



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría

ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE CRITERIOS SUSTENTABLES EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Ciencias (Estructuras)

Presenta:

Ing. Sara Martínez Guerrero

Dirigido por:

Dr. Miguel Ángel Pérez Lara y Hernández

SINODALES

Dr. Miguel Ángel Pérez Lara y Hernández
Presidente



Firma

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Secretario



Firma

Dr. Enrique Rico García
Vocal



Firma

M.I. Rubén Ramírez Jiménez
Suplente



Firma

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza
Suplente



Firma



Firma

Director de la Facultad
Dr. Aurelio Domínguez González



Firma

Director de Investigación y Posgrado
Dr. Irineo Torres Pacheco

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Marzo 2012
México

RESUMEN

Actualmente, mientras se adecuan los procesos y requerimientos de construcción hacia principios sustentables, se han ido generando organismos y entidades que, tomando como base dichos principios, certifican la validez de éstos, a través de los criterios, procesos y productos inherentes al proceso constructivo. Para saber si el uso de criterios de certificación sustentable impacta en el diseño estructural se tomará en cuenta una propuesta metodológica para la aplicación de estos criterios basándose en la certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), una de las más aceptadas en el mundo por su comprobada adaptabilidad y alto desempeño, se propuso un proyecto de edificación que se diseñó desde su conceptualización arquitectónica hasta su diseño estructural, pero sin llevarlo a construir. Se adquirió la puntuación que este proyecto de edificación con un diseño tradicional llegó a tener. En este proyecto en específico, no se alcanzó la puntuación mínima para alcanzar la certificación que teníamos como base y a la que queríamos llegar, nivel Certificado, entonces se le adecuaron algunos principios sustentables. Ya con las implementaciones hechas se alcanzó el nivel de certificación deseado y nuevamente se hizo su diseño estructural que sirvió para poder comparar estructuralmente si el uso de estos criterios sustentables impactaba en la estructura. Una vez llevada a cabo la metodología se concluyó que la estructura no es tan importante por si sola en la certificación, es mediante la colaboración de manera global como el ingeniero estructurista puede ser una parte integral del proceso de certificación. Se puede considerar al estructurista como una oportunidad de mejora en los proyectos de edificación sustentable, pero no de tal manera que se considere a éste solamente para lograr una certificación LEED.

(Palabras clave: Desarrollo sustentable, ingeniería estructural, edificaciones, certificaciones ambientales, LEED, adecuación.)

SUMMARY

Today, as are appropriate processes and construction requirements to sustainable principles, have been generating agencies and entities, based on these principles, certify the validity of these, through the criteria, processes and products inherent in the construction process. To determine whether the use of sustainable certification criteria impacts the structural design will be considered a proposal to the application of these criteria based on certification for Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), one of the most accepted in the world for its proven adaptability and high performance, proposed a building project that was designed from concept to architectural structural design, but take it to build. Score was acquired this building project with a traditional design came to be. In this specific project was not achieved the minimum score for certification as a base because we had we wanted to reach, level certificate, then he adapted some sustainable principles. Implementations already made reached the level of certification desired and again made his structural design that served to compare structurally if the sustainable use of these criteria impacted on the structure. Once carried out the methodology it was concluded that the structure is not important by itself in the certification, it is by working globally as the structural engineer can be an integral part of the certification process. You can consider the structure only as an opportunity for improvement in sustainable building projects, but not in such a manner deemed to it only to achieve LEED certification.

(Key words: Sustainable development, structural engineering, building, environmental certification, LEED, adequacy.)

Doy gracias a Dios que me dio las fuerzas para continuar estudiando y sé que sin él nada soy, también porque me ha dado la bendición de tener dos padres maravillosos que me guiaron por el camino de la justicia y la verdad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) pues sin su apoyo otorgado por medio de una beca, no hubiera tenido los recursos necesarios para poder realizar esta tesis durante mi estadía en esta hermosa Ciudad de Santiago de Querétaro.

Se agradece el apoyo del Proyecto de Ciencias Básicas del CONACYT 104860 “Caracterización mecánica y físico química de materiales polifásicos basados en cal, utilizados en construcciones prehispánicas y coloniales” para la obtención de material bibliográfico utilizado en los conceptos sustentables y de certificación de esta tesis.

ÍNDICE

	Página
Resumen	I
Summary	III
Agradecimientos	V
Índice	VI
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	X
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Hipótesis y objetivo	4
1.3.1 Hipótesis	4
1.3.2 Objetivos	4
1.4 Descripción de tesis	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Introducción	6
2.2 Sustentabilidad: concepto inicial y evolución	7
2.3 Sustentabilidad y construcción	10
2.4 Situación en México	12

2.5	Sistemas de certificación sustentable	13
2.6	El sistema de certificación LEED	14
2.6.1	Certificación de edificaciones por LEED	16
2.6.2	Criterios LEED que conforman la certificación	16
2.6.3	Casos LEED en México	18
2.6.3.1	Torre Corporativa HSBC	18
2.6.3.2	Torre Reforma	18
2.6.3.3	Otros proyectos	19
2.6.4	Comparativa de costos de inversión de edificios certificados LEED	19
2.7	Reglamentos de diseño	21
3.	METODOLOGÍA	23
3.1	Introducción	23
3.2	Propuesta metodológica en 5 etapas	23
3.2.1	Etapa 1.- Plantear un proyecto de edificación	23
3.2.2	Etapa 2.- Diseño arquitectónico y estructural del proyecto	25
3.2.2.1	Del diseño arquitectónico	25
3.2.2.2	Del diseño estructural	26
3.2.3	Etapa 3.- Puntaje que se obtendría de acuerdo a LEED en el primer diseño	27
3.2.4	Etapa 4.- Criterios LEED que se implementarían al primer diseño	27
3.2.5	Etapa 5.- Comparativa estructural del primero y segundo diseño	28
4.	RESULTADOS	30
4.1	Introducción	30
4.2	Resultados de las diferentes etapas	30

4.2.1	Etapa 1.- Proyecto de edificación elegido	30
4.2.2	Etapa 2.- Primer diseño arquitectónico y estructural del proyecto	31
4.2.2.1	Diseño arquitectónico	31
4.2.2.2	Diseño estructural	33
4.2.3	Etapa 3.- Puntaje que obtuvo el primer diseño de acuerdo a LEED	40
4.2.4	Etapa 4.- Criterios implementados al primer diseño para obtener nivel Certificación de LEED	41
4.2.4.1	Criterios que impactan a la estructura	41
4.2.4.2	Criterios que no impactan a la estructura	42
4.2.4.3	Segundo diseño estructural del edificio adecuado a LEED	43
4.2.4.4	Puntaje que obtuvo el segundo diseño adecuado a LEED	48
4.2.5	Etapa 5.- Comparativa del primero y segundo diseño	49
5.	CONCLUSIONES	57
	REFERENCIAS	59
	APÉNDICE	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1 Propuesta metodológica en forma esquemática	24
Figura 4. 1 Planta arquitectónica tipo	32
Figura 4. 2 Modelado de edificio en el programa SAP 2000	34
Figura 4. 3 Planta estructural tipo.....	39
Figura 4. 4 Planta estructural del segundo diseño	48
Figura 4. 5 Comparativa de los dos diseños en utilización de concreto	51
Figura 4. 6 Conceptos que se reparten el aumento de concreto en el segundo diseño	53
Figura 4. 7 Comparativa de los dos diseños en utilización de acero	54
Figura 4. 8 Conceptos que se reparten el aumento de acero en el segundo diseño	55
Figura 4. 9 Puntaje para nivel Certificado del edificio en cuestión.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Costos de inversión extra en estudio de Kats et al. (2003).....	21
Tabla 3.1 Certificaciones LEED. En base a 100 puntos	27
Tabla 4. 1 Cantidades de concreto y acero que las trabes del primer diseño requieren por planta	35
Tabla 4. 2 Cantidades de concreto y acero que las losas del primer diseño requieren por planta	36
Tabla 4. 3 Cantidades de concreto y acero que las columnas del primer diseño requieren ..	36
Tabla 4. 4 Cantidades de concreto y acero que se requieren para el muro de concreto del primer diseño	37
Tabla 4. 5 Cantidades de concreto y acero que se requieren para las zapatas del primer diseño.....	37
Tabla 4. 6 Cantidades de concreto y acero del primer diseño del edificio	38
Tabla 4. 7 Cantidades de concreto y acero que las trabes del segundo diseño requieren por planta	44
Tabla 4. 8 Cantidades de concreto y acero que las losas del segundo diseño requieren por planta	45
Tabla 4. 9 Cantidades de concreto y acero que las columnas del segundo diseño requieren	45
Tabla 4. 10 Cantidades de concreto y acero que se requieren para el muro de concreto del segundo diseño	46
Tabla 4. 11 Cantidades de concreto y acero que se requieren para las zapatas del segundo diseño.....	46
Tabla 4. 12 Cantidades de concreto y acero requeridos para el segundo diseño del edificio	47
Tabla 4. 13 Puntaje obtenido debido a las adecuaciones propuestas por personal de diseño	49
Tabla 4. 14 Comparativa de los dos diseños en utilización de concreto	50
Tabla 4. 15 Conceptos que se reparten el aumento de concreto en el segundo diseño	52
Tabla 4. 16 Comparativa de los dos diseños en utilización de acero	53
Tabla 4. 17 Conceptos que se reparten el aumento de acero en el segundo diseño	55

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

El impacto ambiental producido por la industria de la construcción a la luz de la Revolución Industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; la Revolución Industrial trajo un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación. El resultado de este cambio se traduce, en un gran aumento de la distancia entre la obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción, en el agotamiento de los recursos naturales próximos y en el aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria de la construcción (Arenas, 2010).

Los edificios tienen un enorme y creciente impacto sobre el medio ambiente, utilizando aproximadamente el 40% de los recursos naturales extraídos en los países industrializados, consumiendo casi el 70% de la electricidad y el 12% de agua potable, y la producción de entre 45 y el 65% de los residuos dispuestos en rellenos sanitarios. Por otra parte, son responsables de una gran cantidad de emisiones nocivas, lo que representa 30% de los gases de efecto invernadero, debido a su funcionamiento, y un adicional 18% causado indirectamente por la explotación de material y transporte. Al mismo tiempo, la mala calidad de los ambientes interiores puede causar problemas de salud a los empleados en edificios de oficinas, por lo tanto, disminución de la productividad (Castro-Lacouture, 2008).

A nivel macro, en el mundo se están implementando prácticas sustentables y entre los usuarios, constructores y el gobierno trabajan conjuntamente para cumplir con las prácticas sustentables que se requieren para lograr una infraestructura ecológica. Se ha desarrollado una metodología común para evaluar la sustentabilidad global de los edificios y del entorno construido en un Programa Nacional de Construcción Sustentable (ya

existente en países como Finlandia, Suecia, Holanda y Reino Unido), así como la adopción de medidas complementarias en orden de establecer tanto las nuevas exigencias de eficiencia medioambiental de carácter no energético, como el etiquetado medioambiental de los materiales de construcción (en el contexto de las declaraciones medioambientales) (Melchert, 2007).

El diseñador influye automáticamente en el nivel de impacto que ocurrirá en cada etapa del ciclo de vida del producto. La influencia directa del diseño para con el medio ambiente debe verse como una oportunidad. A través del diseño debemos de unificar diversos valores y objetivos de manera creativa, para resolver los diversos problemas ambientales a través de productos que sean más armoniosos con la naturaleza y de esta forma propiciar un menor impacto ambiental (Casar, 2010).

El reto a superar por la industria de la construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos (Arenas, 2010). Es aquí donde el ingeniero en estructuras debe tener una amplia visión acerca de los factores que influyen al momento de decidir los materiales de bajo impacto ambiental que se utilizarán en el proyecto.

1.2 Justificación

El principal desafío para tratar de lograr que la construcción sea sustentable lo plantean la vivienda apropiada y la infraestructura necesaria para transporte, abastecimiento de agua y saneamiento, energía, comunicaciones, industria y actividades comerciales para satisfacer las necesidades de la creciente población mundial (López, 2010).

Es en este breve contexto donde se justifica el establecimiento y la aproximación de los principios de sustentabilidad en el campo de la ingeniería estructural, lo cual implica proporcionar a la sociedad infraestructuras, edificaciones y servicios públicos a través del uso de materiales, energía, agua y tierra con los menores impactos ambientales y

económicos adversos posibles. Esto rememora la definición de construcción sustentable que establece que se trata de “la creación y mantenimiento de construcciones sanas y respetuosas del medio ambiente, a través de la incorporación de principios ecológicos y utilizando eficientemente los recursos naturales” (López, 2010).

En efecto, la edificación sustentable representa una de las oportunidades más inmediatas para lograr reducciones significativas de las emisiones que propician el cambio climático (Kennedy, *et al.*, 2008). Emplear edificaciones sustentables puede reducir: consumo de energía hasta un 30%, emisiones de CO₂ hasta un 35%, uso de agua de 30% a 50%, ahorro por manejo de residuos de 50% a 90% y costos debido al tiempo de vida de los materiales. Además promueve: salud humana, cuidado de los recursos, prosperidad económica, beneficio social, calidad de vida (Padilla, 2010).

En Estados Unidos, varios de los ingenieros en estructuras se están certificando como LEED AP (Profesional Acreditado En Liderazgo En Energía y Diseño Ambiental), que es una acreditación de profesionistas que conocen los principios de la certificación sustentable LEED (Liderazgo En Energía y Diseño Ambiental), con los cuales se pretende lograr la sustentabilidad de las construcciones (USGBC, 2008).

El desafío para la comunidad de diseño es ir más allá de algo “verde” a desarrollar algo sustentable, un edificio de alto desempeño. Edificios sustentables, o de alto desempeño son más que solamente ambientalmente “amigables”; deberían incluso ser considerados económicos y con efectos sociales en su diseño y construcción. Para el ingeniero en estructuras esto significa ir más allá que simplemente usar acero estructural por sus contenidos reciclados o usar ceniza volante en el concreto. Mejor dicho, el ingeniero en estructuras debe reconocer sus roles como una parte integral del equipo de construcción que incluye al arquitecto, ingeniero mecánico, ingeniero civil, contratista y otros. Todo el equipo debe ver el edificio y el sitio en su totalidad, más que enfocarse solo en su área de trabajo (Subasic, 2009).

El ingeniero en estructuras trabaja casi continuamente en combinación con otros ingenieros y arquitectos que tienen diferentes especialidades y papeles a desempeñar en una proyecto de edificación. Trabajando conjuntamente se redondea la idea de la forma general

y la apariencia del edificio, se estudian y discuten varias alternativas. El ingeniero especialista en estructuras también es responsable de crear un sistema estructural que se ajuste a cada una de las alternativas arquitectónicas. Aquí deberá tomar en cuenta también aspectos ecológicos, ya que a las firmas que proyectan se les pide que investiguen y controlen programas ambientales a gran escala. Finalmente, el cliente y el ingeniero proyectista actúan conjuntamente para minimizar la alteración de la ecología del lugar de la construcción (White, *et al.*, 1980).

La reducción de la pobreza y el desarrollo sustentable siguen siendo una prioridad fundamental en el plano internacional según el Informe sobre el Desarrollo Mundial y Cambio Climático. Hacer frente a estas necesidades debe seguir siendo la prioridad tanto para los países en desarrollo como para las entidades que prestan ayuda para el desarrollo, en vista de que el progreso se volverá más arduo, y no más fácil, debido al cambio climático (Banco Mundial, 2010). Es por eso el interés en realizar esta investigación, pues es una prioridad mundial que va de la mano con la reducción de la pobreza, tema que ha existido desde tiempos muy antiguos.

1.3 Hipótesis y objetivo

1.3.1 Hipótesis

El uso de criterios de certificación sustentable impacta en el diseño estructural, de tal manera que se puede tomar como un complemento a las normativas y reglamentación para edificación.

1.3.2 Objetivos

Hacer comparativas en el diseño estructural de un edificio con la normatividad vigente de construcción sin/con criterios de certificación sustentable.

Determinar el impacto que tiene el uso de los criterios LEED en el diseño estructural a través de una comparación de los sistemas y elementos estructurales resultantes de cada análisis.

1.4 Descripción de tesis

El capítulo primero habla de la razón de este trabajo, se describe de manera introductoria la relación que existe entre las edificaciones y el impacto al medio ambiente, y lo que se puede llegar a hacer para aminorar estos impactos, principalmente lo que puede llegar a hacer la industria de la construcción y más específicamente un estructurista y la justificación de establecer principios sustentables para minimizar los efectos que dañan el medio ambiente. Se describe también la hipótesis y los objetivos a cumplirse.

En el capítulo segundo se añade revisión de literatura, tratando de incorporar lo más actual acerca de la evolución de la sustentabilidad en diferentes países incluyendo México y describiendo algunas prácticas que han incluido algunos gobiernos para llegar a una modernización ecológica, esto a través de sistemas de certificación sustentable, nos enfocaremos más a la certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), se llevará al lector con un sentido detallado sobre qué es LEED, cómo opera, casos evaluados y sus comparativas en costos de inversión.

En el capítulo tercero se muestra una metodología resumida en cinco etapas en las que se mostrará la comparación en el diseño de dos edificios similares diseñados desde diferente perspectiva, una haciéndolo de manera tradicional donde aún no es necesario pensar en criterios sustentables y la otra tomando como referencia los criterios de certificación que se encuentran en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED). Se evaluará la puntuación obtenida por los dos diseños hechos y se compararán éstos tratando de determinar los criterios que impactan directamente a la estructura.

En el capítulo cuarto se muestran los resultados obtenidos al realizarse la metodología y las valoraciones de los dos diseños estructurales, se muestra de igual manera a través de las cinco etapas cada uno de los resultados.

En el quinto y último capítulo se detallan las conclusiones obtenidas acerca de este tema tan interesante que se retomó.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Introducción

Tradicionalmente el diseño de las estructuras había considerado factores como durabilidad, funcionalidad, estética y economía; ahora, con el advenimiento de la sustentabilidad, se requieren adicionalmente al menos los conceptos ecológico y de salud, que incluyen consumo racional de recursos naturales, minimización de residuos, cuidado de la biodiversidad y ambiente interno sano de las construcciones (López, 2010).

No es casual que en los últimos años, ésta situación haya promovido el surgimiento de verdaderas comunidades de pensamiento sustentable, que desde el tejido social mismo y no desde otro lado tal vez “más esperable”, hayan logrado a base de fuerza y trabajo desinteresado un espacio de reflexión y participación ciudadana que nos integre (Calvente, 2010). En el caso de Finlandia, el principal motor para la introducción de edificios de baja energía ha sido el pueblo, no los usuarios o productores de las casas. La idea de utilizar principalmente medidas voluntarias se ha basado en el argumento de que todavía hay muchos competidores en conceptos de vivienda de bajo consumo, y es mejor que los productores y usuarios de las casas decidan qué soluciones tecnológicas se introducen en el mercado (Heiskanen y Raimo, 2010).

Algunas tecnologías que se pueden aprovechar para la conservación de energía podrían ser: utilizar software de modelado, el cual permite evaluar y establecer el impacto y la economía de medidas de ahorro y uso eficiente; aislamiento térmico, que puede ser poliestireno expandido, poliestireno extruido, fibra de roca (lana mineral), fibra de vidrio, espuma de poliuretano, concreto celular, vidrio celular, aglomerados de corcho, mezclas de perlita mineral; ventanas de baja emisividad, las cuales sirven para reducir las ganancias y/o pérdidas de calor sin perder luz natural; equipos de refrigeración eficientes; sistemas híbridos para calentamiento de agua; medidores inteligentes, los cuales permiten a los usuarios conocer su perfil de consumo instantáneo de manera que pueden actuar para controlarlo y sistemas fotovoltaicos ideales para aplicaciones de bajo consumo (De Buen, 2010).

La reutilización de los elementos estructurales y materiales existentes tributa a la reducción del consumo de materia prima proveniente de recursos no renovables, a fin de atenuar los efectos de la extracción sobre el medio ambiente natural, a lo que se adiciona que no hay necesidad de incorporar procesos y energía, como los requeridos en el caso del reciclado de materiales. Las soluciones compuestas, que aprovechan mejor las cualidades propias de cada material y minimizan los inconvenientes intrínsecos que cada material pudiera tener, aportan incremento en la resistencia y la rigidez del entepiso y favorecen el uso racional de los recursos y la reducción de los costos. Se logran soluciones más eficientes que las tradicionales, lo que se traduce en una mejora cualitativa significativa, que asegura una adecuada durabilidad y baja vulnerabilidad (Larrúa, 2010).

El uso eficaz de la luz del día es un componente esencial para lograr un diseño de edificios sostenibles. En un edificio alto, la cantidad de espacio utilizable con un potencial para el uso de la luz del día es el espacio entre la pared exterior y el núcleo (Dong-Hwan Ko, 2008).

2.2 Sustentabilidad: concepto inicial y evolución

A menudo los términos sustentabilidad y desarrollo sustentable son utilizados como sinónimos, sin embargo uno es consecuencia del otro. La sustentabilidad es la condición o estado que involucra conceptos tales como sociedad, economía, medio ambiente, equidad, ética, entre otros, que permitirían que la especie humana continúe existiendo indefinidamente en el planeta tierra a través de una vida sana, productiva y en armonía con la naturaleza. En tanto que desarrollo sustentable es el instrumento que hace suyos los principios de la sustentabilidad, a través de un proceso que pretende mantener el balance dinámico entre las demandas de la población por una mejor calidad de vida y lo que es ecológica y económicamente posible (López, 2010).

La esencia de la sustentabilidad no es nueva, en realidad es un antiguo principio intuitivo de la cultura humana y del comportamiento de los animales. Aún antes de la aparición del hombre sobre la tierra, los herbívoros y rapaces se alimentaban sin sobreexplotar sus territorios de los cuales dependía su vida. La esencia de este paradigma es

la preservación de las condiciones de la vida en nuestro planeta, que se basa en las complejas interacciones de los diferentes componentes de la biosfera; situando como objetivo fundamental a la especie humana, es decir a la sociedad, tratando de conciliar el crecimiento económico con la preservación del medio ambiente. De varias definiciones de sustentabilidad que existen, se destaca la que establece que se trata *de un proceso que (de aplicarse) permitirá la continuación indefinida de la existencia humana en la Tierra, a través de una vida sana, segura, productiva y en armonía con la naturaleza* (López, 2010).

Desde los inicios de la humanidad ha sido importante la interacción entre el hombre y la naturaleza, el hombre ha encontrado en ella sus necesidades básicas de comida, vestido y de lugares para vivir. Históricamente, este equilibrio se ha ido perdiendo por un lado, por el excesivo crecimiento poblacional, y por otro lado por el surgimiento de la Edad Industrial, en la cual se establecieron varios procesos que contaminan y provocan cambios en el entorno. Por esta razón, se ha ido buscando una manera de poder contrarrestar dichos efectos por medio de varias acciones, que si bien no pueden ser radicales, pueden aminorar el impacto negativo. La primera vez que se usó el concepto de sustentabilidad con el significado antes explicado, fue en el Reporte Ecuménico de la Conferencia de Estudios de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Humano (WCC, 1974), de la reunión de la World Council of Churches, efectuada en Ginebra, Suiza en 1974. Un grupo de ambientalistas occidentales de esa agrupación propuso la creación de una “sociedad sustentable”, para conciliar la necesidad de crecimiento industrial y la objeción de algunos países en vías de desarrollo de preservar prioritariamente el medio ambiente, cuando su población confronta condiciones de pobreza y de sobrevivencia (López, 2010).

En tanto que el concepto de desarrollo sustentable se inventó hasta seis años más tarde, a través de la publicación World Conservation Strategy, hecha en 1980 por International Union for the Conservation of Nature (IUCN). En 1983 se formó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo de las Naciones Unidas y adoptó la esencia del documento de la IUCN y, en 1987, esa Comisión hizo un informe de los trabajos que le había encargado la Asamblea General de la ONU, al que llamó *Our Common Future* popularmente conocido como el Informe Brundtland, que definió al desarrollo sustentable como aquel tipo de desarrollo que permitiría “satisfacer las necesidades de la presente

generación sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones satisfagan las suyas”, refiriéndose con esto a la protección del medio ambiente para preservar la capacidad reproductiva de los recursos naturales y la asimilación de los residuos que producimos, y haciendo de paso mundialmente conocidos los términos de sustentabilidad y de desarrollo sustentable (López, 2010).

La Ley de Responsabilidad Medioambiental de España, número 26/2007 del 23 de octubre del 2007 incorpora al ordenamiento español un régimen administrativo de responsabilidad ambiental de carácter objetivo e ilimitado basado en los principios de prevención y de que quien contamina paga. Ésta ley sigue los pasos de la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 21 de abril de 2004, en tanto no todos los recursos naturales se encuentran protegidos por esta Ley (Peña, 2010).

En el caso de Ecuador, el artículo 397 de su Constitución Política dispone que en caso de daños ambientales el Estado actúe de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recae sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Asimismo, la Ley Orgánica del Ambiente de Costa Rica en su artículo 98 establece que el daño o contaminación ambiental puede producirse por conductas de acción u omisión, siendo imputable toda persona física o jurídica que las realice (Peña, 2010).

Mediante la instauración del nuevo régimen de responsabilidad ambiental, la Comunidad Europea da un paso fundamental en su política ambiental, dotándola de un régimen coercitivo que viene a uniformar las reglas básicas sobre prevención, responsabilidad y restauración del medio ambiente (Peña, 2010).

América Latina y el Caribe no es un gran emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en particular el CO₂, comparado con otros países y regiones, sin embargo las emisiones de CO₂ de 2004 superaron en un 75% las registradas en 1980, lo que significó un

crecimiento sostenido del orden del 2,4 % anual. Esta tendencia parece difícil de modificar, de no mediar políticas activas para este fin (CEPAL, 2006).

2.3 Sustentabilidad y construcción

El calentamiento del Planeta que está produciendo los cambios climáticos, de los cuales en buena medida se le atribuye como una de las principales causas a la Industria de la Construcción (de forma directa o indirecta), ha ido en aumento en las últimas décadas, por lo que se han realizado esfuerzos en el mundo creando certificaciones medioambientales enfocadas a mitigar y/o eliminar el Impacto Ambiental que producen las Construcciones, desde su Diseño hasta la terminación de su Construcción. Un grupo de visionarios dedicados al diseño y construcción de edificaciones e infraestructuras, hace algunos años empezaron a preocuparse por el cambio climático en sus países. Personas que vieron la necesidad de medir y calificar el desempeño de las edificaciones bajo el vocablo “Green Building”, en términos de impacto ecológico, sustentabilidad, minimización del uso de la energía y mitigación de los cambios climáticos, entre otras preocupaciones. El Reino Unido fue uno de los primeros en abordar el tema; sin embargo, se necesitaba internacionalizar la problemática. Así, en 1996, con el apoyo de la Natural Resources Canadá (NRCan), y en cooperación con equipos nacionales de 14 ciudades de ese país preocupados por el cambio climático de sus regiones, empezaron a tener reuniones. La culminación de éstas fue la conferencia Green Building Challenge en 1998, en Vancouver, Canadá, donde no sólo fue analizada la problemática sino que surgieron soluciones y se presentaron casos internacionales de diseños de edificios verdes. En esta primera fase, la NRCan proporcionó parte de los fondos requeridos por los 14 equipos nacionales mencionados y financió los trabajos de la Secretaría Internacional y de sus sistemas de desarrollo, esfuerzo que culminó con la celebración de la International Conference Sustainable Building Challenge, asociada con el Green Building Challenge, en Maastricht Holanda, en el otoño de 2000. Tiempo después, en 2002, tuvo lugar en Oslo Noruega, el ECO-BUILD asociado con Green Building Challenge, donde culminó la internacionalización de GBC (Casar, 2010).

Hoy, países como Canadá, USA, Holanda, Reino Unido, Chile, Finlandia, Australia, Francia, Noruega, Austria, Suecia, Corea, Japón, Hong Kong, Sudáfrica, Polonia y España son miembros del Comité Internacional, el cual (presidido por Canadá) estableció a través de sus conferencias internacionales una certificación a las edificaciones construidas en los países interesados (Casar, 2010).

Las prácticas de edificación sostenible o sustentable en los Países Bajos hoy en día adoptan un marco de “Modernización ecológica”, con los planteamientos integradores que buscan mejorar el desempeño ambiental de la construcción a través de acciones más eficientes. El actual edificio sustentable holandés puede servir para orientar a los valores ecológicos, la reestructuración de la construcción de las existencias en los países en desarrollo (Melchert, 2007).

Estudios recientes indican que la demanda de construcciones sustentables con un mínimo de impacto ambiental van en aumento, el aumento de costos de energéticos y las crecientes preocupaciones medioambientales son los catalizadores de la demanda tan alta (Azhar, 2011).

El ingeniero que hace el diseño estructural tradicionalmente se encarga de cumplir con las solicitudes de la estructura y por medio de estados de servicio revisa que resistan conforme a los reglamentos, pero ahora, tomando en cuenta la preocupación mundial sobre la construcción sustentable, se están haciendo consideraciones de:

- Confort
- Adecuación de espacios
- Calidad de aire interior
- Aprovechamiento de la luz del día
- Tecnologías para el ahorro de agua así como energía
- Elección correcta de materiales

El diseñador está en una posición poderosa, capaz de ayudar a crear un mundo mejor o, por el contrario contribuir a su destrucción. Desde un punto de vista centrado en el medio ambiente el diseño puede generar un impacto de diferentes maneras:

- A través de la extracción de materias primas
- De la selección de materiales
- Mediante la determinación del proceso de producción

Y también estableciendo la manera en que el producto es utilizado, distribuido y desechado (Casar, 2010).

2.4 Situación en México

En 1993, México, Canadá y los Estados Unidos firmaron el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), el cual dio lugar a la creación de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). El ACAAN, que entró en vigor al mismo tiempo que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), representa el compromiso de los tres países en favor de que la liberalización del comercio y el crecimiento económico en América del Norte se acompañen de la cooperación eficaz y el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de cada país (Peña, 2010).

Por su parte el proyecto de Ley de Responsabilidad Civil por el daño y el deterioro ambiental de México en su artículo 1 establece que el objeto del mismo es regular el régimen de responsabilidad civil por el daño y el deterioro ambiental con motivo de actos u omisiones en la realización de las actividades con “incidencia ambiental”, así como evitar en la medida de lo posible afectaciones futuras. El objeto de regulación del régimen lo constituyen las conductas o actuaciones, activas u omisivas, con incidencia ambiental (Peña, 2010).

En México, el Consejo Mexicano de Edificación Sustentable (CMES) es la organización que lidera y representa a la industria nacional de la edificación y construcción en relación con asuntos ambientales y de responsabilidad social. Es una institución hermana de los EE.UU., y también está centrada en la difusión del sistema de calificación LEED en este país. Este sistema es responsable de entregar los estándares de eficiencia (energía, agua, materiales, etc.) y la calidad de la etapa de diseño, para luego ser llevado a lo largo de la construcción y operaciones (CMES, 2010).

Existen iniciativas de política pública para la construcción sustentable en México, hay un interés manifiesto de la iniciativa privada en el tema, está el conocimiento e información para hacer edificios sustentables en México, pero falta parametrizar algunos sistemas de certificación y financiamiento de edificios sustentables existentes, hay necesidades de coordinación entre las dependencias del gobierno y falta también fortalecer la normatividad y en específico los reglamentos para la construcción (Morillón, 2010).

2.5 Sistemas de certificación sustentable

A partir de 1994 se han desarrollado e implementado alrededor del mundo esquemas de certificación de edificios sustentables tales como: CONQUAS en Singapur, BREEAM en el Reino Unido, DGNB en Alemania, Energuide for Houses en Canadá, House Energy Rating Green Star en Australia, HK-BEAM en Hong Kong, CASBEE en Japón, The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) en Estados Unidos, LEED Brasil, LEED Canadá, LEED India, LEED Colombia (Padilla, 2010).

El sistema de Evaluación Ambiental Hong Kong (HK-BEAM) es un sistema voluntario que se lanzó por primera vez en diciembre de 1996. El esquema original de Hong Kong-BEAM estuvo compuesto por dos versiones, una para los nuevos edificios y el otro para los actuales edificios de oficinas. En 1999, una versión adicional para los nuevos edificios de viviendas se emitió bajo HK-BEAM, y 52 edificios comerciales fueron correctamente evaluados. A finales de 2006, otros ocho edificios de complejos comerciales fueron evaluados con éxito en Hong Kong-BEAM. Se reconoció la necesidad de un punto de referencia de Hong Kong-BEAM con la construcción de otros sistemas de evaluación ambientales. La primera Building Research Establishment Evaluation Ambiental Metod (BREEAM), que fue lanzado y puesto en funcionamiento por el Instituto de Investigación en Construcción (BRE) en Reino Unido, llegó a la prominencia en 1990. La versión 1 de BREEAM para oficinas se revisó por primera vez en 1993. La segunda revisión se inició en septiembre de 1998. Hasta ahora es el sistema más conocido y ha sido adoptado por un 15-20% del mercado de la construcción de las nuevas oficinas en el Reino Unido. BREEAM también se ha tomado como modelo de referencia en

sistemas similares como los que fueron desarrollados en Canadá, Nueva Zelanda, Noruega, Singapur y Hong Kong. LEED fue desarrollado por el U.S. Green Building Council (USGBC) de los EE.UU. La versión piloto (LEED 1.0) para las nuevas construcciones fue lanzado por primera vez en la Cumbre de Socios USGBC en agosto de 1998. En Marzo de 2000, LEED, versión 2.0 basada en las modificaciones realizadas durante el período experimental fue puesto en marcha. Desde entonces, LEED continúa evolucionando para responder a las necesidades de los mercados y ampliar a otros tipos de construcción. La versión más actual LEED para Nuevas Construcciones es la versión 3.0. Hasta el momento LEED es la evaluación de edificios más reconocidos del régimen medioambiental. Los proyectos registrados están en marcha en 24 diferentes países, incluyendo Canadá, Brasil, México, India y China. Seguramente BREEAM y LEED son los dos sistemas de certificación sustentable más representativas (Lee et al., 2008).

2.6 El sistema de certificación LEED

La vanguardia en las Innovaciones Tecnológicas y la Protección del Planeta, está buscando la implementación de las mencionadas certificaciones medioambientales, con una de las más aceptadas en el mundo por su comprobada adaptabilidad y alto desempeño energético, que es el Sistema de evaluación LEED (Liderazgo en energía y diseño ambiental), que fue creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos (USGBC). LEED tiene como objetivo proveer herramientas a clientes y constructores para aplicar un proceso de diseño integrado, medir el desempeño de optimización de Energía, recursos y materiales en las construcciones que implementan el sistema. LEED minimiza el impacto ambiental, maximiza el confort de los ocupantes y el desempeño de los espacios, construcciones más ambientalmente responsables, con estructuras más rentables y adicionalmente van a proporcionar estrategias para lograr una construcción verde.

Los tipos de certificación LEED se clasifican en:

- Nuevas Construcciones (LEED-NC)
- Núcleo y Envoltorio “Core & Shell”(LEED-CR)

- Vivienda (LEED-H)
- Edificaciones Existentes (LEED-EB)
- Desarrollo y Urbanización de Comunidades (LEED-ND)
- Remodelación de Interiores (LEED-CI)
- Escuelas (LEED-S)

Cada uno de estos tipos de Certificación LEED, está definida en su Guía de Referencia que evalúa los conceptos de sustentabilidad a través del reconocimiento de actuación en cinco áreas clave de la salud humana y ambiental que son: desarrollo sustentable del sitio, el ahorro y gestión del agua, la eficiencia energética, selección de materiales y recursos naturales, calidad ambiental interior y adicionalmente se califica la innovación y los Procesos de Diseño (Casar, 2010).

El U.S. Green Building Council (USGBC) es la primera coalición no lucrativa de la nación en Estados Unidos que cuenta con casi 3000 compañías y organizaciones del sector de la construcción que se encargan de promover edificios verdes de alto rendimiento y que son ambientalmente responsables, provechosos y con sus espacios sanos en los que se puede vivir y trabajar. El USGBC desarrolló LEED como una certificación voluntaria, a base de consenso estándar nacional para apoyar y validar exitosamente el diseño, construcción y operación en el edificio verde. LEED ofrece certificación de edificios en base a su calificación, alto desempeño de las pautas de diseño y entrenamiento profesional así como servicios de acreditación. Después de la terminación de un proyecto, éste puede ser calificado en LEED nivel certificado, plata, oro o platino (Smith, 2003). Según Tatari (2011), las cuatro distintas categorías LEED y los costos a favor de lo que éstas certificaciones otorgan están muy relacionadas y llevan a un modelo de decisión que pueden servir de guía para basarse en buscar una de las certificaciones.

2.6.1 Certificación de edificaciones por LEED

Se tienen 4 niveles de certificación en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) en función de una escala numérica que son para el caso de Nuevas Construcciones (versión 3.0): 40-49 Certificado, 50-59 Plata, 60-79 Oro y 80 o más Platino.

El proceso de certificación lo menciona Casar (2010) en cuatro resumidos puntos y consiste en:

1. Registrar el proyecto por internet.
2. Documentar satisfactoriamente el proyecto con sus Prerrequisitos y el mínimo de puntos para obtener la certificación, así como el proceso de revisión de la certificación.
3. USGBC verificará la aplicación de los conceptos de la certificación en obra, lo cual se facilitará con la asesoría de un Profesional acreditado LEED AP (Profesional Acreditado LEED).
4. Verificación del cumplimiento de los prerrequisitos y requisitos LEED de eficiencia energética, mediante un despacho avalado por USGBC.

2.6.2 Criterios LEED que conforman la certificación

En seguida se mencionan de manera general el objetivo de cada uno de los criterios LEED que conforman la certificación LEED Core and Shell para la certificación o evaluación de un proyecto, los detalles de cada criterio y su puntuación se encontrarán en el apéndice A.

Sitios sustentables

Reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción por el control de la erosión del suelo, la sedimentación fluvial y la generación de polvo.

Eficiencia de agua

Aumentar la eficiencia del agua en los edificios para reducir la carga sobre el suministro municipal de agua. Para lograr esto se considerará el uso de accesorios de alta eficiencia, así como el uso de fuentes alternativas en las instalaciones de agua (agua de lluvia o aguas grises).

Energía y atmósfera

El diseño propuesto debe cumplir con un ahorro de energía comparándolo con un edificio de referencia

Materiales y recursos

Para facilitar la reducción de los residuos generados por los ocupantes del edificio se deberá considerar la posibilidad de estrategias de gestión de residuos para mejorar el programa de reciclaje.

Calidad del ambiente interno

Mejorar la calidad del aire interior en edificios para contribuir a la comodidad y el bienestar de los ocupantes.

Innovación y diseño

Proporcionar a los equipos de diseño y proyectos la oportunidad de lograr un rendimiento excepcional por encima de los requisitos establecidos.

Prioridad regional

Proporcionar un incentivo para el logro de los créditos que se ocupan de las prioridades ambientales geográficas específicas. Los proyectos fuera de los Estados Unidos no son elegibles para créditos de prioridad regional (USGBC, 2008).

2.6.3 Casos LEED en México

2.6.3.1 Torre Corporativa HSBC

Uno de los edificios más importantes en el tema es la Torre Corporativa HSBC albergando oficinas comerciales ubicada en paseo de la Reforma, proyectada por el despacho HOK, en la Ciudad de México con certificación LEED Oro, que ha resultado ser la primera en Latinoamérica en obtener tal distinción. Dentro de sus soluciones contempladas integra:

- Protección contra rayos UV en cancelerías de fachada
- Jardines en la planta baja
- Planta tratadora en sótano
- Equipo sanitario de bajo consumo
- Colectores pluviales
- Separación de residuos durante su construcción para reciclaje
- Utilización de 55% menos de agua y 40% menos de energía eléctrica

Al término de su vida útil (estimada en 25 o 30 años) su inversión total será totalmente recuperada, mucho antes de lo esperado (USGBC, 2011).

2.6.3.2 Torre Reforma

Ubicada en Paseo de la Reforma cuenta con certificación LEED Platino, dentro de sus soluciones contempladas integra:

- Colocación de celdas solares y sistema de generación eólica de electricidad
- Cada 4 pisos hay espacios con jardines
- Durante la construcción hay riego para mitigar el polvo en un 80%

-Aguas grises recicladas

-Reducción significativa de agua, energía y volumen constructivo (USGBC, 2011).

2.6.3.3 Otros proyectos

Con certificación LEED Plata el proyecto residencial y comercial Loreto Bay, ubicado en Baja California Sur consta de 6,000 residencias en proceso de construcción y cuyo cliente es Fundación para el desarrollo sustentable.

El centro de distribución Soler y Palau en Puebla,Pue., que cuenta con nivel Certificado.

Las oficinas Bioconstrucción en Ciudad Garza García cuentan con certificación Platino.

El centro Centrex Loreal en la Ciudad de México cuenta con certificación Oro, por mencionar algunos (USGBC, 2011).

2.6.4 Comparativa de costos de inversión de edificios certificados LEED

En un informe de California sobre construcción sustentable y que fue desarrollado por más de 40 agencias del gobierno de ese mismo estado, se revisaron estudios relevantes que han intentado cuantificar los costos incurridos en el diseño y construcción de edificios verdes y el ahorro en costos del ciclo de vida (es decir, operación, mantenimiento, rehabilitación, la productividad y la salud) que pudieran incurrir durante la vida útil de estos edificios. En este estudio realizado por Kats et al. (2003), se analizaron 150 edificios convencionales y edificios sustentables en 33 estados de todo Estados Unidos y otros 10 países, se llegó a la conclusión de que los edificios verdes llegan a costar hasta un 4% más que los edificios convencionales, contando que la mayoría de los edificios sólo cuestan de 1 a 2% más que edificios convencionales similares. Se estimó también que los ahorros en

costo de energía, agua, productividad y salud puede ser de cuatro a cinco veces mayor que la inversión de costo inicial pagado en edificios verdes de más de un periodo de 20 años. Hay ahorros en materia de salud y costos de productividad derivando un aumento de los ingresos por reducción de enfermedades respiratorias y una mayor retención de los empleados.

Otro estudio de Bradshaw et al. (2005), se centró en 16 proyectos residenciales, en donde se encontró que para todos los proyectos, excepto uno, los costos de energía y agua eran más bajos en edificios sostenibles que en sus contrapartes convencionales, en promedio tuvieron una disminución por gastos de consumo en electricidad del 38%, un descenso del 34% en costos de agua y una disminución del 35% en los costos de gas para los 16 edificios analizados.

En otro estudio realizado por Turner et al. (2008), se midió el rendimiento energético para 121 edificios LEED y los compararon con una variedad de puntos de referencia nacionales, y se concluyó que los edificios verdes consumen un 25-30% menos de energía que el promedio nacional. En el primer estudio realizado por Kats et al. (2003), en donde se reunieron datos sobre proyectos LEED en California se demostró que una inversión adicional de 2% en los costos de construcción supuso un ahorro de 20% en los costos a largo plazo.

En otros dos estudios realizados por Langdon (2006) no se encontraron diferencias significativas entre los costos de construcción de edificios LEED y no LEED y se llegó a la conclusión que muchos proyectos podrían alcanzar LEED sin añadir costos extras. Otros estudios más pequeños han evaluado el impacto de la aplicación de prácticas sustentables en los aspectos de salud y productividad (Issa et al., 2010).

En otro estudio de Kats et al. (2003) en donde se consideraron 33 proyectos registrados LEED (25 oficinas y 8 escuelas) completados entre 1995 y 2004 de los cuales 8 fueron nivel certificado, 18 nivel plata, 6 nivel oro y 1 platino, demostró que tuvieron en promedio solo el 1.84% más en costos de inversión. De los 8 proyectos nivel certificado costaron en promedio un 0.66% más, de los 18 nivel Plata fue el 2.11% en costos extra, de

los 6 nivel Oro fue el 1.82% de costo extra en promedio y de el proyecto nivel Platino fue de 6.50% su costo extra de inversión como se ve en la Tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Costos de inversión extra en estudio de Kats et al. (2003)

<i>Nivel de certificación sustentable</i>	<i>Promedio en costo de inversión extra</i>
Nivel 1 - Certificado	0.66%
Nivel 2 - Plata	2.11%
Nivel 3 - Oro	1.82%
Nivel 4 - Platino	6.50%
Promedio de 33 Edificios	1.84%

Por lo tanto, aunque la inversión inicial es mayor, conforme transcurre el tiempo se tendrá una disminución en costos de consumo de agua, energía y gas que compensa en lo económico, además de cumplir con la meta de lograr un grado mayor de sustentabilidad.

2.7 Reglamentos de diseño

Los reglamentos para el diseño de estructuras son documentos legales que tienen como función proteger a la sociedad contra el colapso o mal funcionamiento estructural de las construcciones. Objetivos similares deben tener otros documentos como las especificaciones, normas y recomendaciones, los cuales aunque no siempre tienen valor legal, tienden a cumplir con tales objetivos (Meli, 2007).

Los reglamentos, en general, son elaborados por grupos de especialistas, los que a su vez son revisados por personas o instituciones interesadas; por lo tanto, un reglamento refleja el punto de vista de sus redactores, así como los conocimientos que se tengan en el momento de su elaboración (Gallo et al, 2004).

Del sinnúmero de reglamentos de diseño estructural que existen, la mayoría se refiere al diseño de estructuras especiales (puentes, tuberías, etc.) o son particulares de algún material (concreto, acero, madera, mampostería). Algunos son de alcance mas general y tienden a establecer criterios unificados de diseño para las diferentes estructuras y materiales (Meli, 2007).

En México la reglamentación más actualizada y la que sirve de modelo para las de otros estados, es la del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Meli, 2007).

También existen, en México, varios códigos que reglamentan diversos aspectos del diseño estructural; así, tenemos el *Manual de obras civiles* editado por la Comisión Federal de Electricidad y la edición en español del ACI. Sin embargo, el reglamento específico para las construcciones urbanas más frecuentemente empleado es el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF). Este RCDF vigente consta de un cuerpo principal que en su Título VI se refiere a aspectos específicos del diseño estructural. Para abarcar los diversos materiales estructurales fueron emitidas las Normas Técnicas Complementarias (NTC) de fácil actualización desde el punto de vista legal. Estas normas se dividen en:

- Normas técnicas complementarias del proyecto arquitectónico
- Normas técnicas complementarias diseño estructural
- Normas técnicas complementarias estructuras de mampostería
- Normas técnicas complementarias estructuras de concreto
- Normas técnicas complementarias estructuras metálicas
- Normas técnicas complementarias diseño por sismo
- Normas técnicas complementarias diseño por viento (Gallo et al, 2004).

3. METODOLOGÍA

3.1 Introducción

Siguiendo la problemática planteada en este trabajo, la metodología será basada en una comparativa, a fin de determinar el impacto de la implementación de los requerimientos establecidos por el sistema de certificación Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) para lograr una construcción sustentable.

3.2 Propuesta metodológica en 5 etapas

La metodología global que se propone llevar a cabo para la realización de esta investigación se llevará a cabo como se muestra de forma esquemática en la Figura 3.1, con las cinco etapas que se muestran, para dos tipos de diseño:

Primer diseño.- Aquel realizado sin tomar en cuenta criterios que se encuentran en la certificación LEED.

Segundo diseño.- La propuesta que toma en cuenta la manera convencional de diseño, más los criterios de sustentabilidad calificados por LEED.

3.2.1 Etapa 1.- Plantear un proyecto de edificación

El proyecto se basará en las necesidades iniciales del cliente: finalidad del proyecto, el monto disponible, requerimientos y limitaciones específicas, perfil del usuario, disponibilidad de locaciones, etc.

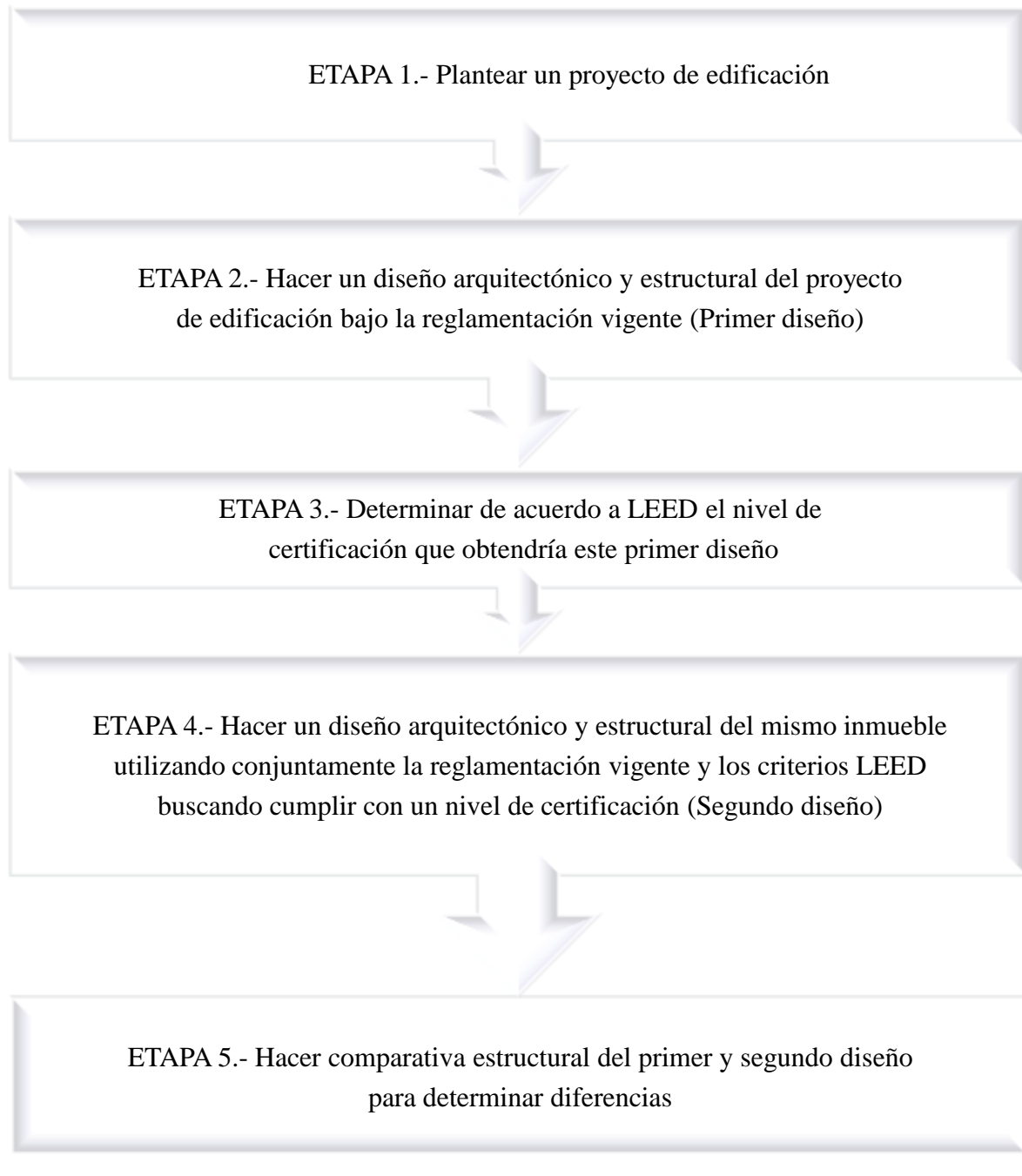


Figura 3. 1 Propuesta metodológica en forma esquemática

3.2.2 Etapa 2.- Diseño arquitectónico y estructural del proyecto

Una vez que se tenga identificado el proyecto de edificación se procederá a hacer sus respectivos diseños arquitectónico y estructural, éstos basándose en los reglamentos de diseño vigentes, esta etapa es de las más significativas de la investigación, al final de esta se contará ya con planos arquitectónicos y estructurales del proyecto. A continuación se muestran las fases de cada uno de estos diseños como se hace actualmente de manera convencional. Se le llamará el primero diseño a lo resultante en esta etapa.

3.2.2.1 Del diseño arquitectónico

Para dar solución a las necesidades particulares del proyecto de edificación se tomarán en cuenta las Normas Técnicas Complementarias para el proyecto arquitectónico en donde se establecen los requerimientos mínimos de dimensiones para viviendas. Los pasos que llevan al diseño arquitectónico según Neufert (1991) son:

- Plantear necesidades específicas para usos teniendo en cuenta recursos como terreno, presupuesto asignado o tiempo de ejecución.
- Establecer objetivos a investigar y detalles del edificio, requerimientos particulares.
- Diseñar representando gráficamente el ordenamiento de espacios con base a relaciones lógicas y funcionales entre ellos.
- Se estructurará en un juego de planos de manera gráfica cómo estará diseñado el edificio. Se representará en planta (sección horizontal, vista desde arriba), elevaciones o alzados (vista frontal de las fachadas), cortes o secciones y perspectivas y éste será un conjunto de planos arquitectónicos resultantes.

3.2.2.2 Del diseño estructural

Para este proyecto se contemplarán solamente las acciones permanentes como es el caso de las cargas muertas y acciones variables donde corresponden las cargas vivas. Para el diseño estructural se debe recurrir a la reglamentación vigente que dice: *Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo*, esto se establece en el Artículo 146 del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF) 2004. En donde se encuentran los roles que normalmente competen al ingeniero en estructuras que son principalmente diseñar construcciones que sean seguras, funcionales y al menor costo. Los pasos que llevan al diseño estructural son:

- La estructuración del edificio es lo primero que debe hacerse continuando con un pre dimensionamiento con el objeto de cuantificar las cargas sobre el sistema estructural, con lo estipulado en el RCDF y sus NTCDF (2004).
- Hacer un análisis de cargas en donde se contemplan las acciones y/o sollicitaciones que tendrá la estructura.
- Se identifican las cargas que serán transmitidas hacia las trabes por cada nivel, y las cargas a las que estarán sometidas las columnas.
- Se hará el análisis estructural que arrojará datos sobre la demanda de elementos mecánicos que se tendrá por parte del edificio, por medio de modelación del edificio en SAP 2000, por su sencillo uso, rapidez en sus cálculos y sus análisis.
- Se hace el diseño de cada uno de los elementos comprobando que en todos sea mayor la resistencia de cada elemento con respecto a la demanda. Se elaborarán hojas de cálculo en Excel donde se pueda ver de manera transparente cada una de las fórmulas utilizadas para diseño de los elementos.

3.2.3 Etapa 3.- Puntaje que se obtendría de acuerdo a LEED en el primer diseño

Teniendo ya los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto definido se procede a la tercera etapa. En esta se obtiene una evaluación que se puede hacer revisando los requisitos que se encuentran en cada una de las siete categorías de la certificación LEED que se han descrito en el apéndice A y se proporcionará la puntuación adquirida del proyecto de edificación. Dependiendo el puntaje que se obtenga en cada una de las categorías estos se van sumando y se obtiene un puntaje total con el que se determina el nivel de certificación que llegue a alcanzar de los mencionados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Certificaciones LEED. En base a 100 puntos

CERTIFICACIÓN LEED	PUNTOS
Certificado	40-49
Plata	50-59
Oro	60-79
Platino	80 o más

3.2.4 Etapa 4.- Criterios LEED que se implementarían al primer diseño

Para comenzar con la etapa cuatro hay que implementarle criterios LEED a el primer proyecto de diseño en el que se está trabajando y así aumentarle puntaje a partir de los criterios sustentables. Se tienen que incorporar adecuaciones que impacten de manera positiva hacia la sustentabilidad. Se pretende hacer nuevamente el diseño arquitectónico y

estructural del proyecto que se planteó en principio y a este proyecto ya adecuado a criterios LEED se le llamará segundo diseño. La decisión del cambio de mentalidad, se tiene que lograr con una forma de cooperación sustentable de otros socios de la construcción que también deban ser concientizados, además nuevamente se utilizará la reglamentación vigente mencionada en el subcapítulo 2.7.

Lógicamente, la adaptación de criterios LEED debe realizarse teniendo en cuenta las características propias de los criterios de sustentabilidad y muchos de estos no serán aplicables debido a que se refieren a casos inherentes de cada proyecto, y como se ha mencionado ya, en cada proyecto existen diferentes situaciones que hacen de cada proyecto un proyecto único.

Una vez identificados los criterios según lo descrito previamente, se procede a la última fase de selección de aquellos que deberán ser analizados en profundidad por un estructurista para el proceso de diseño del proyecto.

Los pasos a seguir para estructurar el nuevo diseño que contiene las adecuaciones implementadas serán muy parecidos a los descritos anteriormente al inicio de este capítulo en cuanto al diseño arquitectónico y estructural, y se determinará nuevamente el puntaje que se obtendría de acuerdo a LEED.

Revisando la lista de criterios LEED que se encuentra en el apéndice A, nuevamente se evaluará el puntaje que obtenga este segundo diseño, analizando de manera puntual cada una de las categorías que se enuncian y comprobando si cumple los requisitos necesarios.

3.2.5 Etapa 5.- Comparativa estructural del primero y segundo diseño

A través de herramientas de Excel como el uso de tablas y gráficas es como se van a cuantificar los volúmenes de material de concreto y acero a utilizar en los principales elementos estructurales (trabes, columnas, losas, zapatas y muros de contención) de cada uno de los diseños que se plantearon pues es en estos materiales en donde se cuantifica la

diferencia estructural que puede existir. Ya que con éstos volúmenes será la manera de empezar a comparar entre el puntaje obtenido y el impacto que tiene a la estructura la implementación de los criterios sustentables.

En esta parte es en donde se llega a algo crucial al determinar si el uso de los criterios sustentables genera algún cambio de magnitud considerable a la hora en que un ingeniero estructurista propone las alternativas de solución y la decisión final de su proyecto.

4. RESULTADOS

4.1 Introducción

Al realizarse la metodología propuesta se obtuvieron los resultados de las valoraciones de los dos diseños estructurales; uno de acuerdo a un diseño tradicional (o convencional) en el que se utiliza la reglamentación vigente y el otro, fruto de la aplicación de la reglamentación vigente además de la aplicación de criterios LEED en su conceptualización.

4.2 Resultados de las diferentes etapas

4.2.1 Etapa 1.- Proyecto de edificación elegido

Tomando en cuenta que para efecto de esta investigación se requirió de un proyecto de edificación que se diseñaría desde su conceptualización arquitectónica hasta su diseño estructural pero sin llevarlo a construir, de manera hipotética se ubicaría dentro del municipio de Querétaro, pues era necesario encontrar una ubicación en la que quedaría esta edificación para poder calificarla con la certificación LEED. Así que, de manera hipotética será ubicado dentro del Municipio de Querétaro en un predio que se eligió por sus buenas características y cumplía las expectativas para esta investigación, se encuentra en la colonia Mansiones del Valle. Este predio de forma rectangular medía 55m de frente por 35m de fondo y para construir casas o fraccionarlo no era factible, así que para proporcionar hogares a varias familias en un espacio de terreno reducido se pensó en un edificio de departamentos que daría hogar a familias que quisieran vivir de manera cómoda y cerca de avenidas principales, pero sin el ruido que esto conlleva. Se tomó en cuenta un proyecto que fuera de vivienda plurifamiliar de tipo residencial¹, pues todos los seres humanos tenemos esta necesidad de un lugar donde refugiarnos de las inclemencias del ambiente,

¹ De acuerdo al Art. 355 Sección I del Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro 2004.

además de sentirnos protegidos y a través del diseño de viviendas sustentables se tratará de empezar a proteger el medio ambiente.

4.2.2 Etapa 2.- Primer diseño arquitectónico y estructural del proyecto

4.2.2.1 Diseño arquitectónico

Atendiendo a la necesidad de un edificio que fuera de vivienda se planteó de manera que albergara 25 departamentos, pues según la Tabla de clasificación de construcciones del Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro (2004), en género Habitación plurifamiliar va de 2 a 50 viviendas, así que 25 viviendas se consideró adecuado para ubicarlos en el predio que se contempló anteriormente y planteándolos en 9 niveles. En cada nivel hubo tres departamentos, excepto en el primero para que hubiera una recepción de todo el edificio a la entrada del mismo y en el segundo en el que sólo habría dos departamentos y unos ventanales para que entrara lo mayor posible de iluminación natural en los pasillos.

En cada planta del edificio, se resolvió ubicar dos o tres departamentos dependiendo de qué nivel se trató, sólo en el primer y segundo nivel se ubicaron dos departamentos y a partir del tercer nivel se propusieron tres departamentos. Esto quiere decir que de los niveles tres al nueve son similares. Las características de los departamentos se describen a continuación tomando en cuenta las Normas Técnicas Complementarias para el proyecto arquitectónico 2004 del Reglamento de Construcción del Departamento del Distrito Federal, donde se describen los requerimientos mínimos de dimensiones para viviendas:

- Departamento A: Contó con Sala-comedor, cocina, patio de servicio, sala para T.V., dos recámaras, dos baños en 129.15 m² de construcción y un cajón para estacionamiento.
- Departamento B: Contó con Sala-comedor, cocina, patio de servicio, sala para T.V., tres recámaras, 3 ½ baños, terraza en 228.75 m² de construcción y un cajón para estacionamiento.

Se plantearon en total 25 departamentos en todo el edificio, la planta arquitectónica del nivel 1 y 2 en los que se encontraron dos departamentos uno tipo A y uno tipo B y la planta arquitectónica del nivel tres que fue igual a las sucesivas, en donde se encontraron dos departamentos del tipo A y uno del tipo B. En la planta de azotea, se encontraron los correspondientes tanques estacionarios de gas y un cuarto especial de máquinas en donde estarían los dispositivos del sistema de elevadores. En la Figura 4.1 se muestra una planta arquitectónica tipo del edificio, los niveles 3 al 9 tienen esta planta.

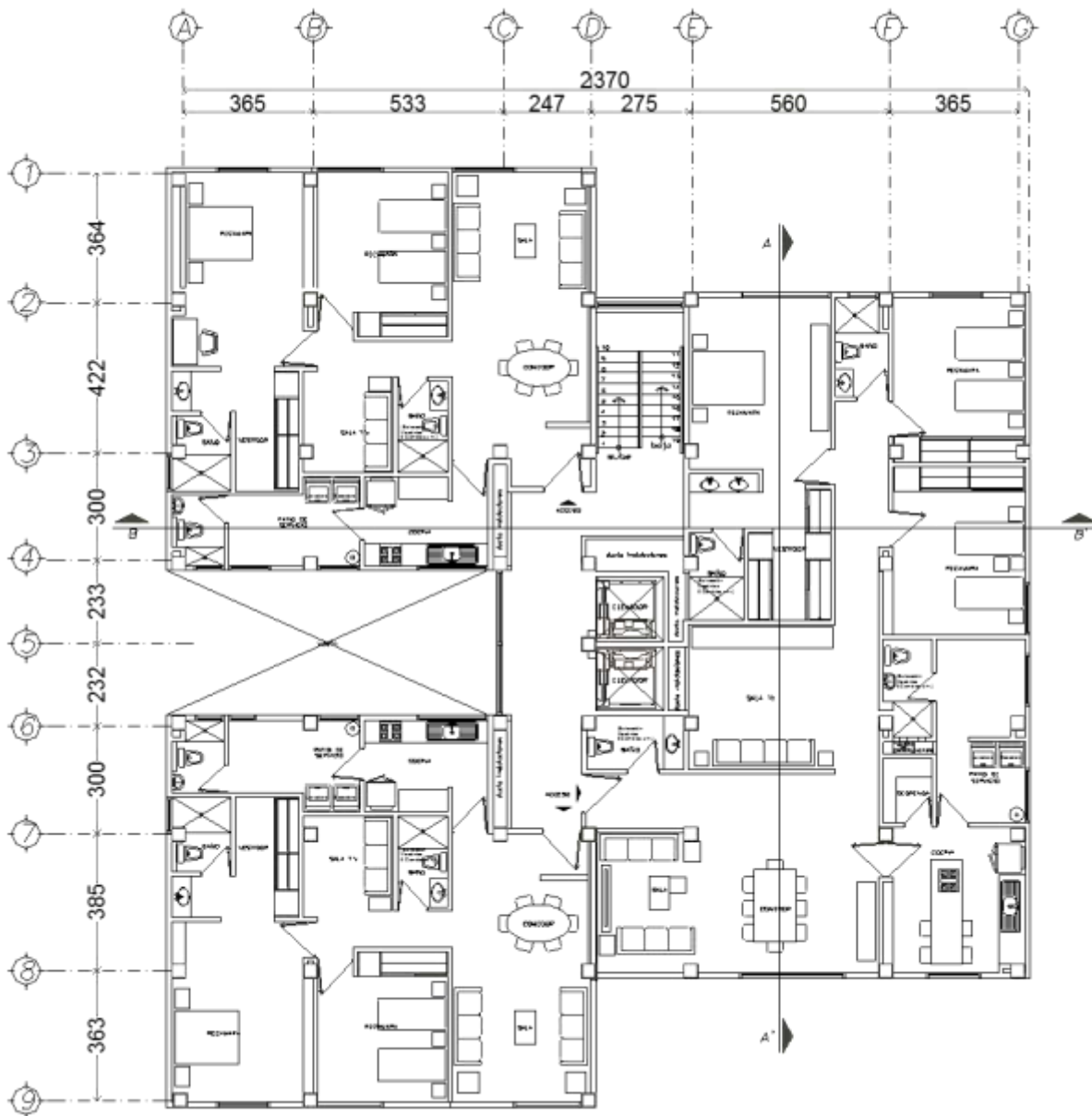


Figura 4. 1 Planta arquitectónica tipo

Para describir la concepción general del edificio se tienen en las ilustraciones del Apéndice B las plantas arquitectónicas, fachadas y cortes de este primer diseño sin contemplar criterios LEED.

4.2.2.2 Diseño estructural

Durante la estructuración se idealizó la forma del edificio a través de un sistema de marcos formados por columnas y trabes, al mismo tiempo las losas fueron de concreto. Las alturas de entrepisos fueron de 4.05 m para el nivel de estacionamientos y de 3.30 m para los niveles superiores. Se hizo un pre dimensionamiento de acuerdo a las NTC para diseño y construcción de estructuras de concreto (2004) de los elementos estructurales mismos que se introdujeron al programa SAP 2000 para proceder al análisis estructural y el diseño se hizo con hojas programadas en Excel en las cuales se muestran las fórmulas utilizadas para cada elemento, mismas que se encuentran en el Apéndice D.

El tipo de suelo considerado fue de los suelos presentes en la ciudad de Querétaro, donde predominan los suelos de tipo aluvial, constituidos por arcilla, limos, arenas y gravas, tienen propiedades índice y provocan presiones de expansión que permiten clasificarlos como suelos expansivos (Zepeda et al. 1992).

Las arcillas y limos del subsuelo del valle presentan a profundidad somera, resistencia al esfuerzo cortante elevada, con lo que se obtienen capacidades de carga admisibles del orden de 1.0 a 3.0 kg/cm², lo que permite asegurar que por lo que se refiere a capacidad de carga no existe problema (Trejo, 1989). En ese mismo estudio de Trejo (1989) de 80 sitios de referencia estudiados en el valle de Querétaro los suelos expansivos dieron un valor medio de Compresión simple (q_u) de 39 t/m².

El modelo del edificio se presenta en la Figura 4.2, se idealizó considerando el sistema estructural a base de marcos y se implementaron trabes secundarias en cada nivel.

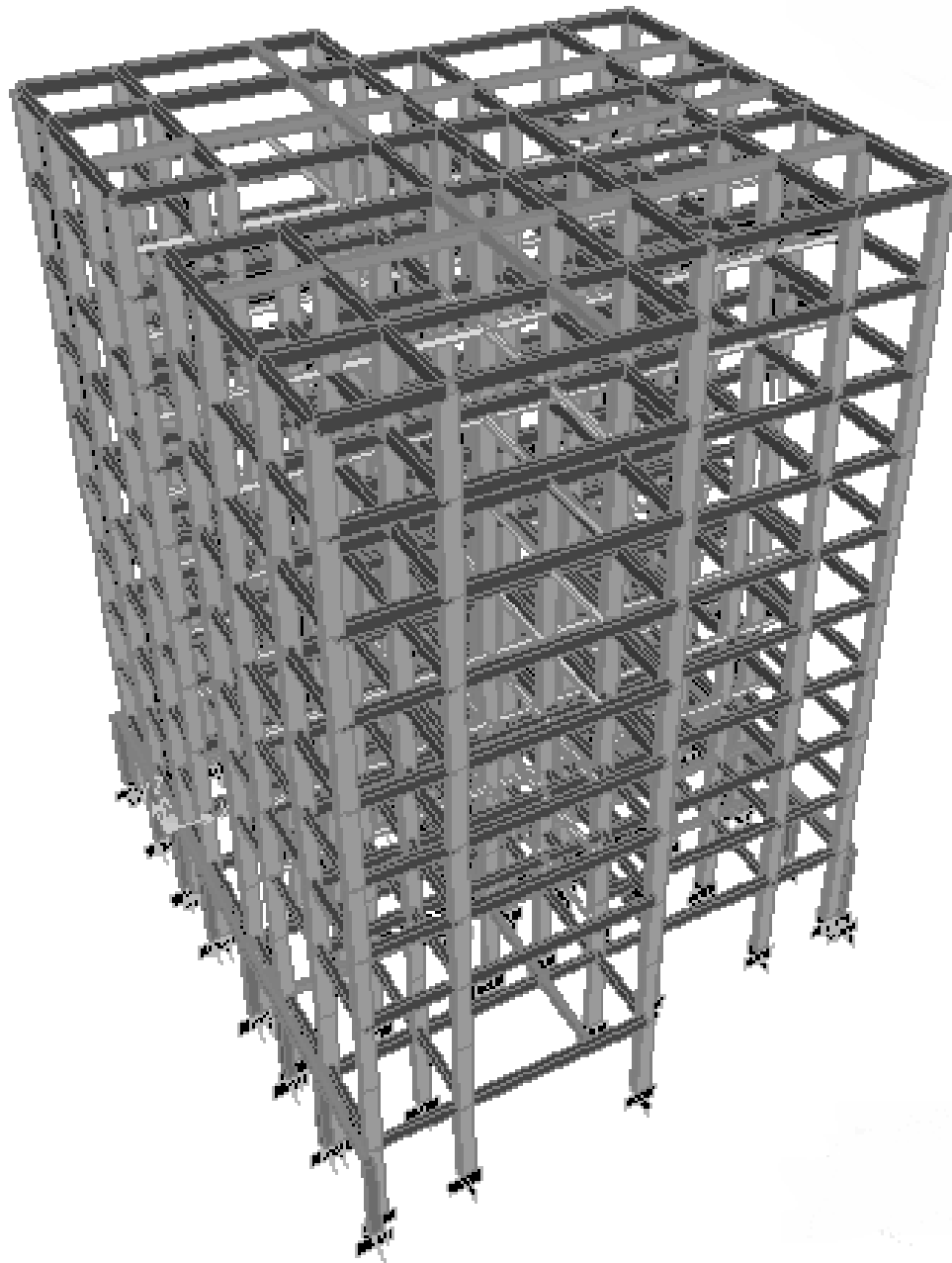


Figura 4. 2 Modelado de edificio en el programa SAP 2000

Una vez propuesta la estructuración en el programa SAP 2000 y medidas las respectivas cargas calculadas, se hizo el análisis estructural y a partir de los resultados

finales de momentos, cortantes, fuerzas axiales y deflexiones de este análisis y ya teniendo estos resultados, se comenzaron a diseñar las columnas, trabes, losas, zapatas y muros de contención por medio de hojas de cálculo en Excel en donde se programaron las fórmulas debidas para revisar resistencias a flexión y cortante, asimismo también las fórmulas del cálculo de las áreas de acero para flexión y cortante.

Trabes

En el Apéndice D se presenta el procedimiento de cálculo de cada una de las trabes diseñadas, se muestran sus respectivas fórmulas utilizadas. Y en la Tabla 4.1 se muestra la utilización de los materiales más representativos en las trabes que son: metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero.

Tabla 4.1 Cantidades de concreto y acero que las trabes del primer diseño requieren por planta

1ER DISEÑO	P. DE ESTACIONAMIENTO			PLANTA BAJA			PLANTA DE ENTREPISO			PLANTA DE AZOTEA		
	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)
T-1	227.3	28.41	3,109.19	175.0	21.88	2,393.79	218.0	27.25	2,981.98			
T-2	42.0	4.20	465.66	33.0	3.30	365.88	42.0	4.20	465.66			
T-3	45.0	4.50	654.66	33.0	3.30	480.08	45.0	4.50	654.66			
T-4	31.2	3.90	730.87	16.2	2.03	379.49	31.2	3.90	730.87			
T-5										32.0	3.20	652.38
T-6										34.0	3.40	462.24
T-7										235.0	23.50	2,604.58
T-8										19.0	1.90	368.43
TOTAL		41.01	4,960.38		30.50	3,619.24		39.85	4,833.17		32.00	4,087.63

Losas

Las losas del edificio son perimetralmente apoyadas y de acuerdo a los análisis de cargas que se hicieron anteriormente es como se inserta a la respectiva hoja de cálculo dicha carga, hubo casos en los que los tableros fueron afectados por cargas lineales debido a muros divisorios. Y de igual manera se definen los datos que deben conocerse y se

prosigue con el procedimiento de diseño de losas, este procedimiento se encuentra en hojas de cálculo de Excel en las que se muestran las fórmulas utilizadas en el Apéndice D. En la Tabla 4.2 se muestran los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero utilizados por las losas.

Tabla 4. 2 Cantidades de concreto y acero que las losas del primer diseño requieren por planta

LOSA	concreto (m ³)	acero (Kg)
P. ESTACIONAMIENTO	60.53	3,575.94
P. BAJA	42.72	2,676.94
7 PLANTAS ENTREPISO	391.65	23,460.28
P. AZOTEA	55.95	3,081.32
TOTAL	550.85	32,794.49

Columnas

Con el objeto de ejemplificar la manera en que fueron diseñadas las columnas, se presentan en hojas de cálculo con sus respectivas fórmulas utilizadas en el Apéndice D. En la Tabla 4.3 se resumen los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero que se utilizaron de manera general para los tres tipos de columnas.

Tabla 4. 3 Cantidades de concreto y acero que las columnas del primer diseño requieren

COLUMNA:	Longitud (m)	concreto (m ³)	acero (Kg)
C-1	500.55	112.62	34,938.39
C-2	465.30	74.45	16,662.39
C-3	620.40	55.84	12,495.55
TOTAL		242.91	64,096.33

Cimentación

Para la cimentación se tomaron en cuenta los resultados finales de SAP 2000 de igual manera que en los elementos anteriores y se procedió con el diseño de un muro de contención para el cubo de las escaleras y los elevadores, el diseño de este muro aparece de manera explicada y con sus debidas fórmulas utilizadas en hojas cálculo en Excel y se presentan en el Apéndice D y en la Tabla 4.4 se resumen los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero que se llevó el muro de concreto.

Tabla 4. 4 Cantidades de concreto y acero que se requieren para el muro de concreto del primer diseño

MURO DE CONCRETO	concreto (m ³)	acero (Kg)
MC-1	60.48	20,884.00

Se dividieron las 47 columnas en grupos que tuvieran similitud de cargas que se transmitieran a las zapatas y resultaron tres grupos, en la Tabla 4.5 se aprecia el resumen de los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero que corresponden a las zapatas, y de igual manera que para los elementos anteriores, las hojas de diseño se presentan en el Apéndice D y en la Tabla 4.5 se resumen los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero que corresponden a los utilizados para las zapatas.

Tabla 4. 5 Cantidades de concreto y acero que se requieren para las zapatas del primer diseño

ZAPATA:	Cantidad	concreto (m ³)	acero (Kg)
ZA-1	10.00	20.70	1,832.50
ZA-2	22.00	28.22	2,705.20
ZA-3	15.00	13.77	1,426.12
TOTAL		62.69	5,963.82

Y como cuadro final de utilización de material de concreto y acero ocupado en los elementos; trabes, columnas, losas, zapatas y muro de contención descritos previamente de

este diseño se tiene el cuadro resumen de la Tabla 4.6, teniendo un total de casi 1300 m³ de concreto y 170 toneladas de acero para el primer diseño del edificio sin considerar LEED.

Tabla 4. 6 Cantidades de concreto y acero del primer diseño del edificio

1ER DISEÑO			
Rubro No.	Descripción	concreto (m³)	acero (Kg)
001	Trabes	382.46	46,499.46
002	Columnas	242.91	64,096.33
003	Losas	550.85	32,794.49
004	Zapatas	62.69	5,963.82
005	Muro de contención	60.48	20,884.00
TOTAL		1,299.39	170,238.10

En la Figura 4.3 se muestra la planta estructural tipo que se diseñó, esta se repite en siete niveles, y en ella se muestra la ubicación y diseño de algunos elementos estructurales descritos anteriormente como son trabes, losas y columnas. En el Apéndice E se muestran los planos estructurales de todo el edificio, cada una de las plantas que tiene, también la geometría y áreas de acero de cada uno de los elementos estructurales.

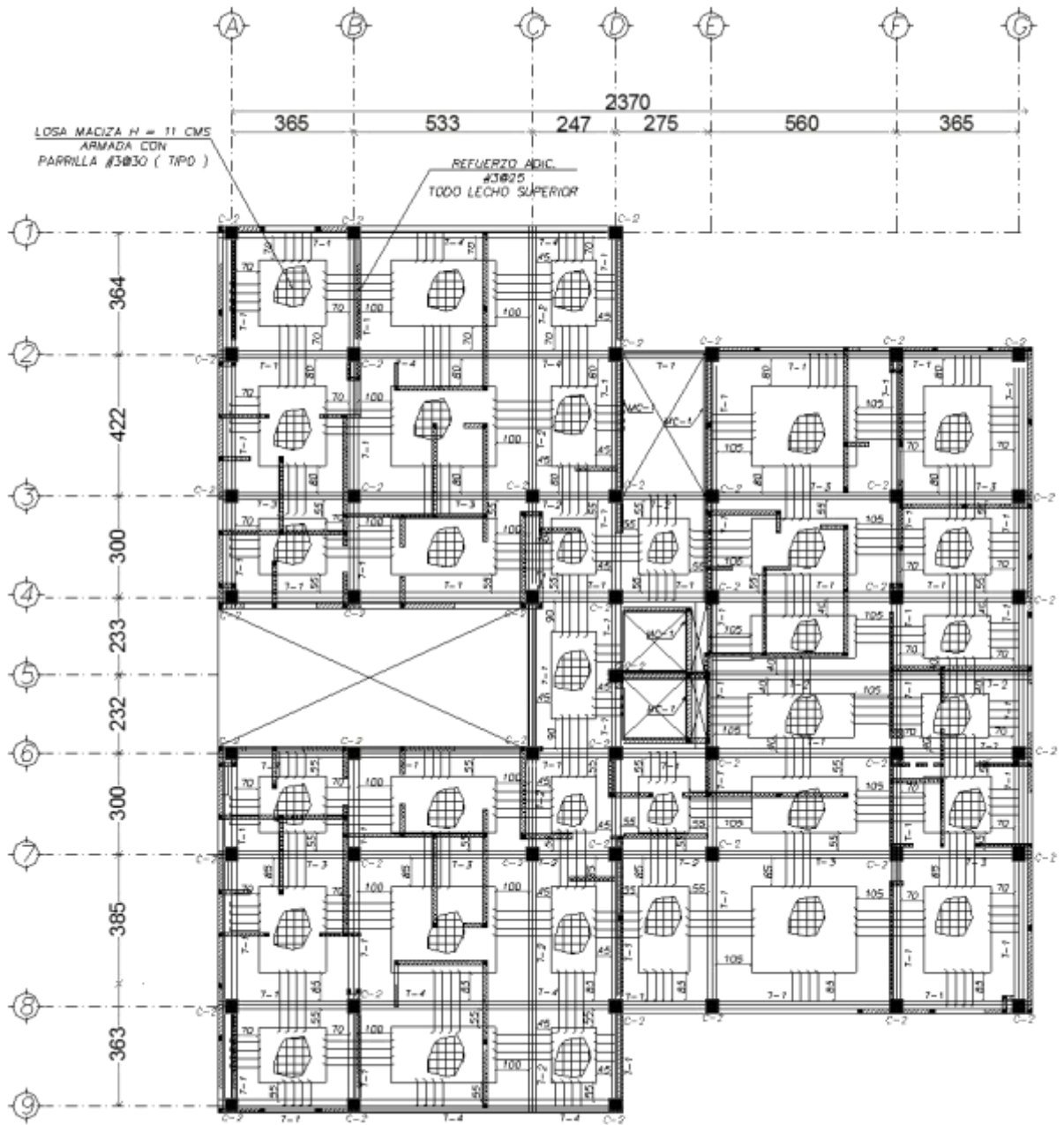


Figura 4. 3 Planta estructural tipo

4.2.3 Etapa 3.- Puntaje que obtuvo el primer diseño de acuerdo a LEED

Al diseño arquitectónico y estructural que se hizo en esta primera instancia no se le implementaron criterios sustentables LEED, sino que se proyectó de una manera convencional sin tomar en cuenta algún pensamiento que apoye la sustentabilidad y de acuerdo al *Apéndice A* en donde se detallan los requisitos sobre la obtención de un puntaje respecto de la certificación LEED, éste primer diseño obtiene los siguientes puntos en las categorías:

○ Sitios sustentables (12)	
-Selección del sitio	1
-Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad	4
-Acceso alternativo al transporte público	4
-Transporte alternativo-capacidad de estacionamientos	1
-El sitio protege o restaura el hábitat	1
-El sitio maximiza el espacio abierto	1
○ Eficiencia del agua (0)	
○ Energía y atmósfera (2)	
- Optimización en el funcionamiento de la energía	1
-Mejora de la eficiencia energética	1
○ Materiales y recursos (0)	
○ Calidad del Ambiente interior (0)	
	TOTAL 14 PUNTOS

Teniendo un puntaje total de 14 puntos no se alcanza el mínimo estándar de LEED, es decir, nivel certificado el cual requiere 40 puntos de acuerdo a la Tabla 3.1. Sabiendo esto, se continuó con la metodología propuesta y se procedió a implementar criterios sustentables a este primer diseño para así llegar a calificar para una certificación.

4.2.4 Etapa 4.- Criterios implementados al primer diseño para obtener nivel Certificación de LEED

Algunas adecuaciones que se le debieron hacer de manera general a este edificio principalmente para subir el puntaje pudieron ser:

- Captación de agua de lluvia
- Tratamiento y reciclado de aguas residuales
- Techos verdes
- Ahorro de energía
- Uso de energías alternativas
- Reciclado de residuos sólidos
- Nuevos materiales

Estas adecuaciones las contempla la certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) en varias de sus categorías, pero analizándolas nos dimos cuenta que algunas no son cambios propios que un ingeniero estructurista deba hacer y se consideró que incluiríamos solo las adecuaciones que afectarían en nuestro diseño proporcionando peso a las cargas gravitacionales, y también se cambiaría lo referente a materiales considerando sus características de resistencia.

4.2.4.1 Criterios que impactan a la estructura

A partir de las adecuaciones anteriores que se pudieron hacer al diseño del edificio, se exploró en cuál de las cinco categorías en las que se está revisando la certificación LEED entraban esas adecuaciones y se podían cambiar por un estructurista y se cambió lo siguiente:

- Techos con vegetación
- Instalación de paneles fotovoltaicos
- Uso de materiales regionales
- Incremento de la zona de respiración al aire libre

De acuerdo al **Apéndice A** en donde se detallan los requisitos sobre la obtención de un puntaje respecto de la certificación LEED, debido a estas adecuaciones se lograron 11 puntos extras en las categorías:

- Sitios sustentables (3)
 - Control en la cantidad de aguas pluviales 1
 - Control en la calidad de aguas pluviales 1
 - Efecto de la isla de calor debida al techo 1
- Energía y Atmósfera (2)
 - Energías renovables en sitio 2
- Materiales y recursos (3)
 - Contenido reciclado 1
 - Materiales regionales 2
- Calidad del ambiente interno (3)
 - Aumento de ventilación 1
 - Luz de día y vistas-Luz natural 1
 - Luz de día y vistas-Vistas 1

11 PUNTOS

Así la puntuación subió a 25, pero aun no se pudo llegar al nivel Certificado que calificaba con 40 puntos, entonces se agregaron también los conceptos que no impactan a la estructura.

4.2.4.2 Criterios que no impactan a la estructura

Lo que se le pudo implementar considerando también lo que no impactaba en la estructura de manera global fue:

- Construcción de almacenamientos techados para bicicletas
- Minimizar estacionamientos
- Proporcionar sombra a través de plantación de árboles
- Emplear estrategias para ahorrar agua
- Optimizar el desempeño de energía

Y estas adecuaciones de acuerdo al *Apéndice A* en donde se detallan los requisitos sobre la obtención de un puntaje respecto de la certificación LEED aumentaron puntaje en las siguientes categorías:

- Sitios sustentables (5)
 - Alternativas de transporte y almacenamiento de bicicletas 2
 - Transporte alternativo-capacidad de estacionamientos 1
 - Efectos de la isla de calor debido a lugares abiertos 1
 - Guías del diseño y construcción al inquilino 1
- Eficiencia de agua (6)
 - Riego eficiente de jardines 2
 - Tecnologías innovadoras para aguas residuales 2
 - Reducción del uso de agua 2
- Energía y Atmósfera (3)
 - Optimización en el funcionamiento de la energía 3
- Materiales y recursos (1)
 - Gestión de residuos de construcción 1

15 PUNTOS

4.2.4.3 Segundo diseño estructural del edificio adecuado a LEED

Los análisis de cargas respectivos para cada una de las plantas del edificio en este segundo diseño se muestran en el Apéndice C, que es donde cambiaron mucho las cargas muertas, y ya que no hubo restricciones arquitectónicas para poder ensanchar algunas columnas, traveses y losas, se procedió con la bajada de cargas respectiva.

De la misma manera que se procedió con el primer diseño se hizo con este segundo diseño estructural y se realizó el análisis del edificio utilizando el programa SAP

2000, el diseño de cada uno de los elementos son presentados en el Apéndice D en sus debidas hojas de cálculo programadas.

Trabes

En los elementos trabe se notó que la cantidad de los materiales concreto y acero utilizados se incrementaron, esto se presenta en la Tabla 4.7 en donde están separadas las trabes por las respectivas plantas en las que se ubican y de igual manera en el Apéndice D se presenta el procedimiento de cálculo de cada una de éstas, incluyendo las fórmulas utilizadas y los análisis de flexión y cortante.

Tabla 4.7 Cantidades de concreto y acero que las trabes del segundo diseño requieren por planta

2NDO DISEÑO	P. DE ESTACIONAMIENTO			PLANTA BAJA			PLANTA DE ENTREPISO			PLANTA DE AZOTEA		
	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)
TRABE:												
TV-1	146.9	14.69	1,628.71	98.9	9.89	1,096.19	137.6	13.76	1,525.60			
TV-2	249.0	24.90	4,828.36	249.0	24.90	4,828.36	249.0	24.90	4,828.36			
TV-3	115.3	11.53	1,802.02	90.0	9.00	1,407.24	115.3	11.53	1,802.02			
TV-4	31.2	4.68	770.05	15.6	2.34	385.03	31.2	4.68	770.05			
TV-5										253.1	25.31	3,889.79
TV-6										23.3	2.33	536.71
TV-7										29.8	2.98	600.40
TV-8										31.2	5.46	1,418.42
TOTAL		55.80	9,029.15		46.13	7,716.81		54.87	8,926.04		36.07	6,445.32

Losas

En este apartado de las losas también hubo un cambio en las cantidades de concreto y acero utilizados para este segundo diseño del edificio, en la planta de azotea de ve más claro pues fue en donde se incrementaron más las cargas debido a los cambios hechos en azotea, en la tabla 4.8 se aprecian estas observaciones hechas. En el Apéndice D se presenta el procedimiento de cálculo de éstas losas y sus fórmulas utilizadas.

Tabla 4. 8 Cantidades de concreto y acero que las losas del segundo diseño requieren por planta

LOSA	concreto (m ³)	acero (Kg)
ESTACIONAMIENTO	60.53	3,351.47
P. BAJA	42.72	2,676.94
P. ENTREPISO	55.95	3,351.47
P. AZOTEA	66.12	3,712.41
TOTAL	225.32	13,092.29

Columnas

En la Tabla 4.9 referida a las columnas de este segundo diseño también hay un evidente incremento de materiales, principalmente en el acero, las longitudes de cada una de las tres diferentes columnas siguen siendo las mismas, pues cambiaron su geometría pero siguen estando ubicadas en el mismo lugar.

Tabla 4. 9 Cantidades de concreto y acero que las columnas del segundo diseño requieren

COLUMNA:	Longitud (m)	concreto (m ³)	acero (Kg)
CV-1	500.55	125.14	34,367.76
CV-2	465.30	94.22	25,033.14
CV-3	620.40	55.84	18,717.47
TOTAL		275.20	78,118.37

Cimentación

En la cimentación para este segundo diseño no ha habido cambios, al muro de concreto baja la carga que es su peso propio y las secciones de este no cambiaron. En la tabla 4.10 se encuentra las cantidades a utilizar de los materiales concreto y acero.

Tabla 4. 10 *Cantidades de concreto y acero que se requieren para el muro de concreto del segundo diseño*

MURO DE CONCRETO	concreto (m ³)	acero (Kg)
MC-1	60.48	20,884.00

En el caso de las zapatas, estas están divididas en tres grupos en los cuales hay un rango de secciones permitido y a pesar de que las cargas axiales aumentaron, las secciones continuaron en los mismos grupos. En la tabla 4.11 se muestran nuevamente los metros cúbicos de concreto y kilogramos de acero que corresponden a los utilizados por las zapatas.

Tabla 4. 11 *Cantidades de concreto y acero que se requieren para las zapatas del segundo diseño*

ZAPATA:	Cantidad	concreto (m ³)	acero (Kg)
ZA-1	10.00	20.70	1,832.50
ZA-2	22.00	28.22	2,705.20
ZA-3	15.00	13.77	1,426.12
TOTAL		62.69	5,963.82

Y como cuadro final de utilización de material de concreto y acero ocupado en los elementos; trabes, columnas, losas, zapatas y muro de contención descritos previamente de este diseño se tiene el cuadro resumen de la Tabla 4.12, teniendo un total de casi 1500 m³

de concreto y casi 224 toneladas de acero para este segundo diseño del edificio considerando ya los criterios LEED y teniendo el nivel de sustentabilidad Certificado.

Tabla 4. 12 Cantidades de concreto y acero requeridos para el segundo diseño del edificio

2NDO DISEÑO			
Rubro No.	Descripción	concreto (m³)	acero (Kg)
001	Trabes	522.09	85,673.52
002	Columnas	275.20	78,118.37
003	Losas	560.99	33,201.10
004	Zapatas	62.69	5,963.82
005	Muro de contención	60.48	20,884.00
TOTAL		1,481.45	223,840.81

En la Figura 4.4 se muestra una planta estructural de entrepiso del segundo diseño, en ella se muestra la ubicación de varios elementos estructurales mencionados anteriormente y para ver más a detalle algunos cambios que han sido hechos, en el Apéndice E se muestran las plantas estructurales de cimentación, de entrepiso, de azotea y además las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales.

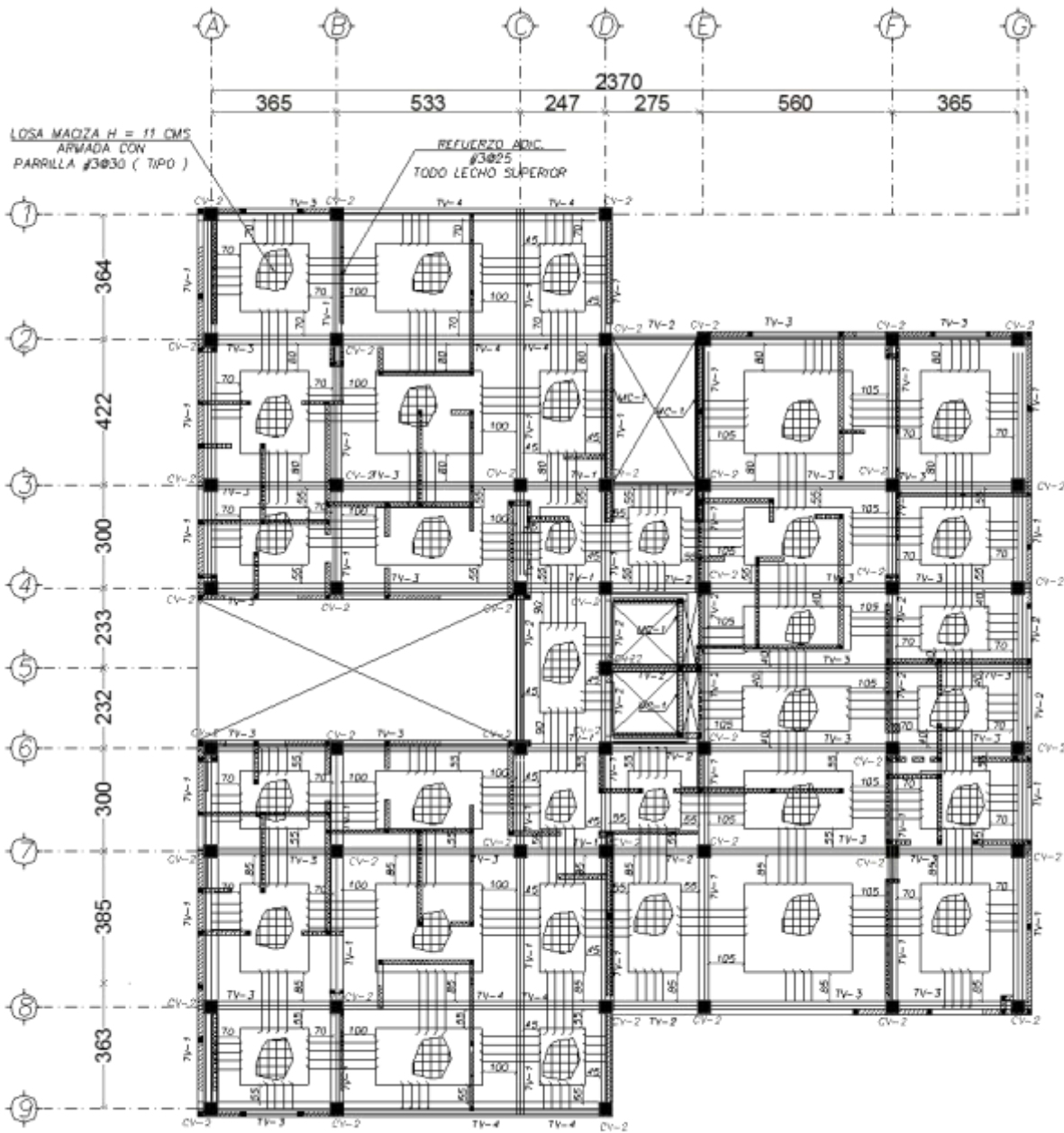


Figura 4. 4 Planta estructural del segundo diseño

4.2.4.4 Puntaje que obtuvo el segundo diseño adecuado a LEED

Ya con las nuevas adecuaciones implementadas de manera global se aumentaron 15 puntos más a los 25 que se llevaban, para llegar a un total de 40 puntos y así lograr el

estándar de Certificación que calificaba con un rango de puntuación de 40 a 49 puntos. En la Tabla 4.13 se muestran los puntos que las adecuaciones debidas a personal encargado de diseño aportaron.

Tabla 4.13 Puntaje obtenido debido a las adecuaciones propuestas por personal de diseño

		PUNTOS
ADECUACIONES	Del diseño arquitectónico convencional	14
	Propuestas por un estructurista y que impactan en la estructura	11
	Propuestas de manera global que no impactan directamente a la estructura	15
TOTAL		40

4.2.5 Etapa 5.- Comparativa del primero y segundo diseño

El resultado final de la utilización de concreto y acero aparecen en las Tablas 4.14 y 4.16, en estos se comparan los dos diseños que son fruto de la aplicación de las dos etapas de diseño planteadas en el estudio realizado. El primer diseño estructural convencional comentado en la metodología propuesta, se basa en las actuales Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (2004), y del mismo modo, el segundo diseño además de basarse en las NTC del RCDF (2004) se le hicieron adaptaciones para que pudiera subir su puntaje de acuerdo a la evaluación LEED y así alcanzar el estándar de Certificado que es el mínimo de LEED.

En la Tabla 4.14, se ha tomado la suma de concreto a utilizar de los elementos estructurales: trabes, columnas, losas, zapatas y muro de contención como 100% que es 1,299.39 m³ en el caso del primer diseño y en el caso del segundo diseño se utiliza más cantidad de concreto 1,481.45 m³ que corresponde una diferencia de 182.06 m³ que es

14.01% extra en los rubros de trabes, columnas y losas mientras que las zapatas y el muro de contención permanecen iguales, esto debido a que la carga extra que sufrió el segundo diseño se distribuyó de manera que los grupos de zapatas tenían una tolerancia en su geometría y cantidad de acero y éstas permanecieron dentro de ella.

Tabla 4. 14 Comparativa de los dos diseños en utilización de concreto

Rubro No.	Descripción	CONCRETO			Porcentaje extra de concreto en el segundo diseño	Porcentaje acumulado de concreto extra en el segundo diseño
		1er Diseño (m ³) de concreto	2do Diseño (m ³) de concreto	Diferencia de (m ³) de concreto		
001	Trabes	382.46	522.09	139.63	10.75%	10.75%
002	Columnas	242.91	275.20	32.29	2.49%	13.23%
003	Losas	550.85	560.99	10.14	0.78%	14.01%
004	Zapatas	62.69	62.69	0.00	0.00%	14.01%
005	Muro de contención	60.48	60.48	0.00	0.00%	14.01%
TOTAL		1,299.39	1,481.45	182.06	14.01%	

La Figura 4.5, se ha tomado de la tabla 4.14 en la que la suma de concreto a utilizar de los rubros: trabes, columnas, losas, zapatas y muro de contención se tomó como 100% que es 1,299.39 m³ en el caso del primer diseño y en el caso del segundo diseño se utiliza más cantidad de concreto 1,481.45 m³ que corresponde una diferencia de 182.06 m³ que es 14.01% extra en los rubros de trabes, columnas y losas mientras que las zapatas y el muro de contención permanecen iguales.

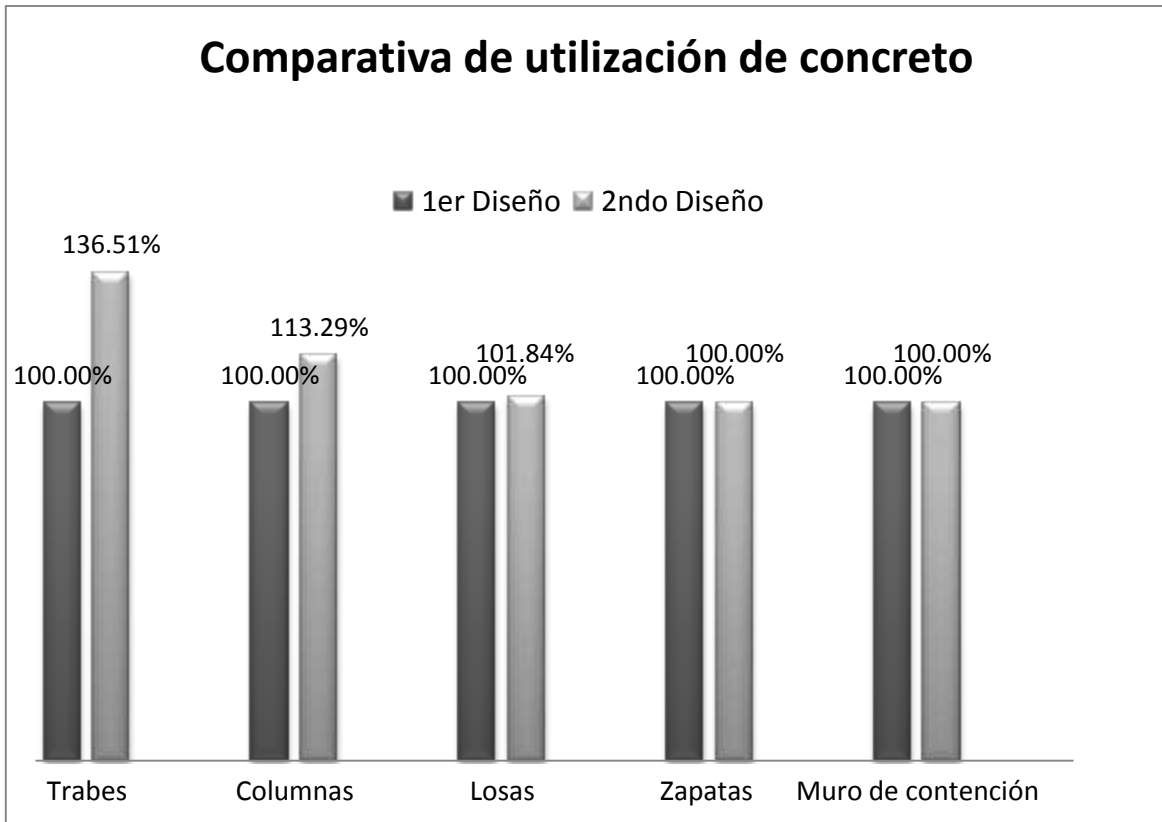


Figura 4.5 Comparativa de los dos diseños en utilización de concreto

En la tabla 4.15 se reflejan los conceptos que requirieron más concreto al momento de estarlos diseñando, y esto a causa de que las cargas extras que hubo en el segundo diseño se transmitieron a estos conceptos y hubo que ensanchar secciones y si se pudo hacer debido a que no hubo restricciones arquitectónicas que lo impidieran, nos estamos refiriendo a las traves, columnas y losas, siendo las traves las que sufrieron más estos cambios de sección.

Tabla 4. 15 Conceptos que se reparten el aumento de concreto en el segundo diseño

	Diferencia de (m³) de concreto	Porcentaje correspondiente
Trabes	139.63	76.69%
Columnas	32.29	17.74%
Losas	10.14	5.57%
Zapatas	0.00	0.00%
Muro de contención	0.00	0.00%
	182.06	100.00%

En la Figura 4.6 que fue la resultante de la tabla 4.15 se ven reflejados los conceptos en donde se muestra de una forma gráfica que los elementos requirieron más concreto al momento de estarlos diseñando, y esto a causa de que las cargas extras que hubo en el segundo diseño se transmitieron a estos conceptos y hubo que ensanchar secciones y esto se pudo hacer debido a que no hubo restricciones arquitectónicas que lo impidieran, nos estamos refiriendo a las trabes, columnas y losas, siendo las trabes las que sufrieron más estos cambios de sección.

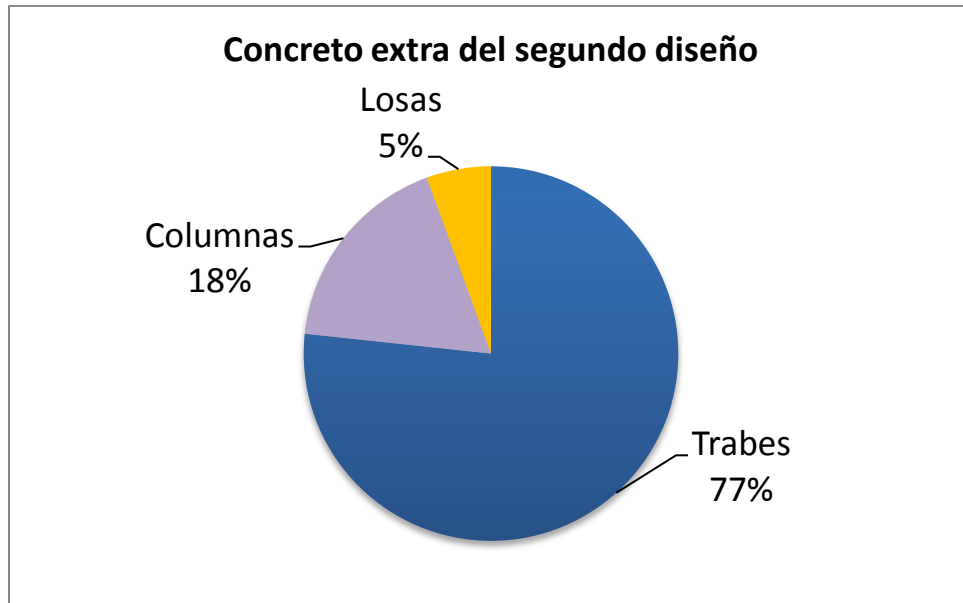


Figura 4. 6 Conceptos que se reparten el aumento de concreto en el segundo diseño

De igual manera, en la Tabla 4.16 y Figura 4.7 se ha tomado la suma de acero a utilizar en los rubros: traves, columnas, losas, zapatas y muro de contención que es de 170,238.10m³ como el 100% en el caso del primer diseño y en el caso del segundo diseño se ha utilizado más cantidad de acero con 223,840.81 m³ que corresponde a un 31.49% extra también en los rubros de traves, columnas y losas.

Tabla 4. 16 Comparativa de los dos diseños en utilización de acero

Rubro No.	Descripción	ACERO			Porcentaje extra de acero en el segundo diseño	Porcentaje acumulado de acero extra en el segundo diseño
		1er Diseño (kg) de acero	2do Diseño (kg) de acero	Diferencia de acero (kg)		
001	Traves	46,499.46	85,673.52	39,174.07	23.01%	23.01%
002	Columnas	64,096.33	78,118.37	14,022.04	8.24%	31.25%
003	Losas	32,794.49	33,201.10	406.61	0.24%	31.49%
004	Zapatas	5,963.82	5,963.82	0.00	0.00%	31.49%
005	Muro de contención	20,884.00	20,884.00	0.00	0.00%	31.49%
TOTAL		170,238.10	223,840.81	53,602.72	31.49%	

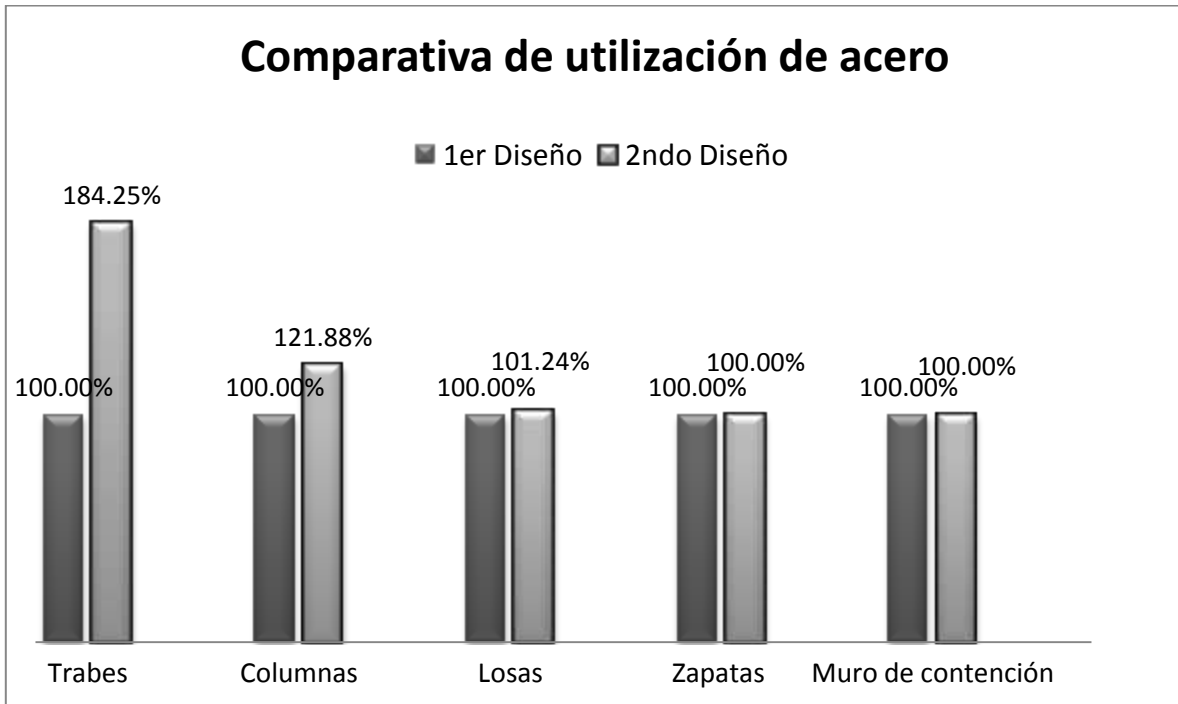


Figura 4. 7 Comparativa de los dos diseños en utilización de acero

En la primera etapa de identificación donde no se utilizaron los métodos y técnicas sustentables las cantidades requeridas de concreto y acero como ya se observó fueron menores que en la etapa del segundo diseño. Ahora bien, se entiende que la alternativa del segundo diseño domina en la utilización de los dos materiales más representativos encontrados en los elementos estructurales, y es en el caso de traves y columnas que existe esta dominación mayor pues tenemos en el caso del concreto en traves un aumento de 10.75% siendo 14.01% el total de los cinco rubros analizados y para el caso del acero, en el mismo rubro de traves se tiene una utilización de 23.01% siendo el total de los cinco rubros de 31.49% como se muestra en las Tablas 4.14 y 4.16.

En la tabla 4.17 se reflejan los conceptos que requirieron más acero al momento de estarlos diseñando, y esto a causa de que las cargas extras que hubo en el segundo diseño se transmitieron a estos conceptos y hubo que aumentar su capacidad de carga, nos estamos refiriendo a las traves, columnas y losas, siendo las traves las que sufrieron más este refuerzo adicional.

Tabla 4. 17 Conceptos que se reparten el aumento de acero en el segundo diseño

	Diferencia de acero (kg)	Porcentaje correspondiente
Trabes	39,174.07	73.08%
Columnas	14,022.04	26.16%
Losas	406.61	0.76%
Zapatas	0.00	0.00%
Muro de contención	0.00	0.00%
	53,602.72	100.00%

La Figura 4.8 es la resultante de la tabla 4.17, pero en una forma gráfica se reflejan los conceptos que requirieron más acero al momento de estarlos diseñando, y esto como ya se mencionó fue a causa de que las cargas extras que hubo en el segundo diseño se transmitieron a estos conceptos y hubo que aumentar su capacidad de carga.

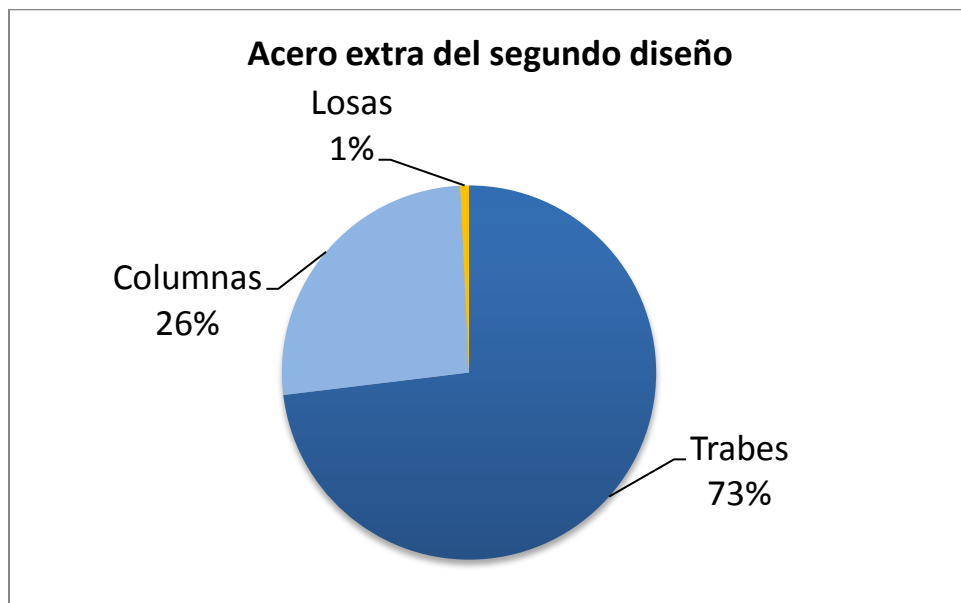


Figura 4. 8 Conceptos que se reparten el aumento de acero en el segundo diseño

Ahora bien, cuando se considera el trabajo en conjunto de todo un equipo de profesionistas dedicados al diseño y planeación de edificaciones se produce un resultado mucho más fructífero que cuando recae sobre un solo profesionista. Cuando todo el equipo se concentra para desarrollar el diseño de cualquier proyecto de infraestructura se logra la mayoría de los criterios de sustentabilidad potenciales de los proyectos, haciendo partícipes a varias ramas de la industria de la construcción y alcanzando el mayor estándar de certificación.

Es así como la figura 4.9 de la segunda etapa de diseño se construyó a partir de lo antes mencionado. Se muestra el puntaje obtenido para alcanzar el estándar de nivel Certificación en donde se requerían 40 puntos, esta figura nos ilustra la aplicación de criterios sustentables propuestos por un estructurista y por las cuales si hubo cambios directos en el diseño estructural, también se muestra que un equipo de planeación debe reunirse para que en conjunto se decidan las adecuaciones necesarias para tratar de obtener algún nivel de certificación deseado.

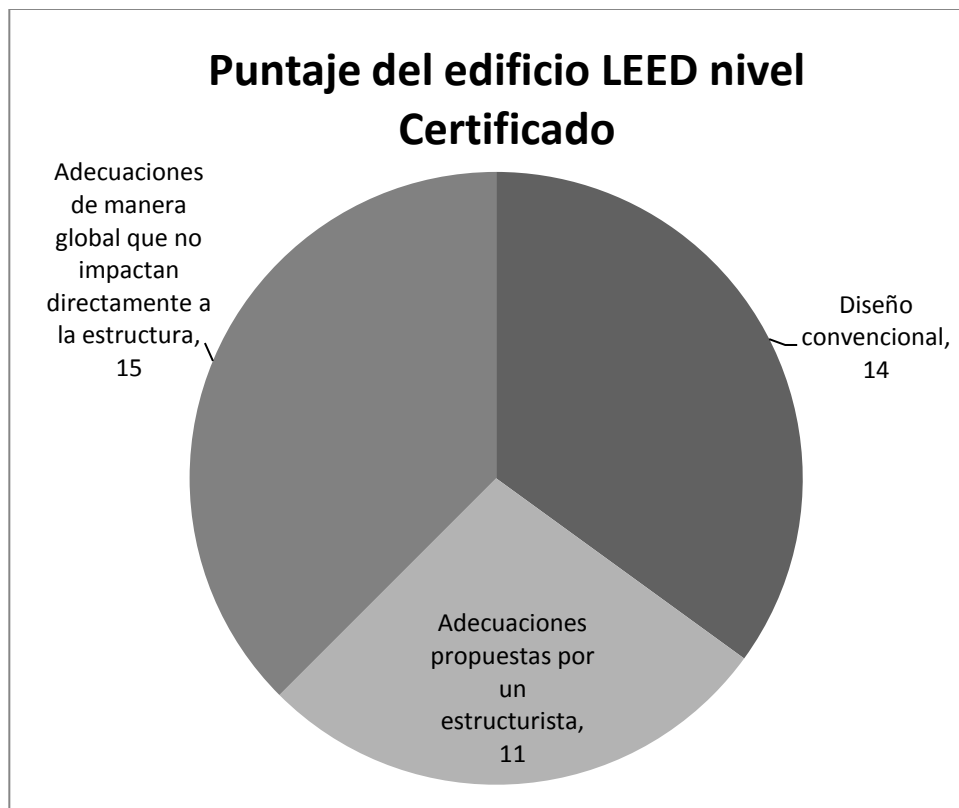


Figura 4.9 Puntaje para nivel Certificado del edificio en cuestión

5. CONCLUSIONES

A primera vista, muy pocos criterios sustentables parecieron estar relacionados con un ingeniero estructurista, y al hacer el análisis más detallado de un diseño estructural, resulta notorio que 11 de los 40 puntos obtenidos tuvieron un fuerte impacto en este diseño del edificio y se debieron a las adecuaciones implementadas por un estructurista para incrementar el puntaje de la certificación. Sin embargo, 14 de los puntos que fueron aumentados no tuvieron un impacto directo en la estructura y no influyeron en el análisis estructural. Es notable que las cargas adicionales producto de algunas adecuaciones implementadas tuvieron un impacto directo a la estructura y ésta al terreno y otras actuaron de manera indirecta sin influir en el diseño estructural.

Aplicar desde el inicio en su etapa de planeación los criterios que se encuentran en la certificación Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) puede mejorar ampliamente el puntaje aunque es notable que la estructura por si sola para la certificación LEED no es tan importante.

No se pudo llegar a un nivel mayor de certificación LEED, debido a que la certificación LEED evalúa la sustentabilidad en el diseño, operación y mantenimiento de los edificios, y esta investigación de tesis solo se enfocó a el diseño y no a la operación y mantenimiento del edificio.

Aunque gran parte de la carga asociada con el logro de la certificación LEED de un edificio se define en la categoría *selección del sitio*, se concluye que es mediante la colaboración de manera global como el ingeniero estructurista puede ser una parte integral de las personas que conforman un nuevo objetivo en el que se produce un diseño de edificio sustentable.

Es necesaria una mayor relación y colaboración entre las empresas que se dedican al diseño y ejecución de proyectos junto con los centros de investigación dedicados a este campo, para lograr un mayor desarrollo e implementación de la certificación LEED.

Entonces, sí se puede considerar a un ingeniero estructurista como una oportunidad de mejora en los proyectos de edificación sustentable, pero no de tal manera que se considere a éste solamente para lograr una certificación LEED.

Por último, se llegó a la conclusión de que el uso de criterios de certificación sustentable impacta en el diseño estructural, pero no de tal magnitud como para que se tomen como un complemento a la normatividad vigente para obtener la certificación de edificios, solo se podría tomar como una herramienta para los planteamientos hacia una construcción sustentable.

REFERENCIAS

- Arenas, Francisco, 2010. Los Materiales De Construcción Y El Medio Ambiente. UAIS sustentabilidad. Revista académica Año 4 No.9. Disponible en (http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/uaisreview/UAIS_no9_jun_2010.pdf) consultado el 18 de Septiembre de 2010.
- Azhar Salman, Wade A. Carlton, Darren Olsen, Irtishad Ahmad. Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. *Automation in Construction* 20 (2011) 217–224.
- Banco Mundial. Washington, DC, 2010. *Principales conclusiones del Informe sobre el Desarrollo Mundial y Cambio Climático*. 9. p. Disponible en http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/uaisreview/uais_no8.pdf) consultado el 23 de Septiembre de 2010.
- Bell, S. and Morse, S., 2008. Sustainability Indicators. Measuring the Immeasurable? Earthscan, London, Second edition.
- Bradshaw W., Connelly E, Fraser Cook M, Goldstein J, Pauly J., 2005. The costs and benefits of green affordable housing: opportunities for action. New Ecology and Green CDCs Initiative.
- Calvente, Arturo.” Responsabilidad Ambiental”. 2010. UAIS sustentabilidad. Revista académica Año 4 No.9.7p. Disponible en (http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/uaisreview/UAIS_no9_jun_2010.pdf) consultado el 18 de Septiembre de 2010.
- Casar, Guillermo. (2010): Edificación Sustentable. Ponencia expuesta en el XVII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. León, Gto., 3 al 6 de noviembre de 2010.

- Castro-Lacouture D., Sefair J., Florez L., Medaglia A., 2008. Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. *Building and Environment*. 44 (2008) 1162-1170.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2006. *Energía, Desarrollo Industrial, Contaminación Del Aire/Atmósfera Y Cambio Climático En La Región De América Latina Y El Caribe: Nuevas Políticas, Lecciones, Mejores Prácticas Y Oportunidades De Cooperación Horizontal*.p.6
- CMES (Consejo Mexicano de Edificación Sustentable). Disponible en (<http://www.mexicogbc.org/index.php>) consultado el 28 de Octubre de 2010.
- De Buen, Odón, 2010. *Tecnologías Innovadoras para la Conservación de la Energía*. 5to Seminario Internacional de Vivienda Sustentable y Cambio Climático 8 a 10 de Junio de 2010.
- Dong-Hwan Ko., 2008. Assessment and Prediction of Daylight Performance in High-Rise Office Buildings. En: *Struct. Design Tall Spec. Build*. 17, 953–976 (2008).
- Fernández Gonzalo. (2010). Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integral de proyectos de ingeniería civil. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, España.pp 154.
- Gallo G., Espino L., Olvera A., 2004. *Diseño estructural de casas habitación*. México. Ed. McGraw-Hill. pp. 4-5
- Heiskanen, Eva y Raimo, Lovio. 2010."User–Producer Interaction in Housing Energy Innovations". Finlandia. En: *Industrial Ecology*. Volumen 14.1p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y GETE (Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica). 2005. *La protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial*.p.70. Disponible en (http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc_spmnts_sp.pdf) consultado el 2 de Septiembre de 2010.

- Issa M, Rankin J.H., Christian A.J. Canadian practitioner's perception of research work investigating the cost premiums, long-term costs and health and productivity benefits of green buildings. *Building and Environment* 45 (2010) 1698–1711.
- Kats Greg, Leon Alevantis, Adam Berman, Evan Mills, Jeff Perlman, The costs and financial benefits of green buildings, A Report for California's Sustainable Building Task Force, CA, 2003.
- Kats Greg, James M, Apfelbaum S, Darden T, Farr D, Fox R, et al. Greening buildings and communities: costs and benefits. *Capital E*; 2008.
- Kennedy, William *et al.* 2008. *Edificación Sustentable en América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental. 80p.
- Langdon D. Cost of green revisited: re examining the feasibility and cost impact of sustainable design in the light of increased market adoption. The Davis Langdon Research Group; 2006.
- Larrúa, Rafael. (2010). La construcción compuesta: una alternativa racional para el rechazo de edificaciones. Ponencia expuesta en el XVII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. León, Gto., 3 al 6 de noviembre de 2010.
- Lee, W.L., Burnett, J. 2008. “Benchmarking energy use assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED” En: *Building and environment*. 43, 1882-1891 (2008).
- LEED for Core & Shell Development Rating System. 2009. USGBC Member Approved November 2008.
- López L., V. M. y URIZA S., R. (2010). Adaptación al Cambio Climático, Oportunidades y Retos para la Ingeniería Estructural. Ponencia expuesta en el XVII. Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. León, Gto., 3 al 6 de noviembre de 2010.
- Melchert, Luciana.” The Dutch sustainable building policy: A model for developing countries?” En: *Building and Environment* 42 (2007) 893–901.

- Meli, Roberto. 2007. Diseño Estructural. 2ª. Ed. México. Limusa. Pp.101-105
- Morillón, David. 2010. Diseño y Construcción de Edificios Sustentables en México. Ponencia expuesta en el XVII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. León, Gto., 3 al 6 de noviembre de 2010.
- Neufert, Ernest. 1991. Arte de proyectar en arquitectura. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona.
- Padilla, José Carlos. *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*. 5to Seminario Internacional de Vivienda Sustentable y Cambio Climático 8 a 10 de Junio de 2010.
- Peña, Mario."Green Leaders". 2010. UAIS Sustentabilidad. Revista académica Año 4 No.9. Disponible en (http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/uaisreview/UAIS_no9_jun_2010.pdf) consultado el 18 de Septiembre de 2010.
- Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro. 2004. p.90
- Trejo, Ángel. Estratigrafía y propiedades mecánicas del subsuelo del valle de la zona urbana de Querétaro. Primera edición. México. Publicado por la Universidad Autónoma de Querétaro. 1989. Pp147-150.
- Smith, April. 2003. *Impulso a la acción*. U.S. Green Building Council. p.4.
- U.S. Green Building Council (USGBC). 2008. LEED 2009 for core and Shell development. Washington.pp 21-101.
- USGBC. 2011. Sitio web de USGBC. Disponible en: (<http://www.usgbc.org/LEED/Project/CertifiedProjectList.aspx?CMSPageID=247>) consultado el 20 de diciembre de 2011.

- Tatari, Omer. Murat Kucukvar. Cost premium prediction of certified green buildings: A neural network approach. En *Building and Environment* 46(2011)1081-1086.
- Turner C., Frankel M. Energy performance of LEED for new construction buildings. New Buildings Institute; 2008.
- White, Richard *et al.* 1980. Ingeniería estructural. Vol 1. Editorial LIMUSA. México. Pp.37-44.
- Wilmsmeier, Gordon.2006. Evaluación de Sustentabilidad aplicada a proyectos de infraestructura.21p.
- Zepeda Alfredo, Hernández José Jesús, Malagón David, Trejo Ángel. 1992. Curso Internacional de Mecánica de Suelos Arcillosos. Primera edición. México. p.227

APÉNDICE

Apéndice A	Puntaje que conforma la certificación LEED
Apéndice B	Planos Arquitectónicos
Apéndice C	Análisis de cargas
Apéndice D	Hojas de cálculo de trabes, losas, columnas, zapatas
Apéndice E	Planos estructurales del primero y segundo diseño

APÉNDICE A

En seguida se muestra el objeto de cada uno de los criterios LEED que conforman la certificación LEED Core and Shell para la certificación o evaluación de un proyecto:

1.- Sitios sustentables

La finalidad de esta categoría es tratar de reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción por el control de la erosión del suelo, la sedimentación fluvial y la generación de polvo.

Selección del sitio (1 punto): No se deben desarrollar los edificios en: campos agrícolas, donde pueda haber una inundación debido a la baja elevación de tierra respecto a alguna zona contigua, tierras identificadas como hábitat para una especie en peligro de extinción, a menos de 15 metros de ríos o lagunas, algún parque público.

Desarrollo de densidad y conectividad de la comunidad (5 puntos): En este requisito se refiere a la ubicación del edificio, pues en un radio de 800 metros se deben encontrar al menos 10 lugares de servicios básicos, los cuales podrían ser: banco, parque, restaurante, escuela, gimnasio, consultorio dental, tienda de abarrotes, servicio de lavandería, salón de belleza, farmacia, biblioteca, supermercado, teatro, etc.

Re urbanizar y rehabilitar sitios dañados (1 punto): Con la intención de rehabilitar sitios dañados, donde el desarrollo se ve complicado por la contaminación del medio ambiente. Durante el proceso de selección del sitio, dar preferencia a las zonas industriales abandonadas.

Acceso alternativo al transporte público (6 puntos): En este requisito la ubicación del edificio debe estar a menos de 400 metros de distancia de alguna parada de autobús.

Alternativas de transporte y almacenamiento de bicicletas (2 puntos): Para reducir la contaminación y los impactos en tierra debido al uso del automóvil. Proporcionar

instalaciones cubiertas de almacenamiento para proteger bicicletas de 15% o más de los ocupantes del edificio.

Transporte alternativo de bajas emisiones y vehículos eficientes de combustible (3 puntos): Para reducir la contaminación y los impactos en tierra debido al uso del automóvil.

Transporte alternativo-capacidad de estacionamientos (2 puntos): Este requisito trata de reducir la contaminación y los impactos que ocasiona el uso del automóvil, por lo que minimiza los lugares de estacionamiento.

El sitio protege o restaura el hábitat (1 punto): Para conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

El sitio maximiza el espacio abierto (1 punto): Con la intención de fomentar la biodiversidad, suministrando una alta proporción de espacio abierto a la huella ecológica.

Control en la cantidad de aguas pluviales (1 punto): Para limitar la interrupción de la hidrología natural mediante la reducción de la cubierta impermeable, el aumento de la infiltración en el lugar, la reducción o eliminación de la contaminación hacia los desagües pluviales.

Control en la calidad de aguas pluviales (1 punto): Para limitar las perturbaciones y la contaminación de las corrientes naturales de agua mediante la gestión de escurrimientos de aguas pluviales.

Efectos de la isla de calor debido a lugares abiertos (1 punto): Para reducir islas de calor para minimizar impactos sobre los microclimas, hábitats humanos y vida silvestre.

Efectos de la isla de calor debida al techo (1 punto): Para reducir islas de calor para minimizar impactos sobre los microclimas, hábitats humanos y vida silvestre.

Reducción de contaminación por luz al cielo nocturno (1 punto): Para minimizar la infiltración de luz del edificio y el lugar, reducir el resplandor del cielo para aumentar la vista

al cielo nocturno, mejorar la visibilidad nocturna mediante la reducción del deslumbramiento y reducir el impacto de desarrollo de la iluminación nocturna en los entornos.

Guías del diseño y construcción al inquilino (1 punto): Para educar a los inquilinos sobre la implementación de diseño sustentable y las características de mejora a la construcción. Estas guías ayudarán a los inquilinos a adoptar prácticas de construcción verde.

2.- Eficiencia de agua

La intención de esta categoría es aumentar la eficiencia del agua en los edificios para reducir la carga sobre el suministro municipal de agua. Para lograr esto se considerará el uso de accesorios de alta eficiencia, así como el uso de fuentes alternativas en las instalaciones de agua (agua de lluvia o aguas grises).

Riego eficiente de jardines (2-4 puntos): Para limitar o eliminar el uso de agua potable, o el agua disponible en la superficie natural o del subsuelo cerca del proyecto para el riego de jardines.

Tecnologías innovadoras para aguas residuales (2 puntos): Para reducir la demanda de agua potable a través de la utilización de aguas residuales o agua tratada la cual debe ser infiltrada o utilizada en el lugar.

Reducción del uso de agua (2-4 puntos): Emplear estrategias en el uso del agua total para aumentar aún más la eficiencia del agua en los edificios para reducir la carga sobre el suministro municipal de agua.

3.- Energía y atmósfera

Para conseguir puntos en esta categoría, el diseño propuesto debe cumplir con un ahorro de energía comparándolo con un edificio de referencia

Optimización en el funcionamiento de la energía (3-21 puntos): Para este criterio se deben aumentar los niveles de eficiencia energética, alguna optimización en cuanto a la energía.

Energías renovables en sitio (4 puntos): Para estimular y reconocer los crecientes niveles en sitio de energía renovable de auto abastecimiento para reducir los impactos económicos y ambientales asociados con el uso de energía a través de combustibles fósiles.

Ahorro de energía durante la obra (2 puntos): Para iniciar el ahorro de energía desde el inicio de la construcción y durante la ejecución de actividades adicionales.

Mejora de la eficiencia energética (2 puntos): En este criterio se requiere no contar con refrigerantes como pueden ser los sistemas de aire acondicionado.

Medición y verificación del consumo de energía de la obra terminada (3 puntos): Para garantizar la responsabilidad permanente de consumo de energía del edificio a través del tiempo.

Medición y verificación de energía renovable contratada (3 puntos): Para establecer un control en el consumo de electricidad, mediante la instalación de un sistema de medición y verificación o equipos necesarios para medir el consumo de energía, esto prevé un ahorro de energía real.

Energía verde, se comparan los niveles bajos de energía que pudiera tener contra un edificio antiguo (2 puntos): Para fomentar el desarrollo y el uso de tecnologías de energía renovable sobre una base neta de contaminación cero.

4.- Materiales y recursos

Para facilitar la reducción de los residuos generados por los ocupantes del edificio se deberá considerar la posibilidad de estrategias de gestión de residuos para mejorar el programa de reciclaje.

Reutilización de la construcción (1-5 puntos): Para extender el ciclo de vida de las viviendas existentes, conservar los recursos, reducir los residuos y reducir los impactos ambientales de los nuevos edificios en los que respecta a la fabricación de materiales y transporte.

Gestión de residuos de construcción (1-2 puntos): Para desviar la construcción y la demolición de la eliminación en vertederos y las instalaciones de incineración. Redirigir recursos reciclables recuperados para apoyo al proceso de fabricación.

Reutilización de materiales (1 punto): Para volver a utilizar materiales de construcción y productos para reducir la demanda de materias primas y reducir residuos, disminuyendo así impactos asociados a la extracción y procesamiento de recursos vírgenes.

Contenido reciclado (1-2 puntos): Para aumentar la demanda de productos de construcción que incorporan contenido de materiales reciclados, reduciendo así los impactos resultantes de la extracción y procesamiento de materiales vírgenes.

Materiales regionales (1-2 puntos): Para aumentar la demanda de materiales de construcción y productos que se extraen y se fabrican dentro de la región, apoyando así el uso de los recursos autóctonos y reducir los impactos ambientales resultantes del transporte.

Madera certificada (1 punto): Para fomentar la gestión forestal ambientalmente responsable.

5.- Calidad del ambiente interno

En esta categoría se pretende mejorar la calidad del aire interior en edificios para contribuir a la comodidad y el bienestar de los ocupantes.

Monitoreo de la entrada de aire (1 punto): Para proporcionar la capacidad para el sistema de ventilación de vigilancia para ayudar a promover el confort y el bienestar de los ocupantes.

Aumento de ventilación (1 punto): Para proporcionar una ventilación adicional de aire exterior para mejorar la calidad del aire interior y promover el confort, la productividad y el bienestar de los ocupantes.

Construir un plan de manejo de aire en interiores durante la construcción (1 punto): Para reducir en la calidad del aire interior los problemas derivados de la construcción o la renovación y promover la comodidad y el bienestar de los trabajadores de la construcción y los ocupantes del edificio.

Baja emisión de materiales como pegamentos y selladores (1 punto): Para reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tienen mal olor, irritación y/o son perjudiciales para la comodidad y el bienestar de los instaladores y ocupantes.

Baja emisión de materiales como pinturas (1 punto): Para reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tienen mal olor, irritación y/o son perjudiciales para la comodidad y el bienestar de los instaladores y ocupantes.

Baja emisión del sistema de material de piso (1 punto): Para reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tienen mal olor, irritación y/o son perjudiciales para la comodidad y el bienestar de los instaladores y ocupantes.

Baja emisión de la madera (1 punto): Para reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tienen mal olor, irritación y/o son perjudiciales para la comodidad y el bienestar de los instaladores y ocupantes.

Control en la exposición de contaminantes químicos (1 punto): Para minimizar la exposición en la construcción de los ocupantes hacia partículas potencialmente peligrosas y contaminantes químicos.

Control en los sistemas de confort térmico (1 punto): Para proporcionar un alto nivel de confort térmico a través de un sistema de control hacia los ocupantes individuales o grupos de varios ocupantes y promover la productividad, la comodidad y el bienestar.

Diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado (1 punto): Para proporcionar un ambiente térmico cómodo que promueva la productividad y bienestar de los ocupantes.

Luz del día y vistas - Luz natural (1 punto): Se refiere a establecer una conexión de los ocupantes del edificio entre los espacios interiores y el aire libre a través de la introducción de luz natural.

Luz del día y vistas - Vistas (1 punto): Se refiere a establecer una conexión de los ocupantes del edificio entre los espacios interiores y el aire libre a través de la

introducción de luz natural y tener vistas hacia el exterior en las zonas normalmente ocupadas del edificio.

6.- Innovación y diseño

Para proporcionar a los equipos de diseño y proyectos la oportunidad de lograr un rendimiento excepcional por encima de los requisitos establecidos.

Innovación y diseño (1-5 puntos): Aplicar estrategias o medidas que demuestren un enfoque integral y cuantificables hacia el medio ambiente y / o beneficios de salud.

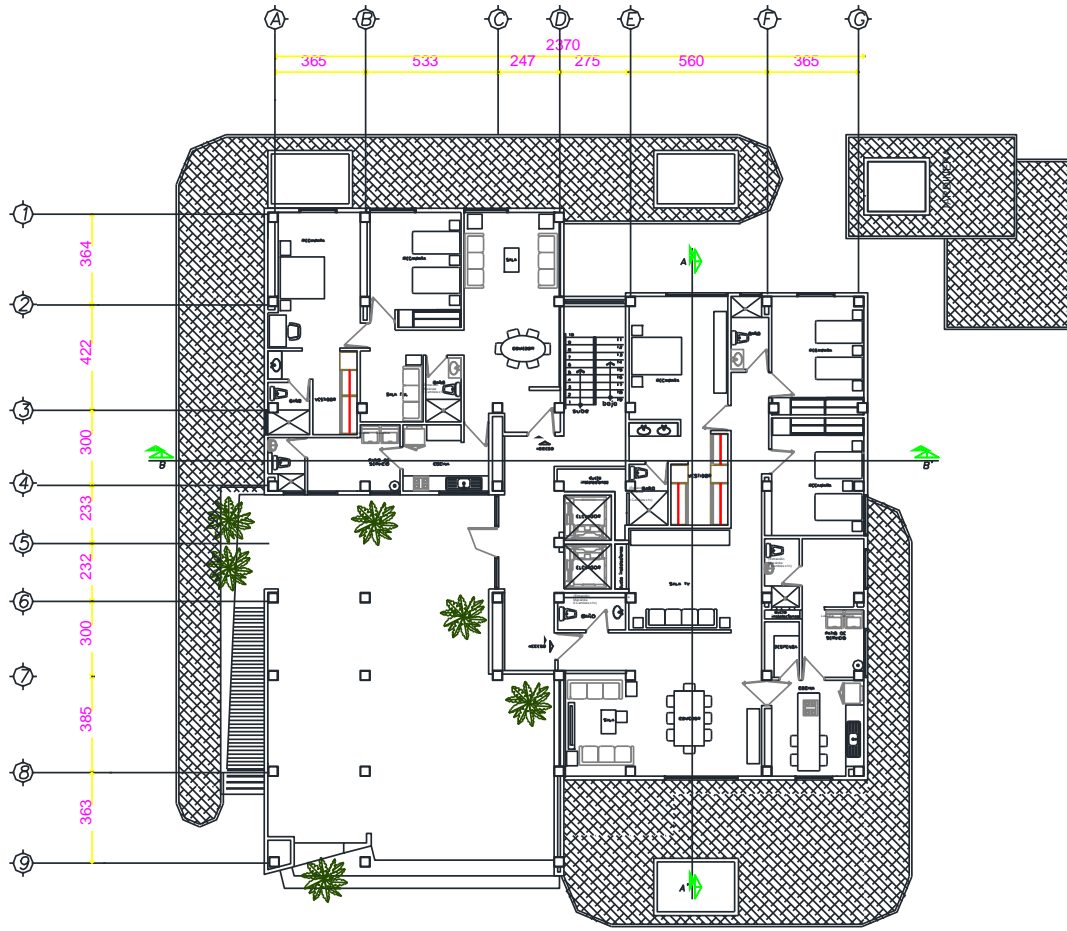
Contar con un profesional acreditado LEED (1 punto): Para apoyar y fomentar la integración de diseño requeridas por LEED para agilizar la aplicación y proceso de certificación.

7.- Prioridad regional


Prioridad regional (1-4 puntos): Para proporcionar un incentivo para el logro de los créditos que se ocupan de las prioridades ambientales geográficas específicas. Los proyectos fuera de los Estados Unidos no son elegibles para créditos de prioridad regional (USGBC, 2008).

APÉNDICE B


PLANOS ARQUITECTÓNICOS



PLANTA NIVEL 1
ESCALA 1:100


 NORTE

ARQUITECTÓNICO


ESCALA GRÁFICA

REVISIONES				
FECHA	DESCRIPCIÓN	AUTOR	REVISOR	OTROS

SELLOS

FECHA: MARZO DE 2012

UBICACION: QUERETARO, QRO.

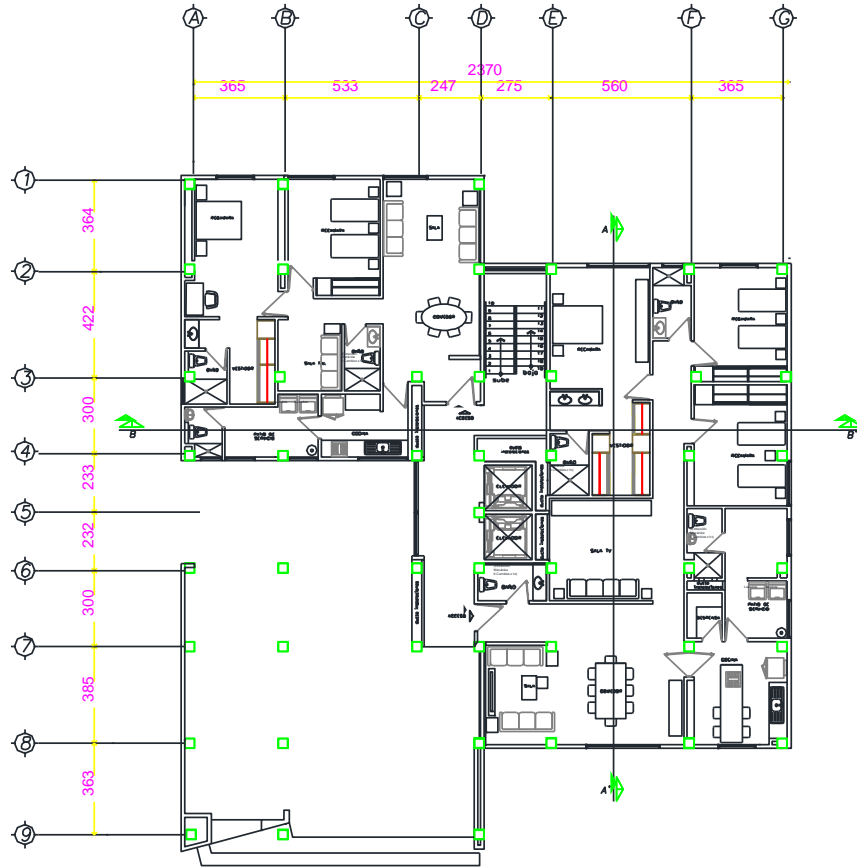
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO:

AUTORIZÓ:

PLANO: *ARQUITECTÓNICO*

PLANO No. *AR-01* ESC. SIN ACOT.M.



PLANTA NIVEL 2

ESCALA 1:100



ESCALA GRÁFICA

ARQUITECTÓNICO

REVISIONES

FECHA	EDIFICIO	PROYECTO	PROY.	DE. EDIFICIO	PROY.

SELLOS

FECHA: MARZO DE 2012

UBICACIÓN: QUERÉTARO, QRO.

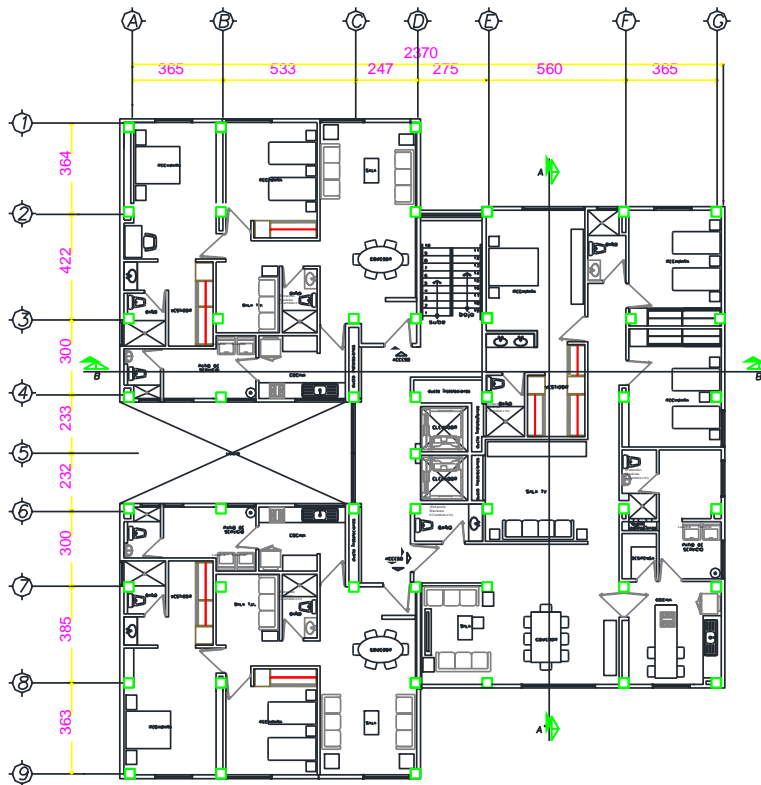
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO:

AUTORIZÓ:

PLANO: ARQUITECTÓNICO

PLANO No. AR-02 ESC. SIN ACOT.M.



PLANTA NIVELES 3-9

ESCALA 1:100



ARQUITECTÓNICO

ESCALA GRÁFICA

REVISIONES

NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO

SELLOS

FECHA: MARZO DE 2012

UBICACIÓN: QUERÉTARO, ORO.

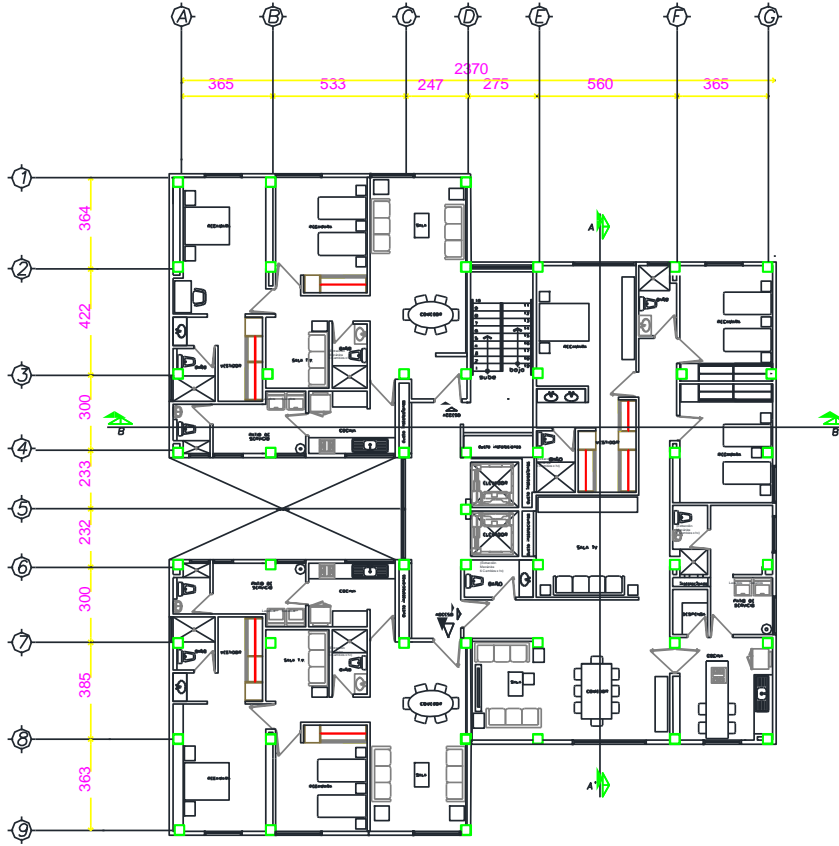
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO:

AUTORIZÓ:

PLANO: ARQUITECTÓNICO

PLANO No. AR-03 ESC. SIN ACOT.M



PLANTA NIVEL 10
 ESCALA 1:100

NORTE

ESCALA GRÁFICA

ARQUITECTÓNICO

REVISIONES					
FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	REVISOR	Aprobado	Observaciones

SELLOS

FECHA: MARZO DE 2012

UBICACIÓN: QUERÉTARO, QRO.

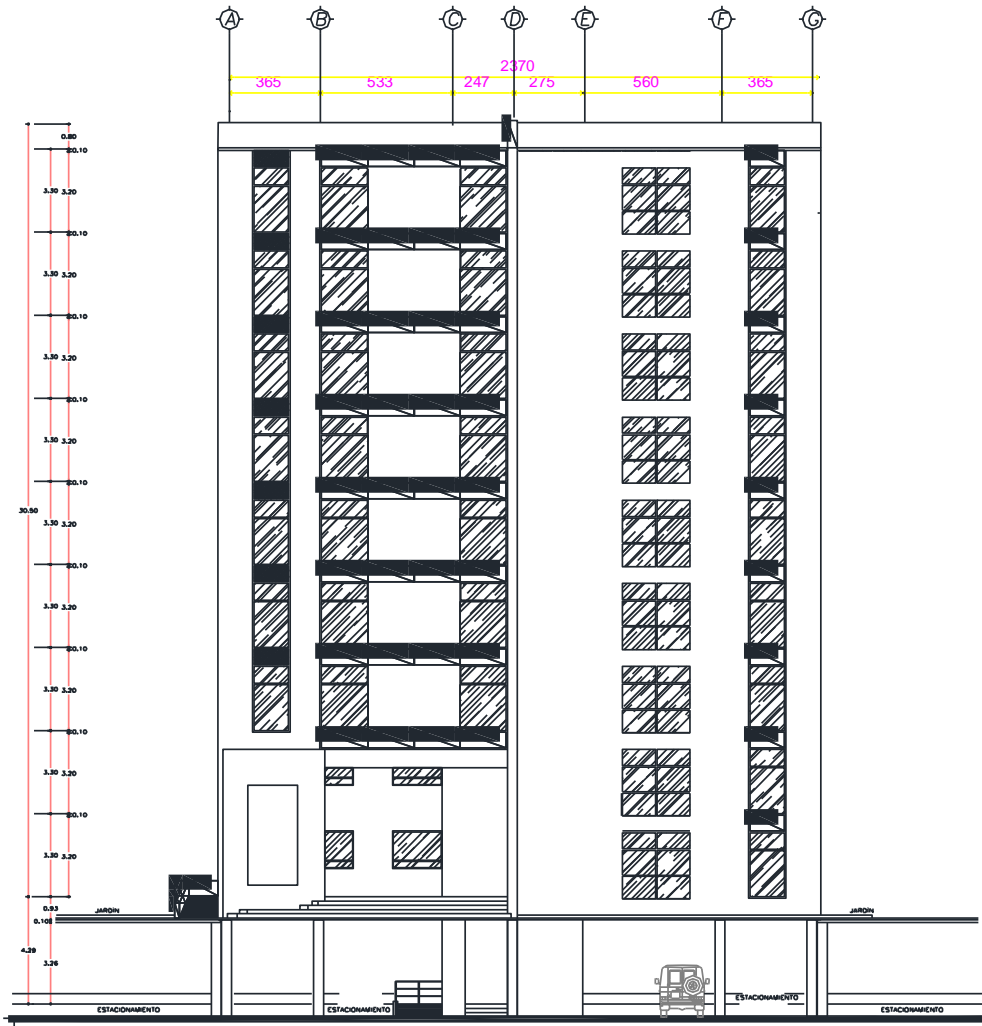
DIBUJO: ING. SARA MARTÍNEZ G.

REVISOR:

AUTORIZÓ:


PLANO: ARQUITECTÓNICO

PLANO No. AR-04	ESC. SIN	ACOT.M
-----------------	----------	--------




FACHADA DELANTERA

ESCALA 1:250



NORTE



ESCALA GRÁFICA

REVISIONES

NO.	FECHA	CONTENIDO	ELABORADO	REVISADO

SELLOS

FECHA: MARZO DE 2012

UBICACION: QUERETARO, QRO.

DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO:

AUTORIZÓ:

PLANO: ARQUITECTÓNICO

PLANO No. AR-05	ESC. SIN ACOT.M.
-----------------	------------------

APÉNDICE C

ANÁLISIS DE CARGAS

Análisis de cargas para el primer diseño

LOSA DE AZOTEA (MACIZA, PEND < 5%):		
Losa Maciza H = 11 cm	0.11m(2400kg/m ³)	264 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Relleno e Impermeabilización		100 kg/m ²
Aplanado o plafond		25 kg/m ²
Carga Viva		100 kg/m ²
	Total =	539 kg/ m ²

LOSA DE AZOTEA CON TANQUES DE GAS (MACIZA, PEND < 5%):		
Losa Maciza H = 11 cm		264 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Relleno e Impermeabilización		100 kg/m ²
Aplanado o plafond		25 kg/m ²
Tanques de gas		345 kg/m ²
Carga Viva		100 kg/m ²
	Total =	884 kg/ m ²

LOSA DE ENTREPISO (TIPO):		
Losa Maciza H =11 cm		264 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Mortero y piso		80 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Aplanado o plafond		20 kg/m ²
Carga Viva		170 kg/m ²
	Total =	584 kg/m ²

Análisis de cargas para el segundo diseño

LOSA DE AZOTEA (MACIZA, PEND < 5%):		
Losa Maciza H = 13 cm	0.13m(2400kg/m ³)	312 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Relleno e Impermeabilización		100 kg/m ²
Aplanado o plafond		26 kg/m ²
Techo verde 50cm(0.4mx1200kg/m ³ +0.07x1700+.1x800)700 kg		700 kg/m ²
Carga Viva		100 kg/m ²
Total =		1288 kg/ m ²

LOSA DE AZOTEA (MACIZA, PEND < 5%):		
Losa Maciza H = 13 cm	0.13m(2400kg/m ³)	312 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Relleno e Impermeabilización		100 kg/m ²
Aplanado o plafond		26 kg/m ²
Calentador Solar		80 kg/m ²
Carga Viva		100 kg/m ²
Total =		668 kg/ m ²

LOSA DE AZOTEA (MACIZA, PEND < 5%):		
Losa Maciza H = 13 cm	0.13m(2400kg/m ³)	312 kg/m ²
Instalaciones		10 kg/m ²
Carga de Reglamento		40 kg/m ²
Relleno e Impermeabilización		100 kg/m ²
Aplanado o plafond		26 kg/m ²
Panel fotovoltaico		15 kg/m ²
Carga Viva		100 kg/m ²
Total =		603 kg/ m ²

**APÉNDICE D HOJAS DE CÁLCULO DE TRABES, LOSAS, COLUMNAS,
ZAPATAS**

TRABE DE ENTREPISO T-1

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	6,591.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	6,348.00	kg*m	
	V =	7,187.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.09	cm	
DIMENSIONES :	l =	4.65	m	
	b =	25	cm	
	h =	50	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ² Acero ppl.	
	f _y =	4,200	kg/cm ² Estribos	
	Varilla	3 /8"	Estribos	
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
		d =	48	cm
		f'c = 0.8 * f _c =	160	kg/cm ²
	f'c = 0.85 * f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	922,740	888,720
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	922,740	888,720
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.1408	0.1352
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0046	0.0044
	1.33 · ρ = 0.0061	0.0058
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0046	0.0044
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	5.47	5.25
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_u b d (0.2 + 20 \rho) \sqrt{f' c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_u b d \sqrt{f' c}$$

$V_{cr} = 3,055 \text{ kg}$

$$V_U = F_C V = 10,062 \text{ kg}$$

$$1.5 F_u b d \sqrt{f' c} = 15,938 \text{ kg}$$

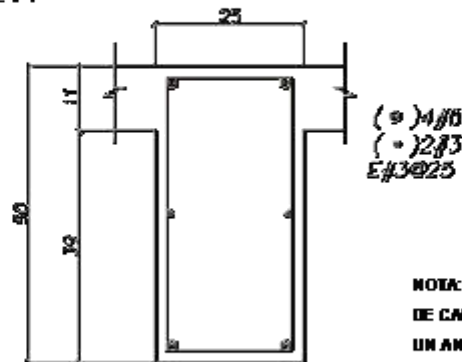
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_u A_v - f_y d}{V_u - V_{ca}} &= 29 \text{ cm} \\ 0.5d &= 24 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 29 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 29 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.27 \text{ cm}$$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-1

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE T-1

TRABE DE ENTREPISO T-2

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	3,340.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	3,364.00	kg*m	
	V =	4,572.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.21	cm	
DIMENSIONES :	l =	5.60	m	
	b =	25	cm	
	h =	40	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
	d =	38	cm	
	f'c = 0.8 *f _c =	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85*f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	467,600	470,960
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	467,600	470,960
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.1121	0.1130
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0036	0.0037
	1.33 · ρ = 0.0048	0.0049
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0036	0.0037
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	3.45	3.48
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$V_{ca} = 2,293 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot V = 6,401 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

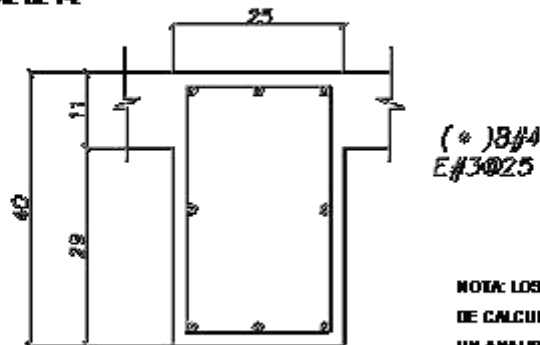
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y - f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 39 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 39 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 39 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.47 \text{ cm}$$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-2

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE T-2

TRABE DE ENTREPISO T-3

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	6,767.00	kg*m
MECANICOS:	M(+)	3,423.00	kg*m
	V =	7,643.00	kg
DEFLEXION :	Δ =	0.21	cm
DIMENSIONES :	l =	5.33	m
	b =	25	cm
	h =	40	cm
	rec =	2.0	cm
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²
	f _y =	4,200	kg/cm ² Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ² Estribos
	Varilla	3 /8"	Estribos
	Ramas	2	
	FC =	1.40	
	FR =	0.90	FLEXION
	FR =	0.70	CORTANTE
	d =	38	cm
	f'c = 0.8 * f _c =	160	kg/cm ²
	f'c = 0.85 * f _c =	136	kg/cm ²

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	947,380	479,220
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	947,380	479,220
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2442	0.1151
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0079	0.0037
	1.33 · ρ = 0.0105	0.0050
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0079	0.0037
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	7.51	3.54
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$V_{ca} = 2,309 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot V = 10,700 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

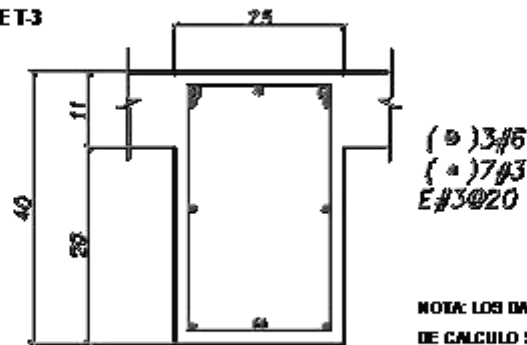
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 19 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 19 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 19 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.41 \text{ cm}$$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-3

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA
DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE
UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE
SAP 2008

TRABE T-3

TRABE DE ENTREPISO T-4

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	13,710.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	6,761.00	kg*m	
	V	10,380.00	kg	
DEFLEXION :	Δ	0.34	cm	
DIMENSIONES :	l	7.80	m	
	b	25	cm	
	h	50	cm	
	rec	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c	200	kg/cm ²	
	f _y	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC	1.40		
	FR	0.90	FLEXION	
FR	0.70	CORTANTE		
	d	48	cm	
	f'c = 0.8 * f _c	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	1,919,400	946,540
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	1,919,400	946,540
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.3251	0.1447
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0105	0.0047
$1.33 \cdot \rho =$	0.0140	0.0062
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0105	0.0047
$As = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	12.63	5.62
	cm ²	cm ²

CORTANTE

si $\rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$

si $\rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$
 $V_{cr} = 3,121 \text{ kg}$

$V_U = F_C \cdot V = 14,532 \text{ kg}$

$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 15,938 \text{ kg}$

SEPARACIÓN DE ESTIBOS

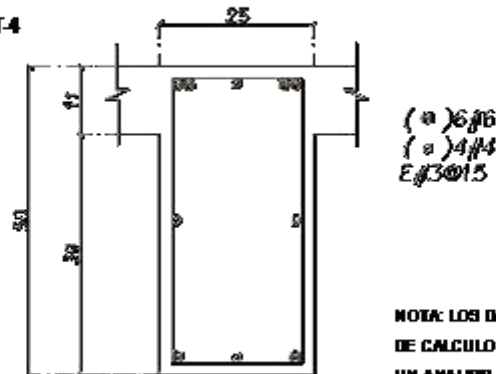
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 18 \text{ cm} \\ 0.5d &= 24 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 18 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.93 \text{ cm}$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-4



NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE T-4

TRABE DE AZOTEA T-5

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	9,721.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	5,335.00	kg*m	
	V =	7,671.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.28	cm	
DIMENSIONES :	l =	7.80	m	
	b =	25	cm	
	h =	40	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
	d =	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c =	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	1,360,940	746,900
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	1,360,940	746,900
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.3803	0.1864
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0123	0.0060
$1.33 \cdot \rho =$	0.0164	0.0080
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0123	0.0060
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	11.70	5.73
	cm ²	cm ²

CORTANTE

si $\rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \cdot \sqrt{f' \cdot c}$

si $\rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f' \cdot c}$
 $V_{cr} = 2,688 \text{ kg}$

$V_U = F_C \cdot V = 10,739 \text{ kg}$

$1.5 F_x \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$

SEPARACIÓN DE ESTIBOS

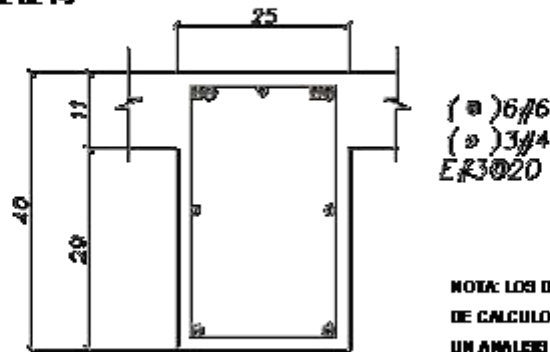
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 20 \text{ cm} \\ 0.5d - &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 20 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.93 \text{ cm}$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-5



NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE T-5

TRABE DE AZOTEA T-6

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	5,741.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	3,393.00	kg*m	
	V	6,194.00	kg	
DEFLEXION :	Δ	0.09	cm	
DIMENSIONES :	l	5.60	m	
	b	25	cm	
	h	40	cm	
	rec	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c	200	kg/cm ²	
	f _y	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC	1.40		
	FR	0.90		FLEXION
FR	0.70		CORTANTE	
	d	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	803,740	475,020
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	803,740	475,020
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2024	0.1140
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0066	0.0037
	1.33 · ρ = 0.0087	0.0049
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0066	0.0037
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	6.23	3.51
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$V_{ca} = 2,303 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot V = 8,672 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTRIBOS

$$\frac{F_x \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} = 25 \text{ cm}$$

$$0.5d = 19 \text{ cm}$$

$$s = 25 \text{ cm}$$

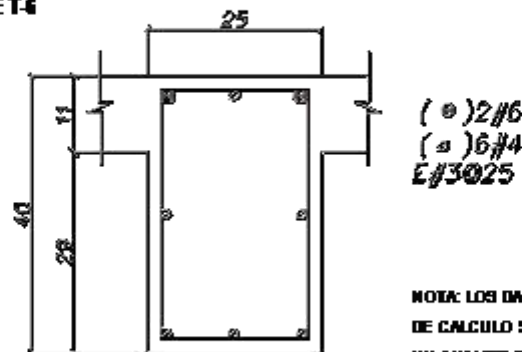
$$E \# 3 @ 26 \text{ cm}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.47 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-6

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE T-6

TRABE DE AZOTEA T-7

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	4,896.00 kg*m		
MECANICOS:	M(+)	1,847.00 kg*m		
	V =	4,056.00 kg		
DEFLEXION :	Δ =	0.01 cm		
DIMENSIONES :	l =	2.75 m		
	b =	25 cm		
	h =	40 cm		
	rec =	2.0 cm		
MATERIALES :	f _c =	200 kg/cm ²		
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Acero ppl.	
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Estribos	
	Varilla	3 /8"	Estribos	
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90 FLEXION		
	FR =	0.70 CORTANTE		
		d =	38 cm	
		f'c = 0.8 *f _c =	160 kg/cm ²	
	f'c = 0.85*f'c =	136 kg/cm ²		

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	685,440 kg*cm	258,580 kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	685,440 kg*cm	258,580 kg*cm
$q =$	0.1695	0.0603
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0055	0.0020
$1.33 \cdot \rho =$	0.0073	0.0026
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0055	0.0024
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	5.21 cm ²	2.24 cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f^* c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{cx} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c}$$

$V_{cr} = 2,079 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot Y = 5,678 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c} = 12,617 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTRIBOS

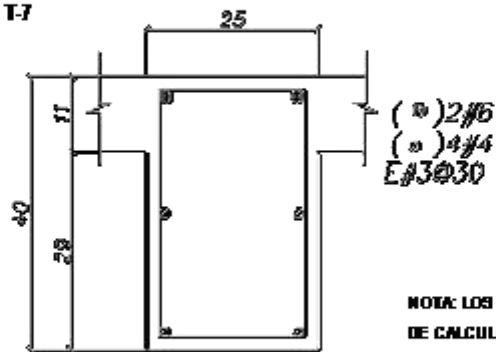
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_s \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{cx}} &= 44 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} s = 44 \text{ cm} \\ E\# 3 @ 45 \text{ cm} \end{array}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{perm} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 0.87 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-7

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE T-7

TRABE DE AZOTEA T-8

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	6,492.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	7,548.00	kg*m	
	V =	7,581.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.12	cm	
DIMENSIONES :	l =	4.65	m	
	b =	25	cm	
	h =	40	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
	d =	38	cm	
	f'c = 0.8 *f _c =	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85*f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	908,880	1,056,720
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	908,880	1,056,720
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2328	0.2777
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0075	0.0090
$1.33 \cdot \rho =$	0.0100	0.0120
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f''c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0075	0.0090
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	7.16	8.54
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f^* c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{cx} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c}$$

$V_{cr} = 2,950 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot Y = 10,613 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c} = 12,617 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTRIBOS

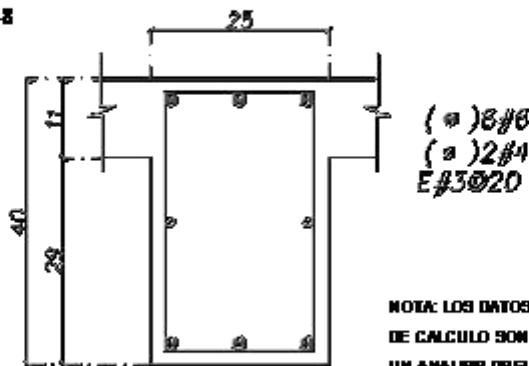
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_x \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{cx}} &= 21 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} s = 21 \text{ cm} \\ E\# 3 @ 21 \text{ cm} \end{array}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{perm} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.27 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE T-8

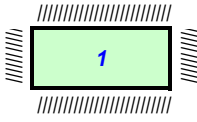
NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE T-8

EJEMPLO DE TABLEROS DE LOSA DEL PRIMER DISEÑO

LOSA CRÍTICA DE ENTREPISO 1ER DISEÑO

APOYOS MONOLITICOS



1 INTERIOR - 4 BORDES CONTINUOS
 2 DE BORDE - 1 LADO CORTO DISCONTINUO
 3 DE BORDE - 1 LADO LARGO DISCONTINUO
 4 DE ESQUINA - 2 LADOS ADYACENTES DISCONTINUOS
 5 EXTREMO - UN LADO LARGO CONTINUO
 6 EXTREMO - UN LADO CORTO CONTINUO
 7 AISLADO - 4 LADOS DISCONTINUOS

DIMENSIONES DE LA LOSA

a = 4.22 m LADO CORTO
 b = 5.33 m LADO LARGO
 h = 11.0 cm ESPESOR
 rec = 2.5 cm RECUBRIMIENTO SEGÚN NTC

CONSTANTES DE CALCULO

Carga = 934 kg/m²
 FC = 1.40 Factor de Carga
 FR = 0.90 Flexion
 FR = 0.70 Cortante
 f_c = 250 kg/cm²
 f_y = 4200 kg/cm²

m = 0.792 Relación Claro Corto/Largo
 d = 8.5 cm
 H = 10.98 cm Espesor Necesario
 f'c = 200 kg/cm²
 f'c = 170 kg/cm²

FLEXION

Momento	Claro	Coefficiente	M _U kg*cm	A _S cm ²	Armado @
Neg. en bordes interiores	corto	385	89,670.75	2.914	24.45035441
	largo	349	81,250.43	2.629	27.10096626
Positivo	corto	195	45,380.27	1.443	49.39254206
	largo	128	29,843.68	0.942	75.66472216

CORTANTE

A_{S MIN} = 2.240 cm²
 A_{S TEMP} = 1.557 cm²

V_U = 2125 kg
 V_{CR} = 4808 kg

V_{CR} > V_U
CORRECTO

NOTA IMPORTANTE:
 CÁLCULOS REALIZADOS SEGÚN EL MÉTODO DE DISEÑO PARA LOSAS SOLIDAS PERIMETRALMENTE APOYADAS DEL RCDF - NTC

PLANTA DE ENTREPISO

TRABES

T-1

Ø	h	h _{ef}	SW	distrib	Øes	Espal	Nr. de barras	Área Espal	Concreto m ³	
Ø 10	25	0.25	0.50	2	0.50	0.71	0.337	2	1.71 (17%)	
Ø 10	25	0.25	0.50	4	0.50	0.71	0.337	4	3.42	
Ø 10	25	0.25	0.50	6	1.01	2.03	2.298	6	6.84	
									13.65	0.125

TRABE T-1

Trabe T-1 Longitud= 20.6 m. en PLANTA DE ENTREPISO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
2,921.98	27.25

T-2

Ø	h	h _{ef}	SW	distrib	Øes	Espal	Nr. de barras	Área Espal	Concreto m ³	
Ø 10	25	0.25	0.40	2	0.50	0.71	0.337	1	1.71	
Ø 10	25	0.25	0.40	4	1.02	1.02	0.386	4	7.52	
									11.89	0.189

TRABE T-2

Trabe T-2 Longitud= 4.2 m. en PLANTA DE ENTREPISO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
485.88	4.20

T-3

Ø	h	h _{ef}	SW	distrib	Øes	Espal	Nr. de barras	Área Espal	Concreto m ³	
Ø 10	25	0.25	0.40	2	0.50	0.71	0.337	1	1.71	
Ø 10	25	0.25	0.40	4	0.50	0.71	0.337	4	3.42	
Ø 10	25	0.25	0.40	6	1.01	2.03	2.298	6	6.73	
									14.35	0.189

TRABE T-3

Trabe T-3 Longitud= 4.5 m. en PLANTA DE ENTREPISO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
654.88	4.50

T-4

Ø	h	h _{ef}	SW	distrib	Øes	Espal	Nr. de barras	Área Espal	Concreto m ³	
Ø 10	25	0.25	0.50	2	0.50	0.71	0.337	1	1.71	
Ø 10	25	0.25	0.50	4	1.02	1.02	0.386	4	3.42	
Ø 10	25	0.25	0.50	6	1.01	2.03	2.298	6	6.58	
									11.63	0.125

TRABE T-4

Trabe T-4 Longitud= 38.2 m. en PLANTA DE ENTREPISO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
730.87	3.90

Losa

PARCELAS 1-14700 20
RAS TÍPICAS 0.0225

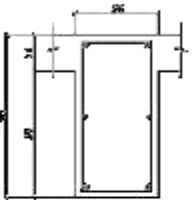
m ²	h (m)	concreto m ³	acero (Kg)
1.89	0.11	20.95	3,351.47

CUADRO RESUMEN				
	TRABE:	Longitud (m)	concreto (m ³)	acero (Kg)
ELEMENTOS	T-1	20.6	27.25	2,921.98
	T-2	4.2	4.20	485.88
	T-3	4.5	4.50	654.88
	T-4	38.2	3.90	730.87
	LOSA			20.95
TOTAL		67.5	35.80	6,186.44

PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

TRABES

T-1



Exhibitor	h	b	W	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
3	0.85	0.21	0.557	2	1.11	(M³)			
4	1.37	1.37	0.884	3	3.58				
6	1.81	2.85	2.850	4	8.50				
								13.62	0.125

Trace T-1 longitud= 227.3 m. en PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
3,108.19	28.41

T-2

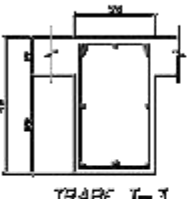


Exhibitor	h	b	W	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
3	0.85	0.21	0.557	1	3.58				
4	1.37	1.37	0.884	3	7.97				
								11.55	0.108

Trace T-2 longitud= 42 m. en PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
465.86	4.20

T-3

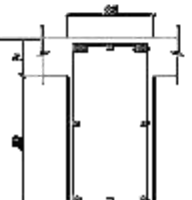


Exhibitor	h	b	W	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
3	0.85	0.21	0.557	7	3.80				
4	1.37	1.37	0.884	1	3.80				
6	1.81	2.85	2.850	3	8.75				
								14.55	0.108

Trace T-3 longitud= 45 m. en PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
654.86	4.50

T-4



Exhibitor	h	b	W	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
3	0.85	0.21	0.557	1	5.84				
4	1.37	1.37	0.884	4	3.88				
6	1.81	2.85	2.850	6	15.50				
								23.48	0.125

Trace T-4 longitud= 38.2 m. en PLANTA DE ESTACIONAMIENTO

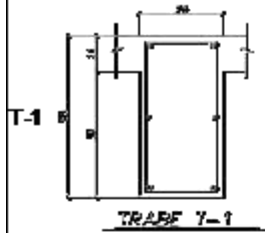
Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
730.87	3.90

Losa	PARRILLA [7] 40x40 BASTIDEBE 40x25	m²	h (m)	concreto m³	acero (Kg)	= 2756	= 2411.13018 3'9'8"
		508	0.11	60.53	3,525.94		

CANTIDAD RESUMEN				
TRABE:	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)	
T-1	227.3	28.41	3,108.19	
T-2	42	4.20	465.86	
T-3	45	4.50	654.86	
T-4	38.2	3.90	730.87	
LOSA		60.53	3,525.94	
TOTAL		101.55	8,538.32	

PLANTA BAJA

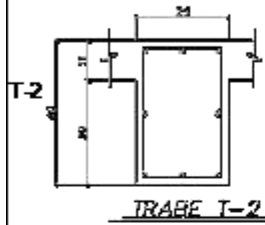
TRABES



Exhibitor	Ø	h	h	Ø	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
		12.5	12.5	3	0.85	0.71	0.557	2	1.11	(M ³)
		12.5	12.5	3	0.85	0.71	0.557	1	3.58	
				0	1.81	2.85	2.250	4	8.80	
									13.88	0.125

Trabe T-1 longitud= 125 m. en PLANTA BAJA.

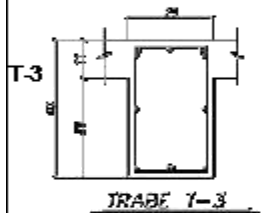
Peso Acero	Volumen
Kg	Concreto m³
2,395.79	21.88



Exhibitor	Ø	h	h	Ø	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
		12.5	12.5	3	0.85	0.71	0.557	1	3.92	
				4	1.37	1.87	0.889	0	7.97	
									11.89	0.188

Trabe T-2 longitud= 33 m. en PLANTA BAJA.

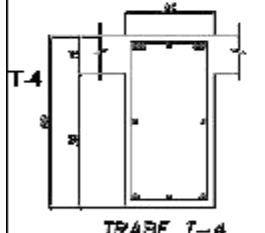
Peso Acero	Volumen
Kg	Concreto m³
365.88	3.30



Exhibitor	Ø	h	h	Ø	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
		12.5	12.5	3	0.85	0.71	0.557	7	3.80	
				3	0.85	0.71	0.557	1	3.80	
				0	1.81	2.85	2.250	3	8.75	
									14.55	0.188

Trabe T-3 longitud= 33 m. en PLANTA BAJA.

Peso Acero	Volumen
Kg	Concreto m³
480.08	3.30



Exhibitor	Ø	h	h	Ø	diámetro	area	kg/m	No. de barras	Area Kg/m	Concreto m³/m
		12.5	12.5	3	0.85	0.71	0.557	1	5.84	
				4	1.37	1.87	0.889	4	3.80	
				0	1.81	2.85	2.250	0	13.50	
									23.48	0.125

Trabe T-4 longitud= 91.2 m. en PLANTA BAJA.

Peso Acero	Volumen
Kg	Concreto m³
379.48	2.03

Losa

PARRILLA [-] 400x400 BARRONES 400x25

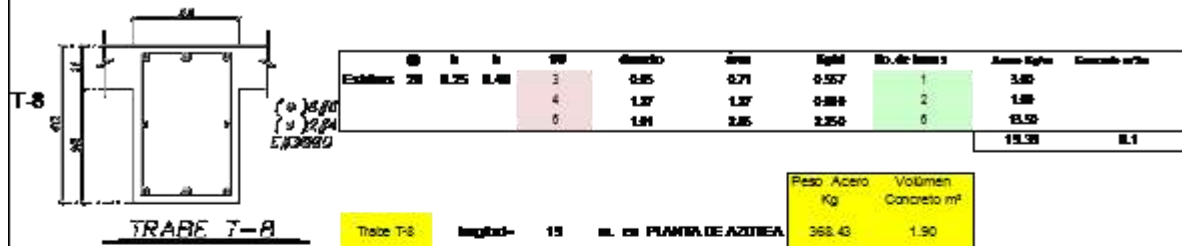
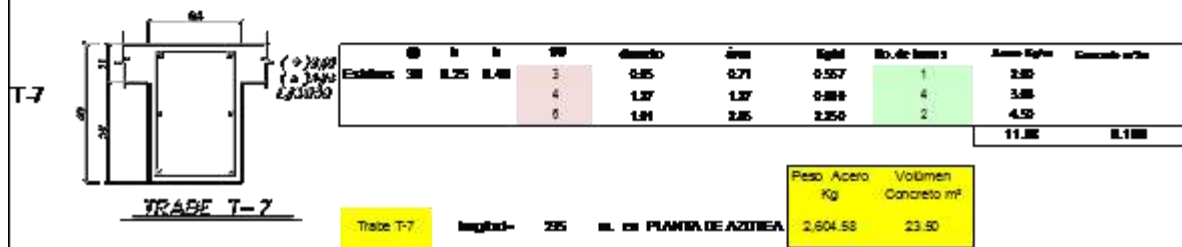
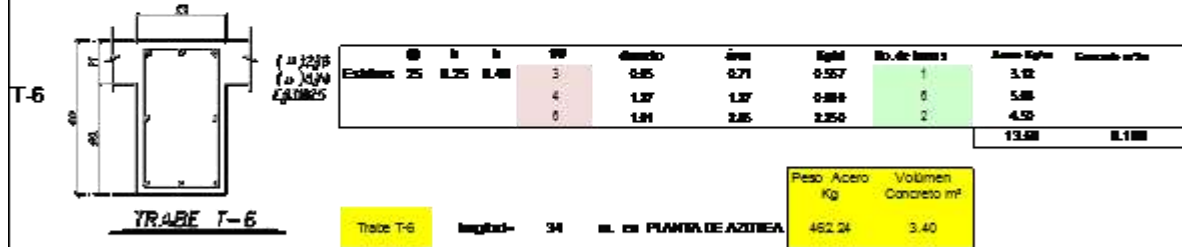
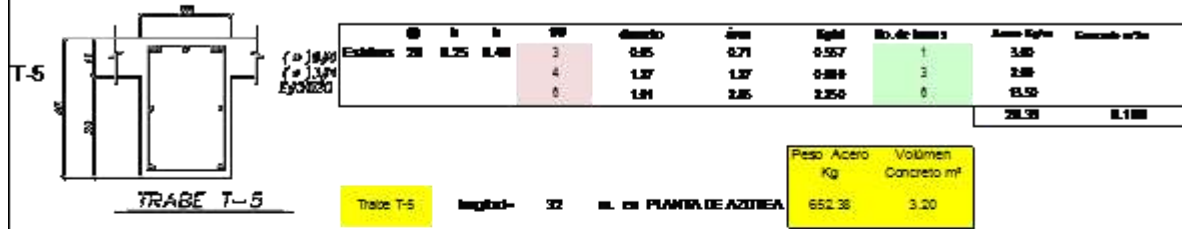
m²	h (m)	concreto m³	acero (Kg)
388	0.11	42.72	2,670.54

CUANTIO RESUMEN

TRABE	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)
T-1	125	21.88	2,395.79
T-2	33	3.30	365.88
T-3	33	3.30	480.08
T-4	91.2	2.03	379.48
LOSA		42.72	2,670.54
TOTAL		73.22	4,291.18

PLANTA DE AZOTEA

TRABES



Losa

PARRILLA (Ø) Ø 30 @ 30
BASTIDEBER Ø 30 @ 30

m²	h (m)	concreto m³	acero (Kg)
58.50	Ø 1.11	55.95	3,881.32

PARRILLA (Ø) Ø 30 @ 30 3500m
 BASTIDEBER Ø 30 @ 30 2000m

CANTIDAD RESUMEN				
	TRABE	Longitud (m)	concreto (m³)	acero (Kg)
P L A Z O T E A D E	T-5	32	3.20	652.38
	T-6	34	3.40	462.24
	T-7	235	23.90	2,604.58
	T-8	19	1.90	368.43
	LOSA		55.95	3,881.32
TOTAL			67.95	7,148.93

PARA EL SEGUNDO DISEÑO TENEMOS LAS TRABES

TRABE DE ENTREPISO TV-1

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	4,824.00 kg*m	
MECANICOS:	M(+)	1,883.00 kg*m	
	V =	4,492.00 kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.01 cm	
DIMENSIONES :	l =	3.65 m	
	b =	25 cm	
	h =	40 cm	
	rec =	2.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	200 kg/cm ²	
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"	Estribos
	Ramas	2	
	FC =	1.40	
	FR =	0.90 FLEXION	
	FR =	0.70 CORTANTE	
	d =	38 cm	
	f'c = 0.8 * f _c =	160 kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c =	136 kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	675,360 kg*cm	263,620 kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	675,360 kg*cm	263,620 kg*cm
$q =$	0.1667	0.0616
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0054	0.0020
$1.33 \cdot \rho =$	0.0072	0.0027
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f''c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0054	0.0024
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	5.13 cm ²	2.24 cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f^* c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c}$$

$V_{cr} = 2,079 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot V = 6,289 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f^* c} = 12,617 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\frac{F_x \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} = 38 \text{ cm}$$

$$0.5d = 19 \text{ cm}$$

$$s = 38 \text{ cm}$$

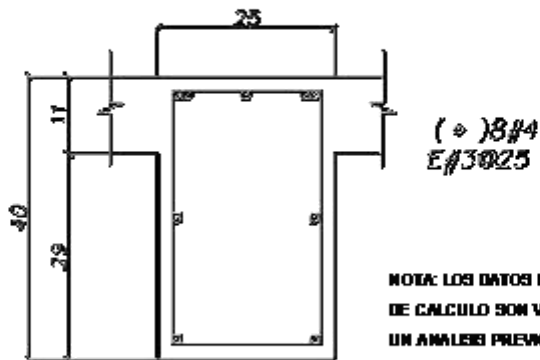
$$E \# 3 @ 38 \text{ cm}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.06 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-1

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE TV-1

TRABE DE ENTREPISO TV-2

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	7,510.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	7,416.00	kg*m	
	V	8,186.00	kg	
DEFLEXION :	Δ	0.11	cm	
DIMENSIONES :	l	4.65	m	
	b	25	cm	
	h	40	cm	
	rec	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c	200	kg/cm ²	
	f _y	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC	1.40		
	FR	0.90	FLEXION	
FR	0.70	CORTANTE		
	d	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	1,051,400	1,038,240
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	1,051,400	1,038,240
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2760	0.2719
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0089	0.0088
$1.33 \cdot \rho =$	0.0119	0.0117
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0089	0.0088
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	8.49	8.37
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$V_{ca} = 3,164 \text{ kg}$

$$V_U = F_C \cdot V = 11,460 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

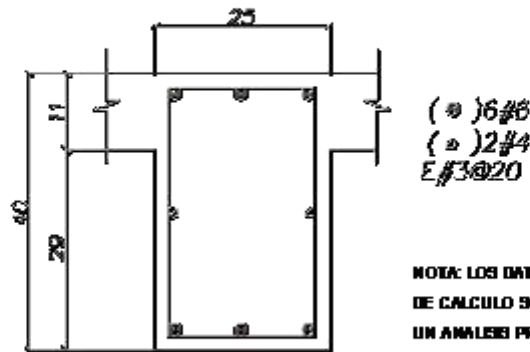
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{array}{l} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} = 19 \text{ cm} \\ 0.5d = 19 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 19 \text{ cm} \\ E \# 3 @ 20 \text{ cm} \end{array}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.27 \text{ cm}$$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-2

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE TV-2

TRABE DE ENTREPISO TV-3

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	7,237.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	3,184.00	kg*m	
	V	5,976.00	kg	
DEFLEXION :	Δ	0.01	cm	
DIMENSIONES :	l	3.65	m	
	b	25	cm	
	h	40	cm	
	rec	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c	200	kg/cm ²	
	f _y	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC	1.40		
	FR	0.90		FLEXION
FR	0.70		CORTANTE	
	d	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	1,013,180	445,760
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	1,013,180	445,760
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2642	0.1066
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0086	0.0035
$1.33 \cdot \rho =$	0.0114	0.0046
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0086	0.0035
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	8.13	3.28
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$$V_{ca} = 2,263 \text{ kg}$$

$$V_U = F_C \cdot V = 8,366 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTRIBOS

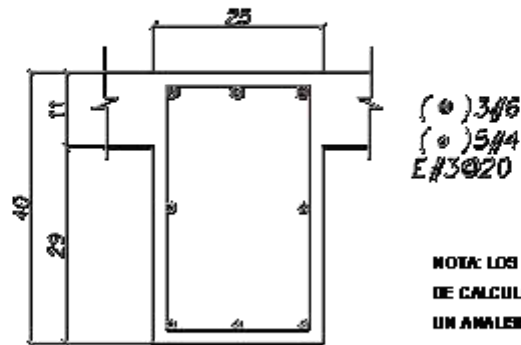
$$\left. \begin{array}{l} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} = 26 \text{ cm} \\ 0.5d = 19 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 26 \text{ cm} \\ E\# 3 @ 27 \text{ cm} \end{array}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{max} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.06 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-3

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE TV-3

TRABE DE ENTREPISO TV-4

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	16,931.00 kg*m	
MECANICOS:	M(+)	8,286.00 kg*m	
	V =	12,652.00 kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.42 cm	
DIMENSIONES :	l =	7.80 m	
	b =	30 cm	
	h =	50 cm	
	rec =	2.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	200 kg/cm ²	
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200 kg/cm ²	Estribos
	Varilla	4 /8"	Estribos
	Ramas	2	
	FC =	1.40	
	FR =	0.90 FLEXION	
	FR =	0.70 CORTANTE	
	d =	48 cm	
	f'c = 0.8 *f _c =	160 kg/cm ²	
	f'c = 0.85*f _c =	136 kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	2,370,340 kg*cm	1,160,040 kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	2,370,340 kg*cm	1,160,040 kg*cm
$q =$	0.3369	0.1481
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0109	0.0048
$1.33 \cdot \rho =$	0.0145	0.0064
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0109	0.0048
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	15.71 cm ²	6.90 cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$$V_{cr} = 3,773 \text{ kg}$$

$$V_U = F_C \cdot V = 17,713 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 19,125 \text{ kg}$$

SEPARACIÓN DE ESTIBOS

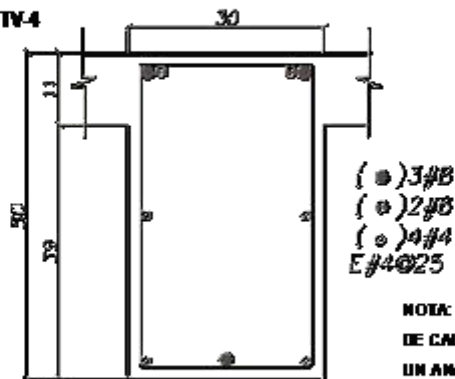
$$\left. \begin{array}{l} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} = 26 \text{ cm} \\ 0.5d = 24 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = 26 \text{ cm} \\ E\# 4 @ 26 \text{ cm} \end{array}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{perm} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.93 \text{ cm}$$

$$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$$

SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-4

(●) 3#8
 (●) 2#8
 (●) 4#4
 E#4@25

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE TV-4

TRABE DE AZOTEA TV-5

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	5,957.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	3,518.00	kg*m	
	V	6,453.00	kg	
DEFLEXION :	Δ	0.23	cm	
DIMENSIONES :	l	5.60	m	
	b	25	cm	
	h	40	cm	
	rec	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c	200	kg/cm ²	
	f _y	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC	1.40		
	FR	0.90		FLEXION
FR	0.70		CORTANTE	
	d	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	833,980 kg*cm	492,520 kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	833,980 kg*cm	492,520 kg*cm
$q =$	0.2110	0.1185
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0068	0.0038
$1.33 \cdot \rho =$	0.0091	0.0051
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0068	0.0038
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	6.49 cm ²	3.64 cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$$V_{ca} = 2,328 \text{ kg}$$

$$V_U = F_C \cdot V = 9,034 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

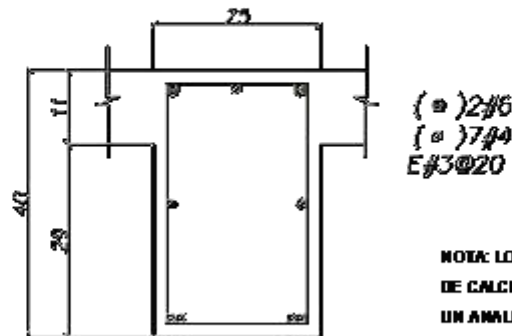
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 24 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 24 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 24 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{\text{max}} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.47 \text{ cm}$$

$\Delta_{\text{ACT.}} < \Delta_{\text{PERM.}}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-5

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE TV-5

TRABE DE AZOTEA TV-6

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	6,831.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	7,934.00	kg*m	
	V =	7,949.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.13	cm	
DIMENSIONES :	l =	4.65	m	
	b =	25	cm	
	h =	40	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
	d =	38	cm	
	f'c = 0.8 *f _c =	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85*f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	956,340	1,110,760
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	956,340	1,110,760
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.2469	0.2948
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0080	0.0095
	1.33 \cdot \rho = 0.0106	0.0127
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0080	0.0095
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	7.60	9.07
	cm ²	cm ²

CORTANTE

si $\rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$

si $\rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$
 $V_{ca} = 3,027 \text{ kg}$

$V_U = F_C \cdot V = 11,129 \text{ kg}$

$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$

SEPARACIÓN DE ESTIBOS

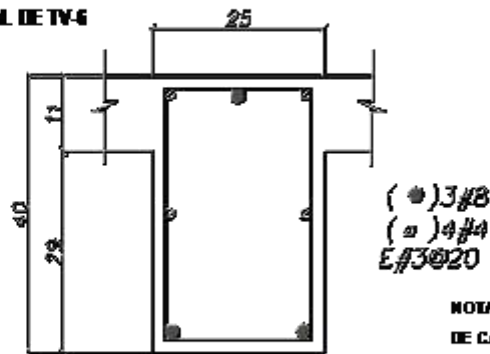
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y - f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 20 \text{ cm} \\ 0.5d - & 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 20 \text{ cm} \\ E\# & 3 @ 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$\Delta_{perm} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.27 \text{ cm}$

$\Delta_{ACT.} < \Delta_{PERM.}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-6



TRABE TV-6

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CALCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANALISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2011

TRABE DE AZOTEA TV-7

DATOS

ELEMENTOS	M(-) =	9,175.00	kg*m	
MECANICOS:	M(+)	3,118.00	kg*m	
	V =	8,218.00	kg	
DEFLEXION :	Δ =	0.04	cm	
DIMENSIONES :	l =	4.65	m	
	b =	25	cm	
	h =	40	cm	
	rec =	2.0	cm	
MATERIALES :	f _c =	200	kg/cm ²	
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y =	4,200	kg/cm ²	Estribos
	Varilla	3 /8"		Estribos
	Ramas	2		
	FC =	1.40		
	FR =	0.90	FLEXION	
	FR =	0.70	CORTANTE	
	d =	38	cm	
	f'c = 0.8 * f _c =	160	kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c =	136	kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_c \cdot M =$	1,284,500	436,520
	kg*cm	kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f'' \cdot c \cdot q(1-0.5q) =$	1,284,500	436,520
	kg*cm	kg*cm
	q = 0.3530	0.1042
$\rho = q \cdot \frac{f'' \cdot c}{f_y} =$	0.0114	0.0034
$1.33 \cdot \rho =$	0.0152	0.0045
$\rho_{max} = \frac{f'' \cdot c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f' \cdot c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0114	0.0034
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	10.86	3.21
	cm ²	cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$$V_{ca} = 2,250 \text{ kg}$$

$$V_U = F_C \cdot V = 11,505 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 12,617 \text{ kg}$$

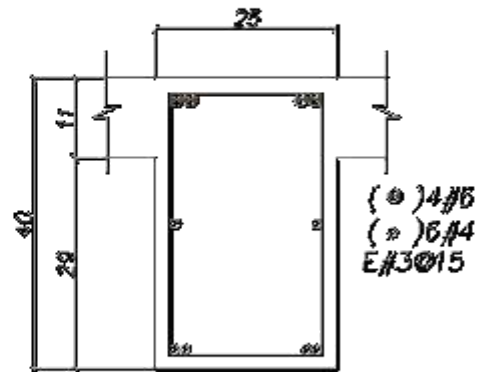
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 17 \text{ cm} \\ 0.5d &= 19 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 17 \text{ cm} \\ E\# &= 3 @ 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{\text{max}} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.27 \text{ cm}$$

$\Delta_{\text{ACT.}} < \Delta_{\text{PERM.}}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-7

NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE TV-7

TRABE DE AZOTEA TV-8

DATOS

ELEMENTOS	M(-) = 23,704.00 kg*m	
MECANICOS:	M(+) = 12,984.00 kg*m	
	V = 18,886.00 kg	
DEFLEXION :	Δ = 0.71 cm	
DIMENSIONES :	l = 7.80 m	
	b = 35 cm	
	h = 50 cm	
	rec = 2.0 cm	
MATERIALES :	f _c = 200 kg/cm ²	
	f _y = 4,200 kg/cm ²	Acero ppl.
	f _y = 4,200 kg/cm ²	Estribos
	Varilla 4 /8"	Estribos
	Ramas 2	
	FC = 1.40	
	FR = 0.90 FLEXION	
	FR = 0.70 CORTANTE	
	d = 48 cm	
	f'c = 0.8 * f _c = 160 kg/cm ²	
	f'c = 0.85 * f _c = 136 kg/cm ²	

FLEXION

	M(-)	M(+)
$M_U = F_C \cdot M =$	3,318,560 kg*cm	1,817,760 kg*cm
$M_R = F_R \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q) =$	3,318,560 kg*cm	1,817,760 kg*cm
$q =$	0.4277	0.2052
$\rho = q \cdot \frac{f''c}{f_y} =$	0.0138	0.0066
$1.33 \cdot \rho =$	0.0184	0.0088
$\rho_{max} = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{6000}{f_y + 6000} \cdot \beta =$	0.0162	0.0162
$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{f_y} =$	0.0024	0.0024
$\therefore \rho_{FLEXION} =$	0.0138	0.0066
$A_s = \rho_{FLEXION} \cdot b \cdot d =$	23.26 cm ²	11.16 cm ²

CORTANTE

$$\text{si } \rho < 0.015 \longrightarrow V_u = F_x \cdot b \cdot d (0.2 + 20 \cdot \rho) \sqrt{f' \cdot c}$$

$$\text{si } \rho > 0.015 \longrightarrow V_{ca} = 0.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c}$$

$$V_{ca} = 4,952 \text{ kg}$$

$$V_U = F_C \cdot V = 26,440 \text{ kg}$$

$$1.5 F_x \cdot b \cdot d \sqrt{f' \cdot c} = 22,313 \text{ kg}$$

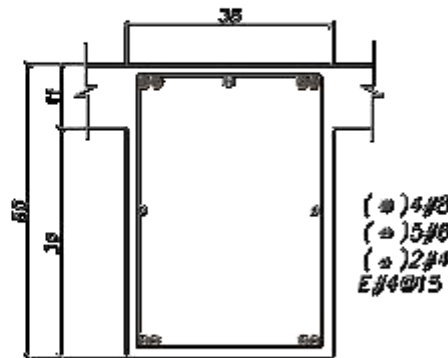
SEPARACIÓN DE ESTIBOS

$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x \cdot A_y \cdot f_y \cdot d}{V_u - V_{ca}} &= 17 \text{ cm} \\ 0.5d &= \text{E.P.E cm} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} s &= 17 \text{ cm} \\ \text{E\# } &4 @ 17 \text{ cm} \end{aligned}$$

DEFLEXIONES

$$\Delta_{\text{max}} = \left(\frac{l}{480} + 0.3 \right) = 1.93 \text{ cm}$$

$\Delta_{\text{ACT.}} < \Delta_{\text{PERM.}}$
SE ACEPTA LA SECCIÓN

DISEÑO FINAL DE TV-8

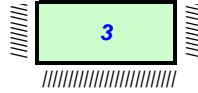
NOTA: LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTA HOJA DE CÁLCULO SON VALORES ARROJADOS DE UN ANÁLISIS PREVIO MEDIANTE EL SOFTWARE SAP 2008

TRABE TV-8

EJEMPLO DE TABLEROS DE LOSA DEL SEGUNDO DISEÑO

LOSA CRÍTICA DE AZOTEA 2ND0 DISEÑO

APOYOS MONOLITICOS



- 1 INTERIOR - 4 BORDES CONTINUOS
- 2 DE BORDE - 1 LADO CORTO DISCONTINUO
- 3 DE BORDE - 1 LADO LARGO DISCONTINUO
- 4 DE ESQUINA - 2 LADOS ADYACENTES DISCONTINUOS
- 5 EXTREMO - UN LADO LARGO CONTINUO
- 6 EXTREMO - UN LADO CORTO CONTINUO
- 7 AISLADO - 4 LADOS DISCONTINUOS

DIMENSIONES DE LA LOSA

a =	4.22 m	LADO CORTO
b =	5.60 m	LADO LARGO
h =	13.0 cm	ESPESOR
rec =	2.5 cm	RECUBRIMIENTO SEGÚN NTC

CONSTANTES DE CALCULO

Carga =	1288 kg/m ²
FC =	1.40 Factor de Carga
FR =	0.90 Flexion
FR =	0.70 Cortante
f _c =	250 kg/cm ²
f _y =	4200 kg/cm ²

m =	0.754	Relación Claro Corto/Largo
d =	10.5 cm	
H =	12.62 cm	Espesor Necesario
f' _c =	200 kg/cm ²	
f' _c =	170 kg/cm ²	

FLEXION

Momento	Claro	Coficiente	M _U kg*cm	A _S cm ²	Armado @
Neg. en bordes interiores	corto	423	135,757.14	3.570	19.95728996
	largo	394	126,431.79	3.315	21.49658135
Neg. en bordes discontinuos	corto	265	85,154.89	2.203	32.35111736
	largo	220	70,627.37	1.818	39.18649268
Positivo	corto	220	70,627.37	1.818	39.18649268
	largo	136	43,794.49	1.118	

A _{S MIN} =	2.767 cm ²
A _{S TEMP} =	1.808 cm ²

CORTANTE

V _U =	3514 kg
V _{CR} =	5940 kg

$$V_{CR} > V_U$$

CORRECTO

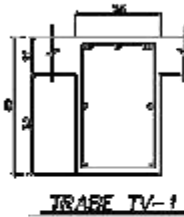
NOTA IMPORTANTE:

CÁLCULOS REALIZADOS SEGÚN EL MÉTODO DE DISEÑO PARA LOSAS SOLIDAS PERIMETRALMENTE APOYADAS DEL RCDP - NTC

PLANTA DE ENTREPISO 2DO DISEÑO

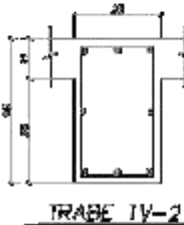
TRABES

Trabe	h	b	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o de barras	Área Eje _h	Concreto m ³
TV-1	25	0.25	0.40	2	0.25	0.71	0.337	1	2.52
				4	1.37	1.37	0.200	3	7.57
								11.09	0.180



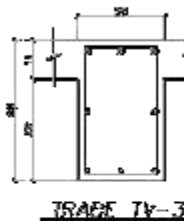
Trabe TV-1	Longitud	137.6	N. de PLANTA DE ENTREPISO 2DO DISEÑO	Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
				1,325.80	12.76

Trabe	h	b	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o de barras	Área Eje _h	Concreto m ³
TV-2	20	0.25	0.40	2	0.25	0.71	0.337	1	2.52
				4	1.37	1.37	0.200	2	4.58
				5	1.91	2.03	2.298	5	12.58
				19.69	0.180				



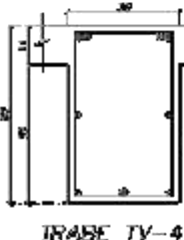
Trabe TV-2	Longitud	200	N. de PLANTA DE ENTREPISO 2DO DISEÑO	Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
				4,820.38	24.90

Trabe	h	b	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o de barras	Área Eje _h	Concreto m ³
TV-3	20	0.25	0.40	2	0.25	0.71	0.337	1	2.52
				4	1.37	1.37	0.200	2	4.58
				5	1.91	2.03	2.298	2	4.73
				15.83	0.180				



Trabe TV-3	Longitud	115.3	N. de PLANTA DE ENTREPISO 2DO DISEÑO	Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
				1,302.02	11.93

Trabe	h	b	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o de barras	Área Eje _h	Concreto m ³
TV-4	25	0.30	0.50	4	1.37	1.37	0.200	1	2.52
				4	1.37	1.37	0.200	4	2.58
				5	1.91	2.03	2.298	2	4.58
				5	2.59	2.67	2.873	2	12.88
				26.66	0.150				



Trabe TV-4	Longitud	38.2	N. de PLANTA DE ENTREPISO 2DO DISEÑO	Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
				770.05	4.85

Losa

m ²	h (m)	concreto m ³	masa (Kg)	6002	6002
58.6	0.11	6.45	3,251.47		

CUADRO RESUMEN				
Z	TRABE:	Longitud (m)	concreto (m ³)	masa (Kg)
P E R	TV-1	137.6	12.76	1325.80
L O S	TV-2	200	24.90	4820.38
A T O	TV-3	115.3	11.93	1302.02
R R	TV-4	38.2	4.85	770.05
T E O	LOSA		6.45	3251.47
A P I				
I B				
O B E				
E D B				
D				
		TOTAL	59.89	12,277.59

PLANTA DE ESTACIONAMIENTO 2NDO DISEÑO

TRABES

TV-1

Coeficiente	h	h'	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N. de barras	Área Espal	Concreto m ³
25	0.25	0.40	2	0.50	0.71	0.207	1	2.52	11.80
			4	1.37	1.37	0.206	2	7.52	

Trabe TV-1 longitud= 96.9 N. de PLANTA DE ESTACIONAMIENTO 2NDO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
1,820.71	14.62

TV-2

Coeficiente	h	h'	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N. de barras	Área Espal	Concreto m ³
25	0.25	0.40	2	0.50	0.71	0.207	1	2.52	19.39
			4	1.37	1.37	0.206	2	7.52	
			6	1.91	2.03	2.296	3	12.35	

Trabe TV-2 longitud= 30.0 N. de PLANTA DE ESTACIONAMIENTO 2NDO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
4,820.36	24.90

TV-3

Coeficiente	h	h'	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N. de barras	Área Espal	Concreto m ³
25	0.25	0.40	2	0.50	0.71	0.207	1	2.52	15.62
			4	1.37	1.37	0.206	2	7.52	
			6	1.91	2.03	2.296	3	12.73	

Trabe TV-3 longitud= 91.5 N. de PLANTA DE ESTACIONAMIENTO 2NDO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
1,802.02	11.52

TV-4

Coeficiente	h	h'	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N. de barras	Área Espal	Concreto m ³
25	0.25	0.50	4	1.37	1.37	0.206	1	1.88	24.85
			4	1.37	1.37	0.206	4	7.52	
			6	1.91	2.03	2.296	2	7.52	
			8	2.36	2.67	2.573	2	12.35	

Trabe TV-4 longitud= 38.2 N. de PLANTA DE ESTACIONAMIENTO 2NDO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
770.05	4.65

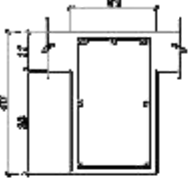
Losa	PARCELAS 1-14788 2D RAS 200x300 0.025	m ² h (m)	concreto	acero (Kg)	6092	3,201.47
		159.3	0.11	60.53		

CUADRO RESUMEN				
E	TRABE:	Longitud (m)	concreto (m ³)	acero (Kg)
P L A N T A T I E R O	TV-1	96.9	14.62	1820.71
	TV-2	30.0	24.90	4820.36
	TV-3	91.5	11.52	1802.02
	TV-4	38.2	4.65	770.05
	LOSA		60.53	3,201.47
TOTAL		196.6	196.22	12,206.62

PLANTA BAJA 2ºDO DISEÑO

TRABES

TV-1



(0,350)
(0,350)
(0,350)

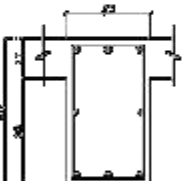
Exhiber	Ø	h	h	SP	diámetro	área	Espal	No. de barras	Área Espal	Concreto m³/m
		Ø 25	Ø 40	3	0,85	0,71	0,557	1	3,42	
				4	1,37	1,37	0,884	3	7,97	
									11,39	Ø 100

TRABE TV-1

Trabe TV-1 longitud- 58,67 m. en PLANTA BAJA 2ºDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
1,096,19	9,89

TV-2



(0,350)
(0,350)
(0,350)

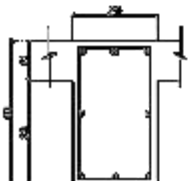
Exhiber	Ø	h	h	SP	diámetro	área	Espal	No. de barras	Área Espal	Concreto m³/m
		Ø 25	Ø 40	3	0,85	0,71	0,557	1	3,42	
				4	1,37	1,37	0,884	2	1,88	
				0	1,81	2,85	2,250	0	0,00	
									19,59	Ø 100

TRABE TV-2

Trabe TV-2 longitud- 240 m. en PLANTA BAJA 2ºDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
4,822,36	24,90

TV-3



(0,350)
(0,350)
(0,350)

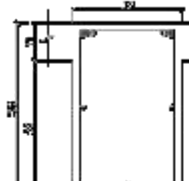
Exhiber	Ø	h	h	SP	diámetro	área	Espal	No. de barras	Área Espal	Concreto m³/m
		Ø 25	Ø 40	3	0,85	0,71	0,557	1	3,42	
				4	1,37	1,37	0,884	5	4,88	
				0	1,81	2,85	2,250	3	6,75	
									15,09	Ø 100

TRABE TV-3

Trabe TV-3 longitud- 58,64 m. en PLANTA BAJA 2ºDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
1,407,24	9,00

TV-4



(0,350)
(0,350)
(0,350)

Exhiber	Ø	h	h	SP	diámetro	área	Espal	No. de barras	Área Espal	Concreto m³/m
		Ø 25	Ø 50	4	1,37	1,37	0,884	1	1,88	
				4	1,37	1,37	0,884	4	3,88	
				0	1,81	2,85	2,250	2	4,50	
				0	2,54	5,07	3,975	3	15,30	
									24,56	Ø 125

TRABE TV-4

Trabe TV-4 longitud- 15,0 m. en PLANTA BAJA 2ºDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m³
385,03	2,34

Losa PARRILLA [P-] 40000 BASTIDOR [B-] 40000

m²	h [m]	concreto	acero [Kg]
386,4	Ø 11	42,7185	2676,942

79901 por Beata L. 14542

CANTIDAD RESUMEN				
P 2	TRABE	Longitud [m]	concreto [m³]	acero [Kg]
L B				
A D	TV-1	58,67	9,89	1096,19
B O				
T	TV-2	240	24,90	4822,36
A D				
I	TV-3	58,64	9,00	1407,24
B S				
A E	TV-4	15,0	2,34	385,03
J B				
A O	LOSA		42,72	2676,94
			TOTAL	Ø 125
				18,293,75

PLANTA DE AZOTEA 2NDO DISEÑO

TRABES

TV5

Colores	h	h	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o . de barras	Área Espal	Concreto m ³	
	20	0.25	0.40	2	0.20	0.71	0.237	1	1.20	
				4	1.27	1.27	0.200	7	0.57	
				5	1.91	2.03	2.290	2	1.20	
									15.37	0.100

TRABE TV-5

Trabe TV-5 longitud= 253.06 m. en PLANTA DE AZOTEA 2NDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
2,859.79	25.21

TV6

Colores	h	h	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o . de barras	Área Espal	Concreto m ³	
	20	0.25	0.40	2	0.20	0.71	0.237	1	1.20	
				4	1.27	1.27	0.200	4	1.20	
				5	2.30	2.07	2.573	2	15.20	
									22.20	0.100

TRABE TV-6

Trabe TV-6 longitud= 25.25 m. en PLANTA DE AZOTEA 2NDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
526.71	2.33

TV7

Colores	h	h	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o . de barras	Área Espal	Concreto m ³	
	15	0.25	0.40	2	0.20	0.71	0.237	1	1.20	
				4	1.27	1.27	0.200	5	1.50	
				5	1.91	2.03	2.290	4	1.60	
									29.37	0.100

TRABE TV-7

Trabe TV-7 longitud= 20.76 m. en PLANTA DE AZOTEA 2NDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
600.40	2.95

TV8

Colores	h	h	SW	diámetro	h _{con}	Espal	N ^o . de barras	Área Espal	Concreto m ³	
	15	0.25	0.50	4	1.27	1.27	0.200	1	11.20	
				4	1.27	1.27	0.200	2	1.20	
				5	1.91	2.03	2.290	5	11.20	
				5	2.30	2.07	2.573	4	20.27	
									45.05	0.175

TRABE TV-8

Trabe TV-8 longitud= 31.2 m. en PLANTA DE AZOTEA 2NDO DISEÑO

Peso Acero Kg	Volumen Concreto m ³
1,416.42	5.46

Losa PARELLA [1-100] 20 MAXIMOS Ø100

m ²	h (m)	concreto	acero (Kg)	64621	44421
586.115	0.115	66.116	2,712.61		
		PARELLA [1-100] 20	20.50m		
		MAXIMOS Ø100	20.15m		

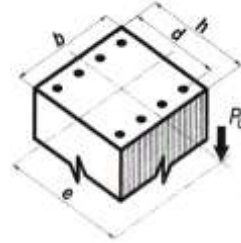
CUADRO RESUMEN				
A	TRABE:	Longitud (m)	concreto (m ³)	acero (Kg)
Z	TV-3	253.06	25.21	2889.79
P	TV-6	25.25	2.33	526.71
D	TV-7	20.76	2.95	600.40
E	TV-8	31.2	5.46	1416.42
A	LOSA		66.116	2712.61
T				
B				
E				
T				
A				
Z				
D				
E				
D				
TOTAL		182.89	10,157.72	

COLUMNAS

COLUMNA C-1 1ER DISEÑO NIVELES 0-2 h=660cm

DATOS

CARGA :	P =	195,800 Kg	
	Mx =	7,100 Kg*cm	
	My =	4,360 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	50 cm	
	h =	45 cm	
	rec =	4.0 cm	
MATERIALES :	fc =	250 Kg/cm ²	
	fy =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	8 /8"	Acero principal
	fy =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	6 /8"	Estribos
	Ramas	3	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70 compresión	
	altura columna=	660 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm				OK
b) $Ag \geq \frac{Pu}{0.5 f'c}$	Ag =	2,250 cm ²	$\frac{Pu}{0.5 f'c} = 2,193$	OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	0.9		OK
d) $\frac{alt .libre}{h} < 15$	$\frac{alt .libre}{h} =$	14.67		OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.52		
l	660 cm		
i	379,688 cm ⁴	pág 423 libro	
a	2,250 cm ²		
r	13 cm		
k/r	26.42	<	100.00
$\frac{kL}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	26.42	<	26.63 < 40.00
			OK No es necesario revisar efectos de esbeltez
f'c = 0.8 * f'c =	200 Kg/cm ²		
f'c = 0.85 * f'c =	170 Kg/cm ²		
M = $\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ =	8,332 Kg*cm		
M _U = FC * M =	11,665 Kg*cm		
P _U = FC * P =	274,120 Kg		
e =	0.04 cm		
d =	38 cm		
d/h =	0.84		
e/h =	0.0009		

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f'_c} = 0.70$$

$$R = 0.001$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f'_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 18.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 22.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{es mínimo 1\%} = 22.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{es mínimo 4\%} = 90.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

5#8 E#6@23

SEPARACIÓN MÁXIMA DE ESTRIBOS

$$48 \phi_{\text{estribo}} = 91 \text{ cm}$$

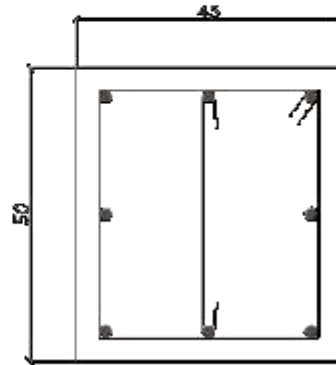
$$h/2 = 23 \text{ cm}$$

$$\frac{850}{\sqrt{f'_c}} \cdot \phi = 33 \text{ cm}$$

$$s = 23 \text{ cm}$$

DISEÑO FINAL DE C-1

4.44



C-1

ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 8.55 \text{ cm}^2 > \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} s b_c = 7.56 \text{ cm}^2 \\ 0.09 \frac{f'_c}{f_y} s b_c = 4.46 \text{ cm}^2 \end{cases} \text{ OK}$$

Zona de confinamiento	>=	a) bmax=	50	a) bmin=	11.3
		b) HV=	110	S1 <= b) 6db long	15.2
NTCC 7.3.4		c) 600mm=	60	c) 10 cm=	10.0

Zona de C- 110 cm El mayor S1= 10 cm el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

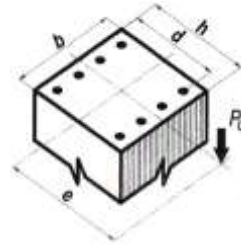
CÁLCULO DE P_u

$$P_u = F_u (f'_c A_g + A_s f_y) = 321,300 \text{ kg}$$

COLUMNA C-2 1ER DISEÑO NIVELES 3-5

DATOS

CARGA :	P =	133,000 Kg	
	Mx =	7,700 Kg*cm	
	My =	4,100 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	40 cm	
	h =	40 cm	
	rec =	3.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	250 Kg/cm ²	
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	6 /8"	Acero principal
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	4 /8"	Estribos
	Ramas	4	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70	compresión
	altura columna =	330 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm			OK
b) $Ag \geq \frac{Pu}{0.5 f'c}$	Ag =	1,600 cm ²	$\frac{Pu}{0.5 f'c} = 1,490$ OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	1	OK
d) $\frac{alt \text{ libre}}{h} < 15$	$\frac{alt \text{ libre}}{h} =$	8.25	OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.70	
l	330 cm	
i	213,333 cm ⁴	pág 423 libro
a	1,600 cm ²	
r	12 cm	
kl/r	20.01	< 100.00
$\frac{kl}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	20.01	< 27.61 < 40.00
		OK No es necesario revisar efectos de esbeltez

f _c = 0.8 * f _c =	200 Kg/cm ²
f _c = 0.85 * f _c =	170 Kg/cm ²
M = $\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ =	8,724 Kg*cm
M _U = FC * M =	12,213 Kg*cm
P _U = FC * P =	186,200 Kg
e =	0.07 cm
d =	35 cm
d/h =	0.87
e/h =	0.0016

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f_c} = 0.67$$

$$R = 0.001$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 12.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 16.00 \text{ cm}^2$$

5.61

$$a_{s \text{ m\u00ednimo } 1\%} = 16.00 \text{ cm}^2$$

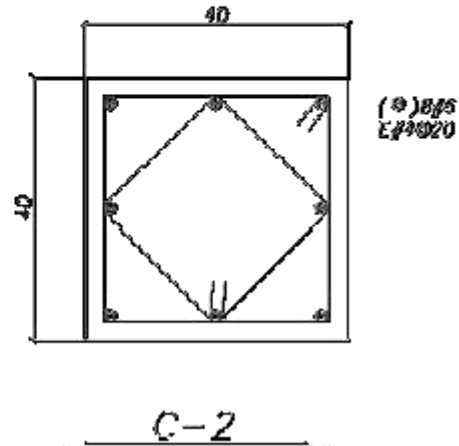
$$a_{s \text{ m\u00ednimo } 4\%} = 64.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

6#6 E#4@20

SEPARACIÓN MÁXIMA DE ESTRIBOS

$$\left. \begin{aligned} 48\phi_{\text{estribo}} &= 61 \text{ cm} \\ h/2 &= 20 \\ \frac{850}{\sqrt{f_y}} \cdot \phi &= 25 \text{ cm} \end{aligned} \right\} s = 20 \text{ cm}$$



ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 5.07 \text{ cm}^2 > \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y} s b_c = 4.66 \text{ cm}^2 \\ 0.09 \frac{f_c}{f_y} s b_c = 3.64 \text{ cm}^2 \end{cases} \text{ OK}$$

Zona de confinamiento	>=	a) bmax=	40	a) bmin=	10.0
		b) HV=	55	S1 <= b) 6db long	11.4
NTCC 7.3.4		c) 600mm=	60	c) 10 cm=	10.0

Zona de C= 60 cm El mayor S1= 10 cm el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

C\u00c1LCULO DE P_{res} carga axial resistente de dise\u00f1o (pag 544bro)

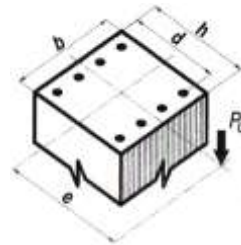
$$P_{ra} = FK(f_c A_g + A_s f_y) = 262,080 \text{ kg}$$

$$P_{ra} = FK(f_c A_g + A_s f_y) = 228,480 \text{ kg}$$

COLUMNA C-3 1ER DISEÑO NIVELES 6-9

DATOS

CARGA :	P =	74,000 Kg	
	Mx =	9,194 Kg*cm	
	My =	2,500 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	30 cm	
	h =	30 cm	
	rec =	3.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	250 Kg/cm ²	
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	4 /8"	Acero principal
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	4 /8"	Estribos
	Ramas	3	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70	compresión
	altura columna =	330 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm			OK
b) $Ag \geq \frac{Pu}{0.5 f'c}$	Ag =	900 cm ²	$\frac{Pu}{0.5 f'c} = 829$ OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	1	OK
d) $\frac{alt \text{ libre}}{h} < 15$	$\frac{alt \text{ libre}}{h} =$	11.00	OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.70	
l	330 cm	
i	67,500 cm ⁴	pág 423 libro
a	900 cm ²	
r	9 cm	
kl/r	26.67	< 100.00
$\frac{kl}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	26.67	< 30.74 < 40.00
		OK No es necesario revisar efectos de esbeltez

f _c = 0.8 * f _c =	200 Kg/cm ²
f _c = 0.85 * f _c =	170 Kg/cm ²
M = $\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ =	9,528 Kg*cm
M _U = FC * M =	13,339 Kg*cm
P _U = FC * P =	103,600 Kg
e =	0.13 cm
d =	25 cm
d/h =	0.84
e/h =	0.0043

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f_c} = 0.66$$

$$R = 0.003$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 7.29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 9.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{es m\u00ednimo 1\%} = 9.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{es m\u00ednimo 4\%} = 36.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

8#4 E#4@15

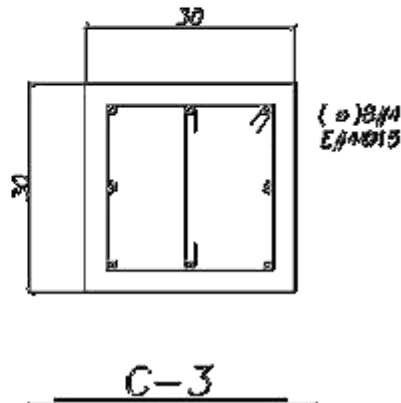
SEPARACI\u00d3N M\u00c1XIMA DE ESTRIBOS

$$48 \phi_{\text{estribo}} = 61 \text{ cm}$$

$$h/2 = 15$$

$$\frac{850}{\sqrt{f_y}} \cdot \phi = 17 \text{ cm}$$

$$s = 15 \text{ cm}$$



7.10

ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 3.80 \text{ cm}^2 > \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y} s b_c = 3.62 \text{ cm}^2 \\ 0.09 \frac{f_c}{f_y} s b_c = 1.93 \text{ cm}^2 \end{cases} \text{ OK}$$

Zona de confinamiento	>=	a) bmax=	30	a) bmin=	7.5
NTCC 7.3.4		b) H/6=	55	S1 <= b) 6db long	7.6
		c) 600mm=	60	c) 10 cm=	10.0
Zona de C=		60 cm	El mayor	S1=	8 cm el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

C\u00c1LCULO DE P_{res} carga axial resistente de dise\u00f1o (pag 544bro)

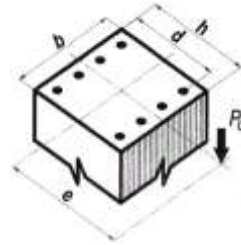
$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 147,420 \text{ kg}$$

$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 128,520 \text{ kg}$$

COLUMNA CV-1 2NDO DISEÑO NIVELES 0-2 h=660cm

DATOS

CARGA :	P =	207,500 Kg	
	Mx =	8,091 Kg*cm	
	My =	7,200 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	50 cm	
	h =	50 cm	
	rec =	4.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	250 Kg/cm ²	
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	8 /8"	Acero principal
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	6 /8"	Estribos
	Ramas	3	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70	compresión
	altura columna =	660 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm			OK
b) $Ag \geq \frac{Pu}{0.5 f'c}$	Ag =	2,500 cm ²	$\frac{Pu}{0.5 f'c} = 2,324$ OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	1.0	OK
d) $\frac{alt \text{ libre}}{h} < 15$	$\frac{alt \text{ libre}}{h} =$	13.20	OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.50	
l	660 cm	
i	520,833 cm ⁴	pág 423 libro
a	2,500 cm ²	
r	14 cm	
kl/r	22.86	< 100.00
$\frac{kL}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	22.86	< 23.32 < 40.00
		OK No es necesario revisar efectos de esbeltez

f _c = 0.8 * f _c =	200 Kg/cm ²
f _c = 0.85 * f _c =	170 Kg/cm ²
M = $\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ =	10,831 Kg*cm
M _U = FC * M =	15,163 Kg*cm
P _U = FC * P =	290,500 Kg
e =	0.05 cm
d =	43 cm
d/h =	0.86
e/h =	0.0010

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f_c} = 0.66$$

$$R = 0.001$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 20.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 25.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{es m\u00ednimo 1\%} = 25.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{es m\u00ednimo 4\%} = 100.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

5#8 E#6@25

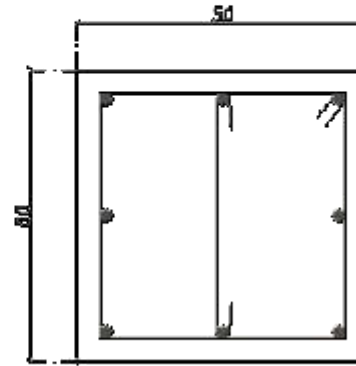
SEPARACI\u00d3N M\u00c1XIMA DE ESTRIBOS

$$48 \phi_{\text{estribo}} = 91 \text{ cm}$$

$$h/2 = 25$$

$$\frac{850}{\sqrt{f_y}} \cdot \phi = 33 \text{ cm}$$

$$s = 25 \text{ cm}$$



(3) 8/8
E#6@25

CV-1

ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 8.55 \text{ cm}^2 > \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y} s b_c = 7.82 \text{ cm}^2 \\ 0.09 \frac{f_c}{f_y} s b_c = 5.63 \text{ cm}^2 \end{cases} \text{ OK}$$

Zona de confinamiento	>=	a) bmax=	50	a) bmin=	125
		b) H/6=	110	S1 <= b) 6db long	15.2
NTCC 7.3.4		c) 600mm=	60	c) 10 cm=	10.0

Zona de C= 110 cm El mayor S1= 10 cm el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

C\u00c1LCULO DE P_{res} carga axial resistente de dise\u00f1o (pag 544 libro)

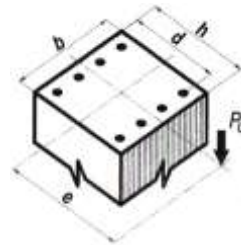
$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 409,500 \text{ kg}$$

$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 357,000 \text{ kg}$$

COLUMNA CV-2 2NDO DISEÑO NIVELES 3-5

DATOS

CARGA :	P =	145,000 Kg	
	Mx =	9,120 Kg*cm	
	My =	4,300 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	45 cm	
	h =	45 cm	
	rec =	4.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	250 Kg/cm ²	
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	6 /8"	Acero principal
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	6 /8"	Estribos
	Ramas	3	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70	compresión
	altura columna =	330 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm				OK
b) $A_g \geq \frac{P_u}{0.5 f'_c}$	A _g =	2,025 cm ²	$\frac{P_u}{0.5 f'_c} = 1,624$	OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	1		OK
d) $\frac{alt \text{ libre}}{h} < 15$	$\frac{alt \text{ libre}}{h} =$	7.33		OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.70		
l	330 cm		
i	341,719 cm ⁴	pág 423 libro	
a	2,025 cm ²		
r	13 cm		
kl/r	17.78	<	100.00
$\frac{kL}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	17.78	<	28.34 < 40.00
			OK No es necesario revisar efectos de esbeltez

f _c = 0.8 * f _c	=	200 Kg/cm ²
f _c = 0.85 * f _c	=	170 Kg/cm ²
M = √(M _x ² + M _y ²)	=	10,083 Kg*cm
M _U = FC * M	=	14,116 Kg*cm
P _U = FC * P	=	203,000 Kg
e =	0.07 cm	
d =	38 cm	
d/h =	0.85	
e/h =	0.0015	

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f'_c} = 0.57$$

$$R = 0.001$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f'_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 16.39 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 20.25 \text{ cm}^2$$

7.10

$$\text{es m\u00ednimo } 1\% = 20.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{es m\u00ednimo } 4\% = 81.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

8#6 E#6@23

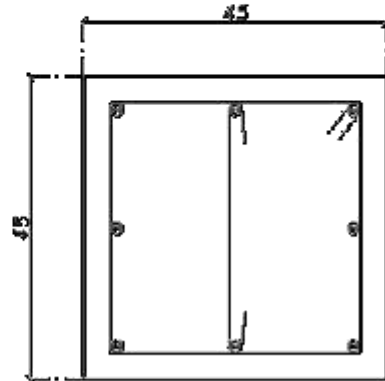
SEPARACI\u00d3N M\u00c1XIMA DE ESTRIBOS

$$48 \phi_{\text{armado}} = 91 \text{ cm}$$

$$h/2 = 23$$

$$\frac{850}{\sqrt{f'_c}} \cdot \phi = 25 \text{ cm}$$

$$s = 23 \text{ cm}$$



(8) #6
E#6@23

CV-2

ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 8.55 \text{ cm}^2 > \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} s b_c = 7.12 \text{ cm}^2 \\ 0.09 \frac{f'_c}{f_y} s b_c = 4.46 \text{ cm}^2 \end{cases} \text{ OK}$$

Zona de confinamiento	>=	a) bmax= 45	a) bmin= 11.3
		b) HV= 55	S1 <= b) 6db long 11.4
NTCC 7.3.4		c) 600mm= 60	c) 10 cm= 10.0
Zona de C=		60 cm	S1= 10 cm

El mayor el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

C\u00c1LCULO DE P_{res} carga axial resistente de dise\u00f1o (pag 544 libro)

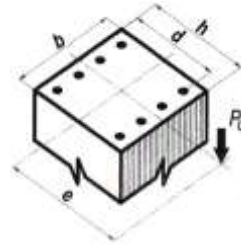
$$P_{ra} = \phi R (f'_c A_g + A_s f_y) = 331,695 \text{ kg}$$

$$P_{ra} = \phi R (f'_c A_g + A_s f_y) = 289,170 \text{ kg}$$

COLUMNA CV-3 2NDO DISEÑO NIVELES 6-9

DATOS

CARGA :	P =	85,700 Kg	
	Mx =	20,239 Kg*cm	
	My =	4,500 Kg*cm	
DIMENSIONES :	b =	35 cm	
	h =	35 cm	
	rec =	3.0 cm	
MATERIALES :	f _c =	250 Kg/cm ²	
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Acero principal
	Varilla	6 /8"	Acero principal
	f _y =	4,200 Kg/cm ²	Estribos
	Varilla	4 /8"	Estribos
	Ramas	4	Estribos
	FC =	1.40	
	FR =	0.70	compresión
	altura columna =	330 cm	



REQUISITOS GEOMÉTRICOS 7.3.1 NTCC

a) b >= 30cm			OK
b) $Ag \geq \frac{Pu}{0.5 f'c}$	Ag =	1,225 cm ²	$\frac{Pu}{0.5 f'c} = 960$ OK
c) $\frac{h}{b} \geq 0.4$	h/b =	1	OK
d) $\frac{alt \text{ libre}}{h} < 15$	$\frac{alt \text{ libre}}{h} =$	9.43	OK

EFFECTOS DE ESBELTEZ

K	0.70	
l	330 cm	
i	125,052 cm ⁴	pág 423 libro
a	1,225 cm ²	
r	10 cm	
kl/r	22.86	< 100.00
$\frac{kL}{r} \leq \left[34 - 1.2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \leq 40$	22.86	< 31.33 < 40.00
		OK No es necesario revisar efectos de esbeltez

f _c = 0.8 * f _c =	200 Kg/cm ²
f _c = 0.85 * f _c =	170 Kg/cm ²
M = $\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$ =	20,733 Kg*cm
M _U = FC * M =	29,027 Kg*cm
P _U = FC * P =	119,980 Kg
e =	0.24 cm
d =	30 cm
d/h =	0.85
e/h =	0.0069

ACERO LONGITUDINAL

$$K = \frac{F_D}{F_x \cdot b \cdot h \cdot f_c} = 0.56$$

$$R = 0.004$$

Con KyR buscar q = 0.20

$$\rho = q \frac{f_c}{f_y} = 0.0081$$

$$A_s = \rho b h = 9.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}(1\%)} = 12.25 \text{ cm}^2$$

4.30

$$\text{es mínimo 1\%} = 12.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{es mínimo 4\%} = 49.00 \text{ cm}^2$$

ARMADO:

5#6 E#4@18

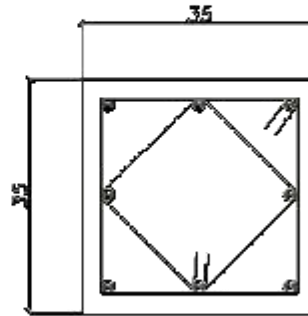
SEPARACIÓN MÁXIMA DE ESTRIBOS

$$48 \phi_{\text{estribo}} = 61 \text{ cm}$$

$$h/2 = 18$$

$$\frac{850}{\sqrt{f_y}} \cdot \phi = 25 \text{ cm}$$

$$s = 18 \text{ cm}$$



(9) 2#16
E#4@18

CV-3

ACERO TRANSVERSAL

$$A_{sh} = \alpha \cdot A_{var} = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$> \begin{cases} 0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y} s b_c = 4.14 \text{ cm} \\ 0.09 \frac{f_c}{f_y} s b_c = 2.72 \text{ cm} \end{cases}$$

OK

Zona de confinamiento	>=	a) bmax=	35	a) bmin=	8.8
NTCC 7.3.4		b) HV=	55	S1<= b) 6db long	11.4
		c) 600mm=	60	c) 10 cm=	10.0

Zona de C= 60 cm El mayor S1= 9 cm el menor

NOTA: LA SEPARACION MAXIMA DE ESTRIBOS SE REDUCE A LA MITAD EN UNA LONGITUD NO MENOR QUE LA DIMENSION TRANSVERSAL MAXIMA DE LA COLUMNA, UN SEXTO DE SU ALTURA, NI QUE 50 CM, ENCIMA Y DEBAJO DE CADA UNION DE COLUMNA CON VIGAS O LOSAS.

CÁLCULO DE P_{res} carga axial resistente de diseño (pag 544 libro)

$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 200,655 \text{ kg}$$

$$P_{ra} = F_k (f_c A_g + A_s f_y) = 174,930 \text{ kg}$$

ZAPATAS

ZAPATA AISLADA ZA-1

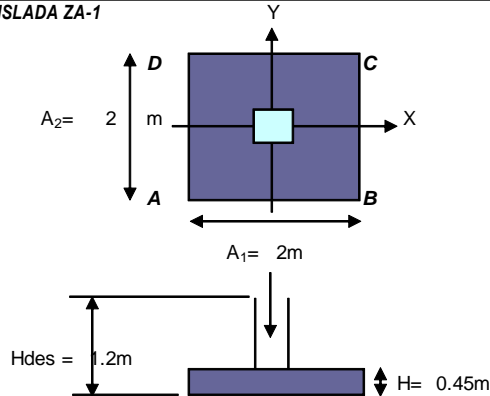
ANCHO DE DADO 60 cm

DATOS:

Carga P = 207,000.00 kg
 Mx = 804.00 kg-m
 My = 650.00 kg-m
 q adm. = 25.00 t/m²
 FAC. C = 1.40
 peso terreno = 1.75 t/m²
 f_c = 250 kg/cm²
 f_y = 4200 kg/cm²

SECCIONES DE ZAPATA PROPUESTAS:

A₁ = 2.00 m
 A₂ = 2.00 m
 PROF. Hdes = 1.20 m
 PERALTE H = 0.45 m
 Rec = 0.07 m
 d = 0.38 m



Cargas adicionales debidas a las dimensiones de la zapata

Peso de columna = 648.00 kg
 Zapata = 4,320.00 kg
 Relleno = 4,777.50 kg

Esfuerzos en el terreno:

Por carga axial: 54.19 t/m²
 Momento en x: 0.24 t/m²
 Momento en z: 0.49 t/m²

Esf. 1 = wcolumna + wzapata + wrelleno = 54.91 t/m²
 Esf. 2 = wcolumna + wzapata - wrelleno = 53.94 t/m²
 Esf. 3 = wcolumna - wzapata + wrelleno = 54.44 t/m²
 Esf. 4 = wcolumna - wzapata - wrelleno = 53.46 t/m²

FLEXION:

Mu = 18.80 ton-m
 As = 15.55 cm²

$$M_u = FacC \left(\frac{Esf_1 \left(\frac{Al - Dada^2}{2} \right)}{2} - \left(\frac{Esf_1 - Esf_2}{Al} \right) \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) + 0.5 \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) * 0.5 * \frac{1}{3} \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) \right)$$

$$As_{min} = 0.7 * \sqrt{\frac{f_c}{f_y}} * 100 * (H - rec) * 100 = 10.01 \text{ cm}^2$$

CORTANTE:

Vu = 38.32 t CORRECTO
 Vcr = 42.99 t

PENETRACION:

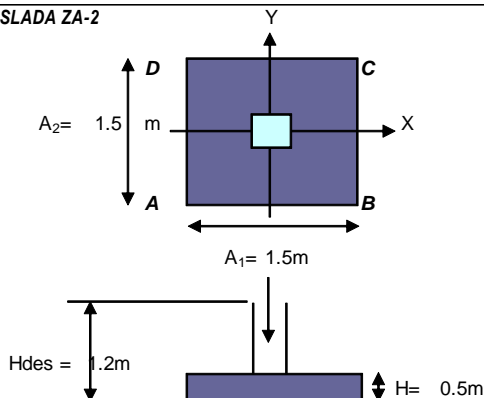
Fza cortante Vu = pu[Al² - (c + d)²] Vu = 157,692.82 kg
 Area secc cr Acr = 4d(c + d) Acr = 14,896.00 cm²
 Esfzo cort ult vu = Vu/Acr vu = 10.59 kg/cm²
 Esfzo cort resist vr = Fr/f * c vr = 11.31 kg/cm² CORRECTO

ZAPATA AISLADA ZA-2

ANCHO DE DADO 60 cm

DATOS:

Carga P = 173,600.00 kg
 Mx = 760.00 kg-m
 My = 97.00 kg-m
 q adm. = 25.00 t/m²
 FAC. C = 1.40
 peso terreno = 1.75 t/m³
 f'c = 250 kg/cm²
 fy = 4200 kg/cm²



SECCIONES DE ZAPATA PROPUESTAS:

A1 = 1.50 m
 A2 = 1.50 m
 PROF. Hdes = 1.20 m
 PERALTE H = 0.50 m
 Rec = 0.07 m
 d = 0.43 m

NOTA: DATOS A INTRODUCIR

Cargas adicionales debidas a las dimensiones de la zapata

Peso de columna = 604.80 kg
 Zapata = 2,700.00 kg
 Relleno = 2,315.25 kg

Esfuerzos en el terreno:

Por carga axial = 79.65 t/m²
 Momento en x = 1.04 t/m²
 Momento en z = 0.17 t/m²

Esf.1 = wcolumna + wzapata + wrelleno = 80.87 t/m²
 Esf.2 = wcolumna + wzapata - wrelleno = 80.53 t/m²
 Esf.3 = wcolumna - wzapata + wrelleno = 78.78 t/m²
 Esf.4 = wcolumna - wzapata - wrelleno = 78.44 t/m²

FLEXION:

Mu = 11.46 ton-m
 As = 8.24 cm²

$$Mu = FacC \left(\frac{Esf \left(\frac{Al - Dada}{2} \right)^2}{2} - 2 \left(\frac{Esf1 - Esf2}{Al} \right) \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) + 0.5 \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) * 0.5 * \frac{1}{3} \left(\frac{Al - Dada}{100} \right) \right)$$

$$As_{min} = 0.7 * \sqrt{\frac{f'c}{fy}} * 100 * (H - rec) * 100 = 11.33 \text{ cm}^2$$

CORTANTE:

Vu = 36.37 t
 Vcr = 36.49 t

CORRECTO

PENETRACION:

Fza cortante Vu = pu[Al² - (c+d)²] Vu = 83,925.81 kg
 Area secc cr Acr = 4d(c+d) Acr = 17,716.00 cm²
 Esfzo cort ult vu = Vu/Acr vu = 4.74 kg/cm²
 Esfzo cort resist vr = Fr/f*c vr = 11.31 kg/cm²

CORRECTO

ZAPATA AISLADA ZA-3

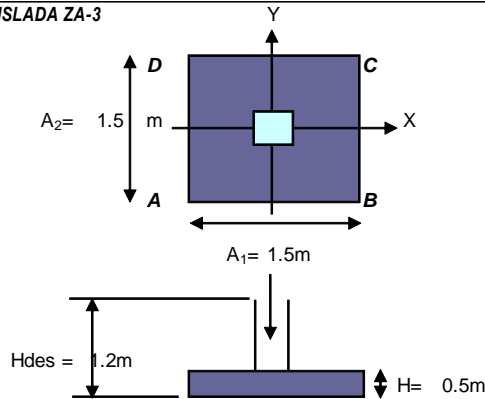
ANCHO DE DADO 60 cm

DATOS:

Carga P = 153,600.00 kg
 Mx = 2125.00 kg-m
 My = 420.00 kg-m
 q adm. = 25.00 t/m²
 FAC. C = 1.40
 peso terreno = 1.75 t/m²
 f_c = 250 kg/cm²
 f_y = 4200 kg/cm²

SECCIONES DE ZAPATA PROPUESTAS:

A₁ = 1.50 m
 A₂ = 1.50 m
 PROF. Hdes = 1.20 m
 PERALTE H = 0.50 m
 Rec = 0.07 m
 d = 0.43 m



NOTA: DATOS A INTRODUCIR

Cargas adicionales debidas a las dimensiones de la zapata

Peso de columna = 604.80 kg
 Zapata = 2,700.00 kg
 Relleno = 2,315.25 kg

Esfuerzos en el terreno:

Por carga axial: 70.76 t/m²
 Momento en x: 2.45 t/m²
 Momento en z: 0.75 t/m²

$$Esf.1 = w_{columna} + w_{zapata} + w_{relleno} = 73.96 \text{ t/m}^2$$

$$Esf.2 = w_{columna} + w_{zapata} - w_{relleno} = 72.47 \text{ t/m}^2$$

$$Esf.3 = w_{columna} - w_{zapata} + w_{relleno} = 69.06 \text{ t/m}^2$$

$$Esf.4 = w_{columna} - w_{zapata} - w_{relleno} = 67.57 \text{ t/m}^2$$

FLEXION:

Mu = 10.46 ton-m
 As = 7.51 cm²

$$M_u = Fac^2 \left(\frac{Esf_1 \left(\frac{Al - Dado}{2} \right)^2}{2} - \left(\frac{Esf_1 - Esf_2}{Al} \right) * \left(\frac{Al - Dado}{100} \right) * 0.5 \left(\frac{Al - Dado}{100} \right) * 0.5 * \frac{1}{3} \left(\frac{Al - Dado}{100} \right) \right)$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.7 * \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} * 100 * (H - rec) * 100 = 11.33 \text{ cm}^2$$

CORTANTE:

Vu = 33.18 t
 Vcr = 36.49 t

CORRECTO

PENETRACION:

Fza cortante $V_u = pu[Al^2 - (c+d)^2]$ Vu = 76,143.43 kg
 Area secc cr $Acr = 4d(c+d)$ Acr = 17,716.00 cm²
 Esfzo cort út $v_u = \frac{V_u}{Acr}$ vu = 4.30 kg/cm²
 Esfzo cort resist $v_r = Fr \sqrt{f'_c} * c$ vr = 11.31 kg/cm²

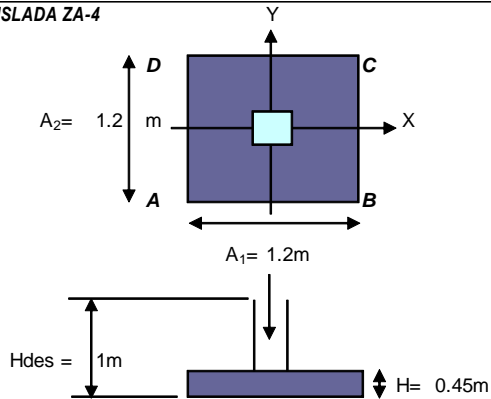
CORRECTO

ZAPATA AISLADA ZA-4

ANCHO DE DADO 60 cm

DATOS:

Carga P = 127,200.00 kg
 Mx = 620.00 kg-m
 My = 160.00 kg-m
 q adm. = 25.00 t/m²
 FAC. C = 1.40
 peso terreno = 1.75 t/m²
 f_c = 250 kg/cm²
 f_y = 4200 kg/cm²



SECCIONES DE ZAPATA PROPUESTAS:

A₁ = 1.20 m
 A₂ = 1.20 m
 PROF. Hdes = 1.00 m
 PERALTE H = 0.45 m
 Rec = 0.07 m
 d = 0.38 m

NOTA: DATOS A INTRODUCIR

Cargas adicionales debidas a las dimensiones de la zapata

Peso de columna = 475.20 kg
 Zapata = 1,555.20 kg
 Relleno = 1,039.50 kg

Esfuerzos en el terreno:

Por carga axial: 90.47 t/m²
 Momento en x: 0.22 t/m²
 Momento en z: 0.56 t/m²

Esf. 1 = w_{columna} + w_{zapata} + w_{relleno} = 91.24 t/m²
 Esf. 2 = w_{columna} + w_{zapata} - w_{relleno} = 90.13 t/m²
 Esf. 3 = w_{columna} - w_{zapata} + w_{relleno} = 90.80 t/m²
 Esf. 4 = w_{columna} - w_{zapata} - w_{relleno} = 89.69 t/m²

FLEXION:

Mu = 5.74 ton-m
 As = 4.58 cm²

$$M_u = Fac^2 \left(\frac{Esf_1 \left(\frac{Al - Dado}{2} \right)^2}{2} - 2 \left(\frac{Esf_1 - Esf_2}{Al} \right) * \left(\frac{Al - Dado}{100} \right) * 0.5 \left(\frac{Al - Dado}{100} \right) * 0.5 * \frac{1}{3} \left(\frac{Al - Dado}{2} \right) \right)$$

$$A_{s \min} = 0.7 * \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} * 100 * (H - rec) * 100 = 10.01 \text{ cm}^2$$

CORTANTE:

Vu = 27.33 t
 Vcr = 25.80 t

CORRECTO

PENETRACION:

Fza cortante $V_u = pu [A_1^2 - (c + d)^2]$ Vu = 30,607.53 kg
 Area secc cr $Acr = 4d(c + d)$ Acr = 14,896.00 cm²
 Esfzo cort út $v_u = \frac{V_u}{Acr}$ vu = 2.05 kg/cm²
 Esfzo cort resist $v_r = Fr \sqrt{f'_c} * c$ vr = 11.31 kg/cm²

CORRECTO

APÉNDICE E

PLANOS ESTRUCTURALES DEL PRIMERO Y SEGUNDO DISEÑO

PRIMER DISEÑO

NOTAS GENERALES

- ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- RECURRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL HORRADO.
- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L₀₁ O L₀₂).
- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- EL ANCLAJE DE ESTRIDOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SIGUIENDO DE UN TRAMO RECTO DE 20 Ø.
- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISE CO-MUNO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

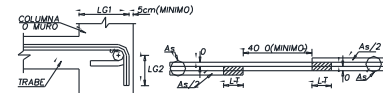
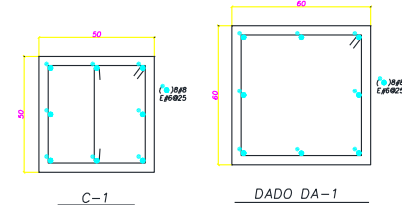


FIGURA 1

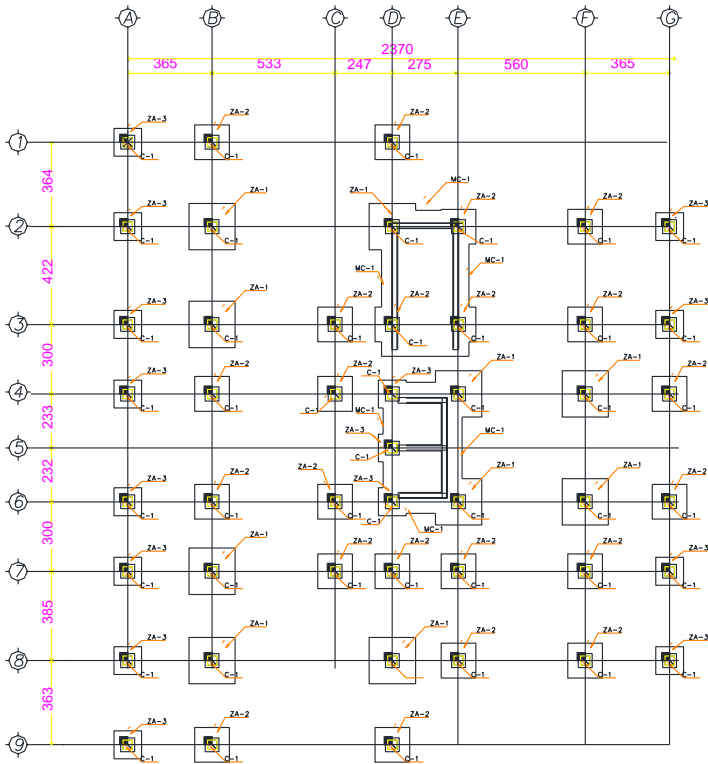
FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS

- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10.
- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTA DO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDARD.

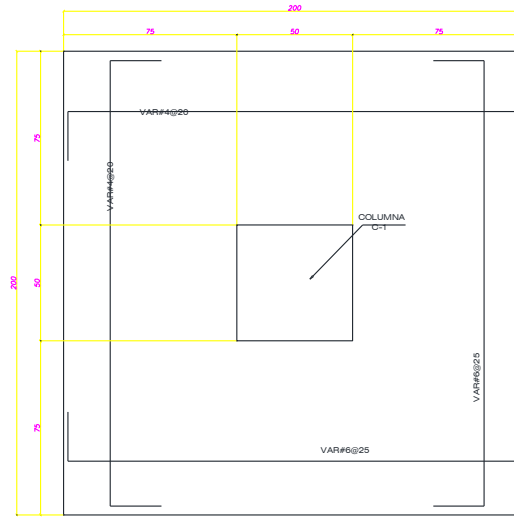


PROYECTO:		EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO	
UBICACION: QUETZARU, ORD.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO:	ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO:	PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES
CALCULO:	ING. SARA MARTINEZ G.	AREA:	CIVIL
REVISO:	ING. SARA MARTINEZ G.	ESC.	SIN ACOT. MM.
APROBO:		PLANO No.	ES-01
PERTO RESPONSABLE:		REV.	0

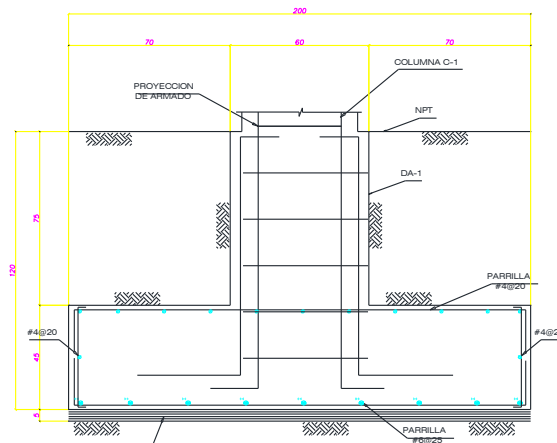


PLANTA DE CIMENTACION 1ER DISEÑO

N.P.T. -4.29

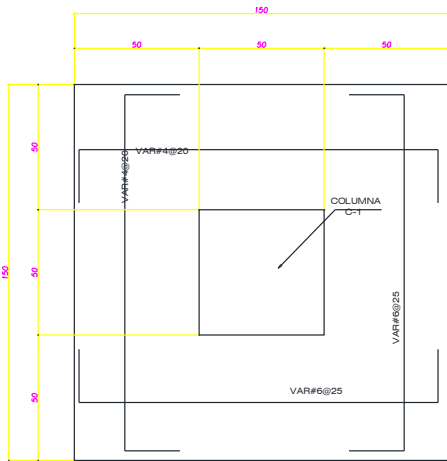


ZAPATA AISLADA ZA-1

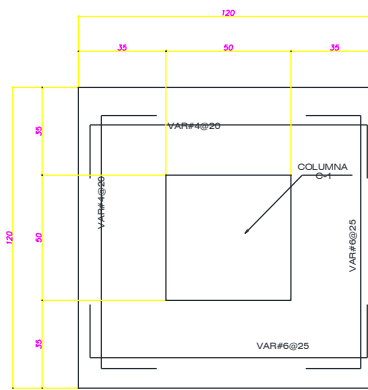


ZAPATA AISLADA ZA-1

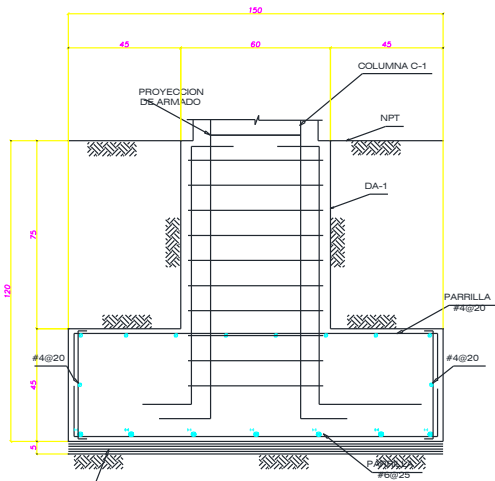
PLANTILLA DE CONCRETO POBRE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$



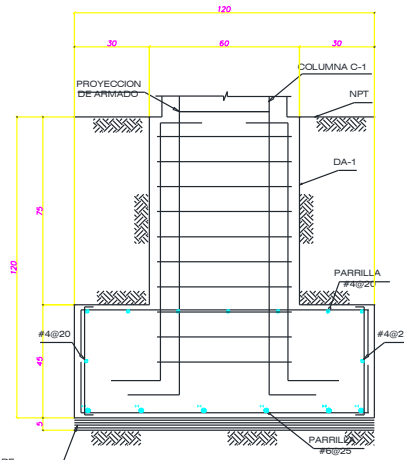
ZAPATA AISLADA ZA-2
(PLANTILLA)



ZAPATA AISLADA ZA-3
(PLANTILLA)



ZAPATA AISLADA ZA-2
(ELEVACION)



ZAPATA AISLADA ZA-3
(ELEVACION)

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAREDES FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'_{c} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - c) ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC
- 5.- RECUBRIMIENTOS LIBRES EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- 6.- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- 7.- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
- 8.- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
- 9.- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L₀₁ O L₀₂).
- 10.- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- 11.- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SEGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE JO D.
- 12.- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L₁) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- 13.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION. EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

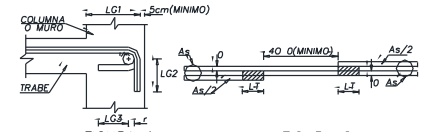
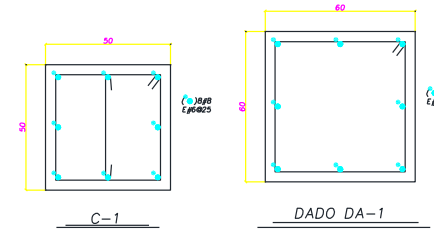


FIGURA 1

FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS

- 1.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10.
- 2.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- 3.- LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTADO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



C-1

DADO DA-1

PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO				
UBICACION: QUETARO, DRO.		FECHA: MARZO DE 2012		
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO: PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES			
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.				
REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.				
APROBO:				
PERITO RESPONSABLE:	CECILA PROF.	R.O.P	AREA: CIVIL	ESC. SIN
			PLANO No. ES-02	ACOT. MM. REV. 0

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - c) ARMAZONADO Y MALLA CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC
- 5.- RECUBRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- 6.- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- 7.- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRISEA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
- 8.- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRISEA, O 2cm.
- 9.- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L1 o L2).
- 10.- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- 11.- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SEGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE 30 Ø.
- 12.- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L1) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- 13.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

TABLA DE VARILLAS										
VARILLA	Ø	As	LA1	LA2	LT1	LT2	LG1	LG2	LG3	r
No.	cm	cm ²	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3	0.95	0.71	30	35	40	45	20	12	6	4
4	1.27	1.27	35	45	45	60	30	15	6	5
5	1.59	1.98	40	55	55	75	35	20	6	7
6	1.90	2.85	50	70	65	90	45	25	8	8

LA1, LT1=PARA VARILLAS CON MENOS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
 LA2, LT2=PARA VARILLAS CON MAS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
 LG1, LG2, LG3=SE DEFINEN EN LA FIGURA 1.

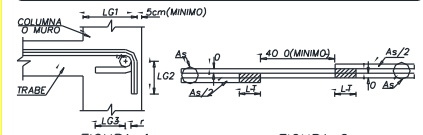
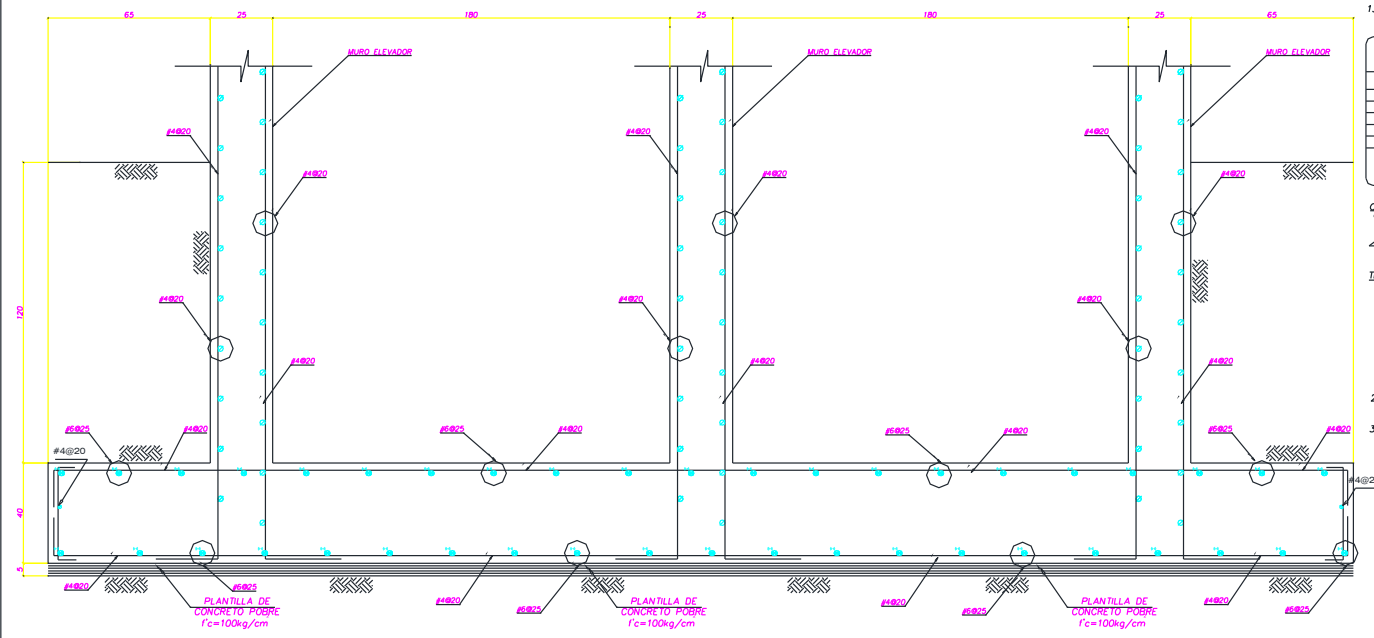


FIGURA 1 FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS

- 1.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANDO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10.
- 2.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- 3.- LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTA DO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



MURO DE CONTENCIÓN MC-1

PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO

UBICACION: QUERÉTARO, QRO. FECHA: MARZO DE 2012

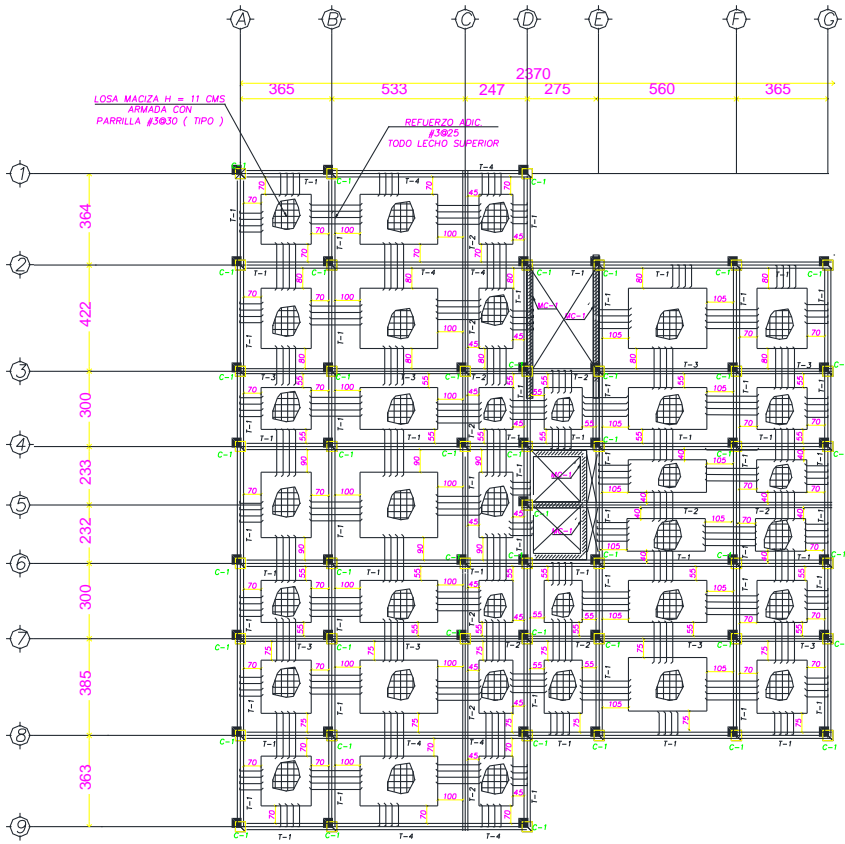
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G. TITULO: PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES

CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.

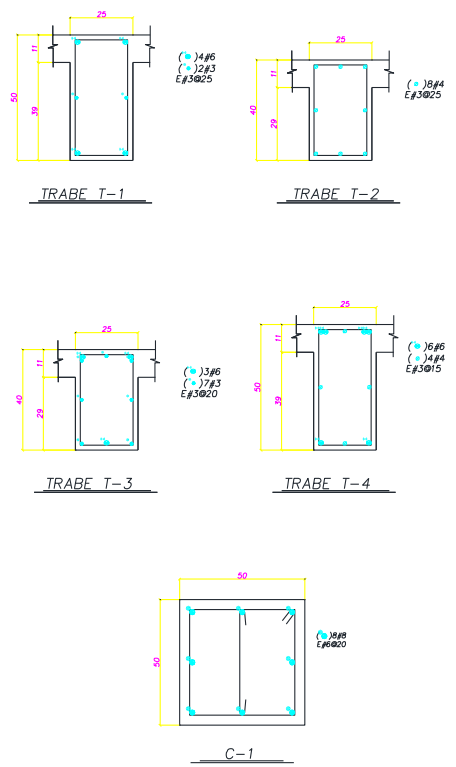
REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.

APROBO:

PERITO RESPONSABLE: CEDULA PROF. R.O.P. AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM. PLANO No. ES-03 REV. 0



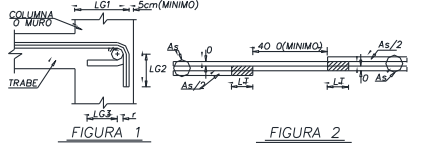
PLANTA DE ENTREPISO L1 1ER DISEÑO
N.P. 0.00



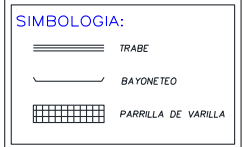
- NOTAS GENERALES**
- 1.-ACOTACIONES EN CENTÍMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
 - 2.-TODAS LAS ACOTACIONES, PÁÑOS FLUOS Y NIVELES DEBERÁN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y EN LA OBRA.
 - 3.-LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTÁN A ESCALA.
 - 4.-ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - c) ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
 - 5.-RECURRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERÁN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
 - 6.-NO SE ADMITIRÁN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCIÓN DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECÍFICOS.
 - 7.-LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
 - 8.-LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
 - 9.-LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L1 O L2).
 - 10.-SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
 - 11.-EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE, RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SEGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE 7D.
 - 12.-SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L1) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
 - 13.-NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 4D DIAMETROS DE LA PRIMERA.

VARILLA	ϕ	A_s	LA1	LA2	LT1	LT2	LG1	LG2	LG3	r
No.	cm	cm ²	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3	0.95	0.71	30	35	40	45	20	12	6	4
4	1.27	1.27	35	45	45	60	30	15	6	5
5	1.59	1.98	40	55	55	75	35	20	6	7
6	1.90	2.85	50	70	65	90	45	25	8	8

LA1, LT1=PARA VARILLAS CON MENOS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
LA2, LT2=PARA VARILLAS CON MAS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
LG1, LG2, LG3=SE DEFINEN EN LA FIGURA 1.



- NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS**
- 1.-TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10
 - 2.-TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
 - 3.-LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTADO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



PROYECTO: **EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO**

UBICACION: QUERÉTARO, QRO. FECHA: MARZO DE 2012

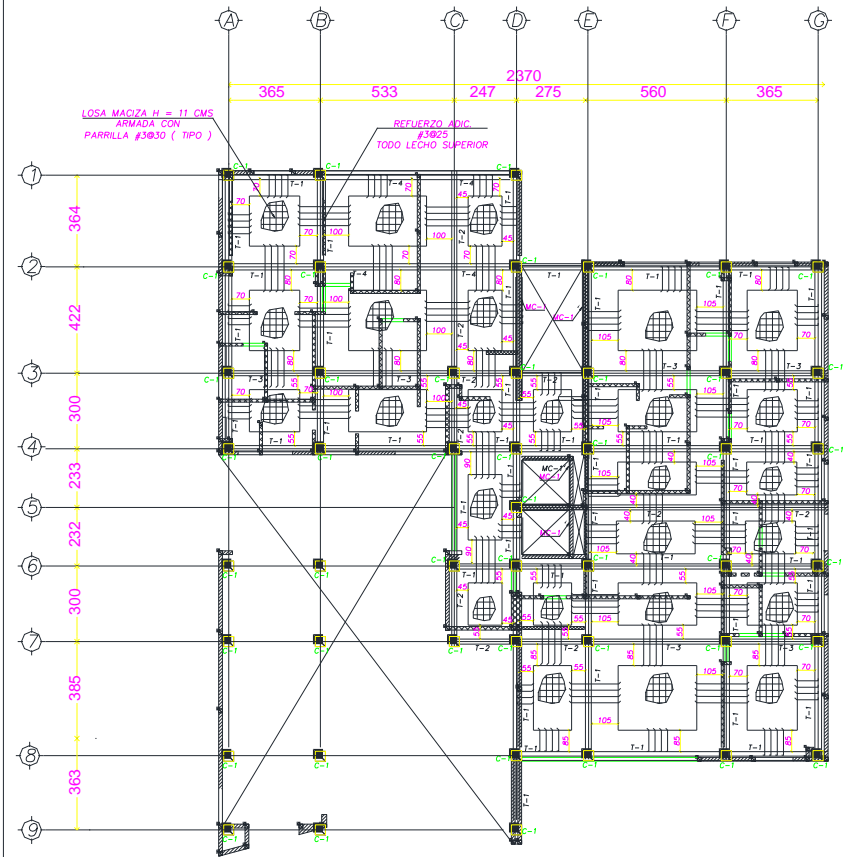
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G. TITULO: **PLANTA DE ENTREPISO L1 Y DETALLES**

CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.

APROBO:

PERITO RESPONSABLE: CEDULA PROF. R.O.P. AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM. PLANO No. **ES-04** REV. 0



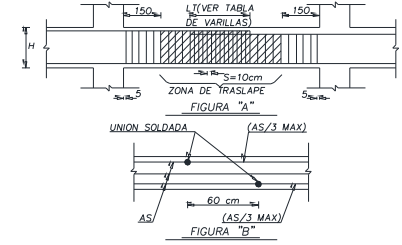
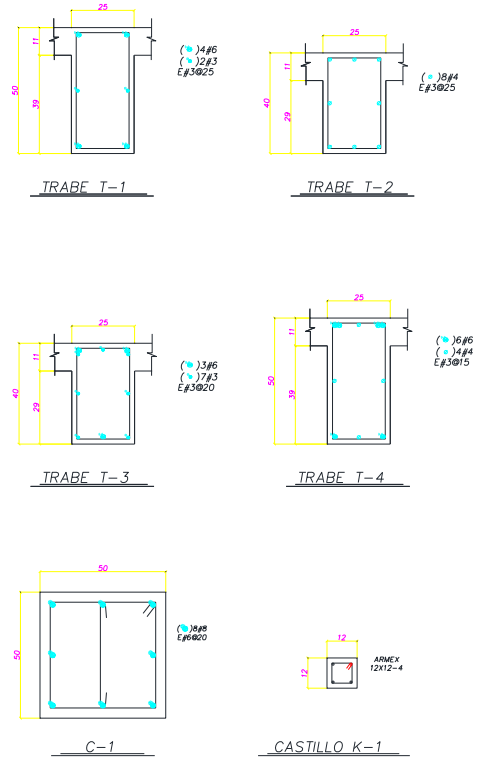
PLANTA DE ENTREPISO L2 1ER DISEÑO
N.P. 3.30

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FLUJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAM

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPAR(L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".

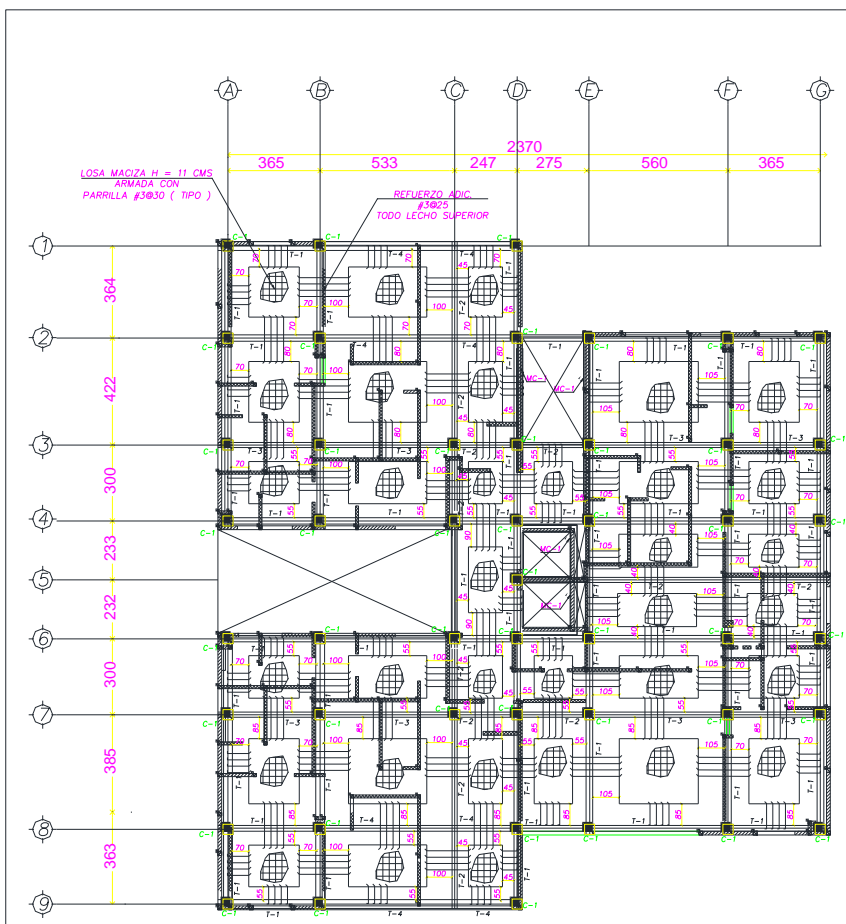


NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

SIMBOLOGIA:



PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO			
UBICACION: QUERETARO, QRO.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO: INC. SARA MARTINEZ G.	TITULO:		PLANTA ENTREPISO L2 1ER DISEÑO Y DETALLES
CALCULO: INC. SARA MARTINEZ G.	AREA: CIVIL		
REVISO: INC. SARA MARTINEZ G.	ESC. SIN ACOT. MM.		
APROBO:	CEDULA PROF. R.O.P	PLANO No. ES-05	REV. 0



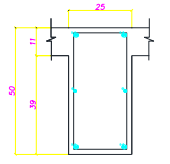
PLANTA DE ENTREPISO L3 1ER DISEÑO
N.P. 6.60

NOTAS GENERALES

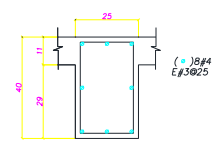
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO PORRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC

NOTAS DE TRABES

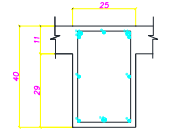
- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPE(LT), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



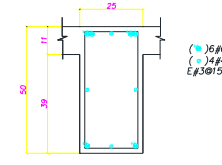
TRABE T-1



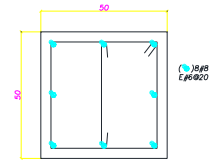
TRABE T-2



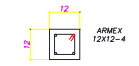
TRABE T-3



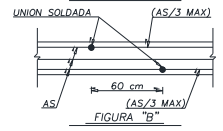
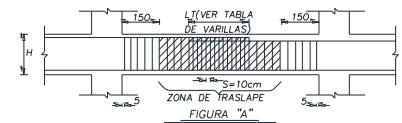
TRABE T-4



C-1



CASTILLO K-1

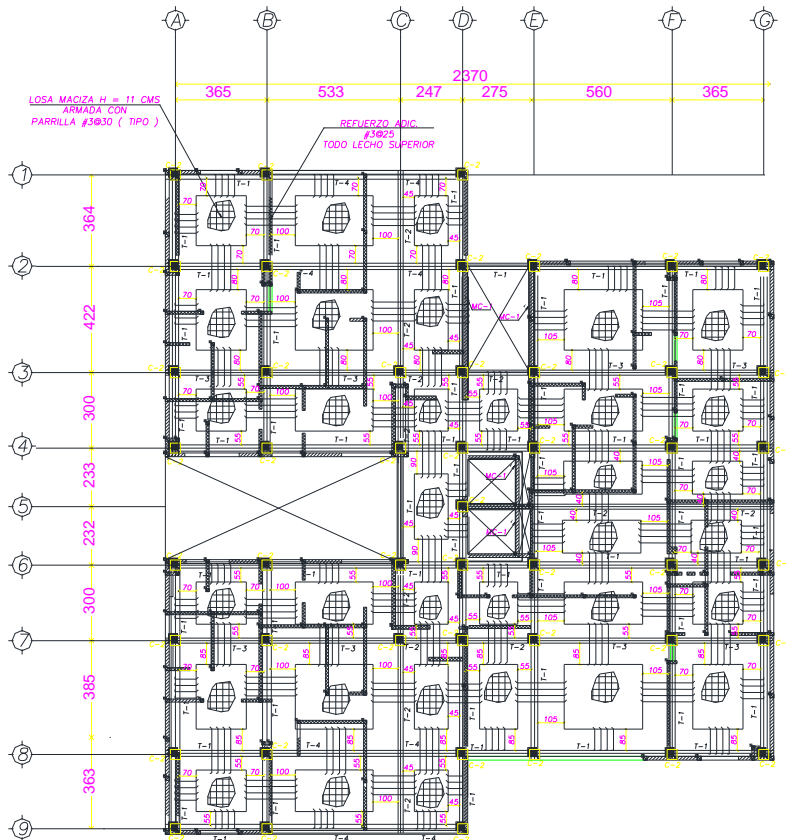


NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

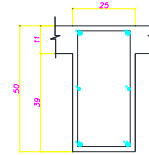
SIMBOLOGIA:

- ===== TRABE
- ~ BAYONETE
- ▒ PARRILLA DE VARILLA
- ▨ MURO DE CARGA
- ▩ MURO DIVISORIO

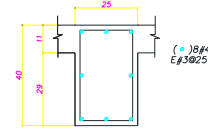
PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO		
UBICACION: QUERÉTARO, QRO.	FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO:	
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.	PLANTA ENTREPISO L3	
REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.	1ER DISEÑO Y DETALLES	
APROBO:		
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF. R.O.P	AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM.
		PLANO No. ES-06 REV. 0



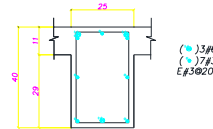
PLANTA DE ENTREPISO L4-L5-L6 1ER DISEÑO
N.P. 9.90,13.20,16.50



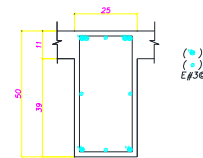
TRABE T-1



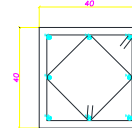
TRABE T-2



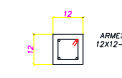
TRABE T-3



TRABE T-4



C-2



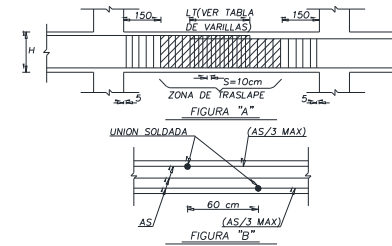
CASTILLO K-1

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPAR(L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1



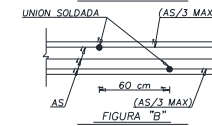
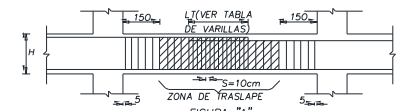
PROYECTO:			
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO			
UBICACION: QUERETARO, QRO.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO: INC. SARA MARTINEZ G.		TITULO:	
CALCULO: INC. SARA MARTINEZ G.		PLANTA ENTREPISO L4,L5,L6	
REVISO: INC. SARA MARTINEZ G.		1ER DISEÑO Y DETALLES	
APROBO:			
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF.	R.O.P	AREA: CIVIL
			ESC. SIN
			ACOT. MM.
			PLANO No. ES-07
			REV. 0

NOTAS GENERALES

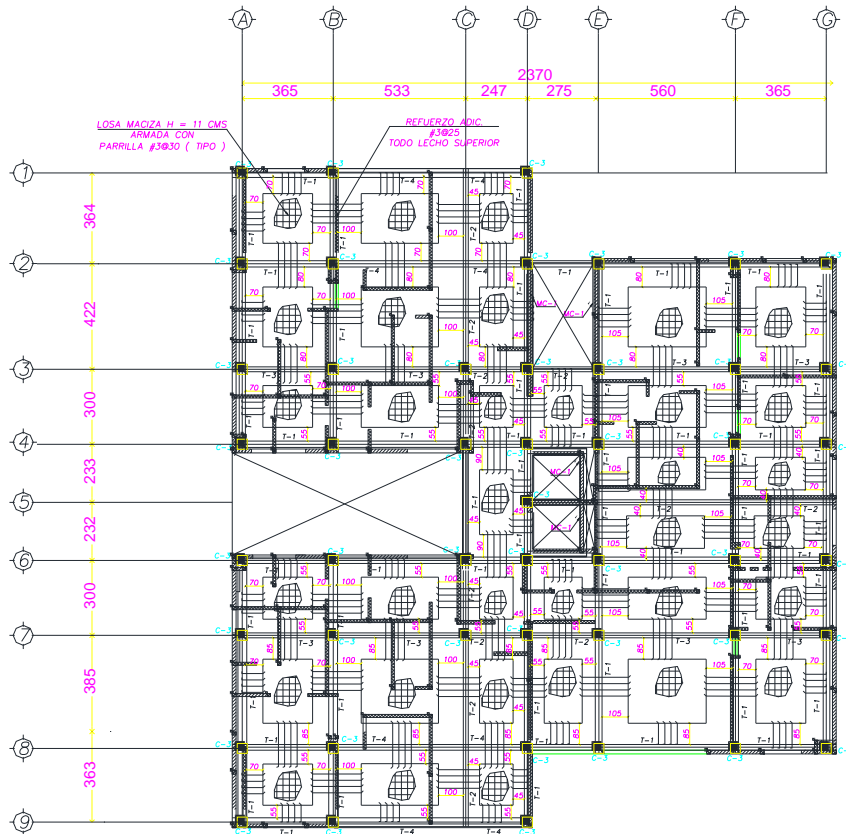
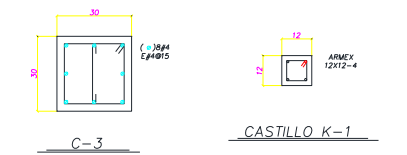
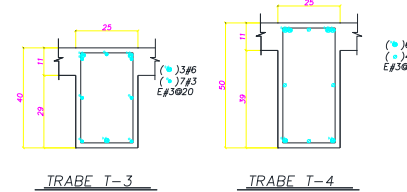
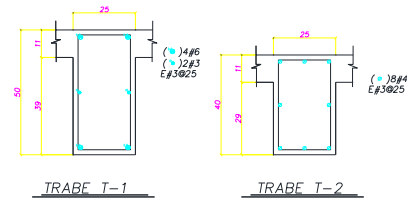
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FLUOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALDEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPAR(L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".

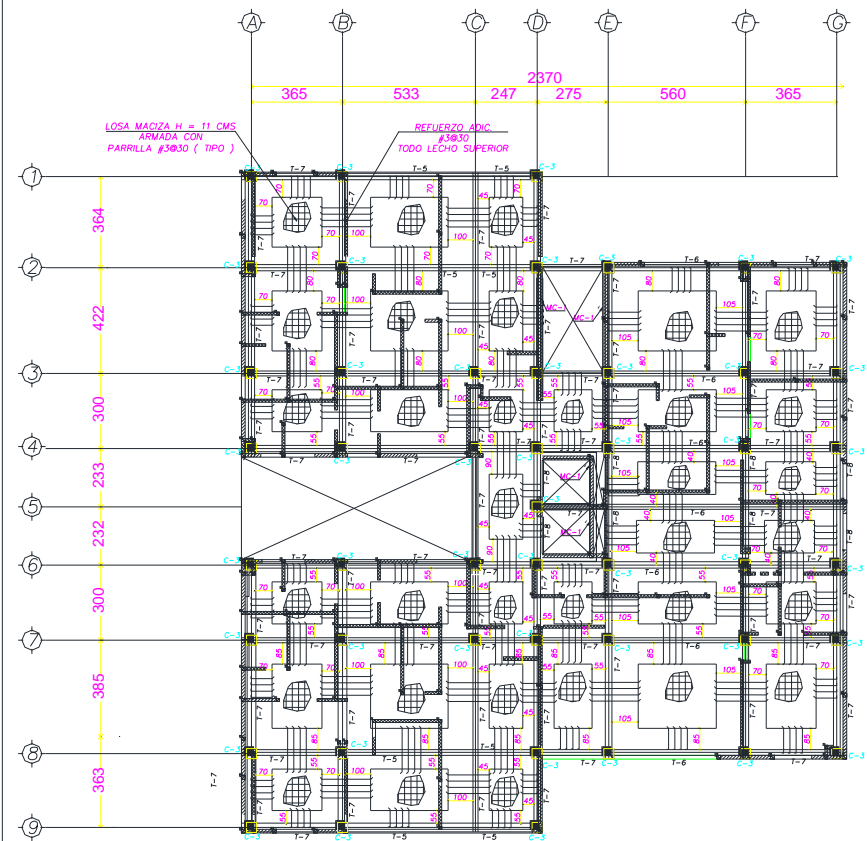


NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1



PLANTA DE ENTREPISO L7-L8-L9 1ER DISEÑO
N.P. 19.80,23.10,26.40

PROYECTO:		EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO	
UBICACION: QUERÉTARO, QRO.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO:		
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.	PLANTA ENTREPISO L7,L8,L9		
REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.	1ER DISEÑO Y DETALLES		
APROBO:			
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF.	R.O.P	AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM.
			PLANO No. ES-08 REV. 0



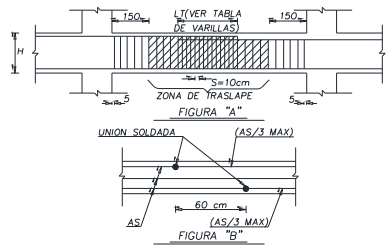
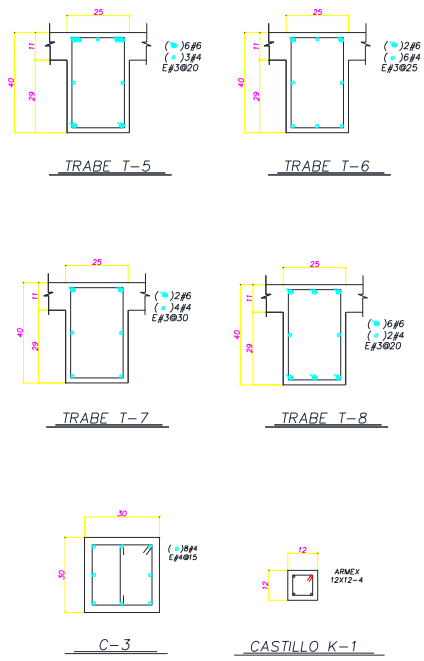
PLANTA DE AZOTEA L10 1ER DISEÑO
N.P. 29.70

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - d) LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SERAN DE BLOCK HUECO NOVACERAMIC

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAP(L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



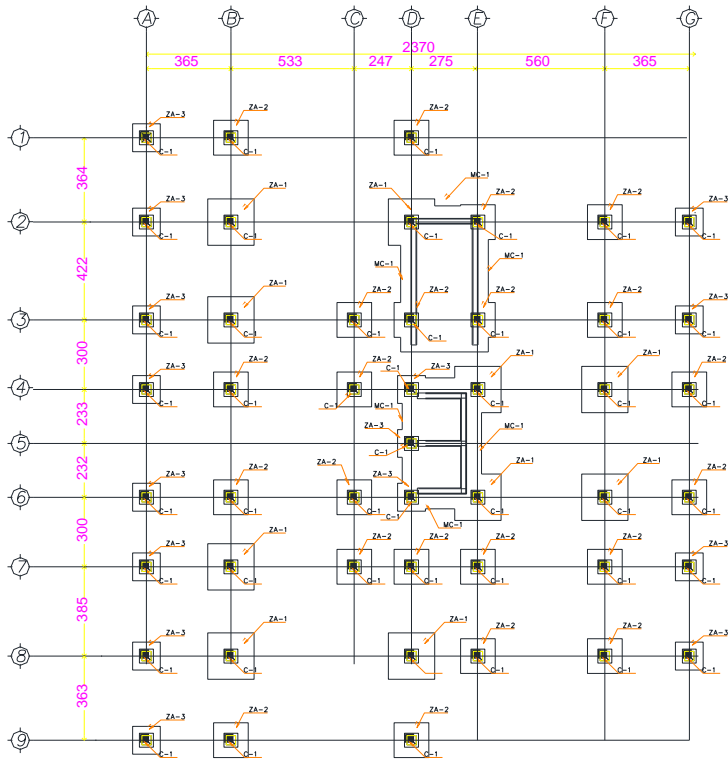
NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

SIMBOLOGIA:

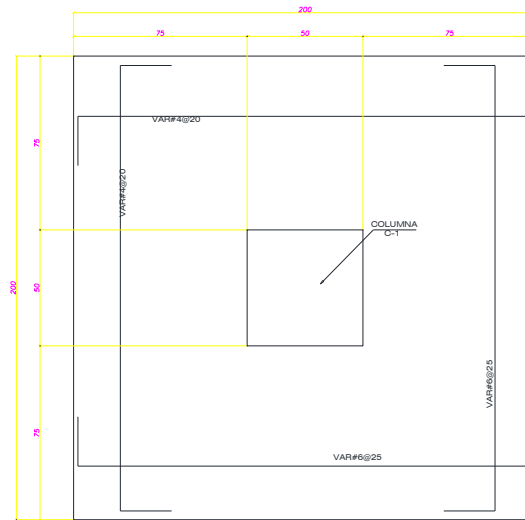
	TRABE
	BAYONETEO
	PARRILLA DE VARILLA
	MURO DE CARGA
	MURO DIVISORIO

PROYECTO:		EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 1ER DISEÑO	
UBICACION:	QUERÉTARO, QRO.	FECHA:	MARZO DE 2012
DIBUJO:	ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO:	PLANTA AZOTEA L10
CALCULO:	ING. SARA MARTINEZ G.	1ER DISEÑO Y DETALLES	
REVISO:	ING. SARA MARTINEZ G.		
APROBO:			
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF. R.O.P	AREA:	CIVIL
		ESC. SIN ACOT. MM.	REV. 0
		PLANO No.	ES-09

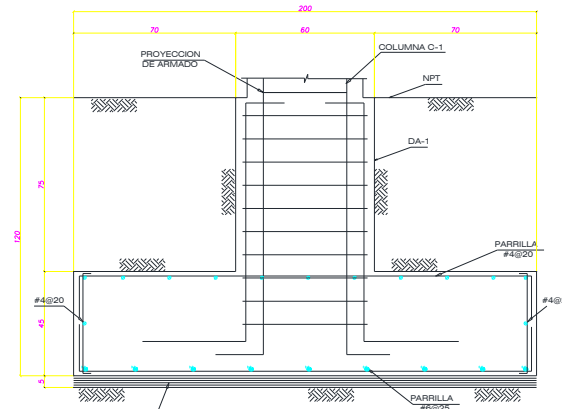
SEGUNDO DISEÑO



PLANTA DE CIMENTACIÓN
N.P.T. - 4.29



ZAPATA AISLADA ZA-1
(PLANTA)



ZAPATA AISLADA ZA-1
(ELEVACIÓN)

NOTAS GENERALES

- ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- TODAS LAS ACOTACIONES, PÁÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERÁN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y EN LA OBRA.
- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTÁN A ESCALA.
- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - CONCRETO ESTRUCTURAL $f'_{cm} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 3cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPERIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L_{ot} o L_{o2}).
- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRIA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLE A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SIGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE 10 Ø.
- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- NO DEBERIA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

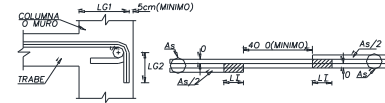
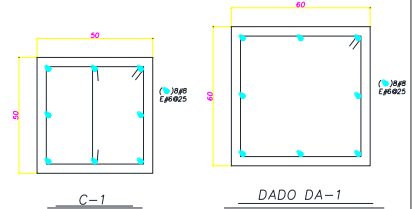


FIGURA 1

FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS

- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SAÑO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10.
- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f'_{cm} = 100 \text{ kg/cm}^2$, A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTA DO PERFECTAMENTE, HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



PROYECTO:		EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO	
UBICACION: OLIVERETARO, ORD.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJO: INC. SARA MARTINEZ G.		TITULO:	
CALCULO: INC. SARA MARTINEZ G.		PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES	
REVISO: INC. SARA MARTINEZ G.		AUTOR:	
PERITO RESPONSABLE:	CECULA PROF.	R.O.P.	AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM.
PLANO No. ESV-01		REV. 0	

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FLOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - c) ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- RECUBRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- 6.- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- 7.- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, o 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
- 8.- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, o 2cm.
- 9.- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L1 o L2).
- 10.- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- 11.- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SEGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE 70 ϕ .
- 12.- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- 13.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

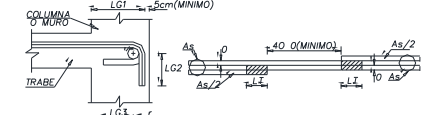
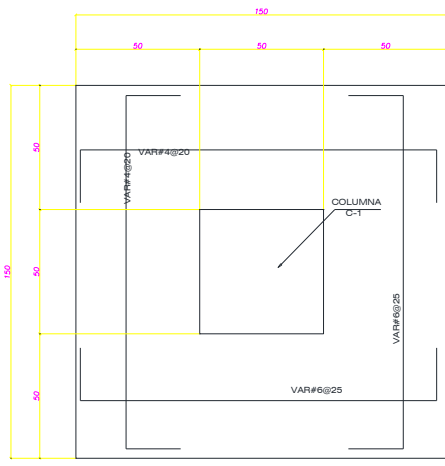
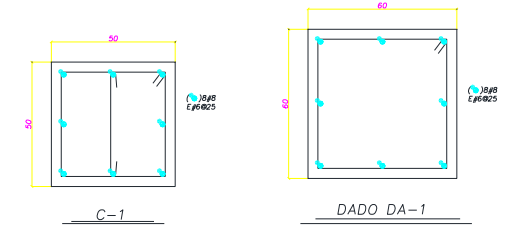


FIGURA 1

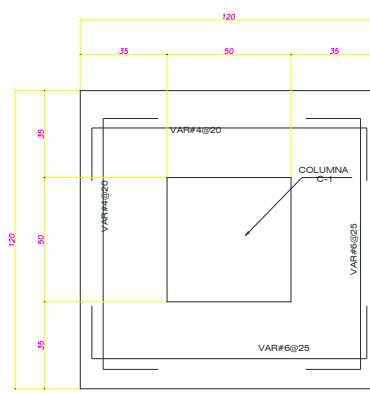
FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION FIRME Y RELLENOS

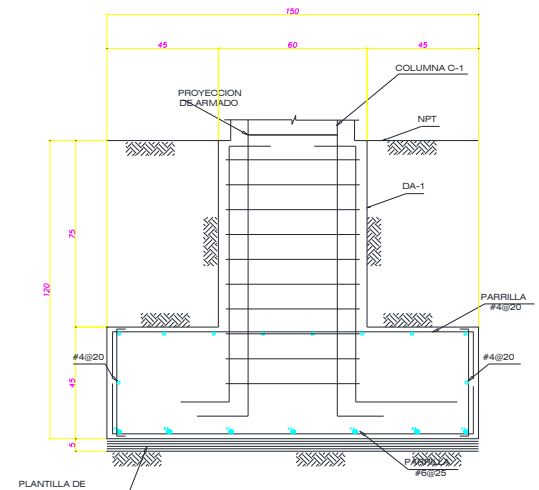
- 1.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10
- 2.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- 3.- LOS RELIEVOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm de ESPESOR COMPACTADO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



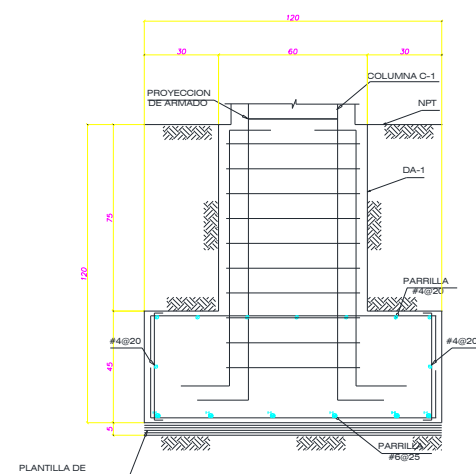
ZAPATA AISLADA ZA-2 (PLANTA)



ZAPATA AISLADA ZA-3 (PLANTA)



ZAPATA AISLADA ZA-2 (ELEVACION)



ZAPATA AISLADA ZA-3 (ELEVACION)

PROYECTO:		EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO	
UBICACION: QUERÉTARO, QRO.		FECHA: MARZO DE 2012	
DIBUJÓ: ING. SARA MARTINEZ G.		TÍTULO:	
CALCULÓ: ING. SARA MARTINEZ G.		PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES	
REVISÓ: ING. SARA MARTINEZ G.		APROBÓ:	
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF. R.O.P.	AREA: CIVIL	ESC. SIN ACOT. MM.
		PLANO No. ESV-02	REV. 0

NOTAS GENERALES

- 1.-ACOTACIONES EN CENTIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FLUJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.-LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - c) ARMEZ Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- RECURRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES 2cm, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- 6.- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS, A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- 7.- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO.
- 8.- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
- 9.- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L1 O L2).
- 10.- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- 11.- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPATANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SIGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE 10 Ø.
- 12.- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L1) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- 13.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

VARILLA	Ø	As	LA1	LA2	L1	L2	LG1	LG2	LG3	r
No.	cm	cm ²	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3	0.95	0.71	30	35	40	45	20	12	6	4
4	1.27	1.27	35	45	45	60	30	15	6	5
5	1.59	1.98	40	55	55	75	35	20	6	7
6	1.90	2.85	50	70	65	90	45	25	8	8

LA1, L1=PARA VARILLAS CON MENOS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
 LA2, L2=PARA VARILLAS CON MAS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
 LG1, LG2, LG3=SE DEFINEN EN LA FIGURA 1.

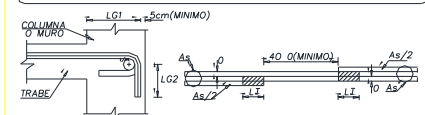
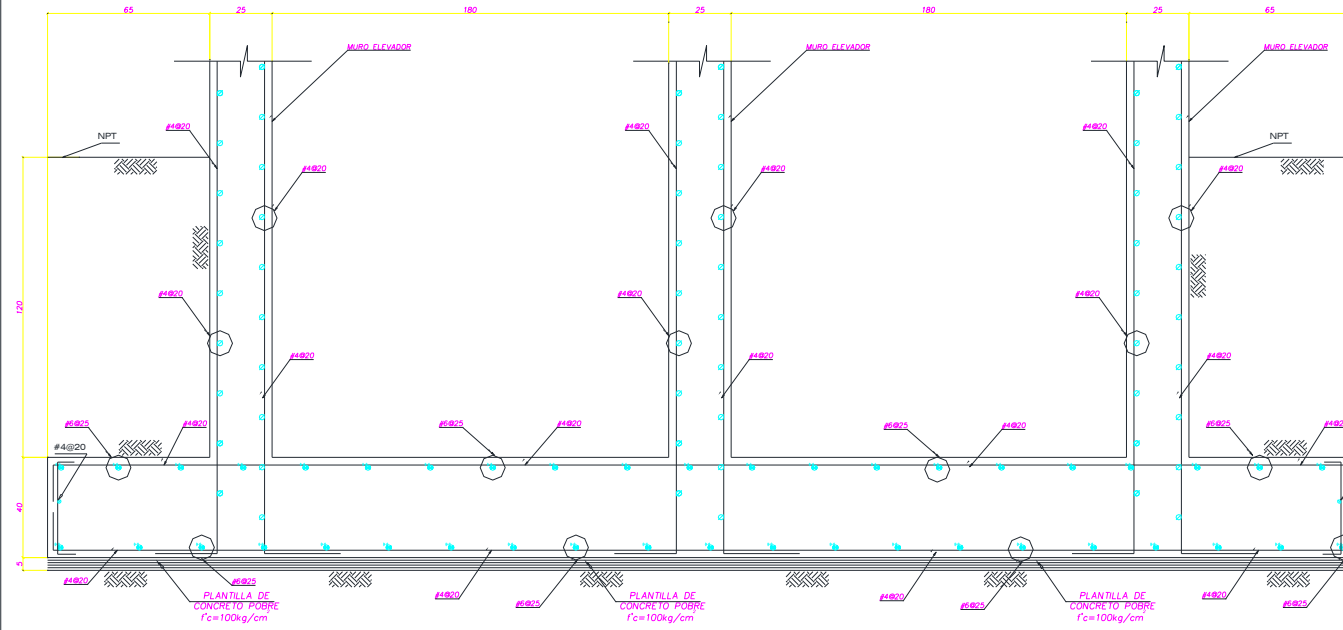


FIGURA 1 FIGURA 2

NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS

- 1.-TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA, O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10
- 2.- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- 3.-LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTA DO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDAR.



MURO DE CONTENCION MC-1 (ELEVACION)

PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO

UBICACION: QUERETARO, ORO. FECHA: MARZO DE 2012

DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G. TITULO: PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES

CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.

APROBO:

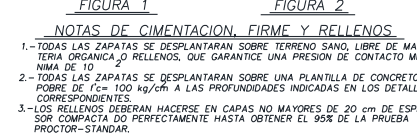
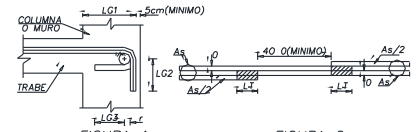
PERITO RESPONSABLE: CEDULA PROF. R.O.P AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM. PLANO No. ESV-03 REV. 0

NOTAS GENERALES

- ACOTACIONES EN CENTIMETROS; NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - CONCRETO ESTRUCTURAL $f'_{cm} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ARMEX Y MALLA CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- RECURRIMIENTOS LIBRES: EN TRABES, ZAPATA 7cm, LOSAS 1.5cm, DEBERAN SER VERIFICADOS ANTES Y DURANTE EL COLADO.
- NO SE ADMITIRAN PAQUETES DE VARILLAS A EXCEPCION DE QUE SE INDIQUE EN DETALLES ESPECIFICOS.
- LA MINIMA SEPARACION HORIZONTAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 1.5 VECES EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.
- LA MINIMA SEPARACION VERTICAL LIBRE ENTRE VARILLAS SERA EL MAYOR DE LOS DOS VALORES SIGUIENTES: EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAS GRUESA, O 2cm.
- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE RECTO PARA VARILLA CORRUGADA SE ESPECIFICAN EN LA TABLA DE VARILLAS (L1 O L2).
- SI NO SE HACE OTRA INDICACION, TODAS LAS VARILLAS TERMINADAS EN ESCUADRA SE ANCLARAN EN LOS ELEMENTOS NORMALES COMO SE INDICA EN LA FIGURA 1.
- EL ANCLAJE DE ESTRIBOS Y GRAPAS SE HARA CON UN DOBLEZ A 135° Y 180° RESPECTIVAMENTE RESPETANDO LOS RADIOS (r) INDICADOS EN LA TABLA DE VARILLAS, SEGUIDO DE UN TRAMO RECTO DE JO 0.
- SE ADMITEN TRASLAPES PARA CUALQUIER DIAMETRO DE VARILLA CON LAS LONGITUDES (L1) INDICADAS EN LA TABLA DE VARILLAS.
- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION. EL REFUERZO RESTANTE PODRA TRASLAPARSE EN OTRA SECCION QUE DISTE COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE LA PRIMERA.

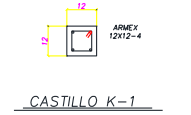
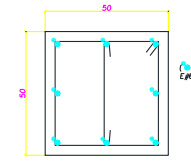
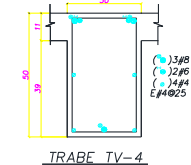
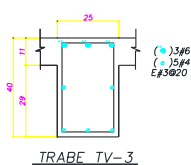
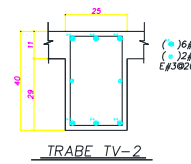
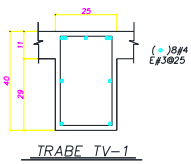
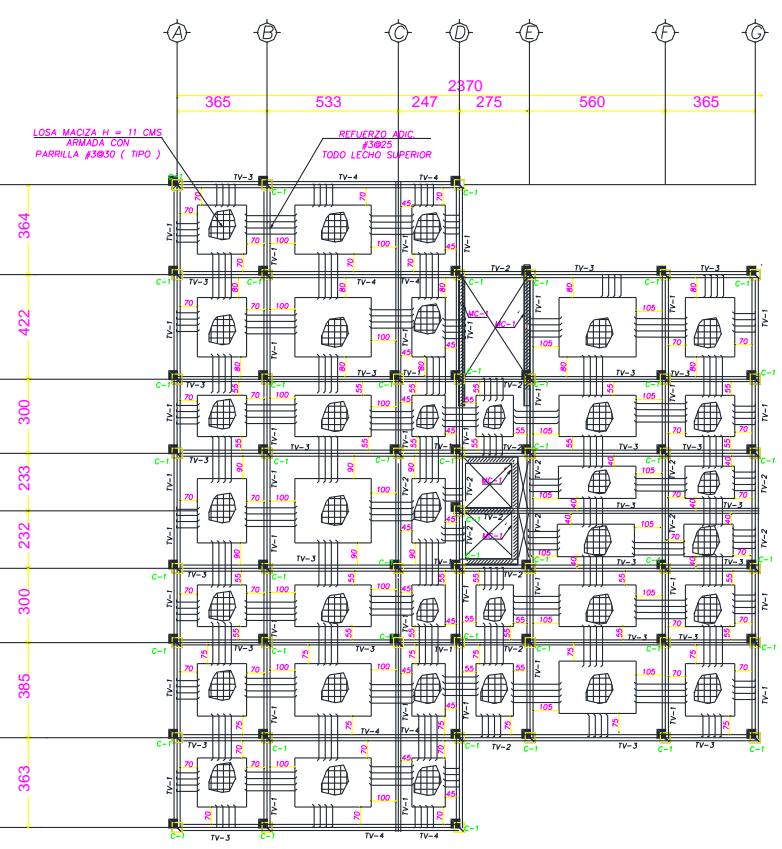
TABLA DE VARILLAS										
VARILLA	ϕ	As	LA1	LA2	LT1	LT2	LG1	LG2	LG3	r
No.	cm	cm ²	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3	0.95	0.71	30	35	40	45	20	12	6	4
4	1.27	1.27	35	45	55	60	30	15	6	5
5	1.59	1.98	40	55	75	85	35	20	6	7
6	1.90	2.85	50	70	90	105	45	25	8	8

LA1, LT1=PARA VARILLAS CON MENOS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
LA2, LT2=PARA VARILLAS CON MAS DE 30cm. DE CONCRETO BAJO ELLAS.
LG1, LG2, LG3=SE DEFINEN EN LA FIGURA 1.



NOTAS DE CIMENTACION, FIRME Y RELLENOS.

- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE TERRENO SANO, LIBRE DE MATERIA ORGANICA O RELLENOS, QUE GARANTICE UNA PRESION DE CONTACTO MINIMA DE 10 t/m².
- TODAS LAS ZAPATAS SE DESPLANTARAN SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN LOS DETALLES CORRESPONDIENTES.
- LOS RELLENOS DEBERAN HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 cm DE ESPESOR COMPACTA DO PERFECTAMENTE HASTA OBTENER EL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR-STANDARD.



PLANTA DE ENTREPISO L1
N.P. 0.00

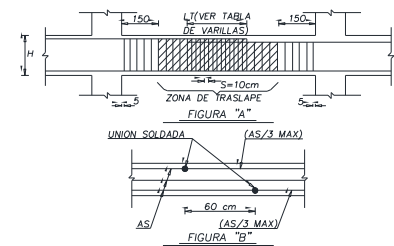
PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO			
UBICACION: QUERÉTARO, QRO.	FECHA: MARZO DE 2012	TITULO:	
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.	PLANTA DE ENTREPISO L1 Y DETALLES		
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.	REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.		
APROBO:	CEDULA PROF. R.O.P	AREA: CIVIL	ESC. SIN ACOT. MM.
PERITO RESPONSABLE:		PLANO No. ESV-04	REV. 0

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_{c'} = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f_{c'} = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- PARA DEMAS NOTAS CONSULTAR PLANO ES-2009260-01

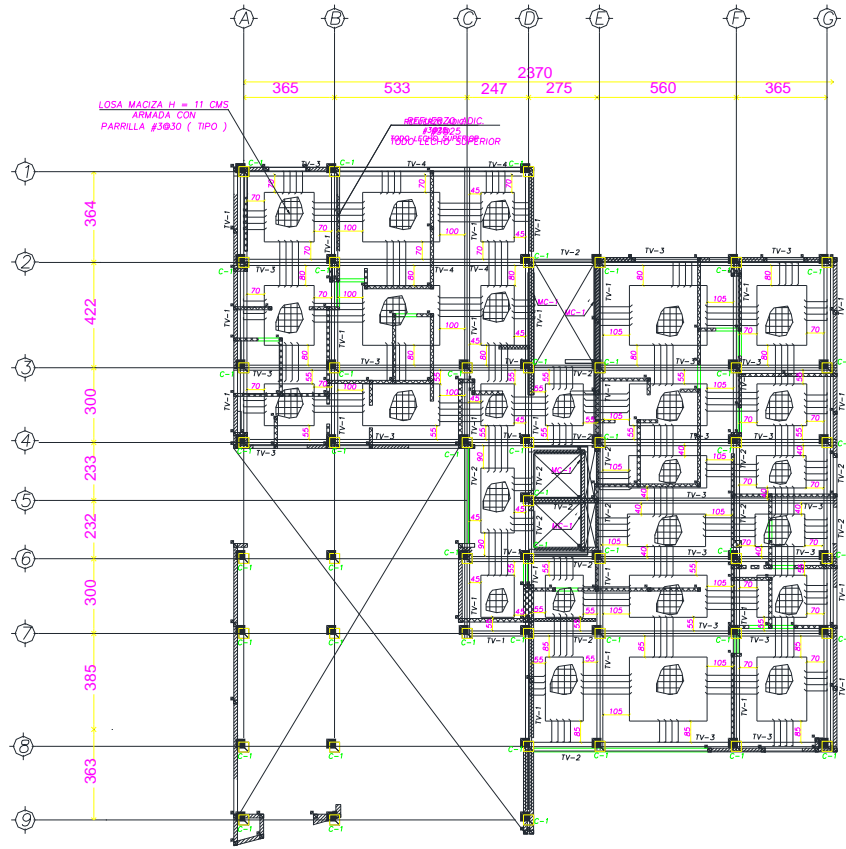
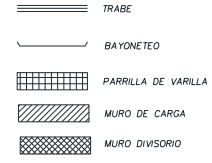
NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALIEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPE (L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

SIMBOLOGIA:



PLANTA DE ENTREPISO L2
N.P. 3,30

PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO

UBICACION: QUERÉTARO, QRO. FECHA: MARZO DE 2012

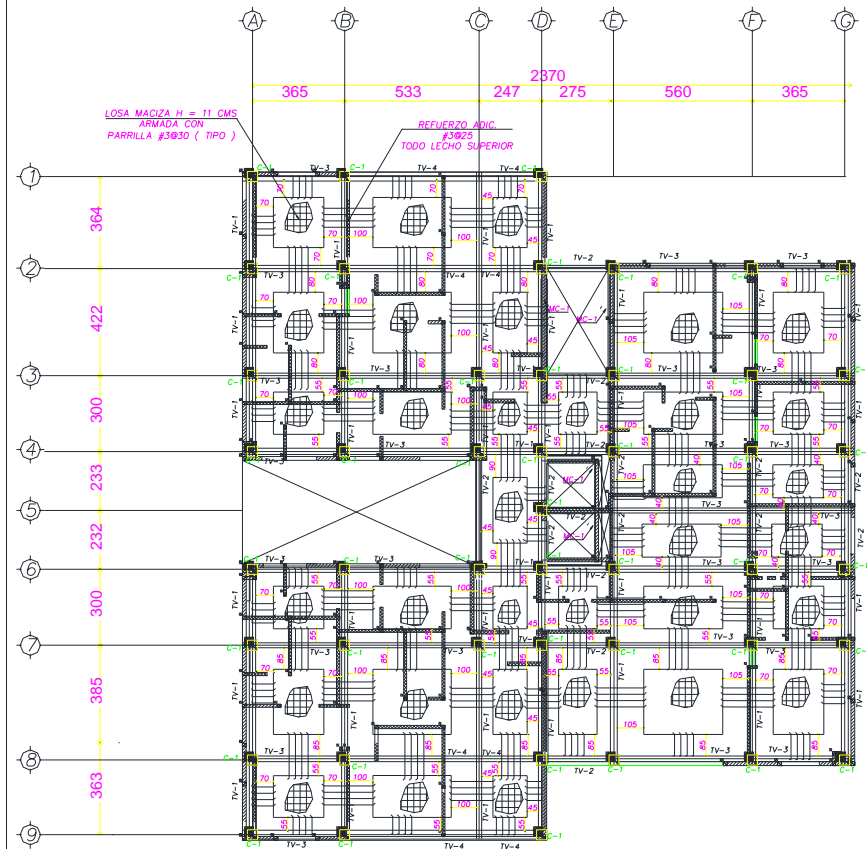
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G. TITULO: PLANTA ENTREPISO L2

CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G. 2NDO DISEÑO Y DETALLES

REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.

APROBO:

PERITO RESPONSABLE: CEDULA PROF. R.O.P. AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM. PLANO No. **ESV-05** REV. 0



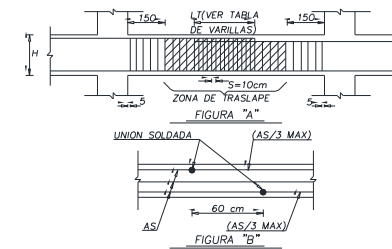
PLANTA DE ENTREPISO L3
N.P. 6.60

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- PARA DEMAS NOTAS CONSULTAR PLANO ES-2009260-01

NOTAS DE TRABES

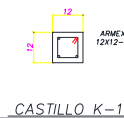
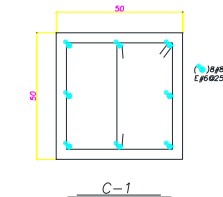
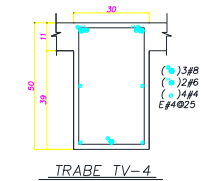
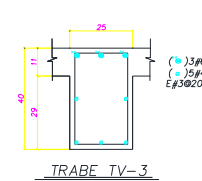
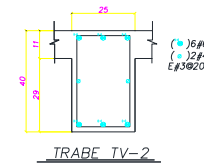
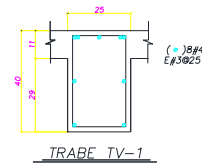
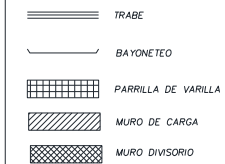
- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPAR(L). LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



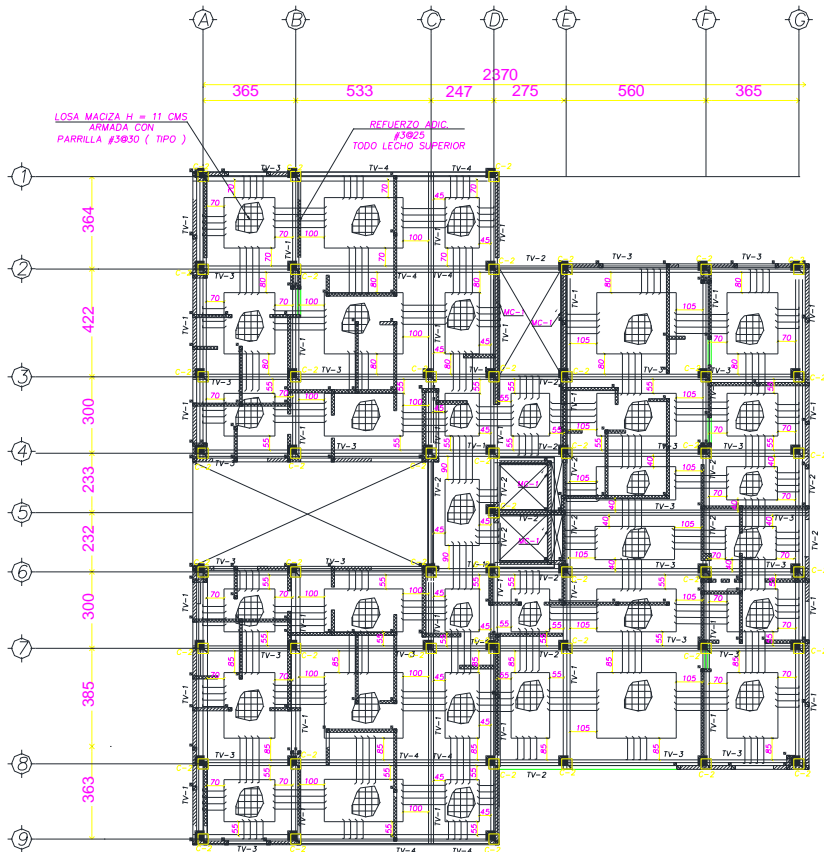
NOTA:

- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

SIMBOLOGIA:



PROYECTO:			
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO			
UBICACION:	QUERÉTARO, ORD.	FECHA:	MARZO DE 2012
DIBUJO:	ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO:	PLANTA ENTREPISO L3 2NDO DISEÑO Y DETALLES
CALCULO:	ING. SARA MARTINEZ G.	REVISO:	
REVISO:	ING. SARA MARTINEZ G.	APROBO:	
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF.	R.O.P	AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM.
			PLANO No. ESV-06 REV. 0



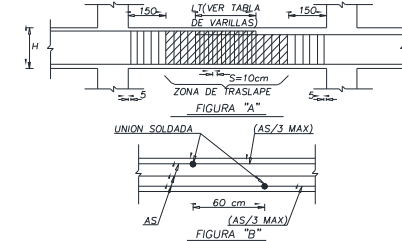
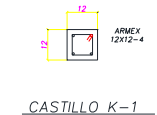
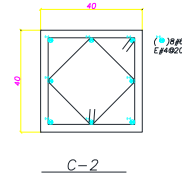
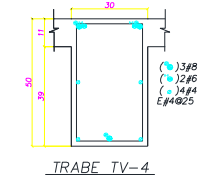
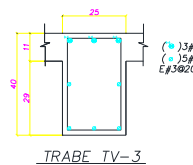
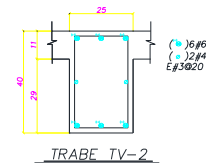
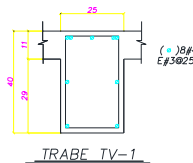
PLANTA DE ENTREPISO L4-L5-L6
N.P. 9.90,13.20,16.50

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLECUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- PARA DEMAS NOTAS CONSULTAR PLANO ES-2009260-01

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARRILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPE(LT), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARRILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



NOTA:
-TODOS LOS CASTILLOS SON K-1



PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2ND0 DISEÑO

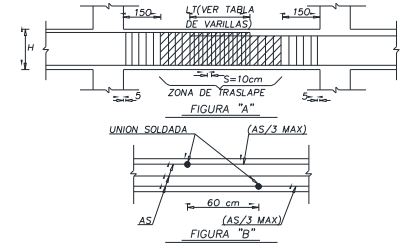
UBICACION: QUERETARO, QRO.	FECHA: MARZO DE 2012
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.	TITULO: PLANTA ENTREPISO L4,L5,L6 2ND0 DISEÑO Y DETALLES
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.	
REVASO: ING. SARA MARTINEZ G.	
APROBO:	
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF. R.O.P. AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM PLANO No. ESV-07 REV. 0

NOTAS GENERALES

- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- 2.- TODAS LAS ACOTACIONES, PAREDES FINIS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- 3.- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 4.- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - a) CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - b) CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - c) ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLEUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- PARA DEMAS NOTAS CONSULTAR PLANO ES-2009260-01

NOTAS DE TRABES

- 1.- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- 2.- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- 3.- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPE(L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- 4.- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- 5.- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PARGO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".

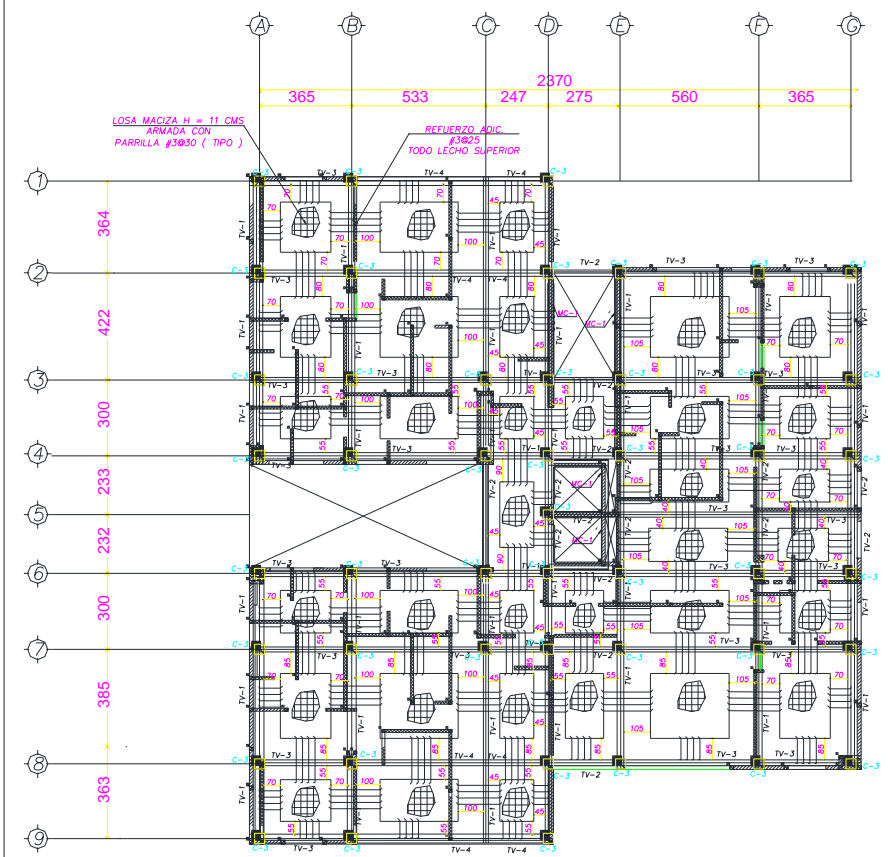


NOTA:
- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

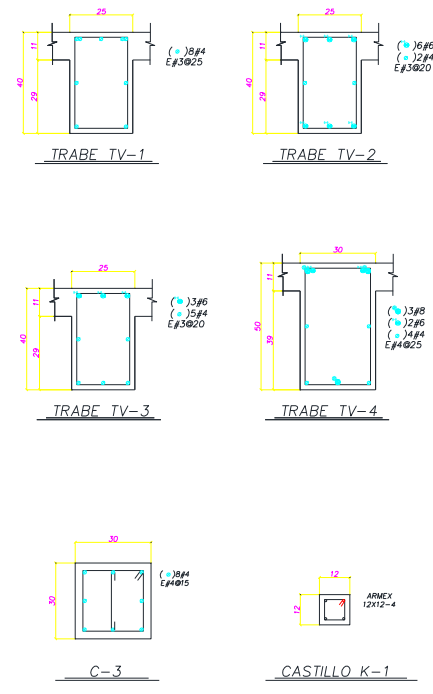


PROYECTO: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO

UBICACION: QUERETARO, ORO.	TITULO: PLANTA ENTREPISO L7,L8,L9 2NDO DISEÑO Y DETALLES	FECHA: MARZO DE 2012
DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.		
CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.		
REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.		
APROBO:		
PERITO RESPONSABLE:	CEDULA PROF. R.O.P	AREA: CIVIL ESC. SIN ACOT. MM.
		PLANO No. ESV-08 REV. 0



PLANTA DE ENTREPISO L7-L8-L9
N.P. 19.80,23.10,26.40

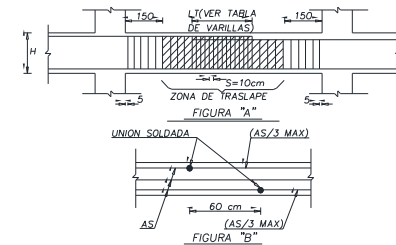


NOTAS GENERALES

- ACOTACIONES EN MILIMETROS, NIVELES EN METROS O INDICADOS.
- TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FLUOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS ARQUITECTONICOS Y EN LA OBRA.
- LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- ESPECIFICACION DE MATERIALES:
 - CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 - CONCRETO POBRE $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ PARA PLANTILLAS
 - ACERO DE REFUERZO CON LIMITE DE FLUENCIA $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- PARA DEMAS NOTAS CONSULTAR PLANO ES-2009260-01

NOTAS DE TRABES

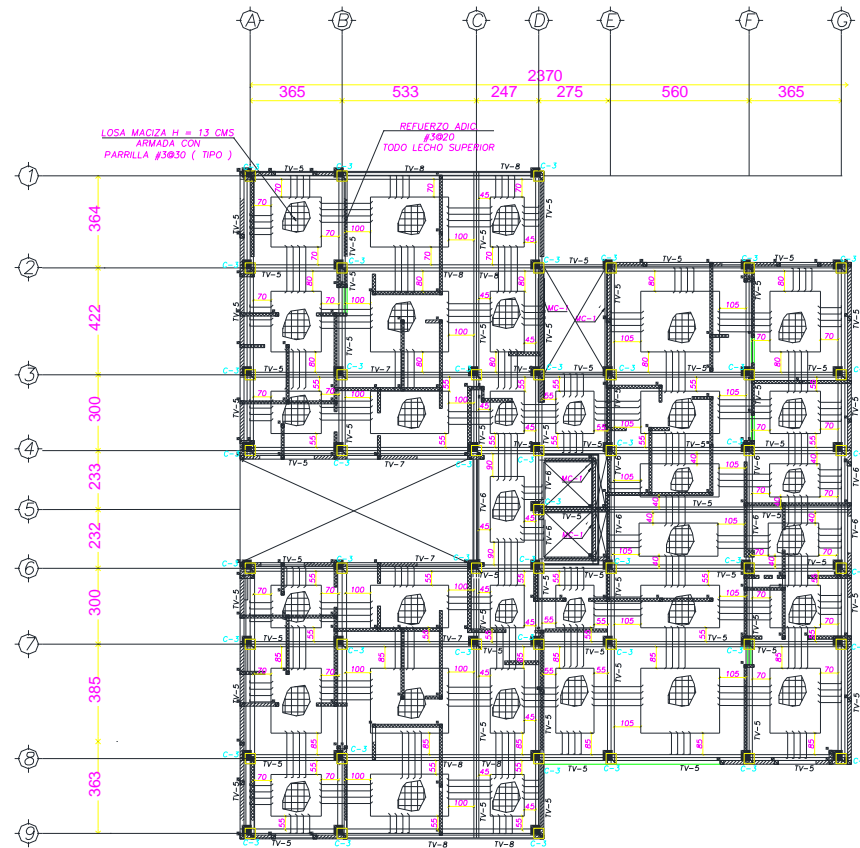
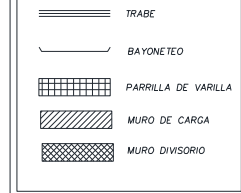
- DE NO HACERSE AQUI OTRA INDICACION DEBERA RESPETARSE LO ESPECIFICADO EN LAS NOTAS GENERALES.
- PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL, SE ADMITEN PAQUETES DE NO MAS DE DOS VARILLAS, Y SOLO CUANDO SE ALOJEN EN LAS ESQUINAS DE ESTRIBOS.
- NO SE ADMITE TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION Y SOLO SE HARAN EN LA ZONA INDICADA EN LA FIG. "A", Y EN CADA TRAMO DE TRASLAPE (L), LA SEPARACION DE ESTRIBOS NO SERA MAYOR DE 10cm.
- LAS UNIONES DE VARILLAS POR SOLDADURA PUEDEN HACERSE EN CUALQUIER SECCION DE LA TRABE, A CONDICION DE QUE NO SE UNA MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION, Y LA DISTANCIA ENTRE DOS UNIONES SEA MAYOR DE 60cm COMO SE INDICA EN LA FIGURA "B".
- PARA DISTRIBUIR LOS ESTRIBOS ESPECIFICADOS SE COLOCARA EL PRIMERO A 5 cm. DEL PAÑO INTERIOR DEL APOYO, COMO SE INDICA EN LA FIGURA "A".



NOTA:

- TODOS LOS CASTILLOS SON K-1

SIMBOLOGIA:



PLANTA DE AZOTEA L10

N.P. 29.70

PROYECTO:

EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS 2NDO DISEÑO

UBICACION: QUERÉTARO, QRO.

FECHA: MARZO DE 2012

DIBUJO: ING. SARA MARTINEZ G.

TITULO:

CALCULO: ING. SARA MARTINEZ G.

REVISO: ING. SARA MARTINEZ G.

APROBO:

PERITO RESPONSABLE:

CEDULA PROF. R.O.P

AREA: CIVIL

ESC. SIN ACOT. MM.

PLANO No. **ESV-09** REV. 0

PLANTA AZOTEA L10
2NDO DISEÑO Y DETALLES