

CENTRO DE DIVULGACIÓN ASTRÓNOMICA

Tesis que para obtener el título de Arquitecto presenta



Lina Gryj Rubenstein

Facultad de Arquitectura

UNAM

1993

**TESIS CON
FALLA**



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.

Jurado:

Arq. Jaime Ortiz Monasterio

Arq. Manuel García Iñiguez

Arq. Manuel de la Mora y Bermejillo

INDICE

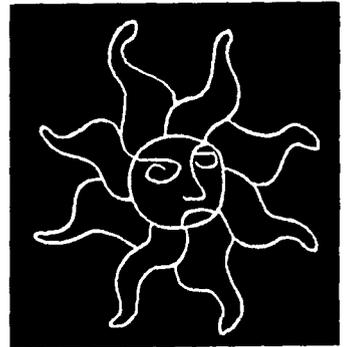
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ASTRONOMÍA Y ARQUITECTURA	4
III. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	30
IV. LOCALIZACIÓN	32
V. PROYECTO ARQUITECTÓNICO	40
5.1. Planos Arquitectónicos	
VI. CRITERIO ESTRUCTURAL	65
6.1. Planos Estructurales	
VII. CRITERIO DE INSTALACIONES	74
7.1. Instalación Hídrica y Sanitaria	
7.2. Instalación Eléctrica e Iluminación	
VIII. CRITERIO DE ACABADOS	79
IX. PRESUPUESTO	82
X. BIBLIOGRAFÍA	83

"No nos preguntamos que propósito útil hay en el canto de los pájaros, cantar es su deseo desde que fueron creados para cantar. Del mismo modo, no debemos preguntarnos por qué la mente humana se preocupa por desentrañar los secretos de los cielos..."

La diversidad de los fenómenos de la Naturaleza es tan grande y los tesoros que encierran los cielos tan ricos, precisamente para que la mente del hombre nunca se encuentre carente de su alimento básico"

*Johannes Kepler, *Mysterium Cosmographicum**

INTRODUCCION



INTRODUCCION

Vivimos en un universo dinámico en donde los cambios no son al azar sino que obedecen patrones conocidos como leyes naturales. Gracias a este orden en la naturaleza el hombre ha podido entender las causas de muchas de las cosas que suceden a su alrededor. Los fenómenos astronómicos no son una excepción y el conocimiento de ellos y de las leyes que los rigen han ayudado a mejorar en muchos aspectos la vida del hombre.

A lo largo de la historia las civilizaciones en todo el mundo han invertido mucho tiempo y esfuerzo para aprender astronomía. Las culturas antiguas se dieron cuenta de que en el cielo tenían un gran calendario a disposición de todo el que tuviera la dedicación y habilidad para observarlo, mantener registros e interpretarlos. La habilidad para "leer" el calendario era, de hecho, una cuestión vital, puesto que de la correcta interpretación dependía su sustento. Para la caza y la recolección los nómadas se sujetaban a la época de migración de los animales y de la maduración de los frutos; para orientarse se valían de las estrellas. A los agricultores las fases de la luna y el viaje anual del sol les indicaban la época de siembra o de lluvias.

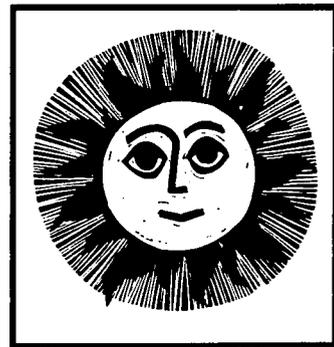
Los hombres han ideado diversas maneras para marcar el tiempo y las épocas del año. Posiblemente el primer instrumento que se inventó con este fin fue el gnomon, que consistía en un elemento vertical que proyectaba sombras de diferentes longitudes según la hora del día y la posición del sol. Tomando éste y otros principios y observaciones astronómicas, se han encontrado en casi todas las culturas prehistóricas que los diseños de edificios y en algunos casos ciudades enteras guardan una relación con eventos o elementos astronómicos importantes. Algunos de estos edificios están diseñados de tal forma que en alguna fecha importante, como los solsticios y equinoccios, se crean luces o sombras en puntos y formas específicas que marcan la fecha deseada.

La astronomía ha jugado un papel protagónico en el desarrollo de la humanidad. En un principio perseguía propósitos eminentemente prácticos, pero más adelante intervenía también, en cuestiones religiosas y filosóficas. Grandes pensadores de diferentes épocas como Copérnico, Galileo, Kepler, Newton, Einstein por mencionar solo algunos, han ampliado el conocimiento del universo y con ésto han contribuido a modificar el concepto y visión del mundo que se tenía en su época.

La necesidad del hombre por conocer lo ha impulsado en todas las épocas a dar respuestas en la medida de sus conocimientos. Su capacidad de imaginar y razonar es lo que lo ha llevado tan lejos en el entendimiento del cosmos. La imaginación amplía su visión llevándolo a mundos desconocidos. Muchos se quedarán siempre dentro de las fronteras de la fantasía y otros algún día serán terreno de exploración. La capacidad de razonar le permite distinguir entre lo que puede ser real y lo puramente fantástico.

El conocimiento es un prerequisite para la supervivencia, por lo tanto el futuro de la humanidad depende en gran parte del entendimiento que tengamos del cosmos. El saber implica la concientización y la valoración de lo que se conoce. Ocuparse de proyectos educativos es vital para el crecimiento del ser humano. Mostrar al hombre las maravillas del cosmos y ubicarlo en el lugar que ocupa dentro de él, es en cierta forma enseñarle a apreciar y cuidar el mundo en el que vive.

ASTRONOMIA Y ARQUITECTURA



OBSERVATORIOS ASTRONOMICOS A TRAVES DEL TIEMPO

"...el tiempo, primer espacio cultural de la historia"

Rivera. (sobre el Satunsat de Oxkintok)

Observatorio astronómico se puede definir de una manera general como una estructura construida para la observación del firmamento. Para los propósitos de esta tesis es necesario señalar la diferencia entre un observatorio de la antigüedad y uno moderno.

Desde el punto de vista de la arqueología se entiende como observatorio aquel edificio o lugar que tiene una alineación demostrable hacia una dirección solar o estelar importante, independientemente de si se utilizó o no para observar el sol u otros cuerpos celestes. (Williamson, Fisher, O'Flynn.1977).

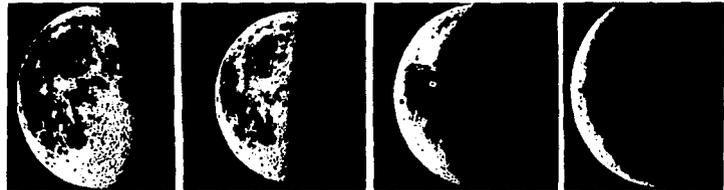
La definición moderna de observatorio es aquel edificio construido especialmente para albergar instrumentos de observación astronómica.

OBSERVATORIOS ASTRONOMICOS DE LA ANTIGÜEDAD

En muchas estructuras y edificios de la antigüedad se han encontrado alineaciones astronómicas significativas. Gracias a ésto se ha podido demostrar que existía la preocupación por observar el movimiento de cuerpos celestes, su periodicidad y la necesidad de marcar el tiempo y las épocas del año. Se ha encontrado por ejemplo, que la línea de un muro o la posición de dos montículos apuntaban, en la época de construcción, a la salida u ocaso de un astro. (Hawkins.1976).

Los cuerpos y fenómenos astronómicos a los que daban importancia varían de una cultura y región a otra, pero en las que todas coinciden son:

- El Sol. Su posición durante los solsticios y equinoccios, y su tránsito cenital.
- La Luna
- Los planetas
- Las estrellas más brillantes
- Los cometas



STONEHENGE, INGLATERRA

Monumento ubicado en la llanura de Salisbury, Wiltshire en el sur de Inglaterra. Fue construido en varias etapas siendo la más antigua del 2700 A.C., período Neolítico, y la más reciente del 1700 A.C. aproximadamente.

Es un asentamiento que consta de una serie de fosas, monolitos y trilitos que forman círculos concéntricos rodeando dos conjuntos más de rocas dispuestos en forma de herradura.

Existe además un monolito aislado llamado "Heelstone" o "piedra estaca". Este elemento llama la atención, no sólo por estar fuera del patrón de círculos, sino porque al amanecer del solsticio de verano el sol se eleva justo arriba de este monolito, para un espectador ubicado en el centro del conjunto.

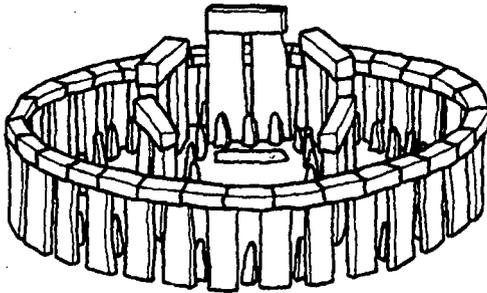


Diagrama isométrico de la reconstrucción del conjunto megalítico de Stonehenge.

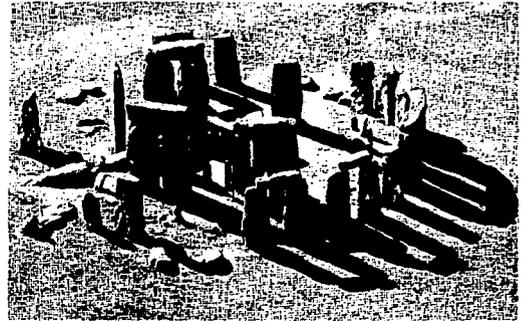
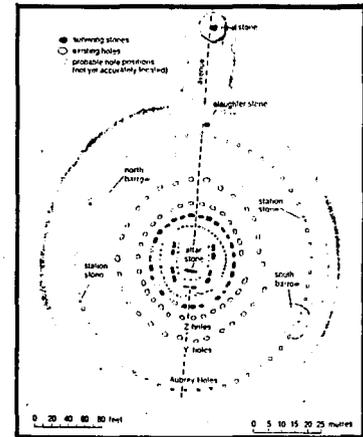


Foto Aérea de Stonehenge

Se han encontrado alineamientos con pares de piedras menos prominentes que marcan la salida del sol en fechas importantes como los equinoccios.

Los astrónomos Gerald Hawkins y Fred Hoyle proponen, alrededor de 1960, una teoría que refleja un conocimiento astronómico más avanzado que el expuesto anteriormente. El anillo exterior formado por 56 huecos llamados "Aubrey Holes" data de la primera etapa de construcción de Stonehenge. Estos hoyos marcan 56 posiciones que posiblemente fueron utilizadas como referencia para predecir eclipses de sol y de luna. Los dos anillos que siguen hacia el centro, tienen 30 y 29 marcas de afuera hacia adentro respectivamente. Estas posiblemente eran utilizadas para contar los meses lunares (de 29 ó 30 días).

Si quienes concibieron Stonehenge realmente pudieron predecir eclipses en el año 2500 A.C. se habrían adelantado a los egipcios y babilonios, que hasta ahora son considerados los primeros en lograrlo; esto haría necesario revisar las teorías sobre el desarrollo de la cultura occidental. (Pasachoff. 1983).



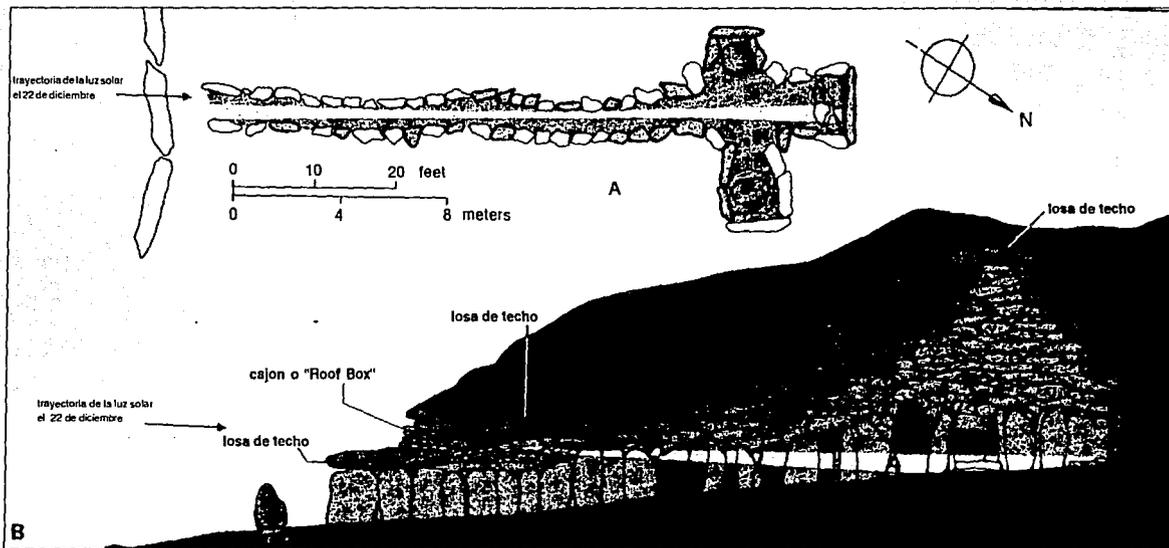
PLANO DE STONEHENGE. Muestra las rocas existentes, las estructuras excavadas -Hoyos de Aubrey (Aubrey Holes), hoyos "Y" y hoyos "Z"- así como el alineamiento solsticial que corresponde al eje de simetría del conjunto.

TUMBA DE NEWGRANGE, IRLANDA

Es una estructura del período Neolítico que data del 3100 A.C. Se encuentra a unos 50 km. al Noroeste de Dublín en Irlanda. La tumba es de planta cruciforme, consiste en un pasaje angosto de 19 m de largo que remata con una cámara al final y otras 2 laterales. Está revestida con losas verticales y techada a base de dinteles y rocas en voladizo.

Sobre el dintel de la entrada hay una especie de cajón, "Roof Box", de 1 metro de ancho y 25 cm de altura. A través de esta ventana, la luz podría pasar aunque la puerta de acceso estuviera cerrada con una gran losa.

Visto en planta, el corredor presenta una ligera sinuosidad la cual restringe el paso de la luz a través de la ventana. Un corte longitudinal revela que el piso de la tumba se va inclinando hacia arriba de tal manera que, en la mañana del solsticio de invierno, entra un rayo de luz a través de la ventana de acceso, "Roof Box", ilumina el piso de la cámara de sepultura y remata en la pared posterior de la cámara, en el fondo del pasadizo. Esta pared está decorada con tres dobles espirales entrelazadas las cuales son iluminadas brevemente por un rayo de sol este mismo día. Estos motivos aún no han sido descifrados, pero se cree que tienen un significado astronómico referente al sol.



TUMBA DE NEWGRANGE, IRLANDA.

El 22 de Diciembre, día que marca el solsticio de Invierno, la luz del sol entra a través de el "Roof Box", una especie de ventana sobre el dintel de la entrada de la tumba de Newgrange, iluminando la cámara de sepultura al final del pasadizo.

A. Visto en planta se observa la ligera curvatura del pasadizo.

B. Visto en corte se observa la inclinación ascendente del piso.

MESOPOTAMIA

Los primeros registros escritos sobre el movimiento de los astros se encontraron en Mesopotamia y Egipto, por lo que muchos afirman que fue ahí donde se originó la astronomía occidental.

Los Babilonios hicieron detallados esquemas gráficos sobre el movimiento del sol, la luna y los planetas; lograron predecir eclipses lunares y trazaron la trayectoria anual del sol. Para sus observaciones construyeron las "Torres de Babel". Estas son construcciones de 7 pisos que posiblemente estaban dedicadas al sol, la luna y los 5 planetas conocidos.



LA TORRE DE BABEL

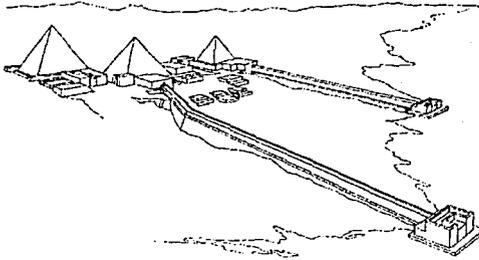
Fue la explicación que se dio en el viejo testamento a las primitivas estructuras babilónicas que sirvieron de observatorios.

EGIPTO

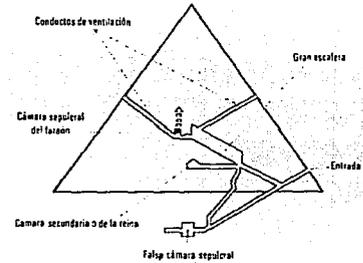
Los antiguos egipcios llegaron a tener conocimientos astronómicos muy adelantados. Crearon un calendario de 365 días con 12 meses de 30 días y 5 días festivos al final del año. Llevaron registros del movimiento de los astros y para sus cálculos utilizaron matemáticas muy avanzadas. En muchas de las construcciones egipcias de la antigüedad se han encontrado alineamientos astronómicos muy significativos.

En Giza, por ejemplo, la base de la Gran Pirámide de Keops, está alineada precisamente con los 4 puntos cardinales. Además al ver un corte interior Norte-Sur, se observa que desde la Cámara del Rey y la Gran Galería, se extienden dos ductos hacia el exterior de la pirámide. Estos pudieron haber sido utilizados únicamente para ventilación, pero también se piensa que sirvieron para marcar la posición de algún astro importante.

La Esfinge, efigie del dios del sol, fue esculpida de tal manera que, en la época en que se construyó, apuntaba hacia la salida del sol en el equinoccio de primavera.



ISOMETRICO DE LAS PIRAMIDES DE EGIPTO

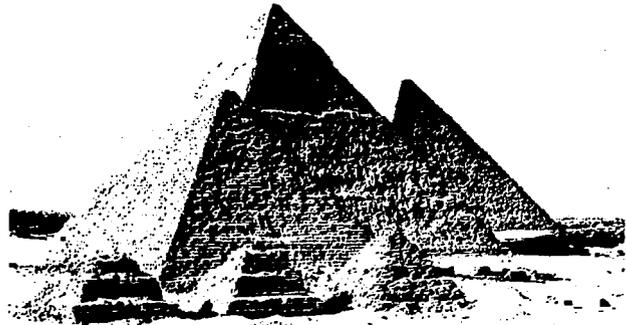


SECCION DE LA PIRAMIDE DE KEOPS

El gran templo dedicado a Amon-Ra, en Karnak, estaba alineado con la salida del sol el día del solsticio de invierno, durante el reinado de Tutmos III alrededor de 1480 A.C.

El Templo de Khons, dios de la luna, fue construido con una rotación de 1.9 grados con respecto al templo de Amon-Ra, en Karnak. La orientación del eje transversal del templo correspondía, en la misma época, al ocaso de la luna creciente el día del solsticio de verano. Se sabe que esta fase de la luna era de gran importancia calendárica para los antiguos egipcios.

En Abu Simbel, el templo principal estaba alineado con la salida del sol en la fecha I Peret 1 (18 de Octubre), un día muy importante en el calendario civil egipcio durante el reinado de Ramses II (1304-1237 A.C.). Posiblemente toda la estructura fue diseñada para permitir la entrada de la luz del sol a la efígie de Ramses II en ese día, fecha en la que el faraón celebraba su aniversario y supuestamente volvía a nacer. Existe una capilla lateral en la entrada norte del templo que está rotada 15 grados con respecto a la estructura principal. En la época de su construcción apuntaba a la salida del sol en el solsticio de invierno.



VISTA DE LAS PIRAMIDES DE EGIPTO

INDIOS ANASAZI

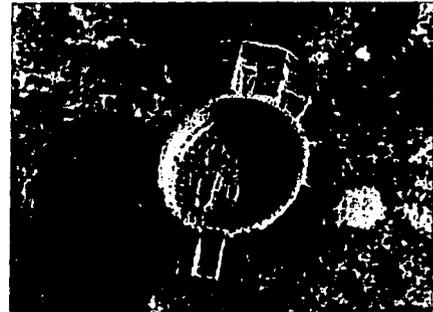
Cultura que se desarrolló en América del Norte en Nuevo México, principalmente en la zona del Chaco Canyon, desde aproximadamente el año 100 D.C. Son antecesores de los actuales indios Pueblo.

Los Anasazi fueron una civilización básicamente agrícola y al igual que otros pueblos agricultores establecieron su calendario con base en cuidadosas observaciones del ciclo solar. Determinaron de una manera muy precisa los equinoccios y solsticios los cuales marcan los cambios de estaciones. Estos cálculos astronómicos se ven reflejados en sus edificaciones como en Pueblo Bonito, en Casa Rinconada y en un dispositivo solar conocido como "la Daga Solar". (T. Canby.1982)

Los Anasazi observaban el sol no sólo para establecer sus calendarios, sino que parece haber un deseo consciente de reflejar los fenómenos celestes cruciales en las estructuras terrenales. (Williamson, Fisher, O'Flynn.1977)



PUEBLO BONITO. Conjunto habitacional de 800 cuartos.

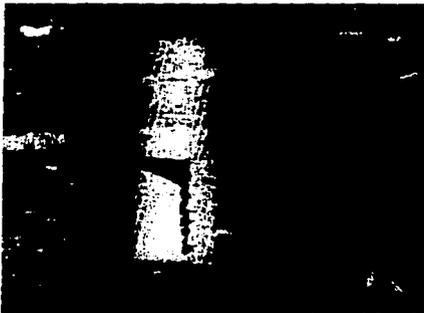


CASA RINCONADA. Kiva Ceremonial Anasazi.
El eje principal esta alineado direccion Este-Oeste.

Casa Rinconada

Es un templo o Kiva ceremonial que data del siglo XI, consistente en una estructura circular descubierta. El 21 de Junio, el día más largo del año, al amanecer, un rayo de sol entra por una ventana y lentamente se mueve iluminando un nicho específico. Esto sucede únicamente en esta fecha que corresponde al solsticio de verano.

También monitoreaban el movimiento aparente de la luna con respecto a las constelaciones; los 28 nichos más altos de la kiva podrían representar el número de días que tarda la luna en regresar a la misma posición en el cielo, en relación a las estrellas. (C. Sagan. 1983).



CASA RINCONADA.

Un rayo de sol ilumina un nicho de la Kiva, el amanecer del 21 de Junio.



CASA RINCONADA

Vista interior de la Kiva. Muestra 6 nichos superiores y 2 inferiores.

La Daga Solar

Es un dispositivo que fue creado por los Anasazi para monitorear las progresiones estacionales del sol. Se encuentra en la cima de una peña conocida como Fajada-Butte en Chaco Canyon.

Consta de una roca en la que están esculpidos dos petroglifos en forma de espiral; sobre ella se colocaron unas losas de tal manera que durante los solsticios y equinoccios la luz del sol dibuja sobre las espirales unas "dagas" de luz.

LA DAGA SOLAR

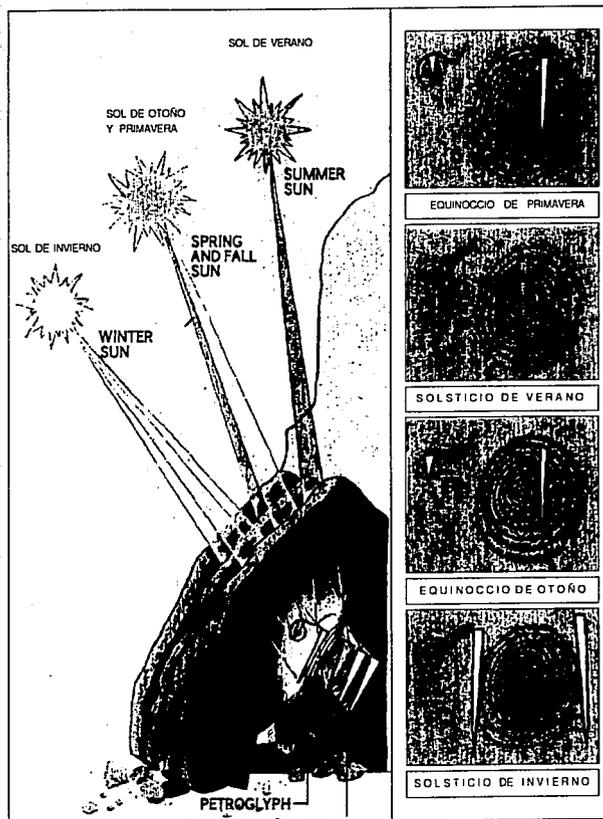
Petroglifo en espiral, sobre el que se dibuja una "daga de luz" el día del solsticio de verano.



Los equinoccios de Primavera y Otoño son anunciados con una luz adicional en un petroglifo menor. (T. Canby.) (1983).

El comienzo del verano lo marca un haz de luz que se va moviendo hacia abajo hasta bisectar el petroglifo.

El primer día de invierno (solsticio) lo marcan dos dagas una a cada lado del petroglifo mayor.



La Rueda Medicinal de Big Horn

Estructura atribuida a indios nómadas de América del Norte -la han reclamado los indios sioux, crow, cheyenes y otros-. Se encuentra en la parte Norte-central de Wyoming en uno de los picos más altos de las montañas Big Horn, a 3000 mts. de altitud, en las Rocalosas.

Es un círculo en cuyo centro hay una pila de piedras con un agujero central de unos cuantos metros de diámetro. De esta pila irradian veintiocho rayos de aproximadamente 12 metros de largo. En la periferia del círculo hay seis pilas menores, una de las cuales está al final de un rayo que se extiende más allá del círculo principal hacia el suroeste.

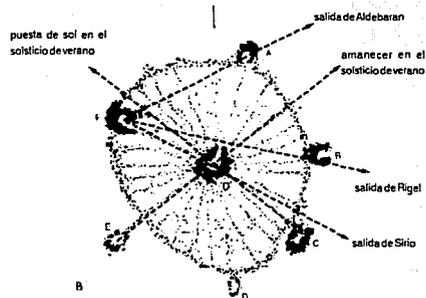
Se cree que esta estructura fue construida con propósitos calendáricos y la última vez que fue usada con este fin fue hace 200 a 700 años (Edy. 1974). Se ha encontrado que hay líneas que unen marcas significativas de la Rueda, las cuales apuntan hacia diferentes posiciones importantes como:

- Salida y puesta del sol en el solsticio de verano.
- Los puntos de salida de las tres estrellas más brillantes -Aldebarán, Rigel y Sirio- que salían justo antes del amanecer (salida heliaca) durante el verano. Por la altitud era la época en la que era posible habitar este lugar.



RUEDA MEDICINAL DE BIGHORN, WYOMING.

Foto Aérea

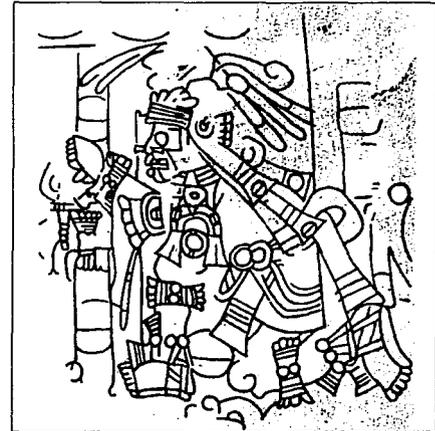


Alineamientos Astronomicos descubiertos por John A. Eddy.

MESOAMERICA

Los pueblos mesoamericanos dieron gran importancia a la observación del firmamento. La astronomía estaba vinculada con todos los aspectos de la vida.

En relación al diseño urbano y arquitectónico se ha encontrado que muchas ciudades y edificios están orientados con respecto a los cuatro puntos cardinales o presentan alineaciones astronómicas específicas (Aveni. 1977). Ejemplos de éstos se encuentran en Teotihuacán, Montealbán, Tenochtitlán, Xochicalco, todos en México, pero a mi parecer los más interesantes se encuentran en la zona Maya.



LOS MAYAS

La cultura Maya se desarrolló en lo que ahora es el sureste de México, península de Yucatán, Guatemala y norte de Belice. Su época de esplendor es del 625 al 800 D.C. (D. Sodi. 1980).

Es la civilización mesoamericana que llega a un mayor refinamiento en lo que a matemáticas y astronomía se refiere. Fueron además de los pocos pueblos en la historia que rindieron culto al tiempo. Daban carácter divino tanto a los astros como a conceptos de tiempo (días, meses, años, etc.). Crean calendarios sumamente precisos basándose en el sol, la luna y el ciclo de Venus. Lo que se sabe actualmente sobre los adelantos astronómicos de los mayas proviene tanto de fuentes escritas (códices) como de los estudios arqueoastronómicos. El Códice Dresden, por ejemplo, contiene tablas muy precisas sobre los movimientos de la luna y de Venus así como un método para predecir eclipses.

Para encontrar orientaciones astronómicas en una construcción, se toman en cuenta los objetos y fenómenos celestes más significativos, que son en orden de importancia:

- el Sol
- la Luna
- Venus (tercer cuerpo celeste más brillante)
- Estrellas o grupos de estrellas (posiblemente Las Pléyades, Sirio, Capela)
- Cometas

eventos especiales como:

- Posición del sol en el horizonte durante los solsticios y equinoccios.
- Tránsito cenital del sol
- Salida heliaca. Se refiere a la reaparición de una estrella o planeta poco antes del amanecer, después de un período de tiempo durante el cual no es visible.
- Eclipse

Caracol de Chichen Itzá.

Chichen Itzá se encuentra en Yucatán, México. Es una de las zonas arqueológicas más importantes del área Maya. Su primer apogeo fue del 600 al 900 D.C. y posteriormente fue capital de las tierras bajas del norte de Yucatán entre los siglos X y XII D.C.

El Caracol es una torre cilíndrica de 12.5 metros de altura emplazada sobre dos grandes terrazas rectangulares. En la parte superior tiene una cámara con aberturas que miran al exterior fijando ciertos puntos de observación astronómica; 20 de 29 de estas ventanas apuntan hacia eventos astronómicos importantes tales como:

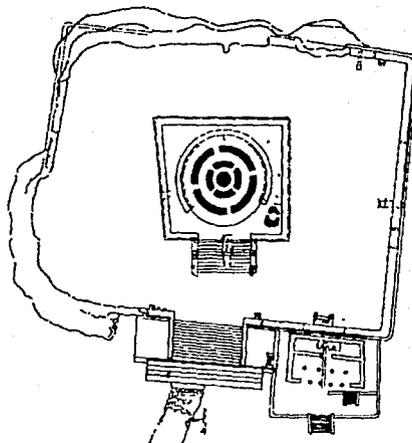
- puestas de sol y de luna durante ambos equinoccios
- alineaciones hacia Venus, las cuales pudieron haber servido para calcular su período de 584 días y su ciclo de 8 años.

Se cree que la precisión de las tablas de Venus en el Códice Dresden se logró gracias a las observaciones que se hicieron desde el Caracol. La asociación de la forma redonde del edificio con Quetzalcóatl-Kukulkán, dios de Venus y el tener en común con el Códice la región y la época de realización, fortalecen esta teoría. (Aveni. 1977).



CARACOL DE CHICHEN ITZA. YUCATAN, MEXICO

Alineamiento de ventanas, paredes y aberturas horizontales en la parte alta del edificio, parecen apuntar hacia posiciones del Sol y de Venus en días significativos.



PLANTA CARACOL DE CHICHEN ITZA

Castillo de Chichen-Itzá.

Esta pirámide parece haber estado dedicada al culto del sol. Con respecto al diseño arquitectónico tiene elementos que están directamente relacionados con el año solar:

- Tiene 4 escalinatas con 91 escalones cada una cuya suma da 364, y 365 si se agrega la plataforma superior sobre la que descansa el templo.
- La pirámide está formada por 9 cuerpos apilados y en cada fachada están divididos por una escalinata. Dando entonces 18 elementos por fachada que son el número de meses del calendario maya.
- En cada fachada hay 52 tableros salientes que equivalen en número a los años que forman un ciclo completo en el calendario tolteca.

Además de estas características, se presenta un fenómeno que demuestra la importancia que tenía el sol en esta cultura. En los equinoccios de primavera y otoño, 21 de marzo y 23 de septiembre respectivamente, aproximadamente una hora antes de la puesta del sol, se forma una sombra que parece una serpiente bajando y remata en la cabeza de piedra que representa a Kukulcán, la serpiente emplumada. (H. Hartung. 1977).



CASTILLO DE CHICHEN ITZA

Oxkintok. El Satunsat.

Oxkintok es un asentamiento Maya, localizado al noroeste de Yucatán, México. Su florecimiento tuvo lugar entre los siglos V y VIII de nuestra era. (M.C. Solanes. 1993.)

El Satunsat o laberinto fue uno de los edificios más importantes de esta antigua ciudad. Construido en 3 pisos con una serie de cuartos y pasillos en su interior; se puede interpretar como un modelo del universo maya. Presenta unos tragaluces que atraviesan muros exteriores e interiores.

Pudo ser utilizado como "observatorio y medida del tiempo" o como un espacio sagrado para los ritos de paso y las iniciaciones de los neófitos en los secretos de la astronomía. (I. Sprajc. 1989).

Rivera (1988) comenta sobre las posibles funciones del Satunsat: "Si el Satunsat representa el universo con los tres niveles superpuestos [el inframundo, la tierra y el cielo], es también necesariamente una figuración del tiempo, con mucha probabilidad una especie de **reloj astronómico, un nomon**. De ahí que los mitos indiquen que en ese lugar dió comienzo el mundo, la humanidad, por ende **el tiempo**, que fue el **primer espacio cultural de la historia**".

La particularidad astronómica del Satunsat son las ventanas que presenta en sus fachadas, que más que tener una función de ventilación podrían constituir "la trama de un juego de luces relacionado con las distintas posiciones del sol a lo largo del año". (Rivera y Ferrándiz. 1989).

En 1989 se hicieron investigaciones sobre las posibles funciones del Satunsat. De los datos que se obtuvieron con respecto a las alineaciones astronómicas de los tragaluces en la fachada oeste, se observa que lo más probable es que estuvieran relacionados con el sol, específicamente con días cercanos a los equinoccios (ninguna de las ventanas parece coincidir con la fecha exacta de los equinoccios).

Ivan Sprajc (1989) propone dos hipótesis sobre las posibles funciones del Satunsat:

- 1. Como observatorio para la determinación exacta de las fechas del año trópico¹ y para las predicciones de ciertos fenómenos (como la época propicia para iniciar las siembras).
- 2. Como espacio ceremonial cuya finalidad era consagrar fenómenos astronómicos ya conocidos, materializar simbólicamente el orden celeste y ofrecer un "juego de luces" para eventos ceremoniales en determinadas épocas del año.

Se plantea la pregunta de si realmente fue necesario construir un edificio tan complicado para llevar a cabo observaciones. El contesta negativamente, puesto que para haberlo construído tuvieron que haber tenido primero los conocimientos necesarios para lograrlo. Lo interpreta entonces como un instrumento importante para la legitimización del poder del estrato dominante, el cual se vinculaba con el dominio del calendario.

RELOJ DE SOL, 1595.

Se encuentra en una casa antigua en La Punt, Suiza.



1. Tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos y reales de la Tierra por el mismo equinoccio o el mismo solsticio. Consta de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 48 segundos.

OBSERVATORIOS ASTRONOMICOS MODERNOS

El primer registro que se tiene de observaciones hechas en un edificio utilizado para albergar instrumentos de observación² es del año 140 a.C., en un observatorio aún existente, en la Isla de Rodas.

Durante la Edad Media, aunque ésta no se caracteriza por grandes descubrimientos astronómicos, se hicieron observaciones importantes. Los árabes en los siglos VIII y IX, construyeron varios observatorios y llevaron registros de las posiciones de los planetas. En la República de Samarkanda se construyó uno de los observatorios más productivos de la época. Perteneció a Ulugh Beg, príncipe persa, quién hizo un catálogo de estrellas.

Hasta el siglo XVI los registros más exactos de observaciones, fueron hechos por Tycho Brahe en su observatorio "Uraniborg" el cual fue construido en 1576 en Hveen, Dinamarca. Este fue el mejor observatorio pretelescopico, puesto que tenía instrumentos de medición y observación muy precisos, como la esfera armilar ecuatorial y otros diseñados por el mismo Brahe.

Alrededor del 1600 hace su aparición el telescopio, descubierto por el holandés Lippershey. En 1609, Galileo lo utiliza por vez primera para observar el cielo.

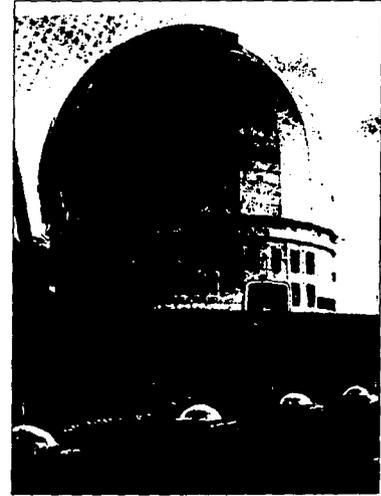
De este momento en adelante el número y la complejidad de los observatorios ha ido aumentando constantemente. La aparición de la fotografía y el avance tecnológico han ido modificando tanto las dimensiones como el programa arquitectónico de los observatorios.

En el siglo XX se empieza a dar especial importancia a la localización geográfica. Se buscan lugares con condiciones óptimas para la observación: la lejanía de las ciudades es un factor importante puesto que la luz, la contaminación y el polvo afectan la observación.

Dependiendo de la latitud del lugar en el que se encuentre el observatorio se verán diferentes constelaciones. Para ampliar el campo de observación se han construido observatorios tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur y a diferentes latitudes. El observatorio que tiene el telescopio óptico más grande del mundo, de 6 m de diámetro, se encuentra en la ex-Unión Soviética, en el Cáucaso. El siguiente en tamaño es el telescopio Hale, de 5 m de diámetro, en el observatorio de Monte Palomar en California, Estados Unidos.



Observatorio de Ulugh Beg en la Provincia de Samarkanda (en la ex Unión Soviética).

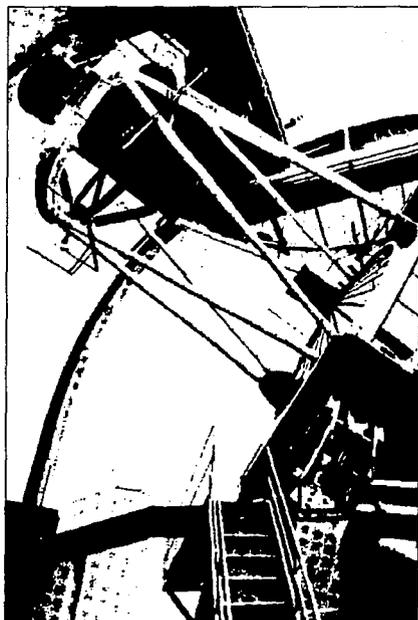


Observatorio de la Academia Soviética de Ciencias. Alberga el telescopio óptico más grande del mundo, un reflector de 6m.



TELESCOPIO DEL DANES OLE ROEMER

Con él midió el tiempo que tardaban los planetas y estrellas en moverse.



TELESCOPIO REFLECTOR DE 4m.

Observatorio Inter-Americano en Cerro Tololo, Chile.

OBSERVATORIOS MODERNOS EN MEXICO

La historia de los observatorios modernos en México comienza en 1867, cuando se instala el primer observatorio en la azotea de Palacio Nacional. Es trasladado poco después al Torreón del Caballo Alto del Castillo de Chapultepec. La función principal de este observatorio era determinar longitudes geográficas de ciudades importantes a base de comunicaciones telegráficas, así como unificar la hora en el territorio nacional.

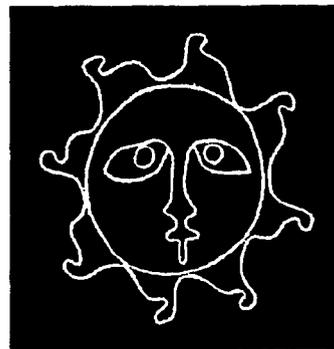
En 1908 se construye el observatorio astronómico de Tacubaya y hasta 1949 se realizan trabajos esencialmente de astronomía clásica o de posición (determinar las posiciones de los astros). Formó parte del proyecto "La Carta Celeste" que se realizó en colaboración con observatorios de diferentes partes del mundo como el de Greenwich, Paris, Burdeos y el Vaticano.

El crecimiento de la ciudad imposibilita los trabajos de investigación en Tacubaya, por lo que en 1942 se inaugura un observatorio de astrofísica en Tonantzintla, Puebla.

En la actualidad el observatorio más importante en la República es el de San Pedro Martir, en Baja California Norte, que alberga un telescopio óptico de 2.1 m de diámetro. Por ser un observatorio para investigación, se construyó en un lugar con características físicas, geográficas y climáticas muy específicas; fue necesario dotar al lugar de todos los servicios.

En México existen pocos observatorios cuyo objetivo principal sea educativo. La Sociedad Astronómica de México (SAM), organización que se preocupa por la divulgación de la astronomía, cuenta con dos observatorios para cumplir este objetivo; uno se encuentra en el parque Xicoténcatl en la Ciudad de México, y otro en Chapa de Mota, Estado de México. Estos observatorios se consideran como de divulgación tanto por los tipos de telescopios que albergan como por el lugar en el que se encuentran. Actualmente ambos tienen problemas de visibilidad causados por la cantidad de luz de la ciudad de México.

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS



JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

"Porque somos la especie en la Tierra que ha creado conciencia de sí misma en el Cosmos... la supervivencia es un deber no sólo para nosotros mismos sino para este Cosmos, antiguo y vasto, del cual procedemos".

Carl Sagan, Cosmos

Todos podemos subir la mirada y ver el sol, la luna y eventualmente un eclipse; pero pocos entienden y han visto más de cerca estos cuerpos y fenómenos celestes. A nadie le pasa desapercibido un eclipse o el paso de un cometa: son acontecimientos asombrosos e inquietantes, principalmente si no se conocen las causas que los producen.

Mirar el firmamento a través de un telescopio o entender el por qué de un eclipse, pueden ampliar e incluso cambiar el modo de ver el mundo de una persona.

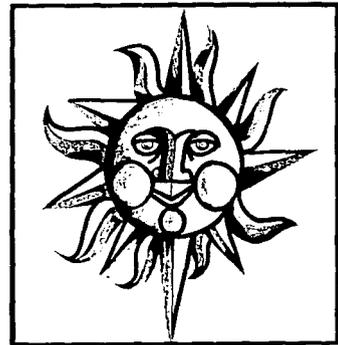
Hacer accesibles no sólo los conocimientos sino algunas experiencias que generalmente están reservadas a los científicos, es el objetivo inmediato del Centro de Divulgación Astronómica.

El objetivo principal del proyecto es concientizar a la población sobre el papel protagónico que juega el hombre en la preservación del mundo. Utilizar la astronomía como medio para alcanzar este objetivo me parece apropiado puesto que es una disciplina que desde siempre ha invitado al hombre a la reflexión.

A medida que avanza el proceso de urbanización el contacto con la naturaleza es cada vez menos frecuente, lo que provoca que sea más difícil conocerla y valorarla. Esto conlleva a la falta de conciencia y responsabilidad por el medio en el que vivimos. Si no se empieza a educar ahora, las consecuencias en un futuro podrían llegar a ser desastrosas para la vida en la Tierra.

La justificación para un proyecto de ésta índole se basa principalmente en sus beneficios culturales y ecológicos porque ayudará a despertar el interés por el conocimiento del universo en el que vivimos y dará oportunidad a impulsar el ecoturismo en el estado de Hidalgo. A mi modo de ver, si se llegase a lograr el objetivo principal, el mayor beneficio sería lograr una conciencia colectiva para el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

LOCALIZACION



SELECCION DEL SITIO

El buen funcionamiento de un observatorio astronómico depende en gran parte de las características físicas del lugar en el que se encuentre.

Las condiciones ideales para un observatorio de investigación son:

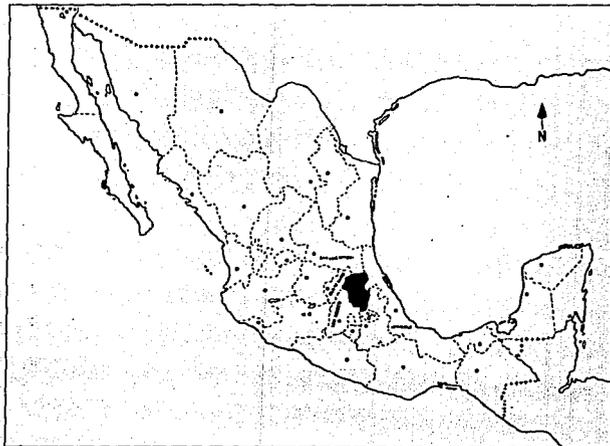
- **Buena Visibilidad.** Lugar con cielo despejado, sin contaminación y sin partículas de polvo y humo en suspensión.
- **Noches Despejadas.** Se busca que la mayor parte de las noches tengan un cielo propicio para la observación.
- **Sin Interferencia Lumínica.** Lo que implica estar lejos de centros urbanos muy iluminados.
- **Altitud Máxima Posible.** (arriba de los 1200 m.s.n.m.) A mayor altitud la atmósfera es menos densa y por lo tanto más transparente.
- **Clima relativamente seco:** lugares donde la precipitación pluvial anual sea de 400 a 800 mm³.

Debido a que el objetivo principal de este proyecto es fomentar el interés por esta ciencia entre la mayor cantidad de gente posible, el factor humano cobra especial importancia.

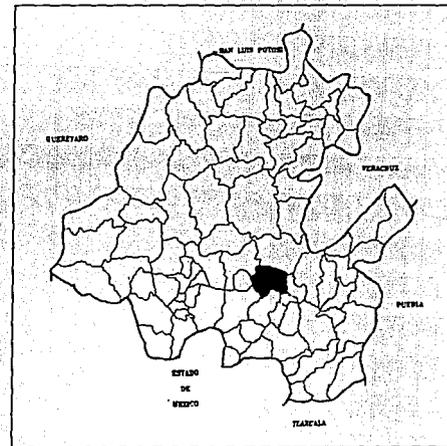
Elementos tales como la facilidad de acceso a un gran número de visitantes y la disponibilidad de servicios básicos fueron determinantes para escoger el lugar pues se procuró conjugar las mejores condiciones físicas y sociales.

LOCALIZACION

El centro se localiza en la República Mexicana en el estado de Hidalgo, dentro del municipio Mineral El Chico. Se proyectó sobre la Peña del Cuervo en el Parque Nacional El Chico.



REPUBLICA MEXICANA

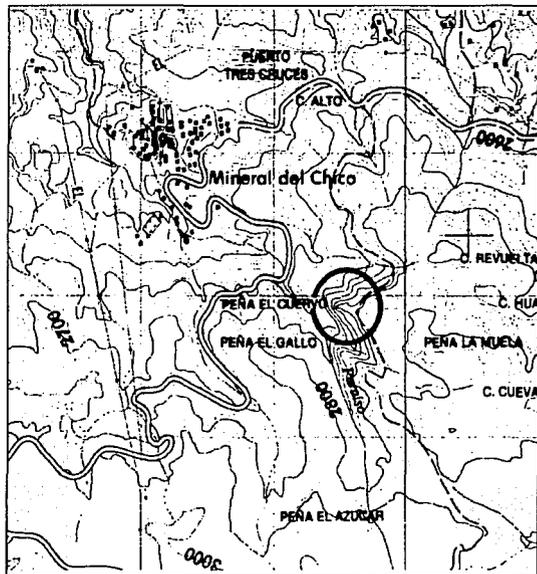


ESTADO DE HIDALGO



PLANO TOPOGRAFICO DE LA ZONA DE MINERAL EL CHICO

El plano muestra las vías de acceso a Mineral El Chico y los poblados cercanos más importantes. (Pachuca y Mineral del Monte).



PLANO TOPOGRAFICO DE LA PEÑA EL CUERVO, PARQUE NACIONAL EL CHICO

La vía de acceso a la peña es una terracería transitable todo el año, marcada por la línea punteada junto a la peña.

VISTA DE PEÑA "EL CUERVO"



ESTADO DE HIDALGO

HISTORIA

La región que actualmente ocupa el estado de Hidalgo estaba dentro del área mesoamericana, zona en la que florecieron importantes civilizaciones del México prehispánico. Una de las civilizaciones más sobresalientes que se establecieron en Hidalgo fueron los toltecas a finales del siglo VII de nuestra era. Fundaron su capital primero en Culhuacán, después en Tulancingo y finalmente en Tollan o Tula en el 713 D.C. A ésta última se le considera el centro cultural y artístico más importante de la época, cuya influencia sobre las culturas nahuas posteriores fue muy significativa.

Los aztecas llegan a Tula cuando ésta ya se encontraba en ruinas. Se establecen en Tizayuca y durante su estancia en esta región conocen y asimilan elementos de la cultura tolteca. Posteriormente se asientan en un islote del lago de Texcoco, donde empiezan a consolidar su imperio. En Hidalgo fundan Tepehuacán, conquistan Patlachihuacan (Pachuca), Huejutla y así la región hidalguense pasa a formar parte del imperio azteca.

En 1521 Tenochtitlán, la capital mexicana, es conquistada por los españoles. Cae el imperio y como consecuencia la mayor parte de sus dominios. En Hidalgo los españoles se adueñan de Pachuca y Tulancingo. Al darse cuenta de la riqueza mineral de la región conquistan y fundan poblados cercanos a las minas tales como Real del Monte, Atotonilco el Chico y Zimapan.

Durante la época de la colonia la actividad principal en Hidalgo fue la minería; la productividad de la mina determinaba la importancia de la población y la riqueza de sus construcciones tanto civiles como religiosas.

Después de la Independencia de México (1810-1821) se promulgó una constitución en la que se determinó la formación de una República Federal. La región que hoy ocupa el estado de Hidalgo quedó como parte del Estado de México. Fue hasta 1868 cuando se crea el estado de Hidalgo como una entidad federativa independiente.

FACTORES FISICOS

El estado de Hidalgo se encuentra en la parte central de la República Mexicana. Colinda al norte con San Luis Potosí, al noreste con Veracruz, al este con Puebla, al sureste con Tlaxcala, al sur con el Estado de México y al oeste con Querétaro.

Está formado por dos grandes regiones orográficas: La sierra y las llanuras.

- La sierra está constituida por tres cadenas montañosas que atraviesan el territorio por el centro con dirección sureste-noroeste. La primera cadena es la Sierra Madre Oriental que cubre la mayor parte del estado. La segunda se inicia en Tulancingo y se une al núcleo central en el cerro de Agua Fria. La tercera va de Real del Monte a Pachuca continuando hacia el noroeste por Actopan. En ésta se encuentran los yacimientos minerales más ricos del estado y el parque nacional **El Chico** con 1835 hectáreas. En éste parque se encuentran algunas de las montañas aisladas más altas del estado.
- Las llanuras comprenden varias regiones del sur y suroeste del estado.

POBLACION

Según el censo de 1990 la población total del estado de Hidalgo es de 1,888,366 personas.

Los municipios de Hidalgo más cercanos al parque El Chico son:

Pachuca de Soto - 180,630 habitantes

Mineral el Chico - 7009 habitantes

Mineral el Monte - 13043 habitantes

Huasca de Ocampo - 13993 habitantes

EDUCACION

Los programas educativos abarcan desde la instrucción preescolar hasta la formación profesional.

La educación superior se imparte en escuelas de capacitación tecnológica, agropecuaria e industrial, una escuela Normal Superior, la Escuela Normal (CREN), el Instituto Tecnológico de Pachuca y la Universidad Autónoma de Hidalgo (UAH).

ACTIVIDADES ECONOMICAS

Las principales actividades están orientadas a la agricultura, la ganadería, la industria extractiva para explotación de minerales y la industria pesada y de transformación.

INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Carreteras

Cuenta con 6263 kilómetros de carreteras de los cuales 2157 km son pavimentados, 3944 km revestidos y 162 km de terracería.

Infraestructura Ferroviaria

742,899 kilómetros de vías férreas. Esto equivale a 3.44 km de vías por cada 100 km² de superficie.

Infraestructura Aeroporturaria

Cuenta con un pequeño aeropuerto en Pachuca que recibe vuelos nacionales, y algunas aeropistas en otros puntos del estado.

Energía Eléctrica

Existen siete unidades generadoras con una capacidad de 7,600,000 kilovatios.

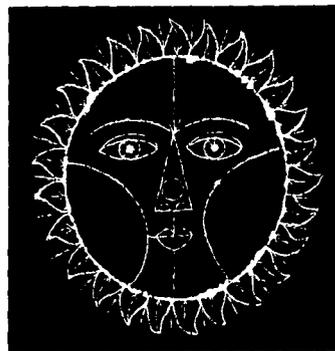
Agua

El estado de Hidalgo cuenta con agua suficiente que obtiene a través del sistema de pozos profundos, manantiales y presas.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO: LA PEÑA DEL CUERVO

- **Altitud:** 3000 mts. sobre nivel del mar.
- **Latitud:** 20^o13'
- **Longitud:** 98^o44'
- **Clima:** templado. Su temperatura media anual es de 14.9°C.
- **Precipitación Pluvial:** 759 mm³ al año.
- **Tipo de Suelo:** Rocoso. Se encuentra dentro de la zona montañosa del estado.
- **Resistencia del Terreno:** 20 Ton/m² aproximadamente.
- **Accesibilidad:** existe una carretera pavimentada hasta el poblado Mineral El Chico, y una de terracería (transitable todo el año) que llega hasta las faldas de la peña. El tiempo de recorrido en automóvil, del poblado hasta la peña, es de aproximadamente 15 minutos.
- **Poblaciones cercanas más importantes:**
 - Pachuca 20 km
 - México 88 km
 - Toluca 154 km
- **Poblado más Cercano:** Mineral El Chico
- **Poca interferencia lumínica:** Por encontrarse dentro del parque nacional El Chico se garantiza que no se desarrollarán poblados muy cercanos, que por la luz, podrían interferir con la visibilidad.
- **Servicios:** Mineral El Chico cuenta con servicios de agua potable, electricidad, correo y teléfono.

P R O Y E C T O
ARQUITECTONICO



PROGRAMA ARQUITECTONICO
AREA DE DIVULGACION

1. Vestíbulo General	250 m²	5. Torre de Observación Telescopio de 14"	180 m²
<ul style="list-style-type: none"> ● Informes ● Venta de Boletos ● Area de Espera 		<ul style="list-style-type: none"> ● Sala de Observación ● Zona de Descanso ● Cocineta ● Laboratorio de Optica ● Laboratorio de Electrónica ● Bodega ● Sanitarios 	60 m²
2. Auditorio	400 m²		
<ul style="list-style-type: none"> ● Foyer ● Sala para 130 Espectadores ● Estrado para Conferencias ● Caseta de Proyección ● Sanitarios 			
3. Museo	1000 m²	6. Torre de Observación Telescopio 60 cm.	450 m²
<ul style="list-style-type: none"> ● Area de Exposición ● Bodega ● Taller ● Salas de Descanso ● Sanitarios 		<ul style="list-style-type: none"> ● Sala de Observación ● Cubículos para Investigadores ● Laboratorio de Optica ● Laboratorio de Electrónica ● Laboratorio de Fotografía ● Tanque Aluminizador ● Taller de Tallado de Espejos ● Taller de Mecánica ● Taller de Carpintería ● Bodega ● Sanitarios 	90 m²
4. Planetario	150 m²		
<ul style="list-style-type: none"> ● Auditorio Circular (130 personas) ● Cámara Plena ● Sala para preparar audiovisuales 			

AREA DE SERVICIOS DE APOYO

6. Biblioteca

350 m²

- Control
- Guardarropa
- Fotocopias
- Catálogo
 - Tradicional
 - Por Computadora
- Area de Lectura
- Acervo
- Sanitarios

7. Aulas (2)

90 m²

8. Restaurante

340 m²

- Area de Mesas
- Caja
- Cocina
 - Cocina Fría
 - Cocina Caliente
- Area de Almacen
- Refrigerador
- Congelador
- Alacena
- Sanitarios

9. Servicios Generales

200 m²

- Cuarto de Máquinas
- Habitación de Conserje
- Lavandería
- Sanitarios para Empleados

10. Habitación para Investigadores (7)

130 m²

- Estancia
- Comedor
- Cocina
- Recámara
- Baños

11. Estacionamiento

- Público
- Para Investigadores

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El centro está proyectado sobre la Peña del Cuervo a 3000 m.s.n.m. localizada en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo. Es un lugar privilegiado tanto por su altitud, como por los paisajes que desde él se pueden admirar, ya que la peña se encuentra emplazada en medio de un gran bosque.

El proyecto lo forman dos zonas principales:

1. Zona de Divulgación:

Conjunto de edificios que se encuentran en la cima de la peña.

2. Zona de Servicios de Apoyo:

Edificio aterrazado en forma de "S".

La geometría general del proyecto surge como resultado de la forma predominante, el círculo, debido a las restricciones de los programas de las torres de observación y del planetario. De ahí en adelante se van generando los demás elementos, para de alguna manera integrarse entre sí, y en cierta medida al paisaje y la topografía.

El acceso desde la parada de autobuses y el estacionamiento, es a través de una gran escalinata, la cual está delimitada a la izquierda por un muro y a la derecha por un jardín que tiene como fondo el bosque.

Al ir subiendo la escalinata se van descubriendo diferentes elementos, resaltando por la altura, las torres de observación. Esta escalinata desemboca en la plaza principal y la vista remata directamente en el pórtico de acceso a la zona de divulgación.

El pórtico de acceso está enmarcado por elementos masivos a ambos lados: a la derecha se encuentra el edificio del museo y el planetario, que se refleja en un espejo de agua; a la izquierda hay 3 elementos cilíndricos verticales que son las torres de observación y el núcleo de circulaciones verticales. El cilindro que alberga las escaleras y el elevador se comunica con las torres de observación por medio de puentes semicirculares.

El área de divulgación se comunica con el edificio de servicios de apoyo por medio de una escalera que se encuentra en los niveles inferiores de la torre de observación menor. Si se mira el conjunto en planta, la torre constituye también la unión geométrica entre las dos áreas.

El edificio que alberga los servicios de apoyo tiene dos entradas para el público. Una es la anteriormente descrita, desde el interior del área de divulgación, y la segunda es desde la plaza principal a través de un puente. En el primer piso (de arriba hacia abajo), están la biblioteca, la tienda y el restaurante. En el segundo piso está la administración, los servicios generales y la zona de habitación para investigadores.

AUDITORIO

Es un elemento de planta circular. Tiene capacidad para 130 personas. La entrada es a través del foyer que se comunica directamente con el vestíbulo general. Las salidas de emergencia llegan a un pórtico en la parte trasera del auditorio. La función principal de este espacio es servir de sala conferencias y proyecciones.

MUSEO DE ASTRONOMIA

Edificio de planta en forma de caracol, en cuyo centro se encuentra el recinto del planetario. El área de exposición la constituyen dos rampas encontradas. La exterior que sube y la interior que baja hasta el nivel de entrada al planetario. Hay muy pocas divisiones permanentes entre las dos rampas, lo cual permite una gran flexibilidad en el diseño de los espacios.

La propuesta museográfica específica de este proyecto es la de un museo de recorrido que lleva una secuencia lógica. Sin embargo el visitante puede optar por recorridos de mayor o menor longitud debido a que la división vertical entre las rampas se interrumpe en varios puntos. Estos pasos permiten la circulación en ambos sentidos, tanto en la rampa que sube como en la que baja. Se proponen salas de descanso en el trayecto para evitar la fatiga física y mental de los visitantes.

Se trata de un museo interactivo en el que a lo largo del recorrido habrá audiovisuales, juegos, computadoras, fotografías, maquetas y modelos que inviten al visitante a participar. Se abordarán temas de historia de la astronomía y del telescopio, arqueoastronomía, el Sol, los planetas, cometas y estrellas, la Tierra y la Luna, naves y viajes espaciales. En la historia del telescopio, por ejemplo, habrá una réplica del telescopio de Galileo y uno moderno haciendo ver la diferencia de alcance entre uno y otro. En la parte de arqueoastronomía, a base de modelos a escala, se simularán los efectos del sol en fechas importantes, sobre diferentes estructuras y edificios de la antigüedad, como por ejemplo en la pirámide de Chichen-Itzá durante los equinoccios. En la sala de los planetas, además de un móvil imitando el sistema solar con sus componentes y movimientos, se proponen básculas donde el visitante podrá apreciar lo que pesaría en cada planeta. El objetivo principal es invitar al visitante a que juegue y se divierta.

Los servicios del museo como sanitarios, bodega y taller se encuentran debajo de las rampas, donde por la altura que libran se vuelven espacios perfectamente aprovechables.

PLANETARIO

Un planetario es un recinto circular cerrado, cubierto por una cúpula sobre la que se proyecta el firmamento. Por la forma de la pantalla de proyección se puede simular de una forma muy cercana a la realidad la bóveda celeste y sus componentes, haciendo más fácil la comprensión de conceptos astronómicos.

Para la enseñanza de la astronomía es un elemento sumamente útil, ya que se puede observar una noche estrellada a cualquier hora del día y con las mejores condiciones de visibilidad; es posible acelerar movimientos y aspectos de los astros, que para apreciarlos en la realidad, serían necesarias horas, días o años. El edificio consta del **auditorio circular**, con capacidad para 130 personas, en cuyo centro se encuentra el proyector o planetario. Este último es manejado a control remoto desde una de las orillas del auditorio. La **cámara plena** es un pasillo alrededor del auditorio, en el que se pueden colocar otro tipo de proyectores para diferentes efectos y controlar lo necesario sin molestar al público.

El acceso al planetario puede ser directamente desde la entrada del museo, o después de recorrerlo.

TORRES DE OBSERVACION

La función principal de las torres es la de albergar los instrumentos de observación. En este caso específico se proponen dos telescopios ópticos, uno en cada torre; un telescopio reflector de 60 cm. de diámetro (el espejo primario) para la torre principal, y un telescopio Celestron 14" (35 cm.) para la torre secundaria.

La torre pequeña está destinada principalmente a la divulgación y recreación, mientras que la mayor está pensada para el uso de aficionados con un interés más específico en la astronomía.

El nivel superior de cada torre lo ocupa la sala de observación, donde está el telescopio. En los niveles inferiores encontramos elementos de apoyo tales como laboratorio de electrónica, óptica, fotográfico, cubículos de investigadores, entre otros.

El tanque aluminizador que se encuentra en la torre principal, sirve para dar mantenimiento a los espejos de los telescopios los cuales periódicamente necesitan ser aluminizados.

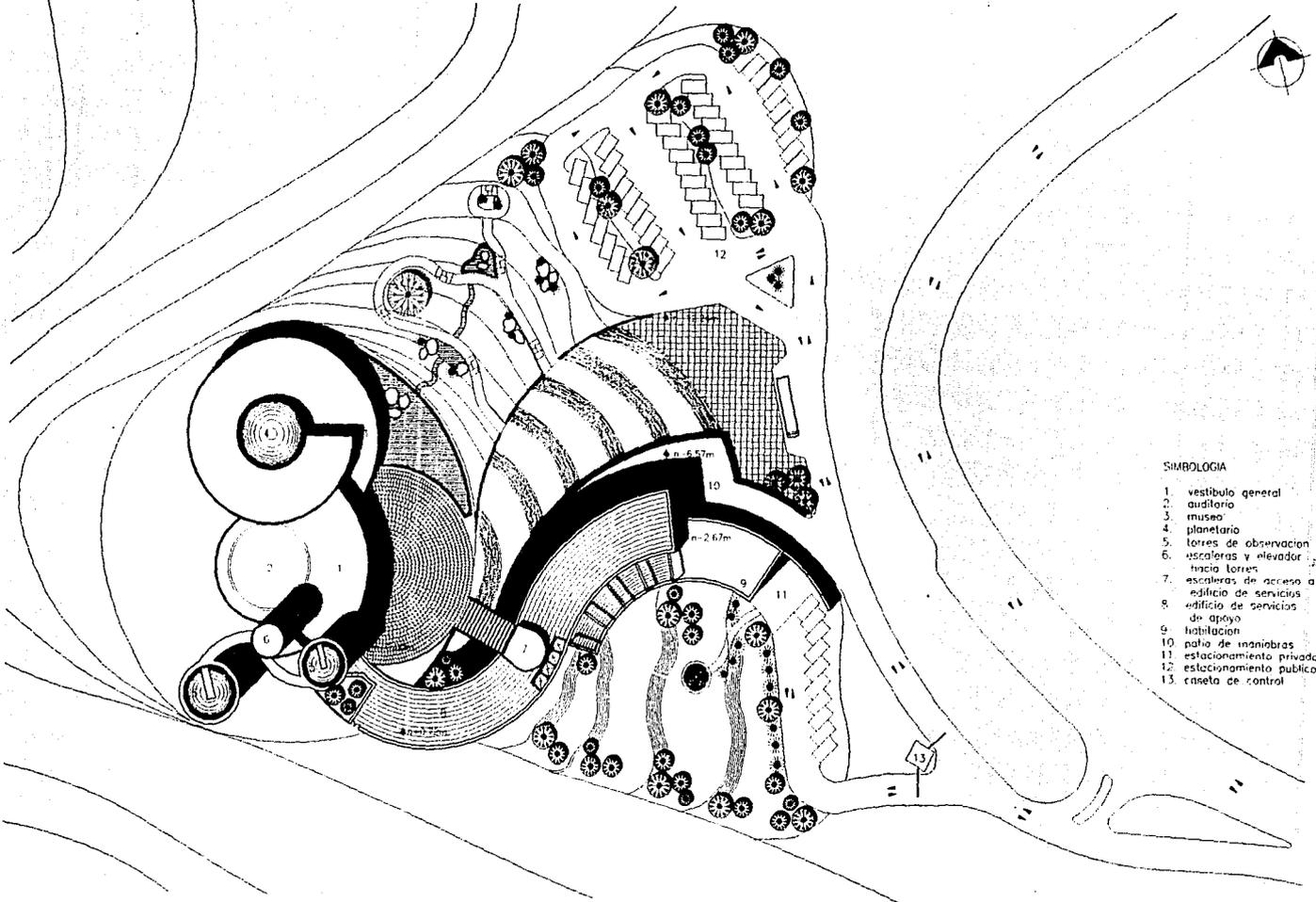
El taller de tallado de espejos está destinado a aquellos aficionados a los que les interese construir su propio telescopio.

La cubierta de la sala de observación es una cúpula giratoria, que tiene una sección que se puede abrir al momento de observar. Se ha encontrado que la cúpula es la cubierta más apropiada para este propósito, puesto que por su forma ofrece poca resistencia al viento, pudiendo además ser muy ligera y fácil de girar.

Para que las condiciones de observación no se vean afectadas por vibraciones generadas en otras áreas del edificio es indispensable proveer al telescopio con una cimentación y un soporte independientes, este elemento se denomina "pilar del telescopio".

El acceso a los diferentes niveles de las torres es por medio de un núcleo de circulaciones verticales -elevador y escaleras- que sirve a las dos, y que se une a ellas por medio de puentes.

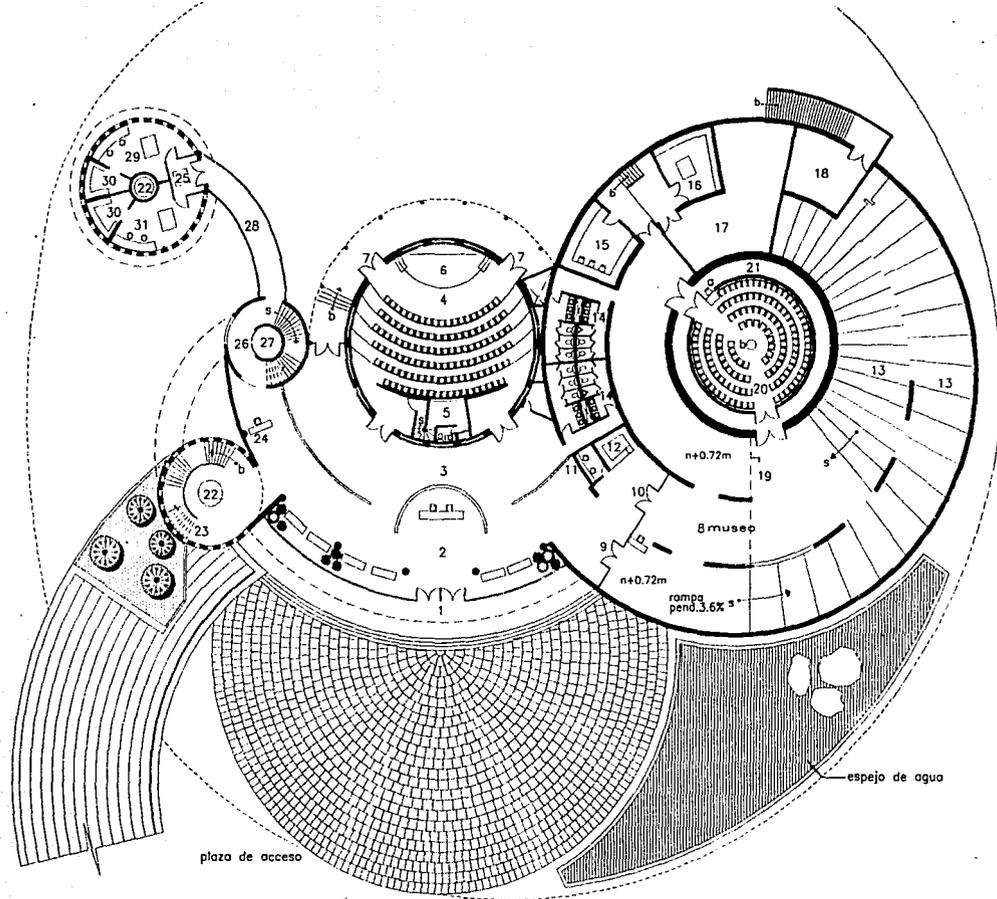
P L A N O S



SIMBOLOGIA

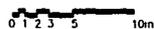
1. vestíbulo general
2. auditorio
3. museo
4. planetario
5. torres de observación
6. torres de escaleras y elevador
7. torres de acceso a
8. edificio de servicios de apoyo
9. habitación
10. patio de maniobras
11. estacionamiento privado
12. estacionamiento público
13. caseta de control

Planta de Conjunto

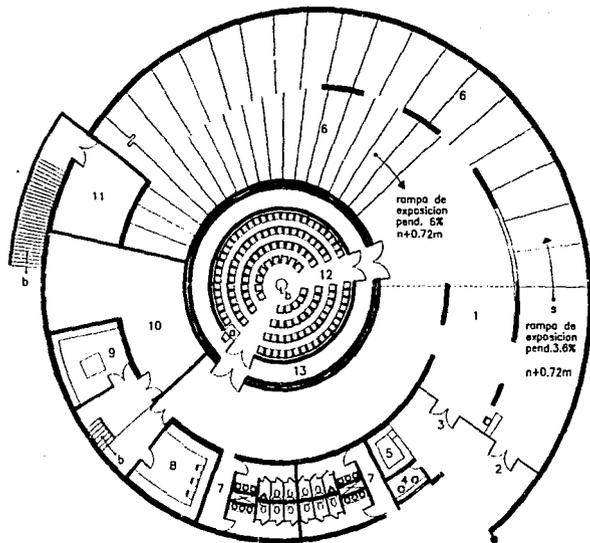


SIMBOLOGIA

1. acceso al conjunto
2. vestíbulo general
3. foyer del auditorio
4. AUDITORIO
5. cabina de proyección
6. proscenio
7. salidas de emergencia
8. MUSEO
9. acceso al museo
10. salida del museo
11. taquilla
12. guardarropa
13. rampa de exposición
14. sanitarios
15. preparación de audiovisuales
16. taller de mantenimiento
17. bodega
18. cuarto de máquinas de aire acondicionado
19. proyección de rampa
20. PLANETARIO
- a. control de planetario
- b. base de planetario
21. cámara plena
22. pilar del telescopio
23. escalera a área de servicios de apoyo
24. control a torres
25. TORRES DE OBSERVACION
26. escalera a torres
27. elevador de piston
28. puente a torres
29. taller tallado de espejos
30. bodega
31. taller de carpintería



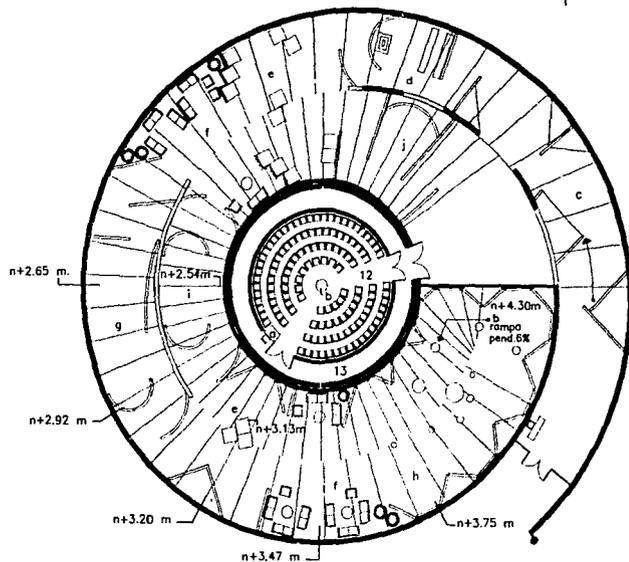
Planta del Area de Divulgación



PLANTA BAJA DE MUSEO Y PLANETARIO

SIMBOLOGIA

- | | | |
|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. MUSEO | 6. rampa de exposicion | 11. cuarto de maquinas de |
| 2. acceso | 7. sanitarios | aire acondicionado |
| 3. salida | 8. preparacion audiovisuales | 12. PLANETARIO |
| 4. taquilla | 9. taller de mantenimiento | a. control de planetario |
| 5. guardarrropa | 10. bodega | b. base de planetario |
| | | 13. camara plana |

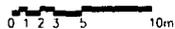


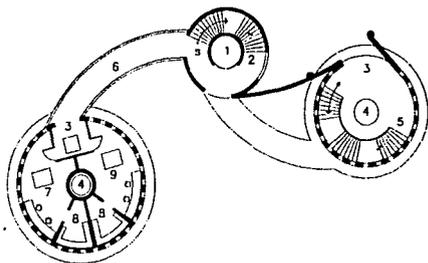
ZONA DE EXPOSICION DE MUSEO

desarrollo de rampa	162 mts.
pendiente al subir	3.6 %
pendiente al bajar	6.0 %

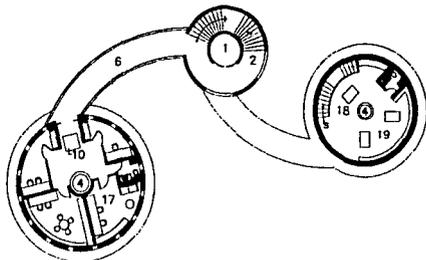
ZONA DE EXPOSICIÓN-TEMAS

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| c. historia de astronomia | g. el sol |
| y telescopios | h. sistema solar |
| d. arqueoastronomia | i. cometas y estrellas |
| e. juegos y computadores | j. naves espaciales |
| f. sala de descanso | |

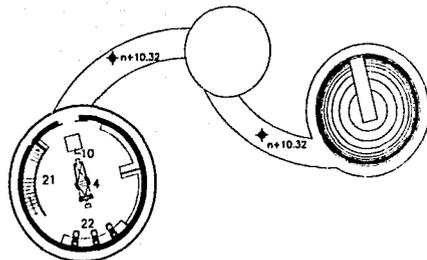




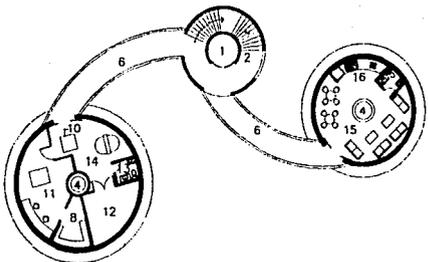
Nivel PB n+0.72 mts.



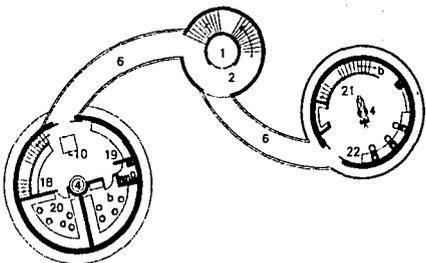
Nivel 2 n+7.12 mts.



Nivel 4 n+13.52 mts.



Nivel 1 n+3.92 mts.

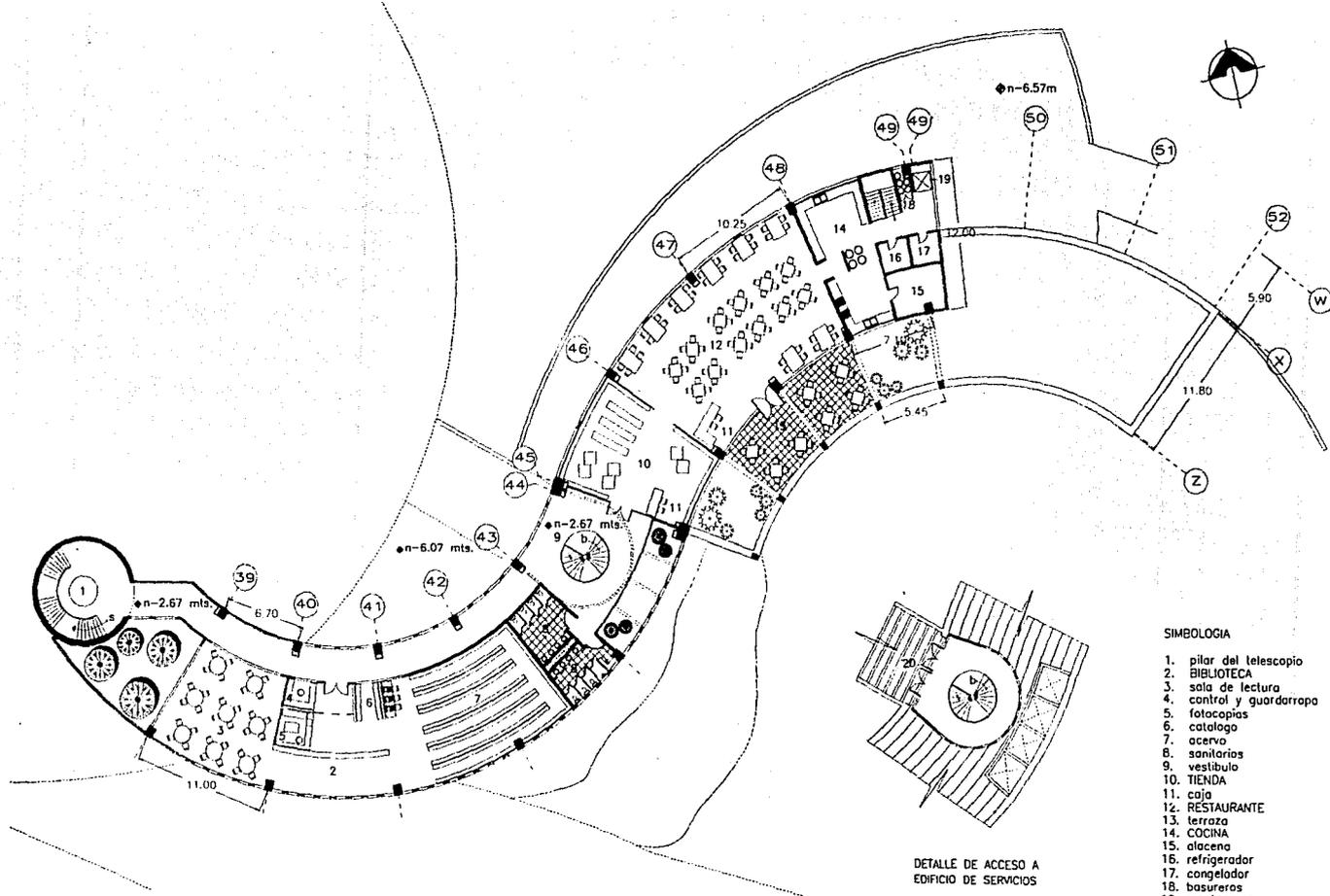


Nivel 3 n+10.32 mts.



SIMBOLOGIA

1. elevador de piston
2. escalera de torres de observacion
3. TORRES DE OBSERVACION
4. pilar del telescopio
5. escaleras a area de servicios de apoyo
6. puente de union a torres
7. taller de tallado de espejos
8. bodega
9. taller de carpinteria
10. entresuelo desmontable
11. taller de mecanica
12. bodega de espejos
13. sanitarios
14. tanque aluminizador
15. sala de estar
16. cacineta
17. cubiculos
18. laboratorio de optica
19. laboratorio de electronica
20. laboratorio de fotografia o impresion
21. sala de observacion
22. controles



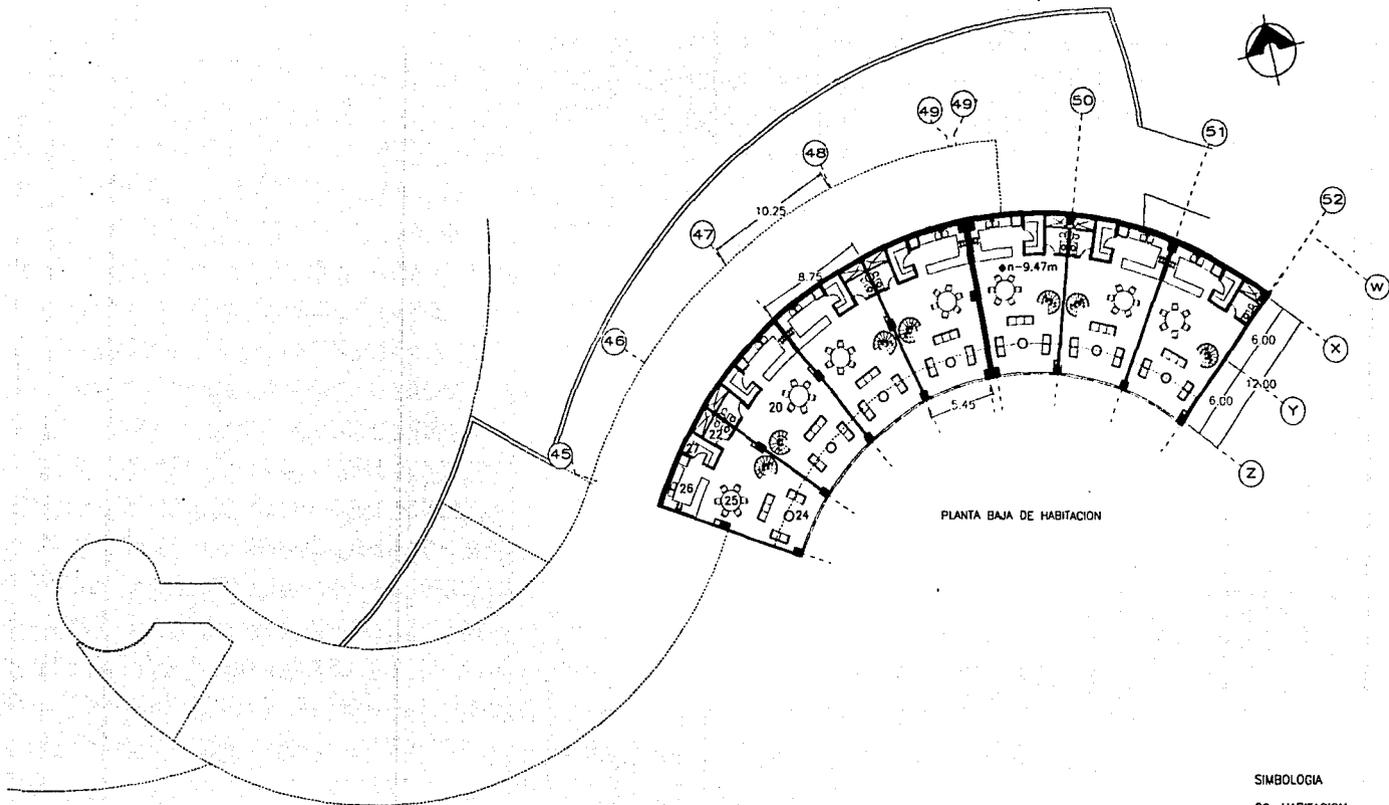
SIMBOLOGIA

1. pilar del telescopio
2. BIBLIOTECA
3. sala de lectura
4. control y guardorropa
5. fotocopias
6. catalogo
7. acervo
8. sanitarios
9. vestibulo
10. TIENDA
11. caja
12. RESTAURANTE
13. terraza
14. COCINA
15. alacena
16. refrigerador
17. congelador
18. basureros
19. montacargas
20. acceso desde plaza

DETALLE DE ACCESO A
EDIFICIO DE SERVICIOS

Planta de Biblioteca y Restaurante





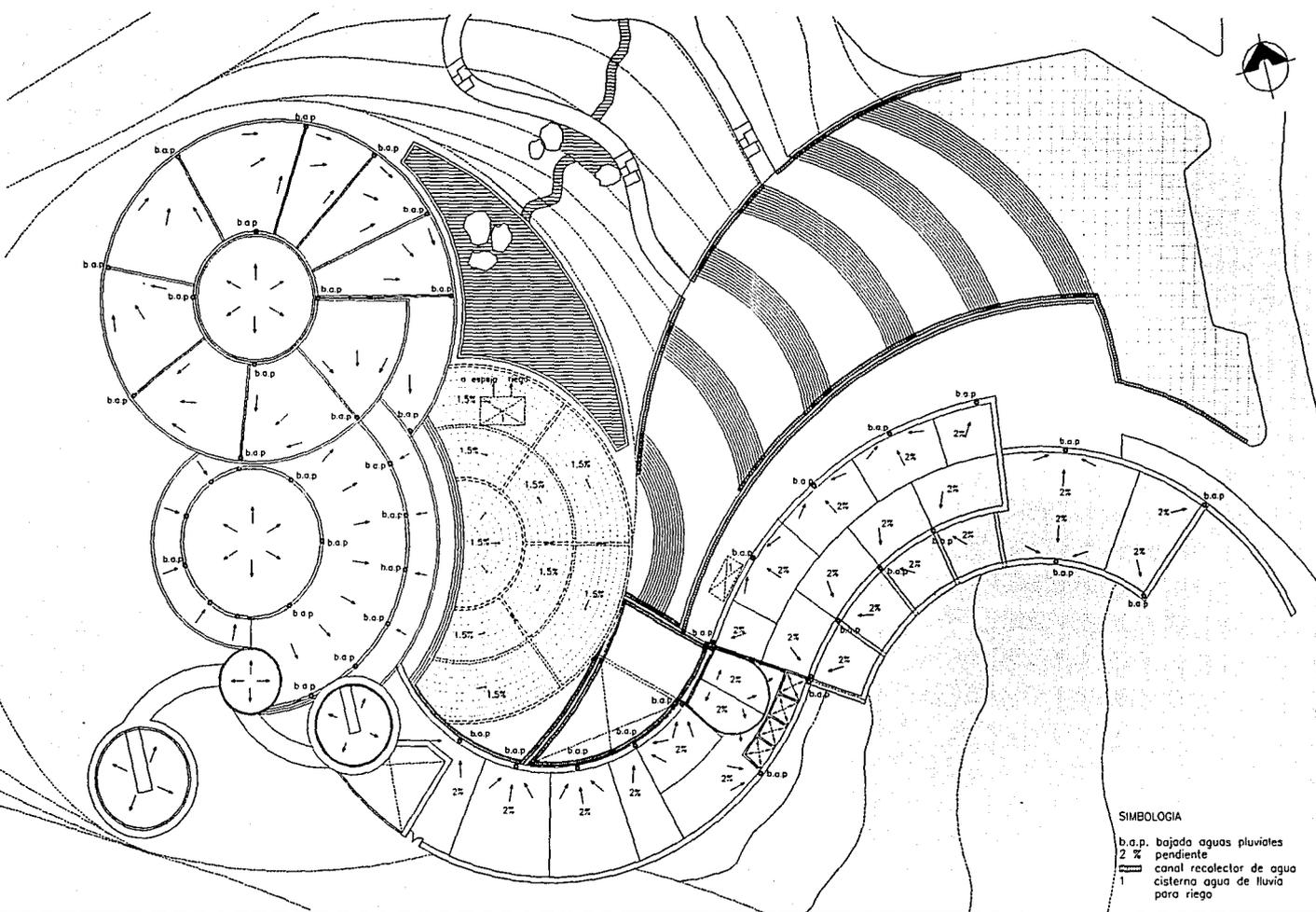
PLANTA BAJA DE HABITACION

SIMBOLOGIA

- 20. HABITACION
- 21. recamara
- 22. baño
- 23. vestidor
- 24. estancador
- 25. comedor
- 26. cocina
- 27. alacena

Planta de Habitaciones

0 1 2 3 5 10m

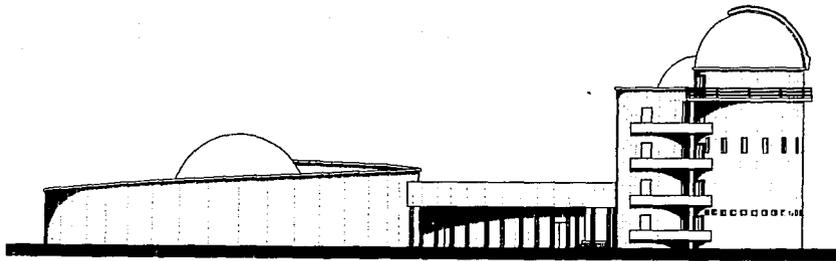


SIMBOLOGIA

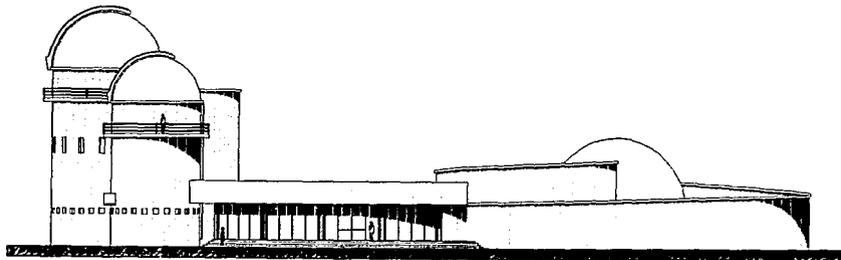
- b.a.p. bajada aguas pluviales
- 2% pendiente
-  canal recolector de agua
-  1 cisterna agua de lluvia para riego

0 1 2 3 5 10m

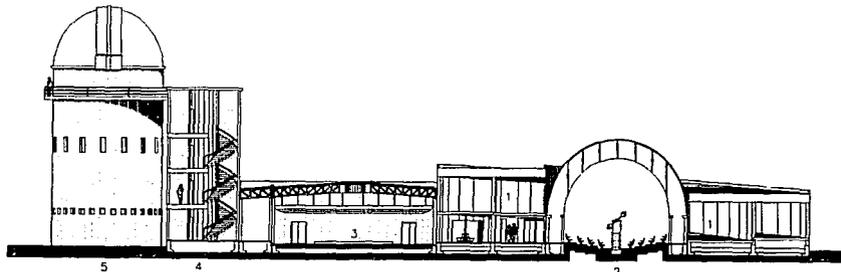
Planta de Techos



FACHADA NOROESTE DE ZONA DE DIVULGACION



FACHADA SURESTE DE ACCESO

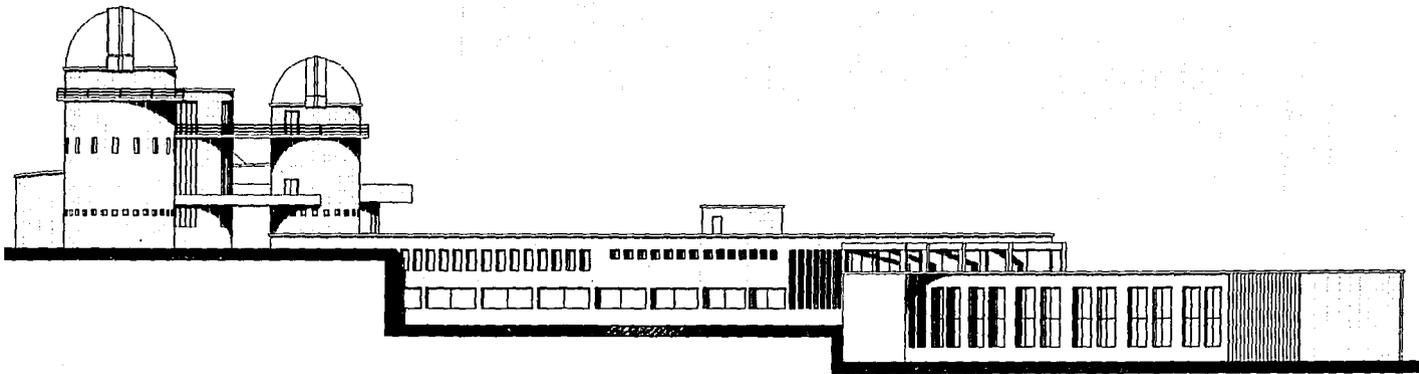


CORTE B - B

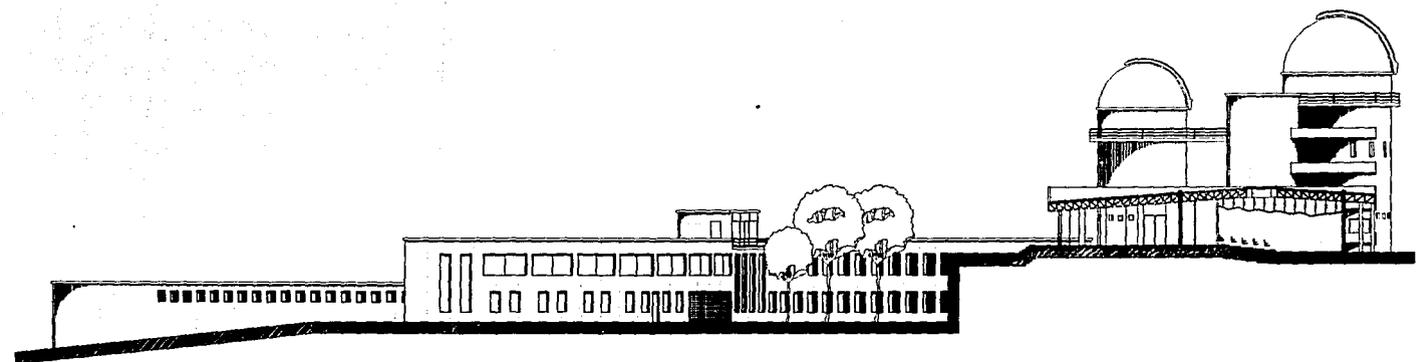
SIMBOLOGIA

1. museo
2. planetario
3. auditorio
4. escaleras y elevador
5. torre de observación





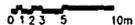
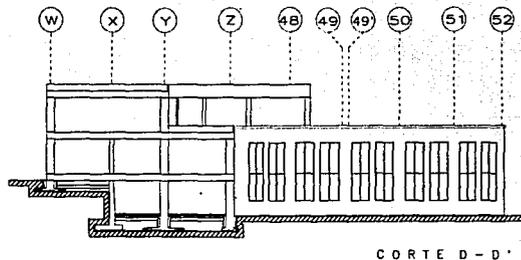
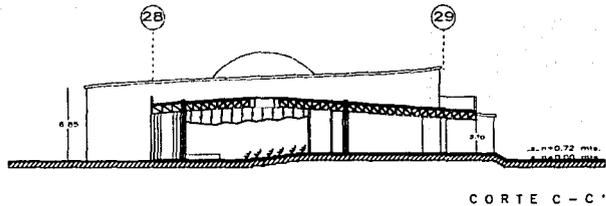
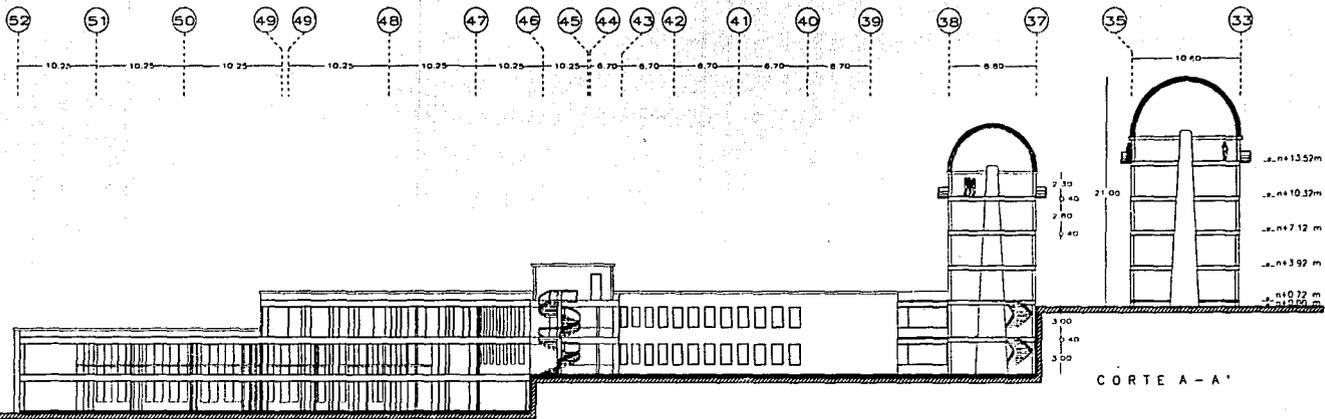
FACHADA SUROESTE DE CONJUNTO



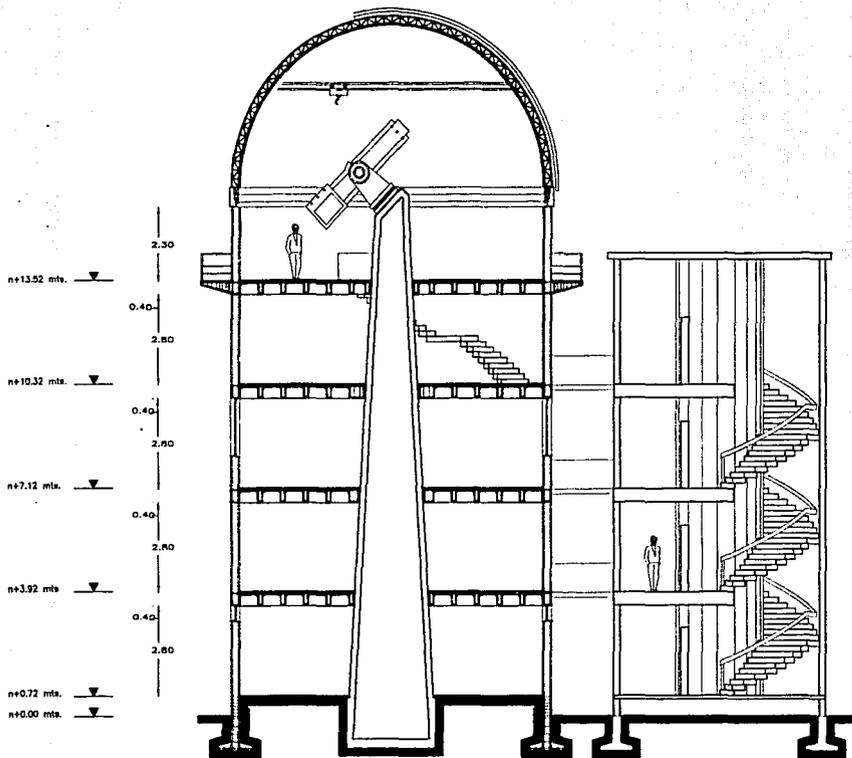
FACHADA NORESTE DE CONJUNTO

0 1 2 3 5 10m

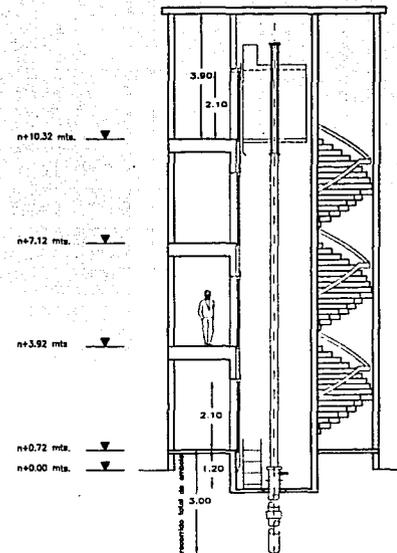
Fachadas de Conjunto



Cortes del Conjunto

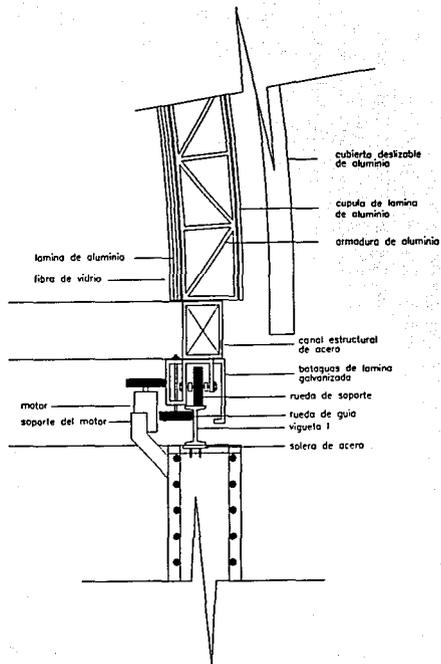
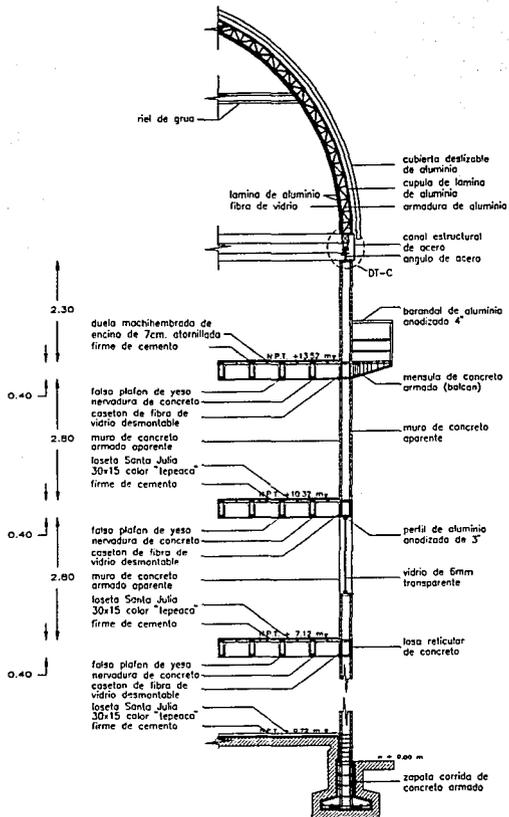


CORTE DE TORRE DE OBSERVACION Y ESCALERAS

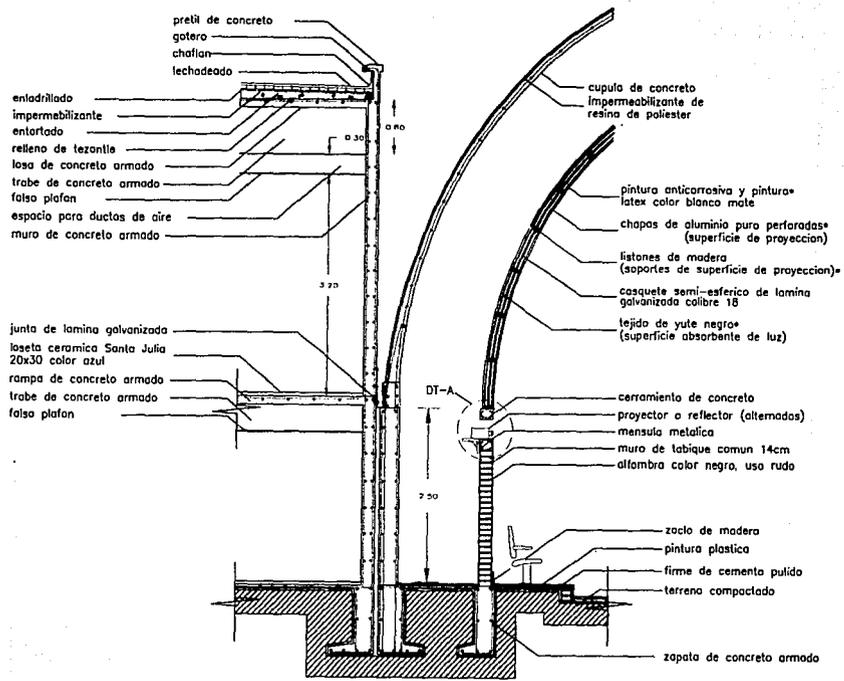


DETALLE ELEVADOR DE PISTON

Corte del Elevador y Escaleras de las Torres de Observación

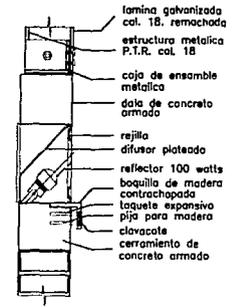


DT-C
DETALLE DE MECANISMO
DE CUPULA GIRATORIA

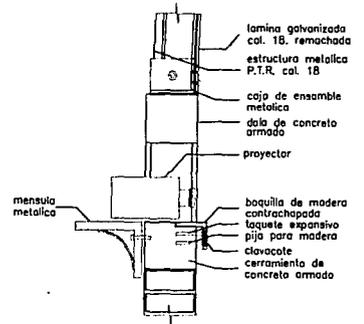


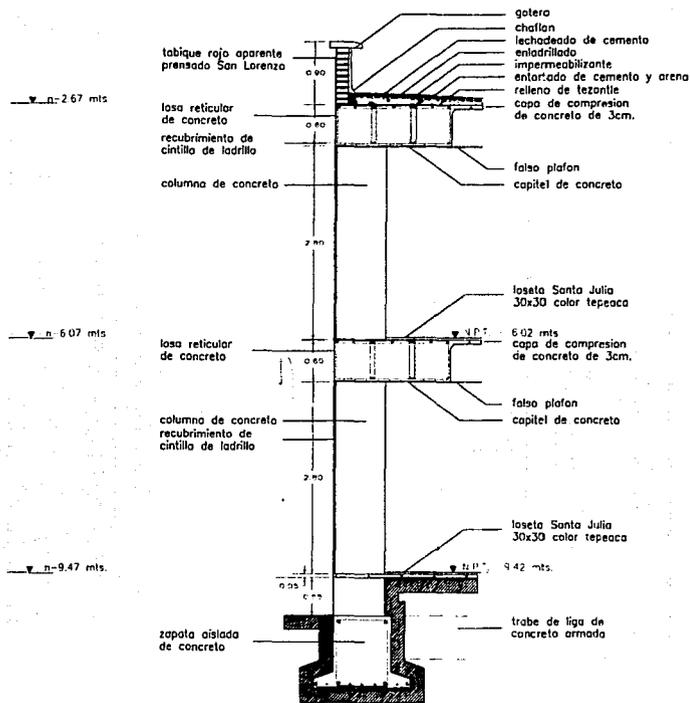
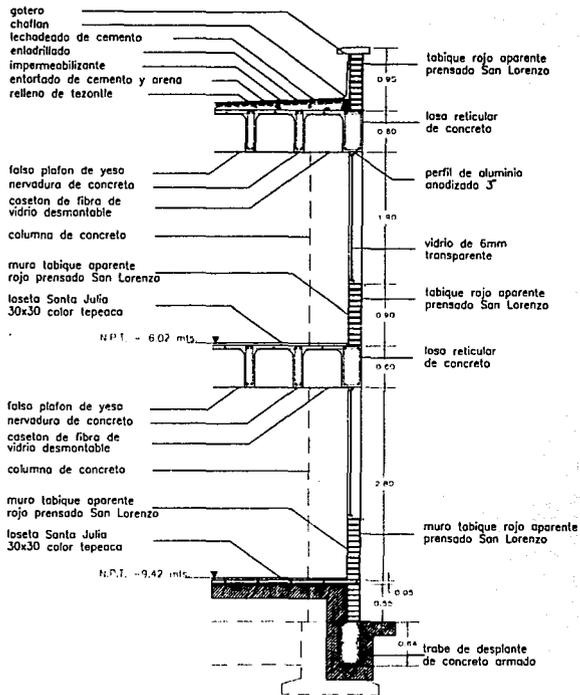
* especificaciones dadas por la CARL ZEISS JENA para cupulas de proyeccion para planetarios

CORTE EN UNION DE PLANETARIO Y MUSEO

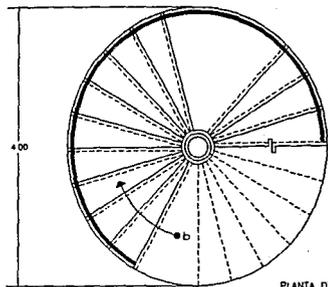


DT - A

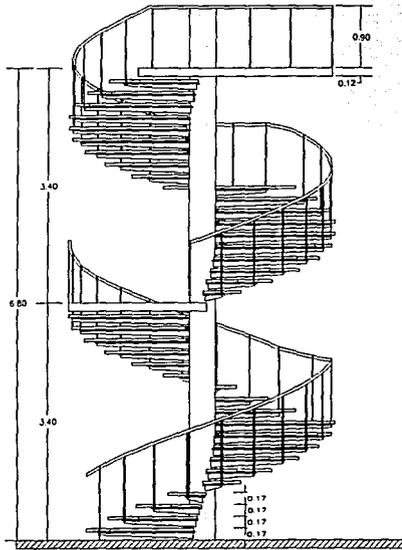
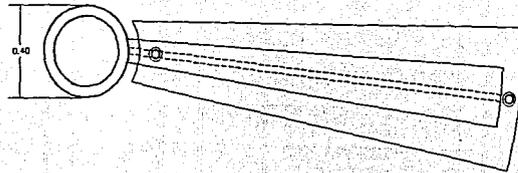




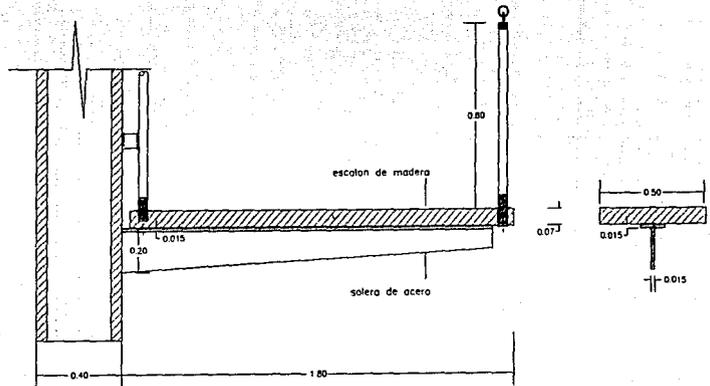
CORTES POR FACHADA DE EDIFICIO DE SERVICIOS DE APOYO



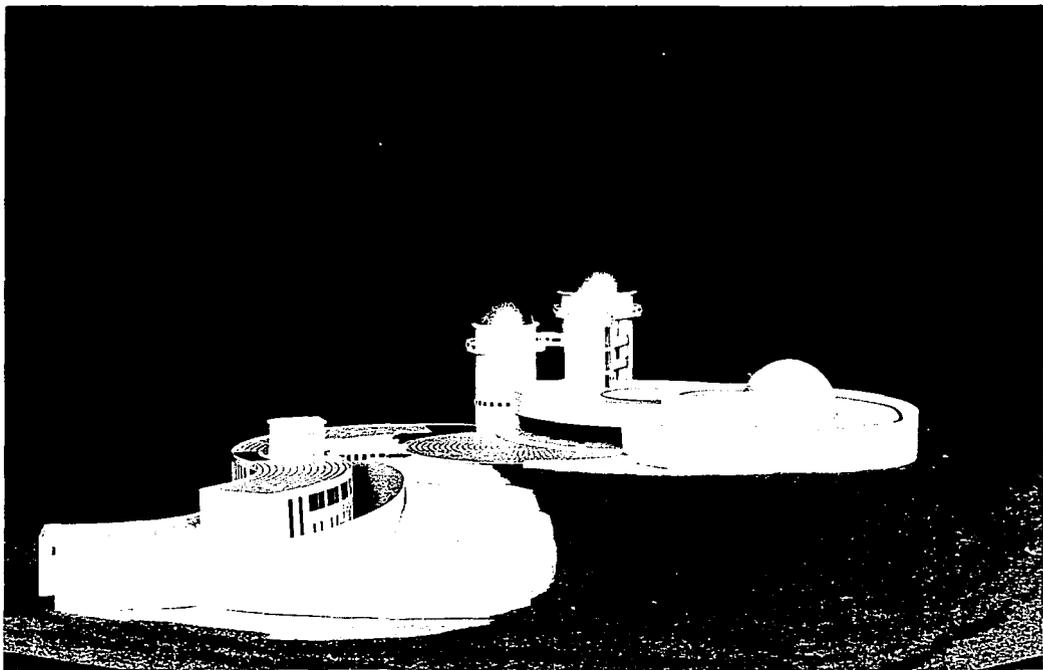
PLANTA DE ESCALERA

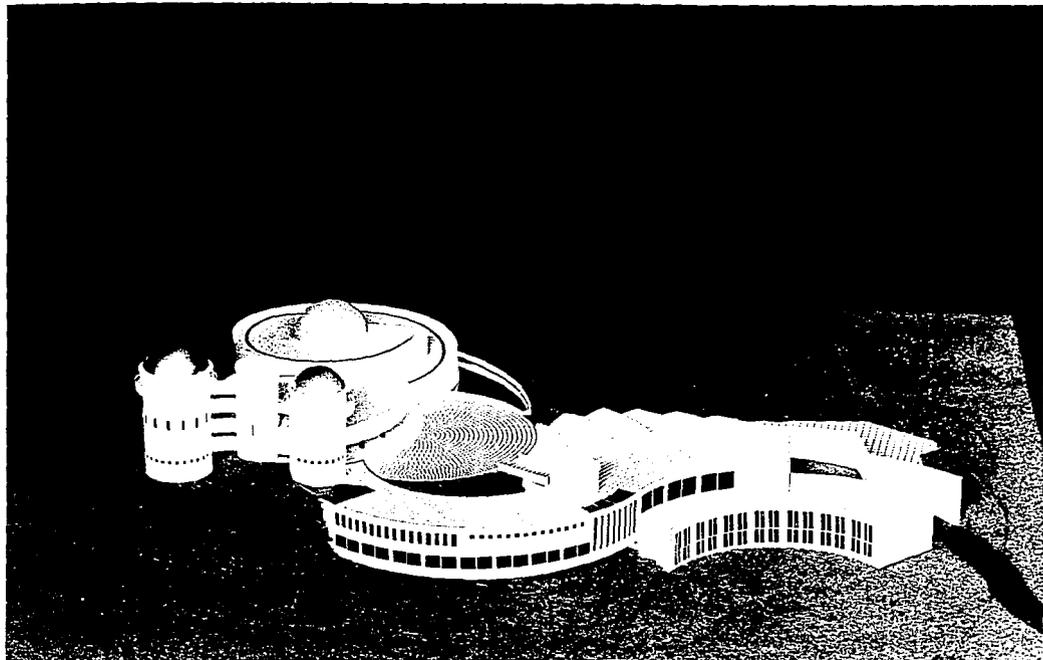


ALZADO DE ESCALERA

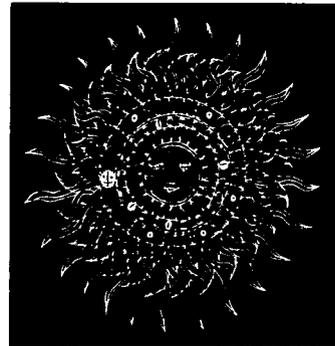


DETALLE DE ESCALON





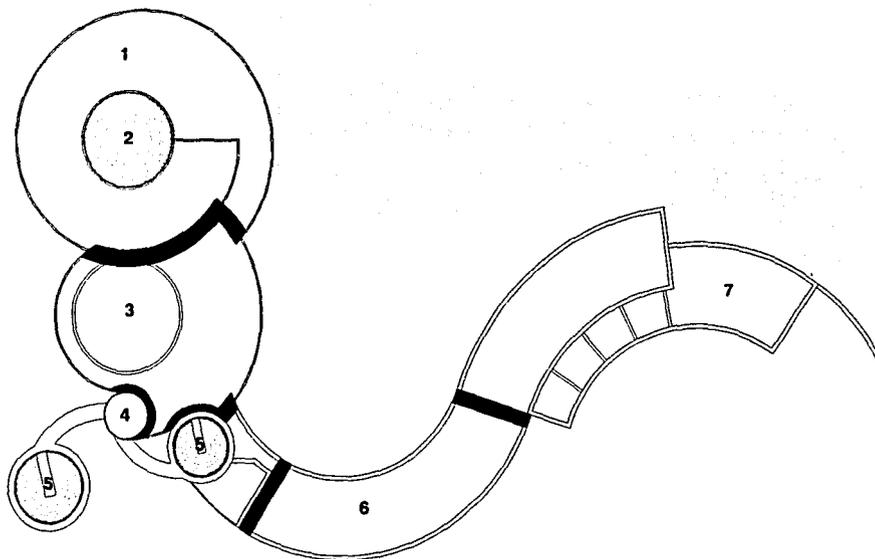
**C R I T E R I O
E S T R U C T U R A L**



CRITERIO ESTRUCTURAL

Debido a que el proyecto está formado por varios elementos que se distinguen tanto en lo funcional como en lo estructural, éstos se describirán en forma independiente.

Algunos de estos elementos están desligados estructuralmente por juntas constructivas que se marcan en el diagrama.



1. museo de astronomía
 2. planetario
 3. auditorio y vestíbulo
 4. escaleras y elevador
 5. torres de observación
 6. edificio de servicios
 7. habitación
- junta constructiva

AUDITORIO Y VESTIBULO

Aunque estructuralmente éstos elementos trabajan de manera independiente se utilizará un criterio constructivo similar en ambos casos.

Los elementos portantes serán columnas y muros de concreto.

La cubierta consistirá en losas planas de concreto apoyadas en armaduras de acero.

El área del auditorio es circular y simétrica, y su diámetro es de 15.60 mts. Es posible salvar el claro por completo al colocar las armaduras radialmente y apoyarlas en un extremo sobre un muro perimetral de concreto armado y unidas en el centro por un anillo de compresión.

La cimentación consistirá en zapatas de concreto armado, aisladas para las columnas y corridas para los muros.

MUSEO

Como elementos portantes se proponen muros de concreto armado con un espesor de 30 cm. y trabes del mismo material. Estas últimas serán tanto radiales como paralelas a los muros, para disminuir el claro y el tamaño de las losas.

Las rampas de exposición (entrepiso) y la cubierta serán losas macizas de concreto armado.

La cimentación consiste en zapatas corridas de concreto armado unidas por trabes de liga, las cuales permitirán que el edificio trabaje como unidad.

PLANETARIO

La cubierta consiste en una cúpula o cascarón de concreto de 5cm. de espesor, apoyado en un muro perimetral de concreto armado. Los empujes laterales de la cúpula serán tomados por el muro portante cuyo espesor es de 30 cm. Por ser una media esfera los empujes laterales son menores a los que ejercería una cúpula de menor peralte.

TORRES DE OBSERVACION

El elemento portante de cada torre será un muro circular de concreto armado. Estos se colarán por medio de una cimbra deslizante. Los entrepisos serán de losa reticular. La cimentación que se propone es una zapata corrida de concreto.

El último piso de cada torre lo cubre una cúpula giratoria accionada por motores eléctricos. La estructura de la cúpula es una armadura de aluminio cubierta por láminas también de aluminio. El material de los domos debe ser ligero para que sea fácil girarlos.

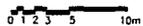
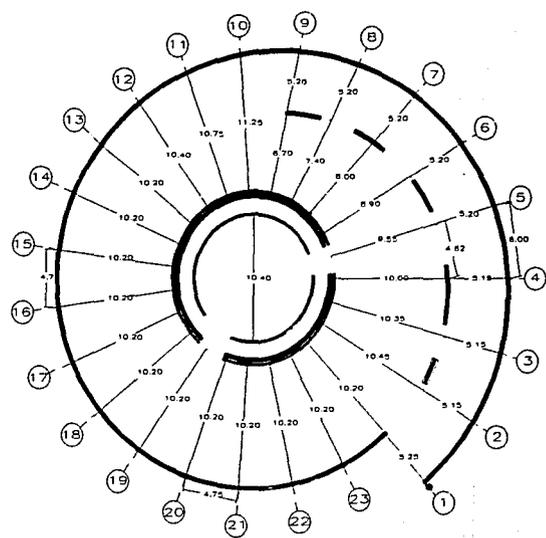
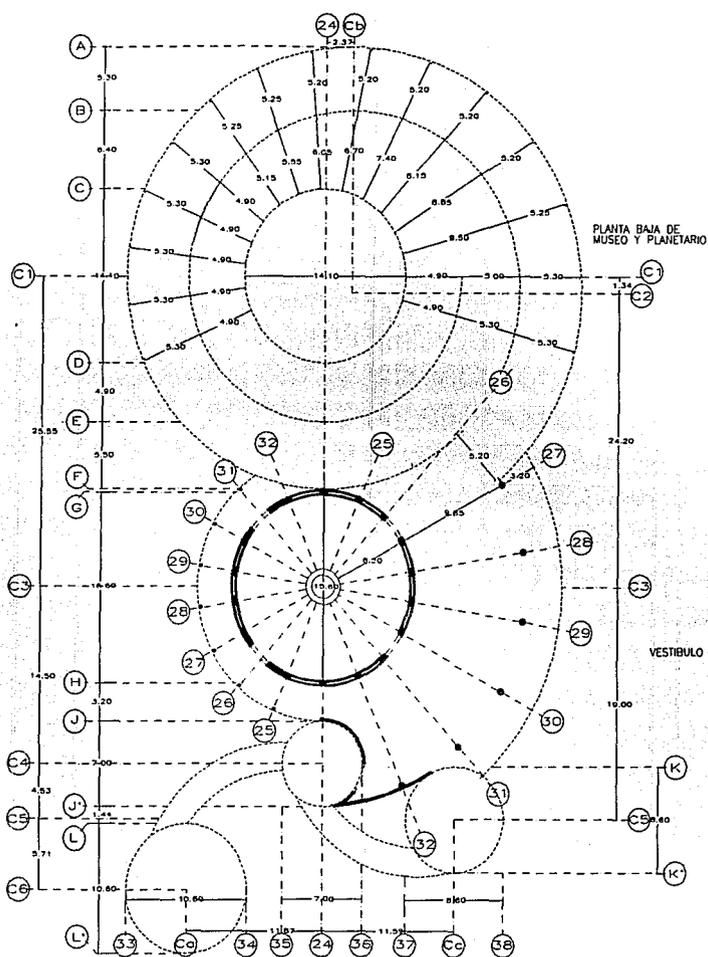
En el centro de cada torre hay un pilar o columna de concreto con cimentación independiente; éste se utiliza como apoyo del telescopio y está desligado del resto de la estructura para evitar vibraciones durante la observación.

EDIFICIO DE SERVICIOS DE APOYO (Edificio en "S")

La estructura portante constará de columnas de concreto de 60x80 cm. y trabes uniendo los apoyos.

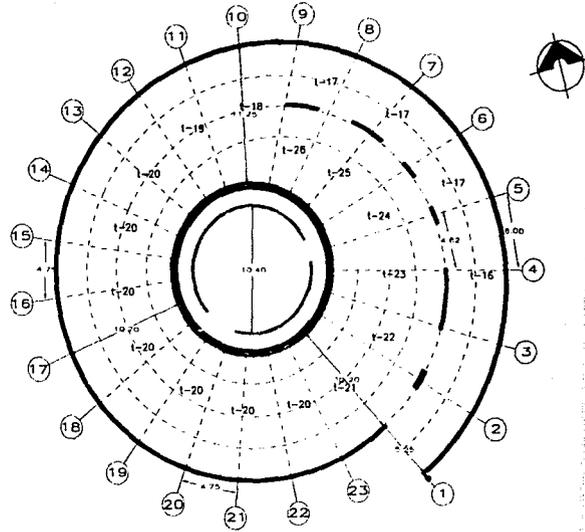
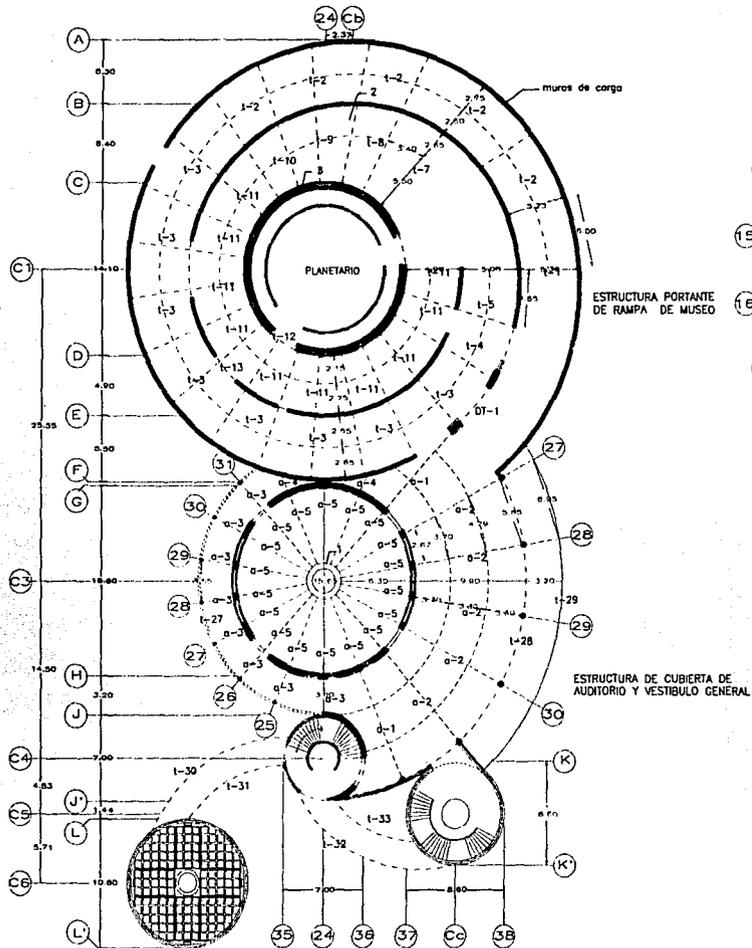
Los entrepisos serán de losa reticular con un peralte de 60 cm., librando un claro máximo de 12 m. En los apoyos las losas estarán reforzadas con capiteles.

La cimentación será a base de zapatas aisladas de concreto, unidas por trabes de liga. Por la dureza del suelo, la función de las trabes de liga es hacer que el edificio trabaje como una unidad.



Plano de Ejes del Area de Divulgación



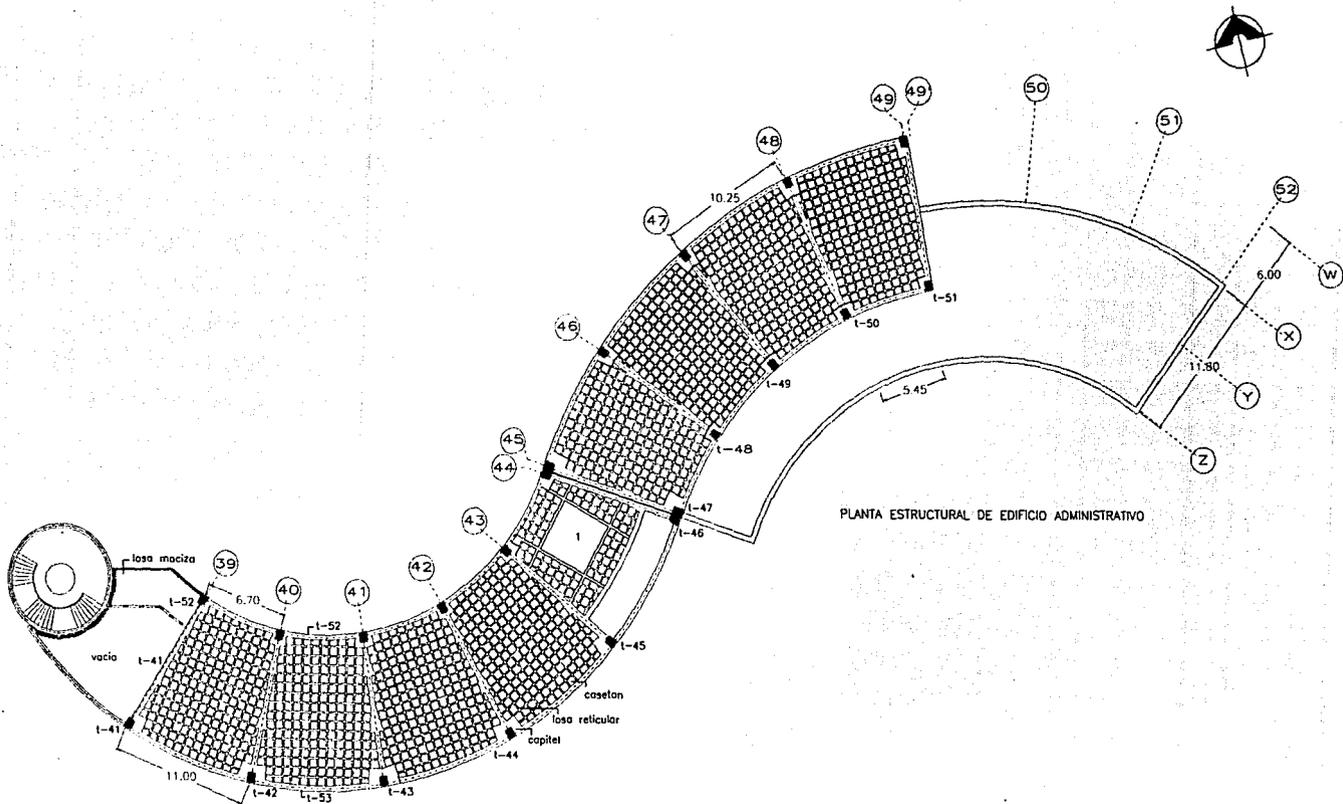


ESTRUCTURA DE CUBIERTA DE MUSEO

SIMBOLOGIA

- I-n trabe de concreto armado
- a-n armadura de acero
- losa reticular de concreto





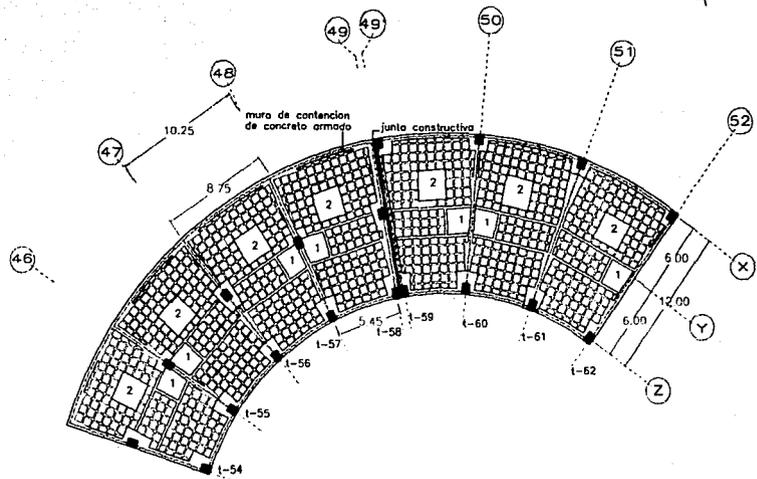
PLANTA ESTRUCTURAL DE EDIFICIO ADMINISTRATIVO

SIMBOLOGIA

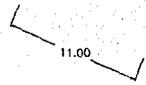
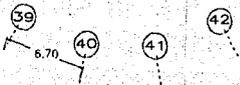
- 1. hueco de escalera
- 2. losa maciza
- - - trabe principal
- ▣ losa reticular

Planta Estructural del Edificio de Servicios de Apoyo





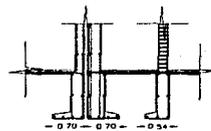
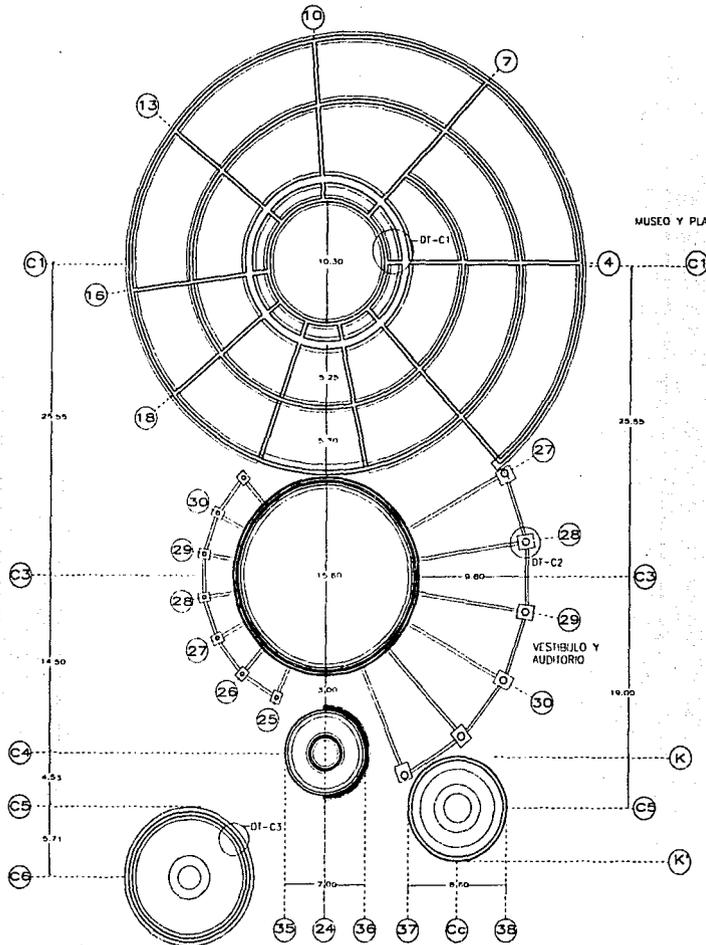
PLANTA ESTRUCTURAL DE ZONA DE HABITACION



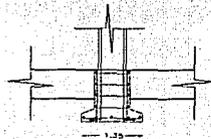
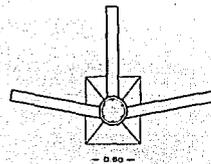
- SIMBOLOGIA
- 1. hueco de escalera
 - 2. losa maciza
 - trabe principal
 - ▣ losa reticular



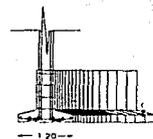
Planta Estructural de Habitaciones



DT-C1
CIMENTACION DE PLANETARIO Y MUSEO

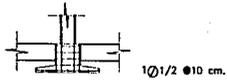
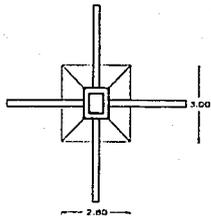


DT-C2
CIMENTACION DE COLUMNA DE VESTIBULO

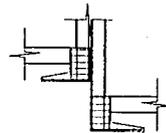
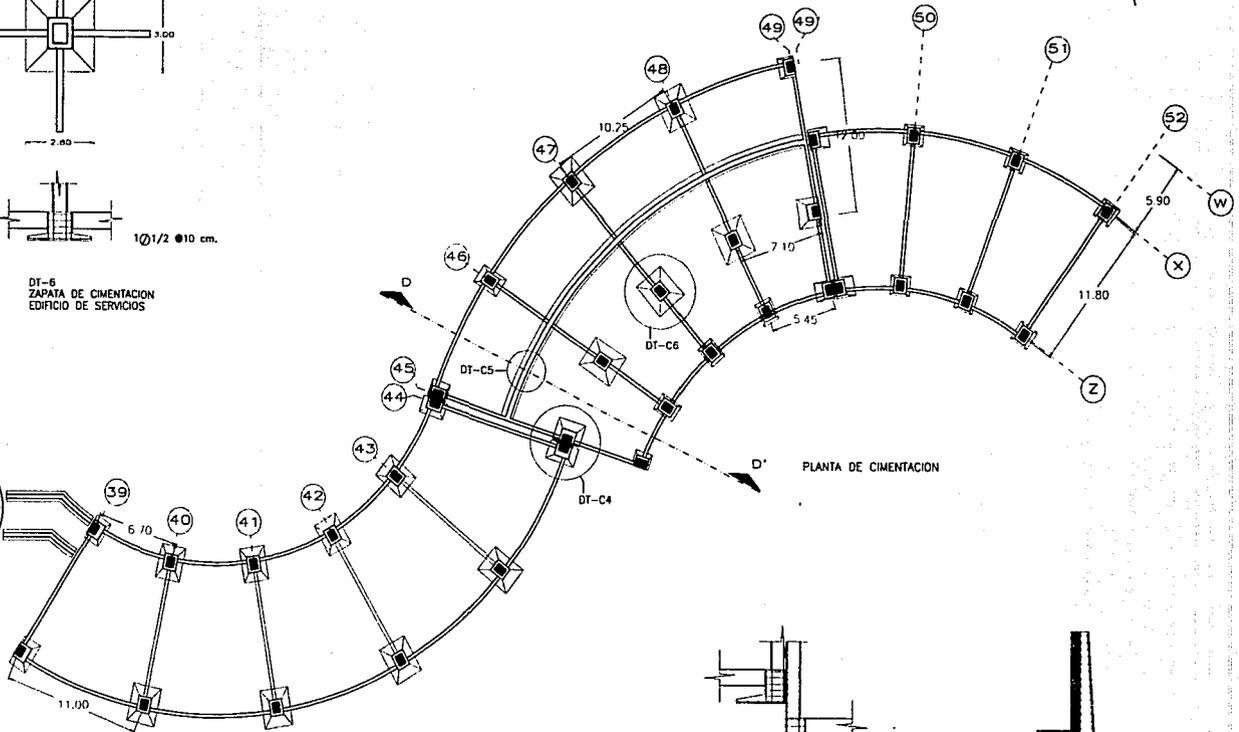
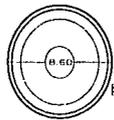


DT-C3
ZAPATA DE TORRE DE OBSERVACION





DT-6
ZAPATA DE CIMENTACION
EDIFICIO DE SERVICIOS



DT-4
CIMENTACION EN JUNTA CONSTRUCTIVA
EN EDIFICIO DE SERVICIOS DE APOYO

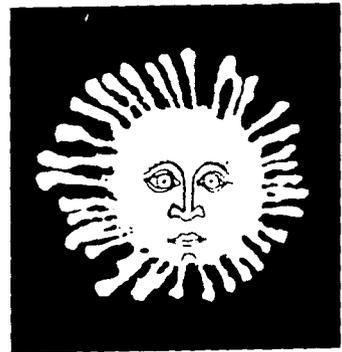


DT-5
MURO DE CONTENCIÓN
EDIFICIO DE SERVICIOS DE APOYO



Planta de Cimentación del Edificio de Servicios de Apoyo

INSTALACIONES



INSTALACION HIDRAULICA

El municipio proporcionará la toma de agua a través de la cual se realizará el suministro. Pasando por el medidor, el agua llega a la cisterna de almacenamiento.

Para la distribución del agua en el conjunto se utilizará un sistema hidroneumático cuyas bombas, tanque de presión y controles se localizarán en el cuarto de máquinas. Este sistema permite tener presión uniforme en todas las salidas.

El volumen de agua requerida para el centro es de 13 m^3 diarios - 39 m^3 por 3 días de almacenamiento- más 28000 litros del sistema contra incendio. Para ésto se contará con una cisterna con una capacidad de 70 m^3 , ubicada debajo del cuarto de máquinas y cercana al área de habitación.

El gasto de agua diario es:

GASTO DIARIO DE AGUA		
300 visitantes (en restaurante)	12 lts/día	= 3600 lts
50 empleados	100 lts/día	= 5000 lts
30 personas en vivienda	150 lts/día	= 4500 lts
Total en un día		= 13100 lts
Total por 3 días		= 39300 lts
Incendios	$5600 \text{ m}^2 \times 5 \text{ lts}$	= 28000 lts
TOTAL GLOBAL		= 67300 lts

El agua para riego se podrá tomar de la cisterna general, o de los aljibes, los cuales recircularán las aguas pluviales que puedan recolectarse para este uso.

En la zona de habitación y en la cocina del restaurante se requiere de agua caliente; el abastecimiento se hará por medio de la caldera general que contará con un sistema de recirculación que permite tener agua caliente disponible rápidamente.

Toda la tubería de alimentación será de cobre.

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El sistema contra incendios será a base de detectores de humo y gabinetes en cada piso, dotados con conexiones para mangueras, las cuales deberán cubrir un área de 30 m de radio. Se contará con una red hidráulica independiente de fierro galvanizado para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio. Para surtir la red se utilizarán dos bombas automáticas autocebantes, una eléctrica y otra con motor de combustión interna.

En la fachada norte del edificio de servicios se instalarán las tomas siamesas conectadas a la red contra incendios, para el caso de que se requiera la intervención de los bomberos.

INSTALACION SANITARIA

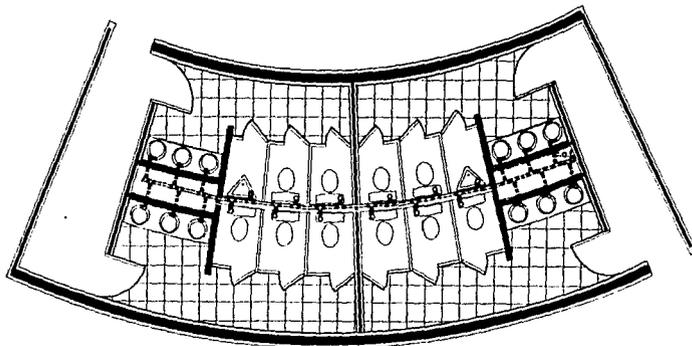
El sistema general de drenaje divide las aguas negras, jabonosas y pluviales.

Las aguas pluviales se recircularán para riego, enviándolas a 2 aljibes; uno coleccionará las aguas de la azotea del edificio de servicios de apoyo (edificio en "S") y la otra coleccionará el agua de las azoteas del área de divulgación.

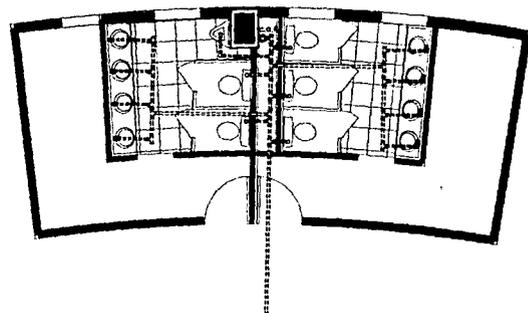
Las azoteas planas están resueltas con pendientes del 2% hacia las bajadas, cada bajada recibirá el agua de un área máxima de 100 m².

El drenaje se resuelve por medio del sistema de fosa séptica y pozo de absorción en el que es necesario separar la red de aguas negras de la de aguas jabonosas. Para evitar recorridos muy grandes se proponen dos fosas; una para el área de divulgación y otra para el edificio de servicios de apoyo.

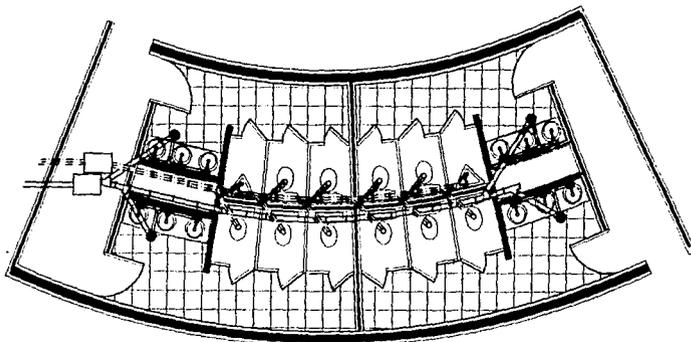
La tubería de aguas negras en el interior, así como las bajadas de aguas pluviales serán de fierro fundido hasta conectarse con registros, a partir de los cuales será tubería de cemento.



INSTALACION HIDRAULICA

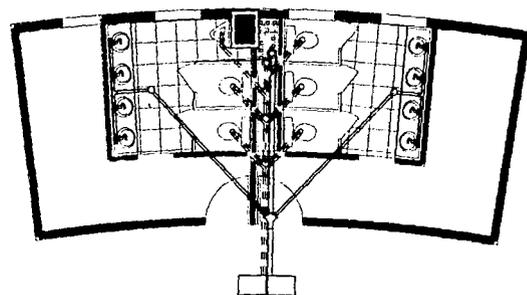


INSTALACION HIDRAULICA



INSTALACION SANITARIA

SANITARIOS DE MUSEO Y AUDITORIO



INSTALACION SANITARIA

SANITARIOS PARA EMPLEADOS (ZONA DE SERVICIOS)

SIMBOLOGIA

- ≡≡≡ tubería de aguas negras
- ≡≡≡ tubería de aguas jabonosas
- ≡≡≡ tubería de agua fría
- b.a.n. bajada de aguas negras
- b.a.j. bajada de aguas jabonosas
- c.a.f. columna de agua fría
- cespel-coladera
- registro 60x40 cm

CRITERIO DE ILUMINACION

Iluminación Exterior

Por el carácter del proyecto, la iluminación exterior del conjunto será a base de lámparas de guía de piso, unicamente para marcar los recorridos. Debido a que la luz interfiere con la observación, no se iluminarán fachadas ni se pondrán postes de luz.

Iluminación Interior

El diseño de iluminación interior está dado por el uso específico de cada espacio.

La iluminación del museo será a base de rieles energizados para conectar en cualquier punto deseado, lámparas de halógeno de luz concentrada o difusa según se requiera. Los rieles permiten gran flexibilidad puesto que se pueden mover, quitar o aumentar focos para lograr diferentes efectos de iluminación en las diferentes zonas de exposición.

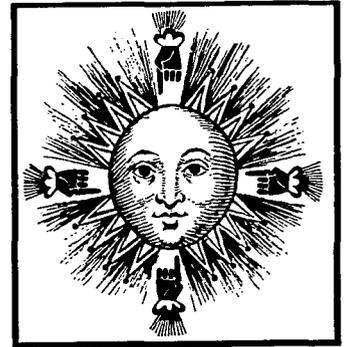
Dentro del planetario se colocarán lámparas de luz incandescente en la base de la bóveda, las cuales estarán controladas por medio de dimmers para poder graduar la intensidad de luz.

En el auditorio se utilizarán lámparas de luz incandescente que se controlarán desde la cabina de proyecciones.

El diseño de iluminación de las torres de observación y del edificio de servicios de apoyo corresponde al uso específico de cada zona. Se intenta uniformizar el criterio, para permitir cierta flexibilidad de espacios.

Para evitar que la iluminación de los distintos locales interfiera con la observación, será necesario dotar a todas las ventanas del conjunto, de cortinas aluminizadas que impidan la salida de luz durante las noches.

**A C A B A D O S
P R E S U P U E S T O**



CRITERIO DE ACABADOS

ACABADOS EXTERIORES

Para el área de divulgación los muros serán de concreto aparente; las cúpulas de los observatorios de aluminio y la cúpula del planetario de concreto.

Para la mezcla de los muros se utilizará cemento blanco, y para la cúpula del planetario cemento normal. Las columnas del acceso se proponen forradas de acero esmaltado a fuego color rojo.

El edificio de servicios de apoyo tendrá muros de block de barro aparente (tabique prensado). Los entrepisos y trabes se forrarán con cintilla del mismo material, pero colocada verticalmente estos elementos.

La plaza principal será de recinto natural color negro y las terrazas de loseta de barro esmaltado color terracota.

ACABADOS INTERIORES

Los acabados interiores varían de un espacio a otro, por lo que de una manera general se describirán los de cada espacio.

Vestíbulo General y Foyer

El piso será de porcelanato gris claro pulido. Las divisiones entre el vestíbulo y el foyer serán de tiras de cristal de 6mm x 10cm colocadas de tal manera que visto el muro de frente se ven los cantos de las tiras.

Auditorio

Las circulaciones principales llevarán alfombra de uso rudo color gris rata. Los pasos entre butacas llevarán un fino de cemento con acabado de pintura de poliéster color gris claro. Las butacas serán acojinadas en asiento y respaldo en tela color azul.

Los muros irán recubiertos con duela de madera estriada y colocada haciendo quiebres. Esto es para evitar el "rebote" del sonido. El plafón será de tablaroca e irá colgado de la estructura de acero.

Museo

El acabado de las rampas será loseta de barro Santa Julia antiderrapante, 15x30 color "tepeaca" (azul-gris), con una franja del mismo material blanco en la división entre las dos rampas y en las orillas. Los muros serán de concreto aparente y el plafón de yeso.

Planetario

Los muros irán recubiertos de alfombra de uso rudo color negro. El piso llevará un fino de cemento acabado con pintura de poliéster color gris claro. Las butacas serán color azul.

Torres de Observación

Todos los niveles, menos las salas de observación, llevarán como acabado en el piso baldosín de barro Santa Julia de 15x30 color tepeaca. Las salas de observación llevarán duela machihembrada de encino selecto de 7cm de ancho atornillada con clavacotes en las perforaciones de los tornillos y barnizada con poliéster. Los muros serán de concreto aparente.

Edificio de Servicios de Apoyo

Los pisos de pasillos y vestibulo se cubriran con Porcelanato color gris claro. En el resto se utilizará loseta de barro Santa Julia 30x30 color azul (tepeaca).

El área de servicio llevará loseta de barro color gris claro, menos en el cuarto de máquinas en donde el terminado será un fino de cemento con agregado endurecedor de superficie y juntas a cada 2 metros.

En las habitaciones el piso será de duela de encino de 7cm de ancho atornillada y barnizada con poliester.

Los muros exteriores serán de tabique aparente, y los divisorios serán muros de tablarroca terminados en tirol planchado.

PRESUPUESTO

Costo de m² de construcción en Hidalgo N\$ 2,035.00
5600 m² construídos x N\$ 2035

PRELIMINARES	5%	N\$ 569,800
CIMENTACION	20%	N\$ 2,279,200
ESTRUCTURA	20%	N\$ 2,279,200
ALBAÑILERIA	25%	N\$ 2,849,000
ACABADOS	15%	N\$ 1,709,400
INSTALACIONES	15%	N\$ 1,709,400
TOTAL APROXIMADO		N\$ 11,396,000

El proyecto será financiado por la Sociedad Astronómica de México y por el gobierno del estado de Hidalgo.

BIBLIOGRAFIA

- AVENI, Anthony F., et. al. **Astronomía en la América Antigua**. Siglo XXI Editores S.A. México, 1980.
- BLANCO, Carlos. "Zonas Arqueológicas". **Revista México Desconocido**. Guía No. 4. México. 1993.
- CANBY, Thomas Y. "The Anasazi. Riddles in the Ruins". **National Geographic**. Volume 162, No. 5. Washington D.C. November 1982. P. 554 - 592.
- ENCICLOPEDIA DE MEXICO. "Hidalgo, Estado de". Enciclopedia de México S.A. México, 1977.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. "The Anasazi", "Astronomy", "Stonehenge". Encyclopaedia Britannica, Inc. Chicago, U.S.A. 1976.
- HARTUNG, H. "Arquitectura y Planificación entre los Antiguos Mayas: Posibilidades y Limitaciones para los Estudios Astronómicos". **Astronomía en la América Antigua**. Siglo XXI Editores S.A. México, 1980.
- HAWKINS S., Gerald. "Stargazers of the Ancient World". **1976 Year book of Science and the Future**. Encyclopaedia Britannica, Inc. Chicago, U.S.A. 1976.
- HERDEG, Walter. **The Sun in Art**. The Graphis Press, Zurich, Suiza. 1962.
- HISTORIA DE MEXICO. Tomos 2 a 5. Salvat Mexicana de Ediciones, S.A. de C.V., México. 1978.
- HISTORIA DEL ARTE. Tomo 1. Salvat Mexicana de Editores S.A, de C.V., México. 1978.

- KIRK, Jim. "Building Owl Observatory". **Astronomy**. U.S.A. Abril 1992. p. 74 - 79.
- PASACHOFF, Jay M. **Astronomy: From the Earth to the Universe**. Saunders College Publishing. U.S.A. 1979.
- SAGAN, Carl. **Cosmos**. Random House. New York. 1983.
- SODI M., Demetrio. **Las Grandes Culturas de Mesoamérica**. Panorama Editorial. México, 1990.
- SOLANES, M. C. "El Mundo Maya". **Revista México Desconocido**. Guía No. 7. México. 1992.
- SPRAJC, Ivan. (RIVERA, FERRANDIZ). "El Satunsat de Oxkintok: ¿Observatorio Astronómico?". México. 1989.
- WILLIAMSON A., Ray, FISHER J., Howard, O'FLYNN, Donnel. "Observatorios Solares de los Indios Anasazi". **Astronomía en la América Antigua**. Siglo XXI Editores, S.A. México. 1980.