

N=21
261.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLAZA 4 DE
OCTUBRE EN EL ESTADO DE CAMPECHE"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

José Andrés Castillo Alonzo



MEXICO, D. F.

1992.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE.

1. INTRODUCCION.....	1
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	5
2.1 DESCRIPCION GENERAL.....	5
2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.....	7
2.3 UBICACION Y FINALIDAD DEL PROYECTO.....	11
2.4 CONSIDERACIONES.....	12
2.5 MATERIALES.....	16
2.6 MAQUINARIA Y EQUIPO.....	17
2.7 PLANOS.....	18
3. PLANEACION Y ORGANIZACION DE LOS RECURSOS.....	26
3.1 INTRODUCCION.....	26
3.2 INVESTIGACIONES Y OBSERVACIONES QUE SE HACEN EN EL LUGAR DE TRABAJO ANTES DE PRESENTAR UNA PROPUESTA.....	28
3.3 PROGRAMAS DE OBRA.....	29
4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	43
4.1 RELLENOS Y COMPACTACIONES.....	44
4.2 PRELIMINARES.....	49
4.3 CIMENTACION DEL MURO DE MAMPOSTERIA Y DE LA ESTRUCTURA.....	50
4.4 ESTRUCTURA.....	54
4.5 PLAZA.....	78
4.6 ROMPEOLAS.....	90
4.7 INSTALACION ELECTRICA.....	90
4.8 INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.....	93
4.9 HERRERIA.....	96
4.10 JARDINERIA.....	96
5. ANALISIS ECONOMICO DE LA OBRA.....	97
5.1 INTRODUCCION.....	97
5.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	101
5.3 COSTOS.....	112
6. CONCLUSIONES.....	132

INTRODUCCION.

El estado de Campeche es una entidad rica en recursos naturales, cuenta con grandes extensiones de terreno propio para la agricultura y ganadería; sin embargo la mayor parte está sujeta al temporal no cuenta con sistemas de riego sobre todo en la parte norte colindante con Yucatán. Sus principales productos son maíz y arroz. La ganadería es importante al sur del estado. La explotación maderera también genera recursos aceptables para los ejidatarios y desde luego a la iniciativa privada. La sonda de Campeche es famosa por las especies marinas que se encuentran en abundancia, especialmente camarón cuya captura es en gran porcentaje destinada a la exportación. A este respecto es pertinente señalar que las actividades pesqueras se encuentran en malas condiciones, un tanto por la desorganización de las cooperativas que ha propiciado el mal manejo de los créditos otorgados con la consecuente paralización paulatina de la flota pesquera. Desde hace varios años se ha incursionado en la acuicultura, pero los criaderos artificiales aún no logran la producción proyectada en calidad y cantidad, habiendo sufrido graves daños por los efectos del huracán Gilberto que asoló a la península en 1987. Actualmente el gobierno se ha propuesto construir arrecifes artificiales utilizando grandes cantidades de llantas de desperdicio, pero el proyecto no ha contado con los recursos necesarios y algunas autorizaciones por parte de las autoridades federales correspondientes.

La extensión territorial del estado de Campeche es de aproximadamente 54,000 kilómetros cuadrados y su densidad de población es muy baja por lo que han tenido que recurrir a la colonización llevando gentes de otras partes de la república para

cultivar la tierra. Al parecer esta colonización aún subsiste.

Por otra parte Campeche ha brindado albergue a numerosas familias guatemaltecas que han emigrado de su país por problemas políticos encontrando en el nuestro seguridad, comprensión y apoyo.

El estado afronta un grave problema de comunicación intercomunidades, pues la mayoría de los caminos vecinales son brechas que se tornan intransitables en épocas de lluvia; pero justo es reconocer que va avanzando en forma acelerada con entusiasmo y fe en el futuro.

La ciudad de Campeche es hermosa, desarrollada urbanísticamente sobre el litoral del golfo de México y políticamente corresponde a la capital del estado que lleva su nombre. La tranquilidad de su espléndido mar hace de los campechanos un pueblo afectuoso conservador de sus tradiciones. Por esta razón, recuerda con veneración sus orígenes orgullosamente maya y el mestizaje derivado de la conquista española.

La historia de Campeche está matizada de leyendas que, entre realidad y fantasía, provoca con facilidad el interés y la curiosidad de escudriñar el pasado para entender el presente y presagiar el futuro. Las ruinas del majestuoso centro religioso de los mayas en Edzná; sus formidables murallas y baluartes, vigilantes eternos de sus límites con mar y tierra; son testimonios silenciosos de lo que hoy en día, conjugado con la arquitectura moderna, va recorriendo el velo misterioso que confirma, paso a paso, etapa por etapa, la solidez de su cultura.

Se impone, por lo antes expuesto, un breve repaso que nos conduzca a la motivación que indujo al entonces gobernador del estado para autorizar la construcción de una plaza pública que perpetuará la fundación de la ciudad de San Francisco de Campeche, aquel 4 de octubre de 1540 por Don Francisco de Montejo, "El Mozo". Cuatrocientos cincuenta años de convivencia formal entre hechicería, cruz y espadas cobraron forma de concreto y bronce para dejar un testigo mas de la grandeza de su devenir histórico y cultural.

Corría el año de 1517 y el 4 de marzo, la costa oriental de la península de Yucatán recibía tres naves españolas al mando del capitán Don Francisco Hernández de Córdoba, rico encomendero en busca de más fortuna. Luego de algunos enfrentamientos con los indios mayas, decide continuar el viaje siguiendo el contorno de la península hasta llegar a un pueblo denominado Ah Kin Pech lugar donde se provisionaron de agua y alimentos.

Todo parecía indicar que nada se opondría a la conquista de aquellas tierras, pues a medida que penetraban por todo el litoral la respuesta de los nativos mayas se mostraba alerta pero no peligrosa; sin embargo, poco más adelante de Ah Kin Pech, en la desembocadura de un río, los expedicionarios fueron recibidos a flechazos y obligados a retirarse reportando muchas bajas y serios daños. El mismo Francisco Hernández de Córdoba, al retornar a Cuba - su punto de partida - falleció a causa de las

heridas recibidas. El lugar - trágico para los españoles - se llamaba, entonces, Potonchán y los aborígenes eran comandados por su líder Moch Couoh. Aquel infortunado encuentro fue bautizado por Hernández de Córdoba como la bahía de la mala pelea.

En esta forma se dio el descubrimiento de Ah Kin Pech, hoy Campeche, pero para lograr sus conquista fue preciso que transcurrieran algunos años más. En efecto, la segunda expedición comandada por Don Juan de Grijalva fue más afortunada, sin duda por la información proporcionada, entre otros nada menos que por Don Bernal Díaz del Castillo acompañante de Hernández de Córdoba. Grijalva también inició su recorrido por la costa oriental de la península de Yucatán y a su camino fue dejando huellas de su paso; a una gran laguna que parecía el final de la península le llamó "Términos" (hoy forma parte del municipio del Carmen, Cam.). Más adelante legó su apellido a un caudaloso río de Tabasco - el caudillo se llamaba Tabscob - y llegó hasta Ulúa añadiendo su nombre para mezclarlo con el del jefe de los nativos de aquel lugar - Culhua -; así nació San Juan de Ulúa.

De esta expedición surge el nombre de Don Francisco de Montejo y León que cobra especial importancia por ser el iniciador de la conquista de Yucatán. Razón por la cual fue llamado " El Adelantado ". Lo numeroso del pueblo maya, su cultura tan especial y sobre todo su rebeldía al sojuzgamiento impidieron al " Adelantado " consumir sus propósitos, pero instruyó de tal manera a su hijo Don Francisco de Montejo "El Mozo" que, a fin de cuentas logró su objetivo.

Así las cosas, el 4 de octubre de 1540, Don Francisco de Montejo " El Mozo ", funda la villa y puerto de San Francisco de Campeche por lo que, durante el año de 1991 el gobernador Abelardo Carrillo Zavala se propone celebrar en grande los cuatrocientos cincuenta años de fundada lo que ahora es una hermosa ciudad colonial, Campeche.

Para dejar constancia permanente de este aniversario, orgullo de los campechanos, se acordó la construcción de una plaza cívica que, en un principio, se denominó " Plaza de la Conquista " pero resultó ser muy aventurado erigir todo un monumento a la conquista impuesta por las armas a los naturales de Ah Kin Pech y el nombre fue cambiado a " Plaza 4 de octubre ". En realidad no era propio llamarle de la conquista porque el 4 de octubre fue la fundación de la villa, pero obviamente ya conquistada.

Relata la historia haber sido en San Francisco de Campeche el lugar donde se celebró la primera misa en tierra firme del continente americano con padres Franciscanos y la iglesia que recuerda este acontecimiento religioso se llamó y se sigue llamando San Francisco. Por lo tanto el santo patrono de Campeche y de los campechanos es: San Francisco. Y no podía ser de otra manera, puesto que, Francisco Hernández de Córdoba descubre Campeche; Francisco de Montejo " El Mozo " lleva a cabo la conquista y funda la villa en honor a él y al Santo patrón. La ceremonia que formaliza la fundación es el 4 de octubre, día de San Francisco de Asís. La villa, entonces y ahora ciudad, no podía llamarse de otro modo.

La selección del lugar sobre el cual debía erigirse la plaza en cuestión y materia de esta tesis, fue muy debatida porque a la llegada de los españoles el mar acariciaba con facilidad el terreno que más tarde recibiría el convento de San Francisco, pero la modernidad de ganarle terreno al golfo - iniciada por el Dr. Alberto Trueba Urbina creador del Campeche nuevo durante sus seis años de gobierno - y continuada por el Ing. Eugenio Echeverría Castellot, alejó el lugar de desembarco a un kilómetro de distancia aproximadamente. Entonces en mar y tierra, era la disyuntiva y la balanza se inclinó por el mar.

La villa de Campeche se extendía por toda la costa, es decir, un tramo de la costa y cabe mencionar que, la profundidad del mar no alcanza lo suficiente para embarcaciones de altura lo que resultó estratégico para evitar el arribo con facilidad de buques de guerra; que no impidió el saqueo despiadado de los famosos " Piratas ". Aquellos terribles filibusteros, ahora recordados a través de leyendas mitad realidad y otra, fantasía. Ciertamente es que, para proteger a los lugareños se alzaron murallas y baluartes que hoy en día representan un tesoro turístico para los campechanos.

El sitio adecuado se localizó, entonces, como una prolongación de la avenida que parte de la iglesia de San Francisco hacia el mar considerándose un relleno adicional para edificar la plaza como una saliente de la avenida costera. Posteriormente se analizaron las alternativas de proyecto arquitectónico que debía comprender las características de encuentro entre el pueblo maya y el español.

Así nació la plaza " 4 de octubre " conmemorativa de los cuatrocientos cincuenta años de fundada la villa y puerto de San Francisco de Campeche.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO.

2.1 DESCRIPCION GENERAL.

En el estado de Campeche, desde hace ya algún tiempo, se han venido desarrollando obras de ingeniería con una característica muy especial, la cual consiste en el aprovechamiento de terrenos dentro del mar. Esto ha sido posible, gracias a las características topográficas e hidrográficas del litoral en la capital del estado que facilitan y permiten este tipo de proyectos. Estas características básicamente se enfocan hacia el comportamiento del mar en dicha zona. Las más importantes son:

- Aguas poco profundas.
- Poco oleaje.
- Las mareas altas no representan peligro alguno de provocar inundaciones.
- La casi nula presencia de fenómenos naturales y cuando éstos se presentan llegan con muy poca fuerza.

Actualmente estos terrenos son ocupados por obras de gran magnitud como lo son: hoteles, unidades habitacionales, carreteras, centros recreativos, restaurantes, hospitales, escuelas, centros comerciales, etc.

La entidad se encuentra enclavada en la parte suroeste de la península de Yucatán. Se sitúa entre los paralelos 17° 10' y 20° 47' al norte de la línea del Ecuador, y entre los meridianos 89° 10' y 92° 32' al oeste del meridiano de Greenwich.

Limita por el norte y noreste con el Estado de Yucatán; al este con el de Quintana Roo y con Belice, país que recientemente logró su independencia de Inglaterra; al sur con la República de Guatemala y el Estado de Tabasco, y al oeste con esa misma entidad - Tabasco - y el Golfo de México.

Políticamente, el Estado de Campeche se divide en nueve municipios : Calkin', Hecelchakán, Tenabo, Campeche, Hopelchén, Champotón, Carmen, Palizada y Escárcega.

La plataforma yucateca tiene un origen geológico relativamente nuevo, algo así como cien millones de años.

Está constituida en su mayor parte de rocas sedimentarias calizas, formadas por la acumulación de los restos de animales marinos en aguas profundas.

Esta gran plataforma surgió del mar gradualmente hace un millón de años, siendo la zona costera la de más formación.

Con estos antecedentes, se decidió realizar la construcción de la plaza "4 de octubre", en terrenos con estas características, para conmemorar el 450 aniversario de la fundación de la ciudad. De manera general, el proyecto consiste en lo siguiente: en primer lugar, se elabora el relleno a la orilla del mar siguiendo el procedimiento de un terraplén hasta obtener las dimensiones requeridas de terreno para el proyecto, a continuación se efectúa una excavación para alojar la cimentación adecuada para soportar la estructura de acuerdo con las características del subsuelo y de la misma estructura. La estructura habrá de soportar a tres esculturas, las cuales irán ubicadas en la parte más elevada de la estructura, un poco más abajo cuenta con dos caídas de agua. Alrededor del monumento se cuenta con una explanada para llevar a cabo actos cívicos, la cual es delimitada por bancas y jardineras. También cuenta con pequeños jardines a los lados del monumento y en la parte exterior de la plaza. El terraplén debe ir protegido por un rompeolas a base de rocas de grandes dimensiones para evitar el deslave provocado por el oleaje. Se dejó contemplado para una segunda etapa, espacio suficiente para construir un pequeño estacionamiento a los lados de la plaza, así como para andenes en la parte posterior del monumento. Más adelante se detallará cada elemento de la plaza al igual que su proceso constructivo.

Es preciso comentar determinados aspectos que fueron necesariamente tomados en cuenta para la elaboración y desarrollo del proyecto, entre los cuales se cuentan algunos estudios preliminares, mediante los cuales se define la ubicación adecuada de la obra. De los mismos estudios se obtienen las características del suelo, de lo cual se parte en cierta forma para diseñar el tipo de cimentación más adecuada.

2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.

2.2.1 TOPOGRAFICOS E HIDROGRAFICOS.

Después del anteproyecto de una obra y antes que se comience el proyecto final, es necesario en la mayoría de los casos, obtener información complementaria acerca del lugar.

Debe hacerse, si no hay disponible, una batimetría para determinar la topografía del fondo y debe extenderse sobre un área algo mayor que el lugar propuesto. Además, en el estudio debe localizarse la línea costera en aguas bajas y profundas y todas las estructuras u obstáculos dentro del agua y a lo largo de la costa, como buques hundidos, arrecifes o rocas grandes.

La determinación del relieve del fondo del agua se efectúa por medio de sondeos o con una sonda acústica diseñada para levantamientos hidrográficos. Una sonda acústica, o instrumento de registro de profundidades se monta en una lancha de motor, que se mantiene en rutas previamente establecidas conforme se registra una carta que proporciona el perfil natural del fondo. La sonda acústica, cuando es operada por personal experimentado, y cuando está ajustada en forma apropiada, y se calibra diariamente, es superior a los sondeos con cuerda tanto en precisión como en velocidad con que puede hacerse el levantamiento.

Las profundidades de los sondeos se refieren al nivel del agua en el momento en que se hacen las mediciones; después se corrigen los datos según las tablas o mediciones de mareas. En consecuencia, es importante mantener un registro del día y la hora en que se efectúan las mediciones.

Los sondeos se registran en forma gráfica, usualmente los relativos a las aguas bajas sobre un plano (carta hidrográfica) que muestra los datos, las líneas de aguas bajas y altas, las curvas de nivel de igual profundidad, interpolando los sondeos y las características principales de tierra y agua. Las equidistancias de las curvas pueden expresarse en pies, metros, o en sondas. Puesto que el fondo del mar es usualmente menos irregular y las pendientes más suaves y uniformes que en tierra, la escala del mapa hidrológico puede ser menor que la que se usaría normalmente en las gráficas de topografía terrestre.

Si se necesita el dragado, el material se mide generalmente en el lugar para determinar el costo del trabajo. Para esto, se toman sondeos en secciones fijas antes y después del dragado, y los cambios en las secciones transversales se determinan por cálculos con planímetros.

Para el caso particular del puerto de Campeche, los estudios topográficos e hidrográficos resultan hasta cierto punto sencillos gracias a las características,

mencionadas al principio de este capítulo, que presenta la costa, por lo cual el nivel más elevado del mar es un dato conocido y resulta muy improbable que este nivel sea superado aún en casos extraordinarios como los son los fenómenos naturales, lo cual facilita de manera considerable el desarrollo de este tipo de proyectos. Cabe señalar de igual manera, que como ya se han realizado estas obras desde hace algunos años en esta región, todo este tipo de estudios han sido previamente realizados y para el caso de esta obra no fue necesario efectuarlos recurriéndose a conocimientos anteriores.

2.2.2 EXPLORACION DEL SUELO.

Se deben hacer muestreos por perforaciones en puntos estratégicos para obtener información de las características del subsuelo en los lugares donde se construirá; las cuales deben estar suficientemente cercanas para obtener un perfil razonablemente preciso de los estratos del suelo que luego se van a graficar. En general, una distancia entre centros de 100 pies es suficiente para este propósito. Si una estructura es de un ancho considerable, deben hacerse dos ó tres líneas de perforaciones de manera que puedan graficarse las secciones transversales de los estratos del suelo.

La profundidad de las perforaciones depende del suelo que se encuentre y la profundidad de la cama de roca.

Excepto en el caso del suelo bajo los rompeolas, la carga adicional impuesta por muelles abiertos y otras estructuras marinas similares al suelo subyacente no es grande. Por tanto, puede obtenerse la información adecuada por medio de muestras secas de perforaciones hechas con una probeta de 2½ pulg. Para obtener muestras secas se usa un tomador de muestras del tipo barril dividido o abierto. Sin embargo, en algunos lugares donde el suelo es plástico, es necesario hacer perforaciones, de muestreo en suelo no alterado y las pruebas del suelo determinan las profundidades a las que deben apoyarse los pilotes o cilindros. En forma semejante, cuando existe una carga apreciable sobre el suelo plástico, como por ejemplo, bajo los rompeolas o muros de muelle, donde los pilares o muros de muelle soportan el empuje lateral del relleno y sobrecarga, es aconsejable hacer pruebas de suelo sobre muestras no alteradas para determinar el esfuerzo cortante, la resistencia del mismo y el coeficiente de consolidación del suelo.

De igual manera que en el caso de los estudios topográficos e hidrográficos, las características del subsuelo eran ya conocidas por lo cual estos procedimientos no se llevaron a cabo.

El tipo de suelo que se presenta por debajo de la capa vegetal del fondo del mar en toda la costa de la ciudad de Campeche, es roca de alta resistencia, la profundidad a la que se presenta el suelo firme es a 0.70m con respecto al fondo del mar. Estos datos se obtuvieron mediante el uso de barrenos. Por lo anterior, para llevar a cabo el desplante de la cimentación es preciso remover la capa vegetal abatiendo el nivel freático de alguna manera para facilitar los trabajos en esa zona.

2.2.3 ESTUDIO DE CORRIENTES Y MAREAS.

a) CORRIENTES.

Quando se investiga un lugar propuesto, se debe obtener información general y velocidad de las corrientes en el área. Existen dispositivos especiales para efectuar observaciones relativas a las corrientes. Este dispositivo consiste en una superficie flotante con una pértiga y una bandera, una parte sumergida que es movida por la corriente y un contrapeso que consistió en una canasta de alambre a la que se agrega escoria metálica en cantidad suficiente para que la superficie flotante se mueva de manera uniforme sobre la superficie del agua.

Al efectuar observaciones de la corriente, se acostumbra trazar líneas base en la costa con un tránsito puesto en los extremos de cada línea. El dispositivo se echa al agua, más allá de la línea de rompientes y se le permite que se mueva en dirección de la corriente. Los encargados de los tránsitos visualizan el portabandera a intervalos previamente fijados y se determina el curso y la velocidad del dispositivo flotante graficando y anotando los resultados de las observaciones usualmente, se realizan una docena ó más de estas pruebas durante el flujo y reflujo de la marea. Estas pruebas, por supuesto, deben realizarse durante períodos de relativa calma. Si las observaciones se realizan cuidadosamente, los resultados dan la dirección y la velocidad de las corrientes en el área que se investiga.

b) MAREAS.

La marea es el alza y la baja periódica de las aguas oceánicas, producidas por la atracción de la luna y el sol. Generalmente el intervalo promedio entre dos mareas altas sucesivas es de 12 h 25 min, la mitad del tiempo entre dos pasos sucesivos de la luna por un meridiano dado. La luna ejerce una atracción mayor que la del sol sobre las aguas. La intensidad de las mareas varía directamente en relación con la masa e inversamente con el cubo de la distancia y, en consecuencia, la relación de atracciones es aproximadamente de 7:3.

Las mareas más altas que ocurren a intervalos de medio mes lunar se llaman mareas vivas. Estas ocurren en las épocas de sicigias o en luna llena o luna nueva, esto es, cuando el sol, la luna y la tierra están en conjunción y las atracciones del sol y la luna que generan la marea se suman. Cuando la tierra, el sol y la luna están en cuadratura, esto es, cuando la luna está en sus cuartos, entonces las atracciones del sol y la luna se restan y tienen lugar las mareas más bajas del mes, llamadas muertas o de cuadratura.

Existe una gran variedad de mareas, el tema es muy extenso, pero para el caso de la costa de Campeche únicamente nos interesa considerar la marea más alta, que en

este caso no representa mayor problema por las características de la costa, y la marea más baja. Para obtener estos datos, es necesario instalar un medidor para determinar los niveles de aguas medias, superiores e inferiores y establecer un plano de referencia del nivel del agua cuando se hacen los sondeos.

El medidor de marea, en su forma más simple, consiste en un poste vertical en el banco debajo del nivel mínimo de aguas bajas y graduado en pies o metros. Cuando exista un rango extremo de mareas, pueden necesitarse más de uno de estos indicadores. Estos deben localizarse a través del banco en niveles ascendentes, para cubrir el rango completo de la marea.

En lugares donde existan marejadas, el medidor puede consistir en una varilla con un flotador en su extremo inferior y un señalador en su extremo superior. La varilla está encerrada en un tubo para protegerla de las olas. Arriba del tubo, hay una escala graduada a lo largo de la que viaja el señalador conforme sube y baja el nivel del agua. El fondo del tubo debe tener un pequeño agujero para permitir que el agua alcance su verdadero nivel dentro del tubo. Tal dispositivo para medir la marea está montado habitualmente a lo largo de un muelle o atracadero.

En lugares importantes, donde es necesario llevar un registro continuo del nivel de la marea por un período prolongado, debe instalarse un aparato de registro automático. Este puede consistir en un flotador colgado en un pozo amortiguador con una pequeña abertura debajo del valle de la ola más baja. El flotador se conecta a un aparato autorregistrator por medio de un cable o cadena pequeños con un contrapeso. El instrumento registrador puede ponerse sobre una pequeña plataforma o mesa dentro de un edificio o puede tener un gabinete de intemperie con una cara de vidrio. El mecanismo de registro puede ser accionado por medio de un reloj eléctrico o de cuerda, el marcador traza una curva del nivel del agua, respecto del tiempo, sobre el papel para gráficas. Todas las partes del aparato deben construirse de materiales inoxidables, por ejemplo, un flotador de hule duro, un cable de acero inoxidable y un gabinete de aluminio para alojar el instrumento registrador.

c) OLAS.

Las olas pueden ser producidas por ciertos disturbios artificiales como barcos en movimiento o explosiones; pueden ser producidas por movimientos de tierra, mareas o vientos. El viento produce las olas que tienen mayor influencia en el diseño de este tipo de obras, así como de puertos y de estructuras marinas.

Las olas se manifiestan por medio de ondulaciones curvas de la superficie del agua. Ocurren a intervalos periódicos, excepto las olas de traslación y olas solitarias u olas simples de traslación sin depresión alguna bajo el nivel del agua tranquila.

Una ola que no rompe es una ola de oscilación. Aún en el caso de que rompa en agua profunda, tal ola se vuelve a formar como una onda oscilatoria de altura reducida.

Solamente cuando alcanza las aguas bajas y se rompe sin que sea capaz de rehacerse es cuando se convierte en una onda de traslación, que es la forma familiar de rompientes a lo largo de la costa. La onda pura de traslación es la onda solitaria, con una sola cresta por encima del nivel del agua tranquila que viaja sin cambio de forma con una velocidad constante, con desplazamiento total del agua en la dirección que se mueve la onda. Además, está caracterizada por su independencia de la longitud de onda.

El tamaño de una ola para un lugar particular depende de la velocidad, duración y dirección del viento, el área más grande sobre la que puede actuar el viento, y la profundidad del agua. Para lograr una predicción de altura y longitud de ola es necesario realizar observaciones por largos períodos de tiempo, en algunos lugares se cuenta ya con este tipo de información, una vez con los datos necesarios, se aplican fórmulas como las desarrolladas por Thomas Stevenson. Para el caso de Campeche, como ya se ha mencionado, y para este proyecto, no fue necesario hacerlo ya que las olas no son significativas y no constituyen un factor que pueda afectar la estabilidad de la obra. Pero en general, para construcciones de este tipo y para puertos, es necesario tenerlo en consideración.

2.3 UBICACION Y FINALIDAD DEL PROYECTO.

2.3.1 UBICACION.

Para obtener la mejor ubicación de la plaza "4 de octubre", se efectuaron una serie de estudios enfocados a la obtención de la máxima seguridad posible para una obra de este tipo tomando en cuenta factores que intervienen tales como los tipos de mareas existentes en la región, los vientos, la profundidad del agua, oleaje, así como características del suelo. En lo referente a las mareas, se obtuvo el comportamiento de las mismas desde la marea más alta hasta la de menor nivel que se pueda presentar. También se tomó en cuenta el máximo nivel que alcanzó el mar durante la presencia de fenómenos naturales, como fue el caso del huracán Gilberto que ha sido uno de los de mayor intensidad que se han presentado en esta parte del país, dichos fenómenos no ocasionan mayores daños a la ciudad y más aún en la zona elegida para el proyecto el mar no llega a desbordarse en estos casos. En lo que corresponde a los vientos, se ha observado que los vientos del norte no repercuten, ni son capaces de provocar efectos de volteo en estructuras elevadas.

Para conocer el nivel de terreno firme en el fondo del mar y de esta manera conocer la profundidad de excavación para llegar a ésta y que tenga la capacidad de carga suficiente para soportar la estructura, se hicieron pruebas con barrenos.

Pero independientemente de los factores anteriores, lo que en realidad motivó a seleccionar el lugar buscándose que se pudiera llevar a cabo en la zona del barrio de

San Francisco, fue el factor histórico ya que en dicha zona se presume que desembarcaron por primera vez los españoles en la península de Yucatán y de esta manera se llevara a cabo la conquista y colonización de la misma.

2.3.2 FINALIDAD.

Pensando en la conmemoración del 450 aniversario de la fundación de la ciudad de Campeche, llamada en un principio San Francisco de Campeche, se convocó un concurso para el cual había que presentar proyectos para la construcción de una plaza cívica alusiva precisamente a dicho acontecimiento histórico, para ello se esculpieron previamente 3 estatuas para ser colocadas en la misma. Por ello el proyecto debía contar con una explanada para la realización de actos cívicos y conmemorativos, así como con una estructura para soportar las 3 estatuas. Las esculturas simbolizan la conquista siendo una de ellas un representante del pueblo sometido, el maya, un fraile representante de la iglesia y que se encargó de evangelizar a la región, y la última representa al pueblo conquistador que son los españoles.

En resumen, debido al hecho histórico siendo una fecha tan importante para la ciudad y en general para toda la península de Yucatán, aunado a cierta necesidad de un lugar para la celebración de eventos, se decidió llevar a cabo la construcción de la plaza "4 de octubre".

2.4 CONSIDERACIONES.

Es importante hacer notar que la obra fue asignada a una compañía constructora por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Comunicaciones y Obras Públicas (SEDUCOP) del Estado de Campeche, pero únicamente se otorgaron los trabajos de edificación siendo complementados estos por parte de la misma Secretaría. De esta manera, todo lo relacionado al movimiento de tierras fue ejecutado por SEDUCOP. De igual manera toda la maquinaria pesada empleada durante la obra fue proporcionada por la misma dependencia gubernamental así como los datos de los estudios preliminares y el mismo proyecto para el cual se llevó a cabo un concurso.

Por lo anterior, en las etapas realizadas por la Secretaría no fue posible obtener algunos datos, por lo que dichas etapas se comentarán de manera general.

Las etapas efectuadas por la Secretaría fueron principalmente el relleno o terraplén sobre el cual se desarrolló la obra, la excavación para el desplante de cimentación de la estructura principal, abastecimiento y compactación de materiales de relleno para obtener niveles de piso de plaza, abastecimiento de material para relleno de estructura y adocreto para el andén peatonal para acceso a la plaza, suministro y colocación de roca para desplante de cimentación y suministro de roca para escollera así como su

ejecución.

De igual manera la empresa constructora subcontrató a otras para el desarrollo de las instalaciones sanitarias e hidráulica a una empresa con el suministro de algunos materiales, la instalación eléctrica a otra sin suministro de materiales, la jardinería también se otorgó a un especialista con suministro de materiales y también la colocación de las estatuas, para lo cual se requirió de una grúa.

2.4.1 CIMENTACION.

Como todas las estructuras están soportadas por cimentaciones y, finalmente por suelo o roca, el éxito de un proyecto estructural, depende en gran parte del ingeniero especialista en cimentaciones. Sin embargo, la planificación general, el proyecto y la construcción de la mayor parte de las obras requiere los esfuerzos combinados de varias disciplinas. De esta manera, el especialista en cimentaciones forma parte de un equipo de proyecto; encuentra que los tipos de cimentaciones y los métodos de construcción pueden ser transacciones que resultan de muchos requisitos, además de las condiciones del subsuelo.

2.4.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL TIPO DE CIMENTACION.

A) ETAPAS DE LA SELECCION DEL TIPO DE CIMENTACION.

El tipo de cimentación más adecuado para una estructura dada, depende de varios factores, como su función, las cargas que debe soportar, las condiciones del subsuelo y el costo de la cimentación comparado con el de la superestructura. Puede ser que sea necesario hacer otras consideraciones, pero las anteriores son las principales.

Debido a las relaciones existentes entre estos factores, usualmente pueden obtenerse varias soluciones aceptables para cada problema de cimentación. Cuando diferentes ingenieros con su gran experiencia se ven ante una situación dada, pueden llegar a conclusiones algo diferentes. Por lo tanto, el criterio juega un papel muy importante en la ingeniería de cimentaciones. Es de dudar que alguna vez pueda elaborarse un procedimiento estrictamente científico para el proyecto de cimentaciones, aunque los progresos científicos hayan contribuido mucho al perfeccionamiento de la técnica.

Cuando un ingeniero experimentado comienza a estudiar una obra nueva, casi intuitivamente desecha los tipos más inadecuados de cimentación y se concentra en los más prometedores. Cuando su elección se ha reducido a unas cuantas alternativas que se adaptan bien a las condiciones del subsuelo y a la función de la estructura, estudia y compara la economía de estas selecciones, antes de tomar la decisión final.

Los ingenieros con menos experiencia pueden seguir un procedimiento semejante, sin peligro de cometer errores serios, si aprovechan los resultados de los estudios científicos y el trabajo experimental de otros. Sin embargo, para que sea útil esta información debe estar organizada lógicamente.

Al elegir el tipo de cimentación, se deben seguir los siguientes pasos sucesivos:

1.- Obtener cuando menos, información aproximada con respecto a la naturaleza de la superestructura y de las cargas que se van a transmitir a las cimentaciones.

2.- Determinar las condiciones del subsuelo en forma general.

3.- Considerar brevemente cada uno de los tipos acostumbrados de cimentación, para juzgar si pueden construirse en las condiciones prevalecientes; si serán capaces, de soportar las cargas necesarias, y si pueden experimentar asentamientos perjudiciales. En esa etapa preliminar se eliminan los tipos evidentemente inadecuados.

4.- Hacer estudios más detallados y aún anteproyectos de las alternativas más viables. Para hacer estos estudios puede ser necesario tener información adicional con respecto a las cargas y condiciones del subsuelo, y generalmente, deberán extenderse lo suficiente para determinar el tamaño de las zapatas o pilas, o la longitud aproximada y número de pilotes necesarios. También puede ser necesario hacer estimaciones más refinadas de los asentamientos, para predecir el comportamiento de la estructura.

5.- Preparar una estimación del costo de cada alternativa viable de cimentación, y elegir el tipo que represente la transacción más aceptable entre el funcionamiento y el costo.

En los pasos 3 y 4, se requiere el conocimiento del comportamiento probable de cada tipo de cimentación para cada tipo de condición del subsuelo.

B) CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTO.

Habiendo supuesto que resulta práctico construir un tipo de cimentación determinado, bajo las condiciones que prevalecen en el lugar, es necesario juzgar el probable funcionamiento de la cimentación con respecto a dos tipos de problemas. Por una parte, toda la cimentación o cualquiera de sus elementos puede fallar porque el suelo o la roca sean incapaces de soportar la carga. Por otra parte, el suelo o roca de apoyo pueden no fallar, pero el asentamiento de la estructura puede ser tan grande o tan disparejo, que la estructura puede agrietarse y dañarse. El mal comportamiento del primer tipo se relaciona con la resistencia del suelo o roca de apoyo y se llama falla por capacidad de carga. El del segundo tipo está asociado a las características de la relación esfuerzo-deformación del suelo o roca, y se conoce como asentamiento perjudicial. En realidad, los dos tipos de mal comportamiento frecuentemente están tan

Íntimamente relacionados, que la distinción entre ellos es totalmente arbitraria. Por ejemplo, una zapata en arena suelta se asienta más y más, fuera de proporción con el incremento de carga, incluso hasta el punto en que para incrementos muy pequeños se producen asentamientos intolerables; sin embargo, no se produce un hundimiento catastrófico de la zapata en el terreno. En otros casos, la distinción es clara; una zapata colocada sobre arcilla firme que tiene un sustrato de arcilla blanda, puede estar completamente a salvo contra falla en el terreno, pero el asentamiento debido a la consolidación de la arcilla blanda puede ser excesivo. En muchos problemas prácticos pueden investigarse los dos tipos de mal comportamiento separadamente, como si fueran causas independientes.

C) CARGAS DE PROYECTO.

Cada unidad de cimentación debe ser capaz de soportar, con un margen de seguridad razonable, la carga máxima a la que vaya a quedar sujeta, aun cuando esta carga pueda actuar sólo brevemente o una vez en la vida de la estructura. Si una sobrecarga o una mala interpretación de las condiciones del suelo hubieran de tener como consecuencia, simplemente un aumento excesivo de los asentamientos, pero no una falla catastrófica, pudiera justificarse un factor de seguridad más pequeño, que si dicha falla pudiera producirse.

Frecuentemente se especifican en los reglamentos de construcción las cargas máximas, las presiones correspondientes en el suelo y las cargas en los pilotes; estos requisitos son restricciones legales al proyecto que deben satisfacerse. Sin embargo, como no pueden considerarse todas las eventualidades, el ingeniero de cimentaciones debe asegurarse por sí mismo que son seguras, aunque satisfagan el reglamento. Además, las cargas que se requieren para las investigaciones de seguridad o para satisfacer los requisitos legales pueden no ser adecuadas para asegurar el funcionamiento más satisfactorio de la estructura con respecto al asentamiento.

Por ejemplo, como las arenas se deforman rápidamente bajo el cambio de esfuerzo, los asentamientos de las zapatas en la arena acusan la carga real máxima a la que están sujetas. Puede ser que la carga viva real nunca se aproxime al valor prescrito en el reglamento de construcción, mientras que las cargas muertas reales y las calculadas, deben ser prácticamente iguales. Por lo tanto, una columna que en el reglamento de construcción tenga una relación grande de la carga viva a la muerta, probablemente se asiente menos que una que tenga la relación pequeña. Así, para determinar las dimensiones de las zapatas que se apoyan en arena de modo que sufran igual asentamiento, se debe usar la estimación más realista posible de las cargas vivas máximas, en vez de unas infladas arbitrariamente.

Por otra parte, el asentamiento de una estructura apoyada en zapatas sobre una arcilla saturada, virtualmente no es afectado por una corta aplicación de una carga relativamente grande a una ó más zapatas, siempre que no se llegue a una falla por

capacidad de carga. Debido a lo lento de la respuesta de la arcilla a las cargas aplicadas, el asentamiento debe estimarse sobre la base de la carga muerta, más la mejor estimación posible de la carga viva permanente, en vez de tomar en cuenta la carga viva máxima.

El asentamiento permisible depende del tipo de estructura y de su función. La carga transmitida al suelo en la base de una pila de puente puede deberse en su mayor parte, al peso muerto de la pila y el asentamiento correspondiente puede ser de varios centímetros. Si el asentamiento ocurre durante la construcción de la pila, no tiene importancia práctica. Si se produce durante un largo tiempo, puede no tener consecuencias, siempre que la superestructura sea de armaduras sencillas o vigas en voladizo; pero las consecuencias pueden ser serias, si la superestructura es una trabe o armadura continua. Pocos edificios de concreto pueden soportar un asentamiento diferencial entre columnas adyacentes de más de 2 cm, sin mostrar algunos signos de daño. Una estructura de acero puede soportar algo más y una mampostería de ladrillo puede soportar tres ó cuatro veces esa cantidad sin daño serio. El asentamiento irregular o errático es más peligroso para una estructura de cualquier tipo, que el uniformemente distribuido.

Ya que en el costo de una cimentación influye mucho la magnitud de los asentamientos diferenciales que se consideran tolerables, no se debe subestimar el asentamiento que la estructura puede soportar.

Las consideraciones anteriores se refieren a las cargas que influyen en el comportamiento del suelo o roca en que se apoya la cimentación. Además, el proyecto estructural de los elementos de las cimentaciones de concreto reforzado, como zapatas, cabezales para pilotes, o losas como actualmente se hacen, utilizando diseño plástico, requieren que se asignen factores de carga que consideren la naturaleza de la misma y la probabilidad de su ocurrencia.

2.5 MATERIALES.

La mayor parte de los materiales fueron adquiridos en la Ciudad de Campeche, los que no, tuvieron que ser conseguidos en otras ciudades por no haberlos en Campeche, como lo fue el material eléctrico en gran parte.

El concreto fue elaborado en revolvedora de un saco ya que en Campeche no se utiliza el concreto premezclado por falta de plantas especializadas para ello. Las resistencias empleadas fueron: $f'c = 100\text{kg/cm}^2$, $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 200\text{kg/cm}^2$ dependiendo del tipo de elemento y para que va a ser utilizado. Los agregados son: grava de 3/4 de pulg., polvo de piedra elaborado en plantas trituradoras y cemento gris.

El acero de refuerzo a base de varillas corrugadas de diámetros variables dependiendo de la estructura.

2.6 MAQUINARIA Y EQUIPO.

En cuanto a la maquinaria, casi en su totalidad fue proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano, comunicaciones y obras Públicas, quedando bajo su responsabilidad la elaboración del relleno y su compactación, al igual que el rompeolas y algunos rellenos dentro del monumento.

2.6.1 PROPORCIONADA POR SEDUCOP.

- Motoconformadora. Para tendido de material y afine de los terraplenes.
- Compactadora Tandem. Para compactación de terraplenes y rellenos.
- Compactadora portátil. Desempeña las mismas actividades que la compactadora Tandem pero con la ventaja de ser más práctica en su manejo y su traslado.
- Retroexcavadora sobre orugas. Para excavaciones por debajo del nivel sobre el cual se apoya y para la colocación de rocas para cimentación y para escollera.
- Cargador frontal tipo Bobcat (2). Para transportar materiales dentro de la obra, para excavaciones y para cargar camiones para extraer materiales fuera de la obra.

2.6.2 PROPORCIONADA POR EL CONTRATISTA.

- Revolvedora de un saco (2). Para la elaboración de concreto y mortero. Con motor de gasolina.
- Vibrador. Motor de gasolina. Utilizado para el vibrado del concreto.
- Grúa. Para colocar las estatuas sobre la losa de soporte aproximadamente a 4 metros sobre el nivel del piso de plaza.
- Herramienta menor.

2.7 PLANOS Y ESPECIFICACIONES.

Se proporcionaron algunos planos previo al inicio de la obra. Estos planos cuentan con las especificaciones originales del proyecto. Las especificaciones fueron sufriendo modificaciones a lo largo del procedimiento constructivo, por lo que éstas no se encuentran en los planos originales.

Sin embargo, los dibujos que se presentan en el capítulo 4 cuentan con las modificaciones efectuadas por la Secretaría y comunicadas a la empresa contratista, para su correcta ejecución.

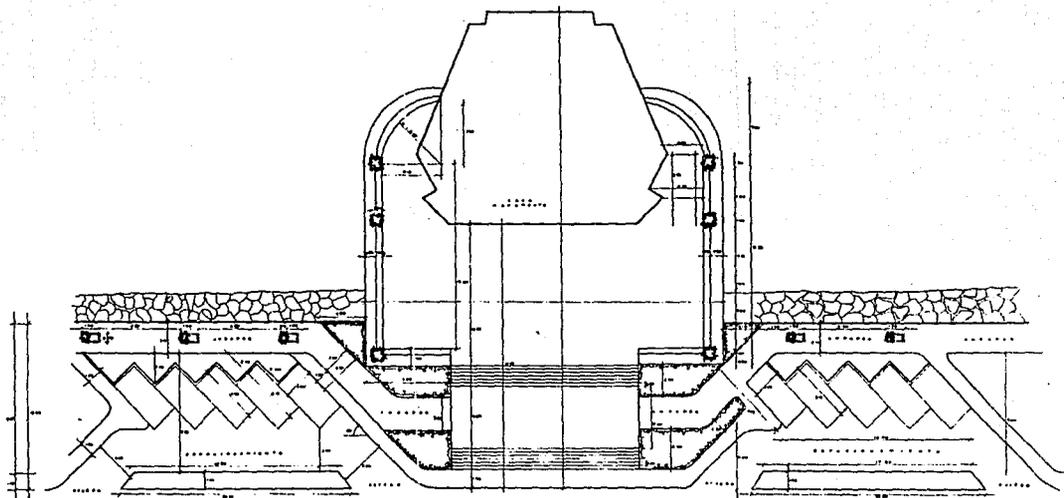
En general, las modificaciones que se hicieron fueron en cuanto a las dimensiones reduciéndose en algunos elementos, por lo que las características de la plaza en su forma y estructuralmente fueron básicamente las mismas y si coinciden con las de los planos.

Los planos que se presentan a continuación son los originales, ya que no se elaboraron planos con las modificaciones, por lo que las dimensiones que aparecen en los mismos con coinciden con las reales, ni con los dibujos del capítulo 4 en algunos caso.

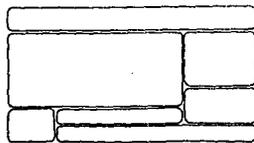
Entre los planos se encuentra el de la planta de cimentación con un corte en el cual aparecen las dimensiones reales de la estructura y de la cimentación; otro que corresponde a la planta general, en donde aparecen tanto la plaza como el monumento y el área de estacionamiento que quedó pendiente para ser construido en una segunda etapa; uno más con las dimensiones originales del monumento; y finalmente otra planta con un detalle de la losa de soporte. En el caso de los tres últimos planos, las dimensiones no son las reales.

Después de los planos, se presentan diferentes perfiles de la plaza, los cuales básicamente son iguales a los reales.

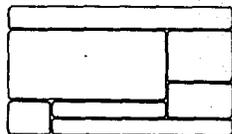
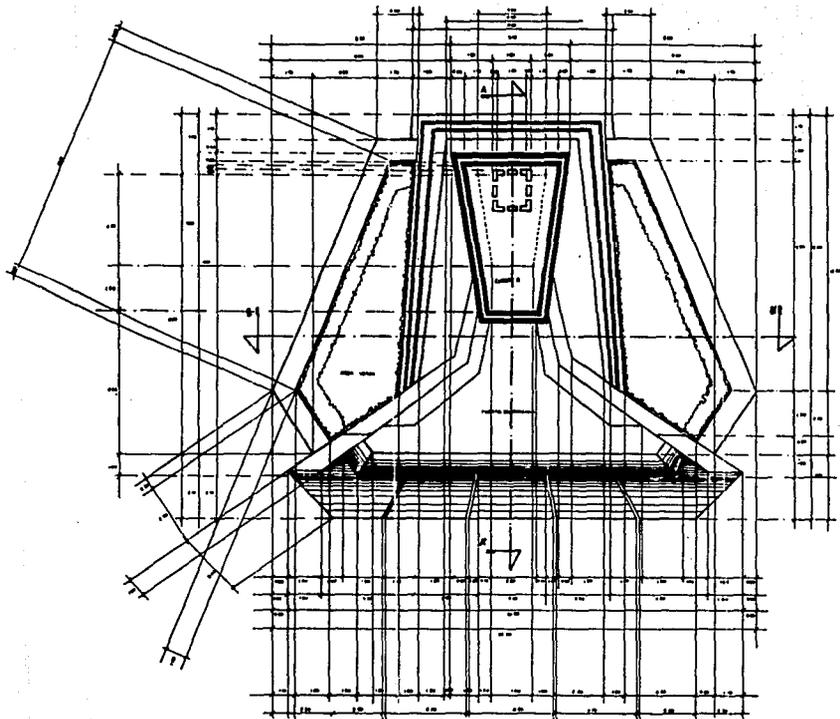
64



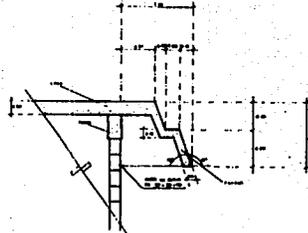
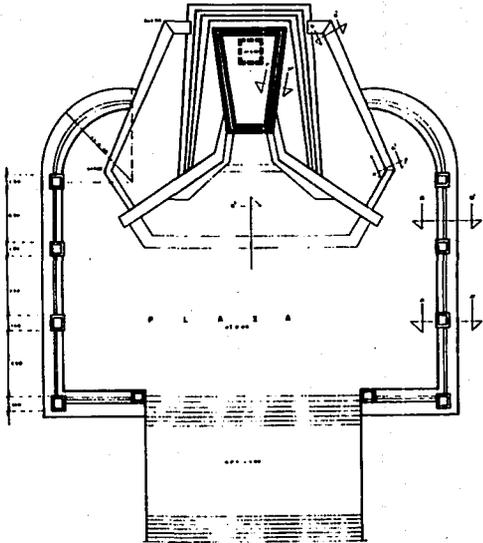
AL PEDRO SAINZ DE BARANDA



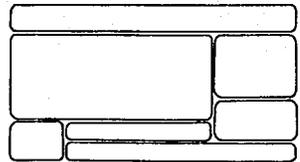
20



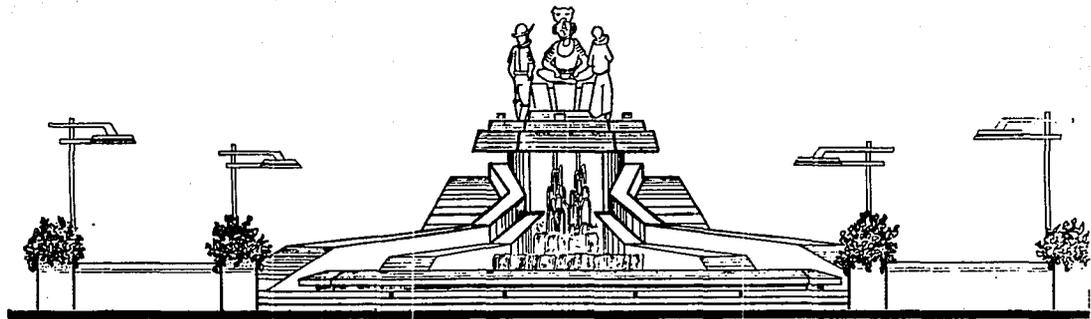
22



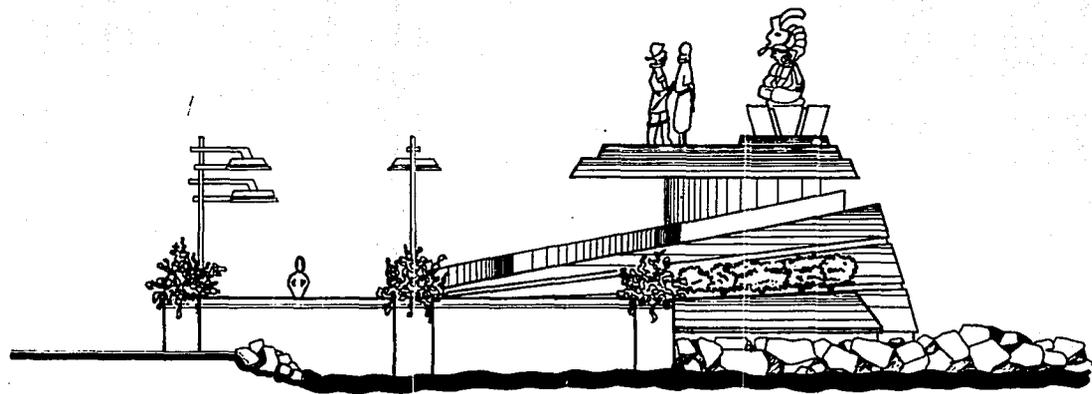
DETALLE DEL CORTE (P-P)



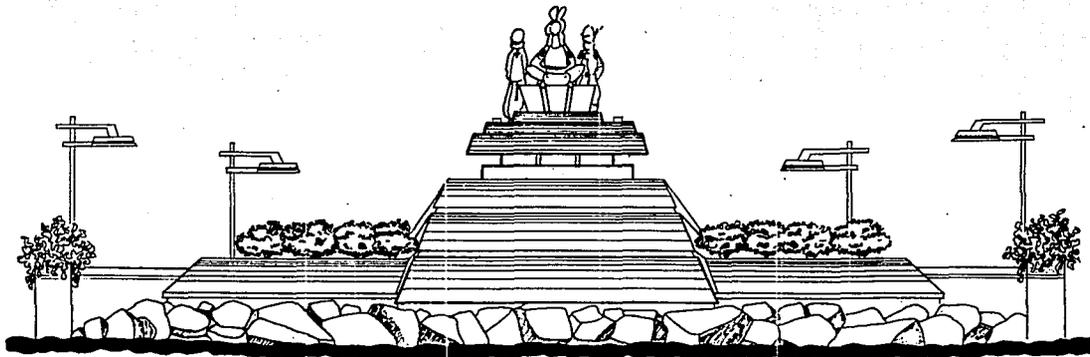
20



23



25



PLANEACION Y ORGANIZACION DE LOS RECURSOS.

3.1 INTRODUCCION.

En toda obra, previo al inicio de la misma, se debe desarrollar una planeación en todos los aspectos constructivos y de administración de obra. Esta planeación deberá facilitar la construcción estableciendo:

- 1.- El tiempo de entrega de materiales.
- 2.- Los tipos, cantidades, y tiempo de empleo de los equipos.
- 3.- La clasificación y número de obreros necesarios y los períodos de tiempo durante los cuales se necesitarán.
- 4.- La cantidad de financiamiento necesario, si se necesita.
- 5.- El tiempo requerido para completar la obra.

Se debe de efectuar una parte de esta planeación antes de hacer un presupuesto del proyecto, ya que con frecuencia este planeamiento revelará la existencia de factores que afectarán el costo de la obra, teniendo así influencia sobre las cantidades que se

muestren en el proyecto.

En las grandes obras puede ser deseable o esencial dividir el proyecto en varias etapas de construcción, que pueden construirse independiente o en conjunto. Deben de conocerse por adelantado las cantidades de trabajo y la duración de construcción de cada etapa de manera que pueda construirse cada una con una secuencia adecuada.

Muchos proyectos se dividen en actividades de construcción para facilitar el planeamiento de la obra. Una actividad de construcción es una porción de la obra que puede llevarse a cabo con una clasificación de obreros o tal vez con un solo tipo de maquinaria.

De manera de poder estimar el adelanto al construir la obra, el planificador deberá determinar la cantidad de trabajo que deba construirse en cada actividad, expresándola con una unidad apropiada. Se debe estimar después la probable rapidez con que se lleve a cabo el trabajo, deduciendo los tiempos perdidos debido a lluvia y a otros motivos. Con estos datos es posible estimar el tiempo total que se requiera para terminar cada actividad. Las fechas estimadas de comienzo y terminación pueden mostrarse en una gráfica de barras. Al programar las actividades el planificador de la obra debe tomar en cuenta la relación de la secuencia de las actividades. Por ejemplo, al construir una unidad de cimentación de concreto será necesario completar la excavación antes de que pueda vaciarse el concreto.

El tiempo es menos tangible que la mano de obra o el material de los elementos que intervienen en la construcción; sin embargo es real e importante. El tiempo y el dinero están relacionados de muchas formas.

El propietario de servicios que producen ingresos, como las instalaciones generadoras de energía eléctrica, las plantas procesadoras, los edificios para renta, los camiones petroleros, las dársenas y otras mejoras en los muelles, la reducción en el tiempo requerido para terminar una construcción, reduce los intereses sobre la inversión que se haga durante el período de construcción. Asimismo, el ingreso se incrementa acumulándose hasta el grado de que, si se acorta el tiempo de terminación de la obra, permite que las ganancias se obtengan más pronto.

Para el contratista, la reducción de tiempo para terminar el trabajo significa, reducir los cargos del interés sobre el efectivo invertido durante la construcción. Además, cuanto más corto sea el tiempo para terminar el trabajo, menores serán los gastos de supervisión, administración y generales. Por otra parte, los beneficios se acumulan si se acorta el tiempo, debido a que permiten la pronta liberación del equipo para emplearlo en otro trabajo.

El programa de construcción consiste en ordenar las diversas actividades comprendidas en la construcción de un proyecto en la secuencia requerida para lograr su terminación en el mínimo período de tiempo que sea compatible con la economía.

Para asegurar la terminación del trabajo dentro del tiempo límite estipulado por el contrato y para reducir el tiempo requerido para realizarlo, es necesario programar cada unidad del proyecto y relacionarla con todas las otras.

3.2 INVESTIGACIONES Y OBSERVACIONES QUE REALIZAN EN EL LUGAR DE TRABAJO ANTES DE PRESENTAR UNA PROPUESTA.

Ningún contratista debe hacer una propuesta para un trabajo sin examinar todo el lugar de trabajo. Esto se hace con la anticipación necesaria para que el propietario tenga el tiempo suficiente para incluir, si se requiere, un apéndice en los planos y especificaciones, con objeto de aclarar las partidas dudosas.

Antes de visitar el lugar de trabajo, el contratista debe preparar una lista para la verificación de las partidas que debe investigar, incluso cuando es conveniente: los servicios de transportación, el suministro de energía eléctrica, el suministro de agua, la fuente de los materiales de construcción, la clase de material que se encontrará en las excavaciones requeridas, el posible daño en propiedad ajena que resulte de las explosiones en caso de ser necesario el uso de explosivos y otras operaciones del contratista, la interferencia del tráfico, la mano de obra disponible (la cantidad y la duración por turnos por semana que trabajarán en la vecindad), las áreas disponibles para la construcción de plantas especiales, la situación de los tiraderos y el acceso a ellos y los registros meteorológicos, así como algunos otros detalles.

En algunas ocasiones es útil tomar fotografías de las áreas críticas del lugar cuando se hace la investigación. Con frecuencia, los conceptos dudosos que no se cubrieron en la visita original pueden aclararse con las fotografías. Algunas veces también son de gran valor para los ingenieros que hacen el trabajo y para otras personas que revisan los estimados y que no conocen el lugar.

3.2.1 NATURALEZA Y SIGNIFICADO DE UNA PROPUESTA.

Los contratistas obtienen la mayoría de sus negocios por ofertas a concurso hechas por los propietarios, tanto públicos como privados. Puesto que de ordinario se otorga el contrato a la oferta más baja o propuesta responsable más baja, el contratista se enfrenta constantemente a la posibilidad de no lograr el negocio si su oferta es demasiado alta. Por otro lado, el contratista se arriesga a una pérdida financiera al ejecutar el trabajo, si su propuesta es lo suficientemente baja como para que se le otorgue el contrato. Por tanto, la presentación de una propuesta es muy importante. El contratista es el responsable de las consecuencias de los errores que se cometan, así como de los riesgos propios de la construcción, que el contratista no pueda controlar.

Una propuesta es una oferta hecha por el contratista al propietario para realizar el

trabajo requerido por los documentos del contrato, a cambio de una suma establecida de dinero. Más aún, la propuesta es una promesa hecha por el contratista de que, sobre la aceptación de la propuesta por el propietario el contratista firmará un contrato y realizará el trabajo por la remuneración establecida. Obsérvese que la propuesta y aceptación, junto con la consideración monetaria, constituyen los elementos esenciales de un contrato entre las partes involucradas. De ordinario, se considera que una propuesta es efectiva hasta que no es rechazada por el propietario, sin embargo, la mayoría de los propietarios aclaran en sus concursos que el contrato se otorgará dentro de un período estipulado en 30 días después de la fecha de apertura.

Al proporcionar las formas de las ofertas que llenarán los contratistas para presentar sus propuestas y al estipular cómo debe realizarse el trabajo, el propietario procura que todas las ofertas concursen sobre la misma base, lo cual le permite efectuar una comparación y selección equitativa para asignar el contrato.

La negligencia de llevarlo a cabo de la forma anterior, puede causar la descalificación de la propuesta presentada por sus irregularidades, con la consiguiente pérdida de tiempo y dinero en la preparación de la misma.

3.2.2 OTRAS PROPUESTAS.

Además de la propuesta básica, el propietario puede solicitar los precios de otras partidas de materiales, equipo o mano de obra. Estos precios son agregados o deducidos de la propuesta básica. Esta característica se emplea en general para asegurar que se va a otorgar el contrato con la cantidad de fondos disponibles del propietario. Sirve también, como una ayuda para que el propietario pueda seleccionar, después de haber comparado los precios dados por las empresas para las diversas alternativas. De acuerdo con esto, las cantidades proporcionadas por el contratista en las alternativas se completarán dentro de ellas mismas, e incluirán los gastos generales y la utilidad.

3.3 PROGRAMAS DE OBRA.

3.3.1 PROGRAMAS DE CONSTRUCCION.

Un programa de construcción o de obra usualmente está en forma de una gráfica de barras, en donde se muestran para una obra dada las actividades, la cantidad, la unidad, y la rapidez de construcción de cada actividad. Es conveniente incluir en el programa un espacio para reportar o indicar la cantidad real de trabajo terminado en cada actividad en una fecha dada, como por ejemplo al final de cada semana o mes. Si se indica en el programa el adelanto real, es posible determinar muy rápidamente si

la construcción está progresando de acuerdo con lo programado.

Los programas para obras en cuya construcción se requiera menos de un año pueden dividirse en semanas, mientras que los programas para obras en cuya construcción se requiera más de un año generalmente se dividirán en meses. En un programa deberán mostrarse claramente las fechas. Si el tiempo se divide en semanas, es aconsejable mostrar los fines de semana, sábados, como fecha efectiva, con una nota que especifique que se incluyen los sábados.

3.3.1.1 PROGRAMACION MEDIANTE UN DIAGRAMA DE BARRAS O DIAGRAMA DE GANTT.

Los programas de avance muestran las fechas de comienzo y terminación de los diversos elementos de un proyecto. Para la obra contratada a precio unitario, se emplea en general la fecha de la propuesta. Los contratos a suma global a precio alzado tienen la subdivisión de acuerdo con el estimado de lo que es común en la obra. Los programas pueden prepararse en forma tabular o gráfica, aunque esta última se emplea más debido a su fácil visualización.

La representación gráfica más utilizada es el diagrama de barras o diagrama de Gantt. Esta gráfica muestra las fechas del comienzo y la terminación de cada actividad del trabajo. Indica las actividades en las cuales se empalma el trabajo, las actividades que traslapan a otras y por qué tiempo, y las actividades que deben quedar terminadas antes de que se comiencen otras.

Los programas de avance deben quedar preparados al comienzo del trabajo, con el fin de coordinar el trabajo de todos los departamentos de la organización del contratista. Por ejemplo, el programa de avance es una forma conveniente para que el agente de compras se entere de las fechas en que se necesitarán los materiales. Los contratos de construcción con frecuencia requieren que el contratista proporcione un programa de avance para que sea autorizado por el propietario dentro de un tiempo especificado después que le ha sido concedido el contrato y antes que se inicie la construcción. Con frecuencia se subraya la importancia de este requisito en las disposiciones del contrato, de manera que la omisión o negligencia en presentar un programa satisfactorio puede anular la concesión del contrato y perderse la garantía de la propuesta.

Con el fin de comparar la realización del trabajo con respecto al programado, se dibuja otra barra abajo de las del programa que muestra las fechas de comienzo y terminación reales.

Este método tiene la ventaja de la simplicidad, pero no indica la tasa de avance requerida por el programa o que la ejecución real está adelantada o retrasada con respecto al mismo.

CONSTRUCCION DE LA PLAZA 4 DE OCTUBRE EN CAMPECHE
 Project: PROCOBRA

16-Mar-1992

Gantt chart

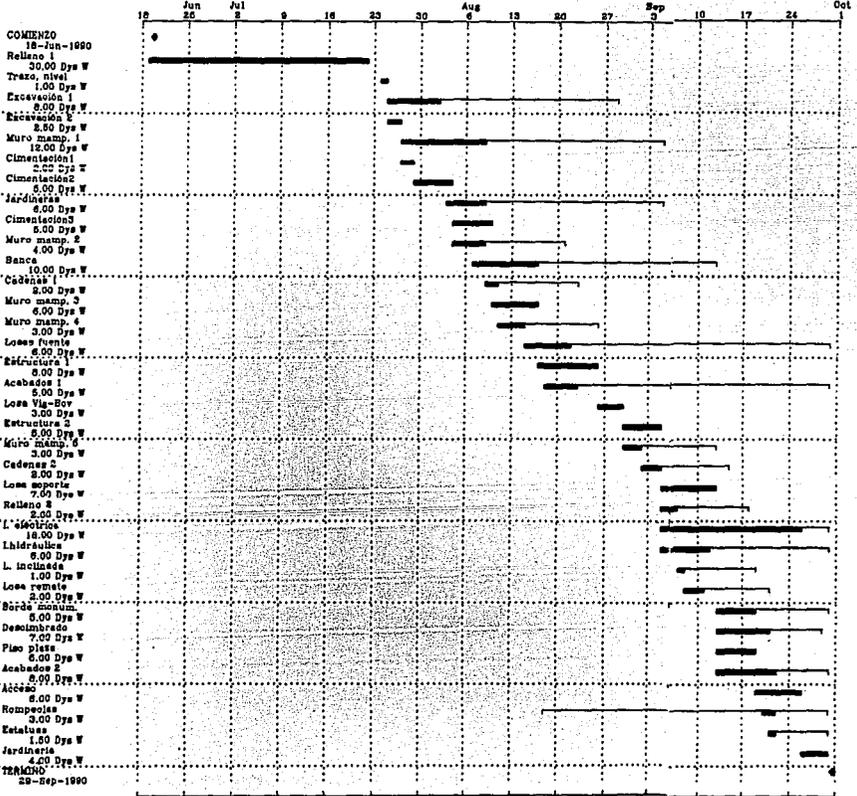


Diagrama de Gantt (Barros)

3.3.1.1 METODO DE PROGRAMACION DE LA RUTA CRITICA.

El método de la ruta crítica se desarrolló como una herramienta para administrar situaciones especiales. En algunos contratos varias dependencias federales y estatales obligan su uso. Se basa en la planeación y en un análisis del trabajo que va más allá de lo que es necesario para hacer una propuesta. Además de la división paso por paso del trabajo en sus actividades componentes y de la graficación de sus relaciones secuenciales, los planificadores deben saber cuanto tiempo llevará cada actividad, el tiempo de espera requerido en la obtención de los materiales y equipo, que tanto llevará el preparar los planos de taller y obtener su aprobación, y cuánto tiempo tomará la fabricación y entrega después de aprobados dichos planos. Los planificadores conocen las pruebas especiales requeridas y el tiempo necesario para hacerlos.

Después de dividir el proyecto en sus actividades, se listan o grafican éstas, de manera que se muestren todas las relaciones secuenciales. Las actividades se representan por flechas o por círculos, o nodos, relacionados por una secuencia de líneas. El análisis para establecer un programa práctico de tiempos se hace ya sea por métodos manuales o por medio de una computadora electrónica, subrayando las operaciones en donde los tiempos de terminación establecen la duración total del proyecto, planteando las modificaciones para determinar cuáles son las operaciones afectadas y el efecto que tienen en la duración del proyecto, establecer una secuencia adecuada de las operaciones del trabajo y determinar el status del avance del trabajo en relación con la cantidad de días de anticipo o retraso con respecto al programa.

Se dibuja un diagrama de flechas de tal manera que el inicio de la flecha representa una actividad, como la colocación del concreto, y la punta de la flecha representa la actividad inmediatamente precedente, como la colocación de las tuberías que contendrán los alambres de la electricidad. Se asigna a los nodos extremos superiores de las flechas y extremos inferiores) números que identifiquen las actividades (1-2, 2-3, etc.). Cada nodo representa la terminación de las actividades precedentes y el comienzo de las actividades siguientes. Algunas veces, se necesita incluir una flecha simulada (discontinua) para completar el circuito.

Se dibuja un diagrama de precedencia colocando al nodo que representa una actividad a la derecha del nodo que representa la actividad inmediatamente precedente. A cada nodo se le asigna un número mayor que el que tenga cualquier actividad precedente. Los nodos se conectan por medio de líneas para indicar la secuencia del trabajo. Los diagramas de precedencia son más sencillos de dibujar y analizar que un diagrama de flechas.

En cualquier tipo de diagrama, la ruta crítica es la secuencia de operaciones que requieren mayor tiempo para quedar terminados. La ruta crítica determina la duración del proyecto. Para acortar la duración del proyecto, es necesario disminuir el tiempo que se requiere en una o más actividades que se encuentran en la ruta crítica (actividades críticas). Estas actividades tienen una holgura total de cero. La holgura total es la

diferencia entre el tiempo requerido y el tiempo disponible para realizar la actividad. Equivale a la diferencia entre los tiempos optimistas y los pesimistas para iniciar o finalizar una actividad. La holgura se determina en dos pasos: un paso hacia adelante y un paso hacia atrás sobre la red.

El paso hacia atrás comienza con la fecha optimista (o programada) de comienzo de la primera actividad, erigir la estructura. En este caso, la fecha es cero. La suma de la duración de esta actividad, dos días, al tiempo optimista de comienzo conduce a la fecha optimista de terminación, 2, la cual, a su vez, es la fecha optimista de comienzo para la siguiente actividad colocar el reforzamiento. La fecha optimista de terminación se obtiene sumando su duración, un día, a la fecha optimista de inicio. El paso hacia atrás continúa con el cálculo de los tiempos optimistas de comienzo y los pesimistas para todas las actividades siguientes. En donde una actividad sigue a otras, su fecha optimista de comienzo es la mayor de las fechas optimistas de terminación de estas actividades.

El paso hacia atrás determina las fechas pesimistas de comienzo y terminación. Comienza con la última fecha de terminación de la actividad final, colocar el concreto, la cual se hace igual que la fecha optimista de terminación, 6, de esa actividad. La resta de la duración, un día, de la fecha pesimista de terminación conduce a la fecha pesimista de inicio, 5, la cual también es la fecha pesimista de terminación de las actividades precedentes, instalación mecánica e instalación eléctrica, y sus fechas pesimistas de comienzo se encuentran sustrayendo las duraciones de las fechas pesimistas de terminación. En donde haya una actividad que preceda a varias, su fecha pesimista de terminación es la más pequeña de entre las fechas pesimistas de comienzo de esas actividades. El paso hacia atrás continúa hasta que se calculan las fechas pesimistas de comienzo y de terminación de todas las actividades. Entonces, la holgura para cada actividad es la diferencia entre los tiempos optimistas y pesimistas de comienzo. Las actividades críticas (los que tienen una holgura de cero) se conectan por flechas subrayadas y por líneas dobles para indicar la ruta crítica.

El 80% del esfuerzo que se realiza al emplear el método de la ruta crítica se usa en analizar las actividades y en preparar la red, lo cual requiere conocimiento y juicio de la construcción, experiencia práctica y sentido común. De acuerdo con esto, el método descansa sobre los mismos fundamentos que los métodos comunes de programación y planeación. Debido a la complejidad constantemente incrementada de los proyectos, es necesaria una planeación cuidadosa y completa. Sin embargo, hay el peligro de sobreconsiderar los detalles hasta el punto en donde los hechos esenciales se oscurecen y los resultados son dudosos. En ocasiones, un proyecto se divide para estudiar la secuencia de construcción en tantas actividades, que es necesario emplear una computadora que controle los detalles. En algunos casos, es útil una división extensa, pero debe efectuarse con extrema precaución, porque las respuestas correctas para cada evento, basadas sobre el juicio experimentado, deben quedar disponibles antes que el problema sea alimentado a la computadora. Lo que resulte de esto no es mejor que el juicio que acerca de la construcción tengan los programadores del problema.

CONSTRUCCION DE LA PLAZA 4 DE OCTUBRE EN CAMPECHE

Task & Milestone List

15-Mar-1992

Page 1

Task name	Start date	Finish date	Earliest start	Latest start	Responsible	Description
COMIENZO	18-Jun-1990	18-Jun-1990	18-Jun-1990	18-Jun-1990	BICSA	COMIENZO DE LA OBRA (PLAZA 4 DE OCTUBRE).
Relleno 1	18-Jun-1990	21-Jul-1990	18-Jun-1990	18-Jun-1990	SEDUCOP	Acarreo, tendido y compactación de material de relleno.
Trazo, nivel	23-Jul-1990	23-Jul-1990	23-Jul-1990	23-Jul-1990	BICSA	Trazo de ejes y nivelación estableciendo referencias.
Excavación 1	24-Jul-1990	1-Aug-1990	24-Jul-1990	18-Aug-1990	BICSA	Excavación a mano en cepas de material tipo "B" compactado.
Muro mamp. 1	26-Jul-1990	8-Aug-1990	26-Jul-1990	21-Aug-1990	BICSA	Muro de contención a base de mampostería de piedra braza.
Jardíneras	2-Aug-1990	8-Aug-1990	2-Aug-1990	28-Aug-1990	BICSA	Construcción de jardíneras sobre muro de contención.
Banca	6-Aug-1990	16-Aug-1990	6-Aug-1990	31-Aug-1990	BICSA	Hechura de banca colocada entre jardíneras.
Acabados 1	17-Aug-1990	22-Aug-1990	17-Aug-1990	25-Sep-1990	BICSA	Acabados de bancas y jardíneras en perímetro de plaza.
Excavación 2	24-Jul-1990	26-Jul-1990	24-Jul-1990	24-Jul-1990	SEDUCOP	Excavación con retroexcavadora para cimentación de estructura.
Cimentación1	26-Jul-1990	28-Jul-1990	26-Jul-1990	26-Jul-1990	SEDUCOP	Colocación de cama de rocas con retroexcavadora.
Cimentación2	28-Jul-1990	3-Aug-1990	28-Jul-1990	28-Jul-1990	BICSA	Concreto ciclópeo.
Cimentación3	3-Aug-1990	9-Aug-1990	3-Aug-1990	3-Aug-1990	BICSA	Araudo, ciabrado y colado de losa y contralibres de cimentación.
Muro mamp. 2	3-Aug-1990	8-Aug-1990	3-Aug-1990	15-Aug-1990	BICSA	Muro de mampostería para cimentación de monumento, bajo nivel de piso.
Borde monu.	12-Sep-1990	18-Sep-1990	12-Sep-1990	25-Sep-1990	BICSA	Forjado de bordes de fuente y jardíneras en monumento.
Estructura 1	16-Aug-1990	25-Aug-1990	16-Aug-1990	16-Aug-1990	BICSA	Araudo, ciabrado, colado y descibrado de columnas y trabes.
Muro mamp. 3	9-Aug-1990	16-Aug-1990	9-Aug-1990	9-Aug-1990	BICSA	Muro de mampostería de piedra braza en cisterna.

Lista de actividades y duraciones

CONSTRUCCION DE LA PLAZA 4 DE OCTUBRE EN CAMPECHE

Task & Milestone List		15-Mar-1992					Page 2
Task name	Start date	Finish date	Earliest start	Latest start	Responsible	Description	
Cadenas 1	8-Aug-1990	10-Aug-1990	8-Aug-1990	20-Aug-1990	BICSA	Araudo, cimbrado y colado de cadenas a nivel de piso.	
Muro mamp. 4	10-Aug-1990	14-Aug-1990	10-Aug-1990	22-Aug-1990	BICSA	Muro de mampostería sobre nivel de plaza.	
Losas fuente	14-Aug-1990	21-Aug-1990	14-Aug-1990	24-Sep-1990	BICSA	Elaboración de losas de fuente.	
Losa Vig-Bov	25-Aug-1990	29-Aug-1990	25-Aug-1990	25-Aug-1990	BICSA	Elaboración de cadenas y losa de vigueta y boredilla.	
Estructura 2	25-Aug-1990	4-Sep-1990	29-Aug-1990	29-Aug-1990	BICSA	Araudo, cimbrado y colado de columnas nivel superior.	
Losa soporte	4-Sep-1990	12-Sep-1990	4-Sep-1990	4-Sep-1990	BICSA	Cimbrado, armado y colado de losa de soporte.	
Descimbrado	12-Sep-1990	20-Sep-1990	12-Sep-1990	20-Sep-1990	BICSA	Descimbrado de losa de soporte.	
Piso plaza	12-Sep-1990	18-Sep-1990	12-Sep-1990	12-Sep-1990	BICSA	Elaboración de losa en piso de plaza.	
Acceso	18-Sep-1990	25-Sep-1990	18-Sep-1990	18-Sep-1990	BICSA	Construcción de acceso a plaza.	
Estatuas	20-Sep-1990	21-Sep-1990	20-Sep-1990	20-Sep-1990	BICSA	Colocación de estatuas con grúa.	
Muro mamp. 5	29-Aug-1990	1-Sep-1990	29-Aug-1990	10-Sep-1990	BICSA	Muro de mampostería sobre vigueta y boredilla para monumento.	
Cadenas 2	1-Sep-1990	4-Sep-1990	1-Sep-1990	13-Sep-1990	BICSA	Cimbrado, armado y colado de cadenas de enrase.	
Relleno 2	4-Sep-1990	6-Sep-1990	4-Sep-1990	15-Sep-1990	SEUUCOP	Relleno con cargador frontal y compactación con pisón.	
L. inclinada	6-Sep-1990	7-Sep-1990	6-Sep-1990	18-Sep-1990	BICSA	Cimbrado, armado y colado de losas inclinadas.	
Losa remate	7-Sep-1990	10-Sep-1990	7-Sep-1990	19-Sep-1990	BICSA	Losas de remate en monumento.	
Acabados 2	12-Sep-1990	21-Sep-1990	12-Sep-1990	21-Sep-1990	BICSA	Acabados y pintura de monumento.	
Compuelas	18-Sep-1990	21-Sep-1990	17-Aug-1990	27-Sep-1990	SEUUCOP	Construcción de rompeolas.	
I. eléctrica	4-Sep-1990	25-Sep-1990	4-Sep-1990	10-Sep-1990	BICSA	Instalación eléctrica.	
I. hidráulica	4-Sep-1990	11-Sep-1990	4-Sep-1990	24-Sep-1990	BICSA	Instalación hidráulica y sanitaria.	

Lista de actividades y duraciones

CONSTRUCCION DE LA PLAZA 4 DE OCTUBRE EN CAMPECHE

15-Mar-1992

Page 3

Task & Milestone List

<u>Task name</u>	<u>Start date</u>	<u>Finish date</u>	<u>Earliest start</u>	<u>Latest start</u>	<u>Responsible</u>	<u>Description</u>
Jardineria	25-Sep-1990	29-Sep-1990	25-Sep-1990	26-Sep-1990	BICSA	Jardineria.
TEMINO	29-Sep-1990	29-Sep-1990	29-Sep-1990	29-Sep-1990	BICSA	TERMINO DE LA OBRA.

Lista de actividades y duraciones

CONSTRUCCION DE LA PLAZA 4 DE OCTUBRE DE CAMPECHE
 Proyecto: PROGRESA

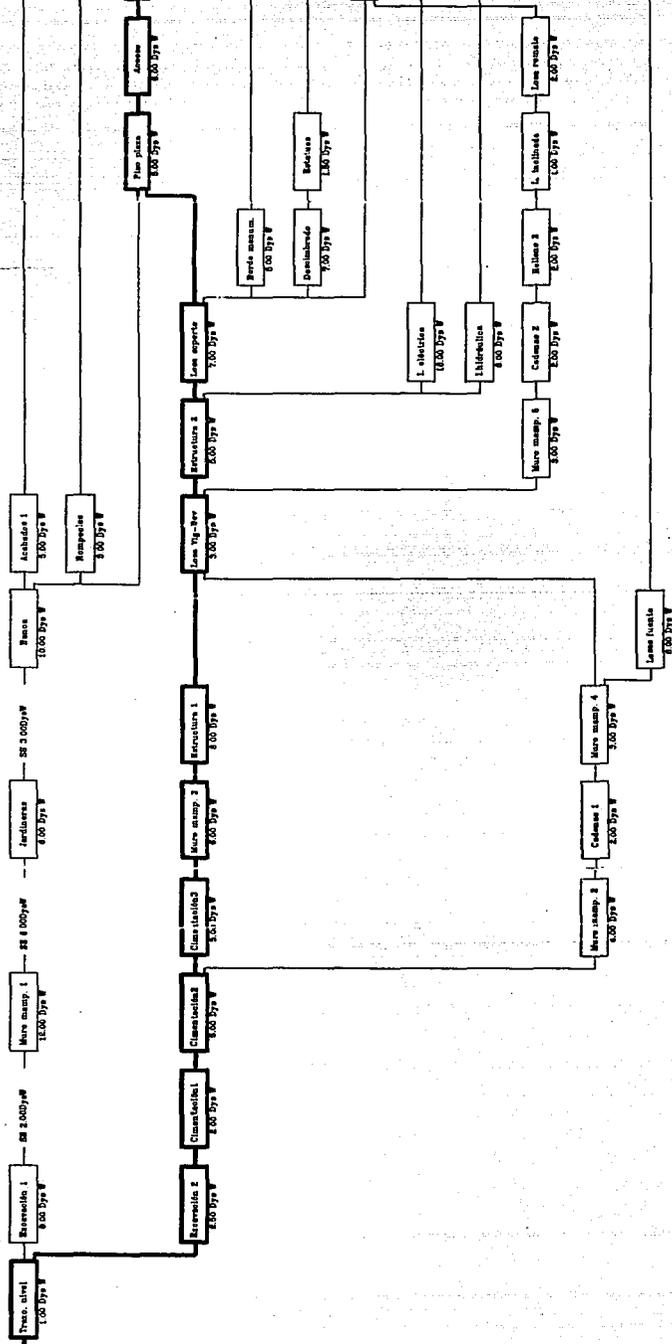


Diagrama de Red (Reda crítica)

3.3.1.4 PREPARACION DE UN PROGRAMA DE OBRA.

Antes de preparar un programa de obra deberá dividirse el proyecto en sus respectivas actividades. Deberá determinarse la cantidad de trabajo que tenga que llevarse a cabo, y deberá estimarse para cada actividad su rapidez. Debe descontarse una cantidad de tiempo apropiada debido a lluvias y mal tiempo. Al estimar la rapidez con que deba llevarse a cabo el trabajo deberá tomarse en consideración la economía de la construcción. Debe seleccionarse el número de obreros y las unidades de equipo que resulten en la construcción más económica consistentes con la actividad en particular y con toda la obra en general. Una vez que se haya completado el programa, se deba estudiar cuidadosamente para ver si es conveniente hacer cambios. Puede ser posible que se retrase el comienzo de una actividad para que puedan transferirse el equipo y los obreros de otra actividad, reduciendo así el número total de obreros y las unidades de equipo requeridos para completar la obra. Tal vez el retardar la fecha de principio de una actividad pueda permitir la utilización de una unidad de equipo que se encuentre trabajando en otra obra, eliminando así la necesidad de comprar o rentar maquinaria adicional.

Pedido de materiales. El programa de construcción puede utilizarse como una guía para la especificación de las fechas de entrega de materiales a la obra. Los materiales deberán ser entregados en la obra con suficiente anticipación a su empleo para asegurar que no habrá demoras. Sin embargo, no es aconsejable tener los materiales en la obra con demasiada anticipación a su tiempo de empleo, ya que se pueden deteriorar, pueden dañarse o perderse, o pueden congestionar las áreas de trabajo.

3.3.2 PROGRAMA DE OBREROS.

El número de trabajadores necesario durante la construcción de la obra puede determinarse estimando el número que se requiere para cada actividad.

Si los obreros están consolidados, por clasificación, para toda la obra, será posible determinar el número estimado de obreros para cada clasificación para cualquier período de tiempo durante la construcción de la obra.

3.3.3 FINANCIAMIENTO DE LA OBRA.

Puede emplearse un programa de construcción para estimar la cantidad de dinero que se debe proporcionar al contratista durante la construcción de la obra. La mayoría de los contratos especifican que el dueño deberá pagarle al contratista un porcentaje estipulado del trabajo terminado cada mes. El pago del trabajo terminado en un mes usualmente se hace alrededor del día 10 del mes siguiente. Un análisis del programa

de construcción indicará los probables gastos y recibos totales en cualquier fecha deseada. El exceso de los gastos sobre los recibos indica la cantidad de financiamiento que deberá proporcionar el contratista a partir de fuentes diversas que no sean el dueño.

Los gastos están basados en los pagos de fin de semana de los costos incurridos. Esta suposición no es enteramente correcta, ya que en algunos casos se pagarán los costos en el momento de la compra, mientras que otros costos se pagarán hasta fin de mes.

Se desarrolla una gráfica en la cual se muestra que el pago al contratista por el trabajo terminado en cualquier mes dado se recibe el día diez del mes siguiente.

La diferencia entre la cantidad de dinero gastado y la cantidad recibida en cualquier momento durante el período de construcción está indicada por la distancia vertical existente entre las dos gráficas para ese momento.

3.3.4 DISTRIBUCION DE LA OBRA.

Una de las primeras obligaciones de un superintendente al asumir la responsabilidad del comienzo de una obra es preparar una distribución de la obra para el proyecto. En esta distribución se dibuja a escala el área disponible para oficinas, bodegas, almacenamiento de materiales, equipo y escombros, y para la construcción de cimbras y recortado y doblado del fierro de refuerzo. Al preparar la distribución de la obra el superintendente deberá de ingeniarse para acomodar todas las áreas de manera que se reduzca el tiempo que se consume en el acarreo de materiales de las áreas de almacenamiento a la obra misma. En donde sea posible se deben almacenar juntos los materiales de empleos semejantes. La bodega general y la oficina deben estar localizadas cerca de la entrada principal de manera que las personas que visiten la obra con fines de negocios no tengan que andar alrededor de las áreas de construcción para llegar a la oficina. Esto deberá reducir el peligro de accidentes para los visitantes y la confusión que frecuentemente está asociada con la presencia de extraños en una obra. Si la bodega general está cerca de la entrada, facilitará la entrega de los materiales que se vayan a almacenar en la bodega y permite también una buena supervisión de los materiales que se sacan de la bodega. Sin embargo, si se necesita una bodega para almacenar materiales pesados, tales como máquinas que serán incorporadas a la obra, puede ser aconsejable el empleo de bodegas adicionales, más cerca de la obra.

Para almacenar materiales pesados, tales como máquinas que serán incorporadas a la obra, puede ser aconsejable considerar la posibilidad de usar bodegas adicionales más cercanas a la obra.

3.3.5 CONTROL DE LA OBRA DURANTE LA CONSTRUCCION.

Con intervalos de tiempo especificados, diarios, semanales o mensualmente, el superintendente de la obra debe presentar reportes en donde se muestre el adelanto actual de cada actividad durante el intervalo de tiempo especificado o a través de la fecha efectiva del reporte. Este procedimiento permite un buen control del adelanto de la obra. Si el avance de una ó más actividades o de toda la obra está atrasado con respecto al programa, se sabrá esto con la suficiente anticipación para tomar medidas correctivas. Si se encuentra que el avance de una actividad está desequilibrado con el avance de una actividad relacionada, será posible balancear las actividades antes de que resulten perjuicios graves. Si no se está razonablemente seguro de que pueda incrementarse notablemente la velocidad de adelanto, será necesario traer mayor cantidad de equipo o comenzar a trabajar con un programa de tiempo extra si se quiere cumplir con la fecha de terminación estimada.

Es mejor adoptar medidas correctivas durante la primera etapa del período de construcción en vez de esperar hasta que ya no haya el tiempo suficiente para obviar las dificultades. El tener que corregir serias demoras de tiempo a corto plazo puede resultar muy caro.

3.3.6 SUPERVISION DE LA OBRA.

La extensión y el tipo de supervisión que se requieren durante la construcción varían considerablemente con el proyecto. Para un pequeño y compacto proyecto la supervisión puede ser relativamente simple, mientras que para un proyecto grande, que se extienda por sobre un área considerable, tal como una presa o una tubería principal existirán muchos problemas de supervisión. Las relaciones entre todo el personal desde la compañía contratista y pasando por el superintendente, sobrestantes, y cuadrillas de trabajadores deberán ser comprendidas perfectamente. En una obra en donde están trabajando juntos muchos obreros hay muchas oportunidades para que se desarrollen malentendidos y antipatías. Pueden surgir discusiones sobre jurisdicción relativas a la responsabilidad y a la autoridad de los diferentes empleados. El sobrestante o maestro de obra debe reconocer estos problemas cuando todavía sean incipientes y debe tomar las medidas necesarias para corregirlos. Si los problemas surgen entre los sobrestantes, el superintendente o residente deberá estar preparado para corregirlos antes de que lleguen a tener carácter de seriedad. Una costumbre que se ha demostrado ser benéfica es la de tener reuniones en forma periódica con el personal para promover la armonía y la comprensión entre el personal clave permitiéndole a cada uno entender mejor los problemas de los demás.

Se debe realizar un organigrama en donde se muestran los puestos, las funciones y las relaciones entre los departamentos principales de la cuadrilla de construcción. Este organigrama cambia con cada proyecto en particular.

3.3.7 CONTROL DE COSTOS DE LA OBRA.

Muy pocos negocios pueden sobrevivir sin un conocimiento de los costos y sin un control inteligente de los mismos. Esto es particularmente cierto en la industria de la construcción. Un contratista puede ser un excelente constructor, pero a no ser de que conozca sus costos de construcción, nunca podrá sobrevivir a la competencia de la industria. Si un fabricante se da cuenta que ha perdido dinero con ciertos productos, podrá incrementar los precios lo suficiente para asegurar una utilidad. Sin embargo, un contratista que descubra después de haber terminado un proyecto que ha perdido dinero podrá no tener oportunidad de alzar el precio de la siguiente obra, especialmente si sus pérdidas fueron tan grandes que no pueda financiar el siguiente proyecto. Podrá perder dinero debido a una o varias razones, tales como:

- 1.- Presupuesto bajo.
- 2.- Conocimiento insuficiente de las condiciones de la obra.
- 3.- Aumento de los costos de los materiales y/o mano de obra.
- 4.- Condiciones adversas del clima.
- 5.- Mala selección de los equipos de construcción.
- 6.- Organización, administración y supervisión ineficientes.

Mientras que puede no ser posible corregir las primeras cuatro dificultades después de haber comenzado la obra puede haber alguna oportunidad para mejorar el punto 5, y un hombre de negocios alerta ciertamente deberá corregir el punto 6, o mejor aún no deberá dejar que ocurra. La ingeniería de los costos o el control de los costos ayudará a la corrección de las pérdidas resultantes de una administración o de una supervisión ineficientes. El control de costo es más que el simple mantenimiento de libros. El mantenimiento de libros le permitirá al contratista analizar inteligentemente el comportamiento de la mano de obra y del equipo. Si los costos son más altos que los estimados, puede suceder una de dos cosas: Que la estimación haya sido demasiado baja, o que los costos sean demasiado altos. Si se encuentra que esta última condición prevalece, podrá corregirse mientras esté en operación la otra, proporcionando así una utilidad en vez de una pérdida.

Antes de comenzar la construcción de una obra el contratista debe formar una clasificación de las cuentas de la construcción en la que se le asignen números específicos a cada actividad de construcción. Los números que se utilizaron para hacer la estimación del costo del proyecto deberán ser utilizados al preparar la clasificación de las cuentas de la construcción. Este procedimiento facilita la comparación de los costos con las estimaciones originales. Al formar los artículos para los cuales se van a estimar y reportar los costos durante las construcciones es bueno tomar en cuenta la

deseabilidad de dividir una operación en subartículos. Por ejemplo, el costo del concreto de una estructura podría subdividirse en los costos de producción del agregado, acarreo del agregado, revoltura y colado del concreto y terminado y curado del concreto. Si una estructura de concreto incluye diferentes tamaños y formas cuyos costos varíen considerablemente, puede ser aconsejable subdividir el proyecto en subartículos para los fines del costo.

Las cuentas de costos deben tener la provisión para mostrar los costos de los materiales, de la mano de obra, y de la maquinaria separadamente para cada actividad si es que van a servir el fin para el cual se emplean. Algunos contratistas siguen la costumbre de agrupar el costo de todo el equipo en un solo artículo. Esta costumbre no es buena, ya que no permite la determinación del verdadero costo total de una actividad dada en la cual se utiliza algún equipo. Esto es especialmente cierto en la construcción ingenieril en donde el costo de los equipos puede representar una porción principal del costo total. Si el costo del equipo incluye alquiler o depreciación, mantenimiento y reparaciones, combustible, refacciones, etc., un registro del tiempo que se utiliza el equipo en cada actividad permitirá que se prorratee correctamente el costo total entre las diferentes actividades. No es correcto cargarle a una actividad el costo de las reparaciones mayores porque el equipo estuviera asignado a esa actividad cuando se hicieron dichas reparaciones.

Los métodos para llevar las cuentas de los costos deben ser prácticos, simples, y comprensibles. No son producto final, sino un medio para administrar la obra. Si la gente que tenga que usar esta información la entiende, entonces la usará. Si la información es demasiado complicada, será despreciada o utilizada en forma incorrecta.

capítulo

4

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Para comenzar a describir el proceso constructivo empleado en este proyecto, es preciso dividir la obra en etapas constructivas, las cuales agrupan las actividades principales. Dichas etapas son las siguientes:

- RELLENOS Y COMPACTACIONES.
- TRABAJOS PRELIMINARES.
- CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA.
- ESTRUCTURA.
- PLAZA.
- ROMPEOLAS.
- INSTALACION ELECTRICA.
- INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

- HERRERIA.
- JARDINERIA.

A continuación se describirá cada una de estas etapas así como las subdivisiones en que se fragmenta cada una de ellas.

4.1 RELLENOS Y COMPACTACIONES.

4.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

4.1.1.1 COLOCACION Y COMPACTACION DE TERRENOS.

Los mejores materiales para hacer rellenos en el lugar de la construcción son las arenas y gravas bien graduadas, que posiblemente contengan una pequeña proporción de finos arcillosos. Desafortunadamente, las condiciones económicas dictan usualmente el uso de materiales de menor calidad que puedan estar cerca de la obra. La mayor parte de los suelos inorgánicos son aceptables, con excepción de las arcillas plásticas muy expansivas y arcillas con humedad natural muy superior a la óptima de la prueba Proctor Estándar, en localidades en que las condiciones climáticas impiden el secado por manipulación y exposición al aire. Los limos sin cohesión y las arenas uniformes muy finas son también inadecuados, porque son difíciles de compactar. Las técnicas modernas para colocación de terraplenes sugieren construirlos en capas, usualmente no más gruesas de 30 cm, después de compactadas y con el empleo del equipo de compactación adecuado para el tipo de suelo. La humedad de colocación debe tener un valor cercano al óptimo correspondiente al tipo de suelo. La humedad de colocación debe tener un valor cercano al óptimo correspondiente al tipo de suelo y procedimiento de compactación que se esté usando.

Cuando resulte práctico, el tendido y compactación del terraplén deben hacerse cuando el área se encuentre libre de obstáculos como zapatas de cimentación, instalaciones y otras construcciones. El relleno se distribuye normalmente en camellones, que se extienden con bulldozers o motoconformadoras, y se compactan con equipos tirados por tractores. Los compactadores neumáticos que aplican 20 tons. ó más a un grupo de cuatro ruedas en fila, con una presión en las llantas del orden de 4 kg/cm², usualmente logran la compactación después de 6 pasadas en la mayoría de los materiales granulares ligeramente cohesivos a la humedad óptima o cerca de ella. Los rodillos pata de cabra son más efectivos para suelos limosos o arcillosos; son tambores de acero, de más de 1m de longitud, y con diámetros del orden de 1m, a los que se fijan salientes o patas, que sobresalen unos 25 cm, de la superficie del tambor

y que tienen una área de apoyo usualmente comprendida entre 25 y 50 cm². Muchas veces, los tambores se lastran para que pesen unas 2 tons. y los vástagos apliquen presiones en el orden de 8 kg/cm², aproximadamente. Generalmente, son necesarias de seis a ocho pasadas para obtener la compactación requerida. Para las arenas y gravas desprovistas de cohesión son preferibles los rodillos vibratorios. Son tambores de acero que aplican un peso de 3 a 5 tons aproximadamente.

4.1.1.2 CONTROL DE LA COMPACTACION.

La construcción de un relleno compactado requiere un cuidadoso control y para lograrlo, comúnmente se sigue uno de dos procedimientos; las circunstancias indican cual de los dos deberá emplearse en cada obra particular.

Si los materiales que van a usarse para el relleno han sido escogidos y estudiados por el ingeniero, y en la localidad existe un amplia experiencia en su compactación, con el equipo que puede conseguirse generalmente en la región, se puede preferir especificar los detalles del procedimiento de compactación, como la humedad, espesor de las capas, tipo de equipo y número de pasadas. Entonces, el control consiste principalmente en hacer que se cumpla con el procedimiento y en asegurarse de que el terraplén adquiera las propiedades previstas en el proyecto. Si el supervisor indica que se debe hacer algún cambio, como cuando se necesitan pasadas adicionales, da la orden y se paga al contratista correspondientemente. En este procedimiento, se reconoce que la uniformidad de la aplicación de un procedimiento de construcción apropiado es quizá la mejor garantía del funcionamiento satisfactorio de un relleno. El método se adapta mejor a las obras grandes, en las que se han efectuado intensas investigaciones preliminares; en realidad, este es el procedimiento adoptado por organizaciones como el Cuerpo de Ingenieros de E.E.U.U. en las grandes presas y aeropuertos que construye.

En muchas obras pequeñas no se conoce el banco del que se va a extraer el relleno, ni el tipo de equipo de compactación que se usará, antes de efectuar el contrato. Bajo estas condiciones, se especifican generalmente condiciones para la aceptabilidad del material de relleno y exige se coloque dentro de un intervalo de humedad cercano al óptimo y se obtenga un grado de compactación mínimo. También especifica las normas de compactación aplicables; para la mayor parte de los edificios se designa la prueba Proctor Estándar. El procedimiento de control en el campo consiste en determinar la curva humedad-peso volumétrico seco correspondiente a la prueba Proctor Estándar para cada tipo de material de relleno, y en ejecutar pruebas de control en el campo, para determinar si la humedad de compactación estaba dentro del intervalo especificado y si se obtuvo el peso volumétrico seco señalado. Los detalles del procedimiento de compactación se dejan al contratista. El procedimiento tiene dos inconvenientes principales: cuando los suelos son variables, pueden llegar a necesitarse muchas pruebas para identificar a los materiales en que se han hecho las pruebas de campo, con aquellos en que se han obtenido las curvas de humedad-peso volumétrico seco,

y tendrá que eliminarse mucho relleno ya hecho, si las pruebas de comprobación descubren defectos en suelos ya cubiertos con más relleno.

El uso de la prueba Proctor Estándar para el control de la compactación de rellenos para edificios, es más adecuado que otras normas más rigurosas, como la prueba modificada de la AASHO, porque el equipo de compactación usado para rellenos que sustentarán edificios es generalmente mucho más ligero que el adoptado para las carreteras, presas de tierra o aeropistas. En la mayor parte de las obras, la humedad para compactación debe estar comprendida (Wópt. \pm 2%) para suelos ML, (Wópt. \pm 3%) para suelos CL y MH, y (Wópt. \pm 5%) para suelos CH de potencial moderado o bajo de expansividad. Para estos suelos cohesivos, un peso volumétrico seco correspondiente al 95 por ciento del Proctor Estándar es usualmente suficiente. En los suelos que no tienen cohesión, algunas veces se especifica una Compacidad Relativa mínima, en lugar de un porcentaje mínimo del peso volumétrico seco Proctor Estándar. Sin embargo, como la determinación exacta de la Compacidad Relativa es difícil en las condiciones del campo, pueden ser preferibles los métodos indirectos, como las pruebas de carga estándar, las pruebas de penetración estándar, o las pruebas con el cono holandés. Deberá obtenerse una Compacidad Relativa correspondiente a un valor N de cuando menos 30.

Deben evitarse las arcillas de elevado potencial expansivo como relleno bajo cimentaciones o pisos de apoyo directo en dicho relleno. Las condiciones a largo plazo de equilibrio de humedad en el relleno situado debajo de la estructura, rara vez corresponden a las que existían cuando se hizo la construcción y son muy difíciles de predecir. Si el suelo se seca, es posible que se contraiga en forma desigual, y algunas porciones de los pisos o algunas zapatas pierdan su capacidad de carga, produciéndose entonces asentamientos irregulares. Si la humedad aumenta, la estructura, y especialmente el piso, pueden hincharse irregularmente y agrietarse y se producirán grandes empujes en los muros de la cimentación. Si no existe alguna alternativa práctica para no usar arcilla expansiva para relleno, es preferible tender y compactar el material algo más húmedo que con la humedad óptima, porque los efectos de la expansión son usualmente más perjudiciales que los de la contracción. Si la humedad en relleno puede aumentar y disminuir alternativamente, pueden pronosticarse daños importantes.

Las arcillas expansivas pueden, en muchos casos, transformarse permanentemente en suelos de mucho menor plasticidad y potencial expansivo, mezclándolas con una pequeña proporción cal hidratada, $Ca(OH)_2$. Este tratamiento debe aplicarse solamente después que se hayan hecho las investigaciones adecuadas para determinar la cantidad de cal necesaria y el grado de beneficio que puede esperarse.

La adición de cal puede resultar también útil para el manejo de limos y arcillas que tengan humedades en el campo mayores a las óptimas de compactación. El efecto principal de la cal consiste en reducir por hidratación el agua libre en el suelo; también reduce la plasticidad. Probablemente el suelo compactado aumente de resistencia y firmeza con el tiempo. Con frecuencia se usa el cemento portland para el mismo objeto;

generalmente es menos eficaz para reducir el agua libre, pero puede suceder que con él el terreno adquiera más resistencia a largo plazo. Puede resultar más económico hacer una mezcla previa con cal seguida de la adición de cemento, cuando se requiera una resistencia importante.

4.1.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL RELLENO.

Se construyó empleando los procedimientos comunes para formar terraplenes. Este proceso se divide en tres actividades fundamentales:

4.1.2.1 ACARREO DE MATERIAL DE RELLENO.

Esta actividad contempla el acarreo de los materiales del banco al sitio de la obra. Este traslado fue realizado con camiones de volteo, estando el banco de material a 5 km de la obra.

Los materiales de relleno ocupados fueron en su mayor parte tepetate, arcillas y en algunos casos cascajo, lo cual ocasionó problemas menores durante la compactación así como el tendido del mismo a lo largo de toda el área a rellenar. Los materiales empleados cuentan con poca resistencia, pero de cualquier manera la cimentación no va apoyada directamente sobre el relleno, sino que se apoya hasta la parte resistente del suelo, por lo cual la baja resistencia del material no afecta a la estructura ya que el relleno no soporta cargas de consideración, por lo cual resulta poco probable que se presenten asentamientos considerables.

En lo referente a la cuantificación del material empleado, como ya se dijo anteriormente, esta etapa constructiva fue ejecutada por la Secretaría de Desarrollo Urbano, Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Campeche la cual no proporcionó dicha información. De igual manera lo referente a la maquinaria pesada empleada fue controlada por la misma dependencia por lo que no se cuenta con información muy detallada.

4.1.2.2 TENDIDO DEL MATERIAL.

Esta actividad consistió simplemente en ir acomodando el material, es decir, extenderlo para ir dándole forma al terraplén. Para ello se empleó una motoconformadora la cual con su cuchilla va nivelando el terreno, además se colocó el material por capas de 30 cm aproximadamente para después ser compactado.

La importancia de esta actividad radica en que es de esta forma como se nivela el terraplén y se va haciendo crecer conforme se va depositando el material.

4.1.2.3 COMPACTACION.

El grado de compactación especificado es generalmente más alto para las capas superiores del terraplén que para las capas inferiores. Un requerimiento de compactación de 95% significa que el material, ya compactado, debe tener una densidad de 95% de la densidad máxima del terreno que se obtiene cuando el material se le ha llevado al contenido óptimo de humedad. La densidad máxima para el material de relleno particular puede encontrarse por las pruebas de laboratorio. Se deben hacer frecuentes pruebas del terreno en la medida que prosigue la compactación, para obtener la compactación mínima especificada.

Cuando sea necesario se debe humedecer con equipo de riego. El contenido de agua del material de relleno es menos crítico en rellenos granulares que en rellenos con materiales finos como limos y arcillas. Tales rellenos pueden rechazarse cuando el contenido de agua no puede llevarse hasta el valor óptimo especificado a causa de factores no sujetos a control, como el clima húmedo.

La compactación se efectuó en capas de 30 cm. El equipo empleado fue una compactadora portátil y en general se dieron 6 pasadas en cada capa. No se realizaron pruebas de laboratorio por lo cual no se conoce el grado de compactación que alcanzó el terreno.

Esta actividad es de mucha importancia ya que es requerible que el relleno este bien compactado para que no haya problemas de asentamientos, aunque el relleno no soporta cargas considerables el muro que contendrá el relleno de la plaza y la cimentación de algunos elementos arquitectónicos si van asentados en el relleno.

4.1.2.4 TERMINACION DEL RELLENO.

Es importante señalar que el relleno no se termina al comenzar la edificación, el relleno se sigue realizando conforme avanza la obra, ya que la losa de piso de la plaza va a 0.60m del relleno de la parte que rodea toda la plaza. Por lo tanto primero se debe concluir el muro de contención que alojará toda el área de la plaza y después se continúa el relleno y la compactación en el interior de la misma siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

4.2 PRELIMINARES.

Una vez que el terraplén ha alcanzado el nivel necesario para comenzar el desplante de la estructura y muros de contención, se puede comenzar a trabajar en el área. En esta etapa se consideraron las siguientes actividades:

- Trazo de ejes.
- Obtención de niveles de referencia.
- Excavaciones para muro de contención, cimentación de estructura y cimentación elementos de monumento.

Como el terreno donde se desarrolla la obra es un terreno colocado y preparado para esta obra en particular, la superficie se encuentra lista para comenzar los trabajos, es decir, no es necesario limpiar la zona de trabajo ni eliminar la capa vegetal que en la mayoría de los casos es necesario efectuar antes de iniciar las actividades.

4.2.1 TRAZO DE EJES.

Después de estudiar perfectamente los planos y especificaciones del proyecto, se procede a trazar ejes de referencia. Durante esta actividad, es muy importante tener una supervisión adecuada ya que de ésta depende la correcta ubicación de cada una de los elementos que forman parte del proyecto. Un descuido puede generar problemas, como lo podría ser que se aumente la cantidad de obra sin ser debidamente remunerada y por consiguiente originar pérdidas.

Se tomó como punto de referencia, la Av. Pedro Sainz de Baranda, la cual es una continuación del malecón, de manera que la plaza queda perpendicular a dicha avenida en su eje de simetría.

Otro punto de referencia se tomó donde termina el camellón de la avenida que viene de la Iglesia de San Francisco y que se encuentra a 110° con respecto al eje de la avenida Pedro Sainz de Baranda. A partir de este punto se obtuvo una perpendicular a la avenida Pedro Sainz de Baranda, la cual representa el eje principal de la plaza (de simetría) y que divide la plaza en dos partes exactamente iguales.

Ya con los ejes principales trazados, se ubican las zanjas y cajones de excavación y se trazan tomando siempre como referencia los ejes principales y las especificaciones indicadas en los planos y documentos oficiales.

4.2.2 OBTENCION DE NIVELES DE REFERENCIA.

De igual manera que en el trazo es muy importante verificar todos los niveles obtenidos ya que pequeñas fallas pueden provocar problemas constructivos difícilmente corregibles.

El nivel 0+0.000 considerado fue el nivel del centro de la carpeta asfáltica de la avenida Pedro Sainz de Baranda. Esta nivel se paso al terreno considerándose este como nivel de piso de plaza terminado. A partir de este nivel se obtienen todos los demás como lo son: el nivel de desplante de la cimentación , la profundidad de excavación para zanjas que alojan mampostería y muros de contención y el nivel del corredor en el acceso a plaza.

4.2.3 EXCAVACIONES PARA EL MURO DE CONTENCION, CIMENTACION DEL MONUMENTO Y DE LA ESTRUCTURA.

4.2.3.1 EXCAVACION PARA EL MURO DE CONTENCION Y CIMENTACION DEL MONUMENTO.

Estas excavaciones fueron realizadas a pico y pala en material tipo "B" compactado, formando cepas para alojar muros de mampostería, los cuales tienen las funciones de contención en el caso del muro perimetral y de cimentación para el caso de los bordes del monumento, los cuales llevan una losa inclinada.

4.2.3.2 EXCAVACION PARA LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA.

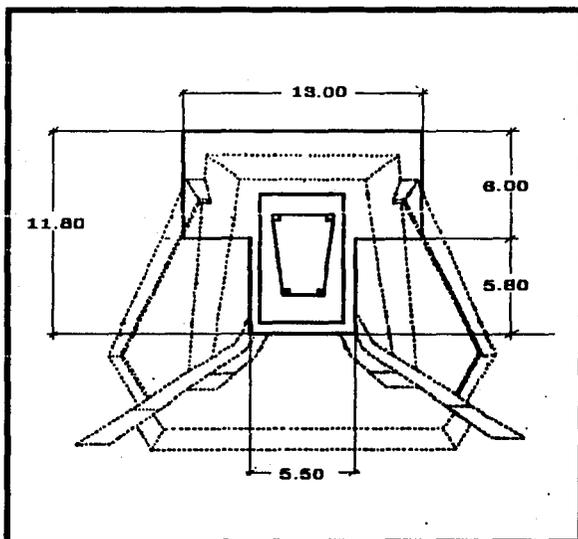
Se excavaron 2 cajones. Un cajón de 14.00m x 7.00m donde habrá de desplantarse un muro de mampostería de grandes dimensiones. El otro de 7.00m x 6.00m para alojar la cimentación de la estructura de soporte. La profundidad aproximada de ambas excavaciones fue de 4.35m a partir del nivel de plaza 0+0.000.

Para esta actividad se utilizó una retroexcavadora con lo cual el tiempo empleado se redujo notablemente y de este modo resultó más fácil abatir el nivel freático ya que a dos metros de profundidad empezó a brotar el agua, la cual fue extraída con la misma retroexcavadora.

4.3 CIMENTACION DEL MURO DE MAMPOSTERIA Y DE LA ESTRUCTURA.

4.3.1 COLOCACION DE LA CAMA DE ROCAS Y DEL CONCRETO CICLOPEO.

Una vez terminada la excavación, que fue el momento en que se llegó al suelo rocoso extrayendo incluso una capa fangosa de 0.70m en promedio, se procedió a abatir el nivel del agua. Al estar el terreno dentro del mar, casi inmediatamente aparece el agua al realizar la excavación, por lo que inmediatamente después de terminarla se extrajo el agua hasta lograr que el agua tuviera un nivel de 1.00m. Obtenido dicho nivel, se colocaron rocas de entre 1.5 y 2.00m de diámetro. Estos boleos fueron colocados con la retroexcavadora. Una vez acomodadas las rocas, se procedió a colar un concreto ciclópeo, el cual está compuesto de piedra brasa de la región y mortero cemento-arena en proporción 1:5 con festergral como impermeabilizante. Este concreto ciclópeo tiene la función básicamente de obtener una mejor superficie de trabajo para iniciar las operaciones requeridas para la elaboración de una losa de cimentación, ya que de este modo se rellenan los espacios que quedan entre las rocas y se nivela el terreno. Las dimensiones que se dieron a este concreto ciclópeo fueron las siguientes:



Ilustr. 1 Planta de cimentación.

- 6.00m x 13.00m de área y 0.65m de peralte para el cajón A.
- 5.50m x 5.80m de área y 0.65m de peralte para el cajón B.

Para el caso del muro de mampostería, hasta aquí se completa su cimentación y se comienza su desplante. En cambio para la estructura además lleva una plantilla de concreto $f'c=100\text{kg/cm}^2$ para tener una nivelación adecuada para después colocar una losa de concreto con travesaños ahogadas.

4.3.2 LOSA DE CIMENTACION.

Antes de comentar el procedimiento constructivo de la losa de cimentación es conveniente dar las características generales de las mismas.

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. Cuando las cargas del edificio son tan pesadas o la presión admisible en el suelo es tan pequeña que las zapatas individuales van a ocupar más de la mitad del área del edificio, es probable que la losa corrida sea más económica que las zapatas.

Ordinariamente, las losas de cimentación se proyectan como losas de concreto planas y sin nervaduras. Las cargas que obran hacia abajo sobre la losa son las de las columnas individuales o las de los muros. Si el centro de gravedad de las cargas coincide con el centroide de la losa, se considera que la carga hacia arriba es una presión uniforme igual a la suma de las cargas hacia abajo dividida por el área de la propia losa. No se considera el peso de ésta en el proyecto estructural, porque se supone que lo soporta directamente el suelo. Como en este método de análisis no se consideran los momentos y fuerzas cortantes producidas por los asentamientos diferenciales, se acostumbra reforzar a la losa más de lo que se requiere de acuerdo con el análisis.

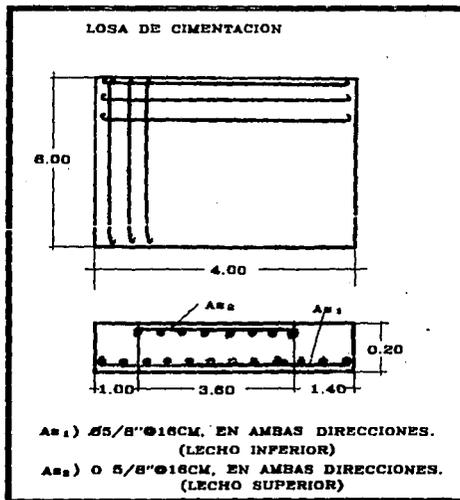
Las losas de cimentación se usan también para reducir el asentamiento de las estructuras situadas sobre depósitos muy compresibles. Bajo estas condiciones, la profundidad a la que está desplantada la losa se hace tan grande, que el peso de la estructura más el de la losa está completamente compensado por el peso del suelo excavado. Entonces el asentamiento de la estructura sería casi insignificante. Cuando resulta impracticable hacer una compensación total, puede colocarse una losa menos profunda, si el aumento neto en la carga es suficientemente pequeño como para producir asentamientos tolerables.

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 grandes pueden reforzarse para evitar deformaciones excesivas.

En el caso de la plaza, el primer paso en el proceso constructivo de la losa de

cimentación, fue el habilitado del acero de refuerzo requerido según las especificaciones previamente definidas, para ello se cuenta con un área anteriormente preparada dentro de la obra para desarrollar esta actividad. Una vez habilitado el acero de refuerzo, se acarrearón todas las piezas hasta el lugar de desplante, donde se armó. Se colocaron las fronteras laterales, considerando que la losa tiene un espesor de 20cm, y finalmente se efectuó el colado. Las especificaciones del concreto consideradas fueron: resistencia $f'c=200\text{kg/cm}^2$ con un tamaño máximo de agregado de 20mm. El concreto fue elaborado en revoladora ya que en la ciudad de Campeche, como ya se mencionó, no se cuenta con plantas de concreto premezclado. Durante el colado se vibró adecuadamente, esto con la finalidad de que el concreto se acomode de manera satisfactoria.

Es importante mencionar que la obra se inició con retraso, por lo cual el tiempo para construir se redujo considerablemente. Debido a esto, fue necesario agregarle al concreto en el momento de su fabricación, acelerante Fastermix, con el cual el fraguado del concreto se reduce y de este modo es posible colocar cargas sobre éste en un periodo de tiempo más reducido (7 días).



Ilustr. 2 Dimensiones y armado de losa de cimentación.

4.3.3 CONTRATRABES.

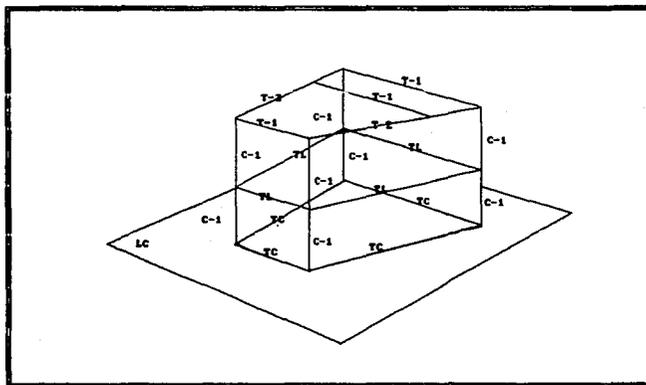
Ahogadas en la losa de cimentación se colocaron cuatro contratraves, las cuales de igual manera primero se habilitan, después se arman junto con el acero de la losa, se coloca la cimbra y finalmente se efectúa el colado. Las características del concreto en este caso fueron las mismas que en la losa de cimentación.

Antes de colar, se dejaron las preparaciones necesarias para que las columnas estén debidamente ancladas en la losa y contratraves.

4.4 ESTRUCTURA.

Los elementos que componen la estructura son: columnas, traves y losa de soporte sobre la cual irán colocadas las estatuas. Además dentro de la estructura se describirá también el proceso constructivo de los elementos restantes que conforman el monumento.

La siguiente figura muestra las características de la estructura. Con base en ella se describe el proceso constructivo de cada uno de sus elementos.



Ilustr. 3 Localización de elementos estructurales.

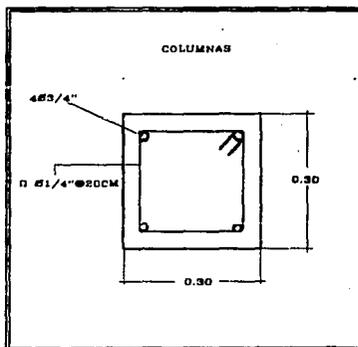
Para seguir adecuadamente el programa de obra y lograr el termino de la misma para la fecha indicada, fue preciso considerar el uso de acelerante Festermix en el concreto de columnas, traveses y losa de soporte, para lograr un fraguado más rápido, lo cual permitió retirar la cimbra adecuadamente y colocar las estatuas en su lugar sin riesgos de falla y con cierta holgura para que la plaza estuviera lista para el día de su inauguración.

4.4.1 COLUMNAS.

Los primeros elementos de la estructura en colocarse fueron las columnas, las cuales se habilitaron y armaron en el taller de armado dentro de la obra y se colocaron ya armadas para facilitar las maniobras debido a su longitud de 7m. Una vez que se tienen las columnas en el lugar de desplante se colocaron en su sitio, quedando debidamente aseguradas para garantizar su nivelación y que estén a plomo.

Las columnas fueron cimbradas y coladas en varias etapas. La primera va de la losa de cimentación hasta el nivel de las primeras cuatro traveses, la segunda hasta donde se inicia el armado de la losa de soporte para que el remate de las columnas vaya ahogado en la misma losa, por lo tanto la última etapa fue precisamente simultánea a la preparación y colado de la losa de soporte.

El concreto de las columnas es de $f'c=200\text{kg/cm}^2$, el acero de refuerzo se muestra a continuación:



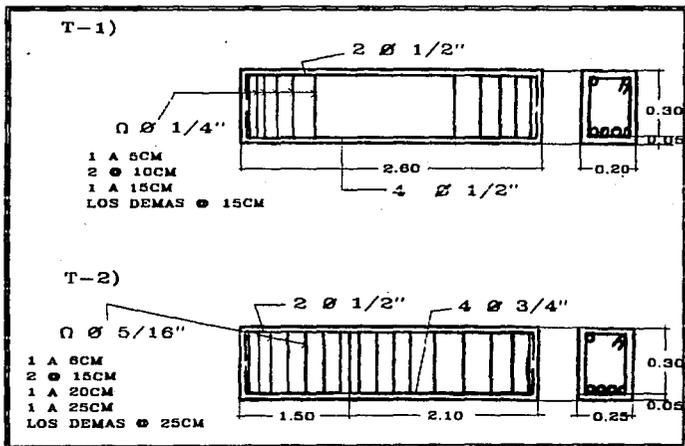
Ilustr. 4 Armado de columnas.

4.4.2 TRABES.

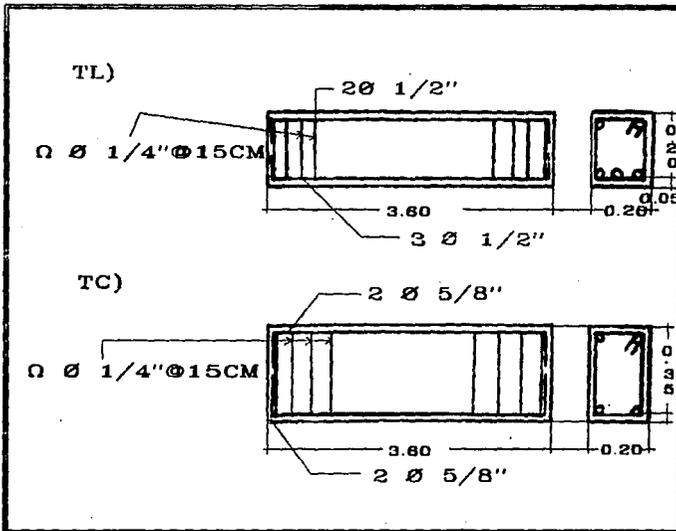
Una vez que las columnas alcanzaron el nivel necesario para colocar las traveses a 2.75m a partir del nivel de la plantilla, se armó el acero habilitado previamente. Es importante aclarar que entre las columnas se levantaron muros de mampostería ya que el trapecio que forman las cuatro columnas y el rectángulo en la parte posterior, forman un volumen aprovechado como tanque de agua cuyo proceso constructivo se describe más adelante. Dicha mampostería sirve para asentar el acero de refuerzo evitando el uso de cimbrado en la cara inferior de las traveses en este nivel, así como también se evita el uso de cimbrado en dos de los costados de cada columna.

Se efectúa el colado con concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$, se siguió con las columnas hasta llegar al nivel de la losa de soporte donde se colocan las últimas traveses que van ahogadas en la misma losa.

El armado de las traveses se muestra a continuación utilizando la simbología empleada anteriormente en la figura de la estructura completa:



Ilustr. 5 Secciones y armados de traveses T-1 y T-2.



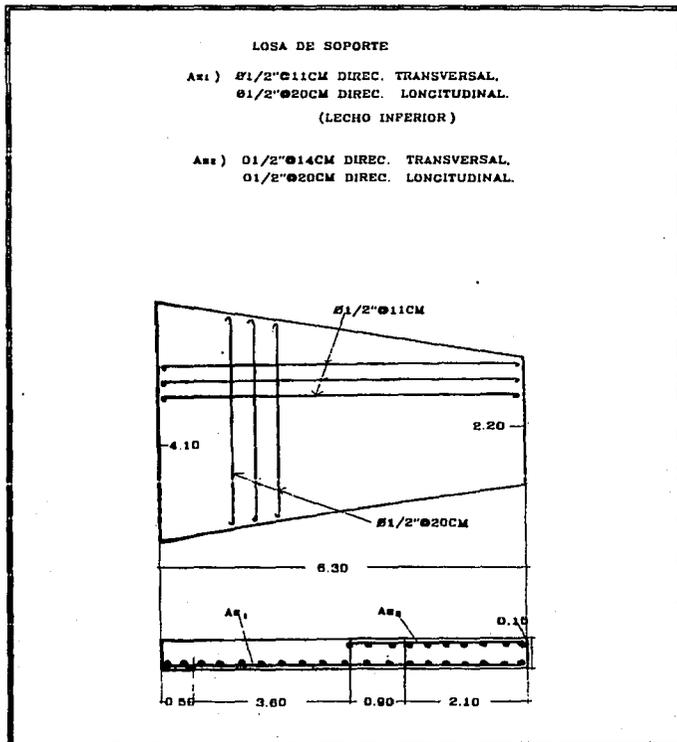
Ilustr. 6 Secciones y armados de traves TL y de contratraves TC.

4.4.3 LOSA DE SOPORTE.

Finalmente se colocó la cimbra de la cara inferior de la losa de soporte para armar el acero de refuerzo ya cortado siguiendo las dimensiones especificadas en planos. Una vez terminado el armado, se preparó la cimbra en los costados la cual tuvo características especiales para poder darle la forma con que se proyectó. La losa cuenta con volados en los cuatro lados y se le dio forma de faldones. Esta losa presentó algunas dificultades dadas las características arquitectónicas de ésta, sobre todo en el cimbrado.

Terminada de cimbrar se colocó el concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$, dejándose cimbrada durante 10 días pero apuntalada durante 14 días para que alcanzara su resistencia necesaria para soportar las esculturas.

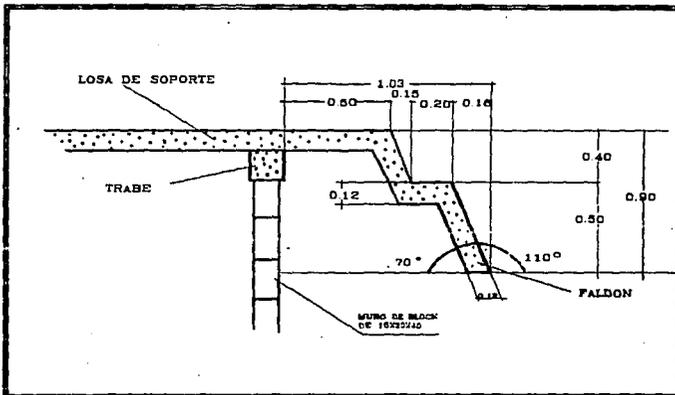
En la siguiente ilustración se indican las dimensiones de la losa, así como las características del acero de refuerzo con que cuenta.



Ilustr. 7 Dimensiones y armado de losa de soporte.

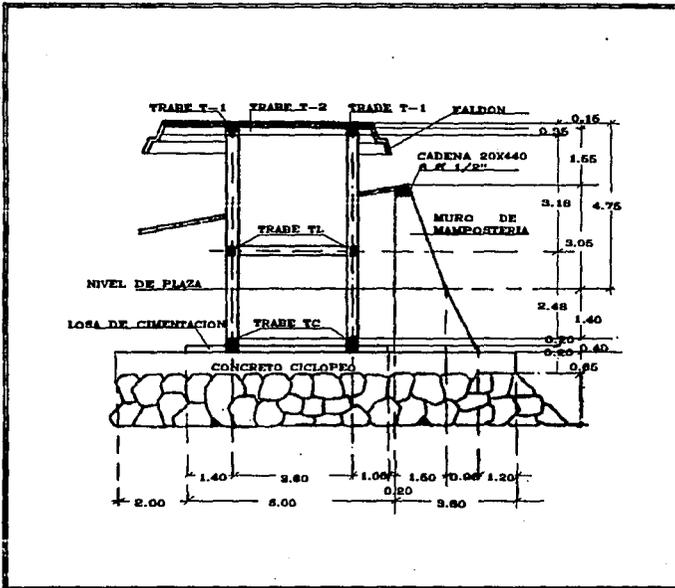
Sobre la losa de soporte se construyó un pequeño pedestal con acero de refuerzo y concreto. Este pedestal tiene como función soportar la escultura que representa al pueblo maya la cual va sentada.

Adosado a la losa de soporte se forjó un elemento a base de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$, armado con acero del No.4 a cada 0.15cm en dirección transversal y tres varillas del No.4 en todo el perímetro del elemento (dirección longitudinal). El espesor es de 0.12m y su acabado es aparente en las dos caras.



Ilustr. 8 Detalle del faldón en la losa de soporte.

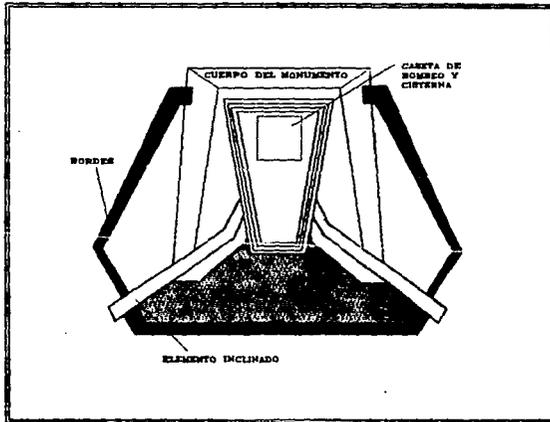
En la ilustración número 9, se puede observar tanto a la cimentación como a la estructura, haciendo un corte a la mitad de la estructura.



Ilustr. 9 Corte de la cimentación y de la estructura.

4.4.4 MONUMENTO.

El monumento se conforma de varios elementos, los cuales tienen diferentes funciones, como son: el almacenamiento de agua en un tanque, estructuras para dar forma al monumento, losas de fuente para lograr caídas de agua y otros destinados para pequeños jardines. Para localizar y entender mejor el proceso, el monumento se divide en cinco elementos generales que son: bordes, cuerpo del monumento, cisterna, caseta de bombeo y fuente. Estos elementos se ubican de la siguiente manera:



Ilustr. 10 Elementos del monumento.

El primer paso que se siguió para la construcción del monumento, fue la excavación de cepas para alojar muros de mampostería en los bordes del monumento. Esta excavación fue realizada a pico y pala. Dadas las características de estos elementos, se excavaron cepas paralelas en cada uno de los bordes de 0.50m de ancho por 1.00m en promedio de profundidad.

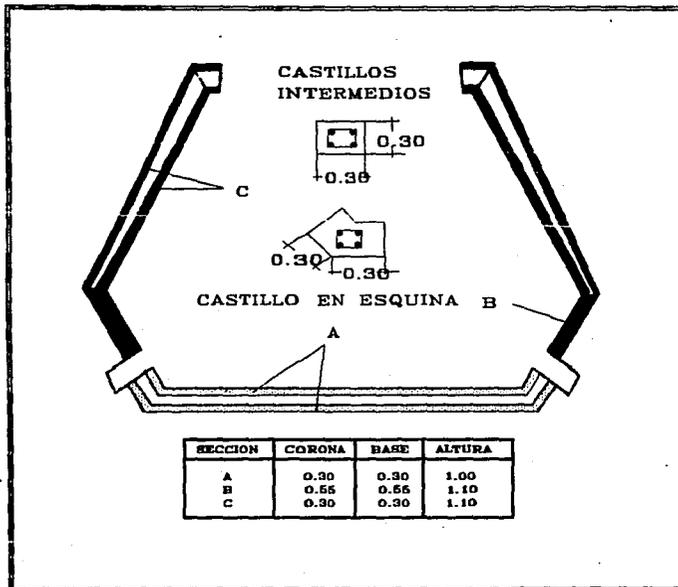
Para los muros de mampostería que van en el interior del monumento no fue necesario llevar a cabo esta actividad ya que la excavación en este caso fue la misma que la realizada para la cimentación de la estructura.

Una vez terminadas las excavaciones se colocó una plantilla de 0.06m de espesor, de concreto a lo largo de todas las cepas en el borde del monumento para nivelar adecuadamente la superficie y facilitar de este modo los trabajos en las cepas.

A partir de la plantilla se desplantaron muros de mampostería como pequeñas cimentaciones para los elementos en borde de jardinera y de fuente. La mampostería lleva anclajes de castillos, por lo que se dejó espacio para los mismos. Las características de dichos anclajes son: concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, ármex 15-15-4 con una sección de 0.30x0.30m. Para colar los castillos se colocó cimbra en costados.

Para entender mejor todos los elementos anteriores, a continuación se presenta la

localización de cada uno de ellos, así como las secciones de muros de mampostería y castillos.



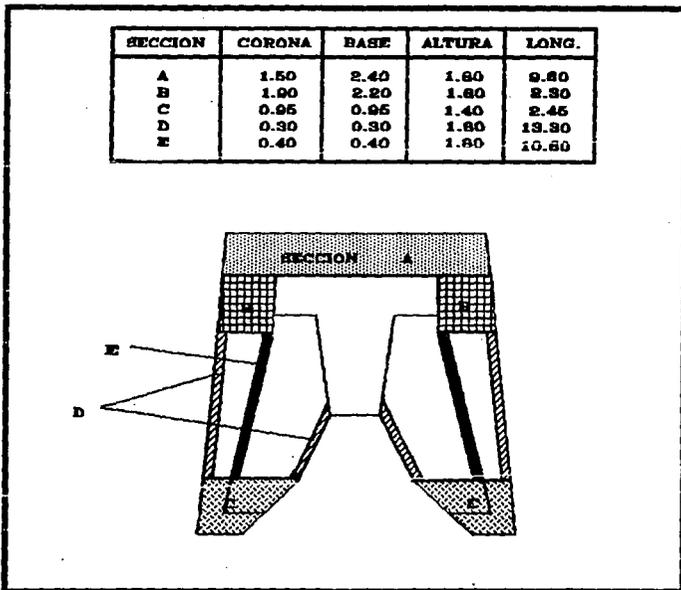
Ilustr. 11 Localización y secciones de mampostería en los bordes del monumento.

Para la cimentación del cuerpo del monumento, se construyeron muros de mampostería los cuales se dividen en dos partes. La primera parte corresponde a lo que va por debajo del nivel de plaza. Este nivel es de -1.80m. y a partir de éste se desplantan.

Estos muros tienen diferentes secciones y al igual que en los bordes, llevan anclajes de castillos los cuales son de dos tipos dependiendo de la sección de mampostería en cada muro:

- De sección 0.30x0.30m, armado con un armex.

- De sección 0.30x0.40m, armado con dos ármex.



Ilustr. 12 Localización y secciones de muros bajo el nivel de la plaza.

Al llegar al nivel de plaza se coló una cadena intermedia sobre los muros de mampostería, aunque no en todos, siendo de dos secciones diferentes dependiendo del muro. Dichas secciones son:

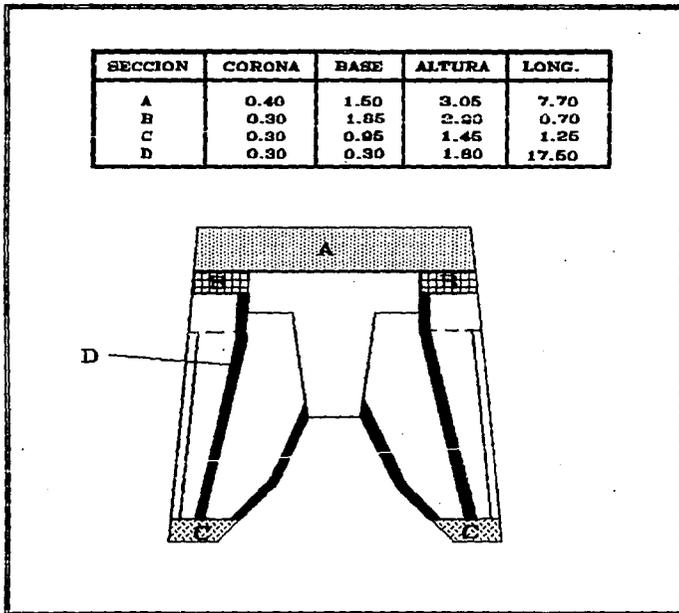
- 0.20x0.40m de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armada con 6 varillas del No. 4 y estribos del No. 2 cada 0.25m.

- 0.15x0.30m de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armada con dos ármex 15-15-4.

Una vez que la cadena ha fraguado, se comienza el desplante de la mampostería a partir de este nivel (sobre nivel de plaza), las cuales son continuación de las anteriores,

así como los anclajes de castillos.

Características de muros sobre nivel de plaza:



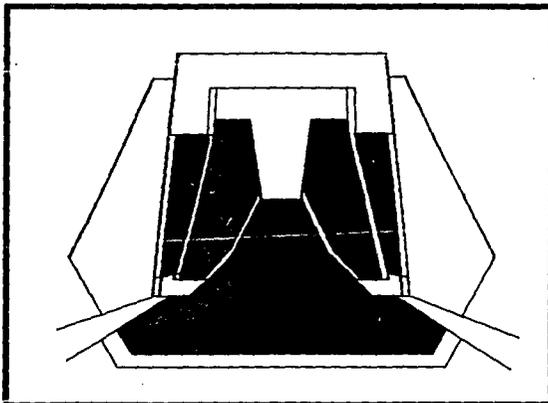
Ilustr. 13 Localización y secciones de muros sobre el nivel de la plaza.

A una altura de 1.30m sobre el nivel de plaza se coló una cadena de 0.20x0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armada con 6 varillas del No. 4 y estribos del No.2 a cada 0.25m.

Para rematar los muros se colocó una cadena de enrase de 0.15x0.30m armada con 6 varillas del No. 3 y estribos del No.2 a cada 0.25m. Esta cadena va ahogada en una losa colada a ese nivel, la cual lleva cadenas transversales de 0.15x0.20m de sección,

armadas con ármex 15-15-4. Adicionalmente para amarrar la losa con el cuarto de bombeo, lleva una cadena que va en el muro de block que conforma el cuarto de bombeo, con una sección de 0.15x0.15m, armada con ármex 15-15-4.

Para poder colocar las cadenas anteriores, se rellenaron los volúmenes vacíos, compactando debidamente, los cuales soportarán las losas correspondientes a cada elemento.



Ilustr. 14 Volúmenes de relleno en cuerpo del monumento.

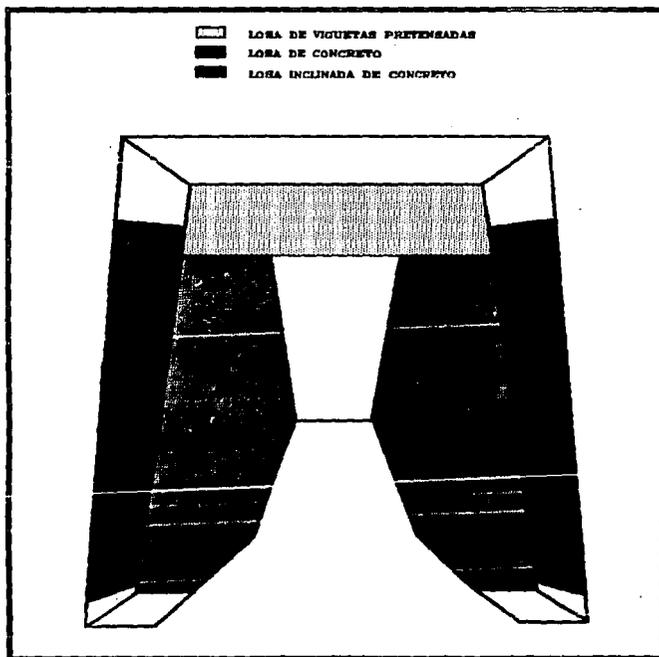
Para darle forma al cuerpo del monumento, sobre los muros de mampostería y rellenos compactados se colaron losas de diferentes características.

1) Losa de viguetas pretensadas del tipo T-12-5 y bovedillas de concreto de 15x20x57cms., con capa de concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$ de 0.06m de espesor, armada con malla electrosoldada 6-6/10-10 reforzada con varilla del No.3 a cada 0.50m en ambas direcciones.

2) Losa de concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$, armada con malla electrosoldada 6-6/10-10, reforzada con varilla del No.4 a cada 0.60m en ambas direcciones y un espesor de 0.10m.

3) Losa de concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$, colada en forma inclinada, armada con malla electrosoldada 6-6/10-10 reforzada con varilla del No.4 a cada 0.60m en ambas direcciones, con un espesor promedio de 0.12m. Esta losa fue colada lanzando el

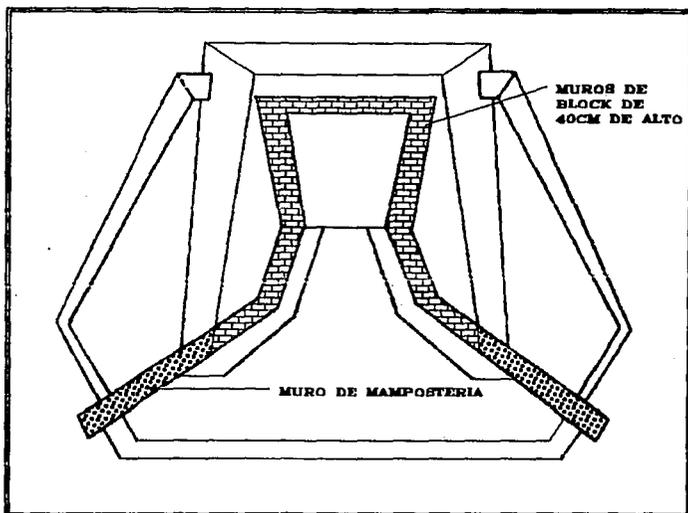
concreto debido a la inclinación de la misma. Se colocó además, una plantilla de 0.10cm de espesor sobre el relleno compactado para facilitar las maniobras del colado.



Ilustr. 15 Localización de losas sobre rellenos compactados y losa de viguetas pretensadas.

Sobre las losas 1 y 2 anteriores, existe un elemento inclinado a costado de espejo de agua, el cual continúa hasta salir del borde del monumento. Este elemento se divide en dos partes, la que va sobre las losas y la que sale del cuerpo del monumento.

La primera parte se realizó mediante dos muros de block relleno de concreto paralelos y entre los dos lleva material de relleno compactado, y sobre los pequeños muros de block y del relleno, se coló un firme de concreto de 0.06m de espesor para rematar. También, tiene castillos intermedios armados con ármex 15-15-4.



Ilustr. 16 Partes del elemento inclinado a los costados de la fuente.

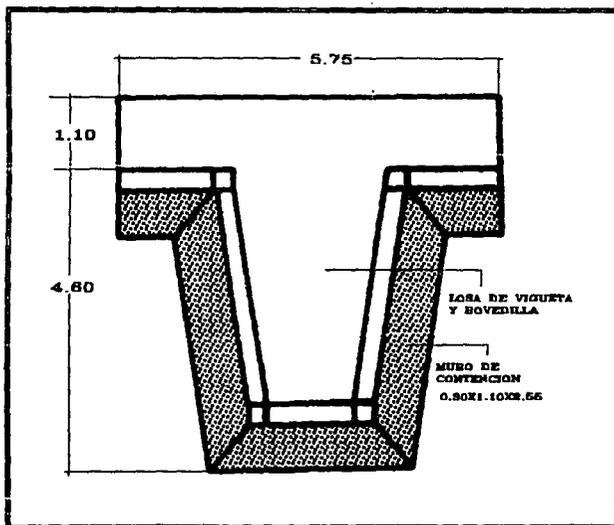
La cisterna está localizada dentro de la estructura aprovechándose el volumen que forman las cuatro columnas, a partir de la losa de cimentación hasta el nivel de las primeras traveses a 2.55m sobre el nivel de la losa.

Entre las columnas se desplantaron muros de mampostería excepto en la parte posterior, de donde salen los muros formando una "T" y no hay muro entre las dos columnas. Estos muros a diferencia de los anteriores, lleva un aditivo festergral como impermeabilizante.

Sobre las traveses, lleva una losa de viguetas pretensadas del tipo T-12-5 y bovedillas de concreto de 15x20x57cm de sección, armada con malla electrosoldada 6-6/10-10 y una capa de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ de espesor 0.06m.

Se aplicó a muros y cadenas, dos manos de impermeabilizante vaportite con brocha de pelo. A los muros se les dio acabado fino a regla y nivel y en las intersecciones se dio forma de media caña de sección triangular realizada de concreto pobre $f'c=100\text{kg/cm}^2$ para evitar filtraciones de agua en uniones.

El piso de la cisterna es de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ de 12cm de espesor, aplanado en pico con acabado fino con mortero cemento-cal-arena en proporción 1:3:20 y de 2cm de espesor.

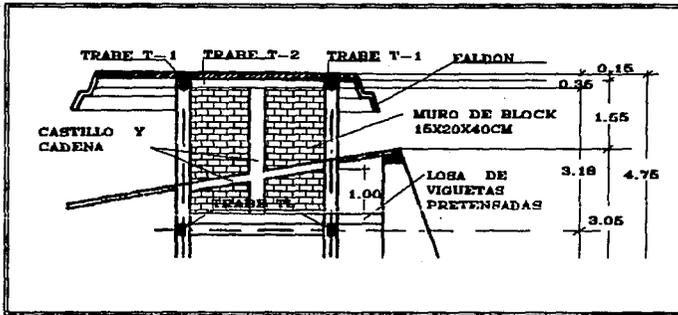


Ilustr. 17 Cisterna: muros de mampostería y losa de viguetas pretensadas.

El caseta de bombeo, se encuentra exactamente arriba de la cisterna, pero solo dentro del área del trapezoidal que forman las cuatro columnas de la estructura.

A partir de las traveses intermedias y sobre la losa de viguetas pretensadas, se desplantaron muros de block relleno de concreto hasta el nivel de la cadena intermedia. Después de la cadena, el muro de block no lleva concreto de relleno. La altura total de los muros es de 2.85m y van en cada uno de los lados del trapezoidal que forma la estructura. También lleva un castillo intermedio de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armado con $\text{ármex } 15-15-4$, aunque solo en los dos lados de los costados, ya que la longitud es de 3.35m, no siendo necesario en los muros de los lados de atrás y de adelante que son más cortos. En cuanto a la cadena, es para amarrar con la losa que baja del cuerpo del monumento en ese nivel y está armada con $\text{ármex } 15-15-4$ como se describió anteriormente.

Para alcanzar el nivel donde se coló la losa de viguetas pretensadas, también se levantaron pequeños muros de block relleno de 1.00m de altura.



Ilustr. 18 Muro de block en el cuarto de bombeo.

En el muro de la parte posterior de la estructura, se dejaron varios espacios para colocar una puerta de 1.25x0.85m con la finalidad de tener acceso a la caseta de bombeo y dos para las dos ventanas de ventilación con dimensiones 0.40x0.40m.

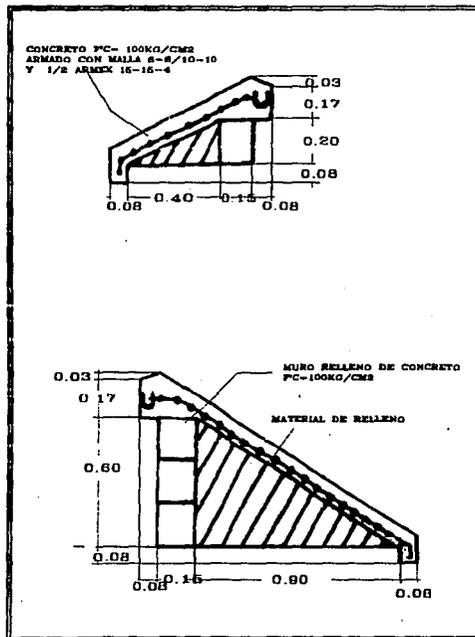
1) FORJADO DE EL ELEMENTO EN EL BORDE DE JARDINES.

Este elemento cuenta con una pequeña cimentación, la cual se comenzó poco después de iniciados los trabajos en el muro de contención en la plaza. La cimentación es a base de pequeños muros de mampostería a lo largo del perímetro del monumento, aunque solo en los lados, para lo cual se realizaron excavaciones de zanjas con una profundidad de 0.70cm en promedio. En cada lado del monumento se levantaron dos muros de mampostería de piedra braza, los cuales son necesarios para darle forma a los bordes, partiendo del mismo punto ambos muros, es decir, al principio es un solo muro con un espesor de 0.55m pero conforme se va a la parte posterior de la estructura, se van separando convirtiéndose en dos muros independientes de 0.30m de espesor cada uno. La separación de los muros se debe a que el elemento en borde de jardinera va aumentando de tamaño, por lo que simplemente entre los dos muros va el terreno compactado.

El muro de mampostería lleva castillos para amarrar con el muro de block y la losa que va arriba de ellos. Dichos castillos tienen una sección de 0.30x0.30m con ármex 15-15-4 y concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$. Las secciones y localización de los muros, se presentaron en la ilustración No. 11.

Sobre el muro de mampostería interior, se desplantó un muro de block de 15x20x40cm relleno de concreto, cuya finalidad es la de alcanzar un nivel mayor con respecto al muro exterior, de tal manera que se le pueda dar la forma al elemento en borde de jardinera. Lleva castillos intermedios de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, 0.15X0.15cm de sección, armados con ármex 15-15-4. El muro tiene una pendiente dada las dimensiones del borde el cual va decreciendo.

Sobre los muros se construye una losa inclinada de concreto $f'c=150\text{ kg/cm}^2$, armada con malla 6-6/10-10 y $\frac{1}{2}$ ármex 15-15-4 en los extremos de manera longitudinal, de 0.08cm de espesor. A la losa se le dio un acabado pulido. Fue necesario cimbrar en los costados para darle la forma que se muestra a continuación. Las dimensiones de este elemento, varían, ya que va disminuyendo de tamaño de manera triangular.

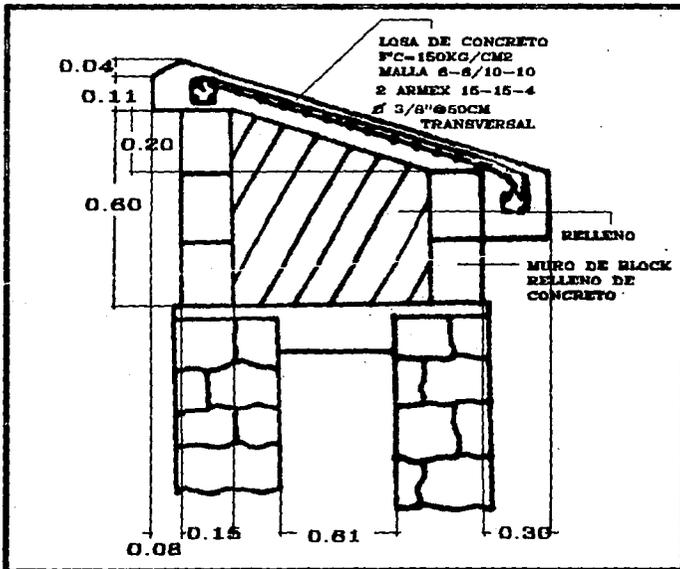


Ilustr. 19 Características del forjado de bordes de jardines.

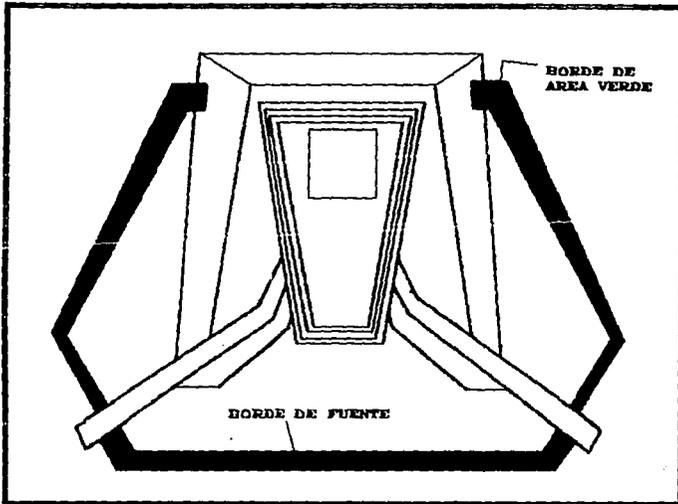
2) FORJADO DE EL ELEMENTO EN EL BORDE DE LA FUENTE.

Los pasos para la elaboración de este borde, son similares al borde de jardinera, desarrollándose su cimentación de manera similar, aunque con la diferencia que los muros de mampostería van paralelos, ya que todo el elemento lleva las mismas dimensiones en todo su desarrollo y además los dos muros de mampostería llevan muros de block, siendo más grande el interior que el exterior.

El elemento en borde de fuente está realizado a base de concreto $f'c=150\text{kg}/\text{cm}^2$, lleva un armado de malla electrosoldada 6-6/10-10 reforzada con varillas del No. 3 a cada 0.50m transversalmente y dos ármex 15-15-4 en extremos. La losa tiene un espesor de 0.10m y lleva acabado pulido.



Ilustr. 20 Características del forjado en borde de fuente.



Ilustr. 21 Localización de los bordes del monumento.

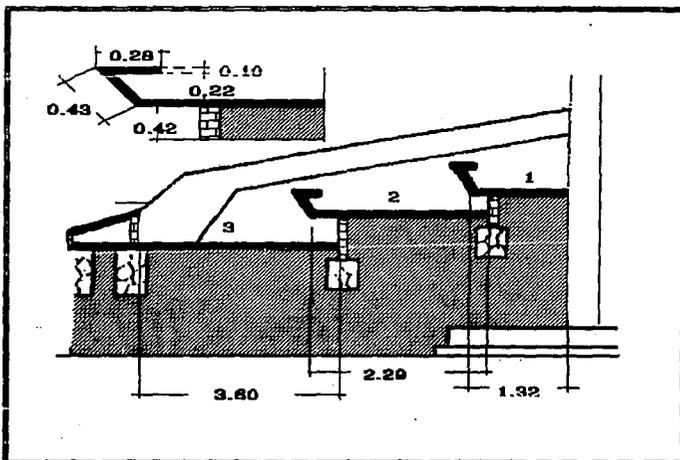
Por último, la fuente consta de tres losas a diferentes niveles. Para obtener dichos niveles, se rellenó con tepetate conteniendo el mismo relleno con muros de block relleno de concreto, asentados sobre pequeños rodapiés de mampostería de manera transversal.

El desnivel de las losas es para crear caídas de agua. Las dos primeras losas son de concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$ de 0.10m de espesor, armada con acero del No.3 a cada 0.20m en dirección longitudinal y acero del No. 4 a cada 0.15m en dirección transversal. Ambas van asentadas sobre el material compactado.

El remate de las losas, el cual crea la caída de agua a manera de cascada, es un elemento en espejo de agua a base de concreto $f_c=150\text{kg/cm}^2$, armado con acero del No. 3 a cada 0.20m en dirección longitudinal y acero del No. 4 a cada 0.15m en dirección transversal, teniendo un espesor de 0.10m. Este remate se cimbró y coló de manera independiente con respecto al resto de la losa. El acabado es aparente en las dos caras, con chafán en las aristas. El desarrollo del elemento es de 1.18m.

La última losa, es de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$, armada con malla electrosoldada 6-6/10-10 de 0.08m de espesor.

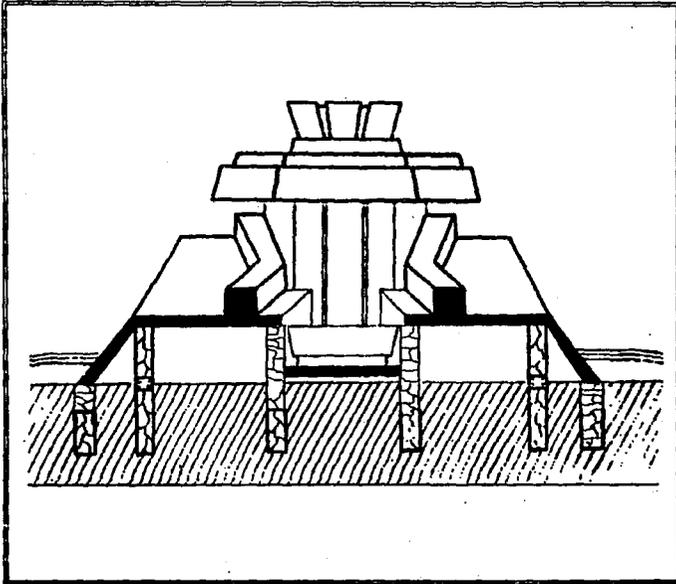
La siguiente ilustración, es un corte de las losas, en el cual se ubican cada una de ellas y se muestran las características del remate de las losas 1 y 2.



Ilustr. 22 Características de las losas de fuente.

Una vez concluidos los trabajos de las losas de fuente, el monumento se encuentra ya terminado en lo correspondiente a lo que se llama obra negra. A partir de este momento se comienza con los acabados en las diferentes áreas.

A continuación se presenta un corte transversal del monumento, donde se puede observar algunos de los elementos antes descritos, los cuales quedan debajo del monumento y no es posible ubicarlos.

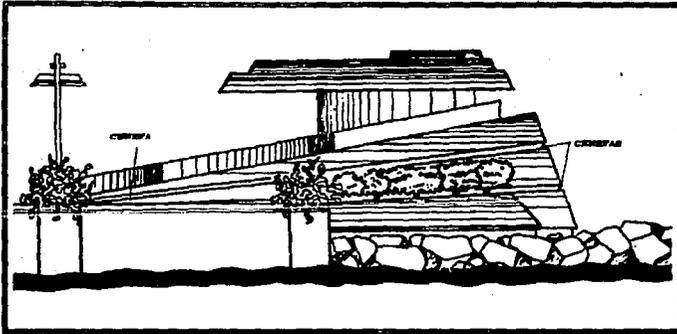


Ilustr. 23 Corte transversal del monumento.

El acabado en las tres losas de la fuente fue pulido fino, elaborado con mortero cemento-cal-arena en proporción 1:3:20.

Por cuanto toca a los acabados de el monumento en general, fueron los siguientes:

- Se colocaron cenefas de 0.15m de ancho, con fondo de acabado pulido fino realizado con mortero cemento-arena en proporción 1:5, las cuales rodean al cuerpo del monumento.



Ilustr. 24 Localización de cenizas en el monumento.

Los acabados en muros fueron de diferentes características, dependiendo de su ubicación.

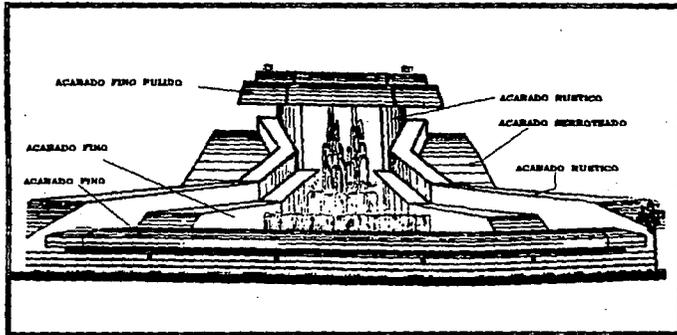
- Los muros en el cuerpo del monumento, tienen un acabado serroteado, incluyendo únicamente a las losas superficiales y al muro de mampostería de la parte posterior del cuerpo del monumento.

- La losa de soporte lleva acabado fino, tanto en su superficie como en el elemento adosado a la misma.

- En los elementos arquitectónicos, como lo son el elemento inclinado a costado de espejo de agua y la parte exterior de la caseta de bombeo, se le dio acabado rústico a base de mortero cemento-arena en proporción 1:6.

- El área de la fuente lleva acabado fino y grueso.

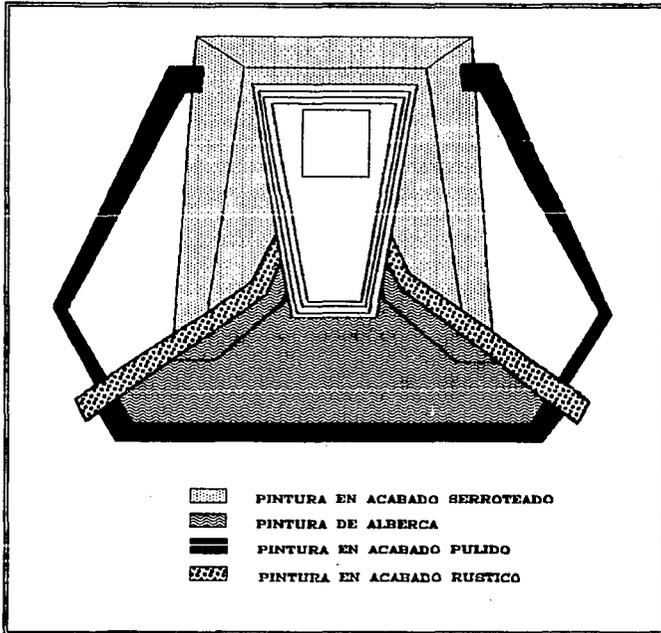
La ubicación de cada uno de los elementos anteriores, con la indicación de su tipo de acabado se puede ver en la ilustración siguiente.



Ilustr. 25 Acabados en el monumento.

En cuanto a la pintura, se aplicaron diferentes tipos dependiendo de la superficie sobre la cual se colocó. Esta actividad se realizó una vez terminados los acabados. Las superficies fueron las siguientes:

- Aplicación de pintura vinílica en el faldón adosado a la losa de soporte.
- Pintura vinílica en el pedestal sobre la losa de soporte.
- Pintura vinílica a dos manos sobre la superficie pulida en el borde del monumento.
- Pintura de alberca y pintura de esmalte en el área de fuente.
- Pintura vinílica a dos manos sobre el acabado serroteado y rústico.



Ilustr. 26 Pintura del monumento.

Para la colocación de las estatuas, no fue hasta los últimos días cuando pudieron ser puestas en su lugar, ya que fue necesario esperar una semana a partir del colado de la losa de soporte para permitir que el concreto alcanzara una resistencia considerable. Esto fue posible gracias al aditivo acelerante de fraguado que se agregó al concreto.

Para poner las estatuas sobre la losa de soporte, fue necesario utilizar una grúa dadas sus grandes dimensiones. Una vez en su sitio, se soldaron mediante piezas que atraviesan la losa y se plomearon. Para colocar dichas piezas fue necesario perforar la losa y una vez colocadas y soldadas las estatuas se rellenaron con concreto para que queden perfectamente selladas.

4.5 PLAZA.

4.5.1 MURO DE CONTENCIÓN.

Con el fin de obtener una diferencia de niveles entre el piso de la plaza y el nivel de relleno fuera de la plaza, se construyó un muro de contención el cual está diseñado para contener material de relleno y de esta forma elevar el nivel de piso de la plaza 60cm en promedio con respecto al nivel del terreno exterior.

Es un muro de mampostería de piedra braza de la región asentada con mortero cemento:arena en proporción 1:4. Se consideró una cara aparente debido a que en la parte exterior el muro queda 60cm fuera de la excavación y la cara interior es la que contiene el material de relleno que se agrega para elevar el nivel, por lo que la cara aparente debe hacerse con más cuidado y por consiguiente tiene un costo más elevado, que debe ser considerando en la elaboración de su precio unitario.

Por otra parte, existen dos tramos del muro de contención que siguen una trayectoria de cuarto de círculo, por lo cual su construcción es más lenta y de igual manera se incrementa el costo del mismo y es preciso considerar un precio unitario diferente al muro de contención en trayectoria recta.

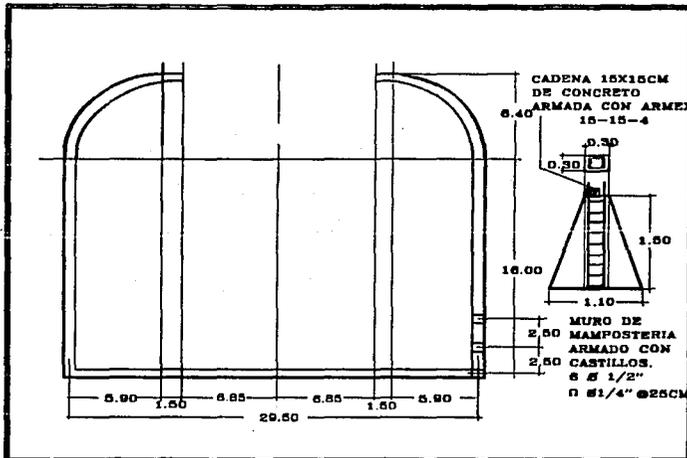
A cada 2.50m se dejó un espacio de 30 x 30cm para colocar los anclajes de los castillos y sobre el perímetro de todo el muro lleva una cadena de cerramiento ahogada en la losa de piso con una sección de 15x15cm, armada con un ármex 15-15-4. El armado de los anclajes de los castillos, la sección de el muro de contención y en general las dimensiones de la plaza se muestran en la siguiente ilustración:

El concreto empleado en los anclajes de castillos es de una resistencia $f_c=150\text{kg/cm}^2$ con un tamaño máximo de agregado de 3/4".

El colado de la cadena de cerramiento se hizo simultáneamente a el de la losa de piso por lo que también se dejó colocada la malla electrosoldada que lleva dicha losa.

Para poder realizar el relleno en el interior de la plaza se dejó un acceso de 3m que se realizó con el mismo material de relleno que el terraplén. Por lo que el muro se terminó hasta que se concluyó con dicho relleno casi al final de la obra, ya que por otro lado, el acceso se necesitaba para colocar los agregados cerca del lugar donde eran empleados.

Por último se rellenó y compactó en capas de 20cm con pisón de mano y agua, de material autorizado producto de las excavaciones de las cepas para la mampostería, los vacíos entre la mampostería y la excavación.



Ilustr. 27 Muro de contención en el límite de la plaza.

4.5.2 BANCAS.

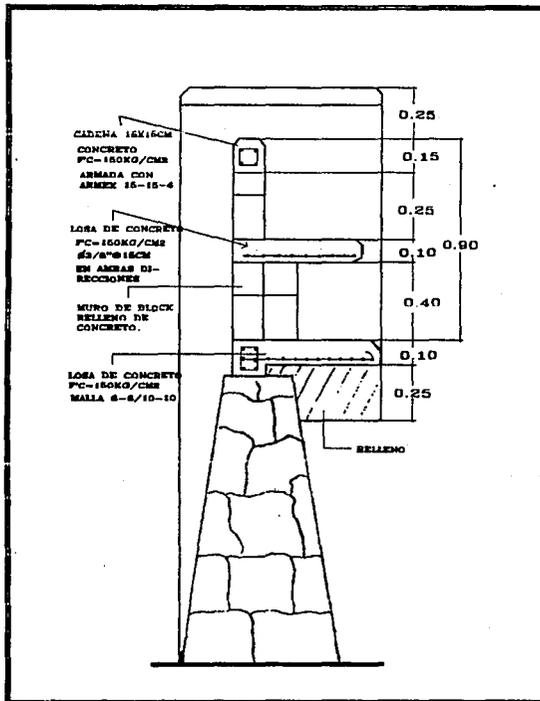
A lo largo de todo el perímetro de la plaza, sobre el muro de mampostería se colocó una banca continua, con espacios para jardineras que se describen posteriormente.

A partir de la cadena de cerramiento del muro de contención se levantó un pequeño muro de block de 0.40cm de altura por 0.40cm de espesor, relleno de concreto pobre $f'c=100\text{kg/cm}^2$, sobre el cual se colocó una losa de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ con acabado pulido y chafán en las aristas con un espesor de 10cm. Al día siguiente de colada la losa se levanta otro pequeño muro de las mismas características que el primero pero con un espesor de 15cm y una altura de 30cm. El muro lleva pequeños castillos junto a las jardineras de (15 x 5)cm armados con medio ármex y concreto. $f'c=150\text{kg/cm}^2$. Finalmente sobre el último muro se colocó una cadena de cerramiento de 10cm de altura por 15cm de espesor armada con medio ármex, concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ de acabado aparente y con chafán en los extremos. Para lograr el acabado aparente, se cimbró con cimbraplay, lo cual incrementa en un pequeño porcentaje el costo de este elemento.

La losa se descimbró después de 7 días de haber sido colada y se dejó apuntalada

otros 7 días para que adquiera la resistencia requerida para soportar las cargas de trabajo.

En la figura siguiente se presenta un corte donde se muestra el detalle de bancas. En ella se menciona el armado de losa, castillos y cadena de cerramiento.



Ilustr. 28 Corte de banca.

El acabado en muro de block (respaldo) fue serroteado a plomo y nivel aplicando

pintura vinílica, además del forjado de zoclo de 0.12m de ancho a lo largo de todo el perímetro de la plaza con acabado fino pulido y pintura vinílica.

4.5.3 JARDINERAS.

De igual manera que las bancas, sobre el muro perimetral y a diferentes distancias unas de otras, se colocaron jardineras. Se hicieron dos tipos diferentes para lo cual las diferenciaremos llamándolas jardinera tipo "A" y jardinera tipo "B".

4.5.3.1 TIPO "A".

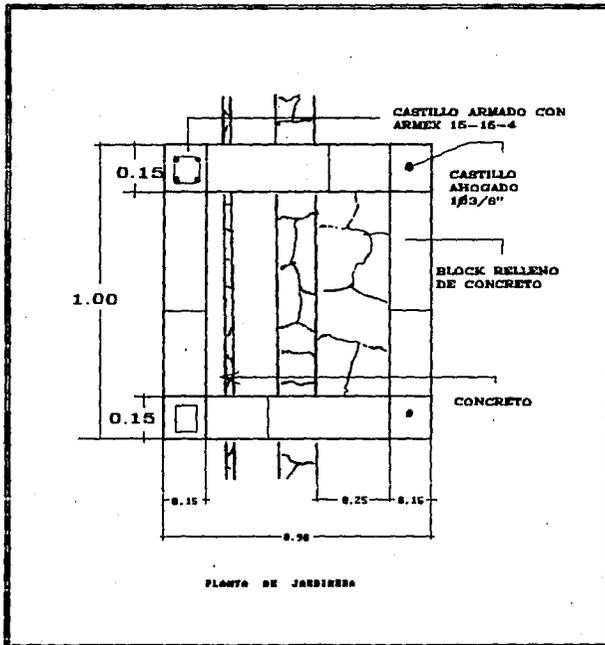
A su vez este tipo de jardinera tiene algunas variantes en algunas de ellas. Se construyeron 14 jardineras tipo "A" de las cuales 4 se localizan sobre la parte del muro perimetral en cuarto de círculo, otras 2 en las esquinas y las restantes 8 en la sección recta del muro, por lo anterior cambian algunas de sus dimensiones, pero el procedimiento constructivo y los elementos son los mismos por lo que las dimensiones que se mencionan son las de las 6 jardineras en la sección recta del muro perimetral.

Para asentar las jardineras, en la parte exterior del muro de contención se colocó una cuña de concreto que descansa sobre el muro gracias al talud del mismo. De dicha cuña salen dos castillos de ármex y se colocó una cadena, también de ármex para desplantar un pequeño muro de block relleno de concreto pobre de 1.10m de altura donde lleva una cadena para amarrar con la cadena del respaldo de la banca. A partir de la cadena se colocó una hilada de block y finalmente una cadena de cerramiento de 0.10m de acabado aparente y chafán en las aristas.

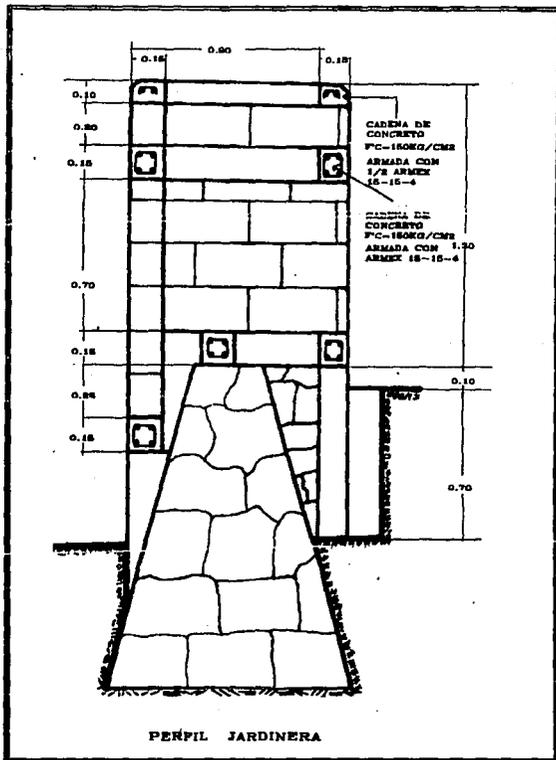
En la parte interior del muro se construyó una pequeña mampostería para desplantar esta parte de la jardinera. En este lado la mampostería alcanza el nivel del muro y a partir de ahí se inicia el desplante, primero con una cadena seguida de muro de block relleno de concreto. Las siguientes cadenas se enlazan con las de la parte exterior y de la misma manera se realizan las partes laterales.

Para entender más claramente cada uno de estos elementos es necesario presentar la planta y corte de la jardinera. En estos dibujos se presentan las dimensiones y características de las cadenas, los castillos y todos los elementos que la conforman.

Lleva acabado serroteado en muros con pintura vinílica y forjado de zoclo de 0.12m de ancho acabado fino pulido y pintura vinílica.



Ilustr. 29 Corte horizontal de jardinera sobre muro de contención.



Ilustr. 30 Perfil de jardinera.

4.5.3.2 TIPO "B".

Estas jardineras varían considerablemente en sus dimensiones con respecto a las anteriores, pero básicamente sus elementos son los mismos. La variación más considerable es el punto de partida, la cual es una pequeña cimentación de mampostería que se colocó.

Estas dos jardineras están ubicadas en el acceso de la plaza, se desplantan a partir del nivel del relleno exterior, por lo que en primer lugar se hicieron pequeñas excavaciones para alojar la mampostería. La profundidad de la excavación fue de 40cm. A partir de este punto se construye una mampostería de 30cm de espesor con las mismas características que las mamposterías anteriores pero con acabado común. Terminada la cimentación se colocan cadenas, castillos y se levantan muros de la misma manera que las tipo "A". Sus dimensiones son: 1.20x2.00m.

El acabado es exactamente el mismo que en las jardineras tipo "B".

4.5.4 LOSA DE PISO EN PLAZA.

Para poder colocar la losa de piso, se relleno la parte interior de la plaza, con material tipo tepetate, hasta alcanzar el nivel de la corona del muro de contención. Dicho relleno se efectuó en capas de 20cm las cuales fueron debidamente compactadas. Esta actividad se llevó a cabo con la maquinaria proporcionada por SEDUCOP.

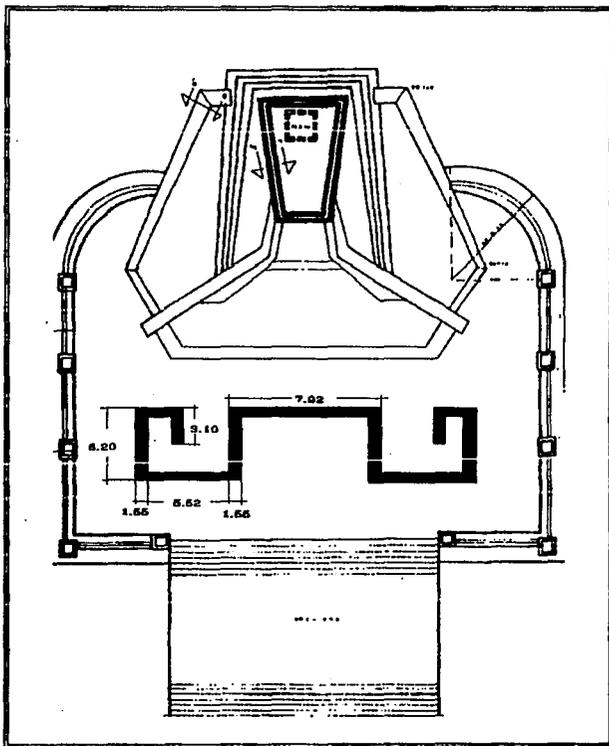
Se consideró una pendiente de 0.5% para el desalojo de aguas pluviales, colocando dos registros en la parte posterior de la plaza. Por lo tanto, para lograr dicha pendiente, el relleno en la entrada de la plaza fue más alto que el realizado en la parte más cercana al mar.

En primer lugar, se dividió el área total de la plaza en rectángulos para colar parcialmente. Se partió de los extremos, considerando el colado de la cadena de cerramiento del muro de contención, por lo que estas partes de la losa se colaron desde que se construyeron las bancas, ya que para levantar el muro de block se requería que estuviera colada la cadena. De este modo, después de colocar la cadena de ármex 15-15-4, se extendió la malla electrosoldada 6-6/10-10 que debe llevar la losa, se colocan fronterías y se van colando alternadamente, dándole un acabado escobillado, el cual se logra pasándole una escoba al igual que un volteador metálico en el perímetro del rectángulo para lograr así una junta fría. La malla electrosoldada se extiende sin cortarse para que los demás colados queden debidamente unidos. Donde se requirió se hicieron traslapes de 45cm aproximadamente.

Esta actividad se dividió en dos etapas, la primera fue el colado de los rectángulos en el perímetro de la plaza, es decir, la que lleva ahogada la cadena del muro de contención y casi al final de la obra se coló el resto ya que se necesitaba seguir manobrando en esa área y suministrando los materiales.

En general se siguió el mismo procedimiento para todos los rectángulos excepto para algunos en los cuales se redujo el espesor. El espesor de las losas es de 10 cm, en las losas en las cuales se redujo se consideraron 8 cm. El motivo de esta reducción es, porque se colocó un firme de 2 cm sobre ellas para formar una greca. Dicha greca va de otro color, lo cual se logró elaborando el concreto con cemento blanco, pintura

vegetal, polvo de piedra y granzón dándole el mismo acabado escobillado y con juntas frías. Esto solo se hizo dividiendo algunos rectángulos a la mitad como se muestra en la figura, así como la localización de las mismas.



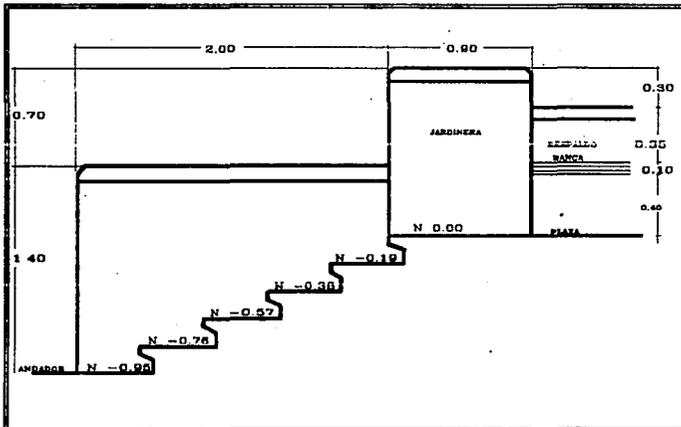
Ilustr. 31 Características del piso de plaza.

4.5.5 ACCESO A LA PLAZA.

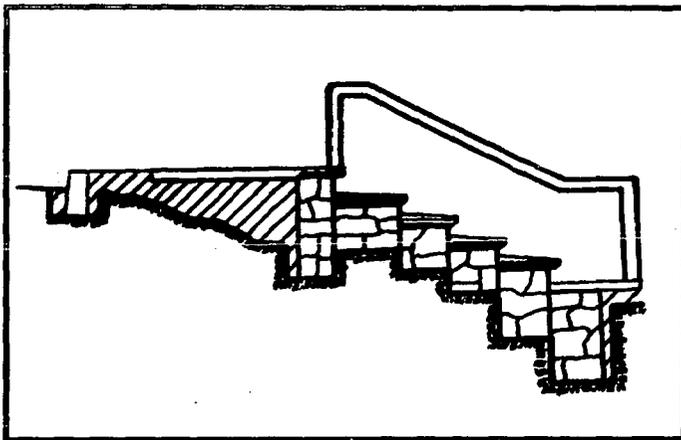
El acceso a la plaza cuenta con escaleras, un corredor que se encuentra al nivel de -1.00m con respecto al piso de plaza, banqueta y guarnición en la avenida Pedro Salnz de Baranda y áreas para jardinería. Por consiguiente su construcción se divide en las siguientes actividades:

4.5.5.1 ESCALERAS.

Para realizar cada uno de los escalones, se levantaron rodapiés de mampostería, para lo cual se excavaron pequeñas zanjas. Las dimensiones de los rodapiés son: de ancho 0.40 cm y de alto en promedio 0.50cm. Sobre cada uno de los rodapiés de habilitó y armó el acero de refuerzo especificado para la huella de concreto. Las características de dicha huella son las siguientes: 0.50cm de ancho y peralte de 0.18 cm de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con forjado de nariz de 0.08 cm de espesor, acabado escobillado y volteador en aristas; el armado es de varilla del No. 3 en nariz, del No. 2 a cada 30 cm en dirección transversal y malla 6-6/10-10.



Ilustr. 32 Corte de escaleras para subir a la plaza.



Ilustr. 33 Corte de escaleras para bajar de la banqueta al andador.

4.5.5.2 ARRIATES.

Forjados en costados de jardinera tipo "B". Simplemente consta de un rodaple de mampostería de 0.80m de altura y 0.30m de sección, limitándose con el muro de contención en el perímetro de la plaza. Se le dio acabado serroteado a plomo y nivel, únicamente en la parte que está arriba del nivel del corredor, el cual se encuentra a -1.00m con respecto al nivel del piso de plaza.

Una vez colocado el acabado, se le aplicó pintura vinílica.

4.5.5.3 CORREDOR.

El corredor simplemente consiste en la colocación del piso el cual se divide en dos partes:

- 1) En la parte que se encuentra entre las dos escaleras, y solo a lo largo de las

mismas, se colocó adocreto. Para esto, en primer lugar se esparció una cama de arena en toda el área mencionada y posteriormente solo se asientan las piezas de adocreto cuidando que queden perfectamente alineadas y al mismo nivel.

2) En las partes laterales, se coló una losa de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$ de 10 cm de espesor, con acabado escobillado y juntas frías. Se dividió en tres bloques de cada lado y se siguió el mismo procedimiento que en la losa de plaza pero con la diferencia de que ésta no lleva malla electrosoldada.

4.5.5.4 JARDINERAS INCLINADAS.

Se levantaron muros de mampostería de diferentes alturas, con anclajes de castillo de sección $0.40 \times 0.30\text{m}$ de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armado con doble ármex 15-15-4 y una cadena de enrase de $0.30 \times 0.08\text{m}$ de sección de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armada con tres varillas del No.3 y grapas del No.2 a cada 0.25m. El acabado fue serroteado a plomo y nivel en muros con forjado de zoclo de 0.12m de ancho con fondo acabado fino pulido. La cadena lleva acabado aparente con chaffán en las aristas.

La pintura que se aplicó fue vinílica en muros de acabado serroteado, en cadena de acabado fino y en zoclo.

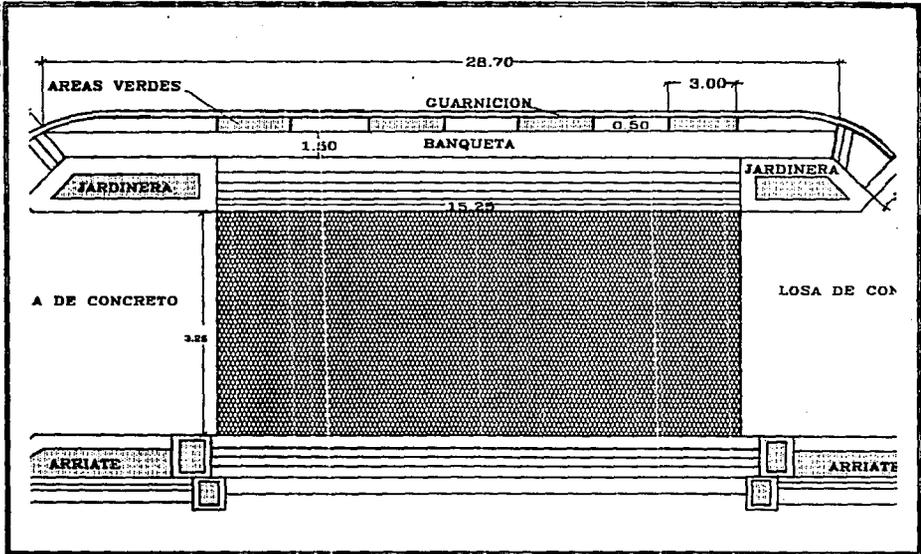
4.5.5.5 BANQUETA.

Se realiza el trazo y después se relleno y compactó material para alcanzar el nivel requerido para la colocación de la losa. La losa se coló en partes, formando rectángulos de 2.00m de ancho por 3.00m de longitud simultáneamente con otros de $1.50 \times 3.00\text{m}$ en los cuales se dejó espacio para colocar pasto. La losa es de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, de 0.10m de espesor, con acabado escobillado (antiderrapante) y volteador en aristas para formar juntas frías.

4.5.5.6 GUARNICION.

Al mismo tiempo que la banqueta, se prepara la guarnición, la cual es necesario cimbrar. Es de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$.

Ilustr. 34 Detalle de acceso a plaza.



4.6 ROMPEOLAS.

Para la seguridad del relleno efectuado en el mar y que conforma el terreno donde se desplantó la obra, se construyó un rompeolas en los límites del mismo.

Este rompeolas evita que el poco oleaje existente erosione el terreno pudiendo ocasionar fallas en la estructura.

Para poder colocar el rompeolas, se requirió retirar, en primera instancia, la capa vegetal del fondo marino. El proceso que se siguió para evitar que la capa extraída fuera restituida debido al movimiento ocasionado por el oleaje y las mareas, fue excavar la capa vegetal e inmediatamente después se iba colocando las rocas de grandes dimensiones iguales a las utilizadas para la cimentación, es decir, se realizaba la excavación y la colocación de las rocas de manera alterna y de ese modo se fue avanzando hasta concluir. La excavación se llevo a cabo con la máquina retroexcavadora al igual que la colocación de las rocas.

Terminado el rompeolas, fue preciso complementar el relleno utilizando la motoconformadora para darle el nivel requerido y que la plaza quedara 0.60m más arriba con respecto al terreno en los costados y en la parte posterior.

La construcción del rompeolas se efectuó una vez terminado el monumento.

4.7 INSTALACION ELECTRICA.

Desde el inicio de la obra se debe de tener contemplada la instalación eléctrica, ya que es preciso dejar preparaciones que van ahogadas en losas, muros o elementos estructurales. Por lo que esta actividad se desarrolló simultáneamente a la obra negra.

Una vez colocados los conductos, registros, bases para postes y para lámparas, se puede proceder a colocar el cableado y equipo, lo cual se realizó prácticamente como última actividad junto con la pintura, algunos acabados y la limpieza.

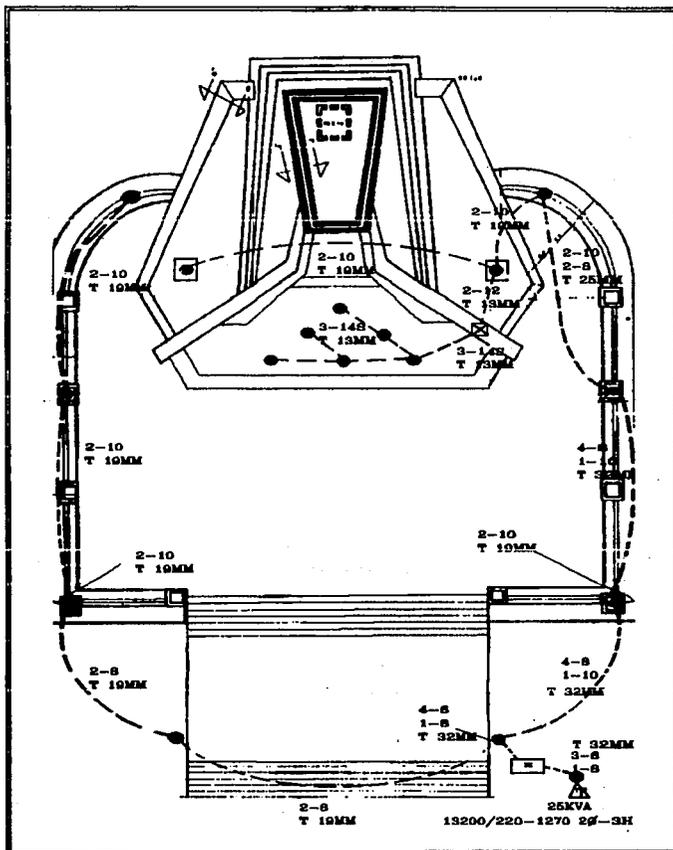
La instalación eléctrica consta de:

- 8 bases de block de 15x20x40cm para recibir lámparas de cuarzo, distribuidas en todo el monumento.

- 10 bases de concreto de 0.60x0.40x0.30m, las cuales se fabrican en el lugar donde van colocadas, creándose un molde de madera a manera de cimbra. Sobre estas bases van asentados postes de luminarias tipo Bekotron distribuidas en la plaza y colocados dentro de jardineras.

- 13 registros eléctricos de 0.40x0.40x0.40m.
- Colocación y armado de lámparas de cuarzo de 1500watts.
- Salida eléctrica en 220v para alimentación de luminarias con cable del No.6 y No.8.
- Salida eléctrica en 220v para alimentación de luminarias con cable del No. 10.
- Salida eléctrica para lámpara de 12v.
- Salida eléctrica de 110v, con cable No.8 para lámparas de cuarzo.
- Salida eléctrica de 110v, con cable No.12 para lámpara tipo spot.
- Colocación de tablero de control.
- Salida eléctrica de 220v para alimentación de luminaria, con cable del No.8.
- Salida eléctrica para alimentación general en terreno natural, con 3 cables del No.6 y uno del No.8.
- Salida eléctrica para alimentación general en pavimento.
- Colocación de transformador monofásico de 25KVA.
- Colocación de tierra física.
- Lámparas tipo spot de 150 watts.
- Luminaria incandescente de 100watts.
- Contactos polarizados.
- Salida eléctrica con cable No.10 en postes de 3m.
- Acometida en poste a 220v, con 3 cables No.6 y uno No.8.
- Salida eléctrica con cable No.10 para lámpara de cuarzo (5m).
- Salida eléctrica con cable No.10 para lámpara de cuarzo (20).
- Colocación de luminaria tipo Bekotron de 250watts.
- Colocación de reflector de cuarzo de 500watts.
- Colocación de luminaria sumergible de color azul.

- Colocación de poste de 3m de alto y 3" de diámetro.



Ilustr. 35 Distribución del alumbrado en la plaza.

4.8 INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

Este tipo de instalaciones fueron poco requeridas en la obra ya que no cuenta con baños ni sistema de abastecimiento de agua, por lo que únicamente se instaló lo necesario para el bombeo de agua de la cisterna para la fuente en lo que respecta a la instalación hidráulica mientras que la sanitaria solo consta de salidas de aguas pluviales y de limpieza de fuente y cisterna, así como de reciclaje del agua.

Como se mencionó, no se cuenta con abastecimiento de agua por lo que el agua utilizada para la fuente y almacenada en la cisterna tiene que ser suministrada por medio de pipas.

4.8.1 INSTALACION HIDRAULICA.

Para darle la apariencia de cascada a la fuente, se requirió de un sistema de bombeo para lograrlo. Las instalaciones requeridas fueron:

1) Colocación de cinco bombas de 110 x 220v de 1½ x 1¼ centrífugas. Tres de ellas deben ser activadas para que la fuente funcione satisfactoriamente, quedando las otras dos como seguridad para ser usadas en caso de que alguna falle.

2) Colocación de once salidas hidráulicas de presión para la fuente principal. Para ello se realizó un encofrado de tubería de PVC.

3) Colocación de cinco salidas hidráulicas de tubo de cobre para punta de bomba centrífuga.

4) Colocación de cinco salida hidráulica de 2" de tubo de PVC encofrado.

5) Colocación de cinco salidas hidráulicas para pichanca.

4.8.2 INSTALACION SANITARIA.

La instalación sanitaria tiene una gran importancia dentro de las obras de edificación, ya que mediante una buena colocaciones de éstas, el deterioro se reduce de manera considerable.

Específicamente las utilizadas fueron:

1) Para el desalojo de agua de lluvia, la cual de no ser retirada con prontitud puede ocasionar daños a losa de piso de la plaza ya que el agua se estancaría de no ser

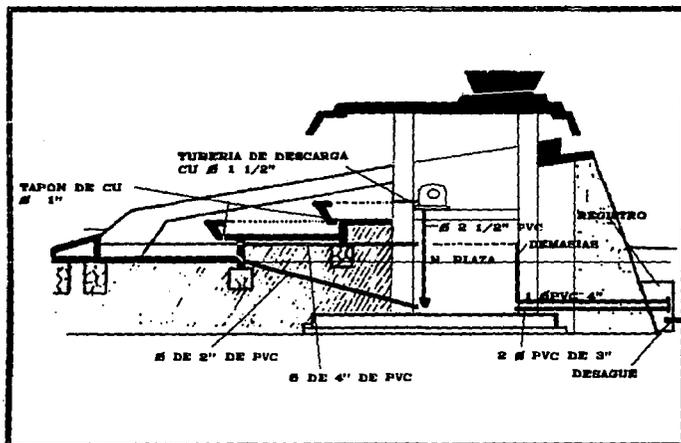
desechada, se colocaron 2 registros pluviales en la parte posterior de la plaza con descarga al mar utilizando tuberías de PVC. Para lograr que el agua tenga un flujo hacia estos registros, se dio una pendiente del 0.5% a la losa de piso en dirección al mar. Para construir los registros, se excavó 1.10m de profundidad un área de 0.90x0.90m. A partir de ahí se levantaron muros de block de 15x20x50cm relleno de concreto f'c=100kg/cm² con castillos en esquinas armados con una varilla del No.3 en cada uno. En el fondo se colocó un firme de concreto de 0.10m de espesor, dándole acabado fino a muros interiores, así como el forjado de medias cañas en esquinas para evitar infiltraciones. Se demolió una parte del muro de contención para pasar un tubo de PVC de 6" de diámetro.

2) En la parte trasera del monumento se colocó otro registro, por donde pasa una tubería para desalojo y limpieza de agua de la cisterna. Para la limpieza de la fuente se utilizaron las otras dos descargas pluviales con tubo de PVC de 3" de diámetro, la cual va por debajo de la losa de piso de plaza.

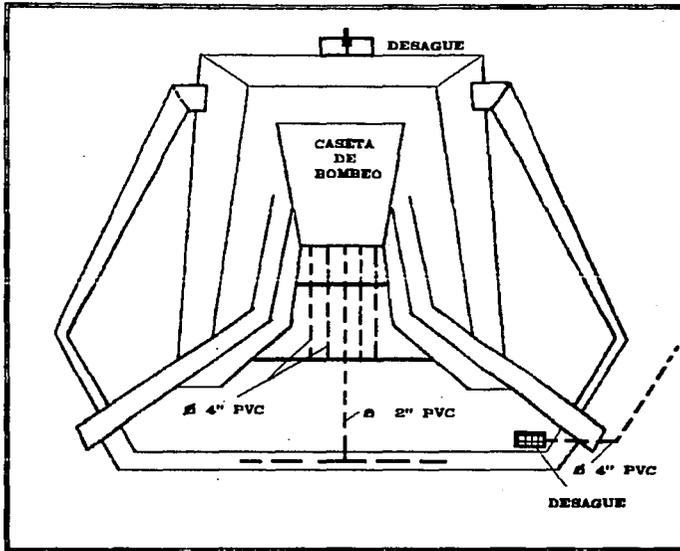
3) Salida para limpieza de cisterna con tubo de PVC de 3" de diámetro.

4) Tres salidas de reciclaje de agua de fuente a cisterna con tubería de PVC de 4" de diámetro y una de 3" de diámetro.

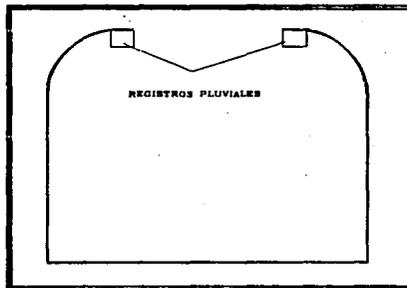
5) Salida de demasía de cisterna con tubería de PVC de 3" de diámetro.



Ilustr. 36 Instalación hidráulica y sanitaria. (Corte de monumento).



Ilustr. 37 Instalación hidráulica y sanitaria. (Planta de monumento).



Ilustr. 38 Localización de registros pluviales en la plaza.

4.9 HERRERIA.

De herrería simplemente se necesitó una puerta de acero comercial de 3/16"x1 1/2" de tipo persiana con dimensiones 1.25m de alto por 0.85m de ancho, dos ventanas de acero comercial igual al de la puerta con dimensiones 0.40x0.40m, dos rejillas para los registros pluviales localizados en la parte posterior de la plaza del mismo material; que las piezas anteriores con dimensiones 1.00x1.00m y una rejilla para la tapa de la cisterna del mismo material y de dimensiones 0.60x0.60m. Estas piezas fueron mandadas a hacer con anterioridad y colocadas hasta el final de la obra como una de las últimas actividades.

4.10 JARDINERIA.

Una vez terminadas las jardineras y arriates, además de la instalación eléctrica, se procedió a colocar tierra negra vegetal y plantas típicas de la región. En el monumento se colocaron plantas, así como en las jardineras de acceso y del muro de contención. En los arriates y espacios dejados en la banqueta se colocó pasto.

ANALISIS ECONOMICO DE LA OBRA.

5.1 INTRODUCCION.

Los esfuerzos del ingeniero, que diseña una obra, y del constructor, que construye la obra, están encaminados hacia el mismo fin, que es, la creación de algo que sirva en una forma satisfactoria al fin para el cual se construye.

Cuando un posible dueño de un proyecto en consideración reconoce la necesidad del proyecto, generalmente emplea a un ingeniero para que haga un estudio para determinar la justificación del proyecto. Si el estudio indica que se justifica, se contratarán los servicios de un ingeniero para que prepare los planos y especificaciones y usualmente para que supervise la construcción de la obra. Es deber del ingeniero diseñar aquel proyecto que se aproxime más a la satisfacción de las necesidades del dueño al menor costo posible. El ingeniero debe estudiar cada uno de los artículos principales para determinar si es posible reducir el costo sin reducir indebidamente el servicio que va a prestar el proyecto. Algunas veces podrá cambiarse el diseño, modificar los requisitos de construcción, o revisar algunas de las especificaciones de manera que se reduzca el costo del proyecto sin alterar su valor esencial. Así que, es evidente que un ingeniero debe de estar familiarizado con los métodos y costos de construcción al diseñar un proyecto que se vaya a construir al menor costo posible.

En la mayoría de los proyectos, una vez que se han completado los planos de diseño y que se ha preparado las especificaciones, se les da la oportunidad a los constructores profesionales, a los que comúnmente se les denomina contratistas, para que le propongan precios al dueño o dependencia del gobierno, indicando los precios por los cuales construirán el proyecto. Comúnmente se da la obra al que estando capacitado, proponga el menor precio. Si el proyecto involucra muchos puntos que no estén completamente esclarecidos y que sea imposible estimar su costo por adelantado, puede ser deseable conceder el contrato sobre la base de su costo más una comisión fija. En los términos del contrato de costo más comisión fija, el dueño se compromete a reembolsarle al contratista todos los gastos incurridos en la construcción de la obra y pagarle una comisión adicional como ganancia. La comisión usualmente se acuerda por adelantado al entrar en la convocatoria del contrato. El contrato puede requerir que el contratista proporcione todos los materiales, equipo de construcción, mano de obra, y la supervisión necesaria para completar la obra. En el caso de la plaza el contrato únicamente especifica que el contratista proporcionará los materiales y la mano de obra y por parte de la secretaría de Obras Públicas la maquinaria necesaria.

Con frecuencia se requiere que los contratistas depositen una fianza para cada obra. La fianza, que expide una afianzadora aprobada, protege al dueño garantizándole que la obra se terminará satisfactoriamente con el precio de contrato. En el caso de que el contratista original no pueda completar la obra, es entonces responsabilidad de la afianzadora completarla satisfactoriamente contratando a algún otro contratista o en alguna forma que sea aceptada por el dueño. El costo de la fianza, cuyo monto es aproximadamente del 1 por ciento del costo de la obra, lo paga el contratista.

Los contratistas tienden a especializarse en los tipos de trabajo que construyen. Mientras que no existen líneas uniformes que separan los campos de la construcción, puede dividirse en la construcción de carreteras, pesada, ferrocarriles, ductos de tubería, municipal, marina, montaje de estructuras, etc. Algunas de estas especialidades pueden dividirse en campos más pequeños. Las razones de esta especialización, se deben principalmente a una discreción en los negocios. Muy pocos contratistas, si es que alguno, pueden darse el lujo de ser propietarios de los diferentes tipos de maquinaria que se requieren para todos los tipos de construcción en el campo de la ingeniería. Un contratista que trate de ser propietario y operador de una cantidad tan grande de equipo, puede encontrarse en una situación en que esté "pobre en equipo". Como cuesta dinero el ser propietario de maquinaria, aunque no esté trabajando, el equipo ocioso representa una pérdida continua para el dueño.

El costo de un proyecto está influenciado por los requisitos del diseño y por las especificaciones. Antes de completar el diseño final, se deben considerar cuidadosamente los métodos y equipo que puedan emplearse para la construcción de la obra. Los requisitos que aumentan el costo de la obra, sin dar beneficios proporcionales, se deben de eliminar. Las últimas decisiones que sean tomadas deben estar basadas en un conocimiento razonable de los métodos y costos de construcción.

El costo de un proyecto puede dividirse en cinco ó más puntos; materiales, equipo,

mano de obra, costos fijos y supervisión, y ganancia. Mientras que el último punto está más allá del control del ingeniero si tiene algún control sobre el costo de los primeros cuatro puntos.

Si se especifican materiales que tengan que transportarse a una gran distancia, los costos pueden ser innecesariamente altos. Los requisitos de pruebas e inspecciones de materiales, pueden ser demasiado rígidos para el fin con el cual se van a utilizar los materiales. Con frecuencia cerca del sitio de la obra pueden encontrarse materiales sustitutos que esencialmente son tan satisfactorios, como los otros materiales cuyos costos son considerablemente más elevados.

La calidad especificada de la mano de obra y los métodos de construcción, tienen una influencia considerable en la cantidad y clase de mano de obra que se requiere así como en su costo. Las estructuras de concreto complicadas, son relativamente fáciles de diseñar y reducir a dibujos pero, pueden ser excesivamente difíciles de construir. Un terminado de concreto de alto grado puede estar justificado para las superficies expuestas en un edificio de lujo, pero la misma calidad de mano de obra no está justificada en una bodega. La calidad de la mano de obra deberá estar de acuerdo con el tipo de proyecto.

Los ingenieros deben mantenerse informados sobre los desarrollos de los nuevos equipos de construcción, ya que esta información les permitirá modificar el diseño o los métodos de construcción para permitir la utilización económica del equipo.

Lo siguiente es indicativo de los métodos que pueden utilizarse para reducir los costos de construcción:

- 1.- Diseñar las estructuras de concreto con el mayor número de miembros iguales para permitir que vuelvan a utilizarse las mismas cimbras sin necesitar alguna reconstrucción.
- 2.- Simplificar el diseño de la estructura en donde sea posible.
- 3.- Diseñar para el empleo de equipo y métodos ahorrrativos.
- 4.- Eliminar los requisitos especiales de construcción que sean innecesarios.
- 5.- Diseñar para reducir la mano de obra a un mínimo.
- 6.- Especificar una calidad de mano de obra que sea consistente con la calidad del proyecto.
- 7.- Proporcionar datos fundamentales adecuados en donde sea posible.
- 8.- Refrenarse de requerir que el contratista asuma la responsabilidad de recabar los datos que deban ser proporcionados por el ingeniero o por la adecuabilidad del diseño.

9.- Usar materiales locales cuando sean satisfactorios.

10.- Escribir especificaciones sencillas y claras en donde se estipule claramente lo que se desea. Definir los resultados que se esperan, pero dentro de lo razonable permitir que el contratista seleccione los métodos para lograr esos resultados.

11.- En donde sea posible, utilizar especificaciones estandarizadas con las cuales estén relacionados los contratistas.

12.- Llevar a cabo juntas con los contratistas antes de la convocatoria para eliminar incertidumbres y para reducir a un mínimo los cambios de órdenes.

13.- Emplear inspectores que tengan suficiente criterio y experiencia para entender el proyecto y que tengan la autoridad para tomar decisiones.

Una característica deseable de un buen contratista es un cierto grado de insatisfacción con los planos y métodos en consideración para la construcción de la obra. La complacencia de los miembros de la industria de la construcción no desarrollará nuevos equipos, nuevos métodos, o nuevos sistemas de planeamiento de construcciones, todo lo cual es deseable para continuar con la mejora de los productos de la industria a un costo más bajo. Un contratista que no se mantiene al día en sus conocimientos sobre equipos y métodos se encontrará pronto con que sus competidores le están sacando delantera en los contratos.

Las sugerencias para posibles reducciones en los costos de construcción incluyen, pero no están limitadas a, lo siguiente:

1.- Estudios preliminares del proyecto y del sitio para determinar el efecto de:

- a) Topografía
- b) Geología
- c) Clima
- d) Fuentes de abastecimiento de materiales
- e) Acceso a la obra
- f) Habitaciones si se requieren
- g) Almacenamiento para materiales y equipo
- h) Mano de obra disponible
- i) Servicios locales

2.- El empleo de equipos de construcción sustitutos, que tengan mayores capacidades, más altas eficiencias, más altas velocidades, más maniobrabilidad, y menores costos de operación.

3.- El pago de bonificaciones al personal clave para una producción en exceso de una cantidad especificada.

4.- El empleo de radios como medio de comunicación entre la oficina central y el personal clave en obras que abarcan grandes áreas.

5.- La práctica de tener juntas periódicas con el personal clave para discutir los planos, procedimientos, y resultados. Estas juntas deberán levantarle la moral al personal y deberá resultar en una mejor coordinación entre las diferentes operaciones.

6.- La adopción de prácticas de seguridad realísticas en una obra como medio para reducir el número de accidentes.

7.- Considerar si es factible la subcontratación de actividades especializadas con otros contratistas que puedan hacer el trabajo más económicamente que el contratista general.

8.- Considerar si es factible mejorar el taller y los servicios para lograr una mejor manutención del equipo de construcción.

5.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Este análisis debe hacerse previo al inicio de la obra. La forma de hacerlo, es elaborando el precio unitario de cada uno de los conceptos que intervienen en está. Dentro de estos precios, se encuentra el análisis de los materiales, de la mano de obra, maquinaria, equipo, herramienta y costos indirectos.

Es posible que en el transcurso de la construcción, se presenten conceptos que no estaban considerados en el presupuesto final, para lo cual se debe convenir con la supervisión la manera de considerar estos costos. Generalmente se elaboran los precios unitarios de estos conceptos extraordinarios y se hace una ampliación de contrato en caso de que se supere el monto del contrato original, ya que así como se presentan nuevos conceptos, existen cambios en los cuales se eliminan o se reducen otros, por lo cual puede haber una compensación.

5.2.1 PRECIOS UNITARIOS.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termina con la construcción de la misma.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra.

Previo a la elaboración de estos precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

En general un precio unitario es la remuneración o pago en moneda, que el contratante cubre al contratista, por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute, de acuerdo a las especificaciones.

UNIDAD DE OBRA. Es la unidad de medición señalada en las especificaciones, para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

CONCEPTO DE TRABAJO. Es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago; incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando éstos sean necesarios.

ESPECIFICACIONES. Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo. Las especificaciones de un concepto en particular, deben contener las siguientes definiciones:

- a) Descripción del concepto.
- b) Materiales que intervienen, y su calidad.
- c) Alcance de la ejecución del concepto.
- d) Mediciones para fines de pago.
- e) Cargos que incluyen los precios unitarios.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son:

COSTO UNITARIO:

- COSTOS DIRECTOS

- * MATERIALES
- * OBRA DE MANO
- * EQUIPO

- COSTOS INDIRECTOS

- * ADMINISTRACION EN OBRA

- * ADMINISTRACION CENTRAL
- * FINANCIAMIENTO
- * FIANZAS Y SEGUROS
- * IMPREVISTOS

COSTO UNITARIO + UTILIDAD = PRECIO UNITARIO.

Esto es, podemos clasificar dentro de los costos directos de un concepto de trabajo, todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo; y todos aquellos gastos generales, necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, clasificados, como costos indirectos. La suma de ambos será el costo unitario de dicho concepto.

La utilidad será entonces, la ganancia que debe considerar la empresa contratista, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos, para cumplir con la realización de un proyecto. La suma del costo unitario más la utilidad será el precio unitario de un concepto de obra.

5.2.1.1 MATERIALES.

PRECIO DE ADQUISICION. El costo del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el costo del material puesto en obra, el cual está integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen), más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más los desperdicios tanto en la transportación y maniobras como en su utilización.

El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación (flete), dependen primordialmente de la distancia de la fuente productora a la fuente de consumo del material, y de los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del mismo.

Este costo está integrado en el precio de adquisición para obtener el costo de material en obra.

El costo del flete puede estar dentro del precio de venta del fabricante cuando este es precio de material puesto en obra, o puede ser cargado al consumidor por separado mediante ciertas tarifas, que pueden estar basadas en volumen, peso o número de piezas por kilómetro, o bien, por "flete cerrado", como es el caso de materiales de naturaleza delicada o de difícil transportación, tales como elementos de concreto prestreforzado, transformadores, etc.

ALMACENAMIENTO. El costo que origina el concepto "almacenamiento de materiales" se aplica a los costos indirectos, y dentro de ellos, específicamente al aspecto administración en obra, y no se aplicado al costo del material ya que, el costo

en sí, de almacenes o bodegas, tanto en el caso de que alberguen varios materiales o inclusive en el caso de almacenar uno solo, tendrían que prorratearse entre todos éstos, o afectar a todos los conceptos en que este o estos materiales fuesen utilizados, lo cual además de muy laborioso, sería impráctico o inexacto.

En la integración del costo directo por concepto de materiales no se incluyen los importes acumulados por pago de IVA en las diferentes etapas de dicha integración. (adquisición, fletes, manejos, almacenamientos, etc.).

Los importes de los IVA pagados por el constructor a sus prestadores de servicios, se manejan contablemente en cuentas especiales que registran: IVA pagado (por acreditar), IVA trasladado al cliente (adicional al precio unitario pero no integrado a él), e IVA enterado a SHyCP.

5.2.1.2 OBRA DE MANO.

La obra de mano interviene en la determinación del precio unitario, dentro de los costos directos, y es el resultado de prorratear el pago de los salarios al personal individual o por cuadrilla, cuando participan única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las unidades de producción ejecutadas en el tiempo para el cual se ha calculado dicho pago.

En la práctica común en el medio de la construcción y para efecto de análisis de costos directos por obra de mano, llamaremos:

a) Salario diario, Salario base o Salario nominal, al que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral, y por el cual fue contratado.

b) Salario mínimo, al establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos como salario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella misma establece. En algunas regiones y por los problemas económicos locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los de la mencionada Comisión, por lo que se debe considerar en los análisis los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutará la obra.

c) Salario Real, a la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

Los salarios integrados que se consideraron para el cálculo de los precios unitarios de la obra fueron los siguientes:

Peón. (Salario Mínimo General)	15,810.00
Ayudante general	19,500.00
Oficial carpintero	21,635.00
Oficial electricista	21,750.00
Oficial herrero	22,385.00
Oficial albañil	23,250.00
Cabo	33,000.00

5.2.1.3 EQUIPO.

La maquinaria también interviene en la integración de un precio unitario. Para obtener el costo por concepto de uso de maquinaria, se debe efectuar un análisis tomando en cuenta algunos factores como son:

a) Vida útil de la maquinaria. En toda máquina, tanto durante los tiempos de utilización, como durante los períodos en que se encuentra ociosa, sus diversas partes y mecanismos van sufriendo desgastes y deméritos, por lo cual se deben hacer constantes reparaciones para que la máquina se encuentre continuamente habilitada para trabajar con eficiencia económica.

Por lo tanto, la vida útil de una máquina es el lapso durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimos que estos sean.

b) Vida económica de la maquinaria. Es el período durante el cual puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

c) Valor de rescate. Es el valor comercial que tiene la máquina al final de su vida económica, generalmente se considera un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5 % y 20 %.

Para determinar el costo horario de operación de maquinaria, se deben considerar los siguientes cargos:

- 1) Cargos fijos:
 - a) Por depreciación.
 - b) Inversión.

- c) Seguros.
 - d) Mantenimiento.
 - e) Almacenaje.
 - f) De depreciación.
- 2) Cargos por consumos.
 - 3) Cargos por operación.
 - 4) Cargo por transporte.
 - 5) Cargo unitario por maquinaria.

Cabe señalar que en relación a estos cargos que intervienen en la integración de precios unitarios, no fueron tomados en cuenta en para la elaboración del presupuesto de la obra, ya que, como se dijo anteriormente, la Secretaría de Desarrollo Urbano, Comunicaciones y Obras Públicas del Estado, proporcionó toda la maquinaria cuyos gastos fueron administrados por la misma dependencia.

5.2.1.4 COSTOS INDIRECTOS.

Los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de la misma, son todos aquellos gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, o de dos o más obras ejecutadas por una empresa constructora; es decir, los gastos generales que ejerce la empresa para hacer posible la prosecución de todas sus operaciones a su cargo.

Los costos indirectos propios de cada obra en particular, son perfectamente previsible y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte, controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

A grandes rasgos, se puede clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los grupos siguientes:

- a) Administración central.
- b) Administración y gastos generales de obra.
- c) Financiamiento.
- d) Fianzas y seguros.

e) Imprevistos.

f) Utilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior y de común acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Urbano, Comunicaciones y Obras Públicas, se consideró un 30 % sobre el costo directo para obtener el costo indirecto de la obra.

5.5.2 ELABORACION DE PRECIOS UNITARIOS.

Dadas las características del proyecto, el número de conceptos que intervienen en la integración del costo de la obra es muy grande, por lo que presentar el análisis de todos ellos sería muy extenso, por consiguiente, se presentan sólo algunos de estos análisis para mostrar el procedimiento que se sigue para su elaboración.

CONCEPTO: Trazo y nivelación del terreno.				
UNIDAD: M ²	No. P.U.:	OBRA: Plaza 4 de octubre.		FECHA:
MATERIAL	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Calibra	TON	0.0002	150,000.00	30.00
CARGOS DE MATERIALES \$				30.00
MANO DE OBRA	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Peón (Salario mínimo general).	JOR	0.0055	15,810.00	87.00
Oficial de albañilería.	JOR	0.0055	23,250.00	128.00
CARGO DE MANO DE OBRA \$				215.00
HERRAMIENTA 3% DE M. DE O. \$		7.00	CARGO \$	
			222.00	
EQUIPO	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CARGO DE EQUIPO \$				0.000
OBSERVACIONES:		COSTO DIRECTO \$		252.00
		INDIRECTOS 20% \$		51.00
		UTILIDAD 10% \$		25.00
		PRECIO UNITARIO \$		328.00

CONCEPTO: Mortero cemento-arena 1:5.				
UNIDAD:	M3	No. P.U.:	OBRA: Plaza 4 de octubre.	FECHA:
MATERIAL	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Cemento gris. Polvo de piedra. Agua.	TÓN	0.30	200,000.00	60,000.00
	M3	1.31	26,000.00	34,060.00
	M3	0.25	5,000.00	1,250.00
CARGOS DE MATERIALES \$				95,310.00
MANO DE OBRA	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CARGO DE MANO DE OBRA \$				0.0000
HERRAMIENTA 3% DE M. DE O. \$			CARGO \$	
EQUIPO	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CARGO DE EQUIPO \$				0.0000
OBSERVACIONES: Básico.	COSTO DIRECTO \$			95,310.00
	INDIRECTOS 20% \$			
	UTILIDAD 10% \$			
	PRECIO UNITARIO \$			

CONCEPTO: Concreto f'c= 150kg/cm².				
UNIDAD: M3	No. P.U.:	OBRA: Plaza 4 de octubre.		FECHA:
MATERIAL	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Cemento gris	TON	0.3000	200,000.00	60,000.00
Polvo de piedra	M3	0.6090	26,000.00	15,834.00
Grava de 3/4"	M3	0.6400	26,000.00	16,640.00
Agua	M3	0.2121	5,000.00	1,061.00
CARGOS DE MATERIALES \$				93,535.00
MANO DE OBRA	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CARGO DE MANO DE OBRA \$				0.0000
HERRAMIENTA 3% DE M. DE O. \$			CARGO \$	
EQUIPO	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
CARGO DE EQUIPO \$				0.0000
OBSERVACIONES: Básico.	COSTO DIRECTO \$		93,535.00	
	INDIRECTOS 20% \$			
	UTILIDAD 10% \$			
	PRECIO UNITARIO \$			

CONCEPTO: Concreto $f_c=250\text{kg/cm}^2$. T.M.A. 3/4". Incluye colocado, vibrado y curado.				
UNIDAD:	M3	No. P.U.:	OBRA: Plaza 4 de octubre.	FECHA:
MATERIAL	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Concreto $f_c=150\text{kg/cm}^2$	M3	1.0500	93.535.00	98.212.00
CARGOS DE MATERIALES \$				98.212.00
MANO DE OBRA	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Peón	JOR	0.4000	15.810.00	6.324.00
Peón	JOR	0.7000	15.810.00	11.067.00
Oficial albañil	JOR	0.2000	23.250.00	4.650.00
Oficial albañil	JOR	0.0600	23.250.00	1.395.00
CARGO DE MANO DE OBRA \$				23.436.00
METRAMENTA 3% DE M. DE C. \$		704.00	CARGO \$	24.140.00
EQUIPO	U	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Revoladora de 1 saco 8 H.P.	M3	1.0000	10.318.00	10.318.00
Vibrador para concreto 4 H.P.	M3	1.0000	1.675.00	1.675.00
CARGO DE EQUIPO \$				11.993.00
OBSERVACIONES:		COSTO DIRECTO \$		134.335.00
		INDIRECTOS 20% \$		26.867.00
		UTILIDAD 10% \$		13.434.00
		PRECIO UNITARIO \$		174.636.00

5.3 COSTOS.

Para obtener el costo total de la obra, es necesario calcular el costo de cada uno de los conceptos. Los elementos que se requieren para este cálculo son únicamente los precios unitarios autorizados por la dependencia y las cantidades de obra.

Por tanto, nos falta estimar las cantidades de obra. Para ello, se hace una cuantificación de los volúmenes de obra ejecutados, elaborando registros conocidos como números generadores. Los números generadores se obtienen considerando la localización del elemento a cuantificar, sus características geométricas o dimensiones y la unidad de medición, es decir, se calcula el volumen, peso, área o piezas según corresponda.

Los costos que se presentan a continuación, representan únicamente lo correspondiente a edificación. Los costos del relleno y los costos horarios de uso de maquinaria no fue posible obtenerlos ya que esto fue administrado por SEDUCOP sin proporcionar la información requerida.

5.3.1 PRELIMINARES.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Trazo de ejes de edificios con tránsito y nivel, estableciendo referencias necesarias.	M ²	2,023.72	328.00	663,780
Excavación a mano en capas de material tipo "B" a pico y pala de 0.00 a 1.50m de profundidad, incluye afine de taludes.	M ³	225.68	10,080.0	2'277,111
Relleno y compactación en capas de 20cm con picón de mano y agua, de material autorizado producto de las excavaciones realizadas.	M ³	221.00	5,597.17	1'236,975
			SUBTOTAL	4'177,865

5.3.2 CIMENTACION Y ESTRUCTURA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Plantilla de concreto $f'c= 100\text{kg}/\text{cm}^2$ de 6cm de esp. TMA de 20mm.	M ²	80.53	10,340.6	832,725
Plantilla de concreto $f'c= 100\text{kg}/\text{cm}^2$ de 10cm de esp. TMA de 20mm.	M ²	33.82	19,764,0	668,418
Muro de mampostería realizado a base de piedra braza de la región, asentada con mortero cem-arena en prop. 1:5 a regla y nivel, acabado común.	M ³	160.39	103,285	16'565,908.
Muro de contención realizado a base de piedra braza de la región en tramo recto, asentado con mortero cem-arena 1:4 a regla y nivel, con acabado aparente en una cara.	M ³	49.31	122,702	6'050,436
Muro de contención de piedra braza de la región, asentado con mortero cem-arena 1:4 y festergral integrado, realizado a regla y nivel con acabado aparente en una cara.	M ³	75.85	145,517	11'037,464
Muro de contención realizado a base de mampostería de piedra braza de la región en tramo curvo, asentado con mortero cem-arena 1:4 a regla y nivel con acabado aparente en una cara.	M ³	13.14	130,391	1'713,338
Muro de mampostería realizado a base de piedra braza de la región asentado con mortero cem-arena 1:4 a regla y nivel, con acabado aparente en una cara a una altura mayor a 2.00m.	M ³	54.11	125,035	6'765,644
Cimbra común de contacto y descimbra en cimentación.	M ²	23.46	21,019	493,106
Cimbra común de contacto y descimbra en estructura.	M ²	61.95	25,517	1'580,778
Suministro, habilitado y colocación de acero $F_s = 1400\text{kg}/\text{cm}^2$ del No.2 en estructura.	KG	92.68	3,019	279,801
Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo $F_s=2000\text{kg}/\text{cm}^2$ del No.6, en cimentación.	KG	881.86	2,526.80	2'227,402

Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo $F_s=2000\text{kg/cm}^2$ del No. 2.5 al No. 6 en estructura, incluye armado a más de 2.00m de altura.	KG	1,170.53	2,564.50	3'001.824
Concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ en cimentación con TMA de 20mm, Incluye: Impermeabilizante Festergral y acelerante Festermix, colado, vibrado y curado.	M ³	5.26	249,079	1'310,158
Concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ en estructura, TMA de 20mm, Incluye: Impermeabilizante Festergral, acelerante Festermix, colado, vibrado y curado.	M ³	7.58	252,164	1'911,403
Castillo ahogado en muro de mampostería de 0.30 x 0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, TMA de 20mm, armado con 6 varillas del No.4 y estribos del No.2 @ 25cm, incluye: cimbra común en los costados, descimbra, colado y curado.	ML	52.70	54,785	2'941,955
Anclaje de castillo ahogado con una varilla del No.3 a muro de mampostería de 0.15 x 0.15m. de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, TMA de 20mm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	20.20	13,663	275,993
Anclaje de castillo con ármex 15-15-4 a muro de mampostería de 0.30 x 0.30m de sección, concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, tamaño máximo de agregado de 20mm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	86.20	34,544	2'977,693
Anclaje de doble castillo con ármex 15-15-4 a muro de mampostería de 0.30 x 0.40m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, tamaño máximo de agregado de 20mm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	51.10	44,267	2'262,044
Cadena de enrase de 0.20 x 0.40m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armada con 6 varillas del No.4 y estribos del No.2 @ 25cm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	27.45	40,870.3	1'121,889

Cadena de enrase de 0.15 x 0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armada con 6 varillas del No.3 y estribos del No.2 @ 25cm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	22.85	29,747.0	679,719
Cadena de enrase de 0.20 x 0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armada con 6 varillas del No.4 y estribos del No.2 @ 25cm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	23.65	35,888.7	848,768
Cadena de enrase de 0.15 x 0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armada con 2 varillas del No.4 y 2 varillas del No.3, estribos del No.2 @ 25cm, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	10.40	31,581.0	328,442
Losa de viguetas pretensadas del tipo T-12-5 y bovedillas de concreto de $15 \times 20 \times 57\text{cm}$ de sección, armada con malla 6-6/10-10, de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ de 0.06 m de espesor, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	M ²	16.51	62,814.0	1'037,059
Cadena de enrase de 0.15 x 0.30m de sección, de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armada con doble ármex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	22.70	20,945.0	475,451
Losa de viguetas pretensadas del tipo T-12-5 y bovedillas de concreto de $15 \times 20 \times 57\text{cm}$ de sección, de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ de 0.06m de espesor, armada con malla 6-6/10-10 reforzada con varillas del No.3 @ 50cm en ambos sentidos, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	M ²	8.93	68,694.0	613,437
Losa de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ de 10cm de espesor, armada con varilla del No.3 @ 20cm en sentido longitudinal y varilla del No.4 @ 15cm en sentido transversal, incluye habilitado, colado y curado.	M ²	9.15	54,419.0	497,934

Lanzado de concreto f'c= 200kg/cm ² para estructura inclinada, armada con malla 6-6/10-10, reforzada con varilla del No.4 @ 60cm en ambos sentidos, de 12cm de espesor promedio, acabado común, incluye cimbra en costados, descimbra, colado y curado.	M ²	33.82	75,482.0	2'552,801
Losa de concreto f'c= 200kg/cm ² armada con malla 6-6/10-10 de 8cm de espesor, de acabado fino pulido, incluye cimbra y descimbra, colado y curado.	M ²	34.00	25,280.0	659,560
Losa de concreto f'c= 200kg/cm ² armada con malla 6-6/10-10, reforzada con varilla No.4 @ 60cm en ambos sentidos, de 10cm de espesor, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	M ²	37.13	50,466.0	1'873,803
Losa de concreto f'c= 150kg/cm ² armada con malla 6-6/10-10, de 6cm de espesor, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	M ²	22.51	25,029.7	563,419
Forjado de elemento en espejo de agua, a base de concreto f'c=150kg/cm ² , armado con varilla del No.3 @ 20cm en sentido longitudinal y varilla del No.4 @ 15cm en sentido transversal, de 10cm de espesor, acabado aparente en dos caras, chaflán en arista, incluye habilitado del acero, cimbra, descimbra, colado y curado. Desarrollo del elemento 1.15m.	ML	8.75	90,700.0	793,625
Forjado de elemento en borde de fuente realizado a base de concreto f'c= 150kg/cm ² armado con malla 6-6/10-10 reforzada con varilla del No.3 @ 50cm en sentido transversal y dos ármex 15-15-4 en sentido longitudinal en extremos, de 10cm de espesor, con acabado pulido, incluye cimbra en extremos, descimbra, colado y curado. Desarrollo del elemento 1.57m.	ML	15.58	76,840.0	1'197,167

Forjado de elemento en borde de jardinera del monumento, realizado de concreto $f'c=150\text{kg/cm}^2$, armada con malla 6-6/10-10 y $\frac{1}{2}$ ármex 15-15-4 en extremos en sentido longitudinal, de 8cm de espesor, con acabado pulido, incluye cimbra común en extremos, descimbra, colado y curado. Desarrollo promedio del elemento 1.40m.	ML	24.66	57,104.0	1'408,185
Forjado de elemento adosado a losa de soporte realizado a base de concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ armado con varilla del No.4 @ 15cm en sentido transversal y tres varillas del No.4 en sentido longitudinal de 12cm de espesor, acabado aparente en dos caras, incluye habilitado de acero, cimbra, descimbra, colado y curado. Desarrollo del elemento 1.45m.	ML	23.40	132,900	3'109,860
			SUBTOTAL	80'857,165

5.3.3 ALBAÑILERIA Y ACABADOS.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Cadena de 0.15 x 0.15 de sección de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ con agregado máximo de 20mm, armada con ármex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	101.40	15,842.4	1'606,422
Cadena de 0.15 x 0.10m de sección de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ con agregado máximo de 20mm, armada con $\frac{1}{2}$ ármex 15-15-4, acabado aparente con challán en aristas, incluye cimbra en costados, descimbra, colado y curado.	ML	44.60	15,962.0	711,905
Cadena de 0.15 x 0.15m de sección, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ con agregado máximo de 20mm, armada con ármex 15-15-4, acabado aparente con challán en aristas, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	64.00	23,722.0	1'518,208
Cadena de 0.15x0.20m de sección, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ con agregado máximo de 20mm, armada con ármex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	81.65	17,461.0	1'425,691
Cadena de 0.30x0.08m de sección, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm armada con tres varillas del No.3 y grapas del No.2 @ 25cm, acabado aparente con challán en aristas, incluye cimbra, descimbra, colado y curado.	ML	28.80	21,898.0	630,662
Castillo de 0.15x0.15m de sección, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armado con ármex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	72.58	14,035.0	1'020,064
Castillo de 0.15x0.10m de sección, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armado con $\frac{1}{2}$ ármex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	14.40	10,055.0	144,792

Castillo de 0.30x0.15m de sección, de concreto $f_c = 150\text{kg/cm}^2$, con agregado máximo de 20mm, armado con armex 15-15-4, incluye cimbra común en costados, descimbra, colado y curado.	ML	2.40	25,217.0	60,521
Castillo ahogado en muro de block de 15x20x40cm de sección, de concreto $f_c = 150\text{kg/cm}^2$, armado con una varilla del No.3. Incluye colado y curado.	ML	24.70	6,471.0	159,834
Muro de block hueco de 15x20x40cm de sección, asentado con mortero cem-arena en proporción 1:5 a plomo y nivel, acabado común.	M ²	19.74	21,590.0	426,187
Muro de block hueco de 15x20x40cm de sección, asentado con cem-arena en prop. 1:5 relleno de concreto $f_c = 100\text{kg/cm}^2$ a plomo y nivel, acabado común.	M ²	152.84	32,376.1	4'948,360
Aplanado en muros acabado fino a plomo y nivel con mortero cem-cal-arena en prop. 1:3:20 de 0.02m de espesor promedio, acabado realizado con plana de madera, incluye remates y emboquillados.	M ²	229.48	7,096.0	1'628,390
Aplanado en muros, acabado rústico a plomo y nivel con mortero cem-arena en prop. 1:5 de 2.5cm de espesor promedio, incluye remates y emboquillados.	M ²	125.45	8,296.0	1'040,733
Aplanado en muros, acabado serroteado a plomo y nivel con mortero cem-arena-gravilla en prop. 1:2:3 de 3cm de espesor promedio, incluye remates y emboquillados.	M ²	313.69	11,227.0	3'521,798
Aplanado en pisos acabado fino con regla y nivel con mortero cem-cal-arena en prop. 1:3:20 de 2cm de espesor promedio, acabado realizado con plana de madera, incluye remates.	M ²	46.81	21,087.0	987,082
Mortero cem-arena 1:4 en muros, acabado serroteado y rústico.	M ²	426.33	8,594.0	3'663,880
Forjado de zócalo y/o cenefa de 12cm de ancho con fondo de acabado fino pulido con mortero cem-arena 1:5.	ML	320.30	3,654.0	1'170,376

Forjado de cenefa de 15cm de ancho con fondo acabado fino pulido, con mortero cem-arena 1:5, incluye mortero de 4cm en extremos.	ML	133.00	3,962.0	526,946
Forjado de zolo de 0.27m de ancho con fondo en acabado fino pulido, con mortero cem-arena 1:5.	ML	16.65	5,793.0	96,453
Hechura de losa de banca de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ de 0.10m de espesor, armada con varilla del No.3 @ 15cm en ambas direcciones, incluye chafán en aristas, forjado de nariz, cimbra de contacto con acabado fino pulido.	M ²	31.68	78,590.0	2'489,731
Losa de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$, armada con malla 6-6/10-10 de 0.10m de espesor, acabado escobillado, incluye juntas frías realizadas con volteador metálico en perímetro.	M ²	435.95	26,689.6	11'635,335
Firma de 0.02m de espesor en grecas de losa, realizado a base de pintura vegetal, cemento blanco y granzón, acabado escobillado, con juntas frías realizadas con volteador metálico en perímetro.	M ²	90.84	31,061.0	2'821,581
Losa de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ de 0.10m de espesor, acabado escobillado, incluye juntas frías y volteador en aristas.	M ²	159.56	22,038.0	3'516,383
Forjado de huella de concreto de 0.50m de ancho y peralte de 0.18m, de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$. Incluye forjado de nariz de 0.08m de espesor, acabado escobillado y volteador en aristas, chafán, varilla del No.3 en nariz y del No.2 @ 0.30m dirección transversal, malla 6-6/10-10, cimbra, descimbra, colado y curado.	ML	142.00	25,541.0	3'626,822
Colocación de adocreto en área de paso de corredores, incluye colocación de cama de arena de 0.05m de esp.	M ²	54.06	8,759.0	473,512
Guarnición de concreto $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ de 15x20x40 cm acabado aparente, incluye cimbra, descimbra, volteador en parte superior y juntas frías a cada 12m.	ML	36.60	28,287.0	1'035,304

Construcción de registro para aguas pluviales de 0.90x0.90x1.10m a base de block hueco de 15x20x40cm relleno de concreto f'c= 100kg/cm ² con dos varillas ahogadas del No.3, acabado pulido fino. Incluye contramarco.	P Z A	2.00	287,188	574,376
Demolición de mampostería y concreto f'c= 150kg/cm ² .	M ³	3.06	24,899.0	76,191
Colocación de viguetas del tipo T-12-5 de 1.40m de altura, empotradas en concreto (dado) de 0.40x0.40x0.40m. Incluye excavación, plomeo y nivelación.	P Z A	19.00	32,552.0	618,488
Suministro y aplicación de impermeabilizante Vaportite (dos manos) en área de cisterna.	M ²	47.00	15,176.0	713,272
Forjado de chafalán de concreto f'c= 150kg/cm ² de 15x15cm para recibir impermeabilizante, incluye acabado pulido.	ML	32.00	4,511.0	144,352
Colocación de tres estatuas con grúa. Incluye concreto y resanes.	L O T E	1.00	4'017,474	4'017,474
Base de concreto f'c= 200kg/cm ² con block relleno de concreto f'c= 100kg/cm ² de 15x20x40cm, armada con varilla del No.4. Incluye cimbra aparente. Sección de 1.70 x2.15x0.70m.	P Z A	1.00	669,559	669,559
Concreto f'c= 150kg/cm ² fabricado en obra. Incluye colado, vibrado y curado.	M ³	2.23	174,636	389,438
Base de concreto en tubo de alimentación en fuente de 0.20x0.20x12.00m.	P Z A	1.00	268,397	268,397
			SUBTOTAL	58'358,521

5.3.4 PINTURA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Suministro y aplicación de pintura vinílica de color de calidad en muros de acabado fino sobre cualquier nivel, incluye raspado y preparación de la superficie. (dos manos).	M²	196.09	4,050.0	810,188
Suministro y aplicación de pintura vinílica de color de calidad en muros de acabado rústico sobre cualquier nivel, incluye raspado y preparación de la superficie (dos manos).	M²	77.80	6,135.0	477,303
Suministro y aplicación de pintura de color de calidad vinílica en muros de acabado serroteado sobre cualquier nivel, incluye raspado y preparación de la superficie (dos manos).	M²	280.64	8,031.0	2'253,820
Suministro y aplicación de pintura de esmalte de color de calidad en muros de acabado fino sobre cualquier nivel, incluye raspado y preparación de la superficie (dos manos).	M²	17.82	6,705.0	119,483
Suministro y aplicación de pintura vinílica de color de calidad en zoclos y/o cenefas de 0.12m de ancho con fondo acabado pulido fino, incluye preparación de la superficie (dos manos).	Ml	320.30	1,186.4	380,017
Suministro y aplicación de pintura vinílica de color de calidad en cenefas de 0.15m de ancho de fondo acabado fino, incluye preparación de la superficie (dos manos).	M²	116.20	1,290.0	149,898
Suministro y aplicación de pintura vinílica de color de calidad en zoclo de 0.27m de ancho de fondo acabado fino, incluye preparación de la superficie.(dos manos).	M²	16.65	1,394.0	23,210
Suministro y aplicación de pintura de alberca de color de calidad en área de espejo de agua, en muros y pisos de acabado fino, incluye limpieza y preparación de la superficie (dos manos).	M²	100.91	19,644.0	1'982,276
			SUBTOTAL	6'196,195

5.3.5 JARDINERIA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Suministro y tendido de jardinería en exteriores, jardineras y área de monumento. Incluye suministro de tierra vegetal, extendido, rastrileo, acarreo y plantas de ornato.	L O T E	1.00	7'008,000	7'008,000
			SUBTOTAL	7'008,000

5.3.6 HERRERIA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Puerta de acero comercial de 3/16 x 1 1/2" tipo persiana de 1.25 x 0.85m con marco del mismo material. Incluye colocación.	P Z A	1.00	363,375	363,375
Ventana de acero comercial de 3/16 x 1(1/2") tipo persiana de 0.40 x 0.40m. Incluye colocación.	P Z A	2.00	54,720.0	109,440
Rejilla para registro pluvial sobre paso peatonal de 1.00 x 1.00m de 3/16 x 1 1/2", con marco del mismo material. Incluye colocación.	P Z A	3.00	342,000	1'026,000
Rejilla para cisterna paso peatonal de 0.60 x 0.60m de 3/16 x 1 1/2". Incluye colocación.	P Z A	1.00	123,120	123,120
			SUBTOTAL	1'621,935

5.3.7 INSTALACION ELECTRICA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Base de block hueco de 15x20x40cm relleno de concreto para recibir lámpara de cuarzo.	P Z A	8.00	22,990.0	183,920
Base de concreto de 60x40x30cm para recibir postes de luminaria Bekotron. Incluye anclajes de 5/8".	P Z A	10.00	53,383.0	533,830
Construcción de registro eléctrico de 40x40x40 cm con block hueco de 15x20x40cm relleno de concreto con acabado pulido. Incluye marco colado y contramarco.	P Z A	13.00	58,470.0	760,110
Suministro, colocación y armado de lámparas de cuarzo de 1,500 watts, 220v. Incluye filamento.	P Z A	2.00	199,849	399,698
Salida eléctrica 220v. con cable No. 6 y cable del No. 8 para alimentación de luminaria. Incluye excavación y concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$.	ML	50.00	19,900.0	995,000
Salida eléctrica 220v. para alimentación de luminaria con cable del No.10. Incluye excavación y concreto $f_c=200\text{kg/cm}^2$. (dos hilos)	ML	40.00	12,032.0	481,280
Salida eléctrica para lámpara de 12v. con cable del No. 12 dúplex y cable de uso rudo dos por doce (longitud aproximada 20m.)	S A L	6.00	144,827	868,962
Salida eléctrica de 110v. con cable No.8 para alimentación de lámparas de cuarzo (long. aprox. 7m).	S A L	4.00	55,575.0	222,300
Salida eléctrica de 110v. con cable del No. 12 para lámpara tipo spot.	S A L	10.00	49,550.0	495,500
Suministro y colocación de tablero de control y protección.	L O T E	1.00	2'004,939	2'004,939

Salida eléctrica de 220v. para alimentación de luminaria con cable del No.8. Incluye excavación y concreto f'c=200kg/cm².	ML	32.00	15,847.0	507,104
Salida eléctrica para alimentación general enterrado en terreno natural con excavación de 0.20 x 0.40m utilizando 3 cables del No. 6 un cable del No.8. Incluye concreto.	ML	60.00	27,573.0	1'654,380
Salida eléctrica para alimentación general enterrado en pavimento, con excavación de 0.20 x 0.40m. utilizando 3 cables del No. 6 y un cable del No. 8. Incluye concreto.	ML	50.00	29,847.0	1'492,350
Suministro de transformador monofásico* de 25KVA.	P Z A	1.00	5'219,500	5'219,500
Suministro y colocación de tierra física simple con alambre de cobre 1/0 y varilla coperwell.	P Z A	1.00	527,480	527,480
Suministro y colocación de lámpara tipo spot de 110v. 150watts.	P Z A	10.00	50,159.0	501,590
Salida eléctrica para iluminación incandescente de 100watts.	S A L	2.00	44,808.0	89,616
Salida eléctrica para contacto polarizado. incluye contacto.	S A L	5.00	57,497.0	287,485
Salida eléctrica 220v. con cable del No. 10 en postes de tres metros.	S A L	10.00	22,286.0	222,860
Acometida en poste 220v. con 3 cables del No.6 y un cable del No. 8. Incluye mufa, tubo conduit PVC ligero, interruptor de 3x100.	L O T E	1.00	573,291	573,291
Salida eléctrica con cable del No. 10 en 110v. para alimentación de lámpara de cuarzo. (long. aprox. 5m.)	S A L	2.00	63,211.0	126,422
Salida eléctrica con cable del No. 10 para lámpara de cuarzo (long. aprox. 20m.).	S A L	2.00	87,025.0	174,050

Renta por concepto de cable para alimentación.	L O T E	1.00	439,303	439,303
Suministro y colocación de luminaria Bekotron de 250watts-220v.	P Z A	10.00	1694,030	16'940,300
Suministro y colocación de reflector de cuarzo de 500watts.	P Z A	8.00	90,910.0	727,280
Suministro y colocación de luminaria sumergible de color.	P Z A	6.00	732,450	4'397,700
Suministro y colocación de poste de 3m de 3" de diámetro.	P Z A	10.00	270,000	2'700,000
Pintura en postes.	P Z A	10.00	6,000.0	60,000
			SUBTOTAL	43'586,250

5.3.8 INSTALACION SANITARIA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Salida para limpieza de fuente con tubería de PVC 3" de diámetro.	S A L	1.00	240,934	240,934
Salida para aguas pluviales de 6" de diámetro, con tubería de PVC sanitario.	S A L	3.00	424,852	1'274,556
Salida de reciclaje de agua con tubería de PVC sanitario de 4" de diámetro. Incluye demolición de mampostería.	S A L	3.00	113,326	339,978
Salida para limpieza de cisterna con tubería de PVC sanitario de 3" de diámetro.	S A L	2.00	130,978	261,956
Salida de demasía de cisterna con tubería de PVC sanitario de 3" de diámetro.	S A L	1.00	170,757	170,757
Salida de reciclaje de agua con tubería de PVC sanitario de 3" de diámetro. Incluye demolición de mampostería.	S A L	1.00	85,808.0	85,808
			SUBTOTAL	2'373,969

5.3.9 INSTALACION HIDRAULICA.

CONCEPTO	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Suministro, armado y colocación de bomba de 110 x 220v. de 1 1/2 x 1 1/4 centrífuga.	P Z A	5.00	840,000	4'200,000
Suministro, armado y colocación de salidas hidráulicas de presión para la fuente principal, incluye encofrado de tubo PVC.	S A L	11.00	129,600	1'425,600
Suministro, armado y colocación de salida hidráulica de tubo de cobre para punta de bomba centrífuga.	S A L	5.00	180,000	900,000
Suministro, armado y colocación de salidas hidráulicas para espejo, incluye accesorios de montaje.	S A L	5.00	360,000	1'800,000
Suministro, armado y colocación de salidas hidráulicas para pichancho, incluye accesorios de montaje.	S A L	5.00	240,000	1'200,000
			SUBTOTAL	9'525,600

R E S U M E N

PRELIMINARES	4'177,866.00
CIMENTACION Y ESTRUCTURA	80'857,165.00
ALBAÑILERIA Y ACABADOS	58'358,521.00
PINTURA	6'196,195.00
JARDINERIA	7'008,000.00
HERRERIA	1'621,935.00
INSTALACION ELECTRICA	43'586,250.00
INSTALACION SANITARIA	2'373,989.00
INSTALACION HIDRAULICA	9'525,600.00
HORAS EXTRAS	29'342,958.00
SUBTOTAL	243'048,479.00
15% I.V.A.	36'457,272.00
TOTAL	279'505,751.00

Finalmente, se presenta una gráfica comparativa, de costos acumulados, de la cual se obtiene, por semanas, el monto total invertido hasta una fecha determinada. Compara los costos reales, los cuales generalmente resultan más elevados, contra los costos planeados, es decir, los obtenidos antes del comienzo de la obra.

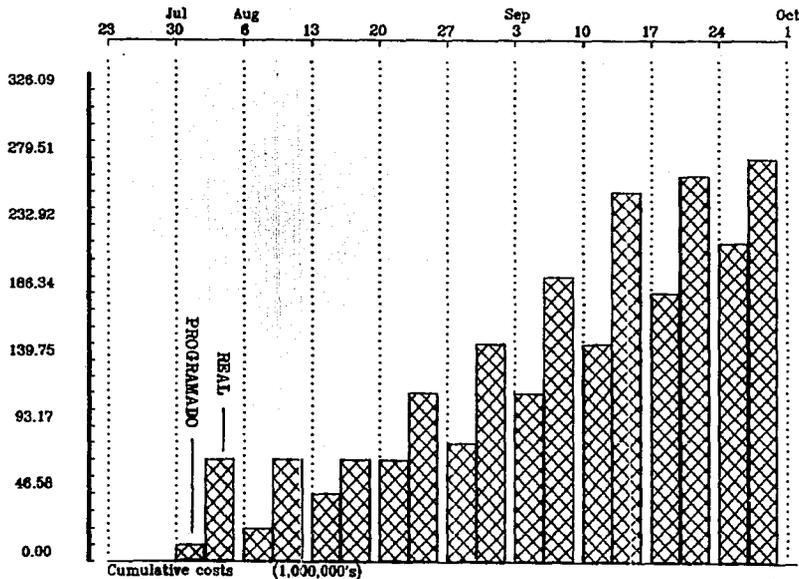
Los incrementos que se presentaron, fueron producto fundamentalmente de la mano de obra, la cual aumentó considerablemente por la necesidad que se tuvo de trabajar horas extras. Por otro lado, los incrementos en los salarios y precios de materiales, también repercutieron.

Otro factor que provocó incrementos en el presupuesto original, fueron los cambios en las especificaciones que se presentaron, como ya se mencionó anteriormente, durante el desarrollo de la obra.

Para conocer dichos incrementos, es preciso calcular los nuevos precios unitarios.

CONSTRUCCION DE LA PAZA 4 DE OCTUBRE EN CAMPECHE
Project: COSTOS

133



CONCLUSIONES.

En todo proceso constructivo intervienen ciertos elementos que se pueden dividir en tres grupos: materiales, obra de mano y maquinaria. Estos elementos son debidamente combinados y transformados mediante un proceso para obtener una obra completamente terminada. Así mismo, durante la construcción intervienen máquinas y el elemento humano para explotar, transportar y colocar los materiales.

Aún teniendo los mismos recursos, éstos pueden ser combinados cualitativa y cuantitativamente de manera diferente, generándose varias alternativas que nos llevarán a obtener la obra terminada; entonces, se debe comparar y seleccionar la que mejor convenga, siguiendo un criterio fundamental que es el económico.

Es conveniente hacer notar que no precisamente el costo más bajo nos da la alternativa adecuada. Si tomamos por caso la etapa de diseño, se deberán incluir en el análisis factores diferentes del costo, tales como, vida útil de la obra, costos futuros de mantenimiento, funcionalidad, etc. Sin embargo, el costo de cada una de las alternativas proporciona un elemento de comparación muy importante en la mayoría de los casos.

Con base en lo anterior, el proceso de transformación podemos imaginarlo como la mejor forma de combinar los tres insumos: materiales, maquinaria y obra de mano.

Así mismo, podemos representar la construcción como uno o varios procesos de transformación con una entrada: "los recursos" y una salida: "la obra terminada".

Antes de iniciar el proceso de transformación, debemos analizar y definir con detalle sus fases.

Esta actividad, que representa para el constructor una guía en la toma de decisiones, constituye la planeación del proceso.

En esta etapa, es necesario analizar con cuidado las variables significativas (entendiéndose por significativas aquellas que si hacemos a un lado modificarán fundamentalmente nuestras decisiones en función del objetivo) que intervienen en el proceso, encontrar su interrelación y estudiar como una variación en cada una de ellas, influye en que el resultado final se acerque más o menos a nuestro objetivo

En realidad, equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de acción en función del objetivo.

Como normalmente los cursos alternativos de acción son muchos, sería imposible analizar cada uno de ellos; por lo que es conveniente buscar una forma adecuada de compararlos, de tal manera que nuestro objetivo se cumpla.

Para ésto, se tendrán que analizar, en función de nuestro objetivo, los siguientes aspectos relacionados con las variables que intervienen:

A) Variables controlables. Son aquellas posibles de manejar; es decir, que pueden ser controladas durante el proceso. Por ejemplo: tamaño del equipo, tiempo de ejecución de la obra, cantidad de obra de mano.

B) Variables no controlables. No pueden ser manipuladas pero se pueden prever mediante un estudio, sin embargo, influyen evidentemente en que el resultado final se acerque o no al objetivo, por lo que habrá que considerarlas. Por ejemplo: Costo de la obra de mano, costo de los materiales.

Existen además variables no controlables que no se pueden prever; tal es el caso de un sismo.

C) Por otro lado, normalmente las variables tienen limitaciones; si consideramos, por ejemplo, el total de horas-máquina para ejecutar un trabajo dado, éstas no podrán ser menores que cero ni mayores que el tiempo total disponible. Se puede tener limitaciones en: tiempo de ejecución de la obra, sumas mensuales a gastar, planos y especificaciones.

Estas limitaciones a las variables son muy importantes en general y muchas de ellas estarán contenidas en los mismos planos y especificaciones.

Puede verse que no será fácil encontrar todas las variables, separar las significativas de las no significativas, encontrar las limitaciones y sobre todo definir las relaciones entre todas ellas, de tal forma que podamos tener una serie de decisiones o fijar la

estructura en que se apoye la toma de decisión.

Sin embargo, los adelantos tecnológicos actuales permiten que, con la ayuda de la computadora, se analicen en poco tiempo más alternativas con un mayor número de variables en cada una de ellas.

En el caso particular de la construcción, es usual que las condiciones varíen con el tiempo, ya que es común encontrar en el campo, en el momento de construir, condiciones diferentes a las que tomó el diseñador, lo que origina evidentemente cambios en especificaciones, en dimensiones y algunas veces cambios substanciales, como modificación del sitio donde se ubica la obra.

Parecería necesario que, si tales modificaciones existen, repetir la planeación del proceso. Habrá que buscar desde luego, para facilitar estas modificaciones, el método para planear que más fácilmente pueda adaptarse a estas modificaciones y evitar en lo posible tener que replanear principiando de nuevo.

Para estar seguros que la planeación funciona y las decisiones que se van tomando derivadas de esta planeación nos van encaminando al objetivo u objetivos, si tenemos que manejar un gran conjunto de variables, estudiar sus relaciones, analizar sus limitaciones y además, se han hecho a un lado las variables no significativas escogidas a base de criterio, es fácil comprender que no podemos esperar al término de la obra para saber si nuestro objetivo se cumplió o no, será necesario revisar, a lo largo del proceso, si nuestro objetivo se va cumpliendo; esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado con lo planeado, en función del objetivo. En el caso de la plaza, llevando costos comparándolos con los planeados, analizando continuamente las diferencias y, cuando éstas fuesen significativas, habría que revisar la planeación y desde luego, verificar que lo planeado se esté llevando realmente a cabo. No basta planear: después de tomar las decisiones hay que comunicarlas y tener una organización para su ejecución. Si algo falla, lo planeado no coincidirá con lo ejecutado y se tiene que corregir.

Esta revisión y actuación para corregir el proceso en función de los costos se denomina en construcción, "Control Administrativo". También será necesario, llevar a cabo la obra en tal forma que cumpla con su propósito y tenga el factor de seguridad adecuado.

Se debe de revisar continuamente que la obra, en ejecución, se vaya construyendo de acuerdo con este propósito. Esto se logra en forma similar a lo anterior: tomando muestras para compararlas con el estándar, y si hay desviaciones significativas influyendo en el proceso, corregir la desviación. A esto de lo conoce como "Control de Calidad".

En realidad, estos dos controles constituyen un proceso en sí, capaz de ser planeado, que se conoce con el nombre de Control o Retroalimentación, y actúa modificando el proceso principal.

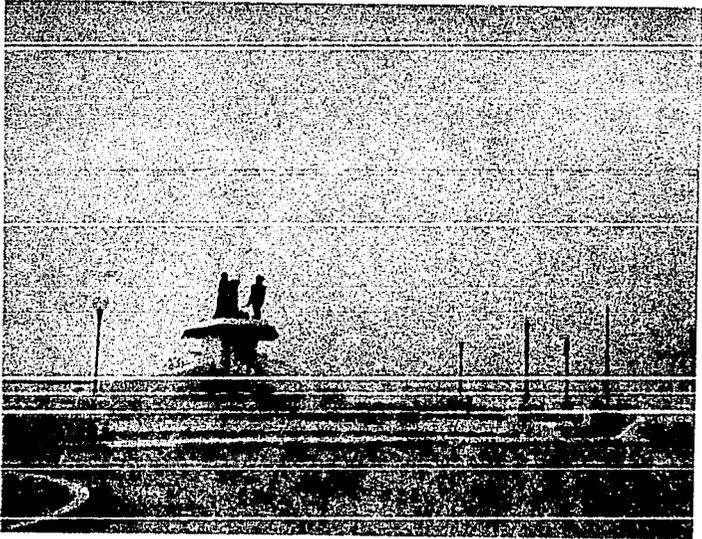
Para que el proceso de control sea efectivo, es necesario fijar un plan de acción que contenga básicamente cuatro pasos:

- a) Establecimiento de estándares.
- b) Verificación o comparación de lo real contra el estándar.
- c) Acción correctiva cuando aparezcan desviaciones.
- d) Mejoramiento de los estándares.

En el caso de la plaza, sólo existió control administrativo mediante supervisión en obra. En cuanto al control de calidad, no fue exigido por la dependencia, razón por la cual no se efectuaron pruebas de laboratorio, debido al poco tiempo con que se contó para el desarrollo del proyecto. Las pruebas de laboratorio son indispensables, ya que dan seguridad no solamente al dueño de la obra sino al contratista, proporcionando, de esta forma, los elementos para suponer que no se presentarán fallas posteriores al término de la obra.

En general, el principal problema al que hubo que enfrentarse durante el proceso constructivo, fue el período de tiempo tan reducido con que se contó para la conclusión de la obra. Por ello fue necesario trabajar horas extras lo cual provocó un incremento en el costo de la obra así como gastos adicionales como lo fue el suministro de energía eléctrica para poder trabajar durante la noche.

Independientemente de lo anterior, la obra se terminó de acuerdo al programa, siendo inaugurada el día 4 de octubre de 1990, fecha en la cual se conmemoró el cuatrocientos cincuenta aniversario de la fundación de la ciudad de Campeche.



BIBLIOGRAFIA.

- 1.- **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CIMIENTOS.** M.J. Tomlinson. Edición en español, URMO, S.A. de ediciones. España, 1979.
- 2.- **INGENIERIA DE CIMENTACIONES.** Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornborn. Segunda edición, Ed. LIMUSA. México, 1990.
- 3.- **METODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPO DE CONSTRUCCION.** R.L. Peurifoy. Ed. Diana, S.A.. México.
- 4.- **APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS.** Ernesto R. Mendoza Sánchez, Jorge H. de Alba Castañeda. División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, Depto. de Construcción.
- 5.- **MANUAL DEL INGENIERO CIVIL.** Frederick S. Merritt. Primera edición en español McGraw-Hill. México, 1982.
- 6.- **APUNTES DE INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO.** Ernesto Mendoza Sánchez. División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica. Departamento de Construcción, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 7.- **CAMPECHE: ANALISIS ECONOMICO-SOCIAL.** Primera edición México, Litoarte, S. de R.L. 1967.
- 8.- **CENTRO DE ESTUDIOS POLITICOS, ECONOMICOS Y SOCIALES.** Partido Revolucionario Institucional: Monografía del Estado de Campeche. 1988.