

195

201

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

INGENIO EL NARANJO

El Naranjo

Municipio de Ciudad del Maíz

San Luis Potosí

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTA

LORENZO ROCHA CITO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO

JURADO:

ARQ. JAIME ORTÍZ MONASTERIO DE GARAY

ARQ. MANUEL DE LA MORA Y BERMEJILLO

ING. ALEJANDRO SOLANO VEGA

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 1994



**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.

*A MIS PADRES: TERESA Y SALVADOR
POR DARME EL RECURSO MÁS VALIOSO:
LA VIDA*



AGRADECIMIENTOS:

In memoriam.

ARQ. GUILIA CARDINALE PESSANI.

ARQ. MANUEL GARCÍA ÍÑIGUEZ.

A mis sinodales por su compromiso de lograr la excelencia y el tiempo
que de manera altruista dedican a él.

ING. ENEKO DE BELAUSTEGUIGOITIA Y AROCENA.

Por la invaluable y amistosa ayuda que me prestó para la realización de
este estudio además de abrir el espectro de mi actividad profesional dentro de
tan apasionante industria.

ARQ. MANUEL ROCHA DÍAZ.

Por su cariñoso apoyo moral. Por la esmerada asesoría arquitectónica,
sin la cual no hubiera podido hacer el esfuerzo final, el más importante para la
conclusión de este proyecto.

MTRO. EN ARQ. XAVIER CORTÉS ROCHA.

Por su interés y colaboración en proyectos extra-curriculares dentro de
la facultad lo cual denota que su trabajo en la universidad trascenderá más allá
de sus muros.



ÍNDICE.

I. INTRODUCCIÓN.

- I.1 Antecedentes Históricos.
- I.2 Los primeros tres ingenios en México.
- I.3 Descripción del casco de una hacienda azucarera.
- I.4 Panorama actual de la industria azucarera.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

- II.1 Fundamentación de la demanda de necesidades.
- II.2 Programa arquitectónico.
- II.3 Características topográficas y climáticas.
- II.4 Análisis del programa original y primeras hipótesis formales.

III. CONCEPTO ARQUITECTÓNICO.

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

- IV.1 Proyecto del complejo industrial y de servicios.
- IV.2 Conjunto de la fábrica de azúcar.
- IV.3 Conjunto habitacional y de servicios.
- IV.4 Núcleo habitacional y casas tipo.
- IV.5 Iglesia.

V. CRITERIOS ESTRUCTURALES.

- V.1 Cimentación.
- V.2 Muros de carga.
- V.3 Cubiertas.

VI. CRITERIOS DE INSTALACIONES.

- VI.1 Instalación eléctrica.
- VI.2 Instalación hidráulica.
- VI.3 Instalación sanitaria.

VII. CONCLUSIONES.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.



I. INTRODUCCIÓN.

I.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.¹

La producción del azúcar, a partir de la caña del mismo nombre, se originó en el Lejano Oriente, probablemente en la India, y se remonta a la época anterior al nacimiento de Cristo. En la antigüedad se consumía en forma de miel o azúcar morena, debido al desconocimiento del proceso de refinación, y fue hasta el siglo VII cuando los persas produjeron por primera vez azúcar blanca, granulada. El nuevo producto fue llevado a Europa por los venecianos, quienes lo obtenían a través de su comercio con Oriente. Las limitadas cantidades que se importaban y su elevado precio conservaron al azúcar por mucho tiempo como un artículo de lujo, sólo al alcance de un reducido grupo de personas.

La producción y el consumo del azúcar aumentaron cuando se introdujo la caña en Europa central. Los árabes la llevaron a España alrededor del año 741, surgiendo los primeros cañaverales en Valencia y en Granada. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XVI cuando, a raíz de la expansión colonialista, se industrializó. España, Portugal, Inglaterra, Francia y Holanda establecieron emporios azucareros en sus colonias, convirtiéndose el azúcar en uno de los productos más importantes del mercado internacional. Así, la historia del azúcar está en íntima relación con el colonialismo.

España desarrolló la producción azucarera en las Islas Canarias, conquistadas durante el último tercio del siglo XV.

Las primeras cañas que llegaron al Nuevo Mundo las trajo Colón a Santo Domingo, junto con otras plantas europeas. Pronto se expandió el cultivo debido a las favorables condiciones climáticas de las islas antillanas; surgieron ingenios y trapiches en Santo Domingo, Puerto Rico y Cuba. La Corona apoyó este desarrollo concediendo trabajadores, tierras y otras facilidades para su establecimiento. Así, en escasos veinte años, se desarrolló en las Antillas una próspera industria orientada a la exportación, que competía en el mercado internacional.

De las Antillas el azúcar pasó a la Nueva España, proveyéndola de los elementos materiales (planta, herramientas y maquinaria), así como de tecnología y de trabajadores especializados.²



Habiendo desempeñado un papel muy importante en la economía mundial, el azúcar ha sido objeto de múltiples estudios -tanto generales, como regionales y monográficos- que se refieren a los países azucareros más importantes: Brasil, Cuba, Haití, Hawaii, la India, Puerto Rico, Jamaica, Paraguay y Perú, entre otros.



1.2. LOS PRIMEROS TRES INGENIOS EN MÉXICO.

El primer ingenio que construyó en México fue el de Tlaltenango hacia el año de 1524, se ubicó hacia el norte de la villa de Cuernavaca y perteneció al mismo conquistador Hernán Cortés. En 1529 Serrano de Cardona comenzó a edificar el segundo ingenio, que se llamó Axomulco y también se encontró cerca de Cuernavaca. El tercero, llamado Amanalco perteneció a Bernardino del Castillo, mayordomo de Cortés y su construcción data del año 1531.

El más importante de los tres fue sin duda Tlaltenango, ya que superaba a los otros dos en tamaño, extensión de cañaverales y monto de producción. Este ingenio, según una descripción hecha en 1549 (año de la muerte del conquista-



dor), contaba con un conjunto de construcciones entre las que destacaba un amplio edificio destinado a la producción construido de cal y canto, de dos niveles. En un aposento grande estaba el molino, que era accionado por agua. Junto a éste estaba el cuarto de calderas, donde se hervía el jugo de caña hasta que se empezaba a cristalizar el azúcar. En el cuarto de purgar se dejaban escurrir las mieles para que el azúcar se secase y cristalizara, proceso que concluía bajo los rayos del sol en asoleaderos dispuestos para ese fin.

Las habitaciones de los trabajadores eran pequeñas casas o chozas -unas de cal y canto y otras de adobe- situadas en las inmediaciones del edificio principal. Allí vivían los trabajadores españoles, los esclavos negros e indios y los trabajadores libres.

Otros edificios albergaban un pequeño taller textil con cuatro telares y 21 tornos de hilar, una carnicería, un batán, un obraje y una fragua. Estos talleres permitían que Tlaltenango fuera autosuficiente en la mayor parte de sus necesidades, lo que implicaba ahorro en los gastos de operación. La existencia de una capilla era necesaria por el gran número de personas que residían en el ingenio, particularmente los esclavos que no podían salir fuera de sus límites.

I.3. DESCRIPCIÓN DEL CASCO DE UNA HACIENDA AZUCARERA.³

El casco estaba formado por un conjunto de construcciones que comprendía la fábrica de azúcar, la casa habitación, la capilla, las oficinas y bodegas. Dentro del mismo complejo, o en forma independiente, estaban los corrales para los animales, las trojes, los almacenes de azúcar, las habitaciones para los esclavos y los trabajadores residentes, y la tienda.

La mayoría de los ingenios tenía una amplia red hidráulica que incluía acequias, canales de riego, acueductos, jagüeyes y represas. Además contaba con bardas, cercas caminos y puentes.

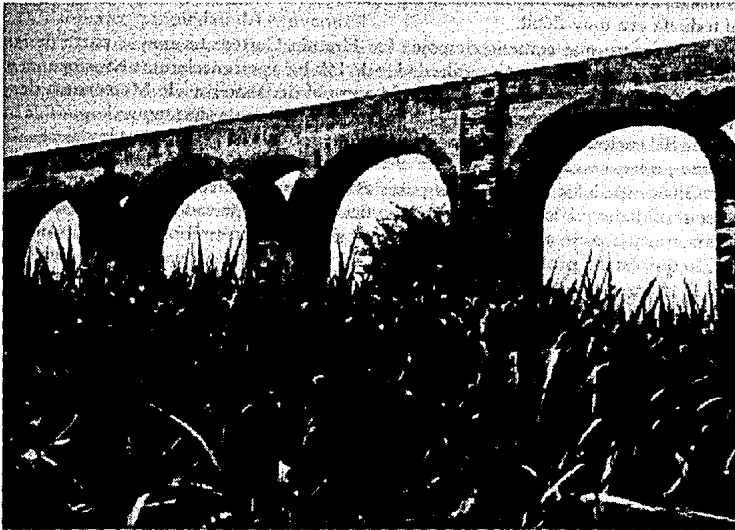
El tamaño del casco era variable y estaba en relación con el tamaño general de la unidad productiva.

Tomaré como ejemplo el mediano ingenio de Temilpa (extensión de cañaverales de 1167 hectáreas) de principios del siglo XVIII⁴. A su casco pertenecían varios edificios grandes, construidos con tabique y piedra y techados con vigas, tablas y tejamanil. Estos edificios albergaban la casa habitación,



la capilla, la fábrica de azúcar, las viviendas de los trabajadores, así como los corrales, trojes, tiendas, carpintería, herrería y algunas otras dependencias menores. La fábrica de azúcar estaba formada por la casa del molino, la casa de calderas, el purgar y el asoleadero.

La casa del molino, era un gran edificio de mampostería de 20.8 m de largo. Se componía de dos naves comunicadas entre sí por medio de arcos y estaba techada con vigas y tejamanil. Tenía un molino hidráulico una prensa para extraer el jugo de caña. Un acueducto, que medía 120 m de largo y llegaba a tener una altura de 7.2 m, conducía el agua hasta este sitio para impulsar al molino.



Junto al molino se encontraba la casa de calderas. Era un cuarto alargado que medía 13.6 x 6.8 m y que, al igual que los demás recintos, estaba techado con tejamanil. Aquí estaban colocadas en hilera cinco calderas de cobre donde se hervía el jugo de la caña. En un tanque de mampostería se almacenaba el jugo que venía del molino a través de un canal. Detrás del cuarto de calderas, y comunicado mediante una puerta, estaba el cuarto de hornallas, donde se mantenía



vivo el fuego para calentar las calderas. Este cuarto estaba techado con bóveda de cal y canto, no con tejamanil, por seguridad.

Desde la casa de calderas el azúcar se conducía hasta la casa de purgar para que se concluyera el proceso de cristalización y se blanqueara. La casa de purgar se hallaba en la parte baja de un edificio de dos pisos. Medía 28.8 m de largo y estaba formada por dos naves, divididas por cinco arcos. Grandes pilas-tras de cal y canto sostenían las bóvedas del techo, que estaban a una altura de 3.2 m. Una vez terminado el proceso de cristalización, el azúcar se tenía que secar en un asoleadero, cerrado por cuatro paredes y cubierto por un techo móvil de tejamanil, para proteger al dulce de las lluvias.

Arriba del purgar, en la planta alta, se encontraba la sección habitacional, a la que conducía una escalera desde el patio. Estaba formada por unos cuantos cuartos, amueblados de manera muy rudimentaria. Al igual que en las demás haciendas de la época, en Temilpa no se conocía la comodidad, sólo se contaba con lo más indispensable porque los cascos estaban expuestos a rapiñas y asaltos.

La existencia de una herrería y de una carpintería, equipadas con los implementos necesarios para su buen funcionamiento hacían posible que muchos aperos se pudieran construir y reparar directamente en la hacienda. Junto al patio estaban estacionadas ocho carretas que se utilizaron para transportar la caña de los campos al ingenio, y un carretón que servía para acarrear bagazo.

La capilla era un edificio independiente. Contenía los objetos necesarios para el culto, así como las imágenes de santos, lienzos con pinturas religiosas, mobiliario y objetos de plata.

¹Gisela von Wobeser, *La Hacienda Azucarera en la Época Colonial*, México, 1988, UNAM. SEP, pp.19-20.

²Noël Deer, *The History of Sugar*, 2 vol., Londres, 1949-50.

³Gisela von Wobeser, *La Hacienda Azucarera en la Época Colonial*, México, 1988, UNAM. SEP, p.205.

⁴Gisela von Wobeser, *op. cit.* p.224-227. Archivo General de la Nación México, ramo *Tierras*, vol. 1761, exp. 1 y 2.



I.4. PANORAMA ACTUAL DE LA INDUSTRIA AZUCARERA.

Sin pretender definir la situación exacta de esta actividad industrial, ya que ello está determinado por un sinnúmero de variables que requerirían de un trabajo exhaustivo ajeno a los objetivos de este estudio, intentaré describir los principales factores que afectan a la arquitectura actual de los ingenios azucareros.

El sector productivo de esta agro-industria se ha visto afectado en las últimas seis décadas por una creciente descapitalización. En primer lugar, al ser el azúcar un producto no diferenciado y parte de los productos de alimentación popular básica, está sujeto a controles de precio desmedidos y costosísimos subsidios que no le permiten competir a nivel internacional. Por otra parte han habido procesos de estatización y privatización de la industria lo que ha frenado su desarrollo como empresa paraestatal o de la iniciativa privada respectivamente.

Sin embargo, los actuales productores del dulce, han avanzado recientemente en la eficiencia de sus unidades productivas. Buscando el desarrollo de sub-productos, sistemas de automatización de los procesos y aprovechamiento máximo de los recursos existentes, los actuales empresarios comienzan un proceso de crecimiento y mejoramiento.

No obstante este creciente desarrollo, las plantas industriales no tienden a crecer en tamaño físico si no en eficiencia. Por ello, los edificios dentro de los ingenios serán en el futuro más pequeños pero indudablemente más complejos para cumplir con los requerimientos de una industria que se moderniza. Asimismo la cantidad de personal administrativo y laboral irá en disminución, pero requerirá de mejores viviendas y servicios que con los que cuenta actualmente debido a su especialización y capacitación.

De manera muy especial los aspectos de imagen, limpieza y cuidado del medio ambiente son cada vez más necesarios en una industria que comienza a integrarse a los mercados internacionales.

La arquitectura industrial en México, si bien tiene ejemplos de amplio desarrollo en sectores como el automotriz, de alimentos y bebidas por mencionar algunos, en el caso de los ingenios azucareros vive un atraso inexplicable. Siendo ésta una de las actividades más antiguas y con más tradición dentro



de nuestro territorio, en el campo de la edificación ha perdido totalmente su contacto con el pasado y su proyección hacia el futuro. Es urgente que el gremio de arquitectos de nuestro país tome conciencia de este problema y se busquen soluciones que combinen la eficiencia programática con la estética y tradición para crear mejores ambientes de trabajo para los operarios de este sector.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.

II.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA DEMANDA DE NECESIDADES.

El proyecto para un ingenio azucarero se puede clasificar dentro la rama de los complejos de industria agraria (ahora llamados agro-industriales) poco desarrollados aún en México salvo en el caso de empresas transnacionales. Al igual que en los otros conjuntos de este tipo, las instalaciones fabriles son lo característico del programa arquitectónico.

Su complejidad radica en que agrupan actividades totalmente disímiles como son el trabajo, la vivienda, las actividades comunitarias, etcétera, factor que en la antigüedad no representaba ninguna traba para el diseñador y podía estar agrupado dentro de un solo edificio como más adelante veremos en el capítulo dedicado a la descripción de un ingenio del siglo XVI. Para los arquitectos actuales este trabajo resulta muy complicado debido a la excesiva zonificación (que desde mi punto de vista no es más que un lastre) que obliga a prejuizar como nocivas las relaciones entre funciones que muchas veces fuerzan las soluciones finales. Sin embargo, todos los complejos productivos tienen servicios para sus obreros y empleados administrativos. Estos servicios incluyen, en orden de importancia: vivienda, oficinas, templos religiosos, comercios, escuelas, centros de capacitación, instalaciones deportivas y de entretenimiento. Éstos dependen de la proximidad que la unidad productiva tenga con otros asentamientos humanos o ciudades.

En el caso de la industria azucarera, se construyen para su funcionamiento verdaderas ciudades, dado que su implantación depende de una ubicación estratégica con respecto al acceso y localización de cultivos de la caña de azúcar. Normalmente en estos lugares existen pequeños o nulos asentamientos humanos previos a la instalación de la industria. El ingenio se convierte



automáticamente en el foco de atracción de la población circundante que da lugar a pueblos que, de no controlarse, se convierten en ciudades. Ejemplos muy claros de este fenómeno de aglomeración son Ciudad Mante, Tamaulipas; Los Mochis, Sinaloa; Nayarit, entre muchos otros casos donde el ingenio ha quedado en la plaza principal debido a una inadecuada planeación.

Es por esta problemática que el adecuado diseño urbano y arquitectónico es indispensable para el correcto funcionamiento y desarrollo de esta industria. Los arquitectos deben colaborar con los urbanistas e ingenieros (tanto civiles como industriales y hasta mecánicos) para juntos crear soluciones que satisfagan las necesidades de eficiencia y productividad de la planta, tanto como las de imagen, integración al medio ambiente, planeación urbana así como la adecuación del ambiente de trabajo. Estos últimos son tan importantes como los mismos sistemas de producción ya que el ser humano es el que hace funcionar a las máquinas y por ello juega un papel determinante para el diseñador.

La situación de la industria del azúcar en nuestro país está muy lejos de poderse calificar como ventajosa, pero ello nos plantea una paradoja interesante: la administración de recursos limitados para crear mejores soluciones. El arquitecto debe ser mucho más agudo y creativo cuando se le exige austeridad económica que demanda sencillez en las construcciones. Su papel dentro de un ingenio contemporáneo es el de crear edificios eficientes y económicos pero no por ello menos dignos y bellos.

Por lo expuesto con anterioridad, se entrevé que existe para el gremio de la arquitectura un amplio campo de acción, no para crear edificios lujosos o descomunales, si no para administrar los escasos recursos para construir espacios a escala humana y mecánica que, lejos de ser autocelebrantes o monumentales, honren a los hombres y mujeres que trabajan dentro de ellos y reflejen el contexto al que pertenecen respetando su naturaleza.

El nuevo arquitecto industrial deberá intentar alcanzar el concepto romano de *genius loci*¹, un lugar con espíritu propio. Espacios que constituyan un microcosmos donde el ser humano represente mediante la arquitectura a su mundo conocido

¹Christian Norberg-Schultz. *Genius Loci. Towards a Phenomenology of Architecture*. Milano, 1979. Rizzoli International Publications.



II.2. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GENERAL.

LOCAL	ÁREA (m ²)
1. FÁBRICA DE AZÚCAR.	
1.1 Nave de molinos.	2100
1.2 Nave de elaboración.	5000
1.3 Nave de almacén.	1500
1.4 Bodegas.	15000

Nota: Los demás elementos como tanques y grúas no requieren de edificios.

2. VIVIENDA.

2.1 Casas para empleados administrativos (103m ² x 40).	4120
2.2 Dormitorio para empleados solteros.	472
2.3 Casa de dirección y visitas.	350

Nota: las casas para los obreros (250) están a cargo del Sindicato de la Industria Azucarera, y se localizarán en terrenos de esa entidad.

3. EDIFICIOS PÚBLICOS.

3.1 Iglesia.	416
3.2 Escuela.	296
3.3 Salón de reuniones.	130

4. OFICINAS.

Oficinas administrativas.	442
Oficinas de fábrica.	150



5. CAMPOS DEPORTIVOS.

5.1 Campo de fútbol.	5000
5.2 Campos de tenis, baloncesto y balonvolea.	1500

6. ÁREAS VERDES Y ESPACIOS ABIERTOS.

6.1 Áreas arboladas (laureles y tabachines principalmente).	10 Ha.
6.2 Área de reforestación (rodeando el conjunto habitacional).	9 Ha.
6.3 Campo experimental de caña.	15 Ha.
6.4 Plaza de acceso a oficinas administrativas.	2500 m2
6.5 Plaza cívica y jardín principal del conjunto habitacional.	2000 m2
6.6 Jardín particular de cada casa de empleados (105m2 x 40).	4200 m2
6.7 Jardines públicos en el conjunto habitacional.	1 Ha.



PROGRAMAS PARTICULARES DE EDIFICIOS A DESARROLLAR EN
ETAPA DEFINITIVA.

LOCAL ÁREA (m2)

I. EDIFICIOS PÚBLICOS.

1. OFICINAS ADMINISTRATIVAS.

Vestíbulo principal y escaleras.	50
Baños generales (2x10 m2).	20
Baño privado gerente.	5
Área de inspectores de campo.	30
Área de topografía y dibujo.	25
Caja.	5
Jefe de departamento técnico y de inspección de campo.	15
Jefe de crédito a cañeros y archivo de pagarés.	15
Area de secretarias de gerencia y sala de espera.	18
Privado del sub-gerente administrativo.	15
Privado del sub-gerente financiero.	15
Sala de juntas de dirección.	15
Privado del gerente general.	21
Área de auxiliares de contabilidad y campo.	36
Privado del contador general.	12
Jefe de siembras y cultivos.	15
Privado del superintendente general de campo.	15
Cubículo del jefe del departamento de compras.	12
Cubículo del jefe de presupuestos.	12
Cubículo del jefe del departamento de informática.	12
Cubículo del jefe de servicios administrativos.	12
Bodega.	10



LOCAL	ÁREA(m ²)
Circulaciones.	60
TOTAL	442

2. DORMITORIO PARA EMPLEADOS SOLTEROS.

Vestíbulo de acceso y escalera.	40
Patio central (varía según proyecto).	200
Bodega.	10
Lavandería.	12
Cuarto para el conserje.	20
Habitaciones con baño (25m ² x 12).	300
Salón de reuniones y comedor.	50
Sala de televisión.	20
Sala de estudio.	20
TOTAL (sin patio)	472

3. IGLESIA.

Marquesina de acceso.	12
Asamblea (50 fieles).	190
Bautisterio.	12
Sacristía.	12
Sótano con criptas.	190
TOTAL	416

4. ESCUELA.

4 aulas para enseñanza de niños (25m ² c/u).	100
4 aulas para capacitación de empleados (25m ² c/u).	100



LOCAL	ÁREA(m ²)
2 Talleres (30m ² c/u).	60
Sala de lectura y estudio.	36
TOTAL	296
5. COMERCIOS.	
10 locales con bodega (tipo taza y plato, 30m ² c/u).	300
6. SALÓN DE REUNIONES.	
Marquesina de acceso.	6
Vestíbulo - Foyer.	25
Salón y estrado.	99
TOTAL	130
II. CASAS PARA EMPLEADOS.	
Vestíbulo - distribuidor.	5
Cocina con alacena.	16
Baño (común a dos recámaras y visitas).	5
Sala - comedor.	32
Recámaras (2 x 10m ²).	20
Recámara principal.	12
Baño de la recámara principal.	8.5
Circulaciones.	4.5
TOTAL	103
CONJUNTO DE 40 CASAS (103m² x 40).	4120
ÁREA TOTAL DE CONSTRUCCIÓN:	6046



II.3. CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS.

El sitio seleccionado para el proyecto se localiza en el estado de San Luis Potosí, poblado El Naranjo, municipio Ciudad del Maíz. El terreno, que cuenta ya con algunas instalaciones fabriles, se encuentra en el kilómetro 167 de la carretera #80 Tampico-Barra de Navidad.

Abastecen al ingenio 1533 ejidatarios y 617 pequeños propietarios que se localizan a una distancia menor a los 75 kilómetros como máximo por lo que su ubicación es estratégica.

La altura sobre el nivel del mar es de 330 metros. Este factor es determinante para la ubicación de una planta de esta naturaleza ya que la caña de azúcar sólo crece en sitios con una altura menor a los 1000 metros. Asimismo la temperatura y humedad son importantes, en esta región que forma parte de la huasteca el clima es extremo y la humedad supera el 24% de promedio anual. La temperatura ambiente máxima es de 42°C, mínima de 3°C y la temperatura promedio bulbo húmedo es de 28°C. La época de bajas temperaturas coincide normalmente con la zafra (período de cosecha y producción) que dura aproximadamente 150 días, del mes de diciembre a mayo.

Los vientos dominantes son un factor determinante para la ubicación del ingenio. En este caso, soplan del Sur-este aproximadamente 20 días al mes, del Este 5 días al mes y de las otras direcciones los restantes. El ingenio está localizado al Nor-oeste del poblado El Naranjo, así que el viento ayudará a repeler la contaminación del aire provocada por el humo de las calderas y el olfín que son molestísimos y constituyen un problema de salud presente en muchos casos en México.

En la zona del ingenio existen las siguientes clases de suelo: el tipo de arcillas pesadas en la parte occidental y el tipo de arcillas migajosas y limo-arcillosas en la mayoría de la zona. Estos tipos de suelo son propicios para construcciones de mediano tonelaje y altura no mayor a 50 metros. Su resistencia promedio a la compresión es de 3 toneladas por metro cuadrado.

El terreno escogido para la planta es casi perfectamente plano ya que con anterioridad se utilizaba para el cultivo de la caña de azúcar y tuvo que ser nivelado con rayo láser para permitir el riego. Su área total incluyendo la fábrica, viviendas, servicios, y campo experimental es de 468,000 metros cuadrados,



alrededor de unas 46.8 hectáreas. Su lado más largo da a la carretera y mide 1,040 metros un poco más de un kilómetro. Su anchura promedio es de 450 metros.

La planeación urbana constituye un tema importante a tratar y aunque no es objetivo principal del presente estudio, considero útil enunciarlo. Una actividad productiva como la azucarera es indudablemente atractiva para la población de una zona como ésta, predominantemente rural. La instalación de un ingenio, además de su personal interno, desencadena una aglomeración de pobladores dedicados al comercio, la educación, la atención médica, etcétera. El crecimiento de los poblados aledaños al ingenio debe estar controlado y se deben crear vías de acceso independientes así como reservas ecológicas para garantizar la supervivencia de la fuente de trabajo y el bienestar de los pobladores. En el siguiente cuadro analítico se exponen algunos datos útiles para la visualización de este problema potencial.

LOCALIDAD	1970	1990	Proyecciones.	
			2010	2030
Municipio				
Ciudad del Maíz	34,044 hab.	45,823 hab.	61,667 hab.	83,011 hab.
El Naranjo	1,732 hab.	7,583 hab.	11,374 hab.	17,061 hab.
Ciudad del Maíz	5,241 hab.	6,907 hab.	9,102 hab.	11,995 hab.

Tasa de crecimiento del municipio: 34.59%.

Tasa de crecimiento de Ciudad del Maíz: 31.78%.

Tasa de crecimiento de El Naranjo entre 1970 y 1990: 437% (más de cuatro veces). Ésto se debe a la instalación del ingenio.

II.4. ANÁLISIS DEL PROGRAMA ORIGINAL Y PRIMERAS HIPÓTESIS FORMALES.

El programa arquitectónico de un ingenio azucarero es por demás extenso y requiere de un análisis a fondo previo a cualquier partido que se haga de él. En la primera etapa de desarrollo del presente estudio me enfrenté a un programa de necesidades en el cual se pretendía que el proyecto abarcara todos los servicios inherentes a su funcionamiento.



Estas dependencias son a grandes rasgos las siguientes:

- La planta industrial con área de producción, bodegas, almacenes y tanques que arrojaban un total de 98,800 m2 construidos y 23,900 m2 de carreteras.
- Aproximadamente 450 casas para obreros de la fábrica de 60 m2 cada una. Un total de 27000 m2 de vivienda obrera.
- 40 casas de 120 m2 para empleados de confianza ubicadas dentro de terrenos del ingenio, en total 4800 m2 de construcción.
- Servicios religiosos, educativos, recreativos y deportivos para una población de aproximadamente 800 personas entre trabajadores y sus familias.

Además de ser este complejo imposible de resolver en el tiempo de una tesis de licenciatura, su detallado análisis denotó el peligro de convertirse en un problema de macrocefalia para el ingenio. La deseconomía de aglomeración parece ser uno de los factores que han perjudicado fuertemente a esta industria en nuestro país.

Probablemente como una consecuencia de la acumulación excesiva del poder que tenían las antiguas haciendas, que eran verdaderos feudos, los ingenios actuales se enfrentan al problema del ominoso centralismo y de proveer soluciones a los problemas de empleados, obreros y hasta productores cañeros.

Es claro que una de las soluciones que se plantean para esta industria es, en la actualidad, la disolución de los emporios y descentralización de sus dependencias. Un ingenio no puede atender y resolver todos los problemas eficientemente desde la materia prima hasta la distribución del producto al consumidor. Se debe servir de otras empresas y especialistas para cada una de las etapas y concentrarse en el proceso de producción que es el que tiene mayores complicaciones.

Conceptos como los sub-productos, la automatización de procesos, la computación y la cibernética se comienzan a utilizar en estas unidades productivas en busca de competitividad en el mercado internacional.

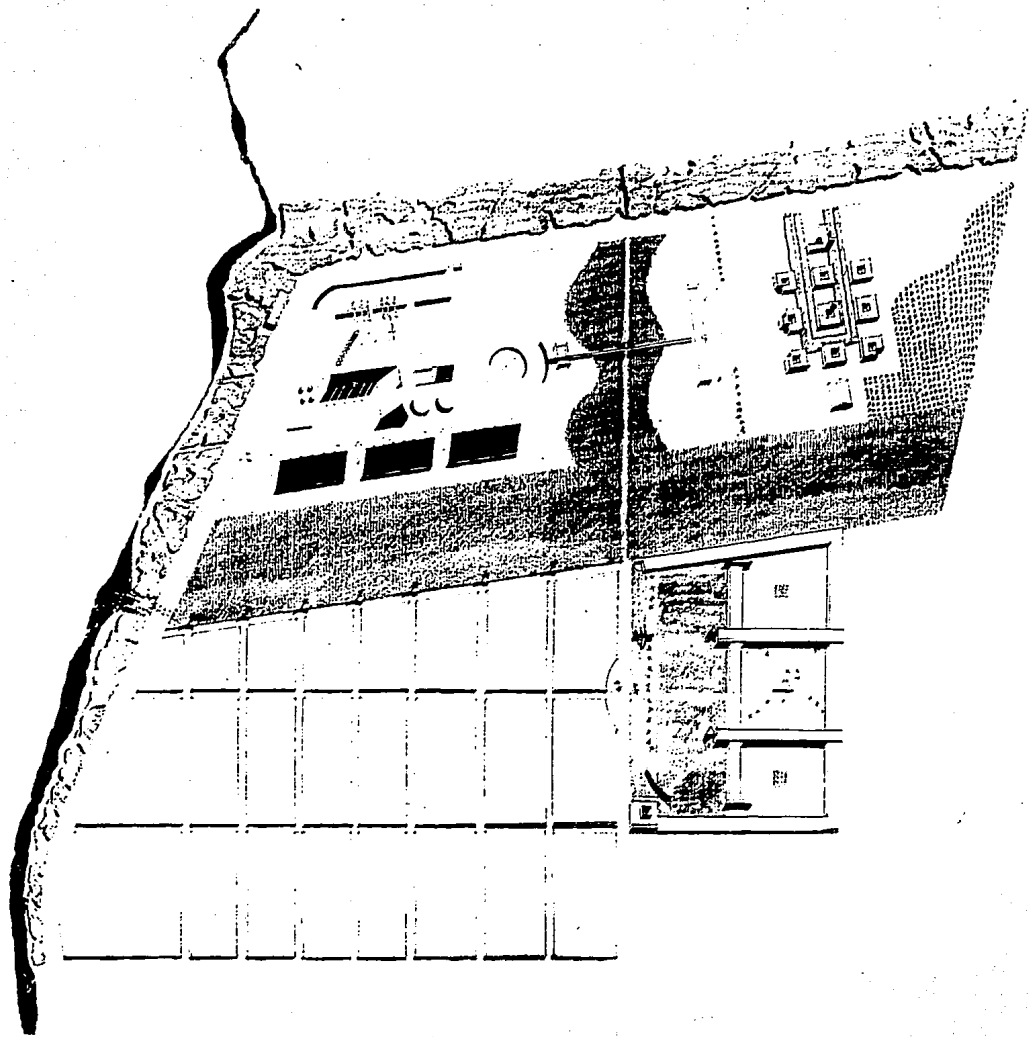
La arquitectura no se puede quedar al margen de estos procesos. Debe buscar también eficiencia y bienestar para ayudar a alcanzar la productividad buscada.

A nosotros corresponde la creación de ingenios menos voluminosos y dispendiosos, definitivamente con menos edificios y mejores servicios. Pequeñas y eficientes "máquinas" arquitectónicas.



Una comparación del primer partido adoptado (que se ilustra a continuación) y el resultado final del presente proyecto explica mejor que las palabras el proceso mental descrito. La transformación de las hipótesis formales refleja perfectamente el cambio actual del concepto de la industria azucarera en México.





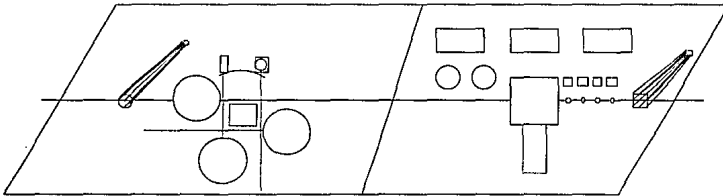
III. CONCEPTO ARQUITECTÓNICO.

El concepto general del proyecto se puede resumir en una sola idea: integración.

Esta voluntad se manifiesta en muchos de los aspectos del diseño que genera la solución. Es una necesidad primordial cuando se trabaja con funciones tan diferentes dentro de una misma composición. La fábrica tiene un funcionamiento mecánico y rígido, mientras que la vivienda y servicios deben cumplir con funciones que van desde la puramente utilitaria hasta la psicológica y ello complica mucho la solución.

La manera como he propuesto resolver el conjunto es a través de un gran eje de composición longitudinal que integra todas las dependencias del ingenio. Este gran eje, que mide 800 metros, arranca en la fábrica con la torre que aloja un tanque de agua extraída del río y remata en la zona habitacional en otra torre de la misma altura donde está el tanque de agua de un pozo cercano que será utilizada por los habitantes de esta zona. Estos dos elementos en planta no son muy notables, sin embargo por su gran altura (aproximadamente 75 metros) serán un símbolo de unidad delimitando un espacio virtual entre ambos que corresponderá a todo el complejo.

TORRE - VIVIENDA - EJE - FÁBRICA - TORRE



El concepto arquitectónico en particular se divide en dos: el conjunto de la fábrica y el conjunto de vivienda - servicios.

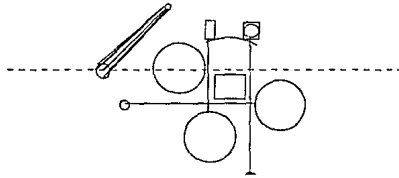
En el caso de la fábrica, ésta exige una solución totalmente lineal. De esta manera se facilita su funcionamiento y se pueden integrar líneas secundarias de producción en el caso de necesitarse. En una solución de este tipo es importante trabajar estrechamente con ingenieros industriales y mecánicos para su



correcta disposición. Con un partido como éste se ha integrado convenientemente al eje principal de la composición.

La vivienda y servicios, en cambio, constituye un proyecto mucho más complicado por el factor comunitario y humano. Su concepto básico es el de crear tres núcleos circulares de casas que confluyen a un jardín principal donde se alojan la iglesia, los comercios, un auditorio y una pequeña plaza cívica. De esta forma, el recorrido de espacios se inicia en el más privado y concluye en el más público.

CASA-NÚCLEO-JARDÍN PRINCIPAL-PLAZA CÍVICA-EDIFICIOS PÚBLICOS



Por último también es importante mencionar la búsqueda de integración formal que he pretendido a través de las fachadas, materiales y volúmenes. Sin olvidar que la tecnología actual ha alcanzado avances en la construcción que superan en eficiencia a las técnicas sugeridas, éstas están orientadas a la integración al contexto rural y al respeto a la tradición constructiva local.

Esperando no haber caído en el pintoresquismo, he sugerido se utilicen bóvedas y cúpulas de ladrillo al igual que largos paramentos y bandas de fachadas aplanadas.

Sin afán de imitación de formas propias de otro tiempo y con la mira puesta en la creación de una obra contemporánea he propuesto volúmenes macizos con pequeños vanos. Recreando en el plano simbólico más que en el folclórico a la arquitectura típica de la región huasteca.



IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

IV.1 PROYECTO DEL COMPLEJO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS.

La composición del complejo se basa principalmente en la integración de funciones eminentemente disímbolas a través de un gran eje virtual que se inicia en el tanque elevado de agua de río y termina en el tanque elevado de agua de pozo. Esta distancia es de aproximadamente 800 metros y en ella se ubican los cuerpos fabriles principales y sirve para organizar la vivienda y los servicios. Además de buscar una integración entre ambos programas resulta de importancia la privacidad de los elementos de vivienda y edificios públicos. Por esta razón la solución propuesta no tiene comunicación interna, es decir, sólo los empleados pueden cruzar de la vivienda a la fábrica. Las dos entidades tienen accesos separados con estacionamientos independientes.

Las áreas exteriores juegan un papel decisivo dentro del proyecto ya que la construcción es de muy baja densidad dada la localización y sus funciones. Éstas han sido resueltas de varias maneras. El programa arquitectónico de un ingenio azucarero como este exige entre sus dependencias un campo experimental de caña de azúcar con una superficie de entre 14 y 16 hectáreas. En el caso descrito esta área delimita la zona habitacional y la aísla de la fábrica además sirve para extender al complejo más allá de sus linderos ya que todos los campos en sus inmediaciones están sembrados con la gramínea. Otra parte importante de los espacios abiertos son los de uso comunitario como los núcleos de habitación, el jardín principal y la plaza cívica que cuentan con numerosos árboles y un pavimento a base de piedra bola de río. También los espacios destinados a actividades deportivas son generosos y arbolados. Por último existe una franja de 50 metros en promedio en la parte posterior del terreno y junto al río que será dejada en estado silvestre con el propósito de preservar el ecosistema y servir de "colchón vegetal" en el caso de que no se puedan controlar los asentamientos humanos que provienen de la parte Sur-este que no son compatibles con las actividades del ingenio y viceversa.



IV.2 CONJUNTO DE LA FÁBRICA DE AZÚCAR.

Este proyecto, además de contar ya con algunas construcciones terminadas, compete más al ramo de la ingeniería industrial en su zonificación. El tratamiento que le he dado para efectos de este estudio ha sido totalmente lineal y rígido. Ha sido más su solución volumétrica la que afectó la forma general del complejo. Ésta es la más racional posible exaltando elementos como grúas y chimeneas como símbolos de la arquitectura industrial. Asimismo, elementos de economía de movimientos y posibilidad de crecimiento para líneas secundarias fueron determinantes en su disposición funcional.

No obstante, a través de la vegetación que consta de palmas y tabachines principalmente se busca que tenga un imagen agradable para fomentar un ambiente de trabajo más humano y productivo.

IV.3 CONJUNTO HABITACIONAL Y DE SERVICIOS.

Ésta es la parte menos desarrollada en los ingenios de nuestro país en la actualidad y es donde los arquitectos tendrán mayor campo de acción.

Para el presente proyecto se plantea una solución donde el recorrido desde espacios privados a públicos es gradual. Esto se hizo con el propósito de crear intimidad en las casas agrupándolas en tres núcleos. Estos núcleos semi-privados confluyen a un jardín principal que cuenta con un pabellón y una fuente que recuerda los cualquier poblado mexicano. Este espacio semi-público se suma a la plaza pública que es más abierta y menos arbolada para permitir mayores concentraciones comunitarias, éste es el espacio más público donde se encuentran los comercios con un pórtico, un pequeño auditorio (para reuniones de vecinos, actividades sociales y artísticas) y una iglesia con capacidad para 50 fieles que es la que organiza la composición y los remates visuales.

Un poco más aislado de estos servicios se encuentra el hotel para empleados solteros, un elemento tipológico de los ingenios. En él habitan temporalmente aquellos empleados que por su soltería no requieren de una casa privada al igual que becarios e ingenieros nacionales y extranjeros que viajan constantemente de una planta a otra y requieren de alojamiento.

El conjunto cuenta con amplios jardines e instalaciones deportivas que



están ligadas a una pequeña escuela para los hijos de los empleados que les proveerá de educación básica mientras se encuentren aislados de centros de población mayores donde más tarde tendrán que viajar para concluir sus estudios.

Por último se encuentra rematando el gran eje de composición del complejo el tanque elevado de agua de pozo. Su forma será cónica, servirá desde el punto de vista utilitario como abastecedor de agua para el conjunto y en el plano simbólico como delimitador del espacio virtual que completa al ingenio.

IV.4 NÚCLEO HABITACIONAL Y CASAS TIPO.

Con el propósito de tener mayor privacidad y de darle identidad al conjunto habitacional he agrupado las 42 casas del programa en núcleos de 14 casas con una pequeña plaza para juegos de los niños (o adultos) y uno o varios tabachines. Su forma es circular y tienen un acceso angosto para formar una envolvente del espacio abierto con las fachadas de las casas que lo circundan. Su concepto es el de contar con un gran patio central de convivencia y privacidad de los vecinos para, al cruzar la puerta de cada casa y salir nuevamente al exterior, encontrarse con el paisaje del valle cuyo límite es el horizonte.

La composición de las casas tipo es radial y polar con respecto al centro del núcleo para darles unidad como conjunto en el que forman adosándose un solo edificio. Esto tiene el propósito de crear un paramento continuo de 360° que confine al espacio central. En planta hay dos tipos de casa que combinándose con los dos tipos de fachadas dan un total de cuatro. Su disposición se hace en función del tamaño de las ventanas dependiendo del asoleamiento que implique cada ubicación. Esto, aunado con las combinaciones de colores sugeridas da una diversidad interesante que le da carácter a la vivienda.

Los materiales se han escogido con un criterio regionalista. Bóvedas de ladrillo y volúmenes aplanados proveerán un ambiente rústico y tradicional a la vez que su geometría y la proporción de los vanos lo acercarán a la actualidad. Del equilibrio entre tradición y modernidad depende el éxito del diseño arquitectónico.



Al igual que en todas las manifestaciones de la cultura el excesivo apego al pasado sofoca las aportaciones nuevas y de la misma manera un quehacer actual que niegue sus raíces se encontrará vacío y carecerá de identidad.

IV.5 IGLESIA.

Como en la mayoría de los grupos humanos, son los edificios religiosos los que revisten mayor simbolismo y donde los arquitectos han intentado depurar más la composición y la forma al igual que la tecnología.

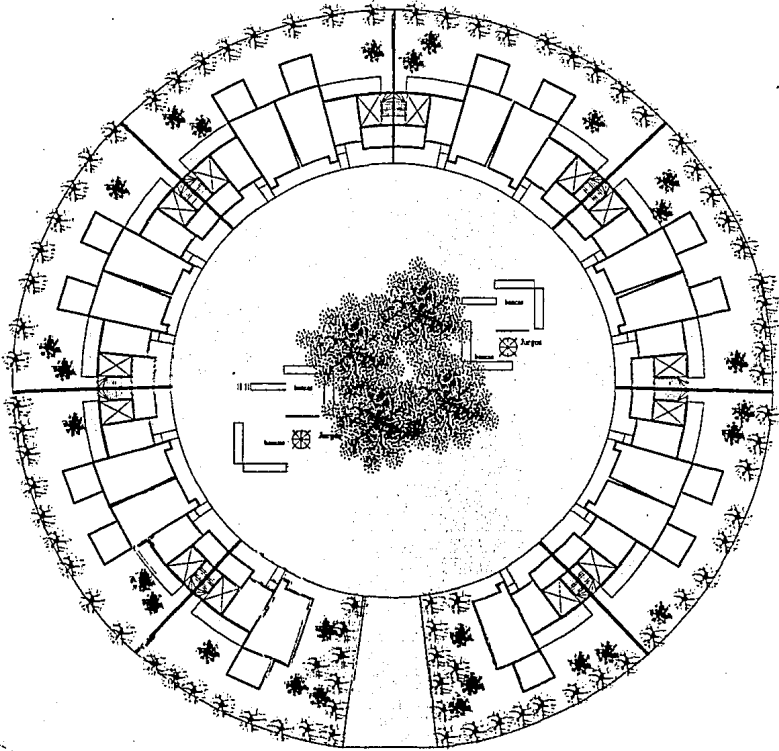
En este conjunto intento modestamente sumarme a esta tradición a través de una pequeña iglesia para 50 fieles en la se ensayan algunos conceptos para posterior desarrollo.

La planta del templo es un círculo inscrito dentro de un cuadrado. En volumen el círculo se convierte en un largo cilindro que alberga en el sótano a las criptas y en la planta principal a la asamblea de los fieles que será cubierta por una cúpula de ladrillo. Vivos arriba y muertos abajo, disposición tanto funcional como simbólica. El cuadrado en la parte superior sirve para colocar el acceso a cubierto, las escaleras a los costados, de un lado el bautisterio, del otro la sacristía, los confesionarios, la oficina del sacerdote y una bodega. Todos estos locales no invaden el círculo central cuya forma evoca la idea de cristocentricidad de la iglesia católica contemporánea. El presbiterio se encuentra envuelto por la asamblea y un poco más elevado como marca la liturgia. Exactamente arriba de éste se encuentra una linternilla con un domo transparente que marca el arranque de las hiladas de ladrillo. Detrás del presbiterio habrá un gran vidrio colocado a hueso por el que se podrá ver todo el paisaje del valle del Naranjo respondiendo a una idea muy personal de panteísmo.

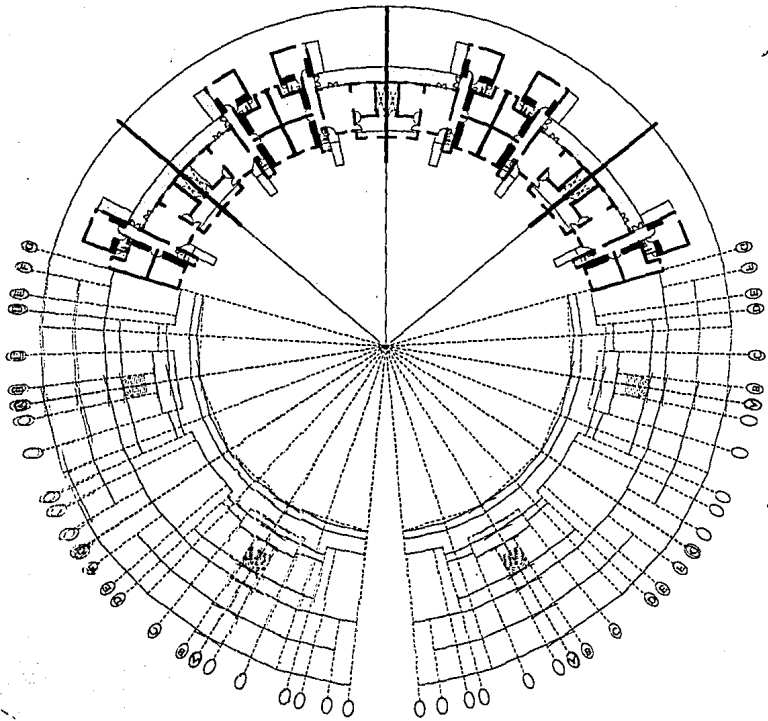
Las fachadas exteriores serán de aplanado casi sin ventanas, más bien formando grandes placas que resaltarán la forma de la cúpula y servirán como basamento de ésta. Simplificando los volúmenes pretendo darle al proyecto un carácter mucho más contemporáneo que al resto de las construcciones conservando proporciones y materiales pero intentando diferenciarlo para que tenga mayor jerarquía.

Haciendo una analogía con la música, la vivienda debe ser un afinado coro mientras que los edificios públicos harán las veces de solistas con mayor despliegue de técnica y belleza.

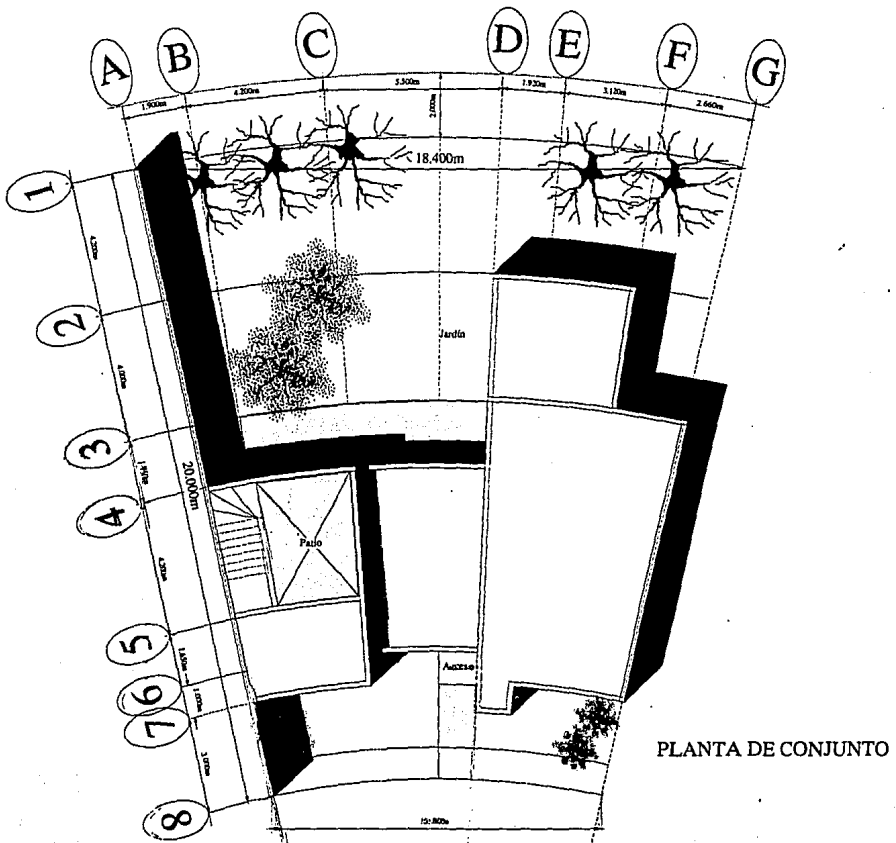




NUCLEO HABITACIONAL TIPO

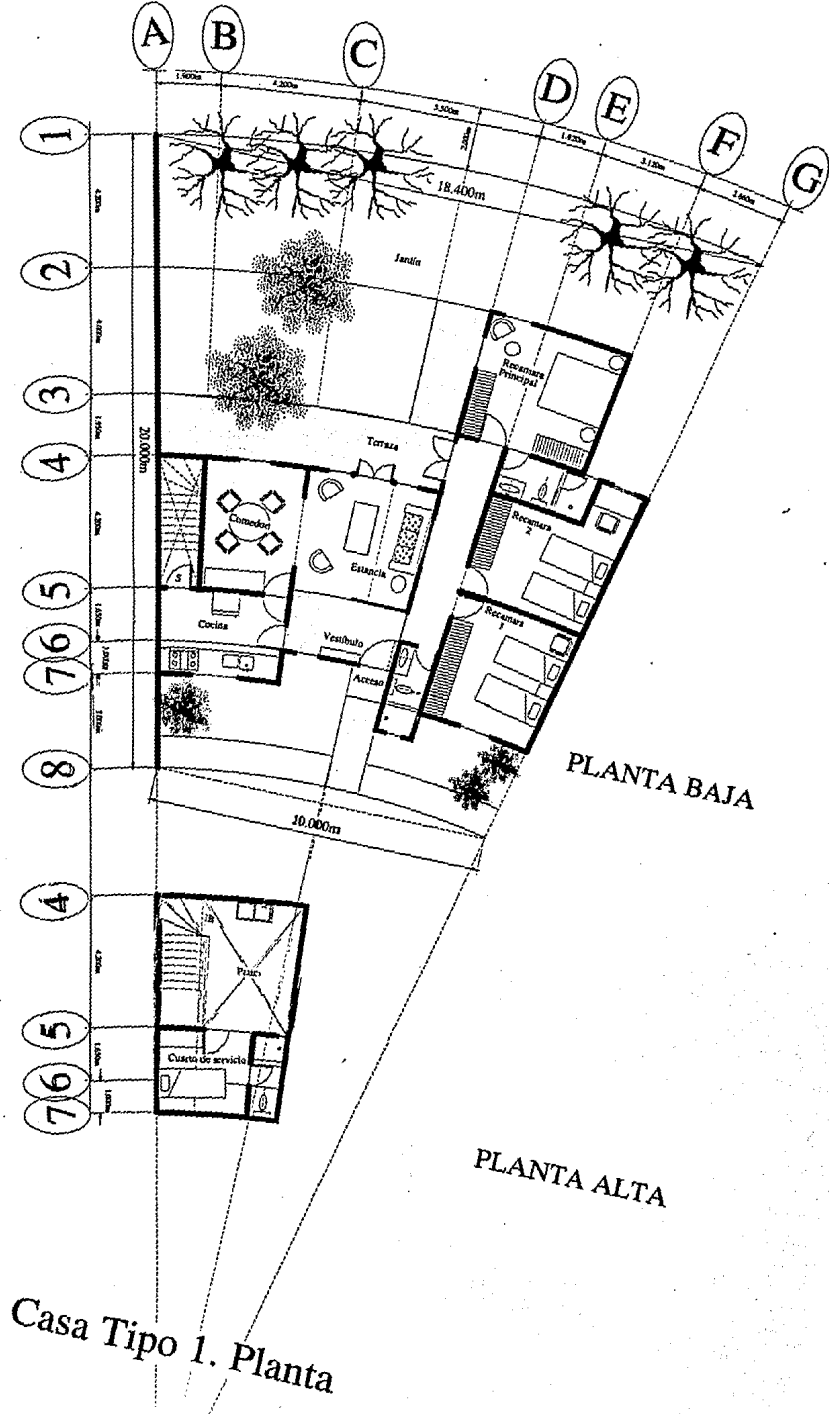


CONJUNTO DE CASAS TIPO
Trazo



PLANTA DE CONJUNTO

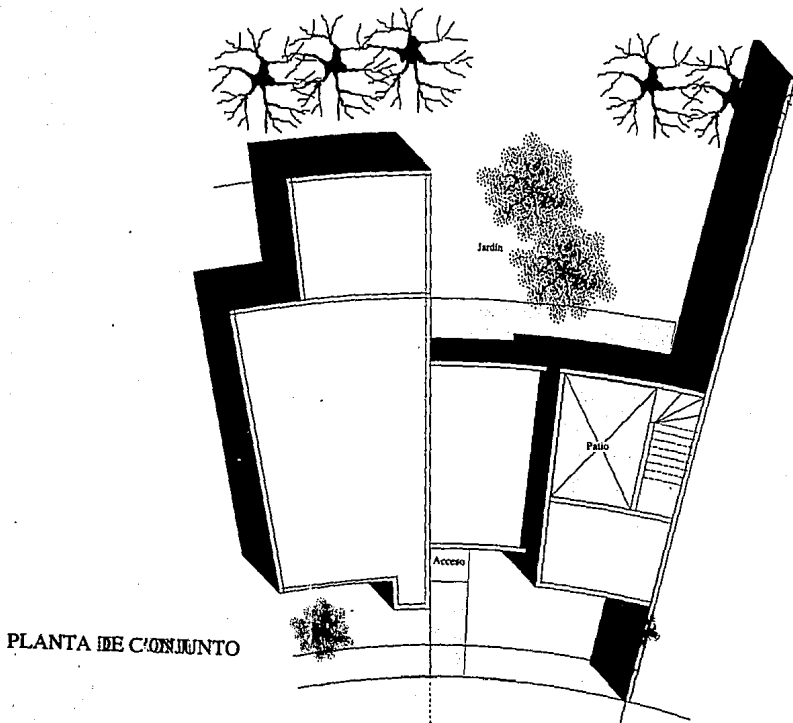
Casa Tipo 1 Planta de Conjunto



PLANTA BAJA

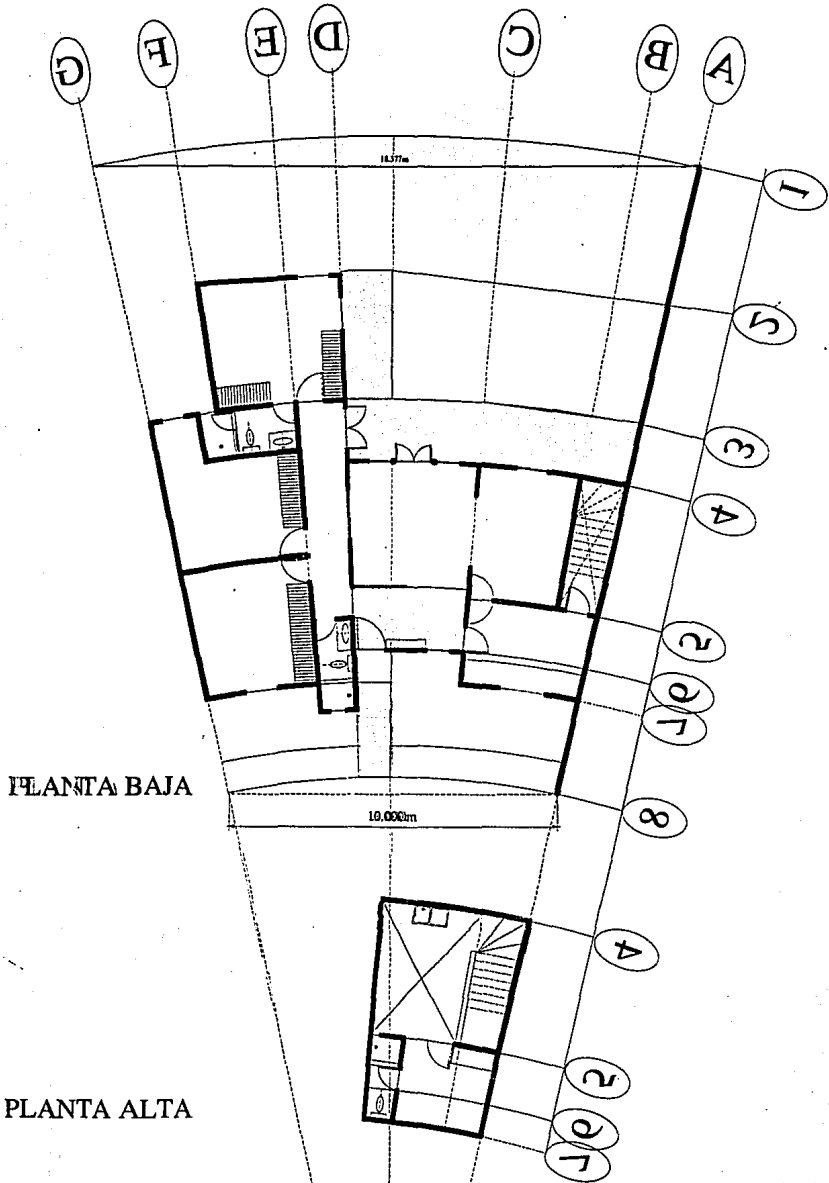
PLANTA ALTA

Casa Tipo 1. Planta



PLANTA DE CONJUNTO

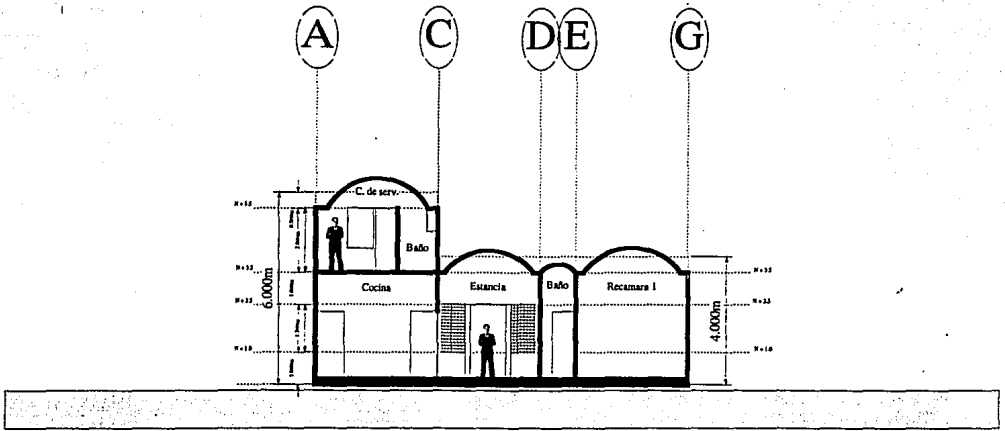
Casa Tipo 2 Planta de Conjunto



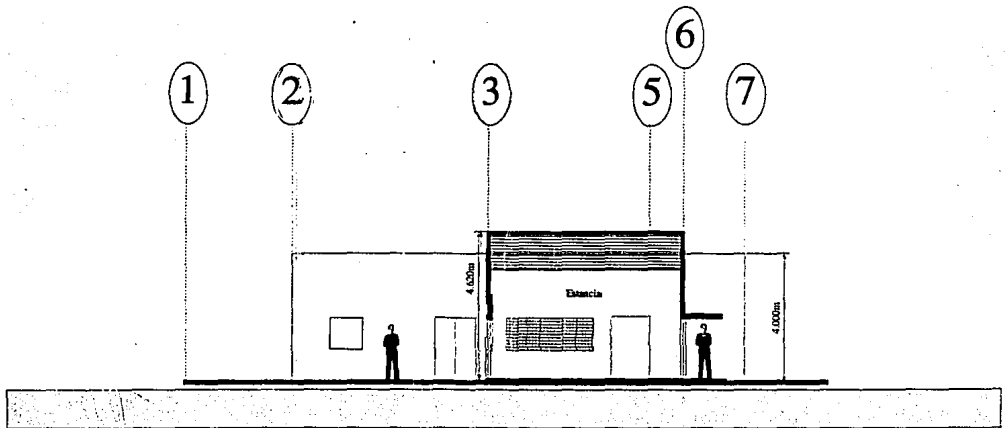
PLANTA BAJA

PLANTA ALTA

Casa Tipo 2 Planta

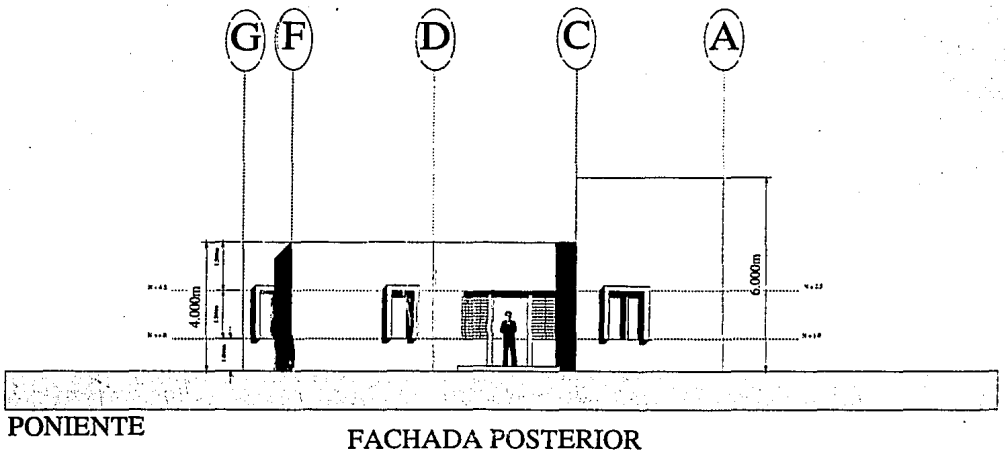
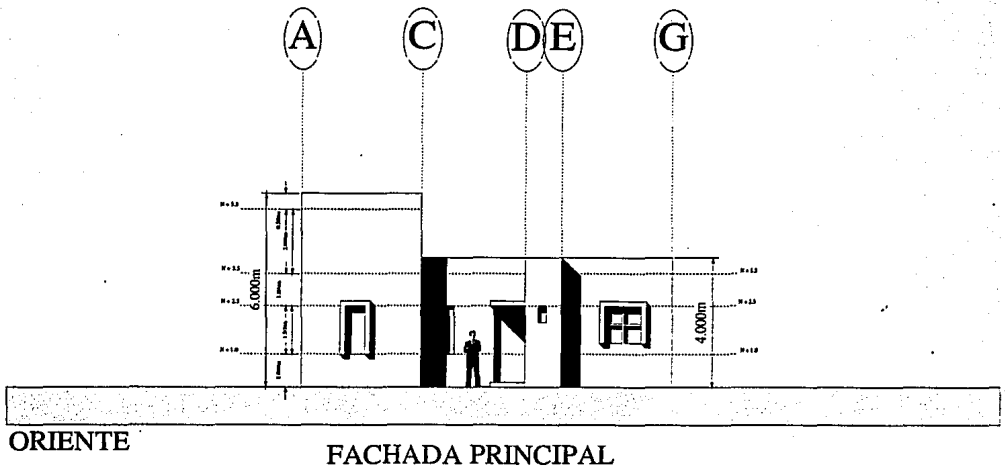


CORTE TRANSVERSAL

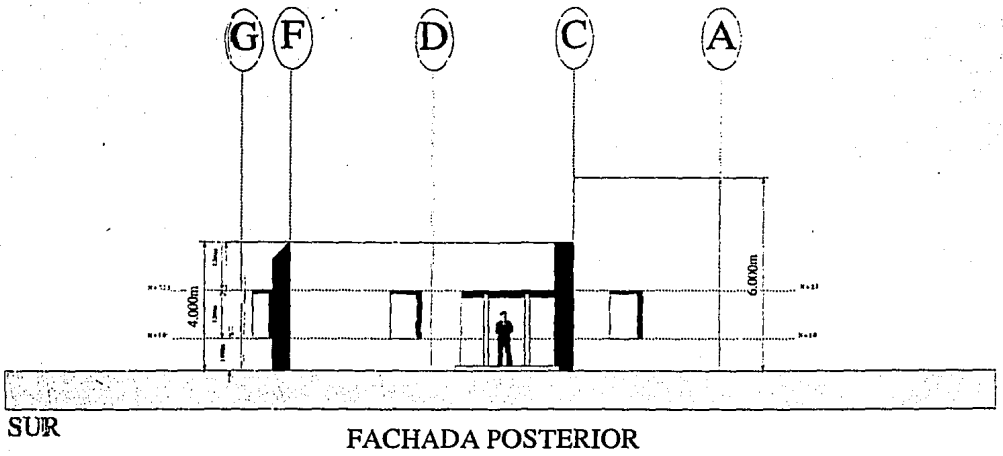
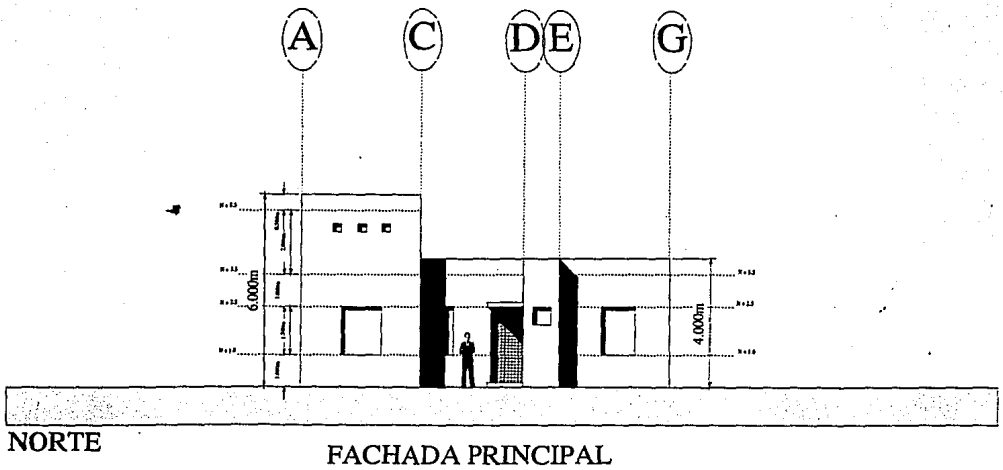


CORTE LONGITUDINAL

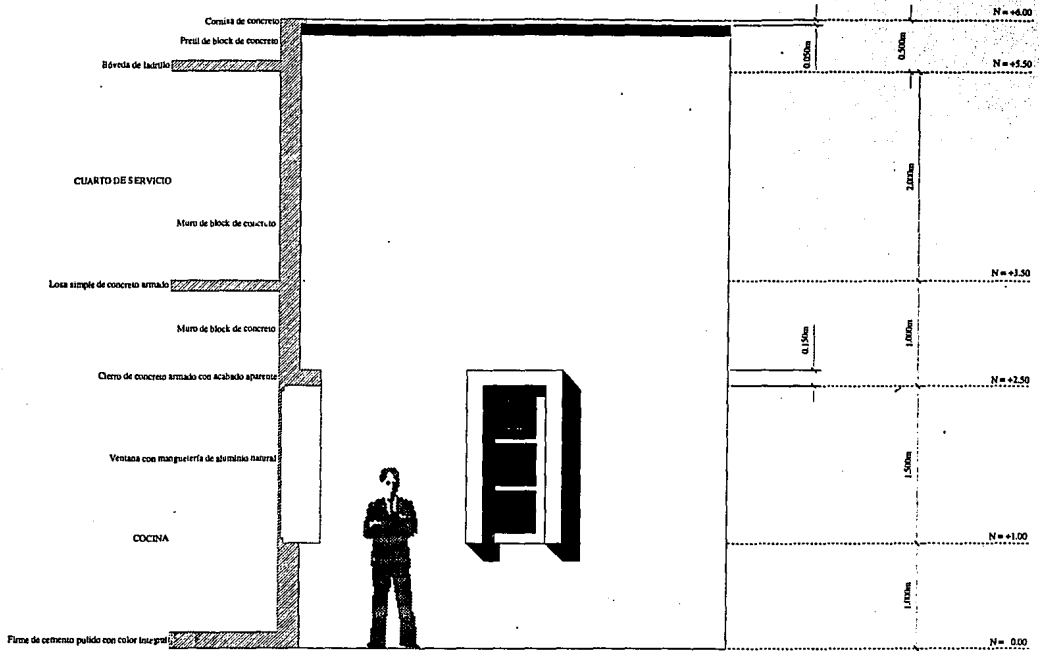
CASA TIPO 1
CORTES



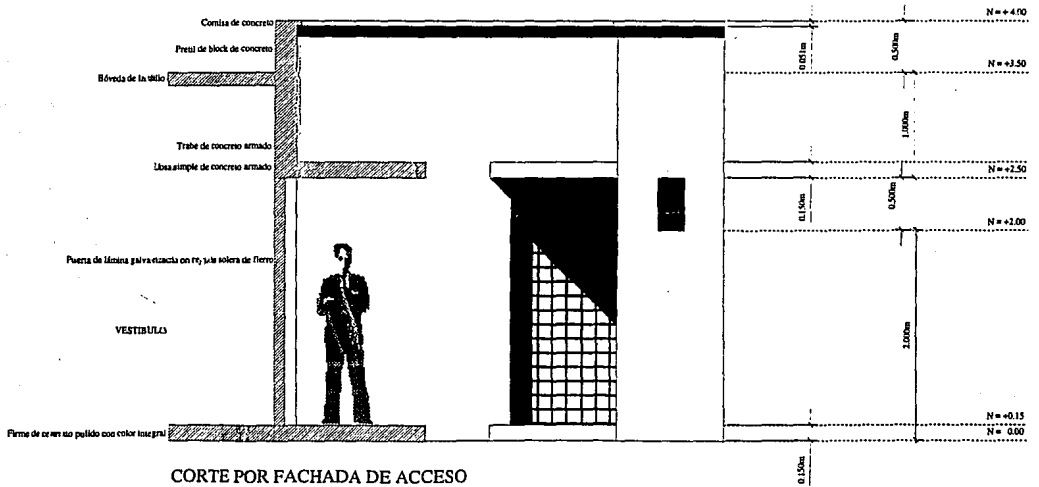
CASA TIPO 1
 ORIENTACIONES ORIENTE - PONIENTE



CASA TIPO 1
 ORIENTACIONES NORTE-SUR

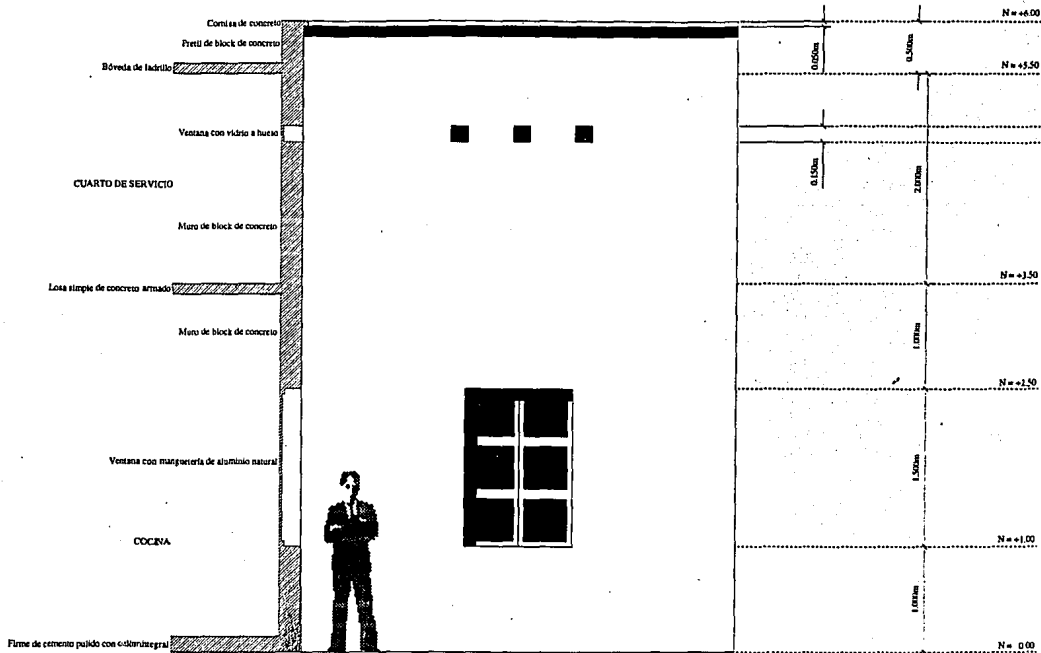


CORTE POR FACHADA DE SERVICIOS

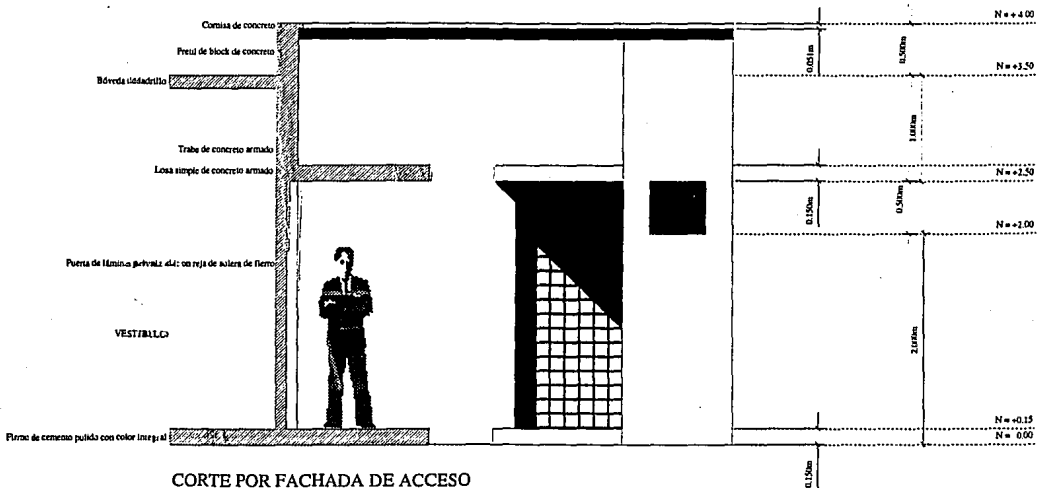


CORTE POR FACHADA DE ACCESO

CASA TIPO 1. Orientación E - O CORTES POR FACHADA

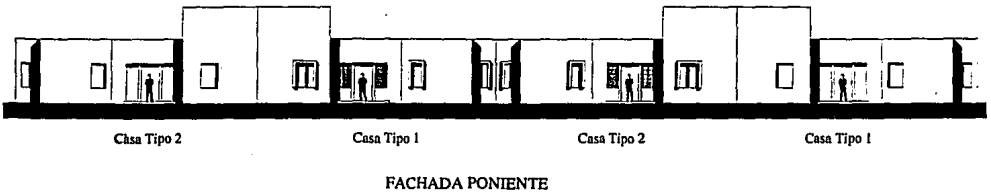


CORTE POR FACHADA DE SERVICIOS



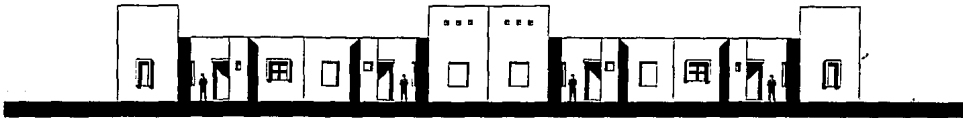
CORTE POR FACHADA DE ACCESO

CASA TIPO 1. Orientación N - S CORTES POR FACHADA



COMBINACIONES DE FACHADAS
OPCION 1

Fachadas Conjunto Opción 1



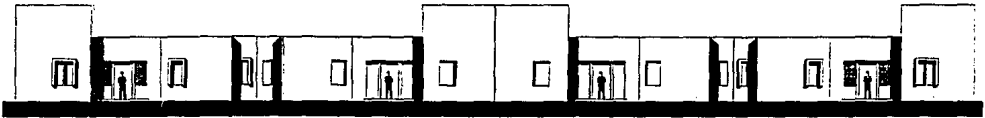
Casa Tipo 2

Casa Tipo 1

Casa Tipo 2

Casa Tipo 1

FACHADA NORTE



Casa Tipo 2

Casa Tipo 1

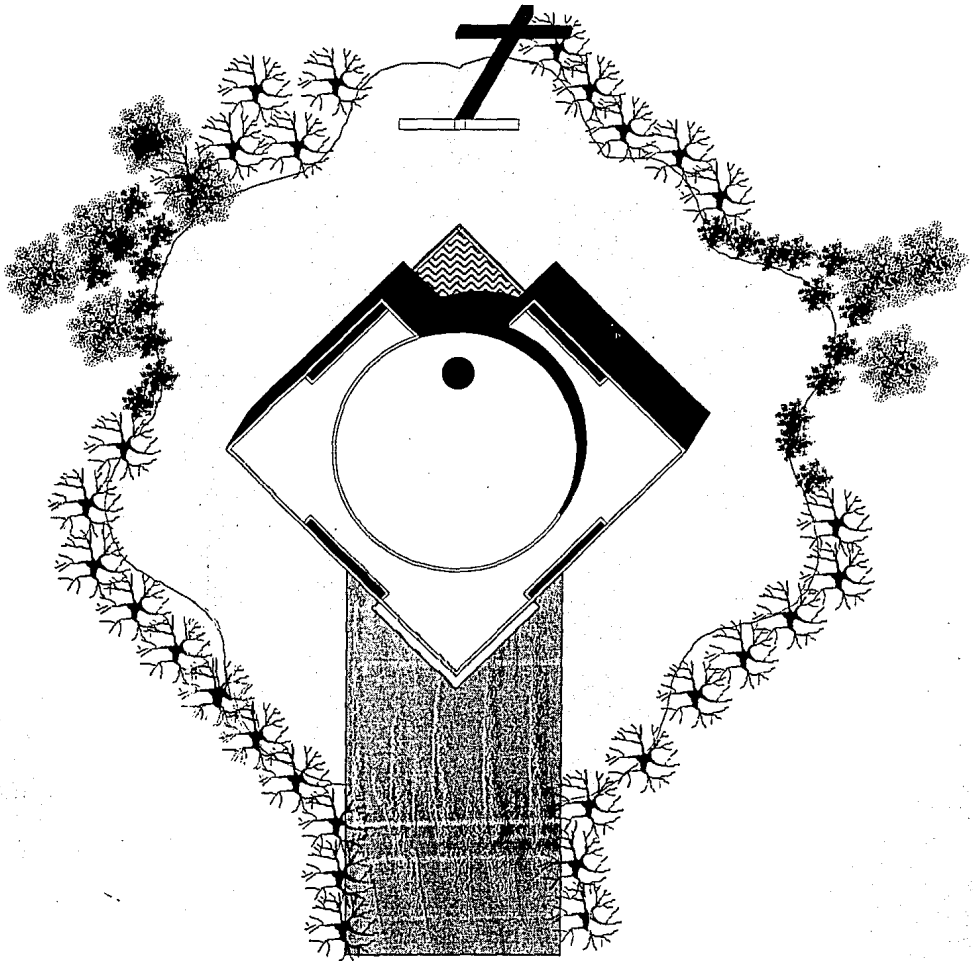
Casa Tipo 2

Casa Tipo 1

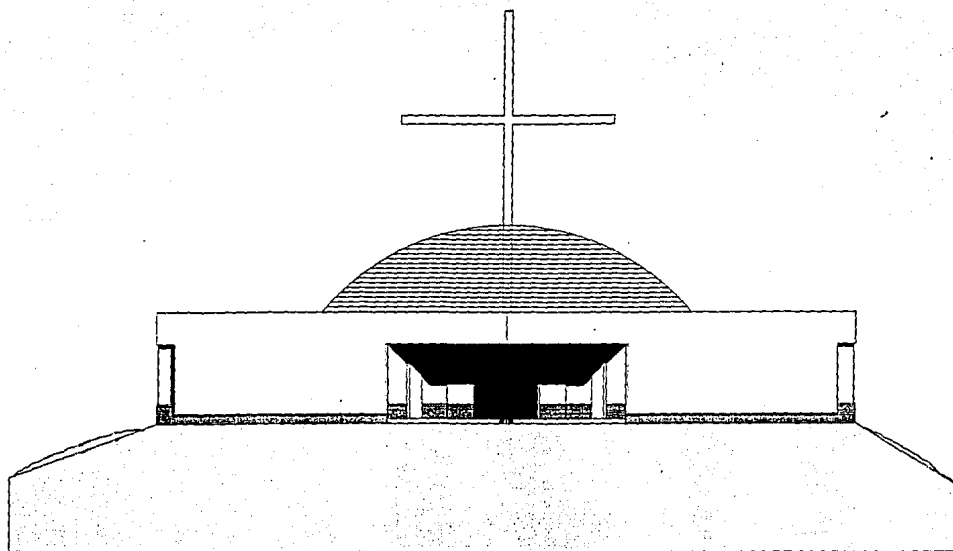
FACHADA SUR

COMBINACIONES DE FACHADAS
OPCION 2

Fachadas Conjunto Opción 2

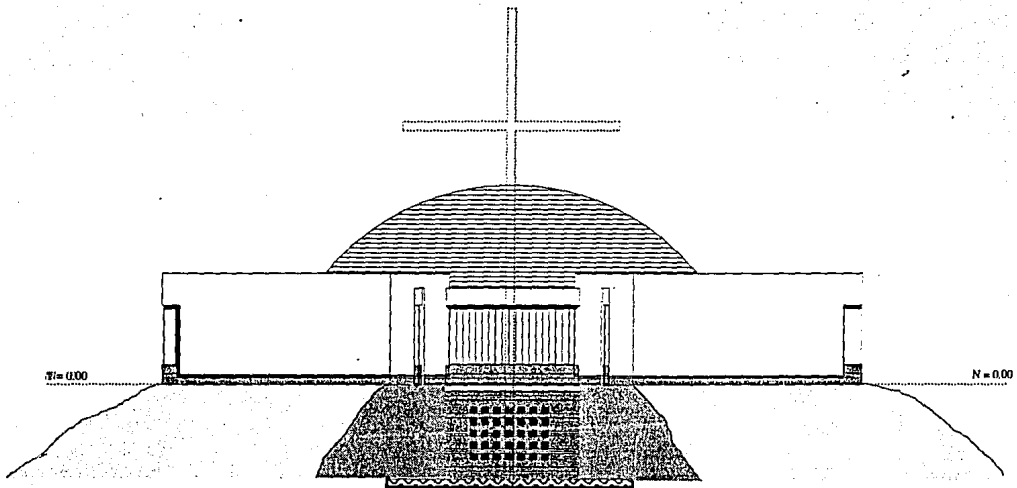


Iglesia. Planta de Conjunto



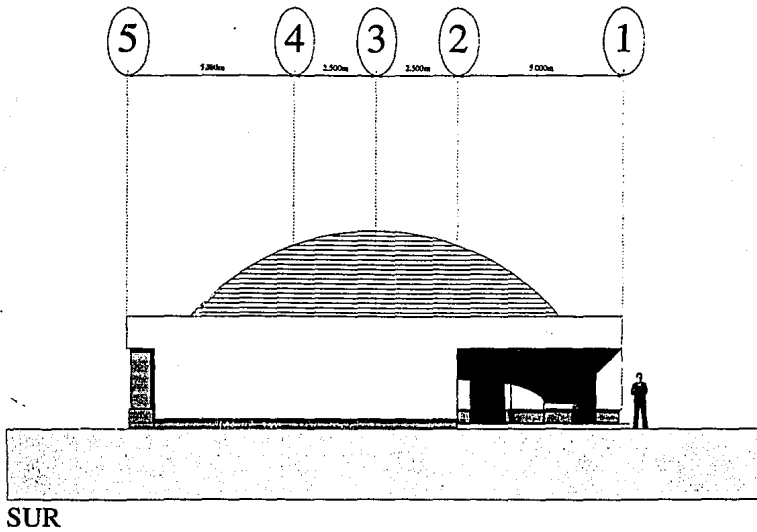
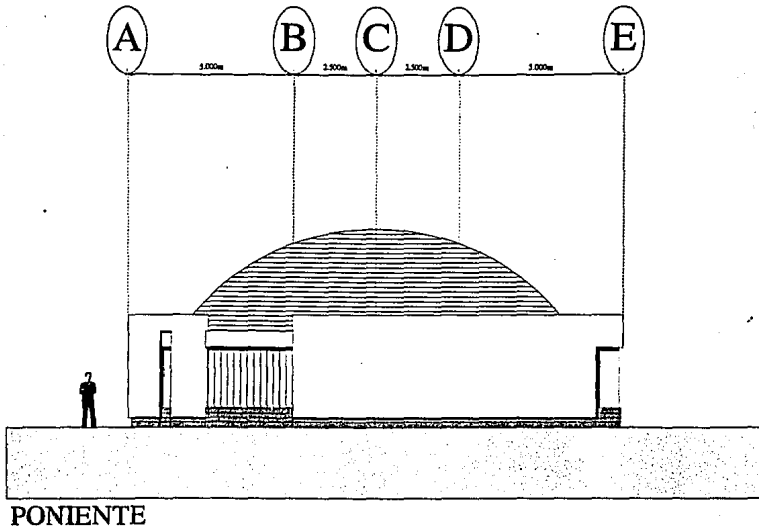
FACHADA PRINCIPAL SUR - ORIENTE
ESCORZO A 45 °

Iglesia. Fachada Principal S - E



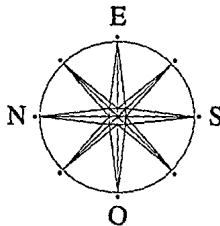
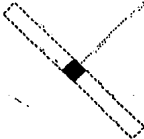
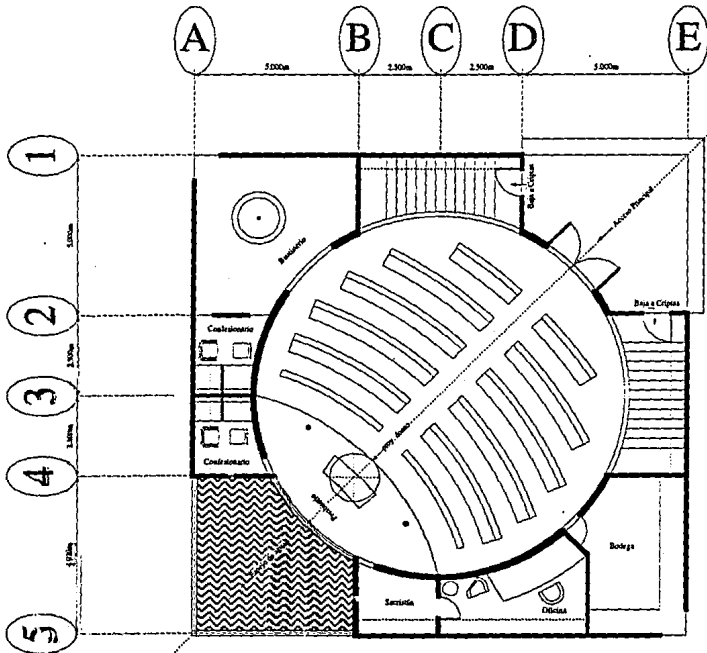
FACHADA POSTERIOR NOR ORIENTE
ESCORZO A 45°

Iglesia.Fachada Posterior Nor- Oriente

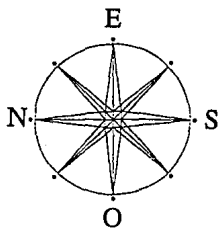
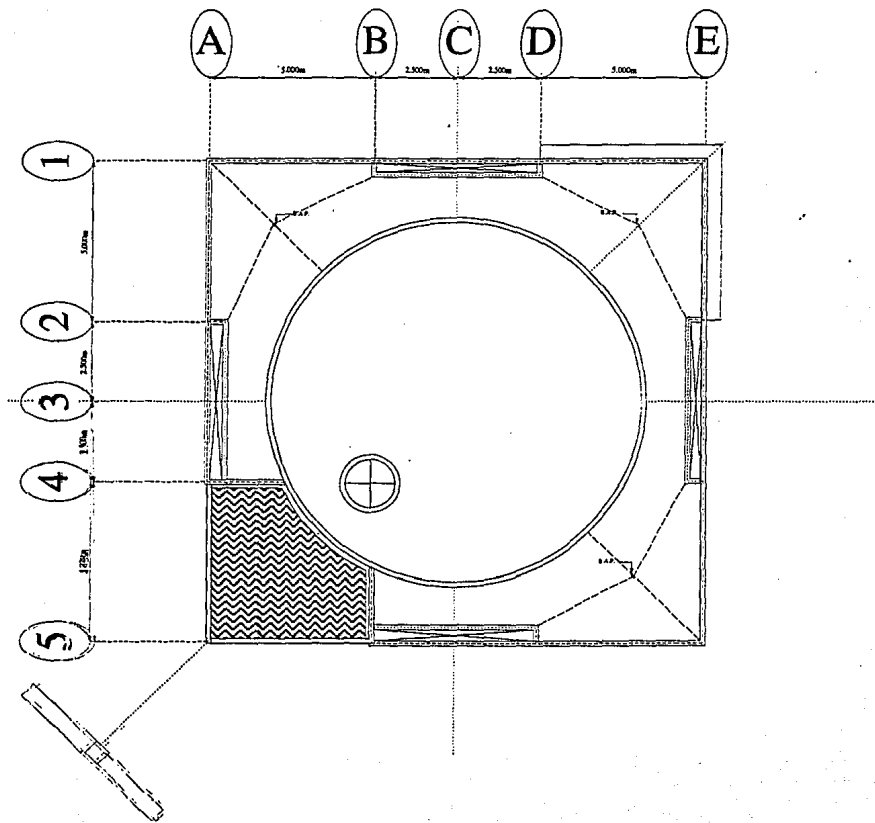


FACHADAS O - S

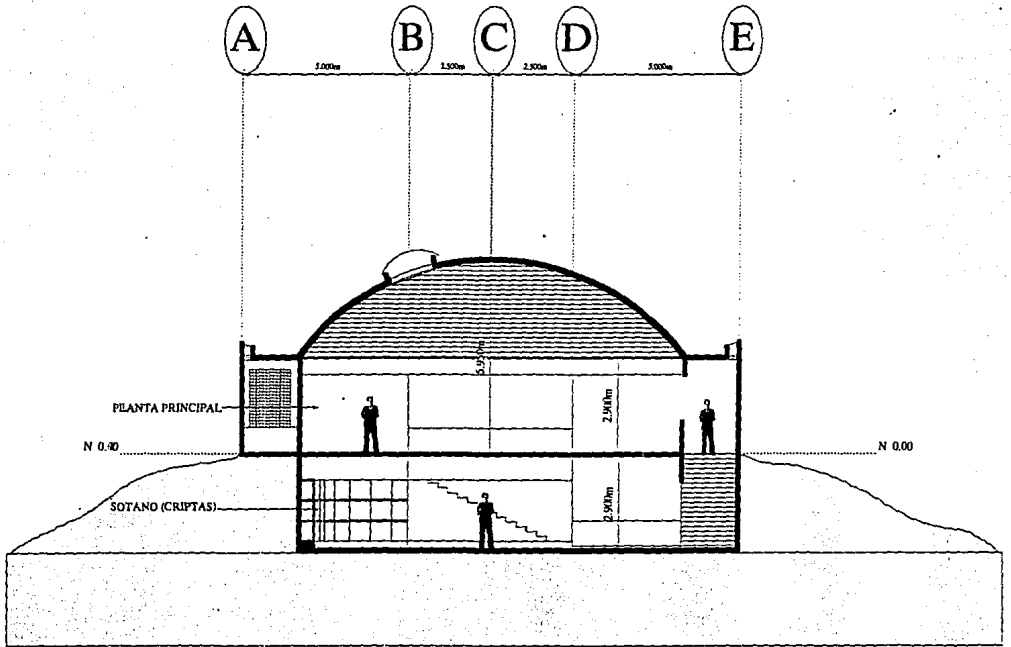
Iglesia. Fachadas



IGLESIA PLANTA PRINCIPAL ESCALA 1:50

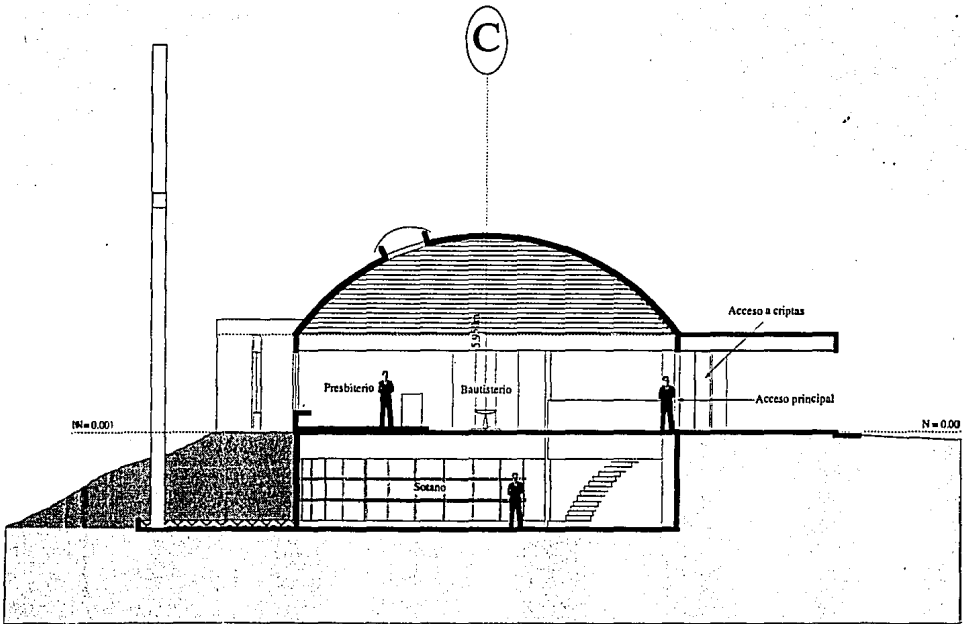


IGLESIA PLANTA de AZOTEA



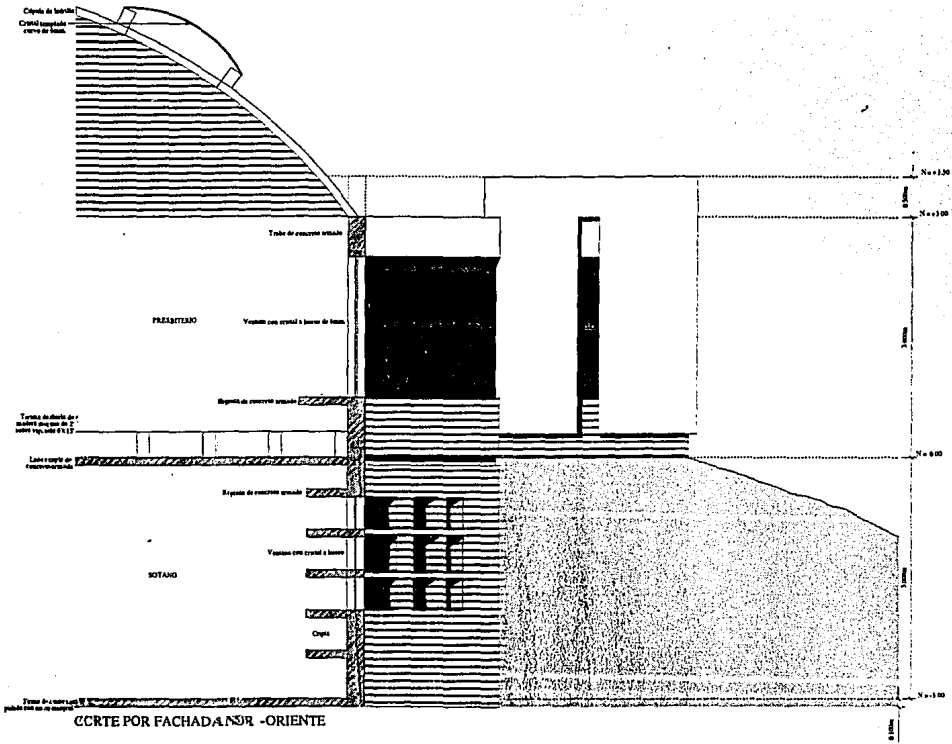
CORTE TRANSVERSAL. DIRECCION N - S

Iglesia. Corte Transversal



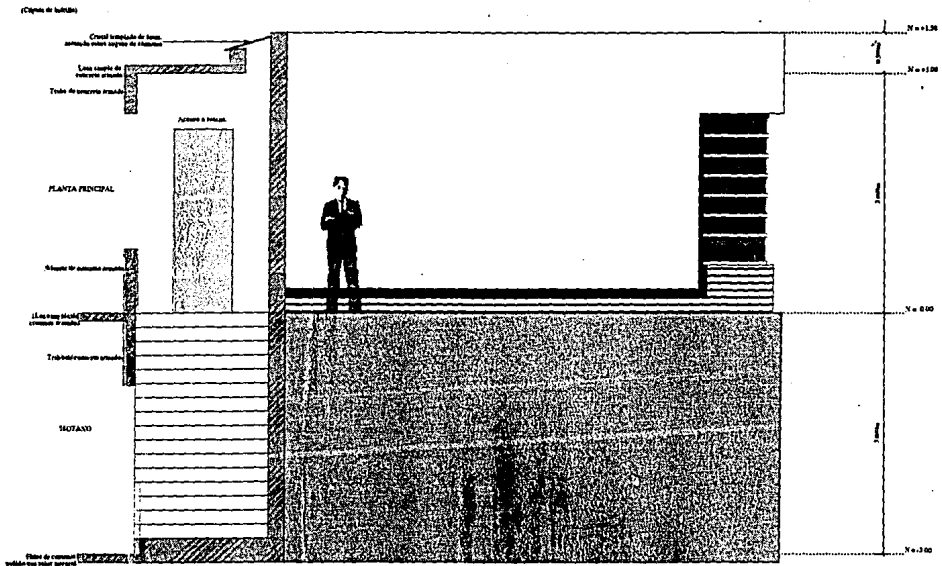
**CORTE LONGITUDINAL A 45°
DIRECCION NE - SO**

Iglesia. Corte Longitudinal



IGLESIA

CORTE POR FACHADA N-O



CORTE POR FACHADA ORIENTE

IGLESIA CORTE POR FACHADA O

V.CRITERIOS ESTRUCTURALES

V.1 CIMENTACIÓN.

El tipo de cimentación propuesta para resolver la casa tipo y la iglesia será a base de zapatas corridas de concreto armado. La resistencia promedio del terreno con arcillas migajosas que el más abundante en el lugar es de 3 toneladas por metro cuadrado. Con este dato se dimensionó la cimentación con el proceso descrito más adelante.

También he realizado la revisión por cortante y momento sísmicos para verificar la estabilidad de las construcciones.

a) Iglesia:

Resultado de tabular la bajada de cargas correspondiente he obtenido que el peso total de la estructura (P) es de 229.5 toneladas. Se debe de considerar, según del reglamento de construcciones de estado de San Luis Potosí, una carga viva (Wm) de 350 kg/m². Considerando estos datos se hacen los siguientes cálculos:

$$P=229.5T$$

$$Wm=350kg/m^2.$$

$$\text{Area del sotano: } 120.24m^2 \quad \text{Area planta ppal.: } 206.25m^2$$

$$A=326.49m^2 \quad Wm=326.29m^2 \times 350kg/m^2=114271.5kg=114.27T$$

$$W=P+Wm=343.77T$$

La resistencia del terreno en este caso aumenta ya que el edificio se asienta en el nivel del sótano que está a tres metros de profundidad por ello a la resistencia (φ) de 3T/m² se le sumarán 4.5T/m² por el factor de sustitución.

$$W/A=1.66T/m^2 < \varphi=7.5T/m^2.$$

W/A representa el 23.13% de φ , por lo tanto como es menor al 30% se sugieren zapatas aisladas. Sin embargo el proyecto requiere de zapatas corridas.



Esfuerzos sísmicos.

Nivel	Entrepiso	Wi (ton.)	Hi (m.)	WiHi	F sísmica	V sis
Planta ppal		115.51	8.0	921.2	38.09	
	Planta ppal					38.09
Sótano		106.74	3.0	320.22	13.44	
	Sótano					52.14
	Suma:	Wt=221.89		$\Sigma WiHi=1241.4$		

Coefficiente sísmico $C.s.=0.32 \times 1.5$ (grupo A)=0.48

Factor de ductibilidad $Q=2$ $C.s./Q=0.24$

$$\infty=(C.s./Q)Wt/\Sigma WiHi=0.042 \quad V=\infty WiHi=52.13\sqrt{}$$

Momentos sísmicos.

Nivel	Entrepiso	Hi (m.)	Fi (ton)	Mi=Fi x Hi (ton.m.)
Planta ppal		8.0	38.69	309.52
Sótano		3.0	13.44	40.32
Suma:			52.13	349.48

Revisión por esfuerzos sísmicos.

El módulo de la sección del cuerpo principal es: $S=\pi b^3/32. S=133.1m^3.$

$$\text{Esfuerzo máximo } fM=W/A+M/S=2.62+1.81=4.43\sqrt{}$$

$$\text{Esfuerzo mínimo } fm=W/A-M/S=2.62-1.81=0.81\sqrt{}$$

Dimensionamiento de zapatas corridas de concreto armado.

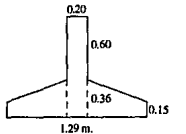
$$Wt=343.5T.$$

$$\eta=3T/m^2+4.5T/m^2(\text{por sustitución})=7.5T/m^2.$$

i) Zapata corrida del cuerpo cilíndrico de dos niveles más cúpula.

$$\text{Perímetro: } 2\pi r=35.5m.$$

$$\text{Ancho del cimient: } Wt/\eta \times P=1.29m.$$



ii) Zapata corrida de los muros laterales.
 Longitud: 10m. Ancho: $W/\varphi \times l = 0.60m$.



b) Casa tipo:

De la bajada de cargas realizada y datos de reglamento de construcciones, se obtienen los siguientes datos:

$$\begin{aligned}
 P &= 79.3T & W_m &= 170\text{kg}/m^2 \\
 \text{Area P.A.} &= 28m^2 & \text{Area P.B.} &= 115m^2 & A &= 143m^2 \\
 W_m &= 143m^2 \times 170\text{kg}/m^2 = 24.31T \\
 W &= P + W_m = 103.61T \\
 W/A &= 0.9T/m^2 & \varphi &= 3T/m^2
 \end{aligned}$$

W/A representa el 30% de φ por lo que se requieren zapatas corridas.

Esfuerzos sísmicos.						
Nivel	Entrepiso	W_i (ton.)	H_i (m.)	$W_i H_i$	F sísmica	V sis.
Planta alta		13.88	5.0	69.4	3.82	
	Planta alta					3.82
Planta baja		73.65	2.5	184.13	10.13	
	Planta baja					13.95
	Suma:	$W_t = 87.53$		$\Sigma W_i H_i = 253.53$		
C.s. = 0.32	Q = 2	C.s./Q = 0.16	$\infty = 0.055$			
$V = \infty W_i H_i = 13.94\sqrt$						

Momentos sísmicos.				
Nivel	Entrepiso	H_i (m.)	F_i (ton)	$M_i = F_i \times H_i$
(ton.m.)				
Planta alta		5.0	3.82	19.1
Planta baja		2.5	10.13	25.32
Suma:			13.95	44.42



Revisión por esfuerzos sísmicos.

$$S=bh^2/6=424.6m^3$$

$$\text{Esfuerzo máximo } fM=W/A+M/S=0.9+0.104=1.004\sqrt{}$$

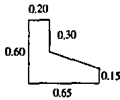
$$\text{Esfuerzo mínimo } f_m=W/A-M/S=0.9-0.104=0.796\sqrt{}$$

Dimensionamiento de zapatas corridas de concreto armado.

$$W_t=103.61T$$

$$q=3t/m^2$$

i) Zapata de muro de colindancia en eje A:



Longitud=7m. Ancho=0.65m

ii) Zapata de muro central en eje D:

Longitud=14m.

Ancho=0.45m



V.2 MUROS DE CARGA.

El material más propicio para construir los muros de la casa tipo y la iglesia dentro de este conjunto es el block de concreto. Su principal ventaja es que estando esta zona muy alejada de centros importantes de producción de materiales para la construcción sería muy difícil conseguir otro material en las cantidades requeridas. En el poblado El Naranjo se produce en grandes cantidades el block hueco vertical de 15 x 20 x 40 cms. Este es apropiado para los muros de carga antes mencionados ya que los castillos y cadenas de refuerzo quedan dentro de los muros y los aplanados se adhieren muy bien a ellos.



Dentro de los calculos de dimensionamiento de estos elementos los he comparado con los máximos y mínimos esfuerzos exigidos por cargas verticales (gravedad) y horizontales (sismos o vientos).

Los datos para estas normas son los siguientes:

Vertical (gravitacional): $P_u/A \leq 6.5 \text{ kg/cm}^2$.

Horizontal (cortante sísmico): $V_u/A \leq 2.0 \text{ kg/cm}^2$.

Factores de seguridad (u): Carga vertical, $u=1.4$ Carga Horizontal, $u=1.1$

a) Iglesia:

Muro de tambor perimetral:

$A = b \times p = 0.20 \times 35.5 = 7.1 \text{ m}^2$.

Revisión por cargas verticales:

$P_u/A \leq 6.5 \text{ kg/cm}^2$. $149480 \text{ kg} \times 1.4 / 71000 \text{ cm}^2 = 2.947 \text{ kg/cm}^2 < 6.5 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$

Revisión por cargas horizontales:

$V_u/A \leq 2.0 \text{ kg/cm}^2$. $52140 \text{ kg} \times 1.1 / 71000 \text{ cm}^2 = 0.807 \text{ kg/cm}^2 < 2.0 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$

Muros laterales:

$A = b \times l = 0.20 \times 10 = 2 \text{ m}^2$.

Revisión por cargas verticales:

$P_u/A \leq 6.5 \text{ kg/cm}^2$. $17800 \text{ kg} \times 1.4 / 20000 \text{ cm}^2 = 1.246 \text{ kg/cm}^2 < 6.5 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$

Revisión por cargas horizontales:

$V_u/A \leq 2.0 \text{ kg/cm}^2$. $35690 \text{ kg} \times 1.1 / 20000 \text{ cm}^2 = 1.962 \text{ kg/cm}^2 < 2.0 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$

b) Casa tipo:

Muro de colindancia eje A:

$A = 0.20 \times 7 = 1.4 \text{ m}^2$.

Revisión por cargas verticales:



$$Pu/A \leq 6.5 \text{ kg/cm}^2. \quad 13660 \text{ kg} \times 1.4 / 14000 \text{ cm}^2 = 1.366 \text{ kg/cm}^2 < 6.5 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$$

Revisión por cargas horizontales:

$$Vu/A \leq 2.0 \text{ kg/cm}^2. \quad 3820 \text{ kg} \times 1.1 / 14000 \text{ cm}^2 = 0.3 \text{ kg/cm}^2 < 2.0 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$$

Muro central eje D

$$A = 0.2 \times 14 = 2.8 \text{ m}^2.$$

Revisión por cargas verticales:

$$Pu/A \leq 6.5 \text{ kg/cm}^2. \quad 18250 \text{ kg} \times 1.4 / 28000 \text{ cm}^2 = 0.912 \text{ kg/cm}^2 < 6.5 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$$

Revisión por cargas horizontales:

$$Vu/A \leq 2.0 \text{ kg/cm}^2. \quad 13950 \text{ kg} \times 1.1 / 28000 \text{ cm}^2 = 0.548 \text{ kg/cm}^2 < 2.0 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$$

V.3 CUBIERTAS.

Dentro de los sistemas de techumbre escogidos para resolver la iglesia y las casas tipo dentro del ingenio se distinguen cuatro elementos:

Vigas de concreto armado.

Losas macizas de concreto armado.

Bóvedas de cañón corrido de ladrillo cuña 6x12x24 cms.

Cúpula de ladrillo cuña 6x12x24 cms.

Las vigas servirán de apoyo para las bóvedas y cúpulas que son tradicionales en la región y que dan al proyecto espacios más acordes con la cultura local. En los casos (los menos) en que se requieren entrepisos o naves laterales como en la iglesia se proponen losas macizas de concreto armado. Para su dimensionamiento he tomado factores de diseño de estructuras muy sencillos tomándolos como elementos isostáticos y libremente apoyados. Un análisis más detallado de estos elementos sería demasiado complicado para los objetivos del presente estudio.



a) Iglesia:

Vigas de concreto armado:

En claros libres del tambor: $l=0.01745$ $m=0.01745 \times 5.65 \times 50=4.92m.$

Peralte: $4.92/12=41cms$

En marquesina de acceso: $10m.$

Peralte: $10/12=83cms$

Losas de concreto armado laterales:

Perímetro: $14m.$

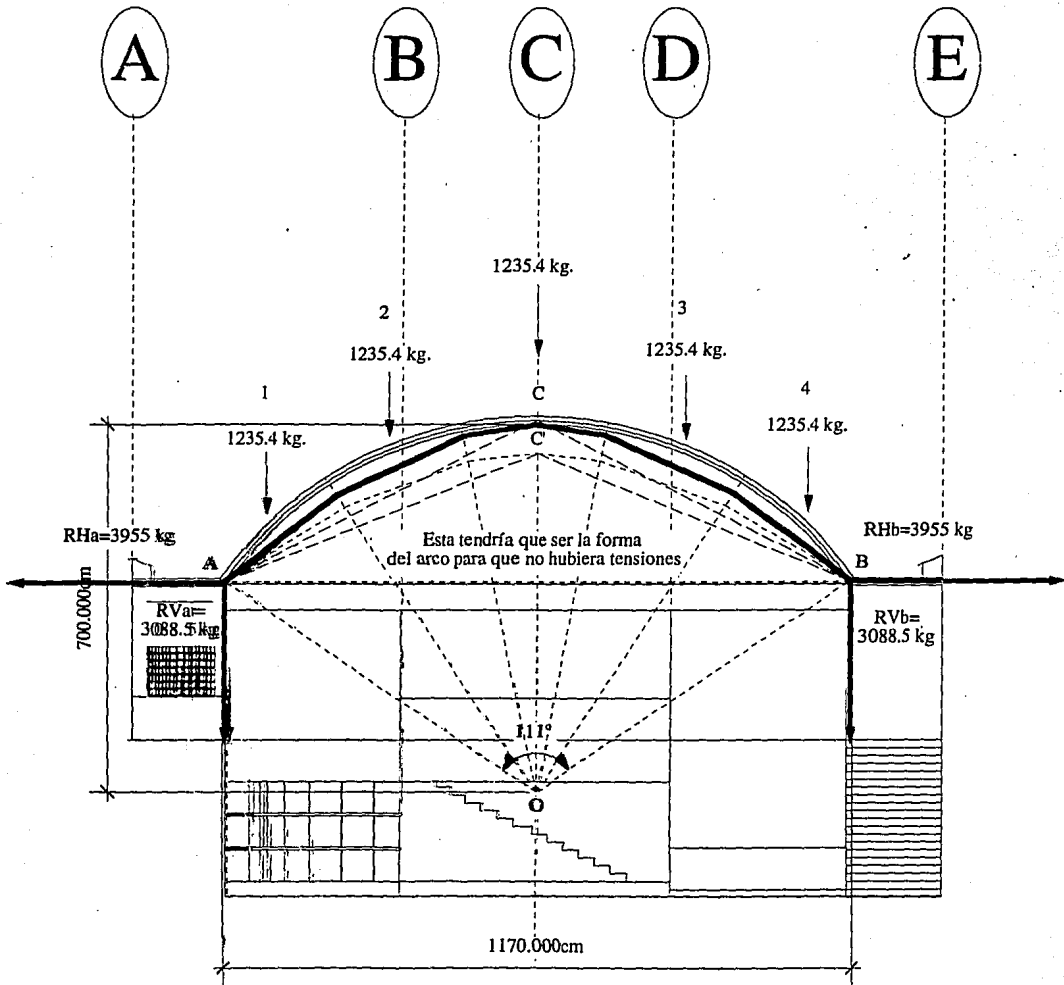
Peralte: $(14/240 \times 1.2) + 2.5rec. = 8.3cms$, sin embargo el mínimo es de $10cms.$

Cúpula de ladrillo cuña de $6 \times 12 \times 24 cms.:$

Para su dimensionamiento se tomará la línea de presiones de su peso propio más la carga viva y se verificará que pase por el tercio medio de la sección (de ello dependerá la colocación del ladrillo).

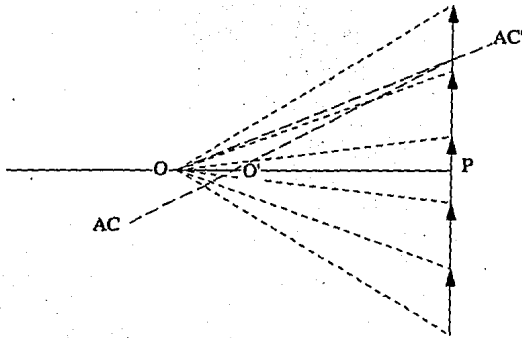


LINEA DE PRESIONES DE UNA FRANJA DE LA CUPULA:

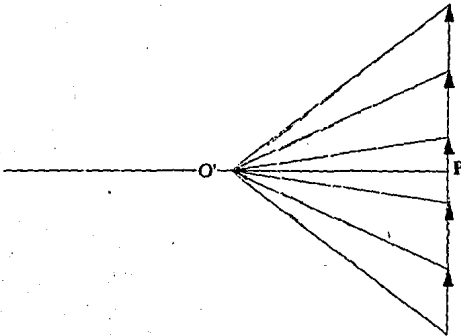


$R = 7.0$ m. $AB = 11.70$ m. Peralte = 16 cms. $S = R\pi/5 = 7 \times 3.1415 / 5 = 4.4121$ m.
 Considerando una franja de 100 cms. para el cálculo. $W_i = 1500 \times 0.16 \times 1 = 240$ kg/m². $W_m = 40$ kg/m².
 $W = W_i + W_m = 280$ kg/m² El peso de cada porción considerada es de $S \times W = 280 \times 4.4121 = 1235.4$ kg.
 La forma del polígono funicular es parecida a una catenaria, esta sería la forma ideal del arco para que no existieran esfuerzos de tensión o flexión. Sin embargo, por facilidad constructiva se hará circular ya que los momentos no superan la capacidad de trabajo de la sección.
 Los momentos flexionantes en cada punto se calculan con la siguiente fórmula: $M = yOP$ donde $OP = 395.5$ cms.
 $MenA = 0$, $Men1 = 1.5029$ Tm, $Men2 = 1.5820$ Tm, $MenC = 0$, $Men3 = 1.5820$ Tm, $Men4 = 1.5029$, $MenB = 0$.

POLIGONOS FUNICULARES DE LA CUPULA



1) ESCOGIENDO UN PUNTO O
ARBITRARIO



2) TOMANDO EL PUNTO O'
SE VUELVE A TRAZAR EL FUNICULAR
PASANDO POR A-B-C.

b) Casa tipo:

Vigas de concreto armado: peralte máximo de 30 cms. se construirán integradas a los muros.

Losa de concreto armado en entrepiso de cuarto de servicio:

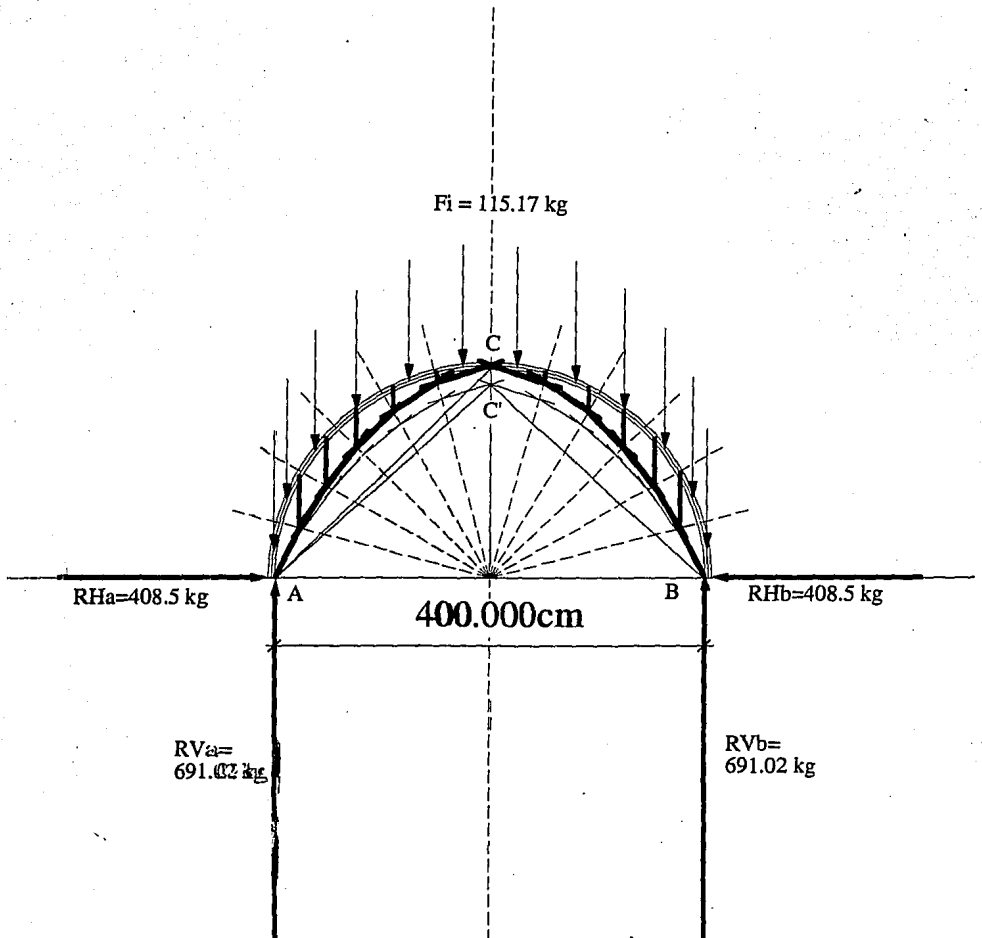
Perímetro: 18.5 m

Peralte $= (18.5/240 \times 1.2) + 2.5 \text{rec.} = 12.75 \text{cms.}$

Bóveda central de cañón corrido construida con ladrillo cuña de 6x12x24 cms.:



LÍNEA DE PRESIONES DE UNA FRANJA DE UN METRO DE BÓVEDA



$R=2.0 \text{ m}$. $f=4.0 \text{ m}$. Peralte= 12cms. $S=R\pi/12=0.5235$. Considerando una franja de un metro para el cálculo.

$W_i=1500 \times 0.12 + 40=220 \text{ kg/m}^2$.

El peso de cada porción considerada es de $S \times W=220 \times 0.5235=115.17 \text{ kg}$. $OP=408.5 \text{ cms}$.

El momento flexionante se calcula de la siguiente manera: $M=y$ y OP , En los puntos A, B y C es cero.

Del lado izquierdo se toma igual que del derecho y los valores son:

$1^\circ=0.1025 \text{ Tm}$.

$2^\circ=0.4305 \text{ Tm}$

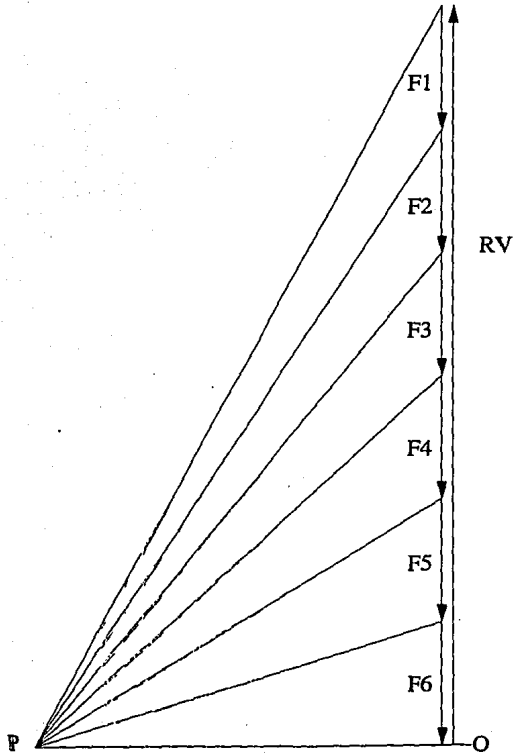
$3^\circ=0.2124 \text{ Tm}$

$4^\circ=0.1775 \text{ Tm}$

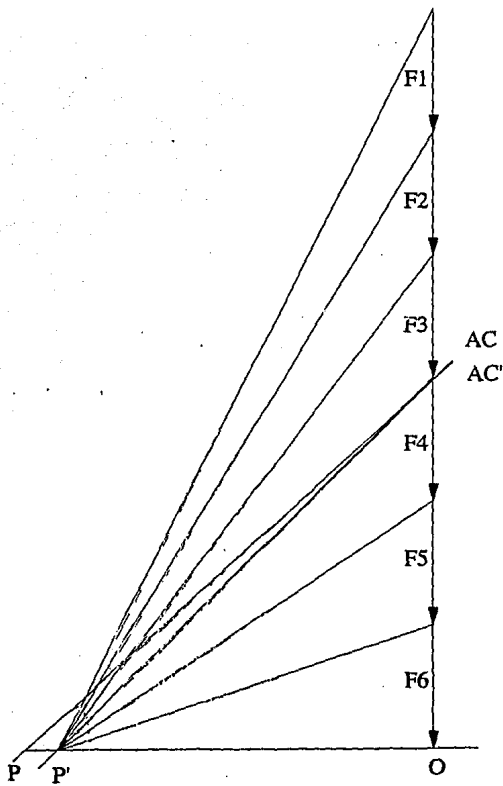
$5^\circ=0.1408 \text{ Tm}$

$6^\circ=0.0755 \text{ Tm}$

POLIGONO FUNICULAR DE FUERZAS QUE PASA POR LOS PUNTOS A, B Y C'



POLIGONO FUNICULAR DE FUERZAS QUE PASA POR A, B Y C.



VI CRITERIOS DE INSTALACIONES.

VI.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Las dos características más importantes del suministro eléctrico para un complejo como éste son principalmente su remota localización con respecto a centros importantes de población y la derivada necesidad de autosuficiencia.

La principal fuente de producción de energía eléctrica en el ingenio será la quema del bagazo remanente del proceso de extracción del jugo de la caña de azúcar. Este proceso que es particular de este tipo de industrias, resulta muy interesante conocerlo. Se inicia en la planta generadora de vapor que cuenta con cuatro calderas Cerrey tipo UV-80 acuotubulares, de 45 tons. de vapor/hr. De allí el vapor pasa a la planta eléctrica que se compone de tres turbogeneradores Worthington de 1,500 kw. 8 etapas, integrado cada uno de ellos por generador General Electric de 1,875 k.v.a. a 4,160 volts. La energía generada se utiliza en gran mayoría para el proceso industrial, pero abastece al conjunto habitacional y de servicios por igual. Una línea de alta tensión sale de la planta a una subestación localizada en el lindero que delimita la fábrica de la vivienda. De esta parten cinco líneas ya de baja tensión por tubería subterránea que alimentan a los cuadros de protecciones térmicas IQ-12 ubicados tres de ellos en los núcleos habitacionales de catorce casas cada uno. Otro en el conjunto de Iglesia, comercios y auditorio y finalmente el último que se localiza en el hotel para empleados solteros.

Posteriormente cada circuito conducirá energía a sus respectivas lámparas y contactos, descritos y calculados con más detalle en los planos correspondientes con los criterios usuales de iluminación y distribución de contactos en las casas-tipo y con un fin mucho más escénico que funcional en el caso de la iglesia.



En ambos casos se utilizarán los materiales indicados a continuación.

NOMBRE	MARCA	No. de Registro
		DGE
Interruptor de seguridad	Square D	4364
Interruptor termomagnético	Square D	4364
Tablero de alumbrado	Square D	4364
Tubería	Conduit PVC	3899
Apagadores y contactos	Arrow	316
Cajas de registro	Quinziño	7
Lámparas	Phillips	3653
Conductores	Anaconda Pirelli	2824

La tubería marcada en planos será de 13 y 19 mm con aislamiento tipo THW. Para la iluminación de los exteriores del conjunto de utilizarán reflectores de para intemperie de 300 watts en gabinetes de luz indirecta.

VI.2 INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

Para abastecer al conjunto no existirá una toma municipal común ya que el concepto de autosuficiencia se aplica de igual manera a todos los criterios de instalaciones de este complejo.

En este caso ha sido una ventaja para definir el concepto arquitectónico y este hecho nos muestra la importancia que tiene considerar a las instalaciones como una parte integral de todo proyecto.

Los dos tanques elevados, de agua del río El Salto para la fabrica y de agua de un pozo cercano el de la habitación, forman en el paisaje debido a su altura sobre las demás construcciones un espacio virtual que define al conjunto.

A estos dos tanques se bombea el agua de sus respectivas fuentes de abastecimiento que elevada a 70 metros de altura tendrá la presión necesaria para alcanzar las múltiples salidas ubicadas en cada dependencia del conjunto.

La descripción de las instalaciones hidráulicas de la fábrica resulta imposible ya que carezco de los suficientes conocimientos técnicos necesarios para hacerlo.

En el caso del conjunto habitacional y de servicios daré a continuación



los criterios generales de suministro del agua.

Del tanque elevado se propone se saquen cinco ramas de abastecimiento de cisternas que se ubicarán tres en los diferentes núcleos de habitación. Otra de éstas será la perteneciente al conjunto de edificios públicos y la quinta corresponderá al hotel para empleados solteros. A estos depósitos llegará el agua por simple presión que ha sido calculada para el elemento más lejano que es el hotel, ubicado a 210 metros del tanque.

Cada núcleo de habitación contará el el centro con una cisterna de 90,000 litros que será suficientes para abastecer por medio de bombeo a los tinacos de las catorce casas. Dentro de éstas habrá redes de agua caliente y fría que se pueden observar con detalle en los planos correspondientes. Cabe destacar que los calentadores de agua propuestos serán eléctricos dado que el ingenio no cuenta con suministro de gas natural y sin embargo la energía eléctrica es abundante.

VI.3 INSTALACIÓN SANITARIA.

La zona de ubicación del ingenio, por las razones expuestas al inicio de este capítulo, no cuenta con sistema de drenaje municipal.

Por ello, se ha requerido una solución compuesta por la construcción de fosas sépticas, pozos de absorción y campos de oxidación. Para lograr este objetivo, es necesario separar las aguas "negras" con materia orgánica de aguas "grises" -jabonosas "blancas" -pluviales. Esto se ve a detalle en los planos correspondientes. Sin embargo, los criterios generales se describirán a continuación.

Los ramales que conectan los baños de cada casa a la fosa séptica central de cada núcleo serán de veinte centímetros de diámetro (de PVC) uniéndose a cuarenta y cinco grados para evitar obstrucciones. De las fosas sépticas, habiendo terminado el proceso bacterial, las aguas semi-tratadas se conectan al colector central de treinta y cinco centímetros de diámetro (con sus respectivos registros) ubicado debajo de los accesos a los núcleos, desembocando en un registro que alimenta a un sistema de peines de PVC enterrados a cuarenta centímetros de profundidad (10 cms. de diámetro con perforaciones de 5 mm. a cada 2.5 cms.) generando los campos de oxidación donde se filtran dichas aguas y se aprovechan para fertilizar las areas verdes.



Las aguas jabonosas contarán con su propio sistema de ramales y colector central el cual desembocará a filtros contruidos con capas alternadas de arena y piedras contenidas ambas en un receptáculo de mampostería, evitando con éste la inyección total de las sustancias químicas a los mantos freáticos por medio de los pozos de absorción. En lo referente a aguas de origen pluvial éstas serán canalizadas por vasos comunicantes que servirán de riego a las areas comunes de cada núcleo de habitación. Estos canales serán a cielo abierto y medirán diez por veinte centímetros recubiertos en su interior por piedra bola de rio para que se confundan en el pavimento que será del mismo material.

VII. CONCLUSIONES.

Como en cualquier trabajo de tesis profesional intentar resumir las conclusiones obtenidas en cada parte de la misma equivaldría a reescribirla o resumirla inútilmente. En toda reflexión se implica un proceso de valoración de conceptos pero de la misma forma, también se plantean nuevas preguntas.

En esta sección he preferido plasmar mi experiencia personal en la realización de un estudio detallado. A lo largo del tiempo invertido en llevar a término esta empresa, me he podido dar cuenta de cosas muy importantes sobre el quehacer de un arquitecto.

Entre ellas destaco como la principal la necesidad de cuestionar las soluciones convencionales a los problemas. Es indispensable comprometerse a analizar a fondo todo problema que se nos plantee. En este caso este proceso me llevó, como se describe en el capítulo correspondiente, a cambiar el programa original y la solución del mismo en base a consideraciones trascendentales.

La labor de un arquitecto tiene precisamente esa connotación trascendental, entendiendo el término como no como un eufemismo, sino como una consecuencia ulterior a nuestro propio trabajo. Un diseñador da el concepto y los detalles arquitectónicos de una obra, pero son obreros y constructores quienes la llevan a cabo y usuarios de índoles muy diversas los que la habitan. Esto denota la responsabilidad enorme que existe ante cualquier problema planteado. Llegando incluso al extremo de trascender nuestra propia muerte, si nos situamos como hacedores de la ciudad y modificadores de los paisajes.



Especialmente en una tipología tan poco explorada como es la construcción de ingenios azucareros se requiere analizar la historia de esta industria, su estado actual e incluso tratar de entrever su futuro. De esta manera la solución dada en un tiempo y lugar específicos tienen la posibilidad de convertirse en una valiosa obra de arquitectura que permanezca largo tiempo, aunque su uso original haya cambiado. Esta aseveración parece aventurada, pero si se analiza su trasfondo es fácil comprender las razones que tengo para hacerla, ya que en nuestro país existen numerosos ejemplos de este fenómeno.

La arquitectura y construcción magistral de las haciendas de la época colonial nos muestra claramente que soluciones particulares de un problema hechas sin escatimar el esfuerzo y sin un fin puramente utilitario pueden ser obras que sigan siendo admiradas y readaptadas para otros usos a través de las generaciones posteriores. Y no es casualidad que la mayoría de estos cascos hayan pertenecido en su tiempo a ingenios. En la industria del azúcar hay un sinnúmero de elementos que se prestan para desarrollar la capacidad de profesionistas como los arquitectos dando un enfoque objetivo a las soluciones sin olvidar la función simbólica que necesariamente tienen. En cada región donde se instala un ingenio, éste marca la tipología arquitectónica que es después seguida por las construcciones posteriores y si es resultado de un análisis profundo puede llegar a aportar beneficios incalculables a las regiones donde se ubique en el campo de la arquitectura y el urbanismo.

Los ingenios azucareros han renunciado a la arquitectura, pero de igual forma la competencia por construir dentro de las ciudades ha hecho que los arquitectos olviden que hay un enorme campo dentro de esta industria para su quehacer. Toca a nosotros devolver su carácter excelso a estas nuevas plantas y continuar con el arte iniciado en las haciendas que tiene una tradición de cuatro siglos en México.



VIII. BIBLIOGRAFÍA.

CHRISTOPHER ALEXANDER. *The Timeless Way of Building*. New York, 1979. Oxford University Press.

CHRISTIAN NORBERG - SCHULTZ. *Genius Loci. Towards a Phenomenology of Architecture*. Milano, 1979. Rizzoli International Publications.

GISELA VON WOBESER. *La Hacienda Azucarera en la Época Colonial*. México, 1988. UNAM. SEP.

NOEL DEER. *The History of Sugar*. 2° vol. Londres, 1949-50.

VARIOS AUTORES. *Manual Azucarero Mexicano. Zafra 1990-1991*.

VARIOS AUTORES. *Manual Azucarero Mexicano. Zafra 1991-1992*.

J. HEINEN, J. GUTIERREZ. *Estructuras*. México, 1986. IPN. PROEESA.

JUAN ANTONIO TONDA. *Cascarones de Concreto*. México, 1987. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

GAY, FAWCETT, MC GUINNESS, STEIN. *Instalaciones en los Edificios*. Barcelona, 1982. Editorial Gustavo Gili, S. A.



