



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“CONSTRUCCION DEL HOSPITAL GENERAL EN
LA DELEGACION ALVARO OBREGON DEL
DISTRITO FEDERAL”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

CESAR ANTONIO APARICIO VASQUEZ



DIRECTOR DE TESIS:

ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI MALDONADO

MÉXICO, D.F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/100/06

Señor
CÉSAR ANTONIO APARICIO VÁSQUEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL GENERAL EN LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN DEL DISTRITO FEDERAL"

- I. INTRODUCCIÓN
- II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
- III. CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN
- IV. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN
- V. PROGRAMA DE OBRA
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria 18 de octubre de 2006
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente al ING. CARLOS CHAVARRI MALDONADO por aceptar dirigir este trabajo, por su apoyo, sus consejos y por el tiempo dedicado al mismo.

Gracias también al ING. SERGIO MACUIL ROBLES por su amistad, su predisposición para aclarar mis dudas que se presentaron y por sus sugerencias en la revisión y adición de información. Mil gracias por su colaboración desinteresada y muy valiosa para el desarrollo de este trabajo.

Un enorme agradecimiento al ING. ALFONSO SANCHEZ y al ARQ. GUILLERMO ARELLANO CORTES por darme todas las facilidades para la recopilación de la información, por el tiempo que me brindaron, por los recorridos dentro de la obra, las explicaciones, comentarios y sugerencias que me hicieron.

Gracias a FUNDACIÓN ICA, A.C. por brindarme el apoyo para la impresión de esta TESIS, así como por darme la oportunidad de realizar mi Servicio Social en sus instalaciones.

Un profundo agradecimiento a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, especialmente a su FACULTAD DE INGENIERIA por hacer de mí una persona de bien. A todos los profesores que tuve a lo largo de mi vida universitaria, todos ellos excelentes, pacientes, pero sobre todo tolerantes. Gracias por darme las herramientas para sobrevivir en mi vida profesional.

A todos mis amigos Ingenieros, Aida, Caroline, Karina, Mauricio, Daniel, Chauthli, José Luis, Arturo, Eduardo, Esteban, Josué, Francisco, y a todos los que ya no pude mencionar. Gracias por su amistad, por los buenos y malos momentos que pasamos, pero sobre todo gracias por permitirme formar parte de sus vidas.

A toda la familia OSORIO mil gracias por apoyarme en toda esta etapa de mi vida de la cual son una parte imprescindible. Gracias por los regaños, los consejos, pero sobre todo las sonrisas que me regalaron en aquellos días en que me invadía la tristeza por estar lejos de casa.

No tengo palabras para agradecerle a la familia NICOLAS PABLO todo el apoyo que me han brindado durante toda mi vida, así que lo único que les ofrezco es este trabajo como muestra de que todo lo que sembraron en mí ha sido cosechado. Que Dios los bendiga.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme ver realizado uno de mis más grandes sueños, gracias porque me has acompañado toda mi vida, porque aun en los momentos más difíciles siempre has estado conmigo y me has guiado por el buen camino.

A mi Madre que le puedo decir, Dios me ha bendecido con tu presencia y me ha llenado de felicidad todos estos años. Gracias por tus consejos, tus regaños, tus sonrisas, gracias por todas esas cosas maravillosas que me has enseñado y que han hecho de mí lo que ahora soy. Gracias por enseñarme a valorar la vida, a valerme por mí mismo, a luchar por lo que quiero y que pese a todas las adversidades de la vida siempre hay una luz al final del camino que esta para quienes en verdad tienen el deseo de superación. Gracias por enseñarme el valor de una mujer, por todos los sacrificios que has hecho para verme triunfar, por no dejarte vencer ante tu enfermedad tan solo para estar conmigo, por demostrarme que para ti soy la persona más importante del mundo. Simplemente gracias por ser mi Madre.

Quiero agradecer infinitamente a Maribel la confianza que ha depositado en mí, por apoyarme en todo momento, por dedicarme gran parte de su vida, por ser una compañera incondicional, por alentarme y a no desistir aún en los momentos más difíciles, por compartir momentos de alegría y tristeza, pero sobre todo por formar una parte muy importante de mi vida.

Gracias a todos mis tíos, primos y amigos, por sus consejos, sugerencias y por el apoyo incondicional que me brindaron para poder hacer realidad este sueño, uno de los más importantes de mi vida.

Gracias a la vida que me ha dado tanto, aun cuando no lo he sabido valorar...

Este trabajo está dedicado a mi madre, la Sra. ROCIO VASQUEZ PABLO con mucho cariño, una profunda admiración y un enorme respeto.

A mi padre que en paz descansa le habría gustado ver completada esta etapa de mi vida.

INDICE

I	INTRODUCCION.....	1
I.1	CLASIFICACION DE HOSPITALES.....	3
I.1.1	UNIDADES MEDICAS DE PRIMER NIVEL	3
I.1.2	UNIDADES MEDICAS DE SEGUNDO NIVEL	4
I.1.3	UNIDADES MEDICAS DE TERCER NIVEL	6
II	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	7
II.1	ALCANCE	7
II.1.1	TIPO Y MONTO DE CONTRATO	10
II.1.2	AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	10
II.2	ARREGLO GENERAL DEL PROYECTO	11
II.2.1	PLANTA SEMISOTANO	11
II.2.2	PLANTA BAJA	12
II.2.3	PLANTA PRIMER NIVEL	15
II.2.4	PLANTA SEGUNDO NIVEL	16
II.2.5	PLANTA TERCER NIVEL.....	18
II.3	ESTUDIOS PRELIMINARES	20
II.3.1	CARACTERISTICAS REGIONALES	20
II.3.2	TOPOGRAFIA.....	21
II.3.3	GEOTECNIA	21
II.3.4	HIDROLOGIA.....	22
II.3.5	SERVICIOS	23
II.3.6	IMPACTO AMBIENTAL	24
III	PROGRAMA DE OBRA	28
III.1	PLANEACION.....	28
III.2	PROGRAMACION	29
III.3	CONTROL	31
III.4	ETAPAS DEL PROYECTO	32
IV	CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION	48
IV.1	ZONIFICACION GEOTECNICA	48
IV.2	TRABAJOS DE CAMPO.....	49
IV.3	ESTRATIGRAFIA DETECTADA	52
IV.4	SOLUCION DE LA CIMENTACION.....	54
IV.5	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	57
IV.5.1	TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO.....	58
IV.5.2	CAMINOS DE ACCESO	59
IV.5.3	EXCAVACION	59
IV.5.4	PILAS.....	60
IV.5.5	LOSA DE CIMENTACIÓN	62
V	PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION	68
V.1	MONTAJE DE LA ESTRUCTURA.....	74
V.2	MONTAJE DE LAS LOSAS DE PISO	80
V.3	MONTAJE DE LA FACHADA.....	84
V.4	ACABADOS EN GENERAL	87
VI	CONCLUSIONES.....	95

I INTRODUCCION

Con el crecimiento de la urbe algunas zonas con fuerte demanda de servicios médicos han quedado alejadas de centros hospitalarios que puedan atender sus necesidades. La región poniente del Distrito Federal ha registrado un importante crecimiento poblacional en los últimos años y presenta, en algunas áreas, elevados índices de marginación; en ellos se carece de la infraestructura suficiente para atender los requerimientos de salud de sus habitantes, por lo que el IMSS determinó en coordinación con el Gobierno Federal y con recursos presupuestales aportados por el mismo, llevar a cabo la construcción de un nuevo Hospital General en la Delegación Álvaro Obregón para responder a las demandas de salud con un horizonte de 10 años. Con esto el Gobierno del Distrito Federal cuenta a la fecha con 27 hospitales en diferentes puntos de la Ciudad, todos ellos operados por su Secretaría de Salud.

El presente trabajo pretende por una parte realizar una documentación general de los factores, recursos y procedimientos constructivos que se consideran para la construcción de un Hospital General a base de elementos prefabricados. Y por otra, ser parte de un material de consulta para quienes tengan la necesidad de observar cuales son algunos de los aspectos básicos que deben ser considerados en la construcción de una obra de este tipo.

Es importante mencionar que este tipo de proyectos son en todo su conjunto multidisciplinarios, ya que en él se ven involucradas diversas áreas de ingeniería así como de administración.

Por otra parte es pertinente señalar aquí los alcances y limitaciones de este trabajo. El objetivo de este ensayo es cubrir los aspectos constructivos del proyecto desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, a partir del alcance del mismo. Dejando a un lado todos los aspectos de diseño como son: los arquitectónicos, estructurales, hidráulicos, así como los electromecánicos, entre algunos otros, y que sin ellos difícilmente podría realizarse un proyecto de esta envergadura dada la enorme cantidad de información relevante que aportan, lo que a mi juicio merece un análisis particular.

También es importante señalar que los factores que se tomaron en cuenta para proyectar y construir esta obra, estuvieron basados en las condiciones naturales que existen en el Distrito Federal, que es el sitio donde se localiza el proyecto en estudio.

Esta investigación está dividida prácticamente en cinco partes: la primera de ellas tiene como propósito identificar, mediante la clasificación de hospitales del IMSS, qué tipo de unidad médica se va a proyectar para así poder cubrir los requerimientos mínimos en cuanto a espacio y mobiliario, mencionados en las NORMAS DE PROYECTO Y ARQUITECTURA del IMSS. El propósito de la segunda parte es hacer la descripción general del proyecto en base al alcance del mismo, describir el tipo de obra contratada, así como dar su ubicación, además de mencionar algunos de los aspectos preliminares que se deben considerar en este tipo de obras. La tercera parte aborda el tema del programa de obra, en él se describe cuál fue la planeación y de que manera se realizó la asignación de recursos para cada actividad programada. Se muestra también gráficamente el avance de las diferentes actividades para periodos de tiempo mensuales. En la cuarta parte se documenta el inicio de la obra civil, particularmente se describen los estudios previos de mecánica de suelos, la problemática que se presentó en la zona, así como la solución que se le da a la misma, es decir el tipo de cimentación a utilizar, y finalmente se describe el proceso constructivo que se siguió para la construcción de la cimentación de la superestructura. La quinta y última parte de este trabajo se refiere a los procedimientos de construcción con que se producen los elementos prefabricados, así como las técnicas que se utilizaron para el desplante de esta estructura, incluyendo sus acabados. Finalmente a manera de conclusiones hice énfasis en lo que a mi juicio resultó más retroactivo dentro de este trabajo de investigación.

Cabe mencionar que la información que aquí se presenta es a nivel general dado el objetivo del trabajo, lo que de alguna manera hace que la información documentada sea enunciativa más no limitativa en el marco de nuevos proyectos del mismo tipo.

I.1 CLASIFICACION DE HOSPITALES

Las Unidades Hospitalarias se crearon como una respuesta del Gobierno Federal a través del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), a la necesidad de otorgar un servicio de salud eficiente, directo y cálido a la población derechohabiente, como parte del propósito nacional de justicia social.

Estas unidades han evolucionado en forma paralela a los conceptos en función del crecimiento de la población, de la extensión de las áreas urbanas, del aumento de las especialidades y del avance general de la ciencia médica.

El consecuente aumento de la población aunado al crecimiento demográfico y a la expansión institucional en la cobertura del IMSS, contribuyó a acelerar la búsqueda de soluciones más apropiadas y oportunas; con todo ello se determinó modificar la estructura de los servicios médicos en beneficio de la población atendida (o por atender), así como en busca de una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

De esta manera las unidades médicas se clasifican en base al tipo de servicio y al nivel de especialidad que otorgan a la población, por lo que pueden ser *de primero, segundo o tercer nivel*.

I.1.1 UNIDADES MEDICAS DE PRIMER NIVEL

Están constituidas por centros de salud, consultorios médicos, dispensarios y unidades de medicina familiar. En ellos la atención se centra en el enfermo ambulatorio, en la consulta externa, en los tratamientos preventivos y curativos, directos y oportunos, con prioridad al grupo materno-infantil, a la patología infecciosa y a ciertos padecimientos crónicos y endémicos según la zona.

También otorgan la prevención de enfermedades, la promoción de la salud y la protección, los primeros auxilios en emergencias y la atención a las enfermedades crónicas de fácil tratamiento en su radio de acción dentro de la comunidad.

Las Unidades Médicas de Primer Nivel o Unidades de Medicina Familiar (UMF), son el contacto inicial y más directo entre los integrantes de la comunidad derechohabiente y los recursos para la atención a la salud, entendida esta en su latitud física, psicológica y social. Además de ser las más numerosas son la base de todo nuestro sistema de salud, pues en este nivel se resuelven del orden del 85 % de los problemas de salud de la población derechohabiente.

Sus principales ventajas para el usuario radican en lo accesibles que se encuentran en la mayoría de los casos y en que es posible el contacto con un médico que trate íntegramente a la familia, pues la relación médico-paciente es más directa, por ello se dice que el médico de primer nivel de atención es realmente el "médico de cabecera" y generalmente conoce personalmente a la mayoría de los pacientes, con lo que puede dar un mejor seguimiento y una atención más personalizada.

El rango de las Unidades de Medicina Familiar varía de 1 a 15 consultorios, y su capacidad resolutive, en relación con la distribución de la población en una zona determinada, condiciona y define su tamaño en cada caso, conservando la capacidad de crecer según lo demande la necesidad, o bien, de crear otro módulo separado en el sitio adecuado como refuerzo del sistema.

1.1.2 UNIDADES MEDICAS DE SEGUNDO NIVEL

Es a estas Unidades Hospitalarias a donde se canalizan aquellos pacientes que las Unidades de Medicina Familiar no son capaces de atender, por carecer de la especialidad o del nivel requerido.

Generalmente se trata de aquellos pacientes que por su tipo de padecimiento requieren de hospitalización o de atención especializada en medicina interna, cirugía, obstetricia y pediatría, procurando orientar el diagnóstico y tratamiento temprano.

Estas unidades cuentan entre otras cosas con consulta externa especializada, laboratorio de análisis clínicos, imagenología, atención especializada en ciertas áreas de diagnóstico, tratamiento y hospitalización general.

Su rango varía de 12 a 216 camas y su función es otorgar atención médica integral, oportuna y accesible a varias comunidades, a grandes núcleos de población establecidos en un sistema geográfico urbano equilibrado a partir de las Unidades de Medicina Familiar.

Las *unidades de segundo nivel* de atención se conocen también como *Hospitales Generales*. Estos resuelven el 12 % de la demanda de servicio médico y se clasifican de acuerdo al número de camas con que cuentan, por lo que se definen de la siguiente manera:

- ✓ Hospitales Generales de Sub-zona: 12 a 34 camas
- ✓ Hospitales Generales de Zona: 72 a 144 camas
- ✓ Hospitales Generales Regionales: 216 camas

La característica fundamental de los Hospitales Generales radica en que cuentan con área de hospitalización para encamar pacientes y siempre cuentan con un servicio de Urgencias abierto las 24 horas del día, además de que no cuentan con consulta externa de Medicina Familiar, por lo que solo sirven de apoyo a las *unidades de primer nivel*.

Otra de las características de este nivel es su potencia resolutive y su versatilidad, ya que su personal, sus instalaciones y su equipamiento son capaces de atender un sinnúmero de variantes de diagnóstico y tratamiento, requiriendo solo en casos excepcionales remitir pacientes al *tercer nivel*.

Las principales ventajas de este nivel de atención radican en que apoyan en forma expedita a los pacientes remitidos por las UMF, y por ser de rango intermedio y con ciertas modalidades en su dimensión, se insertan sin gran esfuerzo en las ciudades que los requieran. Generalmente permiten al paciente reincorporarse pronto a su hogar después de una intervención quirúrgica, atención de un parto o de un tratamiento especializado.

Es así que las unidades hospitalarias de segundo nivel, en sus distintas modalidades según el número de camas y otras variables, reinscriben como piezas clave en la estructura de servicios por su alta capacidad resolutoria para casos de gravedad y complejidad intermedia y alta, sirviendo como puente entre el *primer y tercer nivel*.

I.1.3 UNIDADES MEDICAS DE TERCER NIVEL

El tercer nivel de atención lo constituye la red de hospitales de alto desarrollo tecnológico y científico, los cuales están facultados para dar una máxima resolución diagnóstico terapéutica.

En este nivel se resuelve aproximadamente el 3 % de la demanda de los servicios en la consulta externa y hospitalización de alta tecnología. Generalmente en ellos se atienden los pacientes que los hospitales de segundo nivel remiten por rebasar su capacidad de resolución por padecer enfermedades complejas, difíciles de tratar en ese nivel y que ponen en peligro su vida.

Por sí mismo el tercer nivel atiende pacientes con padecimientos infrecuentes y de alta complejidad en su diagnóstico y tratamiento. El equipamiento en estos hospitales es de tecnología avanzada, lo que permite desarrollar paralelamente la investigación médico-científica y la docencia.

Este nivel es coordinado por médicos especialistas con conocimientos en disciplinas médicas específicas, tal es el caso de: Cirugía, Cardiología, Pediatría, Dermatología, Gastroenterología, Hematología, Neumología, Neurología, Medicina Interna, Oftalmología, Otorrinolaringología, Psiquiatría, Urología, entre otras.

En la Ciudad de México este servicio se otorga en Hospitales de Especialidades y Centros Médicos, tal es el caso del Centro Médico Nacional Siglo XXI, La Raza, Iztapalapa, entre otros, así como los Hospitales de alta Especialidad como son: Hospital de Pediatría, Cardiología, Neurología, Cancerología y Psiquiatría, por mencionar algunos.

La construcción del Hospital General Álvaro Obregón de la Ciudad de México con 120 camas censables, consideró el suministro, montaje, instalación, pruebas y puesta en operación del: equipamiento médico, mobiliario e instrumental médico de acuerdo a la naturaleza del servicio que se otorgará, mobiliario administrativo y sistema de cómputo y comunicación, considerando la descripción completa, especificaciones genéricas, cantidades y unidades de los bienes que se integraron en las bases de licitación.

Las áreas de especialización que tiene este hospital son:

✧ Hospitalización

- Gineco Obstetricia: 37 camas
- Medicina Interna: 34 camas
- Cirugía General Traumatología: 37 camas

✧ Terapia Intensiva

- Terapia Intensiva Adultos: 12 camas
- Terapia Intensiva Neonatal: 10 camas
- Terapia Intermedia Neonatal: 9 camas
- Área de crecimiento: 12 camas

✧ Consultorios

- Modulo Gineco: 2 consultorios
- Modulo Cirugía: 6 consultorios
- Modulo Medicina Interna: 11 consultorios

✧ Urgencias

- Adultos: 10 lugares
- Pediatría: 2 lugares

✧ Auxiliares de Diagnóstico

- Secciones de Laboratorio: 3 secciones
- Sala de Rayos "X": 2 salas
- Ultrasonido: 2 salas

✧ Auxiliares de Tratamiento

- Sala de Expulsión: 2 salas
- Sala de Tococirugía: 1 sala
- Trabajo de Parto: 10 camas
- Recuperación Tococirugía: 8 camas
- Sala de Cirugía: 3 salas
- Recuperación Cirugía: 6 camas
- Diálisis: 3 camas
- Endoscopias: 2 lugares
- Inhaloterapias: 4 lugares

✧ Las Áreas de servicios¹ con que cuenta este Hospital están distribuidas en:

- 1) ESTACIONAMIENTO.- Para público y personal con capacidad de 275 autos de acuerdo a la normatividad vigente.
- 2) PLATAFORMA DE DESPEGUE.- Acceso para canalizar pacientes a urgencias y para recibir helicópteros con dimensión máxima de 10 m.
- 3) ÁREA DE AMBULANCIAS.- Con estacionamiento para 3 unidades y zona de maniobras.
- 4) OTROS.- Abasto, área para; basura, residuos peligrosos biológicos infectocontagiosos, tanques de diesel, tanque criogénico, cisterna.
- 5) PLANTA DE TRATAMIENTO.- Para dar tratamiento y rehúso al agua.
- 6) 3 CASSETAS DE VIGILANCIA.- Para controlar el acceso y salida de vehículos.

¹ Ver figura 2. *Vista aérea del Hospital General Álvaro Obregón*



Fig. 2. Vista aérea del Hospital General Álvaro Obregón

II.1.1 TIPO Y MONTO DE CONTRATO

Para la construcción de este proyecto, los recursos financieros fueron Federales y los asignó el Gobierno del Distrito Federal. El monto contratado para realizar este proyecto fue de 350 millones de pesos en un contrato llamado de *PROYECTO INTEGRAL A PRECIO ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO o DE LLAVE EN MANO*.

Este contrato fue el instrumento legal por medio del cual la empresa ICA, S.A, se obligó a ejecutar la obra en los términos establecidos en el contrato a cambio de una remuneración que pagó El Gobierno del Distrito Federal.

II.1.2 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Con esta obra se beneficiará a una población aproximada de 850, 000 habitantes que comprenden las zonas urbanas de la delegación Álvaro Obregón, como son: Lomas de

Plateros, la zona de Haciendas, de Centenario, Colinas del Sur; así como las comunidades rurales de esta demarcación, como son: San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, los cuales habían quedado marginados de los diferentes centros hospitalarios debido a la gran explosión demográfica que ha tenido la Ciudad de México.

II.2 ARREGLO GENERAL DEL PROYECTO

II.2.1 PLANTA SEMISOTANO

En la planta semisótano con una superficie de 3,852.90 m², representado por el 8.40 % del total de la construcción², se ubican los servicios generales de apoyo al Hospital así como los administrativos, con acceso independiente para el abastecimiento y el desalojo de desechos y en relación estrecha con el estacionamiento del personal.

- ✧ Anatomía Patológica y Mortuorio.- Cuenta con sala de autopsias, fotografía e identificación macroscópica, identificación de cadáveres, citología e histología, además de las áreas de trabajo de patólogos.
- ✧ Almacén de Residuos.- Localizada en el ala poniente, consta de área de residuos generales o comunes, seccionado en papel, cartón, vidrio, plástico y varios. Así como un área para el depósito (almacén) transitorio para residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI).
- ✧ Educación Médica.- Ubicado en el área oriente con acceso independiente, contempla 3 aulas de capacitación, bibliohemeroteca, oficinas de apoyo a la operación y la Jefatura de Enseñanza. Todo este servicio intercomunicado al interior del hospital.
- ✧ Gobierno y Administración.- Contiene las oficinas del personal médico administrativas, las cuales contemplan sala de espera para recibir público y además

² Ver tabla 1. Cuantificación de áreas por nivel

el servicio está comunicado de manera directa a las circulaciones interiores del nosocomio.

- ❖ Otras Áreas.- Complementan los servicios del hospital: nutrición y dietética, talleres de conservación, control de personal, almacenes, área de baños y vestidores del personal, lavandería y sala de máquinas. Todos estos servicios intercomunicados, con circulaciones para su abastecimiento y con circulación por separado para el desalojo.



Fig. 4. Planta Semisótano

II.2.2 PLANTA BAJA

El acceso principal de usuarios está contemplado por una plaza peatonal y de vehículos, y en virtud que tendrá actividad permanente ésta se ubica por la calle Av. Prolongación 5 de mayo, lo que permitirá su identificación con claridad además dar acceso directo a la Planta Baja, la que se desarrolla en una superficie de 5,205.80 m², lo cual representa el 38.37 % del total de la construcción ³, alojando los servicios generales médicos y de apoyo para la operación del hospital, los cuales se conforman en dos bloques interconectados por

³ Ver tabla 1. Cuantificación de áreas por nivel

circulaciones generales: el de Servicios Auxiliares de Tratamiento conformado por Urgencias, Tococirugía, Inhaloterapia, Terapia Intensiva Adultos, Cuidados Intensivos Neonatales, Cuidados Intermedios y Crecimientos Pediátricos, y Cirugía. Siendo el otro bloque el de Auxiliares de Diagnóstico, conformado por Laboratorio Clínico, Imagenología, Endoscopia, además de los servicios de Farmacia, Archivo Clínico y Admisión.

- ✧ Urgencias.- Cuentan con áreas de consulta, curaciones, yesos, venoclisis, rehidratación, salas de choque, área de observación de menores, área de observación de adultos entre otros, con salas de espera para: las que corresponden a urgencias traumatológicas y las urgencias sentidas. El acceso de ambulancias se proyectó de manera independiente a los demás del hospital, esto con el objeto de agilizar sus movimientos en las áreas de urgencias, tanto las de traumatología como las obstétricas.
- ✧ Unidad de Tococirugía.- Cuenta con sala de espera, 3 cubículos de valoración, central de enfermeras, áreas de preparación y exploración, 8 lugares para trabajo de parto, 2 salas de expulsión y una sala de cirugía, con comunicación directa a la central de esterilización así como al área de recuperación con 6 cubículos.
- ✧ Inhaloterapia.- Cuenta con 4 cubículos de tratamiento y sus áreas de apoyo.
- ✧ Terapia Intensiva Adultos.- Cuenta con 12 cubículos de tratamiento, central de enfermeras, técnica de aislamiento y sus correspondientes áreas de apoyo.
- ✧ Terapia Intensiva Neonatal.- Cuenta con 6 cunas térmicas y 2 de fototerapia y su correspondiente central de enfermeras.
- ✧ Terapia Intermedia Neonatal.- Cuenta con 10 incubadoras y 2 cunas térmicas, 1 fototerapia y su correspondiente central de enfermeras.

- ✧ Área de Crecimiento (prematuros).- Cuenta con 10 incubadoras y 6 bacinetes y su correspondiente central de enfermeras.

Toda esta zona del servicio de Neonatología está integrada en una sola área que contiene los servicios de apoyo como son: séptico, técnica de aislamiento, dos cubículos de aislados, local para equipamiento médico, oficina para trabajo de médicos y jefe de servicios.

- ✧ Cirugía.- Con tres salas de operaciones, comunicación directa a la central de esterilización (CEYE), 8 cubículos de recuperación, almacén de material estéril, baños vestidores para el personal operativo, áreas administrativas, así como sala de espera para familiares.
- ✧ Imagenología.- Con 2 salas de ultrasonido, 2 salas de rayos “X” simples, 2 salas de endoscopias. Además de sala de medios de contraste, sala de interpretación y áreas administrativas.
- ✧ Laboratorio de Análisis Clínicos.- Contiene diversas áreas, siendo las principales: transfusiones, inmunología, hematología, coagulación, química clínica, orinas, bacteriología, autoclave, esterilización y preparación de medios de cultivo, toma de muestras bacteriológicas. El laboratorio clínico cuenta además con áreas administrativas, cubículos de toma de muestras sanguíneas, cuartos de equipo automatizados, área de lavado de materiales y almacén.
- ✧ Farmacia.- De acceso inmediato desde el vestíbulo para proporcionar un ágil servicio a los usuarios y con acceso directo del exterior para su abastecimiento.
- ✧ Archivo clínico.- De fácil acceso del vestíbulo, contiguo a la farmacia, compartiendo la sala de espera.
- ✧ Admisión Hospitalaria.- Cuenta con baños y vestidores para usuarios hombres y mujeres, lockers para guardarropa, 3 cubículos de entrevistas y con comunicación

directa a las circulaciones verticales, que conducen a las zonas de hospitalización, además está estratégicamente ubicada para tener el control de los familiares que esperan al paciente que está en cirugía.



Fig. 3. Planta Baja

II.2.3 PLANTA PRIMER NIVEL

Este nivel con una superficie de 1,833.30 m² que representan el 13.51 % del total de la construcción⁴, está conformado en un bloque para la consulta externa de Gineco-Obstetricia y Cirugía y otro para hospitalización de Gineco-Obstetricia, con 37 camas, circulaciones verticales y horizontales independientes destinadas para el público usuario, así como las correspondientes para el uso interno para el Hospital.

- ✧ En este nivel, en el ala oriente se ubica la consulta externa de: gineco-obstetricia, oftalmología, cirugía, odontología, otorrinolaringología y gastroenterología, así

⁴ Ver tabla 1. Cuantificación de áreas por nivel

como sala de espera de usuarios comunicada de manera directa con las circulaciones verticales de público.

- ✧ En el ala poniente se ubica la hospitalización de Gineco- Obstetricia con 5 salas de 6 camas cada una, una de 3 camas, una de 2 camas y 2 cubículos de un aislado cada uno, haciendo un total de 37 camas, además cuenta con sala de día/ usos múltiples, y servicios de apoyo como son central de enfermeras, séptico, aseo, oficina de médicos, trabajo social, baños y sanitarios para los usuarios, así como para el personal. En este nivel, también se localiza la residencia para médicos internos hombres y mujeres.



Fig. 5. Planta Primer Nivel

II.2.4 PLANTA SEGUNDO NIVEL

Este nivel con superficie de 1,714.80 m² que representa el 12.64 % del total de la construcción⁵, está conformado de manera similar al anterior, con un bloque de consulta

⁵ Ver tabla 1. Cuantificación de áreas por nivel

externa para medicina interna y el otro correspondiente a la hospitalización de medicina interna, con 34 camas.

- ✧ En este segundo nivel el ala oriente correspondiente al bloque de consulta externa, está conformada por sala de espera de pacientes y consultorios de: Medicina Interna, Endocrinología, Dermatología, Geriátría, Nutrición y Dietética, Neurología, Cardioneumología, gabinetes de Cardiografía y Urología.

Todos los consultorios están intercomunicados entre sí por circulaciones posteriores a los mismos, y éstos a su vez a la hospitalización de medicina interna.

- ✧ Hospital de Medicina Interna.- 5 salas de 6 camas cada una, una sala de dos camas, 2 cubículos para un aislado cada uno y una sala de 3 lugares para tratamiento de diálisis, así como todos sus servicios de apoyo.



Fig. 6. Planta Segundo Nivel

II.2.5 PLANTA TERCER NIVEL

Este nivel con superficie de 960.90 m², equivalentes al 7.08 % del total de la construcción⁶, contiene la hospitalización de cirugía general y traumatología con 37 camas.

- ✧ La hospitalización de Cirugía y Traumatología está conformada por 5 salas de 6 camas cada una, una sala de 3 camas, una sala de 2 camas y dos cubículos para un aislado cada una, así como todos sus servicios de apoyo.



Fig. 7. Planta Tercer Nivel

El Proyecto contempló tanto nuevos esquemas de atención médica como avances tecnológicos en los materiales y equipos médicos, con premisas de diseño arquitectónico y de ingeniería que permitieran crear distintos ambientes, lo cual coadyuva a mejorar las condiciones de atención, confort y seguridad de los usuarios. Con esta disposición, el personal médico, técnico y administrativo contará con circulaciones horizontales y verticales exclusivas, lo que permitirá tener comunicación directa con las áreas de hospitalización, consulta externa y los gabinetes de tratamiento de acuerdo con su

⁶ Ver tabla 1. Cuantificación de áreas por nivel

especialidad y demás elementos necesarios, en el mismo nivel (piso), lo que permitirá desarrollar con agilidad y facilidad todas las actividades sin pérdida de tiempo, incluyendo el traslado de insumos y desechos propios del hospital; de esta manera se ofrecerá al paciente una asistencia constante y permanente.

La aplicación de estos conceptos en el esquema general de funcionamiento separa los espacios exclusivos para el público usuario y los destinados para el personal operativo, ofreciendo al paciente, desde su ingreso al hospital, orientación y seguridad para desplazarse con claridad por los espacios que se delimitan perfectamente por las circulaciones y señalización correspondiente para cada tipo de servicio.

TABLA 1. Cuantificación de áreas por nivel

CONCEPTO	SUPERFICIE m ²	%
PLANTA SEMISÓTANO		
Oficinas administrativas, educación médica, bibliohemeroteca, lavandería, dietología, comedor del personal, baños y vestidores, almacén, anatomía patológica, sala de máquinas, talleres de conservación, mortuorio.	3,852.90	8.40
PLANTA BAJA		
Acceso principal, farmacia, archivo clínico, salas de espera, laboratorio de análisis clínicos, imagenología, cirugía, tococirugía, ceye, terapia intensiva, urgencias.	5,205.80	38.37
PLANTA 1^{er} PISO		
Consulta externa, hospitalización, gineco-obstetricia, residencia de médicos.	1,833.30	13.51
PLANTA 2^o PISO		
Consulta externa de medicina interna, diálisis y hospitalización de medicina interna.	1,714.80	12.64
PLANTA 3^{er} PISO		
Hospitalización de cirugía y Traumatología	960.90	7.08
T o t a l	13,567.70 m²	100.00 %

El área libre de construcciones que presenta el proyecto es de 16,304.281 m² y se encuentra considerada por:

Tabla 2. Cuantificación de áreas libres

CONCEPTO	SUPERFICIE m ²
Área de estacionamiento	7,147.20
Plazas y andadores	5,342.438
Áreas verdes	3,814.643
T o t a l	16,304.281

II.3 ESTUDIOS PRELIMINARES

II.3.1 CARACTERISTICAS REGIONALES

La delegación Ocupa actualmente la parte sur poniente de la Ciudad de México, se caracteriza por tener dentro de sus límites, áreas de conservación Ecológica, como los parajes denominados El Caballito y Puerta Grande, así mismo concentra dentro de su jurisdicción el Bosque del Pedregal así como desarrollos urbanos que van desde asentamientos irregulares, hasta zonas habitacionales Unifamiliares y Plurifamiliares, desde Interés medio hasta el Residencial de primer nivel, con Colonias, como La Era, Plateros, Jardines del Pedregal, Lomas de Tarango, Puerta grande, Colinas del Sur, entre otras.

La mayoría de las construcciones son a base de estructuras de muros de carga con losas de concreto armado y muros de tabique rojo común o block aligerado de cemento-arena.

El comportamiento estructural de las construcciones cercanas al terreno, así como el de los pavimentos, banquetas y guarniciones se observa que es adecuado pues se encuentran en buen estado, no se observan hundimientos o desplazamientos diferenciales.

Los pavimentos en calles son de carpeta asfáltica, sus guarniciones son de concreto y las banquetas son de tipo mixto, en algunos casos de losas de concreto y en otros de pavimento asfáltico.

II.3.2 TOPOGRAFIA

La topografía en la demarcación de referencia se caracteriza por ser una zona de Lomerío, así como por tener zonas del tipo accidentado por barrancas, como la de Axtzoyapan, minas y rellenos heterogéneos, así como zonas de suelo tepetatoso aparentemente, con aproximadamente una capacidad de carga $Q=15 \text{ ton/m}^2$.

El Terreno puede describirse como de tipo Lomerío y se caracteriza por tener una superficie plana hacia el frente con Av. Centenario y Prolong. 5 de Mayo, y hacia la parte posterior, lado Sur Oriente, una pendiente aproximada del 15 %. La geometría aproximada se puede observar en la figura 8.

El espesor de la capa vegetal se estimó en un rango de 20 a 30 cm aproximadamente.

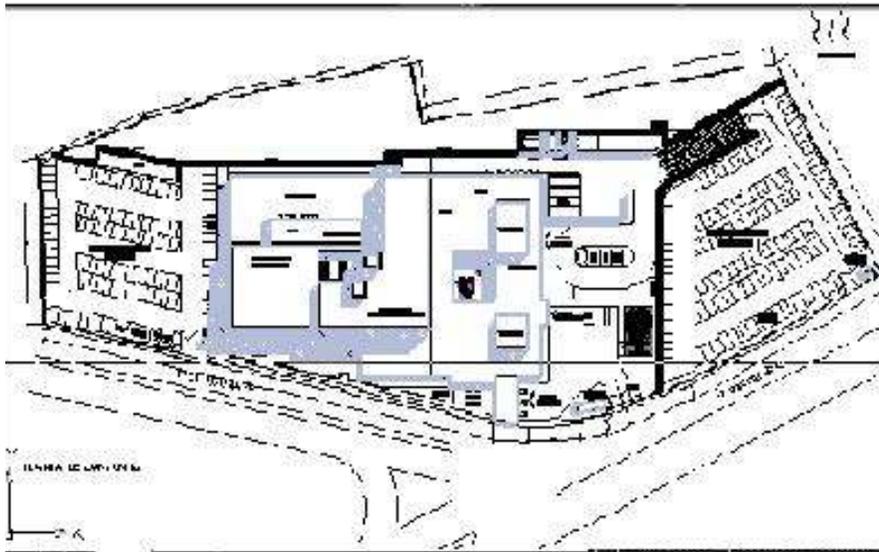


Fig. 8. Geometría aproximada del terreno

II.3.3 GEOTECNIA

Durante el mes de noviembre de 2005 se realizó en el predio un estudio de mecánica de suelos para revisar la factibilidad de uso del predio, del cual se desprendió la recomendación de poder utilizar la zona central para la construcción del edificio del hospital, resolviéndose con una *cimentación de tipo superficial* como son las zapatas de

concreto reforzado aisladas y/o corridas. No obstante, se hizo la aclaración de revisar la integridad del suelo de desplante en todos y cada uno de los puntos en que se ubicarían los apoyos de la estructura, mediante Sondeos de Avance Controlado (SAC).

Con base en esto, a finales del mes de enero y durante el mes de febrero de 2006 se realizó la denominada “*Campaña de exploración verifcatoria para la detección de cavidades en el predio donde se proyecta construir el Hospital General Álvaro Obregón*”, cuyos resultados motivaron la realización de una tercera campaña de exploración para corroborar el panorama general presentado con los trabajos anteriores y obtener datos precisos para revisar y diseñar la estructura de cimentación.

En el capítulo III se hace una descripción general de la construcción de la cimentación, en la que se describen las condiciones geotécnicas del sitio, como son: la zonificación geotécnica, los trabajos de campo (describiendo los métodos utilizados para la exploración geotécnica, así como los resultados obtenidos) y la estratigrafía, para finalmente proponer el diseño geotécnico de la misma.

II.3.4 HIDROLOGIA

La Delegación se beneficia con el afluente de los ríos Mixcoac al Norponiente y arroyo Puerta Grande al Suroriente, toda vez que existen las presas Tarango y Mixcoac.

El clima en general es de tipo templado con temperatura máxima y mínima oscilando entre los 23.4 °C en Primavera-Verano y los -4.4 °C en Otoño e Invierno.

En el sitio de construcción no se observan cursos de agua y la Presa Tarango construida en su vecindad se encuentra a 3 km hacia el oriente. Tampoco se observa la profundidad del nivel freático.

Cabe señalar que la precipitación pluvial media en la región no es factor determinante para causar inundaciones, por lo que se descarta la posibilidad de las mismas. Sin embargo fue

necesario prever la construcción de emisores en el área del terreno debido a la pendiente natural que en él se observa.

TABLA DE DATOS CLIMATOLOGICOS

		UNID	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA														
MAX	EXTREMA	°C	29.4	29	32.5	33	32.8	32.8	30	27.7	28.5	28.9	29.3	26.4
	PROMEDIO	°C	21.2	22.9	25.7	26.6	26.5	24.6	23	23.3	22.3	22.2	21.8	20.8
MIN	PROMEDIO	°C	5.8	7.1	9.2	10.8	11.7	12.2	11.5	11.6	11.5	9.8	7.9	6.6
	EXTREMA	°C	-1.0	-4.4	0.5	4.0	1.1	7.0	5.3	6.4	1.6	1.1	-0.8	-1.3
HUMEDAD RELATIVA														
		%	55	50	46	47	54	64	70	71	71	66	62	60
LLUVIAS														
LLUVIAS	MENSUAL	Mm	11.0	4.3	10.1	25.9	56.0	134.8	175.1	169.2	144.8	66.9	12.1	6.0
	24 HORAS	Mm	32.9	18.1	20.8	39.1	50.8	71.2	53.5	79.3	73.0	57.1	41.1	15.1
MAXIMA	1 HORA	Mm	99.8	23	62	99.8	149	358.6	306.2	334.2	317.8	167.5	100.9	33.7
VIENTOS														
VIENTOS	DIRECCION		NNW	NNW	NW	N	N	NW	NW	N	NW	NW	NW	WNW
DOMINAN	VELOCIDAD	m/SEG.	3.1	3.1	3.7	2.9	3.4	3.1	3.7	3.3	3.2	3.2	3.5	3.5

II.3.5 SERVICIOS

COMUNICACIONES

Actualmente la Delegación se comunica por vías primarias y corredores comerciales de importancia, como el Blvd. Adolfo López Mateos, Av. Alta Tensión, Av. Centenario, y su Prolongación con Cto. de los Poetas que forma parte de la Nueva red Vial de Distribuidores, Av. Toluca, y Calz. Al Desierto de los Leones.

ELECTRICIDAD

El suministro de energía eléctrica en la localidad esta a cargo de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., la cual ofreció una acometida del tipo aérea conducida en postes de concreto tendidos a cada 35.00 m aproximadamente y separados 1.50 m del limite del terreno con 220 Volts en Alta Tensión y 115 Volts en Baja Tensión.

TELEFONIA

La operación de este sistema está a cargo de Teléfonos de México, S.A. de C.V. con Clave LADA (55) para la zona en la que se encuentra el Hospital General Álvaro Obregón.

La conducción de este servicio es aérea en postes telefónicos y se encuentra en la acera norte sobre la Av. Centenario, por lo que las facilidades técnicas para disponer de este servicio fueron del 100 %

COMBUSTIBLES Y GASES

El gas del tipo doméstico lo abastecen los principales proveedores de la Localidad, como son: Gas NIETO, Flama gas, Gas Regio, Presto Gas etc.

La forma de distribución de este servicio es por medio de cilindros y Gas rellenable en tanques estacionarios.

El Oxígeno también está disponible en la zona y los principales proveedores son: INFRA, AGA y PRAXAIR Medigas. La forma de distribución de este servicio es por medio de tanques portátiles de 15 y 20 kg, así como en suministro a granel por cisternas portátiles a tanques estacionarios de Oxígeno Medicinal y Oxido Nitroso.

El Diesel sólo se suministra en Estaciones Autorizadas existentes a 66.00 m del conjunto.

II.3.6 IMPACTO AMBIENTAL

Diversos grupos científicos se han abocado a construir y desarrollar herramientas que proporcionen una visión del conjunto de factores y procesos que integran un ecosistema y que permitan además de su definición temporal y espacial, la evaluación tanto cuantitativa como cualitativa de las interacciones que se desarrollan. De entre estas herramientas, aquellas que se utilizan para evaluar los procesos por los que la sociedad humana afecta al ambiente que le rodea son conocidas como evaluaciones de impacto ambiental.

El crecimiento poblacional, los asentamientos humanos en zonas urbanas y la búsqueda de mejores condiciones de vida, entre otros, son factores que demandan diversas necesidades

sociales, mismas que se deben satisfacer. Sin embargo, en este proceso de progreso, los elementos del entorno presentan modificaciones de diversa magnitud.

La identificación y descripción de impactos ambientales, permitirá determinar las posibles afectaciones positivas y/o negativas de los diversos aspectos ecológicos que podrían verse involucrados como: los factores físicos, biológicos y socioeconómicos, con la preparación del sitio, la construcción y operación del proyecto.

El objetivo final es hacer una propuesta sobre las medidas preventivas o de mitigación que garanticen la eliminación o reducción de los aspectos adversos, resaltando los efectos benéficos que la realización de la obra implica para determinar finalmente la viabilidad ambiental del proyecto.

Con respecto a la identificación y evaluación de impactos, se han desarrollado diversas técnicas, la mayoría de las cuales emergieron durante la primera mitad de los años 70's.

Warner en 1973, dividió éstas técnicas o métodos en 5 clases principales: procedimiento ad hoc, técnicas de solapamiento, listas de chequeo, matrices y redes.

Para este proyecto se propuso el Método "*ad hoc*", el cual consistió en la reunión de un equipo de especialistas (1 Coordinador, 1 Biólogo, 1 Urbanista y dos Planificadores) con el fin de identificar impactos en sus áreas de experiencia con una guía mínima, para finalmente identificar de forma general las posibles áreas de impacto y la naturaleza de los mismos, es decir, si los impactos son positivos o negativos, a corto o a largo plazo, reversibles o irreversibles.

En primer lugar se integró la información del medio natural y de los aspectos socioeconómicos y se realizó una detallada descripción de las características de la obra. Posteriormente se recorrió el lugar para determinar las condiciones actuales, la infraestructura existente y los diversos recursos con los que cuenta el área con el propósito de detectar los posibles impactos a generarse.

En segunda instancia fueron identificadas las actividades del Hospital General Álvaro Obregón y las variables a impactar. Posteriormente se elaboraron escenarios para observar de una manera integral los impactos identificados en el estudio y su evaluación. Se elaboró la matriz que considera los aspectos analizados en las etapas constructiva y de operación en relación a los aspectos socioeconómico, urbano, infraestructura de transporte, infraestructura hidrosanitaria, medio ambiente, e imagen urbana en el área de estudio.

Con la matriz a la vista y una convención de variables de evaluación del proyecto del Hospital General, con escala de valor conforme al peso e incidencias de los efectos que caracterizan a los impactos en positivos, negativos o nulos, se procedió a proponer las medidas de prevención, minimización, restauración, compensación y mejoramiento ambiental y las medidas de mitigación, que de ser el caso, fueran pertinentes para evitarlos o disminuirlos.

Al finalizar la evaluación del impacto ambiental que ésta obra podía generar se dió el visto bueno para iniciar su construcción, misma que según los resultados arrojados por la evaluación ambiental no impactarían significativamente de manera negativa al medio ambiente, por el contrario los beneficios obtenidos por la construcción de este Hospital serían mayores.

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL
"HOSPITAL GENERAL ALVARO OBREGON"**

La letra dentro de cada cuadro es la calificación o valor resultante del cruce y o relacion entre factores y acciones - efectos, dadas en las siguientes escalas:
 B=Bajo
 M=Medio
 A=Alto
 En cada valor el negro significa impacto positivo o beneficio y el rojo negativo. El blanco es nulo o no pertinente.

La letra dentro de cada cuadro es la calificación o valor resultante del cruce y o relacion entre factores y acciones - efectos, dadas en las siguientes escalas: B=Bajo M=Medio A=Alto En cada valor el negro significa impacto positivo o beneficio y el rojo negativo. El blanco es nulo o no pertinente.	ASP. SOCIOEC				USOS Y DESTINOS						VIALIDAD			MEDIO AMBIENTE					INFRAESTRUCTURA					SEG. Y RIESGOS											
	POBLACION RESIDENTE Y FLOTANTE	EMPLEO	PLANEACION AMB. URBANA	CALIDAD DE VIDA	IMAGEN URBANA	IDENTIDAD DEL SITIO	COMPATIBILIDAD DE USOS	HABITACION CERCANA	AREAS NATURALES	ESPACIOS PUBLICOS	EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS	DERECHOS DE VIA	OFICINAS PUBLICAS Y PRIVADAS	ACCESIBILIDAD	CAPACIDAD VIAL	TRANSPORTE	VEGETACION	CALIDAD DEL AIRE	CLIMA	SUBSUELO	EDAFOLOGIA	HIDROLOGIA	SUMISTRO DE AGUA POTABLE	RED HIDRAULICA	RED SANITARIA	DESALOJO PLUVIAL	ENERGIA ELECTRICA	TELEFONIA	VIGILANCIA Y CONTROL	SEGURIDAD Y EMERGENCIAS	MANEJO DE DESECHOS	RIESGOS FISICOS NATURALES	RIESGOS INDUCIDOS		
CONSTRUCCION																																			
PREPARACION Y LIMPIEZA		M		B	B	B	B						B				M			B		B		B	B	B			B	B		B			
TRAZO Y NIVELACION		M															B												B	B					
EXCAVACION	B	M		B		B	B	B	M				B	B			M		M			B		M	M	B			B	M	A	M	B		
ACARREOS DE MATERIALES	B	A		M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	M	B	M									B				B	B	A		M		
DESECHOS SOLIDOS		B		B	B	B	M										B		M											M			B		
CONSUMO DE AGUA				B		B		B									B			B			M	B	B									B	
DESCARGAS				B		B																	B		M	B									
POLVOS	B			M	B	M	B	B		B	B	B					A						B		B	B							B		
GASES Y HUMOS	B			B	B	B	B	B		B							M																B	B	
RUIDOS Y VIBRACIONES	B			M		M	A	B	B	B		M									B													B	
CIMENTACION		A		B	B	M	B	B	B					B			M		M	M			M		B	B	B		B	B	B		M		
CONSTRUCCION	B	A	A	M	M	M	A	M	M		B	B	B	M			M		M	B			M		M	B	B	B	B	M	M	M	M	B	
TRANSPORTE DE PERSONAL	B	M		B	M	B	A	B		B				B	B	B													B	B	B	B	B	B	
OPERACION																																			
PARTIDO ARQUITECTONICO	A	M	A	A	A	A	A	A	M	M	A	B	A	B	M	M	A	A	M	B	B			M	M	M	B	B	M	M	M	B	B		
SERVICIOS MEDICOS	A	A	A	A	A	A	A			A		A	M	A	M								B	B	M		B	B	B	M	B		B		
ALMACENAM. DE COMBUSTIBLES	B	B	M	B				B	B						B		B	B	B	B	B				B				M	M	M	B	A		
MANEJO DE EQUIPOS Y MAQUINAS	B	M	B	B										B	B		M	B					M	B	B		M		M	A	M	M	A		
MOVILIDAD DE USUARIOS Y EMPL.		A	A	A		M	A			B	A		M	B	M	A		A	M				M	M	M		M	B	A	B	B	A	B		
ESTACIONAMIENTO	M	B	M	A	A	A		M	A	A	B	M	A	A	A	B	B			B	B		M	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B		
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	M	M		A	A	B		B								M	M								B	B	M	M	M	A		A		M	
OCUPACION Y FUNCIONAMIENTO	A	A	A	A	A	A	A	M	M	M	A	B	M	M	M	M	B	B	A	B			M	B	M	M	M	B	A	M	B	M	M		
CONSUMO DE AGUA	B		B	B				B					B				M						M	B	B	M	B		B		B		M		
DESCARGAS	M		B	B				B									M		M	M	M		B	M	A	M		B		M		M			
DESECHOS DOMESTICOS	B	M		B	B		B	B	B				B	B	B	B	M		B	B				B	B			M	B	M		B			
DESECHOS ESPECIALES	B	M		B		B	B							B	B		M							B				A	M	A		M			

III PROGRAMA DE OBRA

Cuando se piensa llevar a cabo un proyecto, el Ingeniero Civil se encuentra con muchas variables que afectan a dicho proyecto, dentro de las cuales podemos mencionar por ejemplo: los recursos humanos, los financieros, los materiales, el equipo o herramientas, la maquinaria pesada, los tiempos de ejecución, entre otros. Por lo que es necesario dividirlo en varias actividades, las cuales dependerán del tiempo de ejecución y estarán relacionadas directamente con el rendimiento de las variables que intervienen en el proceso de realización del proyecto o construcción de la obra, a lo anterior es a lo que se llama *PROGRAMA DE OBRA A EJECUTAR*.

III.1 PLANEACION

La planeación de una obra es un proceso de análisis para dar una solución adecuada de ingeniería a un problema propuesto, para el que se requiere realizar un sin número de estudios, como por ejemplo: los de exploración, de factibilidad técnica, de factibilidad económica, así como un detalle de la solución que se haya escogido como la mejor, entre algunos más.

Dicho proceso puede ser complementado con más información para definir una solución correcta que en conjunto y en detalle se denomina *PROYECTO*, el cual deberá complementarse con normas y especificaciones acordes al mismo, tomando en cuenta el lugar donde se desarrolle.

El propósito básico de la planeación es el de producir documentación suficiente para que el proyecto pueda ser edificado con la calidad requerida dentro del costo y programa más óptimos, además de crear un manual de aseguramiento de la calidad que pueda traducir el propio diseño en especificaciones de construcción, planos y otros documentos que puedan ser utilizados para la ejecución y control de la obra.

III.2 PROGRAMACION

Todo proyecto se elabora teniendo en cuenta su ejecución. En la etapa de ejecución se desencadenan las acciones previstas en la planeación del proyecto, entre ellas la contratación y remuneración del personal, la delegación de autoridad y responsabilidades, la distribución de tareas y la asignación de plazos y recursos para la ejecución de cada actividad elemental.

Cada una de las actividades de un proyecto tarda un cierto tiempo en ejecutarse y para programar el proyecto se necesitan conocer los cálculos de tiempos correspondientes a todas las actividades.

Comúnmente la duración de cada actividad es estimada por un individuo o grupo que conoce los métodos posibles de ejecución de la actividad de acuerdo con los recursos humanos, financieros, equipo, técnica, entre otros.

Para lograr que el programa de obra sea eficaz es necesario determinar adecuadamente los recursos que se necesitarán para satisfacer las actividades, así como la duración de las mismas.

Un programa de actividades incluye todas las tareas clave que deben ser llevadas a cabo para completar cada actividad, tal como es definido en la declaración de tareas de trabajo en la etapa de planeación.

Un programa de obra a nivel general puede cumplir con algunos de los aspectos básicos que a continuación se enuncian y que no son limitativos, pues cada obra por su naturaleza requiere de ciertas particularidades.

- El programa debe ser preparado por un equipo de personas donde se incluyan tanto a los representantes de las etapas de proyecto como a los de ejecución de la obra.
- Debe incorporar todos los eventos a ejecutarse.
- Demostrar en él un número razonable de actividades específicas que puedan ser relacionadas a costos, mano de obra, materiales y otros recursos.

- Reflejar no solo los requerimientos del programa del proyecto, sino también los requerimientos organizacionales y funcionales, así como los recursos necesarios para esos requerimientos.
- Permitir para un tiempo establecido el monitoreo de control así como la evaluación del progreso de las actividades.

La programación debe basarse en una planeación muy cuidadosa de la obra, que defina todos los procedimientos constructivos, que indique las secuencias de todas las operaciones y que sea representada mediante una red de actividades para que sea sencillo identificar la ruta crítica del proyecto.

Es aquí donde es conveniente puntualizar los objetivos de la programación y que es lo que se quiere determinar con ellos, como por ejemplo:

- La duración que tendrá el proyecto.
- Qué actividades establecen y controlan el tiempo de duración del mismo (objetivo de la ruta crítica).
- Que libertades existen en la ejecución de las actividades que no controlan el tiempo de duración del proyecto (manejo de holguras en la ruta crítica).

Como puede entenderse, la programación es el resultado del buen uso de la ruta crítica, que en términos muy generales es un proceso gráfico donde cada actividad está representada por una flecha la cual tiene un origen y un extremo. El origen indica el inicio de una actividad y el extremo la terminación de la misma.

De acuerdo a lo anterior, las flechas pueden utilizarse para expresar relaciones entre actividades. Cada actividad de un proceso está relacionada con las restantes de una o más de las maneras siguientes:

- Debe preceder a alguna(s) actividad(es)
- Debe seguir de alguna(s) actividad(es)
- Puede iniciarse al mismo tiempo que otra(s) actividad(es)

En esos términos se construye el diagrama de flechas, donde cada flecha tiene asociada una duración y una relación de las antes citadas.

Cabe mencionar que para la programación de esta obra se utilizó el paquete de software para planeación de proyectos, PRIMAVERA. Para ingresar los datos a este paquete se asignaron códigos a las actividades y a los recursos, y por medio de un archivo de datos que incluye: actividad, duración, recursos, unidades y cantidades de recursos, con un formato especial elaborado en una hoja de cálculo (EXCEL), se hizo la importación a PRIMAVERA.

III.3 CONTROL

Una vez que se establece el programa de obra y se inicia la construcción, se da a pie a un proceso dinámico de comparación entre el proyecto o el programa pronosticado y lo que se está ejecutando realmente. En la industria de la construcción a este proceso se le conoce como *CONTROL DE OBRA*.

El control de obra o control de proyecto tiene varias ventajas, de las cuales se pueden mencionar por ejemplo: la comparación entre el avance real y el avance proyectado, la correcta asignación o reasignación de recursos humanos, materiales y financieros, la certeza de terminar en tiempo y forma el proyecto contratado, entre otras.

Por lo que se dice que la función del control de proyecto es ayudar a establecer métodos para realizar correctamente lo que se había planeado, por lo que sus objetivos dentro y fuera de la obra serán la eficiencia que se tenga en el proceso, la optimización de los recursos disponibles, así como observar que se cumplan las normas establecidas.

Con lo anterior se tendrá un control tanto administrativo como de la calidad de los trabajos ejecutados, para finalmente cumplir con uno de sus objetivos importantes que es el poder comparar el avance real con el avance proyectado, donde de no cumplirse la condición,

cuando menos, de que lo real es igual a lo proyectado, se tendrán que hacer los reajustes necesarios con los recursos disponibles para cumplir las metas propuestas.

III.4 ETAPAS DEL PROYECTO

En un principio, la planeación de la obra se hizo pensando en que la estructura sería de *COLADOS EN SITIO*, sin embargo la realización del segundo Estudio de Mecánica de Suelos arrojó resultados que identificaban la existencia de numerosas cavernas en el sitio donde se desplantaría la estructura. Bajo estas condiciones se realizó un tercer estudio geotécnico a detalle, el cual retraso por 2 meses las actividades de construcción, lo que afecto de forma significativa la programación de la obra.

Por este motivo ICA se vio obligada a replantear su planeación y programa de obra, pues el diseño de la cimentación ya había cambiado y así mismo consumido gran parte del tiempo que se había destinado a la construcción de la estructura, por lo que la salida que se le dio al problema fue cambiar el tipo de estructura que inicialmente era de *COLADOS EN SITIO*, para sustituirla por una de *ELEMENTOS PREFABRICADOS* prácticamente en su totalidad. Todo lo anterior con la finalidad de recuperar el tiempo perdido tanto en los estudios de mecánica de suelos como en la construcción de la cimentación.

Debido a lo anterior la planeación del proyecto se realizó de tal forma que pudiera cumplir con los compromisos establecidos en el contrato, es decir, que su ejecución se llevara a cabo en un tiempo no mayor a 11 meses. Por lo que se dividió el Proyecto Integral en 7 partidas que fueron: Proyecto Ejecutivo, Obra Civil, Equipo de Instalación Permanente, Equipamiento e Instrumental Médico, Mobiliario Médico, Mobiliario Administrativo y Sistema de Cómputo. Quedando de la siguiente forma el *Programa de Obra*.

PROYECTO INTEGRAL PARA EL HOSPITAL GENERAL EN ÁLVARO OBREGÓN



Fecha de inicio: 12-Diciembre-05
Fecha de Término: 15-Noviembre-06

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS

PARTIDA	INICIO	FIN	IMPORTE DE LA PARTIDA	PORCENTAJE	Dic-05				Ene-06				Feb-06				Mar-06				Abr-06				May-06				Jun-06				Jul-06				Ago-06				Sep-06				Oct-06				Nov-06			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	PJ PROYECTO EJECUTIVO	14-Dic-05	15-Nov-06	\$ 17,451,609.14	5.93%																																															
2	OC OBRA CIVIL	01-Ene-06	15-Nov-06	\$ 157,280,206.42	53.45%																																															
3	EBP EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE	01-Ago-06	15-Nov-06	\$ 33,112,895.87	11.25%																																															
4	EMM EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL MEDICO	01-May-06	15-Nov-06	\$ 76,737,956.38	26.88%																																															
5	MMI MOBILIARIO MEDICO	01-Jun-06	15-Nov-06	\$ 5,858,401.70	1.99%																																															
6	MA MOBILIARIO ADMINISTRATIVO	01-Jun-06	15-Nov-06	\$ 1,567,203.03	0.53%																																															
7	SC SISTEMA DE COMPUTO	01-Jun-06	15-Nov-06	\$ 2,250,498.52	0.78%																																															
TOTAL			\$ 294,258,740.87	100.00%																																																

Diagrama No. 1. Programa General de Obra

Del Programa General de Obra mostrado anteriormente se puede ver que la duración total del Proyecto fue de 11 meses, iniciando el 14 de Diciembre de 2005 y terminando el 15 de Noviembre de 2006, teniendo un costo total de \$ 294, 258, 740.87.

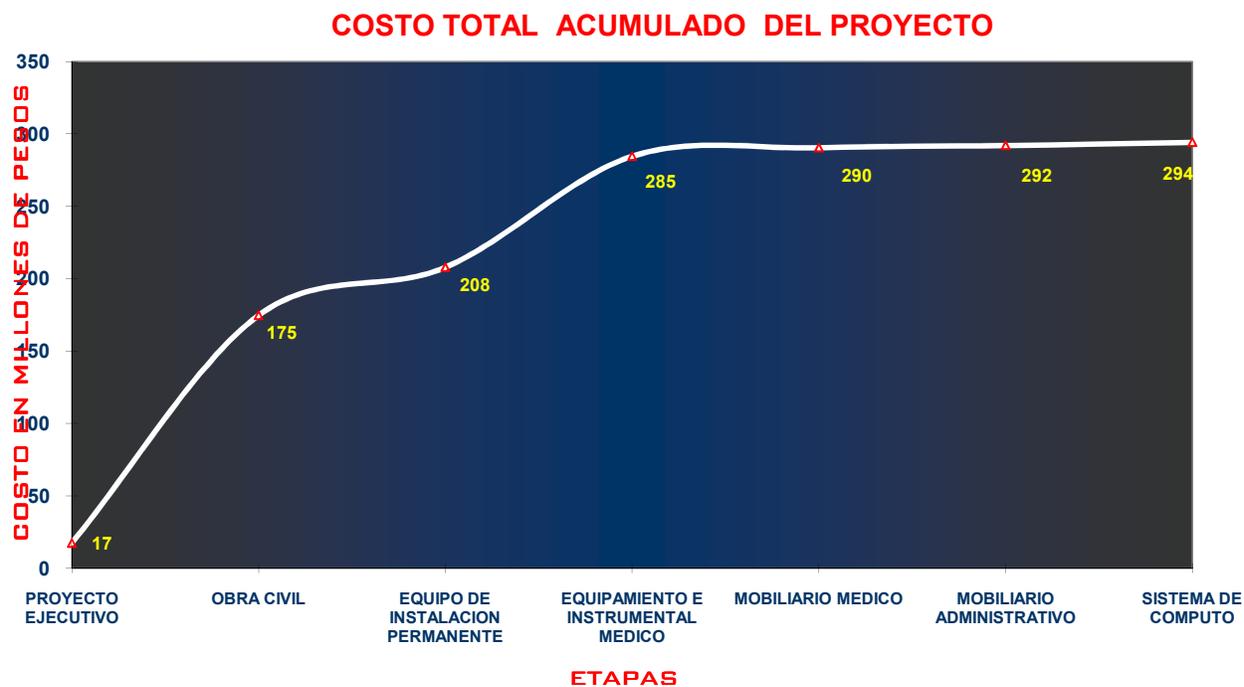
En la misma gráfica se puede observar el tiempo de ejecución para cada una de las partidas, las cuales se describirán de forma detalla más adelante.

Igualmente es fácil identificar que a partir del mes de junio la mayoría de las actividades empiezan a realizarse, pero no es sino hasta los meses de septiembre y octubre cuando el proyecto llega a su máxima capacidad de trabajo, teniendo como pico máximo una fuerza laboral de 725 personas a mediados del mes de septiembre, lo que se observa claramente en la gráfica 3.1, donde además se ve también que el personal es directamente proporcional al número de actividades realizadas.



Gráf. 3.1. Fuerza laboral acumulada

A continuación se presenta una gráfica con el costo acumulado en cada una de las diferentes partidas hasta llegar al monto final para la realización de este proyecto.



Una vez que el equipo de planeación definiera cada una de las partidas procedieron a realizar la lista de actividades para desarrollar el Programa de Obra, y en base a ello se asignaron los recursos económicos, humanos, materiales, entre otros. Quedando definido así el siguiente *Programa de Obra* por partidas.

PROYECTO EJECUTIVO

Dentro de esta partida del Proyecto Integral se realizaron un total de 18 actividades, las cuales en términos económicos equivalen al 7.94 % del costo total del proyecto. El avance de estas actividades se pronóstico en base a la asignación de recursos proporcionados.

El tiempo total de ejecución que tuvo esta partida fue de 44 semanas, dentro de las cuales se realizaron: el levantamiento topográfico del lugar en un periodo de 4 semanas, el levantamiento de la construcción existente realizado también en 4 semanas pero en fechas diferentes.

Una semana después de iniciadas las actividades se realizó el anteproyecto arquitectónico, el cual tuvo una duración de 5 semanas para después pasar al proyecto arquitectónico que

duró alrededor 40 semanas y se desarrolló conforme las demás actividades iban avanzando, terminando al momento de la inauguración del hospital.

A partir de la primera semana de enero empezaron a realizarse los estudios de mecánica de suelos en un periodo de trabajo que duró 12 semanas. Las actividades correspondientes al pago de trámites y derechos iniciaron en el mismo mes y tuvieron una duración de 20 semanas.

Iniciando el mes de febrero prácticamente arrancaron a la par las actividades restantes, que en este caso fueron los proyectos: estructural, de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales, el de la planta de tratamiento y aguas residuales, el de instalaciones eléctricas, el de telefonía, intercomunicación y sonidos, el de comunicación y cómputo, el sistema contra incendio, el de aire acondicionado, el de gases medicinales, así como los estudios de manifestación de impacto ambiental e impacto urbano, actividades que tuvieron un periodo de realización de 16 semanas, a excepción del proyecto de instalaciones de gas que inició un mes después por lo que tuvo una duración de 12 semanas.

El avance pronosticado de las actividades mencionadas se observa en la siguiente gráfica, mientras que su programa de ejecución se observa en el diagrama No. 2.





PROYECTO INTEGRAL PARA EL HOSPITAL GENERAL EN ALVARO OBREGON

PROGRAMA DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS DEL PROYECTO EJECUTIVO

PARTIDA	INICIO	FIN	IMPORTE DE LA PARTIDA	PORCENTAJE	Dic-05				Ene-06				Feb-06				Mar-06				Abr-06				May-06				Jun-06				Jul-06				Ago-06				Sep-06				Oct-06				Nov-06			
					%	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
1 PU PROYECTO EJECUTIVO			\$ 17,451,609.14	7.94%																																																
1.01 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	14-Dic-05	15-Mar-06	\$ 40,850.00	0%																																																
1.02 LEVANTAMIENTO CONSTRUCCION EXISTENTE	14-Dic-05	10-Ene-06	\$ 13,437.50	0%																																																
1.03 ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO	22-Dic-05	31-Ene-06	\$ 1,440,285.00	8%																																																
1.04 PROYECTO ARQUITECTONICO	15-Ene-06	15-Nov-06	\$ 5,897,332.50	34%																																																
1.05 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	01-Ene-06	31-Mar-06	\$ 278,500.00	2%																																																
1.06 PROYECTO ESTRUCTURAL	01-Feb-06	31-May-06	\$ 1,041,450.00	0%																																																
1.07 PROY. INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y PLUVIALES	01-Feb-06	31-May-06	\$ 704,770.00	4%																																																
1.08 PROY. PLANTA TRATAMIENTO A. RESIDUAL	01-Feb-06	31-May-06	\$ 356,738.75	2%																																																
1.09 PROY. DE INSTALACION DE GAS	01-Mar-06	31-May-06	\$ 81,323.75	0%																																																
1.10 PROY. INSTALACION ELECTRICA	01-Feb-06	31-May-06	\$ 885,585.00	5%																																																
1.11 PROY. TELEFONIA, INTERCOMUNICACION Y SONIDO	01-Feb-06	31-May-06	\$ 338,678.75	2%																																																
1.12 PROY. SISTEMA DE COMUNICACION Y COMPUTO	01-Feb-06	31-May-06	\$ 272,040.75	2%																																																
1.13 PROY. SISTEMA CONTRA INCENDIO	01-Feb-06	31-May-06	\$ 190,008.25	1%																																																
1.14 PROY. AIRE ACONDICIONADO	01-Feb-06	31-May-06	\$ 295,947.50	2%																																																
1.15 PROY. DE GASES MEDICINALES	01-Feb-06	31-May-06	\$ 81,270.00	0%																																																
1.16 ESTUDIO DE MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE MANIFESTACION DE IMP. AMB.	01-Feb-06	31-May-06	\$ 108,360.00	1%																																																
1.17 ESTUDIO DE IMPACTO URBANO	01-Feb-06	31-May-06	\$ 314,222.50	2%																																																
1.18 PAGO DE TRAMITES Y DERECHOS	01-Ene-06	31-May-06	\$ 5,068,952.89	29%																																																

Diagrama No. 2. Programa de obra del Proyecto Ejecutivo

OBRA CIVIL

La partida denominada Obra Civil es la más importante del Proyecto Integral, tiene asignado más de la mitad del presupuesto total y está conformada por un total de 33 actividades que en conjunto suman el 53.45 % del total del recurso económico utilizado. En esta partida a diferencia de la anterior se empiezan a construir todos los proyectos que en su momento se desarrollaron o desarrollaban en gabinete, es aquí donde empieza a visualizarse físicamente el avance de la obra para poder comparar si el avance proyectado es, en el peor de los casos, igual al avance real.

Esta etapa inició el 1° de Enero de 2006 con los trabajos preliminares y de terracerías con el objetivo de tener rutas de acceso a la obra para la maquinaria pesada y materiales, dicha etapa tuvo una duración de 40 semanas, terminando a finales del mes de octubre. Dos meses después de iniciar esta actividad empezó la construcción de la cimentación, la cual tuvo una duración de 36 semanas entre los meses de marzo a octubre.

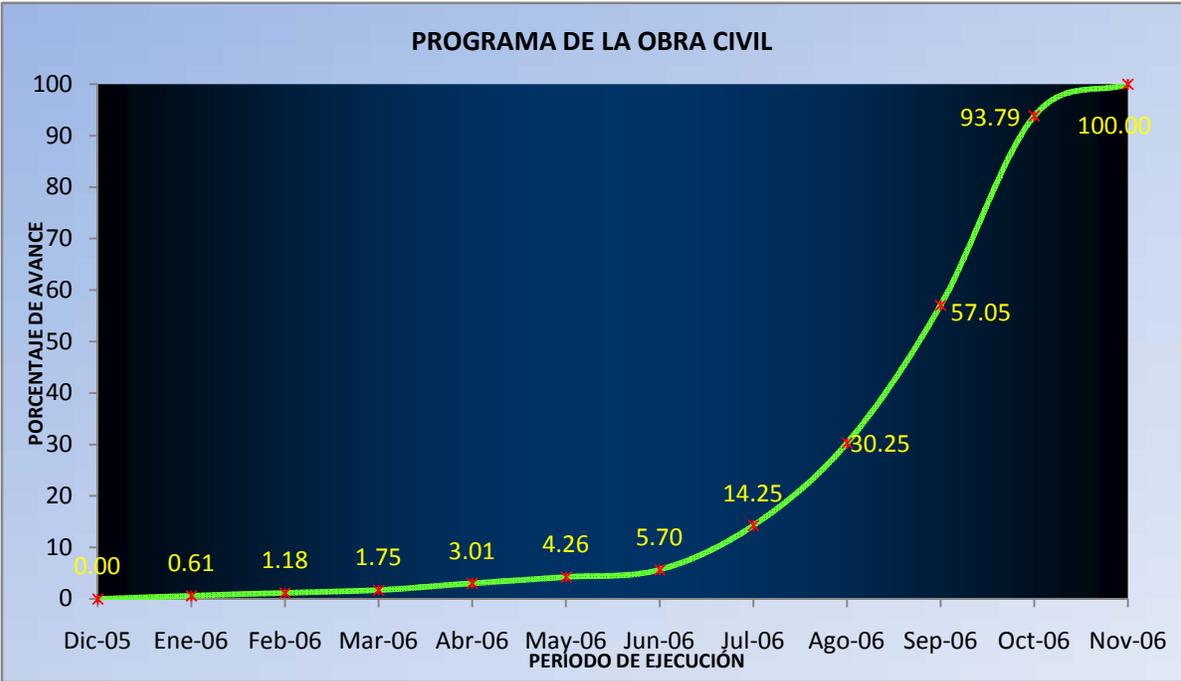
Mientras se desarrollaba la actividad anterior se iniciaba por el mes de mayo el montaje de la estructura, el cual se realizó en un periodo de 24 semanas, terminando en el mes de octubre. Estando avanzados estos trabajos se abrió paso a la albañilería para terminar de construir la estructura del hospital , empezando en el mes de Julio y terminando hasta la inauguración del mismo, actividad que tuvo una duración de 17 semanas.

Al paso que se construía la estructura iniciaban los trabajos de herrería, los cuales duraron alrededor de 20 semanas, iniciaron a principios del mes de Junio y terminaron a finales del mes de Octubre. La colocación de tuberías y conexiones de cobre, conducciones FoFo, conducciones de P.V.C, tubería conduit y sus respectivas conexiones, tuvieron una duración promedio de 15 semanas contadas a partir del mes de julio, terminando a finales del mes de octubre. En este mismo periodo se realizó la etapa del montaje de lámina galvanizada, los trabajos de colocación de la soportería, la colocación de tubería y conexiones de acero soldable, así como la colocación de condulets.

Empezando el mes de agosto iniciaron la mayor cantidad de trabajos dada la ventaja de que la estructura estaba con un buen avance. Dentro de las actividades que se realizaron en este periodo promedio de 15 semanas se encuentran: los acabados, la colocación de válvulas y llaves, el equipo contra incendio, los alambres y cables para electrificación, equipo de iluminación, asilamiento con fibra de vidrio, la instalación de gases medicinales, instalación de telecomunicaciones y la red de cómputo.

Poco tiempo despues de haber iniciado las actividades anteriores se pusieron en marcha los siguientes trabajos: inició la etapa de urbanización, se colocaron las mangueras flexibes, las tuberías y conexiones negras y galvanizadas, se colocaron las rejillas y difusores, los tableros e interruptores así como los controles y arrancadores magnéticos. Todos ellos en un tiempo promedio de 10 semanas para terminar justo antes de la inauguración. Finalmente se realizaron los trabajos de colocación de aluminios, vidrios, acrílicos, espejos, carpintería, cerrajería así como los de jardinería en un periodo aproximado de 6 semanas.

A continuación se presenta la gráfica con el avance pronosticado para estas actividades que comprenden la 2ª etapa del proyecto. El programa de obra puede verse posterior a la gráfica.



PROYECTO INTEGRAL PARA EL HOSPITAL GENERAL EN ALVARO OBREGON

PROGRAMA DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA CIVIL

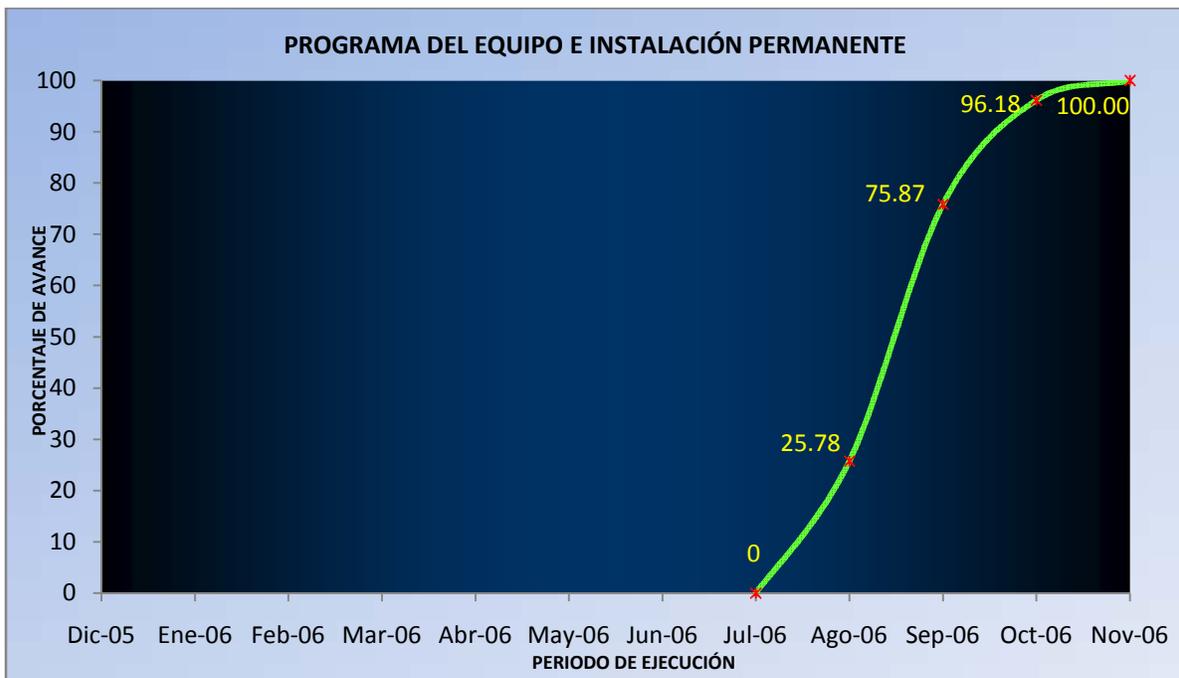
PARTIDA	INICIO	FIN	IMPORTE DE LA PARTIDA	PORCENTAJE	Dic-05				Ene-06				Feb-06				Mar-06				Abr-06				May-06				Jun-06				Jul-06				Ago-06				Sep-06				Oct-06				Nov-06			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
2 OC OBRA CIVIL			\$ 157,280,209.42	53.45%																																																
2.01 PRELIMINARES Y TERRACERIAS	01-Ene-06	31-Oct-06	\$ 5,066,449.52	3%					1,026,116.35		840,606.66			577,642.36		884,506.01			739,815.97		15,084.59					30,169.17		30,169.17			328,229.42			494,109.62																		
2.02 CIMENTACION	01-Mar-06	31-Oct-06	\$ 19,820,560.41	13%											1,498,995.23		4,798,675.10			3,784,177.10		4,763,248.41			2,865,966.56		905,270.12		1,038,145.60			366,082.29																				
2.03 ESTRUCTURA	01-Abr-06	31-Oct-06	\$ 41,773,609.93	27%																	3,133,020.75		6,777,674.24			15,704,269.39		10,430,339.44		2,943,826.18			2,784,479.96																			
2.04 ALBAÑILERIA	07-Jul-06	15-Nov-06	\$ 19,846,312.31	11%																					1,071,516.82		5,246,903.91		6,784,676.71			3,495,074.99			48,139.69																	
2.05 ACABADOS	01-Ago-06	15-Nov-06	\$ 11,553,512.05	7%																									753,935.73		2,707,105.10			6,875,854.18			1,519,607.05															
2.06 HERRERIA	01-Jun-06	31-Oct-06	\$ 1,476,987.36	1%																					100,109.62		100,109.62		100,109.62			273,639.76			602,716.14																	
2.07 ALUMINIO	22-Sep-06	31-Oct-06	\$ 1,680,479.20	1%																												112,122.31			1,568,356.89																	
2.08 VIDRIOS, ACRILICOS Y ESPEJOS	01-Oct-06	31-Oct-06	\$ 751,947.91	0%																															751,947.91																	
2.09 CARPINTERIA Y CERRAJERIA	01-Oct-06	07-Nov-06	\$ 2,517,065.24	2%																															1,851,946.94			665,118.30														
2.10 JARDINERIA	01-Oct-06	15-Nov-06	\$ 2,751,828.20	0%																																					1,834,552.15		917,276.07									
2.11 URBANIZACION	01-Sep-06	15-Nov-06	\$ 5,481,555.89	3%																															1,328,616.41			3,346,600.74			806,338.74											
2.12 TUBERIA Y CONEXIONES DE COBRE	01-Jul-06	31-Oct-06	\$ 2,833,684.58	2%																					658,421.00		658,421.00		658,421.00			658,421.58																				
2.13 VALVULAS Y LLAVES	01-Ago-06	31-Oct-06	\$ 1,572,425.19	1%																									524,141.67		524,141.67			524,141.86																		
2.14 TUBERIA Y CONDUCCIONES DE Fofo	01-Jul-06	07-Oct-06	\$ 3,324,878.47	2%																					1,023,039.53		1,023,039.53		1,023,039.53			255,759.68																				
2.15 TUBERIAS Y CONEXIONES DE P.V.C.	01-Jul-06	07-Oct-06	\$ 143,339.75	0%																					44,101.77		44,101.77		44,101.77			11,025.44																				
2.16 MUEBLES SANITARIOS	01-Oct-06	15-Nov-06	\$ 3,350,531.31	2%																															2,233,667.55			1,116,863.76														
2.17 EQUIPO CONTRA INCENDIO	15-Ago-06	31-Oct-06	\$ 238,367.12	0%																									52,060.21		84,145.00			82,141.91																		
2.18 MANGUERAS FLEXIBLES	01-Sep-06	31-Oct-06	\$ 362,833.57	0%																															181,416.79			181,416.79														
2.19 TUB Y CONEXIONES NEGRAS Y GALVANIZ.	01-Sep-06	31-Oct-06	\$ 1,189,317.16	1%																															593,156.59			593,156.59														
2.20 TUBERIA CONDUIT CONEXIONES	01-Jul-06	15-Oct-06	\$ 2,785,851.32	2%																					795,067.52		795,067.52		795,067.52			397,076.76																				
2.21 ALAMBRES Y CABLES	15-Ago-06	31-Oct-06	\$ 3,660,468.58	2%																									732,093.60		1,464,187.20			1,464,187.78																		
2.22 TABLERO S E INTERRUPTORES	01-Sep-06	07-Nov-06	\$ 4,402,514.57	3%																															1,959,873.14			1,959,873.14			480,166.29											
2.23 CONDULETS	15-Jul-06	30-Sep-06	\$ 237,995.88	0%																					47,599.18		95,198.35		95,198.35																							
2.24 CANAL, ESP. ILUMINACION Y VARIOS	15-Ago-06	15-Nov-06	\$ 3,372,173.82	2%																									582,028.97		1,124,057.94			1,124,057.94			582,028.97															
2.25 REJILLAS Y DIFUSORES	15-Sep-06	07-Nov-06	\$ 378,377.10	0%																															108,107.74			215,215.49			54,053.68											
2.26 LAMINA GALVANIZADA	01-Jul-06	15-Oct-06	\$ 1,344,319.05	1%																					384,091.16		384,091.16		384,091.16			192,045.58																				
2.27 CONTROLES Y ARRANCADORES MAGNETICOS	01-Sep-06	31-Oct-06	\$ 1,234,028.08	1%																															517,014.00			517,014.08														
2.28 TUBERIA Y COMEX. DE ACERO SOLDABLE	07-Jul-06	15-Oct-06	\$ 995,561.70	1%																					229,744.98		305,326.66		305,326.66			153,183.43																				
2.29 SOPORTERIA	01-Jul-06	07-Oct-06	\$ 995,027.76	1%																															305,162.39			305,162.39			76,540.60											
2.30 AISLAMIENTO, FIBRA DE VIDRIO Y LANA DE AL.	01-Ago-06	30-Sep-06	\$ 1,214,152.75	1%																															607,058.88			607,093.68														
2.31 INSTALACION DE GASES MEDICINALES	01-Ago-06	07-Nov-06	\$ 5,892,849.11	4%																															1,053,177.00			1,541,135.29			2,478,826.97			619,799.86								
2.32 INSTALACION DE TELECOMUNICACIONES	01-Ago-06	15-Nov-06	\$ 7,618,390.43	6%																															2,253,961.66			2,118,723.97			2,163,803.20			1,081,901.80								
2.33 REO DE COMPUTO	15-Ago-06	15-Nov-06	\$ 1,016,120.09	1%																															182,200.65			329,363.00			336,379.79			168,185.39								

EQUIPO DE INSTALACIÓN PERMANENTE

El equipo de instalación permanente se refiere al equipo propio del inmueble, es decir, al equipo que permitirá que las actividades del hospital se lleven a cabo de manera ininterrumpida. Tal es el caso de los elevadores, generadores de vapor, el sistema de bombeo, la subestación eléctrica, el sistema de aire acondicionado, el equipo de cocina, equipo de lavandería y el compresor para aire grado médico.

Las actividades que se realizaron en esta partida fueron englobadas dentro del suministro de equipo e instalación permanente, llamado así en el programa de obra. Esta actividad se realizó en un periodo de 14 semanas, iniciando los primeros días del mes de Agosto y requiriendo para su realización un monto de \$ 33, 112, 865.67, lo cual representa el 11.25% del monto total del proyecto.

En la siguiente gráfica se puede ver el avance en la ejecución de esta partida y posteriormente, en el diagrama No. 3, el programa de obra asignado.

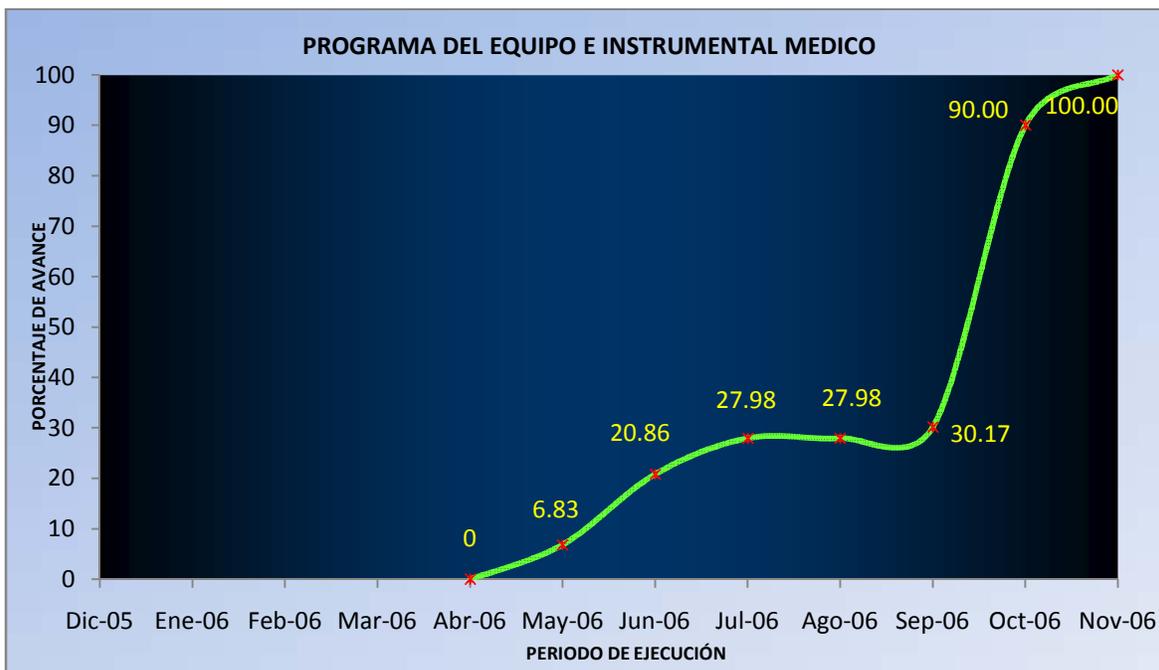


EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL MEDICO

En esta partida se encuentra el suministro y montaje del equipo e instrumental que utilizarán los Doctores para brindar un servicio eficiente a la comunidad. Dentro de ellos se pueden mencionar los quirófanos, camas, unidades de odontología, entre otros, y dentro del instrumental se contemplaron a todos aquellos instrumentos pequeños que son de ayuda tanto en consulta como en cirujías y recuperación.

Para la ejecución de estas actividades se tuvo un periodo de trabajo de 22 semanas repartidas en dos etapas. La primera de ellas fue de mayo a julio donde se tuvo un avance del 27 %, lo que se puede observar en la siguiente gráfica. Después los trabajos se suspendieron en el mes de agosto para permitir el avance de otras actividades involucradas en la obra civil, por lo que la segunda etapa reanudó a partir de septiembre y terminó el 15 de noviembre. El monto total de esta partida fue de \$76, 737, 956.39, que representa el 26.08 % del presupuesto total.

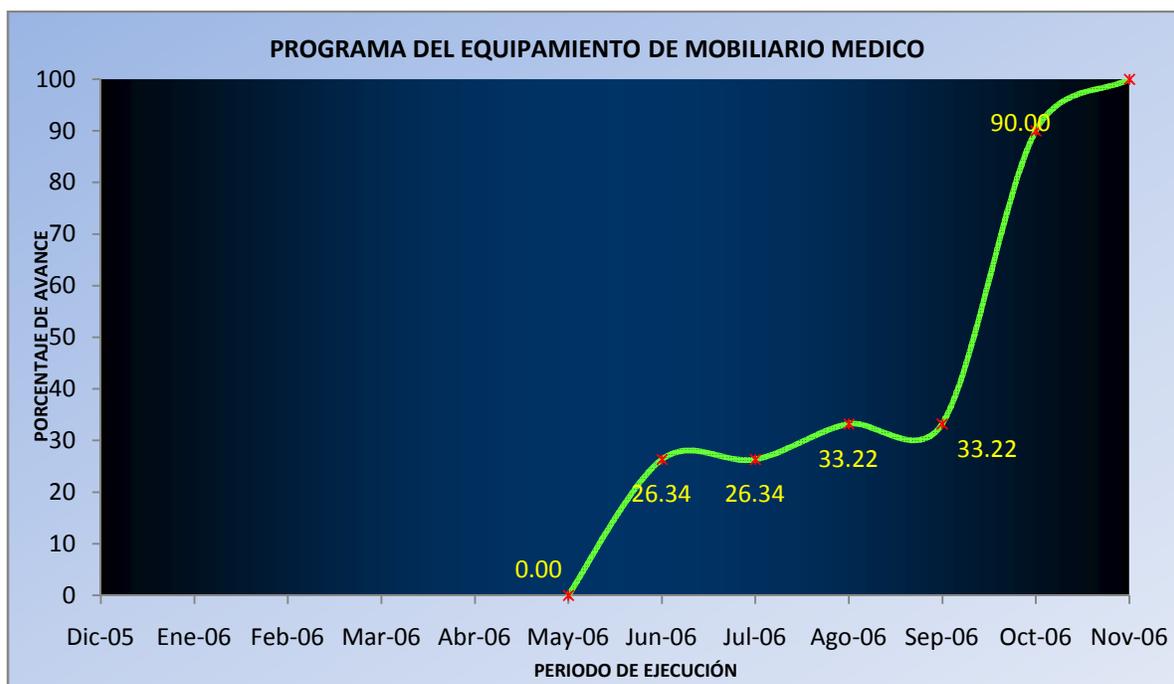
El avance en la ejecución de los trabajos se puede observar en la siguiente gráfica, mientras que el programa de obra se ve en el diagrama No 3.



MOBILIARIO MEDICO

Esta partida se denominó mobiliario médico porque la comprenden, como su nombre lo dice, los diferentes objetos que constituyen el equipamiento del inmueble y que son de utilidad para los médicos. Como por ejemplo: los escritorios, sillones, sillas, gabinetes, closets, camas, comedor, televisores, vestimenta, entre otros.

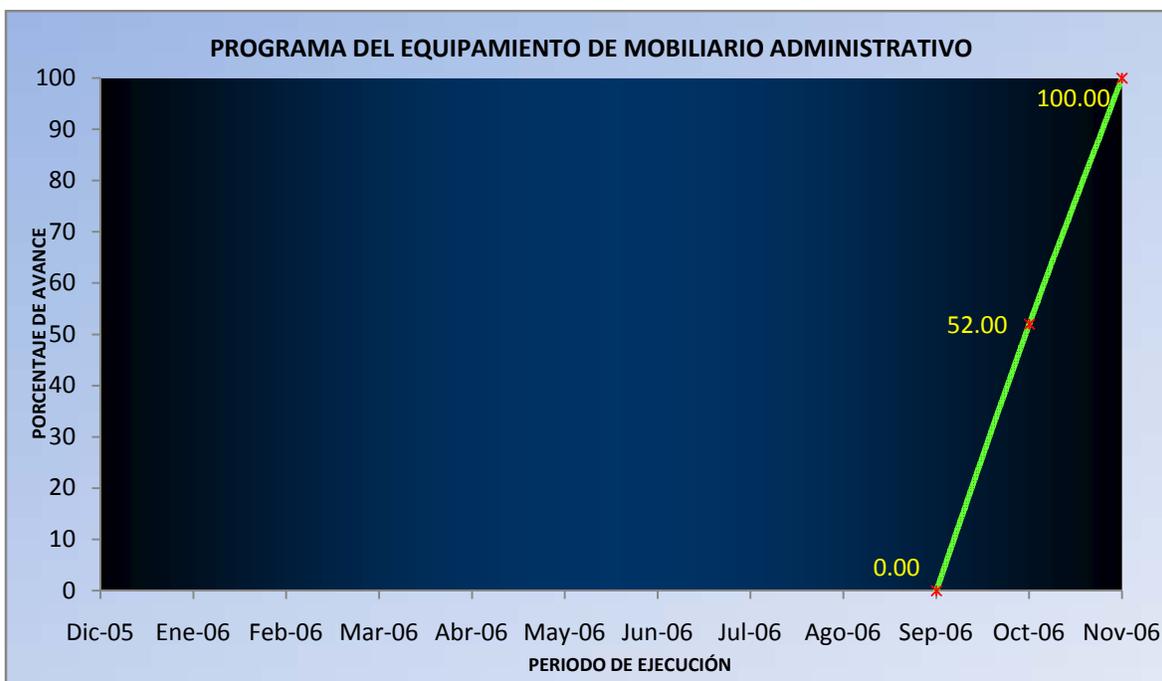
Esta partida tuvo un costo de \$ 5, 858, 401.70 que representa el 2 % del monto total del proyecto. La ejecución de las actividades se realizó en tres etapas. La primera de ellas en el mes de junio, la segunda en Agosto y la tercer en Octubre y parte de Noviembre, teniendo un avance del 26 %, 7 % y 67 % respectivamente, lo cual se puede apreciar en la siguiente gráfica, y en el programa de obra correspondiente a esta actividad en el diagrama No. 3.



MOBILIARIO ADMINISTRATIVO

En esta partida se incluyeron los objetos y material que servirán de apoyo para las labores administrativas. Como por ejemplo toda la papelería, sillas, sillones, escritorios, entre otros. Actividad que se realizó en las últimas seis semanas del proyecto y que tuvo un costo de \$1,567,203.03, equivalentes al 0.5 % del costo total del proyecto.

El porcentaje de avance de esta actividad se puede observar en la siguiente gráfica, mientras que su correspondiente programa de obra puede verse en el diagrama No. 3.



SISTEMA DE CÓMPUTO

Dadas las condiciones de avance tecnológico y características de los equipos médicos, todos están interconectados al sistema central de respaldo del hospital, esto con el fin de garantizar el control de la información así como su aplicación y aprovechamiento completos.

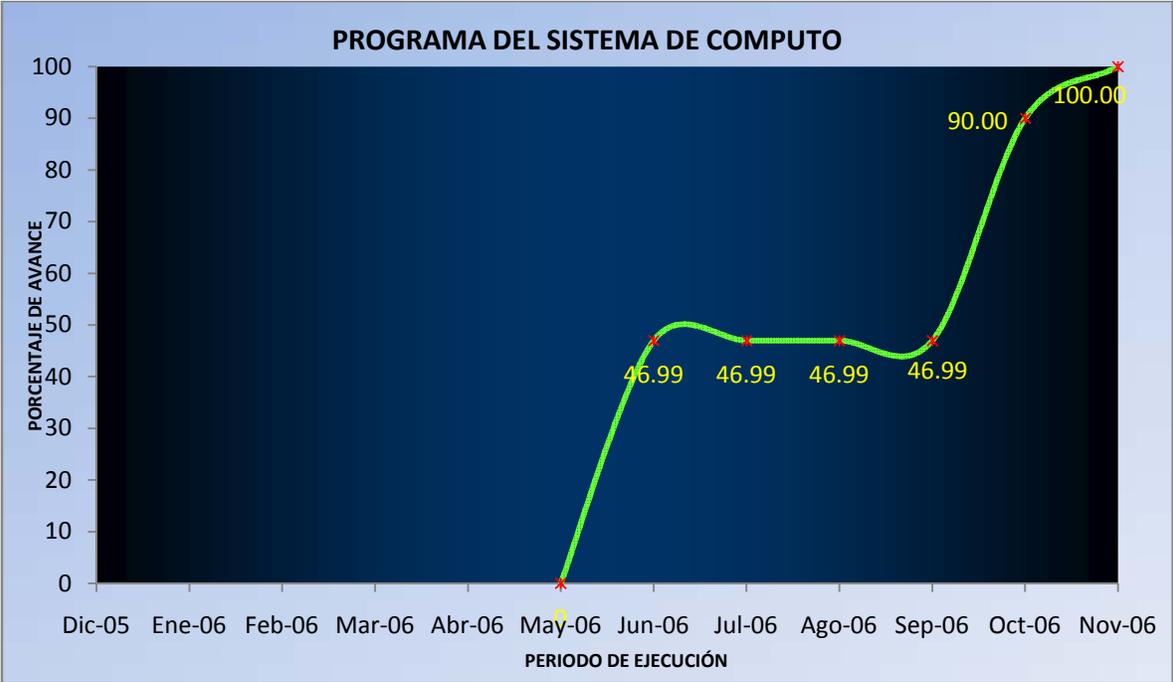
Asimismo, la implantación del Sistema Integral de Información desde el inicio en el hospital requirió de equipos en todas las áreas. Al principio, en esta primera etapa, se consideraron los mínimos indispensables para integrar la información básica de operación planteada como demanda de moderada intensidad y registros de pacientes limitados, posteriormente, conforme la demanda de servicio y productividad del hospital lo requieran se deberán integrar un mayor número de terminales, por lo que el cableado quedó disponible para estas funciones, al igual que el servicio de telefonía que tecnológicamente requiere de entrada un conmutador digital y su cableado correspondiente.

El equipo de cómputo con que cuenta el hospital es el siguiente:

- Conmutador digital 100%
- Teléfonos digitales
- 2 servidores de respaldo
- 12 Equipos de cómputo para urgencias
- 17 Equipos de cómputo para auxiliares de diagnóstico
- 5 Equipos de cómputo para terapia intensiva
- 10 Equipos de cómputo para el cuerpo directivo
- 15 Equipos de cómputo para informática y estadística
- 25 equipos para consultorios
- 2 equipos para admisión
- 3 equipos para biblioteca
- 3 equipos para gineco-obstetricia (urgencias)
- 2 equipos para archivo
- 2 equipos para almacén
- 4 Kioscos de servicios de consulta en red del GDF
- 20 impresoras láser conectadas en red
- 110 no breaks

La instalación del sistema de cómputo tuvo un costo de \$ 2, 250, 498.52 que representa el 0.76 % del costo total del proyecto. Las actividades para ejecutar esta partida se repartieron en dos etapas. La primera fue en el mes de Junio, donde se tuvo un avance del 47 %. La siguiente fue en el mes de Octubre y parte de Noviembre, donde se realizó el 53 % restante, lo que se puede ver en la siguiente gráfica.

El programa de obra para esta partida puede verse en el siguiente diagrama No. 3.





PROYECTO INTEGRAL PARA EL HOSPITAL GENERAL EN ALVARO OBREGON

PROGRAMA DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS PARA LAS PARTIDAS 3 A 7

PARTIDA	INICIO	FIN	IMPORTE DE LA PARTIDA	PORCENTAJE	Dic-05				Ene-06				Feb-06				Mar-06				Abr-06				May-06				Jun-06				Jul-06				Ago-06				Sep-06				Oct-06				Nov-06			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3 EIP EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE			\$ 33,112,865.67	11.25%																																																
3.01 SUMINISTRO DE EQUIPO DE INSTALACION PERMANENTE	01-Ago-06	15-Nov-06	\$ 33,112,865.67	100%																																																
4 ERI EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL MEDICO			\$ 76,737,956.39	26.86%																																																
4.01 EQUIPO E INSTRUMENTAL MEDICO	01-May-06	15-Nov-06	\$ 76,737,956.39	100%																																																
5 IRI MOBILIARIO MEDICO			\$ 5,858,401.70	1.99%																																																
5.01 MOBILIARIO MEDICO	01-Jun-06	15-Nov-06	\$ 5,858,401.70	100%																																																
6 IRI MOBILIARIO ADMINISTRATIVO			\$ 1,567,203.03	0.53%																																																
6.01 MOBILIARIO ADMINISTRATIVO	01-Oct-06	15-Nov-06	\$ 1,567,203.03	100%																																																
7 SI SISTEMA DE COMPUTO			\$ 2,250,488.52	0.74%																																																
7.01 SISTEMA DE COMPUTO	01-Jun-06	15-Nov-06	\$ 2,250,488.52	100%																																																

Diagrama No. 3. Programa de obra para las partidas 3 a 7

IV CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION

Bajo la influencia de factores económicos como los costos relativos de la mano de obra y de los materiales, han surgido diversos tipos de cimentaciones y ciertos procedimientos de construcción que se han ido generalizando. Y aunque existen innovaciones en el arte de la construcción de cimentaciones, estos métodos deben adoptarse cautelosamente debido a que los equipos que no son los ordinarios pueden resultar costosos y los procedimientos a los que no están acostumbrados los trabajadores y sus supervisores pueden resultar difíciles de llevar a la práctica.

Bajo estas condiciones, a continuación se describe la ruta que siguió el proyecto del *Hospital General Álvaro Obregón* para elegir el tipo de cimentación sobre el que se desplantaría. Y que de cierta manera cumpliera con el objetivo de disminuir costos pero con la garantía de ofrecer el más alto nivel de seguridad.

IV.1 ZONIFICACION GEOTECNICA

De acuerdo con la zonificación del valle de México el predio en estudio se localiza en la denominada **Zona de Lomas o Zona I**, que está formada por serranías que limitan a la cuenca al poniente y al norte, además de los derrames del Xitle al sureste; en las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluviones. Por su parte, en el pedregal del Xitle, los basaltos sobreyacen a las tobas y depósitos fluvioglaciales y glaciales más antiguos. Eventualmente se encuentran rellenos no compactos, utilizados para nivelar terrenos cercanos a las barrancas y tapar accesos a galerías de minas antiguas.

Las lomas que se encuentran al poniente de la Ciudad de México las constituyen los abanicos volcánicos de la Sierra de las Cruces, comprendiendo una potente acumulación de materiales piroclásticos que se depositaron a los pies de los distintos aparatos volcánicos durante la vida activa de estos, midiendo en escala absoluta de años entre 10 y 15 millones de años.

Debido a sus características físicas granulométricas y mecánicas, los materiales de la zona poniente fueron motivo de la explotación humana para utilizarlos como materiales de construcción durante las décadas pasadas (40`s a 80`s), principalmente las arenas, gravas y algunas arenas limosas y limos arenosos de color café (“tepetate”).

En función del tipo y características físicas del suelo, la explotación se realizó a cielo abierto o de manera subterránea, formando en el primer caso grandes socavones y desniveles de importancia en las laderas naturales de esa zona poniente, y en el segundo, cavidades, galerías y/o pasajes con trayectorias y dimensiones desconocidas, ya que en gran medida esta actividad fue realizada de manera clandestina, empíricamente y sin ningún tipo de control.

Posteriormente, en algunas de estas zonas se llevaron a cabo actividades de relleno de estos socavones con materiales diversos, tales como el producto de la excavación de algunas otras zonas o predios, materiales producto de la demolición de estructuras de concreto reforzado, o inclusive con basura, también de manera descontrolada por lo que su consistencia y/o compacidad es muy variable y dudosa. Con el tiempo, gran parte de estas zonas han sido cubiertas con pastos silvestres y una vegetación incipiente, situación que dificulta su detección.

IV.2 TRABAJOS DE CAMPO

Dentro de los trabajos de campo realizados en la zona de estudio se encuentran las exploraciones geotécnicas, las cuales se realizaron en tres ocasiones y fueron nombradas como campañas de exploración. La primera, conocida como *preliminar*, se realizó con el fin de detectar el tipo de suelo existente, posteriormente se realizó una segunda que permitió conocer la estratigrafía de la zona de estudio para así proponer el tipo de cimentación a utilizar. Finalmente cuando se propuso el tipo de cimentación que tendría el hospital se realizó una tercera con el propósito de obtener datos muy precisos del lugar donde se desplantaría la estructura.

SEGUNDA CAMPAÑA DE EXPLORACION

La segunda campaña de exploración geotécnica consistió en la ejecución de 53 sondeos de avance controlado (SAC) a profundidades variables entre 20.00 y 25.30 m, medidos a partir del nivel de terreno existente; adicionalmente se realizaron 2 sondeos de penetración estándar a profundidades comprendidas entre 22.27 y 40.00 m. arrojando las profundidades de las cavidades detectadas.

Los *Sondeos de Avance Controlado* consisten en realizar una perforación vertical empleando una broca tricónica de 2 15/16” de diámetro, haciendo circular dentro del barreno agua como fluido de perforación, cuya función es extraer los recortes de material del suelo; el avance del equipo de perforación se controla en tiempo, anotando claramente los segundos requeridos para perforar cada 10.00 cm de profundidad.

Por otra parte, la técnica de *Penetración Estándar (SPT)* consiste en hincar a percusión un tubo muestreador de dimensiones estandarizadas, mediante el impacto generado por una masa de 63.50 kg que se deja caer desde una altura de 76.20 cm, contabilizando el número de golpes necesarios para hincar 60.00 cm el tubo muestreador en el suelo. Los 60.00 cm que se hincan el tubo se marcan en 4 segmentos de 15.00 cm cada uno, conociéndose como la resistencia a la penetración estándar al número de golpes registrado en los 2 segmentos centrales; con esta técnica de exploración se obtienen muestras alteradas representativas del suelo.

TERCERA CAMPAÑA DE EXPLORACION

Para conocer la secuencia estratigráfica existente en el área que ahora ocupa el edificio del Hospital General Álvaro Obregón, así como para verificar su resistencia y la existencia o no de cavidades después del nivel de desplante propuesto en las campañas anteriores de exploración (20.00 m a partir del nivel de terreno actual), además de garantizar la continuidad de los materiales a lo largo de la profundidad explorada sobre los que se apoyarían las pilas de cimentación previamente propuestas y con el objetivo de optimizar la

profundidad de desplante y características geométricas de las mismas, se programaron y ejecutaron siete sondeos de penetración estándar a una profundidad promedio de 40.00 m.¹

Adicionalmente y con el fin de corroborar las propiedades de resistencia y deformación que tenía el estrato sobre el que se desplantaría la cimentación del edificio, se realizó un sondeo mixto de muestreo selectivo denominado SM-1, el cual se ubicó un lado del SPT-3.

Para realizar este sondeo mixto se utilizó el tubo liso tipo Shelby, el cual está acondicionado con dientes en su punta para “cortar” los materiales de interés a partir de la presión hidráulica del equipo y una pequeña rotación, utilizando la técnica de la Penetración Estándar. Por lo que los cuatro tubos que dan los 60 cm de hincado se obtuvieron desde 20.00 a 30.00 m, profundidad en la que se detectó el estrato propuesto para el desplante de la cimentación. De 0.00 a 20.00 m se utilizó la broca tricónica para la perforación del barreno.

A las muestras alteradas obtenidas de los 7 sondeos de penetración estándar ejecutados se les realizaron las siguientes pruebas para determinar sus propiedades índice:

- ✧ Clasificación visual y al tacto.
- ✧ Contenido natural de agua.
- ✧ Análisis granulométrico por mallas.
- ✧ Porcentaje de partículas finas mediante lavado.
- ✧ Límites de consistencia o de Atterberg.

Adicionalmente a las cuatro muestras inalteradas obtenidas del sondeo mixto de muestreo selectivo se les practicaron ensayos de compresión triaxial rápida (UU) para obtener sus parámetros de resistencia y deformación (cohesión aparente y ángulo de fricción interna), esto con el propósito de obtener los parámetros de diseño para los elementos de la cimentación.

¹ Ver su ubicación en planta en el Anexo de planos.

IV.3 ESTRATIGRAFIA DETECTADA

Con base en los resultados obtenidos de los trabajos de campo, de las pruebas de laboratorio, así como del conocimiento que se tenía de la zona, se describió brevemente la siguiente estratigrafía detectada²:

En general gran parte del sitio se conforma por materiales de origen tobáceo, integrados por arenas andesíticas pumíticas y cuarzosas, limosas color café, con algunas gravas andesíticas angulosas, además de limos arcillosos con arena fina, media y gruesa andesítica; la compactidad y consistencia de dichos materiales es alta y dura respectivamente, sin considerar el número de golpes bajo registrado en los materiales producto de posibles caídos.

Se detectaron en gran parte del área que ahora ocupa el edificio del hospital, y en especial en la parte sur-oeste de la zona explorada, desde el nivel actual y con espesores variables entre 1.20, 2.50, 16.00 y hasta 20.00 m de profundidad, materiales de relleno heterogéneos formados por arenas arcillosas y/o limosas en estado suelto o semicompacto, intercalados con materiales producto de la demolición de construcciones (cascajo)³.



Fig. 9. Estratigrafía de la zona sur

² Ver el Perfil Estratigráfico en Anexo de planos”

³ Ver figura 9.

Se detectaron a partir del nivel actual, arenas medias y gruesas pumíticas y andesíticas en estado compacto, hasta aproximadamente 20.00 m de profundidad, punto a partir del cual se detectó un limo poco arcilloso color café con arena fina y media de consistencia muy dura, el cual presenta más de 50 golpes en la prueba de penetración estándar. Este material se encuentra hasta 28.00 y/o 31.00 m de profundidad.

Posteriormente, y hasta la máxima profundidad explorada (40.28 m en el SPT-2), se tiene una arena media y gruesa limosa, con gravas y gravillas andesíticas y pumíticas en estado muy compacto y con un número mayor a 100 golpes en la prueba de penetración estándar.

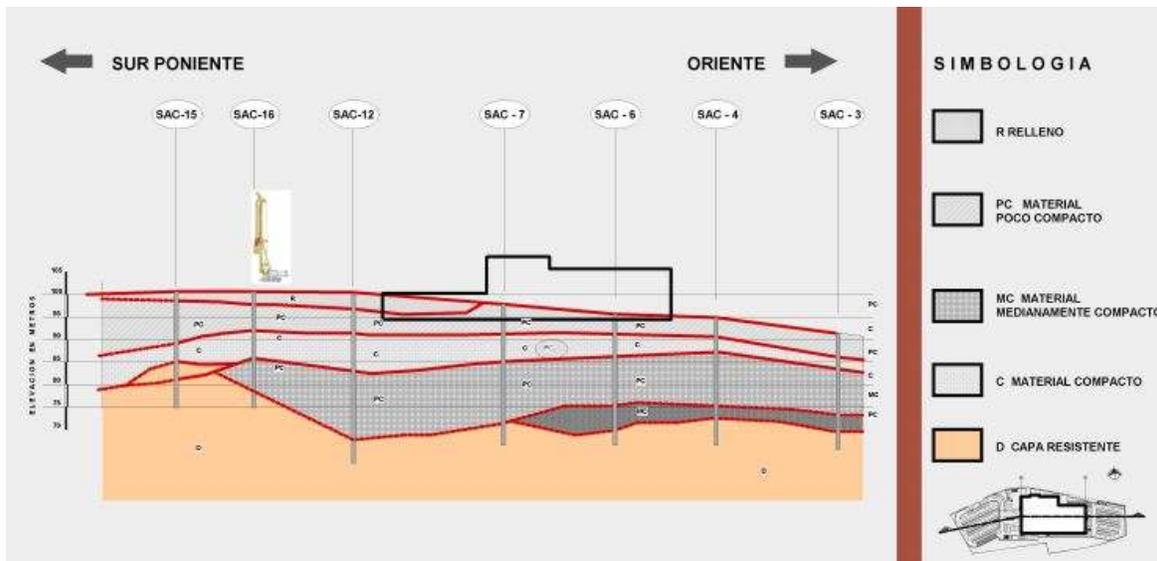


Fig. 10. Corte longitudinal Sur Poniente - Oriente

Es importante resaltar que en varios de los sondeos realizados se detectaron oquedades que van desde 0.20 a 2.40 m de altura, lo que llevó a pensar en minas parcialmente rellenas en el primer caso o cavidades sin tratar en el segundo. La profundidad a la que se detectaron estas discontinuidades fueron variables, de 5.80 m en el caso de las más superficiales hasta 18.10 m en las más profundas.

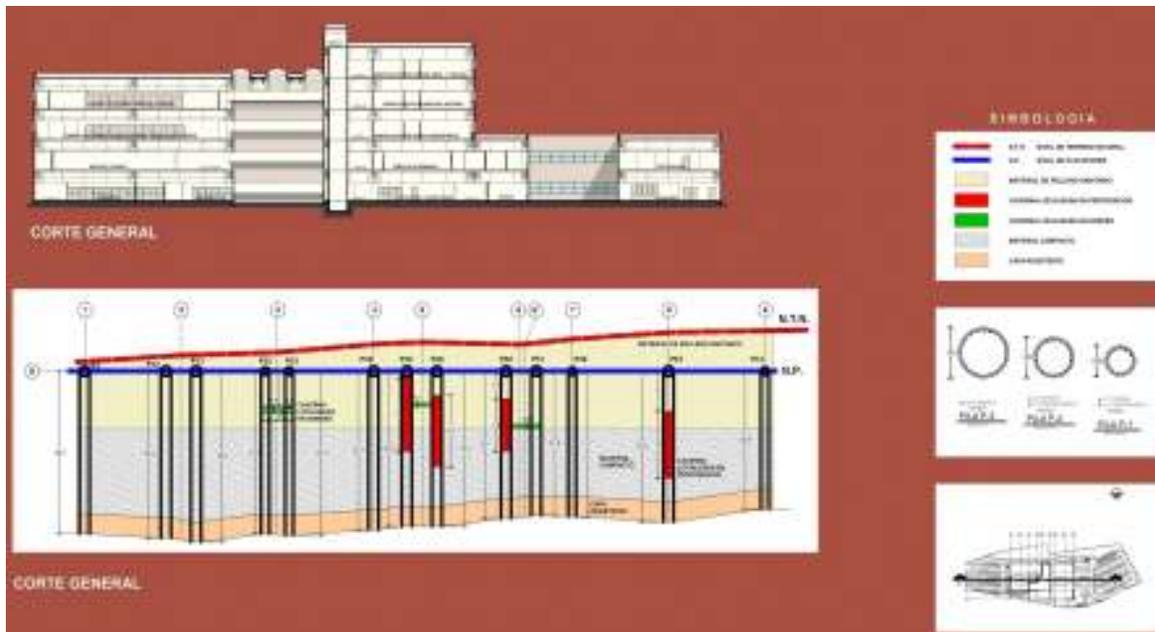


Fig. 11. Localización de cavernas dentro de la zona del edificio

IV.4 SOLUCION DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la estratigrafía detectada donde se advirtió la presencia de cavidades en la masa del suelo así como rellenos heterogéneos de compacidad variable en la parte sur de la zona explorada, se generó una incertidumbre en cuanto a la estabilidad de los trabajos de excavación así como del inmueble en general, motivo por el cual se consideró conveniente hacer una modificación a la solución preliminar de la cimentación, la cual paso de ser *cimentación superficial* a una ***cimentación del tipo profundo a base de pilas⁴ de concreto reforzado de sección circular***, con una longitud promedio de 20.00 m, las cuales están ligadas entre sí por contratraves que soportan el sistema de piso en cimentación, el cual se resolvió con ***losa reticular perimetralmente apoyada.⁵***

⁴ En la ingeniería de cimentaciones el término *pila* se define como un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata, es decir, transmitir la carga a un estrato capaz de soportarla, sin peligro de que falle ni de que sufra un asentamiento excesivo. Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación al ancho de la base de las pilas es usualmente mayor que cuatro, mientras que para las zapatas esta relación es comúnmente menor que la unidad.

⁵ Una *losa de cimentación* es una zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas.

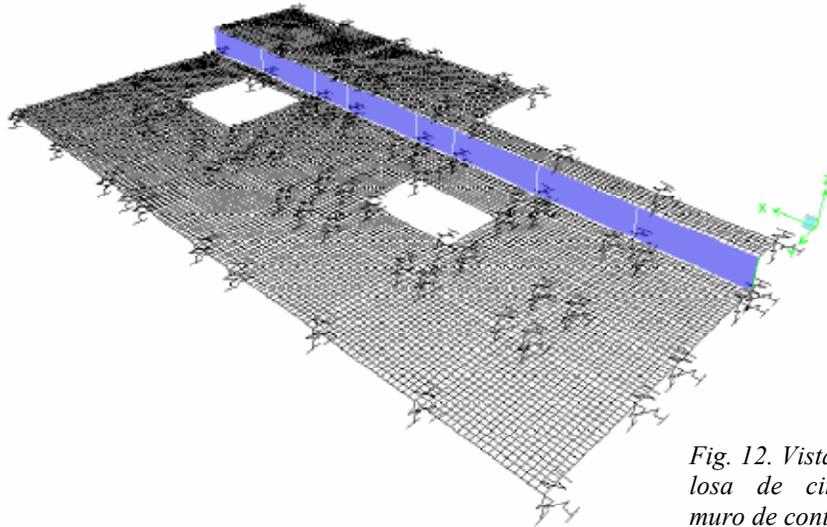


Fig. 12. Vista global de la losa de cimentación y muro de contención.

PILAS

Para la cimentación se usaron pilas de $\varphi=90$ cm, $\varphi=120$ cm y $\varphi=150$ cm de diámetro, distribuidas en función del nivel de carga que soportan. La profundidad promedio de desplante de las pilas fue del orden de 20.00 m medidos a partir del terreno actual existente, nivel con el cual se garantizó ubicarlas por debajo tanto de las cavidades como del espesor máximo de rellenos detectados, además de que así se apoyarían en un estrato competente.



Para lograr una adecuada transmisión de elementos mecánicos en la cimentación se utilizaron contratraves de sección rectangular de 40 x 150 cm con un $f'c=350$ kg/cm², con

Las *losas de cimentación* se usan frecuentemente para reducir el asentamiento de las estructuras situadas sobre depósitos muy compresibles. Ordinariamente se proyectan como losas de concreto planas y sin nervaduras si el centro de gravedad de las cargas coincide con el centroide de la losa, sin embargo, si las cargas de las columnas no están más o menos uniformemente distribuidas, o si el subsuelo es tal que puedan producirse grandes asentamientos diferenciales, las losas pueden reforzarse para evitar deformaciones excesivas. Esta forma de refuerzo se hace usando muros divisorios como nervaduras de vigas T conectadas a la cimentación (fig. 12), construyendo así una cimentación reticular con el propósito de dar mayor rigidez a la cimentación.

el fin de ligar a las pilas con las columnas. Las contratrabes a su vez sirven de apoyo a la losa reticular que se utilizó como sistema de piso en el nivel de cimentación.



Con lo anterior se garantizó que las pilas de cimentación se apoyaran en el limo poco arcilloso con arena fina y media de consistencia muy dura que se detectó en todos los sondeos realizados.

Además de que se pidió que cumplieran con un empotramiento mínimo de 4.00 m en este material para garantizar su trabajo estructural.



LOSA RETICULAR

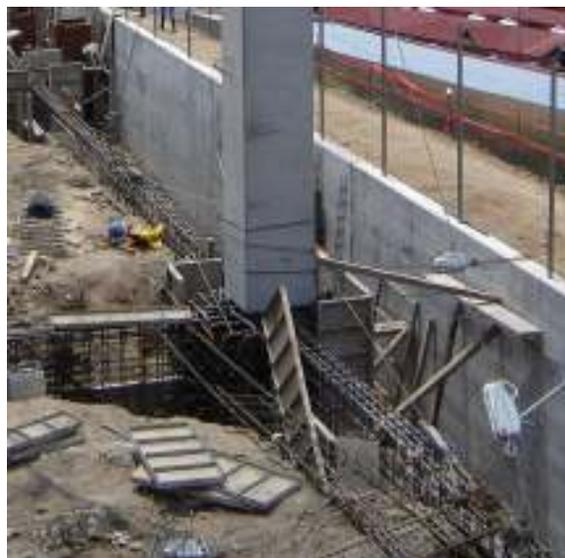
La losa de cimentación se diseñó como una *losa reticular* la cual no se apoya directamente sobre el terreno (condición de diseño), sino lo hace perimetralmente a través de las contratrabes. Tiene una resistencia a la compresión $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, un peralte total de 60 cm, con nervaduras de 20 cm de ancho y separadas 120 cm entre sus ejes.



DADOS

Para transmitir los elementos mecánicos hacia la cimentación se colocaron dados⁶ para realizar la unión columna-pila, con sección tal que pudieran alojar correctamente tanto a la columna como a la pila.

Para soportar las cargas que transmite la superestructura hubo apoyos en los que se requirieron colocar dos pilas; en estos casos el dado utilizado fue de dimensión tal que lograra recibir a las dos pilas en sus extremos y a la columna en el centro, con lo que las deformaciones o hundimientos diferenciales disminuirían al máximo.



IV.5 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo en este trabajo de investigación se refiere básicamente a la descripción de las actividades que se van a realizar y de cómo estas se harán, es decir, la secuencia que tendrán las actividades así como los métodos, las formas, los materiales y la maquinaria que se utilizarán para realizarlas.

⁶ Un dado es un nudo de concreto reforzado que se forma al concurrir columnas, pilas y contratrabes.

IV.5.1 TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO



Toda obra de ingeniería civil inicia con la reproducción sobre la superficie del terreno (mediante la aplicación de la topografía) de los distintos trazos dados en los planos del proyecto, empezando con la planta general que es donde se ubican el o los edificios que forman dicho proyecto.

Para realizar este trabajo lo primero que se requiere es un banco de nivel fijo, esto con el fin de tener una referencia para todos los demás trazos y niveles, de tal forma que posteriormente se pueda hacer una comparación de niveles, lo cual es muy importante realizar, sobre todo cuando se tiene la incertidumbre de que puedan haber asentamientos diferenciales que en un momento dado puedan causar daños a la estructura.

Para este proyecto el banco de nivel (B.N.) se localiza en la parte sur-oriente del terreno, con No. B506W0604 y Elevación de 2438.656 m.s.n.m., establecido por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Distrito Federal (DGCOH).

El segundo banco de nivel, B.N.-1, está referido al anterior y se ubica en la av. Prolong. 5 de Mayo, específicamente en la entrada principal que ahora tiene el hospital y a la elevación que tiene la avenida. Este banco de nivel se eligió en ese lugar con la intención de evitar grandes volúmenes de excavación.

En general todos los trazos y niveles que contiene el proyecto del hospital fueron realizados utilizando equipos topográficos de alta tecnología como son las estaciones totales, con el propósito de entregar al constructor la posición correcta y precisa de los ejes del proyecto para iniciar el desplante de la estructura.

IV.5.2 CAMINOS DE ACCESO

Para tener los máximos resultados en el menor tiempo posible se necesitan tener condiciones de trabajo razonablemente óptimas. Para esto se previó construir un sistema eficiente y con buen mantenimiento de caminos temporales para poder alcanzar y mantener un tiempo rápido en la ejecución de la obra, más aún cuando se tiene un



periodo de ejecución muy corto como fue el caso de este proyecto. Los caminos de acceso se encuentran a ambos lados de la estructura (oriente y poniente), y para su construcción se utilizaron retroexcavadoras, camiones de volteo y compactadores vibratorios para evitar su deterioro en época de lluvias.

IV.5.3 EXCAVACION

Toda cimentación requiere, en la mayoría de los casos, desalojar el material suprayacente existente al nivel de diseño de desplante, para tal efecto tienen que tomarse en cuenta varios factores como son: el tipo de material que se va a excavar, la profundidad de la excavación, la estabilidad de las paredes del terreno excavado, entre otros.



Para este proyecto la excavación se realizó utilizando maquinaria para construcción pesada como fue el caso de las retroexcavadoras, utilizadas para excavar y retirar el material, así como góndolas para llevar el material producto de la excavación al banco de tiro el cual se ubica en el Bordo de Xochiaca y fue el que asignó el Gobierno del Distrito Federal.



El material no se puede clasificar exactamente, pues fue completamente heterogéneo ya que en el lugar de la construcción se encontraron rellenos de basura de casas habitación así como material producto de la demolición de diversas estructuras provenientes del sismo de 1985, situación por la cual tampoco se pudo reutilizar en ningún caso, enviando así todo el material excavado al banco de tiro.

La profundidad de la excavación varió en este proyecto, alcanzando la máxima alrededor de los 6.00 m, por lo que para poder estabilizar los cortes realizados se construyó un muro de contención, el cual se consideró desde el proyecto arquitectónico y formó parte de la estructura del hospital.



IV.5.4 PILAS

Una vez definidos los niveles de plataforma para el hospital, se procedió al trazo y ubicación física de los sitios en que se construyeron las pilas de concreto reforzado para la cimentación del edificio. Su construcción se realizó con base en el procedimiento siguiente:

- 🖨 Una vez trazada su posición se realizó la perforación en los diámetros requeridos hasta alcanzar la profundidad promedio de desplante. Se utilizó una maquinaria con avance frontal tipo SOILMEC, así como brocas helicoidales con dientes de carburo de tungsteno y un bote de corona.
- 🖨 Conforme avanzaban las perforaciones se verificaba su verticalidad por medio de los controles automáticos del equipo de perforación y en ocasiones mediante un par de plomadas colocadas ortogonalmente. La desviación máxima de la perforación respecto de la vertical no excedió el 2 % de su altura total.
- 🖨 Un ingeniero especialista en mecánica de suelos inspeccionaba continuamente el avance de las perforaciones hasta encontrar el material indicado sobre el que se desplantarían las pilas, dictaminando así el nivel más conveniente para cada elemento de la cimentación.
- 🖨 Para el armado estructural de las pilas se utilizó acero de refuerzo con un límite de fluencia f_y igual a $4,200 \text{ kg/cm}^2$, el cual se rigidizó de manera previa a su izaje para evitar deformaciones excesivas que pudieran complicar su colocación dentro de la perforación.
- 🖨 Por otra parte, para garantizar el recubrimiento mínimo del acero de refuerzo de las pilas fue indispensable el empleo de “silletas” y “poyos” de concreto. Sus dimensiones se ajustaron a las dimensiones requeridas en el sitio y se colocaron espaciados longitudinalmente a cada 3.00 m aproximadamente.
- 🖨 Debido a que estos elementos de cimentación profunda se utilizaron en toda el área que ocupa el edificio, se utilizó un ademe metálico recuperable para garantizar la estabilidad de las perforaciones, especialmente en la zona sur-poniente donde se detectaron la existencia de materiales de relleno heterogéneos,
Por otra parte, dada la existencia en varios puntos de cavidades de hasta 2.50 m de altura y para llevar a cabo el colado de las pilas, se previó la utilización de un ademe perdido a base de cartón comprimido (sonotubo), reforzado exteriormente mediante varillas del No. 4, y zunchos del No. 3 con paso de 20 cm para evitar que fallara durante el colado debido a la presión hidrostática del concreto. Misma razón por la que se utilizó un ademe metálico flexible denominado “espiroducto”, también reforzado con varilla, pero para las cavidades que se detectaron a una profundidad

mayor a 15.00 m medidos a partir del nivel de terreno actual, aclarando que igualmente quedó perdido al momento del colado.

- Después de terminada la perforación, en un lapso menor a 12 horas se concluyeron totalmente los colados, los cuales fueron continuos para evitar la formación de juntas frías en el concreto.
- Las pilas se colaron con el procedimiento tradicional de tubo “tremie”, garantizando que durante este proceso la tubería quedara embebida en el concreto por lo menos una longitud de 1.00 m, y se utilizara un tapón de látex deslizante que evitara la segregación del mismo. Al inicio del colado la tubería se colocó 20 cm por encima del nivel de desplante. El revenimiento del concreto fue de 18 cm como mínimo con una resistencia a la compresión simple a los 28 días $f'c$ mínima de 250 kg/cm^2 .
- Posteriormente se realizó el descabece de las pilas para retirar el concreto contaminado, el cual fue como mínimo de 50 cm. La demolición para la liga estructural se efectuó con martillo neumático empezando en la periferia y por la cabeza de la pila, y así sucesivamente hasta llegar al núcleo y luego en forma descendente; en los últimos 20 cm se realizó manualmente con maceta y cincel.

IV.5.5 LOSA DE CIMENTACIÓN

Los trabajos de cimentación iniciaron de la parte central de la estructura y continuaron hacia sus extremos, con excepción del muro de contención que inició de la parte oriente (estacionamiento de pacientes) y continuó hacia la parte poniente (estacionamiento de doctores) paralelo al avance de la obra, esto con la finalidad de minimizar los tiempos de construcción. La cimentación se construyó a base de concreto reforzado, con un $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$.

El procedimiento que se siguió fue el que se describe a continuación.

1. Estando descabezadas las pilas de cimentación se procedió a ubicar los ejes de las contratrabes, trabes y muro de



contención, utilizando equipo topográfico de alta tecnología como son las estaciones totales, con el objetivo de dar la ubicación más precisa de los trazos.

2. Se excavaron zanjas para alojar las contratrabes, trabes y el muro de contención para que sirvieran de apoyo al acero de refuerzo al momento de su colocación. Para realizar la excavación se utilizó una RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS CATERPILLAR 205 BLC para la extracción y retiro del material, así como COMPACTADORES DE PLACA MIKASA MT746 (bailarinas) para realizar una ligera compactación del terreno con el fin de darle la nivelación óptima a la excavación.
3. Se coló una plantilla de concreto simple de 5.00 cm de espesor con $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y con tamaño máximo de agregado de 4.00 cm en todas las zanjas para que sirviera de apoyo a las silletas y pollos del armado de acero y así asegurar que éste quedara embebido a la hora de colocar el concreto.
4. Posteriormente se inició el armado estructural de las contratrabes, trabes nervadas, dados y muro de contención. El armado indicado fue de temperatura y en ambas direcciones con colocaciones especiales en ciertas partes de sus elementos. Para ello se realizaron planos estructurales en los que se ubicó



detalladamente la colocación del acero de refuerzo. Las varillas que se ocuparon fueron desde el No. 3 hasta el No. 10, con un límite de fluencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, ligando en algunas partes las contratraves, columnas, así como el muro de contención a las pilas de cimentación con el fin de que la losa fuera monolítica y tuviera un mejor trabajo estructural.

El peralte de las contratraves fue de 1.50 m, las nervaduras fueron de 60 cm de altura x 20 cm de ancho y se colocaron a cada 120 cm entre sus ejes, formando así la losa reticular, en donde los huecos que se formaron fueron rellenos con casetones de poliestireno de alta densidad del No. 17, sirviendo éstos como cimbra común al momento de hacer la colocación del concreto.

El muro de contención tuvo una altura máxima de 4.60 m, sin contar el empotramiento de 1.20 m para esa altura máxima.

Todos los detalles estructurales de la cimentación como son: el refuerzo, la separación de las varillas, los dobleces, traslapes, ganchos, uniones y dimensiones, se indicaron en los planos estructurales.

5. Conforme el armado estructural avanzaba, así también lo hacían los primeros colados. Se puede decir que los trabajos de colocación de concreto se hicieron en dos fases. La primera consistió en colar los dados, contratraves y muro de



contención, para los dos últimos hasta una altura de 90 cm y 2.30 m respectivamente, dejando los pasos de tuberías de instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas a la hora de colocar la cimbra de madera que se utilizó en dados y contratraves, mientras que para el



muro de contención se utilizaba cimbra metálica especial, de 2.30 m de altura.

6. Para el colado de los elementos mencionados se utilizó concreto bombeable clase 1 de resistencia rápida, con un $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$, revenimiento de 18 cm y con un tamaño máximo de agregado de 2 cm para poder realizar correctamente el vibrado del concreto y así evitar cavidades que pudieran formarse.
7. Se tuvo el cuidado de dejar el hueco para el cubo de los elevadores que fue de 4.00 m x 4.00 m x 1.60 m de profundidad, colocando en el fondo una losa de cimentación de 10 cm de espesor y cuyo armado fue sencillo en ambos sentidos y solo en el lecho superior, el cual estuvo ligado al de las contratraves para asegurar su trabajo estructural.



También se dejó preparado el apoyo para las escaleras de emergencia que quedan en la parte externa del edificio, para ello se unieron las pilas con las contratraves para que al momento de colocar los perfiles estructurales de las escaleras se hiciera un colado que fuera monolítico.

8. Para realizar la segunda fase de la colocación de concreto se aplicó un aditivo para juntas frías y posteriormente se procedió al colado de las nervaduras y los 60 cm restantes de las contratraves. Sin embargo para poder hacer esta colocación, previamente debía formarse un módulo mediante 4 columnas, formando así un

cuadrado al que posteriormente se le ponía una malla de acero sobre el poliestireno de alta densidad y se colaba el firme de compresión de 7.00 cm de espesor y $f'c=250$ kg/cm². Con lo que quedaba listo un módulo de la losa de cimentación.

9. Para realizar el colado de la segunda fase del muro de contención, éste se realizaba en forma escalonada, se retiraba la cimbra utilizada en la primera fase y se ocupaba en la segunda, se aplicaban aditivos para juntas frías y se procedía al colado del muro utilizando concreto bombeable, teniendo el cuidado de no disgregarlo en el momento de su colocación.



El corte de barras y en general todas las consideraciones relativas a la colocación de las mismas, así como la formación de ganchos en los extremos, formación y colocación de estribos y hélices y otros aspectos similares, se realizaron considerando las siguientes recomendaciones:

- 1) Los armados debían de ser sencillos, pues un sistema deja de ser óptimo aún con la menor cantidad de acero cuando los detalles complicados resultan contraproducentes por el incremento en el costo de la mano de obra y de la supervisión.
- 2) No debían haber congestionamientos del refuerzo. Si la cantidad de acero colocada es excesiva y no se dejan separaciones suficientes entre las barras, se dificulta el colado del concreto, y en consecuencia la estructura puede debilitarse debido a la formación de cavidades o zonas en la que el concreto se haya disgregado.
- 3) El refuerzo debía tener recubrimientos adecuados. Se debe proteger al acero de dos agentes: la corrosión y el fuego. La magnitud del recubrimiento debe fijarse según la importancia de estos agentes agresivos. Debe preverse siempre un recubrimiento suficiente, a pesar de que el ancho de grietas es mayor mientras mayor sea el recubrimiento.
- 4) Se verificó que las barras se anclaran una longitud suficiente con el objetivo de que desarrollaran el esfuerzo de fluencia entre las secciones de momento máximo y sus extremos.

V PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

La fabricación de elementos prefabricados de concreto normalmente se lleva a cabo en plantas fijas de producción, las cuales cuentan con el equipo y personal especializado para elaborar, bajo estrictas normas de calidad, diferentes productos solicitados por la industria de la construcción. También se pueden prefabricar elementos a pie de obra, que por su peso, tamaño o condiciones propias de la obra requieren que sean fabricados en sitio.



Los elementos presforzados se pueden dividir en dos grandes grupos de acuerdo al instante y método de aplicar la fuerza de presfuerzo al elemento: el Pretensado y el Postensado.

En este proyecto, la estructura es de elementos prefabricados prácticamente en su totalidad, donde dichos elementos son pretensados.

El equipo y maquinaria que se requieren para la elaboración de elementos prefabricados presforzados tiene como mínimos necesarios los siguientes:

- Zonas de retoque, resane y de almacenaje
- Extrusoras
- Silos de almacenamiento
- Mesas de colado, muertos y anclajes
- Moldes
- Dosificadora y mezcladora de concreto
- Equipo para depositar el concreto en el molde como vachas y camión revolvedor
- Vibradores de concreto
- Gatos hidráulicos y bomba para el tensado de los cables
- Máquinas soldadoras para elaboración de accesorios
- Talleres y equipo para cortar y doblar varillas, placas y accesorios metálicos
- Equipos para cortar los cables (cortadora o equipo de oxicorte)

- Grúas sobre camión o grúas pórtico para desmolde y transporte interno de elementos
- Equipo de transporte (Tráilers con plataformas)
- Calderas y mangueras para suministrar vapor en el proceso de curado acelerado de los elementos y lonas para cubrirlos
- Equipo para llevar a cabo el control de calidad del concreto y del producto terminado

MOLDES

Los moldes deberán de construirse suficientemente rígidos para poder soportar su propio peso y la presión del concreto fresco, sin deformarse más allá de las tolerancias convencionales. Los moldes de madera deberán ser sellados con materiales que prevengan la absorción. Los de concreto deberán tratarse con una membrana de poliuretano que tape el poro de la superficie para evitar la adherencia con el concreto



fresco y permitir el desmolde de la pieza sin daños. Los de plástico no se deberán de usar cuando se anticipen temperaturas superiores a los 60 °C. Algunos plásticos son susceptibles a agentes desmoldantes por lo que deberá analizarse la factibilidad de su uso. Cuando se usen moldes de acero se asegurará que no exista corrosión, bordes de soldadura o desajustes en las juntas.

En el sistema de prefabricación pretensada algunos moldes están fabricados de tal forma que los cables o torones de presfuerzo se anclan en los extremos del mismo molde. A estos moldes se les denomina autotensables y pueden ser de concreto o de acero.

Los moldes autotensables de concreto se usan en plantas fijas de prefabricación y la



fuerza presforzante se transmite entre los dos anclajes extremos a través de traveses o paredes longitudinales de concreto propias del molde. Los moldes autotensables de acero contienen canales, vigas o tubos adosados a los lados del molde que transmiten la fuerza del presfuerzo en toda la longitud. Por su relativa ligereza y capacidad de poder seccionarse, este tipo de moldes se pueden usar para prefabricar elementos a pie de obra. Estos moldes deberán de ser lo suficientemente rígidos para soportar la fuerza sin pandearse o deformarse fuera de las tolerancias requeridas.

MESA DE COLADO

Las mesas de colado en una planta de prefabricados son líneas de producción de gran longitud. La longitud de las mesas varía de acuerdo a las limitaciones de las plantas, pero pueden estar entre 60 y 150 m dependiendo del tipo de elemento.



El presforzado simultáneo de varios elementos a la vez en una misma mesa de colado tiene como resultado una gran economía de mano de obra, además de eliminar el costo de herraje del anclaje en los extremos.

En el sistema de prefabricación pretensada los cables o torones de presfuerzo se anclan previos al colado de la pieza. Estos soportes sobre los que se anclan los cables se llaman “muertos” y están localizados en los extremos de la mesa de colado. Los muertos son bloques de concreto enterrados en el suelo de dimensiones y peso tales que resisten por la acción de su peso el momento de volteo que produce la fuerza de tensado. Los moldes autotensables de acero no requieren de muertos para soportar la fuerza de presfuerzo, solamente se deben fijar a una mesa de concreto que permita el movimiento longitudinal debido a la contracción y dilatación del molde.

CURADO

Una de las principales ventajas de la prefabricación es la rapidez con la que se ejecutan las obras. Esto se debe en gran medida a la velocidad con la que se hacen los ciclos de colado de los elementos prefabricados.

Para ello se requiere que el método de curado del concreto acelere las reacciones químicas que produce un concreto resistente y durable.

El método de curado más utilizado en elementos prefabricados y especialmente en los pretensados es el curado a vapor. Con la aplicación de este método es posible la producción de elementos presforzados en forma económica y rápida al permitir la utilización diaria de los moldes.



DESMOLDE DE ELEMENTOS

En el sistema de pretensado se requiere que el concreto haya alcanzado la resistencia a la



compresión f'_{ci} necesaria para resistir los esfuerzos debidos a la transferencia del presfuerzo al cortar los cables y liberar a las piezas para su extracción. Generalmente el valor de f'_{ci} se considera del 70 u 80 por ciento del f'_{ci} de diseño.

Es importante que el corte individual de los cables se haga simultáneamente en ambos extremos de la mesa y alternando cables con respecto al eje centroidal del elemento para transferir el presfuerzo uniformemente y evitar esfuerzos que produzcan grietas, alabeos o pandeo lateral.

El desmolde de los elementos precolados se realiza mediante el uso de grúas, marcos de carga, grúas pórtico o viajeras. Los elementos cuentan con accesorios de sujeción o izaje (orejas) diseñados para soportar el peso propio del elemento más la succión generada al momento de la extracción de la misma. Su localización está dada de acuerdo al diseño particular de la pieza que deberá especificarse en los planos de taller correspondientes.

ALMACENAJE Y ESTIBAS



Un elemento deberá almacenarse soportado únicamente en dos apoyos localizados en o cerca de los puntos usados para el izaje y manejo de la pieza.

Los elementos prefabricados almacenados en estibas deberán de separarse entre ellos por medio de barrotes o durmientes capaces de soportar el peso de los elementos. Los apoyos deberán alinearse verticalmente dejando libres y de fácil acceso a los accesorios de izaje. No se deben estibar elementos de distintos tamaños y longitudes sin antes revisar que el elemento inferior soporte la carga en el punto en el que se aplique.

TRANSPORTE

Al seleccionar el proceso constructivo a utilizar en un proyecto es necesaria la correcta evaluación del transporte. El resultado de esta evaluación decide en gran medida si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la



distancia por recorrer y a la complejidad del flete. En condiciones normales es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 por ciento del costo total de los prefabricados.

Existen dos tipos de fletes: los que por sus características de peso y dimensiones se ejecutan con equipos de transporte ordinario y los que exceden el peso y dimensiones permitidos en las normas y reglamentos locales o federales. Los primeros se realizan con camiones o tractocamiones y plataformas, y los segundos con equipos de transporte especializado.

El sistema de transporte en general usado para este proyecto fue por medio de trailers.

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

A continuación se describe a grandes rasgos el procedimiento de fabricación de estos elementos:

- 1) Se habilitan y alinean los moldes, ya sea sobre una mesa de presfuerzo en el caso de trabes y losas, o sobre un firme preparado para el efecto en el caso de las columnas.
- 2) Posteriormente se hace el habilitado y armado de los aceros de refuerzo.
- 3) Se habilitan los accesorios metálicos según los planos de accesorios.
- 4) Posterior a ello se aplica el desmoldante en las cimbras.
- 5) A continuación se hace la colocación de acero de presfuerzo, acero de refuerzo y accesorios metálicos según se muestra en los planos de los armados.
- 6) Se colocan las cimbras tapón.
- 7) En caso de tratarse de un elemento presforzado, se procede al tensado de los torones, los cuales deben ser tensados a la fuerza que indica el plano de fabricación.
- 8) Una vez tensado el acero de presfuerzo se procede al colado de los elementos.
- 9) Cuando el concreto adquiere su fraguado inicial, “una hora después del colado aproximadamente”, se procede al curado del concreto, el cual se efectúa mediante vapor. Dicho curado se ejecuta elevando gradualmente la temperatura de la pieza durante dos horas desde la temperatura ambiente hasta los 77 °C. La temperatura de 77 °C se mantiene por un lapso de 6 horas. Y entonces con un gradiente igual al del inicio del curado pero descendente, se lleva la pieza a la temperatura ambiente igualmente en un tiempo de 2 horas.

- 10) Concluido el colado, se prueban los cilindros de muestra, si la resistencia inicial del concreto es igual o superior a la especificada en planos para el destensado, se destensa.
- 11) Después de destensar se recortan los torones entre pieza y pieza y se procede al desmolde, pasando la pieza a la zona de detallado, donde se resanan los eventuales daños causados por el desmolde y maniobras, se cortan las puntas de torón, se retiran las rebanadas de concreto, etc.
- 12) Al término del detallado de las piezas se estiban siguiendo la posición de apoyos tal como aparece en los planos de taller y llegado el momento se envían a la obra, para tal efecto la pieza debe apoyarse sobre la plataforma de igual manera en que fue estibada.

V.1 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo con la información arquitectónica proporcionada, se sabía que la estructura del Hospital General Álvaro Obregón contaría con un semisótano, una planta baja en gran parte de su superficie, tres niveles de altura y una azotea en su parte más alta.

Por lo que para su diseño la superestructura se dividió en dos torres por medio de una junta constructiva¹, la primera torre con dos niveles y la segunda con cinco.

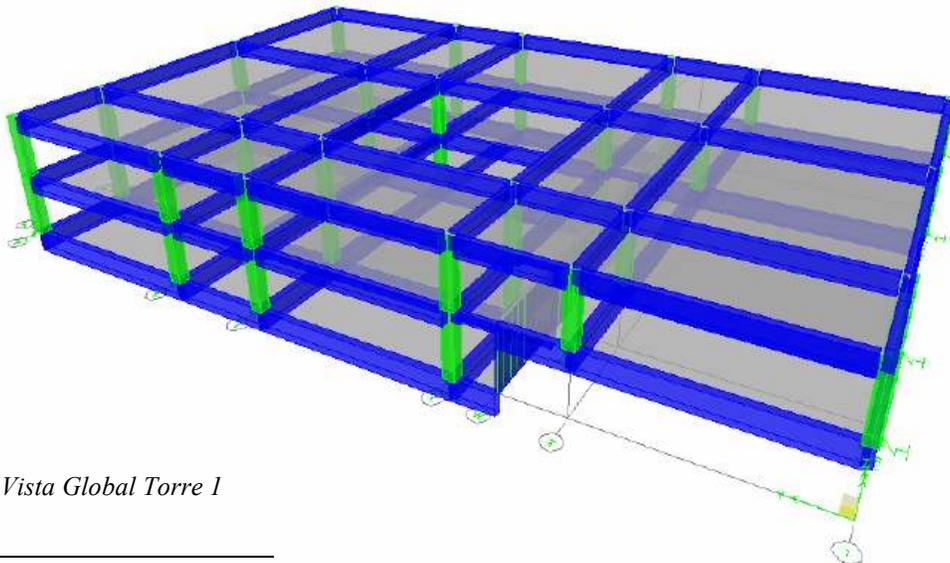


Fig. 13. Vista Global Torre 1

¹ Una junta constructiva es una holgura, una distancia o un hueco que existe entre dos elementos constructivos. Para este proyecto el tipo de material que se utilizó en la junta fue poliuretano de 1 pulg. de espesor y se colocó en muros y columnas.

La estructura del edificio es prefabricada y la razón por la que se eligió este tipo de construcción fue por el retraso que generaron los estudios de mecánica de suelos, ya que los trabajos de construcción habían tenido un retraso de 3 meses y considerando que el proyecto tenía que estar terminado en 11, la única manera de conseguir el objetivo era a través de *elementos prefabricados*.

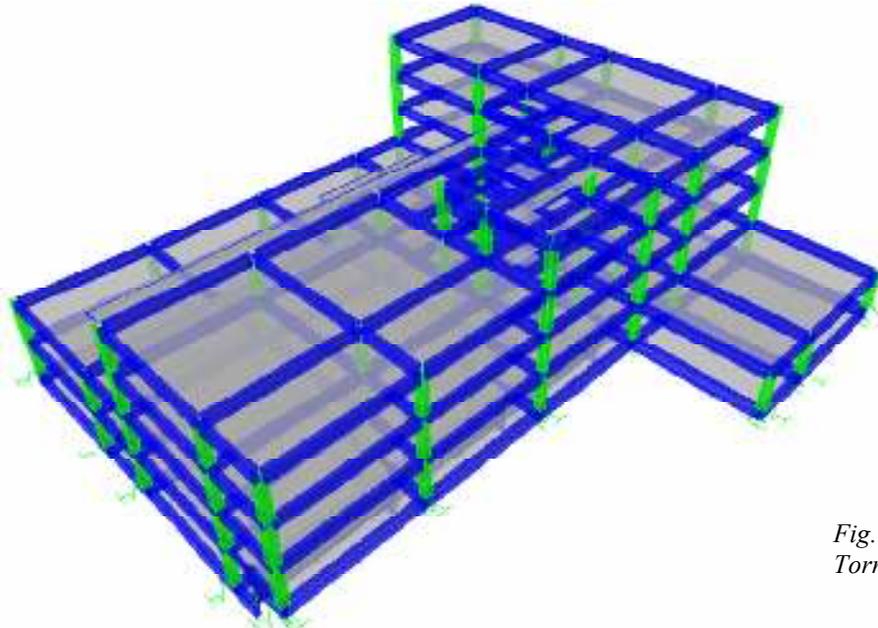


Fig. 14. Vista Global Torre 2

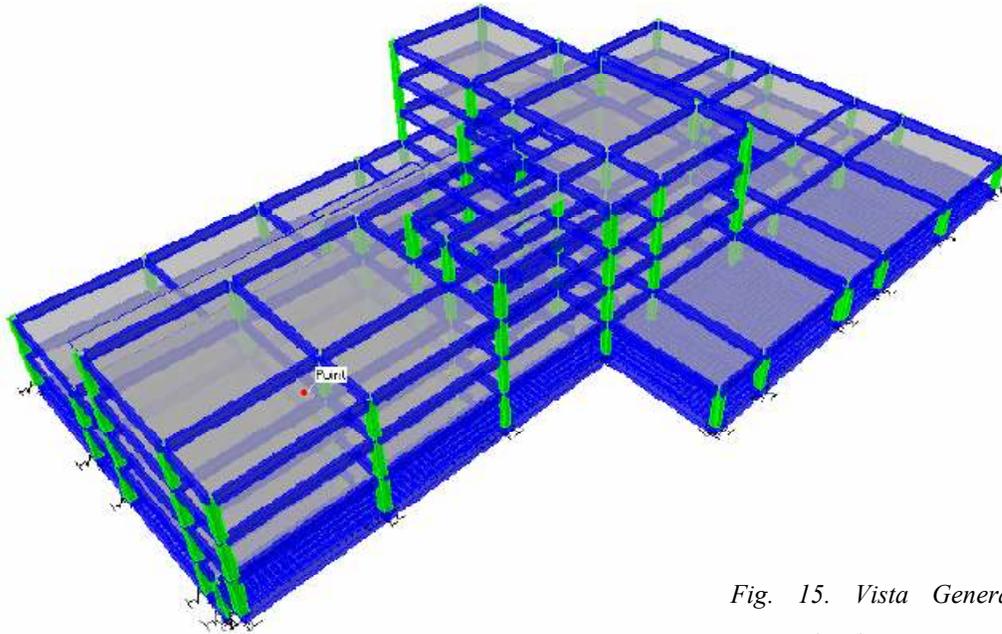


Fig. 15. Vista General de la superestructura



La estructura está formada mediante marcos rígidos. Las columnas son de concreto reforzado y las trabes de concreto presforzado. El sistema de piso es a base de losas TT presforzadas. Existen además colados en sitio como son las pilas de cimentación, las trabes de liga, losas sobre el terreno natural, entre otros.

También existen colados complementarios como los nudos de unión entre trabes y columnas, los nudos de liga a la cimentación, los firmes de compresión y el complemento en lecho superior de las trabes de liga portantes.

Las columnas², como puede observarse en la figura 16, son de sección cuadrada constante de 80x80 cm en toda su altura de acuerdo a requerimientos arquitectónicos de proyecto. El concreto utilizado en su fabricación fue clase 1 con $f^c=400$ kg/cm².



Fig. 16. Columnas

Los tipos de trabes³ que se usaron para este proyecto fueron dos, las portantes con ampliaciones (mensuras) para recibir a las losas TT, y las de rigidez para rigidizar la

² Las columnas son miembros verticales rectos cuyas longitudes son considerablemente mayores que su ancho, tienen área transversal constante y regularmente trabajan bajo esfuerzos de compresión.

³ Las vigas o trabes son miembros que soportan cargas transversales. Se usan generalmente en posición horizontal y quedan sujetas a cargas por gravedad o verticales. El término trabe se usa en forma algo ambigua, pero usualmente denota una viga grande a la que se conectan otras de menor tamaño

estructura. Estos elementos son de sección constante con dimensiones de 40x120 cm y el concreto utilizado en su fabricación fue con $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Las traveses portantes a su vez se clasificaron en 2 tipos, las de de sección " T invertida" y las de sección "L". La primera es de gran importancia porque de acuerdo a su



Fig. 17. Traveses Rigidizantes y Traveses Portantes

geometría recibe cargas de ambos lados cuando se coloca en ejes intermedios, con lo que se obtiene una disminución en el costo de la obra, además de que en algunos casos disminuye la altura por cada entrepiso del edificio, obteniendo así una disminución en los metros cuadrados de acabados del mismo. La sección "L" se utiliza como traveses portante en ejes extremos por su característica de recibir carga de un solo lado, con lo que ayuda también a rigidizar la estructura complementando el trabajo de las traveses rigidizantes.

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE COLUMNAS Y TRAVESES

Los trabajos de montaje de la estructura iniciaron de la parte central de la misma y continuaron hacia sus extremos, esto con la finalidad de disminuir los tiempos de ejecución de las diferentes partidas. El avance de la obra fue paralelo en sus dos frentes establecidos, oriente y poniente.

1. Lo primero que se realizó fue la obtención de los niveles de la obra para poder adecuar el perno de nivelación de las columnas al nivel de desplante según el proyecto.
2. Al llegar la columna al lugar de la obra se preparaba retirando los



accesorios que en lo sucesivo no se utilizarían, como fueron los atiesadores.

3. Posteriormente se retiraba del camión mediante la grúa de 90 toneladas de capacidad, en un lugar próximo a su ubicación definitiva, donde se le dio verticalidad, y se colocó sobre la almohadilla o cabeza de pila, las cuales estuvieron provistas de un accesorio metálico para recibir el vástago de nivelación de la columna, el cual se insertó entre las varillas del refuerzo de los dados y traveses de liga de la cimentación. Para ello se utilizó una grúa LINK BELT 118.



4. Después de plomeada y nivelada la columna por medio de la grúa, se atiesó con cables tensores anclados al terreno natural, los cuales la mantuvieron vertical y en su posición provisionalmente.



5. En su posición y verticalidad se procedió al colado del dado de la cimentación, para tal efecto se empleó concreto clase 1 de resistencia rápida $f'_c=300 \text{ kg/cm}^2$. Los cables tensores se retiraban a las 24 hr posteriores al colado pero sólo si el concreto del dado había adquirido una resistencia inicial $f'_{ci}=80 \text{ kg/cm}^2$.



6. Posteriormente se procedió al montaje de las traveses, las cuales atiesan las columnas formando un marco rígido. El montaje se hizo con el mismo procedimiento con el que se montaron las columnas, por lo que después de la colocación de las traveses se procedió de inmediato a soldarlas sobre los accesorios de las columnas, a lo que se denominó “soldadura de montaje”.



V.2 MONTAJE DE LAS LOSAS DE PISO

El sistema de piso es a base de losas TT. Este tipo de losas nervadas pretensadas son de gran flexibilidad de uso debido a sus características geométricas que le permiten salvar grandes claros con diversas capacidades de carga.

Las losas TT se utilizan como sistemas de entrepisos, techos y muros, para la construcción de edificios industriales, comerciales, habitacionales, centros deportivos, escuelas, entre otros.



Para este proyecto las losas TT se fabricaron en grupos, cada grupo con diferentes dimensiones de acuerdo a la zona en la que serían ubicadas. El concreto utilizado en la construcción de las mismas fue clase 1 con $f'_c=400$ kg/cm².

El montaje de las losas TT fue más sencillo de realizar ya que en general se colocan simplemente apoyadas. Sólo había que centrar la pieza y revisar que el apoyo fuera el adecuado. En algunas ocasiones se requirieron apoyos de neopreno para repartir los esfuerzos de aplastamiento.

La colocación de estos elementos se hizo por módulos tal como en la cimentación. Cuando alguno estaba listo se procedía al montaje de las losas mientras que las columnas se



seguían izando para formar otro, y así sucesivamente.

Para realizar el montaje de las losas de piso se siguió el procedimiento que a continuación se describe:

1. Si el concreto de los dados de cimentación no adquiría por lo menos una resistencia inicial $f'_{ci}=200 \text{ kg/cm}^2$, no se procedía al montaje de las losas TT.



2. Al igual que las columnas, cuando las losas TT llegaban al lugar de la obra, se retiraban del camión mediante una grúa de 90 toneladas de capacidad, (la misma que se utilizó en el izaje de las columnas) en un lugar próximo a su ubicación definitiva, donde se colocaban sobre las traveses portantes, las cuales como ya se mencionó estaban provistas de mensuras para recibir el alma de las losas.



3. Para realizar el montaje de manera más sencilla, la grúa se colocaba al centro del claro con áreas libres de maniobra tratando de quedar a 90 grados con la posición del tráiler que transportaba las losas TT, luego se izaba la pieza y se giraba hasta que llegaba a su posición final.

4. Después de montadas las losas TT se procedió a la soldadura de los accesorios, tanto de los que tenían las traveses de liga como de los que se formaban en el nudo⁴, a

⁴ Un nudo es un elemento similar al dado, pero con la diferencia de que los nudos sólo se forman donde concurren las traveses de rigidez o traveses portantes con las columnas, ahí se realiza una soldadura del respectivo armado de acero que se forma y posteriormente se cuele con un concreto de resistencia rápida $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$.

la colocación de sus estribos de refuerzo, y a la colocación de los aceros de continuidad.

5. Cuando los nudos estaban completos en cuanto a su acero de continuidad, estribos, soldadura de campo de accesorios, soldaduras limpias de rebabas y limpia de polvo y grasa, la zona del nudo se procedía al cimbrado del mismo con cimbra de madera.
6. Después de alinear la cimbra de los nudos se procedía al colado de los mismos, empleando concreto clase 1 de resistencia rápida $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$, con diámetro de agregado máximo de 2 cm y tomando la precaución de colocar un aditivo para juntas frías que garantizara el buen contacto del concreto viejo al nuevo.
7. Finalmente se colaban los firmes de compresión de 7 cm de espesor sobre los que se colocaría el acabado final de los pisos. La malla que se utilizó fue 6-6/6-6.



COLADOS COMPLEMENTARIOS

Los colados complementarios se refieren a los firmes que se colaron sobre las losas de piso una vez que estas habían sido colocadas adecuadamente, así como en las trabes de liga. Para ello se utilizó concreto de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y tamaño máximo de agregado de 4.00 cm.



Para realizar esta partida se siguió el procedimiento constructivo que a continuación se describe:

- La zona en que se realizaba el colado debía de tener completos los armados, fueran estos de continuidad o la malla 6x6-6/6 propia del firme de compresión.
- La superficie sobre la que se colaba el firme de compresión debía estar limpia de polvo, grasa o cualquier otro elemento que impidiera la buena adherencia del concreto viejo al nuevo.
- Se puso especial cuidado en la limpieza sobre las trabes portantes y de rigidez, pues son la pieza clave para el buen comportamiento de la estructura.



V.3 MONTAJE DE LA FACHADA

Al igual que la estructura prefabricada, en el caso de la fachada se optó por que fuera del mismo tipo, pues el tiempo de ejecución de la obra no permitía que la construcción de la misma fuera en sitio. Por lo que para construirla se escogió un sistema constructivo que fuera ligero y que por ello permitiera tener ahorros considerables en



cimentación, pero sobre todo que cumpliera con una resistencia admisible, además de que fuera compatible con otros sistemas constructivos para evitar complicaciones y aumento en los costos por mano de obra.

Por lo anterior se utilizó una fachada llamada SISTEMA DE FACHADA PRECOR, el cual es un sistema que resuelve eficientemente la apariencia exterior de las construcciones apeándose al diseño arquitectónico.

Los componentes que forman este sistema de fachada son:

1. Perfiles metálicos galvanizados laminados en calibres y dimensiones según el diseño estructural, los cuales constituyen la estructura base sobre la que se apoyan los muros.
2. Un sustrato exterior el cual tiene distintas alternativas, todas ellas de elementos prefabricados a base de panel de fibrocemento o fibroyeso, madera y otros, para uso exclusivo de exteriores.



3. Revestimiento interior que se da con panel de yeso estándar el cual es resistente al fuego y a la humedad.
4. Este sistema es del tipo EIFS (Exterior Insulation Finish System), el cual es un sistema que incrementa el aislamiento térmico acústico.

Dicho aislamiento se da por medio de colchonetas de fibra mineral o de vidrio instaladas en el interior del muro.

PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se describe el procedimiento con el que se monto el sistema de fachada:

1. Se colocó la estructura que sirve para sostener los paneles exteriores. Esta estructura esta formada a base de perfiles de lámina de acero galvanizado g-90 en diferentes calibres, también conocidos como bastidores, los cuales están fijados a la estructura principal del hospital mediante ángulos metálicos y taquetes de expansión.



2. Posteriormente se empezó con la colocación de los paneles, que en este caso fueron del tipo PANEL DENS GLASS GOLD, el cual es un panel de yeso, ideal para exteriores, es de importación y esta hecho con silicón y malla de fibra de vidrio. Para la



colocación de los paneles en las partes altas del edificio se utilizó una GRUA LINK BELT para el izaje, aunque su colocación fue manual y se fijó a la estructura de acero galvanizado con tornillería de acero inoxidable.

3. A la par se colocaba, con el mismo procedimiento, el recubrimiento interior con panel de yeso estándar.
4. Colocado el panel de yeso exterior se procedió a poner una capa llamada POLIESTIRENO EXPANDIDO, aplicando antes un aditivo que permitiera tener la mejor adherencia.
5. Después se colocó una MALLA REFORZADA DE FIBRA DE VIDRIO especialmente tratada para que se degradara al contacto con el cemento, lo que evitaría posibles fisuras y le proporcionaría una gran resistencia al impacto.
6. Después de ello se colocó una base llamada UNIBASE DE ACRILICO, la cual es de gran adherencia y es la que enlaza y encapsula el sistema de aislamiento.
7. Finalmente se dio el acabado con un RECUBRIMIENTO TEXTURIZADO COREV, 100 % acrílico y de gran elasticidad. Posteriormente se le dio color utilizando para este proyecto pintura MARTELIPLAST 1007 y ACUAREL TEXTURADO 0592.
8. Teniendo la fachada lista se procedió a la colocación de la cancelería y los vidrios.



V.4 ACABADOS EN GENERAL

FIRMES DE CONCRETO

De 7 cm de espesor, $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, con refuerzo de malla electrosoldada, 6-6/4-4, en losa de cimentación.

De 6 cm de espesor, $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$, con refuerzo de malla electrosoldada, 6-6/4-4, en losa estructural.

De 10 cm de espesor, $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, con refuerzo de malla electrosoldada, 6-6/10-10, acabado rugoso o escobillado 45 grados en pasillos comunes.

De 10 cm de espesor, doblemente armado con acero del No.3 a cada 25 cm. en ambos sentidos, acabado pulido con maquina y $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, en semisótano.

De 10 cm de espesor, $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, armado con malla electrosoldada 6-6/4-4 y acabado escobillado, en banquetas.



PISOS

Piso pétreo con loseta de material porcelánico color dover tipo europa, de la línea rectificado satinado, de 30 x 30 x 0.6 cm en algunas zonas, y en otras color beige de la línea marina antiderrapante, de 31.5 x 31.5 cm, asentadas con adhesivo, sellado con cemento blanco y con junta de 1 cm de espesor.

Piso conductivo a base de cloruro de polivinilo (p.v.c.) color corn hosk 5330, tipo conductivo finesse, de 2 mm de espesor de 20 x 20 cm, asentado con adhesivo especial. Utilizado en el área de quirófano. La preparación de la superficie en cuanto al aterrizaje a red de tierra fue con lamina de cobre de 1" de ancho y calibre No.36 al centro del quirófano con una longitud de 1.50 m.



Piso de vinil asfáltico de loseta vinílica marca vinylasa, de color true clip 593, con dimensiones de 30.4 x 30.4 cm. x 3.1 mm, asentada con adhesivo especial.

ESCALERAS

La meseta o descanso de escalera es de concreto reforzado con $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, con agregado máximo de 19 mm, varillas del No.3 a cada 20 cm en ambos sentidos y alambre recocido del No.18. El espesor es de 5.62 cm, fue colada en sitio y se le dio un acabado rugoso.



Los escalones también son de concreto reforzado con $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, con agregado máximo de 19 mm, con acero de refuerzo del No.3 a cada 20 cm en ambos sentidos y soldadas al fierro ángulo. El espesor es de 5.62 cm, con 30 cm de ancho por 140 cm de largo, colados en sitio con acabado rugoso y recubiertos por una placa de mármol sin pulir de 2 cm de

espesor, de color maya beige con dimensiones de 30 cm de ancho por 140 cm de largo, asentada con adhesivo especial para mármol y sellada con cemento blanco, con 4 ranuras longitudinales en la huella y una arista boleada.

MUROS

Los muros que se construyeron fueron divisorios. Para ello se utilizó BLOCK HUECO DE CONCRETO el cual se asentó con mortero, el aplanado fue con mortero en algunas zonas, y en otras fue integral de 2.00 cm. de espesor a base de sulfato de bario, activador y cemento.



El acabado en algunos casos fue fino y en otros pulido o repellido. El metal desplegado que se utilizó en los aplanados fue tela de gallinero de 0.7 kg/cm², con taquetes y tornillos a cada 40 x 40 cm.

Otro tipo de muro divisorio fue el de TABLA-ROCA, de 100, 108, 150 y 300 mm. La tabla-roca se colocó sobre placas que estuvieron fijadas con tornillos autorroscantes a cada 30 cm perimetralmente y a cada 60 cm en refuerzos intermedios. Estos refuerzos son los bastidores que están contruidos a base de canales y postes de lamina galvanizada calibre No.26, de 92.1 mm, en dos caras y colocados a cada 60 cm, fijados a la estructura y unidos según procedimientos del fabricante.





También se usó el muro divisorio de DUROCK de 100, 108, 150 y 300 mm, el cual también se colocó sobre placas fijadas con tornillos autorroscantes a cada 30 cm perimetralmente y a cada 60 cm de separación en refuerzos intermedios, fijados al bastidor (refuerzo) construido a base de canales y postes de lamina

galvanizada calibre No.26, de 92.1 mm, en dos caras y colocados a cada 60 cm, fijados a la estructura y unidos según procedimientos del fabricante.

El recubrimiento en algunos muros fue con loseta de cerámica, modelo white pearl, de 20x20x 0.6 cm, asentada con adhesivo acril pro y juntas de 1 mm de espesor, sellado con cemento blanco. En otros el recubrimiento fue texturizado a base de resinas acrílicas plastificantes con color integral y sellador acrílico.

La preparación de las superficies varió de acuerdo al tipo de material que se tenía como base, se utilizaba sellador acrílico o una base de arena sílica según fuera el caso y posteriormente se aplicaba pintura tipo acuarela de texturizado permatone.



Para la superficie de muros *durock* primero se fondea con pintura blanca para interiores,



después se coloca verticalmente cinta adhesiva de 2.5 cm de espesor en tramos de acuerdo a la ubicación de los vanos, posteriormente se aplica la pintura texturizada, se desprende la cinta adhesiva y finalmente se aplica barniz vitrificante.

SANITARIOS

Las mamparas para sanitarios como son los paneles, puertas y pilastras, son de lámina de acero esmaltada a fuego, a base de estructura tubular de 1" y calibre No.20, con placa interior de espuma de poliestireno de 1" y tapas metálicas para sellar orillas. Tienen terminado con moldura perimetral de acero inoxidable y acabado pulido brillante.

El sardinel para baño fue fabricado en obra, es de concreto reforzado con $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$, agregado máximo de 19 mm, armado con 3 varillas del No.3 y estribos del No.2 a cada 25 cm, está anclado a los muros y recubierto con azulejo con cortes a 45°.



PLAFON

Se utilizó un falso plafón horizontal, de TABLA-ROCA de 13 mm de espesor así como uno de TABLA-CEMENTO con las mismas dimensiones.

En el área de escaleras se utilizó uno de TABLA-ROCA, colocándolo de manera inclinada y horizontal.





El falso plafón está apoyado en placas con estructura metálica sujeta con colgantes de alambre galvanizado del No.12 a cada 90 cm, fijos a la losa. La canaleta de carga es de lámina galvanizada de calibre No.20 a cada 90 cm, sujeta con un listón metálico y fijada con tornillo autorroscante a cada 30 cm a la losa.

ENTORTADO EN AZOTEA

El entortado en algunas zonas de la azotea fue con mortero cemento-cal-arena en proporción 1:2:9 con espesor de 4 cm, sellado con lechada de cemento. En otras fue enladrillado con ladrillo de barro rojo recocido, asentado con mortero de 2 cm de espesor y en proporción 1:1:9 de cemento-cal-arena, juntado y lechado con pasta de cemento-cal 1:3 y terminado con un escobillado con cemento-cal-arena cernida 1:1:6.



IMPERMEABILIZACIÓN

La impermeabilización en azoteas fue a base de un sistema laminar prefabricado con asfaltos modificados, polímeros sintéticos y membranas de refuerzo de alta estabilidad dimensional como es la tela no tejida de poliéster trevira "spun bonded" de 180 grs/m², aplicado a termofusión.



Este tipo de tela lleva un recubrimiento por ambos lados con asfalto modificado a.p.p. (polipropileno atáctico), con un contenido del 25% en volumen, terminado en la parte inferior con una película antiadherente de polietileno y terminado en la cara superior con



acabado aparente granular integrado de importación, esmaltado al horno, integrado en color rojo terracota e indicado para usarse en climas fríos a templados.

Para su colocación la superficie debía estar lisa, seca y libre de obstáculos, protuberancias o depresiones, había que reforzar los puntos críticos como bajadas de aguas pluviales, salidas de ductos y ventiladores. La impermeabilización en coronas de desplante en muros con un desarrollo de 0.60 m fue con sistema microlastic, en proporción de 1.5 lts/m² por capa y polietileno No.800, después otra capa de microlastic y arena cernida espolvoreada.

CORTINAS Y PERSIANAS

Las cortinas son de tela antibacteriana marca stapk check, con rieles clickeze, confeccionada con hilo preencogido. Presentan encogimiento mínimo, son resistentes a la fricción, a las manchas, a la flama, a la decoloración y baja generación de humo. Los cortineros se construyeron con rieles rectos y curvos de aluminio esmaltado a fuego, de 30 x 30 mm, fijados a plafón con tornillos mariposa de 2" x 1/4" a cada 40 cm.

Las persianas están fabricadas a base de tabletas de p.v.c. de hasta 3.5 pulgadas de ancho, con calibre No 27, son de color blanco y su acabado es liso.



PINTURAS

La pintura usada en este proyecto fue vinílica, de marca y calidad autorizada por la Dirección General de Obras del Sector Salud (DGOSS).

Se utilizó la marca comex y línea vinimex en color blanco ostión 764 en falso plafón. Y color gris claro acabado mate sobre muros de tabla-roca, según la muestra aprobada por la DGOSS. La pintura tuvo una aplicación de 2 capas como mínimo.



VI CONCLUSIONES

La finalidad de este trabajo fue, de manera sencilla, hacer una recopilación de los aspectos importantes que deben considerarse para la *Construcción de un Hospital General*. Así mismo pretende en el futuro, ser parte de un material de consulta para quienes tengan la necesidad de observar algunos procedimientos constructivos en obras construidas con elementos prefabricados.

Presumiblemente debo aclarar que este estudio no representa ni describe todas las actividades necesarias para la construcción de un *Hospital General*, ya que este tipo de obras son multidisciplinarias, por lo que involucran diversas áreas de Ingeniería, Administración y Contabilidad. No obstante se cubrió el objetivo planteado de documentar los aspectos de CONSTRUCCIÓN principalmente, dejando el diseño tanto arquitectónico, como estructural, el de instalaciones hidráulicas y sanitarias, eléctricas, electromecánicas, de gases medicinales, de aire acondicionado, de gas, de voz y datos, entre otros, a un lado para su investigación detallada, pero que se acaban de mencionar para que en su momento sean contemplados en caso de proyectar una obra de este tipo.

Sin embargo puedo decir que este tipo de proyectos de Seguridad Social, cuando son realizados con recursos federales, sólo difieren en la mayoría de las ocasiones en su aspecto arquitectónico, pues todos los procedimientos referentes a la construcción deben estar apegados a las *GUIAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DEL IMSS*, donde se especifican claramente los requerimientos mínimos que debe cumplir el Contratista, tanto para la obra civil, de instalaciones eléctricas, electromecánicas, de telefonía y sonido, instalaciones hidráulicas, sanitarias y especiales, así como para las instalaciones de aire acondicionado. Además de apoyarse para su diseño en las *NORMAS DE PROYECTO Y DE ARQUITECTURA*, editadas también por la misma institución, donde se especifica para cada nivel de atención la proyección mínima en cuanto a espacios, mobiliario y servicios que éste debe cumplir y ofrecer.

Dentro de los aspectos descritos en este trabajo puedo decir que sólo son enunciativos más no limitativos, dado que cada obra por su particularidad requiere de consideraciones propias de acuerdo a la naturaleza de cada proyecto.

Todos los aspectos enunciados en cada capítulo de este trabajo son considerados importantes a mi juicio, pero personalmente quiero destacar el Capítulo III, donde a pesar de que sólo lleva por título PROGRAMA DE OBRA y que quizá el nombre no signifique mucho, ya en la investigación me motivó por conocer un poco más y profundizar en el tema, aunque ello no se haya descrito en este trabajo.

Menciono que es importante porque el Programa de Obra sólo es una parte de un departamento que en la mayoría de las grandes empresas constructoras se denomina *Control de Proyectos*. Y es importante porque de él depende el éxito o fracaso de un proyecto, más allá de los aspectos constructivos de la cimentación, de la estructura o de los acabados en general, que solo son un departamento más dentro del Control del proyecto y que se llama Construcción.

Mencionaba pues que es importante porque está involucrado desde el inicio del proyecto, desde que se define el alcance que tendrá el mismo hasta el final que es el proyecto terminado. Es muy importante definir junto con el cliente cual será el alcance del proyecto, sobre todo en este tipo de contratos llamados *de precio alzado o de llave en mano*, ya que una mala planeación o programación de la obra, o no consideración de diversos factores, lleva sin lugar a dudas a un sobre costo, sea por tiempo, materiales o mano de obra. Lo que en este caso puede convertir al proyecto en no exitoso, pues el contratista tiene que asumir esos sobre costos, más aún si se establecen en el contrato multas por retraso en la ejecución de los trabajos.

El Control de Proyectos tiene la responsabilidad tanto de administrar todos los recursos como de asignarlos de acuerdo a la planeación que haya hecho de la obra, ya que una vez definido el alcance e iniciada la construcción de la obra, se observará si los resultados proyectados de avance de obra dentro de la planeación, comparados con el avance real se

están cumpliendo, si no es así se debe saber la causa del problema e inmediatamente hacer un ajuste ya sea en recursos materiales y/o en recursos humanos si así se requiere.

Los beneficios de tener un Control de Proyecto riguroso dentro de una empresa son en principio: asegurar el éxito del Proyecto contratado, es decir, yo podré saber con anticipación cuando y por qué me estoy alejando de mi objetivo y qué acciones debo tomar para volver a él cumpliendo las metas establecidas en cuanto a costos, calidad y tiempo, lo que significa que aseguraré una mejor toma de decisiones. Posteriormente servirá como una base de datos en la que se registren todos los recursos utilizados para la realización de una obra determinada, de esta manera cuando la empresa requiera proyectar alguna obra similar o requiera índices de productividad de cualquier recurso, será mucho más sencillo saberlo o por lo menos estimarlo, ganando con ello la certidumbre de saber qué se puede lograr y en cuánto tiempo se puede realizar con los recursos establecidos, como por ejemplo en una licitación.

Dentro de los aspectos constructivos tratados en esta investigación debo resaltar que el costo por maquinaria pesada fue mínimo, ya que involucró en total a no más de 10 de estas por tratarse de elementos prefabricados, además de que el desplante de la estructura se hizo en tiempo récord, esto con la ayuda de una logística excelente en cuanto al transporte de los elementos, ya que no tuvieron retrasos y el impacto urbano que generaron fue mínimo.

Por otra parte, el sistema de fachada que se escogió se hizo por varias razones, una de ellas fue la rapidez con la que se colocaría para poder terminar en el tiempo convenido. Otra fue de acuerdo al peso de la misma, se necesitaba algo ligero con el fin de tener ahorros considerables en la cimentación, pero sobre todo que cumpliera con una resistencia admisible, además de que fuera compatible con otros sistemas constructivos para evitar complicaciones y aumento en los costos por mano de obra.

Dentro del aspecto de los acabados que se utilizaron no hubo mucho de donde escoger, pues había que apegarse a las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y ACABADOS propuestas por el IMSS.

Es importante la realización de obras de Seguridad Social, tanto para mejorar la atención brindada a los derechohabientes como para incrementar el número de atención de los mismos. Además de que con ellas se propicia un desarrollo económico importante al otorgar cientos de empleos en una época en la que la economía del País no pasa por su mejor momento.

Valga este estudio como un reconocimiento a Ingenieros y Arquitectos por su trabajo en campo en el área de la construcción, así como al Instituto Mexicano del Seguro Social y al Gobierno del Distrito Federal por esforzarse en crear este tipo de obras con el objetivo de brindar mejores servicios a la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

NORMAS DE PROYECTO DE ARQUITECTURA

1. TOMO I. FUNCIONAMIENTO DE UNIDADES MEDICAS
2. TOMO II. CONSULTA EXTERNA, HOSPITALIZACION MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
3. TOMO III. SERVICIOS AUXILIARES DE DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO
4. TOMO IV. GOBIERNO, PARAMEDICOS Y SERVICIOS GENERALES

GUIAS TECNICAS DE CONSTRUCCION

5. TOMO I. OBRA CIVIL
6. CRITERIOS NORMATIVOS DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACABADOS (HOSPITAL GENERAL DE ZONA)

OTROS

7. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS, CRUZ R. JOSÉ LUIS, ITESM, 1983
8. INGENIERÍA DE CIMENTACIONES, RALPH B. PECK, WALTER E. HANSON, THOMAS H. THORNBURN, EDITORIAL LIMUSA, 9A REIMPRESIÓN
9. CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN VERIFICATORIA PARA LA DETECCIÓN DE CAVIDADES EN EL PREDIO DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR EL HOSPITAL ÁLVARO OBREGÓN, INGENIEROS CUEVAS ASOCIADOS
10. DISEÑO Y REVISIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN DEL QUE SERÁ OBJETO EL HOSPITAL GENERAL ÁLVARO OBREGÓN, INGENIEROS CUEVAS ASOCIADOS

11. <http://www.anippac.org.mx/2005/seccion03.1.html>