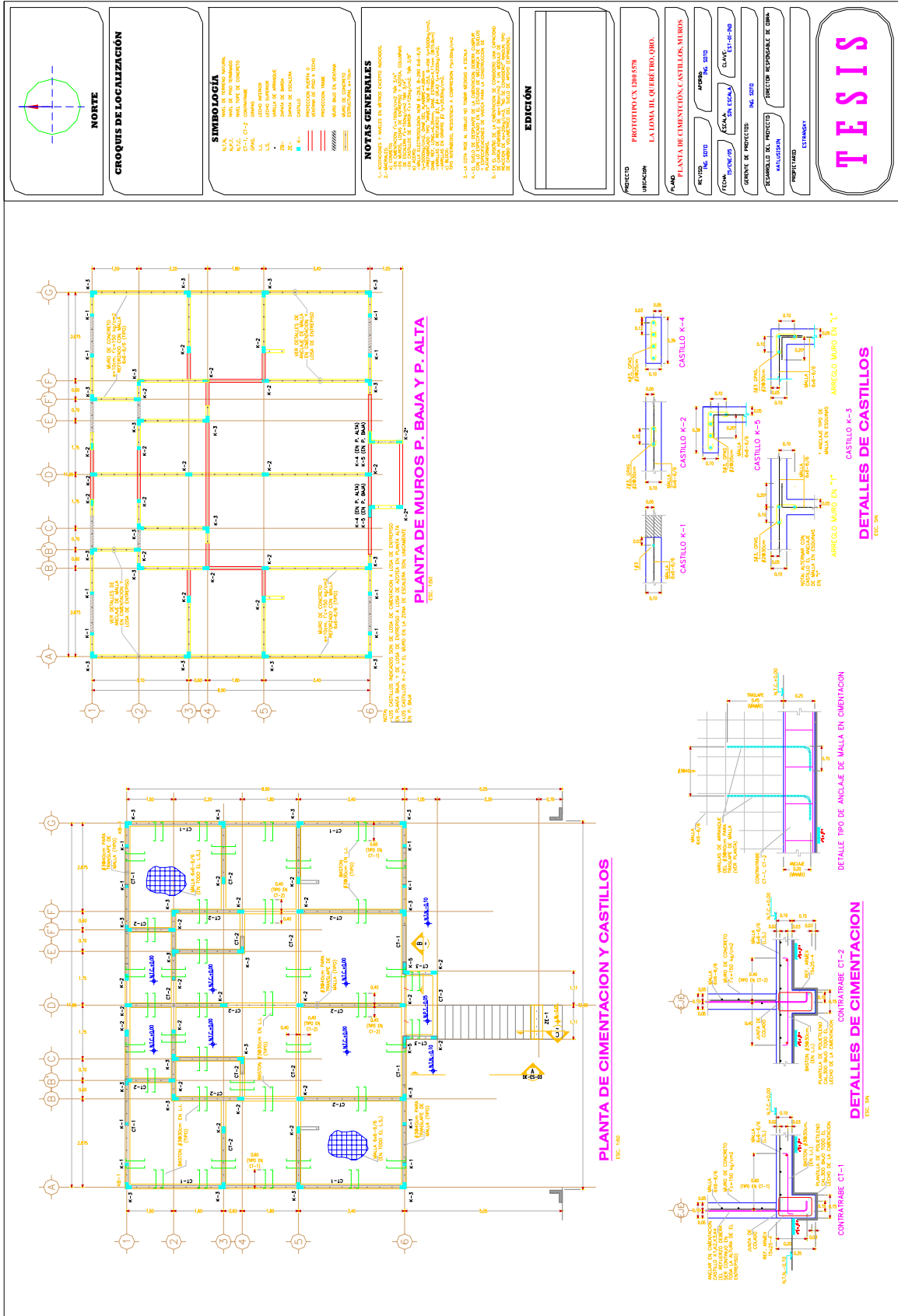
DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES EN LOSA
 (Resultant M 11 Diagram (COMB 1))

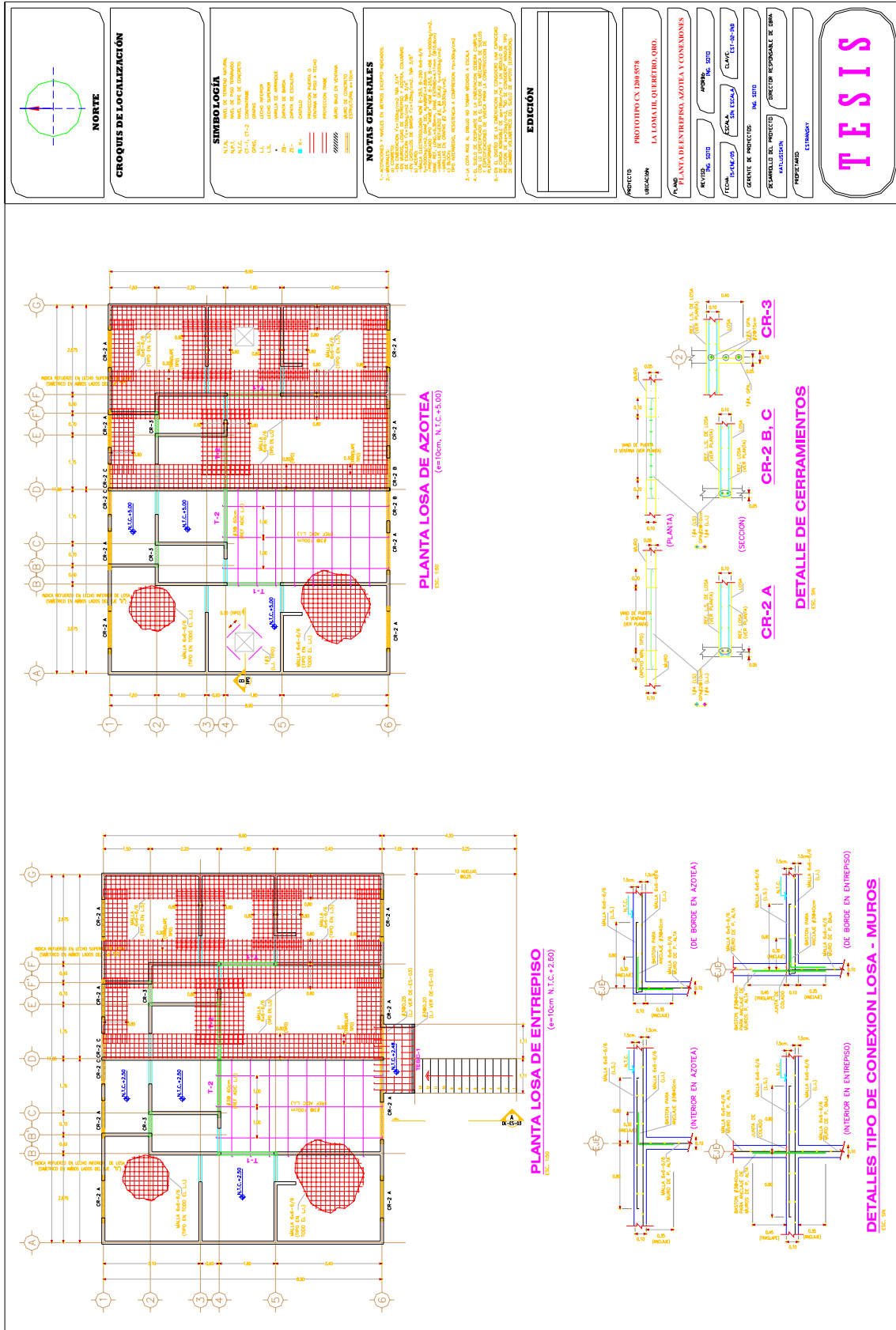
(ETABS)

[kg cm]



“PLANOS ESTRUCTURALES”





**PLANEACIÓN Y
PROGRAMACIÓN DE
OBRA**



PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE OBRA.

Con el motivo de que se vea la importancia de la planeación, programación y control de obra en la construcción a continuación se enunciarán las principales causas del por qué se debe de realizar una buena planeación y programación para que un proyecto sea factible, es decir, que la construcción tenga una excelente calidad, se desarrolle en buen tiempo y que sea económicamente rentable.

Existen proyectos de tal complejidad que no basta con que el ingeniero responsable de la obra tenga en su mente todos los procesos constructivos necesarios para la realización del mismo. Es necesario plasmarlo sobre papel y aplicar ciertas técnicas para poder llevar a cabo una planeación adecuada, así como para poder comunicarse con las demás partes involucradas en el proyecto. Ante esta necesidad surge la aplicación de diagramas de barras la cual es una herramienta muy simple pero que permite administrar la obra y llevar un control de la misma.

Esta herramienta solo registra aspectos generales del proyecto, ya que resulta impráctico el registro de cada una de las actividades específicas en el diagrama de barras. Se agrupan diversas actividades en otras más generales que engloban procedimientos completos. Estas actividades son las que se grafican en dicho diagrama. Los primeros diagramas de barras no establecían una relación entre actividades, e incluso ya que se basaba en una simple secuencia escalonada, no dejaba claro que actividades podían traslaparse. Posteriormente estos diagramas se modificaron permitiendo el traslape de actividades, y señalando una relación entre una actividad y otra, lo que permitía un mejor control de la obra en proceso, y también le permitía al ingeniero optimizar procesos constructivos, o resolver problemas de manera más rápida.

De cualquier forma no es suficiente esta herramienta para establecer interrelaciones adecuadas entre una actividad y otra, no es tan fácil optimizar procesos constructivos, y lo

más importante es que no permite saber qué actividades son las más importantes o las críticas del proyecto. Además de que es muy difícil de saber las restricciones de tiempo entre actividades.

Es por esas limitaciones que la investigación de técnicas y métodos de construcción continuó. Diversos ingenieros desarrollaron de acuerdo a su propio ingenio la programación lineal, simulaciones, diagramas de tiempo y espacio, el método de la línea de balance, entre otros.

En 1956, Morgan Walker de la compañía Du Pont, y James E. Kelly del grupo de planeación de la construcción interna de Remington Rand, crearon una nueva técnica de planeación y calendarización de la construcción con la finalidad de mejorar la utilidad de la computadora Univac. De esta manera se creó un método racional, secuencial y simple, de podía ser interpretado por una computadora. Esta técnica fue llamada primero Método Walker-Kelly, y posteriormente se le llamó Método de la Ruta Crítica. (Critical Path Method).

En 1957 la Oficina de Artillería de la Marina de los Estados Unidos desarrollo el programa POLARIS, el cual consistió en 60,000 operaciones y 3800 contratistas. Para poder coordinar e integrar este programa se desarrolló una técnica llamada Program Evaluation Review Technique. (PERT).

Tanto la Ruta Crítica como el PERT han sido ampliamente usados en la industria de la construcción y su uso se ha extendido a casi todo el mundo. Se ha continuado con investigaciones en búsqueda de mejores métodos o técnicas de planeación, teniendo como resultado ciertos sistemas de control de recursos, o creación de modelos para analizar el funcionamiento de un proceso constructivo, pero la base sigue siendo la Ruta Crítica y el PERT, los cuales son complementados con dichos sistemas y modelos.

Un *proyecto de construcción* es una infraestructura necesaria para satisfacer una necesidad pública o privada que necesita ser creada. Este proyecto consta de diferentes

etapas de desarrollo. En primera instancia se tiene el estudio preliminar para delimitar la necesidad existente, y la factibilidad del mismo. Posteriormente se procede a elaborar un diseño preliminar, con el cual se puede saber de manera más clara el coste de la obra. Para finalizar, el proyecto terminado se integra de planos arquitectónicos, estructurales, y de instalaciones, así como una descripción por escrito de las especificaciones técnicas del proyecto; todo esto junto con un programa detallado de obra.

El proyecto de construcción involucra el uso de diferentes materiales, de diferentes tipos de recursos humanos con diferentes especialidades, y de equipo principalmente. Es necesario contar con un plan de la obra para poder establecer una buena comunicación con los diferentes recursos humanos, ya que cada quien tiene diferentes perspectivas y formas de pensar referentes al proyecto, así como formas de hacer las cosas, y se necesita contar con una herramienta con la cual se pueda transmitir efectivamente lo que se pretende hacer, cómo hacerlo, cuándo hacerlo, y sobre todo la necesidad de terminarlo dentro de un tiempo determinado.

En ciertos proyectos de construcción, se requieren materiales poco comerciales, los cuales deben de ser pedidos con anticipación, e incluso puede ser que algunos necesiten someterse a pruebas de calidad antes de ser utilizados. No sólo aplica esto para materiales, sino también para piezas estructurales como piezas de concreto precoladas, o vigas de acero, las cuales deben de ser pedidas con anticipación y someterse a varias pruebas de resistencia. Muchas veces tanto los materiales como las piezas estructurales deben ser transportados desde el banco de extracción o lugar de fabricación según sea el caso, y se debe contemplar por lo tanto el tiempo de traslado y las posibles demoras. Si no se cuenta con una adecuada planeación de la obra, puede haber retrasos en la llegada del material o de las piezas prefabricadas, o por otro lado, puede haber material almacenado por mucho tiempo de forma innecesaria. Esto último implica un aumento en los costos ya que si el material no está bien almacenado o está a la intemperie pierde sus propiedades, o en caso de arena o tierra puede haber pérdidas y demás se hace una erogación de dinero en un recurso que en ese momento no es necesario, lo que afecta el flujo de efectivo de la empresa. Una situación parecida sucede con la mano de obra calificada y escasa.

Conforme para el tiempo, los costos de mano de obra y los precios de los materiales y equipo se encarecen. En la mayoría de las veces, la ganancia de una obra consiste en el máximo aprovechamiento de los recursos, con la finalidad de minimizar costos. Con una buena planeación de la obra se puede determinar en primera instancia el equipo más adecuado en cuanto a operación y costo. De la misma forma se pueden mejorar procesos constructivos, que combinado con el equipo y la herramienta adecuados, minimice la cantidad de mano de obra a utilizarse. Se trata de contratar la mano de obra necesaria para cada etapa del proyecto, de tal manera que se eviten tiempos perdidos, o que se subutilice mano de obra especializada que sale cara en trabajos poco complejos.

Hacer una buena planeación permite prever ciertos sucesos desfavorables como lo son las lluvias y otros fenómenos naturales que están fuera de control del contratista. Es necesario conocer la situación climática del lugar para poder planear y organizar la obra de tal manera que la lluvia u otros eventos climáticos no interrumpan o afecten la construcción. Por último, si se cuenta con una planeación adecuada de la obra se pueden hacer correcciones por los diferentes imprevistos que puedan presentarse. Pueden surgir imprevistos por condiciones del terreno diferentes a las reportadas por los estudios preliminares. Puede ser que algún trabajador abandone repentinamente la obra, o que exista cualquier otro tipo de situación que afecte e interrumpa la obra. La planeación en la obra debe ser continua, procurando resolver los problemas ocasionados por estos imprevistos, así como mejorar u optimizar cada etapa del proyecto conforme se va avanzando en su realización. Una buena planeación ayuda a identificar riesgos potenciales.

Existen otras razones que implican una necesidad de planear un proyecto, pero estas son las más importantes a considerar. En resumen las razones por las que la planeación es necesaria son:

- ✓ Tener una comunicación efectiva entre las diferentes partes del proyecto.
- ✓ Cumplir con las obligaciones contractuales.
- ✓ Poder pedir y aprobar los materiales y piezas prefabricadas con la anticipación adecuada, lo que se denomina como administración de la calidad.

- ✓ Optimizar recursos de mano de obra, materiales y equipo.
- ✓ Inducir confianza sobre la buena realización del proyecto en instituciones financieras o aseguradoras.
- ✓ Prever situaciones desfavorables o solucionar imprevistos de manera rápida y efectiva.
- ✓ Tener un control aceptable sobre el proyecto tanto en tiempo, costo, y recursos.

En general, la administración de un proyecto consta de cuatro funciones básicas.

- Planeación.
- Programación.
- Organización.
- Control.

Planeación. Consiste en elaborar una especie de estrategia general para la realización del proyecto. Se construye a base de actividades generales de la obra, con la finalidad de estimar los tiempos de realización de cada una, así como las posibles limitaciones o imprevistos que pudieran surgir. Este plan servirá de guía para el desarrollo general del proyecto. En ciertas circunstancias, se recomienda planear lo planeado. Existen tres tipos de planeación en función de sus objetivos: a largo plazo, a mediano plazo y a corto plazo.

Programación. Es la elaboración de un plan más detallado, en la que se integran las diferentes actividades específicas del proyecto. Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y de terminación. También se establecen relaciones entre las diferentes actividades, y las posibles restricciones existentes entre unas y otras. Así como sucede en la planeación, se tienen tres tipos de programación.

Organización. Basado en la programación, se trata de organizar todos los recursos requeridos para cada proceso o actividad. Estos recursos pueden ser materiales, herramientas, mano de obra o equipo. Consiste también en la selección de personal

adecuado para la realización de trabajos específicos, así como la asignación de trabajos a los diferentes trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de la programación de obra.

Control. Es tal vez de las más difíciles partes de la administración de un proyecto. Consiste en elaborar un sistema de control que le permita al administrador medir, reportar y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra. Debido a esto, se dice que la planeación es un proceso continuo, ya que conforme se mantiene el control de la obra, es probable que en ocasiones se requiera hacer modificaciones en la programación para poder cumplir con lo establecido en el plan general. Se trata de estar al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para poder resolver problemas a tiempo.

En este trabajo sólo entraremos en el análisis de la planeación y programación de obra de una casa de interés social tipo cuádruplex para un sistema tradicional de construcción y un sistema industrializado, de manera individual, no se discutirán estudios preliminares. Es decir, sólo se analizará la Planeación y Programación de la Construcción y Diseño Estructural de una Casa de Interés Social tipo Cuádruplex, para conocer que sistema es más conveniente en la construcción de este tipo de vivienda.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.

Se describen a continuación los dos sistemas considerados para el análisis.

S I S T E M A T R A D I C I O N A L

- Cimentación. Para este sistema se consideran zapatas corridas elaboradas de piedra braza y mortero tipo I.
- Estructura: Los muros serán de block junteados con mortero, reforzados interiormente a base de castillos, este tipo de muros se empleará en ambas plantas.
- Las losas de entepiso y azotea se construirán con el sistema de vigueta y bovedilla.
- La rampa de escalera será de concreto reforzado de 10 cm de espesor y se apoyará en muros de concreto.
- La impermeabilización en azotea es mediante membrana de asfalto, y en zonas húmedas a base de la aplicación de emulsión impermeable.
- Acabados en Muros:
 - Muro de block hueco de 12X20X40 cm, colocado a plomo con juntas de 1 cm en ambos sentidos.
 - Aplanado con mortero cemento-arena en exteriores, acabado fino.
 - Acabado texturizado con relieves finos en interiores.
 - Azulejo en baños y algunas partes de la cocina.

- Acabados en plafones:
 - Losa de vigueta y bovedilla (en entrepiso y azotea).
 - Fondeo con mortero cemento-arena, acabado fino.
 - Recubrimiento texturizable tipo tirol.
- Acabados en pisos:
 - Relleno de tepetate compactado.
 - firme de concreto armado.
 - Losa de vigueta y bovedilla (en entrepiso y azotea), acabado pulido.
 - Rampa de escalera de concreto armado.
 - Impermeabilización de azotea y zonas húmedas a base de una membrana.

ALCANCES DE LAS PARTIDAS

SISTEMA TRADICIONAL

Partida	Concepto	Alcance
Cimentación	Trazo y nivelación	Notificación, rectificación de puntos + trazo + medidas + escuadras
	Excavación	Referencias + niveles + excavaciones + rellenos + acarreo
	Instalación hidráulica y sanitaria	I. hidráulica – ubicación + aislamiento + prueba a 5 kg/cm ² . I. sanitaria – ubicación + diámetros + profundidad + pendiente
	Instalación eléctrica y de gas	I. eléctrica – ubicación + preparación de acometida. I. de gas – ubicación + diámetros + profundidad + prueba de 2.5 kg/cm ²
	Zapatillas corridas	Alturas + medidas + escuadras + Acarreo + fabricación de mortero + transporte de material

	Cimbra	Cimbra perimetral + nivelación + alturas + medidas + escuadras + espesor de cimbra muerta
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones
	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + pulido + curado.

Partida	Concepto	Alcance
----------------	-----------------	----------------

Estructura planta baja	Cimbrado	Arrastre + puntales + armado molde + aplicación desmoldante + plomos + escuadras + nivelación + troqueles
	Muro Mampostería	Nivelación + alturas + medidas + castillos ahogados + dalas
	Losa aligerada	Colocación + preparación + alturas + medidas + nivelación + cortes + protección de instalaciones
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones
	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + vibrado + lavado cimbra pulido + juntas + curado.
	Descimbrado	Desarmado molde + acarreo + limpieza paneles + recolección de accesorios
	Escalera	Trazo + medidas de huellas y peraltes + armado + anclaje + resistencia del concreto + descimbrado.

Estructura planta alta.	Cimbrado	Arrastre + puntales + armado molde + aplicación desmoldante + plomos + escuadras + nivelación + troqueles
	Muro Mampostería	Nivelación + alturas + medidas + castillos ahogados + dalas.
	Losa aligerada	Colocación + preparación + alturas + medidas + nivelación + cortes + protección de instalaciones
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones + silletas

	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + vibrado + lavado cimbra pulido + juntas + curado.
	Descimbrado	Desarmado molde + acarreo + limpieza paneles + recolección de accesorios

Albañilería Exterior	Colocación de ductos	Ubicación + anclaje con balazo + colganteo + uniones
	Resanes	Colocación de metal desplegado + resanes en muros + resanes en losas
	Azotea	Recibir ductos + pretiles + chaflanes + barandales
Albañilería exterior	Balcón	Pendientes + pretiles + chaflanes + barandales
	Patio de servicio	Firme + pendiente + muro pantalla + colocación de lavadero
	Bardas medianeras	Zapata + junteo aparente + castillos ahogados + cadena de cerramiento
	Conexión de servicios	Colocación + conexión + nivelación + registro + caja de banquetas + acometida de gas
	Aplanados exteriores	Andamios + aplanados en muros exteriores + resistencia del mortero
	Boquillas	Escantillones + boquillas + medidas + plomo + nivel

Albañilería interior	Colocación de marcos y barandales	Ubicación + anclaje + plomo + nivelación + protección de muro
	Colocación de azulejo	Plomo + nivel + recortes + ajustes + junteo + sardinet
	Resanes	Colocación de metal desplegado + resanes en muros + perfilado de aristas y esquinas.
	Aplanados interiores	Yeso en plafones + yeso en muros + perfilado de esquinas y aristas.
	Boquillas	Escantillones + boquillas + medidas + plomo + nivel

Impermeabilización	Impermeabilización	Sellado + colocación + traslapes + recortes + ductos + domos +
---------------------------	--------------------	--

		chaflanes + goterón
--	--	---------------------

Cancelería y puertas	Cancelería y puertas	Dimensiones + perfilado de vano + colocación puertas + plomo + nivel + abatimiento + funcionamiento + sellado + protección + colocación puertas + instalación ventanearía + sellado + cancelería
-----------------------------	----------------------	--

Acabados interiores	Textura del plafón	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza
	Pasta en muros	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza
	pintura	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza

Acabados exteriores	Encalado + pintura	Protección cancelería + sellado + acabado uniforme + calidad de material + limpieza
----------------------------	--------------------	---

Muebles de Baño	Instalación de muebles de baño	Junta prole + sellado W.C. + anclaje lavabo + conexiones
	Pruebas finales de instalación	Hidráulica + sanitaria descargas y registros + eléctrica contactos – alumbrado – tablero
	Colocación de puertas y accesorios	Puertas + chapas + mezcladoras + llaves + regadera + accesorios eléctricos + rejillas + ductos

Limpieza final	Limpieza final	Retiro de material sobrante + desperdicios + limpieza final de vivienda + limpieza exterior de la vivienda
-----------------------	----------------	--

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

DEL SISTEMA TRADICIONAL

ARREGLO DEL TERRENO

Limpieza del terreno. Para limpiar el terreno, se quitan las hierbas desde sus raíces, piedras y montones de tierra, también se limpia de basura y todo lo que estorbe las maniobras de la construcción. Hay que retirar totalmente los escombros del área. La limpieza se hace con el fin de que al trazar y nivelar el terreno, no haya estorbo alguno.

Trazo. Consiste en medir perfectamente el terreno y marcar sus límites y cruces con hilos. Este trazo señala en dónde se colocan los cimientos y muros de la construcción.

En la etapa de trazo es importante medir con precisión, porque se evitarán muchos problemas posteriores. Todas las casa deben tener una misma alineación y ninguna de ellas debe estar fuera del límite, en relación a otras casas de la misma calle. Hay que comprobar la alineación del terreno, tomando como referencia las casas vecinas, la banqueta, el alineamiento oficial, etc.

Además de marcar los límites o líneas del terreno donde se levantará la casa, se recomienda trazar los lugares donde se instalarán la toma de agua y el sitio de salida del drenaje.

Es recomendable marcar los ejes (con letras y números) para que sirvan de referencia durante toda la construcción.

Nivelación del terreno. La nivelación del terreno se hace con una manguera transparente de unos 10 metros de largo y llena de agua. Se clava un polín de 1.50 m en un punto del terreno pegado a un lindero; el piso terminado se marca en el polín. Con la manguera de agua pasamos ese nivel sobre el muro del vecino o sobre otro polín clavado en otro lindero.

CIMENTACIÓN

Una vez hecho el trazo del terreno y la nivelación del terreno, hay que hacer un dibujo de la distribución de la construcción.

Excavación para cimientos. Una vez hechos los trazos del terreno, se hace la excavación de las zanjas donde se construirán los cimientos (zapatas corridas).

La profundidad y el ancho de la zanja dependen del tipo de cimiento (de lindero o interior), estas dimensiones se toman de los planos.

El cimiento se hará de piedra braza: la profundidad de la zanja debe tener 5 cm. más que la altura del cimiento, con el fin de que haya lugar suficiente para su plantilla. Es importante revisar que el fondo de la zanja quede nivelado. La plantilla se hace de concreto pobre con 5 cm. de espesor. Antes de empezar a construir los cimientos de la casa, es necesario hacer el trazo de las líneas por donde van a pasar los tubos de drenaje; es decir que se dejarán los pasos para el drenaje y la tubería

Cimientos de piedra. Para construir los cimientos primero se hace una plantilla en el fondo de la zanja, antes de colocarla se debe compactar la tierra del fondo de la zanja.

Para el cimiento se usará piedra braza, para construir los cimientos, se marca sobre la plantilla el ancho de la base y en la parte superior se colocan hilos para señalar la corona del cimiento de 30 cm.

En el relleno se usan piedras chicas y no debe haber huecos entre ellas; las piedras se unirán con mortero tipo 3.

Dala de desplante. Cuando ya se hizo la mampostería, se coloca la dala de desplante, estas corren a todo lo largo de la cimentación, incluso donde van a estar las puertas. Se colocan sobre los cimientos, en el centro de la corona.

Es importante que en esta fase se dejen colocados los armados de los castillos; y queden anclados en las cadenas de cimentación, antes de colar; los castillos se levantarán en los lugares señalados por los planos. Una vez colocado el armado, se hacen dos caras de cimbra para colar la dala de desplante. El concreto ya vaciado en la cimbra debe llenar el molde cubriendo el armado.

FIRME

Para poner el piso de concreto, primero se rellena de tierra o tepetate toda la superficie interior de la vivienda, para darle resistencia al piso y evitar hundimientos. Luego se apisona, y se mide el nivel del relleno. Es necesario que el piso quede perfectamente horizontal, después se coloca la plantilla.

Se coloca una malla electrosoldada, cuidando que quede despegada del terreno. Cuando se haya puesto el concreto, se apisona para que se conserve macizo. Hay que recordar, que en el espacio destinado al baño y la cocina no se ponga el concreto, hasta que se hagan las instalaciones de agua y drenaje.

CONSTRUCCIÓN DE MUROS

Los muros se construirán con bloques huecos de concreto. Para construir el muro se recomienda lo siguiente:

- Hay que poner un hilo de lado a lado del muro. Esto ayuda a tener una correcta alineación
- Cuando se termina la primera fila se sube el hilo a la segunda y se sigue construyendo. Se vigila constantemente que el hilo se conserve horizontal.
- Los bloques se “cuatrapean” en las esquinas y en las intersecciones; así quedan coincidiendo los huecos. Cuando se llega a 1.50 m de altura, se pone un andamio para seguir trabajando.

- En los lugares donde es necesario un castillo, se colocará el refuerzo interiormente y esos huecos se rellenan con el mismo mortero con el que se pegan los bloques (tipo 3); además a cada 2 hiladas se pone un refuerzo de acero llamado escalerilla.

Dalas de remate. Este armado se coloca a todo lo largo de los muros; y se amarran a las puntas de las varillas que se dejaron de los castillos.

Debido a que las dalas deben de colarse junto con la losa, la cimbra que se utiliza para las cadenas es la misma que para la losa.

LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA

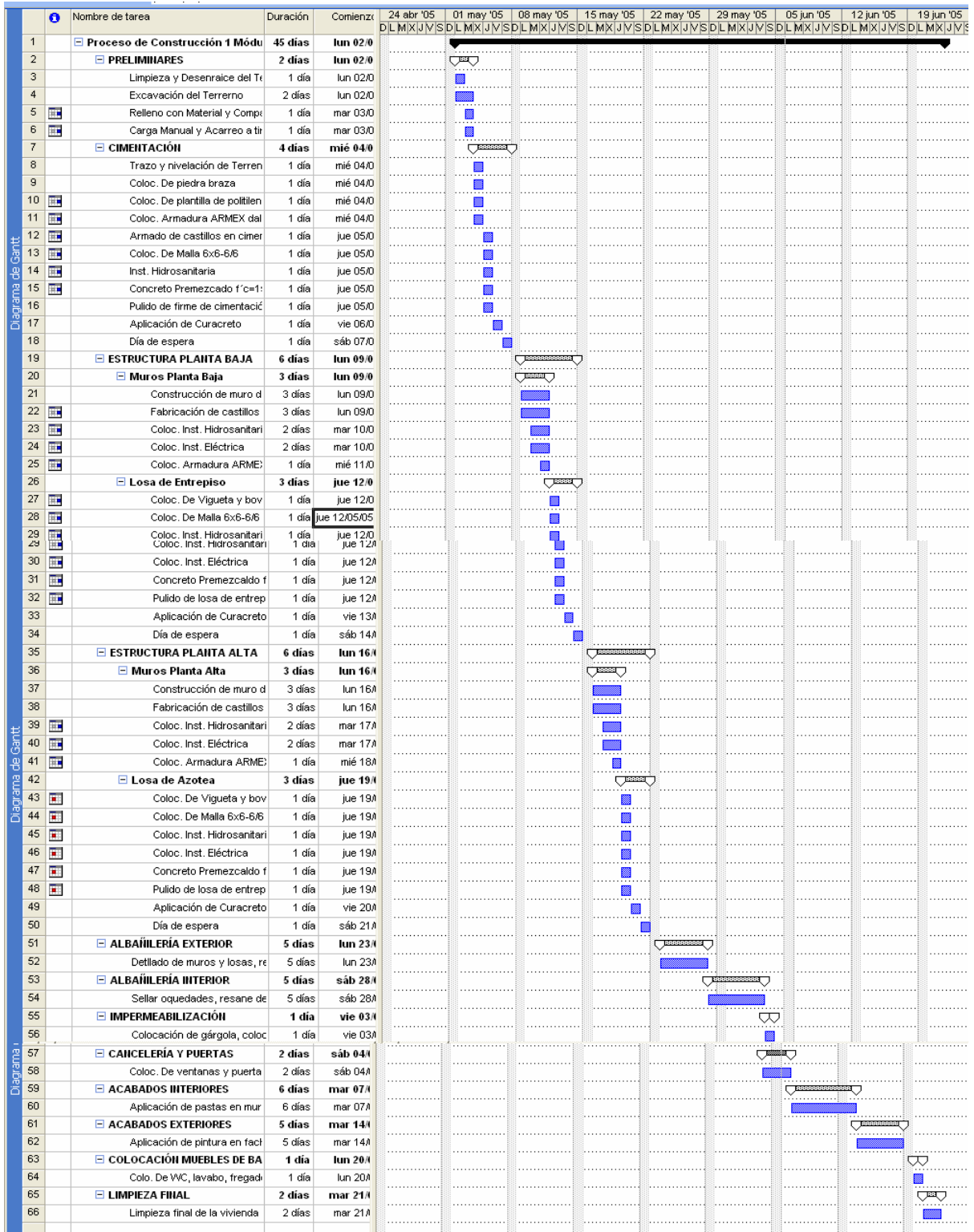
El procedimiento detallado para su colocación es el siguiente:

- Sobre los muros con las cadenas de cerramiento todavía sin colar, se apoyan las viguetas separadas entre ellas de acuerdo al tamaño de las bovedillas; el apoyo debe ser de 5 a 10 cm.
- Sobre las viguetas, se colocan una por una las bovedillas, cuidando que asienten perfectamente sobre las viguetas.
- Ya colocadas las bovedillas, se tiende sobre ellas una malla de acero electrosoldada.
- Se deben colocar todo lo necesario para las instalaciones.
- Antes de colar se debe limpiar perfectamente la superficie de las viguetas y mojar abundantemente para obtener un colado correcto.
- Finalmente se cuela una capa de concreto (especificada en los planos) encima de la bovedilla, para que la losa trabaje monolíticamente y no tenga vibración ni deformaciones.
- Aunque este sistema no requiere cimbra, se deben apuntalar las viguetas por medio de polines.

Los muros de planta alta se hacen de la misma forma que los de planta baja, así como la losa de primer nivel se hace de la misma forma que la de planta baja.

TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA.
SISTEMA TRADICIONAL

Programación de Obra para un Módulo, 4 viviendas.



Programación de Obra para 500 módulos, 2000 viviendas en total.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Mayo a Marzo																																														
			mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	mar																																				
1 <input checked="" type="checkbox"/> Proceso de 500 Módulos	750 días	lun 02/05/05	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
2 CIMENTACIÓN	110 sem.	lun 02/05/05	[Barra azul]																																														
3 MUROS PLANTA BAJA	120 sem.	lun 16/05/05	[Barra azul]																																														
4 LOSA DE ENTREPISO	120 sem.	mar 24/05/05	[Barra azul]																																														
5 MUROS PLANTA ALTA	120 sem.	lun 30/05/05	[Barra azul]																																														
6 LOSA DE AZOTEA	120 sem.	mar 31/05/05	[Barra azul]																																														
7 ALBAÑILERÍA EXTERIOR	117 sem.	lun 06/06/05	[Barra azul]																																														
8 ALBAÑILERÍA INTERIOR	117 sem.	mié 15/06/05	[Barra azul]																																														
9 CANCELERÍA Y PUERTAS	115 sem.	lun 27/06/05	[Barra azul]																																														
10 ACABADOS INTERIORES	113 sem.	mié 06/07/05	[Barra azul]																																														
11 ACABADOS EXTERIORES	113 sem.	lun 18/07/05	[Barra azul]																																														
12 COLOCACIÓN DE MUEBLES	110 sem.	lun 25/07/05	[Barra azul]																																														
13 IMPERMEABILIZACIÓN	110 sem.	lun 01/08/05	[Barra azul]																																														
14 LIMPIEZA FINAL	35 sem.	lun 22/01/07	[Barra azul]																																														

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Marzo a Enero																																																										
			marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero																																																
1 <input checked="" type="checkbox"/> Proceso de 500 Módulos	750 días	lun 02/05/05	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2 CIMENTACIÓN	110 sem.	lun 02/05/05	[Barra azul]																																																										
3 MUROS PLANTA BAJA	120 sem.	lun 16/05/05	[Barra azul]																																																										
4 LOSA DE ENTREPISO	120 sem.	mar 24/05/05	[Barra azul]																																																										
5 MUROS PLANTA ALTA	120 sem.	lun 30/05/05	[Barra azul]																																																										
6 LOSA DE AZOTEA	120 sem.	mar 31/05/05	[Barra azul]																																																										
7 ALBAÑILERÍA EXTERIOR	117 sem.	lun 06/06/05	[Barra azul]																																																										
8 ALBAÑILERÍA INTERIOR	117 sem.	mié 15/06/05	[Barra azul]																																																										
9 CANCELERÍA Y PUERTAS	115 sem.	lun 27/06/05	[Barra azul]																																																										
10 ACABADOS INTERIORES	113 sem.	mié 06/07/05	[Barra azul]																																																										
11 ACABADOS EXTERIORES	113 sem.	lun 18/07/05	[Barra azul]																																																										
12 COLOCACIÓN DE MUEBLES	110 sem.	lun 25/07/05	[Barra azul]																																																										
13 IMPERMEABILIZACIÓN	110 sem.	lun 01/08/05	[Barra azul]																																																										
14 LIMPIEZA FINAL	35 sem.	lun 22/01/07	[Barra azul]																																																										

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Marzo a Septiembre																																	
			marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre																											
1 <input checked="" type="checkbox"/> Proceso de 500 Módulos	750 días	lun 02/05/05	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126			
2 CIMENTACIÓN	110 sem.	lun 02/05/05	[Barra azul]																																	
3 MUROS PLANTA BAJA	120 sem.	lun 16/05/05	[Barra azul]																																	
4 LOSA DE ENTREPISO	120 sem.	mar 24/05/05	[Barra azul]																																	
5 MUROS PLANTA ALTA	120 sem.	lun 30/05/05	[Barra azul]																																	
6 LOSA DE AZOTEA	120 sem.	mar 31/05/05	[Barra azul]																																	
7 ALBAÑILERÍA EXTERIOR	117 sem.	lun 06/06/05	[Barra azul]																																	
8 ALBAÑILERÍA INTERIOR	117 sem.	mié 15/06/05	[Barra azul]																																	
9 CANCELERÍA Y PUERTAS	115 sem.	lun 27/06/05	[Barra azul]																																	
10 ACABADOS INTERIORES	113 sem.	mié 06/07/05	[Barra azul]																																	
11 ACABADOS EXTERIORES	113 sem.	lun 18/07/05	[Barra azul]																																	
12 COLOCACIÓN DE MUEBLES	110 sem.	lun 25/07/05	[Barra azul]																																	
13 IMPERMEABILIZACIÓN	110 sem.	lun 01/08/05	[Barra azul]																																	
14 LIMPIEZA FINAL	35 sem.	lun 22/01/07	[Barra azul]																																	

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.

S I S T E M A I N D U S T R I A L I Z A D O

- Cimentación: En este caso se tiene una losa de concreto armado de 10 cm de espesor.
- Estructura: Muros de concreto reforzado de 10 cm de espesor, se utilizarán tanto en planta alta como en planta baja.
- Las losas de entrepiso y azotea serán de concreto reforzado.
- Las rampas de escalera son de concreto armado de 10 cm de espesor y se apoyará en muros de concreto.
- La impermeabilización en azotea es mediante membrana de asfalto, y en zonas húmedas a base de la aplicación de emulsión impermeable.
- Acabados en Muros:
 - Muro de concreto armado de 10 cm de espesor.
 - Aplanado con mortero cemento-arena en exteriores, acabado fino.
 - Acabado texturizado con relieves finos en interiores.
 - Azulejo en baños y algunas partes de la cocina.
- Acabados en plafones:
 - Losa de concreto armado (en entrepiso y azotea).
 - Fondeo con mortero cemento-arena, acabado fino.
 - Recubrimiento texturizable tipo tirol.

- Acabados en pisos:
 - Relleno de tepetate compactado.
 - Losa de cimentación de concreto armado.
 - Losa maciza de concreto armado (en entepiso y azotea), acabado pulido.
 - Rampa de escalera de concreto armado.
 - Impermeabilización de azotea y zonas húmedas a base de una membrana.

ALCANCES DE LAS PARTIDAS

SISTEMA INDUSTRIALIZADO

Partida	Concepto	Alcance
---------	----------	---------

Cimentación	Trazo y nivelación	Notificación, rectificación de puntos + trazo + medidas + escuadras
	Excavación	Referencias + niveles + excavaciones + rellenos + acarreo
	Instalación hidráulica y sanitaria	I. hidráulica – ubicación + aislamiento + prueba a 5 kg/cm ² . I. sanitaria – ubicación + diámetros + profundidad + pendiente
	Instalación eléctrica y de gas	I. eléctrica – ubicación + preparación de acometida. I. de gas – ubicación + diámetros + profundidad + prueba de 2.5 kg/cm ²
	Cimbra	Cimbra perimetral + nivelación + alturas + medidas + escuadras + espesor de cimbra muerta
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones + silletas
	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + pulido + curado.

Partida	Concepto	Alcance
Estructura planta baja	Cimbrado	Arrastre + puntales + armado molde + aplicación desmoldante + plomos + escuadras + nivelación + troqueles
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones + silletas
	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + vibrado + lavado cimbra pulido + juntas + curado.
	Descimbrado	Desarmado molde + acarreo + limpieza paneles + recolección de accesorios
	Escalera	Trazo + medidas de huellas y peraltes + armado + anclaje + resistencia del concreto + descimbrado.

Estructura planta alta.	Cimbrado	Arrastre + puntales + armado molde + aplicación desmoldante + plomos + escuadras + nivelación + troqueles
	Armado	Protección de instalaciones + armado + amarres + traslapes + preparaciones + silletas
	Colado	Vaciado de concreto + revenimiento + cilindros + vibrado + lavado cimbra pulido + juntas + curado.
	Descimbrado	Desarmado molde + acarreo + limpieza paneles + recolección de accesorios

	Colocación de ductos	Ubicación + anclaje con balazo + colganteo + uniones
	Resanes	Colocación de metal desplegado + resanes en muros + resanes en losas
	Azotea	Recibir ductos + pretilas + chaflanes + barandales
	Balcón	Pendientes + pretilas + chaflanes + barandales

Albañilería exterior	Patio de servicio	Firme + pendiente + muro pantalla + colocación de lavadero
	Bardas medianeras	Zapata + junteo aparente + castillos ahogados + cadena de cerramiento
	Conexión de servicios	Colocación + conexión + nivelación + registro + caja de banquetas + acometida de gas
	Aplanados exteriores	Andamios + aplanados en muros exteriores + resistencia del mortero
	Boquillas	Escantillones + boquillas + medidas + plomo + nivel

Albañilería interior	Colocación de marcos y barandales	Ubicación + anclaje + plomo + nivelación + protección de muro
	Colocación de azulejo	Plomo + nivel + recortes + ajustes + junteo + sardinet
	Resanes	Colocación de metal desplegado + resanes en muros + perfilado de aristas y esquinas.
	Aplanados interiores	Yeso en plafones + yeso en muros + perfilado de esquinas y aristas.
	Boquillas	Escantillones + boquillas + medidas + plomo + nivel

Impermeabilización	Impermeabilización	Sellado + colocación + traslapes + recortes + ductos + domos + chaflanes + goterón
---------------------------	--------------------	--

Cancelería y puertas	Cancelería y puertas	Dimensiones + perfilado de vano + colocación puertas + plomo + nivel + abatimiento + funcionamiento + sellado + protección + colocación puertas + instalación ventanearía + sellado + cancelería
-----------------------------	----------------------	--

Acabados interiores	Textura del plafón	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza
	Pasta en muros	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza
	pintura	Protección cancelería + acabado uniforme + adherencia + limpieza

Acabados exteriores	Encalado + pintura	Protección cancelería + sellado + acabado uniforme + calidad de material + limpieza
----------------------------	--------------------	---

Muebles de Baño	Instalación de muebles de baño	Junta prole + sellado W.C. + anclaje lavabo + conexiones
	Pruebas finales de instalación	Hidráulica + sanitaria descargas y registros + eléctrica contactos – alumbrado – tablero
	Colocación de puertas y accesorios	Puertas + chapas + mezcladoras + llaves + regadera + accesorios eléctricos + rejillas + ductos

Limpieza final	Limpieza final	Retiro de material sobrante + desperdicios + limpieza final de vivienda + limpieza exterior de la vivienda
-----------------------	----------------	--

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

DEL SISTEMA INDUSTRIALIZADO

Primero se plantean los *cuidados* que se deben de realizar *en las obras hechas con concreto* antes de llegar a lo que es en si el proceso constructivo de nuestro sistema.

Antes que nada se deberá hacerse una revisión de la *cimbra*, esta es una de las tareas que debe realizarse cuidadosamente, pues una cimbra suelta, mal estabilizada o poco resistente puede producir deformaciones, fugas y fallas en la resistencia final del concreto.

La cimbra no sólo debe resistir el peso del concreto durante y después del colado sin deformarse o perder los niveles, plomos y alineamientos; sino que también deberá resistir el vibrado del concreto una vez vaciado. Se debe verificar que la cimbra tenga las dimensiones y reúna las condiciones de resistencia y estabilidad necesarias para soportar la carga del concreto fresco sin deformación, con los amarres y apoyos bien colocados. Asimismo, habrá de certificar que las formas para el concreto estén siguiendo el alineamiento del replanteo, a ejes, a nivel y aplomo, con los pases necesarios para los ductos. En caso de que alguna parte vaya a quedar aparente deberá verificarse que la cimbra tenga la textura adecuada para una superficie visible.

Por último, antes de verter el concreto deberá revisarse que al cimbra esté limpia y humedecida con agua por lo menos dos horas antes del colado, para que no le quite agua al concreto, y preparada con los aceites y sustancias protectoras que faciliten su descimbrado y alarguen la vida útil de la madera.

Debe asegurarse de que el *acero de refuerzo* tenga la sección especificada y que no contenga defectos, mellas o adelgazamientos en ninguna parte. Igualmente, se debe constatar que el acero esté limpio, sin tierra, suciedad u óxido acumulado durante el almacenamiento, y libre de grasa en su superficie.

Después se tendrá que cerciorarse de que el acero tenga la forma y localización correcta, que los amarres estén hechos siguiendo las normas establecidas, y verificar que el número de varillas coincida con lo especificado en los planos estructurales. Se debe cuidar que los empalmes estén hechos con la longitud correcta. Finalmente, hay que verificar que el acero de refuerzo tenga la separación necesaria de las paredes de la cimbra para que logre una buena cobertura de concreto.

Se tiene que tener demasiado cuidado en el *concreto* ya que se pueden presentar muchas fases de su proceso en las que pueden ocurrir fallas que afectarían su resistencia.

Las fallas pueden comenzar en la preparación misma del concreto con la dosificación de sus componentes que son cemento, agua, agregados pétreos y aditivos. Hay que asegurarse de que sea el tipo correcto de cemento y que esté en la cantidad y proporción adecuadas. Al respecto del agua, el punto más importante es su proporción en relación con la cantidad de cemento, ya que un exceso o una falta de ella afectarán singularmente la resistencia final del concreto.

En cuanto a los agregados pétreos hay que cerciorarse de su cantidad, clase, dureza y forma, y particularmente de su granulometría o tamaño, que debe coincidir con lo especificado. Los aditivos se han convertido ya en un elemento casi invariable en las mezclas de concreto de grande sobras. Hay que verificar la cantidad, pues una proporción menor no tendrá los resultados esperados y una mayor puede alterar completamente la condición del concreto. Los aditivos más usados son los retardadores y aceleradores del fraguado, los de impermeabilización del concreto, más otros de moldeabilidad y eliminación de oxígeno. La mezcla de los componentes del concreto también es importante para garantizar una apropiada consistencia, una homogeneidad en las diversas preparaciones y una uniformidad en la cantidad de agua.

Es una práctica común que una parte del concreto sea mezclado en una planta productora, *concreto premezclado*, y llevado y vaciado a las obras en grandes ollas revolventoras. El premezclado en planta se supone que técnicamente se realiza con más

cuidado y más uniforme que el hecho en la obra, y tiene un mayor control del tiempo y temperatura de batido. Lo que hay que controlar aquí es el tiempo de transportación, es decir, el que transcurre desde que el concreto se prepara en la planta hasta que llega a la obra, pues un periodo grande puede producir sedimentación, segregación de los componentes y, por consiguiente, pérdidas.

Las *muestras* se toman en un molde cilíndrico de tres partes intermedias, antes de que el concreto llegue a la cimbra, compactándolo con una varilla de la periferia al centro. Como mínimo se toma un par de muestras por cada día de colado o por cada 40m³ de concreto. El cilindro se deja fraguar sobre una base rígida, sin vibraciones o impactos, protegido del sol y la lluvia, para desmoldarse 24 horas después, ponerle una identificación y dejarlo curando el tiempo necesario, hasta hacer las pruebas en la prensa hidráulica.

Cuando la mezcla se diseña para tener una resistencia específica a los 14 días, las pruebas se realizan en este tiempo, de lo contrario, se llevan a cabo a los 28 días. Para el concreto clase 1 la resistencia debe ser de 35 kg/cm² y para el de clase 2 de 50 kg/cm². Estas pruebas se deben realizar en un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALIP).

En caso de que las resistencias sean menores se procederá a extraer y ensayar corazones, que son cilindros extraídos con un taladro, del concreto de la zona representada por los cilindros vaciados, de acuerdo con la norma C169.

El concreto se deberá vaciar o *colar* en la zona del molde donde vaya a quedar en definitiva. En el momento del colado se debe cuidar la homogeneidad y continuidad de éste, revisando que llegue a las cotas de nivel necesarias y que su superficie quede con la textura que se necesita. Se deberá tener particular cuidado de colar en capas y secciones, nunca sobre concreto endurecido, y de no agregar agua. Durante el vaciado se tendrá que estar atento a la toma de muestras para hacer posteriormente las pruebas de resistencia necesarias.

Las juntas de colado de ejecutarán en los lugares y la forma que indiquen los planos estructurales. Para evitar poros, vacíos, segregación de los materiales y superficies defectuosas, se acostumbra compactar el concreto con picado, vibrado o apisonado. El vibrado resulta más eficiente pero se debe hacer con los equipos apropiados.

El vibrado debe realizarse antes de que se inicie el fraguado, cuidando de que su duración y compactación no sean excesivas y resulte en una sedimentación y estratificación de los elementos del concreto, con lo que se pierde homogeneidad y resistencia.

Del curado del concreto depende, en gran medida, su resistencia final. Un mal curado no permite que se cristalice con la resistencia óptima, de manera que una de los puntos importantes es asegurarse de que se realice en la manera correcta. Se debe vigilar que el concreto esté protegido, tanto del asoleamiento excesivo como de las lluvias intensas, además de asegurarse de que dure el tiempo requerido y que en ese periodo reciba la hidratación continua necesaria, para que no se produzcan fisuras ni poros.

Se deberá estar atento que el descimbrado de las estructuras de concreto no se realice prematuramente, sino que se haga después del tiempo de fraguado técnicamente necesario, retirando las piezas de la cimbra en el sentido correcto, para no dañen el concreto. Si hay un defecto visible en el concreto recién descimbrado se puede proceder a su resane.

Cuando el concreto se haya utilizado para alguna parte de la estructura se deberá hacer una prueba de carga de por lo menos 24 horas, en una sección representativa, con un peso equivalente al 85% de la carga de diseño.

Teniendo en cuenta los cuidados en la obras de concreto, anteriormente descritos, se procederá a enunciar el procedimiento constructivo que se llevará a cabo para la construcción de las casas de interés social a base de un sistema industrializado. Éste se realizará siguiendo las siguientes secuencias de actividades para poder realizar un colado monolítico y así la estructura se conforme como una “sola pieza”.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

INSTALACIONES PARA CIMENTACIONES

- Colocación de puntos topográficos.
- Excavación de zanjas a mano, cuidando pendientes.
- Colocación de tubería sanitaria y pluvial, se deberá verificar ubicación de puntas.
- Relleno de cepas con material producto de la excavación, compactar el material mojando la tierra y usando pisón evitando dañar la tubería.
- Renivelación de plataformas y retiro de material excedente producto de excavación.
- *Puntos a cuidar:* Verificar banco de material en relleno autorizado, verificar la compactibilidad con pruebas de laboratorio

CIMENTACIONES

- Verificación de puntos topográficos y nivel de plataforma.
- Colocación de la cimbra metálica perimetral para losa de cimentación, colocar desmoldante a la cimbra.
- Verificar niveles de cimbra, escuadra y alineación.
- Colocación de polipropileno (plástico), como plantilla cuidando sus traslapes y correcta fijación.
- Colocación del acero de refuerzo (varilla y malla) con sus respectivas calzas de varilla y silleta torre chica de plástico, además de la colocación de castillos para los muros.
- En cimentaciones colindantes colocar poliestireno como junta contractiva.
- Instalación de tubería eléctrica, sanitaria e hidráulica y realizar pruebas de hermeticidad.
- Colocación de concreto premezclado, se deberá vibrar el concreto y verificar peralte de la losa.
- Pulido de cimentación utilizando volteador en puertas de acceso.

- Aplicación de curacreto a losa de cimentación para su curado.
- Fraguado y descimbrado
- *Puntos a cuidar:* profundidad y ancho de zanja, colocación y traslapes de acero de refuerzo, pruebas de uniones de tuberías hidráulicas con agua a presión, revisar la humedad óptima del terreno para colado de losa de cimentación, revenimiento del concreto, vibrado del concreto, tiempo de descimbrado. *Retirar totalmente la capa de arcillas expansivas que se tiene y mejorar el suelo (en este caso se recomienda la colocación de tepetate).*

ESTRUCTURA PLANTA BAJA

- Colocación de malla y acero de refuerzo horizontal para muros.
- En contra muro colocar poliestireno como junta contractiva.
- Colocación de guías sobre la cimentación para la cimbra de los muros.
- Colocación de instalación eléctrica (cajas, mangueras y centros de carga), cuidando que queden fijas y en posición correcta.
- Colocación de instalación hidráulica.
- Sujetar la tubería que se colocó en el proceso de la cimentación a la malla para evitar su movimiento al momento de colocar el concreto.
- Armado de la cimbra metálica en muros y losa de entrepiso.
- Realizar una limpieza previa de la cimbra y la correcta aplicación de desmoldante a la misma.
- Revisión de niveles y plomeo de los muros.
- Colocación de acero de refuerzo en losa de entrepiso (varilla y malla) y la instalación de castillos para los muros de planta alta.
- Instalación eléctrica en losa de entrepiso (cuidar fijación de cajas y mangueras).
- Preparación de bajantes de tubería sanitaria, se deberá colocar el material para crear hueco en la losa.
- Aplicar diesel a cimbra con aspersor para evitar adherencia del concreto.
- Colocación de concreto premezclado, primero en muros y después en losa.
- Cuidar revenimiento y el correcto vibrado al momento de su colocación.

- Pulido de la losa de entrepiso.
- Limpieza de molde con hidrolavadora durante y después del colado
- Aplicación de curacreto al entrepiso y muros inmediatamente después del descimbrado.
- *Puntos a cuidar:* revisar que la losa de cimentación se encuentre bien pulida, verificar el trazo, distancias, armado, traslapes estén contra plano, calibre de acero de refuerzo, que la cimbra tenga todos los accesorios, verificar plomos y nivelación en muros y losa, verificar escuadre y plomo en puertas y ventanas, revisar tiempo de descimbrado y apuntalamiento de losa descimbrada.

ESTRUCTURA PLANTA ALTA

- Colocación de andamio perimetral
- Colocación de malla y refuerzo horizontal en muros.
- En contramuro colocar poliestireno como junta constructiva.
- Colocación de guías sobre la losa de entrepiso para la cimbra de los muros.
- Instalación eléctrica en losa de entrepiso, (cuidar fijación de cajas y mangueras).
- Instalación hidráulica para sanitarios.
- Armado de la cimbra metálica en muros y losa de azotea.
- Realizar una limpieza previa de la cimbra y la correcta aplicación de desmoldante a la misma.
- Chequeo de niveles y plomo en muros
- Colocación de acero de refuerzo en losa de azotea, se deberá cuidar la fijación de cajas y mangueras.
- Colocación de concreto premezclado, primero en muros y después en losa.
- Cuidar el revenimiento y el correcto vibrado al momento de su colocación.
- Enrase de pretilas y repisones.
- Floteado de losa de azotea.
- Aplicación de curacreto en azotea y muros inmediatamente después de descimbrar.
- *Puntos a cuidar:* revisar que la losa de cimentación se encuentre bien pulida, verificar el trazo, distancias, armado, traslapes estén contra plano, calibre de acero

de refuerzo, que la cimbra tenga todos los accesorios, verificar plomos y nivelación en muros y losa, verificar escuadre y plomo en puertas y ventanas, revisar tiempo de descimbrado y apuntalamiento de losa descimbrada.

DETALLADO DE LA ESTRUCTURA

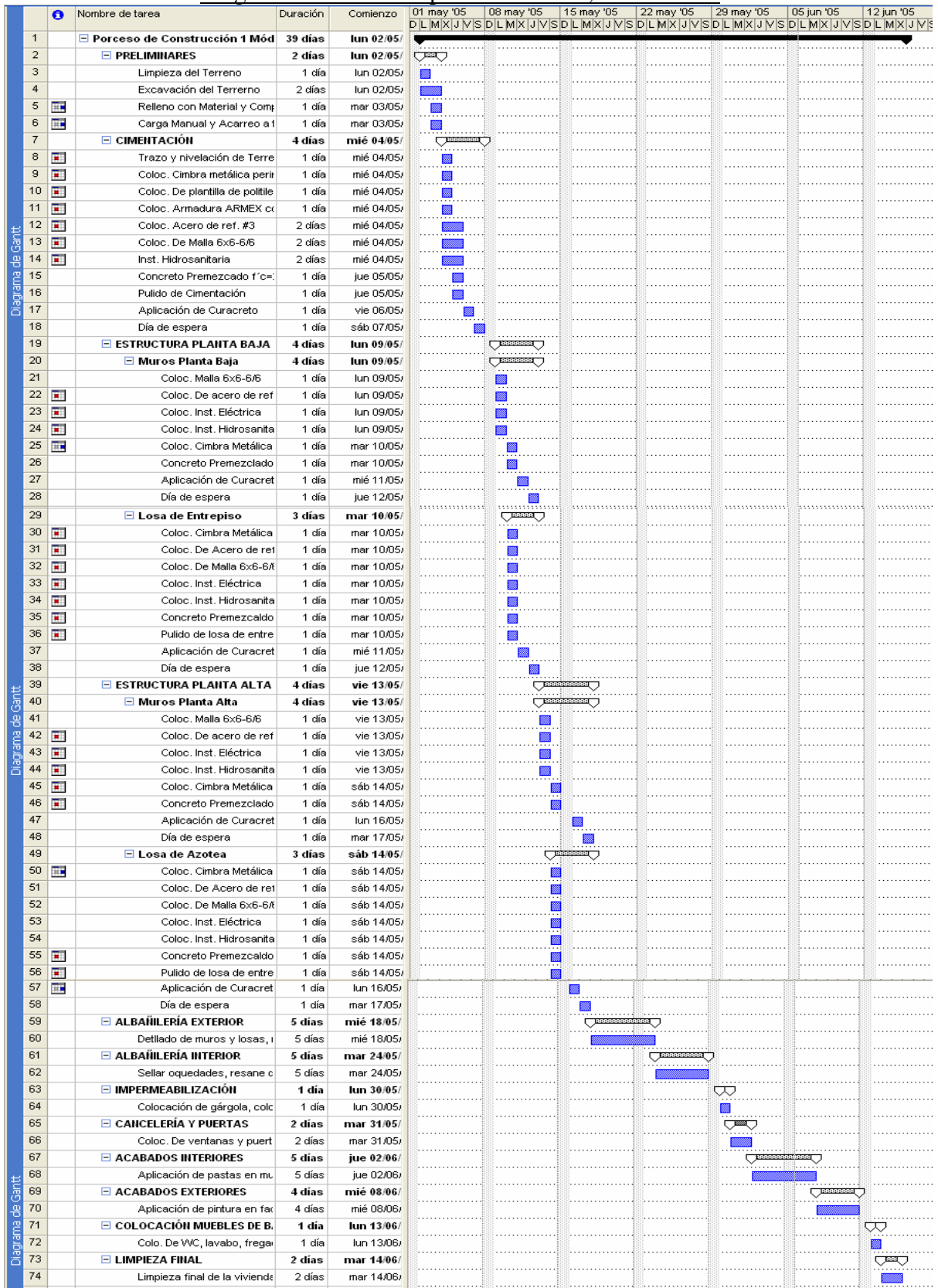
- Detallado de muros y losas en caso de existir oquedades ó cualquier defecto propio de los colados con mortero.
- Retiro de cualquier pieza ó accesorio del molde
- Los vanos de puertas y ventanas deben de estar verificados y corregidos en caso de cualquier detalle.
- Detallado de rodapiés (muro-losa) rebabear.
- Perfilado de junta vertical (exponer poliestireno).
- Detallado de instalaciones (cajas, puntas, etc.)
- Limpieza y retiro de escombros producto de colados, detallado y tecateo de pisos.

IMPERMEABILIZACIÓN

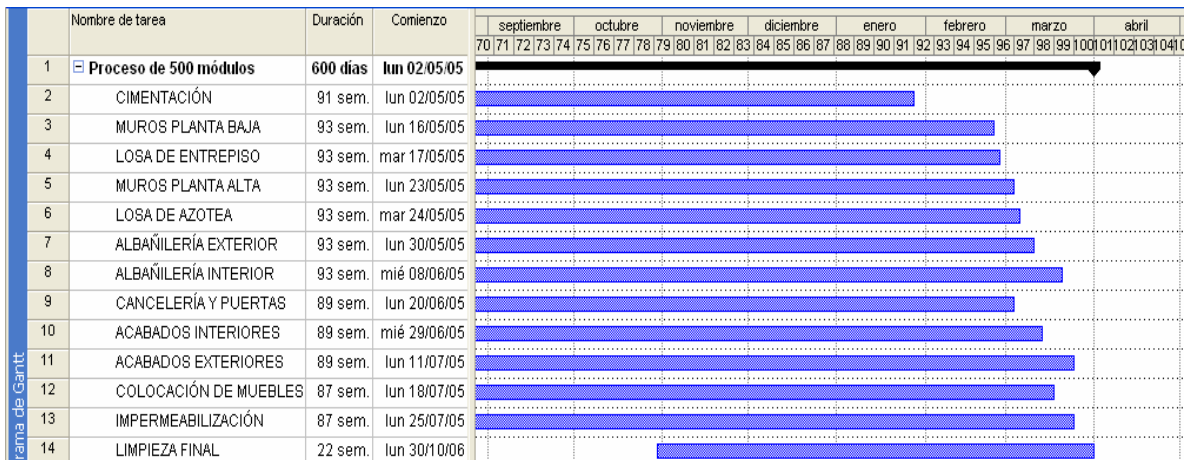
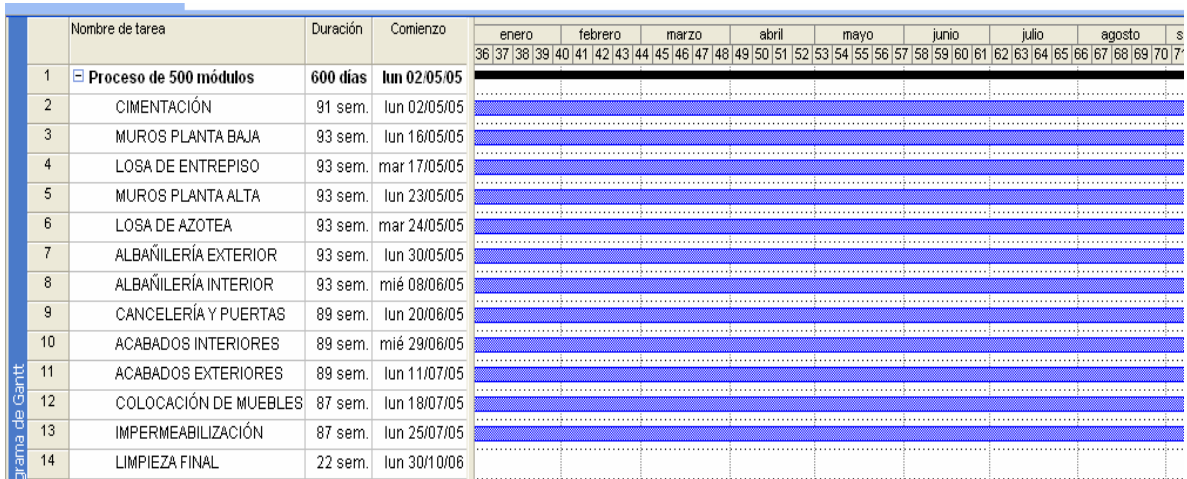
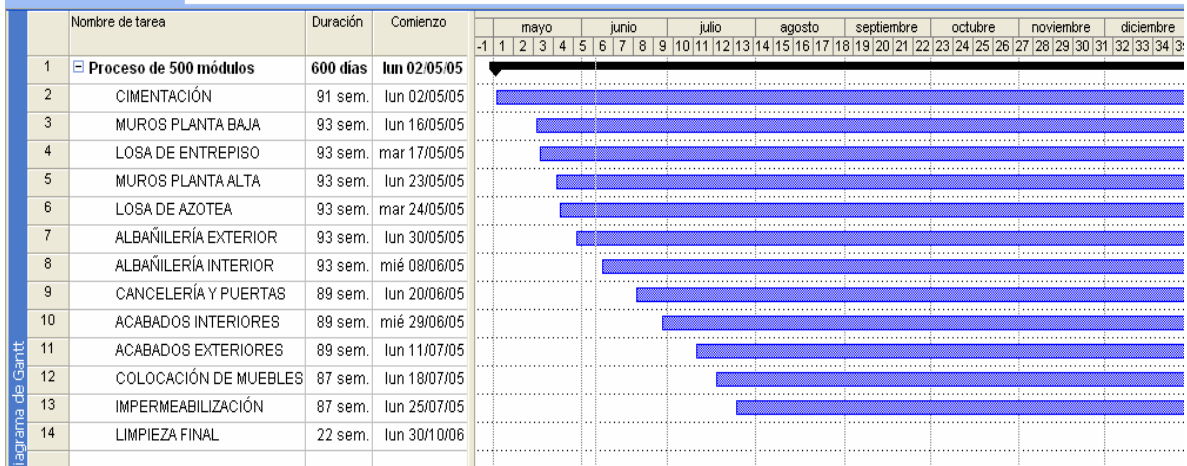
- Colocación de gárgola se verificará la inclinación, que este bien recibida y sellada para evitar escurrimientos.
- Se colocaran las muestras para colocar el entortado.
- Se limpiara de polvo la superficie, se humedecerá y después se colara el entortado.
- El espesor del entortado será de 7 cm en su parte más alta y rematará en cero.
- Se harán los chaflanes y diamantes.
- Al día siguiente del entortado se probará con agua para verificar que la pendiente haya quedado bien.
- Cuidar meticulosamente la junta entre el muro y la gárgola, sellar pretilas y cubos de domo, colocar junta de lámina en zonas de desnivel sin escatimar material.

TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA.
SISTEMA INDUSTRIALIZADO

Programación de Obra para un Módulo, 4 viviendas.

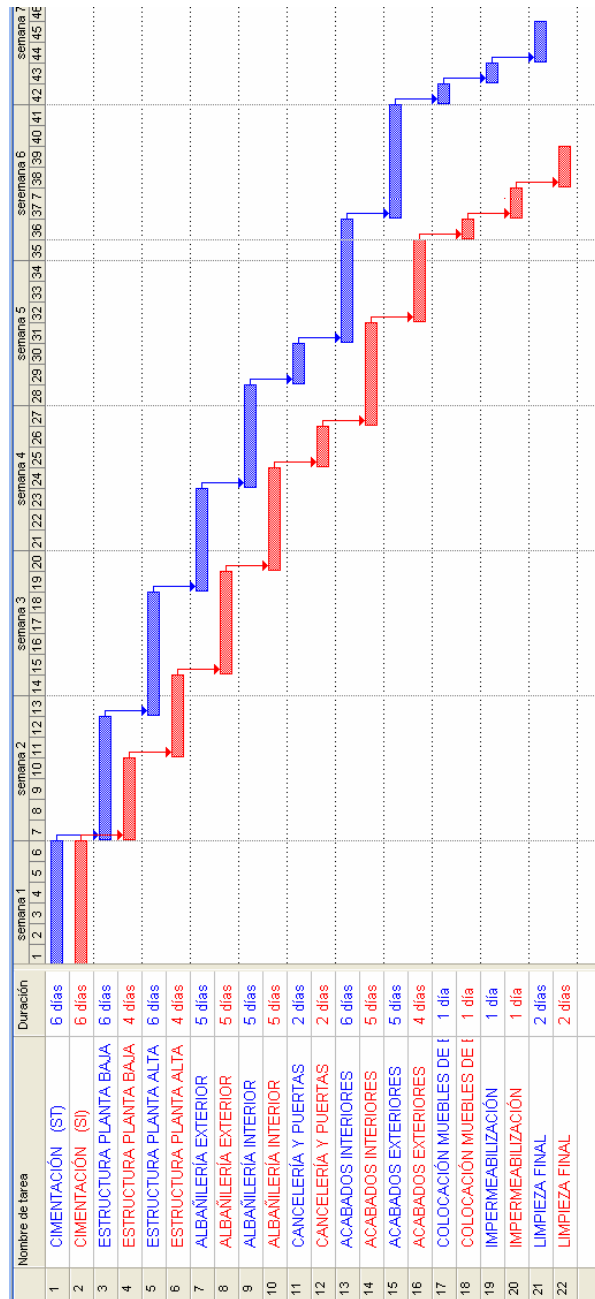


Programación de Obra para 500 módulos, 2000 viviendas en total.



TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

A continuación se presentan de forma gráfica la comparativa de los programas de obra llevados a cabo bajo un sistema con constructivo industrializado y otro a base de un sistema tradicional de construcción. Primero las partidas del sistema tradicional (ST) y debajo de ellas la del sistema industrializado (SI).



COSTEO DE ALTERNATIVAS



“PRESUPUESTO SISTEMA TRADICIONAL”

A continuación se muestra el presupuesto de obra del sistema tradicional el cual incluye costo directo de obra negra y las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. La cuantificación se realizó para un solo módulo (cuatro viviendas), por tanto, el presupuesto que se muestra es para un módulo.

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	CUADRUPLEX LOMA V					
P01	<u>CIMENTACION</u>					
CIM001	TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFICA DEL TERRENO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS Y REFERENCIAS, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M2	108.0000	9.05	977.40	0.41%
CIM002	EXCAVACION DEL TERRENO NATURAL POR METODOS MANUALES EN SUELO TIPO II CON PICO Y PALA EN CEPAS, DE 0.0 A 1.0 M. DE PROFUNDIDAD, PARA CONTRATRABES, PARA COLOCACION DE TUBERIA HIDRO-SANITARIAS Y PARA REGISTROS, EL PRECIO INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION, LIMPIEZA POR VIVENDA AL TERMINO DE LA ACTIVIDAD. P.U.O.T.	M3	27.0300	71.81	1,941.02	0.81%
CIM003	MAMPOSTERÍA DE TERCERA DE PIEDRA BRAZA, LIMPIA ASENTADA CON MORTERO TIPO I, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, SELECCIÓN DE PIEDRA, MORTERO, MANO DE OBRA, ACARREO Y DESPERDICIOS.	M3	15.4680	616.02	9,528.60	3.99%
CIM004	SUMINISTRO, HABILITADO DE CASTILLO KC-1 PARA CIMENTACIÓN, CON DOS VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y CON GRAPAS DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABI	ML	17.2000	18.87	324.56	0.14%
CIM005	SUMINISTRO, HABILITADO DE CASTILLO KC-2 PARA CIMENTACIÓN, CON TRES VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y CON GRAPAS DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HAB	ML	4.8000	37.74	181.15	0.08%

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
CIM006	RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COMPRENDE TENDIDO Y COMPACTACION EN CAPAS DE 15 CM CON PISON A MANO, EN CIMENTACION, PATIOS DE SERVICIOS Y APROCHES DE REGISTROS. INCLUYE: ACARREOS LOCALES EN CARRETILLA Y TRASPALAO, MANO DE OBRA, HERRAMIENT	M3	5.4000	52.53	283.66	0.12%
CIM007	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE POLIETILENO CAL 300, PREVIA RECOMPACTACION DEL AREA DE CONTACTO CON PIZON DE MANO, EL PRECIO INCLUYE: FIJACION AL TERRENO, SUMINISTRO DE MATERIALES, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	108.0000	3.81	411.48	0.17%
CIM008	CARGA MANUAL Y ACARREO A TIRO LIBRE, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M3	21.6300	95.95	2,075.40	0.87%
CIM009	CIMBRA PERIMETRAL METALICA EN LOSAS DE CIMENTACION, ACABADO COMUN DE 10 CM DE ALTURA, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO, DESCIMBRADO, APLICACION DE DESMOL	ML	42.0000	21.91	920.22	0.39%
CIM010	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O COLOCACION DE SIL	M2	121.5000	36.39	4,421.39	1.85%
CIM011	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARMADURA ELECTROSOLDADA 12 X 20 - 4 PARA DALA DE DESPLANTE, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS	ML	97.4000	21.39	2083.39	0.87%
CIM012	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO R. N., F'C= 150 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO 10 TIRO DIRECTO EN CIMENTACION, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALAO, NIVELADO EN FIRMES, RECUBRIMIENTO	M3	12.5908	1,039.39	13,086.75	5.49%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.3300	14,810.43	4,887.44	2.05%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.3300	6,538.61	2,157.74	0.90%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.1000	13,996.30	1,399.63	0.59%
Total de CIMENTACION					44,679.83	18.73%

ESTRUCTURA PLANTA BAJA

MPB MUROS PLANTA BAJA

CONSTRUCCION DE MUROS EN PLANTA BAJA CON BLOCK HUECO DE CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3, CON REFUERZO HORIZONTAL TIPO ESCALERILLA A CADA DOS HILADAS, INCLUYE: SUMINISTROS DE MATERIALES, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES, COLADO DE CASTILLOS AHOGADOS K-1, K-2 Y K-3 CON CONCRETO F'c= 150 KG/CM2 REFORZADOS CON VARILLAS DEL # 3 FY = 4200 KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B. OBRA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARÁN LOS TRABAJOS, ACARREO LOCAL DEL AGUA PARA LOS MORTEROS Y LOS CONCRETOS, HUMEDECIDO DEL BLOCK SI ES NECESARIO, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.

BASICOS

MPB001	FABRICACION DE CASTILLO K-1 AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 1 VARILLA # 3 FY=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DOBLECES	ML	153.6000	35.73	5,488.13	2.30%
MPB002	FABRICACION DE CASTILLO K-2, AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 2 VARILLAS DEL # 3 FY=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DO	ML	103.2000	72.29	7,460.33	3.13%

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
MPB003	FABRICACION DE CASTILLO K-3 AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 3 VARILLAS DEL # 3 FY=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DOB	ML	28.8000	101.59	2,925.79	1.23%
MPB004	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO DE BLOCK HUECO DE CONCRETO 12X20X40CM, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 CON UN ESPESOR DE 1CM (HASTA UN MAXIMO DE 1.5 CMS), HASTA UNA ALTURA DE 3.00 M, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DEL MORTERO, HUMEDECIDO DEL MATERIAL, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	172.0800	143.98	24,776.08	10.39%
MPB005	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE APLANADO DE MORTERO 1:4 EN MUROS, CON UN ESPESOR DE UN CENTIMETRO. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DE MORTERO, DESPERDICIO,		362.9480	28.75	10,434.76	4.37%
Total de MUROS PLANTA BAJA					51,085.08	21.42%

LOSA PLANTA BAJA

CONSTRUCCION DE LOSA DE ENTREPISO DE 19 CM DE ESPESOR CON VIGUETA ALMA ABIERTA CON PATIN DE 12 5 CM Y BOVEDILLA VIBROCOMPRESIDA 15 X 20 X 75 CM, CON CONCRETO PREMEZCLADO FC= 200 KG/CM2 R.N. REVENIMIENTO 14, T.M.A. DE 19 MM, REFORZADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6 6 - 6-6, ARMADURA ELECTROSOLDADA 12 20-4 Y ACERO FY= 4200 KG/CM2 DEL # 3 Y ALAMBRO Y FY=5000 PARA CERRAMIENTOS Y LOSA, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, APUNTALAMIENTO DEL SISTEMA DE PISO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES, BOMBEO DEL CONCRETO, TRASPALCO, TENDIDO, VIBRADO Y NIVELADO DEL CONCRETO, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CIMBRA DE CAJAS PARA SALIDAS DE LAMPARAS INCANDESCENTES, TAPADO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.

BASICOS

LPB001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARMADURA ELECTROSOLDADA 12 X 20 - 4 PARA CERRAMIENTOS, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O	ML	97.4000	21.39	2,083.39	0.87%
--------	--	----	---------	-------	----------	-------

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
LPB002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VIGUETA DE ALMA ABIERTA DE 12 CM DE PATIN Y BOVEDILLA VIBROCOMPRESIDA DE 14X20X75 CM, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, NIVELACION, APUNTALAMIENTO, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M2	108.0000	136.34	14,724.72	6.17%
LPB003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10-10, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADOS, ACARREOS HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION Y COLOCACION DE SILLETAS Y/O POLLOS PARA CALZARLA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	121.5000	21.32	2,590.38	1.09%
LPB004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL, F'c= 200 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO DE 14 CM TIRO CON BOMBA. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALEOS, ELABORACION DE LECHADA PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO Y PULIDO INTEGRAL SI SE REQUIERE, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M3	6.4800	1400.08	9,072.52	3.80%
LPB005	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN PERIMETRAL EN LOSAS Y CERRAMIENTOS CON PERALTE DE HASTA 40 CM, COLOCANDO TROQUELES Y ELEMENTOS DE FIJACION. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO Y DESCIMBRADO, APLICACION DE DESMOLDANTE, LIMPIEZA DE LA CIMBRA EN CADA USO, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	ML	42.0000	27.15	1,140.30	0.48%
LPB006	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE APLANADO DE MORTERO 1:4 EN MUROS, CON UN ESPESOR DE UN CENTIMETRO. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DE MORTERO, DESPERDICIO,		100.2740	28.75	2,882.88	1.21%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.3300	14,810.43	4,887.44	2.05%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.3300	6,538.61	2,157.74	0.90%

251

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTRUCTURACIÓN Y COSTO, DE SISTEMA TRADICIONAL VS SISTEMA INDUSTRIALIZADO PARA UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN QUERÉTARO, QRO."

RAMOS

-0-

RAMA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.4500	13,996.30	6,298.34	2.64%
Total LOSA PLANTA BAJA					45,837.70	19.22%

P03 ESTRUCTURA PLANTA ALTA

MUROS PLANTA ALTA

CONSTRUCCION DE MUROS EN PLANTA BAJA CON BLOCK HUECO DE CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3, CON REFUERZO HORIZONTAL TIPO ESCALERILLA A CADA DOS HILADAS, INCLUYE: SUMINISTROS DE MATERIALES, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES, COLADO DE CASTILLOS K-1, K-2 Y K-3 AHOGADOS CON CONCRETO F'C= 150 KG/CM2 REFORZADOS CON VARILLAS DEL # 3 F'Y = 4200 KG/CM2, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B. OBRA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTAN LOS TRABAJOS, ACARREO LOCAL DEL AGUA PARA LOS MORTEROS Y LOS CONCRETOS, HUMEDECIDO DEL BLOCK SI ES NECESARIO, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.

BASICOS

MPA001	FABRICACION DE CASTILLO K-1 AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 1 VARILLA # 3 F'Y=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DOBLECES	ML	153.6000	35.73	5,488.13	2.30%
MPA002	FABRICACION DE CASTILLO K-2, AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 2 VARILLAS DEL # 3 F'Y=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DO	ML	103.2000	72.29	7,460.33	3.13%
MPA003	FABRICACION DE CASTILLO K-3 AHOGADO EN BLOCK HUECO CONCRETO DE 12 X 20 X 40 CM CON MORTERO DE CEMENTO-ARENA 1:3 HECHO EN OBRA, REFORZADO CON 3 VARILLAS DEL # 3 F'Y=4200 KG/CM2, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, GRAPAS, DOB	ML	28.8000	101.59	2,925.79	1.23%

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
MPA004	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE MURO DE BLOCK HUECO DE CONCRETO 12X20X40CM, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3 CON UN ESPESOR DE 1CM (HASTA UN MAXIMO DE 1.5 CMS), HASTA UNA ALTURA DE 3.00 M, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DEL MORTERO, HUMEDECIDO DEL MATERIAL, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	172.0800	143.98	24,776.08	10.39%
MPA005	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE APLANADO DE MORTERO 1:4 EN MUROS, CON UN ESPESOR DE UN CENTIMETRO. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DE MORTERO, DESPERDICIO,		362.9480	28.75	10,434.76	4.37%
Total de MUROS PLANTA ALTA					51,085.08	21.42%

LOSA PLANTA ALTA

CONSTRUCCION DE LOSA DE AZOTEA DE 19 CM DE ESPESOR CON VIGUETA ALMA ABIERTA CON PATIN DE 12 X 5 CM Y BOVEDILLA VIBROCOMPRESIDA 15 X 20 X 75 CM, CON CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 200 KG/CM2 R.N. REVENIMIENTO 14, T.M.A. DE 19 MM, REFORZADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6 6 - 6-6, ARMADURA ELECTROSOLDADA 12 20-4 Y ACERO FY= 4200 KG/CM2 DEL # 3 Y ALAMBRON FY=5000 PARA CERRAMIENTOS Y LOSA, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, APUNTALAMIENTO DEL SISTEMA DE PISO, CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES, BOMBEO DEL CONCRETO, TRASPALCO, TENDIDO, VIBRADO Y NIVELADO DEL CONCRETO, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CIMBRA DE CAJAS PARA SALIDAS DE LAMPARAS INCANDESCENTES, TAPADO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.

BASICOS

LPA001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARMADURA ELECTROSOLDADA 12 X 20 - 4 PARA CERRAMIENTOS, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O	ML	97.4000	21.39	2,083.39	0.87%
--------	--	----	---------	-------	----------	-------

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
LPA002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VIGUETA DE ALMA ABIERTA DE 12 CM DE PATIN Y BOVEDILLA VIBROCOMPRESIDA DE 14X20X75 CM, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, NIVELACION, APUNTALAMIENTO, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M2	108.0000	136.34	14,724.72	6.17%
LPA003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10-10, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADOS, ACARREOS HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION Y COLOCACION DE SILLETAS Y/O POLLOS PARA CALZARLA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	121.5000	21.32	2,590.38	1.09%
LPA004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL, F'c= 200 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO DE 14 CM TIRO CON BOMBA. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALOS, ELABORACION DE LECHADA PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO Y PULIDO INTEGRAL SI SE REQUIERE, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M3	6.4800	1400.08	9,072.52	3.80%
LPA005	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN PERIMETRAL EN LOSAS Y CERRAMIENTOS CON PERALTE DE HASTA 40 CM, COLOCANDO TROQUELES Y ELEMENTOS DE FIJACION. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO Y DESCIMBRADO, APLICACION DE DESMOLDANTE, LIMPIEZA DE LA CIMBRA EN CADA USO, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	ML	42.0000	27.15	1,140.30	0.48%
LPA006	SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE APLANADO DE MORTERO 1:4 EN MUROS, CON UN ESPESOR DE UN CENTIMETRO. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, ELABORACION DE MORTERO, DESPERDICIO,		100.2740	28.75	2,882.88	1.21%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.3300	14,810.43	4,887.44	2.05%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.3300	6,538.61	2,157.74	0.90%

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.4500	13,996.30	6,298.34	2.64%
Total LOSA PLANTA ALTA					45,837.70	19.22%
Total del presupuesto					238,525.40	100.00%

“PRESUPUESTO SISTEMA INDUSTRIALIZADO”

A continuación se muestra el presupuesto de obra del sistema tradicional el cual incluye costo directo de obra negra y las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. La cuantificación se realizó para un solo módulo (cuatro viviendas), por tanto, el presupuesto que se muestra es para un módulo.

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	CUADRUPLEX LOMA V					
A01	CIMENTACIÓN					
CIM001	TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFICA DEL TERRENO M2 PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS Y REFERENCIAS, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		108.000	9.05	977.40	0.44%
CIM002	EXCAVACION DEL TERRENO NATURAL POR METODOS MANUALES EN SUELO TIPO II CON PICO Y PALA EN CEPAS, DE 0.0 A 1.0 M. DE PROFUNDIDAD, PARA CONTRATRABES, PARA COLOCACION DE TUBERIA HIDRO-SANITARIAS Y PARA REGISTROS, EL PRECIO INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION, LIMPIEZA POR VIVENDA AL TERMINO DE LA ACTIVIDAD. P.U.O.T.	M3	13.390	71.81	961.54	0.43%
CIM003	RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COMPRENDE TENDIDO Y COMPACTACION EN CAPAS DE 15 CM CON PISON A MANO, EN CIMENTACION, PATIOS DE SERVICIOS Y APROCHES DE REGISTROS. INCLUYE: ACARREOS LOCALES EN CARRETILLA Y TRASPALCO, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA E INCORPORACION DE AGUA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M3	5.400	52.53	283.66	0.13%
CIM004	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE POLIETILENO CAL 300, PREVIA RECOMPACTACION DEL AREA DE CONTACTO CON PIZON DE MANO, EL PRECIO INCLUYE: FIJACION AL TERRENO, SUMINISTRO DE MATERIALES, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	108.000	3.81	411.48	0.19%
CIM005	CARGA MANUAL Y ACARREO A TIRO LIBRE, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M3	7.990	95.95	766.64	0.35%
CIM006	CIMBRA PERIMETRAL METALICA EN LOSAS DE CIMENTACION, ACABADO COMUN DE 10 CM DE ALTURA, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO, DESCIMBRADO, APLICACION DESMOLDANTE, LIMPIEZA DE LA CIMBRA EN CADA USO, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	ML	42.000	21.91	920.22	0.42%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
COM007	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		239.000	14.37	3434.43	1.55%
CIM008	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA M2 ELECTROSOLDADA 6X6-6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O COLOCACION DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		121.500	36.39	4421.39	2.00%
COM009	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARMADURA ML ELECTROSOLDADA 15 x 25 - 4 PARA CONTRATRABES, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, HABILITADO, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		95.000	26.46	2513.70	1.14%
CIM010	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M3 PREMEZCLADO R. N., F'C= 200 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO 10 TIRO DIRECTO EN CIMENTACION, EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALCO, NIVELADO EN FIRMES, RECUBRIMIENTO CON PLASTICO EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		12.938	1222.63	15818.39	7.15%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.330	14810.43	4887.44	2.21%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.330	6538.61	2157.74	0.97%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.100	13996.30	1399.63	0.63%
Total CIMENTACIÓN					38953.65	17.60%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A02	MUROS P.B.					
MPB001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M3 PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL, F'c= 150 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO DE 14 CM TIRO CON BOMBA. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALOS, ELABORACION DE LECHADA PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. EN ESTRUCTURA.		17.750	1288.68	22874.07	10.33%
MPB002	RENTA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA M2 MODULAR MARCA CIMBRA-MEX O SIMILAR PARA ACABADO COMUN EN MUROS Y LOSAS, DEJANDO LA SUPERFICIE LISTA PARA RECIBIR EMPLASTECIDO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CIMBRA, ACCESORIOS, ENSAMBLADO DE LA CIMBRA, APLICACION DE DESMOLDANTE, NIVELACION Y PLOMEO DE PANELES, TROQUELAMIENTOS, APUNTALAMIENTOS, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO DE LAVADO, Y CARGA DE LOS PANELES Y HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA Y CORRECTA EJECUCION, ASI COMO LA LIMPIEZA DE LA OBRA DEPOSITANDO EL ESCOMBRO EN EL CENTRO DE ACOPIO INDICADO P.U.O.T.		362.928	41.34	15003.44	6.78%
MPB003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA M2 ELECTROSOLDADA 6X6-6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O COLOCACION DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		185.420	36.39	6747.43	3.05%
MPB004	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200KG/CM2 DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CORTES, TRASLAPES, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		40.004	15.04	601.66	0.27%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
MPB005	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		175.062	14.37	2515.64	1.14%
Total MUROS P.B.					47742.25	21.57%
A03	<u>LOSA DE ENTREPISO</u>					
LSE001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN M2 PERIMETRAL EN LOSAS, TRABES Y CERRAMIENTOS CON PERALTE DE HASTA 10 CM, COLOCANDO TROQUELES Y ELEMENTOS DE FIJACION. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO Y DESCIMBRADO, APLICACION DE DESMOLDANTE, LIMPIEZA DE LA CIMBRA EN CADA USO, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		6.330	60.63	383.79	0.17%
LSE002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M3 PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL, F'c= 150 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO DE 14 CM TIRO CON BOMBA. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALEOS, ELABORACION DE LECHADA PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. EN ESTRUCTURA.		10.940	1288.68	14098.16	6.37%
LSE003	RENTA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA M2 MODULAR MARCA CIMBRA-MEX O SIMILAR PARA ACABADO COMUN EN MUROS Y LOSAS, DEJANDO LA SUPERFICIE LISTA PARA RECIBIR EMPLASTECIDO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CIMBRA, ACCESORIOS, ENSAMBLADO DE LA CIMBRA, APLICACION DE DESMOLDANTE, NIVELACION Y PLOMEO DE PANELES, TROQUELAMIENTOS, APUNTALAMIENTOS, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO DE LAVADO, Y CARGA DE LOS PANELES Y HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA Y CORRECTA EJECUCION, ASI COMO LA LIMPIEZA DE LA OBRA DEPOSITANDO EL ESCOMBRO EN EL CENTRO DE ACOPIO INDICADO P.U.O.T.		100.274	41.34	4145.33	1.87%

COSTEO DE ALTERNATIVAS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
LSE004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA M2 ELECTROSOLDADA 6X6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		220.860	36.39	8037.10	3.63%
LSE005	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200KG/CM2 DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CORTES, TRASLAPES, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA		13.300	15.04	200.03	0.09%
LSE006	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		167.920	14.37	2413.01	1.09%
LSE007	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		39.918	14.37	573.62	0.26%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.330	14810.43	4887.44	2.21%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.330	6538.61	2157.74	0.97%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.450	13996.30	6298.34	2.85%
Total LOSA DE ENTREPISO					43194.55	19.51%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A04	MUROS P.A.					
MPA001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M3 PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. EN ESTRUCTURA.		17.750	1288.68	22874.07	10.33%
MPA002	RENTA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA M2 MODULAR MARCA CIMBRA-MEX O SIMILAR PARA ACABADO COMUN EN MUROS Y LOSAS, DEJANDO LA SUPERFICIE LISTA PARA RECIBIR EMPLASTECIDO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CIMBRA, ACCESORIOS, ENSAMBLADO DE LA CIMBRA, APLICACION DE DESMOLDANTE, NIVELACION Y PLOMEO DE PANELES, TROQUELAMIENTOS, APUNTALAMIENTOS, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO DE LAVADO, Y CARGA DE LOS PANELES Y HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA Y CORRECTA EJECUCION, ASI COMO LA LIMPIEZA DE LA OBRA DEPOSITANDO EL ESCOMBRO EN EL CENTRO DE ACOPIO INDICADO P.U.O.T.		362.928	41.34	15003.44	6.78%
MPA003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA M2 ELECTROSOLDADA 6X6-6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O COLOCACION DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA		185.420	36.39	6747.43	3.05%
MPA004	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200KG/CM2 DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CORTES, TRASLAPES, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		39.184	15.04	589.33	0.27%
MPA005	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA		159.735	14.37	2295.39	1.04%
Total MUROS P.A.					47509.67	21.46%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A05	LOSA DE AZOTEA					
LSA001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA COMUN M2 PERIMETRAL EN LOSAS, TRABES Y CERRAMIENTOS CON PERALTE DE HASTA 10 CM, COLOCANDO TROQUELES Y ELEMENTOS DE FIJACION. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIALES L.A.B. OBRA, DESCARGA, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, CIMBRADO Y DESCIMBRADO, APLICACION DE DESMOLDANTE, LIMPIEZA DE LA CIMBRA EN CADA USO, DESPERDICIOS, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		6.330	60.63	383.79	0.17%
LSA002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO M3 PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL, FC= 200 KG/CM2, AGREGADO MAXIMO DE ", REVENIMIENTO DE 14 CM TIRO CON BOMBA. EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL, ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALEOS, ELABORACION DE LECHADA PARA BOMBA, TENDIDO Y NIVELADO, VIBRADO, RECUBRIMIENTO CON HULE EN CASO DE LLUVIA, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. EN ESTRUCTURA.		10.740	1422.63	15279.05	6.90%
LSA003	RENTA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE CIMBRA M2 MODULAR MARCA CIMBRA-MEX O SIMILAR PARA ACABADO COMUN EN MUROS Y LOSAS, DEJANDO LA SUPERFICIE LISTA PARA RECIBIR EMPLASTECIDO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CIMBRA, ACCESORIOS, ENSAMBLADO DE LA CIMBRA, APLICACION DE DESMOLDANTE, NIVELACION Y PLOMEO DE PANELES, TROQUELAMIENTOS, APUNTALAMIENTOS, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO DE LAVADO, Y CARGA DE LOS PANELES Y HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA Y CORRECTA EJECUCION. ACARREOS EN CARRETILLA Y/O TRASPALAS, DEPOSITANDO EL ESCOMBRO EN EL CENTRO DE ACOPIO INDICADO P.U.O.T.		100.274	41.34	4145.33	1.87%
LSA004	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA M2 ELECTROSOLDADA 6X6-6-6, EL PRECIO INCLUYE SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, TRASLAPES, FABRICACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O COLOCACION DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		220.860	36.39	8037.10	3.63%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
LSA005	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200KG/CM2 DEL No. 2 (1/4" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS Y/O SILLETAS, CORTES, TRASLAPES, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.		13.300	15.04	200.03	0.09%
LSA006	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 3 (3/8" DE DIAMETRO) Y DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, HABILITADO, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA		123.000	14.37	1767.51	0.80%
LSA007	SUMINISTRO, HABILITADO Y ARMADO DE ACERO DE KG REFUERZO FY=4200 KG/CM2 DEL No. 4 (1/2" DE DIAMETRO), EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO DEL MATERIAL L.A.B. OBRA, DESCARGAS, ACARREOS LOCALES HASTA EL LUGAR DONDE SE EJECUTARAN LOS TRABAJOS, FABRICACION Y COLOCACION DE POLLOS DE CONCRETO Y/O DE SILLETAS, DESPERDICIO, LIMPIEZA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.		39.918	14.37	573.62	0.26%
SUINHID	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS	LOTE	0.340	14810.43	5035.55	2.27%
SUINSSAN	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES SANITARIAS	LOTE	0.340	6538.61	2223.13	1.00%
SUINSELE	SUBCONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	LOTE	0.450	13996.30	6298.34	2.85%
Total LOSA DE AZOTEA					43943.43	19.85%
Total CUADRUPLEX					221343.55	100.00%
Total del presupuesto (Obra Negra)					\$221,343.55	

“COMPARACIÓN DE COSTOS”

Para tener una comparación de costos “reales”, se hará un ejercicio de rentabilidad con la finalidad de destacar la Utilidad Neta que se logra con estos dos sistemas constructivos. Es necesario aclarar que los porcentajes presentados son promedio, por lo que los reales deben fluctuar alrededor de éstos, la aproximación de estos porcentajes se logrará de acuerdo con una planeación adecuada y de la realización de estudios de un sitio en particular. Se propondrá una tasa de interés anual del 10%.

PARA 1 MÓDULO	Sistema TRADICIONAL		Sistema INDUSTRIALIZADO	
Área Construida [m ²]	216		216	
Terreno	\$58,320.00	6.0%	\$58,320.00	6.0%
Urbanización	\$126,360.00	13.0%	\$126,360.00	13.0%
Obra Negra	\$238,525.39	24.5%	\$221,343.55	22.8%
Acabados, albañilería, etc	\$157,306.00	16.2%	\$157,306.00	16.2%
Costo Directo	\$395,831.39	40.7%	\$378,649.55	39.0%
		59.7%		58.0%
Tiempo Construcción [días]	45		39	
Costo Indirecto	\$68,040.00	7.0%	\$68,040.00	7.0%
Costo de construcción	\$648,551.39	66.7%	\$631,369.55	65.0%
Gastos Financieros	\$189,160.82	19.5%	\$152,580.97	15.7%
Costo Total	\$837,712.21	86.2%	\$783,950.52	80.7%
Precio de Venta	\$972,000.00	100.0%	\$972,000.00	100.0%
Utilidad Bruta	\$134,287.79	13.8%	\$188,049.48	19.3%
Impuestos (35%)	\$47,000.73	4.8%	\$65,817.32	6.8%
Utilidad Neta por Modulo	\$87,287.06	9.0%	\$122,232.16	12.6%
FINANCIAMIENTO				
Total préstamo	\$648,551.39		\$631,369.55	
Tasa anual	10%		10%	
Plazo	2.916666667		2.416666667	
Costo financiero	\$189,160.82		\$152,580.97	
500 MÓDULOS	Sistema TRADICIONAL		Sistema INDUSTRIALIZADO	
Módulos por semana	4		5	
Módulos del Desarrollo	500		500	
Costo Total	\$418,856,106.04		\$391,975,259.95	
Precio de Venta	\$486,000,000.00		\$486,000,000.00	
Utilidad Bruta	\$67,143,893.96		\$94,024,740.05	
Impuestos (35%)	\$23,500,362.89		\$32,908,659.02	
Utilidad Neta del Desarrollo	\$43,643,531.07	9.0%	\$61,116,081.03	12.6%

Se puede apreciar que para el sistema industrializado tenemos una rentabilidad del 12.6% con un financiamiento del 10% anual a un plazo de 100 semanas, por lo que nos da un 15.7% de gastos financieros y aunado a esto, tenemos, en este caso en particular, que el sistema industrializado a base de concreto reforzado tiene un costo de construcción más “barato” que el del sistema tradicional a base de muros de block de concreto y losas de vigueta y bovedilla. El sistema tradicional también se realizó con un financiamiento del 10% con un lapso de 125 semanas, por lo que nuestro gasto financiero es del 19.5%.

El gasto financiero se obtiene de multiplicar nuestra tasa de financiamiento anual por el periodo que tardamos en realizar nuestra construcción en años y por el préstamo que nos hace alguna institución financiera y/o inversionistas y/o banco.

Cabe mencionar, que en este ejercicio de rentabilidad se pidió un préstamo del total del costo de la construcción, que es el caso más crítico, ya que si la empresa o la persona física es capaz de aportar dinero para el financiamiento de la construcción ó la tasa de financiamiento anual es menor (esto puede llegar a suceder si la empresa tiene buenas referencias crediticias), se podría llegar a tener una tasa de rentabilidad mucho mayor. Por tanto, aunque consideramos el caso más desfavorable de financiamiento para nuestro ejercicio de rentabilidad, vemos que la utilidad neta es bastante considerable; y que para el caso del sistema industrializado tenemos una ganancia de \$17, 472,549.96 mayor que el del sistema tradicional libres de todo.

Es evidente que el hecho de industrializar la vivienda, conlleva un esfuerzo en cambios de prácticas administrativas y de procedimientos constructivos bajo la filosofía de reducción de costos mediante el avance tecnológico.

C O N C L U S I O N E S



CONCLUSIONES

Se estudiaron los sistemas constructivos que con mayor frecuencia se utilizan en la construcción de vivienda de interés social en nuestro país. Desarrollamos, para cada uno de estos sistemas, el diseño estructural conforme lo dictamina el Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro y el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF-04) y sus Normas Técnicas Complementarias aprobadas en el año de 2004 (NTC-04), ya que éstos son los que deben emplearse en la práctica profesional. Se desarrolló la descripción de sus procesos constructivos y una programación y planeación para la construcción de una y de quinientas viviendas cuádruplex de interés social para poder observar con más claridad las diferencias que existen entre estos dos sistemas.

En cuanto a la estructuración, tanto el sistema tradicional como el sistema industrializado cumplen satisfactoriamente los requerimientos establecidos en las NTC-04. Los elementos mecánicos producidos por las acciones a que estará sujeta la estructura se determinaron por métodos que suponen un comportamiento elástico. Los elementos de concreto y mampostería se diseñaron por resistencia para obtener un aprovechamiento más racional de los materiales, es decir, las fuerzas “resistentes” de la estructura son mayores que las solicitaciones a las que está sujeta. Debido a que la estructura se encuentra en la región sísmica “B” (CFE-1994) se utilizó el Método Simplificado de Análisis para el diseño por sismo. Por tanto, la construcción de todos los elementos estructurales cumple con las tolerancias permitidas por los reglamentos de diseño en los estados límite de servicio y estados límite de resistencia. Entonces, el sistema tradicional (muros de mampostería y sistema de vigueta-bovedilla) al igual que el sistema industrializado (concreto reforzado) se pueden emplear indistintamente en la construcción de vivienda, en cuanto se refiere a diseño estructural (que comúnmente se asocia a la “resistencia de la estructura”), debido a que estos dos sistemas son acordes con las especificaciones mínimas que presentan los reglamentos de diseño. Por lo tanto, esa percepción que se tiene comúnmente de que la estructura construida con concreto reforzado es más “segura” y “resistente” que una elaborada con muros de mampostería y vigueta y bovedilla, es errónea.

En construcciones de vivienda lo más utilizado en las cimentaciones son las zapatas aisladas y zapatas corridas pero con poca profundidad de desplante (ya que las cargas que demandan son pequeñas comparadas con otras construcciones), sin embargo, en este caso, debido a que en el suelo en donde se desplantarán las casas se presentan arcillas expansivas (“En múltiples lugares de la corteza terrestre existen sedimentos eólicos finos de características colapsibles y suelos residuales expansivos, los que en general se encuentran con grados muy bajos de saturación. Cuando aumenta el grado de saturación en los sedimentos eólicos finos, éstos sufren un colapso, debido a la leixiviación de los carbonatos de calcio y al reblandecimiento de la poca arcilla, que sostienen la estructura intergranular. En el caso de los suelos residuales de características expansivas, el aumento en el grado de saturación provoca reducción de la adherencia entre los granos e hinchamiento del mineral de arcilla, ocasionándose cambios importantes en el comportamiento mecánico. Lo anterior provoca deformaciones irregulares en la superficie de los suelos y en las construcciones que se apoyan sobre ellos. De ahí la necesidad de conocer los parámetros cuantitativos que rigen el comportamiento estático y dinámico de este tipo de suelos en relación con los cambios ambientales de humedad”; L. Zeevaert – Wiechiers, 2001.) y éstas hacen que se nos presenten asentamientos diferenciales, se optó por escoger la losa de cimentación con contratraves (sistema industrializado) y zapatas corridas con concreto ciclópeo (sistema tradicional), para disminuir estos asentamientos diferenciales. Hay que tener mucho cuidado con las características locales del suelo, ya que éstas pueden llegar a ocasionar grandes daños en la estructura, los cuales conducirán a realizar reparaciones costosas. Esto se puede evitar totalmente sólo con tener algunas consideraciones particulares del suelo donde pensamos desplantar la estructura.

Respecto al procedimiento constructivo y al costo de los materiales la diferencia se acentúa de manera importante, a continuación se mencionarán los aspectos más sobresalientes a este respecto.

En el sistema tradicional los costos finales generalmente son mayores a los presupuestados, esto debido a que se generan desperdicios de materiales considerables, que aunque son considerados en el presupuesto, ya en la obra éstos siempre exceden lo previsto,

debido a errores pequeños que se cometen al momento de colocar las piezas y/o cortarlas y al momento de conjuntarlas en un “todo” ese error pequeño se convierte en un desperdicio considerable al tener que ajustar todas las piezas para que la estructura quede de tal forma que se continúe con el proceso constructivo. En el sistema industrializado los presupuestos coinciden razonablemente con el costo real de la obra, ya que se tiene un mayor control sobre los materiales y al realizarse de manera conjunta se reducen las posibilidades de tener desperdicios y tener que realizar ajustes para continuar con el proceso siguiente.

La cantidad de mano de obra en el sistema tradicional es considerablemente mayor debido a que se necesita de un número considerable de actividades para construir una vivienda, lo cual va a representar un alto costo en el presupuesto final, se tienen tiempos de ejecución de importancia además de tiempos muertos, esto hace también que el proceso constructivo sea gobernado por varias acciones, es decir, tenemos más de una actividad que se necesita terminar para poder continuar con el procedimiento. Si alguna de ellas no se termina en el tiempo estipulado se retrasará por completo el proceso, por lo tanto necesitaremos mayor control y supervisión para cuidar estos detalles en cada uno de los “frentes” de la obra (la ruta crítica depende de más de una actividad). En cambio, en el sistema industrializado, el procedimiento constructivo hace que tengamos menor necesidad de mano de obra ya que tenemos una disminución y simplificación de las operaciones y esto hace que la administración, supervisión y control de obra se simplifiquen considerablemente al tener una sola actividad que gobierne nuestro proceso constructivo (la colocación del molde metálico), por lo tanto, la construcción de la vivienda se realiza con una disminución importante en tiempos muertos y con una ejecución sin interrupciones y rápida, lo cual trae como consecuencia terminar la vivienda en menor tiempo y, por consiguiente, menor costo de financiamiento.

El control de calidad de los materiales en el sistema industrializado es más sencillo y se presentan productos de alta calidad y eficientes, lo cual conlleva a tener ahorros importantes en acabados. En el sistema tradicional la calidad de los materiales es variable y en muchos casos tendremos que desechar los que no cumplan con las características mínimas que fijan las normas. Debido a las características intrínsecas del material la

realización de los acabados es fundamental, hecho que en el sistema industrializado se puede omitir. Es decir, en el sistema industrializado la superficie puede recibir directamente el acabado, en cambio, el sistema tradicional exige un proceso adicional de aplanado.

El que se realice en un tiempo menor las viviendas con un sistema industrializado redundará en un menor costo de financiamiento, por lo cual la utilidad neta será mayor que la obtenida con el sistema tradicional. Aunado a lo anterior, el sólo hecho de construir las viviendas con un sistema de concreto reforzado resultó en un menor Costo Directo que el obtenido con un sistema de muros de mampostería y losa de vigueta y bovedilla. Esto es, con el sistema industrializado obtenemos una utilidad neta de \$61'116,081.03 por el desarrollo de 500 módulos cuádruplex (2000 viviendas) en un periodo de 100 semanas, por lo que nuestro gasto financiero es del 15.7% con una tasa de interés anual del 10% y un costo de construcción total para el desarrollo de \$391'975,259.95; y para el sistema tradicional se cuenta con una utilidad neta de \$43'643,531.07 en un periodo de 125 semanas, por tanto nuestro gasto financiero, con la misma tasa de interés, es del 19.5% y el costo de construcción total del desarrollo es de \$418'856,106.04.

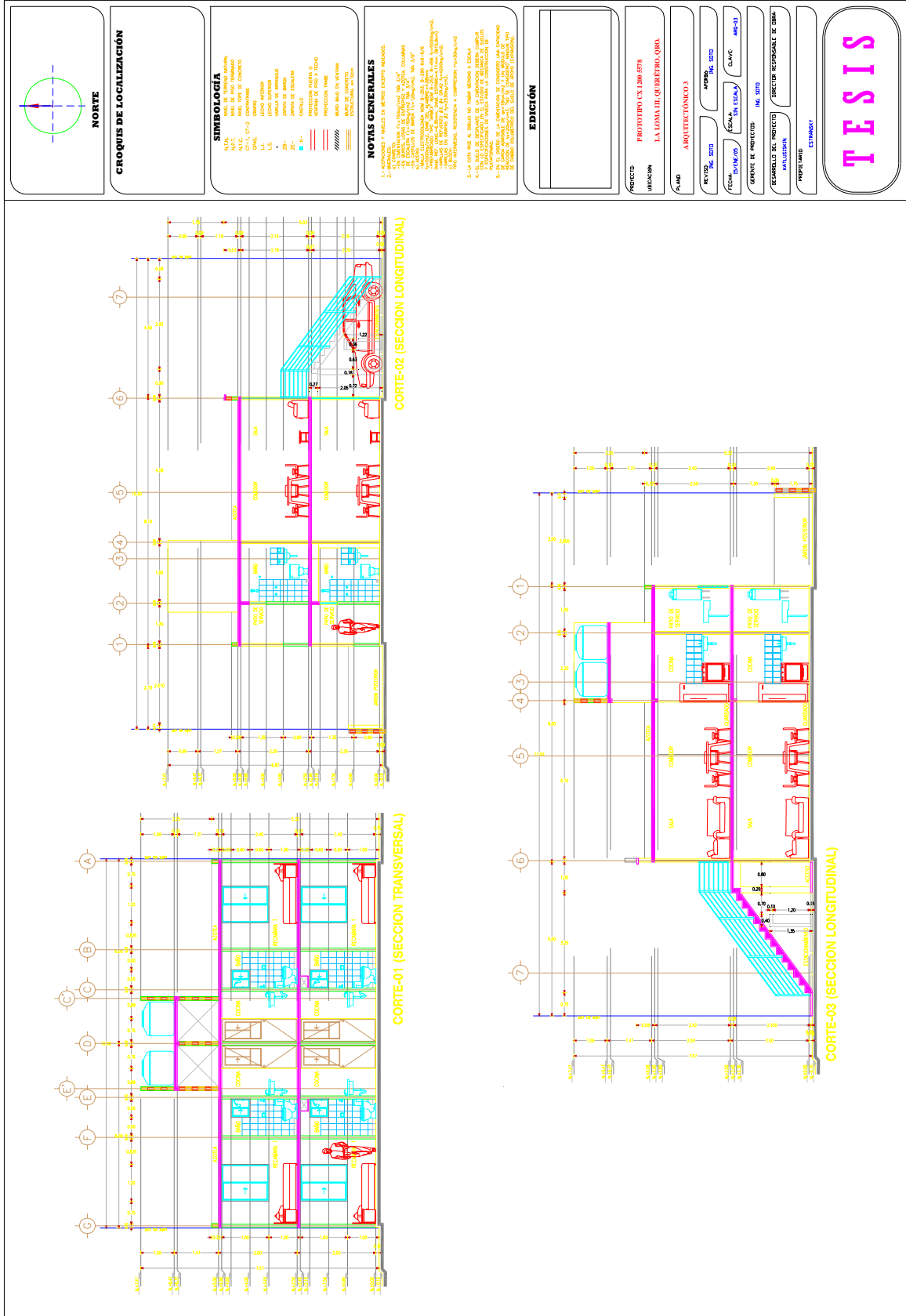
Es por estas dos razones, financiamiento y costo directo, que el resultado de rentabilidad para el sistema industrializado resulta mayor (12.6%) que el tradicional (9%), considerando que se pide un préstamo del costo total de construcción a inversionistas y/o banco, el cual es el panorama más desfavorable, como anteriormente se mencionó en la comparación de costos. La diferencia de utilidad neta entre estos dos sistemas resultó de \$17'472, 549.96.

Es claro que uno de los desafíos de los ingenieros mexicanos es encontrar nuevos métodos constructivos para reducir el costo de las viviendas de interés social para saciar una necesidad primordial de la sociedad.

El fin de este trabajo es proporcionar una herramienta más para que desarrolladores de vivienda e ingenieros estudiosos en la disciplina del desarrollo de casas de interés social continúen la investigación que permita perfeccionar la tecnología necesaria para cumplir con lo que el país demanda y por ende generar un beneficio a la sociedad.

A N E X O A





BIBLIOGRAFÍA



“BIBLIOGRAFÍA”

1. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal --2004.
2. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTC-C)--2004.
3. Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTC-S) -- 2004
4. Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (NTC-CyA) --2004.
5. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructura de Mampostería (NTC-M) --2004.
6. “Edificaciones de Mampostería para Vivienda” ED. F ICA. México 1999
7. Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural. –ACI-318 –2002.
8. Diseño Estructural de Concreto conforme al reglamento. –ACI-318 --1989.
9. Diseño Estructural –Meli Piralla – 2002
10. Reglamento General de Construcciones del Estado de Querétaro.
11. Manual de diseño de obras civiles. --Diseño por sismo. --CFE --1994.
12. Diseño estructural de casas habitación, Gallo-Espino-Olvera, México 1997
13. Manual de construcciones de mampostería; IMCYC, México 1999.
14. Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado, González Cuevas, Robles, 2005.
15. Mecánica de suelos y cimentaciones, Carlos Crespo Villalaz
16. Estabilidad en las Construcciones, José Creixellm
17. Cimentaciones de Estructuras, Dunham Lcarance W.
18. Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006, Secretaria Desarrollo Social.
19. Apuntes de Análisis Estructural, Facultad de Ingeniería, UNAM.
20. Recomendaciones para autoconstrucción, Instituto de Investigaciones para la Ingeniería, A.C. Guadalajara, México, 1991.
21. Manual de Autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda, UNAM y CEMEX.
22. Ingeniería, Investigación y Tecnología; Facultad de Ingeniería, Vol. II – No.1, Enero-Marzo 2001.
23. Manual de Supervisión de Obras de Concreto, Fco. González S.
24. Catálogo de Conceptos de Costos Directos, CMIC, 2003