

881215

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la
Universidad Nacional Autónoma de México

1
28



UNIVERSIDAD ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS

TESIS PROFESIONAL

Que Para Obtener el Título de

INGENIERO CIVIL

Presenta

MARCO ANTONIO AGUILAR BEJAR

MEXICO. D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Una vez más, GRACIAS por darme el privilegio de haber nacido en esta familia donde, por ser tú el centro de todo movimiento, aprendimos a descubrir el significado del AMOR a través del núcleo familiar y la sociedad. Gracias también por la necesidad, porque con ella bien encaminada, se alcanzan grandes metas y se logran los retos que me he trazado en la vida.

A MIS PADRES:

*Por darme la vida, su amor incondicional,
sus desvelos, su ejemplo y tantas bendiciones
que han reflejado día con día lo que soy.*

A MI MAMA:

*Porque aun cuando te has ido,
sigues viviendo en mi corazón y
en mis pensamientos.*

A MI PAPA:

*Porque sin tu apoyo y tu persistencia en
que terminara lo que inicié algún día,
no hubiera sido realidad este esfuerzo
por hacer de mí un hombre de bien.*

A MI ESPOSA:

*Porque gracias a tu ejemplo y tu
empeño en mi superación,
he culminado una etapa de
mi vida que la tenía pendiente.*

TE AMO.

A MIS HERMANOS:

*Porque aun cuando la vida nos
ha llevado por caminos
diferentes, nos une un lazo muy
grande de amor, que es papá, y
el saber que mamá vive entre
nosotros.*

A MIS MAESTROS:

Con cariño y respeto.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

*Con quienes compartí momentos
inolvidables que dieron sentido y
sabor a los días de escuela.*

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	4
1.2 Objetivo	14
1.3 Limitaciones y alcances	18
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DEL SISTEMA	
2.1 Descripción	27
2.2 Soluciones en diferentes tipos de suelos	37
2.3 Posibilidades en construcciones existentes y en servicio	44

CAPÍTULO 3 COMPARACIÓN DE SOLUCIONES

3.1	Sistema tradicional	50
3.2	Sistema por Niveles Gemelos	57
3.3	Evaluación comparativa	63

CAPÍTULO 4 COSTO

4.1	Sistema tradicional	69
4.2	Sistema por Niveles Gemelos	73
4.3	Estudio comparativo	76

CAPÍTULO 5 TIEMPOS DE EJECUCIÓN

5.1	Sistema tradicional	83
5.2	Sistema por Niveles Gemelos	87
5.3	Estudio comparativo	91

	Pág.
CAPÍTULO 6 EJEMPLO DE APLICACIÓN	
6.1 Generalidades del proyecto	96
6.2 Programas de construcción	105
6.3 Análisis comparativo del tiempo de ejecución	140
 CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES	 147
 BIBLIOGRAFÍA	 150

PRÓLOGO

A lo largo de la Historia, el hombre se ha preocupado por superarse en el ámbito de las construcciones para su propia seguridad, resguardándose de la intemperie y del ataque de los animales. En la actualidad ha logrado un avance tal en la materia que puede vivir de una forma digna, confortable y segura.

En el mundo moderno se ha acumulado tal conocimiento que una sola persona no sería capaz de aplicarlo todo a su vida; de aquí que se han creado las diversas ramas o especialidades en cada una de las áreas del saber.

En el campo de la Ingeniería existen diversas ramas que delimitan el uso de la inteligencia, como son, por ejemplo, la Ingeniería Civil, la Industrial, la Mecánica, la de Sistemas, etc. El ingeniero es el especialista que aplica los conocimientos científicos al perfeccionamiento y desarrollo

de la industria en todas sus modalidades, una de ellas es la industria de la construcción, y es el Ingeniero Civil el técnico más indicado para dirigirla, creando obras que materializan la concepción de las ideas y culminan con la ejecución física de los proyectos.

Haciendo memoria, la palabra "*Ingeniería*" se deriva del latín *ingenium*, que significa: capacidad de discurrir e inventar, y el nombre de ingeniero se dio en un principio a los individuos que aplicaban su inventiva y conocimientos a la construcción de fortificaciones para defensa del país en caso de guerra, o a la construcción de grandes obras de Ingeniería como vías terrestres que sirven para comunicar a dos o más poblaciones, y así promover más rápido el desarrollo de éstas.

En el presente trabajo se corrobora la definición de *Ingeniería*, ya que trata de un novedoso sistema para construir grandes edificios urbanos, nacido en nuestro país.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.2 Objetivo

1.3 Limitaciones y Alcances

1.1 ANTECEDENTES

La edificación puede definirse como el elemento resultante de la conjunción de varios materiales expresamente creados para poder destinarse a crear un ente material en armónico orden y proporción debida, según su función específica cuyo fin sea crear el habitat de los humanos, definiendo espacios para sus diversas actividades.

La construcción a través de los siglos ha sufrido constantes cambios y mejoras y, consecuentemente, las edificaciones obtenidas han sido cada vez más confortables, más estéticas y más seguras.

Así por ejemplo, sabemos que la vivienda del hombre al inicio de su existencia, fueron las cavernas naturales que le ofrecía la tierra, pero conforme pudo ir avanzando en el

conocimiento de materiales y de técnicas constructivas, logró obtener edificaciones más cómodas y seguras hasta llegar a los tiempos modernos, en que se construyen grandes edificios urbanos que en algunas ocasiones llegan a tener más de cien pisos de altura, y que están provistos de todas las comodidades hasta ahora conocidas, así como de diversos dispositivos de seguridad contra cualquier tipo de siniestro.

En general, México es considerado como un país en vías de desarrollo, sin embargo, la industria mexicana de la construcción, es avanzada, dado que contamos con ingenieros bien preparados en la materia, con gran capacidad y un amplio criterio para solucionar complejos problemas que se presentan en nuestro país.

De los diversos tipos de construcción, la edificación urbana es, tal vez, la que mayores progresos ha alcanzado en México, y esto se debe a los grandes problemas que se presentan en el país, especialmente en el Distrito Federal, lo

cual ha creado constantes retos que el ingeniero ha sabido superar.

Entre los problemas que constantemente se presentan en la ciudad de México, tenemos por una parte: la alta sismicidad de la zona, el tipo de suelo en zonas lacustres, que es muy compresible y de baja resistencia al corte, los cuales han sido superados de diversas maneras, por ejemplo: mecanizando las cimentaciones para adaptar su comportamiento al del subsuelo, construyendo estructuras capaces de soportar fuertes movimientos y en algunas ocasiones, con ingeniosos dispositivos que reducen al mínimo la transmisión de los movimientos del suelo a los edificios durante la ocurrencia de sismos.

Por otra parte, en las zonas lacustres la variación de los materiales que constituyen el subsuelo de un sitio a otro y su diferente coeficiente de permeabilidad, producen asentamientos diferenciales cuando se le extrae agua, lo que afecta a las estructuras y en algunos casos, se hace necesaria su demolición.

Además, la presencia del nivel de aguas freáticas a muy poca profundidad, respecto del nivel de la calle, dificulta las excavaciones para construir la cimentación, por lo que se han tenido que aplicar diversos sistemas de extracción de agua, ya sea por gravedad, inyectores y el de electro-ósmosis.

Otro problema es la poca capacidad de carga del terreno y su alta compresibilidad que ha obligado a los constructores a desarrollar diversas formas de cimentar, tales como: la sustitución o con dos tipos de cimientos profundos como son las pilas y pilotes, y combinaciones de éstos con la sustitución. Otro es, la constante pérdida de humedad del subsuelo, produciendo un continuo hundimiento de la ciudad que afecta gravemente a muchas estructuras, efectos que en algunos casos se han resuelto con ingeniosos dispositivos de control de deformaciones en pilotes, para lograr mantener "a plomo" los edificios y descenderlos a la misma velocidad que el suelo, para evitar que emerjan, lo que desconfinaba la cabeza de sus pilotes.

La problemática para construir grandes edificios con más de quince metros de profundidad ha sido superada con eficacia y seguridad por el ingenioso procedimiento constructivo que motivó el presente trabajo.

Es en los grandes problemas donde nacen las grandes soluciones y, el sistema que en este estudio se presenta, no ha sido la excepción, ya que es idóneo para solucionar el reto de llevar a cabo grandes excavaciones en cualquier tipo de suelo, sobre todo, en los sobresaturados y reducir al máximo el tiempo de ejecución de las grandes obras, en beneficio no sólo de los inversionistas, sino también de los técnicos involucrados, por la seguridad que da al realizar excavaciones profundas desterrando la falla de fondo cuando se hacen por debajo del nivel de aguas freáticas en zonas lacustres.

"Niveles Gemelos", que como se le conoce a esta técnica, es un procedimiento de construcción aplicable a edificios con excavación profunda, sótanos de estacionamiento de automóviles o cualquiera otro uso en

cualquier tipo de suelos, ya sea con agua freática o sin ella, variando en cada caso en pocos detalles, pero manteniendo siempre sus principales características de seguridad y ahorro importante de tiempo cuando se le compara con procedimientos antiguos.

Hasta la fecha, en la zona del lago de la ciudad de México, la construcción tradicional de edificios con varios sótanos para estacionamiento de vehículos, ha generado dos tipos diferentes de problemas: por una parte, los de tipo técnico, pues hacer excavaciones profundas conduce a riesgos por "falta de fondo", cuando se hacen bajo el N.A.F., por lo que es necesario construir ataguías impermeables y un excesivo troquelamiento para asegurar el suelo circundante y por otra parte, los de tipo económico, directos e indirectos, que resultan como consecuencia de los técnicos, y que son: fuertes inversiones en obras para aseguramiento del suelo y el largo tiempo en la construcción del edificio por el ataque meticuloso de la excavación, y de la construcción de abajo hacia arriba en los sótanos, dependiendo de ella la terminación del edificio, lo que conduce a un gran costo final

de la obra, debido al impacto de la inflación, cuando ésta es significativa, a la alta tasa de interés sobre el capital invertido y a gastos fijos en administración de obra.

Hoy en día, cuando el alto costo del terreno obliga a la construcción vertical, existen proyectistas que paradójicamente prefieren realizarla solamente hacia arriba del nivel de banqueta y, por consecuencia, localizar las zonas de estacionamiento sobre el nivel de ella; sin embargo es imperativo que antes de realizar cualquier proyecto de edificación con este criterio, se tomen en cuenta las siguientes repercusiones negativas en contra de los usuarios y de los inversionistas:

- a) En caso de siniestro, ya sea por sismo o fuego, en un edificio en el que los niveles de estacionamiento se encuentran arriba del nivel de banqueta, los usuarios retardan su salida del edificio, por tener que pasar a través de pisos ocupados por automóviles con tanques llenos de gasolina.

- b) En edificios con estacionamientos hacia arriba, la superestructura requiere de secciones más robustas, por el efecto del sismo que impacta más a un edificio pesado, construido superficialmente, que a uno de iguales dimensiones pero empotrado en el subsuelo.

- c) De la altura total del edificio permitida por las autoridades, los pisos para estacionamiento de automóviles no se rentan al mismo precio que los de oficinas, lo que produce una menor rentabilidad del inmueble y consecuentemente una recuperación más lenta de la inversión inicial, que si fueran todos de oficina.

- d) Los edificios lucen más estéticos cuando los estacionamientos están ocultos bajo la banqueta; si se siguen construyendo edificios con estacionamientos visibles, a la larga, la ciudad se verá con una decoración para coches y no para seres humanos, rompiendo el antiguo concepto de

decoración y equipamiento urbano, ya que no sólo se entregará a los automóviles el espacio horizontal, sino también el vertical.

Una vez que se han analizado los puntos antes mencionados, se puede concluir que, en la mayoría de los edificios, resulta más conveniente construir los niveles de estacionamiento por debajo del nivel de banqueta aprovechando que se cuenta con tecnología eficaz ya probada y para lograr esto, existen varios procedimientos de construcción, como lo son: los sistemas tradicionales de excavación por zonas utilizando ataguías y troqueles, o como lo es "*Niveles Gemelos*".

En sí, el procedimiento de edificación por *Niveles Gemelos*, nació en 1978 por una doble necesidad debido a una inadecuada contratación de las acostumbradas en el pasado a precio alzado y tiempo determinado con cláusula penal y sin cláusula escalatoria, para una obra realizada, cuando la inflación empezaba a ser importante en nuestro país, consistente en tres sótanos para estacionamiento de

vehículos y una celda de cimentación que se usaría como cisterna para agua potable; la excavación llegaría a 12.5 mts. respecto del nivel de la banqueteta y se localiza en la zona del lago en las cercanías de la transición; el edificio ocupa en planta aproximadamente 30 mts. x 30 mts.; en la esquina de las calles Río Lerma y Río Nilo, Col. Cuauhtémoc, en la ciudad de México. La doble necesidad por satisfacer en este caso, era la siguiente:

Por una parte, suprimir la obra de sostenimiento del suelo, debido a que ella consumiría el 50% del contrato total, que abarcaba la construcción de los sótanos y celda de cimentación y por otra, reducir el tiempo que se requeriría por métodos tradicionales para realizar la excavación y construcción de abajo hacia arriba hasta tener completa la losa de Planta Baja. La meta con este procedimiento fue construir cuanto antes la primera losa completa de superestructura denominada P.B. y así poder iniciar en el mínimo de tiempo la construcción hacia arriba del nivel de banqueteta del edificio completo, incluyendo fachadas, lo que permitiría a la constructora, recuperar parcialmente lo que se

sabía perdería en la subestructura por haberla contratado con un importe menor al presupuestado y sin cláusula escalatoria, con la agravante de haber dado fianza que garantizaba el cumplimiento. Dicha obra, se llevó a cabo con éxito en lo referente a la subestructura, no así en la superestructura, pues el proyecto se suspendió por cambio de propietario, pero lo más importante es que de ella nació el sistema de *Edificación por Niveles Gemelos*, que hoy en día ha permitido construir con toda seguridad para la estructura, estabilidad para el suelo y construcciones vecinas, banquetas e instalaciones públicas ocultas, programación y éxito financiero, el edificio más profundo en zona de lago y uno de los más altos de esta ciudad al que me referiré en el Capítulo VI, de este trabajo.

1.2 OBJETIVO

En toda actividad de nuestra vida, es necesaria la planeación, disciplina, la armonía y la sencillez; por consiguiente, un procedimiento de construcción es una

secuencia ordenada y lógica de las actividades que se deben realizar para llevar a feliz término la materialización de una idea, de acuerdo a un proyecto definido.

Para comprender las ventajas que el procedimiento constructivo llamado "*Niveles Gemelos*" ofrece, se hace necesario plantear el objetivo Financiero, además de los técnicos que el sistema persigue, que es evitar que la superestructura, las instalaciones, las fachadas y los acabados, dependan para su ejecución del largo tiempo que toma la excavación tradicional y consiguiente construcción de abajo hacia arriba por partes, hasta completar la losa del sótano N° 1 o la losa del nivel de Planta Baja o primer piso, según sea el caso; con lo que reduce notablemente el tiempo empleado en la construcción tradicional de edificios de considerable altura y varios sótanos para estacionamiento de vehículos bajo el nivel de banqueta.

Para lograr este objetivo, el sistema proporciona a corto plazo, la losa de planta baja completa o de primer piso o sótano 1, según sea el caso, sin necesidad de contar con la

subestructura completa, sino simplemente con las columnas hasta el nivel de desplante, apoyadas ya sea sobre pilas o pilotes, o directamente sobre el suelo.

Adicionalmente, el desterrar la falla de fondo en excavaciones profundas por debajo del nivel de aguas freáticas es otra meta que se ha alcanzado con este sistema, logrando realizar grandes excavaciones con máxima seguridad, en el caso de suelos saturados. Valga decir que cuando se ha hecho en suelos secos ha resultado de gran sencillez.

Ventajas adicionales como el no usar cimbra de contacto para las losas de sótano, ya que se cuelan directamente sobre la tierra o no requerir excesivo troquelamiento metálico en las colindancias, son características de este sistema.

En resumen puede decirse que "*Niveles Gemelos*" resuelve dos tipos de problemas: técnicos y económicos.

Los problemas de tipo técnico los resuelve a base de excavaciones puntales en el sitio de cada columna en toda el

área por construir, dimensionadas de tal manera que se conservan siempre valores aceptables del factor de seguridad para desterrar la falla de fondo, cuando sea el caso de haber nivel freático y utilizándose con un sistema de troqueles hidráulicos y usando las losas del propio edificio como diafragmas y su muro de contención estructural, para asegurar el subsuelo en las colindancias y alineamientos.

Los problemas de tipo económico, los resuelve de dos formas: por una parte, eliminando gran parte de las obras actualmente necesarias para aseguramiento del suelo, y por otro, acortando severamente el tiempo de programas tradicionales de construcción con lo que no sólo se amortigua el impacto de la inflación, el excesivo gasto de administración y el pago de intereses al capital invertido, sino que genera, adicionalmente, una *RENTABILIDAD ANTICIPADA* muy atractiva para el inversionista privado y una ocupación también anticipada muy conveniente en el caso de edificios públicos tales como hospitales, por ejemplo.

Así pues, al hacer una comparación de los objetivos y metas que se alcanzan con procedimientos tradicionales y con el sistema por *Niveles Gemelos*, se puede concluir que este último, cumple con todos los objetivos del primero, que son la construcción segura de la cimentación y superestructura de los edificios, pero además, logra realizarlos de una manera más rápida y más económica, ubicándose en la posición de aportar importantes ventajas tanto en el área técnica como en el área financiera, por lo que, se hace preferente no sólo en la opción de los proyectistas, sino en la conveniencia de los propietarios.

1.3 LIMITACIONES Y ALCANCES

Si bien es cierto que la humanidad ha desarrollado mejores condiciones de vida y ha alcanzado grandes progresos en todas y cada una de las diferentes actividades hasta ahora conocidas, también es cierto que en muchas ocasiones, estos progresos han tenido consecuencias

negativas para el hombre y su medio ambiente; sin embargo, al hacer un balance entre los beneficios y los resultados adversos, la balanza se inclina hacia el lado positivo, o sea, hacia las innovaciones, lo que da por resultado que éstas son aceptadas y utilizadas. Estas innovaciones ven la luz gracias al apoyo y confianza que algunas veces les dan los técnicos y, siempre, los inversionistas, que son quienes resultan más afectados por la resistencia al cambio.

De igual forma, el hombre crea y modifica sus sistemas de vida y de trabajo, y a veces se ve obligado a realizar grandes esfuerzos aún con incrementos en algunos costos, cuando es necesario, para poder obtener un mejor producto o bien, obtener el mismo en un menor tiempo.

El sistema constructivo objeto de este estudio, al igual que la mayoría de las innovaciones, tiene grandes aportaciones en el ámbito de la construcción pero también tiene limitaciones, y en virtud de que su aplicación más general es en grandes edificios, demanda del constructor todo su ingenio para superar por ejemplo, el tener que

realizar excavaciones bajo techo en espacios muy reducidos, lo cual ha sido logrado con ayuda de equipo de excavación especial que es suficientemente pequeño para poder trabajar en estas reducidas alturas, conservando un alto rendimiento.

La implementación de este sistema conduce a un incremento de los precios unitarios en algunos conceptos de trabajo, con respecto al precio de los mismos en el sistema tradicional de construcción.

Estos conceptos son la excavación y la conexión entre columnas y losas de los niveles de sótanos, sin embargo, al evaluar una obra en forma global, la suma de los ahorros y de la anticipada rentabilidad producidos por *Niveles Gemelos*, resulta mucho mayor que la suma de los sobre-costos en los dos conceptos antes mencionados.

La principal limitación de "*Niveles Gemelos*" se halla en edificios de poca profundidad, esto es, edificios con menos de dos sótanos de estacionamiento, ya que resultaría anti-económico, debido a que el sobre-costos en la excavación y conexión entre columnas y losas, resultaría mayor que los

ahorros generados por la reducción en el tiempo de ejecución y por la eliminación de las obras para aseguramiento del suelo que por la poca profundidad podrían tal vez, eliminarse; sin embargo, para edificios con dos o más sótanos, el sistema resulta muy atractivo, no importando el tipo de suelo en el que se desee desplantar.

El procedimiento se puede implementar desde el principio del diseño o bien, una vez que éste ha sido terminado, en cuyo caso, no se hacen modificaciones, sino que "*Niveles Gemelos*" se adapta respetando totalmente el diseño original. Es más conveniente lo primero, porque para aprovechar las ventajas del procedimiento no se requiere de un tiempo adicional al empleado en el diseño, como sucedería en el segundo caso.

Este sistema es adaptable a cualquier tipo de apoyos profundos, tales como: pilas, pilotes, de cualquiera que sea su tipo, aún los excéntricos, respecto a las columnas y contratrabes para dotarlos de control, o bien, sin apoyos profundos porque no fueran necesarios, como sucede en los

terrenos donde el subsuelo no contiene agua y está constituido por suelos duros.

Cabe mencionarse, dentro de las atribuciones del sistema, que la construcción hacia abajo no tendrá demoras por lluvia, debido a que se trabaja a cubierto por las propias losas del edificio, lo que constituye otra ventaja, pues no habrá sobre-costo por interrupciones debidas al intemperismo en la construcción de la subestructura.

Otro de los alcances importantes del sistema, es que es aplicable a edificios existentes y en servicio, en los cuales se pueden construir sótanos para estacionamientos de vehículos para contar con una mayor área de estacionamiento, sin que por ello tenga que suspenderse el funcionamiento normal del edificio,

Otra limitación del procedimiento por la que no se puede aplicar es cuando el inversionista no cuenta al inicio de la obra con el capital necesario que es grande, debido a que en los primeros meses de construcción existen gastos muy fuertes, ya que la construcción se hace en dos formas

simultáneamente: hacia arriba y hacia abajo y en el área total que ocupara el edificio, incluyendo instalaciones y fachadas cuando se desea terminar pronto. Si el inversionista sí cuenta con todo el dinero para la fase inicial de la obra, lo único que se tiene que hacer es programar los gastos restantes con mayor anticipación, tomando en cuenta que la recuperación, también será anticipada. Al reducir importantemente el tiempo total para terminar el edificio, el propietario con capacidad económica suficiente para enfrentar el arranque de la obra con este procedimiento, es quien más se beneficia pues su proyecto quedará terminado en el mínimo tiempo hasta hoy conocido. Si el inmueble es de Gobierno, el beneficio también se logra al ponerlo en servicio anticipadamente.

En el caso del proyecto del llamado originalmente "*Hotel México Plaza Holiday Inn*", que es el proyecto más importante en donde *Niveles Gemelos* ha sido aplicado con todo éxito ahorrando nueve meses del programa de obra original y 5.2 millones de dólares americanos, se preveía una ocupación del 95% durante todo el año, por lo cual, resultaba

sumamente atractivo para los propietarios el poder terminarlo nueve meses antes de lo previsto inicialmente, cuando se pensaba realizar con procedimientos arcaicos ya superados, como el de *"Trincheras Ademadas"*.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL SISTEMA

2.1 Descripción

2.2 Soluciones en Diferentes Tipos de

Suelos

2.3 Posibilidades en Construcciones

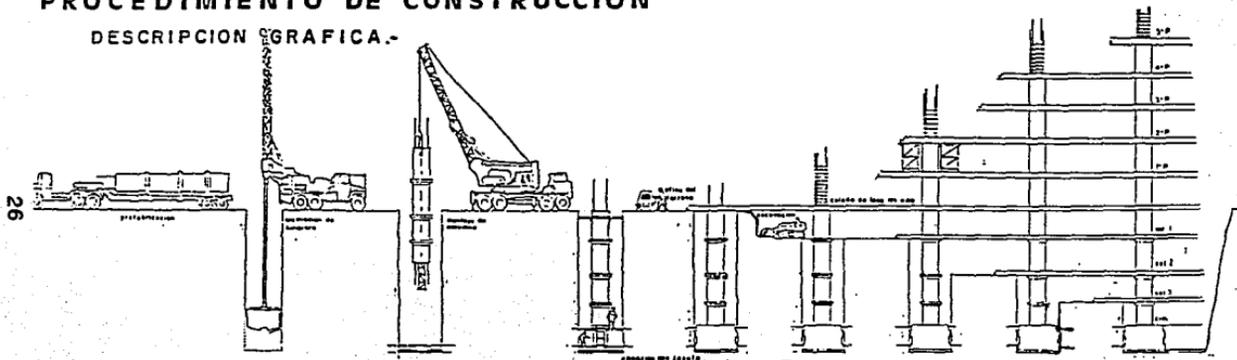
Existentes y en Servicio

NIVELES GEMELOS

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

MEXICO D.F.

DESCRIPCION GRAFICA.-



SINTESIS

	UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Procedimiento de Construcción	
Junio 1995	Croquis N° 1

2.1 DESCRIPCIÓN

El sistema de "*Edificación por Niveles Gemelos*", parte de que no es necesario tener la cimentación construida en su totalidad para poder empezar la construcción de la superestructura de los edificios.

Al contrario de eso, con este sistema la primera losa que se construye es la del primer sótano o la de la planta baja, dependiendo del proyecto específico y, a partir de ella, se inician simultáneamente, la construcción rápida hacia arriba y lenta hacia abajo, a razón de dos losas de arriba por una de abajo. Esta anticipación del nacimiento de la superestructura (respecto de procedimientos tradicionales), que es donde está generalmente la mayor superficie rentable, permite iniciar con igual anticipación las instalaciones y acabados así como el programa de ventas o la puesta en servicio de las actividades del edificio.

Como su nombre lo indica, este sistema se caracteriza por la construcción simultánea de subestructura y la superestructura.

En este capítulo se revisará con detalle la secuencia de las actividades que se realizan durante el proceso de construcción de un edificio, con el sistema de *Niveles Gemelos*.

Antes de iniciar cualquier actividad en el sitio de trabajo, es necesario contar con un proyecto perfectamente bien definido en planos; creado expresamente o en su defecto, adaptado, para el procedimiento constructivo que aquí se describe.

Es imperativo también, haber realizado con anticipación los estudios pertinentes con respecto al costo de construcción, así como un programa de flujo de caja, que contemple los periodos en los que se realizarán las diferentes inversiones y los montos de las mismas, para que el inversionista esté preparado a hacer los desembolsos correspondientes a su debido tiempo y no se presente la

necesidad de detener las actividades o disminuir su ritmo por falta de recursos económicos disponibles en un momento determinado. Esto reviste una gran importancia, ya que al atacarse dos frentes de trabajo simultáneamente, se crean fuertes gastos en periodos relativamente cortos, principalmente, durante los primeros meses de construcción.

También resulta muy conveniente contar con los programas de construcción respectivos, en donde se encuentren marcadas todas las actividades que se realizarán, así como las duraciones de las mismas, procurando que éstas sean lo más apegadas a la realidad, de acuerdo con las experiencias similares que se hayan tenido, se deben incluir programas de ruta crítica para conocer con mayor exactitud las fechas del inicio y terminación de cada actividad, así como sus holguras y la fecha de terminación total de la obra, además de los diagramas de barras de Gant, ya que éstos pueden ser interpretados con mayor facilidad por el ejecutor de la obra.

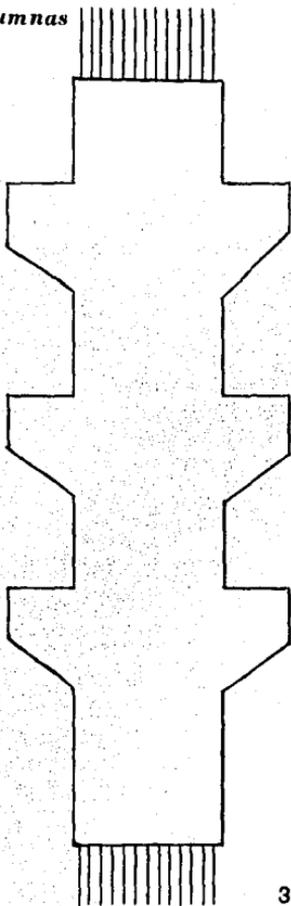
Una vez que se cuenta con todos los preparativos necesarios, se puede proceder a la ejecución física de la obra.

El primer paso en el procedimiento es instalar los cimientos profundos, en caso de que éstos sean necesarios; éstos pueden ser pilas o pilotes. Los segundos pueden ser de cualquiera de los tipos existentes, inclusive pilotes mecanizados, para zonas en proceso de consolidación por pérdida de humedad en el subsuelo. Junto con esto, se coloca la instrumentación necesaria tanto en el suelo como en la edificación para conocer el comportamiento de ambos, como pueden ser pozos de control para agua freática, piezómetros, inclinómetros, bancos de nivel profundos y superficiales, ejes de referencia y otros puntos de interés.

Lo más recomendable es que después de haber situado los apoyos profundos, se proceda a la excavación del primer sótano a cielo abierto, ya que de esta forma, la excavación resulta más económica amén de que elimina cimientos antiguos que pudieran interferir.

Para sembrar las columnas en su sitio de proyecto desde el nivel de operación, se construyen lumbreras. Simultáneamente a la actividad de construcción de lumbreras, las columnas se prefabrican con su altura total desde el nivel de desplante hasta el nivel del sótano 1 o P.B., según proyecto con todas sus preparaciones y conexiones para otros elementos estructurales que vendrán después.

*Corte esquemático
de las
columnas*



*Preparación
para recibir
losa.*



Las columnas son colocadas en cada una de las lumbreras y conectadas correctamente a sus apoyos profundos, cuando se requieren con ayuda de una grúa.

Esta operación se lleva a cabo junto con el colado de los elementos correspondientes de cimentación.

Una vez efectuada la excavación a cielo abierto del primer sótano, se procede a afinar el suelo de la misma, para que sobre éste, se cuele la losa piso del primer sótano, conectándose con las preparaciones que para el efecto tienen las columnas.

Al efectuar el colado de cada una de las losas de los sótanos, se produce un ahorro más con respecto a los sistemas tradicionales, debido a que no se requiere de un encofrado especial para colarlas, ya que el mismo piso afinado cumple con las funciones de la cimbra que contactó.

En el caso de que por razones específicas no se realizara la excavación del primer sótano a cielo abierto, se procederá entonces a colar la losa piso de la planta baja

sobre el terreno natural afinado y preparado debidamente. En este caso, si en el proyecto se consideró una ataguía, debe cuidarse al construirla, que su cabeza quede ligeramente más alta que la planta baja.

Al mismo tiempo que se realizan las excavaciones de las lumbreras y el sembrado de columnas, el muro de contención es construido perimetralmente en una trinchera, con una profundidad igual a la de uno, dos o más sótanos según sea la estabilidad del terreno, dicho muro que es el propio estructural de diseño, estabilizará los taludes de la excavación y proporcionará seguridad a las construcciones y calles vecinas, cuando se haga la excavación general del predio.

La construcción comienza entonces hacia arriba y hacia abajo simultáneamente, con una relación de velocidades entre losas de superestructura y de subestructura de dos por una, respectivamente.

El subsuelo debe excavarse de la manera más mecanizada posible, para ayudar a mantener los costos lo

más bajo posible, esta excavación se realiza por debajo de la losa ya colada, con maquinaria suficientemente pequeña para que quepa dentro de la altura de los sótanos.

Conforme la excavación progresa, el muro de contención perimetral aparece ya en condiciones finales de trabajo, pues las losas coladas funcionando como diafragmas, lo apuntalan en las condiciones finales de funcionamiento estabilizando edificios y calles adyacentes. De aquí es posible ahorrar en gastos que se generan con métodos tradicionales de construcción, como son los producidos por ataguías y troqueles, cuando el subsuelo lo permita; en caso contrario, estos elementos siempre serán necesarios no sólo para estabilizar el suelo, sino para evitar el abatimiento del Nivel de Aguas Freáticas bajo las edificaciones adyacentes.

El material producto de la excavación, se retira del lugar sacándolo por los huecos que se dejan en las losas para el paso de elevadores o cubos de escaleras o se proveen en cualquier otro sitio. Es común utilizar tractores pequeños para hacer más cómodo y rápido el retiro del material en el

sentido horizontal, y bandas transportadoras con o sin cangilones o malacates con botes basculantes para hacerlo en el sentido vertical.

Conforme la excavación avanza hacia abajo, se afina el suelo de la misma, y la siguiente losa de concreto reforzado que servirá de piso para el área de estacionamiento del siguiente sótano, se cuela directamente sobre el suelo, de la misma manera que fue colada la primera losa, y sin necesidad tampoco de una cimbra de contacto para el colado.

Subsecuentemente, se continúa la excavación por debajo de esta nueva losa, y así sucesivamente, hasta realizar la excavación completa y colar la losa de fondo o de cimentación.

Cuando la construcción debajo del nivel de banqueta se termina, el edificio tendrá también varios pisos completos hacia arriba, ya que la construcción de la superestructura se realiza simultáneamente, por lo que la superestructura estará terminada en un tiempo considerablemente menor al que se

requeriría si la construcción se hiciera por métodos tradicionales.

Cabe hacer mención que la superestructura se inicia mucho tiempo antes de que la cimentación se encuentre totalmente terminada, sin embargo, el apoyo con el que cuentan las columnas, es siempre suficiente para soportar las cargas producidas por los primeros pisos de superestructura, de tal suerte que cuando se alcanzan los pisos intermedios y altos de la misma, se contará ya con la cimentación completa, pudiendo soportar el cien por ciento de la carga del edificio.

2.2 SOLUCIONES EN DIFERENTES TIPOS DE SUELOS

La ciudad de México es una de las que más problemas presenta en todo el mundo para la construcción de estructuras pesadas; esto se debe principalmente, a la continua variación en los materiales del subsuelo, a la poca

capacidad del terreno, a la constante consolidación del mismo y a la presencia de nivel de aguas freáticas a muy poca profundidad.

Antes de iniciar la construcción de un edificio, se hacen indispensables una serie de estudios de mecánica de suelos, de donde se obtienen los requerimientos de cimentación, así como las recomendaciones pertinentes para la realización de la excavación. Una vez concluidos dichos estudios, se tienen elementos suficientes para determinar con exactitud el factor de seguridad cuando haya agua y del tipo de maquinaria más conveniente para las obras de excavación, así como el equipo idóneo para la extracción del material, de acuerdo a las características físicas del mismo.

En el Valle de México existen en términos generales tres zonas bien definidas de acuerdo con el tipo de subsuelo que en cada zona se tiene, las cuales son: la zona del lago, que abarca todo el centro de la ciudad de México; la zona de transición, que circunda la primera; y la zona de lomeríos, que se encuentra en todo el perímetro del Valle.

Niveles Gemelos, al igual que los sistemas tradicionales de construcción, requiere de un tipo de cimentación diferente para cada una de las tres zonas antes mencionadas.

En la zona del lago, es necesario recurrir a cimientos profundos y, específicamente, a pilotes, ya que el suelo en esta zona se caracteriza por su baja capacidad de carga, y cualquier otra solución resulta, en la mayoría de las veces, insuficiente, a menos de que se esté dispuesto a realizar una gran excavación para obtener una compensación completa.

En esta zona se tiene el gravísimo problema de pérdida constante de humedad, debido a que se extrae agua del subsuelo para satisfacer las necesidades propias de la población, sin permitir al manto acuífero recuperarse con las lluvias, ya que toda la ciudad se encuentra cubierta de concreto y con un sistema de atarjeas y alcantarillado, que desalojan las aguas pluviales hacia lugares muy apartados del Valle de México.

Debido al problema antes mencionado, los edificios que se construyan en el futuro con cimentación profunda a base

de pilotes de punta, es decir, pilotes apoyados en alguna de las capas duras del subsuelo, deberán contar con algún mecanismo, de tal manera que puedan ser nivelados periódicamente, de acuerdo a los hundimientos que registre la ciudad en el sitio de cada edificio o bien, deberán utilizarse pilotes flotantes, que actúan por el contacto de su perímetro con el terreno mismo, y que de alguna forma pueden ser considerados como pilotes de control automático, pues sufren hundimientos al mismo tiempo que la ciudad lo sufre, nivelándose por sí mismos y de una manera constante.

En esta zona, al implementar el Sistema de *Niveles Gemelos*, la excavación tiene problemas por la necesidad de abatir el nivel de aguas freáticas, para poder realizar los trabajos necesarios en seco, por lo que es muy conveniente construir una ataguía perimetral para evitar quitarle humedad a los terrenos circundantes, con el consiguiente peligro de fallas parciales en estructuras vecinas. En el caso de usar pilotes de fricción, éstos pueden ser equipados con un mecanismo temporal que se retira en cuanto el cajón de compensación parcial estuviera terminado. En el caso de que

el diseño sea por compensación total pueden usarse pilotes y mecanismos temporales para estabilizar las columnas durante el proceso de construcción y ambos serían retirados, una vez que el cajón estuviera completo.

Para la zona de transición, los problemas se reducen considerablemente, razón por la cual, los costos también se reducen. Aquí es posible que la cimentación no requiera de pilotes, sino simplemente de pilas, con una profundidad de desplante menor que la de los pilotes.

Niveles Gemelos tiene menos problemas durante la excavación de los sótanos, en la zona de transición que en la zona del lago, ya que el nivel de aguas freáticas se encuentra a una mayor profundidad y es posible que ya no se tenga la necesidad de extraer agua de la excavación, y por consiguiente puede suprimirse la ataguía de la obra, siempre y cuando, las condiciones de seguridad así lo permitan. La construcción del muro estructural de contención previa a la excavación general del predio, también se ve facilitada por la ausencia de agua.

La tercera de las zonas mencionadas en la clasificación, es la que se conoce como zona de lomeríos, la cual es mucho más noble que las otras dos antes mencionadas, ya que en ella, el nivel de aguas freáticas se encuentra notablemente más profundo y la capacidad de carga del terreno es muy superior.

Es muy común encontrar en esta zona, edificios pesados desplantados superficialmente, ya que en el terreno aquí, es capaz de soportar grandes cargas en comparación con las otras dos zonas, haciendo innecesario el uso de pilotes y pilas.

Las cimentaciones superficiales comúnmente usadas en esta zona son a base de zapatas, ya sean corridas o aisladas; o bien, mediante losas de cimentación, que descargan el peso del edificio en toda el área que ocupa éste.

Niveles Gemelos, también se ve beneficiado en esta zona, por la ausencia de agua y es aplicable a edificios con cimentación por superficie con ventajas sobre los

procedimientos tradicionales ya que permite iniciar la construcción de la superestructura en mucho menor tiempo que ellos.

Por último, fuera de la clasificación de suelos, se tienen las zonas en las que el piso lo constituyen formaciones rocosas, y en donde es sumamente raro que se construyan edificios con sótanos de estacionamiento, ya que realizar excavaciones en roca requiere de muchos esfuerzos humanos y sobre todo de muchos recursos económicos.

Debido a que realizar excavaciones en roca requiere de explosivos, *Niveles Gemelos* es un sistema completamente inoperante en ese tipo de suelos, pues por razones obvias, se hace imposible la excavación en roca por debajo de una losa de concreto reforzado, además de que, como ya se mencionó en el párrafo anterior, casi nunca se construyen edificios con sótanos, desplantados sobre roca.

2.3 POSIBILIDADES EN CONSTRUCCIONES EXISTENTES Y EN SERVICIO

La mayoría de los edificios construidos de un tiempo hacia atrás, carecen de zonas para estacionamiento, o bien, los que tienen, no son suficientes para albergar el total de los vehículos de los usuarios del edificio.

Por otra parte, la negligencia de las autoridades respectivas que permitieron la construcción de edificios recientes (a sabiendas de que sus áreas de estacionamiento eran insuficientes para alojar a los automóviles de los cientos de usuarios) o que no tuvieron una visión futurista para imaginar la magnitud del problema, ha tenido como consecuencia fatal, que existan en ocasiones cientos de edificios sin estacionamientos, provocando caos en la ciudad.

En algunas otras ocasiones, se le dio poca importancia al aprovechamiento total del terreno, debido a que éste era barato cuando fueron construidas estas estructuras.

Por una u otra razón, existen actualmente muchos edificios que necesitan urgentemente ampliar sus áreas de estacionamiento, ya que este problema nos ha alcanzado a todos los habitantes de esta ciudad, tanto por el problema del estacionamiento en sí, o bien, por el elevado costo del terreno, que incita a aprovechar éste lo más posible en construcción de alta rentabilidad.

Una vez que se ha dado a conocer el problema, y que se ha hecho un poco de historia para conocer y analizar sus raíces, el siguiente paso, es proponer soluciones que pueden resolverlo satisfactoriamente. Es aquí en donde *Niveles Gemelos* juega uno de sus papeles más importantes, ya que este sistema es capaz de construir sótanos para estacionamiento de vehículos, en edificios ya construidos y en servicio.

Para lograr esto, no se requiere que el edificio sea desalojado; ni siquiera es necesario suspender sus actividades normales, ya que la construcción de los sótanos

resulta altamente segura, prácticamente tan segura como lo era el edificio antes de iniciar estas actividades.

El procedimiento *Niveles Gemelos* sirve para la construcción de sótanos en edificios ya existentes, siendo similar al que se utiliza en edificios nuevos, y teniendo los conocimientos técnicos necesarios, resulta bastante sencillo.

Para este caso, se hace necesario sustentar el edificio en pilotes, de tal suerte que se pueden realizar excavaciones por debajo de la cimentación original. Para ello, se hincan una serie de pilotes, con una posición excéntrica con respecto a las columnas, y se hacen las conexiones pertinentes, de tal forma que las columnas transmitan su carga a los nuevos pilotes.

Una vez que el edificio cuenta con sus nuevos apoyos profundos, se inicia la excavación y si el caso así lo amerita, a la demolición de la antigua cimentación para tener un mayor espacio en sótanos, ya que el que ocupaba la antigua cimentación puede ser utilizado como estacionamiento de autos.

La superestructura del edificio no sufrirá ningún daño con la demolición de la antigua subestructura, ya que ésta ha dejado de ser su sustentación, y ya no tiene funciones estructurales.

Al igual que en la construcción de estructuras nuevas, se requiere de lumbreras o de algún hueco en la losa de planta baja, para por ahí iniciar las excavaciones de los sótanos, y por el mismo lugar, hacer las extracciones del material producto de la excavación.

Una vez que se ha excavado completamente el primer sótano, se afina el fondo de la excavación, y sobre el terreno natural se cuela la losa de concreto reforzado que servirá como piso del primer sótano. La misma operación se repite tantas veces como sótanos se deseen, construyéndose posteriormente las rampas de acceso correspondientes.

El costo de la construcción de este tipo de sótanos, comparado con los costos normales de construcción de sótanos, resulta bastante elevado, debido a la imperiosa necesidad de colocar pilotes y a las limitaciones de espacio

que se tienen para realizar la excavación; sin embargo, si se considera el hecho de que ya se cuenta con el terreno, la construcción de dichos sótanos resulta más económica, además de que con ello se soluciona un problema sumamente molesto para la ciudadanía que es la falta de estacionamiento para automóviles.

CAPÍTULO 3

COMPARACIÓN DE SOLUCIONES

3.1 Sistemas Tradicionales

3.2 Sistema por Niveles Gemelos

3.3 Evaluación Comparativa

3.1 SISTEMAS TRADICIONALES.....

Uno de ellos, el más común en suelos saturados, se conoce con el nombre de *Trincheras Ademadas* que hasta hoy se ha utilizado para construir edificios de profundidad significativa y cuya secuencia de actividades se puede tipificar en general, como construcción de abajo hacia arriba.

Esta secuencia en otra época, era la única, ya que no podía concebirse que se construyera un nivel completo de superestructura, es decir, arriba del nivel de banqueta, sin antes haberse construido toda la subestructura, lo que queda debajo de la banqueta. En la época actual este procedimiento no sólo resulta ilógico debido al alto costo unitario de m² construido y al impacto de la inflación, mayores ambos cuanto más tiempo dure una obra, sino que repercute negativamente a los inversionistas porque ha restado

capacidad de compra a quienes son consumidores de construcción.

En este capítulo, se hace un estudio general de la secuencia de actividades que se llevan a cabo cuando la construcción se realiza por métodos tradicionales, para posteriormente, compararla con la del sistema *Niveles Gemelos*.

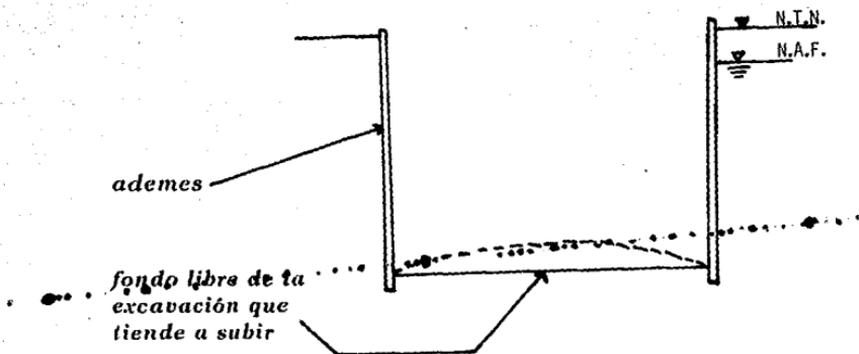
Generalmente en obras con excavación profunda, una vez que se cuenta con el proyecto bien definido y que se han realizado todas aquellas actividades necesarias, previas a la construcción, se procede a la instalación de una atagüa perimetral: (si fuera necesario por tratarse de un suelo saturado y hubiera que evitar la pérdida de humedad en el subsuelo de los terrenos circunvecinos), cuando se tenga que abatir el nivel de aguas freáticas del propio terreno, la cual proporcionará la estabilidad de los taludes de la excavación.

Cuando la atagüa ha sido terminada, puede dar entonces principio la excavación, la cual consumirá una gran parte del tiempo total de construcción. Excavar grandes

volúmenes tiene un alto riesgo, principalmente por la presencia de la falla de fondo, cuando el suelo es saturado.

La falla de fondo aparece cuando se hacen grandes excavaciones además en suelos con nivel de aguas freáticas a mayor altura que la de la excavación y que por lo tanto, son suelos que pueden fluir cuando se rompe su equilibrio en el plano de falla. Dicha falla consiste en un comportamiento hidráulico similar al principio de vasos comunicantes, en donde el agua se nivela por sí misma, en cada uno de los vasos, para igualar las presiones internas.

En grandes excavaciones de suelos saturados con ademes en los cuatro lados, el suelo del fondo de la excavación queda libre de presión y trata de subirse para colocarse al mismo nivel que el del agua freática fuera del ademe, produciendo hundimientos en los terrenos vecinos y generándose un movimiento ascendente del suelo en el interior de la excavación hasta que se restablece el equilibrio, pero dejando afectadas las construcciones vecinas, así como los pavimentos.



Por otra parte, en suelos con menor grado de saturación, sucede que al hacer una gran excavación se libera el terreno de un lastre constituido por el peso de la tierra retirada, y que mantenía el suelo debajo de la excavación, en un estado de compresión debido a la elasticidad propia de los materiales que constituyen el subsuelo, se produce un "bufamiento" es decir, el fondo de la excavación sufre una expansión. Esta expansión puede causar problemas, ya que si se construye el edificio sobre el terreno expandido, se estará devolviendo la carga original al mismo con el peso del edificio y, tal vez, una carga adicional, lo cual produce lógicamente, que el suelo vuelva a comprimirse y adquiera el volumen que originalmente tenía, pudiendo producirse

durante el proceso, asentamientos diferenciales en la estructura, siempre indeseables.

Con el fin de evitar el problema anterior, y para mantener estables las paredes de la excavación y no causar problemas a las construcciones vecinas cuando se emplean procedimientos tradicionales, se hace la excavación solamente en el centro del terreno y se dejan bermas perimetrales; acto seguido, se carga el centro de la excavación con el peso de la nueva construcción, reduciendo la expansión del fondo. Más tarde, se sigue excavando hacia los linderos de la excavación en forma de cruz, y cargando el terreno también, con las nuevas partes que se construyen en dichas excavaciones.

Para finalizar, se excavan las cuatro esquinas restantes y se construye la parte de la cimentación faltante en cada una de las calles.

Siguiendo el procedimiento antes mencionado, es común que si la obra es grande, transcurra un tiempo aproximado que varía de un año a un año y medio, antes de que se pueda

ver la superestructura completa de la planta baja a los pisos 5º ó 6º del edificio.

Debido a que la atagüía es solamente una obra provisional de retención, es necesario construir los muros de contención estructurales correspondientes, que servirán como retención definitiva del suelo, ya que la atagüía no es suficientemente segura ni impermeable, a menos que se haga un diseño específico que satisfaga las dos funciones con calidad aceptable.

Al construir los muros de contención estructural adicionales a la atagüía, ésta se pierde y al mismo tiempo, se produce una pérdida de espacio dentro de los sótanos por causa del espesor de la atagüía, que al multiplicarse por todo el perímetro, se convierte en varios metros cuadrados de terreno desperdiciado.

Como ya se mencionó antes, la atagüía cuando no es un muro autosoportable, no proporciona la seguridad que se requiere en la excavación, por lo que es necesario colocar troqueles que proporcionan el apoyo a las paredes de la

excavación para evitar posibles derrumbes. Dichos troqueles son generalmente fabricados a base de diversos perfiles laminados de acero, por lo que tienen un costo que debe ser tomado en consideración.

En los casos en los que el suelo es seco y no presenta gran cantidad de materiales inestables, es posible hacer la excavación completa de una sola vez, si es que además, las dimensiones de ésta así lo permiten, pero aún así, el tiempo que transcurre antes de lograr iniciar los trabajos de superestructura, es excesivamente largo, lo que repercutirá negativamente no sólo en la economía de los técnicos sino también en los intereses del propietario.

Una vez que la excavación central se ha realizado en su totalidad y que los sótanos han sido construidos en esa área, se tienen las columnas del núcleo al nivel de la planta baja y están listas para recibir todo el peso de la superestructura. Es hasta este momento cuando es posible empezar la construcción por arriba del nivel de banqueta pero únicamente en esa parte del edificio.

La construcción de las losas de cada uno de los sótanos, requieren del mismo proceso que se usa para la construcción de las losas de la superestructura, y que consiste en cimbrado, armado, colado de concreto y decimbrado, siempre en el sentido de abajo hacia arriba.

Por carecer de importancia para este estudio, no se profundizará más en lo referente a los cimientos profundos si los hubiera, ni a la superestructura, ya que en ambos sistemas, los trabajos que para estas partidas se realizan, son iguales.

3.2 SISTEMA POR NIVELES GEMELOS

En el sistema por *Niveles Gemelos*, la secuencia que anteriormente se consideraba la más lógica, sufre cambios importantes para lograr la construcción en un menor tiempo y con gran seguridad.

En general, puede decirse que este sistema se aplica de dos maneras diferentes, dependiendo principalmente del tipo de suelo que se encuentre en el lugar específico de la construcción.

Cuando la capacidad de carga del terreno es baja en el nivel de desplante se recurre a cimientos profundos, los cuales se construyen a la profundidad requerida, sus cabezas deben quedar al nivel de proyecto según sea el caso, pudiendo haber cuando menos tres casos en estructuras reticulares, que son: cabezas bajo las contr trabes y columnas, cabezas bajo losa de fondo y cabezas cruzando la losa de fondo.

Cuando la capacidad de carga del terreno en el nivel de desplante es suficientemente alta para satisfacer los requerimientos de carga, no se requiere la colocación de cimientos profundos, y el edificio se apoyará sobre zapatas o sobre una losa de cimentación en ese nivel.

En seguida se explicará la secuencia de actividades con este método para el primer caso, que es el más complicado.

Para el segundo, la secuencia es la misma con excepción del hincado de pilotes.

Una vez construidos los cimientos profundos y con su cabeza al nivel de proyecto, se construyen las lumbreras ademadas o no según sea el tipo de suelo, para tener acceso a las mismas sobre las que se colocarán los elementos estructurales correspondientes, de los cuales las columnas pueden ser fabricadas en la obra o en planta. Para el aseguramiento del terreno dentro de las lumbreras cuando es necesario, se coloca el ademe que generalmente se hace con madera, metal o concreto. Es conveniente mencionar que en el caso de suelos saturados, este procedimiento ofrece la ventaja de no requerir desde un principio un bombeo profundo a mayor profundidad que el nivel de desplante como en los procedimientos tradicionales, sino únicamente al nivel en que se encuentra el avance de la excavación correspondiente, y para las lumbreras, sólo el bombeo puntual en cada lumbrera en la etapa de construcción de éstas.

Dentro de estas lumbreras que en términos generales pueden representar en proyección horizontal un 20% del área total de la planta del edificio, se construyen los elementos estructurales de cimentación como si fueran zapatas aisladas que recibirán a las columnas y que estarán soportadas por varios pilotes o pilas, en seguida se colocan las columnas prefabricadas o se cuegan en sitio dentro de las lumbreras, sobre sus zapatas respectivas, izándolas con ayuda de grúas de gran capacidad o colándolas en sitio, según sea el caso.

Al terminar de colocar las columnas, se tienen estas enrasadas a una altura que alcanza desde el desplante hasta el lecho bajo de la P.B., o del primer sótano según se llame en cada proyecto la losa más próxima al nivel de banqueta para troquelar con ella la cabeza de la ataguía, aunque a veces puede ser conveniente que su altura alcance el lecho bajo del primer piso. En el caso de columnas metálicas esa altura puede ser mayor.

Antes de iniciar el proceso de construcción de las lumbreras, se debe haber excavado a cielo abierto el primer

sótano, para retirar antiguas cimentaciones; sobre la tierra, a este nivel se cuela la primera losa, y a partir de ella se construye hacia arriba la superestructura completa de lindero a lindero y hacia abajo la subestructura con sus muros de contención previamente colados en los linderos para estabilizar alineamiento y colindancias antes de iniciar la excavación abajo de la primera losa colada directamente sobre el terreno.

El colado de esta losa se hace normalmente por lo que la unión entre ella y las columnas es igual que en procedimientos tradicionales, y queda bien apoyada en las preparaciones que para el efecto tienen las columnas. Al colar esta losa deben quedar abiertos el hueco para el paso de elevadores y otros, que también serán utilizados para por ahí, realizar la excavación.

Mientras que en la subestructura se están efectuando los diferentes trabajos de excavación y construcción, en la superestructura también se llevan a cabo todos los trabajos

de construcción común como son el encofrado, colado de las columnas y losas de los niveles superiores.

Después de haber colado la losa del primer sótano, se excava en trinchera perimetral y se cuele el muro de contención estructural por tableros de columna a columna y acto seguido se continúa con la excavación por debajo de esta losa, y así sucesivamente, hasta terminar la construcción de los sótanos, que culmina con la losa de fondo. Cabe mencionar que la última excavación es de doble altura para que la losa tapa se cuele tradicionalmente sobre las contratrabes, por lo que el cálculo de la atagüía debe prever esta situación.

Al terminar la construcción de los sótanos, se tendrán terminadas, varias losas de la superestructura, en proporción de dos de arriba por una de abajo, terminando la obra por completo en un tiempo considerablemente menor que el que tardaría la misma al hacerse con métodos tradicionales, porque la construcción de la superestructura NO TUVO QUE ESPERAR el largo tiempo que transcurre en los procesos

tradicionales para excavar el suelo y construir la subestructura de abajo hacia arriba, y sólo en partes empezando en la zona central y avanzando hacia los perímetros, o empezando en éstos y avanzando hacia aquél, según la geometría de la planta y del criterio de quien toma decisiones.

En este capítulo, solamente se ha hecho una revisión muy somera de la secuencia de ejecución de las diversas actividades que se realizan con el método de edificación por *Niveles Gemelos*, ya que en el Capítulo 2 (Análisis del Sistema), ya han sido descritas con detalle estas actividades.

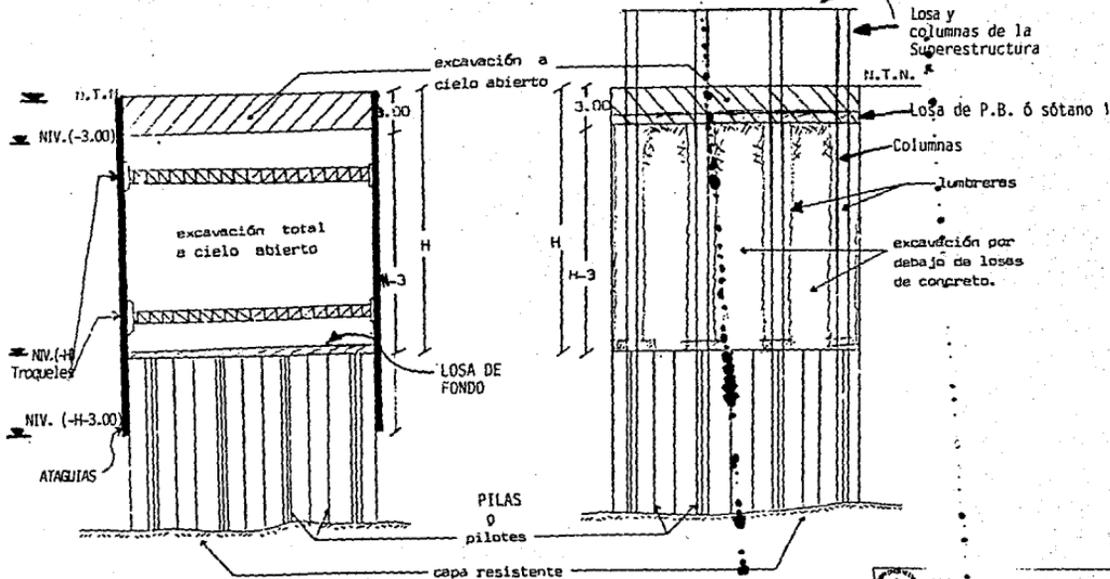
3.3 EVALUACIÓN COMPARATIVA

Para poder hacer una evaluación comparativa de ambos sistemas, se hace necesaria una representación gráfica que muestre las diferentes actividades que se realizan en cada uno de ellos. Esta representación gráfica servirá también para poder tener una idea más clara de cómo es que se llevan a cabo cada uno de estos procedimientos.

A continuación se presenta un perfil esquemático de construcción de la subestructura de un edificio cualquiera, en el cual se muestra el procedimiento constructivo que se sigue para cada uno de los sistemas.

Inmediatamente después del esquema, se hace una reseña de sus diferencias y sus similitudes.

PERFIL ESQUEMATICO DE CONSTRUCCION



SISTEMA TRADICIONAL

SISTEMA POR NIVELES GEMELOS

	UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL Marco Antonio Aguilar Bejar
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Perfil esquemático de construcción	
Junio 1995	Croquis Nº 2

**ENUMERACIÓN DE ACTIVIDADES PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTRUCTURA
SEGÚN CADA UNO DE LOS SISTEMAS**

** Actividades Comunes a
ambos sistemas.*

**SISTEMA
TRADICIONAL**

- * 1.- Construcción de atagüa perimetral, para contención provisional.

- * 2.- Excavación a cielo abierto del primer sótano.

**SISTEMA POR
NIVELES GEMELOS**

- *1.- Construcción de atagüa perimetral no necesaria en todos los casos, o bien, parcialmente necesaria.

- *2.- Excavación a cielo abierto del primer sótano.

4.- Excavación a cielo abierto del volumen total de subestructura, o en el núcleo central, dejando bermas perimetrales que se excavarán después.

* 3.- Hincado de pilotes hasta dejarlos al nivel de la última losa de subestructura.

5.- Colocación de troqueles para ayudar a la estabilidad de la excavación.

4.- Construcción de lumbreras para, posteriormente colocar las columnas.

* 3.- Hincado de pilotes en el fondo de la excavación.

5.- Colocación de columnas en las lumbreras con el colado de su elemento correspondiente de cimentación.

6.- Colado de la losa del fondo.

6.- Colado de la losa del primer sótano.

7.- Construcción de las columnas y losas de los sótanos hasta alcanzar el nivel de banquetas en el área completa por construir de lindero a lindero.

7.- Excavación por debajo de la losa ya colada, retirando el material por los huecos para elevadores, para car las losas de sótano directamente sobre la tierra y simultáneamente, construcción tradicional de la superestructura.

CAPÍTULO 4

C O S T O

4.1 Sistemas Tradicionales

4.2 Sistema por Niveles Gemelos

4.3 Estudio Comparativo

4.1 SISTEMAS TRADICIONALES

Para poder hacer una comparación objetiva de los costos de obra entre *Niveles Gemelos* y Sistemas Tradicionales, se hará mediante una fórmula de costo para cada caso; a continuación se muestra la obtención de la fórmula para sistema tradicional.

COSTO DIRECTO

NOMENCLATURA Y NÚMEROS GENERADORES

CONCEPTO	NUMEROS GENERADORES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
ATAGUIAS: Superficie de contacto	(Perímetro) (H + 3.00) = A	A	m ²	S Au	(A) (Au) = SA
EXCAVACION: Del nivel -3.00 al nivel -H. Sin Incluir alojamiento del material.	(Área) (H·3.00) = E	E	m ³	S Eu	(E) (Eu) = SE
TROQUELES Metálicos en perfiles laminados con separación horizontal "h" y vertical "v" y peso unitario "p".	(Área) 2h hxv x p = T	T	Kg	STu	(T) (Tu) = ST
CIMBRA: En losa de sótanos, superficie de contacto.	(Área) (Nº de losas) = C	C	m ²	SCu	(C) (Cu) = SC
			COSTO DIRECTO		(SA + SE + ST + SC)

NOTAS: Para comprender la nomenclatura, ver el perfil esquemático de construcción que se presenta en el Capítulo 3.3 (Evaluación Comparativa de las Soluciones), de esta tesis.

Los conceptos que intervienen en ambos sistemas no se consideran en la diferencial de importes

Perímetro: Perímetro del terreno.

Área: Área por excavar, área de un sótano.

TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN MESES

(CANTIDAD ÷ RENDIMIENTO)

TST = Tiempo por sistema tradicional (desde el inicio hasta la preparación de la losa de planta baja).

TST = Tiempo de atagúa + tiempo de excavación + tiempo de construcción de cimentación + tiempo de construcción de losas, muros de contención y columnas de los niveles inferiores.

Prefijo "T" = Tiempo de construcción de ()

$$TST = T(A) + T(E) + T(CIM) + T(\text{Losas y muros cont. y columnas})$$

en sótanos

INTERÉS AL CAPITAL INVERTIDO

(5% mensual de la inversión promedio)

IST = Interés Sistema Tradicional

$$IST = 0.05 \times \frac{ISI \times (\$A + \$E + \$(\text{ACARREO}) + \$T +$$

$$\$(\text{CIM}) + \$(\text{LOSAS} + \text{MUROS CONT.} + \text{COLS.})$$

EN SOTANOS

INDIRECTOS EROGADOS

IND. ST. = Indirectos Erogados en Sistema Tradicional.

IND. ST. = TST x (Importe mensual de indirectos).

El costo total de la construcción en la subestructura, se obtiene entonces sumando los siguientes conceptos:

COSTO TOTAL =	costo directo +	IST	+	IND. ST	
		↑		↑	
		Intereses		Indirectos	
		Sistema		Sistema	
		Tradicional		Tradicional	

4.2 SISTEMA POR NIVELES GEMELOS

COSTO DIRECTO

NOMENCLATURA Y NUMEROS GENERADORES

CONCEPTO	NUMEROS				
	GENERADORES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
LUMBRERAS Con dimensiones deducidas de la sección de las columnas y de la cimentación provisional requerida.	(Nº de cols.) (H-3.00) = L	L	m	\$ L u	\$ L
Alíne del terreno y firme para colado de losas.	(Área) (Nº de losas) = AT	AT	m ²	\$ AT u	\$ AT
Aplanado de parámetros verticales para colado de muros de contención o cimbra perdida (cara exterior)	(Perímetro) (H) = AP	AP	m ²	\$ AP u	\$ AP
Excavación del nivel -3 al nivel -H, sin considerar alojamiento del material. Se estima un 20% de incremento en el precio dado el grado de dificultad.	(Área) (H-3.00) = E	E	m ³	\$ Ex 1.2 u	\$ 1.2 E
Ingeniería de Niveles Gemelos. Proyectos de adaptación, supervisión, etc.	ING. N.G. = de acuerdo al programa de obra y su importe.	ING. N.G.	lote	SING. N.G. u	SING. N.G.
COSTO DIRECTO =				(SL + SAP + SING.	SAT + \$1.2E + N.G.)

NOTAS: Área: Área del terreno. Perímetro: Perímetro del terreno.

Los conceptos que intervienen en ambos sistemas, no se consideran en las diferencias.

TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN MESES

(CANTIDAD ÷ RENDIMIENTO)

TNG = Tiempo por Sistema Niveles Gemelos (desde el inicio hasta la preparación de la losa de planta baja).

TNG = (Tiempo de lumbreras + tiempo de deslizado de columnas + tiempo de colado de las cimentaciones provisionales).

Prefijo "T" = Tiempo de construcción de (.)

TNG = T(L) + T(Desl.Cols.) + T(Cim.Prov.Cols.)

INTERÉS AL CAPITAL INVERTIDO

(5% mensual de la inversión promedio)

ING = Interés por Sistema de Niveles Gemelos. . .

$$\text{ING.} = 0.05 \frac{\text{ING} (\$L + \$\text{Cols. Prefabricadas} + \$\text{Cimentación provisional})}{2}$$

INDIRECTOS EROGADOS

IND. N.G. = Indirectos Erogados con el Sistema por Niveles Gemelos.

$$\text{IND. N.G.} = \text{TNG} \times (\text{Importe Mensual de Indirectos})$$

El costo de la construcción en la subestructura, se obtiene entonces sumando los siguientes conceptos:

$$\text{COSTO TOTAL N.G.} = \text{COSTO DIRECTO} + \text{ING} + \text{IND. NG.}$$

↑	↑
Intereses por Niveles Gemelos	Indirectos por Niveles Gemelos

4.3 ESTUDIO COMPARATIVO

Uno de los móviles y, quizá el más común, que incitan al ingeniero constructor a intentar nuevas rutas y sistemas constructivos, es sin duda, la búsqueda de soluciones más económicas que le permitan un margen de utilidad un poco mayor, y que anime a los inversionistas a realizar un mayor número de construcciones; de aquí, la importancia que reviste un estudio comparativo de costo entre dos sistemas de construcción:

Para evitar costos inútiles, que en la construcción de un edificio pueden ser sumamente cuantiosos, es imperativo que antes de tomar alguna decisión sobre el sistema que se implementará en la construcción del mismo, se realicen los análisis de costo correspondientes y se comparen entre ellos para poder elegir el más económico. En muchas ocasiones, las diferencias de costo entre un sistema y otro pueden importar varios millones de pesos.

Antes de entrar de lleno a analizar el estudio comparativo del costo, es necesario hacer las siguientes consideraciones generales:

1.- Se analiza exclusivamente la subestructura ya que la superestructura es igual para ambos casos.

2.- Los conceptos comunes a ambos sistemas no se valúan, ya que se anulan en las diferencias.

3.- Se analizan conceptos en grandes rubros; para un estudio detallado se hace necesario desarrollar el presupuesto para ambos sistemas en un caso específico.

4.- Los conceptos que se pueden ejecutar simultáneamente con otros, no han sido considerados en los tiempos.

5.- El incremento del importe por el efecto inflacionario es evidente, pero en este caso se ha considerado subjetivo y con variantes muy complicadas para ser

analizados en forma general. Se conoce que el incremento existe, siendo imprevisible su cuantía a futuro.

6.- Los ingresos producidos por una terminación anticipada no se consideran, debido a que varían notablemente de un caso a otro, por lo que se consideran subjetivos.

7.- Para un caso específico, se sugiere efectuar un análisis preliminar, con valores aproximados para conocer el orden probable de las diferencias.

En este estudio comparativo de costos, se pretende conocer en forma general, la diferencia entre el costo de una construcción por Sistema Tradicional, y el costo de la misma con el Sistema por *Niveles Gemelos*.

De acuerdo con las fórmulas obtenidas en los subcapítulos 4.1 y 4.2, se tiene que:

La diferencia de costos directos es:

$$\Delta CD = (\$A + \$E + \$T + \$C) - (\$1.2E + \$L + \$AT + \$AP + \$ING. N.G.)$$

Sistema Tradicional
Niveles Gemelos

Reduciendo términos semejantes:

$$\Delta CD = (\$A + \$T + \$C) - (\$0.20E + \$L + \$AT + \$AP + \$ING. N.G.)$$

La diferencia en los tiempos de ejecución es:

$$\Delta TE = TST - TNG$$

$$\Delta TE = (T(A) + T(E) + T(CIM) + T(Losas + muros de cont. + cols.)) - (T(L) + T(Desl.Cols.) + T(Cim.Prov.Cols.))$$

en sótanos

Niveles Gemelos

La diferencia de intereses del capital invertido es:

$$\Delta I = I.S.T. - I.N.G.$$

$$\Delta I = 0.05 \frac{ISI}{2} (\$A + \$E + \$(ACARREO) + \$T + \$(CIM) +$$

en sótanos

$$-(\$L + \$(\text{Cols. prefabricadas}) + \$(\text{Ciment. provisional})) - 0.05 \frac{ING}{2}$$

$$(\$L + \$(\text{Cols. prefabricadas}) + \$(\text{Ciment. provisional}))$$

La diferencia en indirectos erogados es:

$$\Delta \text{IND.} = (\text{TST} - \text{TNG}) \text{ (Importe mensual de indirectos)}$$

Al aplicarse las fórmulas anteriormente expuestas, es posible llegar a un gran costo final de construcción para cada uno de los sistemas, y con ello determinar cuál de ellos resulta más conveniente por ser el más económico.

En resumen se puede decir que, en general, con *Niveles Gemelos* las actividades que producen una economía son la eliminación de ataguías, la reducción de troqueles, el ahorro en intereses producido por el corto tiempo de construcción, y la producción anticipada de ingresos.

Por otra parte, la actividad que resulta más económica por métodos tradicionales es la excavación, ya que puede emplearse maquinaria mucho mayor que la utilizada en *Niveles Gemelos*.

Una de las mayores diferencias, en cuanto a costo se refiere, entre un sistema y otro, es la forma de cómo se hacen las inversiones, ya que con *Niveles Gemelos*, los gastos se producen anticipadamente, debido a la velocidad de construcción que se tiene. Causados también por esta rapidez de construcción, se producen ingresos anticipados que resultan muy convenientes para el propietario.

CAPÍTULO 5

TIEMPOS DE EJECUCIÓN

5.1 Sistema Tradicional

5.2 Sistema por Niveles Gemelos

5.3 Estudio Comparativo

5.1 SISTEMA TRADICIONAL

El presente capítulo reviste una especial importancia, ya que el tiempo ocupa en el mundo moderno un lugar sumamente importante debido a la estructura misma de nuestra sociedad.

En nuestro país, al igual que en la mayoría de los demás, de alguna manera se ha hecho una transformación al tiempo que lo convierte en dinero; de aquí la gran importancia que se le confiere. Así pues, los sueldos que se pagan a los empleados, se otorgan en función del tiempo; los intereses que paga un banco por un capital que se invierte en él, también son función del tiempo; el efecto de la inflación severa como ya ocurrió en nuestro país, también lo es; el costo de una llamada telefónica también. Y muchas otras actividades cuyo costo está íntimamente relacionado con el tiempo.

En el ámbito de la construcción, el tiempo es también factor decisivo para la determinación del costo, ya que involucra gastos fijos como son por ejemplo: pagos a empleados, pagos por intereses y una serie de pagos que de alguna manera se dan en función del tiempo.

Como ya se mencionó en capítulos anteriores, uno de los principales problemas a los que se enfrenta el constructor de edificios, es el largo tiempo que toma la construcción de la subestructura cuando se usan Procedimientos Tradicionales y, por consecuencia, el largo tiempo que toma la terminación del edificio, ya que con estos procedimientos de construcción, el inicio de la obra de la superestructura, depende completamente de la terminación de la subestructura.

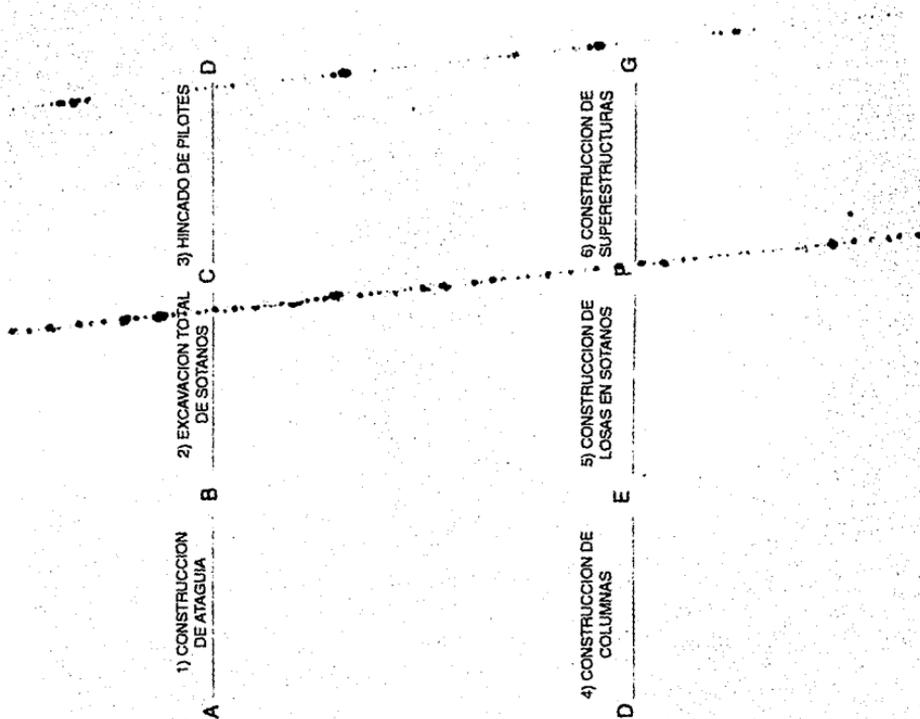
He aquí un diagrama general de la ruta crítica de la construcción por sistema tradicional:

ENUMERACIÓN DE ACTIVIDADES

- 1.- Construcción de ataguía perimetral
- 2.- Excavación total de sótanos
- 3.- Hincado de pilotes
- 4.- Construcción de columnas
- 5.- Construcción de losas de sótanos
- 6.- Construcción de superestructura

DIAGRAMA DE RUTA CRITICA (SISTEMA TRADICIONAL)

_____ = ACTIVIDAD



En el diagrama anterior, se nota claramente la dependencia de actividades; no se inicia la construcción de la superestructura sin antes haber terminado la subestructura, lo cual provoca que la terminación del edificio sea en un tiempo mucho muy largo.

En un edificio con dos o tres sótanos, el tiempo mínimo requerido para terminar la construcción de la subestructura, es de un año o un año y medio, lo cual alarga notablemente el tiempo total de construcción, aun cuando pudiera atacarse inicialmente la zona central, pues la superestructura dependerá de la construcción completa de la subestructura, quedando el resto del área sin poderse construir por la presencia de las bermas.

5.2 SISTEMA POR NIVELES GEMELOS

El tiempo de ejecución en la construcción por *Niveles Gemelos* es, sin lugar a dudas, el mayor de los beneficios de este sistema de construcción, ya que además de amortiguar

el impacto de la inflación, que en México tiene uno de los más altos índices del mundo (en zonas lacustres), genera una rentabilidad anticipada del inmueble.

La reducción en el tiempo de ejecución del sistema por *Niveles Gemelos*, proviene del desencadenamiento de las actividades; es decir, con este sistema la construcción de la superestructura no depende de la terminación de la subestructura.

He aquí, cómo sería un diagrama general de ruta crítica de la construcción, por el sistema de *Niveles Gemelos*.

ENUMERACIÓN DE ACTIVIDADES

- 1.- Hincado de pilotes
- 2.- Excavación del primer sótano a cielo abierto
- 3.- Construcción de lumbreras
- 4.- Colocación de columnas prefabricadas

- 5.- Colado de la losa piso del primer sótano
- 6.- Excavación y colado de las losas de los demás sótanos
- 7.- Construcción de superestructura

**DIAGRAMA DE RUTA CRITICA
(SISTEMA POR NIVELES GEMELOS)**

(INICIO)

A

1) HINCADO DE PILOTES

B

2) EXCAVACION 1º SOTANO

C

3) CONSTRUCCION DE
LUMBRERAS

D

4) COLOCACION DE
COLUMNAS

E

5) COLADO LOSA
1º SOTANO

F

6) EXCAVACION DE
LOS DEMAS
SOTANOS

G

7) CONSTRUCCION DE LA
SUPERESTRUCTURA

(FIN)

En el diagrama de ruta crítica anterior, se muestra cómo la construcción de la superestructura está desencadenada de las actividades con mayor duración en la subestructura, que son la excavación y la construcción de losas y sótanos.

5.3 ESTUDIO COMPARATIVO

Anteriormente se expuso la importancia que tiene el tiempo en una sociedad como la nuestra. Del mismo lugar que ocupa el tiempo en la jerarquía actual de valores, nace la imperiosa necesidad de realizar estudios comparativos de tiempo en la mayor parte de las actividades del hombre.

Un estudio comparativo de tiempo, involucra dos o más opciones o caminos que pueden seguirse para lograr un fin determinado, dando como resultado, el lapso que transcurrirá antes de alcanzar dicho fin, para cada uno de los diferentes caminos posibles.

Dentro de la industria de la construcción, es común encontrar técnicos que omiten los estudios de tiempo, o que los hacen una vez que la construcción se ha iniciado, por creer que son poco relevantes, lo cual tiene como consecuencia lógica que no se utilice el sistema constructivo adecuado para un determinado caso, y que se produzcan cuantiosas pérdidas en tiempo y en dinero, que van directamente en perjuicio del inversionista.

El haber realizado los estudios correspondientes con respecto al tiempo de construcción de un inmueble, antes de iniciar la ejecución del mismo, puede significar un ahorro importante en tiempo y costo. Dichos estudios tienen siempre un costo mínimo, cuando se compara con los beneficios que por ellos se obtienen.

Un estudio de tiempo debe constar tanto de diagramas de ruta crítica como de programas de barras. Los primeros permiten conocer los encadenamientos de las diferentes actividades, así como sus fechas de inicio y terminación, además de las actividades críticas, es decir, todas aquellas

que no pueden sufrir retrasos, ya que de ser así, producirían un retraso general a la obra.

Con estos diagramas, es posible también conocer las holguras de las actividades no críticas, esto es, el tiempo que dichas actividades pueden alargarse o retrasarse, sin provocar que la duración total de la obra sufra cambios.

En los programas de barras, se enumeran cada una de las actividades que tendrán lugar, colocando junto a ellas una barra que muestra el inicio y el fin de esa actividad o sea, su duración dentro de un calendario. Es conveniente que este tipo de programas, se produzcan como consecuencia de los de ruta crítica, para que tengan una mayor exactitud y una base más sólida.

Para comparar los tiempos estimados de ejecución de obra empleando procedimientos de construcción tradicionales, con los del sistema *Niveles Gemelos*, que es lo que en este capítulo se pretende, se hace necesario hacerlo con cada uno de los programas anteriormente explicados. Así pues, comparando el programa de ruta crítica de ambos

sistemas, se observa que *Niveles Gemelos*, tiene mucho menos de actividades encadenadas, es decir, actividades que dependen de la anterior, que las que tiene el sistema tradicional.

Debido a que en *Niveles Gemelos*, las actividades de superestructura dependen solamente de dos de la subestructura, la fecha de inicio de las actividades de construcción sobre el nivel de banqueta, ocurre con mucha más anticipación que en el sistema tradicional, lo cual redundando lógicamente, en una terminación igualmente anticipada de la construcción de toda la obra.

Ahora bien, si se comparan los programas de barras de ambos sistemas, se puede notar que en los primeros meses del calendario de construcción, el sistema por *Niveles Gemelos* realiza un mayor número de actividades en comparación con el sistema tradicional, ya que el primero cuenta con dos frentes diferentes de trabajo, y como consecuencia, su duración total es considerablemente menor que la del segundo.

CAPÍTULO 6

EJEMPLO DE APLICACIÓN

6.1 Generalidades del Proyecto

6.2 Programas de Construcción

6.3 Análisis Comparativo del Tiempo de

Ejecución

6.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El presente estudio, no sería suficiente para presentar el sistema constructivo de *Niveles Gemelos*, si no se complementara con un ejemplo de aplicación; dicho ejemplo deberá mostrar de una manera pragmática, sus alcances y sus limitaciones, para así poder obtener conclusiones más fehacientes de la comparación de sistemas.

Con el fin de obtener una mayor veracidad y objetividad en los resultados de este trabajo, he tomado un ejemplo real, donde el procedimiento haya sido aplicado y haber obtenido resultados tan buenos, que en el programa general de la cimentación se ahorraron un monto total de aproximadamente \$ 5'200,000.00 de dólares, y así poder analizarlo mejor. El proyecto más adecuado, por sus características propias y su magnitud, es sin lugar a dudas, el "*Hotel México Plaza Holiday Inn*".

El Hotel México Plaza Holiday Inn, se encuentra ubicado en la zona del lago de la ciudad de México, en la esquina del Paseo de la Reforma y la calle de Rosales; contará con aproximadamente 80,000 m² de construcción y una altura de 147 mts. que incluye 38 niveles para alojar 840 habitaciones y una "suite" presidencial. En sus primeros niveles contará con salones de recepción, y de conferencias, "bares", "discoteques", alberca, etc. Además, contará con un helipuerto en su azotea.

El proyecto consiste en una torre central con una altura total equivalente a 42 pisos, de los cuales 4 son niveles subterráneos, con una profundidad total de 14.50 mts. El área total de construcción en la torre es de 40,000 m². Aunados a la misma, existirán también cuerpos bajos de 7 pisos de altura, también con 4 niveles subterráneos para estacionamiento de vehículos, y con un área total de construcción de aproximadamente 40,000 m².

Para tener una mejor idea de la magnitud de esta obra, se presenta el siguiente cuadro de datos generales:

Superficie del terreno	4,820.00 m2
Área construida total	84,820.04 m2
Área de losas.....	78,152.21 m2
Área útil.....	73,615.17 m2
Número de pilotes hincados.....	625 piezas
Profundidad de hincado.....	51 mts.
Nivel de excavación y desplante.....	14.50 mts.
Volumen de concreto.....	51,085.00 m3
Acero en placa.....	3,779.63 ton
Acero de refuerzo.....	2,885.00 ton
Cimbra.....	95,645.00 m2

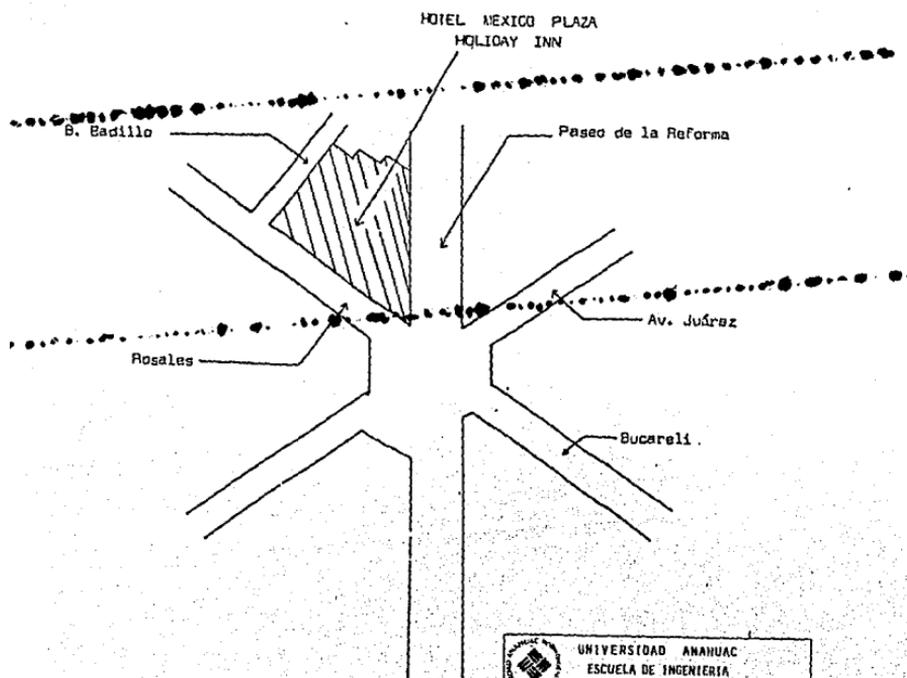
Altura del edificio sobre el nivel de banqueta	147.31 mts.
Altura total	163.81 mts.

La construcción de este hotel se inició en 1981, y aunque con el sistema de Niveles Gemelos se logró un gran ahorro de tiempo en la construcción de los primeros niveles, los trabajos fueron suspendidos a raíz de los problemas económicos y de las decisiones políticas que se tomaron en el país en 1982. Actualmente, en mayo de 1995, es un bonito edificio, importante en altura en la ciudad de México.

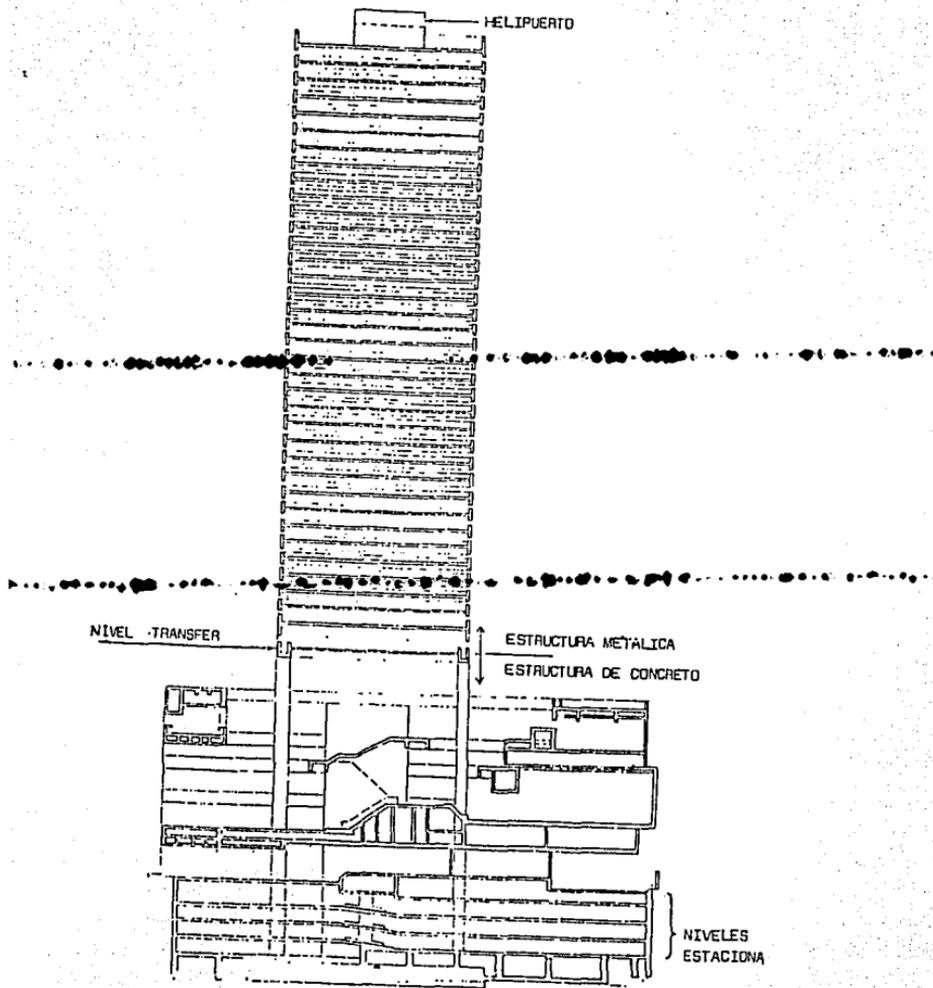
Algunos otros datos importantes de este proyecto, desde el punto de vista constructivo, son las dimensiones de las lumbreras que fueron de 5.50 x 5.50 mts., y 15.0 mts. de profundidad, y las de las 16 columnas prefabricadas de la zona torre que son de 1.50 x 1.50 mts. y 9 mts. de altura, con un peso aproximado de 50 ton. cada una.

A continuación se presenta un croquis de localización y un corte esquemático del proyecto, para dar idea de las características del mismo.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



	UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL Mirco Antonio Aguilar Bejar
EDIFICACION POR NEVELES GEMELOS Croquis de localización	
Junio 1995	Croquis N° 3



CORTE ESQUEMATICO

	UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	Marco Antonio Aguilar Bejar	
	EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Corte esquematico	
Junio 1995	Croquis N° 4	

El proyecto en un principio debía construirse con el sistema tradicional, pero después de un profundo análisis de su beneficio-coste, se observó que resultaba muy conveniente y lucrativo poder terminarlo antes del tiempo estimado inicialmente, por lo que se optó por implementar el sistema constructivo de *Niveles Gemelos*, adaptándolo al proyecto original.

El Hotel México Plaza Holiday Inn, deberá tener un peso de 46 ton. por metro cuadrado, por lo que requirió de 625 pilotes de punta de 51 mts. de longitud, apoyados en la segunda capa dura del subsuelo, además de una celda de cimentación que servirá también como cisterna de agua potable, formada por una losa maciza de 2 mts. de espesor. Aunque se construyeron varios pisos de superestructura antes de la celda de cimentación, no existió ningún problema, ya que con lo que se tenía de capacidad de carga en las zapatas, se podía llegar hasta el piso N° 14, sin necesidad de tener el apoyo que la celda brinda.

En este proyecto se tienen 4 sótanos. Si se considera que la velocidad normal de construcción es de dos pisos de superestructura por uno de subestructura, se supone que al llegar la superestructura al octavo piso, todos los sótanos y la celda de cimentación deberán estar terminados.

Los programas de construcción que se tenían para los sótanos fueron cumplidos correctamente, y actualmente esta parte de la obra está totalmente terminada, no así en lo que a superestructura se refiere.

El dueño del proyecto es el Banco Nacional de México, en conjunto con la inmobiliaria El Caballito, y para su realización han participado las siguientes firmas:

Supervisión externa: *Río Boo, S.A.*

Dirección general: *Grupo Mexicano de Desarrollo*

Contratista general: *DEIN, S.A. DE C.V.*

Proyecto arquitectónico: *SAYA*

Diseño estructural: *Grupo DIRAC (DYS, S.A.)*

Consultor de estructura: *Carlos Correa (DIC, S.A.)*

Construcción y colo-

cación de pilotes: *LEO, S.A.*

Consultor permanente

de mecánica de suelos: *Enrique Tamez G. (KAPRA, SA)*

Colocación de columnas: *MYC, S.A.*

Trabajos diversos: *Felicien Pingon*

Equipo hidráulico de

alta presión: *Recine Hydraulics de México,
S.A. de C.V.*

Diseñadores de estruc-

turas especiales: *José Gaya y*

Gerardo Pastrana Mondragón

Procedimiento cons-

tructivo:

José Marcos Aguilar Moreno

(RYPSA)

6.2 PROGRAMAS DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se presentan tres programas de barras para la construcción del Hotel México Plaza Holiday Inn, para posteriormente analizarlos en el siguiente punto de este mismo capítulo. El primero de ellos, es el programa general para la construcción de la subestructura, presentado por la contratista principal: *DEIN, S.A. DE C.V.*

Este primer programa incluye un listado de cada una de las actividades que intervienen, con su clave respectiva para referirlas al calendario del programa, ya que por razones de espacio no ha sido posible plasmar en la misma hoja la descripción de las actividades y sus duraciones en el calendario.

El segundo programa es el presentado por *RYP*SA para la construcción en la zona de torre y sus respectivos niveles subterráneos, implementado para el sistema de *Niveles Gemelos* con mucha precisión. El tercero y último programa, también presentado por *RYP*SA, es para la construcción de los cuerpos bajos y sus sótanos respectivos, creado también para llevarse a cabo con el sistema de *Niveles Gemelos*, y también bastante preciso.

Todos y cada uno de estos programas son copia de los originales presentados por las compañías mencionadas.

CLAVE

CONCEPTOS

- | | |
|---|---|
| 1 | Lumbreras de auxilio para sacar producto de excavación de los diferentes niveles. |
| 2 | Ademe de lumbreras a base de tablón de pino de 2" x 12" x 8" y marco metálico de vigueta I de 4". |

- 3 Excavación de alivio sobre calle Rosales de nivel + 0.000 a N. -3.30 mts.

- 4 Excavación de alivio al terreno del nivel -1.00 mts. al nivel -3.30 mts.

- 5 Relleno con material mejorado tepetate más calidra compactado al 80% proctor en capas de 0.15 mts.

- 6 Fabricación de brocales de concreto armado en sección de 1.00 x 0.40 mts. para pozo indio de 5.60 x 5.60 mts.

- 7 Excavación de pozos indios para el deslizado de columnas prefabricadas en obra.

- 8 Ademe de pozos indios a base de tablón de 2" x 12" x 8" vigueta I de 4" liviana IPR de 10" pesada.

- 9 Columna prefabricada de concreto armado en sección de 1.50 x 1.50 mts.

- 10 Demolición de cabezas de pilote y ataguías de concreto armado.
- 11 Firme de concreto armado de 0.25 mts. de espesor.
- 12 Maniobra con grúa para deslizar columna prefabricada para montaje de la misma.
- 13 Colado de losa de cimentación primera etapa en secciones de + 5.6 x 5.6 mts.
- 14 Relleno compactado de material (limoarenoso) para incrementar el factor de seguridad.
- 15 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -3.195 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -2.745 mts.
- 16 Colado de losa reticular correspondiente al estacionamiento Niv. -2.745 mts.
- 17 Excavación del nivel -3.00 mts. al nivel -4.576 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -4.026 mts.

18 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -4.576 que corresponde al estacionamiento nivel -4.026 mts.

19 Colado de losa reticular que corresponde al estacionamiento nivel -4.026 mts.

20 Colocación de troqueles metálicos en el lecho bajo de cada losa de estacionamiento.

21 Excavación del Niv. -3.295 mts. al Niv. -5.875 mts. que corresponde al estacionamiento Niv. -5.307 mts.

22 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -5.875 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -5.307 mts.

23 Colado de losa reticular correspondiente al estacionamiento nivel -5.307 mts.

24 Excavación del nivel -4.576 mts. al nivel -7.138 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -6.586 mts.

25 Aline y mejoramiento del terreno en el nivel -7.158 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -6.586 mts.

26 Colado de losa reticular correspondiente al estacionamiento nivel -6.586 mts.

27 Colado de muros del nivel -5.307 mts. al nivel -3.195 mts.

28 Colado de muros del nivel -6.586 mts. al nivel -5.875 mts.

29 Excavación del nivel -5.876 mts. al nivel -8.414 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -7.864 mts.

30 Aline y mejoramiento del terreno en el nivel -8.414 mts. que corresponde al estacionamiento nivel -7.864 mts.

31 Colado de losa reticular correspondiente al estacionamiento nivel -7.864 mts.

- 32 Excavación del nivel -7.138 mts.
al nivel -9.70 mts. que
corresponde al estacionamiento
nivel -9.15 mts.
- 33 Afine y mejoramiento de terreno
en el nivel -9.70 mts. que
corresponde al estacionamiento
nivel -9.15 mts.
- 34 Colado de losa reticular
correspondiente al
estacionamiento nivel -9.15 mts.
- 35 Colado de muros del nivel -7.864
mts. al nivel -5.875 mts.
- 36 Colado de muros del nivel -7.864
mts. al nivel -5.875 mts.
- 37 Excavación de nivel -8.414 mts.
al nivel -10.414 mts.
- 38 Afine y mejoramiento del terreno
en el nivel -10.414 mts.
- 39 Colado de losa reticular
correspondiente al nivel 10.414
mts.

- 40 Excavación del nivel -9.70 mts. al nivel -12.26 mts.
- 41 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -12.26 mts.
- 42 Colado de losa reticular correspondiente al estacionamiento nivel -11.71 mts.
- 43 Colado de muros del nivel -10.414 mts. al nivel -8.414 mts.
- 44 Colado de muros del nivel -11.71 mts. al Niv. -9.70 mts.
- 45 Excavación del nivel -10.981 mts. al Niv. -11.41 mts.
- 46 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -11.46 mts.
- 47 Colado de losa de cimentación II.
- 48 Excavación del nivel -12.26 mts. al nivel -14.46 mts.
- 49 Afine y mejoramiento del terreno en el nivel -14.46 mts.

- 50 Colado de losa de cimentación III.
- 51 Colado de muros del nivel -12.26 mts. al nivel -9.981 mts.
- 52 Colado de muros del nivel -12.26 mts. al Niv. -11.71 mts.
- 53 Colado de muros del nivel -2.745 mts. a nivel "motor lobby".
- 54 Colado de muros y columnas del nivel -4.026 mts. al Niv. "motor lobby".
- 55 Colado de losa reticular correspondiente al nivel "motor lobby".
- 56 Colado de muros y columnas de Niv. "motor lobby" al Niv. "lobby bar".
- 57 Colado de losa reticular correspondiente al nivel "lobby bar".
- 58 Colado de muros y columnas del nivel "lobby bar" al nivel convenciones I.

59 Colado de losa reticular correspondiente al nivel convenciones I.

60 Colado de columnas, muros y losa reticular del nivel convenciones II.

61 Colado de muros, columnas y losa reticular del nivel centros nocturnos.

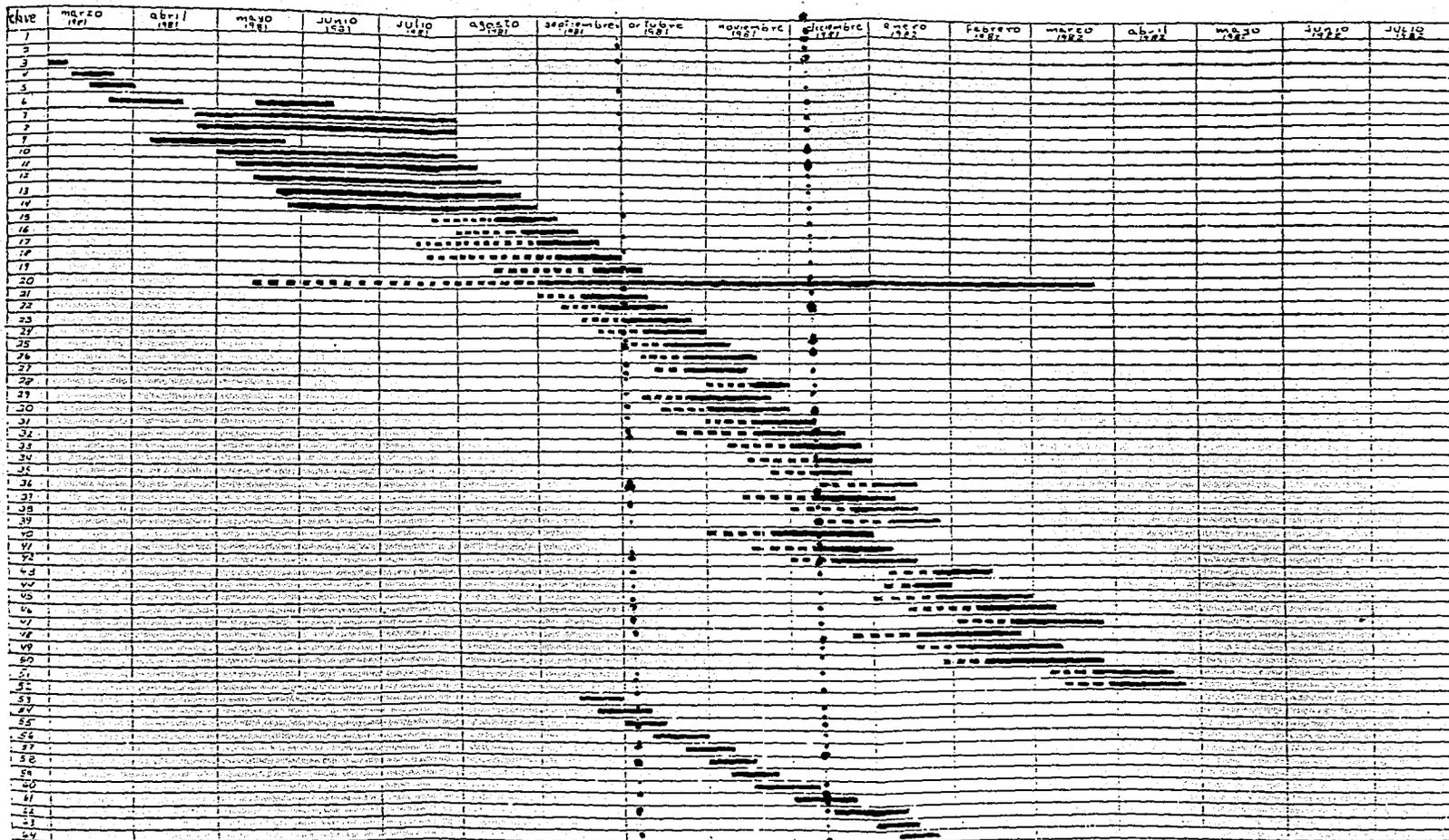
62 Colado de muros, columnas y losa reticular del nivel alberca.

63 Colado de muros y columnas del Niv. alberca al Niv. "transfer".

64 Colado de losa maciza correspondiente al nivel "transfer".

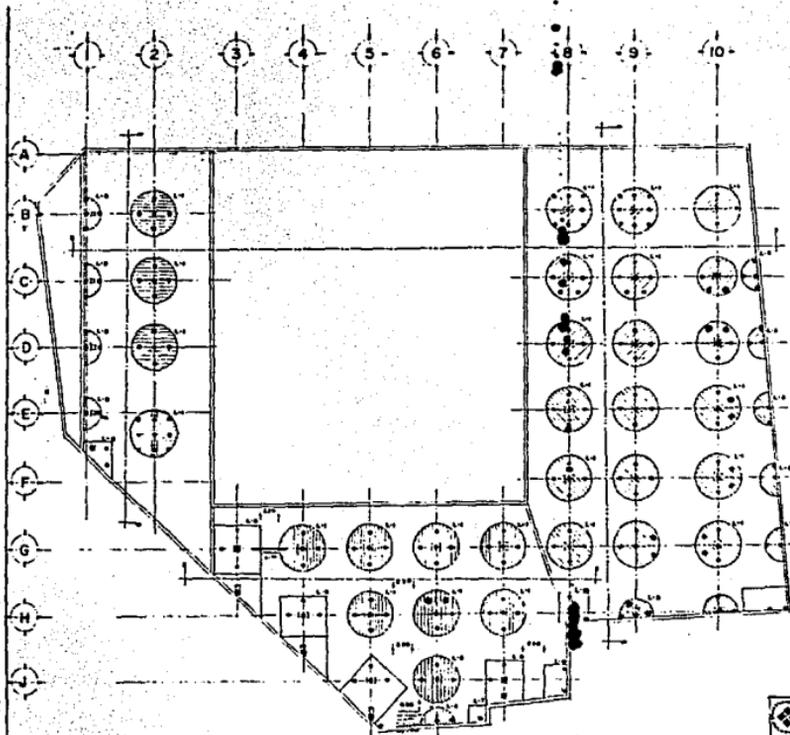
HOTEL MEXICO PLAZA HOLIDAY INN

TIEMPO ESTIMATIVO DE EDIFICACION EN ZONA DE TORRE



FALLA DE ORIGEN

115



PLANTA GENERAL

NOTAS:

- EN ESTE PLANO SE MUESTRA EL TIPO DE LUMBRERA Y SU LOCALIZACIÓN.
- EN CASO DE NO EXISTIR SIMETRÍA DE LOS PILOTES EN EL FONDO DE LUMBRERAS SE MARCARÁN PILOTES AUXILIARES EN NÚMERO VARIABLE SEGÚN EL CASO.
- LOS PILOTES AUXILIARES SE MARCAN EN LA PLANTA GENERAL ISO. Y SE CONECTARÁN CON EL CONSTRUCTIVO DE COLUMNINA DESDE EL DESPLANTE HASTA EL SOTANO.

• LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LUMBRERAS, ESPECIALMENTE DE BARRAS DE ACERO EN EL PLANO NO. 13 DE PIPERA.

• LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LUMBRERAS DE OVALADA Y LAS DE MARCO METÁLICO, DEBERÁN CONSULTARSE EN LOS PLANOS "MARCOS EXISTENTES" NO. 2 Y 3 DE "CONSTRUCCIÓN DE BARRAS" ELABORADOS A PARTIR DE JUNIO DE 1957.

- SIMBOLOGÍA:
- LGA DE LUMBRERAS 1 PIA
 - PLOTE EXISTENTE
 - PLOTE AUXILIAR 2º PIA
 - PLOTE AUXILIAR PROFUNDO 1º PIA

○ LUMBRERAS CON CONCRETO LANTADO

□ LUMBRERAS CON MARCOS METÁLICOS

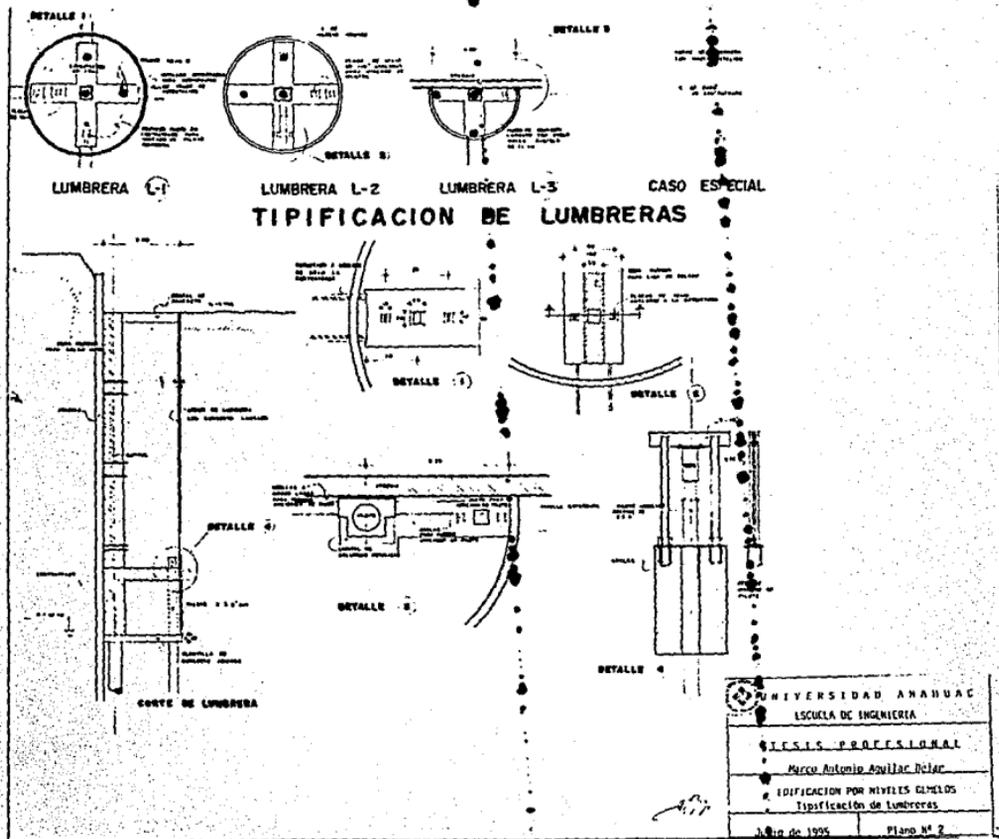
• NOTA: Este plano contiene la información necesaria del programa de Construcción. Las dimensiones de los constructivos deberán obtenerse de los planos, salvo de los planos autorizados expresivos.

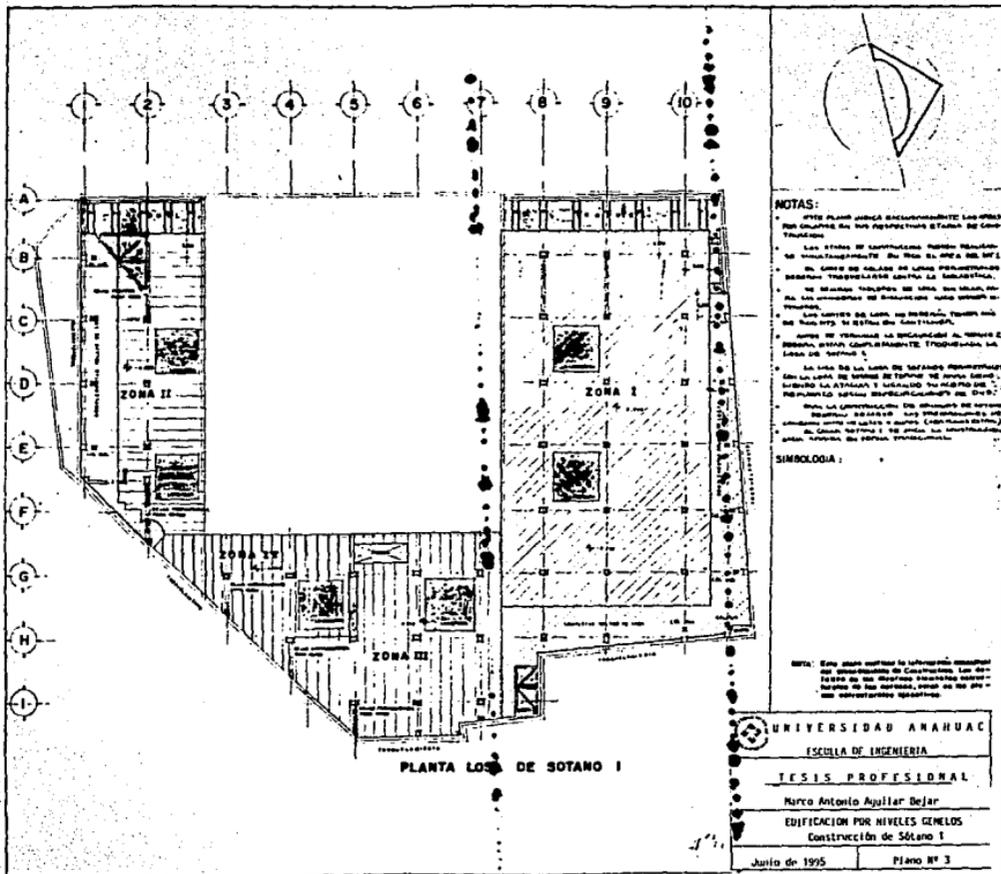
• ÚLTIMA REVISIÓN DE DISEÑO

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERÍA
	CSJS PROFESIONAL
	Marco Antonio Aguilar Bojar
	EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS
	Localización de Lumbreras
Junio de 1955	Plano No. 1

FALLA DE ORIGEN

119





NOTAS:

ESTE PLANO INDICA EXACTAMENTE LAS PARTES DEL CONCRETO DE LAS REPERICIONES Y TUBOS DE CONCRETO.

Las áreas de construcción deben ser construidas de acuerdo con el plano de construcción de las zonas I, II, III y IV, con el objeto de evitar las fallas de construcción.

Las áreas de construcción de las zonas I, II, III y IV, deben ser construidas de acuerdo con el plano de construcción de las zonas I, II, III y IV, con el objeto de evitar las fallas de construcción.

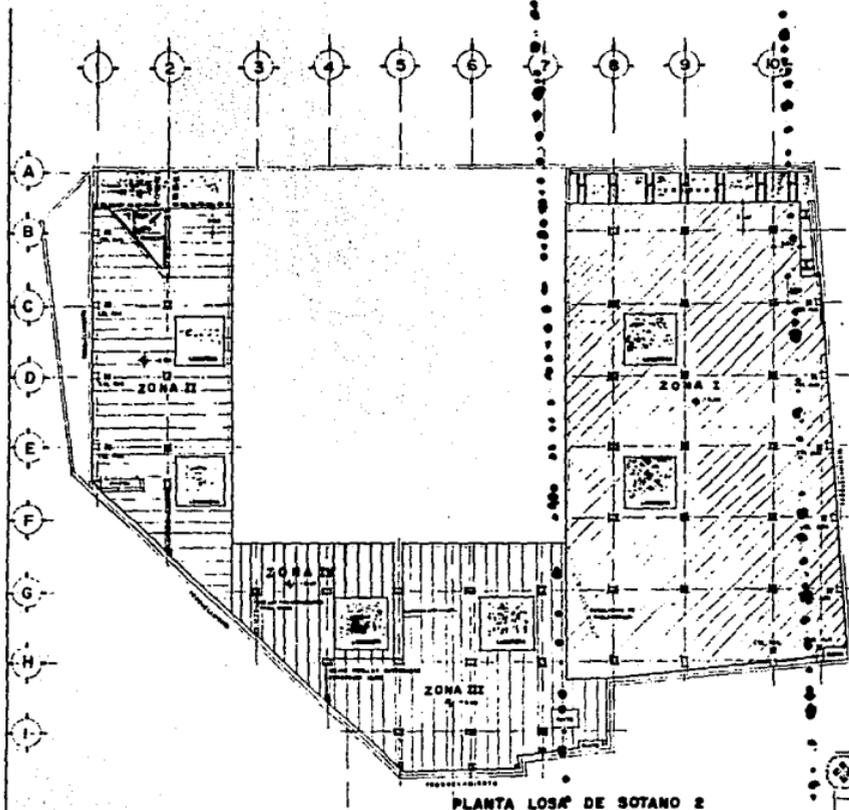
Las áreas de construcción de las zonas I, II, III y IV, deben ser construidas de acuerdo con el plano de construcción de las zonas I, II, III y IV, con el objeto de evitar las fallas de construcción.

Las áreas de construcción de las zonas I, II, III y IV, deben ser construidas de acuerdo con el plano de construcción de las zonas I, II, III y IV, con el objeto de evitar las fallas de construcción.

SIMBOLOGIA:

Este plano muestra la ubicación exacta de las fallas de construcción de las zonas I, II, III y IV, con el objeto de evitar las fallas de construcción.

UNIVERSIDAD ANAHUAC
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 Marco Antonio Aguilar Bejar
 EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS
 Construcción de Sótano I
 Junio de 1955 Plano N° 3



PLANTA LOSA DE SOTANO 2

NOTAS:

- LA B.C. AL SOTANO 2 PODRÁ EFECTUARSE EN SU TOTALIDAD DENTRO DEL LA LOSA DE SOTANO 2.
- ESTE PISO DEBE SER DISEÑADO DE TAL MODO QUE GARANTICE SU BUEN FUNCIONAMIENTO.
- EL TRAZADO DE LOS MUEBLES Y PASADIZOS DEBE SER SIMETRICO.
- EL TRAZADO DE LOS PASADIZOS DEBE SER EN EL CASO DE SER NECESARIO EN FORMA DE "U" O "C" EN RELACION A LOS MUEBLES QUE SE ENCUENTRAN EN EL PISO.
- UNA VEZ DISEÑADO EL TRAZADO DE LOS PASADIZOS LA INGENIERIA DEBERA HACER EL DISEÑO DE LA LOSA DE SOTANO 2 EN FORMA DE "U" O "C" EN RELACION A LOS MUEBLES QUE SE ENCUENTRAN EN EL PISO.

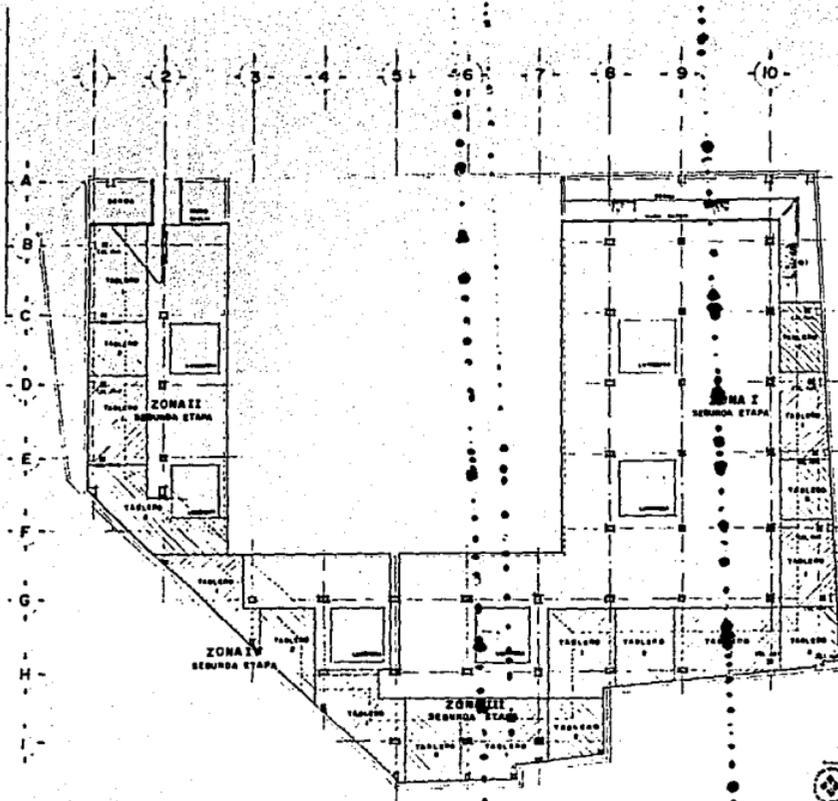
SIMBOLOGIA:

NOTA: Este plano contiene la información necesaria para la construcción de la obra. Los datos de los planos adjuntos deberán ser consultados, como en los casos de modificaciones que se requieran.

UNIVERSIDAD ANAHUAC	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS	
Construcción de Sótano 2	
Junio de 1995	Plano N° 4

123

FALLA DE ORIGEN

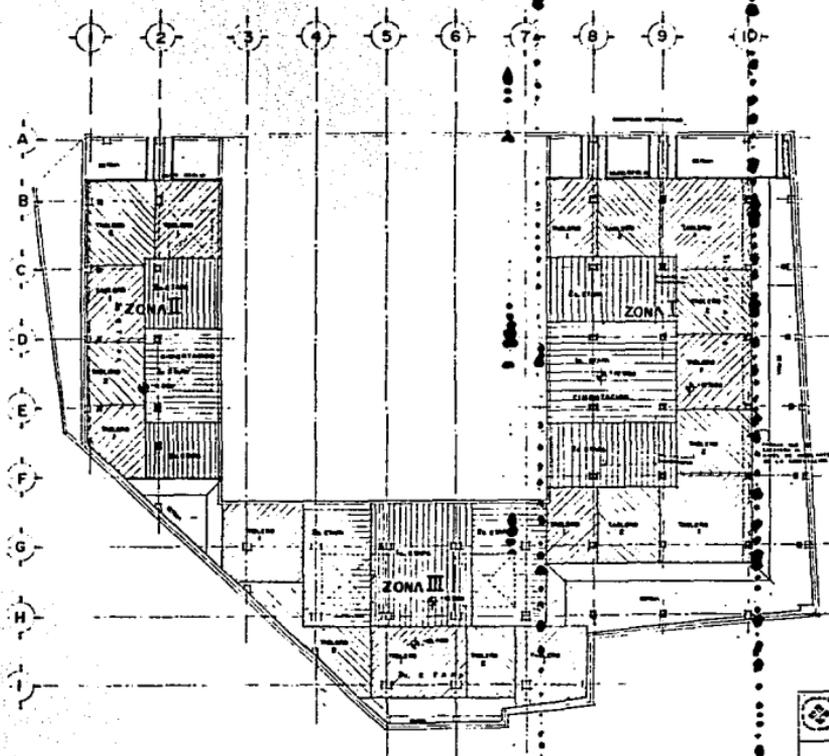


PLANTA LOSA DE SOTANO 3

NOTAS:
 1. LA DIMENSIONES DE LA BARRERA PERIMETRAL DE ESTE SEGUNDA ETAPA SE HAN PERMITIDO SER DIFERENTES AL PERIMETRO SUPERIOR, DEPENDIENDO DE LOS TABLONES Y TABLONES.
 2. LAS CUBIERTAS DE COLADO SON PERMANENTES EN TODAS LAS ZONAS DEL PISO DE COLUMNAS, EN NIVEL DE SOTANO.
 3. ANTES DE PASAR AL INTERIOR DE LOS Muros, INDICANDO LA UBICACION DE LOS Muros DEPARTAMENTALES EN LOS PLANOS DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA PRINCIPAL, COMO EN MEDIO DE LA DISTRIBUCION DE LOS TABLONES, PARA VERIFICAR SU POSICION Y SU ALICATA DE MONTAJE.
 4. LA LUCA DEL LOMO DE CUBIERTAS DE LOS TABLONES EN LOS TABLONES DEBE SER PERMANENTE EN LA LINEA DE LA TABLONERA QUE UN LOMO POR LOMO LA TABLONERA.
 5. EL APUNTAMIENTO EN LOS Muros, SE HAN EN LAS PERIFERIAS LOMAS COMO EN LOS TABLONES.
 6. SE DEBE LA BARRERA QUE CONTIENE LA TABLONERA EN EL CASO DE FALTA, PARA VERIFICAR QUE LA TABLONERA SEYER PERMANENTE EN LOS Muros EN EL CASO DE LA TABLONERA DE LOS TABLONES.

SIMBOLOGIA:

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Colado Lota Sotano 3	
Junio de 1995	Plano No. 6

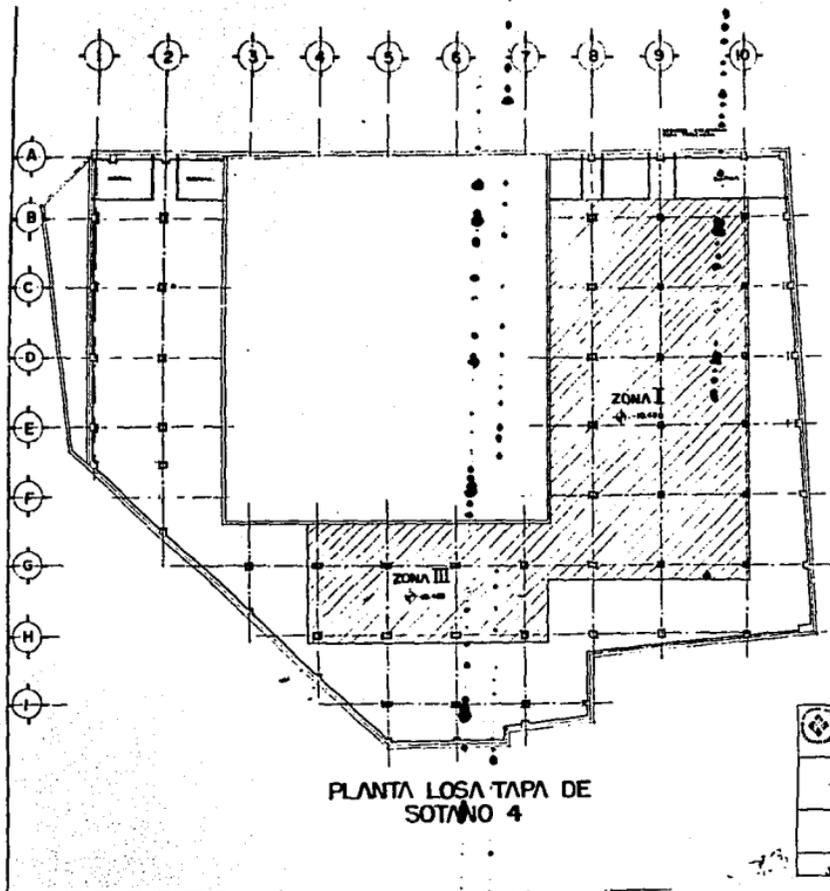


NOTAS:
1. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
2. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
3. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
4. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
5. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
6. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
7. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
8. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
9. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.
10. El presente proyecto es de carácter preliminar y no debe utilizarse para la construcción de obras definitivas.

SIMBOLOGIA:

PLANTA DE CIMENTACION

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS	
Colado Losa Cimentación	
Junio de 1995	Plano N° 7

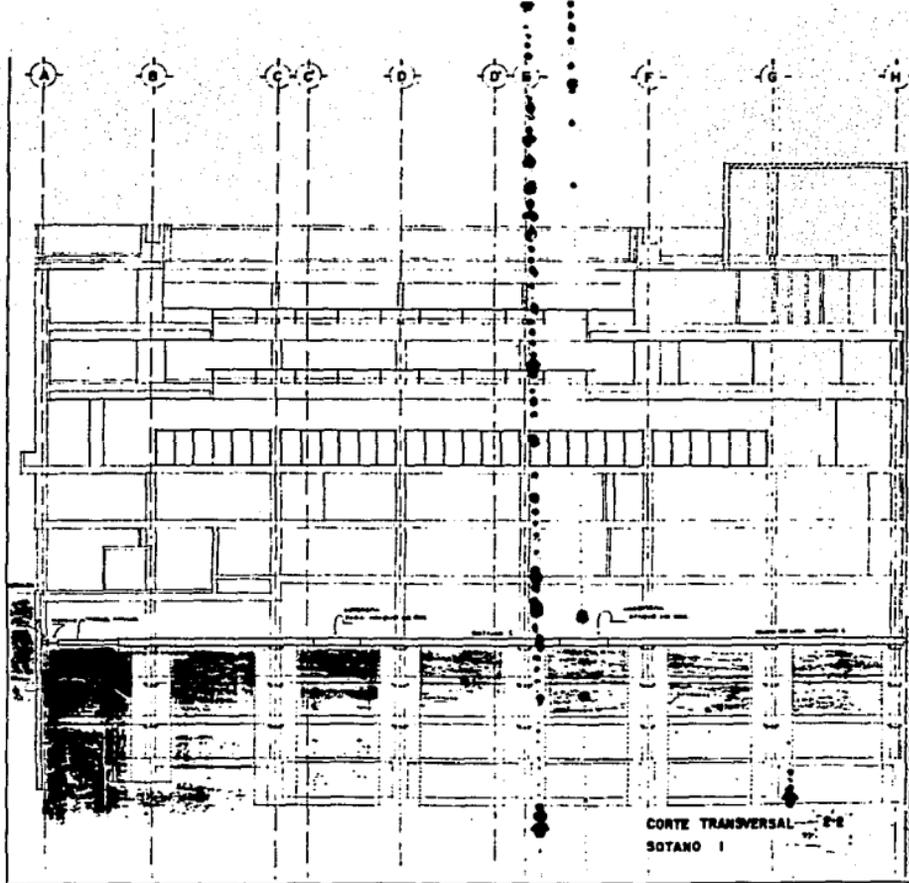


NOTAS.
 1. NO SE DEBEAN LEER LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SIN VERIFICAR LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS.

SIMBOLOGIA.

PLANTA LOSA TAPA DE
 SOTANO 4

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEOMÉTRICOS Sótano 4 Última Etapa	
Junio de 1995	PLANO NÚM. 9



CORTE TRANSVERSAL - E-E
SOTANO I

NOTAS:

1. EL DISEÑO DE ESTA OBRA SE HA HECHO DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PRIVADAS.
2. EL DISEÑO DE ESTA OBRA SE HA HECHO DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PRIVADAS.
3. EL DISEÑO DE ESTA OBRA SE HA HECHO DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PRIVADAS.
4. EL DISEÑO DE ESTA OBRA SE HA HECHO DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PRIVADAS.
5. EL DISEÑO DE ESTA OBRA SE HA HECHO DE ACUERDO A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y A LAS NORMAS DE LA LEY DE OBRAS PRIVADAS.

DETALLES:

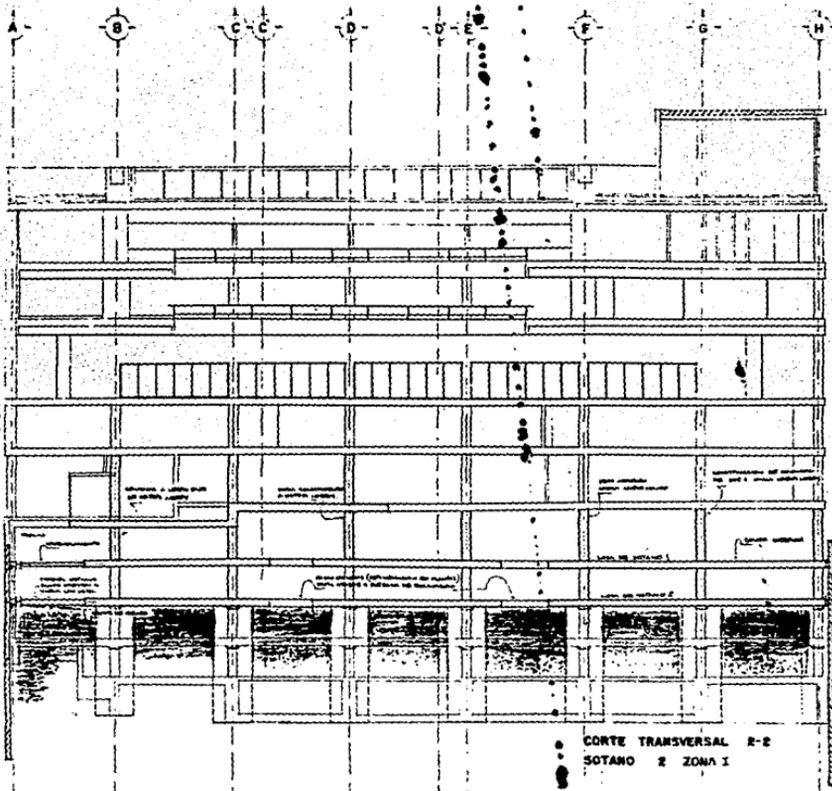


LEY DE OBRAS PÚBLICAS, 2-2-1974
LEY DE OBRAS PRIVADAS, 2-2-1974

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GENEROS	
Corte Loto Sótano I	
Junio de 1995	Plano nº 11

FALLA DE ORIGEN

129

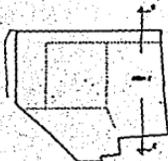


CORTE TRANSVERSAL R-E
SOTANO 2 ZONA I

NOTAS:

- Este corte muestra la estructura de la Zona I de la Torre del Sotano 2, ubicada en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2, ubicada en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- Las dimensiones mostradas en la planta son las dimensiones reales de la obra.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.
- El nivel del suelo del Nivel 2 está en el Nivel 2 de la Torre del Sotano 2.

DETALLES:



UNIVERSIDAD ANAHUAC
ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

Marco Antonio Aguilar Delar

EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS

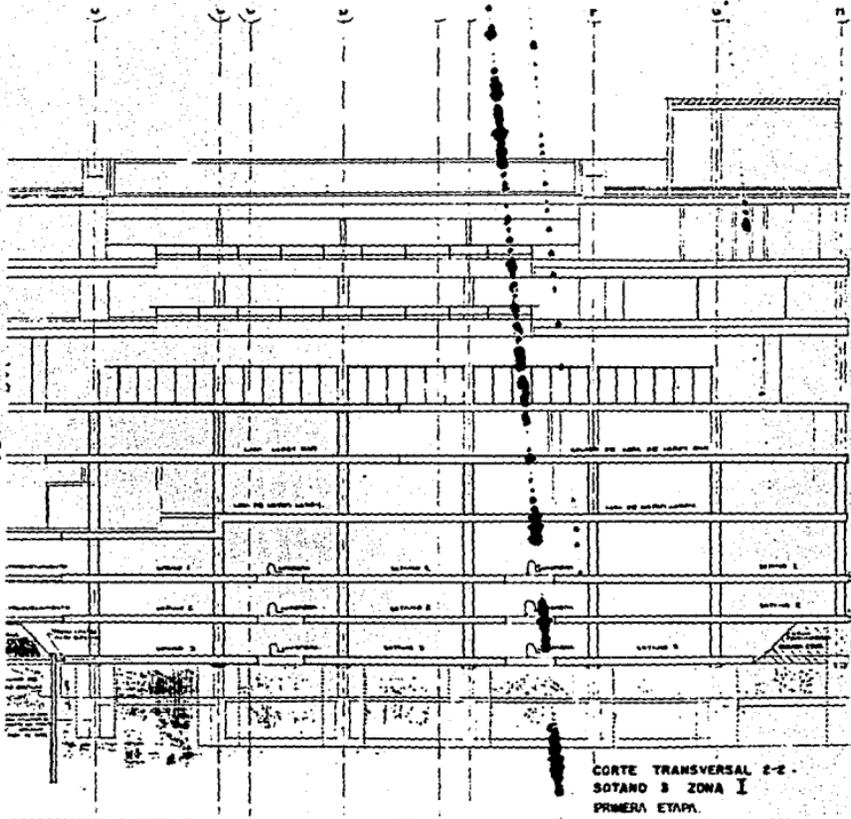
Corte Torre Sotano 2

Julio de 1995

Blanco N.º 17

FALLA DE ORIGEN

130

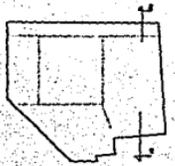


CORTE TRANSVERSAL 2-2 -
SOTANO 3 ZONA I
PRIMERA ETAPA.

NOTAS:

- 1. Se debe verificar la calidad de los materiales de construcción.
- 2. En el momento de la ejecución de las obras, se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 3. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 4. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 5. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 6. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 7. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 8. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 9. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.
- 10. Se debe tener presente la necesidad de mantener el terreno firme y estable.

DETALLES



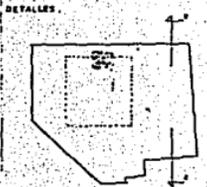
ESPESOR DE LA PISADA

ESMALTADO

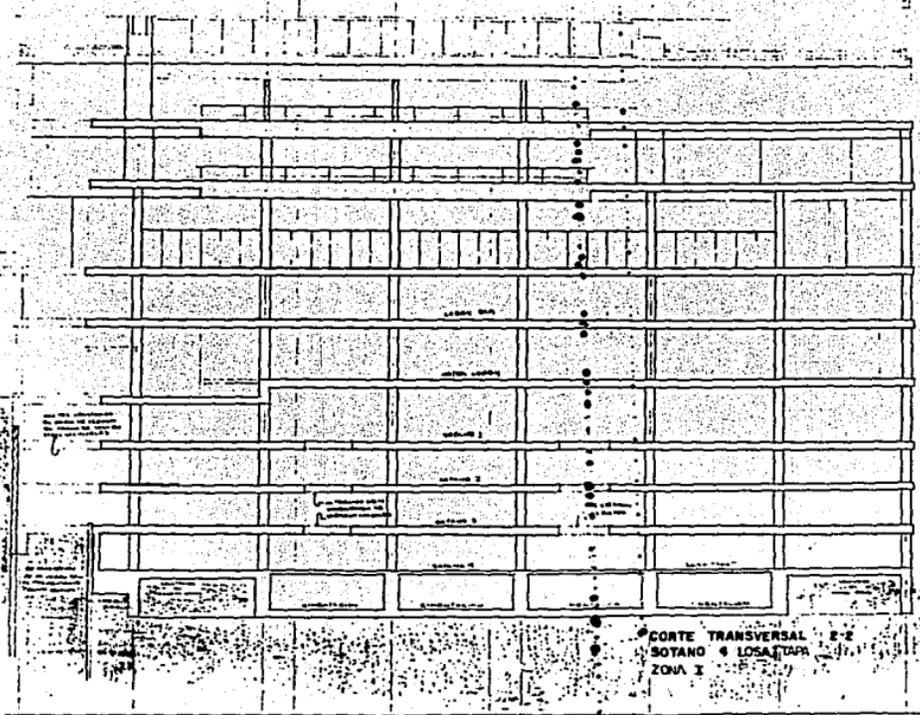
UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL Marco Antonio Aguilar Bejar EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Corte 1014 Sotano 3	
Junio de 1995	PLANO NO. 11

- F -
- G -
- H -

- NOTAS
- 1. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 2. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 3. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 4. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 5. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 6. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 7. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 8. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 9. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.
 - 10. Sección de la obra de la Universidad Anahuac, México D.F., en el año 1995.



132
FALLA DE ORIGEN

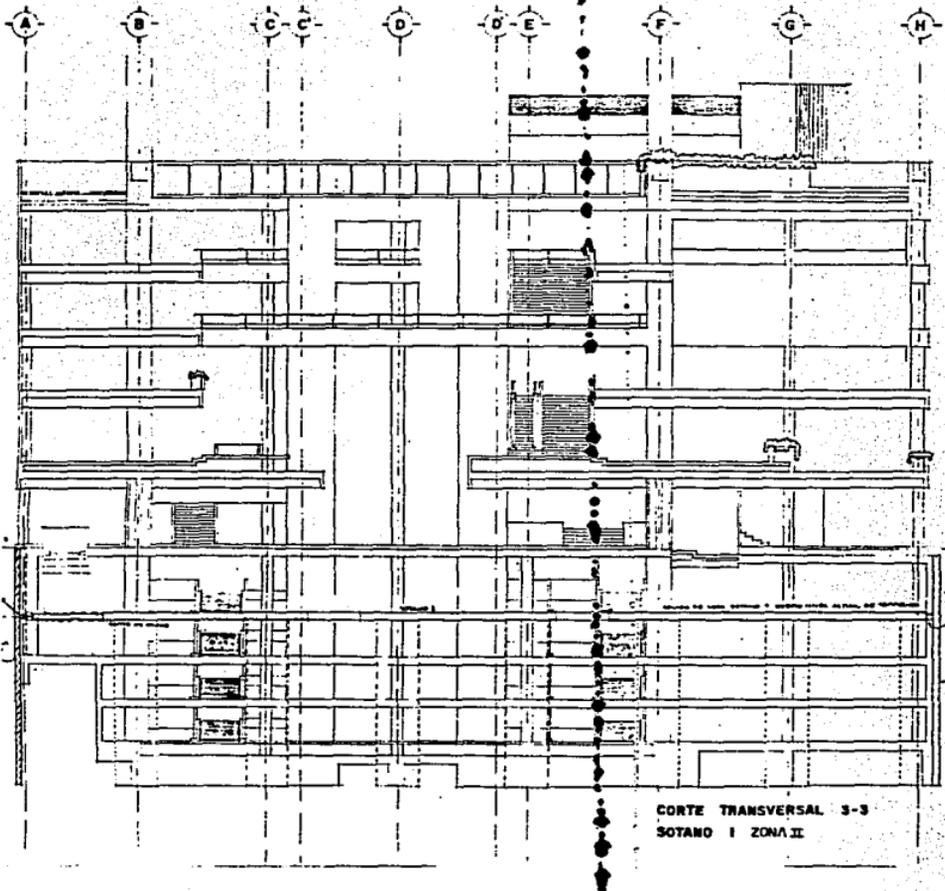


CORTE TRANSVERSAL E-Z
SOTANO & LOSA TAPA
ZONA I

	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
	<u>TESIS PROFESIONAL</u>
	Marco Antonio Aguilar Bojar
	EDIFICACION POR NIVELES GEMelos
	Colado Losa Tapa Sótano 4
Junio de 1995	Plano N.º 15

FALLA DE ORIGEN

133

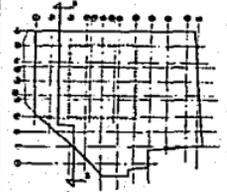


CORTE TRANSVERSAL 3-3
SOTANO I ZONA II

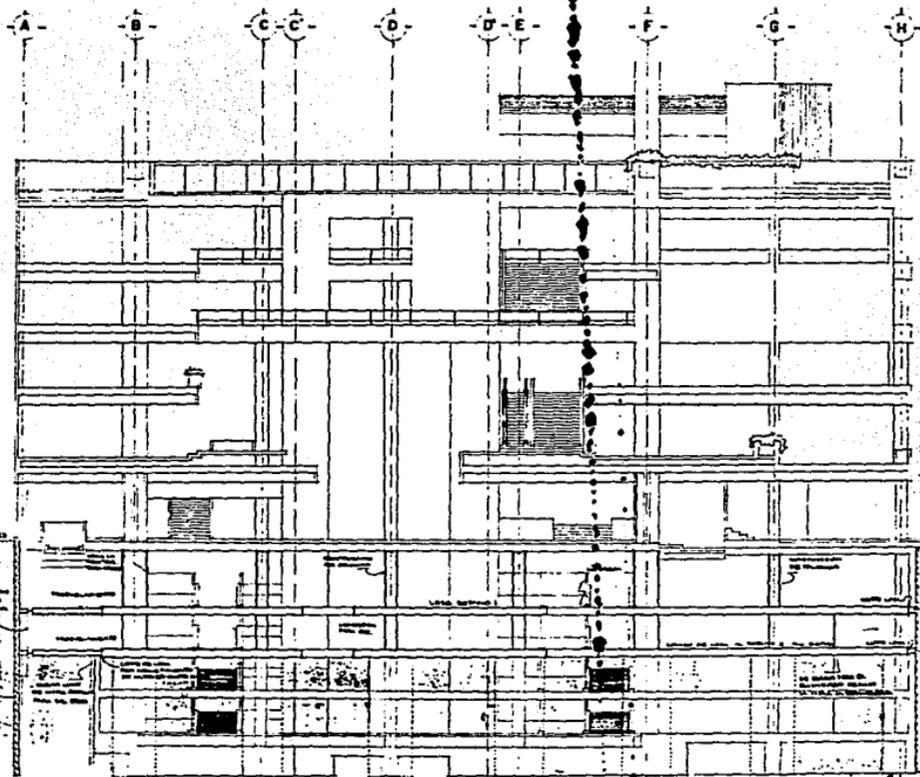
NOTAS:

- 1. Sección de corte y representación de las...
- 2. Sección de corte y representación de las...
- 3. Sección de corte y representación de las...
- 4. Sección de corte y representación de las...
- 5. Sección de corte y representación de las...
- 6. Sección de corte y representación de las...
- 7. Sección de corte y representación de las...
- 8. Sección de corte y representación de las...
- 9. Sección de corte y representación de las...
- 10. Sección de corte y representación de las...

DETALLES



UNIVERSIDAD ANAHUAC	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Belar	
EDIFICACION POR NIVELES GELOS	
Colado Losa Sótano I	
Junio de 1995	Plano N.º 16



NOTAS.

- SERÁ ENTREGADA LA ESTRUCTURA Y EL DISEÑO CON LOS DATOS DE INTERFERENCIAS.
- A ESTE SEÑAL, LA ESTRUCTURA SERÁ DISEÑADA POR EL INGENIERO RESPONSABLE DEL DISEÑO, QUIEN DEBERÁ DE INDICAR EL TIPO DE ESTRUCTURA QUE SE DEBE EMPLEAR EN EL DISEÑO.
- SERÁ ENTREGADA LA ESTRUCTURA Y EL DISEÑO CON LOS DATOS DE INTERFERENCIAS.
- EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEBERÁ DE SER ENTREGADO EN UN PLAZO DE OCHO (8) DÍAS DESPUÉS DE LA FIRMA DEL DISEÑO.
- EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEBERÁ DE SER ENTREGADO EN UN PLAZO DE OCHO (8) DÍAS DESPUÉS DE LA FIRMA DEL DISEÑO.

DETALLES.

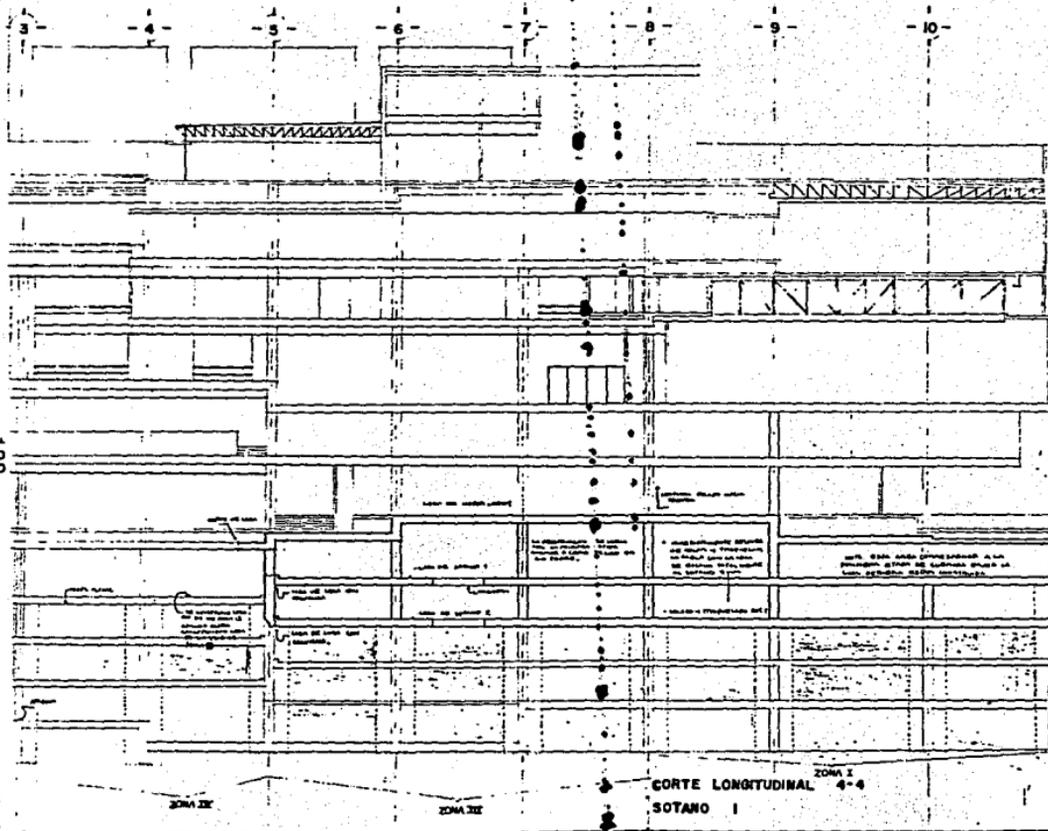


134

FALLA DE ORIGEN

**CORTE TRANSVERSAL 3-3
SOTANO 2 ZONA II**

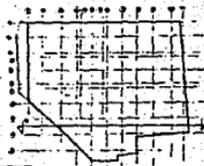
	UNIVERSIDAD ANAHUAC
	ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Belar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Colonia Loma Solano 2	
Año de 1993	Plano No 17



CORTE LONGITUDINAL 4-4
SOTANO I

NOTAS

DETALLES

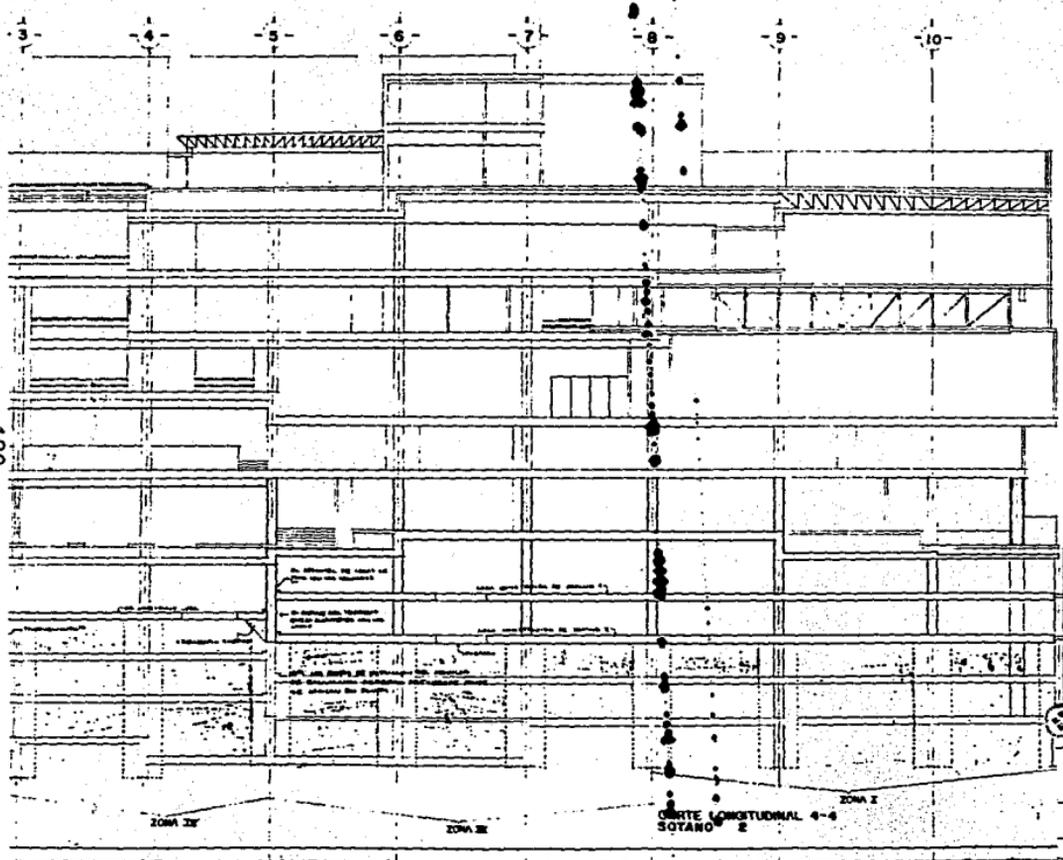


Reemplazado por
Nueva estructura

UNIVERSIDAD ANAHUAC ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES GEMELOS Corte Esta Sótano I	
Julio de 1995	Plano N° 21

FALLA DE ORIGEN

139



NOTAS:

DETALLES:



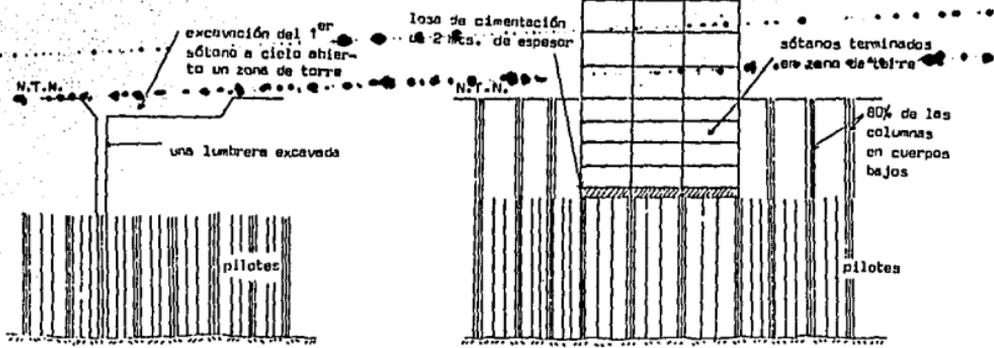
UNIVERSIDAD ANAHUAC	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
Marco Antonio Aguilar Bejar	
EDIFICACION POR NIVELES SIMELOS	
Corte Cosa Simano 2	
Año de 1995	Plano No. 22

CORTE LONGITUDINAL 4-4
SOYANO 2

6.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN

En este apartado se pretende hacer una comparación del tiempo de ejecución de la obra, si se hubiera realizado con Sistema Tradicional, contra el tiempo de ejecución que se tuvo en realidad con el sistema por *Niveles Gemelos*.

Para mostrar con mayor claridad la velocidad de construcción que se logra con *Niveles Gemelos*, se presenta el siguiente esquema, que ilustra el estado de la obra el 15 de mayo de 1981; y el avance que tenía después de un año y un mes de trabajos, es decir, el 15 de junio de 1982.



15 de mayo de 1981

15 de junio de 1982

El esquema anterior indica que en un año y un mes de construcción, se logró tener: 4 sótanos en zona de torre, 1 cisterna, 1 losa maciza de cimentación de 2 mts. de espesor, 1 estructura en zona de torre con una altura equivalente a 17 pisos.

Además, en la zona de cuerpos bajos se logró construir el 80% de las lumbreras y las columnas, así como la losa del primer sótano en los frentes norte y sur de dichos cuerpos.

Para clarificar más el ahorro de tiempo logrado, a continuación se muestra un programa de obra que compara los tiempos de ejecución de ambos sistemas. En él, se incluyen sólo las actividades más significativas, para mostrarlo en una forma condensada.

HOTEL MEXICO PLAZA HOLIDAY INN

PROGRAMA COMPARATIVOS

CONCEPTO	PROGRAMA COMPARATIVOS											
	abril	mayo	junio	julio	agosto	septien.	octubre	novien.	dicien.	enero	febrero	marzo
construcción de lumbreras	■	■	■	■								
armado y colado de losa de cimentac.	■	■	■	■		■						
fabricar y colocar columnas	■	■	■	■								
colar losa de sótano 1		■	■	■								
columnas del sótano 1			■	■								
losa de planta baja			■	■								
excavar sótano 2			■	■								
losa del sótano 2			■	■								
columnas de planta baja			■	■								
losa del primer piso				■	■							
excavar sótano 3				■	■							
colar losa del sótano 3				■	■							
columnas del primer piso				■	■							
losa del segundo piso				■	■							
excavar sótano 4					■	■						
columnas del segundo piso					■	■						
losa del tercer piso, etc.					■	■						

diferencia promedio de tiempo de ejecución
aprox. = 8 meses

excavación parcial de 4 sótanos	■	■	■	■								
colar losa de cimentación	■	■	■	■								
columnas del sótano 4					■	■						
losa del sótano 3						■	■					
columnas del sótano 3							■	■				
losa del sótano 2								■	■			
columnas del sótano 2									■	■		
losa del sótano 1										■	■	
columnas del sótano 1											■	■
losa de planta baja												■
columnas de planta baja												■
losa del primer piso												■
columnas del primer piso												■
losa del segundo piso												■
columnas del segundo piso												■
losa del tercer piso												■
construcción total hasta el 2 ^{do} piso	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

FALLA DE ORIGEN

Cabe hacer notar, que las actividades realizadas con el método tradicional, son parciales, ya que no es posible hacer la excavación total del predio en una sola etapa, mientras que las actividades con el procedimiento de *Niveles Gemelos* son totales.

La diferencia total de tiempo entre un sistema y otro, es de 8 meses, considerando un promedio entre los tiempos de construcción parcial y total, para apegarse más a la realidad.

Es obvio que el mayor de los beneficios de *Niveles Gemelos* es la ~~TERMINACIÓN ANTICIPADA DEL INMUEBLE,~~ sin embargo, existen otros como el sobrecosto por la excavación bajo techo, los capiteles de las columnas y la ingeniería de *Niveles Gemelos*, que representaron aproximadamente el 1% de los ahorros generados por la terminación anticipada.

Desde el punto de vista técnico, se logró en este proyecto realizar una excavación de 15 mts. de profundidad en la zona del lago de la ciudad de México, con máxima

seguridad y produciendo deformaciones imperceptibles a la masa de suelo circundante.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1.- Es imperativo que los constructores acepten intentar nuevas-rutas en la solución de los diversos problemas a los que se enfrentan día con día.

2.- Por razones de seguridad y estética, resulta mucho más conveniente localizar las zonas de estacionamiento por debajo del nivel de banqueta, cuando el proyecto así lo permita.

3.- *Niveles Gemelos* es un procedimiento constructivo que reduce severamente los programas de construcción, en edificios con sótanos para estacionamiento de vehículos.

- 4.- Este sistema es aplicable en cualquier tipo de suelo, y permite la construcción de sótanos en edificios ya terminados.
- 5.- Con él, es posible realizar excavaciones a grandes profundidades con máxima seguridad, ya que destierra el peligro de la "falla de fondo".
- 6.- Al aplicar el sistema de *Niveles Gemelos*, se producen ahorros en obras para aseguramiento del suelo, en gastos fijos de administración, en precios de materiales y mano de obra causados por la inflación, además de que genera una percepción de ingresos anticipada por concepto de renta del inmueble terminado.
- 7.- Se produce también un sobrecosto en algunos conceptos como son la excavación y los capiteles para conectar las columnas con las losas.
- 8.- La suma de estos sobrecostos representan aproximadamente el 1% de los ahorros mencionados en el apartado N° 6.3.

9.- Este proyecto se inició en junio de 1981, teniendo que suspenderse un año después (junio 1982), debido a la Estatización de la Banca por la crisis económica que sufrió el país, llegando al piso 17 de la superestructura todavía en obra negra. Posteriormente se reinició la construcción en enero de 1985 hasta que se presentaron los enérgicos sismos de septiembre del mismo año, volviendo a suspender la construcción para revisarlo con las Normas Emergentes, dictaminándose la reestructuración, y que finalmente se terminó de construir en diciembre de 1987.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- NICHOLS, Herbert L.
Movimiento de Tierras
Ed. C.E.C.S.A.
México.

- 2.- ANDERSON, Lee G. / SETTLE, Russell F.
Guía Práctica para el Análisis Beneficio-Costo
Ed. Diana, 1981
México.

- 3.- JUAREZ BADILLO, E. y RICO RODRIGUEZ, A.
Mecánica de Suelos
Tomos I y II
Ed. Limusa
México.

- 4.- PEURIFOY, R.L.
Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción
Ed. Diana
México.

- 5.- PARKER, Albert D.
Planing and Estimating Construction
Ed. Mc Graw-Hill
U.S.A.

PUBLICACIONES

- Revista OBRAS
Noviembre de 1979
México.

- Revista OBRAS
Octubre de 1981
México.

• A.D.S.C.

• Enero de 1982

U.S.A

- Construcción Panamericana
Abril de 1982
Latinoamérica.

- Suplemento de "El Universal"
Febrero 24, 1980.

- Periódico "El Universal"
Mayo de 1982
México.